



# **SĀKOTNĒJAIS RADONA NOVĒRTĒJUMS LATVIJAS TERITORIJĀ**

**NOSLĒGUMA ZIŅOJUMS**

**Noslēguma ziņojums: 2.versija**  
**2015.gada 16. februārī**

Rīga, 2015. gada februāris



SABIEDRĪBA AR IEROBEŽOTU ATBILDĪBU  
REĢISTRĀCIJAS NR. 40003340949  
OLĪVU IELA 9, RĪGA, LV 1004  
TĀLRUNIS 67627504, FAKSS 67623512  
E – pasts: gc@geoconsultants.lv

---

**Pasūtītājs: VIDES AIZSARDZĪBAS UN REĢIONĀLĀS ATTĪSTĪBAS MINISTRIJA**

# **SĀKOTNĒJAIS RADONA NOVĒRTĒJUMS LATVIJAS TERITORIJĀ**

## **NOSLĒGUMA ZIŅOJUMS**

Atbildīgais izpildītājs:

A.Gilucis, ģeologs

Līdzautors:

J. Cīrule, Paula Stradiņa Klīniskās  
universitātes slimnīcas, Aroda un  
radiācijas medicīnas centra  
ambulatorās daļas vadītāja

SIA „Geo Consultants” valdes loceklis:

J. Ābeltiņš

Rīga, 2015. februāris

## SATURS

|   |    |
|---|----|
| PATEICĪBAS .....  | 3  |
| IEVADS .....  | 3  |
| 1. ESOŠO POLITIKAS PLĀNOŠANAS DOKUMENTU UN TIESĪBU AKTU PRASĪBU ANALĪZE .....   | 4  |
| 2. RN IETEKME UZ CILVEKA VESELIBU .....   | 8  |
| 3. IEPRIEKŠ PAVEIKTO PĒTĪJUMU REZULTĀTI, KUROS IETILPST (IR VEIKTI) RN MĒRĪJUMI DAŽĀDOS VIDES KOMPONENTOS LATVIJĀ ..... | 9  |
| 4. ĢEOLOĢISKĀS IZPĒTES REZULTĀTI, KAS IZMANOJAMI RN <sup>222</sup> RISKU ZONU NOTEIKŠANAI LATVIJAS TERITORIJĀ .....     | 10 |
| 5. PAVEIKTO DARBU METODIKA .....  | 11 |
| 6. PĒTĪJUMĀ IEGŪTIE GALVENIE REZULTĀTI .....  | 19 |
| 7. METODISKIE PRIEKŠLIKUMI IESPĒJAMIEM TĀLĀKIEM PĒTĪJUMIEM .....  | 24 |
| 8. REKOMENDĀCIJAS NEPIECIEŠAMO PASĀKUMU VEIKŠANAI, LAI SAMAZINĀTU RADONA IETEKMI UZ IEDZĪVOTĀJIEM .....                 | 27 |
| 8.1. RADONA NOKĻŪŠANA ĒKĀS, CEĻI UN MEHĀNISMI [4, 5, 27-32] .....   | 27 |
| 8.2. ĒKU PRETRADONA AIZSARDZĪBAS PROBLĒMAS STĀVOKĻIS [4, 5, 27-32] .....  | 28 |
| 8.3. PRETRADONA AIZSARDZĪBAS PAMATPRINCIPI [4, 5, 27-32] .....  | 29 |
| 8.4. DARBU ORGANIZĀCIJA [27-35] .....   | 29 |
| 8.5. PRETRADONA AIZSARDZĪBAS METODES [27-35] .....  | 29 |
| 8.5.1. Pasīvās un aktīvās aizsardzības sistēmas .....   | 29 |
| 8.5.2. Tehnisko risinājumu tipu klasifikācija .....   | 30 |
| 8.5.3. Pretradona aizsardzības tipa izvēle .....  | 30 |
| 8.6. REKOMENDĀCIJAS PROJEKTĒŠANAI [27-35] .....   | 31 |
| 8.6.1. Telpu ventilācija .....  | 31 |
| 8.6.2. Impregnēšana .....   | 32 |
| 8.6.3. Segums .....   | 32 |
| 8.6.4. Membrāna .....   | 32 |
| 8.6.5. Barjera .....  | 32 |
| 8.6.6. Radona kolektors .....   | 33 |
| 8.6.7. Grunts pamatnes depresija .....  | 33 |
| 8.6.8. Šuvju, savienojumu un cauruļu blīvējums .....  | 34 |
| LITERATŪRAS SARAKSTS .....  | 34 |

## PIELIKUMI

- 1.pielikums Faktisko materiālu un mērījumu rezultātu kartes
- 2.pielikums Rn<sup>222</sup> mērījumu protokoli
- 3.pielikums Rn<sup>222</sup> mērījumu punktu dokumentācija gruntī un telpu atmosfērā
- 4.pielikumi Mērījumu aparātūras kalibrēšanas dokumentācijas kopijas
- 5.pielikums Radona risku prognozes karte (mērogs 1 : 500 000)
- 6.pielikums SAS "Landauer Nordic" laboratorijas akreditācijas apliecinājums
- 7.pielikums Detektoru tehniskās specifikācijas kopija
- 8.pielikums Ēku un būvju, kurās uzstādīti radona detektori, informatīvās anketas
- 9.pielikums Paveikto mērījumu izvietojuma kartes
- 10.pielikums Iegūto rezultātu laboratorijas testēšanas pārskati
- 11.pielikums Rn<sup>222</sup> saturs dažādos pazemes ūdeņu monitoringa postēšos 1999.-2002. gados
- 12.pielikums Publicēto materiālu kopija - M.Dambis „Ieskats radona situācijā Latvijā”
- 13.pielikums SIA „Urboekoloģija plus” vēstules kopija
- 14.pielikums Pētījuma gaitā ekspertu uzdotie jautājumi un atbildes uz tiem
- 15.pielikums Detektoru uzstādīšanas vietas un ēkas foto fiksācija (atsevišķi objekti)

## PATEICĪBAS

Darba autori un pētījuma veicēji - SIA "Geo Consultants" izsaka lielu pateicību par ieguldījumu darba tapšanā, kā arī metodiskām konsultācijām un rekomendācijām Dr.geol., prof. Valdim Segliņam (Latvijas universitāte), Dr.geol. Valērijam Ņikuļinam (VSIA "Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs"), Dr.geol. Igoram Levinam (SIA "Ģeoplus", hidroģeologs), Dr.geol. Oļģertam Aleksānam (SIA "DGE Latvia"), Atim Mūrniekam (Latvijas ģeologu savienības priekšsēdētājs), Dr.geol. Jānim Prolam (SIA "Geo Consultants" valdes priekšsēdētājs), Dr.arh. Ludmilai Kartunovai, (RTU Telpiskās un reģionālās attīstības pētījumu centra vadošā pētniece, SIA "Urboekoloģija plus"), Dr.ing. Kasparam Rutkim (SIA "Zeta tehnoloģijas").

## IEVADS

Saskaņā ar līgumu, kas 2014.gada 9.jūnijā noslēgts starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju un SIA "Geo Consultants", SIA "Geo Consultants" veic sākotnējo radona novērtējumu Latvijas teritorijā. Iepirkuma līguma Nr.47 no 2014. gada 9. jūnija priekšmets - „Sākotnējā radona novērtējums Latvijas teritorijā saskaņā ar tehnisko specifikāciju”.

Darba izpildes ietvaros paredzēti sekojoši uzdevumi:

1. Sākotnējā radona novērtējums atbilstoši minētajam politikas plānošanas dokumentam un tiesību aktu prasībām:
  - Vides politikas pamatnostādņēm 2014.-2020.gadam,
  - Padomes Direktīvai 2013/51/EURATOM (2013.gada 22.oktobris), ar ko nosaka iedzīvotāju veselības aizsardzības prasības attiecībā uz radioaktīvām vielām dzeramajā ūdenī (turpmāk - Direktīva 2013/51/EURATOM),
  - Padomes Direktīvai 2013/59/EURATOM (2013.gada 5.decembris), ar ko nosaka drošības pamatstandartus aizsardzībai pret jonizējošā starojuma radītajiem draudiem un atceļ Direktīvu 89/618/Euratom, Direktīvu 90/641/Euratom, Direktīvu 96/29/Euratom, Direktīvu 97/43/Euratom un Direktīvu 2003/122/Euratom (turpmāk – Direktīva 2013/59/EURATOM),
  - Ministru kabineta 2002.gada 9.aprīļa noteikumiem Nr.149 „Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu”.
2. Apzināt un apkopot informāciju par jau esošajiem radona novērtējumiem un veiktajiem pētījumiem.
3. Novērtēt ģeoloģiskos apstākļus un apkopot informāciju par ģeoloģiskajiem apstākļiem, kas norāda uz iespējamo paaugstināto radona līmeni.
4. Apzināt vietas Latvijā, kurās varētu būt paaugstināts radona līmenis.



5. Veikt atsevišķus radona mērījumus vietās, kur pēc ģeoloģisko apstākļu novērtējuma un apkopotās informācijas, ir novērtēts, ka varētu būt paaugstināts radona līmenis.
6. Sniegt izvērtējumu par to, kāds papildus radona novērtējums un mērījumi (gan augsnē, gan ūdenī un ēkās) ir nepieciešami.
7. Sniegt priekšlikumus par nepieciešamajām izmaiņām tiesību aktos, lai iekļautu 1. punktā minētajos ES tiesību aktos noteiktos pieļaujamos radona līmeņus.
8. Norādīt iespējamus pasākumus, kas veicami, lai novērstu radona ietekmi vietās, kurās ir konstatēts paaugstināts radona līmenis (darba vietās un dzīvojamās mājās).
9. Nodrošināt diskusijas ar jomas ekspertiem un zinātniekiem visu projekta uzdevumu īstenošanā.

Darba ietvaros sagatavoti sekojoši ziņojumi:

1. Uzsākšanas ziņojums;
2. Starpziņojums;
3. Noslēguma ziņojums.

## **1. ESOŠO POLITIKAS PLĀNOŠANAS DOKUMENTU UN TIESĪBU AKTU PRASĪBU ANALĪZE**

Sākotnējais radona novērtējums Latvijas teritorijā veikts, balstoties uz Ziņojuma ievadā minēto politikas plānošanas dokumentu un tiesību aktu prasībām. Zemāk uzskaitītas un analizētas minēto dokumentu prasības un problēmas prasību izpildē.

### **Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020.gadam**

Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020.gadam ir vides aizsardzības nozares vidēja termiņa politikas plānošanas dokuments. Tas izstrādāts atbilstoši Latvijas Nacionālajā attīstības plānā 2014.-2020.gadam noteiktajām prioritātēm un diskusijām par ES jaunā finanšu perioda 2014.-2020.gadam mērķiem un finanšu sadalījumu. Vides aizsardzības likuma 4.panta otrā daļa nosaka, ka MK apstiprina Vides politikas pamatnostādnes, ņemot vērā nacionālās prioritātes, ES un starptautiskos nosacījumus. Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020.gadam apstiprinātas ar Ministru kabineta 2014. gada 26. marta rīkojumu Nr. 130.

Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020.gadam izvirza pasākumus, lai sasniegtu virsmērķi – nodrošināt iedzīvotājiem iespēju dzīvot tīrā un sakārtotā vidē, īstenojot uz ilgtspējīgu attīstību veiktas darbības, saglabājot vides kvalitāti un bioloģisko daudzveidību, nodrošinot dabas resursu ilgtspējīgu izmantošanu, kā arī sabiedrības līdzdalību lēmumu pieņemšanā un informētību par vides stāvokli.

Atbilstoši Vides politikas pamatnostādņu 2014.-2020.gadam 12. nodaļai, radona pētījumi iekļauti Turpmākās rīcības plānojumā, 12.7. apakšnodaļā - Vides piesārņojums un riski, G.3. Jonizējošā starojuma avotu droša apsaimniekošana (respektīvi - radons definēts kā viens no vides riskiem, kura izpētei turpmāk nepieciešams veikt plašākus pētījumus). Apakšnodaļas politikas mērķis ir "Nodrošināt dabas resursu ilgtspējīgu izmantošanu un

aizsardzību, veicinot vides risku mazināšanu un pārvaldību". G3.6. apakšsadaļā minēts, ka līdz 2016. gadam nepieciešams veikt plašu radona pētījumu visā Latvijas teritorijā.

Šī novērtējuma ietvaros veiktie pētījumi un izstrādātie priekšlikumi vērtējami kā sākumposms minētā mērķa sasniegšanai un izvirzītās prasības izpildē.

**Padomes Direktīva 2013/51/EURATOM (2013.gada 22.oktobris), ar ko nosaka iedzīvotāju veselības aizsardzības prasības attiecībā uz radioaktīvām vielām dzeramajā ūdenī**

Atbilstoši Padomes Direktīvai 2013/51/EURA, ar ko nosaka iedzīvotāju veselības aizsardzības prasības attiecībā uz radioaktīvām vielām dzeramajā ūdenī, definēts, ka (1) Ūdens uzņemšana ir viens no veidiem, kā radioaktīvas vielas iekļūst cilvēka organismā. Saskaņā ar Padomes Direktīvu 96/29/Euratom, iedzīvotāju apstarojuma doza kopumā no praktiskās darbības, kas saistīta ar jonizējošā starojuma risku, jābūt tik mazai, cik vien iespējams; (2) Ņemot vērā to, cik svarīga cilvēku veselībai ir dzeramā ūdens kvalitāte, Kopienas līmenī ir jānosaka kvalitātes standarti, kuriem ir indikatora funkcija, un jānodrošina monitorings attiecībā uz atbilstību minētajiem standartiem.

Padomes Direktīvas 2013/51/EURATOM I pielikumā noteiktā radona vērtība **dzeramajā ūdenī ir 100 Bq/l**. I pielikuma 1. piezīmē atzīmēts, ka Dalībvalstis var noteikt tādu radona līmeni, kura pārsniegšana uzskatāma par nevēlamu, bet, arī to nepārsniedzot, būtu jāturpina optimāla aizsardzība, neapdraudot valsts vai reģiona mēroga ūdensapgādi. Dalībvalstu noteiktais līmenis var pārsniegt 100 Bq/l, bet tam jābūt zemākam par 1000 Bq/l. Lai vienkāršotu tiesību aktus, dalībvalstis var izvēlēties pielāgot šā līmeņa parametru vērtību. Korektīvas darbības, ko veic pretradiācijas aizsardzībai, uzskata par attaisnotām bez sīkākas izskatīšanas, ja radona koncentrācija pārsniedz 1000 Bq/l.

Monitoringa prasības attiecībā uz radioaktīvu vielu līmeni dzeramajā ūdenī būtu jānosaka īpašos tiesību aktos, kas Latvijas gadījumā būtu realizējamas caur Ministru kabineta noteikumiem.

**Padomes Direktīva 2013/59/EURATOM (2013.gada 5.decembris), ar ko nosaka drošības pamatstandartus aizsardzībai pret jonizējošā starojuma radītajiem draudiem un atceļ Direktīvu 89/618/Euratom, Direktīvu 90/641/Euratom, Direktīvu 96/29/Euratom, Direktīvu 97/43/Euratom un Direktīvu 2003/122/Euratom**

Padomes Direktīvas 2013/59/EURATOM priekšmets ir vienotu drošības pamatstandartu noteikšana darbinieku apstarošanai, medicīniskai apstarošanai un iedzīvotāju apstarošanai pakļautu personu veselības aizsardzībai pret apdraudējumu, ko rada jonizējošais starojums.

Direktīvas darbības jomas ir sekojošas:

1. jebkura plānota, **esoša** vai avārijas **apstarošanas situācija**, kurā apstarošana ar jonizējošo starojumu rada risku, ko cilvēku ilgtermiņa veselības aizsardzības dēļ nevar neņemt vērā no aizsardzības pret jonizējošo starojumu viedokļa vai no vides viedokļa.
2. Šī direktīvu piemēro jo īpaši attiecībā uz:
  - a) radioaktīvo materiālu izgatavošanu, ražošanu, pārstrādi, pārvietošanu, apglabāšanu, izmantošanu, glabāšanu, turēšanu, transportēšanu, importu Kopienā un eksportu no tās;

- b) tādu elektrisku iekārtu izgatavošanu un ekspluatāciju, kas emitē jonizējošo starojumu un satur komponentus, kuri darbojas pie potenciālu starpības, kas lielāka par 5 kilovoltiem (kV);
- c) cilvēku darbībām, kas paredz dabisku starojuma avotu klātesamību un būtiski palielina iedarbību uz darbiniekiem vai iedzīvotājiem, jo īpaši:
  - i) gaisa kuģu un kosmosa kuģu ekspluatāciju, attiecībā uz apkalpju apstarošanu;
  - ii) tādu materiālu pārstrādi, kuros ir dabā sastopamie radionuklīdi;
- d) darbinieku vai iedzīvotāju apstarošanu no **radona** iekšelpās, ārēju apstarošanu, ko rada būvmateriāli, un ilglaicīgu apstarošanu, ko rada avārijas sekas vai cilvēku darbība pagātnē;
- e) sagatavotību avārijas apstarošanas situācijām, reaģēšanu uz avārijas apstarošanas situācijām un avārijas apstarošanas situāciju pārvaldību situācijās, kad tiek atzīts par pamatotu veikt pasākumus, lai aizsargātu iedzīvotāju vai darbinieku veselību.

Atbilstoši direktīvas skaidrojumiem, (25) **Ja radons no zemes iekļūst darba vietās, kas atrodas iekšelpās, tas būtu jāuzskata par esošu apstarošanas situāciju**, jo radona klātbūtne ir lielā mērā neatkarīga no cilvēku veiktajām darbībām darba vietā. Šāds apstarojums var būt ievērojams atsevišķās teritorijās vai īpaša veida darba vietās, kas jāapzina dalībvalstīm, un būtu jāveic atbilstīgi radona un apstarojuma samazināšanas pasākumi, ja pārsniegts valsts noteiktais standartlīmenis. Ja līmenis turpina pārsniegt valsts standartlīmeni, šajā darba vietā veiktās cilvēku darbības nebūtu jāuzskata par praktiskām darbībām. Tomēr dalībvalstīm būtu jānodrošina, ka šīs darbavietas tiek informētas un ka – gadījumos, kad darbinieku apstarošana varētu pārsniegt efektīvo dozu 6 mSv gadā vai atbilstošu laikā integrētu radona apstarojuma vērtību – tās tiek pārvaldītas kā plānotas apstarošanas situācija un ka piemēro dozu limitus, un būtu jānosaka, kuras operatīvās aizsardzības prasības nepieciešams piemērot.

Direktīvas izpratnē ģeoloģisko faktoru ietekmē veidojošais radons uzskatāms par esošu apstarošanas situāciju. Direktīvas II nodaļas 4. panta apakšpunktā skaidrots: 54) "dabisks starojuma avots" ir jonizējošā starojuma avots, kam ir dabiska, zemes vai kosmosa izcelsme.

Atbilstoši direktīvas skaidrojumiem, (23) Lai novērstu ilgtermiņa risku, ko rada radona apstarojums, nepieciešami valsts rīcības plāni. Ir atzīts, ka smēķēšanas un augsta apstarojuma ar radonu kombinācija rada ievērojami augstāku individuālu risku saslimt ar plaušu vēzi nekā katrs no faktoriem atsevišķi un ka smēķēšana palielina apstarošanas ar radonu radīto risku sabiedrības līmenī. Ir svarīgi, lai dalībvalstis novērstu abus šos veselības apdraudējumus.

#### **Radona standartlīmeņu koncentrācijas, kas noteiktas Direktīvā 2013/59/EURATOM:**

- 74. pantā attiecībā uz iedzīvotājiem: Apstarošana ar radonu iekšelpās  
(1.) Dalībvalstis nosaka valsts standartlīmeņus attiecībā uz radona koncentrāciju iekšelpās. Standartlīmeņi gada vidējai vērtībai radioaktivitātes koncentrācijai gaisā nav lielāki par **300 Bq m<sup>3</sup>**.
- 54. pantā attiecībā uz darbiniekiem: Radons darba vietās

(1.) Dalībvalstis nosaka valsts standartlīmeņus attiecībā uz radona koncentrāciju darba vietu iekštelpās. Standartlīmeņi gada vidējai vērtībai radioaktivitātes koncentrācijai gaisā nav augstāki par **300 Bq m<sup>3</sup>**, ja vien to neattaisno valstī pastāvošie apstākļi.

(3.) Attiecībā uz darba vietu zonām, kurās radona koncentrācija (kā gada vidējā vērtība) turpina pārsniegt valsts standartlīmeni, neraugoties uz pasākumiem, kas veikti saskaņā ar optimizācijas principu, kas minēts III nodaļā, dalībvalstis nosaka, ka par šo situāciju ir jāziņo atbilstīgi 25. panta 2. punktam, un piemēro 35. panta 2. punktu.

Atbilstoši 35. pantam (2.) Attiecībā uz darba vietām, kas noteiktas 54. panta 3. punktā un kurās darbinieku apstarošana var pārsniegt efektīvo dozu – 6 mSv gadā vai atbilstošu laikā integrētas apstarošanas ar radonu vērtību, ko nosaka dalībvalstis, apstarošanu darba vietā pārvalda kā plānotas apstarošanas situāciju, un dalībvalstis nosaka, kuras šajā nodaļā noteiktās prasības ir piemērojamas. Attiecībā uz darba vietām, kas noteiktas 54. panta 3. punktā un kurās efektīvā doza darbiniekiem ir mazāka par 6 mSv gadā vai vienāda ar to vai kurās apstarošana ir mazāka par atbilstošu laikā integrētas apstarošanas ar radonu vērtību, kompetentā iestāde nosaka prasību, ka apstarošana ir regulāri jāpārskata.

Atbilstoši direktīvas skaidrojumiem, (22) nesenie epidemioloģiskie atklājumi, veicot izpēti dzīvojamās ēkās, pierādīja, ka statistiski nozīmīgs plaušu vēža riska pieaugums rodas no ilgstoša radona apstarojuma iekštelpās, ja tā pakāpe ir 100 Bq m<sup>3</sup>. Jaunais apstarošanas situāciju koncepts dod iespēju drošības pamatstandartu saistošajās prasībās iekļaut noteikumus, kas paredzēti Komisijas Ieteikumā 90/143/Euratom, vienlaikus pieļaujot pietiekamu elastību īstenošanā.

### **Ministru kabineta 2002.gada 9.aprīļa noteikumi Nr.149 „Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu” (ar grozījumiem, kas izdarīti līdz 07.03.2006.)**

Noteikumi nosaka prasības aizsardzībai pret jonizējošo starojumu atbilstoši radiācijas drošības un kodoldrošības pamatprincipiem, kā arī jonizējošā starojuma dozu limitus attiecībā uz iedzīvotājiem. Atbilstoši noteikumu 8.1. apakšpunktam, radons iekļauts kā dabiskais jonizējošais starojuma avots ēkās. Pēc ēkas vai dzīvokļa īpašnieka vai īrnieka pasūtījuma radona līmeni ēkās nosaka akreditētas laboratorijas vai Radiācijas drošības centrs (noteikumu 125. punkts). Līdz šim neviena laboratorija Latvijā nav veikusi akreditāciju radona mērīšanai ne telpās, ne ūdenī, ne augsnē, un tas zināmā mērā nosaka to, ka reprezentatīva informācija par radona koncentrācijas līmeņiem telpās (arī pārējās vidēs) Latvijas teritorijā līdz šim nav iegūta.

Noteikumu 125. punkts nosaka, ja konstatēts, ka radona vidējā īpatnējā radioaktivitāte ēkā (noteikumu izpratnē - dzīvojamā ēka) ir lielāka par **200 Bq/m<sup>3</sup> gadā**, ēkas vai dzīvokļa īpašnieks informē par to īrnieku un Radiācijas drošības centru (ja radona līmeni noteikusi akreditēta laboratorija). Centrs informē iedzīvotājus par paredzamo kaitējumu viņu veselībai un kopīgi ar ēkas vai dzīvokļa īpašnieku vai īrnieku izlemj par aizsardzības pasākumu veikšanu radona kaitīgās ietekmes samazināšanai.

Savukārt 126.punkts - ja konstatēts, ka radona īpatnējā radioaktivitāte ēkā ir lielāka par 1000 Bq/m<sup>3</sup> mērījuma veikšanas laikā vai 600 Bq/m<sup>3</sup> vidēji gadā, ēkas vai dzīvokļa īpašnieks vai īrnieks nekavējoties veic aizsardzības pasākumus.

Noteikumu 135. punkts - ja virszemes un pazemes darba vietās radona vidējā īpatnējā radioaktivitāte ir lielāka par **400 Bq/m<sup>3</sup> gadā**, darba devējs nodrošina aizsardzības pasākumus radona kaitīgās ietekmes samazināšanai darba vietās un nepieļauj grūtnieču nodarbināšanu minētajās darba vietās visā grūtniecības laikā.

Arī šie punkti šobrīd darbojas tīri formāli, jo jebkāda datu izvērtēšana un turpmākās rīcības plānošana balstās tikai uz akreditētas laboratorijas mērījumiem.

Attiecīgi par jaunām būvēm un ēkām prasība noteikta noteikumu 128. punktā - būvdarbu pasūtītājs, projektētājs un izpildītājs ir atbildīgi par to, lai jaunuzceltajā ēkā vai dzīvoklī radona vidējā īpatnējā radioaktivitāte nepārsniegtu **200 Bq/m<sup>3</sup> gadā**. Tai pat laikā šobrīd nav konkrēta mehānisma, kas kontrolē prasības izpildi.

Noteikumu 8.3. apakšpunkts nosaka dabisko jonizējošā starojuma avotu koncentrācijas ūdenī, atbilstoši 137. punktam - Radiācijas drošības centrs informē iedzīvotājus un vietējo pašvaldību par paredzamo kaitējumu iedzīvotāju veselībai un aizsardzības pasākumiem radona kaitīgās ietekmes samazināšanai, ja radona īpatnējā radioaktivitāte dzeramajā ūdenī ir **100 Bq/l - 1000 Bq/l**. Dzeramo ūdeni, kurā radona īpatnējā radioaktivitāte ir lielāka par 1000 Bq/l, nedrīkst lietot, ja nav veikti aizsardzības pasākumi radona kaitīgās ietekmes samazināšanai.

## 2. RN IETEKME UZ CILVEKA VESELIBU

Starptautiskā vēža pētniecības aģentūra radonu klasificē kā 1.grupas kancerogēnu cilvēkiem, jo pastāv tieši pierādījumi epidemioloģiskajos pētījumos par plaušu vēža risku. Iedarbības – atbildes sakarība ir aprakstīta kā lineāra bez sliekšņa vērtības. Relatīvais risks tiek balstīts uz ilgtermiņa (30 gadu) vidēju radona iedarbību un ir apmēram 16% uz 100 Bq/m<sup>3</sup>, un šī relatīvā skala nemainās ne smēķētājiem, ne nesmēķētājiem. Tomēr absolūtais plaušu vēža risks saistībā ar radonu ir augstāks smēķētājiem [46]. Tika aprēķināts kumulatīvais risks nomirt no plaušu vēža nesmēķētājiem un smēķētājiem (15-24 cigaretes dienā). Atvasinātais papildus dzīves laika risks līdz 75 gadiem ir attiecīgi  $0,6 \times 10^{-5}$  uz Bq/m<sup>3</sup> un  $15 \times 10^{-5}$  uz Bq/m<sup>3</sup>.

Eiropas komisijas 2014.gada ziņojumā „Komisijas ziņojums Eiropas parlamentam, padomei, Eiropas ekonomikas un sociālo lietu komitejai un reģionu komitejai” ir norādīts, ka Eiropas Savienībā (EU-27) 2012.gadā bija vairāk nekā 2,6 miljoni jaunu vēža gadījumu (izņemot melanomas ādas vēzi), no tiem plaušu vēzis – 309000 gadījumi, t.i. 11.8%. [47].

Pasaules Veselības organizācijas 2009.gada publicētajā rokas grāmatā norāda, ka radons ir otrais plaušu vēža cēlonis pēc smēķēšanas [48].

J.Eglītis savā prezentācijā norāda, ka pēc Nacionālā veselības dienesta datiem, 2011.gadā Latvijā pirmreizēji diagnosticēti vēži – 11169 gadījumi, no tiem plaušu vēzis - 1149, t.i. 10,3% [49].

Pasaules veselības organizācija 2000.gada publikācijā „Eiropas gaisa kvalitātes vadlīnijas” norāda, ka personai, kura dzīvo mājā ar vidējo radona līmeni - 50 Bq/m<sup>3</sup>, dzīves laikā risks saslimt ar plaušu vēzi ir  $1,5-3 \times 10^{-3}$  [50].

Pasaules veselības organizācija 2007.gada publikācijā „Radona līmenis dzīvojamās telpās” norāda, ka plaušu vēža risks pieaug par 16% uz katriem 100 Bq/m<sup>3</sup> radona koncentrācijas [51].

2005.gada Eiropas komisijas pārskatā par radona apsekojumu Eiropā varam redzēt, ka Latvijai nav pietiekamu datu par reālo situāciju saistībā ar radonu [53].

Radona koncentrācijas, kas saistītas ar papildus dzīves laika risku uz plaušu vēzi 1/100 un 1/1000, ir 67 Bq/m<sup>3</sup> un 6,7 Bq/m<sup>3</sup> smēķētājiem un 1670 Bq/m<sup>3</sup> un 167 Bq/m<sup>3</sup> – nesmēķētājiem.

Balstoties uz pēdējiem zinātniskajiem pētījumiem, PVO ierosina noteikt references līmeni 100 Bq/m<sup>3</sup>, lai samazinātu kaitējumu veselībai. Tas nedrīkst pārsniegt 300 Bq/m<sup>3</sup>, kas ir apmēram 10 mSv gadā (saskaņā ar nesenajiem Starptautiskās starojuma (radiācijas) aizsardzības komisijas datiem) [42, 52].

Šī pētījuma ietvaros 46 veiktie mērījumi nepārsniedz rekomendēto radona līmeni - 100 Bq/m<sup>3</sup>. Tai pat laikā veikto mērījumu skaits ir par mazu, lai varētu izdarīt secinājumus par radona līmeni valsts teritorijā un precizēt Latvijas iedzīvotāja risku saslimt ar plaušu vēzi.

### **3. IEPRIEKŠ PAVEIKTO PĒTĪJUMU REZULTĀTI, KUROS IETILPST (IR VEIKTI) Rn MĒRĪJUMI DAŽĀDOS VIDES KOMPONENTOS LATVIJĀ**

Līdz šim plānveidīgi, secīgi pētījumi par radona (Rn<sup>222</sup>) izplatību Latvijas teritorijā nav veikti. Atsevišķi rezultāti par Rn<sup>222</sup> saturu dažādos vides komponentos ir iegūti vairāku valsts un komerciālu iestāžu sadarbības rezultātā.

Bijušais Valsts ģeoloģijas dienests valsts pazemes ūdens monitoringa programmas ietvaros pētīja Rn<sup>222</sup> saturu dažādos pazemes ūdeņu monitoringa posteņos. Mērījumi tika veikti, izmantojot mērījumu aparātūras komplektu "Alpha GUARD 200" (Vācija). Pētījuma rezultātā no 90 apsekotajiem valsts pazemes ūdens monitoringa tīkla urbumiem tikai vienā urbumā tika novērota augsta Rn<sup>222</sup> aktivitāte pazemes ūdeņos - 1680 Bq/l. Konkrētā dziļurbuma filtra intervāls atrodas ar urānu bagātinātā nogulumu starpslānī (Augšējā Devona Burtnieku svītā, 67 - 69 m dziļumā). Pārējo mērījumu rezultāti svārstās no 0,3 līdz 33 (vidēji - 10) Bq/l. Bij. Valsts ģeoloģijas dienesta pētījumā iegūtie rezultāti sniegti 11. pielikumā. Citi dati par Rn<sup>222</sup> pētījumiem Valsts ģeoloģijas fondā un publiskajā vidē nav sastopami.

90.tajos gados Latvijas – Zviedrijas projektā „The Indoor Radon Situation in Latvia” iegūti dati par Rn<sup>222</sup> saturu atmosfērā dzīvojamās un darba telpās [13]. Pētījuma gaitā Rn<sup>222</sup> mērījumi tika paveikti 245 mājās, kas izvietotas Latvijas teritorijā [13]. No tām Rn<sup>222</sup> aktivitāte > 100 Bq/m<sup>3</sup> konstatēta 51 mājā (21 % gadījumos), > 200 Bq/m<sup>3</sup> konstatēta 13 mājās (5,3 % gadījumos), > 300 Bq/m<sup>3</sup> konstatēta 4 mājās (1,6 % gadījumos). Pētījuma rezultātā noteikti vidējie Rn<sup>222</sup> aktivitātes sadalījumi pa Latvijas teritorijas rajoniem (šobrīd - novadiem). Vislielākie Rn<sup>222</sup> rādītāji konstatēti Talsu rajonā - 127 Bq/m<sup>3</sup> 9 mērījumos, Kuldīgas rajonā 101 Bq/m<sup>3</sup> - 8 mērījumos. Vidējā Rn<sup>222</sup> aktivitāte ~70 Bq/m<sup>3</sup> pa visiem Latvijā apsekotajiem objektiem. Svarīgi atzīmēt, ka mājas, kurās konstatēta Rn<sup>222</sup> aktivitāte lielāka par 200 - 400 Bq/m<sup>3</sup>, atrodas galvenokārt rajonos, kur vidējā Rn<sup>222</sup> aktivitāte nepārsniedz 100 Bq/m<sup>3</sup> (izņemot vienu mērījumu Kuldīgā). Nozīmīgs fakts, ka maksimāli konstatēta Rn<sup>222</sup> aktivitāte pārsniedz 500 un pat 2000 Bq/m<sup>3</sup> [13]. Diemžēl, pagaidām

faktisko datu masīvs publiskajā telpā nav atrodams, publicēto materiālu kopija sniegta 12. pielikumā.

Tomēr nepieciešams atzīmēt, ka līdz šim paveiktie mērījumi ir nesistemātiski un mērījumu skaits ir ierobežots. Pie tam, izmantotās mērījumu metodes nebija akreditētas saskaņā ar LR normatīvo aktu prasībām.

Visplašākie pētījumi  $Rn^{222}$  satura noteikšanā zemaugsnes gaisā un dzīvojamo telpu atmosfērā Latvijas teritorijā iegūti SIA „Urboekoloģija plus” paveikto darbu ietvaros. Tomēr šīm metodēm ir tikai provizorisks raksturojums. Mērījumi paveikti dzīvojamās telpās vairāk nekā 57 mājās. Mērījumi tika veikti, izmantojot mērījumu aparātūras komplektu "Alpha GUARD 2000" (Vācija). Mērījumu ekspozīcija 1 - 1,5 stundas. Noteiktā  $Rn^{222}$  aktivitāte nepārsniedz  $100 \text{ Bq/m}^3$ , vidējā vērtība pa visiem mērījumiem -  $21 \text{ Bq/m}^3$ . Iegūto datu publicēšana un teritoriālā analīze nav iespējama, jo iegūtie dati pieder SIA "Urboekoloģija plus" un katram atsevišķajam pasūtītājam (privātpersonām). SIA „Urboekoloģija plus" vēstules kopija sniegta 13 pielikumā.

#### 4. ĢEOLOĢISKĀS IZPĒTES REZULTĀTI, KAS IZMANOJAMI $Rn^{222}$ RISKU ZONU NOTEIKŠANAI LATVIJAS TERITORIJĀ

Viens no galvenajiem  $Rn^{222}$  gāzes avotiem ir zemes dzīles. Tieši teritorijas ģeoloģiskās īpašības nosaka vislielākos riskus  $Rn^{222}$  paaugstināšanai cilvēka dzīves vidē. Ir vispār zināms, ka  $Rn^{222}$  saturs dažādās gruntīs ir atkarīgs no U un Ra saturu tajos.  $Rn^{222}$  gāzes izdalīšanās atmosfērā ir atkarīga ne tikai no  $Rn^{222}$  daudzuma, bet arī no grunšu gāzes apmaiņas īpašībām [3, 4, 9, 13, 15-22]. Ņemot vērā Latvijas teritorijas ģeoloģisko uzbūvi, var secināt, ka galvenie apzināmie ģeoloģiskie faktori ir Kvartāra nogulumu ģeoķīmiskais, litoloģiskais un granulometriskais sastāvs, kā arī pēdējā apledojuma ledāja plūsmas virzienu un ekstrahējamo materiālu avoti [3, 4, 9, 13, 15-22] (pamatojums sniegts 5.nodaļā - paveikto darbu metodika).

Lai izdalītu teritorijas ar paaugstinātu  $Rn^{222}$  satura risku LR teritorijā, izmantota galvenokārt sekojoša ģeoloģiskā informācija:

- dažāda mēroga ģeoloģiskās kartēšanas materiāli (kvartāra nogulumu kartes, kvartāra nogulumu biezuma kartes) [1, 2];
- 1: 500 000 mēroga augsnes augšējo horizontu ģeoķīmiskās kartes [3, 15, 17, 18].

Autori uzskata, ka šajā pētījuma stadijā esošās ģeoloģiskās informācijas blīvums un kvalitāte pilnībā nodrošina teritorijas sākotnējo rajonēšanu potenciāliem  $Rn^{222}$  paaugstināšanās riskiem, jo visa Latvijas teritorija pārklāta ar vismaz 200 000 mēroga (blīvuma) ģeoloģiskās kartēšanas informāciju, un dod pietekami blīvu informāciju par Latvijas teritorijas ģeoloģisko uzbūvi, un dažādas ģenēzes mālaino un smilšaino grunšu izplatību pārklājošā Kvartāra segā ļauj izdalīt galvenos  $Rn^{222}$  avotus Latvijas teritorijas ģeoloģiskajā griezumā.

## 5. PAVEIKTO DARBU METODIKA

Ir vispār zināms, ka galvenais faktors, kas nosaka  $Rn^{222}$  saturs atmosfērā (darba vai dzīvojamās telpās) iespējamo paaugstināšanos, ir ģeogēnais faktors.  $Rn^{222}$  ir urāna un torija izotopu sabrukšanas rezultāts.  $Rn^{222}$  saturs gruntīs ir tieši atkarīgs galvenokārt no U (urāna) saturs tajās. Th (torija) izotopu sabrukšanas rindas ietekme ir niecīga. Balstoties uz ģeokīmiskās kartēšanas rezultātiem un, salīdzinot Th un U saturu iežos Latvijā, arī var secināt, ka galvenais radona gāzes izdalīšanās avots būs U. Tieši U koncentrācijas iežos noteiks arī  $Rn^{222}$  saturu. Ģeokīmisko pētījumu gaitā tika noteikts, ka U saturs gruntīs atkarīgs no to granulometriskā sastāva, resp. mālainās gruntīs U saturs ir lielāks nekā smilšainās gruntīs [3, 15-22].  $Rn^{222}$  gāze ir smagāka par gaisu, tāpēc tās izdalīšanās atmosfērā ir atkarīga no vairākiem faktoriem, starp kuriem galvenais ir – iežu gāzes apmaiņas īpašības. Tas nozīmē, ka piemēram, mālainās glacigēnās gruntīs  $Rn^{222}$  saturs būs krietni lielāks, tomēr izdalīties atmosfērā  $Rn^{222}$  var ātrāk no rupjām smiltīm. Tāpēc uzskatām, ka galvenās riska zonas būs saistītas [4, 9, 13]:

- Pirmkārt, ar pēdējā apledojuma fluvioglaciālajiem smilšainajiem iežiem. Tieši šajos iežos novērojams kā paaugstinātu māla daļiņu saturs [3, 15-22], tā arī tām ir raksturīgas labas gāzes apmaiņas īpašības. Šādi paši secinājumi sniegti pētījumos, kas veikti Igaunijā un Latvijā [4].
- Otrkārt, ar glacigēniem mālainiem iežiem, kas veidojušies dažādu ledāju plūsmas mēlēs. Šajos mālainajos iežos nosacīti ir palielināts U saturs [3, 15-22]. Tomēr, tiem piemīt daudz zemākas gāzes apmaiņas īpašības (šis jautājums kopumā Latvijā ir maz pētīts) [4, 13].
- Treškārt, limnoglaciālos mālainos iežos. Šajos mālainajos iežos nosacīti ir palielināti U saturs [3, 15-22], un pašas zemākās gāzes apmaiņas īpašības.

Atsevišķi nepieciešams minēt kristāliskā pamatklintāja iežu un tektonisko faktoru iespējamo ietekmi. Ir vispār zināms, ka Skandināvijas valstīs un pasaules lielākajā daļā paaugstināti (anomālie)  $Rn^{222}$  saturi gruntīs un atmosfērā saistīti tieši ar magmatiskiem iežiem (īpaši dažādiem granītiem) [4, 5, 9, 12, 13]. Līdz ar to, reģionos ar biezu nogulumiežu segu paaugstināti  $Rn^{222}$  saturi konstatējami arī tektonisko dislokāciju tuvumā. Tomēr Latvijā kristāliskais pamatklintājs iegul ~400-1800 m dziļumā. Ņemot vērā to, ka  $Rn^{222}$  pussabrukšanas periods ir 3.8 dnn., pamatklintāja un tektoniskā faktora ietekme ir maz ticama [9, 13]. Galvenais radona veidošanās avots ir pārāk dziļi, lai  $Rn^{222}$  difūzijas rezultātā paceltos no pamatklintāja līdz zemes virspusei.  $Rn^{222}$  daudzums vienkārši sabruks līdz neidentificējamam lielumam. Lielākā daļa mūsdienu lūzumu pārklāta ar kvartārnogulumu segu. Mūsdienu lūzumu konstatēšana (atrašanās vieta) balstās galvenokārt uz urbšanas datu ekstrapolāciju un reģionālo ģeofizisko pētījumu rezultātiem, kas veikti ar attiecīgu blīvumu un precizitāti. Lūzumu zonas, kas izdalītas ar ģeofiziskās profilēšanas metodēm (ar augstu detalitāti), ir pārāk maz [1, 2, 9, 13]. Tie noteikti galvenokārt speciālo pētījumu rezultātā - piemēram, pazemes gāzes glabātuves vairākos izpētes darbos u.c. Lūzumu zonas var būt sarežģītas morfoloģijas, un konstatējamās dažādos dziļumos. To precīza izdalīšana un projicēšana uz zemes virspusi ir metodiski sarežģīts jautājums. Lūzumu zonas morfoloģiska izdalīšana tieši zemes virspusē ir ļoti rets gadījums [1, 2].



Atsevišķi minami arī nogulumu segas ieži, kas bagātināti ar U. Latvijā, Kurzemes reģionā (Talsi - Valdemārpils - Usmas ezers), Devona vecuma iežos (galvenokārt Burtnieku svītā) konstatētas vairākas urāna izpausmes. Galvenokārt tās saistītas ar nasturāna vai „zaļās zemes” klātbūtni. Tādi starpslāņojumi konstatēti parasti ~50 – 80 m dziļumā (piemēram, Valdemārpils skolas tuvumā ~ 62 m dziļumā). Šādā dziļumā urāna izotopu sabrukums un līdz ar to izdalījusies  $Rn^{222}$  gāze var izpausties arī zemes virspusē. Tādējādi, arī tektoniskiem (gan mūsdienu<sup>1</sup>, gan jauni tektoniskie procesi<sup>2</sup>) faktoriem ir nozīmīgs svars. Tomēr, urāna izpausmes nogulumu iežu segā Latvijas lielākai teritorijai nav raksturīgas, un tas ir atsevišķu pētījumu priekšmets nākotnē [1, 2, 9, 13].

Nemot vērā augstāk minēto, autori savā pētījumā veicamos uzdevumus sadalīja sekojošos secīgos posmos:

1. Izdalītas teritorijas ar paaugstinātu  $Rn^{222}$  saturu augsnē, balstoties uz galvenajiem (Latvijas teritorijā) ģeogēnajiem faktoriem – grunšu mālainības pakāpi un granulometriskā sastāva īpašībām.
2. Izdalītajās teritorijās tika organizēti trīs eksperimentālie laukumi ar teritorijas platību līdz ~150-300 km<sup>2</sup>, ar mērķi verificēt  $Rn^{222}$  risku teritoriju izdalīšanas metodiku ar tiešiem  $Rn^{222}$  gāzes saturu (aktivitātes) gruntīs mērījumiem. Lauku darbi paveikti sekojošos eksperimentālajos laukumos:
  - „Inčukalns - Vangaži” eksperimentālais laukums;
  - „Rīgas apkārtnē” eksperimentālais laukums;
  - „Talsi - Valdemārpils” eksperimentālais laukums.

Faktisko materiālu kartes ar novērošanas punktu izvietojumu un iegūtajiem mērījumu rezultātiem sniegtas 1. pielikumā.

### Radona risku teritoriju izdalīšana Latvijas teritorijā

Nemot vērā kaimiņvalstu pieredzi [9], iepriekš paveikto radona problēmas izpētes rezultātus Latvijas teritorijā [4] un, apkopojot jauniegūtos rezultātus (šī pētījuma ietvaros), Latvijā izdalītas sekojošas prognozes teritorijas:

1. Teritorijas ar lokāli iespējamo paaugstinātu radona risku - Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas fluvioglaciālie ieži. Šīm teritorijām raksturīga rupjā materiāla klātbūtne un paaugstināts māla saturs [1, 2, 3]. Novērojamas augstas gāzes apmaiņas īpašības [9].  $Rn^{222}$  var svārstīties no 10 000 līdz 150 000 Bq/m<sup>3</sup> [4, 9]. Līdz ar to ir paaugstināta varbūtība  $Rn^{222}$  gāzes uzkrāšanās atsevišķās telpās [4, 9].
2. Teritorijas ar normālu iespējamo radona risku - iekļauj sevī visu mālaino grunšu izplatības teritorijas - Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas glacigēnās mālsmiltis un smilšmālus, limnoglaciālos mālus [1, 2, 3].  $Rn^{222}$  var svārstīties no 2 000 - 10 000 līdz 220 000 Bq/m<sup>3</sup> [4, 9]. Tā kā mālainās gruntīs gāzes apmaiņas īpašības ir zemas, ir arī zema [9] varbūtība  $Rn^{222}$  gāzes uzkrāšanās atsevišķās telpās<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Mūsdienu tektoniskie procesi – notiek tagadnē vai vēsturiski apskatāmā periodā līdz dažiem simts gadiem atpakaļ.

<sup>2</sup> Jaunie jeb jaunākie tektoniskie procesi - (jaunākās tektonikas izpētes priekšmets) aptver Kvartāra un Neogēna laiku)

<sup>3</sup> Teritorijās ar normālu radona risku var būt sastopamas pat lielākas Rn aktivitātes, tomēr izdalīšanās no mālainām gruntīm ir lēnāka, līdz ar to Rn iekļūšana telpu atmosfērā ir mazāka

3. Teritorijas ar zemu radona iespējamo risku iekļauj sevī visu smilšaino, putekļaino un organogēno grunšu izplatības teritorijas - Holocēna un Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas eolos, limnoglaciālos, limniskos, aluviālos smilšainos un putekļainos iežus, sapropeli, dūņas, kūdras un saldūdens kaļķi [1, 2, 3].  $Rn^{222}$  var svārstīties no 1000 līdz 50 000 Bq/m<sup>3</sup>.  $Rn^{222}$  gāzes uzkrāšanās varbūtība atsevišķās telpās ir niecīga [9].

Šajā apkopojumā izskatīti galvenie faktori, kas nosaka radona risku Latvijas teritorijā. Pētījuma ietvaros sagatavotā radona risku prognozes karte galvenokārt balstās uz reģionāliem pētījumiem [1, 2, 3, 4, 9, 13]. Pastāv vairāku ģeoloģisko un pat meteoroloģisko faktoru kombināciju mija, kuru klātbūtnes dēļ lokālie mērījumi var stipri atšķirties no autoru prognozēm. Piemēram, limnoglaciālā smilšainā līdzenumā ~1 m dziļumā var būt sastopami mālainie ieži. Var droši apgalvot, ka ziemas periodā zem sasalušā slāņa uzkrāsies ievērojams  $Rn^{222}$  saturs, tomēr vasaras periodā  $Rn^{222}$  gāze izdalīsies atmosfērā un tās saturs gruntīs būs zems. Maz pētītas arī  $Rn^{222}$  gāzes izdalīšanās īpašības, kas atkarīgas no gruntsūdens līmeņa svārstībām.

Piemēram, Igaunijas teritorijā ir izdalītas vairākas  $Rn^{222}$  gāzes satura anomāli paaugstinātas teritorijas [4]. Kā viena no tām ir Igaunijas dienvidu pusē uz robežas ar Latviju izdalīta nozīmīga teritorija ar augstu  $Rn^{222}$  risku. Törva pilsētas apkārtnē  $Rn^{222}$  aktivitāte morēnas smilšmālos pārsniedz 200 000 Bq/m<sup>3</sup>. Ņemot vērā to, ka morēnas nogulumu sastāvs (Peipusa ledāja plūsma) būs līdzīgs dienvidigaunijā un Latvijas ziemeļrietumu daļā, var droši prognozēt, ka tādas  $Rn^{222}$  anomālijas būs sastopamas arī Latvijā. Šajā sākotnējā pētījuma ietvaros nav iespējams apzināt visu ģeoloģisko un meteoroloģisko faktoru kopējo iedarbību, un autori cer, ka tas būs nākamo pētījumu priekšmets. Šī pētījuma ietvaros sagatavotā  $Rn^{222}$  risku karte ir prognozes karte. Diemžēl, pagaidām nav iespējams salīdzināt radona risku kartes ar iepriekš paveiktiem pētījumiem Latvijā, jo iepriekš iegūtajiem rezultātiem nav piesaistes ģeogēnam faktoram. Nav zināms, uz kādas grunšu pamatnes atrodas iepriekšējos pētījumos [13] apsektās būves. Tomēr redzams, ka rajonos, kur konstatēti paaugstināti  $Rn^{222}$  aktivitātes lielumi telpu atmosfērā, dominē mālainās glacigēnās gruntis "teritorijas ar normālu radona risku", kā arī piemīt fluvioglaciālo grunšu nozīmīga izplatība, t.i. - sastopamas teritorijas ar lokāli paaugstinātu  $Rn^{222}$  risku. Savukārt rajonos, kur dominē smilšainas smalkas gruntis - "teritorijas ar zemu radona risku",  $Rn^{222}$  vidējā aktivitāte nepārsniedz 100 Bq/m<sup>3</sup> telpu atmosfērā.

Radona risku prognozes karte sniegta ziņojuma 5. pielikumā.

### **Radona risku teritoriju verifikācija eksperimentālo laukumu teritorijā**

Izdalītie eksperimentālie laukumi atrodas dažādās Pēdējā apledojuma ledāja plūsmas teritorijās (Baltijas, Rīgas, Peipusa plūsmas). Izdalītajos laukumos sastopami visi galveno iežu (grunšu) litoloģiskie un granulometriskie paveidi. „Talsi - Valdemārpils” eksperimentālais laukums atrodas teritorijā, kur konstatēti nogulumu segas ieži, kas bagātināti ar U.

- Pētāmajās teritorijās paveikti  $Rn$  mērījumi augsnes (grunts) augšējā daļā. Katrā pētāmajā teritorijā veikti ~ 20 mērījumi teritorijai tipiskajos ģeoloģiskajos apstākļos (dominējošās litoloģiskās grunts veidos). Eksperimentālo laukumu izvietojums, faktiskā materiāla un ģeoloģiskās kartes sniegtas ziņojuma 1. un 5. pielikumā.

- Mērījumi paveikti ar iekārtas komplektu ALPHA GUARD PQ 2400. Radona mērīšanas iekārtas komplekts nodrošina  $Rn^{222}$  gāzes koncentrācijas (aktivitātes) noteikšanu atmosfērā, augsnē un ūdenī ar precizitāti –  $2 \text{ Bq} / \text{m}^3$  (intervālos  $5\text{-}100\,000 \text{ Bq} / \text{m}^3$ ). Aparatūras komplekts šī darba ietvaros tika īslaicīgi nomāts no „Pozitron” GMBH (Vācija). Mērījumu aprīkojuma attēls sniegts 1. attēlā. Mērījumu gaitā uz vietas paveikta augsnes gaisa atsūkņošana no  $50\text{-}70 \text{ cm}$  dziļuma, ar debitu  $0,5 - 1,0 \text{ l/min}$ . Mērījumu dziļumu noteica augsnes augšējo horizontu un eluviālo horizontu izplatības īpašības Latvijas teritorijā. Minimāli nepieciešamais dziļums  $\sim 20 \text{ cm}$  zem auglīgā slāņa, optimālais –  $10 \text{ cm}$  zem eluviālā horizonta. Atsūkņotajā gāzē  $Rn^{222}$  satura mērījumi tika veikti ar diskretizācijas intervālu –  $1 \text{ minūte}$ , caurtekošā režīmā. Mērījuma ilgums –  $10 - 20 \text{ minūtes}$  (atkarībā no  $Rn^{222}$  telpiskās aktivitātes). Katrs diskrētais mērījums sastāv no diviem atsevišķiem mērījumiem –  $10 \text{ sekundes}$  sākumā un  $30 \text{ sekundes}$  nobeigumā. Kopumā jāpaveic  $20$  atsevišķi mērījumi katrā mērījuma eksperimentā, kas ir nepieciešams statistiski minimālai izlasei.  $Rn^{222}$  mērījumu atsevišķie un diskrētie rezultāti apstrādāti ar datorprogrammu „AXPERT”- 3.1. Mērījuma metodika grunšu gāzē pieņemta, balstoties uz Igaunijā paveikto pētījumu pieredzi. Šī metodika ir izstrādāta kopā ar Zviedrijas ģeoloģijas dienesta speciālistiem un adoptēta Igaunijas teritorijas īpašībām [9]. Nepieciešams atzīmēt, ka tā iekļaujas ISO/DIS11665 (MEASUREMENT OF RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT - AIR - PART 1: RADON-222 AND ITS SHORT-LIVED DECAY PRODUCTS IN THE ATMOSPHERIC ENVIRONMENT: THEIR ORIGINS AND MEASUREMENT METHODS) standarta prasībās. Tomēr, standarta 11. daļa, kas nosaka tieši  $Rn^{222}$  noteikšanu grunšu gāzē, pašlaik atrodas izstrādes stadijā [23]. Ņemot vērā iepriekš minēto, pašlaik nav piemērotu standartu tādiem mērījumiem, un līdz ar to, metodika nav akreditēta.
- Visi mērījumu testēšanas pārskati, rezultāti un lauku dokumentācija sniegta 2. un 3. pielikumā. Aparatūras komplekts savā atmiņā uzkrāj  $32$  mērījumus, piešķirot oriģinālo secīgo mērījuma numuru un unikālo identifikācijas numuru (identifikācijas numuri tiek piešķirti secīgi un nepārtraukti no aprīkojuma izgatavošanas laika). Tāpēc mērījumu rezultātu attēlos redzama visa nepārtrauktā rinda, pat gadījumā, ja mērījuma rezultāts ir brāķēts. Veiktajā pētījumā  $9$  mērījuma eksperimenti tika uzskatīti par brāķētiem lauka apstākļu un tehnisku iemeslu dēļ (augsts kapilārā mitruma saturs gruntīs, gāzes sūkņa pārslodze utt.). Brāķētie mērījumi netika ņemti vērā, tomēr apstrādes un rezultātu attēlošanas īpašības neļauj to izslēgt (izņemt) no rezultātu rindas.
- Katrā  $Rn^{222}$  mērījuma punktā  $\gamma$  – aktivitāte tika mērīta  $3$  vietās:  $\sim 10 \text{ m}$  attālumā viena no otras, pēc tam tika aprēķināts vidējais rādītājs. Mērījumi tika veikti ar radiometru CPII – 88 H (scintilācijas pārmēsājamais radiometrs). Rezultāti sniegti 3. pielikumā.
- Aparatūras metroloģiskās pārbaudes dokumentu kopijas sniegtas 4. pielikumā. Radona mērīšanas iekārtas komplektam norādītais aparatūras tips – „AlphaGUARD” un seriālais numurs EF1053. Seriālais numurs ir atspoguļots arī katrā testēšanas pārskatā.



**1.attēls.** ALPHA GUARD PQ 2400 radona mērīšanas komplekts

Atmosfēras mērījumi tika veikti divos veidos:

1. Instrumentālais mērījums izvēlētajās ēkās un būvēs (dzīvojamā vai darba telpā). Izmantojot aparātūras komplektu “Alpha GUARD 200”, mērījums tika veikts 1 - 5 stundu laikā (atkarībā no  $Rn^{222}$  telpiskās aktivitātes), ar diskretizācijas intervālu - 10 minūtes, difūzijas režīmā. Šāda metodiska pieeja īsā laika periodā ļaus iegūt orientējošus  $Rn^{222}$  aktivitātes rādītājus dzīvojamo un darba telpu atmosfērā. Mērījuma procedūra nav akreditēta, un nav iekļauta darba uzdevumā. Izmantotās aparātūras tehniskie rādītāji atbilst Standarta ISO 11665-1:2012 (Measurement of radioactivity in the environment -- Air: radon-222 -- Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods) prasībām [24]. Tika iecerēts, ka iegūtie dati palīdzēs optimizēt telpu/ objektu izvēles procedūru, kur tiks veikti tālākie mērījumi šī projekta ietvaros. Tomēr, jau mērījumu laikā tika konstatēts, ka izmantojamo telpu atmosfērā  $Rn$  saturs nesistemātiski mainās pat 200 % intervālā 3 stundu laikā. Tas atkarīgs no telpas gāzes apmaiņas īpašībām, cilvēku pārvietošanās un darbības īpašībām. Mērījumi tika paveikti 10 izvēlētajās telpās. Nesistemātiskās  $Rn$  aktivitātes izmaiņas nosaka nepieciešamību palielināt „operatīvo,” mērījumu laiku līdz pat 60 stundām (trīs standarta novirzes iegūšanas laiku pareizinot ar 20, kur 20 - minimāli nepieciešamā novērojumu izlase). Mērījumi ar 60 stundu ekspozīciju kopā veido 75 dnn. tikai mērīšanas laiku. Kopā ar darbu organizāciju tas papildus būtu vismaz 3,5 mēnešus pie līguma izpildes termiņa. Diemžēl, līguma termiņa ierobežotajā laikā nav iespējams to paveikt, tāpēc tika pieņemts lēmums vienkārši palielināt novērojumu daudzumu ar alfa detektoriem.

Tā kā ēku un būvju izvēlēšanās optimizācija ar "operatīvajiem" mērījumiem neizdevās, tika pieņemts lēmums par tālāko "akreditēto" mērījumu skaita palielināšanu ~1,5 reizes. Rezultātā "akreditētie" mērījumi tika veikti 46 būvēs, nevis 30. No tām divās vietās paveikti paralēlie mērījumi, izvietojot nevis vienu, bet divus detektorus vienā vietā. Savukārt divās vietās detektori izvietoti gan pagrabstāvā, gan 1. stāva dzīvojamā telpā. Ēkas un būves mērījumiem izvēlētas pēc sekojošiem kritērijiem:

1. Būves izmantošanas veids - dzīvojamā vai darba telpa;
2. Katrā eksperimentālajā laukumā (skatīt iepriekš) būvei jāatrodas tipiskajā ģeoloģiskajā situācijā<sup>4</sup>, kur ir zināmi sagaidāmie  $Rn^{222}$  saturs augšnes gaisā;

<sup>4</sup> Būve atrodas teritorijā, kur būves pamatnes litoloģiskais vieds ir dominējošais vai plaši pārstāvēts pētāmajā teritorijā. Piemēram, Rīgā tie ir limnoglaciālas, aluviālas un jūras ģenēzes smilšainie ieži

3. Būves dzīvojamās vai darba telpās iespējams izvietot  $Rn^{222}$  mērīšanas detektoru pirmajā stāvā;
4. Priekšroka tika dota sabiedriskajām ēkām.

Dzīvojamo un darba telpu atmosfērā  $Rn^{222}$  aktivitāte tika mērīta, izmantojot SAS "Landauer Nordic" akreditētas laboratorijas pakalpojumus (akreditācijas apliecinājums sniegts 6. pielikumā). Mērījumi tika veikti, izmantojot „plēves” uzkrāšanas alfa-detektorus - **"RadTrak2 - Long-term radon alpha track detectors"**. Detektoru tehniskās specifikācijas kopija sniegta 7. pielikumā. Mērījuma (uzkrāšanas) laiks - 1 mēnesis. Eiropas valstīs akreditētas laboratorijas galvenokārt piedāvā detektoru ekspozīciju no vienas nedēļas līdz 12 mēnešiem. Sākotnējā radona novērtējumam telpu atmosfērā uzskatām par optimālu tieši 1 mēnesi, kas ļāva šajā pētījumā palielināt mērījumu skaitu un nodrošināt atkārtotus (paralēlus) mērījumus kvalitātes kontrolei. Detektori tika uzstādīti telpās, 1. stāvā, apkures sezonas sākumā, lai izvairītos no papildus gaisa ventilācijas faktora. Katrā konkrētā ēkā un būvē, kur novietoti detektori, tie uzstādīti 40 - 100 cm augstumā virs grīdas. Priekšroka tika dota vietām, kur pastāvīgi uzturas cilvēki. Detektora uzstādīšanas laikā tika noteiktas vietas koordinātes, paveikta uzstādīšanas vietas un ēkas foto fiksācija (15. pielikums), aizpildīta informatīvā anketa (8. pielikums). Pēc viena mēneša ekspozīcijas detektori tika noņemti, iepakoti hermētiskā maisiņā un nosūtīti laboratorijai  $Rn^{222}$  aktivitātes noteikšanai. Paveikto mērījumu izvietojuma kartes sniegtas 9. pielikumā. Iegūto analīžu rezultāti sniegti 10. pielikumā.

Laboratorijas testēšanas pārskatā iegūtie rezultāti saniegti  $kBq/h/m^3$  mērvienībā (dozas mērvienībā). Tilpuma dozas aprēķins veikts no norādītā mērīšanas sākuma (detektora iepakojuma atvēršanas brīža) līdz datumam, kad paveikta detektoru reālā nolasīšana, t.i. detektoru ekspozīcijas laiks laboratorijas testēšanas pārskatā ir lielāks nekā paveikto mērījumu ilgums. Lai pārveidotu iegūtos rezultātus  $Bq/m^3$  mērvienībā, iegūtie rezultāti tika pārrēķināti. Pārrēķināšana tika veikta divos posmos:

1. Ekspozīcijas laika pārrēķināšana,
2. Tilpuma dozas ( $kBq/h/m^3$ ) pārveidošana uz tilpuma aktivitāti ( $Bq/m^3$ ).

#### *Ekspozīcijas laika pārrēķināšana*

Paveikta, pareizinot iegūtos rezultātus ar laiku no mērījuma sākuma līdz analīzes veikšanai un dalot ar mērījumu reālo ekspozīcijas laiku.

$$P = (p * t_1) / t_{real},$$

kur:

P - pārrēķinātā tilpuma doza ( $kBq/h/m^3$ )

p - noteiktā tilpuma doza (no mērījuma sākuma līdz nolasīšanai.) ( $kBq/h/m^3$ )

$t_1$  - detektora pieņemtais ekspozīcijas laiks (no mērījuma sākuma līdz nolasīšanai.) (stundas)

$t_{real}$  - detektora reālais ekspozīcijas laiks (stundas)

#### *Tilpuma dozas ( $kBq/h/m^3$ ) pārveidošana uz tilpuma aktivitāti ( $Bq/m^3$ )*

Viens Bekkerelis ir viens sabrukums vienā sekundē -  $Bq = s^{-1}$ . Lai pārveidotu iegūto tilpuma dozu uz tilpuma aktivitāti, iegūto tilpuma dozu jādala uz laiku (sekundēs) un jāreizina ar 1000, lai pārietu no  $kBq/m^3$  uz  $Bq/m^3$

$$A = P/3600 \cdot 1000,$$

kur:

A - pārrēķinātā tilpuma aktivitāte (Bq/m<sup>3</sup>)

P - pārrēķinātā tilpuma doza (kBqh/m<sup>3</sup>)

3600 - sekunžu skaits vienā stundā.

Nemot vērā to, ka detektoru tehniskie rādītāji ļauj noteikt Rn<sup>222</sup> aktivitāti 20 - 25000 Bq/m<sup>3</sup> intervālā, iegūtie tilpuma aktivitātes lielumi, kas mazāki par 20 Bq/m<sup>3</sup>, tiek uzskatīti kā zemāki par analīzes jutīguma robežu. Tāpēc tiem piešķirts pats zemākais lielums - 20 Bq/m<sup>3</sup> (analīzes jutīguma robeža).

Pārrēķināšanas rezultāti sniegti 1. tabulā.

1. tabula

**Noteiktā tilpuma dozas pārrēķināšanas rezultāti uz tilpuma aktivitāti**

| Mērījuma numurs   | Detektora numurs                                  | Labotatorijā iegūtā doza (KBqh/m <sup>3</sup> ) | Analīzes nenoteiktība (KBqh/m <sup>3</sup> ) | Detektora ekspozīcijas laiks noteikts laboratorijā (st.) | Reālais detektora ekspozīcijas laiks (st.) | Pārrēķinātā tilpuma doza (kBqh/m <sup>3</sup> ) | Pārrēķinātā tilpuma aktivitāte (Bq/m <sup>3</sup> ) | Pārrēķinātā tilpuma aktivitāte, ņemot vērā analīzes jutīguma robežu (Bq/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|---|---|--|--|--|---|---|--|
| 1                 | 106572  | 110   | 20   | 1008   | 624  | 178   | 49,4  | 49   |
| 2                 | 425291  | 8   | 10   | 1128   | 744  | 12  | 3,4   | 20   |
| 3                 | 659530  | 13  | 10   | 984  | 600  | 21  | 5,9   | 20   |
| 4                 | 742163  | 3   | 8  | 1056   | 672  | 5   | 1,3   | 20   |
| 5                 | 766904  | 34  | 10   | 984  | 600  | 56  | 15,5  | 20   |
| 6                 | 767219  | 76  | 14   | 1008   | 624  | 123   | 34,1  | 34   |
| 7                 | 770881  | 83  | 16   | 1128   | 744  | 126   | 35,0  | 35   |
| 8                 | 773305  | 28  | 10   | 1008   | 648  | 44  | 12,1  | 20   |
| 9                 | Detektora iepakojums bojāts transportēšanas gaitā |   |  |  |  |   |   |  |
| 10                | 163723  | 71  | 14   | 1128   | 744  | 108   | 29,9  | 30   |
| 11                | 197750  | 37  | 12   | 984  | 600  | 61  | 16,9  | 20   |
| 12                | 232434  | 48  | 12   | 1080   | 696  | 74  | 20,7  | 21   |
| 13                | 232933  | 17  | 10   | 1104   | 720  | 26  | 7,2   | 20   |
| 14 <sup>*B2</sup> | 272806  | 14  | 10   | 984  | 624  | 28  | 7,8   | 20   |
| 15                | 276298  | 13  | 10   | 1152   | 720  | 21  | 5,8   | 20   |
| 16                | 295012  | 74  | 16   | 1152   | 768  | 111   | 30,8  | 31   |
| 17                | 318658  | 40  | 12   | 1128   | 744  | 61  | 16,8  | 20   |
| 18                | 361499  | 91  | 18   | 1128   | 744  | 138   | 38,3  | 38   |
| 19                | 394282  | 37  | 12   | 1056   | 696  | 56  | 15,6  | 20   |
| 20                | 440622  | 37  | 12   | 1008   | 624  | 60  | 16,6  | 20   |
| 21 <sup>*A2</sup> | 456726  | 15  | 10   | 984  | 624  | 35  | 9,7   | 20   |
| 22                | 464606  | 57  | 14   | 1152   | 768  | 86  | 23,8  | 24   |
| 23                | 481248  | 19  | 10   | 1080   | 696  | 29  | 8,2   | 20   |
| 24 <sup>*B1</sup> | 493982  | 21  | 10   | 984  | 624  | 33  | 9,2   | 20   |
| 25                | 539055  | 21  | 10   | 1008   | 624  | 34  | 9,4   | 20   |
| 26                | 563865  | 34  | 10   | 1056   | 672  | 53  | 14,8  | 20   |
| 27                | 579673  | 29  | 10   | 1080   | 720  | 44  | 12,1  | 20   |

| Mērījuma numurs  | Detektora numurs | Labotatorijā iegūtā doza (KBqh/m <sup>3</sup> ) | Analīzes nenoteiktība (KBqh/m <sup>3</sup> ) | Detektora ekspozīcijas laiks noteikts laboratorijā (st.) | Reālais detektora ekspozīcijas laiks (st.) | Pārreķinātā tilpuma doza (KBqh/m <sup>3</sup> ) | Pārreķinātā tilpuma aktivitāte (Bq/m <sup>3</sup> ) | Pārreķinātā tilpuma aktivitāte, ņemot vērā analīzes jutīguma robežu (Bq/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|------------------|---|--|--|--|---|---|--|
| 28               | 625299           | 64  | 14   | 1104   | 744  | 95  | 26,4  | 26   |
| 29               | 659296           | 231   | 32   | 1128   | 744  | 350   | 97,3  | 97   |
| 30               | 663553           | 6   | 8  | 1056   | 672  | 9   | 2,6   | 20   |
| 31               | 665727           | 22  | 10   | 1152   | 768  | 33  | 9,2   | 20   |
| 32               | 671773           | 37  | 12   | 1128   | 744  | 56  | 15,6  | 20   |
| 33               | 703516           | 59  | 14   | 1008   | 624  | 95  | 26,5  | 26   |
| 34               | 703712           | 54  | 14   | 1008   | 624  | 87  | 24,2  | 24   |
| 35               | 716611           | 36  | 12   | 984  | 624  | 57  | 15,8  | 20   |
| 36               | 716668           | 316   | 42   | 1008   | 624  | 510   | 141,8   | 142  |
| 37               | 728927           | 39  | 12   | 1128   | 744  | 59  | 16,4  | 20   |
| 38               | 729866           | 31  | 10   | 984  | 600  | 51  | 14,1  | 20   |
| 39               | 740274           | 2   | 8  | 1056   | 672  | 3   | 0,9   | 20   |
| 40               | 743930           | 90  | 16   | 1008   | 624  | 145   | 40,4  | 40   |
| 41               | 743988           | 15  | 10   | 984  | 624  | 24  | 6,6   | 20   |
| 42 <sup>*A</sup> | 746845           | 26  | 10   | 984  | 624  | 41  | 11,4  | 20   |
| 43               | 752655           | 58  | 14   | 1008   | 624  | 94  | 26,0  | 26   |
| 44               | 752664           | 4   | 8  | 984  | 600  | 7   | 1,8   | 20   |
| 45               | 752665           | 16  | 10   | 1056   | 672  | 25  | 7,0   | 20   |
| 46               | 762773           | 61  | 14   | 984  | 600  | 100   | 27,8  | 28   |
| 47               | 766286           | 1   | 10   | 1056   | 672  | 2   | 0,4   | 20   |

\* <sup>A</sup>, \* <sup>B</sup> paralēlās analīzes kvalitātes kontrolei

### Analīžu kvalitātes kontrole

Veicot Rn<sup>222</sup> mērījumus, tika nodrošināti arī analīžu kvalitātes kontroles pasākumi. Divos telpu atmosfēras mērīšanas punktos organizēti paralēlie mērījumi, t.i. katrā no šīm divām vietām tika uzstādīti divi Rn<sup>222</sup> mērīšanas detektori vienādos apstākļos (kopā vienā punktā). Paralēlie mērījumi tika veikti mērīšanas eksperimentos Tālavas gatvē 3, Rīgā (Nr. 21 un Nr. 42) un mērīšanas eksperimentā Olīvu ielā 9, Rīgā (Nr. 14 un Nr. 24).

Gadījuma kļūda tika noteikta pēc formulas [4]:

$$D = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100 \%,$$

kur D - gadījuma kļūda %

X<sub>1</sub> un X<sub>2</sub> - pārreķinātā tilpuma doza (KBqh/m<sup>3</sup>) paralēlajās analīzēs \* <sup>A</sup> vai \* <sup>B</sup> pāros

\* <sup>A</sup> mērījumi tika paveikti Tālavas gatvē 3, Rīgā. Pārreķinātā tilpuma doza ir 41 un 35 Bqh/m<sup>3</sup>. Aprēķinātā gadījuma kļūda ir 15,8 %

\*<sup>B</sup> mērījumi tika paveikti Olīvu ielā 9, Rīgā. Pārreķinātā tūluma doza ir 28 un 33 Bqh/m<sup>3</sup>. Aprēķinātā gadījuma kļūda ir 16,4 %

Salīdzinot noteiktās gadījuma kļūdas ar laboratorijā iegūtajām nenoteiktības vērtībām, ir redzams, ka gadījuma kļūda ir stipri mazāka par nenoteiktības vērtību paralēlajās analizēs. Tā kā gadījuma kļūda ir mazāka par 20 %, var secināt, ka paveikto analīžu kvalitāte ir apmierinoša.

Pētījuma īstenošanas gaitā, kā arī iepriekš paveikto pētījumu rezultātu apkopojums, darba organizācijas metodiskie risinājumi, pētījuma metodiskās problēmas un citi jautājumi, kas saistīti ar Rn<sup>222</sup>, tika aktīvi apspriesti ar vairāku nozaru speciālistiem un zinātniekiem. Galvenie no tiem - Dr.geol., prof. Valdis Segliņš (Latvijas universitāte), Dr.geol. Valērijs Ņikuļins (VSIA "Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs"), Dr.geol. Igors Levins (SIA "Ģeoplus", hidroģeologs), Dr.geol. Oļģerts Aleksāns (SIA "DGE Latvia"), Jolanta Cīrule (Paula Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas, Aroda un radiācijas medicīnas centra ambulatorās daļas vadītāja), Atis Mūmieks (Latvijas ģeologu savienības priekšsēdētājs), Dr.geol. Jānis Prols (SIA "Geo Consultants" valdes priekšsēdētājs), Dr.arh. Ludmila Kartunova, (RTU Telpiskās un reģionālās attīstības pētījumu centra vadošā pētniece, SIA "Urboekoloģija plus"), Dr.ing. Kaspars Rutks (SIA "Zeta tehnoloģijas"). Diskusijas materiāli pievienoti 14. pielikumā.

## 6. PĒTĪJUMĀ IEGŪTIE GALVENIE REZULTĀTI

### Rn<sup>222</sup> saturs gruntī un tā atkarība no ģeoloģiskajiem faktoriem

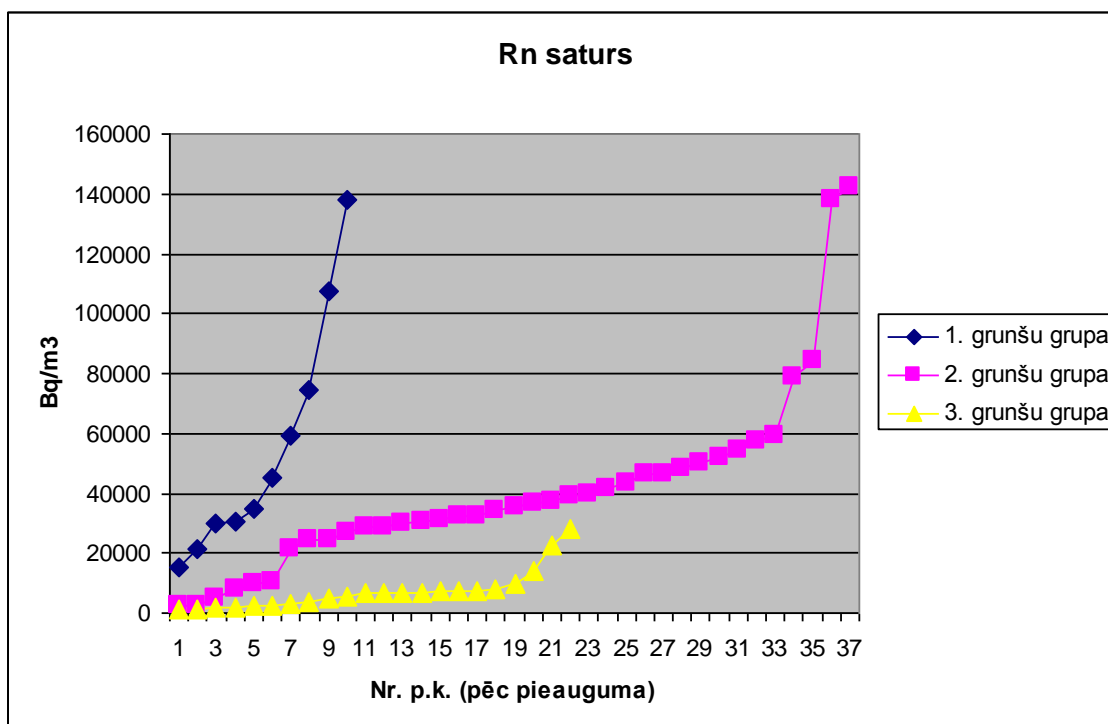
1. Balstoties uz ģeoloģiskās un ģeokīmiskās kartēšanas rezultātiem, paveikta Latvijas teritorijas prognozes rajonēšana pēc Rn<sup>222</sup> paaugstināto saturu zemes virspusē dominējošajos iežos (gruntīs). Sastādīta Latvijas teritorijas prognozes Rn<sup>222</sup> risku karte (mērogā 1: 500 000).
2. Pēc prognozes rajonēšanas rezultātu iegūšanas tika izvēlēti trīs eksperimentālie laukumi, kur paveikti Rn<sup>222</sup> saturu noteikšanas eksperimenti (mērījumi). Katra laukuma (150 - 300 km<sup>2</sup>) paveikti ~ 20 mērījumi, aptverot dominējošos litoloģiskos (granulometriskos) iežu (grunšu) veidus. Kopumā tika paveikti 60 atsevišķi mērījumi. Verifikācijas rezultātā apstiprināti galvenie Rn<sup>222</sup> risku rajonēšanas principi.
3. Iegūts priekšstats par Rn<sup>222</sup> saturu Latvijā dominējošos iežos (gruntīs).  
Iegūtie rezultāti sniegti 2. tabulā. Rn<sup>222</sup> sadalījums galvenajos grunts veidos vizualizēts 2. attēlā.



2. tabula

**Pētījumā iegūtie rezultāti.****Salīdzinājums ar iepriekš paveiktiem pētījumiem un izdalītās risku klases**

| Riska klase pēc paveiktās prognozes             | Grunšu grupa | Grunšu grupas sastāvs   | Pētījumā iegūtie rezultāti |                           |                                 | Iepriekš paveikto pētījumu rezultāti |                            |
|---|--------------|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
|   |              |   |                            | Gamma aktivitāte $\mu$ Sv | Rn aktivitāte Bq/m <sup>3</sup> | Rn aktivitāte Latvijā [4]            | Rn aktivitāte Igaunijā [9] |
|   |              |   |                            |                           |                                 | Bq/m <sup>3</sup>                    | Bq/m <sup>3</sup>          |
| Teritorijas ar lokāli paaugstinātu radona risku | 1            | Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas fluvioglaciālie ieži Smilšainie ieži ar paaugstinātu māla saturu  | Min.                       | 0,08                      | 10247                           | 10,000-150,000                       | 2,000-100,000              |
|   |              |   | Vid.                       | 0,09                      | 45852                           |                                      |                            |
|   |              |   | Maks.                      | 0,10                      | 138010                          |                                      |                            |
| Teritorijas ar normālu radona risku             | 2            | Visu mālaino grunšu izplatības teritorijas - Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas glaciģenā mālsmilts un smilšmāli, limnoglaciālie māli  | Min.                       | 0,08                      | 2329                            | 10,000-120,000                       | 10,000-220,000             |
|   |              |   | Vid.                       | 0,10                      | 40849                           |                                      |                            |
|   |              |   | Maks.                      | 0,14                      | 142020                          |                                      |                            |
| Teritorijas ar zemu radona risku                | 3            | Visu smilšaino, putekļaino un organogēno grunšu izplatības teritorijas - Holocēna un augšējā Pleistocēna Latvijas svītas eolie, limnoglaciālie, limniskie, aluviālie smilšainie un putekļainie ieži | Min.                       | 0,07                      | 1095                            | 4,000-60,000                         | 2,000-50,000               |
|   |              |   | Vid.                       | 0,08                      | 7057                            |                                      |                            |
|   |              |   | Maks.                      | 0,11                      | 28137                           |                                      |                            |



**2. attēls.**  $Rn^{222}$  gāzes aktivitāte grunts gaisā galvenajās grunšu grupās (grunšu grupas sastāvs sniegts 1. tabulā)

Analizējot 2. tabulu redzams, ka iegūtie  $Rn^{222}$  saturi dažādos grunts veidos atšķiras no iepriekš paveiktiem pētījumiem Latvijā un Igaunijā. Protams, rezultātu statistiskā ticamība ir zema. Īpaši, ņemot vērā mērījumu skaitu katrai grunšu izlasei. Lai iegūtu statistiski ticamus rezultātus, nepieciešami vismaz 600 - 800 atsevišķi mērījumi, kas vienmērīgi izvietoti visā Latvijas teritorijā (ņemot vērā dominējošos ģeoloģiskos un ģeomorfoloģiskos apstākļus), balstoties uz sastādītas prognozes  $Rn^{222}$  risku kartes (ziņojuma 5. pielikums).

Eksperimentālajos laukumos paveiktie  $Rn^{222}$  mērījumi norāda, ka arī Latvijas teritorijā izdalāmas trīs galvenās risku kategorijas:

**Teritorijas ar lokāli paaugstinātu radona risku** - stabilo "augsto"  $Rn^{222}$  mērījumu rezultātu teritorijas. Teritorijas pārklātas ar Augšējā Pleistocēna fluvioglaciālajiem nogulumiem. Ņemot vērā to, ka šo grunšu grupu veido rupjas smilšainas grutis ar paaugstinātu mālu daļiņu saturu, un tām piemīt labas gāzes apmaiņas īpašības, var prognozēt, ka dzīvojamās un darba telpās  $Rn^{222}$  paaugstināts satura risks ir palielināts. Pētījuma gaitā  $Rn^{222}$  gāzes aktivitāte (saturis) svārstās no 10247 līdz 138010 Bq/m<sup>3</sup>, vidējais saturs - **45852 Bq/m<sup>3</sup>**.

**Teritorijas ar normālu radona risku.** Nestabilo  $Rn^{222}$  mērījumu rezultātu teritorijas, kur sastopami nosacīti "augstie" un "zemie" rezultāti. Teritorijas pārklātas ar visu veidu mālainām grūtīm, kuras raksturojas ar nosacīti zemām (lēmām) gāzes apmaiņas īpašībām.  $Rn^{222}$  gāzes aktivitāte (saturis) svārstās no 2329 līdz 142020 Bq/m<sup>3</sup>, vidējais saturs - 40849 Bq/m<sup>3</sup>. Dzīvojamās un darba telpās  $Rn^{222}$  paaugstināts satura risks ir zems.

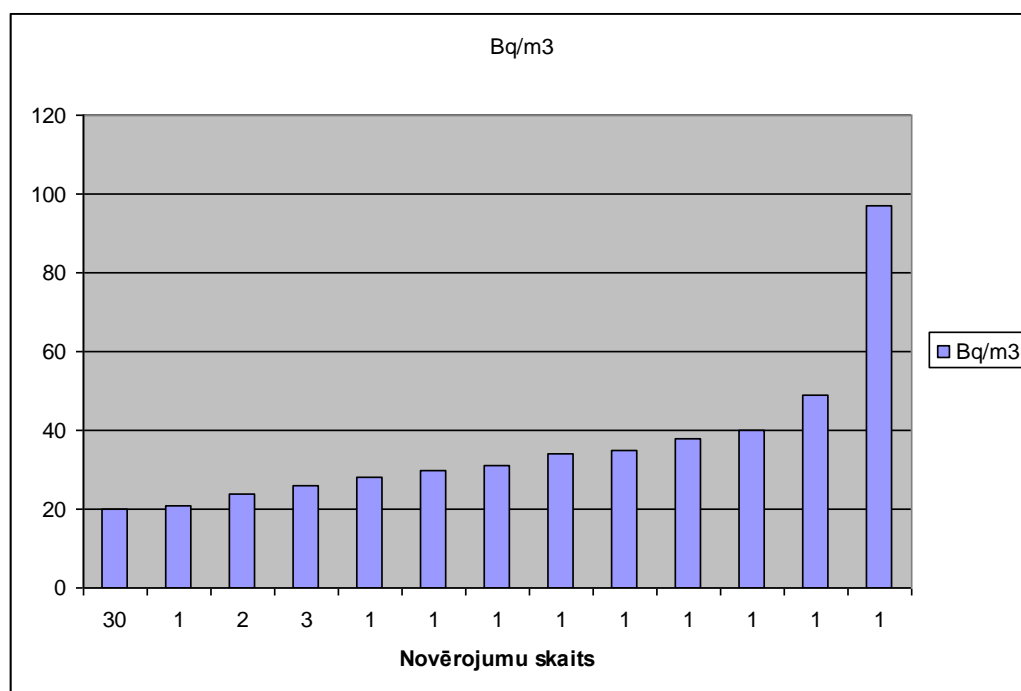
**Teritorijas ar zemu radona risku.** Stabili "zemo"  $Rn^{222}$  mērījumu rezultātu teritorijas. Teritorijas pārklātas ar smilšainām, puteklainām grūtīm - Holocēna un Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas eolajām, limnoglaciālajām, limniskajām un aluviālajām grūtīm.

$\text{Rn}^{222}$  gāzes aktivitāte (saturs) svārstās no 1095 līdz 28137 Bq/m<sup>3</sup>, vidējais saturs - 7057 Bq/m<sup>3</sup>. Dzīvojamās un darba telpās  $\text{Rn}^{222}$  paaugstināts satura risks ir niecīgs.

Analizējot radiometrijas rezultātus, var viennozīmīgi secināt, ka  $\text{Rn}^{222}$  saturs gruntīs ir maz saistīts ar dabisko radioaktivitāti, jo gamma aktivitāti gruntīs nosaka galvenokārt  $\text{K}^{40}$  izotopa klātbūtne. Kopumā gamma aktivitātes rezultāti neatšķiras no iepriekšējos pētījumos [17, 18] iegūtajiem rezultātiem. Anomāli paaugstināti rezultāti nav konstatēti.

### $\text{Rn}^{222}$ saturs dzīvojamo un darba telpu atmosfērā

Analizējot 1. tabulu redzams, ka pētījuma ietvaros noteiktā  $\text{Rn}^{222}$  telpuma aktivitāte (ņemot vērā analīzes jūtīguma robežu), svārstās no 20 līdz 141,8 Bq/m<sup>3</sup>. Vidējā vērtība - 25,5 Bq/m<sup>3</sup> (pie mediānas 20,0 Bq/m<sup>3</sup>), standarta novirze - 21,4. Vislielākā iegūtā vērtība konstatēta Saules ielā 8, Raganā, Krimuldas novadā - 141,8 Bq/m<sup>3</sup>. Tomēr lielā  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes vērtība konstatēta pagraba stāvā, kas nav dzīvojamā vai darba telpa. Tajā pašā mājā paveikts arī papildus mērījums 1. stāvā – virtuvē. Iegūtais  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes lielums ir mazāks par analīzes jūtīguma robežu. Vislielākais  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes lielums dzīvojamā telpā iegūts Puškaiša ielā 9a, Talsos - 97 Bq/m<sup>3</sup>. Pārējās dzīvojamās vai darba telpās  $\text{Rn}^{222}$  aktivitāte nepārsniedz 49,4 Bq/m<sup>3</sup>.  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes sadalījums visā analizējamā masīvā sniegts 3. attēlā.



**3. attēls.**  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes telpu atmosfērā sadalījums atkarībā no novērojumu skaita

Salīdzinot pētījumā iegūtos  $\text{Rn}^{222}$  vidējās aktivitātes lielumus telpu atmosfērā ar Eiropas valstīs iegūtajiem rezultātiem, redzams, ka tie ir daudz zemāki nekā kaimiņvalstīs Igaunijā un Lietuvā. Igaunijā noteiktie vidējie  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes lielumi ir 60 Bq/m<sup>3</sup>, Lietuvā - 55 Bq/m<sup>3</sup>, savukārt Lielbritānijā un Nīderlandē - 20 un 23 Bq/m<sup>3</sup>.

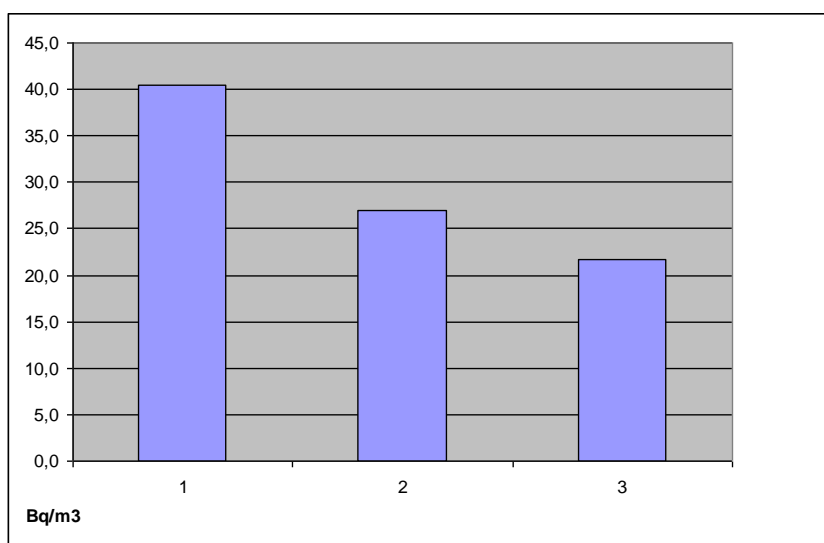
Visticamāk, ka tik liela atšķirība ar kaimiņvalstīm ir pārāk mazo novērojumu skaita rezultāts, jo Lietuvā un Igaunijā paveikti 400 un attiecīgi 550  $Rn^{222}$  mērījumi telpu atmosfērā [56].

3.tabula

**Vidējā novērotā  $Rn^{222}$  aktivitāte  $Bq/m^3$  telpu atmosfērā Eiropas valstīs [56]**

| Valsts        | Vidējā novērotā $Rn^{222}$ aktivitāte $Bq/m^3$ telpu atmosfērā |
|---------------|--|
| Austrija      | 97   |
| Beļģija       | 48   |
| Horvātija     | 68   |
| Čehija        | 140  |
| Dānija        | 53   |
| Igaunija      | 60   |
| Somija        | 120  |
| Francija      | 63   |
| Vācija        | 50   |
| Grieķija      | 55   |
| Ungārija      | NA   |
| Īrija         | 89   |
| Itālija       | 70   |
| Latvija       | 25,5   |
| Lietuva       | 55   |
| Luksemburga   | 115  |
| Malta         | 40   |
| Nīderlande    | 23   |
| Norvēģija     | 89   |
| Polija        | 49   |
| Rumānija      | 45   |
| Slovākija     | 108  |
| Slovēnija     | 87   |
| Spānija       | 90   |
| Zviedrija     | 108  |
| Šveice        | 77   |
| Lielbritānija | 20   |

Analizējot iegūto vidējo  $Rn^{222}$  aktivitāti telpu atmosfērā, atbilstoši ģeoloģiskajiem apstākļiem redzams, ka vislielākās novērotās aktivitātes konstatētas tieši uz fluvioglaciālajiem nogulumiem, t.i. teritorijās ar lokāli paaugstinātu radona risku (Latvijas svītas fluvioglaciālie ieži; smilšainie ieži ar paaugstinātu māla saturu). Savukārt viszemākās - teritorijās ar zemu radona risku (visu smilšaino, putekļaino un organogēno grunšu izplatības teritorijas - Holocēna un augšējā Pleistocēna Latvijas svītas eolie, limnoglaciālie, limniskie, aluviālie smilšainie un putekļainie ieži). Vidējais  $Rn^{222}$  aktivitātes telpu atmosfērā sadalījums pa prognozējamām risku teritorijām sniegts 4. attēlā.



1- Teritorijas ar lokāli paaugstinātu radona risku. Latvijas svītas fluvioglaciālie ieži. Smilšainie ieži ar paaugstinātu māla saturu

2- Teritorijas ar normālu radona risku. Visu mālaino grunšu izplatības teritorijas - Augšējā Pleistocēna Latvijas svītas glaciģenā mālsmits un smilšmāli, limnoglaciālie māli

3 - Teritorijas ar zemu radona risku. Visu smilšaino, puteklaino un organogēno grunšu izplatības teritorijas - Holocēna un augšējā Pleistocēna Latvijas svītas eolie, limnoglaciālie, limniskie, aluviālie smilšainie un puteklainie ieži

#### 4.attēls. Vidējo $Rn^{222}$ aktivitātes telpu atmosfērā sadalījums pa izdalītām prognozes $Rn^{222}$ riska teritorijām

Apkopojot iegūtos  $Rn^{222}$  aktivitātes rezultātus dzīvojamo vai darba telpu atmosfērā, redzams, ka nevienā mērījumā  $Rn^{222}$  aktivitāte nepārsniedz  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Tuvu uzmanības robežai noteiktā  $Rn^{222}$  aktivitāte dzīvojamo telpu atmosfērā ir tikai vienā mērījuma punktā -  $97 \text{ Bq/m}^3$ . Vidējā  $Rn^{222}$  aktivitāte telpu atmosfērā ir  $25,5 \text{ Bq/m}^3$ . Novērojumu izlase ir pārāk maza, lai sniegtu garantētu novērtējamu visai Latvijas teritorijai. Tam nepieciešami sistemātiski novērojumi, kas aptver visu Valsts teritoriju. Tā kā pētījuma rezultātā dzīvojamo vai darba telpu atmosfērā nav noteiktas  $Rn^{222}$  aktivitātes vērtības, kas pārsniedz  $200 \text{ Bq/m}^3$ , pašlaik nav pamata sniegt izvērtējumu par iespējamiem LR spēkā esošo normatīvo aktu grozījumiem šajā jomā.

## 7. METODISKIE PRIEKŠLIKUMI IESPĒJAMIEM TĀLĀKIEM PĒTĪJUMIEM

Iegūtie rezultāti norāda, ka paaugstināta  $Rn^{222}$  risku teritorija 1% no apsekotajām teritorijām konstatējamās  $Rn^{222}$  paaugstinātas koncentrācijas, kas ir tuvu  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Īpaši tas izpaužas eksperimentālā laukuma Talsi-Valdemarpils apkārtnē. Vislielākās noteiktās  $Rn^{222}$  aktivitātes dzīvojamo vai darba telpu atmosfērā konstatētas tieši tajās vietās, kur iepriekš noteikti  $Rn^{222}$  paaugstināti lielumi gruntī.

Pētījuma gaitā apstiprinājās galvenais prognozēšanas metodikas faktors – grunts mālainības pakāpe. Tomēr tā izpaušanās telpu atmosfērā grūti prognozējama vairāku faktoru mijiedarbības dēļ:

1. Gāzes apmaiņas faktors starp grunti un atmosfēru, tajā skaitā telpu atmosfērā. Nav zināms, kādā mērā un cik ātri Rn gāze izdalās no gruntīm ar dažādām porainības īpašībām. Nav zināms arī, kādā mērā Rn gāze var iekļūt telpu atmosfērā būves konstrukcijas īpašību dēļ;
2. Nav zināms, kādā mērā ietekmi dod grunts mitrums;
3. Nav zināms, kādā mērā ietekmi dod grunts sasalušana, jo sasaluša grunts veido "ekrānu", zem kura uzkrājas Rn gāze. Savukārt tā var paātrināti defuzēt vietās caur nesasalušo grunti – zem apsildītām inženierbūvēm.
4. Nav atdalīts "būvmateriālu faktors", jo mērījumi paveikti ēku un būvju pirmajos stāvos, kur „ģeogēnā” faktora ietekme ir maksimāla.

Šo vairāku faktoru mijiedarbības detaļu izpētei nepieciešami padziļināti daudzpusīgi eksperimentālie pētījumi, kas var būt padziļināto pētījumu priekšmets nākotnē.

Pašlaik mēs varam droši secināt, ka:

- Rn aktivitāte grunšu gaisā ir daudz lielāka par  $400 \text{ Bq/m}^3$  (patī augstākā robežvērtība). Šī pētījuma ietvaros noteiktā Rn aktivitāte grunšu gaisā Latvijas apstākļos svārstās no **2329 līdz 142020  $\text{Bq/m}^3$** ;
- Igaunijas dienvidu pusē uz robežas ar Latviju izdalīta nozīmīga teritorija ar augstu Rn<sup>222</sup> risku. Törva pilsētas apkārtnē Rn<sup>222</sup> aktivitāte morēnas smilšmālos pārsniedz  $200\,000 \text{ Bq/m}^3$ , var prognozēt, ka tādas Rn<sup>222</sup> anomālijas būs sastopamas arī Latvijā;
- Balstoties uz paveikto pētījumu rezultātiem, Latvijā pēc prognozes izdalās teritorijas ar lokāli paaugstinātu radona risku, ar normālu un zemu radona risku;
- Galvenais Rn avots atkarīgs no ģeoloģiskiem apstākļiem. Iespējama arī būvmateriālu ietekme;
- Rn gāzes iekļūšana telpu atmosfērā ir grūti prognozējama vairāku faktoru mijiedarbības rezultāts, kas var būt padziļinātu pētījumu priekšmets nākotnē.

Pašlaik esošais zināšanu līmenis par Rn gāzes ietekmi uz cilvēka veselību liecina, ka nepieciešams noteikt, kāda Rn<sup>222</sup> aktivitāte ir Latvijas iedzīvotāju dzīvojamo un darba telpu atmosfērā jau pašlaik, un kā tā mainās teritoriāli.

Nepieciešams detālāk un statistiski drošāk noteikt Rn aktivitātes sadalījumu visā Latvijas teritorijā, jo pašlaik mums ir tikai prognoze. Ja ģeogēnā faktora precizēšanai nepieciešami ierobežoti pētījumi – kartēšana, kas balstīta uz rajonēšanas pamata principiem, tad faktiskā Rn aktivitāte telpu atmosfērā var balstīties tikai uz sistemātiskas kartēšanas principiem.

Rn<sup>222</sup> gāzes aktivitātes dzīvojamo un darbu telpu atmosfērā noteikšana var būt sadalāma trijos veidos:

1. Telpu atmosfērā (plānveidīgi un regulāri visā Latvijas teritorijā);
2. Grunšu gaisā (pēc prognozes un rajonēšanas principiem);

3. Papildus pētījumi telpu atmosfērā un grunšu gaisā, ja konstatētas anomāli paaugstinātas Rn aktivitātes vērtības.

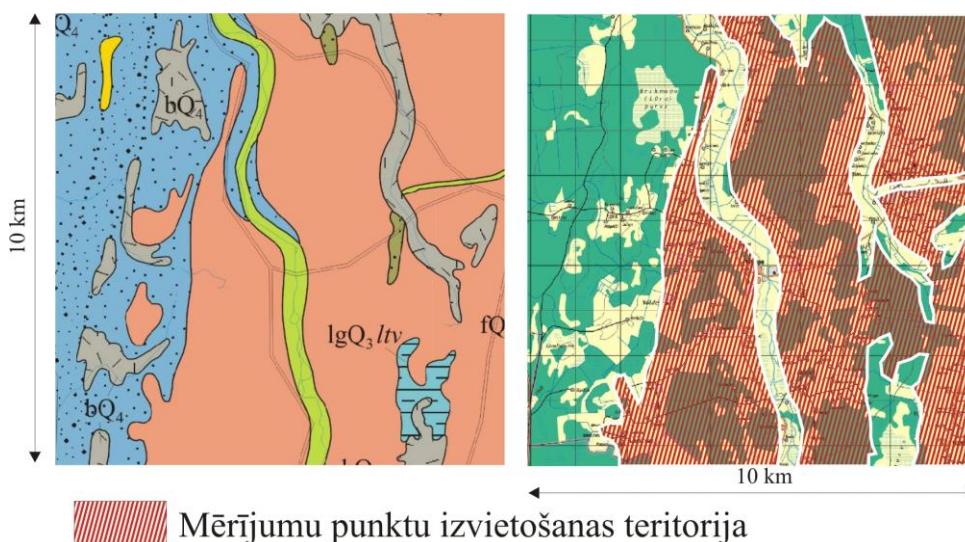
## 1. Rn<sup>222</sup> gāzes aktivitātes noteikšana telpu atmosfērā

Lai droši novērtētu dzīvojamo un darbu telpu atmosfēru attiecībā uz Rn aktivitāti, nepieciešami tieši, ilglaicīgi mērījumi. Interpolatīva noteikšana nav iespējama grūti prognozējamu vairāku faktoru mijiedarbības dēļ. Ņemot vērā Eiropas valstu pieredzi, optimālais mērījumu blīvums ir 1 punkts uz 100 km<sup>2</sup> (10 x 10 km). Mērījumu blīvums atbilst 1:1 000 000 kartēšanas mērogam. Mērījumu skaits ~646 mērīšanas punkti (visā Latvijas teritorijā). Mērījumiem var izmantot Eiropas valstīs akreditētas laboratorijas pakalpojumus, kas nodrošina Rn uzkrāšanas (kumulatīvās noteikšanas) detektoru piegādi. Šādu detektoru izvietojums nodrošina ilglaicīgu Rn<sup>222</sup> aktivitātes noteikšanu 1-12 mēnešu laikā. Vairāki autori uzskata, ka mērīšanas (detektoru ekspozīcijas) optimālais laiks ir 1-3 mēneši. Jo ilgāks mērīšanas laiks, jo rezultāts ir reprezentatīvāks. Tomēr tas atkarīgs arī no pētījuma organizēšanas īpašībām. Mūsuprāt, lietderīgi nodrošināt mērīšanas laiku līdz pat 12 mēnešiem. Tad attiecība **kvalitāte un ticamība /materiāli –tehniskie ieguldījumi** būtu daudz augstāki pie maz mainījušiem materiāli –tehniskiem izdevumiem. Mērījumus jāveic dzīvojamās un darba telpās, pirmajos stāvos, kur maksimāli izpaužas Rn ģeogēnais faktors. Šāda mērījumu tīkla blīvuma izveidošana nodrošinās statistiski ticamu datu izlasi un reprezentatīvu Rn<sup>222</sup> satura izplatības noteikšanu Latvijas teritorijā, telpu atmosfērā.

Papildus datu blīvumu un daudzveidību var nodrošināt iegūto datu popularizēšanas rezultātā, kad Latvijas iedzīvotāji būs ieinteresēti Rn<sup>222</sup> aktivitātes noteikšanā izmantojamās telpās.

## 2. Rn<sup>222</sup> gāzes aktivitātes grunšu gaisā pēc prognozes un raģonēšanas principiem

Lai iegūtu statistiski ticamus rezultātus, nepieciešami vismaz 600 - 800 atsevišķi mērījumi, kas vienmērīgi izvietoti visā Latvijas teritorijā. Balstoties uz sastādītās prognozes Rn<sup>222</sup> risku kartes, optimalais kartēšanas mērogs - 1 : 1 000 000, tas ir 1 punkts uz 100 km<sup>2</sup>. Mērījumu punktiem jāatrodas tipiskos (100 km<sup>2</sup>) ģeoloģiskos un ģeomorfoloģiskos apstākļos. Mērījumu punktu izvietojuma teritorijas izvēles princips norādīts 3.attēlā. Apskatāmās teritorijas platība ir 100 km<sup>2</sup>. ~ 70% teritorijas virspusē sastopami morēnas smilšmāli un mālsmilts. Dominējošais reljefs - līdzeni viļņots morēnas līdzenums. Novērošanas punkti jāizvieto pēc iespējas tuvāk teritorijas centram. Tomēr tiem jāatrodas, šajā gadījumā, morēnas līdzeni viļņotā līdzenumā.



**5.attēls.** Mērījumu punktu izvietošanas teritorijas izvēles princips

Teritorijās, kurās būs konstatēti anomāli augsti Rn aktivitātes lielumi, mērījumu tīkla blīvums jāpalielina līdz blīvumam - 1 punkts uz  $25 \text{ km}^2$  (kartēšanas mērogs 1 : 500 000). Mērījumus jāveic 50-70 cm dziļumā. Iegūtie rezultāti ļaus noteikt Rn aktivitāti grunšu gaisā teritoriālo izplatību, tajā skaitā iespējamās reģionālās anomālos paaugstinājumus. Mērījumus lietderīgi veikt, izmantojot aparatūras komplektus, kas nodrošina punktveida gāzes atsūkņēšanu gruntī, un Rn mērījumus  $1000\text{-}300\,000 \text{ Bq/m}^3$  intervālos ar drošu ticamību. Šādus teritoriālās izplatības datus iespējams izmantot teritoriālās plānošanas un būvniecības vajadzībām.

**3. Tālāka rīcība un iespējamā papildus izpēte, ja konstatēti anomāli paaugstinātas  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes vērtības**

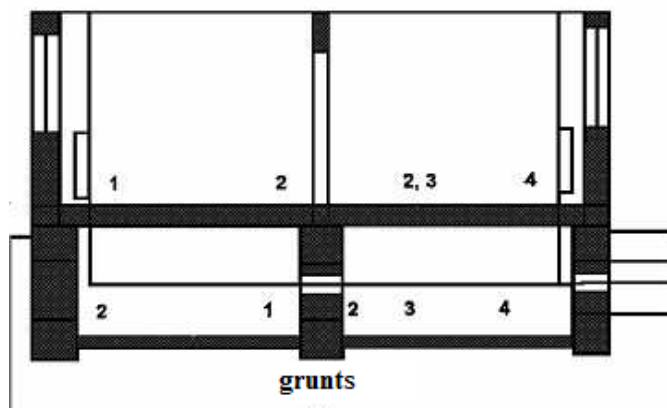
Gadījumos, kad dzīvojamo un darbu telpu atmosfērā konstatēti  $\text{Rn}^{222}$  aktivitātes paaugstināti lielumi (pārsniedz  $200 \text{ Bq/m}^3$  dzīvojamo telpu atmosfērā un  $400 \text{ Bq/m}^3$  darba telpās), dzīvojamo telpu īpašniekam vai darba devējam jānodrošina jonizējošā apstarojuma samazināšana. Lēmumu par tālāko rīcību un izpēti pieņem atbildīgā fiziska vai juridiska persona [25].

## **8. REKOMENDĀCIJAS NEPIECIEŠAMO PASĀKUMU VEIKŠANAI, LAI SAMAZINĀTU RADONA IETEKMI UZ IEDZĪVOTĀJIEM**

### **8.1. Radona nokļūšana ēkās, ceļi un mehānismi [4, 5, 27-32]**

Galvenie radona nokļūšanas ceļi ēku iekštelpās sniegti 4. attēlā:





**4. attēls.** Galvenie ceļi radona nokļūšanai iekštelpās

- 1 - izdalīšanās no sienu konstrukciju materiāliem,
- 2 - sienu konstrukciju elementu šuves un savienojumi,
- 3 – plaisas un tukšumi sienu konstrukcijās,
- 4 – atveres inženierkomunikāciju uzstādīšanai ēkas pazemes daļā un pagraba griestu blokos.

Radona lielākā daļā nokļūst iekštelpās no zem ēkas iegulošajām gruntīm. Radona pārnese no gruntīm iekštelpās notiek tā difūzijas rezultātā caur sienu konstrukcijām un, galvenokārt, caur plaisām, spraugām, tukšumiem un atverēm sienu konstrukcijās, gaisa konvekcijas apmaiņas rezultātā.

Dabiskā iekštelpās nokļuvušā radona koncentrācijas samazināšanās notiek tā sabrukuma un ārējā gaisa infiltrācijas rezultātā.

## 8.2. Ēku pretradona aizsardzības problēmas stāvoklis [4, 5, 27-32]

Ēku radona pretaizsardzības problēmas mūsdienu stāvoklis raksturojas ar ātru tās tehnisko aspektu attīstību, salīdzinājumā ar tam nepieciešamās zinātniskās bāzes attīstību. Neskatoties uz plašo pielietojamo tehnisko aizsardzības risinājumu spektru, joprojām nav ieviesti normatīvie parametri, kas ļautu kvantitatīvi salīdzināt dažādu tehnisko aizsardzības risinājumu efektivitāti.

Iztrūkst aplēses paraugmodeļi, kas, šo vai to aizsardzības līdzekļu pielietošanas gadījumā, ļautu ar nepieciešamu precizitāti prognozēt radona koncentrācijas telpās. Lietu sarežģītību daudzu risinājumu ārkārtas kritiskums pret šādu kvantitatīvi nenosākamam faktoru, kā „būvdarbu kvalitāte”. Tāpēc visi norādījumi attiecībā uz pretradona aizsardzību ir rekomendējoši, neviens no tiem nav pamatots ar precīzu aprēķinu un normalizēts. Tomēr, esošā pieredze noved pie secinājuma, ka absolūtā vairumā gadījumu pretradona aizsardzības uzdevums ir praktiski realizējams. Mērķis netiek sasniegts parasti tikai rupju kļūdu gadījumā. Mērķa sasniegšanas izmaksas un rezultāta efektivitāte būtiski atkarīga no virknes pieredzes ieviesto principu ievērošanas.

### 8.3. Pretradona aizsardzības pamatprincipi [4, 5, 27-32]

Principiāli pazeminātais radona saturs telpu iekšējā gaisā var būt sasniegts ar sekojošo:

- izvēlēties būvniecības vajadzībām zemes gabalus ar zemiem radona izdalīšanas no grunts apjomiem;
- pielietot norobežojošās konstrukcijas, kas efektīvi novērš radona nokļūšanu no grunts ēkas telpās;
- radona likvidēšana no ēku iekšējā gaisa.

Būvējot ēkas radona apdraudētajos zemes gabalos, ēkas pretradona aizsardzības pamatprincips ir novērst radona nokļūšanu iekštelpās. Nepieciešamība radonu likvidēt no iekštelpām ir sliktas pretradona aizsardzības rezultāts.

Konstrukcijas, kas paredzētas radona iekļūšanas daudzuma samazināšanai, ir jāizvieto pēc iespējas tuvāk radona avotam. Jo tuvāk avotam un tālāk no aizsargājamām telpām ir iekārtota aizsardzība, jo efektīvāk tā darbojas. Galvenie ir pasākumi, kas novērš radona nokļūšanu no grunts pagrabā.

Ēkas pretradona aizsardzības pasākumi, kas tiek īstenoti tās projektēšanas un būvniecības stadijās, ir efektīvāki un prasa mazākus izdevumus, nekā pasākumi, kas pazemina radona saturu jau esošajā ēkā.

Ēkas pretradona aizsardzību jārealizē kā loģiski saistītu tehnisku risinājumu sistēmu, realizējamu pieņemtās projekta koncepcijas ietvaros, visu tā pamatdaļu izstrādes laikā (tīlpuma plānošanas risinājums, projektēšana, norobežojošās konstrukcijas, apkures sistēmas, ventilācija, kanalizācija, elektrības un ūdens padeve u.c.). Viena šīs aizsardzības sistēmas elementa neveiksmīgs risinājums var ievērojami pazemināt sistēmas efektivitāti kopumā.

### 8.4. Darbu organizācija [27-35]

Ēkas, kuras tiek būvētas apgabalā ar paaugstinātu radona bīstamību, pretradona aizsardzības projekta risinājums ir jāaskaņo Būvvaldē. Pirms projekta dokumentu iesniegšanas, rekomendējams veikt to ekspertīzes novērtēšanu saskaņā ar Būvniecības likuma prasībām, izmantojot akreditētas laboratorijas pakalpojumus.

Visu segto pretradona aizsardzības uzbūves darbu veikšanu jārealizē zem projektēšanas organizācijas autoruzraudzības, katram etapam jābūt noformētam ar segto būvdarbu aktiem. Pretradona aizsardzības ierīkošanas būvdarbu vadītājam jāpārzina pretradona aizsardzības pamatprincipi.

### 8.5. Pretradona aizsardzības metodes [27-35]

#### 8.5.1. Pasīvās un aktīvās aizsardzības sistēmas

Ēkas pretradona aizsardzības sistēmas dalās divos galvenajos paveidos – pasīvās un aktīvās.

Pasīvās sistēmas darbība balstās uz ēkas sienu konstrukciju elementu un to mezglu pretestības paaugstināšanas pret radona difūzijas, un konvekcijas pānesi no tā avota uz

iekštelpām. Pasīvo sistēmu priekšrocības ir tās, ka ekspluatācijas procesā tām nav nepieciešams apkalpošanas un enerģijas nodrošinājums.

Aktīvās sistēmas darbība balstās uz ēkas radona slodzes pazemināšanas, novadot radonu no tā avota atmosfērā. Aktīvā pretradona aizsardzības sistēma obligāti ietver sevī ventilācijas sistēmu un tāpēc prasa enerģijas padevi un apkalpošanu. Aktīvo sistēmu priekšrocības ir tās, ka tās ir regulējamas un daudz efektīvākas nekā pasīvas sistēmas. Aktīvā aizsardzības sistēma vienmēr ietver arī pasīvās sistēmas elementus.

Pretradona aizsargsistēmas projektēšanas gaitā rekomendējams izmantot konkrēto apstākļu noteiktas tehnisko risinājumu kombinācijas, kuru pamattipi raksturoti sadaļā 8.5-8.6.

Saskaņā ar šajā pētījumā iegūtajiem rezultātiem, Latvijas teritorijas lielākā daļa attiecas uz radona mēreni apdraudētām teritorijām – zems un normāls riska līmenis. Šādos apstākļos vairākumā gadījumu pretradona aizsardzības nodrošināšanai pietiek ar pasīvo sistēmu pielietošanu.

### 8.5.2. Tehnisko risinājumu tipu klasifikācija

- Telpu ventilācija – iekšējā gaisa ar augstu radona saturu aizvietošana ar ārējo gaisu.
- Impregnēšana – sastāvs, kas šķidrā veidā tiek injicēts porainā un birstošā materiāla slānī, vai tiek uzklāts uz materiāla virsmas ar turpmāko iesūkšanos tajā.
- Segums – sastāvs kas šķidrā veidā, plānā slānī tiek uzklāts uz norobežojošā elementa cietās virsmas. Segums var vienlaicīgi kalpot kā tvaika un hidroizolējošais slānis.
- Membrāna – gāzes necaurlaidīga plēve, ruļļa vai lokšņu veidā, kas balstās uz pagraba sienas, grīdas vai pārseguma nesošajiem elementiem. Membrāna var pildīt segumam identiskas funkcijas.
- Barjera – nesošā vai pašnesošā masīva konstrukcija, praktiski gāzes necaurlaidīga norobežojošā konstrukcija (vai konstrukcijas elements). Parasti barjera tiek veidota no noturīga pret plaisāšanu dzelzsbetona monolīta, kas kalpo kā pagraba siena, grīda vai pārsegums.
- Radona kolektors – gāzes brīvi vadošā konstruktīvo elementu sistēma ēkas pamatnē, kas kalpo no grunts izdalītā radona savākšanai un novadīšanai atmosfērā, apejot ēkas iekštelpas.
- Grīdas grunts pamatnes depresija – pazeminātā spiediena zonas izveidošana grīdas grunts pamatnē vai pagrabā, izmantojot radona kolektoru un speciālo ventilācijas izvadsistēmu.
- Sablīvēšana – savienojumu, spraugu, šuvju un komunikācijas caurumu hermetizācija ēkas norobežojošās konstrukcijās, radona pārnesei ceļā no avota līdz iekštelpām, izmantojot pašlīmējošos, elastīgus, plastiskus, uzputojošos un līdzīgus materiālus.

### 8.5.3. Pretradona aizsardzības tipa izvēle

Normalizēto nepieciešamo parametru aprēķina un optimālā pretradona aizsardzības tipa noteikšanas metožu pašlaik nav. Šādas izvēles procedūrām piemīt heuristisks raksturs un

katrā konkrētajā gadījumā tās balstās uz apstākļu virknes kvalitatīvā novērtējuma. Tā vai cita pretradona aizsardzības risinājuma efektivitāte ievērojami atkarīga no tā, kā katrā konkrētajā gadījumā izvēlēti tehniskie risinājumi kombinējas ar dotajiem apstākļiem.

Vislielākā efektivitāte ir dažādu pretradona aizsardzības tehnisko risinājumu kombinācijām vienā dotajā konstrukcijā.

Izvēloties pretradona aizsardzības tehniskos risinājumus, rekomendējams ievērot sekojošus faktorus un apstākļus:

- Radona izdalīšanās intensitāte būvlaukumā. Jo lielāki radona izdalīšanas apjomi būvlaukumā un zemāks pieļaujamais radona saturs ēkas iekštelpās, jo augstākai jābūt pretradona aizsardzības efektivitātei.
- Ēkas iebūves dziļums. Jo lielāks ir ēkas iebūves dziļums, jo austāka varbūtība paaugstināto radona koncentrāciju nokļūšanai telpās caur pagraba grīdu un sienam.
- Ģeoloģiskās uzbūves īpašības. Gadījumos, kad ģeoloģiskā griezumā augšējos slāņus veido gāzes vāji caurlaidīgie nogulumi, to izņemšana būvbedres ierīkošanas gaitā var novest pie paaugstinātas radona slodzes uz ēkas pazemes daļu.
- Gruntsūdeņu līmenis. Kad gruntsūdeņu līmenis ir augsts un ir nepieciešamība pēc drenāžas sistēmas ierīkošanas, tā sistēma, kurai piemīt grunts gāzes kolektora īpašības, var gan pozitīvi, gan negatīvi ietekmēt radona apdraudētības situāciju ēkas pamatnē. Projektējot drenāžas sistēmu, rekomendējams paredzēt radona novadīšanas ceļus no drenāžas cauruļu mezgliem – atmosfērā.
- Pagraba telpu lietošanas veids un to ventilācijas sistēmas īpašības. Ja ēkas pazemes daļā tiek ierīkotas telpas ar paaugstinātu gaisa apmaiņu (piemēram, garāžas), radona iekļūšanas varbūtība no pagraba uz pirmā stāva telpām būtiski samazinās. Vāji ventilējamo pagraba ierīkošanas gadījumā jāpaaugstina grīdas un pārseguma radona izolācijas īpašības.
- Inženierkomunikāciju ievadīšanas un izvadīšanas shēmas ēkas pazemes un norobežojošajās konstrukcijās. Šo ceļu sadale un liels daudzums paaugstina varbūtību, ka pa tām radons nokļūs ēkas iekšienē.
- Būvdarbu kvalitāte. Norobežojošo konstrukciju radona izolācijas spējas izšķirošā pakāpe ir atkarīga no būvdarbu kvalitātes. Nekvalitatīvu materiālu izmantošana un pārkāpumi to pielietošanas tehnoloģijā var novest līdz nullei pretradona aizsardzības tehnoloģiju efektivitātē.

## 8.6. Rekomendācijas projektēšanai [27-35]

### 8.6.1. Telpu ventilācija

Radona koncentrācijas samazināšanas iespēja iekštelpu gaisā to ventilācijas ceļā ir ierobežota ar maksimāli pieļaujamo (ekonomiski pamatotu) gaisa apmaiņas lielumu. Tāpēc ventilāciju jāapskata tikai kā palīg līdzekli, kas papildina citus risinājumus. Ventilācijas intensivitātes palielināšana noved pie apkures enerģijas un izmaksu palielināšanas.

Stabveida pamatu ierīkošanas gadījumā, pilnīgi atvērtajā telpā zem grīdas un bez izdalīšanas no apkārtējām konstrukcijām, radona aktivitāte pirmā stāva telpās nepārsniedz tā aktivitāti ārējā gaisā. Nepieciešamā gaisa apmaiņa zem grīdas tiek nodrošināta, ja tās augstums no zemes virsmas ir ne mazāks par 0,7 m. Tomēr šāds risinājums nevar būt plaši

pielietots, izmantojamās telpas zuduma un nepieciešamības pēc apakšējā pārklājuma papildus termoizolācijas dēļ. Lai nodrošinātu mērenu dabisku slēgto pagraba telpu ventilāciju, rekomendējams ierīkot ventilācijas atveres pagraba sienās visās ēkas fasādēs, lai kopējā atveru platība sastāda no 1 līdz 1,5 % no kopējās pagraba platības.

Izmantojot piespiedu telpu ventilācijas sistēmu, nedrīkst, lai tās darbības laikā iekštelpu gaisa spiediens būtu zemāks par gaisa spiedienu pagrabā. Paaugstināts spiediens telpās novērs radona pānesi no pagraba telpām, tomēr pie tā pasliktinās visu norobežojošo konstrukciju mitruma režīms. Optimāla ir labi sabalansēta pieplūdes – izvilkšanas ventilācijas sistēma, kas nodrošina nepieciešamo higiēniskiem kritērijiem atbilstošo gaisa apmaiņas režīmu un minimālo spiediena starpību starp pirmā stāva telpām un pagrabu.

#### **8.6.2. Impregnēšana**

Impregnējošais sastāvs ir suspensija vai emulsija uz bitumena, lateksa, plastmasas un līdzīgu materiālu pamata, impregnēšanas dziļums atkarīgs no tās viskozitātes, kā arī no pamatnes materiāla struktūras un darbu tehnoloģijas. Dažas impregnējošās vielas veido tikai plēvi uz materiāla virsmas un vienlaicīgi kalpo kā segumi. Rekomendējams izmantot šādu sīkdisperso materiālu kā māls un smilts radona caurlaidības pazemināšanai. Impregnētā slāņa biezumam jābūt ne mazākam par 10 cm.

#### **8.6.3. Segums**

Segumi izmantojami iekšējām un ārējām norobežojošo konstrukciju virsmām, kā arī starp to elementiem. Daudzu slāņu segumi ir efektīvāki un var vienlaicīgi kalpot dekoratīvajai apdarei.

#### **8.6.4. Membrāna**

Radona izolējošās membrānas tiek pielietotas pamatu, kā arī pagraba sienu un pārsegumu dzelzsbetona konstrukciju izveidošanā, radona pāneses novēršanai caur porām, spraugām un savienojumiem.

Membrānu jāizveido nepārtraukti visas aizsargājamas konstrukcijas platībā, kā arī jānodrošina tās elastīgi – plastiskas deformācijas iespējas. Ārējās pamatu sienas hidroizolācija ir viens no tipiskajiem membrānas izveidošanas gadījumiem. Tomēr kvalitātes prasības šādai izolācijai šajā gadījumā ir lielākas. Nedrīkst pieļaut gaisa tukšumu izveidošanos starp membrānu un sienu. Lai novērstu to bojājumus, membrānas jālīmē uz gludām virsmām. Membrānu malu sloksnēm jāpārklājas ne mazāk kā par 30 cm un jābūt salīmētām.

#### **8.6.5. Barjera**

Pretradona barjeras parasti ir monolītas dzelzsbetona plātnes, kas var kalpot kā ēkas pamatnes, grīdas vai pārseguma konstrukcijas daļa. Barjeras aizsargājošais efekts ir augstāks, ja barjera ir vienmērīga un izveidota tuvāk grunts pamatnei. Tai jābūt ūdens necaurlaidīgai un noturīgai pret plaisāšanu, kas var notikt ēkas pamatu sēšanās rezultātā.

Potenciālās plaisas nedrīkst pārsniegt 0,15 – 0,2 mm (pie plaisu palielināšanās no 0,1 līdz 1,0 mm gāzes caurlaidība pieaug 1000 reizes).

Pamatu plātnes ierīkošana vai pagraba grīdas betonēšana ir efektīvāka, nekā peldošās plātnes ierīkošana pēc pamatu sienu izveides. Šajā gadījumā nepieciešama savienojumu un šuvju hermetizācija.

Betonējot uz smilts spilvena, virsmas betona biezumam jābūt ne mazākam par 17 cm, betonējot uz plāna betona pamatnes – ne mazāk par 14 cm.

#### 8.6.6. Radona kolektors

Lielā radona koncentrācija gruntī visbiežāk rodas grunts vājās gaisa apmaiņas dēļ. Barjeras efektivitāte ievērojami paaugstinās, ja radonam ir iespēja brīvi iziet no grunts zem ēkas – atmosfērā. Šim nolūkam tiek ierīkoti labi gaisa vadošie slāņi, kas parasti sastāv no grants vai šķembām, kuru veidotajam uzbērumam poru tilpums sastāda ne mazāk par 40% no kopējā uzbēruma tilpuma. Uzbērtajam slānim jābūt biezākam par 15 cm. Ja gruntsūdeņu līmenis ir augsts, šāds uzbērums kalpo arī kā drenāžas slānis. Lai izvairītos no sanesu veidošanās, zem grants slāņa jāparedz filtrējošā slāņa izveidošanu, piemēram, 10 cm smilts uzbērumu.

Radona izvadīšana ārējā atmosfērā notiek caur metāla vai plastmasas cauruļvadu sistēmu, diametrā ne mazāk par 10 cm. Sistēma sastāv no pazemes un virszemes daļas. Pazemes daļa atrodas grants slānī un kalpo radona savākšanai, savukārt virszemes daļa (stāvvadi) kalpo gāzes novadīšanai no pazemes daļas atmosfērā. Pazemes cauruļu galiem jābūt atvērtiem, bet pašām caurulēm – perforētām. Viena šāda caurule nodrošina radona novadīšanu no 40 – 50 m<sup>2</sup> aizsargājamās teritorijas.

Šāda sistēma ir vēl efektīvāka, ja centrā ir ierīkota radona savākšanas kamera. Šajā gadījumā pazemes caurules netiek perforētas. Šādu kameru var ierīkot, saliekot ķieģeļus bez cementācijas, lai starp ķieģeļu rindām veidojas 40 – 50 mm lielas spraugas.

Izvadcauruļu sistēmai jābūt ar minimālu locījumu skaitu, lai nodrošinātu kondensāta noteci.

Radona izvadīšanas punktiem jāatrodas par 0,5 m augstāk par augšējo jumta atzīmi, ne zemāk par 3 m virs zemes un ne tuvāk par 3 m no jebkādam atverēm aizsargājamajā vai blakus esošajā ēkā.

Efektīvā kolektoru darbība ar dabisku ventilāciju tiek nodrošināta ar spiediena starpību starp grants slāni un stāvvada galu ne mazāku par 3 – 5 Pa.

#### 8.6.7. Grunts pamatnes depresija

Visaugstākā pretradona aizsardzības efektivitāte tiek sasniegta, izmantojot ēkas grunts pamatnes depresijas (pazeminātā spiediena zonas) izveidošanu. Depresija tiek sasniegta, papildinot radona kolektoru ar piespiedu ventilācijas sistēmu, kas pilnīgi nav saistīta ar iekšējo ventilāciju.

Izmantojot ventilāciju, sistēmas efektīvā darbība tiek panākta ar vienas pazemes caurules uzstādīšanu uz 100 – 120 m<sup>2</sup> aizsargājamās platības. Ar ventilatora veikspēju no 150 līdz 250 m<sup>3</sup>/st. Ventilatoriem jābūt ar hermētisku korpusu un izvietotiem tuvāk grunts gāzes izvadīšanas atverei.

### 8.6.8. Šuvju, savienojumu un cauruļu blīvējums

Labi izolētas norobežojošās konstrukcijas pretradona aizsargspēja var būt novērsta līdz nullei, ja tajā ir nenoblīvētas šuves un tehniskas atveres. Kopumā, projektējamajos inženierkomunikāciju tīklos jācenšas samazināt šādu atveru skaitu. Veidojot norobežojošo konstrukciju savienojumu hermetizāciju, jāņem vērā konstrukciju kustības termisko deformāciju rezultātā. Noblīvēšanu jāveic, izmantojot elastīgus, nesacietējošos materiālus.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

2. Brangulis A., Straume J. Latvijas PSR ģeoloģija. Paskaidrojums Latvijas PSR ģeoloģiskajām kartēm (mērogs 1:500000) Ģeoloģijas pārvalde, Rīga. 1986.
3. Latvijas ģeoloģiskās kartes, mērogs 1:200000. Valsts ģeoloģijas dienests 1997.-2004. (deviņi izdevumi).
4. Gilucis A., Kunda Z., Nikodemus O., Karpovičs A. Latvijas ģeokīmiskā kartēšana mērogā 1:500000 1997.-2002.g. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.2002.
5. B. Clavensjo, G. Akerblom "Radona grāmata. Pretradona pasākumi". LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Apgāds Jāņa sēta, Rīga. 1997.
6. S.G. Fennell and all. „Radon in Dwellings The Irish National Radon Survey,.. Radiological Protection Institute of Ireland. 2002.
7. F. Bochicchio, S. Antignani, C. Carpentieri, G. Venoso and The National Coordination Group on Radon „The Italian National Radon Action Plan: some results and perspectives”. SEERAS – 2<sup>nd</sup> East European Radon Symposium- Niš 27-30 May 2014.
8. Cohen, B.L., Stone, C.A., Schilken, C.A. Indoor radon maps of the United States. Health Physics 66,201-205; 1994.
9. Nazaroff, W.W., Moed, B.A., Sextro, R.G. Soil as a source of indoor radon: generation, migration, and entry. In "Radon and its decay products in indoor air", (1988), W.W. Nazaroff and A.V. Nero, editors. Wiley and Sons, New York, NewYork.
10. Petersell, V. Åkerblom G.; Ek, B.; Enel, M.; Möttus, V., and Täht, K. Radon risk map of Estonia. Explanatory text to the radon risk map set of Estonia at scale of 1:500 000. SSI Report 2005:16/SGU Dnr. 08-466/2002. Tallinn-Stockholm. 2005.
11. Morkunas, G. and Akerblom, G. The outcome of the Lithuanian radon survey. Science of the Total Environment. 2001.
12. Gričienė, B.; and Ladygienė, R.; Morkunas, G., and Pilkyte, L. Current status of internal dosimetry in Lithuania. Radiation Protection Dosimetry. 2003.
13. Swedjemark, G. A.; Mellander, H., and Mjönes, L. Radon. In: U. Norlén and K. Anderson, (eds.). The indoor climate in Swedish residential buildings (in Swedish with English abstract). Stockholm , Sweden: Swedish Building Research Institute; 1993.
14. Dambis, M „Radon in Latvia's dwellings”. Radiation and Nuclear Safety Inspection of the Environmental State Inspection of Latvia, Riga (Latvia).1996.
15. Brangulis A. J., Kaņevs S. Latvijas tektonika. Rīga: Valsts ģeoloģijas dienests, 2002.

16. Gilucis, A., Kunda, Z., Nikodemus, O., 1997. *Valsts ģeokīmiskā kartēšana. Inčukalna rajons*. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.
17. Reimann, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bitukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Lukashev, V., Matinina, N., Pasieczna, A., 1999. *Baltic soil survey: Total concentrations of major element in arable soils from ten countries around the Baltic Sea*. In: Environmental geochemical baseline mapping in Europe: abstracts of the 2nd conference, Vilnius, Lithuania, 1999. Vilnius, Lietuvos geologijos tarnyba.
18. Gilucis, A., Kunda, Z., Nikodemus, O., Karpovičs, A., 2002. *Latvijas ģeokīmiskā kartēšana mērogā 1:500 000. 1997.-2002. g.* Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.
19. Gilucis, A., Segliņš, V., 2003. *Latvijas ģeokīmijas atlants. Augšņu ģeokīmiskās kartes*. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.
20. Reiman, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bitukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Lukashev, V., Matinina, N., Pasieczna, A., 2003. *Agricultural Soils in Northern Europe. A Geochemical Atlas*. In Kommission E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Hannover.
21. Reimann, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bitukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V. et al., 2003. *The Baltic soil survey: ultra low-density multi-element geochemical mapping of northern Europe*. In: IGES & NAMS 2003, Dublin, Ireland: 21st International Geochemical Exploration Symposium (IGES), 2003 & 3rd North Atlantic Mineral Symposium (NAMS), programme & abstracts.
22. Salminen, R., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Petersell, V., Tomilina, O., 2004. *Influence of human activities in the geochemical baselines in the Baltic countries, Finland and NW-Russia*. In: 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, Abstracts.
23. Rissanen K., Ylipieti J., Salminen R., Täht K., Gilucis A., Gregorauskiene V. Cs-137 concentrations in the uppermost humus layer in the Baltic countries in 2003. Radiological Protection in Transition. Proceedings of the XIV Regular Meeting of the Nordic Society for Radiation Protection, NSFS Rättsvik, Sweden, 27-31 August 2005.
24. Measurement of radioactivity in the environment -- Air: radon-222 -- Part 11: Test method for soil gas with sampling at depth
25. ISO 11665-1:2012. Measurement of radioactivity in the environment -- Air: radon-222 - Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods
26. Ministru kabineta 2002.gada 9.aprīļa noteikumiem Nr.149 „Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu”.
27. Dee Emerson, Health Physicist & Dean Williams „THE UK MINISTRY OF DEFENCE RADON SAFETY PROGRAMME”, Defence Science and Technology Laboratory (DSTL). United Kingdom. 2012.
28. Irish Agrément Board Certificate No. 01/0130 Easi-Sump & Easi-Sump Cap-Link Radon Soil Gas Control System. 3rd Print - July 2002.
29. Irish Agrément Board Certificate No. 98/0075 Monarflex Radon Resisting Membranes. 3rd Print - November 1999.



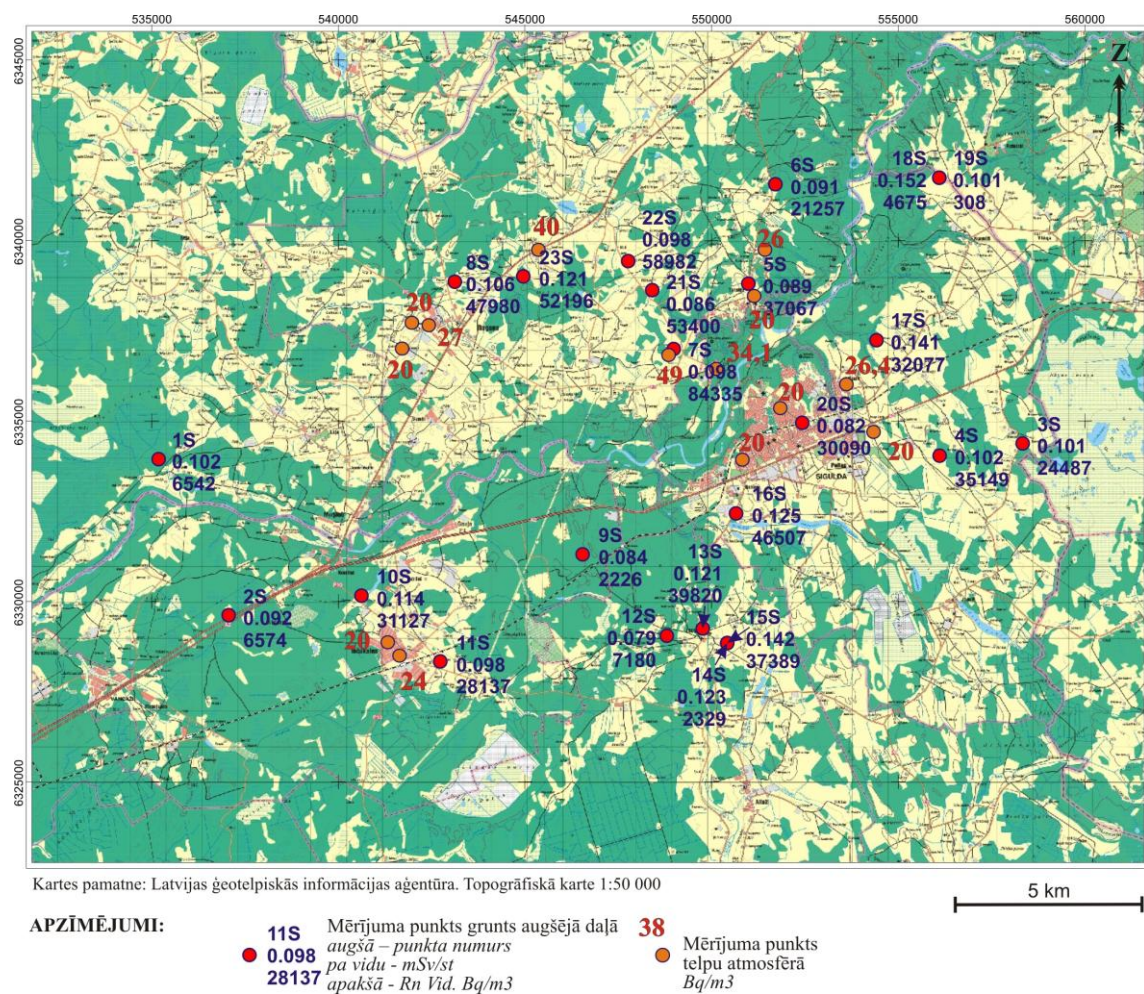
30. Technical Guidance Note No. 98/101 (b) Proper Evidence of a Test Result within the European Economic Area (EEA). Walsh, C.J. Sustainable Design International Ltd. Last updated - February 2002.
31. Radon Protection of Buildings - Critical Issues of Design & Construction in the E.U. Paper presented at the Third European Symposium on Protection against Radon, which was held in Liege, Belgium. 10th & 11th May 2001. Walsh, C.J. Sustainable Design International Ltd.
32. BRE Report - Modelling & Measurement of Soil Gas Flow Cripps, A.J. A publication of Building Research Establishment Ltd. London, England. 1998.
33. CIB Publication 204 - Protection of Buildings Against Soil Gas Entry International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). Report. CIB Working Commission 97 : Building on Contaminated Land. The Netherlands. September, 1997
34. "Recommended Residential Radon Mitigation Standard of Practice". United States Environmental Protection Agency. 2008-02-02.
35. "ASTM E2121-03 Standard Practice for Installing Radon Mitigation Systems in Existing Low-Rise Residential Buildings". ASTM International. 2008-02-02.
36. "Residential Mitigation Provider". The National Environmental Health Association—National Radon Proficiency Program. 2008-02-02.
37. Saïdou, Abdourahimi, Tchunte Siaka YF, Bouba O Indoor radon measurements in the uranium regions of Poli and Lolodorf, Cameroon Journal of Environmental Radioactivity. 2014 36-40.
38. Truta LA, Hofmann W, Cosma C. Lung cancer risk due to residential radon exposures: estimation and prevention. Radiat Prot Dosimetry. 2014 Jul;160(1-3):112-6
39. Kreuzer M, Dufey F, Laurier D, Nowak D, Marsh JW, Schnelzer M, Sogl M, Walsh L. Mortality from internal and external radiation exposure in a cohort of male German uranium millers, 1946-2008. 1. Int Arch Occup Environ Health. 2014 Aug 19.
40. Marsh JW, Harrison JD, Laurier D, Birchall A, Blanchardon E, Paquet F, Tirmarche M. Doses and lung cancer risks from exposure to radon and plutonium. 1. Int J Radiat Biol. 2014 Nov;90(11):1080-7.
41. Duan P, Quan C, Hu C, Zhang J, Xie F, Hu X, Yu Z, Gao B, Liu Z, Zheng H, Liu C, Wang C, Yu T, Qi S, Fu W, Kourouma A, Yang K. Eur J Cancer Prev. Nonlinear dose-response relationship between radon exposure and the risk of lung cancer: evidence from a meta-analysis of published observational studies. 1. Eur J Cancer Prev. 2014 Aug 11.
42. Rage E, Caër-Lorho S, Drubay D, Ancelet S, Laroche P, Laurier D. Mortality analyses in the updated French cohort of uranium miners (1946-2007). 1. Int Arch Occup Environ Health. 2014 Nov. 20
43. Iekštelpu gaisa kvalitāte: riska novērtēšana, iekštelpu gaisa kvalitātes vadlīnijas - izvēlētiem piesāņotājiem. LR Veselības ministrija. Veselības inspekcija. Informatīvais ziņojums 15.09.2011. <http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veselibagaiss/iekstelpu-gaiss/iekstelpu-gaisa-kvalitate>

44. Padomes Direktīvai 2013/51/EURATOM (2013.gada 22.oktobris), ar ko nosaka iedzīvotāju veselības aizsardzības prasības attiecībā uz radioaktīvām vielām dzeramajā ūdenī (turpmāk - Direktīva 2013/51/EURATOM),
45. Padomes Direktīvai 2013/59/EURATOM (2013.gada 5.decembris), ar ko nosaka drošības pamatstandartus aizsardzībai pret jonizējošā starojuma radītajiem draudiem un atceļ Direktīvu 89/618/Euratom, Direktīvu 90/641/Euratom, Direktīvu 96/29/Euratom, Direktīvu 97/43/Euratom un Direktīvu 2003/122/Euratom (turpmāk – Direktīva 2013/59/EURATOM)
46. Ministru kabineta rīkojums Nr. 130 no 2014. gada 26. martā „ Par Vides politikas pamatnostādņēm 2014.–2020. gadam,,
47. Agents Classified by the IARC Monographs  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
48. [http://ec.europa.eu/health/major\\_chronic\\_diseases/docs/2nd\\_implreport\\_cancerscreening\\_co\\_eppac\\_lv.pdf](http://ec.europa.eu/health/major_chronic_diseases/docs/2nd_implreport_cancerscreening_co_eppac_lv.pdf)
49. WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON 2009  
<http://www.nrsb.org/pdf/WHO%20Radon%20Handbook.pdf>
50. [http://konferences.db.lv/wp-content/uploads/2012/06/03\\_Onko\\_Eglitis\\_VA.pdf](http://konferences.db.lv/wp-content/uploads/2012/06/03_Onko_Eglitis_VA.pdf)
51. [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf)
52. Radon levels in dwellings 2007  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/97448/4.6\\_WEB.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/97448/4.6_WEB.pdf)
53. WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON 2009  
<http://www.nrsb.org/pdf/WHO%20Radon%20Handbook.pdf>
54. An Overview of radon surveys in Europe 2005  
[http://rem.jrc.ec.europa.eu/RemWeb/publications/EUR\\_RADON.pdf](http://rem.jrc.ec.europa.eu/RemWeb/publications/EUR_RADON.pdf)
55. Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI 2009.g.  
<http://www.nap.edu/catalog/5499.html>
56. European Forum on Radon Mapping. This web site provides support to a European Forum for discussing methods for mapping radon levels. HTU  
<http://radonmapping.jrc.it/UTH>

# **Pielikumi**

## **1. PIELIKUMS**














### **FAKTISKO MATERIĀLU UN MĒRĪJUMU REZULTĀTU KARTES**



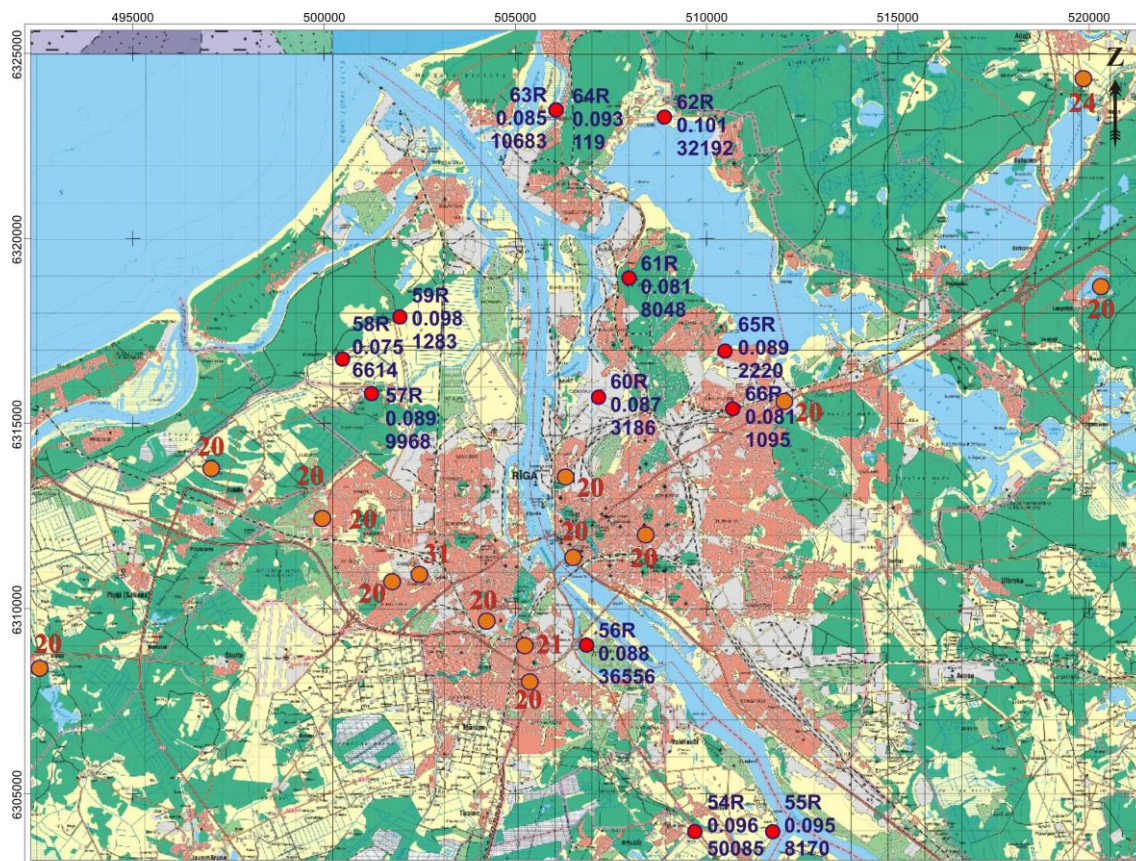
Faktiskā materiāla karte „Inčukalns - Vangaži” eksperimentālajā laukumā





- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>52T</b><br><b>0.094</b><br><b>341</b><br><b>38</b>                               | Mērījuma punkts grunts augšējā daļā<br><i>augšā – punkta numurs<br/>pa vidu - mSv/st<br/>apakšā - Rn Vid. Bq/m3</i> |   |   |
|  | Mērījuma punkts<br>telpu atmosfērā<br><i>Bq/m3</i>  |   |   |
|  | Ģeoloģiskās kartes pamatnē iekļauta<br>ģeoloģiskā griezumā līnija<br>ar ģeoloģisko urbumu numuriem                  |   |   |
|  | Smiltis   |  | Purvū nogulumu. Kūdra   |
|  | Smiltis ar granti<br>un oļiem   |  | Ezeru nogulumu. Smiltis, aleirīts, sapropelis, saldūdens kaļķieži |
|  | Māls  |  | Aluviālie nogulumu.<br>Smiltis, grants, oļājs, aleirīts           |
|  | Aleirīts  |  | Eolie nogulumu. Smiltis   |
|  | Kūdra   |  | Litorīnas jūras nogulumu.<br>Smiltis, grants, aleirīts            |
|  | Pirmskvartāra ieži  |   |   |

Rn<sup>222</sup>, gamma aktivitātes mērījumu rezultāti un ģeoloģiskā karte „Inčukalns - Vangaži” eksperimentālajam laukumam



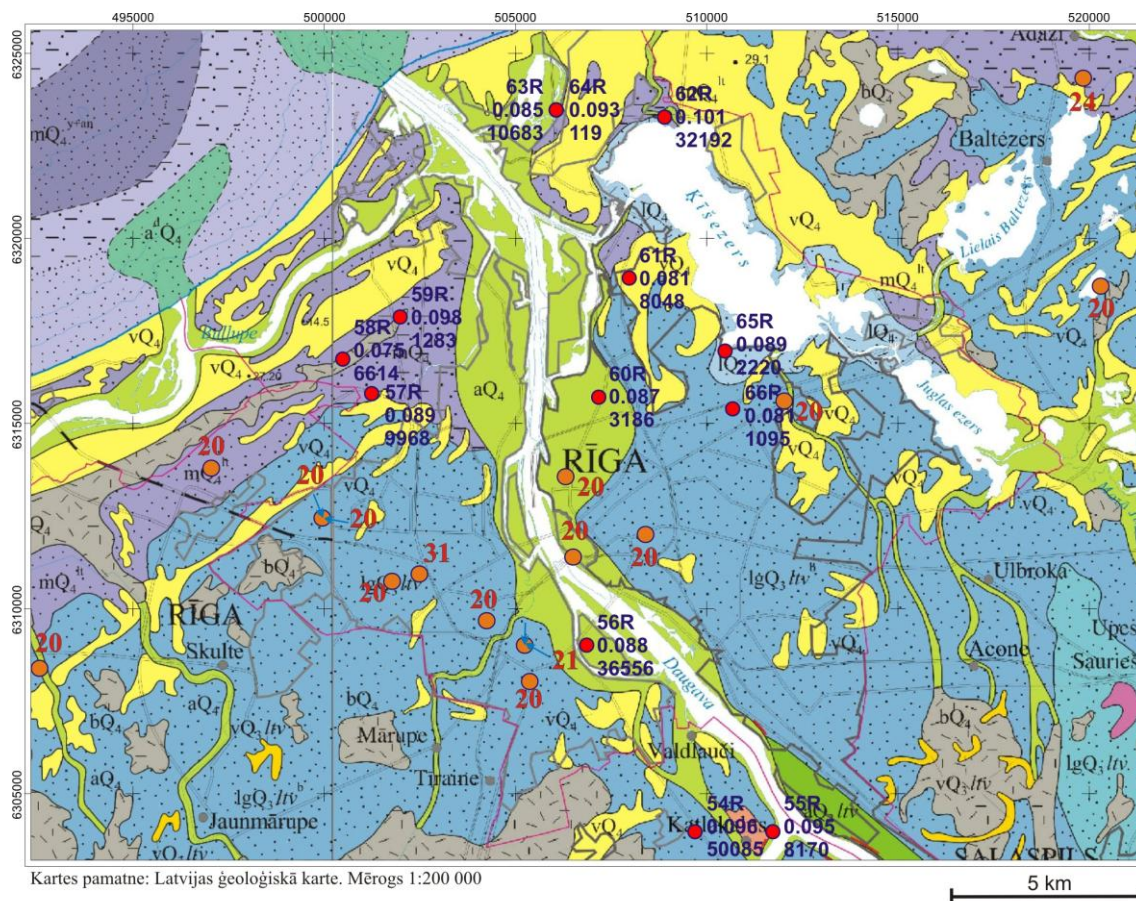
Kartes pamatne: Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūra. Topogrāfiskā karte 1:50 000

#### APZĪMĒJUMI:

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>55R</b> Mērījuma punkts grunts augšējā daļā</p> <p><b>0.095</b> augšā – punkta numurs</p> <p><b>8170</b> pa vidu – mSv/st</p> <p>apakšā – Rn Vid. Bq/m<sup>3</sup></p> | <p><b>38</b> Mērījuma punkts telpu atmosfērā</p> <p>Bq/m<sup>3</sup></p> |
|--|--|

Faktiskā materiāla karte „Rīgas apkārtnē” eksperimentālajā laukumā





## APZĪMĒJUMI

- 52T** Mērījuma punkts grunts augšējā daļā  
**0.094** augšā – punkta numurs  
**341** pa vidu – mŠv/st  
**38** apakšā – Rn Vid. Bq/m<sup>3</sup>  
 Mērījuma punkts telpu atmosfērā Bq/m<sup>3</sup>  
 5 16 Ģeoloģiskās kartes pamatnē iekļauta ģeoloģiskā griezumā līnija ar ģeoloģisko urbumu numuriem

- Smilts  
 Smilts ar granti un oļiem  
 Māls  
 Aleirīts  
 Kūdra  
 Pirmskvartāra ieži

## HOLOCĒNS

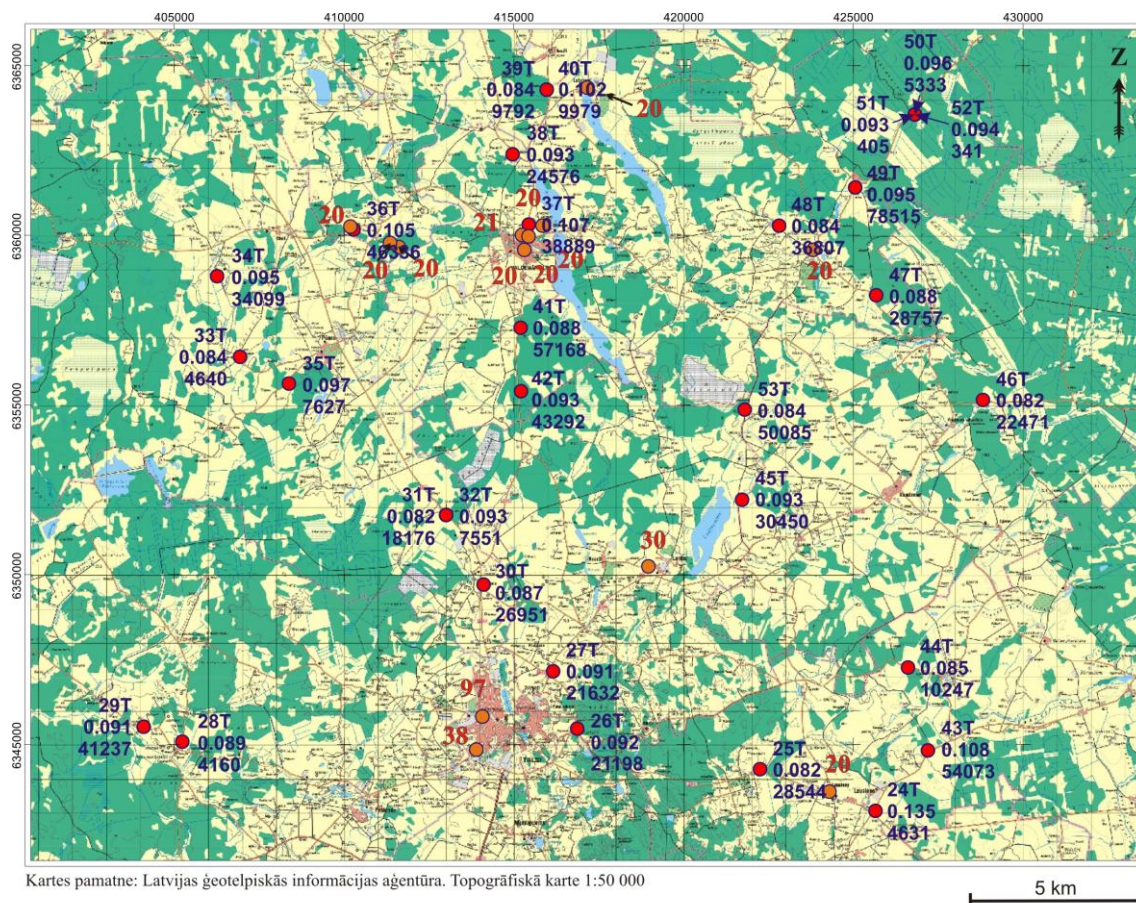
- bQ<sub>4</sub> Purvu nogulumu. Kūdra  
 lQ<sub>4</sub> Ezeru nogulumu. Smilts, aleirīts, sapropelis, saldūdens kaļķieži  
 aQ<sub>4</sub> Aluviālie nogulumu. Smilts, grants, oļājs, aleirīts  
 vQ<sub>4</sub> Eolie nogulumu. Smilts  
 mQ<sub>4</sub><sup>h</sup> Litorīnas jūras nogulumu. Smilts, grants, aleirīts

AUGŠPLEISTOCĒNS  
Latvijas svīta

- vQ<sub>3</sub>/lv Eolie nogulumu. Smilts  
 lgQ<sub>3</sub>/lv<sup>b</sup> Baltijas ledus ezera nogulumu. Smilts, grants, oļājs, aleirīts, māls  
 lgQ<sub>3</sub>/lv Limnogiāciālie nogulumu. Smilts, aleirīts, māls  
 fQ<sub>3</sub>/lv Fluviogiāciālie nogulumu. Smilts, grants, oļājs  
 gQ<sub>3</sub>/lv Glacigēnie nogulumu. Morēnas mālsmilts un smilšmāls

Rn<sup>222</sup>, gamma aktivitātes mērījumu rezultāti un ģeoloģiskā karte „Rīgas apkārtnē” eksperimentālajam laukumam



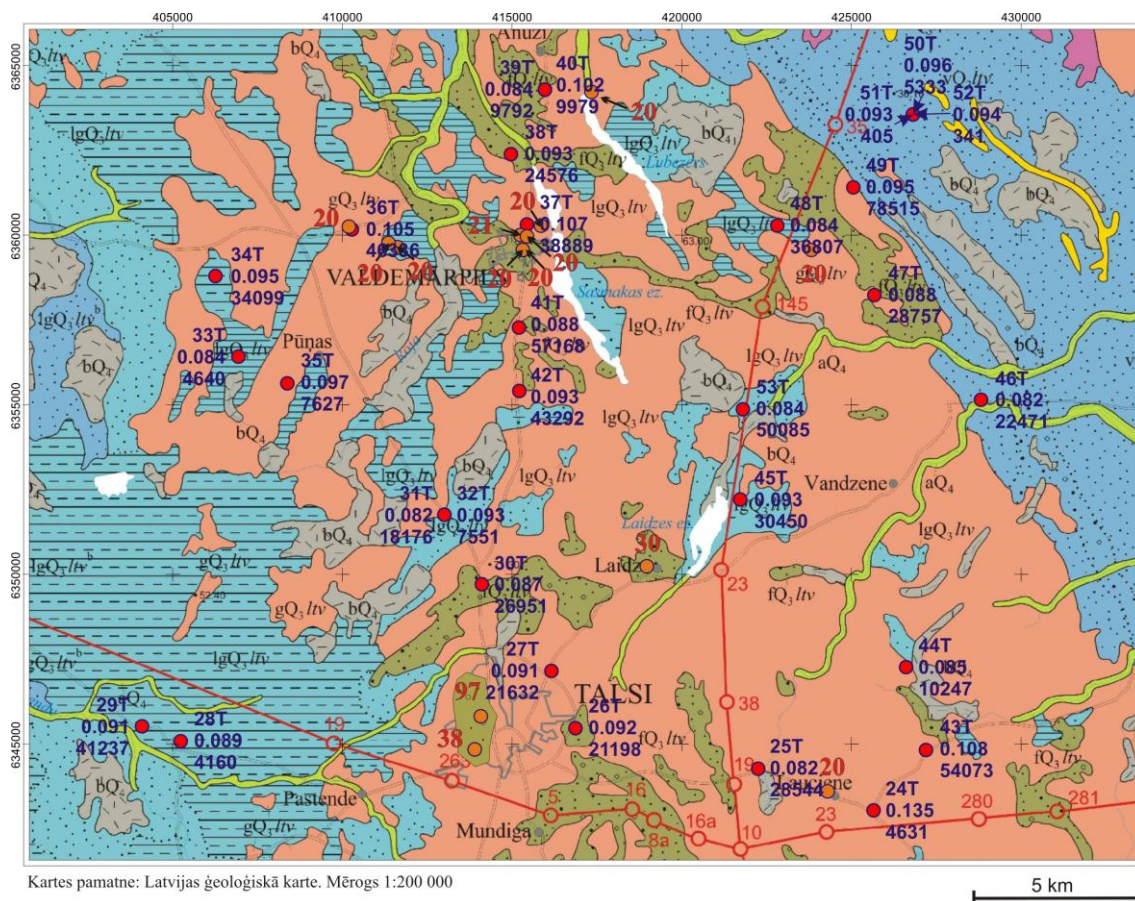


## APZĪMĒJUMI:

- |   |  |
|---|--|
| <p>● <b>26T</b> Mērījuma punkts grunts augšējā daļā</p> <p>● <b>0.092</b> augšā – punkta numurs</p> <p>● <b>21198</b> pa vidu - mSv/st</p> <p>apakšā - Rn Vid. Bq/m<sup>3</sup></p> | <p>● <b>38</b> Mērījuma punkts telpu atmosfērā</p> <p>Bq/m<sup>3</sup></p> |
|---|--|

Faktiskā materiāla karte „Talsi - Valdemārpils” eksperimentālajā laukumā





## APZĪMĒJUMI

- 52T** Mērījuma punkts grunts augšējā daļā  
**0.094** augšā – punkta numurs  
**341** pa vidu – mSv/st  
 apakšā – Rn Vid. Bq/m<sup>3</sup>
- 38** Mērījuma punkts  
 telpu atmosfērā  
 Bq/m<sup>3</sup>
- 5** **16** Ģeoloģiskās kartes pamatnē iekļauta  
 ģeoloģiskā griezumā līnija  
 ar ģeoloģisko urbumu numuriem
- Smilts
- Smilts ar granti  
 un oļiem
- Māls
- Aleirīts
- Kūdra
- Pirmskvartāra ieži

## HOLOCĒNS

- bQ<sub>4</sub>** Purvu nogulumi. Kūdra
- lQ<sub>4</sub>** Ezeru nogulumi. Smilts, aleirīts,  
 sapropelis, saldūdens kaļķieži
- aQ<sub>4</sub>** Aluviālie nogulumi.  
 Smilts, grants, oļājs, aleirīts
- vQ<sub>4</sub>** Eolie nogulumi. Smilts
- mQ<sub>4</sub><sup>h</sup>** Litorīnas jūras nogulumi.  
 Smilts, grants, aleirīts

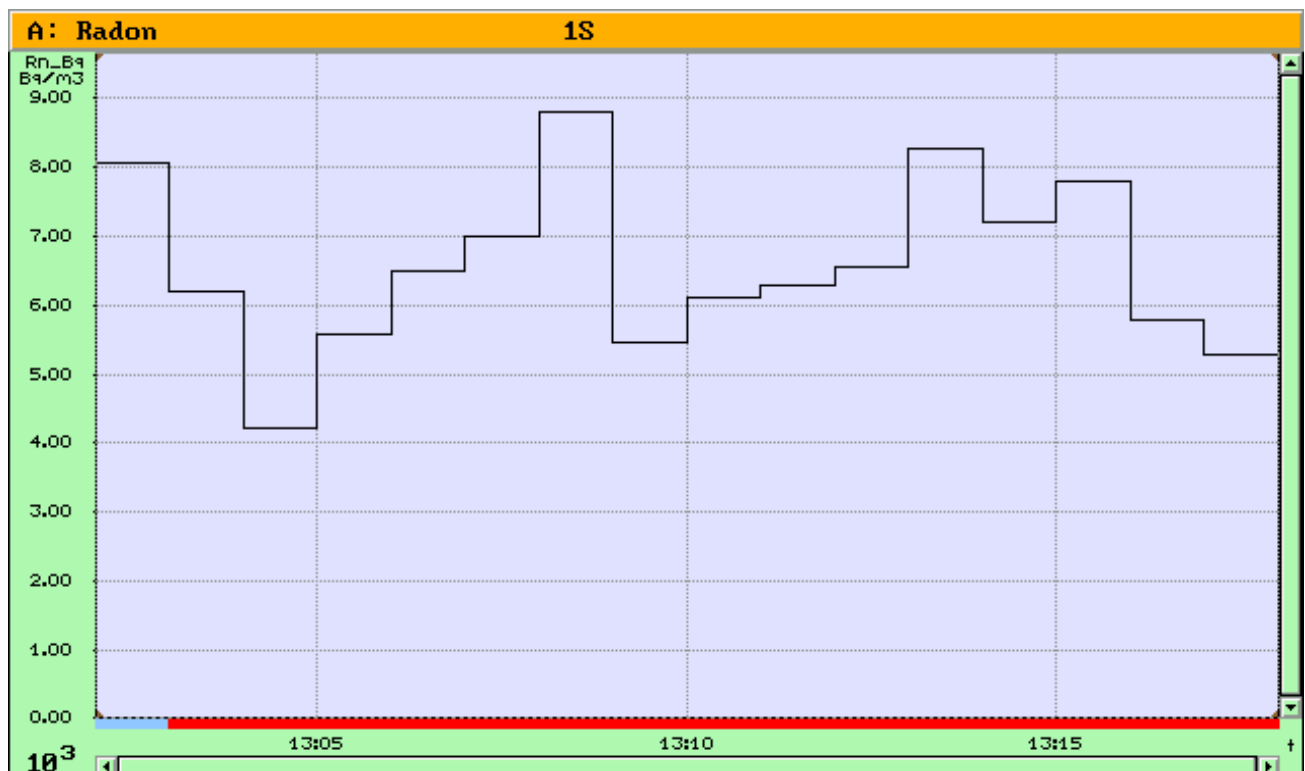
AUGŠPLEISTOCĒNS  
Latvijas svīta

- vQ<sub>3</sub>/lv** Eolie nogulumi. Smilts
- lgQ<sub>3</sub>/lv<sup>h</sup>** Baltijas ledus ezera nogulumi.  
 Smilts, grants, oļājs, aleirīts, māls
- lgQ<sub>3</sub>/lv** Limnoglaciālie nogulumi.  
 Smilts, aleirīts, māls
- fgQ<sub>3</sub>/lv** Fluvioglaciālie nogulumi.  
 Smilts, grants, oļājs
- gQ<sub>3</sub>/lv** Glacigēnie nogulumi.  
 Morēnas mālsmilts un smilsmāls

Rn<sup>222</sup>, gamma aktivitātes mērījumu rezultāti un ģeoloģiskā karte „Talsi - Valdemārpils”  
 eksperimentālajam laukumam

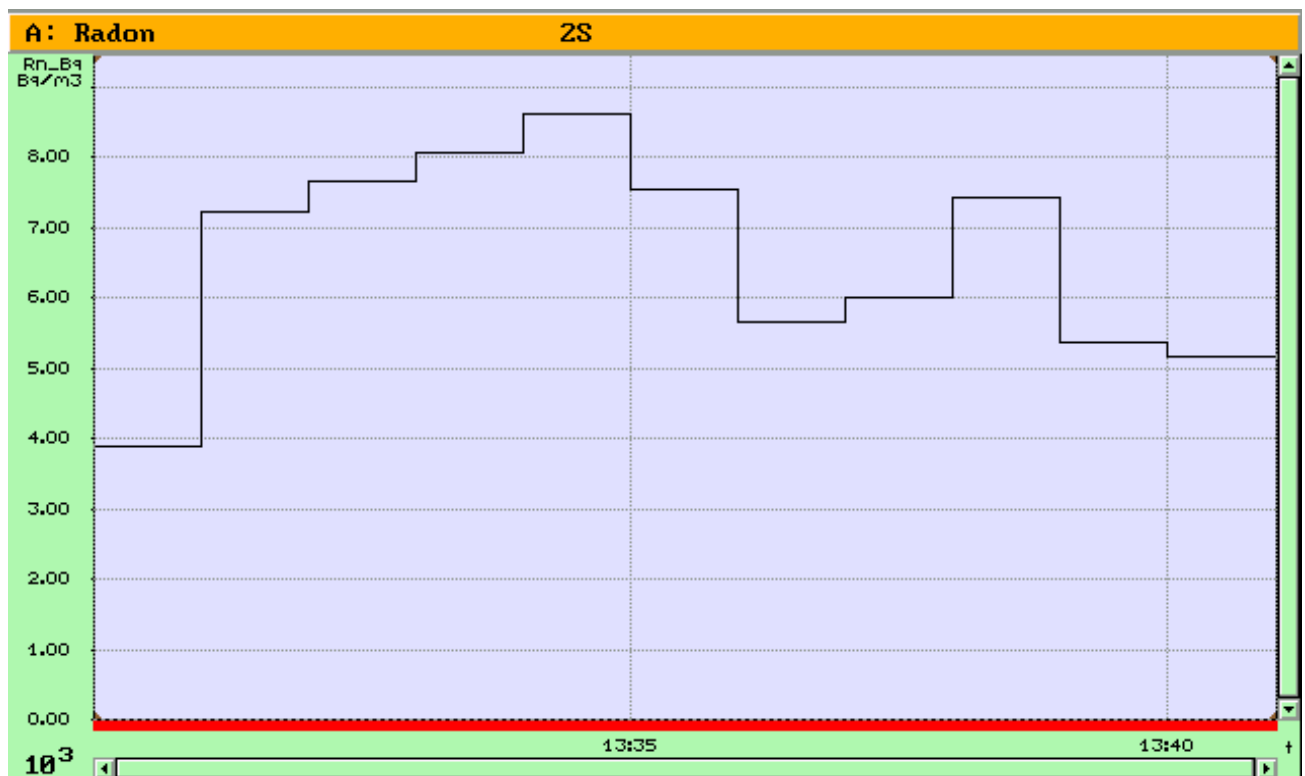
## **2. PIELIKUMS**

### **Rn<sup>222</sup> MĒRĪJUMU PROTOKOLI**

1S. Rn<sup>222</sup> mērījums

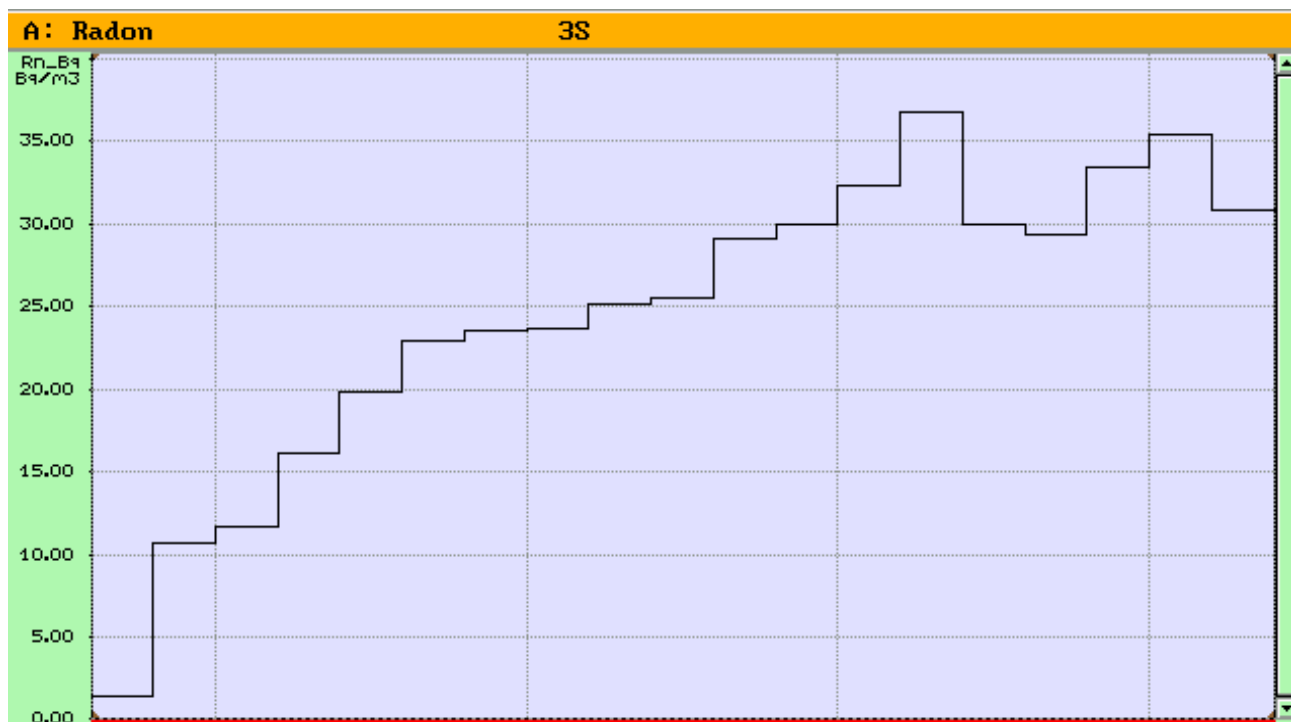
|  |  |         |                              |         |                   |
|--|--|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  |         |                              | 1S      | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |         |                              |         |                   |
| total data set: 04.09.14 13:02:00 to 04.09.14 13:18:00 (16min) |  |         |                              |         |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +6542  |  | +4192   | 04.09.14 13:05:00            | +8768   | 04.09.14 13:09:00 |
| Radon-time-integral  |  |         | 1.74e+000 ±1.66e-001 kBqh/m3 |         |                   |

|                       |      |                   |
|-----------------------|------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 6542 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 4192 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 8768 | Bq/m <sup>3</sup> |

2S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |  |                              |                   |             |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  |                              |                   | 2S [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |             |                   |
| total data set: 04.09.14 13:30:00 to 04.09.14 13:41:00 (11min) |  |                              |                   |             |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum     |                   |
| +6574  |  | +3872                        | 04.09.14 13:31:00 | +8576       | 04.09.14 13:35:00 |
| Radon-time-integral  |  | 1.21e+000 ±1.30e-001 kBqh/m3 |                   |             |                   |

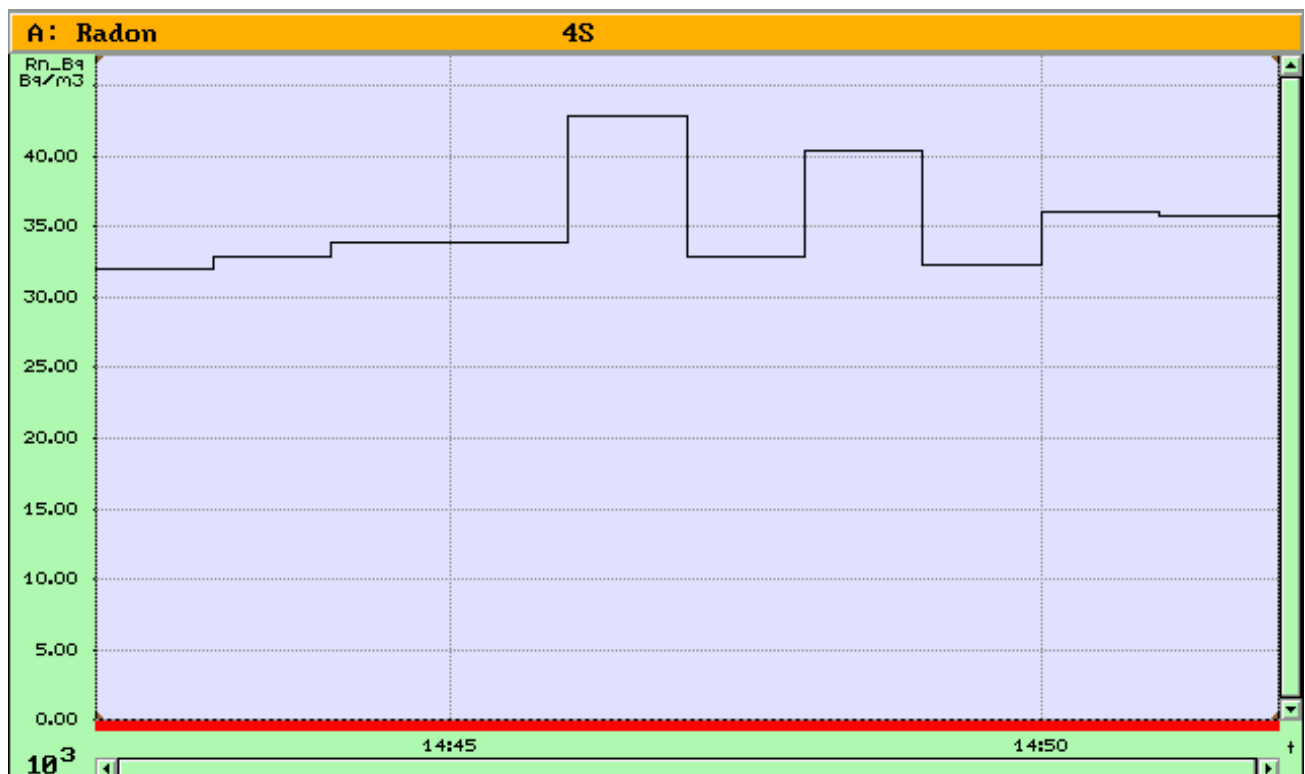
|                       |      |                   |
|-----------------------|------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 6574 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 3872 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 8576 | Bq/m <sup>3</sup> |

**3S. Rn<sup>222</sup> mērījums**

Statistics for data set: Rn\_Bq [Bq/m3]

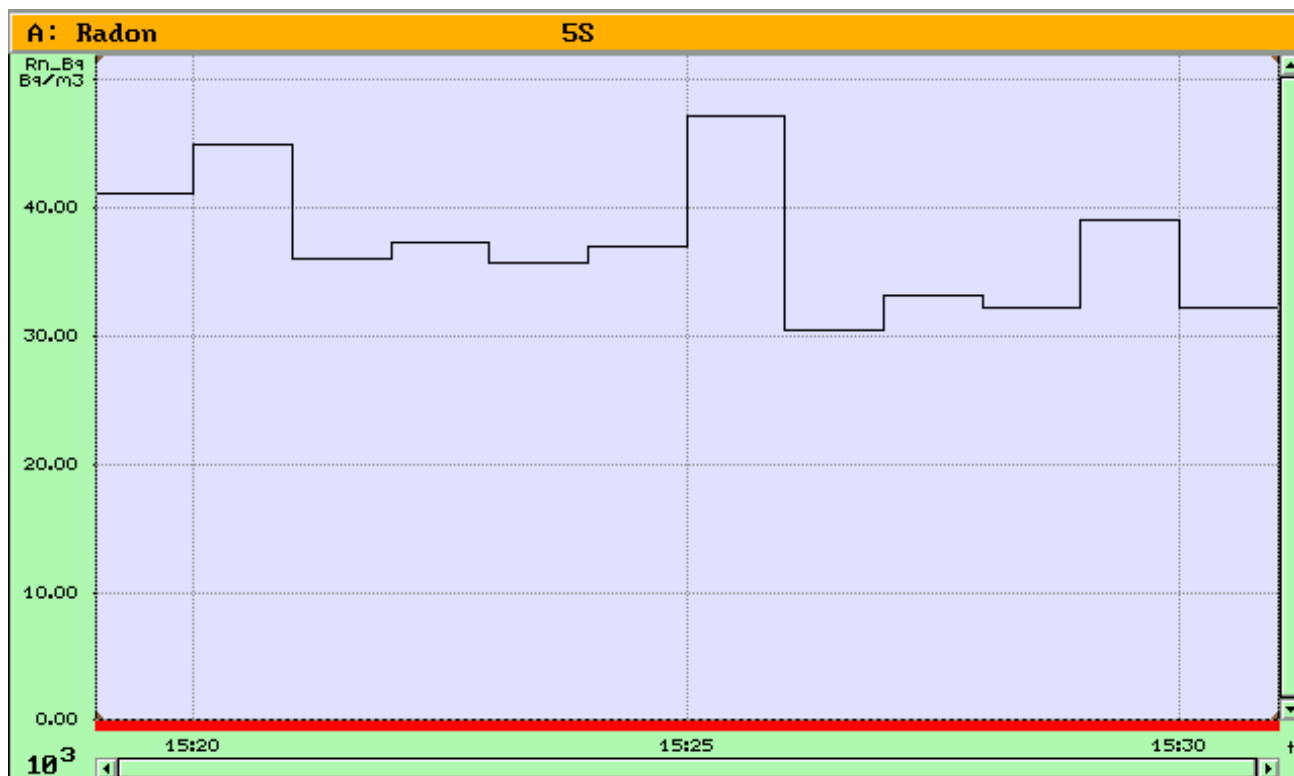
| within marker area: 04.09.14 14:13:00 to 04.09.14 14:32:00 (19min) |  |                              |                   |         |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum |                   |
| +24487   |  | +1256                        | 04.09.14 14:14:00 | +36608  | 04.09.14 14:27:00 |
| Radon-time-integral  |  | 7.75e+000 ±4.13e-001 kBqh/m3 |                   |         |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 24487 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 1256  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 36608 | Bq/m <sup>3</sup> |

4S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 4S                           | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 04.09.14 14:42:00 to 04.09.14 14:52:00 (10min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +35149   | +31872  | 04.09.14 14:43:00            | +42752 04.09.14 14:47:00 |
| Radon-time-integral  |         | 5.86e+000 ±2.74e-001 kBqh/m3 |                          |

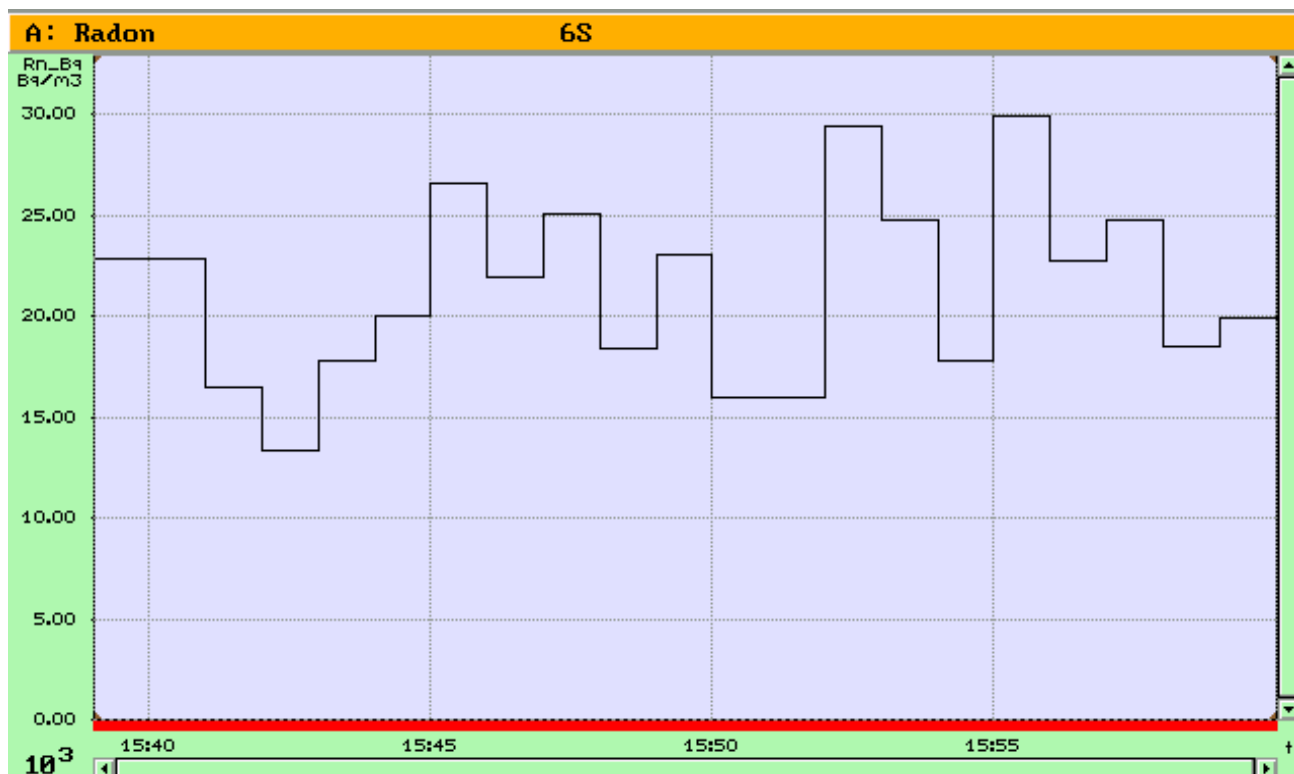
|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 35149 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 31872 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 42752 | Bq/m <sup>3</sup> |

5S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |  |         |                   |
|--|---------|------------------------------|--|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         |                              |  | 5S      | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |         |                   |
| total data set: 04.09.14 15:19:00 to 04.09.14 15:31:00 (12min) |         |                              |  |         |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum |                   |
| +37067   | +30336  | 04.09.14 15:27:00            |  | +47104  | 04.09.14 15:26:00 |
| Radon-time-integral  |         | 7.41e+000 ±2.80e-001 kBqh/m3 |  |         |                   |

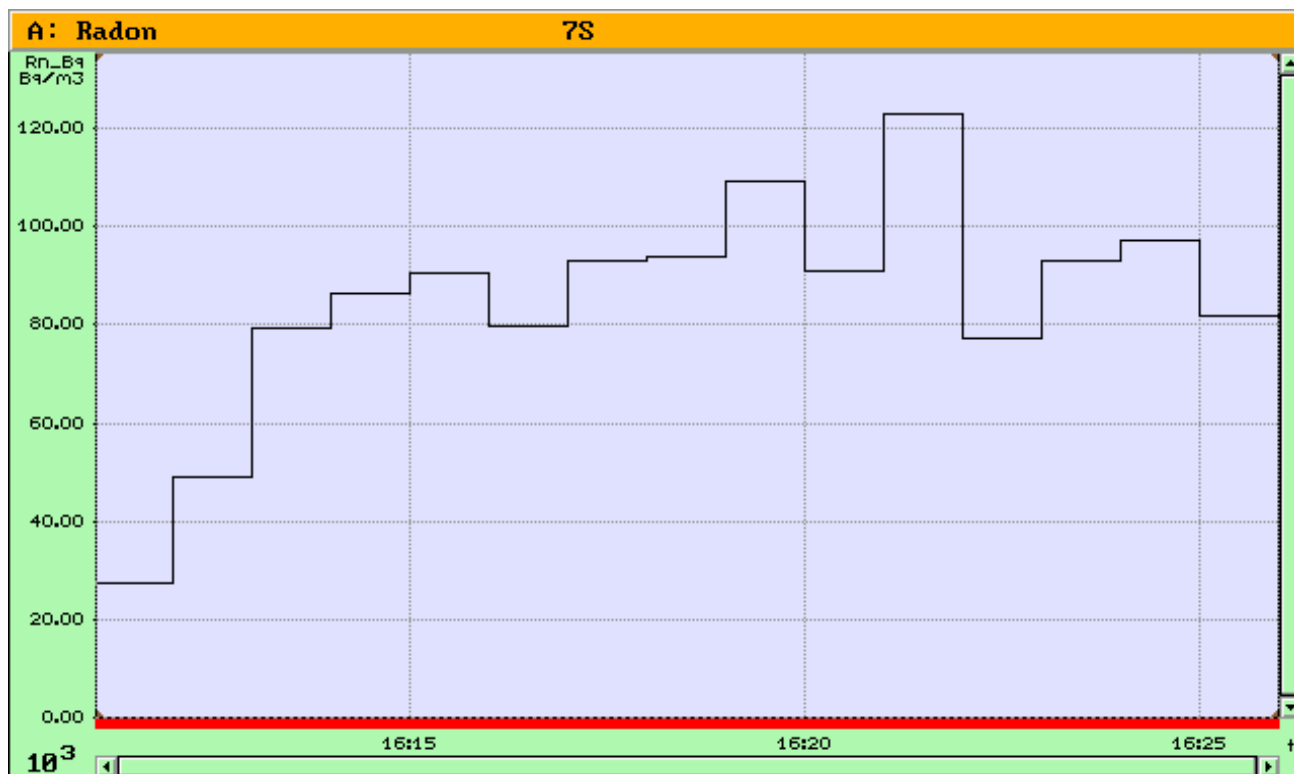
|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 37067 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 30336 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 47104 | Bq/m <sup>3</sup> |



6S. Rn<sup>222</sup> mērījums

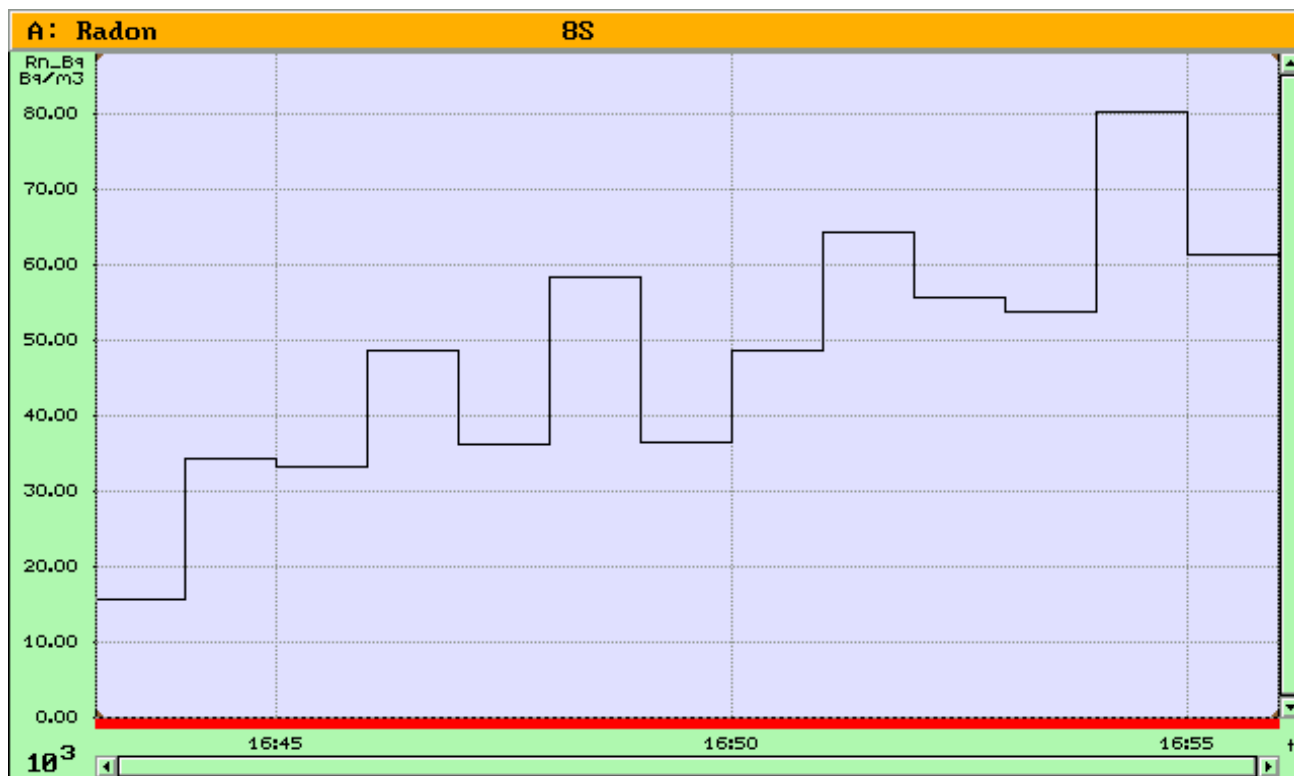
| Information to window A: Radon 6S [EF1053]                     |         |                              |         |                   |
|--|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                         |         |                              |         |                   |
| total data set: 04.09.14 15:39:00 to 04.09.14 16:00:00 (21min) |         |                              |         |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +21257   | +13248  | 04.09.14 15:43:00            | +29824  | 04.09.14 15:56:00 |
| Radon-time-integral  |         | 7.44e+000 ±4.29e-001 kBqh/m³ |         |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 21257 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 13248 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 29824 | Bq/m <sup>3</sup> |

7S. Rn<sup>222</sup> mērījums

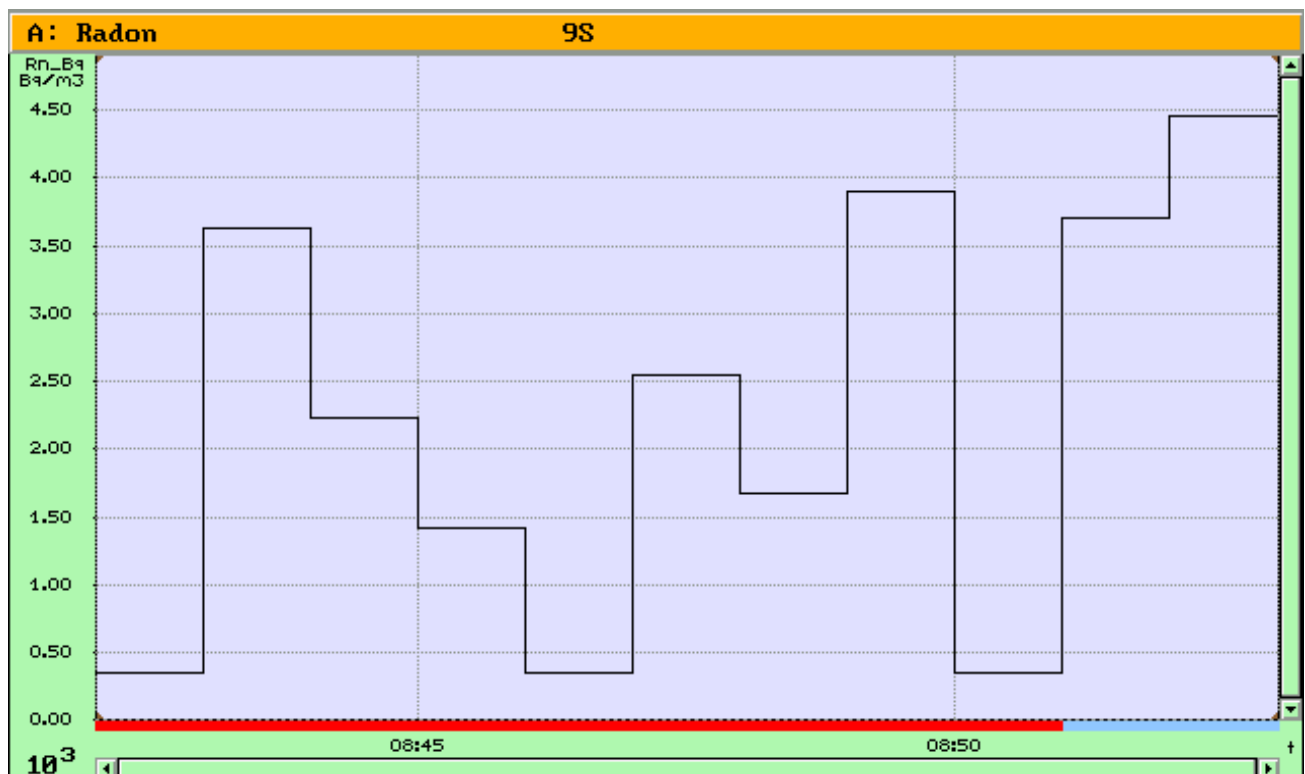
|  |  |                              |  |                   |  |
|--|--|------------------------------|--|-------------------|--|
| Information to window A: Radon                                 |  | 7S                           |  | [EF1053]          |  |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |  |                   |  |
| total data set: 04.09.14 16:11:00 to 04.09.14 16:26:00 (15min) |  |                              |  |                   |  |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |  | Maximum           |  |
| +84335   |  | +27008                       |  | 04.09.14 16:12:00 |  |
|  |  |                              |  | +1.2E+05          |  |
|  |  |                              |  | 04.09.14 16:22:00 |  |
| Radon-time-integral  |  | 2.11e+001 ±7.04e-001 kBqh/m3 |  |                   |  |

|                       |         |                   |
|-----------------------|---------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 84335   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 27008   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 1.2E+05 | Bq/m <sup>3</sup> |

8S. Rn<sup>222</sup> mērījums

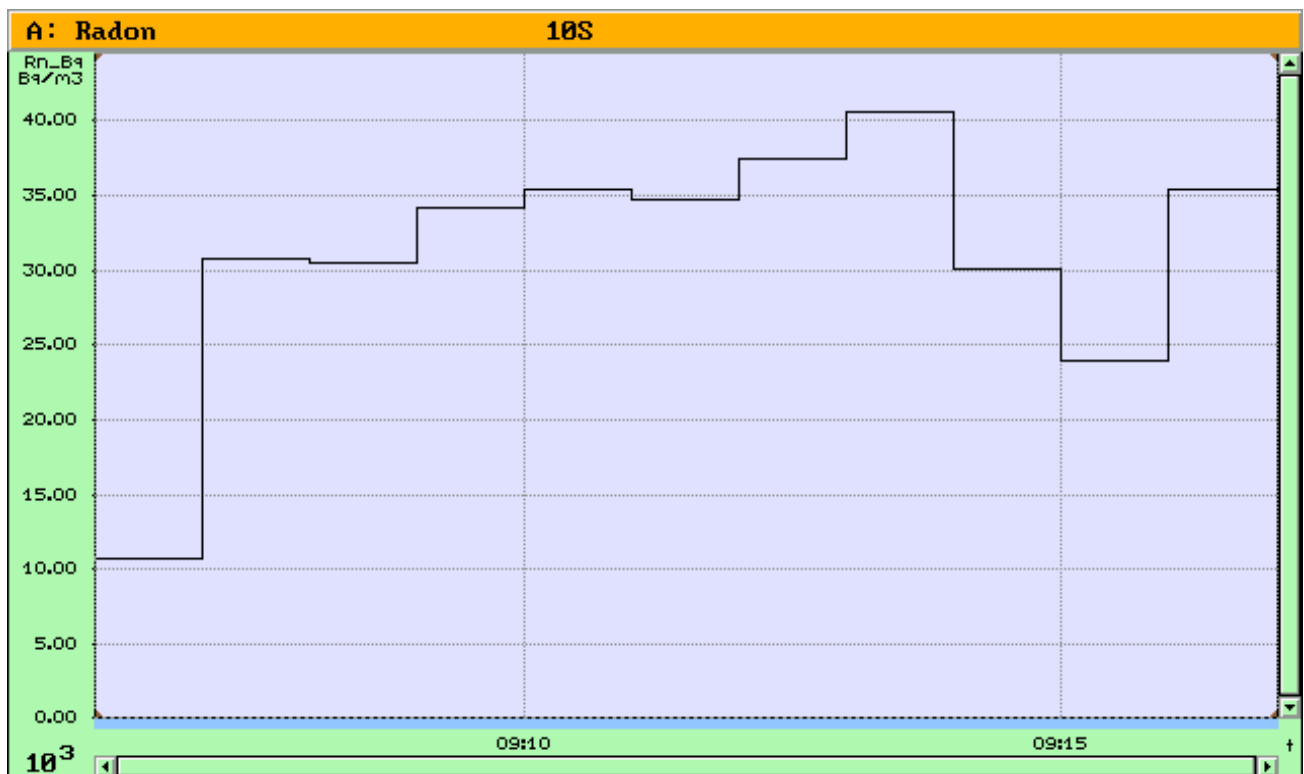
|  |  |                              |                   |              |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  |                              |                   | 8S [EF10531] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |              |                   |
| total data set: 04.09.14 16:43:00 to 04.09.14 16:56:00 (13min) |  |                              |                   |              |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum      |                   |
| +47980   |  | +15488                       | 04.09.14 16:44:00 | +79872       | 04.09.14 16:55:00 |
| Radon-time-integral  |  | 1.04e+001 ±3.74e-001 kBqh/m3 |                   |              |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 47980 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 15488 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 79872 | Bq/m <sup>3</sup> |

9S. Rn<sup>222</sup> mērījums

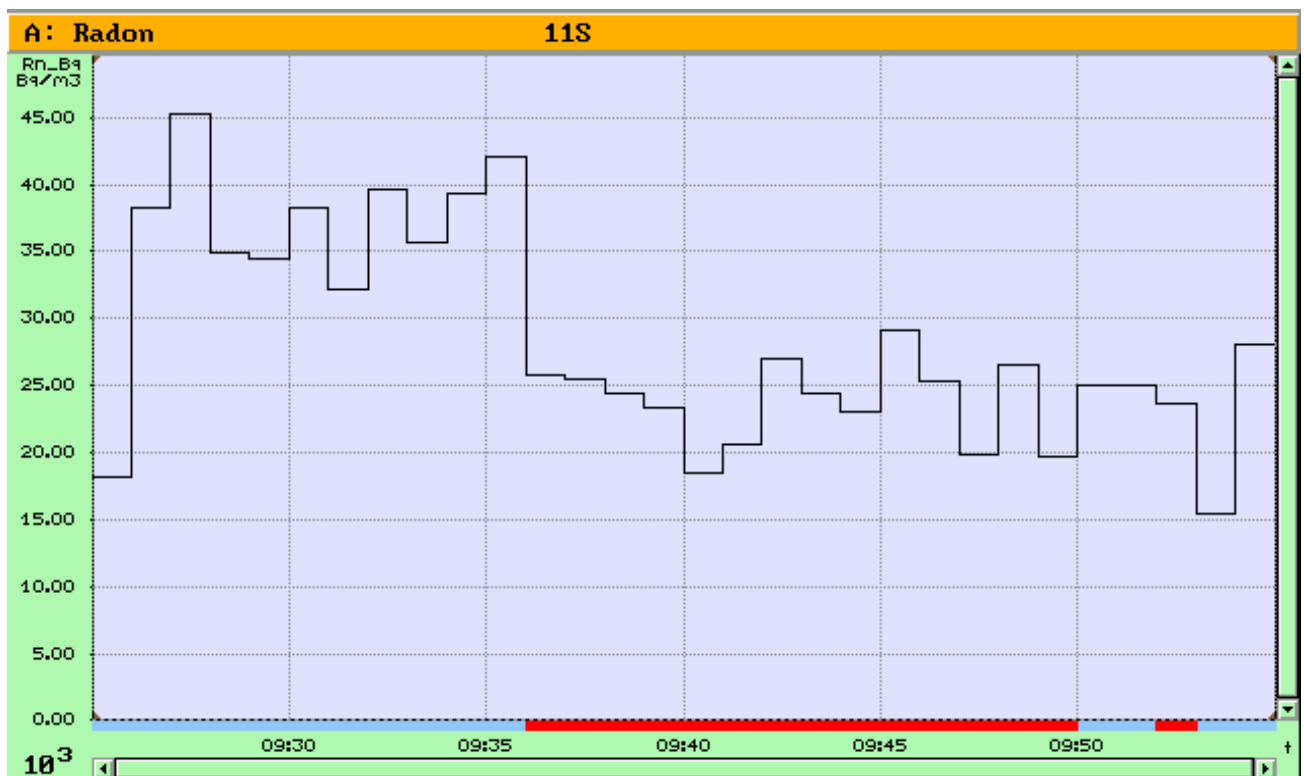
|  |         |                              |  |          |                   |
|--|---------|------------------------------|--|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 9S                           |  | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |          |                   |
| total data set: 05.09.14 08:42:00 to 05.09.14 08:53:00 (11min) |         |                              |  |          |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum  |                   |
| +2226  | +334    | 05.09.14 08:51:00            |  | +4448    | 05.09.14 08:53:00 |
| Radon-time-integral  |         | 4.08e-001 ±1.49e-001 kBqh/m3 |  |          |                   |

|                       |      |                   |
|-----------------------|------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 2226 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 334  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 4448 | Bq/m <sup>3</sup> |

10S. Rn<sup>222</sup> mērījums

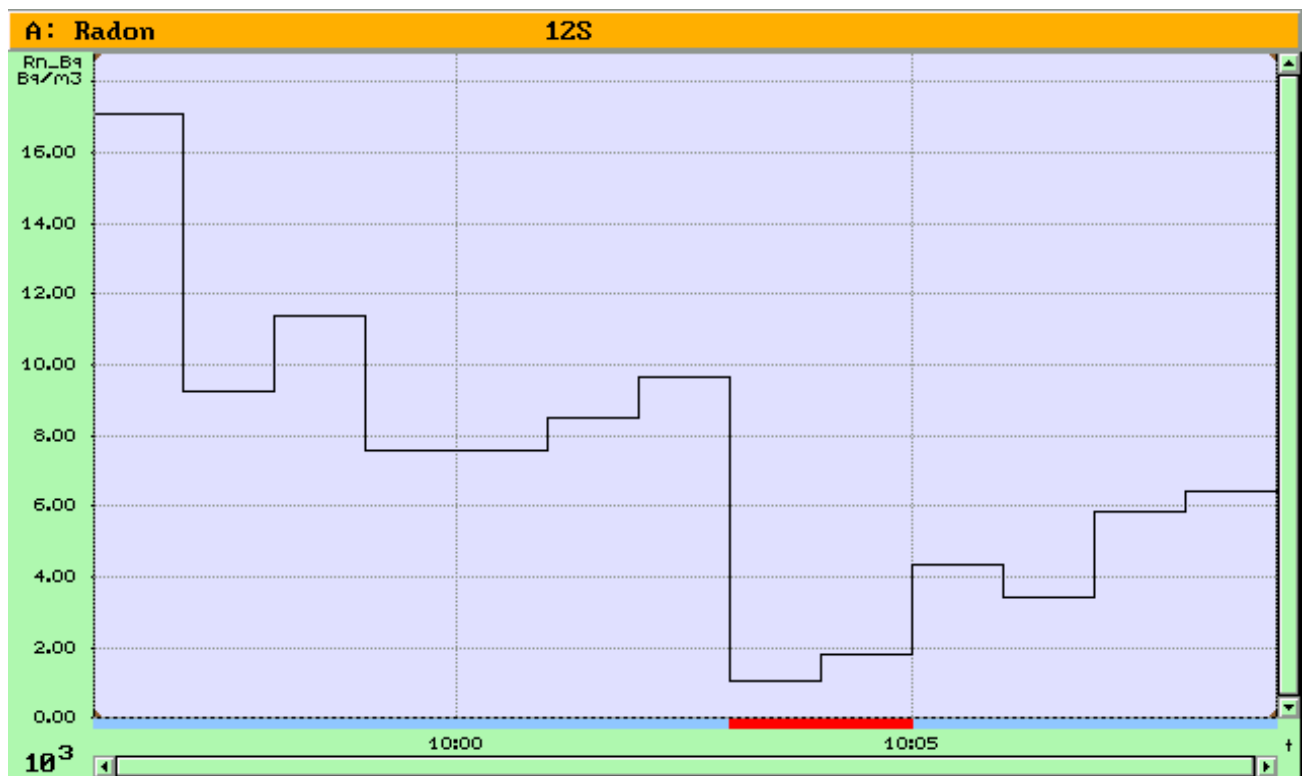
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 10S                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 05.09.14 09:06:00 to 05.09.14 09:17:00 (11min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +31127   |  | +10624                       | 05.09.14 09:07:00 | +40448   | 05.09.14 09:14:00 |
| Radon-time-integral  |  | 5.71e+000 ±2.86e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 31127 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 10624 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 40448 | Bq/m <sup>3</sup> |

11S. Rn<sup>222</sup> mērījums

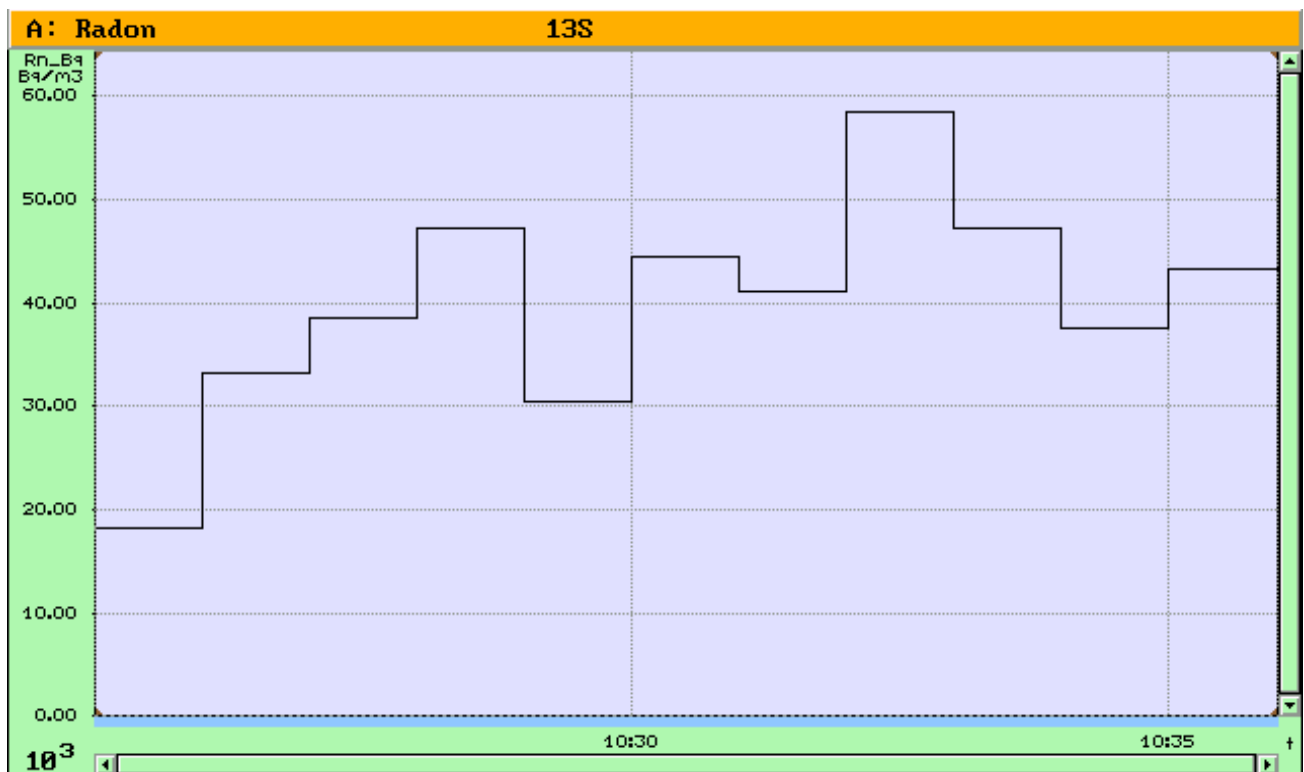
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 11S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 09:25:00 to 05.09.14 09:55:00 (30min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +28137   | +15296  | 05.09.14 09:54:00            | +45056 05.09.14 09:28:00 |
| Radon-time-integral  |         | 1.41e+001 ±6.33e-001 kBqh/m3 |                          |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 28137 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 15296 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 45056 | Bq/m <sup>3</sup> |

12S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 12S                          | [EF10531]                |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 09:56:00 to 05.09.14 10:09:00 (13min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +7180  | +1024   | 05.09.14 10:04:00            | +17024 05.09.14 09:57:00 |
| Radon-time-integral  |         | 1.56e+000 ±2.26e-001 kBqh/m3 |                          |

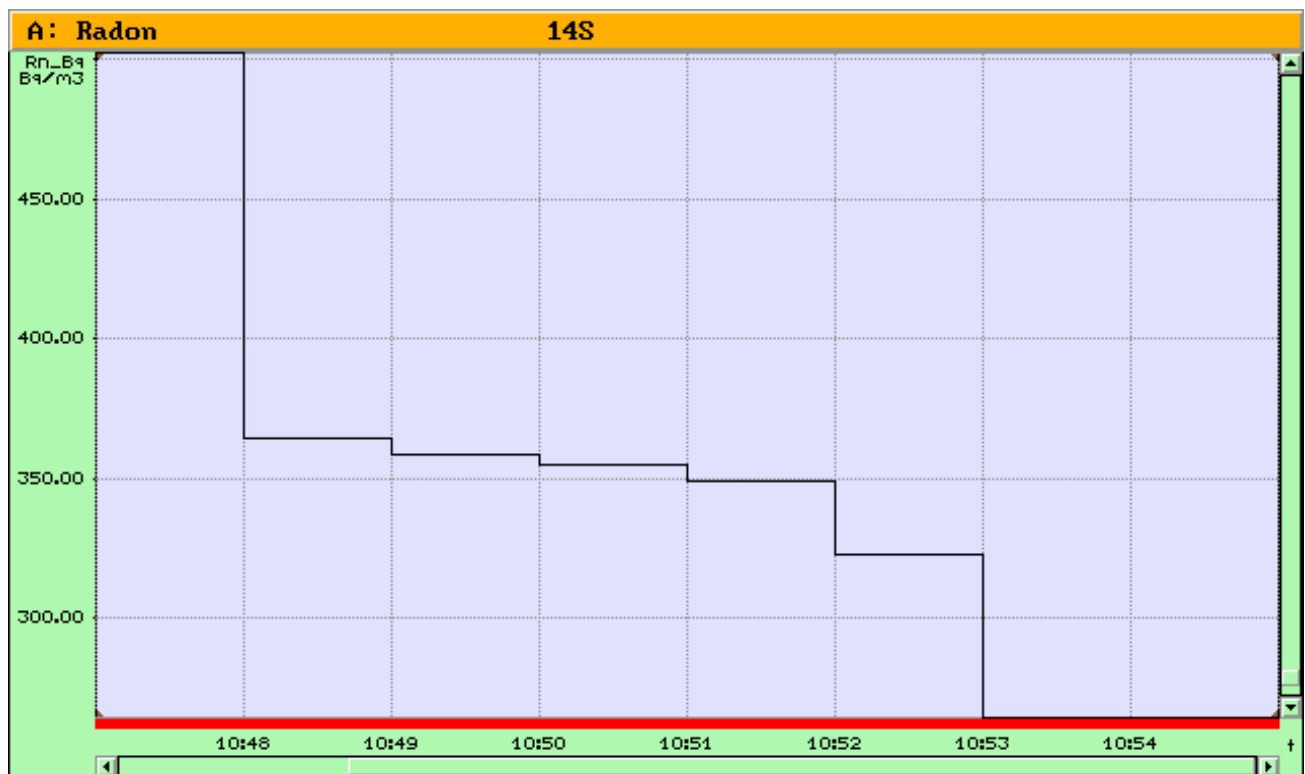
|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 7180  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 1024  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 17024 | Bq/m <sup>3</sup> |

13S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 13S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 10:25:00 to 05.09.14 10:36:00 (11min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +39820   | +18048  | 05.09.14 10:26:00            | +58368 05.09.14 10:33:00 |
| Radon-time-integral  |         | 7.30e+000 ±2.95e-001 kBqh/m3 |                          |

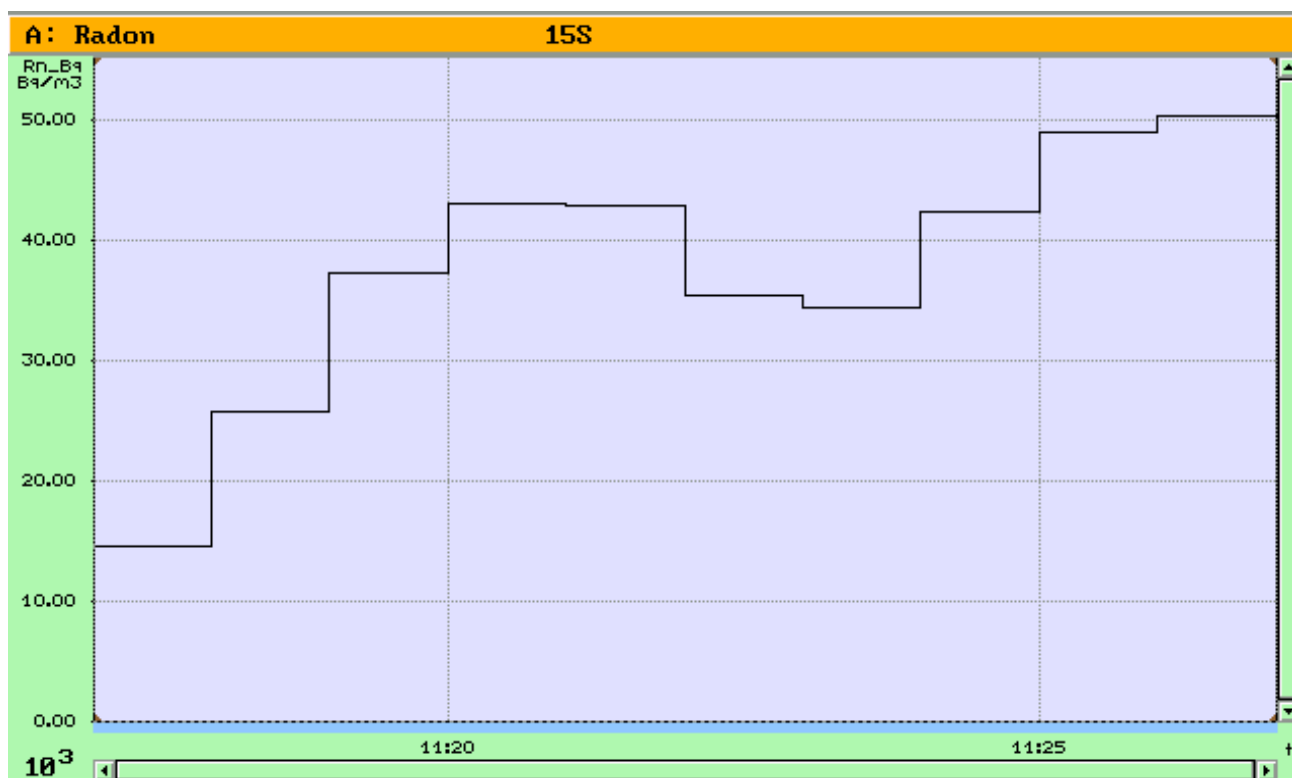
|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 39820 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 18048 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 58368 | Bq/m <sup>3</sup> |



14S. Rn<sup>222</sup> mērījums

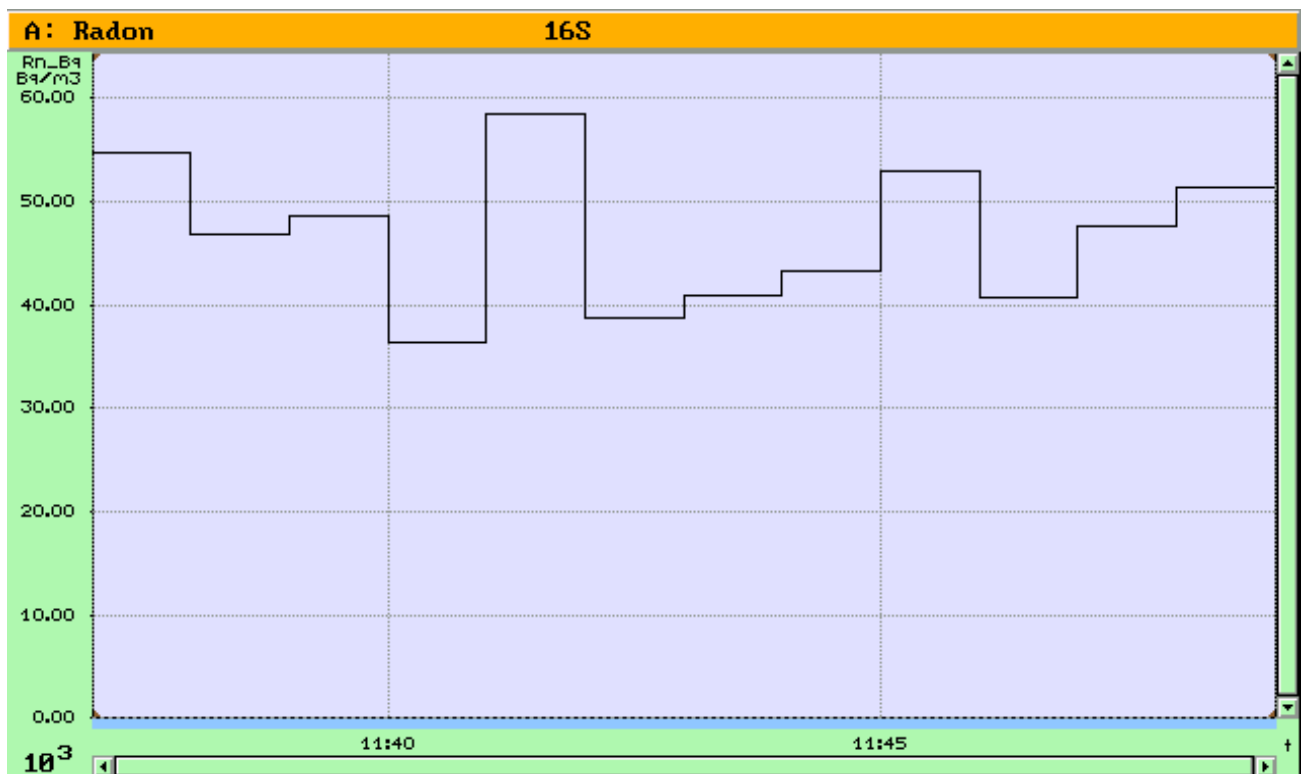
| Information to window A: Radon                                 |             |                              |                   | 14S     | [EF1053]          |
|--|-------------|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                         |             |                              |                   |         |                   |
| total data set: 05.09.14 10:45:00 to 05.09.14 10:55:00 (10min) |             |                              |                   |         |                   |
|  | Arith. mean | Minimum                      |                   | Maximum |                   |
|  | +2329       | +264                         | 05.09.14 10:54:00 | +15104  | 05.09.14 10:46:00 |
| Radon-time-integral  |             | 3.88e-001 ±1.28e-001 kBqh/m³ |                   |         |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 2329  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 264   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 15104 | Bq/m <sup>3</sup> |

15S. Rn<sup>222</sup> mērījums

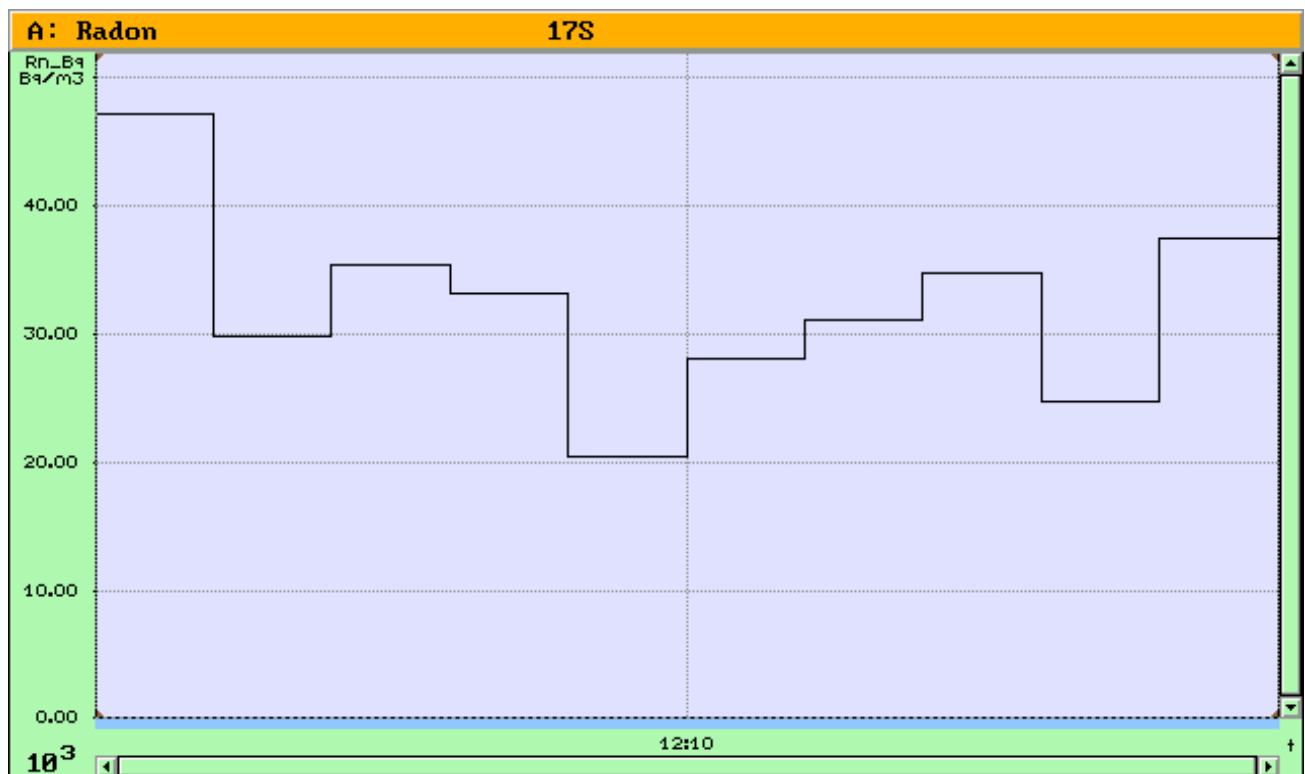
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 15S                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 05.09.14 11:17:00 to 05.09.14 11:27:00 (10min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +37389   |  | +14464                       | 05.09.14 11:18:00 | +50176   | 05.09.14 11:27:00 |
| Radon-time-integral  |  | 6.23e+000 ±2.62e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 37389 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 14464 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 50176 | Bq/m <sup>3</sup> |

16S. Rn<sup>222</sup> mērījums

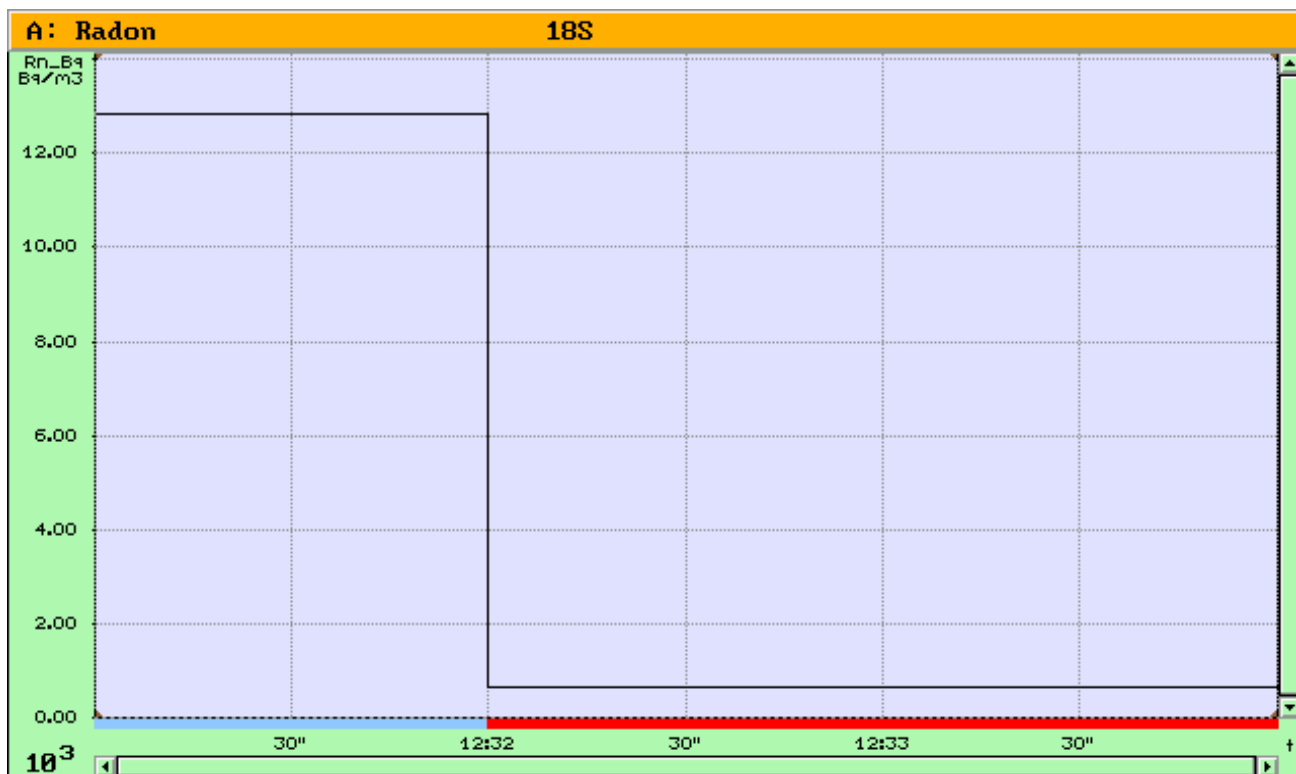
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 16S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 11:37:00 to 05.09.14 11:49:00 (12min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +46507   | +36096  | 05.09.14 11:41:00            | +58368 05.09.14 11:42:00 |
| Radon-time-integral  |         | 9.30e+000 ±3.27e-001 kBqh/m3 |                          |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 46507 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 36096 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 58368 | Bq/m <sup>3</sup> |

17S. Rn<sup>222</sup> mērījums

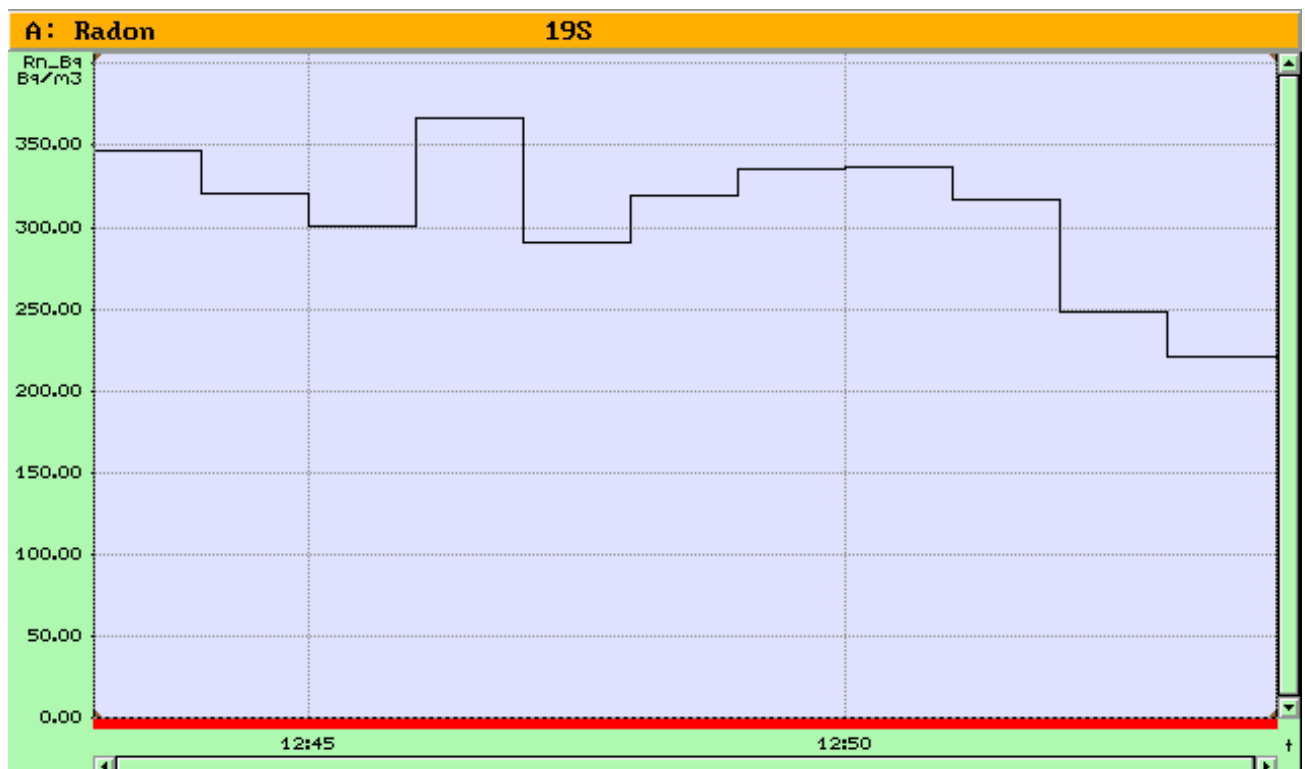
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 17S                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 05.09.14 12:05:00 to 05.09.14 12:15:00 (10min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +32077   |  | +20224                       | 05.09.14 12:10:00 | +47104   | 05.09.14 12:06:00 |
| Radon-time-integral  |  | 5.35e+000 ±2.25e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 32077 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 20224 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 47104 | Bq/m <sup>3</sup> |

18S. Rn<sup>222</sup> mērījums

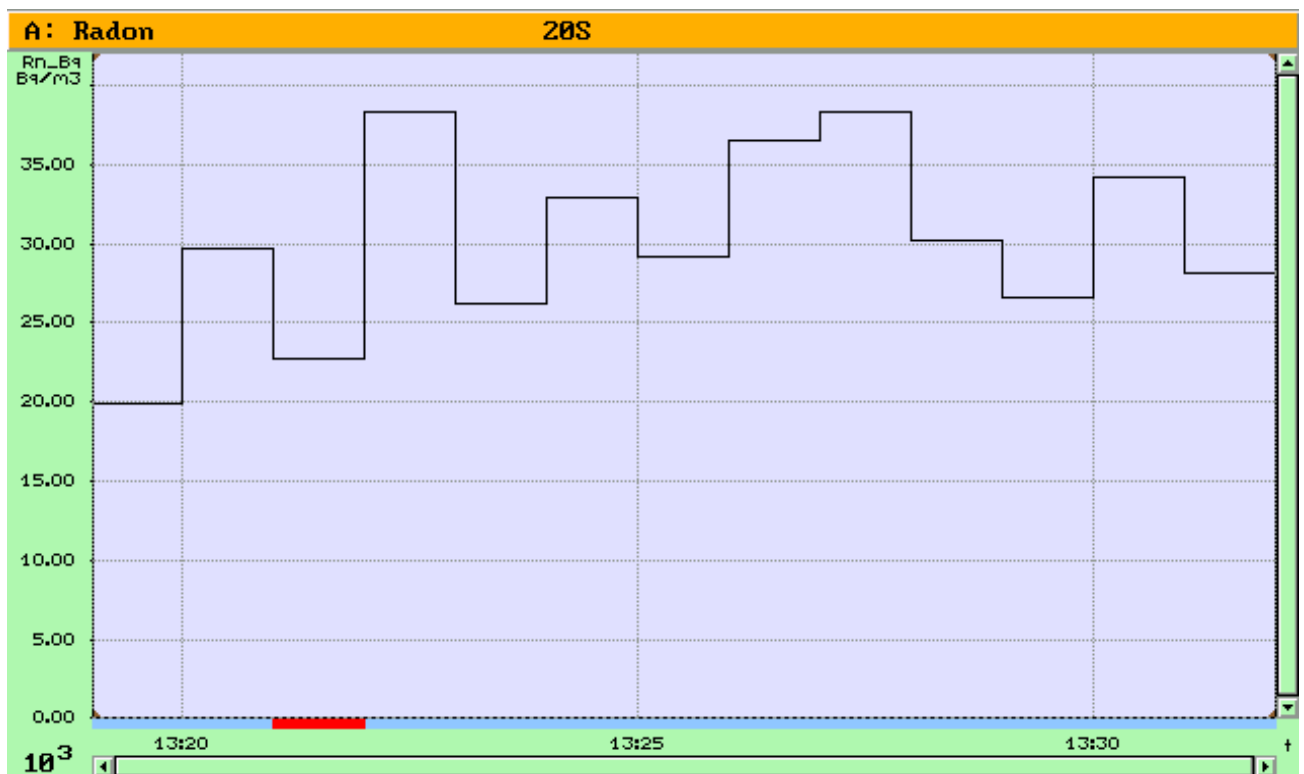
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 18S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 12:31:00 to 05.09.14 12:34:00 (3min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +4675   | +608    | 05.09.14 12:33:00            | +12800 05.09.14 12:32:00 |
| Radon-time-integral   |         | 2.34e-001 ±9.54e-002 kBqh/m3 |                          |

|                       |       |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
| Vidējais Rn saturs    | 4675  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais Rn saturs  | 608   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais Rn saturs | 12800 | Bq/m <sup>3</sup> |

19S. Rn<sup>222</sup> mērījums

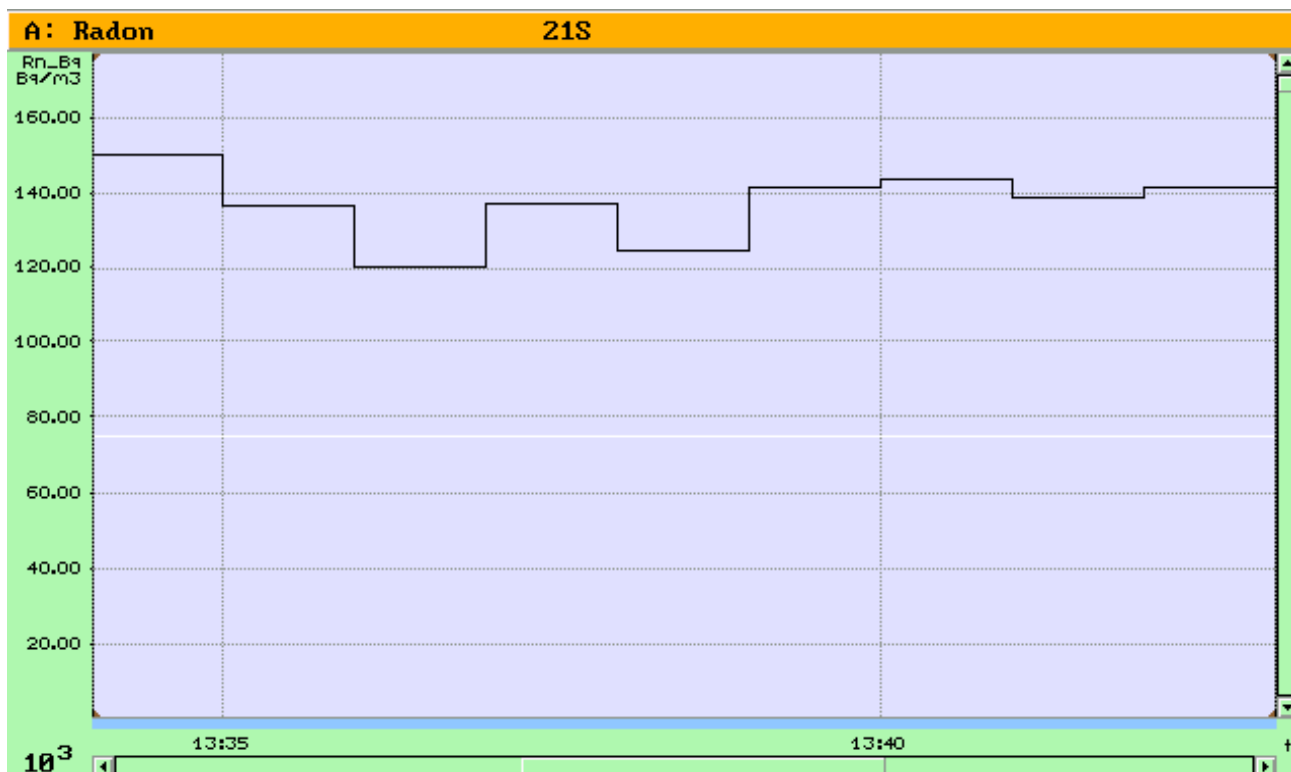
| Information to window A: Radon                                 |             |                              |                   | 19S     | [EF1053]          |
|--|-------------|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                         |             |                              |                   |         |                   |
| total data set: 05.09.14 12:43:00 to 05.09.14 12:54:00 (11min) |             |                              |                   |         |                   |
|  | Arith. mean | Minimum                      |                   | Maximum |                   |
|  | +308        | +220                         | 05.09.14 12:54:00 | +366    | 05.09.14 12:47:00 |
| Radon-time-integral  |             | 5.66e-002 ±1.05e-001 kBqh/m³ |                   |         |                   |

|                              |     |       |
|------------------------------|-----|-------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 308 | Bq/m³ |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 220 | Bq/m³ |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 366 | Bq/m³ |

20S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 20S                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 05.09.14 13:19:00 to 05.09.14 13:32:00 (13min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +30090   |  | +19712                       | 05.09.14 13:20:00 | +38144   | 05.09.14 13:23:00 |
| Radon-time-integral  |  | 6.52e+000 ±3.08e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

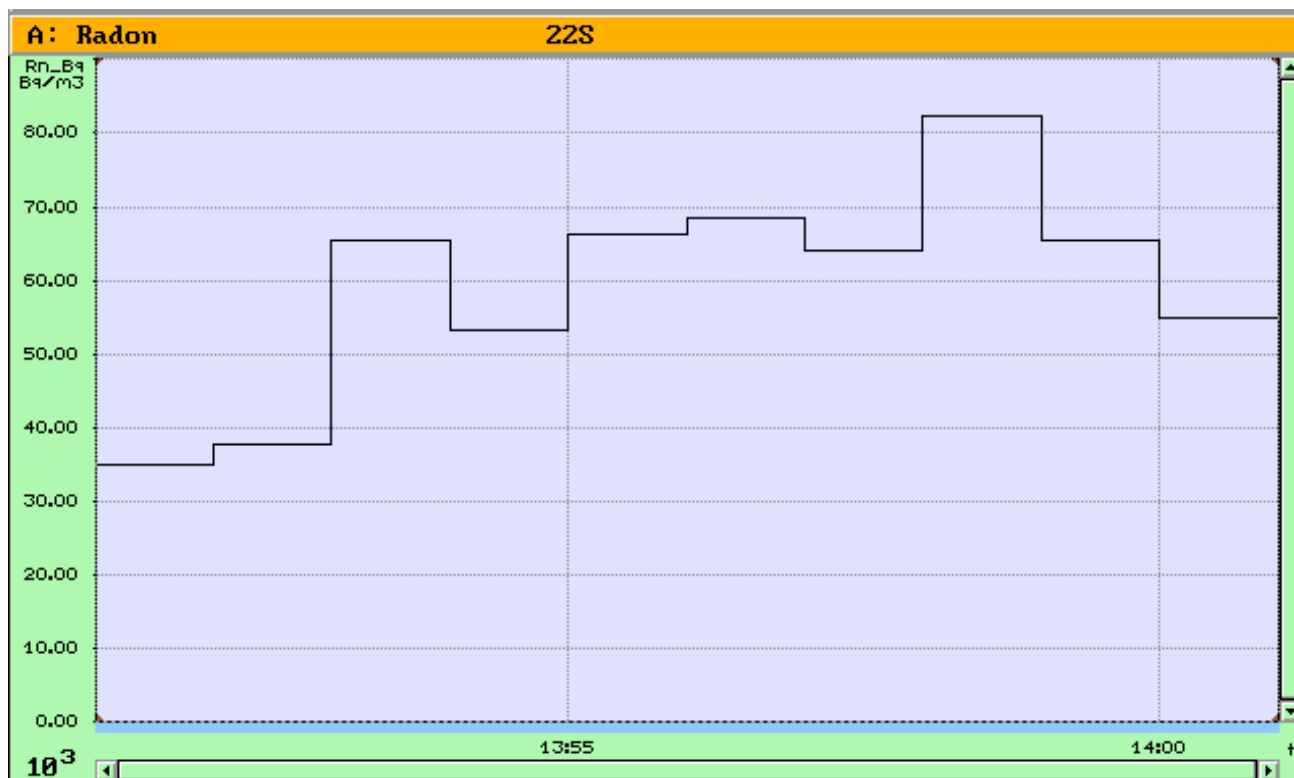
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 30090 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 19712 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 38144 | Bq/m <sup>3</sup> |

21S. Rn<sup>222</sup> mērījums

|   |         |                              |          |                   |          |
|---|---------|------------------------------|----------|-------------------|----------|
| Information to window A: Radon                                    |         |                              |          | 21S               | [EF1053] |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                            |         |                              |          |                   |          |
| within marker area: 05.09.14 13:35:00 to 05.09.14 13:44:00 (9min) |         |                              |          |                   |          |
| Arith. mean   | Minimum |                              |          | Maximum           |          |
| +138010   | +121580 | 05.09.14 13:37:00            | +1.5E+01 | 05.09.14 13:35:00 |          |
| Radon-time-integral   |         | 8.23e+001 ±1.36e+000 kBqh/m3 |          |                   |          |

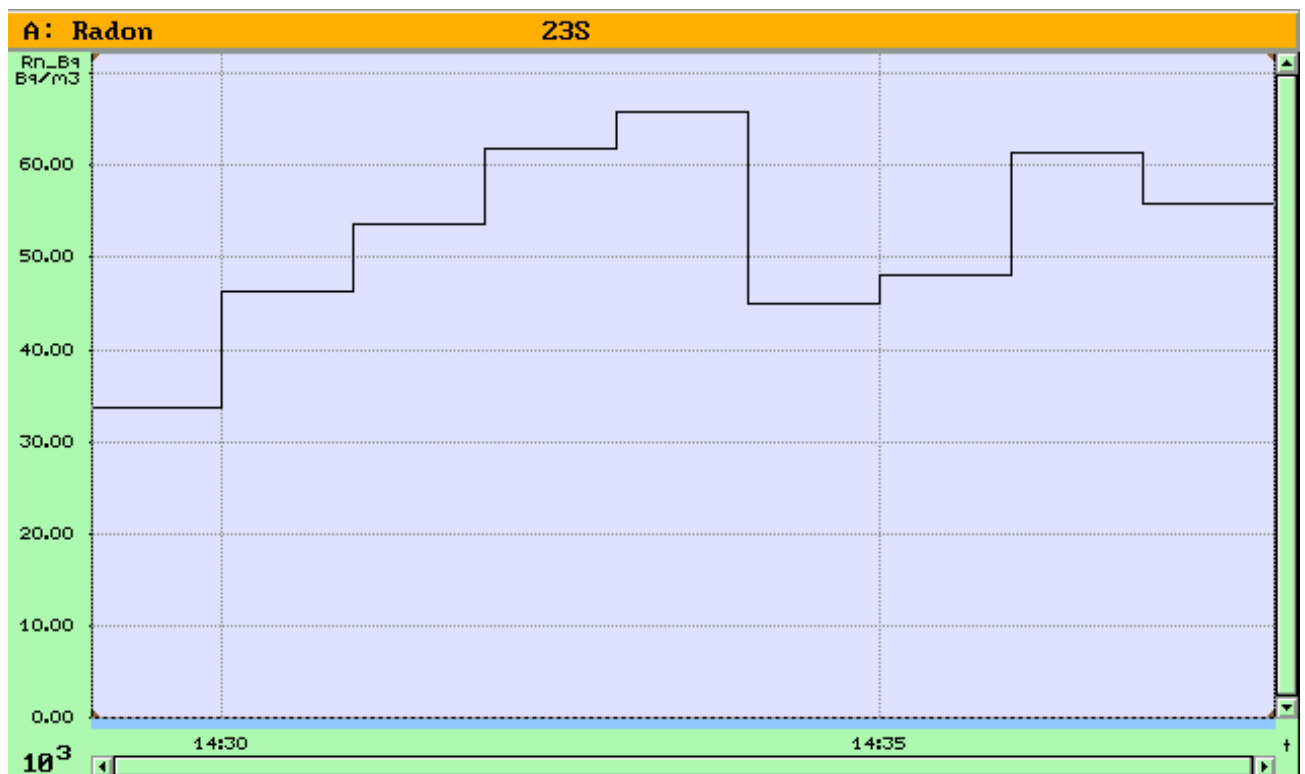
|                              |        |                   |
|------------------------------|--------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 138010 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 121580 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 151230 | Bq/m <sup>3</sup> |



22S. Rn<sup>222</sup> mērījums

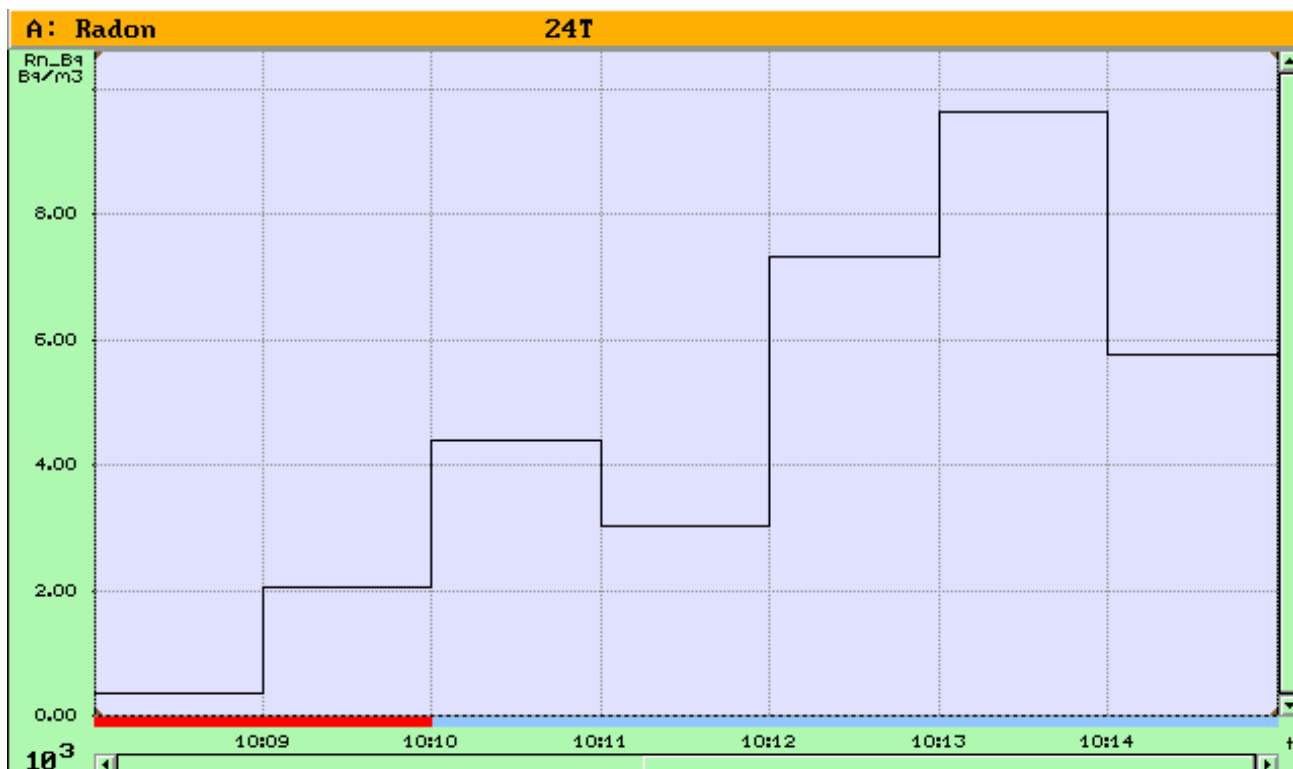
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 22S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 13:51:00 to 05.09.14 14:01:00 (10min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +58982   | +34816  | 05.09.14 13:52:00            | +81920 05.09.14 13:59:00 |
| Radon-time-integral  |         | 9.83e+000 ±3.40e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 58982 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 34816 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 81920 | Bq/m <sup>3</sup> |

23S. Rn<sup>222</sup> mērījums

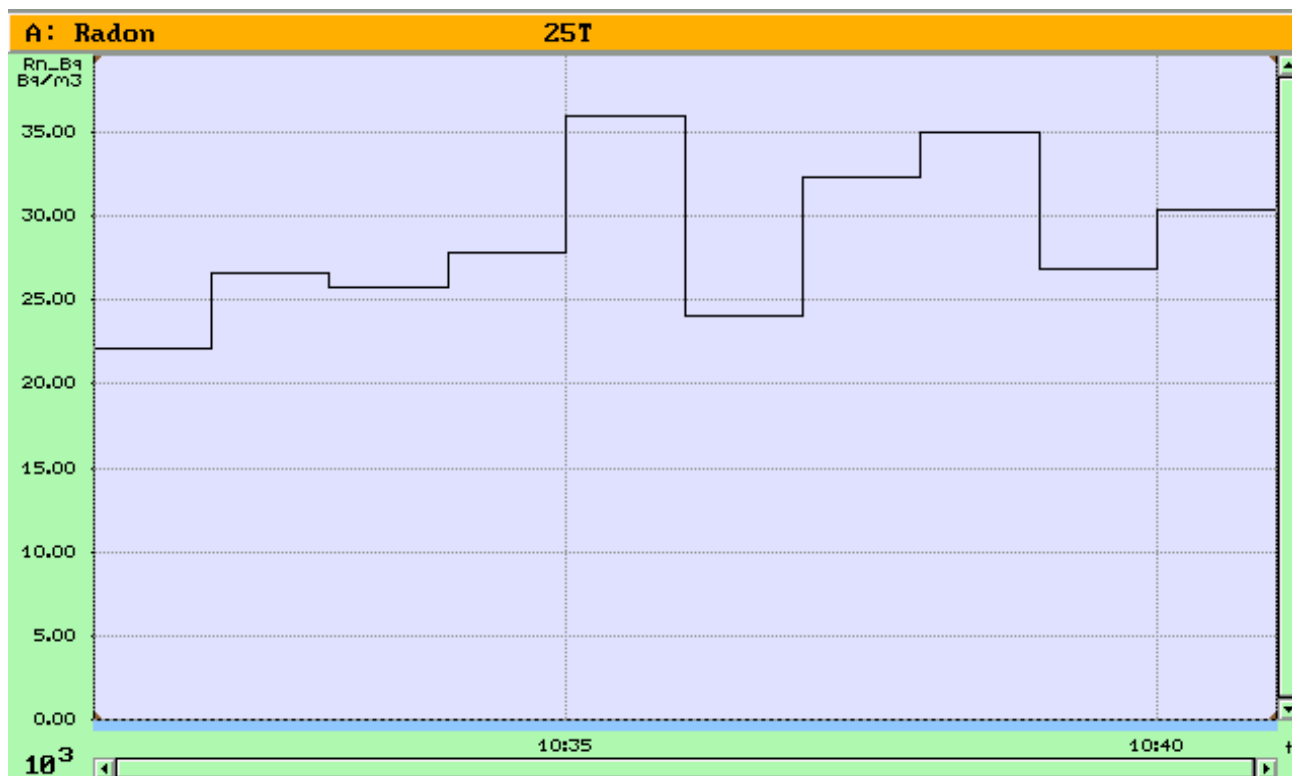
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 23S                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 05.09.14 14:29:00 to 05.09.14 14:38:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +52196  | +33536  | 05.09.14 14:30:00            | +65536 05.09.14 14:34:00 |
| Radon-time-integral   |         | 7.83e+000 ±2.81e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 52196 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 33536 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 65536 | Bq/m <sup>3</sup> |

**24T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

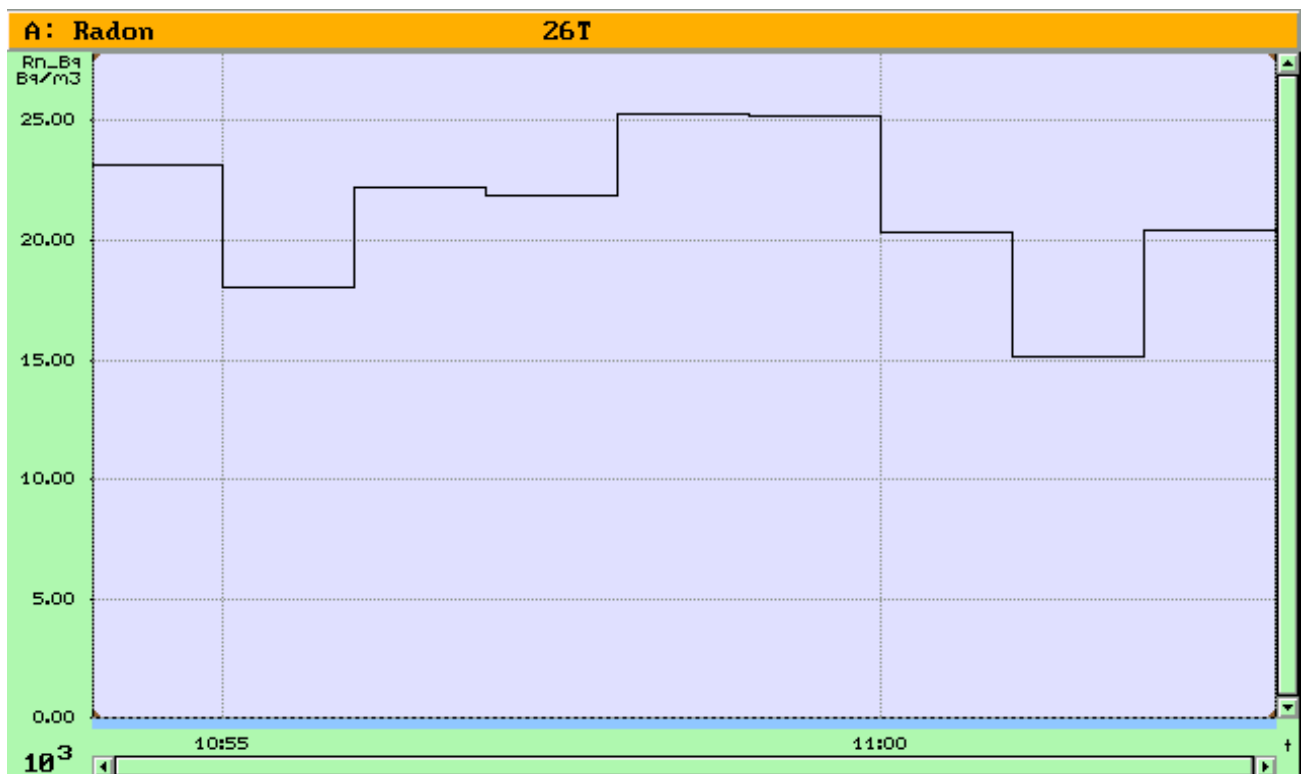
|   |         |                              |       |                   |  |
|---|---------|------------------------------|-------|-------------------|--|
| Information to window A: Radon                                    |         | 24T                          |       | [EF1053]          |  |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                            |         |                              |       |                   |  |
| within marker area: 08.09.14 10:08:00 to 08.09.14 10:15:00 (7min) |         |                              |       |                   |  |
| Arith. mean   | Minimum |                              |       | Maximum           |  |
| +4631   | +356    | 08.09.14 10:09:00            | +9600 | 08.09.14 10:14:00 |  |
| Radon-time-integral   |         | 5.40e-001 ±9.56e-002 kBqh/m3 |       |                   |  |

|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 4631 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 356  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 9600 | Bq/m <sup>3</sup> |

25T. Rn<sup>222</sup> mērījums

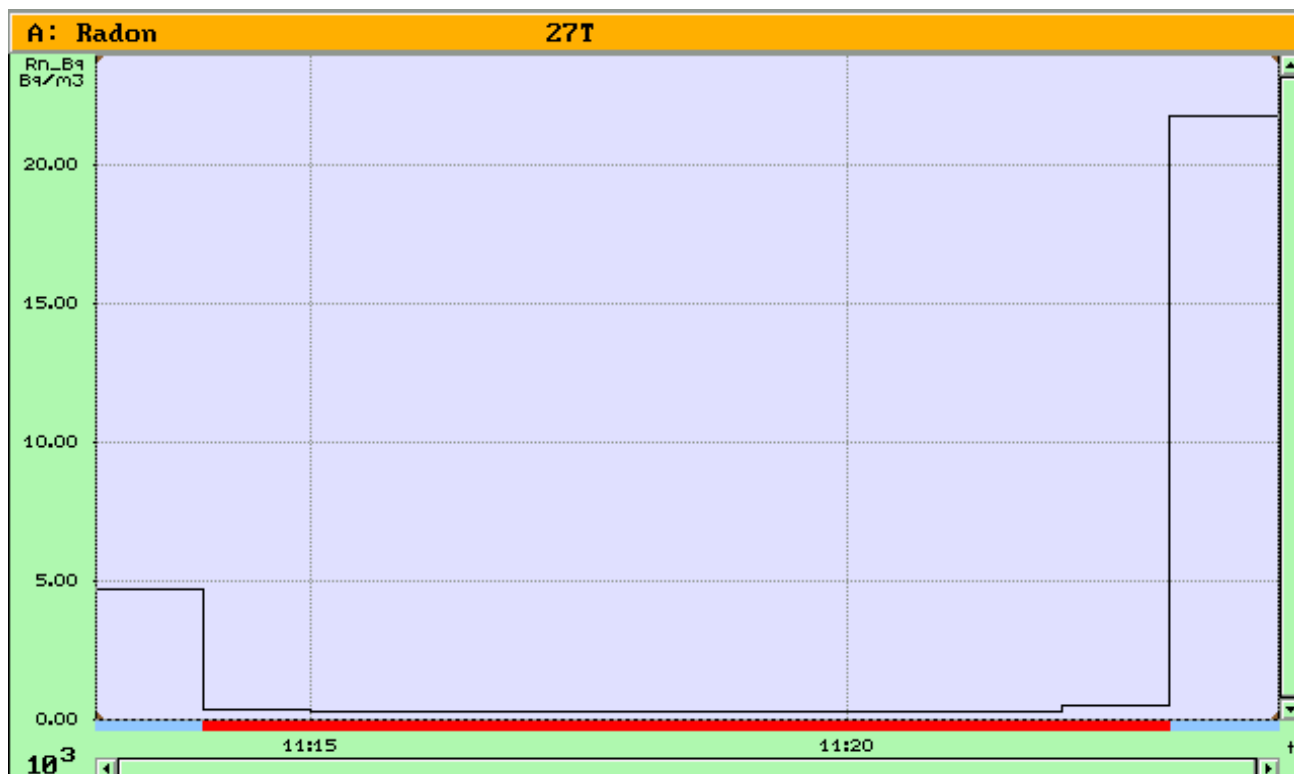
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 25T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 10:31:00 to 08.09.14 10:41:00 (10min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +28544   | +22016  | 08.09.14 10:32:00            | +35840 08.09.14 10:36:00 |
| Radon-time-integral  |         | 4.76e+000 ±2.80e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 28544 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 22016 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 35840 | Bq/m <sup>3</sup> |

**26T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

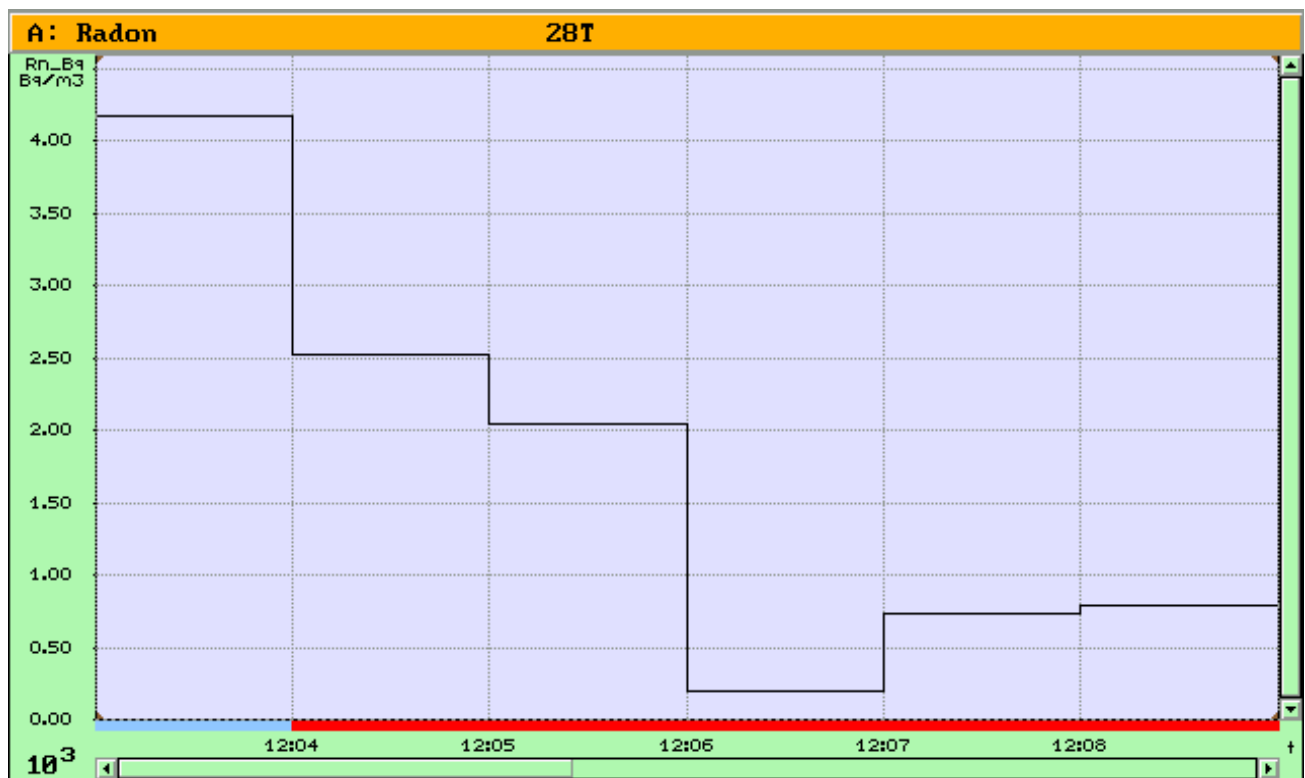
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 26T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 10:54:00 to 08.09.14 11:03:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +21198  | +15040  | 08.09.14 11:02:00            | +25216 08.09.14 10:59:00 |
| Radon-time-integral   |         | 3.18e+000 ±2.36e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 21198 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 15040 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 25216 | Bq/m <sup>3</sup> |

**27T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

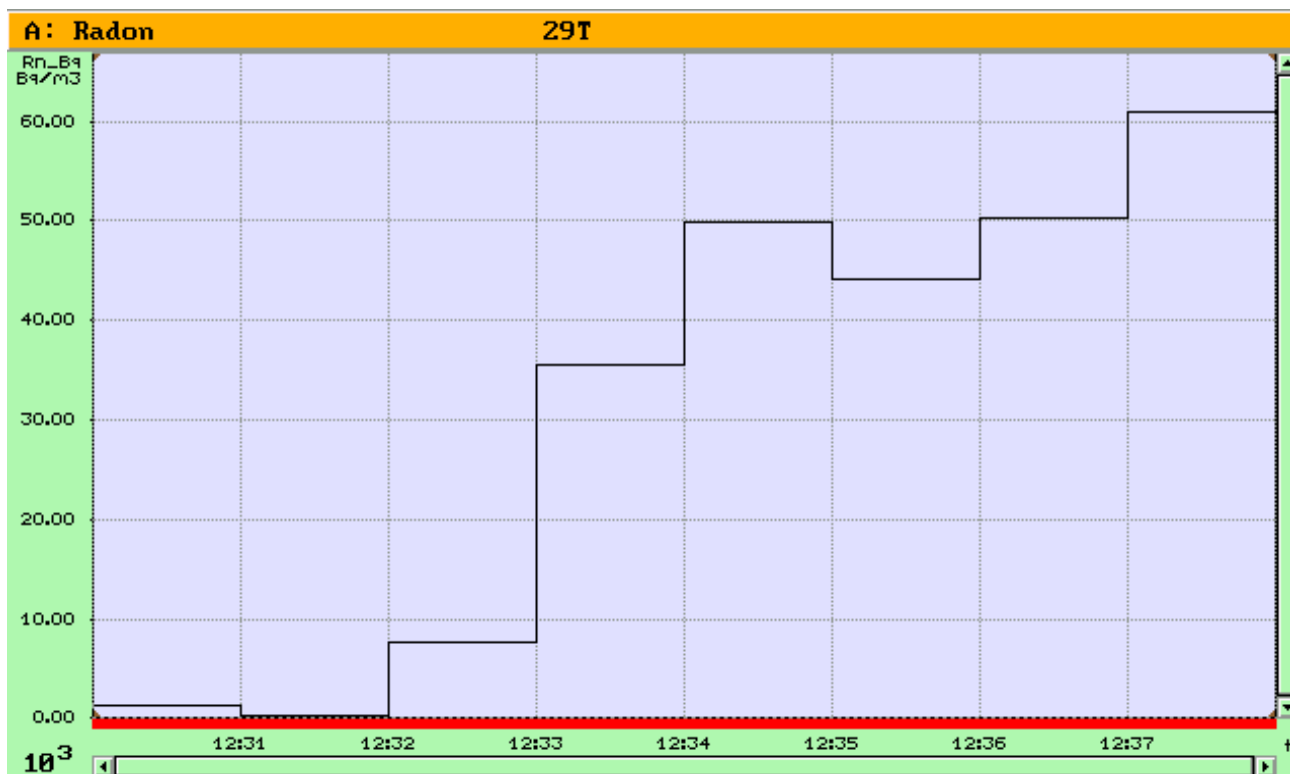
| Information to window A: Radon                                 |                     |         |                              | 27T     | [EF1053]          |
|--|---------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                         |                     |         |                              |         |                   |
| total data set: 08.09.14 11:13:00 to 08.09.14 11:24:00 (11min) |                     |         |                              |         |                   |
|  | Arith. mean         | Minimum |                              | Maximum |                   |
|  | +2623               | +232    | 08.09.14 11:22:00            | +21632  | 08.09.14 11:24:00 |
|  | Radon-time-integral |         | 4.81e-001 ±1.16e-001 kBqh/m³ |         |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 2623  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 232   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 21632 | Bq/m <sup>3</sup> |

28T. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |  |                              |                   |         |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  |                              |                   | 28T     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |         |                   |
| total data set: 08.09.14 12:03:00 to 08.09.14 12:18:00 (15min) |  |                              |                   |         |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum |                   |
| +1736  |  | +193                         | 08.09.14 12:07:00 | +4160   | 08.09.14 12:04:00 |
| Radon-time-integral  |  | 1.74e-001 ±6.68e-002 kBqh/m3 |                   |         |                   |

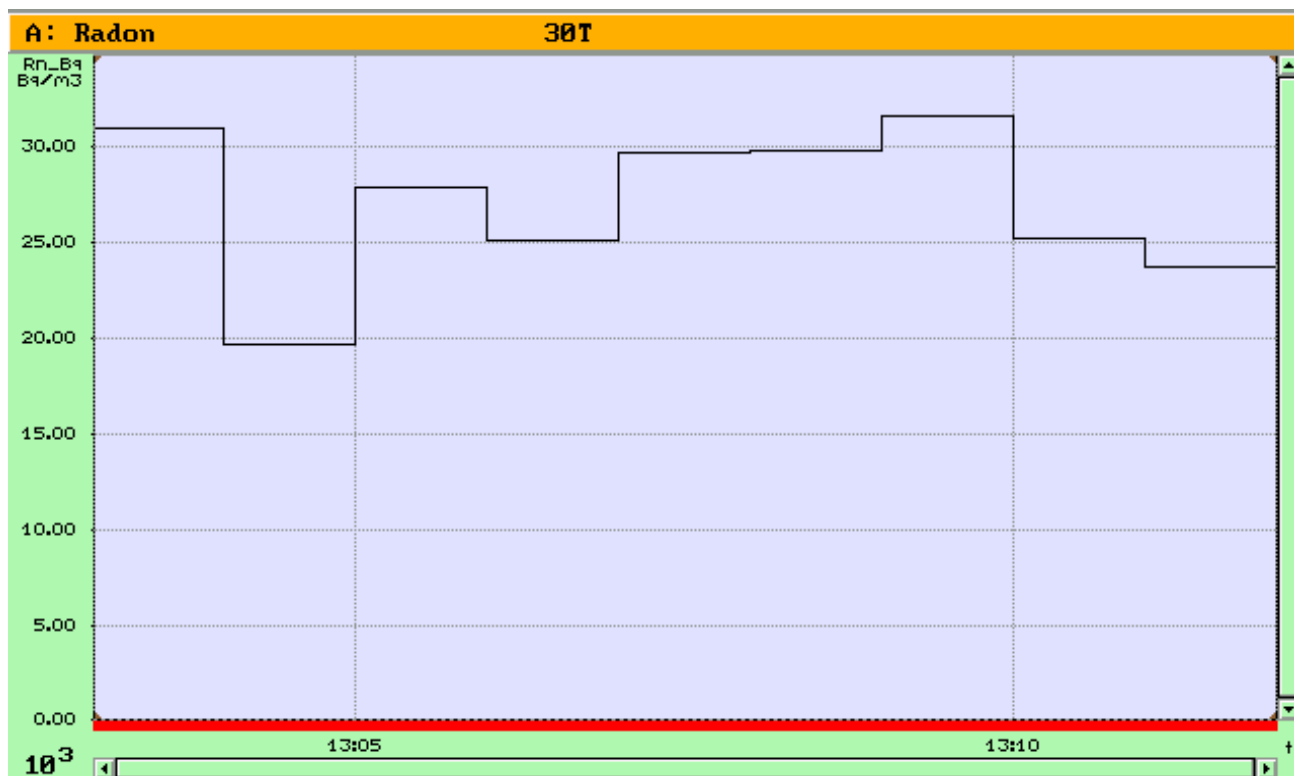
|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 1736 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 193  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 4160 | Bq/m <sup>3</sup> |

**29T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

| Information to window A: Radon                                |                              |                   |                          |
|---|------------------------------|-------------------|--------------------------|
|   |                              | 29T               | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |                              |                   |                          |
| total data set: 08.09.14 12:30:00 to 08.09.14 12:38:00 (8min) |                              |                   |                          |
| Arith. mean   | Minimum                      |                   | Maximum                  |
| +41237  | +7552                        | 08.09.14 12:33:00 | +60672 08.09.14 12:38:00 |
| Radon-time-integral   | 4.12e+000 ±1.82e-001 kBqh/m3 |                   |                          |

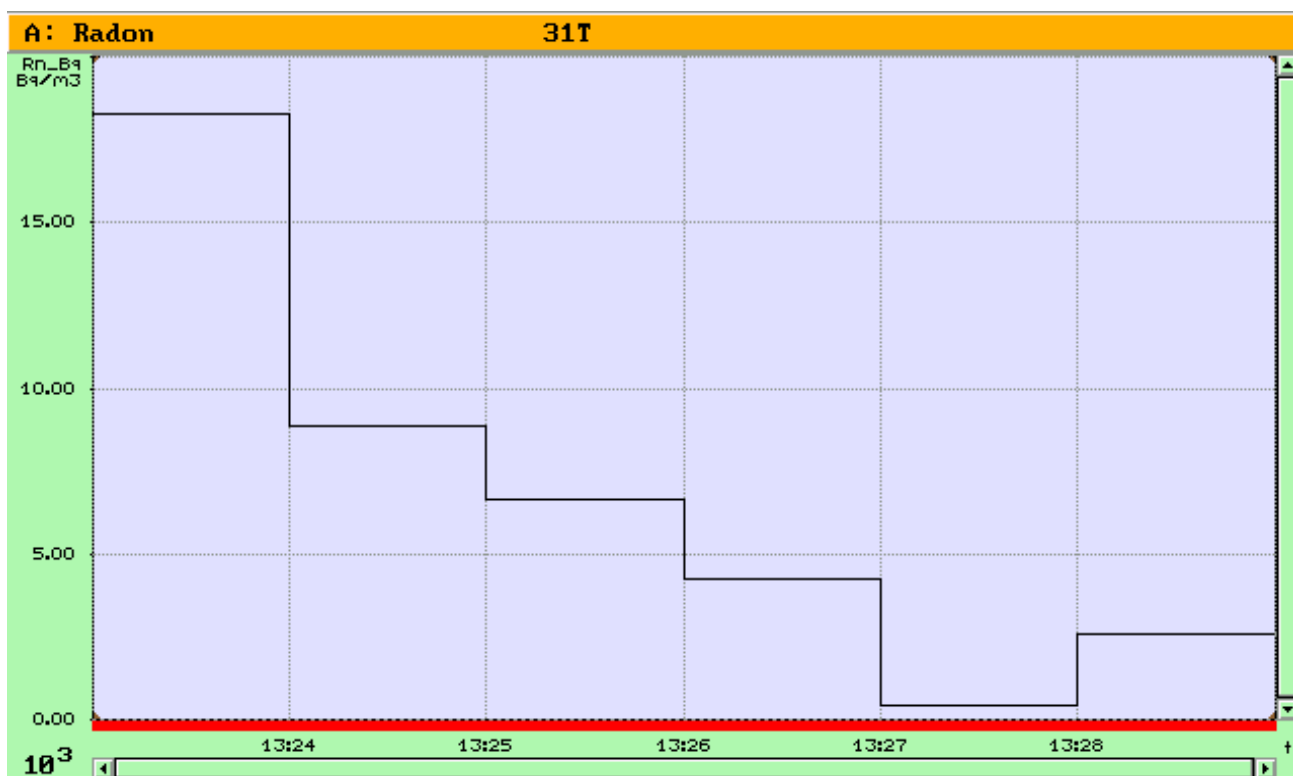
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 41237 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 7552  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 60672 | Bq/m <sup>3</sup> |



**30T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

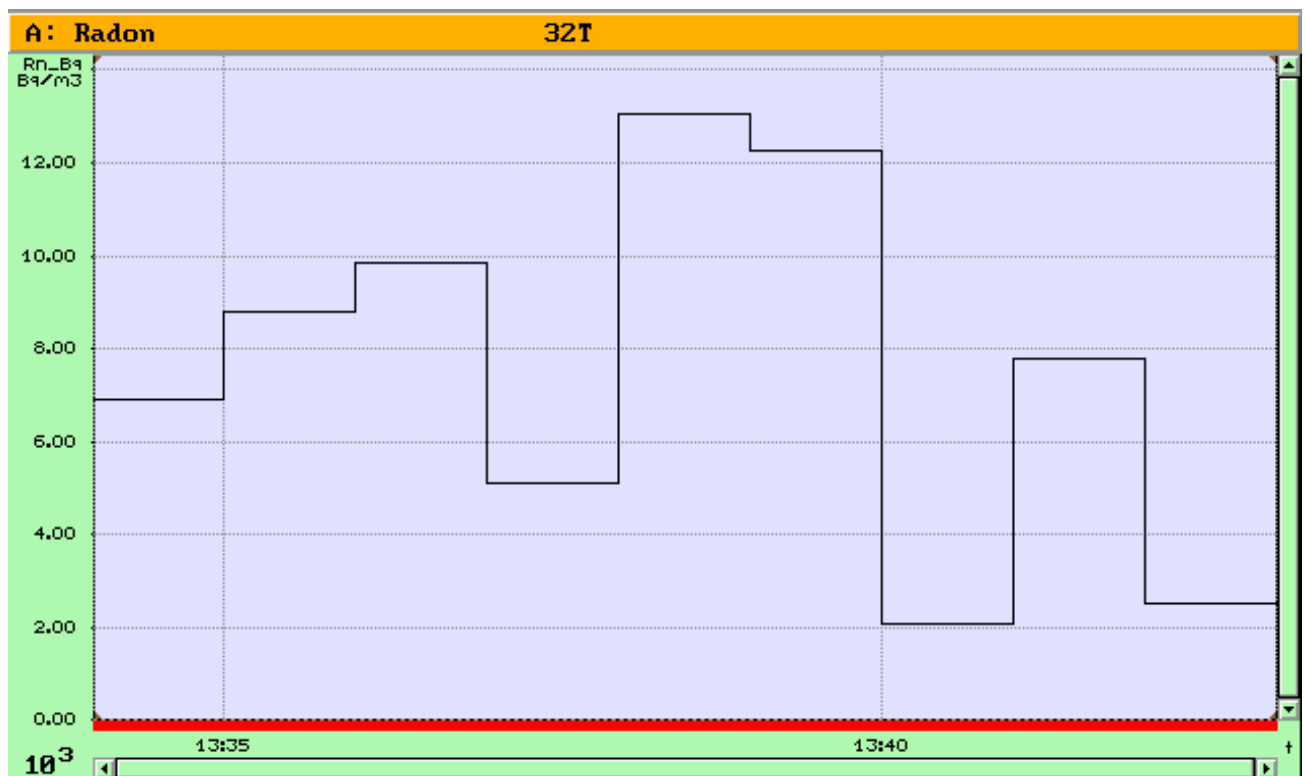
|   |         |                              |  |          |                   |
|---|---------|------------------------------|--|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 30T                          |  | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |  |          |                   |
| total data set: 08.09.14 13:03:00 to 08.09.14 13:12:00 (9min) |         |                              |  |          |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              |  | Maximum  |                   |
| +26951  | +19584  | 08.09.14 13:05:00            |  | +31488   | 08.09.14 13:10:00 |
| Radon-time-integral   |         | 4.04e+000 ±2.49e-001 kBqh/m3 |  |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 26951 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 19584 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 31488 | Bq/m <sup>3</sup> |

**31T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

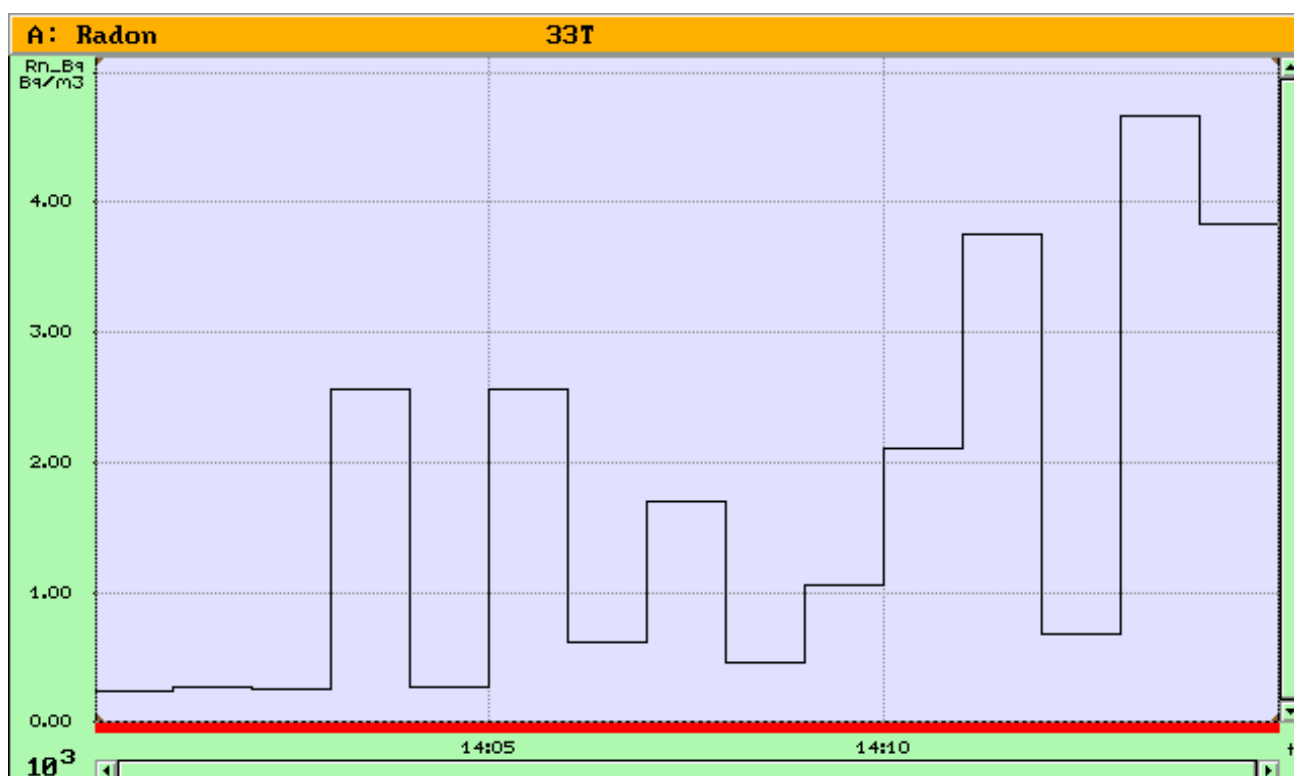
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 31T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 13:23:00 to 08.09.14 13:29:00 (6min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +6787   | +384    | 08.09.14 13:28:00            | +18176 08.09.14 13:24:00 |
| Radon-time-integral   |         | 6.79e-001 ±1.27e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 6787  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 384   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 18176 | Bq/m <sup>3</sup> |

32T. Rn<sup>222</sup> mērījums

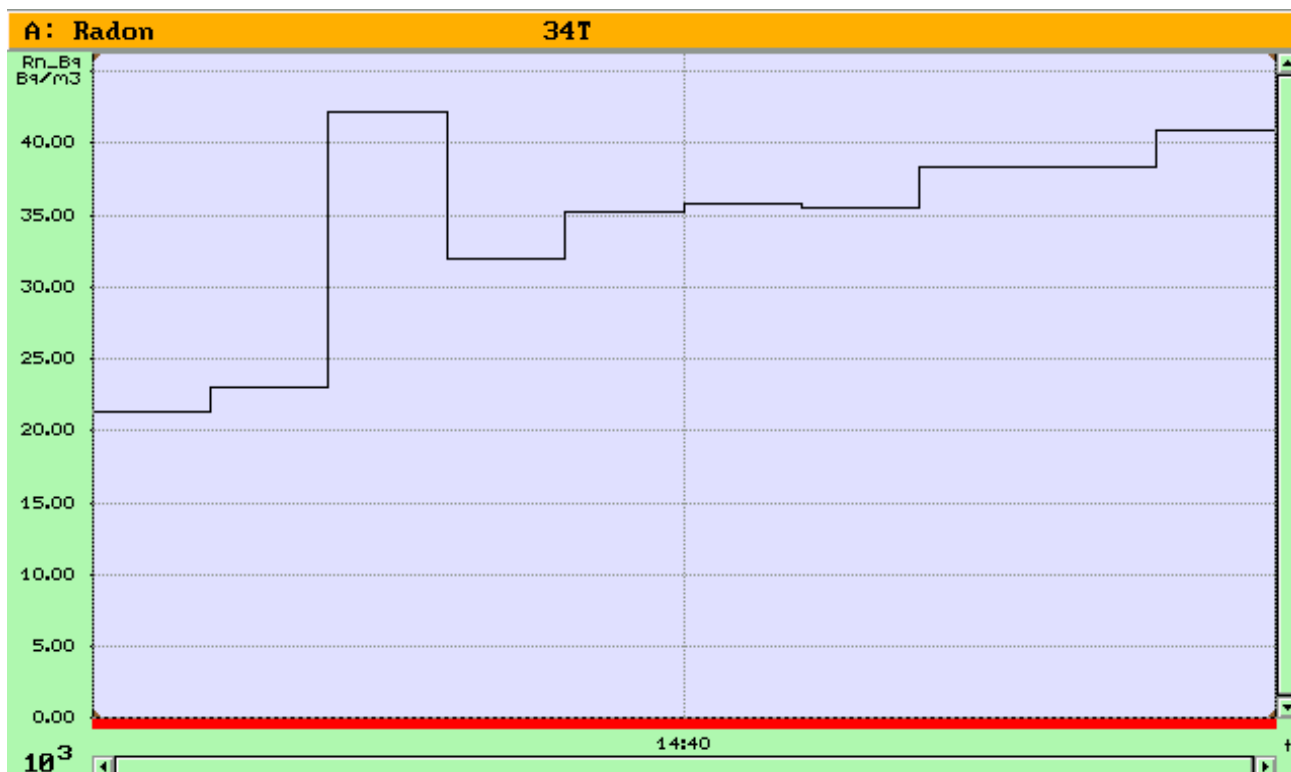
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 32T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 13:34:00 to 08.09.14 13:43:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +7551   | +2024   | 08.09.14 13:41:00            | +12992 08.09.14 13:39:00 |
| Radon-time-integral   |         | 1.13e+000 ±1.73e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 7551  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 2024  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 12992 | Bq/m <sup>3</sup> |

**33T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

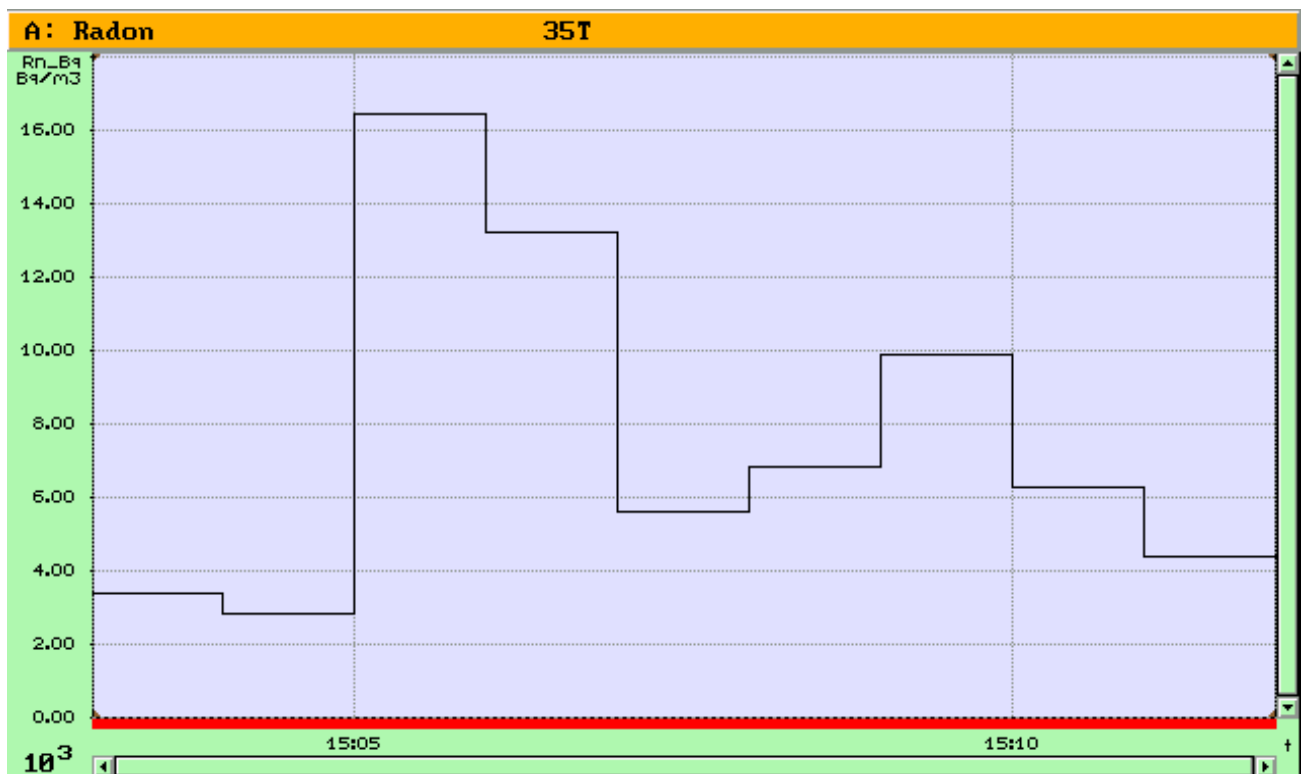
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 33T                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 08.09.14 14:00:00 to 08.09.14 14:15:00 (15min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +1656  |  | +233                         | 08.09.14 14:01:00 | +4640    | 08.09.14 14:14:00 |
| Radon-time-integral  |  | 4.14e-001 ±1.24e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |      |       |
|------------------------------|------|-------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 1656 | Bq/m³ |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 233  | Bq/m³ |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 4640 | Bq/m³ |

**34T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

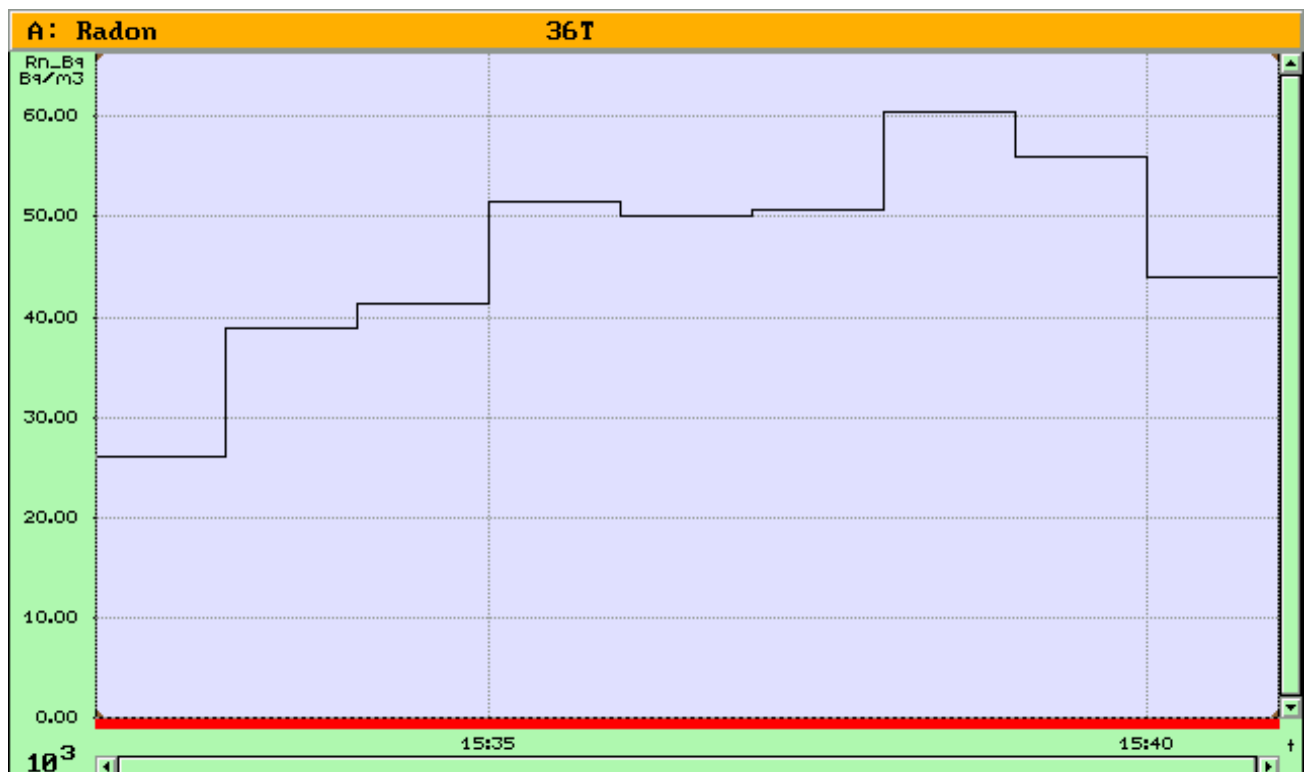
| Information to window A: Radon 34T [EF1053]                    |                              |                   |         |                   |
|--|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                         |                              |                   |         |                   |
| total data set: 08.09.14 14:35:00 to 08.09.14 14:45:00 (10min) |                              |                   |         |                   |
| Arith. mean  | Minimum                      |                   | Maximum |                   |
| +34099   | +21248                       | 08.09.14 14:36:00 | +41984  | 08.09.14 14:38:00 |
| Radon-time-integral  | 5.68e+000 ±2.79e-001 kBqh/m³ |                   |         |                   |

|                              |       |       |
|------------------------------|-------|-------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 34099 | Bq/m³ |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 21248 | Bq/m³ |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 41984 | Bq/m³ |

35T. Rn<sup>222</sup> mērījums

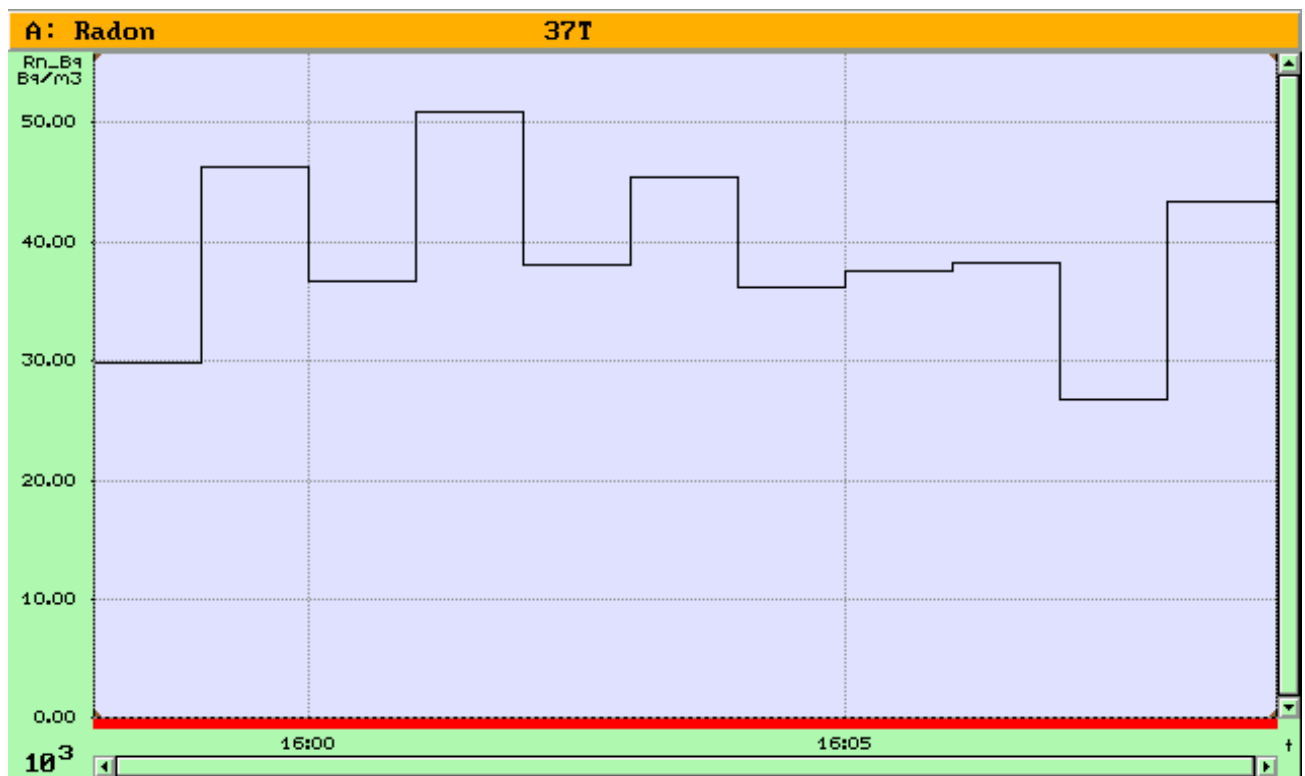
| Information to window A: Radon                                |                     |         |                              | 35T     | [EF1053]          |
|---|---------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                        |                     |         |                              |         |                   |
| total data set: 08.09.14 15:03:00 to 08.09.14 15:12:00 (9min) |                     |         |                              |         |                   |
|   | Arith. mean         | Minimum |                              | Maximum |                   |
|   | +7627               | +2816   | 08.09.14 15:05:00            | +16384  | 08.09.14 15:06:00 |
|   | Radon-time-integral |         | 1.14e+000 ±1.64e-001 kBqh/m³ |         |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 7627  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 2816  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 16384 | Bq/m <sup>3</sup> |

**36T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 36T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 15:32:00 to 08.09.14 15:41:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +46336  | +25856  | 08.09.14 15:33:00            | +60160 08.09.14 15:39:00 |
| Radon-time-integral   |         | 6.95e+000 ±2.55e-001 kBqh/m3 |                          |

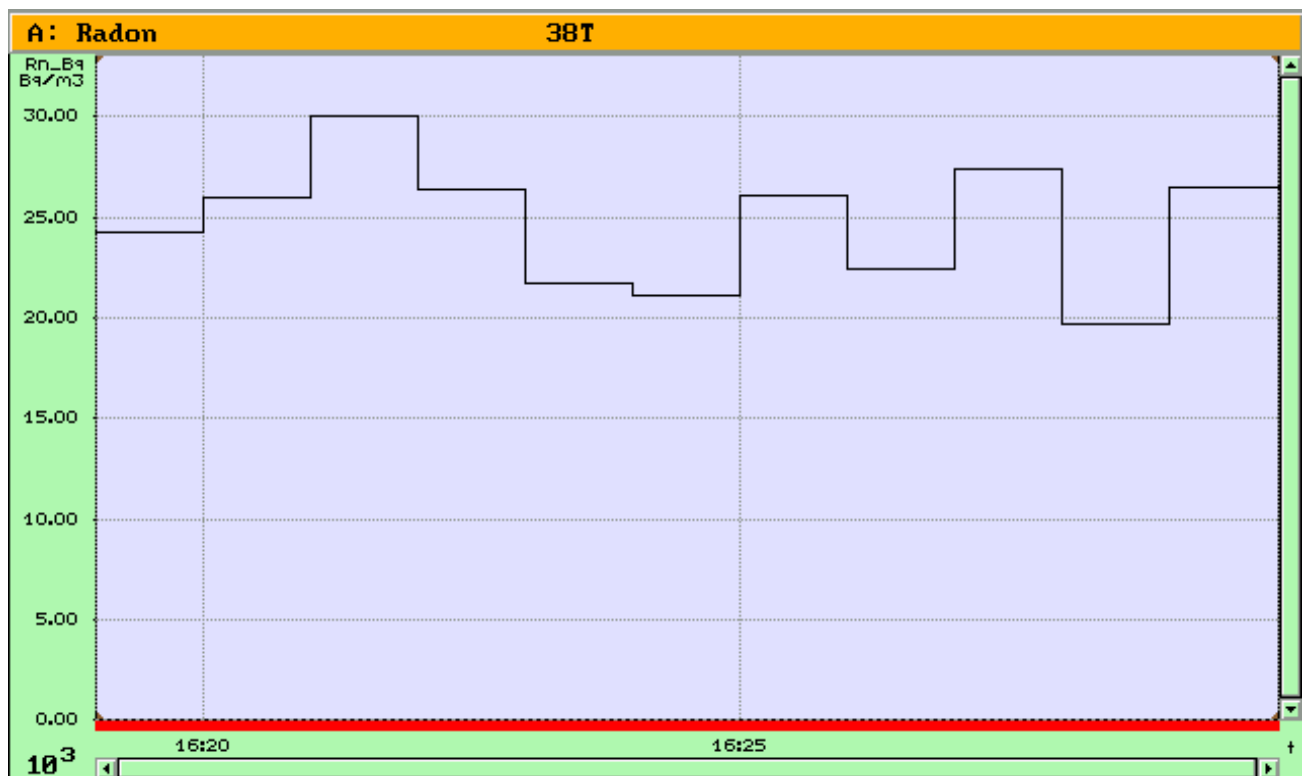
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 46336 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 25856 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 60160 | Bq/m <sup>3</sup> |

37T. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |         |                   |
|--|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 | 37T     | [EF1053]                     |         |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |         |                   |
| total data set: 08.09.14 15:58:00 to 08.09.14 16:09:00 (11min) |         |                              |         |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +38889   | +26624  | 08.09.14 16:08:00            | +50688  | 08.09.14 16:02:00 |
| Radon-time-integral  |         | 7.13e+000 ±2.61e-001 kBqh/m3 |         |                   |

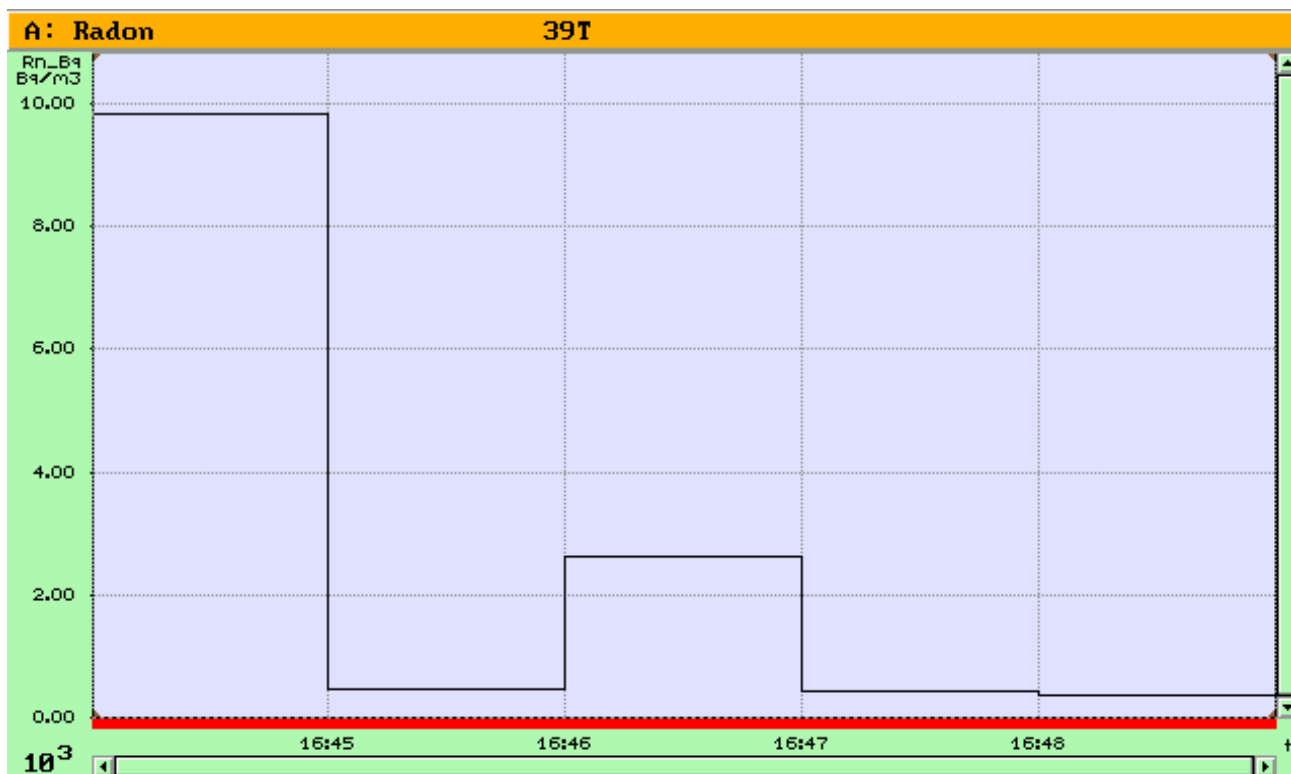
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 38889 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 26624 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 50688 | Bq/m <sup>3</sup> |



**38T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

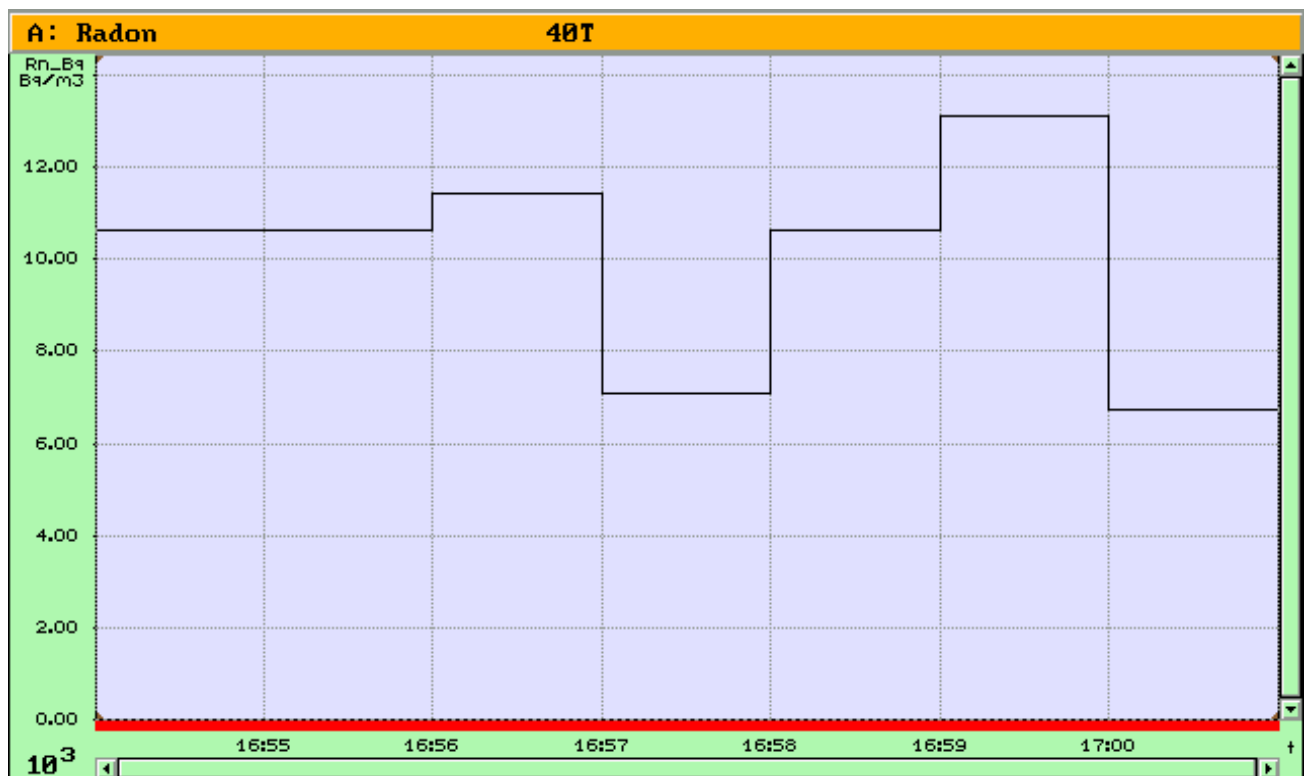
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 38T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 16:19:00 to 08.09.14 16:30:00 (11min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +24576   | +19584  | 08.09.14 16:29:00            | +29952 08.09.14 16:22:00 |
| Radon-time-integral  |         | 4.51e+000 ±2.64e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 24576 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 19584 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 29952 | Bq/m <sup>3</sup> |

39T. Rn<sup>222</sup> mērījums

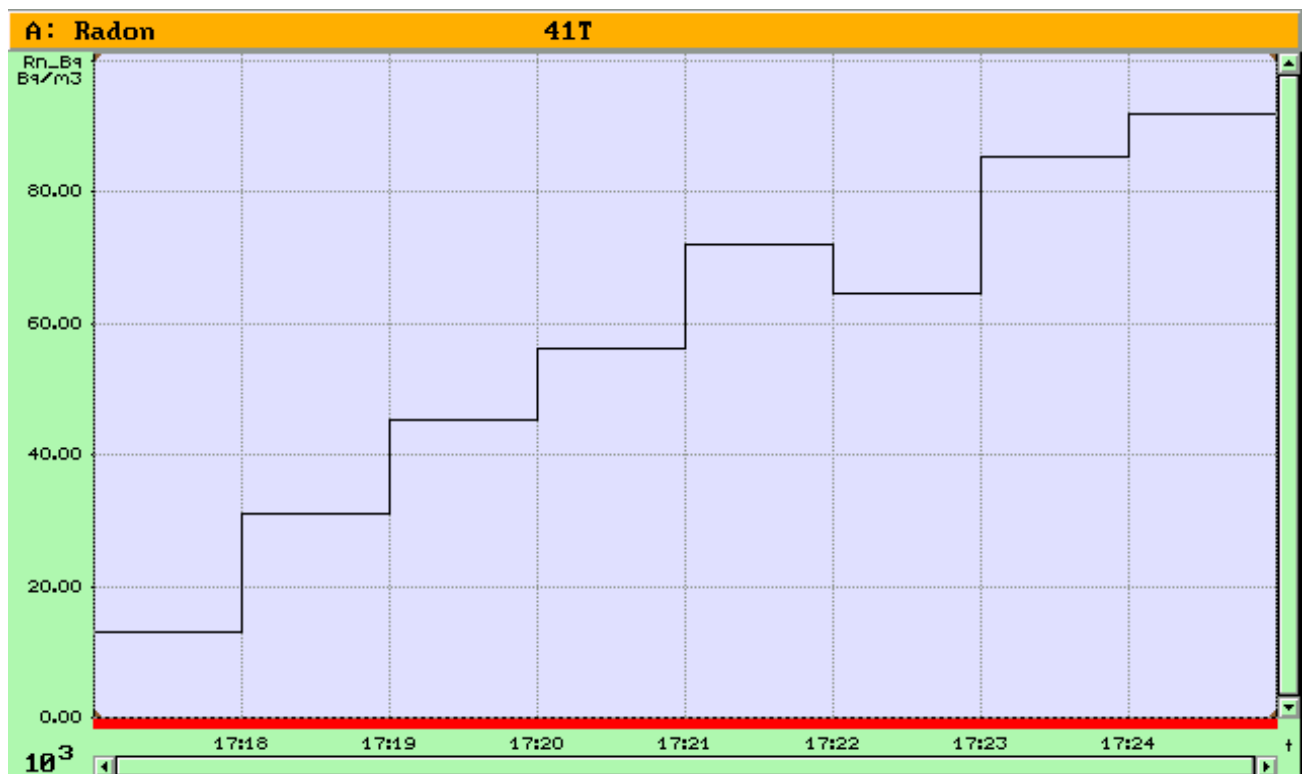
|   |         |                              |  |         |                   |
|---|---------|------------------------------|--|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |         |                              |  | 39T     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |  |         |                   |
| total data set: 08.09.14 16:44:00 to 08.09.14 16:49:00 (5min) |         |                              |  |         |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              |  | Maximum |                   |
| +2715   | +344    | 08.09.14 16:49:00            |  | +9792   | 08.09.14 16:45:00 |
| Radon-time-integral   |         | 2.26e-001 ±1.00e-001 kBqh/m3 |  |         |                   |

|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 2715 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 344  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 9792 | Bq/m <sup>3</sup> |

40T. Rn<sup>222</sup> mērījums

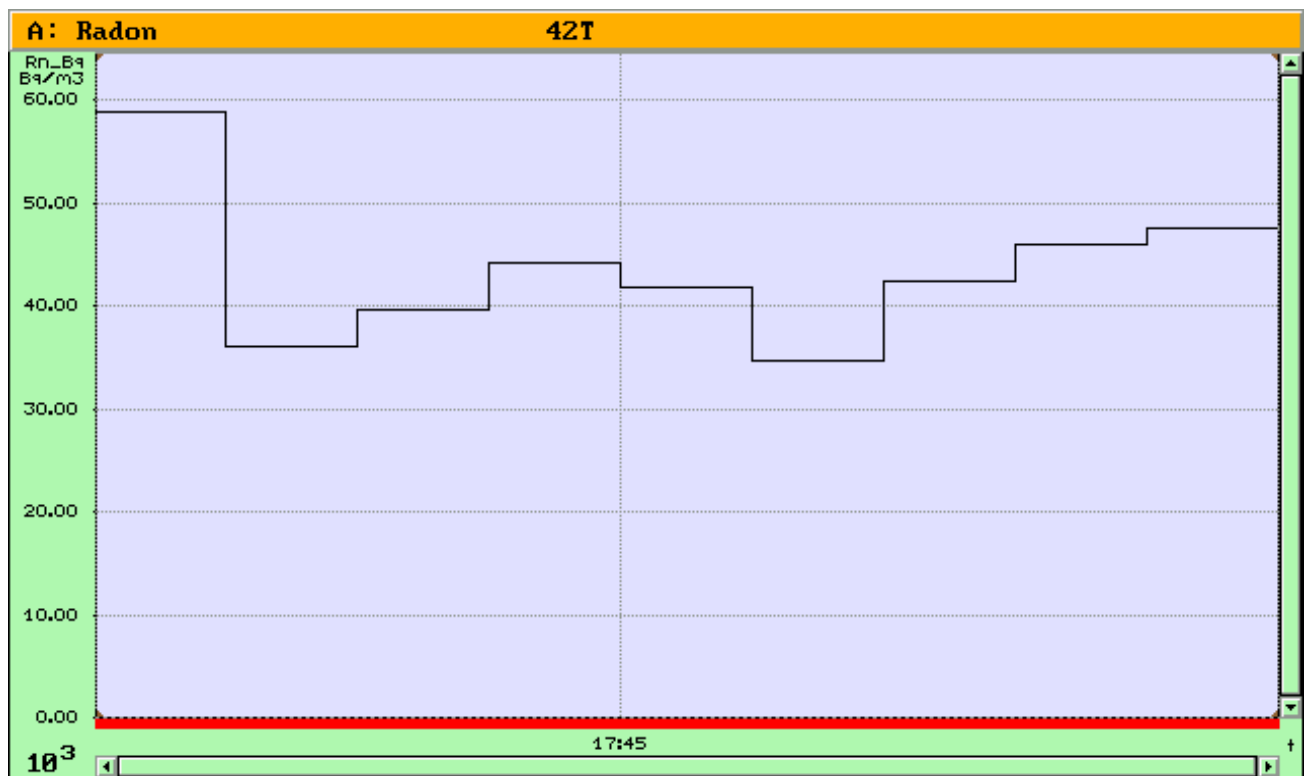
| Information to window A: Radon 40T [EF1053]                   |         |                              |         |                   |
|---|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |         |                   |
| total data set: 08.09.14 16:54:00 to 08.09.14 17:01:00 (7min) |         |                              |         |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +9979   | +6688   | 08.09.14 17:01:00            | +13056  | 08.09.14 17:00:00 |
| Radon-time-integral   |         | 1.16e+000 ±1.69e-001 kBqh/m3 |         |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 9979  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 6688  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 13056 | Bq/m <sup>3</sup> |

**41T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

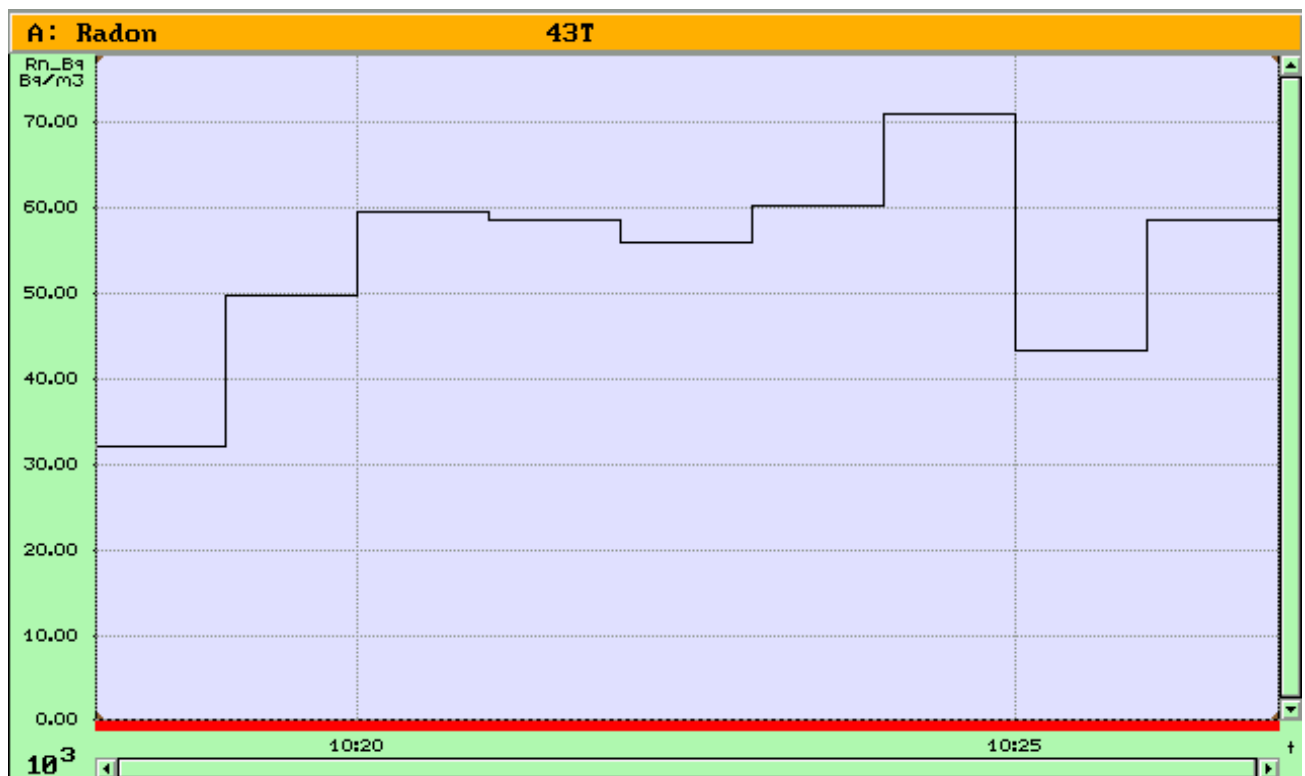
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 41T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 17:17:00 to 08.09.14 17:25:00 (8min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +57168  | +12928  | 08.09.14 17:18:00            | +91648 08.09.14 17:25:00 |
| Radon-time-integral   |         | 7.62e+000 ±2.86e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 57168 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 12928 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 91648 | Bq/m <sup>3</sup> |

**42T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

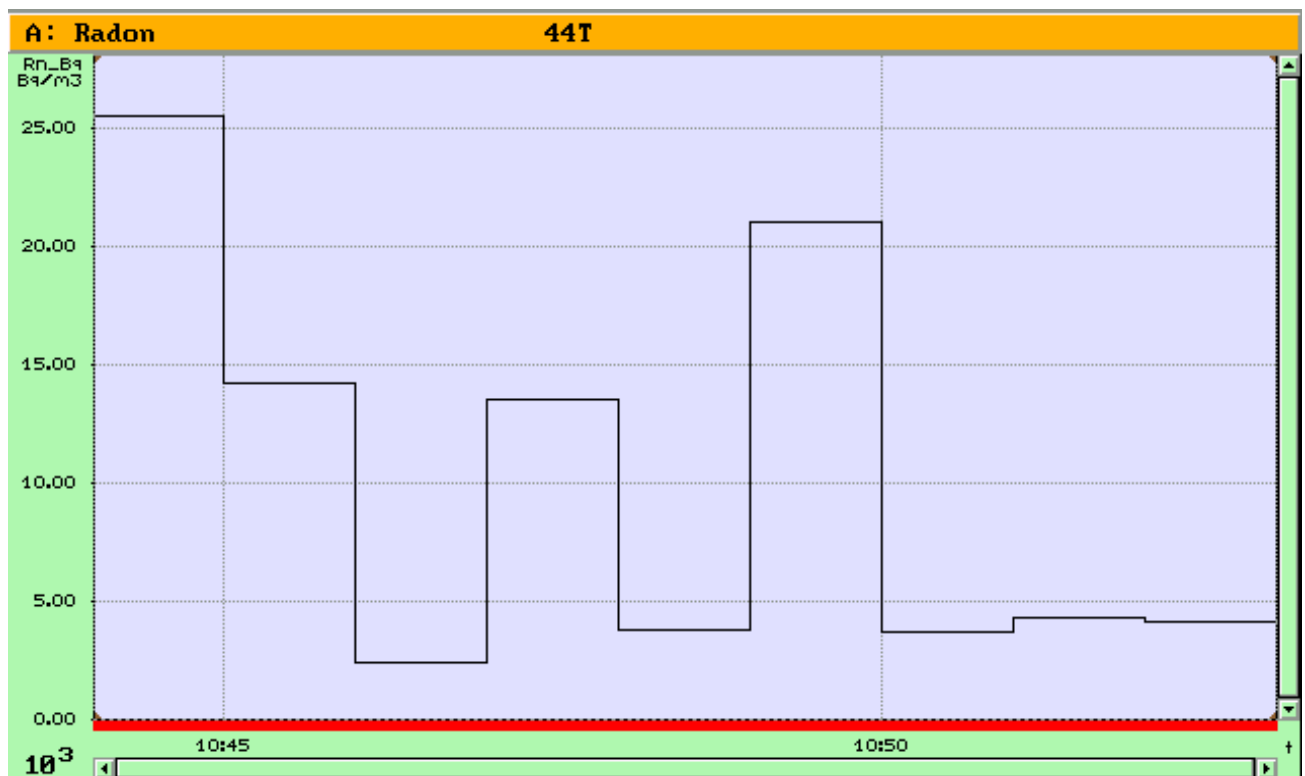
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 42T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 08.09.14 17:41:00 to 08.09.14 17:50:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +43292  | +34560  | 08.09.14 17:47:00            | +58624 08.09.14 17:42:00 |
| Radon-time-integral   |         | 6.49e+000 ±2.40e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 43292 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 34560 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 58624 | Bq/m <sup>3</sup> |

**43T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

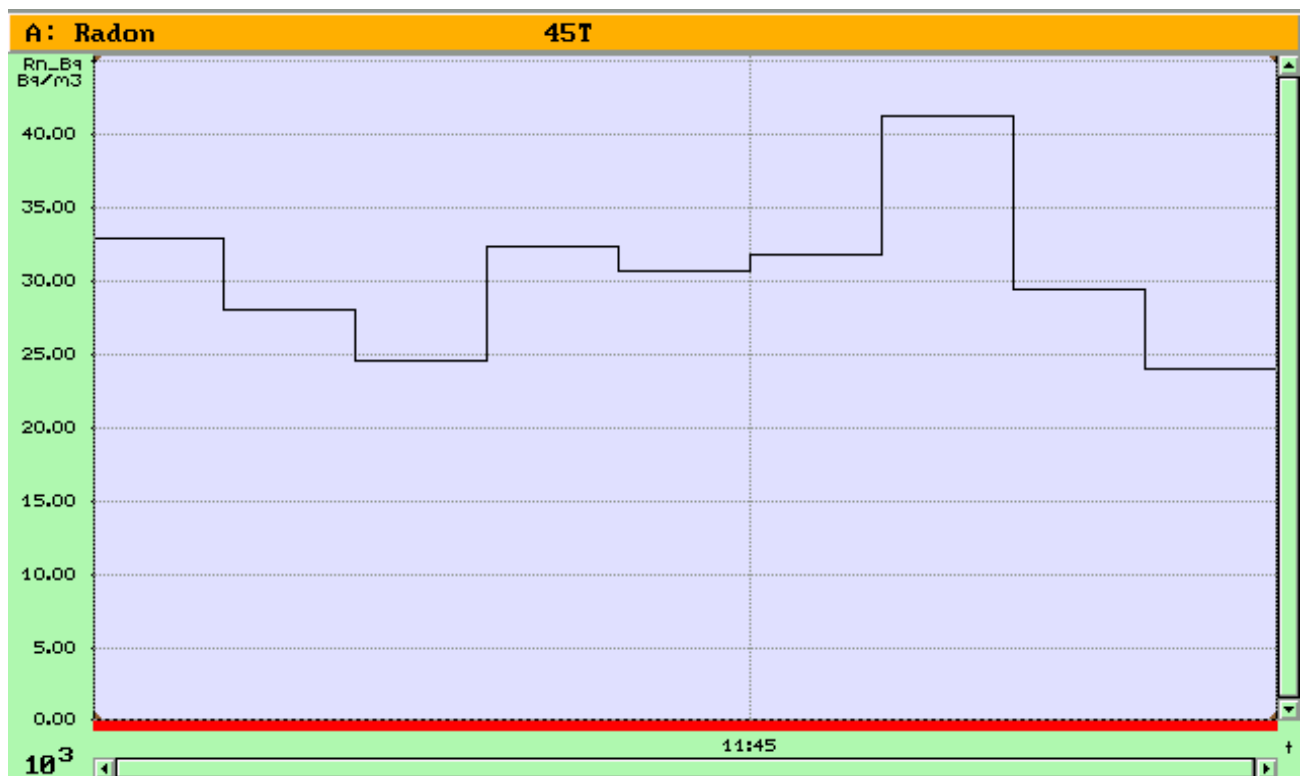
|   |  |                              |                   |          |                   |
|---|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |  | 43T                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 09.09.14 10:18:00 to 09.09.14 10:27:00 (9min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean   |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +54073  |  | +31744                       | 09.09.14 10:19:00 | +70656   | 09.09.14 10:25:00 |
| Radon-time-integral   |  | 8.11e+000 ±2.92e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 54073 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 31744 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 70656 | Bq/m <sup>3</sup> |

44T. Rn<sup>222</sup> mērījums

|   |         |                              |         |                   |
|---|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |         |                              | 44T     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |         |                   |
| total data set: 09.09.14 10:44:00 to 09.09.14 10:53:00 (9min) |         |                              |         |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +10247  | +2336   | 09.09.14 10:47:00            | +25472  | 09.09.14 10:45:00 |
| Radon-time-integral   |         | 1.54e+000 ±2.02e-001 kBqh/m3 |         |                   |

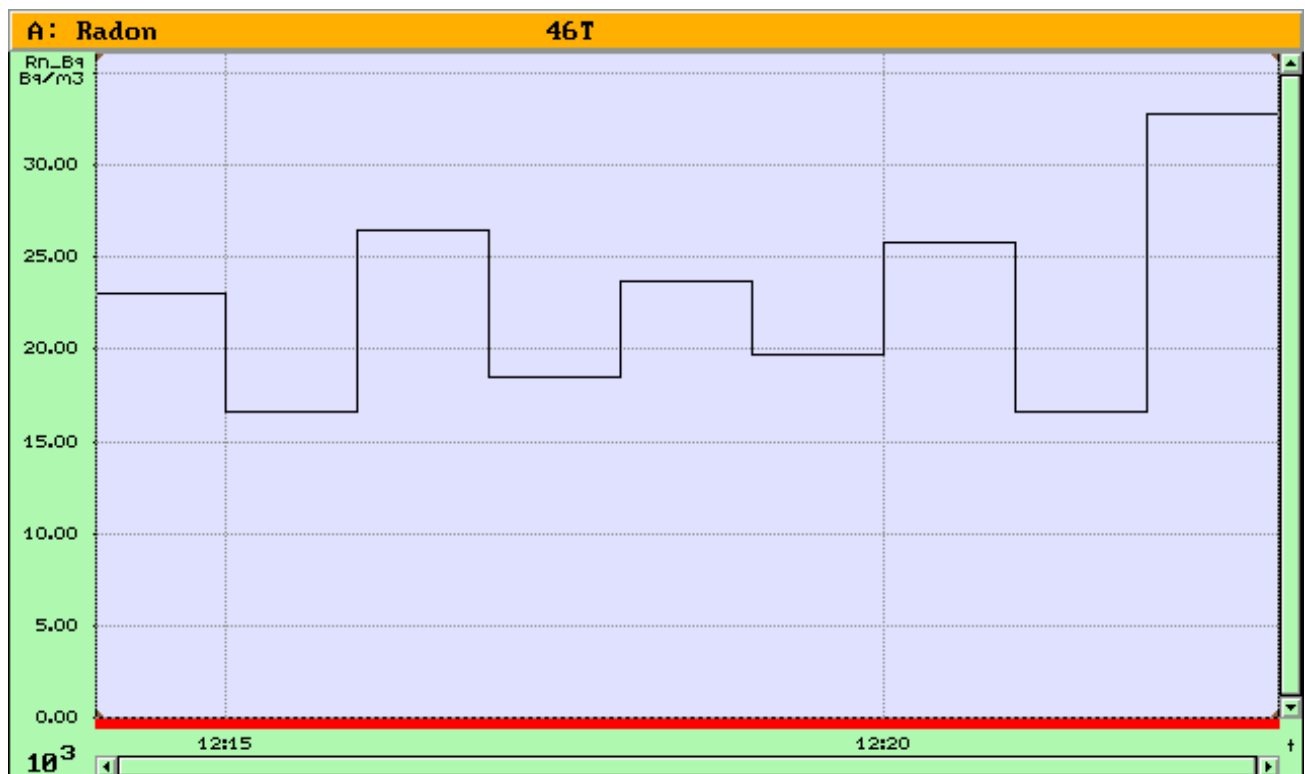
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 10247 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 2336  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 25472 | Bq/m <sup>3</sup> |

45T. Rn<sup>222</sup> mērījums

| Information to window A: Radon 45T [EF1053]                   |         |                              |         |                   |
|---|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                        |         |                              |         |                   |
| total data set: 09.09.14 11:40:00 to 09.09.14 11:49:00 (9min) |         |                              |         |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum |                   |
| +30450  | +23936  | 09.09.14 11:49:00            | +41216  | 09.09.14 11:47:00 |
| Radon-time-integral   |         | 4.57e+000 ±1.89e-001 kBqh/m³ |         |                   |

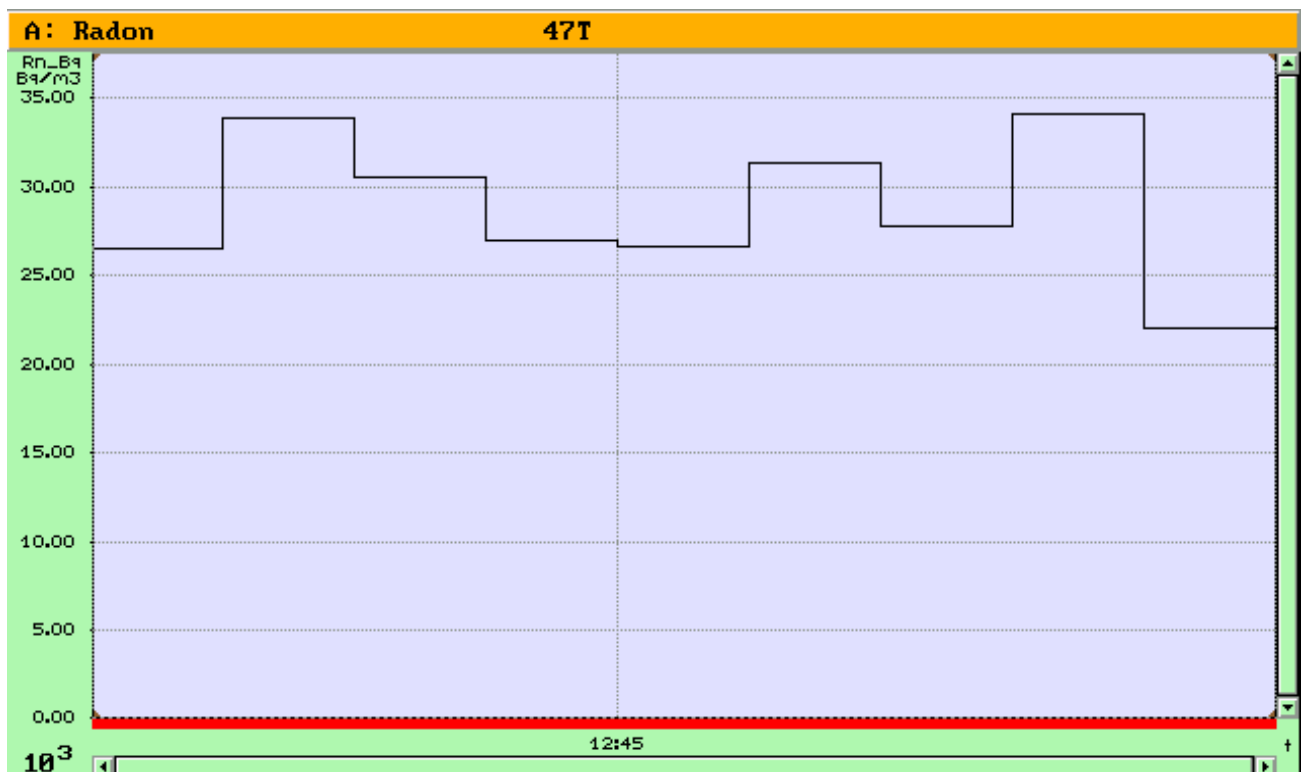
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 30450 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 23936 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 41216 | Bq/m <sup>3</sup> |



46T. Rn<sup>222</sup> mērījums

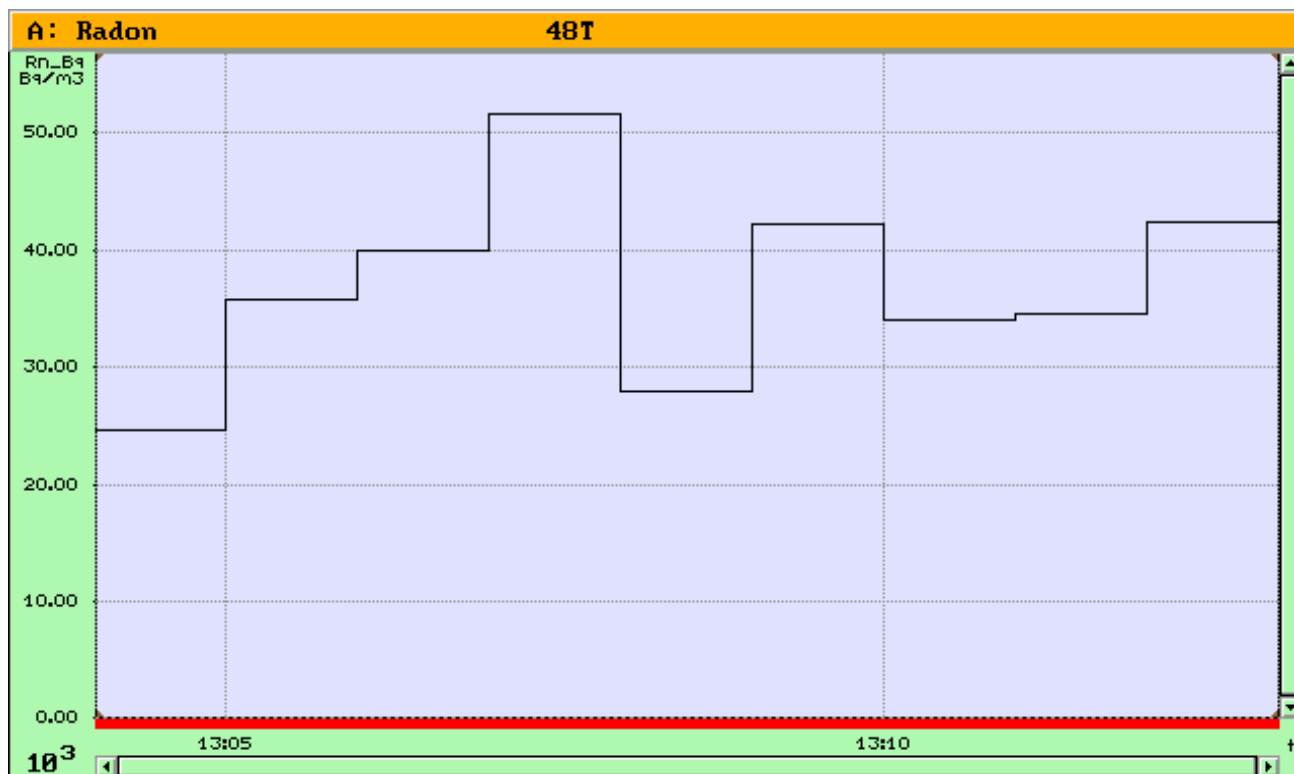
|   |  |                              |                   |          |                   |
|---|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |  | 46T                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 09.09.14 12:14:00 to 09.09.14 12:23:00 (9min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean   |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +22471  |  | +16512                       | 09.09.14 12:16:00 | +32640   | 09.09.14 12:23:00 |
| Radon-time-integral   |  | 3.37e+000 ±2.11e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |       |       |
|------------------------------|-------|-------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 22471 | Bq/m³ |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 16512 | Bq/m³ |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 32640 | Bq/m³ |

47T. Rn<sup>222</sup> mērījums

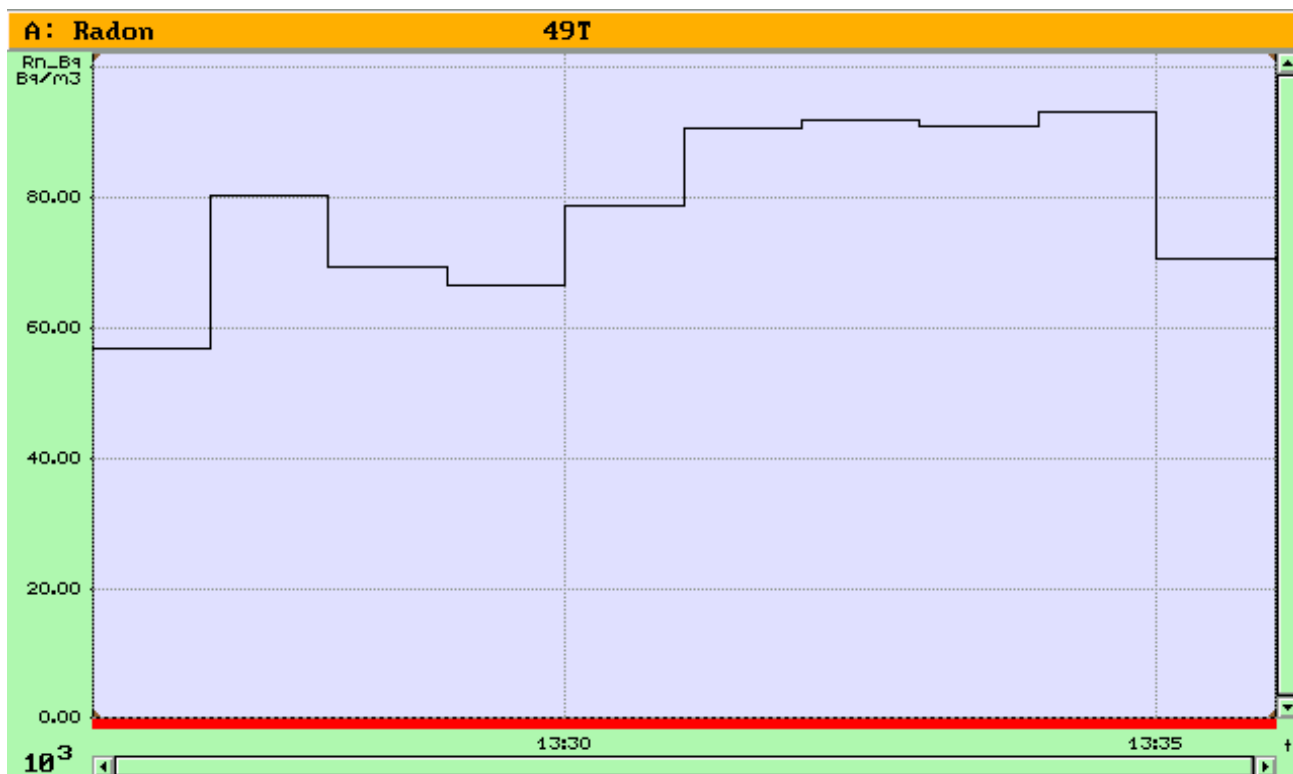
|   |  |                              |                   |          |                   |
|---|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |  | 47T                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 09.09.14 12:41:00 to 09.09.14 12:50:00 (9min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean   |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +28757  |  | +21888                       | 09.09.14 12:50:00 | +34048   | 09.09.14 12:49:00 |
| Radon-time-integral   |  | 4.31e+000 ±2.07e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 28757 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 21888 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 34048 | Bq/m <sup>3</sup> |

**48T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

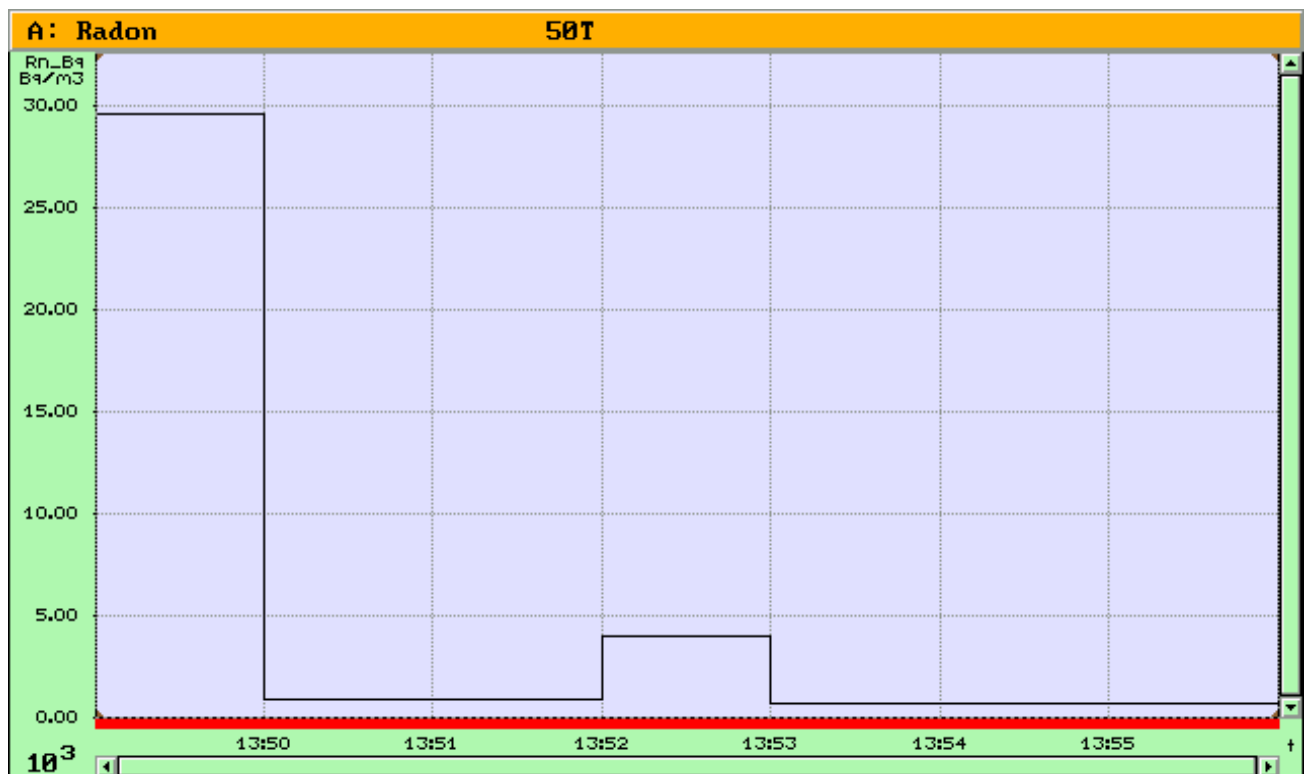
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 48T                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 09.09.14 13:04:00 to 09.09.14 13:13:00 (9min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +36807  | +24448  | 09.09.14 13:05:00            | +51456 09.09.14 13:08:00 |
| Radon-time-integral   |         | 5.52e+000 ±2.21e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 36807 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 24448 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 51456 | Bq/m <sup>3</sup> |

49T. Rn<sup>222</sup> mērījums

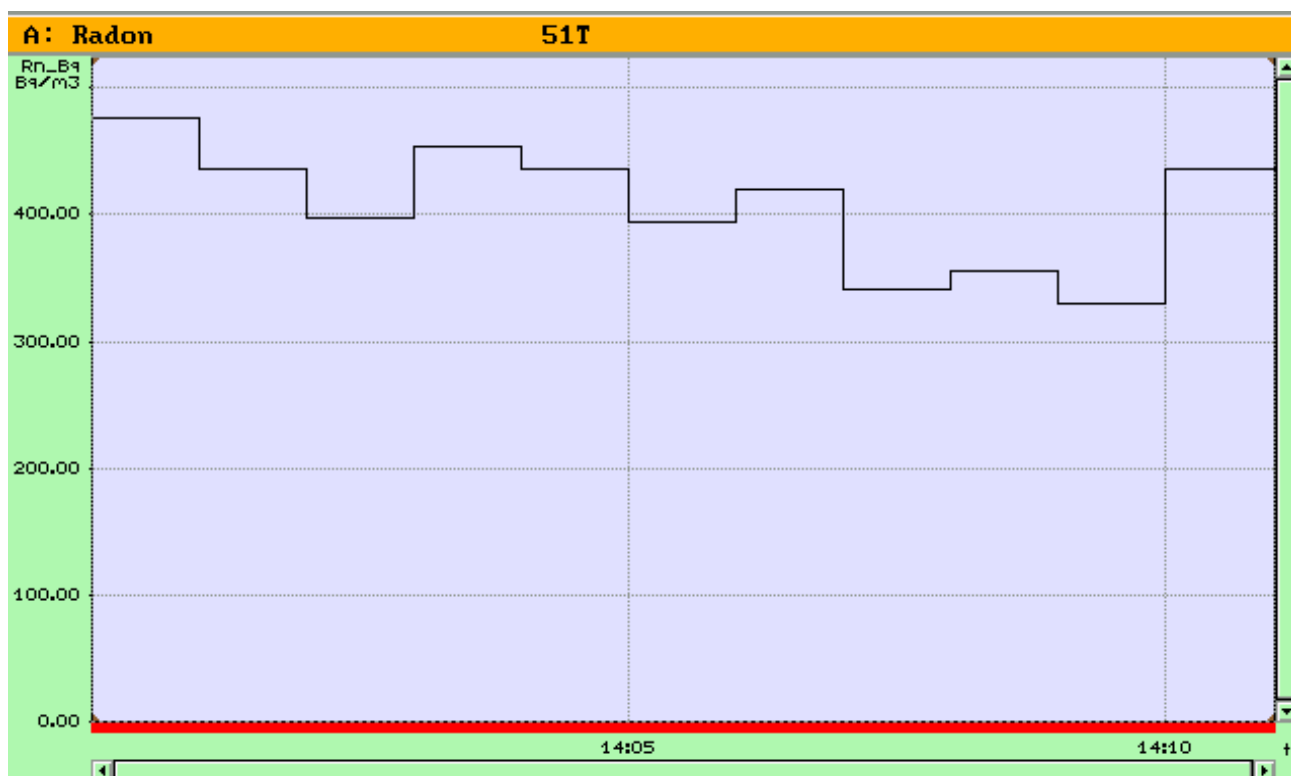
|  |         |                              |  |          |                   |
|--|---------|------------------------------|--|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 49T                          |  | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |          |                   |
| total data set: 09.09.14 13:26:00 to 09.09.14 13:36:00 (10min) |         |                              |  |          |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum  |                   |
| +78515   | +56576  | 09.09.14 13:27:00            |  | +92672   | 09.09.14 13:35:00 |
| Radon-time-integral  |         | 1.31e+001 ±4.54e-001 kBqh/m3 |  |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 78515 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 56576 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 92672 | Bq/m <sup>3</sup> |

50T. Rn<sup>222</sup> mērījums

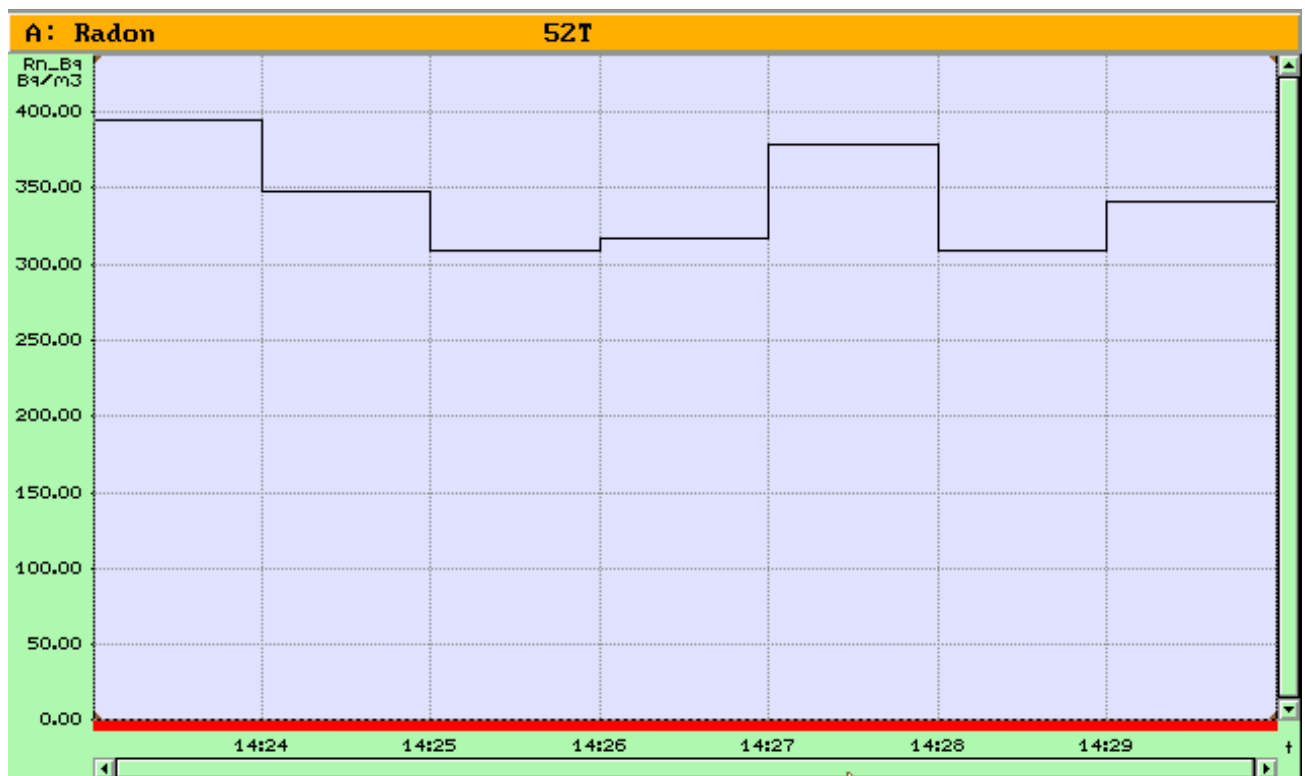
|   |  |                              |                   |          |                   |
|---|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                |  | 50T                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 09.09.14 13:49:00 to 09.09.14 13:56:00 (7min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean   |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +5333   |  | +668                         | 09.09.14 13:54:00 | +29568   | 09.09.14 13:50:00 |
| Radon-time-integral   |  | 6.22e-001 ±1.62e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 5333  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 668   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 29568 | Bq/m <sup>3</sup> |

51T. Rn<sup>222</sup> mērījums

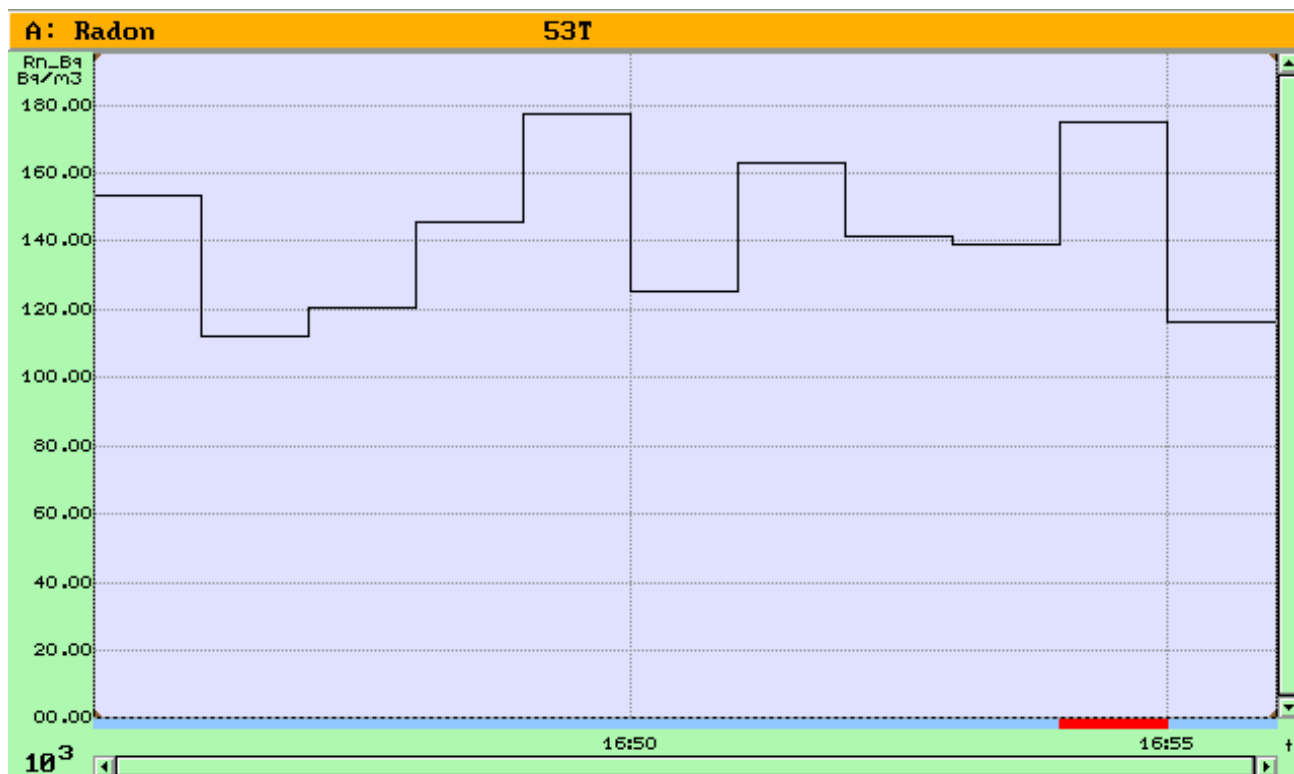
|  |  |         |                              |     |         |                   |  |
|--|--|---------|------------------------------|-----|---------|-------------------|--|
| Information to window A: Radon                                 |  |         |                              | 51T |         | [EF1053]          |  |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |         |                              |     |         |                   |  |
| total data set: 09.09.14 14:00:00 to 09.09.14 14:11:00 (11min) |  |         |                              |     |         |                   |  |
| Arith. mean  |  | Minimum |                              |     | Maximum |                   |  |
| +405   |  | +328    | 09.09.14 14:10:00            |     | +474    | 09.09.14 14:01:00 |  |
| Radon-time-integral  |  |         | 7.43e-002 ±1.30e-001 kBqh/m3 |     |         |                   |  |

|                              |     |                   |
|------------------------------|-----|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 405 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 328 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 474 | Bq/m <sup>3</sup> |

**52T. Rn<sup>222</sup> mērījums**

|   |         |                              |                        |
|---|---------|------------------------------|------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 52T                          | [EF1053]               |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                        |
| total data set: 09.09.14 14:23:00 to 09.09.14 14:30:00 (7min) |         |                              |                        |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                |
| +341  | +308    | 09.09.14 14:26:00            | +394 09.09.14 14:24:00 |
| Radon-time-integral   |         | 3.98e-002 ±8.57e-002 kBqh/m3 |                        |

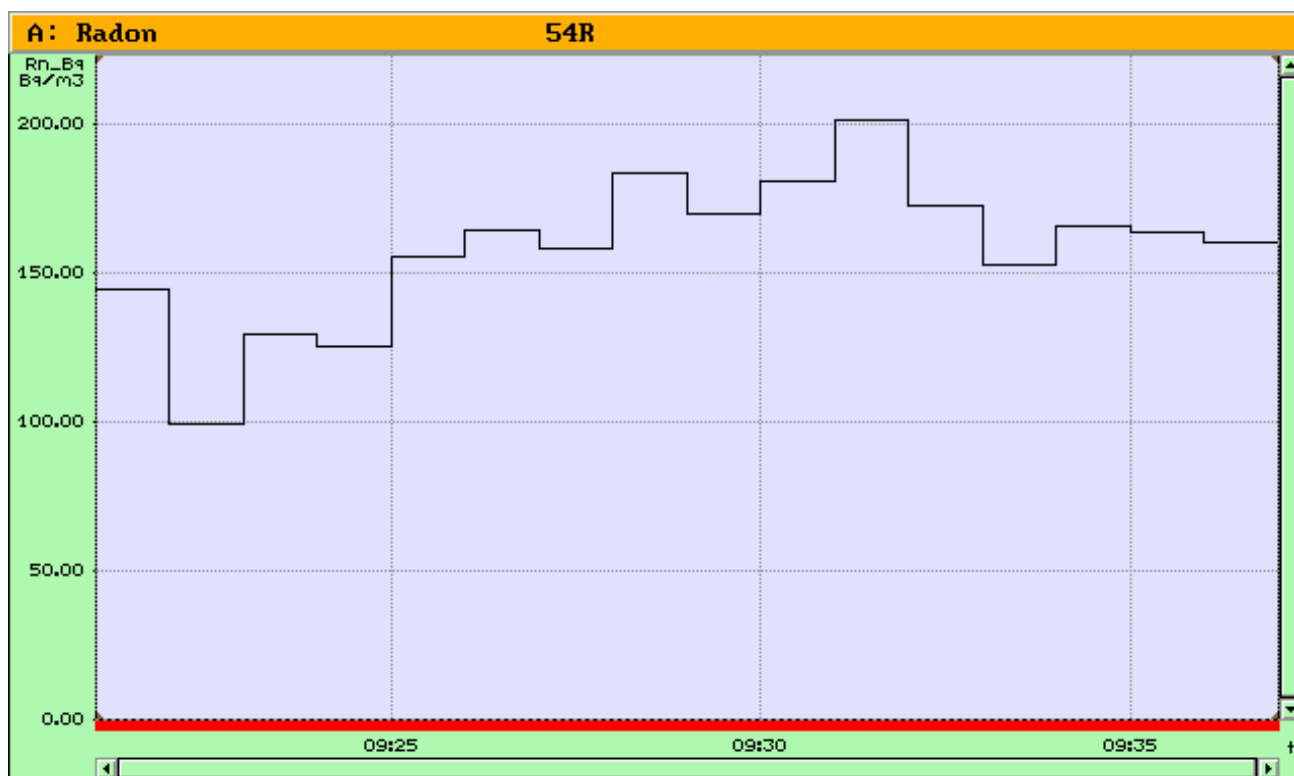
|                              |     |                   |
|------------------------------|-----|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 341 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 308 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 394 | Bq/m <sup>3</sup> |

53t. Rn<sup>222</sup> mērījums

|  |         |                              |                           |
|--|---------|------------------------------|---------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 53T                          | [EF1053]                  |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                           |
| total data set: 09.09.14 16:45:00 to 09.09.14 16:56:00 (11min) |         |                              |                           |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                   |
| +142020  | +111360 | 09.09.14 16:47:00            | +176641 09.09.14 16:50:00 |
| Radon-time-integral  |         | 26.0e+000 ±7.25e-001 kBqh/m3 |                           |

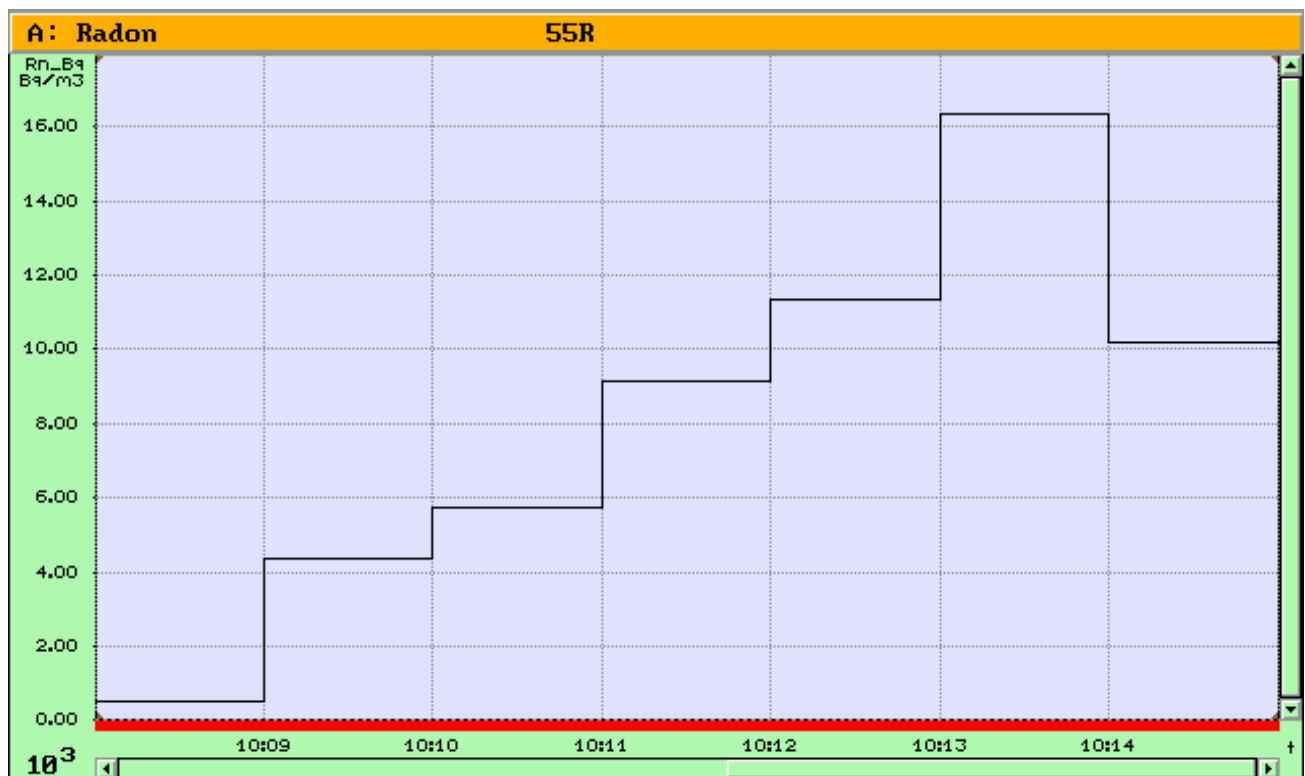
|                              |        |                   |
|------------------------------|--------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 142020 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 111360 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 176641 | Bq/m <sup>3</sup> |



54R. Rn<sup>222</sup> mērījums

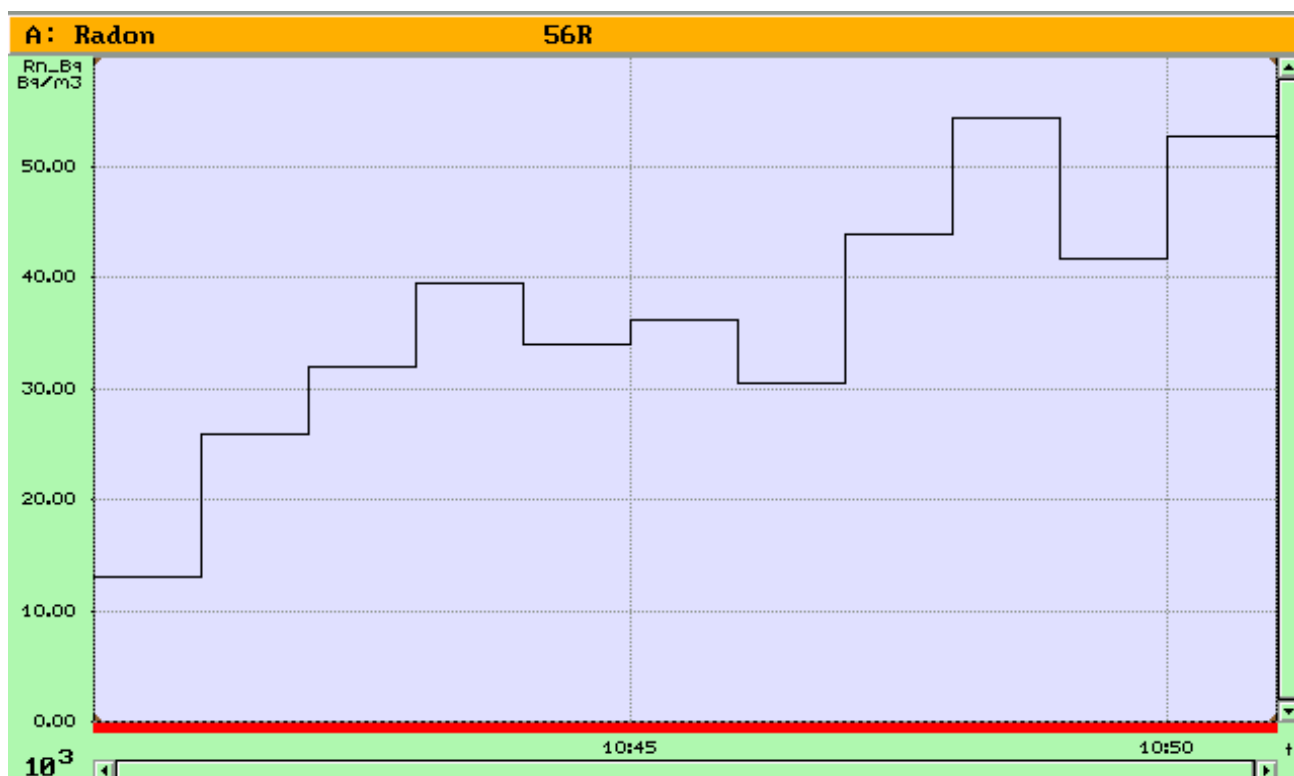
| Information to window A: Radon                                |         |                              |  | 53T     | [EF1053]          |
|---|---------|------------------------------|--|---------|-------------------|
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m³]                        |         |                              |  |         |                   |
| total data set: 09.09.14 15:20:00 to 09.09.14 15:27:00 (7min) |         |                              |  |         |                   |
| Arith. mean   | Minimum |                              |  | Maximum |                   |
| +50085  | +9856   | 09.09.14 15:21:00            |  | +72192  | 09.09.14 15:27:00 |
| Radon-time-integral   |         | 5.84e+000 ±2.21e-001 kBqh/m³ |  |         |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 50085 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 9856  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 72192 | Bq/m <sup>3</sup> |

55R. Rn<sup>222</sup> mērījums

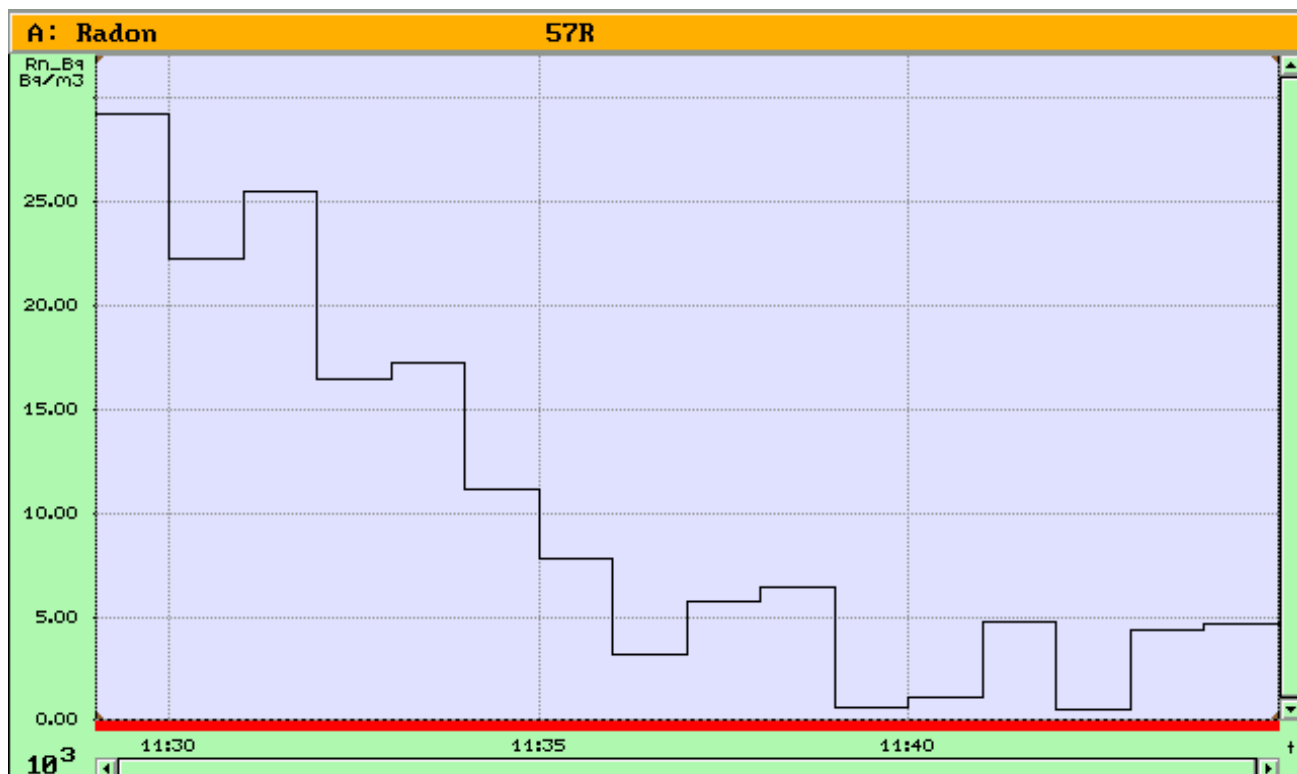
|  |                     |         |                              |         |                   |
|--|---------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |                     |         |                              | 55R     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |                     |         |                              |         |                   |
| total data set: 10.09.14 10:00:00 to 10.09.14 10:15:00 (15min) |                     |         |                              |         |                   |
|  | Arith. mean         | Minimum |                              | Maximum |                   |
|  | +8170               | +456    | 10.09.14 10:09:00            | +16256  | 10.09.14 10:14:00 |
|  | Radon-time-integral |         | 9.53e-001 ±1.18e-001 kBqh/m3 |         |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 8170  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 456   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 16256 | Bq/m <sup>3</sup> |

56R. Rn<sup>222</sup> mērījums

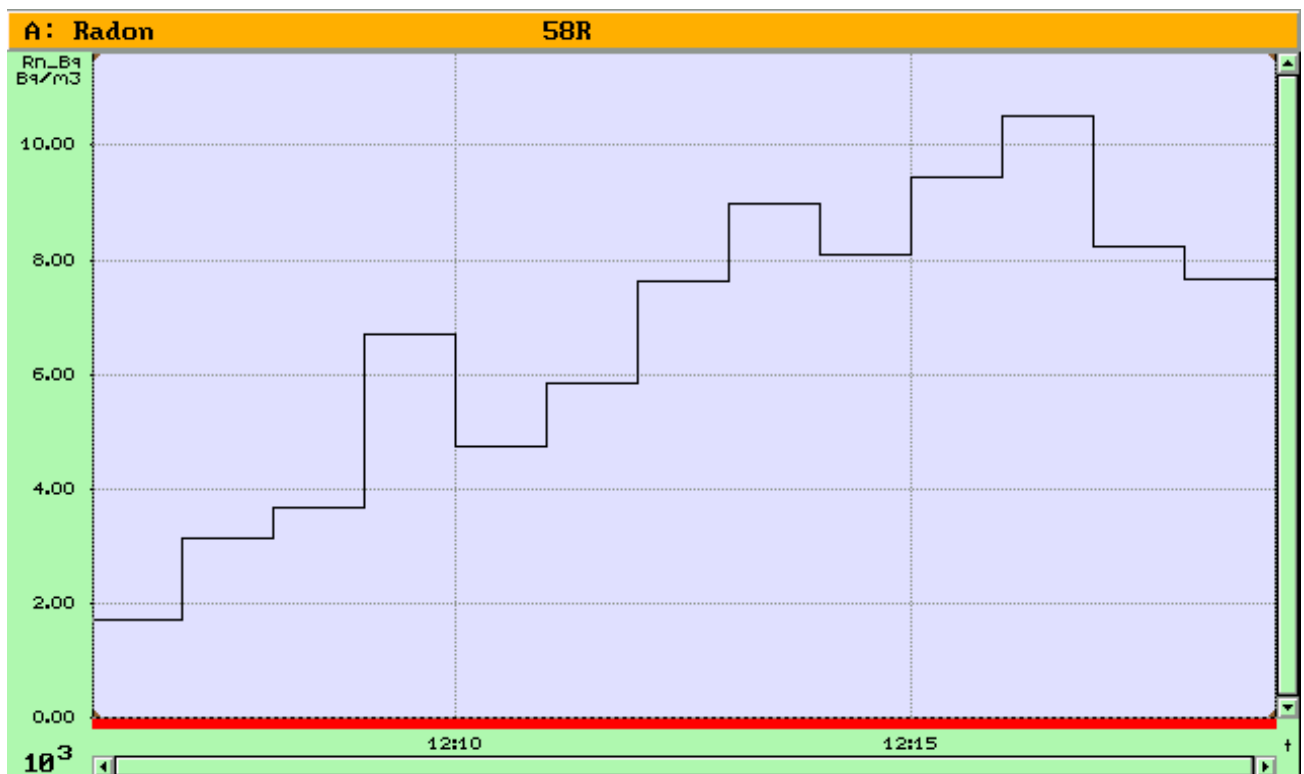
|  |         |                              |  |          |                   |
|--|---------|------------------------------|--|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 56R                          |  | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |          |                   |
| total data set: 10.09.14 10:40:00 to 10.09.14 10:51:00 (11min) |         |                              |  |          |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum  |                   |
| +36556   | +12864  | 10.09.14 10:41:00            |  | +54272   | 10.09.14 10:49:00 |
| Radon-time-integral  |         | 6.70e+000 ±3.08e-001 kBqh/m3 |  |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 36556 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 12864 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 54272 | Bq/m <sup>3</sup> |

**57R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

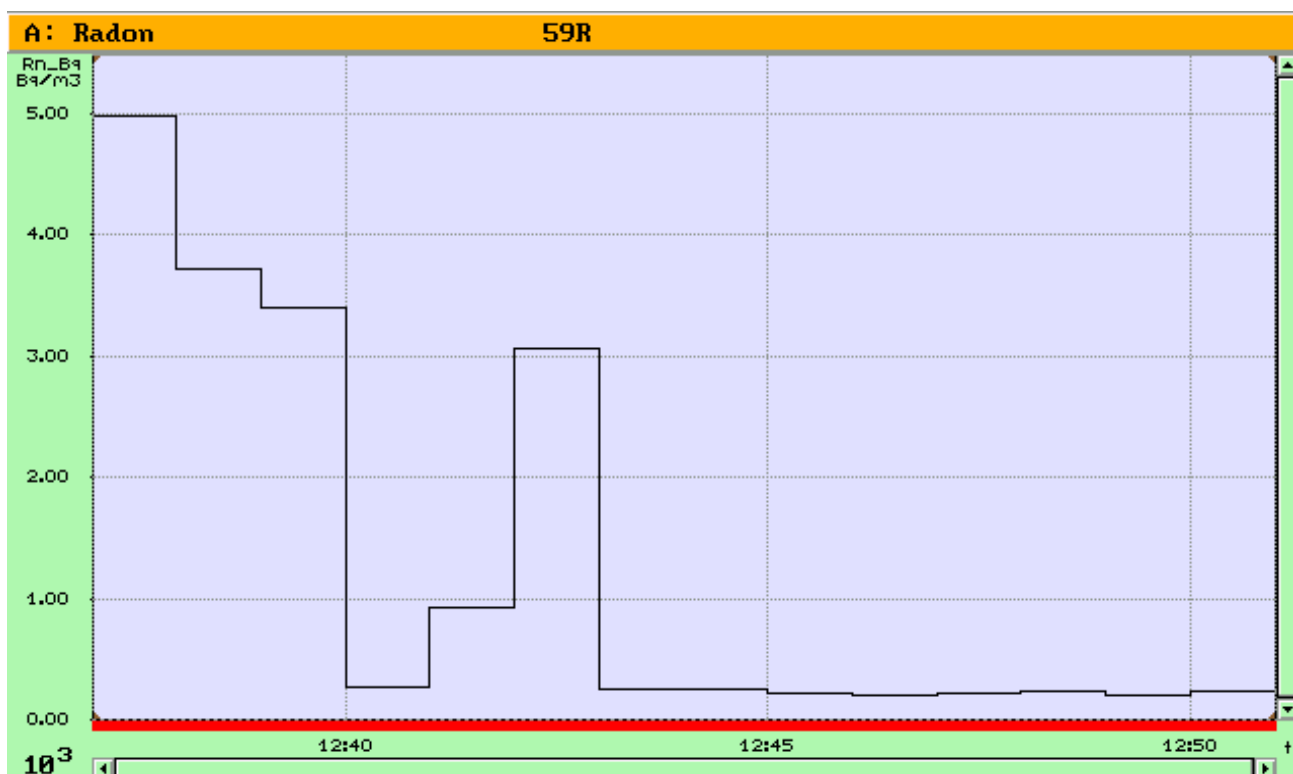
|  |         |                              |                          |
|--|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 57R                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |                          |
| total data set: 10.09.14 11:29:00 to 10.09.14 11:45:00 (16min) |         |                              |                          |
| Arith. mean  | Minimum |                              | Maximum                  |
| +9968  | +436    | 10.09.14 11:43:00            | +29056 10.09.14 11:30:00 |
| Radon-time-integral  |         | 2.66e+000 ±2.67e-001 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 9968  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 436   | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 29056 | Bq/m <sup>3</sup> |

58R.  $\text{Rn}^{222}$  mērījums

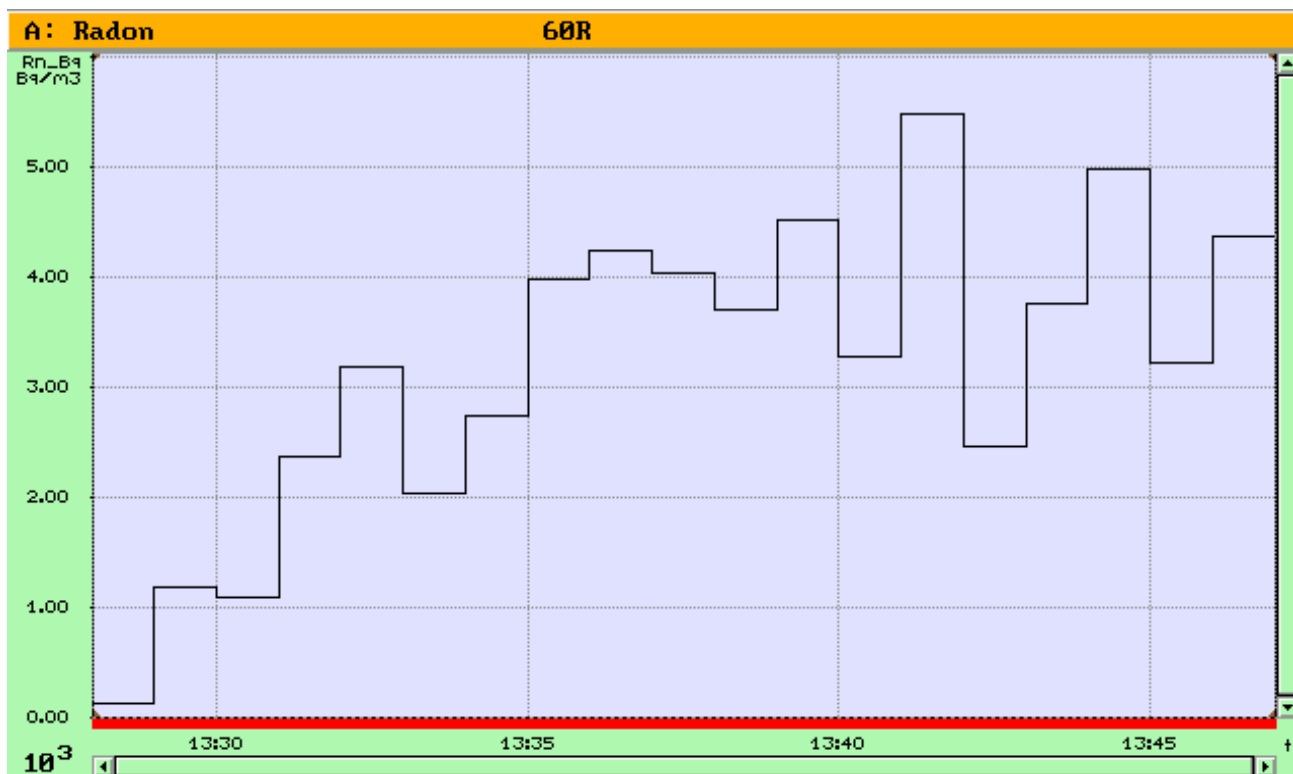
|  |                              |                   |                          |
|--|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                 |                              | 58R               | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |                              |                   |                          |
| total data set: 10.09.14 12:06:00 to 10.09.14 12:19:00 (13min) |                              |                   |                          |
| Arith. mean  | Minimum                      |                   | Maximum                  |
| +6614  | +1688                        | 10.09.14 12:07:00 | +10496 10.09.14 12:17:00 |
| Radon-time-integral  | 1.43e+000 ±1.99e-001 kBqh/m3 |                   |                          |

|                              |       |       |
|------------------------------|-------|-------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 6614  | Bq/m³ |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 1688  | Bq/m³ |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 10496 | Bq/m³ |

**59R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

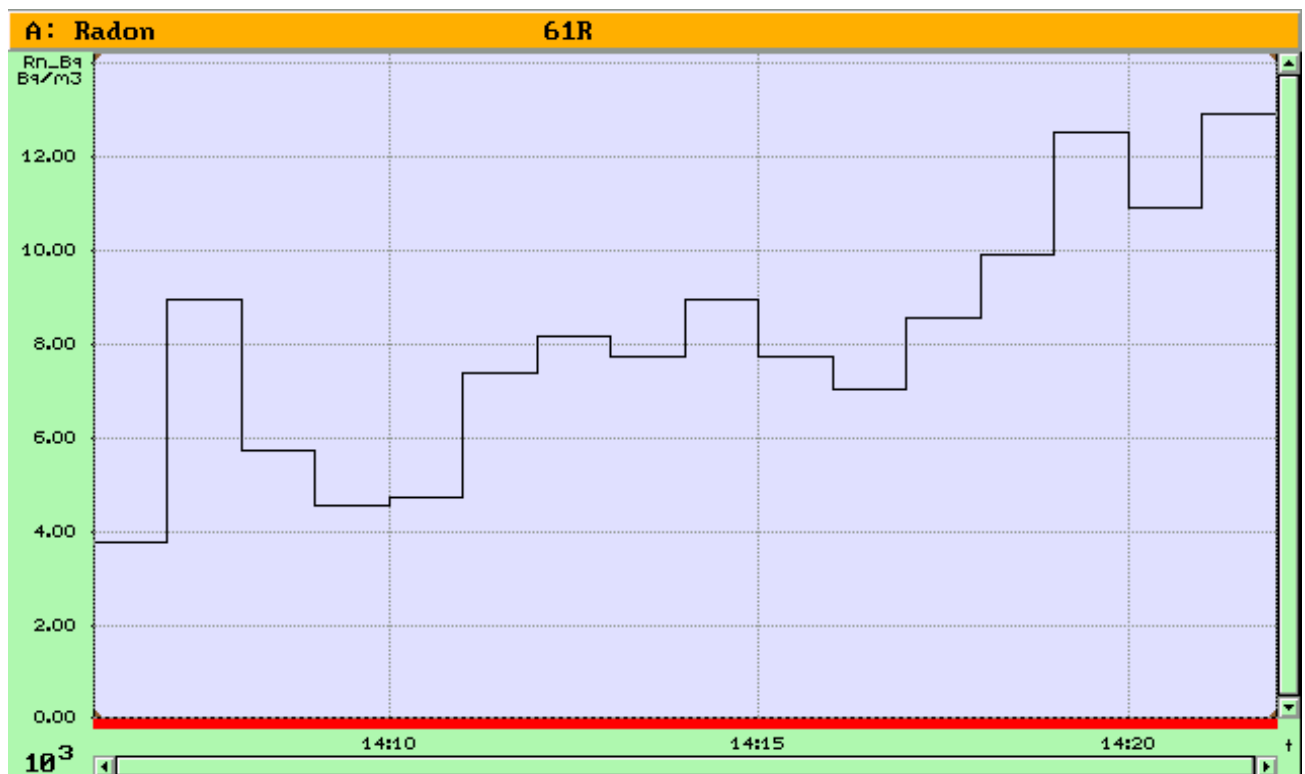
|  |                     |         |                              |         |                   |
|--|---------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |                     |         |                              | 59R     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |                     |         |                              |         |                   |
| total data set: 10.09.14 12:37:00 to 10.09.14 12:51:00 (14min) |                     |         |                              |         |                   |
|  | Arith. mean         | Minimum |                              | Maximum |                   |
|  | +1283               | +189    | 10.09.14 12:50:00            | +4960   | 10.09.14 12:38:00 |
|  | Radon-time-integral |         | 2.99e-001 ±1.13e-001 kBqh/m3 |         |                   |

|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 1283 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 189  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 4960 | Bq/m <sup>3</sup> |

**60R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

|  |         |                              |  |         |                   |
|--|---------|------------------------------|--|---------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         |                              |  | 60R     | [EF1053]          |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |         |                   |
| total data set: 10.09.14 13:28:00 to 10.09.14 13:47:00 (19min) |         |                              |  |         |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum |                   |
| +3186  | +129    | 10.09.14 13:29:00            |  | +5472   | 10.09.14 13:42:00 |
| Radon-time-integral  |         | 1.01e+000 ±1.34e-001 kBqh/m3 |  |         |                   |

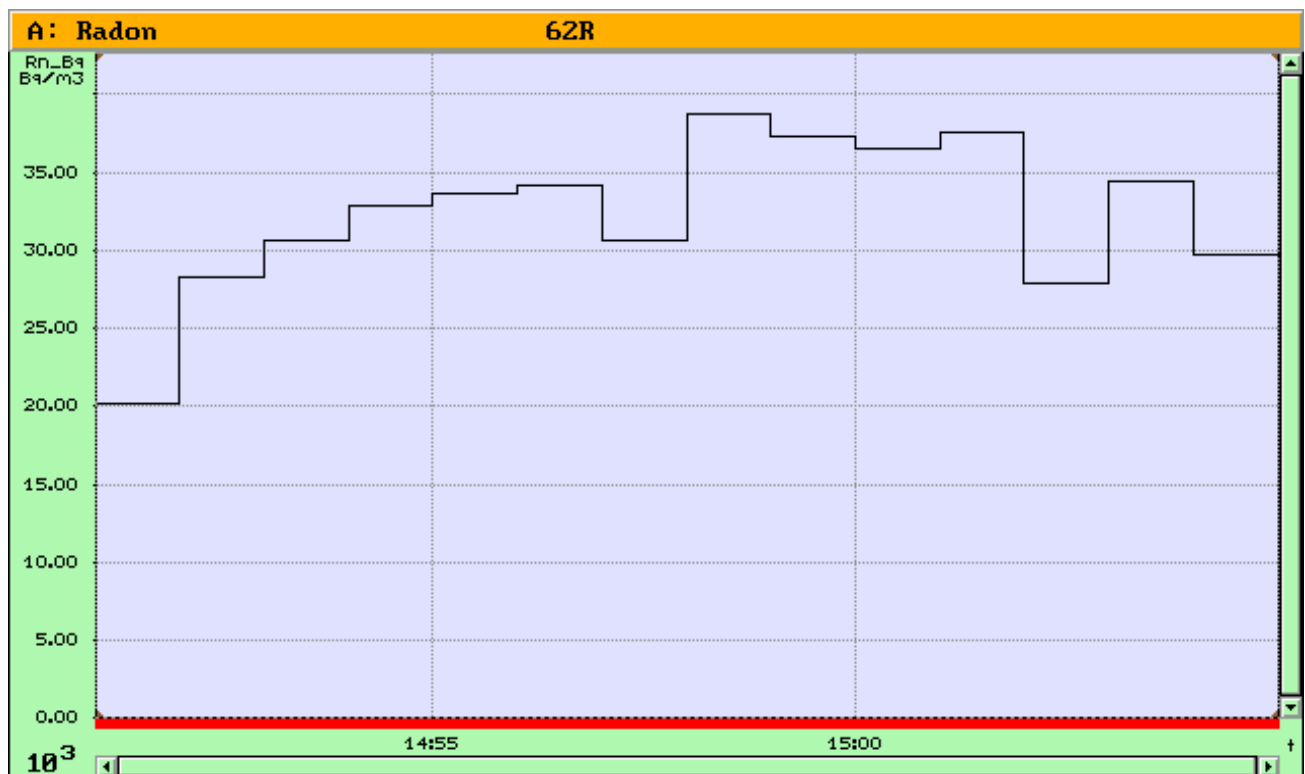
|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 3186 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 129  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 5472 | Bq/m <sup>3</sup> |

**61R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 61R                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 10.09.14 14:06:00 to 10.09.14 14:22:00 (16min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +8048  |  | +3712                        | 10.09.14 14:07:00 | +12864   | 10.09.14 14:22:00 |
| Radon-time-integral  |  | 2.15e+000 ±1.93e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

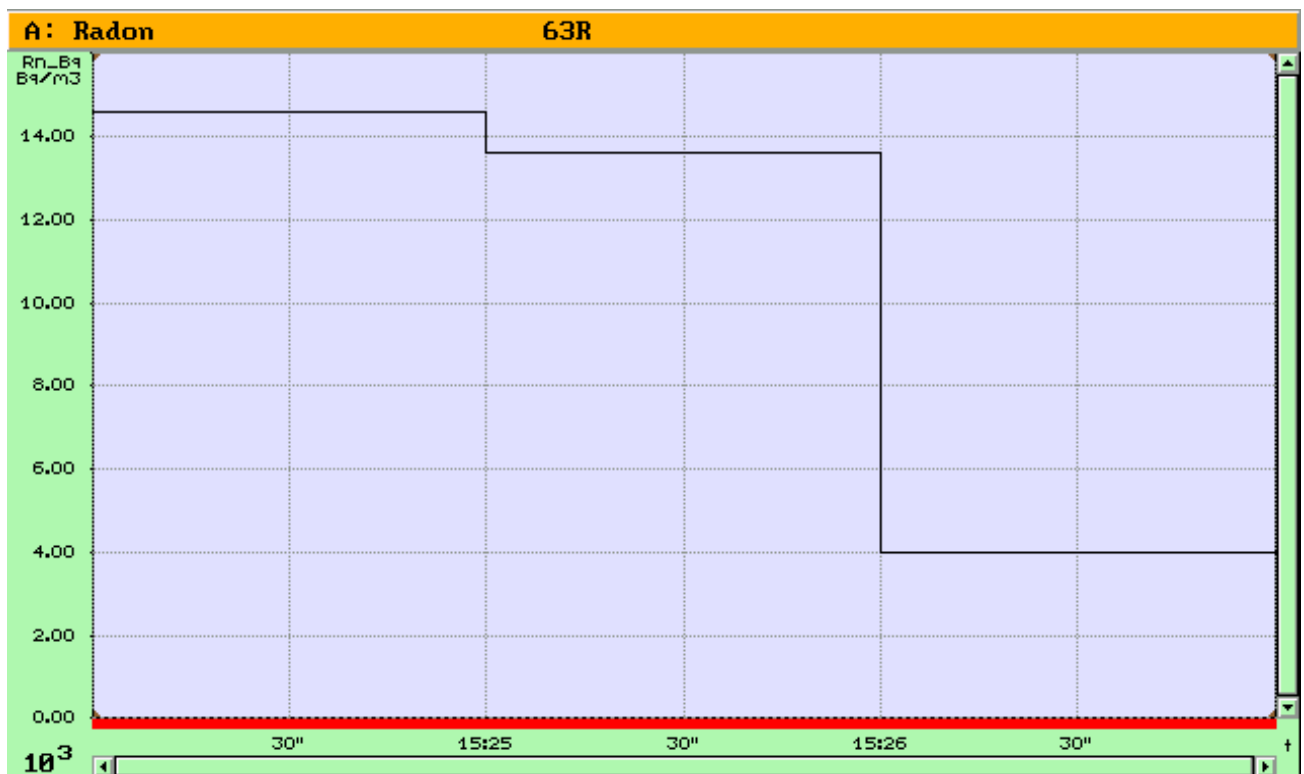
|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 8048  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 3712  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 12864 | Bq/m <sup>3</sup> |



**62R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

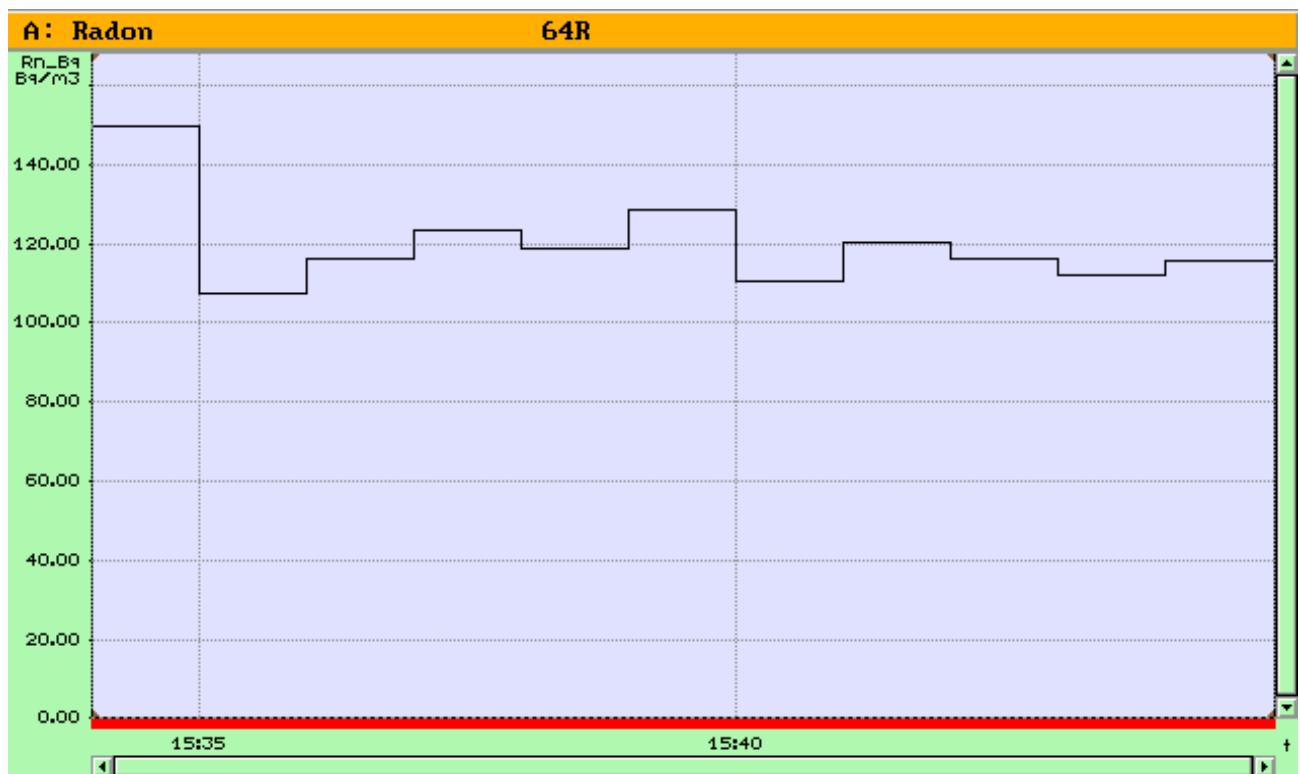
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 62R                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 10.09.14 14:51:00 to 10.09.14 15:05:00 (14min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +32192   |  | +20096                       | 10.09.14 14:52:00 | +38656   | 10.09.14 14:59:00 |
| Radon-time-integral  |  | 7.51e+000 ±3.63e-001 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 32192 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 20096 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 38656 | Bq/m <sup>3</sup> |

**63R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

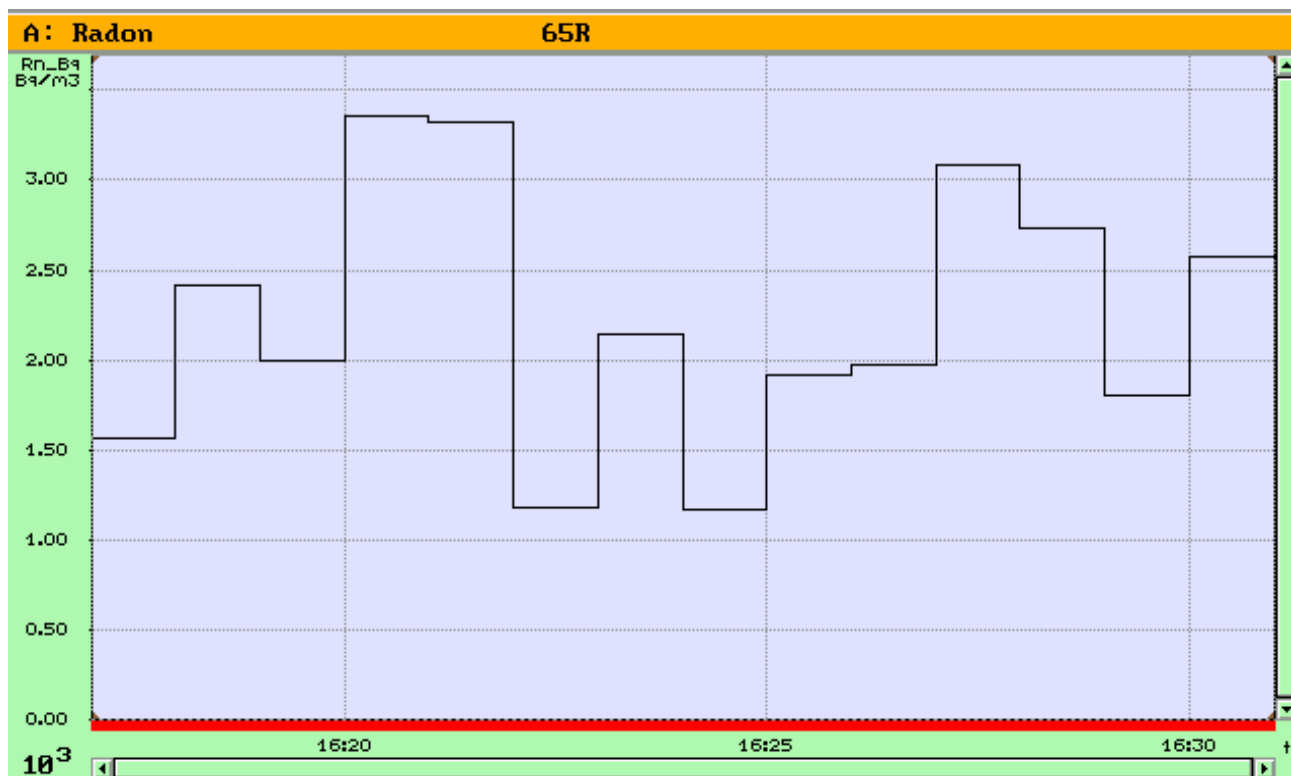
|   |         |                              |                          |
|---|---------|------------------------------|--------------------------|
| Information to window A: Radon                                |         | 63R                          | [EF1053]                 |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                        |         |                              |                          |
| total data set: 10.09.14 15:24:00 to 10.09.14 15:27:00 (3min) |         |                              |                          |
| Arith. mean   | Minimum |                              | Maximum                  |
| +10683  | +3952   | 10.09.14 15:27:00            | +14528 10.09.14 15:25:00 |
| Radon-time-integral   |         | 5.34e-001 ±9.18e-002 kBqh/m3 |                          |

|                              |       |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 10683 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 3952  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 14528 | Bq/m <sup>3</sup> |

**64R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

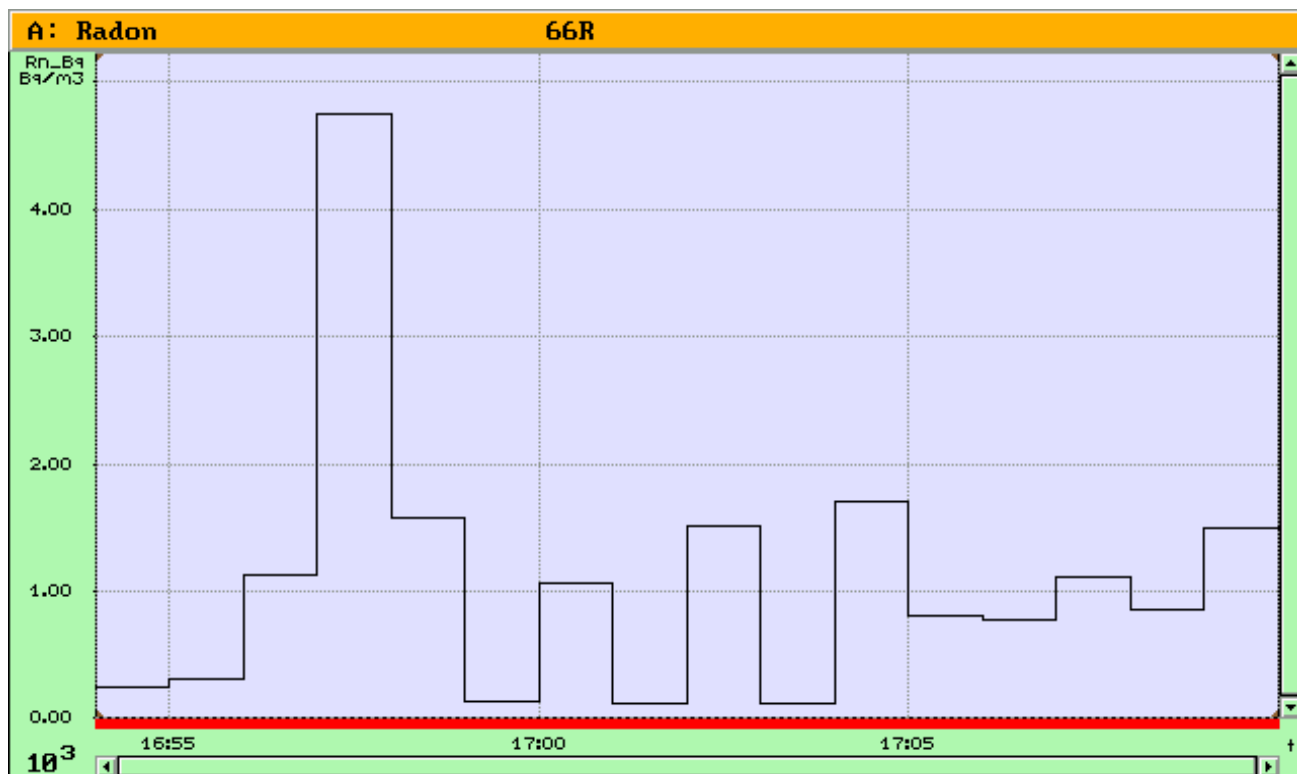
|  |  |                              |                   |          |                   |
|--|--|------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |  | 64R                          |                   | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |  |                              |                   |          |                   |
| total data set: 10.09.14 15:34:00 to 10.09.14 15:45:00 (11min) |  |                              |                   |          |                   |
| Arith. mean  |  | Minimum                      |                   | Maximum  |                   |
| +119   |  | +107                         | 10.09.14 15:36:00 | +149     | 10.09.14 15:35:00 |
| Radon-time-integral  |  | 2.19e-002 ±4.97e-002 kBqh/m3 |                   |          |                   |

|                              |     |                   |
|------------------------------|-----|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 119 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 107 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 149 | Bq/m <sup>3</sup> |

65R.  $\text{Rn}^{222}$  mērījums

|  |         |                              |  |          |                   |
|--|---------|------------------------------|--|----------|-------------------|
| Information to window A: Radon                                 |         | 65R                          |  | [EF1053] |                   |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |  |          |                   |
| total data set: 10.09.14 16:17:00 to 10.09.14 16:31:00 (14min) |         |                              |  |          |                   |
| Arith. mean  | Minimum |                              |  | Maximum  |                   |
| +2220  | +1160   | 10.09.14 16:25:00            |  | +3344    | 10.09.14 16:21:00 |
| Radon-time-integral  |         | 5.18e-001 ±1.11e-001 kBqh/m3 |  |          |                   |

|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 2220 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 1160 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 3344 | Bq/m <sup>3</sup> |

**66R. Rn<sup>222</sup> mērījums**

|  |         |                              |       |                   |  |
|--|---------|------------------------------|-------|-------------------|--|
| Information to window A: Radon                                 |         | 66R                          |       | [EF1053]          |  |
| Statistics for data set: Rn_Bq [Bq/m3]                         |         |                              |       |                   |  |
| total data set: 10.09.14 16:54:00 to 10.09.14 17:10:00 (16min) |         |                              |       |                   |  |
| Arith. mean  | Minimum |                              |       | Maximum           |  |
| +1095  | +110    | 10.09.14 17:02:00            | +4736 | 10.09.14 16:58:00 |  |
| Radon-time-integral  |         | 2.92e-001 ±8.21e-002 kBqh/m3 |       |                   |  |

|                              |      |                   |
|------------------------------|------|-------------------|
| Vidējais <b>Rn</b> saturs    | 1095 | Bq/m <sup>3</sup> |
| Minimālais <b>Rn</b> saturs  | 110  | Bq/m <sup>3</sup> |
| Maksimālais <b>Rn</b> saturs | 4736 | Bq/m <sup>3</sup> |

### **3. PIELIKUMS**

#### **$RN^{222}$ MĒRĪJUMU PUNKTU DOKUMENTĀCIJA GRUNTĪ**

| Nr. | ID<br>mērījumā | Koordinātes LKS-92 |         | Ģeoloģiskais.<br>indekss | Grunšu sastāvs<br>50-70 cm<br>dziļumā | mkR/st. | mkSv/st. | Rn <sup>222</sup> vid.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> min.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> max.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Piezīmes |
|-----|----------------|--------------------|---------|--------------------------|---------------------------------------|---------|----------|---|---|---|----------|
|     |                | X m                | Y m     |                          |                                       |         |          |   |   |   |          |
| 1s  | 24             | 534791             | 6333936 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Smilts                                | 10,2    | 0,102    | 6542  | 4192  | 8768  |          |
| 2s  | 25             | 536729             | 6329609 | vQ <sub>3</sub> lv       | Smilts                                | 9,2     | 0,092    | 6574  | 3872  | 8576  |          |
| 3s  | 26             | 558720             | 6334364 | gQ <sub>3</sub> lv       | Mālsmilts                             | 10,1    | 0,101    | 24487                                       | 1256  | 36608                                       |          |
| 4s  | 27             | 556422             | 6334026 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 10,2    | 0,102    | 35149                                       | 31872                                       | 42752                                       |          |
| 5s  | 28             | 551127             | 6338801 | fQ <sub>3</sub> lv       | Smilts ar granti                      | 8,9     | 0,089    | 37067                                       | 30336                                       | 47104                                       |          |
| 6s  | 29             | 551871             | 6341556 | fQ <sub>3</sub> lv       | Smilts ar granti                      | 9,1     | 0,091    | 21257                                       | 13248                                       | 29824                                       |          |
| 7s  | 30             | 549054             | 6336980 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 9,8     | 0,098    | 84335                                       | 27008                                       | 120000                                      |          |
| 8s  | 31             | 542993             | 6338848 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 10,6    | 0,106    | 47980                                       | 15488                                       | 79872                                       |          |
| 9s  | 1              | 546530             | 6331299 | vQ <sub>3</sub> lv       | Smilts                                | 8,4     | 0,084    | 2226  | 334   | 4448  |          |
| 10s | 2              | 540409             | 6330151 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Māls                                  | 11,4    | 0,114    | 31127                                       | 10624                                       | 40448                                       |          |
| 11s | 3              | 542596             | 6328325 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Aleirīts                              | 9,8     | 0,098    | 28137                                       | 15296                                       | 45056                                       |          |
| 12s | 4              | 548861             | 6329039 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Smilts                                | 7,9     | 0,079    | 7180  | 1024  | 17024                                       |          |
| 13s | 5              | 549862             | 6329243 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Māls                                  | 12,1    | 0,121    | 39820                                       | 18048                                       | 58368                                       |          |
| 14s | 6              | 550539             | 6328835 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 12,3    | 0,123    | 2329  | 264   | 15104                                       | Brāķis   |
| 15s | 7              | 550539             | 6328835 | gQ <sub>3</sub> lv       | Mālsmilts                             | 14,2    | 0,142    | 37389                                       | 14464                                       | 50176                                       |          |
| 16s | 8              | 550780             | 6332431 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 12,5    | 0,125    | 46507                                       | 36096                                       | 58368                                       |          |
| 17s | 9              | 554672             | 6337231 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Māls                                  | 14,1    | 0,141    | 32077                                       | 20224                                       | 47104                                       |          |
| 18s | 10             | 556416             | 6341734 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Smilts                                | 15,2    | 0,152    | 4675  | 608   | 12800                                       |          |
| 19s | 11             | 556416             | 6341734 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Smilts                                | 10,1    | 0,101    | 308   | 220   | 366   | Brāķis   |
| 20s | 12             | 552622             | 6334943 | gQ <sub>3</sub> lv       | Mālsmilts                             | 8,2     | 0,082    | 30090                                       | 19712                                       | 38144                                       |          |
| 21s | 13             | 548466             | 6338621 | fQ <sub>3</sub> lv       | Smilts mālaina ar granti              | 8,6     | 0,086    | 138010                                      | 121580                                      | 151230                                      |          |
| 22s | 14             | 547800             | 6339417 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 9,8     | 0,098    | 58982                                       | 34816                                       | 81920                                       |          |
| 23s | 15             | 544889             | 6338997 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 12,1    | 0,121    | 52196                                       | 33536                                       | 65536                                       |          |
| 24T | 18             | 425642             | 6343035 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilts mālaina                        | 13,5    | 0,135    | 4631  | 356   | 9600  |          |
| 25T | 19             | 422234             | 6344255 | gQ <sub>3</sub> lv       | Mālsmilts                             | 8,2     | 0,082    | 28544                                       | 22016                                       | 35840                                       |          |
| 26T | 20             | 416850             | 6345457 | fQ <sub>3</sub> lv       | Smilts ar granti                      | 9,2     | 0,092    | 21198                                       | 15040                                       | 25216                                       |          |
| 27T | 21             | 416146             | 6347143 | gQ <sub>3</sub> lv       | Smilšmāls                             | 9,1     | 0,091    | 2623  | 232   | 21632                                       | Brāķis   |
| 28T | 22             | 405215             | 6345075 | lgQ <sub>3</sub> lv      | Smilts                                | 8,9     | 0,089    | 1736  | 193   | 4160  | Brāķis   |

| Nr. | ID<br>mērījumā | Koordinātes LKS-92 |         | Ģeoloģiskais.<br>indekss          | Grunšu sastāvs<br>50-70 cm<br>dziļumā | mkR/st. | mkSv/st. | Rn <sup>222</sup> vid.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> min.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> max.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Piezīmes |
|-----|----------------|--------------------|---------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|---|---|---|----------|
|     |                | X m                | Y m     |                                   |                                       |         |          |   |   |   |          |
| 29T | 23             | 404085             | 6345508 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Māls                                  | 9,1     | 0,091    | 41237                                       | 7552  | 60672                                       |          |
| 30T | 24             | 414097             | 6349697 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 8,7     | 0,087    | 26951                                       | 19584                                       | 31488                                       |          |
| 31T | 25             | 412985             | 6351752 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Smilts                                | 8,2     | 0,082    | 6787  | 384   | 18176                                       | Brāķis   |
| 32T | 26             | 412985             | 6351752 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Aleiņīts                              | 9,3     | 0,093    | 7551  | 2024  | 12992                                       |          |
| 33T | 27             | 406922             | 6356409 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Smilts                                | 8,4     | 0,084    | 1656  | 233   | 4640  | Brāķis   |
| 34T | 28             | 406246             | 6358785 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Māls                                  | 9,5     | 0,095    | 34099                                       | 21248                                       | 41984                                       |          |
| 35T | 29             | 408358             | 6355620 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Aleiņīts                              | 9,7     | 0,097    | 7627  | 2816  | 16384                                       |          |
| 36T | 30             | 410265             | 6360156 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Smilšmāls                             | 10,5    | 0,105    | 46336                                       | 25856                                       | 60160                                       |          |
| 37T | 31             | 415420             | 6360306 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Mālsmilts                             | 10,7    | 0,107    | 38889                                       | 26624                                       | 50688                                       |          |
| 38T | 32             | 414951             | 6362381 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 9,3     | 0,093    | 24576                                       | 19584                                       | 29952                                       |          |
| 39T | 1              | 415946             | 6364278 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 8,4     | 0,084    | 2715  | 344   | 9792  | Brāķis   |
| 40T | 2              | 415946             | 6364278 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 10,2    | 0,102    | 9979  | 6688  | 13056                                       |          |
| 41T | 3              | 415185             | 6357263 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts mālaina ar granti              | 8,8     | 0,088    | 57168                                       | 12928                                       | 91648                                       |          |
| 42T | 4              | 415195             | 6355395 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts mālaina ar granti              | 9,3     | 0,093    | 43292                                       | 34560                                       | 58624                                       |          |
| 43T | 5              | 427177             | 6344812 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Smilšmāls                             | 10,8    | 0,108    | 54073                                       | 31744                                       | 70656                                       |          |
| 44T | 6              | 426595             | 6347253 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 8,5     | 0,085    | 10247                                       | 2336  | 25472                                       |          |
| 45T | 7              | 421702             | 6352202 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Smilšmāls                             | 9,3     | 0,093    | 30450                                       | 23936                                       | 41216                                       |          |
| 46T | 8              | 428801             | 6355141 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Māls                                  | 8,2     | 0,082    | 22471                                       | 16512                                       | 32640                                       |          |
| 47T | 9              | 425656             | 6358221 | fQ <sub>3</sub> ltv               | Smilts ar granti                      | 8,8     | 0,088    | 28757                                       | 21888                                       | 34048                                       |          |
| 48T | 10             | 422801             | 6360278 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Māls                                  | 8,4     | 0,084    | 36807                                       | 24448                                       | 51456                                       |          |
| 49T | 11             | 425045             | 6361404 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Māls                                  | 9,5     | 0,095    | 78515                                       | 56576                                       | 92672                                       |          |
| 50T | 12             | 426801             | 6363555 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Smilts                                | 9,6     | 0,096    | 5333  | 668   | 29568                                       |          |
| 51T | 13             | 426801             | 6363555 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Smilts                                | 9,3     | 0,093    | 405   | 328   | 474   | Brāķis   |
| 52T | 14             | 426801             | 6363555 | lgQ <sub>3</sub> ltv              | Smilts                                | 9,4     | 0,094    | 341   | 308   | 394   | Brāķis   |
| 53T | 15             | 421787             | 6354859 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Smilšmāls                             | 8,4     | 0,084    | 142020                                      | 111360                                      | 176641                                      |          |
| 54R | 17             | 509784             | 6303959 | lgQ <sub>3</sub> ltv <sup>b</sup> | Mālsmilts                             | 9,6     | 0,096    | 50085                                       | 9856  | 72192                                       |          |
| 55R | 18             | 511887             | 6303959 | gQ <sub>3</sub> ltv               | Smilšmāls                             | 9,5     | 0,095    | 8170  | 456   | 16256                                       |          |



| Nr. | ID<br>mērījumā | Koordinātes LKS-92 |         | Ģeoloģiskais.<br>indekss         | Grunšu sastāvs<br>50-70 cm<br>dziļumā | mkR/st. | mkSv/st. | Rn <sup>222</sup> vid.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> min.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Rn <sup>222</sup> max.<br>Bq/m <sup>3</sup> | Piezīmes |
|-----|----------------|--------------------|---------|----------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|---|---|---|----------|
|     |                | X m                | Y m     |                                  |                                       |         |          |   |   |   |          |
| 56R | 19             | 506856             | 6308994 | aQ <sub>4</sub>                  |                                       | 8,8     | 0,088    | 36556                                       | 12864                                       | 54272                                       |          |
| 57R | 20             | 501046             | 6315797 | vQ <sub>4</sub>                  | Smilts                                | 8,9     | 0,089    | 9968  | 436   | 29056                                       |          |
| 58R | 21             | 500257             | 6316726 | mQ <sub>4</sub> <sup>tt</sup>    | Aleirīts                              | 7,5     | 0,075    | 6614  | 1688  | 10496                                       |          |
| 59R | 22             | 501807             | 6317872 | mQ <sub>4</sub> <sup>tt</sup>    | Smilts                                | 9,8     | 0,098    | 1283  | 189   | 4960  |          |
| 60R | 23             | 507178             | 6315703 | aQ <sub>4</sub>                  | Smilts                                | 8,7     | 0,087    | 3186  | 129   | 5472  |          |
| 61R | 24             | 508004             | 6318924 | vQ <sub>4</sub>                  | Smilts                                | 8,1     | 0,081    | 8048  | 3712  | 12864                                       |          |
| 62R | 25             | 508962             | 6323262 | mQ <sub>4</sub> <sup>tt</sup>    | Mālsmilts                             | 10,1    | 0,101    | 32192                                       | 20096                                       | 38656                                       |          |
| 63R | 26             | 506032             | 6323459 | aQ <sub>4</sub>                  | Smilts                                | 8,5     | 0,085    | 10683                                       | 3952  | 14528                                       |          |
| 64R | 27             | 506032             | 6323459 | aQ <sub>4</sub>                  | Smilts                                | 9,3     | 0,093    | 119   | 107   | 149   |          |
| 65R | 28             | 510596             | 6316947 | lQ <sub>4</sub>                  | Aleirīts                              | 8,9     | 0,089    | 2220  | 1160  | 3344  |          |
| 66R | 29             | 510803             | 6315379 | lgQ <sub>3</sub> lv <sup>b</sup> | Smilts                                | 8,1     | 0,081    | 1095  | 110   | 4736  |          |

**RN<sup>222</sup> MĒRĪJUMU PUNKTU DOKUMENTĀCIJA TELPU ATMOSFĒRĀ**

Atbilstoši Fizisko personu datu aizsardzības likumam tabula izņemta no pētījuma. Informāciju par mērījumu vietām skatīt 9.pielikumā - PAVEIKTO MĒRĪJUMU IZVIETOJUMA KARTES

## MĒRĪJUMU APARATŪRAS KALIBRĒŠANAS DOKUMENTĀCIJAS KOPIJAS



LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĶĪMISKĀS FIZIKAS INSTITŪTS  
SEKUNDĀRĀ STANDARTA DOZIMETRIJAS LABORATORIJA

Miera iela 31, Salaspils, LV-2169, T. +371 67945881, F. +371 67901210



## KALIBRĒŠANAS SERTIFIKĀTS Nr. SSDL 145/1406

## Kalibrējamā iekārta:

Tips  
Nr.  
Sastāvdaļas  
Mērdiapažons  
Ražotājs

Dozimetrs  
CPII-88H  
4214  
-  
10 - 30000 s<sup>-1</sup>  
PSRS (Ukraina)

## Pasūtītājs:

SIA "Geo Consultants"

Adrese

Olīvu iela 9, Rīga, LV-1004

## Kalibrēšanas datums:

2014.gada 09.jūnijs

## Apkārtējās vides apstākļi:

T = 19.5 °C  
W = 62 %RH  
P = 1015.1 hPa

Kalibrēšanas protokola Nr.

SSDL 145/1406

Kalibrēšanas vieta

Miera iela 31, Salaspils, LV-2169

## Kalibrēšanas metodika:

KM-SSDL.01-01:2012

## Izsekojamība:

Etalonsistēma OB-34/1, LU ĶFI SSDL kalibrēšanas sertifikāti Nr. SSDL 165/1307, 30.07.2013 un Nr. SSDL 166/1307, 30.07.2013. Mērījumu izsekojamība līdz BIPM.

## Kalibrēšanas rezultāti:

SSDL 145/1406

| Radiācijas kvalitāte   | Etalonvērtība,<br>Ārējās (ambient) dozas<br>jaudas ekvivalents $H^*(10)$ | Nomērītā vērtība    | Kalibrēšanas koeficients $\pm U$ |
|--|--|---------------------|----------------------------------|
|  | $\mu\text{Sv/h}$   | $\text{s}^{-1}$     | $(\mu\text{Sv/h})/\text{s}^{-1}$ |
| $\gamma$ - starojums, Cs137,<br>$E_\gamma = 662 \text{ keV}$ | 0.0620   | 27.3 <sup>1)</sup>  | 2.27E-03 $\pm 13\%$              |
|  | 0.0620   | 28.8 <sup>2)</sup>  | 2.15E-03 $\pm 13\%$              |
|  | 0.922  | 433 <sup>3)</sup>   | 2.13E-03 $\pm 8.7\%$             |
|  | 2.26   | 1033 <sup>4)</sup>  | 2.18E-03 $\pm 6.3\%$             |
|  | 9.27   | 4219 <sup>5)</sup>  | 2.20E-03 $\pm 4.2\%$             |
|  | 23.82  | 10059 <sup>6)</sup> | 2.37E-03 $\pm 4.1\%$             |

Kontrolavots,  $\text{s}^{-1} \pm U$  87.4 <sup>2)</sup>  $\pm 1.3\%$ 

## Piezīmes:

Kalibrēšanas koeficients ir skaitlis, ar kuru jāreizina mērījums, lai iegūtu patieso lielumu.

Paplašinātā nenoteiktība  $U$  aprēķināta kā standarta nenoteiktība pie pārklāšanās koeficienta  $k=2$ , kas nodrošina  $\approx 95\%$  ticamības intervālu.

Mērījumi veikti režīmā "H3M".

Diapazons:

- <sup>1)</sup> 100 - mērījums veikts ārpus mērlieluma akreditētā diapazona.
- <sup>2)</sup> 300 - mērījums veikts ārpus mērlieluma akreditētā diapazona.
- <sup>3)</sup> 1000
- <sup>4)</sup> 3000
- <sup>5)</sup> 10000
- <sup>6)</sup> 30000

Izdošanas datums:

2014.gada 09.jūnijs

Izpildītājs:



( V.Pēde )

paraksts un tā atšifrējums

Laboratorijas vadītājs:



( O.Skrypnik )

paraksts un tā atšifrējums

Sertifikāts bez paraksta nav derīgs.

Sertifikātu aizliegts pavairot nepilnā apjomā bez laboratorijas rakstiskas atļaujas.

Kalibrēšanas rezultāti raksturo iekārtu tieši kalibrēšanas laikā.



## CERTIFICATE OF CALIBRATION

Instrument: AlphaGUARD S/N EF1053 manufacturing sequence (05/05 08)

Date of calibration: June 10, 2014, 17:00 hrs. - 21:00 hrs.  
June 12, 2014, 15:30 hrs. - 17:30 hrs.

Method of calibration: See sheet 1

Place of calibration: Factory calibration performed in Genitron Instrument's professional calibration system, Frankfurt/Germany

Calibration based on: Reference unit AlphaGUARD S/N EF0501 (see International Calibration Experiment, ICE '04, see sheet 2)

Calibration tolerance: specified by the factory +/- 3 %  
RMP (Radon Monitoring Proficiency) test performed by EPA Montgomery, USA, states a tolerance of +/- 2 % (see sheet 3)

Exact calibration levels and results S/N EF1053:

| Target value             | Actual value             | Radon mean deviation |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 2 239 Bq/m <sup>3</sup>  | 2 223 Bq/m <sup>3</sup>  | 0,71 %               |
| 45 141 Bq/m <sup>3</sup> | 45 312 Bq/m <sup>3</sup> | 0,38 %               |

Calibration sources used: NIST Ra-226 source (USA), SRM 4968/CP-48  
NPL Rn-222 source (GB), X2/94

It is stated that all sensor calibration performed is according to the values specified in the technical description of the radon monitor AlphaGUARD.

For further results of different calibration laboratories worldwide see enclosed sheet 4.

*J. V. Jugeborg Holte-Jørgen*  
**GENITRON INSTRUMENTS GMBH**  
 Dipl.-Chem. Volker Genrich, Managing Director

**GENITRON INSTRUMENTS GMBH**  
 HEERSTR. 149  
 D-60488 FRANKFURT/MAIN  
 TEL. ++49-(0)69 - 97 65 14 - 0  
 FAX ++49-(0)69 - 76 53 27

Genitron Instruments GmbH Heerstraße 149 D-60488 Frankfurt am Main Germany  
 Tel.: ++49-(0)69-97 65 14-0 · Fax ++49-(0)69-76 53 27 · E-Mail: sales@genitron.de

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| Geschäftsführer:<br>Dipl.-Chem. Volker Genrich<br>HRB 22722 Frankfurt a. M. | Dresdner Bank AG<br>BLZ 500 800 00<br>Konto 240 177 009 | Frankfurter Volksbank eG<br>BLZ 501 900 00<br>Konto 959 111 | BANK SCHILLING & Co AG<br>BLZ 780 320 38<br>Konto 00 1303 1000 | Postbank Ffm.<br>BLZ 500 100 60<br>Konto 400 80 602 |
|---|---|---|--|---|

## **5. PIELIKUMS**

### **RADONA RISKU PROGNOZES KARTE (MĒROGS 1 : 500 000)**

Skatīt karti atsevišķā dokumentā.



## 6. PIELIKUMS

### SAS "LANDAUER NORDIC" LABORATORIJAS AKREDITĀCIJAS APLIECINĀJUMS

D25eLN - V12-12-18

#### ACKREDITERINGSCERTIFIKAT/ACCREDITATION CERTIFICATE



1489  
ISO/IEC 17025

**Landauer Nordic AB**

Organisationsnummer 556690-0717

är ackrediterat som provningslaboratorium för uppgifter enligt bilaga 2, daterad 2012-12-18. Villkor för ackrediteringen framgår av bilaga 1./is accredited as a testing laboratory for the scope specified in appendix 2, dated 2012-12-18. The terms of the accreditation are specified in appendix 1.

Laboratoriet är ackrediterat enligt den internationella standarden ISO/IEC 17025:2005. Ackrediteringen innebär att laboratoriet har bedömts inneha erforderlig teknisk kompetens inom de områden som definieras i bilaga 2 och tillämpar ett kvalitetsledningssystem som uppfyller ställda krav. Se också ISO-ILAC-IAF kommuniké bifogad som bilaga 3. Det ackrediterade laboratoriet ansvarar för resultatet av utförda provningar och bedömningar samt, i förekommande fall, för val av och tillämpning av arbetsmetoder inom ramen för den meddelade ackrediteringen./This laboratory is accredited in accordance with the recognised International Standard ISO/IEC 17025:2005. This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory quality management system (refer joint ISO-ILAC-IAF Communiqué, see appendix 3). The accredited laboratory is responsible for the results of performed testings and submitted judgements as well as, where applicable, for the selection and application of work methods within the scope of the granted accreditation.

Ackrediteringen gäller tills vidare. Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (Swedac) genomför regelbundet tillsyn, och vart fjärde år en förnyad bedömning, för att bekräfta att ackrediteringens villkor enligt bilaga 1, daterad 2012-12-18, uppfylls./The accreditation is valid until further notice. The Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment (Swedac) regularly carries out surveillance, and a full reassessment every fourth year, in order to verify that the requirements for accreditation, see appendix 1 dated 2012-12-18, are continually fulfilled.

Detta ackrediteringscertifikat utfärdades **2012-12-18** av/This accreditation certificate was issued **2012-12-18** by

Marianne E. Falkensson,

Enhetschef enheten för medicin, miljö och livsmedel/Manager of the Healthcare, Food and Environment Division

Beslutet om ackreditering utfärdades med stöd av artikel 5 punkten 1 i Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 765/2008 om krav för ackreditering och marknadskontroll m.m. och lagen (2011:791) om ackreditering och teknisk kontroll. Swedac är nationellt ackrediteringsorgan ansvarigt för bedömning av kompetensen hos certifieringsorgan, kontrollorgan, laboratorier och miljökontrollanter som ansöker om ackreditering. Den här ackrediteringen har utfärdats under EA:s MLA-avtal och kan därmed betraktas som likvärdig andra ackrediteringar under EA:s MLA-avtal med samma ackrediteringsomfattning./Accreditation was granted in accordance with article 5 (1) of Regulation (EC) No 765/2008 regarding accreditation and market surveillance etc. and the Act (SFS 2011:791) concerning Accreditation and Conformity Assessment. Swedac is the national accreditation body responsible for the assessment of the competence of certification bodies, inspection bodies, laboratories and environmental verifier applying for accreditation. This accreditation has been issued under the EA MLA and is therefore recognised as equivalent to other accreditations issued under the EA MLA within the same accreditation scope.

## 7. PIELIKUMS

## DETEKTORU TEHNISKĀS SPECIFIKĀCIJAS KOPIJA



## Radtrak2 - Alpha track detector

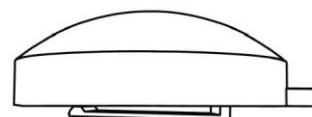


| Radtrak2 - long term measurement alpha track detector   |  |
|---|--|
| Detector application:   | Dwellings/workplaces and as dosimeter                                  |
| Measurement range (Bq/m <sup>3</sup> ):   | 20-25 000 at 3 months  |
| Measurement range (kBq h m <sup>-3</sup> ):   | 40-50 000  |
| Normal exposure duration (days)   | 20-100   |
| Uncertainty (%):  | 6% at 400 kBq h/m <sup>3</sup><br>(3 months at 200 Bq/m <sup>3</sup> ) |
| Basis of uncertainty:   | 1 sd   |
| Holder type:  | Closed, with filter  |
| Holder design:  | NRPB/SSI (black)   |
| Holder antistatic measures:   | Conducting holder  |
| Detector material:  | CR39/PADC  |
| Detector sensitivity (tracks cm <sup>-2</sup> kBq <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> m <sup>3</sup> ): | 2,2  |
| Typical background (kBq h m <sup>-3</sup> ):  | 5  |
| Standard deviation on background (kBq h m <sup>-3</sup> ):  | 8  |
| Diameter (mm):  | 58 (63,5 with hanger)  |
| Height (mm):  | 20 (23 with clip)  |

### Alpha track detector for long term measurements

- A reliable detector for all your measurement needs
- The exceptionally large range of this detector allows you to measure radon levels from as low as 20 Bq/m<sup>3</sup> to as high as 25 000 Bq/m<sup>3</sup> during a 3 month period
- Alpha track technique
- Detectors consist of film elements located inside cups made from antistatic plastic
- Radon enters the detectors by diffusion
- Analysis performed using state-of-the-art image scanner
- Exposure results expressed as kBq h/m<sup>3</sup>

Height 20 mm



Landauer Nordic, a company within the Landauer Group, manufacture products and offer services of radon measurements. Our measuring methods are accredited due to standards of SSM (Swedish Radiation Protection Institute), HPA (Health protection Agency, UK) and SWEDAC (Swedish Board of Accreditation and Conformity Assessment.) By choosing our laboratory, you can always be sure you receive reliable results and high quality measurements.



Landauer Nordic P.O. Box 6522 SE-751 38 UPPSALA SWEDEN Phone: +46 (0) 18 56 88 80  
Fax: +46 (0) 18 56 88 99 E-mail: info@landauernordic.se Website: www.landauernordic.se



## **8. PIELIKUMS**

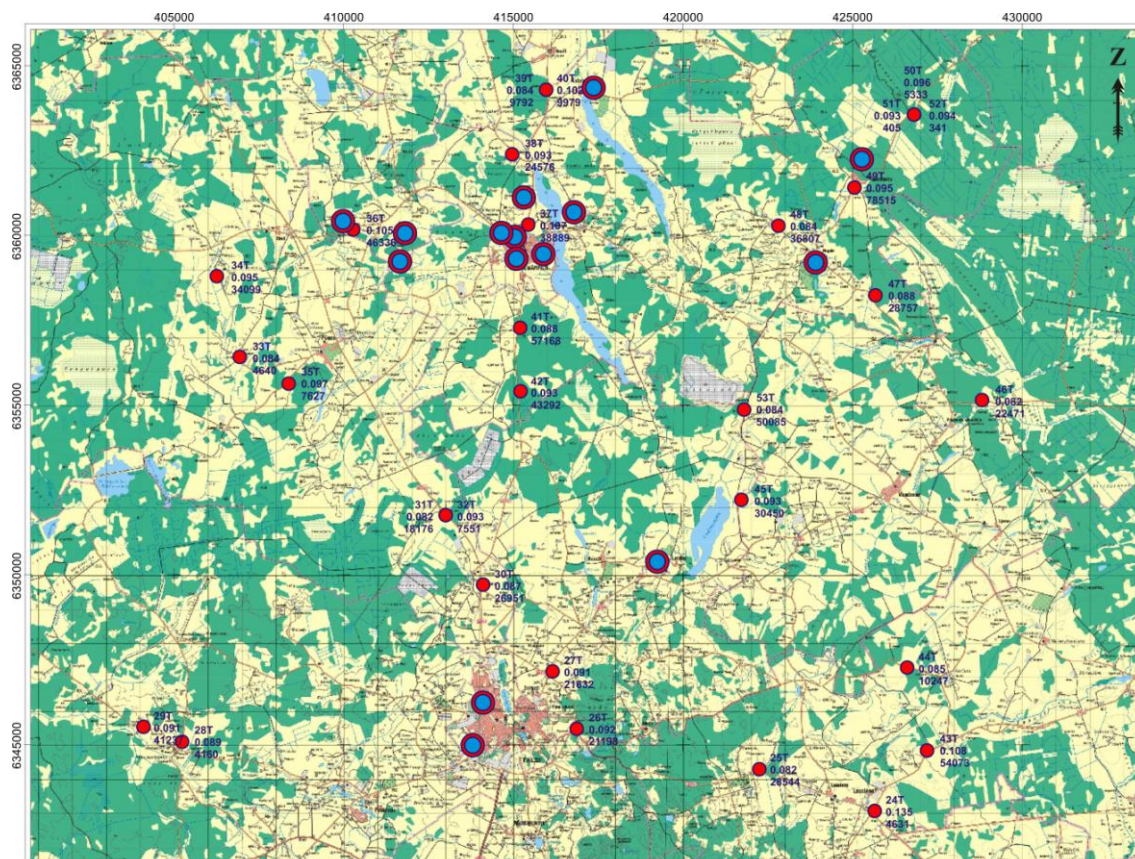
### **ĒKU UN BŪVJU, KURĀS UZSTĀDĪTI RADONA DETEKTORI, INFORMATĪVĀS ANKETAS**

Atbilstoši Fizisko personu datu aizsardzības likumam 8.pielikums izņemts no pētījuma.

## 9. PIELIKUMS

### PAVEIKTO MĒRĪJUMU IZVIETOJUMA KARTES

#### EKSPERIMENTĀLAIS LAUKUMS TALSI - VALDEMĀRPILS

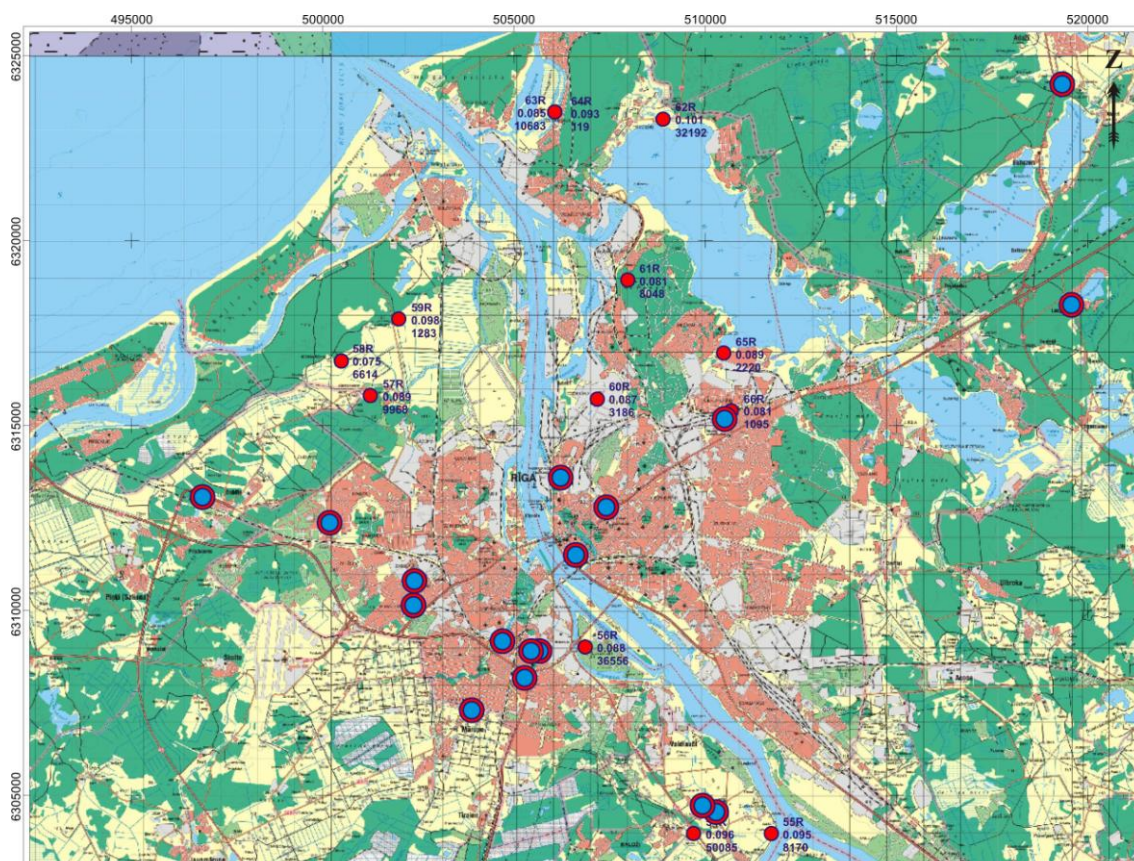


#### APZĪMĒJUMI:

Mērījuma punkts  
 augšā – punkta numurs  
 pa vidu – mSv/st  
 apakšā – Rn Vid. Bq/m<sup>3</sup>

5 km

## EKSPERIMENTĀLAIS LAUKUMS RĪGAS APKĀRTNE



**APZĪMĒJUMI:**

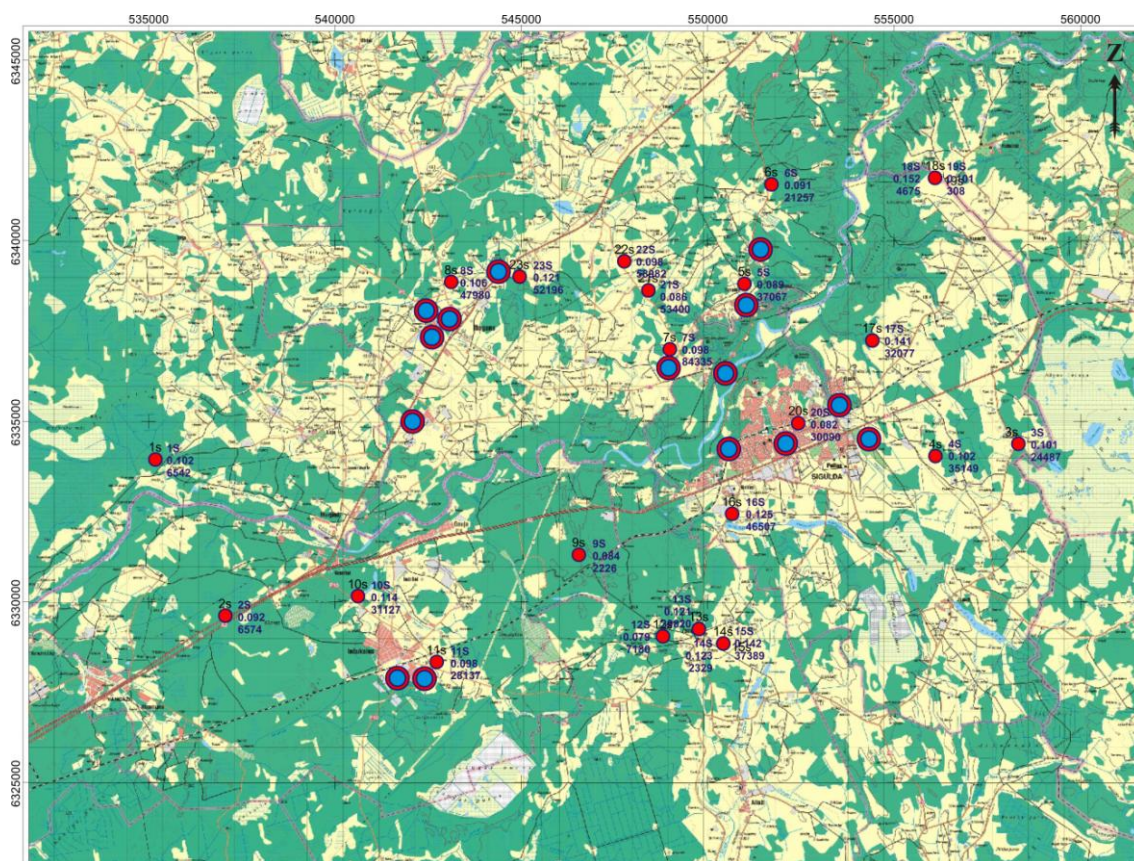
55R  
0.095  
8170

Mērijuma punkts  
augšā – punkta numurs  
pa vidu - mSv/st  
apakšā - Rn Vid. Bq/m3

5 km



## EKSPERIMENTĀLAIS LAUKUMS INČUKALNS-VANGAŽI



### APZĪMĒJUMI:

- 11S 0.998 28137  
 Mērījuma punkts  
 augšā – punkta numurs  
 pa vidu – mSv/st  
 apakšā – Rn Vid. Bq/m3

5 km

## 10. PIELIKUMS

## IĒŅŪTO REZULTĀTU LABORATORIJAS TESTĒŠANAS PĀRSKATI

**REPORT**

Issued by an Accredited Laboratory

REPORT CREATED:  
2015-01-20**Measurement of radon**

with closed alpha-track detector

PRINTING DATE  
2015-01-20

Sheet 1 (2)

REPORT NUMBER:  
4522692:1SIA Geo Consultants Cust.  
MR. Janis Abeltins  
Olivu iela 9  
1004 Riga LV**Description of measurement**

The measurement was performed with a closed alpha-track detector following the standard ISO 11665-4.

The detectors were received by Landauer Nordic 2014-12-29 and measured 2015-01-07.

**Measured integrated radon exposure (kBqh/m<sup>3</sup>)**

| Detector | Dose (kBqh/m <sup>3</sup> ) | Uncertainty (kBqh/m <sup>3</sup> ) |
|----------|-----------------------------|------------------------------------|
| 766286   | 1                           | 10                                 |
| 276298   | 13                          | 10                                 |
| 728927   | 39                          | 12                                 |
| 197750   | 37                          | 12                                 |
| 318658   | 40                          | 12                                 |
| 663553   | 6                           | 8                                  |
| 716611   | 36                          | 12                                 |
| 464606   | 57                          | 14                                 |
| 752665   | 16                          | 10                                 |
| 716668   | 316                         | 42                                 |
| 740274   | 2                           | 8                                  |
| 743930   | 90                          | 16                                 |
| 703516   | 59                          | 14                                 |
| 579673   | 29                          | 10                                 |
| 742163   | 3                           | 8                                  |
| 770881   | 83                          | 16                                 |
| 743988   | 15                          | 10                                 |
| 481248   | 19                          | 10                                 |
| 752664   | 4                           | 8                                  |
| 703712   | 54                          | 14                                 |
| 762773   | 61                          | 14                                 |
| 671773   | 37                          | 12                                 |
| 456726   | 15                          | 10                                 |
| 659296   | 231                         | 32                                 |
| 493982   | 21                          | 10                                 |

**Comments**

B4601N - V2.00 / 2014-05-27 / T.R. / L.B.

Johan Olsson (Electronically signed)

Responsible for the report at LANDAUER NORDIC AB

This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

P.O. Box 6522, SE-751 38  
UPPSALA, SVEDEN  
Phone +46 18 56 88 00  
E-mail info@landauernordic.se

**Method of measurement: closed alpha-track detector**

The measurement is performed following the standard ISO 11665-4, *Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222, Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis*. The detector container is manufactured from electrically conducting plastic. Through a small slit (filter), radon gas enters the detector. The track-detecting material (film) inside the detector is hit by alpha particles generated by the radon entering the container and the decay products formed from it. On the film, the alpha particles make small tracks which are enlarged with chemical etching and later counted in a microscope in order to determine the radon exposure.

LANDAUER NORDIC AB is accredited (no. 1489) by SWEDAC to do measurements of the radon-gas concentrations using the measurement method Closed alpha-track detector. The analysis equipment is checked daily and the detectors are regularly calibrated.

**Measured radon concentrations or integrated exposure**

For each detector, the measured value of integrated exposure is given. For each value an uncertainty is given which reflects the uncertainty of the measurement. The uncertainty is given at 95% confidence level. (E.g., a value of  $100 \pm 20$  kBq h/m<sup>3</sup> means that the integrated radon exposure most probably is between 80-120 kBq h/m<sup>3</sup> with 100 kBq h/m<sup>3</sup> as the most probable value.).

**Signature on the report**

With the signature on the report, the person responsible for the analysis at LANDAUER NORDIC AB certifies that the measurement procedures follow the standard ISO 11665-4, and that the demands from SWEDAC are fulfilled.

**REPORT**

Issued by an Accredited Laboratory

REPORT CREATED:  
2015-01-20**Measurement of radon**

with closed alpha-track detector

PRINTING DATE  
2015-01-20

Sheet 2 (2)

REPORT NUMBER:  
4522692:1SIA Geo Consultants Cust.  
MR. Janis Abeltins  
Olivu iela 9  
1004 Riga LV**Description of measurement**

The measurement was performed with a closed alpha-track detector following the standard ISO 11665-4.

The detectors were received by Landauer Nordic 2014-12-29 and measured 2015-01-07.

**Measured integrated radon exposure (kBqh/m<sup>3</sup>)**

| <u>Detector</u> | <u>Dose (kBqh/m<sup>3</sup>)</u> | <u>Uncertainty (kBqh/m<sup>3</sup>)</u> |
|-----------------|----------------------------------|---|
| 746845          | 26                               | 10                                      |
| 232933          | 17                               | 10                                      |
| 163723          | 71                               | 14                                      |
| 665727          | 22                               | 10                                      |
| 766904          | 34                               | 10                                      |
| 767219          | 76                               | 14                                      |
| 361499          | 91                               | 18                                      |
| 394282          | 37                               | 12                                      |
| 659530          | 13                               | 10                                      |
| 425291          | 8                                | 10                                      |
| 106572          | 110                              | 20                                      |
| 773305          | 28                               | 10                                      |
| 272806          | 14                               | 10                                      |
| 232434          | 48                               | 12                                      |
| 752655          | 58                               | 14                                      |
| 563865          | 34                               | 10                                      |
| 539055          | 21                               | 10                                      |
| 729866          | 31                               | 10                                      |
| 295012          | 74                               | 16                                      |
| 440622          | 37                               | 12                                      |
| 625299          | 64                               | 14                                      |

**Comments**

B446LN-V2.00/2014-05-27/TR/LB

Johan Olsson (Electronically signed)

.....  
Responsible for the report at LANDAUER NORDIC AB

This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

P.O. Box 6522, SE-751 38  
UPPSALA, SWEDEN  
Phone +46 18 56 88 00  
E-mail info@landauernordic.se

#### **Method of measurement: closed alpha-track detector**

The measurement is performed following the standard ISO 11665-4, *Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222, Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis*. The detector container is manufactured from electrically conducting plastic. Through a small slit (filter), radon gas enters the detector. The track-detecting material (film) inside the detector is hit by alpha particles generated by the radon entering the container and the decay products formed from it. On the film, the alpha particles make small tracks which are enlarged with chemical etching and later counted in a microscope in order to determine the radon exposure.

LANDAUER NORDIC AB is accredited (no. 1489) by SWEDAC to do measurements of the radon-gas concentrations using the measurement method Closed alpha-track detector. The analysis equipment is checked daily and the detectors are regularly calibrated.

#### **Measured radon concentrations or integrated exposure**

For each detector, the measured value of integrated exposure is given. For each value an uncertainty is given which reflects the uncertainty of the measurement. The uncertainty is given at 95% confidence level. (E.g., a value of  $100 \pm 20$  kBqh/m<sup>3</sup> means that the integrated radon exposure most probably is between 80-120 kBqh/m<sup>3</sup> with 100 kBqh/m<sup>3</sup> as the most probable value.).

#### **Signature on the report**

With the signature on the report, the person responsible for the analysis at LANDAUER NORDIC AB certifies that the measurement procedures follow the standard ISO 11665-4, and that the demands from SWEDAC are fulfilled.



## 11. PIELIKUMS

**Rn<sup>222</sup> SATURS DAŽĀDOS PAZEMES ŪDEŅU MONITORINGA POSTEŅOS 1999.-2002. GADOS**

| Vieta     | Urbuma veids | Ūdens horizonts      | Urbuma Nr. | Rn (1999.g.), Bq/l | Rn (2000.g.), Bq/l | Rn (2001.g.), Bq/l | Rn (2002.g.), Bq/l |
|-----------|--------------|----------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Aistere   | ūdensieguves | D <sub>3</sub> gj    | 5-2        |                    | 8                  |                    |                    |
| Aistere   | ūdensieguves | D <sub>3</sub> jn-ak | 3-3        |                    | 10                 |                    |                    |
| Aistere   | ūdensieguves | D <sub>3</sub> jn-ak | 2-1        |                    | 7                  |                    |                    |
| Aknīste   | monitoringa  | D <sub>3</sub> am    | 20         |                    |                    | 6,4                |                    |
| Asari     | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar    | 411        |                    |                    |                    | 8,2                |
| Asari     | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar    | 412        |                    |                    |                    | 4,6                |
| Asari     | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 413        |                    |                    |                    | 8,6                |
| Asari     | monitoringa  | Q                    | 414        |                    |                    |                    | 11                 |
| Baltezers | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar    | 389        |                    |                    | 15                 |                    |
| Baltezers | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 47         |                    |                    | 5,0                |                    |
| Baltezers | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 390        |                    |                    | 33                 |                    |
| Baltezers | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 391        |                    |                    | 11                 |                    |
| Baltezers | monitoringa  | Q                    | 46         |                    |                    | 7,5                |                    |
| Baltezers | monitoringa  | Q                    | 48a        |                    |                    | 5,5                |                    |
| Bauska    | monitoringa  | D <sub>3</sub> am    | 3          |                    |                    | 2,6                |                    |
| Bauska    | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 5          |                    |                    | 12                 |                    |
| Bauska    | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl    | 4          |                    |                    | 9,1                |                    |
| Bauska    | ūdensieguves | D <sub>3</sub> gj-am | 25         | 4                  |                    |                    |                    |
| Bauska    | ūdensieguves | D <sub>3</sub> gj-am | 22         | 2                  |                    |                    |                    |
| Camikava  | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar    | 371        |                    |                    |                    | 14                 |
| Camikava  | monitoringa  | D <sub>2</sub> br    | 372        |                    |                    |                    | 3,7                |
| Camikava  | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 373        |                    |                    |                    | 7,5                |
| Camikava  | monitoringa  | Q                    | 374        |                    |                    |                    | 3,3                |
| Dagda     | ūdensieguves | D <sub>3</sub> pl    | 4          | 12                 |                    |                    |                    |
| Dagda     | ūdensieguves | D <sub>3</sub> pl    | 2          | 10                 |                    |                    |                    |
| Dobele    | ūdensieguves | D <sub>3</sub> jn-ak | 38         | 0,3                |                    |                    |                    |
| Dobele    | ūdensieguves | D <sub>3</sub> jn-ak | 42         | 16                 |                    |                    |                    |
| Dobele    | ūdensieguves | D <sub>3</sub> jn-ak | 37         | 15                 |                    |                    |                    |
| Dzērbene  | monitoringa  | D <sub>3</sub> slp   | 23         |                    |                    | 5,1                |                    |
| Grīva     | monitoringa  | Q                    | 225        |                    |                    | 13                 |                    |
| Grīva     | monitoringa  | Q                    | 228a       |                    |                    | 13                 |                    |
| Inčukalns | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar    | 356        |                    |                    | 9,6                |                    |
| Inčukalns | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 358        |                    |                    | 4,2                |                    |
| Inčukalns | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 359        |                    |                    | 4,4                |                    |
| Kaitra    | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj-am | 17         |                    |                    | 15                 |                    |
| Kaitra    | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl    | 27         |                    |                    | 21                 |                    |
| Kaitra    | monitoringa  | Q                    | 27a        |                    |                    | 13                 |                    |
| Kalngale  | monitoringa  | D <sub>2</sub> br    | 361        |                    |                    | 9,7                |                    |
| Kalngale  | monitoringa  | D <sub>2</sub> br    | 362        |                    |                    | 3,6                |                    |
| Kalngale  | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj    | 363        |                    |                    | 8,5                |                    |
| Kalngale  | monitoringa  | Q                    | 364        |                    |                    | 8,6                |                    |

| Vieta       | Urbuma veids     | Ūdens horizonts       | Urbuma Nr. | Rn (1999.g.), Bq/l | Rn (2000.g.), Bq/l | Rn (2001.g.), Bq/l | Rn (2002.g.), Bq/l |
|-------------|------------------|-----------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kalngale    | monitoringa      | Q                     | 365        |                    |                    | 2,6                |                    |
| Kapūne      | monitoringa      | D <sub>3</sub> dg     | 44         |                    |                    | 13                 |                    |
| Kapūne      | monitoringa      | D <sub>3</sub> kt+og  | 25         |                    |                    | 18                 |                    |
| Kārķi       | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 13         |                    |                    | 2,2                |                    |
| Kopdarbs    | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 430        |                    |                    |                    | 3,9                |
| Kopdarbs    | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 431        |                    |                    |                    | 3,7                |
| Kopdarbs    | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 433        |                    |                    |                    | 5,5                |
| Kuldīga     | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 31         |                    |                    |                    | 10                 |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>2</sub> ar     | 457        |                    |                    |                    | 9,3                |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 458        |                    |                    |                    | 3,3                |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>3</sub> am     | 461        |                    |                    |                    | 12                 |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 460        |                    |                    |                    | 3,5                |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 459        |                    |                    |                    | 5,6                |
| Lauma       | monitoringa      | D <sub>3</sub> mr-ktl | 465        |                    |                    |                    | 13                 |
| Līvāni      | ūdensieguves     | D <sub>3</sub> gj     | 2          | 4                  |                    |                    |                    |
| Līvāni      | ūdensieguves     | D <sub>3</sub> gj     | 1          | 1                  |                    |                    |                    |
| Mārupe      | monitoringa      | D <sub>2</sub> ar     | 375        |                    |                    | 13                 |                    |
| Mārupe      | monitoringa      | D <sub>3</sub> pl?    | 377        |                    |                    | 5,2                |                    |
| Paulāni     | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 6          |                    |                    | 8,1                |                    |
| Pērkone     | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 466        |                    |                    |                    | 6,1                |
| Piukas      | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 350        |                    |                    | 8,4                |                    |
| Piukas      | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 352        |                    |                    | 8,5                |                    |
| Piukas      | monitoringa      | Q                     | 353        |                    |                    | 6,8                |                    |
| Preiļi      | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj-am  | 18         |                    |                    | 8,0                |                    |
| Pūņas       | urāna meklēšanas | D <sub>2</sub> br     | C-4        |                    |                    | 1677               |                    |
| Rimeikas    | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 12         |                    |                    | 7,4                |                    |
| Rimeikas    | monitoringa      | Q                     | 13         |                    |                    | 8,7                |                    |
| Saldus      | ūdensieguves     | D <sub>3</sub> jn-ak  | 6          | 13                 |                    |                    |                    |
| Saldus      | ūdensieguves     | D <sub>3</sub> jn-ak  | 1          | 12                 |                    |                    |                    |
| Saldus      | ūdensieguves     | Q                     | 3          | 21                 |                    |                    |                    |
| Sasmaka     | monitoringa      | D <sub>2</sub> ar     | 17         |                    |                    | 6,9                |                    |
| Sasmaka     | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 18         |                    |                    | 4,4                |                    |
| Sasmaka     | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 20         |                    |                    | 0,30               |                    |
| Seda        | monitoringa      | D <sub>2</sub> pr     | 11         |                    |                    | 5,9                |                    |
| Skaistkalne | monitoringa      | D <sub>3</sub> slp    | 1          |                    |                    | 8,2                |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | C <sub>1</sub>        | 8          |                    |                    | 19                 |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>2</sub> ar     | 1          |                    |                    | 4,3                |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>2</sub> br     | 2          |                    |                    | 3,4                |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>3</sub> am     | 4          |                    |                    | 16                 |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>3</sub> gj     | 3          |                    |                    | 15                 |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>3</sub> jn-ak  | 6          |                    |                    | 17                 |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | D <sub>3</sub> mr-ktl | 7          |                    |                    | 21                 |                    |
| Skrunda     | monitoringa      | Q                     | 9          |                    |                    | 16                 |                    |
| Stimene     | monitoringa      | D <sub>3</sub> dg     | 10v        |                    |                    | 19                 | 16                 |

| Vieta     | Urbuma veids | Ūdens horizonts       | Urbuma Nr. | Rn (1999.g.), Bq/l | Rn (2000.g.), Bq/l | Rn (2001.g.), Bq/l | Rn (2002.g.), Bq/l |
|-----------|--------------|-----------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Stirmiene | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj-am  | 10a        |                    |                    |                    | 2,5                |
| Stirmiene | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl     | 10b        |                    |                    | 12                 | 14                 |
| Talsi     | ūdensieguves | D <sub>3</sub> gj     | DB 7714    |                    | 13                 |                    |                    |
| Talsi     | ūdensieguves | D <sub>3</sub> gj     | DB 7777    |                    | 4,9                |                    |                    |
| Tīnūži    | monitoringa  | D <sub>3</sub> dg     | 51         |                    |                    | 9,5                |                    |
| Tīnūži    | monitoringa  | D <sub>3</sub> slp    | 50         |                    |                    | 8,8                |                    |
| Tīnūži    | monitoringa  | Q                     | 1          |                    |                    | 13                 |                    |
| Tīreļi    | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar     | VI n       |                    |                    | 7,9                |                    |
| Tīreļi    | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl+slp | 381        |                    |                    | 2,8                |                    |
| Tīreļi    | monitoringa  | D <sub>3</sub> slp    | 387        |                    |                    | 3,1                |                    |
| Trepe     | monitoringa  | D <sub>3</sub> gj     | 19         |                    |                    | 8,2                | 8,3                |
| Trepe     | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl     | 19a        |                    |                    |                    | 6,3                |
| Trepe     | monitoringa  | D <sub>3</sub> slp    | 19/1       |                    |                    | 11                 | 7,8                |
| Upesgrīva | monitoringa  | D <sub>2</sub> br     | 32         |                    |                    | 10                 | 7,9                |
| Upesgrīva | monitoringa  | Q                     | 32/1       |                    |                    | 12                 | 11                 |
| Valka     | monitoringa  | D <sub>2</sub> ar     | 404        |                    |                    | 12                 |                    |
| Velēna    | monitoringa  | D <sub>3</sub> dg     | 10         |                    |                    | 17                 |                    |
| Velēna    | monitoringa  | Q                     | 38         |                    |                    | 6,3                |                    |
| Ventspils | monitoringa  | Q                     | 210a       |                    |                    |                    | 6,8                |
| Virāne    | monitoringa  | D <sub>3</sub> og     | 32         |                    |                    | 25                 |                    |
| Virāne    | monitoringa  | D <sub>3</sub> og     | 32         |                    |                    |                    | 22                 |
| Virāne    | monitoringa  | Q                     | 36         |                    |                    | 14                 | 16                 |
| Višķeri   | monitoringa  | D <sub>3</sub> pl     | 28a        |                    |                    | 4,6                |                    |

## **12. PIELIKUMS**

### **PUBLICĒTO MATERIĀLU KOPIJA - M.DAMBIS „ĪSKATS RADONA SITUĀCIJĀ LATVIJĀ”**

kāpuma dēļ tika uzskāta plaša māju siltināšanas kampaņa. Vēlāk arī citās valstīs tika konstatēti, ka radons ir viens no nozīmīgākajiem komponentiem kopējā dozā [1,2]. Ilustrācijai izmantots attēls no Eiropas Savienības Komisijas izdevuma [3] "Dabiskie jonizējošie starojuma avoti Eiropā" 1993.

Kas radona sakarā bija zināms, pētījumus sākot? Bija pieejama ģeoloģiska rakstura informācija: kristāliskais pamatklāts zem Latvijas teritorijas virsmas ir ar nelielāku reljefu un tā dziļums pieaug ziemeļaustrumu - dienvidrietumu virzienā (no 300 - 400 m Alūksnes un Valkas rajonos līdz gandrīz 2000m Liepājas rajona dienvidrietumos. Šajā dziļumā vietām ir sastopamas ar pamatklāja iezīm saistītas metālu rūdu iegulas. Tāpat kā arhaja un proterozoja pamatklāts arī vērda, kemberija, ordovika un silūra iezī ir sastopami tikai ievērojamā dziļumā (ne seklāk par 150 m) [4,5], līdz ar to nav pamats uzskatīt, ka radons kā gāze no šāda dziļuma varētu ievērojamās koncentrācijas parādīties virspusē.

Citādi ir ar devona, karbona, permā, triasa, jūras un kvartāra iezīm. Tā devona - sistēmas nogulumu asedzās lielāko upju krastos, bet Kurzemes ziemeļos atrodas praktiski zem augšnes vai ļoti plānas kvartāra nogulumu kārtas. Kurzemē devona slāni vietām ir arī nelielas urāna rūdu iegulas un līdz ar to dažos artēziskajos urbumos ūdenī ir paaugstināts urāna saturs (Valdemārpilī - 75m dziļumā ap  $4 \cdot 10^{-4}$  g/l [4]). Kvartāra nogulumu praktiski sedz visu teritorijas daļu (izņemot jau pieminētos devona atsegumus upju krastos), ir ap 300 m biezi un acīmredzot arī ir izšķirošie radona situācijas determinējošā lielākajā valsts daļā. Nosacīti mēs varam iedalīt virspusējos kvartāra iezūs šādās 3 grupās [6]:

- 1) smiltis, kūdra (rādija (urāna) saturs 0.1 - 1.5 ppm, Th - 2.6 ppm;
- 2) akmeņains morēnu smilšmāls, mālsmilts, alevītis (U - 0.5 - 4 ppm, Th - 2 - 10 ppm);
- 3) māli (U 2.3 - 3.5 ppm, Th 6 - 12 ppm)

Lai arī Baltijas svītas piedēdāja limnoglaciālie mālu nosēdumi ir sastopami plašās teritorijās gan Latgalē - Vidzemē, gan arī Kurzemē, tomēr tikai Kurzemes mālos vietām ir jutami paaugstināts U un Th saturs, bet Valdemārpils apkārtnē (Talsu rajons) ap 70 m dziļumā ir ap 6 hektāru liela iegula, kur radiācijas līmenis sasniedz 2 mR/h (urāna saturs līdz 1% - 10000 ppm atbilstoši [5]).

Atbilstoši [7,8], tad Latvijas teritorijas lielākā daļa būtu klasificējama kā zema radona riska teritorija un tikai tās vietas, kur U saturs virskārtā pārsniedz 2.8 ppm, būtu pieskaitāmas normāla riska rajoniem.

Nēmot vērā to, ka praktisku zīnāšanu par to, kāda varētu būt radona ietekme uz iedzīvotāju un personāla dozām nebija, Zviedrija savas palīdzības programmas

## Ieskats radona situācijā Latvijā

(Māris Dambis, Vides valsts inspekcija)

Kad 1992. gada nogalē Latviju apmeklēja Zviedrijas Radiācijas aizsardzības institūta un Zviedrijas Kodolinspektorāta pārstāvji, viens no viņu jautājumiem bija par to, vai Latvijā ir problēmas ar paaugstinātu radona koncentrāciju. Toreiz atbilde bija, ka mums nav zināms, vai Latvijas mājās varētu būt problēmas ar paaugstinātu radona koncentrāciju. Tika gan atzīmēts, ka Latvijā eksistē speciāla radona laboratorija, kurā tiek gatavots radona šķīdumu ūdeni fizioterapijas procedūrām.

Kas tad ir radons? Tas ir radioaktīvs elements, cēlgāze, kas rodas radioaktīvās sabrukšanas procesā. Parasti ar šo vārdu apzīmē izotopu  $^{222}\text{Rn}$  ar pussabrukšanas periodu 3.8 dienas, kas rodas  $^{226}\text{Ra}$  sabrukšanas procesā (1.attēls) no mātes nuklīda rādija. Ir zināms arī izotops  $^{220}\text{Rn}$ , ko parasti sauc arī par toronu pēc  $^{232}\text{Th}$ , kas iesāk citu labi zināmu radioaktīvās sabrukšanas ķēdi (2.attēls). Normālos apstākļos torona ieguldījums uz kopējo dozu ir mazs, jo tā pussabrukšanas periods ir mazāks par minūti (56 s) un šis laiks ir par mazu, lai notiktu torona pārnese lielākos attālumos. Taču, ja tiek izmantoti būvmateriāli ar augstu torija saturu, vai arī torija saturs zemes virsējā kārtā ir augsts, arī torons var kļūt par būtisku un vērā ņemamu faktoru. Trešais dabā sastopamais radona izotops  $^{222}\text{Rn}$  rodas  $^{238}\text{U}$  sabrukšanas procesā. Taču dabā urāns satur tikai ap 0.72 %  $^{238}\text{U}$  un aktinona (tā reizināt sauc  $^{234}\text{Th}$ ) pussabrukšanas periods ir mazāks par 4 sekundēm, līdz ar to tam nav praktiskas nozīmes kā radiācijas avotam.

Rādijš nelielos daudzumos ir praktiski jebkuros iezos, augsnē, taču tā koncentrācija nav visur vienāda. Sabrukot zemes virsējā slānī esošajam rādijam, rodas radons (atomi tiek izsviesti 20-70 nm lielā attālumā no mātes nuklīda atrašanās vietas, nodrošinot impulsa saglabāšanos), kam īpaša interese tiek pievērsta tieši tāpēc, ka tas ir cēlgāze, tīdā, ja vietā, kur tas radies, ir pietiekoša vides caurlaidība, tas var difundēt. Uzreiz gan jāaska, ka difūzijas ātrumi nav diez cik lieli. Radons gaisā difundē ap 5 m, augsnē ap 2 m, bet ūdenī tikai ap 5 cm laikā līdz subnūl līdz desmitajai daļai no sākotnējā daudzuma. Protams, radona pārnese notiek arī citādi, taču šie skaitļi dod zināmu pamatu uzskatīt, ka, ņemot vērā pamatklāja dziļumu, nerodot korekti apskatīt iespējamo radona difūziju no tā plaišām.

Zviedrija bija viena no pirmajām valstīm, kur tika konstatēts, ka radona paaugstināta koncentrācija varētu būt nozīmīgs iedzīvotāju apstarošanas avots. Tas notika 70. gadu vidū, saasinoties toreizējai enerģētiskajai krīzei, kad kurnināja cenu



detektoru! Līdzīga problēma bija arī Rēzeknes rajonā, kur nācās apkārtot veikt mērījumus 3 mājās (sākotnēji rezultāti bija 0, bet atklāta gaisā ir ap 5 Bq/m<sup>3</sup>). Pie tam vienā no tām tika iegūts, ka radona līmenis ir lielāks par 400 Bq/m<sup>3</sup> bet otrā par 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Tapat ir visai pamatotas aizdomas, ka arī zema rezultāts Limbažu rajonā varētu būt mākslīgi samazināts, jo visai ticams ir, ka uzdotsais mērījumu laiks nav korekts. Līdzīgi gadījumi katrā rajonā bija mērījumi, par kuru pareizību bija dibināts šaubas. Mērījumu rezultātu apkopojums dots tabulā, bet uzskatāmā laukum ir karte, kurā parādīts vidējais radona koncentrācijas līmenis neapūti izvēlētajās mērlaiņās mājās. Jāsaka, ka ne tabulā, ne kartē nav datu par visiem veiktajiem mērījumiem - tā kā katrā rajonā tika veikti pavisam nelieli mērījumi, tad bija iespēja atstāt rezultātus, kuri nepārprotami bija apšaubāmi (tas ir mazāki par 5 Bq/m<sup>3</sup>).

Papildus šim pētījumam tika mēģināts noteikt arī kāda ir radona koncentrācija skolās un bērnudaržos (pašlaik apsekoiti Liepājas rajons un pilsēta (nav atrastas koncentrācijas virs 100 Bq/m<sup>3</sup>) un Daugavpils reģions (vienā skolā fiksēta koncentrācija 220 Bq/m<sup>3</sup> un vēl astoņās virs 100 Bq/m<sup>3</sup>, no pavisam apsekotajām 105 testēdām) un Ventspils pilsēta (no apsekotajām 17 skolām un bērnudaržiem tikai vienā radona koncentrācija minimāli pārsniedza 100 - 101 Bq/m<sup>3</sup>). Vēl tika apsekoiti arī apvidus, kurā vērojamas kusta parādības (Skaistkalne), taču rezultāti ir grūti interpretējami, jo 3 mājās tika iegūti ļoti augsti rezultāti, ap 2000 Bq/m<sup>3</sup>, bet vismaz vienā gadījumā pastāv liela varbūtība, ka detektors ir tūcī sabojāts un tāpēc rezultāts nav korekts, otrā veicot atkārtotu 2 mēnešus ilgu mērījumu tika iegūts vairāk 51 Bq/m<sup>3</sup>. Bez tam, veicot detektoru izlikšanu mājās, kas atradās darotā ģenerētājs neapūstās vietās, dažos rajonos tika veikti arī vēl papildu mērījumi mājās, kas tādā vai citādu iemeslu dēļ likās interesantas. Jāzīst, ka šajās mājās radona līmenis bija parasti augstāks par vidējo (Tukuma rajonā māja ar R<sub>p</sub> virs 500 Bq/m<sup>3</sup>, Cēsu ar vidējo ziema virs 2000 Bq/m<sup>3</sup>; Rīgas, Liepājas un Valmieras rajonos virs 100 Bq/m<sup>3</sup>). Uzreiz nepieciešams paskaidrot, ka lielākā daļa no šīm mājām bija ar nesenu veikumu pasākumiem siltumizolācijas uzlabošanai, ieskaitot māju Cēsu rajonā, kur bez tam uz būvniecības siltumizolācijai tika izmantoti ogļi izdedži.

Kādi tad ir secinājumi:

1) arī Latvijā radona izraisītā radiācijas doza ir būtisks faktors, kas jāņem vērā, apskatot kopējo iedzīvotāju saņemto dozu. Gamma monitoringa rezultāti rāda, ka ārējā gamma doza gadā Latvijā ir ap 0.7 mSv. Apstarojums no iekšējiem avotiem (galvenokārt pārtikas <sup>40</sup>K) ir ap 0.3 mSv. Vidējais radona koncentrācijas līmenis 70 Bq/m<sup>3</sup> saskaņā ar ICRP vērtējumu pie līdzsvara faktora 0.4 atbilst aptuveni 1.1 mSv gadā, ja iedzīvotāji uzturas savos dzīvokļos 7000

ietvaros tiek jāva atbalstu gan tehnogēnā radona ietekmes uz personālu noskaidrošanai, gan arī radona koncentrācijas apzināšanai Latvijas mājokļos. Latvija no Zviedrijas Radiācijas aizsardzības institūta saņēma aparāturu, kas sastāv no 60 standarta 200 ml jonizācijas kamerām ar atvēršanas/aizvēršanas mehānismu, 40 augstas jutības "isa" laika elektretus, un sākotnēji 20 "ilga" laika elektretus ar mazāku jutību (vēlāk šīs skaita tika papildinātas par vēl 10). 2 potenciāla nolāšanas iekārtām un 2 kalibrētiem references komplektiem [9, 10]. Ar šo aparāturu tad arī 1993./1994. gadā pamatā tika veikti radona koncentrācijas mērījumi visā Latvijā. Vēlāk tika saņemta aparātūra arī mērījumiem augšnes gāzē un aktīvai mērīšanai dzīvokļos (Markus 10 un Atmos 12).

Lai statistiski daudz maz pamatoti apzinātu radona situāciju visā valstī, bija nepieciešams veikt mērījumus pietiekama skaita neapūti izvēlētajās mājās. Iepazīstoties ar Zviedrijas pieredzi, bijām spiesti atteikties no telefona abonētņu saraksta izmantošanas, kam ir tā priekrocība, ka gaidāmo vizīti un mērēkārņu uzstādīšanu ir iespējams saskaņot iepriekš. Tapat nācās konstatēt, ka Latvijā nebija visu māju reģistrs (laikam nav vēl līdz šim). Tāpēc tika izvēlēta metode, ka dators proporcionāli nelielo māju skaitam atliek katrā rajonā neapūti punktus uz Latvijas kartes (bez tam katrā rajonā dators ģenerēja 2 papildus neapūti punktus uz Latvijas kartes, ja kāds no jau atlikušajiem ir neapdzīvota apgabala vidū). Galvenais šīs metodes trūkums bija tas, ka nebija iespējams iepriekš vienoties ar apsekojamo māju saimniekiem par vizītes laiku un galu galā, vai viņi piekrit, ka mērījumi tiks veikti viņu mājās, bez tam tolaik 1993. gadā nebija arī pietiekami detalizētu karšu. Vides datu centru pēc Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas dotā uzdevuma sagatavoja karte bija tikai Latvijas teritorijas izklāte, bez detalizētu ceļu tīkla, upēm un mazākām apdzīvotām vietām.

Tomēr, lai vismaz daļēji mazinātu problēmas, kas varētu rasties tāpēc, ka māju saimnieki nav brīdināti, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija noorganizēja iepriekšēju informācijas sniegšanu nacionālajā TV kanālā un lielākajā dienas laikrakstā gan latviešu, gan krievu valodā. Daudzu lauku māju saimnieki tiešām aplicināja, ka viņi jau ir informēti un atsaucīgi sagaidīja detektoru izliecējus. Tai pašā laikā jāzīst, ka apņēma 20% māju speciālisti netika ielaisti.

Bez tam problēmas radīja arī tas, ka bieži vien māju saimnieki acīmredzot aizvēra detektoru jonizācijas kameras praktiski tūlīt pēc to atvēršanas. Tā Balvu rajonā pēc rezultātu izvērtēšanas nācās secināt, ka no 11 mājām 7 detektoru ir aizvērti vai nu tūlīt pēc uzstādīšanas vai nākošajā dienā, taču eksponēšanas laiks tika uzdots atbilstoši iepriekš dotajām instrukcijām. Atkārtotajiem mērījumiem, tika iegūti pavisam citi (daudz augstāki) rezultāti, bet viena dzīvokļa saimnieks tomēr atkal bija aizvēris



Vidējā radona koncentrācija neapūsi izvēlētas nelielas mājas Latvijā

| Rajons     | Ra konc.<br>Bq/m | Apsko<br>to māju<br>skaitis | Nelielo<br>māju skaits<br>rajonā | Māju skaits<br>ar Ra<br>>100Bq/m | Māju skaits<br>ar Ra<br>>200Bq/m | Māju skaits<br>ar Ra<br>>600Bq/m |
|------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Aizkraukle | 36               | 6                           | 5114                             | 0                                |                                  |                                  |
| Alūksne    | 42               | 7                           | 4471                             | 1                                |                                  |                                  |
| Balvi      | 96               | 11                          | 7079                             | 6                                | 1(212)                           |                                  |
| Bauska     | 98               | 8                           | 4832                             | 2                                | 1                                | 1(409)                           |
| Cēsis      | 83               | 11                          | 6217                             | 3                                |                                  |                                  |
| Daugavpils | 59               | 14                          | 10101                            | 1                                |                                  |                                  |
| Dobele     | 82               | 6                           | 3519                             | 1                                | 1(287)                           |                                  |
| Gulbene    | 52               | 7                           | 3875                             | 1                                |                                  |                                  |
| Jelgava    | 39               | 7                           | 4102                             | 0                                |                                  |                                  |
| Jēkabpils  | 92               | 10                          | 7626                             | 2                                | 1                                | 1(322)                           |
| Kārlava    | 86               | 12                          | 9385                             | 6                                |                                  |                                  |
| Kuldīga    | 101              | 8                           | 4452                             | 2                                | 1                                | 1(369)                           |
| Liepāja    | 86               | 14                          | 7685                             | 4                                | 2(298,<br>246)                   |                                  |
| Līvāni     | 30               | 8                           | 4627                             | 0                                |                                  |                                  |
| Ludza      | 81               | 15                          | 10287                            | 5                                |                                  |                                  |
| Madona     | 60               | 10                          | 6197                             | 2                                |                                  |                                  |
| Ogre       | 28               | 6                           | 6343                             | 0                                |                                  |                                  |
| Preiļi     | 60               | 10                          | 9026                             | 2                                | 1(569)                           |                                  |
| Rēzekne    | 95               | 13                          | 10437                            | 3                                | 2(208)                           | 1(431)                           |
| Rīga       | 38               | 15                          | 9977                             | 2                                |                                  |                                  |
| Saldus     | 90               | 7                           | 3780                             | 4                                |                                  |                                  |
| Tālu       | 127              | 9                           | 6221                             |                                  |                                  |                                  |
| Tukuma     | 66               | 9                           | 6336                             | 1                                | 1(216)                           |                                  |
| Valka      | 36               | 6                           | 3963                             | 0                                |                                  |                                  |
| Valkas     | 77               | 9                           | 3852                             | 2                                | 1(290)                           |                                  |
| Venupils   | 88               | 6                           | 2296                             | 1                                | 1(236)                           |                                  |
| Kopa       | -70              | 245                         | 163760                           | 51                               | 13                               | 4                                |

stundu. Tātad varam uzskatīt, ka radons nelielo māju iedzīvotājiem dod vidēji vairāk par pusi no dozas, ko izsauc dabīgie storojuma avoti. Taču ja ārēja gaisma doza un iekšēja visiem iedzīvotājiem ir aptuveni vienāda, tad radona izsauktā doza var svārstīties ļoti plašās robežās no 0.1 līdz 6 mSv, ekstrēmās gadījumos pat pāri par 20 mSv, kas ir gada dozas limite profesionāļiem;

2) lai arī zemes virsējā slāni ir salīdzinoši zema rādija koncentrācija, tomēr rādījs visā valsts teritorijā ir tāda daudzumā, lai radona saturs augšnes gāzē būtu pilnīgi pietiekams, lai zināmos apstākļos izraisītu paaugstinātu radona koncentrāciju praktiski jebkurā Latvijas rajonā, ko pierāda arī mērījumu rezultāti. Problēmas esamību nosaka ne tik daudz ģeoloģiskie priekšnoteikumi, kā gan projektēju un celtnieku, tā arī pašu māju īpašnieku neapziņotība par šādas problēmas iespējamību.

Tāpēc kā nozīmīgs sasniegums ir jāatzīmē tas, ka LR MK 1997. g. 12. augustā ir pieņemts *Noteikums aizsardzībai pret jonizējošo starojumu*, kuros ir noteiktas prasības attiecībā uz būvlietuma izvēli un maksimālo radona koncentrācijas līmeni jaunbūvētās mājās, kā arī noteikti ieviešanas līmeņi. Tas noteikti veicinās tādas situācijas izveidošanos, ka jaunbūvētajās mājās radona koncentrācija būs zemāka par šo līmeni. Tomēr vēl nepieciešams ievērojams darbs, lai informācija par iespējamajām problēmām, veicot māju siltināšanu un jaunu māju celtniecību, nepemot vērtā radona koncentrācijas paaugstināšanu, tiktu pilnībā apzināta gan no celtnieku un arhitektu puses, gan arī no māju īpašnieku puses. Vēlams būtu veikt izmaiņas arī tajos normatīvajos aktos, kas tieši attiecas uz būvniecības regulēšanu, jo ne jau visi celtnieki būs iepazīsies ar *Noteikumiem aizsardzībai pret jonizējošo starojumu*.

3) reģionos, kur māju ūdensapgādei tiek izmantots artēzisko aku ūdens, būtu nepieciešams veikt pētījumu par to, vai tas varētu būt paaugstinātas dozas uz iedzīvotājiem iemesls. Latvijā vidēji gadā ap 1000 cilvēku nāves cēlonis ir plaušu vēzis. Radons varētu būt par cēloni ne vairāk par 10% no šiem gadījumiem, līdz zem šanta. Ja mēģinām novērtēt kopējo veselības risku, tad iegūstam, ka kopējā gada doza 1.7 miljoniem iedzīvotāju, kas dzīvo daudzstāvu mājās ir 612 cilvēkzvertu, 0.8 miljoniem, kas dzīvo nelielajās mājās ir ap 880 cilvēkzvertu.

Izmantojot ICRP 1990. gada riska novērtējumu, iegūstam, ka radona izsauktā doza ir ap 75 cilvēku nāves cēlonis gadā (salīdzinājumam - difterijas epidēmija kopš 1993. gada ir bijusi par cēloni 62 cilvēku nāvei). Liekas, ka šis skaitlis ir pietiekami, lai Labklājības un Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas uzskatu par nepieciešamu sadarbības īpašas programmas radīšanā, lai noskaidrotu un mazinātu iespējamās radona izsauktās radiācijas dozas iedarbības sekas uz iedzīvotājiem.

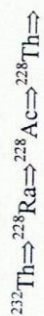
4) skolās un bērnudārzos, ievērojot ierobežoto bērnu uzturēšanās laiku tajos, radona koncentrācija nevarētu būt par cēloni statistiski fiksējamam veselības kaitējumam.



| Nuklids           | $T_{1/2}$   | $\alpha$ , MeV | $\beta$ , MeV       | $\gamma$ , MeV      |
|-------------------|-------------|----------------|---------------------|---------------------|
| $^{226}\text{Ra}$ | 1600g       | 4.78<br>4.59   |                     | 0.186               |
| $^{222}\text{Rn}$ | 3.82d       | 5.49           |                     |                     |
| $^{218}\text{Po}$ | 3.05m       | 6.00           |                     |                     |
| $^{214}\text{Pb}$ | 26.8m       |                | 0.67, 0.73,<br>1.02 | 0.35, 0.29          |
| $^{214}\text{Bi}$ | 19.9m       |                | 1.0, 1.5, 3.3       | 0.61, 1.12,<br>1.76 |
| $^{214}\text{Po}$ | 164 $\mu$ s | 7.69           |                     |                     |
| $^{210}\text{Pb}$ | 21.3g       |                | 0.015, 0.061        | 0.047 (4%0)         |
| $^{210}\text{Bi}$ | 5.01d       |                | 1.161               |                     |
| $^{210}\text{Po}$ | 138.4d      | 5.3            |                     |                     |
| $^{206}\text{Pb}$ | stabilis    |                |                     |                     |

1.attēls - urāna  $^{238}\text{U}$  sabrukšanas shēma

## Torija rinda

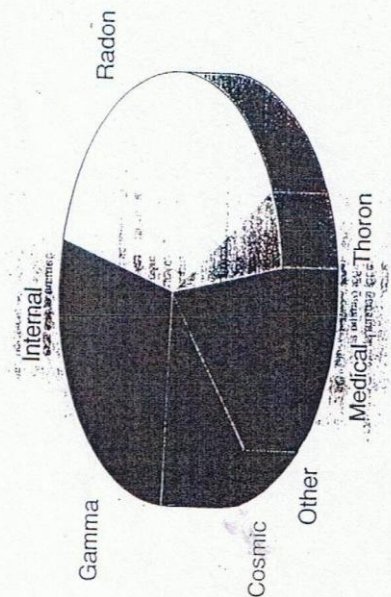


| Nuklids           | $T_{1/2}$ | $\alpha$ , MeV | $\beta$ , MeV    | $\gamma$ , MeV   |
|-------------------|-----------|----------------|------------------|------------------|
| $^{228}\text{Ra}$ | 3.64d     | 5.68           |                  | 0.241            |
| $^{228}\text{Rn}$ | 52s       | 6.28           |                  | 0.542<br>(0.004) |
| $^{216}\text{Po}$ | 0.16s     | 6.77           |                  |                  |
| $^{212}\text{Pb}$ | 10.6h     |                | 0.35, 0.59       | 0.239            |
| $^{212}\text{Bi}$ | 60.5m     | 6.09 (34%)     | 2.25 (66%)       | 0.04             |
| $^{212}\text{Po}$ | 3E-7s     | 8.78           |                  |                  |
| $^{208}\text{Tl}$ | 3.1m      |                | 1.8, 1.3,<br>1.5 | 2.62             |
| $^{208}\text{Pb}$ | stabilis  |                |                  |                  |

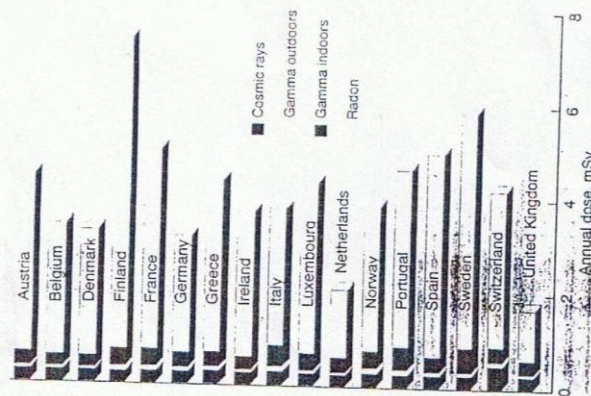
2.attēls Torija sabrukšanas shēma



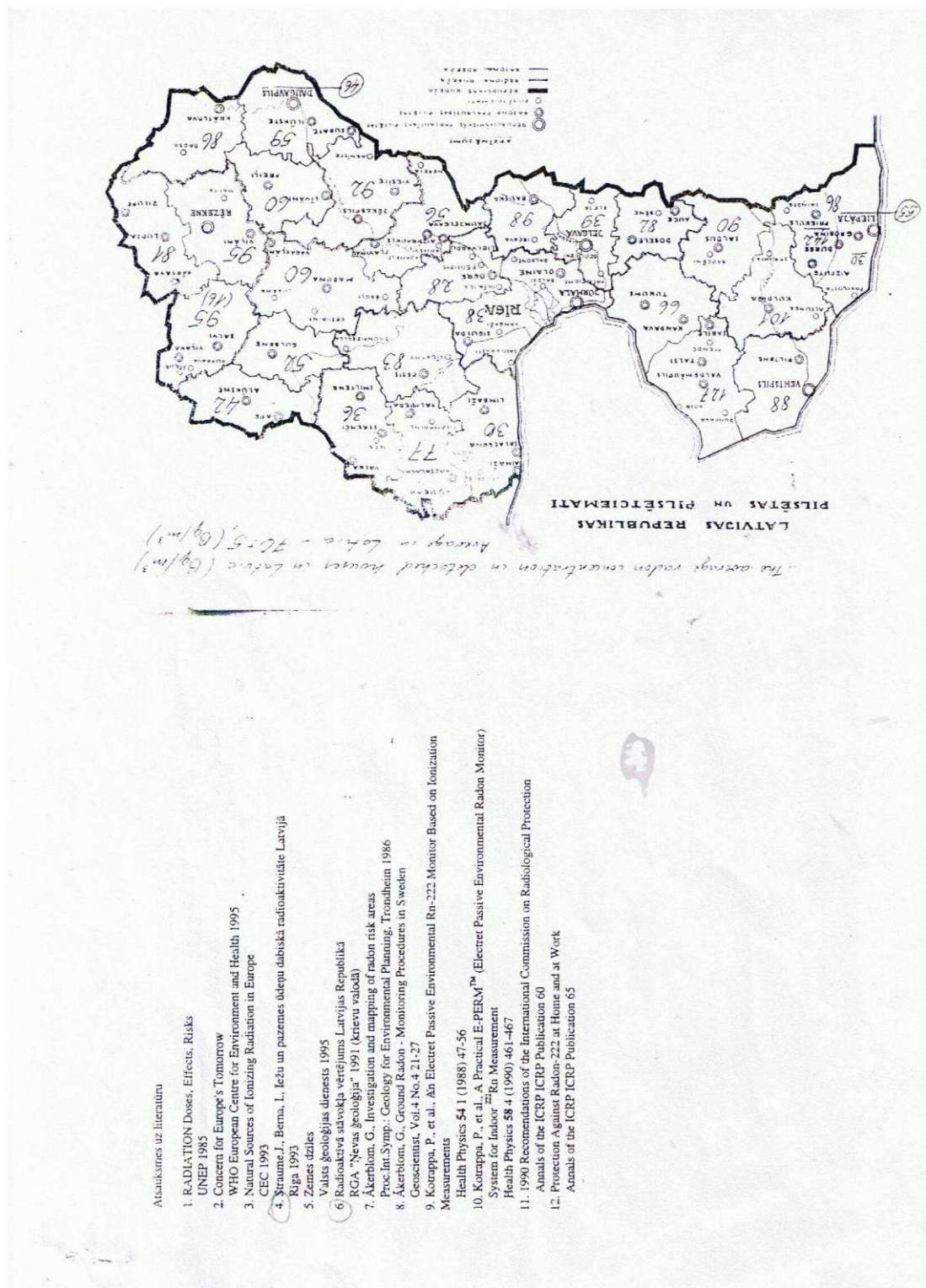
Dažādu starojuma avotu vidējās dozas pasaulē: Kosmiskais starojums, gamma starojums, iekšējais apstarojums, radons, torons, medicīna un pārējie.  
Summa ir ap 2.8 mSv gadā



4. attēls (pēc Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe, 1993)



3. attēls Dažādu radiācijas avotu izraisītās gada dozas vairākās Eiropas valstīs (pēc Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe, 1993)



13. PIELIKUMS

SIA „URBOEKOĻĢIJA PLUS” VĒSTULES KOPIJA

**SIA “URBOEKOĻĢIJA PLUS”**

Ilūkstes iela 4-70, LV-1082, Rīga, Latvija. Reģ. № 50103837471; 2014.g. 14.10. Swedbank AS  
Valdemārs filiāle; kods: HABA LV22; konta Nr.: LV47HABA0551039192506,  
mob.tālr.29158279; tālr. 67361553

Rīga,

15.12.2014.

SIA "Geo Consultants"

valdes loceklis

J. Ābelīņa k-gam

**Par radona mērījumiem**

SIA "Urboekoloģija" no 1990. gada līdz 2014. gadam ir paveikusi vairāk kā 57 Rn mērījumus dzīvojamās telpās. Mērījumi tika veikti ar aparātūras komplektu Alpha Guard 2000, mērījumu eksponēšana 1 - 1,5 h. Noteiktās Rn koncentrācijas nepārsniedz 100 Bq/m<sup>3</sup>, vidējā vērtība pa visiem mērījumiem - 21 Bq/m<sup>3</sup>. Iegūto datu publicēšana un teritoriālā analīze nav iespējama, jo iegūtie dati pieder SIA "Urboekoloģija" un katram atsevišķajam pasūtītājam (privātpersonām).

Ar cieņu,

SIA "Urboekoloģija" vadītāja

Dr. arch. L. Kartunova



## 14. PIELIKUMS

### PĒTĪJUMA GAITĀ EKSPERTU UZDOTIE JAUTĀJUMI UN ATBILDES UZ TIEM

| Npk. | Vārds, uzvārds, amats  | Laiks, vieta                       | Uzdotais jautājums  | Atbilde  |
|------|--|------------------------------------|---|--|
| 1.   | Dr.geol., prof. Valdis Segliņš<br>(Latvijas universitāte)                                  | 15.12.2014., Rīga,<br>Olīvu iela 9 | Kādu metodisku pieredzi Jūs ieguvāt šī darba ietvaros, ko varēsiet izmantot tālākiem pētījumiem? Ko Jūs rekomendētu citiem pētniekiem šajā jomā vai darītu savādāk? | Protams, šajā darbā mēs ieguvām plašu pieredzi šādu vai līdzīgu darbu realizēšanai. Galvenās rekomendācijas būtu sekojošas:<br>1. Pēc iespējas jāizmanto Latvijas laboratoriju pakalpojumi, jo ar laboratoriju nepieciešams cieši kontaktēt un sadarboties visā darba gaitā. Komunikācijas problēmas aizņem pārāk lielu laiku.<br>2. Tā kā pētījumi tika veikti galvenokārt privātīpašumos, visu pētījuma kompleksu jāveic vienā piegājienā, jo īpašnieka attiecības var mainīties darbu gaitā.<br>3. Radona detektorus jāizvieto galvenokārt tieši dzīvojamās telpās, tāpēc ka publiskās ēkās ventilācijas īpašības ir daudz intensīvākas, līdz ar to Rn saturi atmosfērā ir daudz zemāk.<br>4. Rn mērījumiem atmosfērā jāizmanto vismaz par 10 % detektoru vairāk nekā tika paredzēts, jo darbu gaitā daļa no detektoriem tiks bojāti vai vienkārši pazaudēti. |
| 2.   | Dr.geol. Valērijs Ņikuļins<br>(VSIA "Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs") | 15.12.2014., Rīga,<br>Olīvu iela 9 | Kāpēc šī darba ietvaros netika pētīta lūzumu ietekme? Ir zināms, ka tektoniskais faktors ir viens no svarīgākajiem šajā jomā  | Latvijas teritorijā mālainības faktors nogulumsegā izdalīts kā galvenais radona avots. Kristāliskais pamatklintājs Latvijas teritorijā atrodas lielā dziļumā. Radona pussabrukšanas periods ir 3,8 dnn. Radona gāze vienkārši nepaspēs pacelties no tāda dziļuma. Pie tam, lūzumu zonu precizēšana zemes virspusē (projicēšana zemes virspusē) ir pārāk sarežģīts jautājums. Nākotnes pētījumos lietderīgi būtu veikt papildus novērojumus   |

| Npk. | Vārds, uzvārds, amats                                      | Laiks, vieta                    | Uzdotais jautājums   | Atbilde  |
|------|--|---------------------------------|--|--|
|      |  |                                 |  | sakoncentrēt tieši izdalītajās lūzumu zonās. Tomēr šādu teritoriju precīzs izvietojums ir zināms tikai tur, kur paveikti speciāli pētījumi (kā piemēram, pazemes gāzes krātuves izpētei).  |
| 3.   | Dr.geol. Igors Levins (SIA "Ģeoplus", hidroģeologs)        | 15.12.2014., Rīga, Olīvu iela 9 | Veicot pētījumus un radona saturs noteikšanu dažādos pazemes ūdeņu monitoringa postēšos 1999.-2002. gados, tika konstatēts, ka nosacīti paaugstināti Rn saturi konstatēti pazemes ūdens paraugos ar sīkdispersa materiāla paaugstinātu vērtību (iespējams, slikti nofiltrēts paraugs). Vai tāda tendence novērojama arī Rn saturam grunts gaisā? | Tieši tā. Mālainības faktors ir galvenais, kas nosaka Rn saturu grunts gaisā nogulumu augšējos slāņos, jo balstoties uz ģeokīmisko pētījumu datiem, tieši mālainos iežos Latvijas teritorijā ir novērojami urāna paaugstinātas koncentrācijas.   |
| 4.   | Dr.geol. Oļģerts Aleksāns (SIA "DGE Latvia")               | 15.12.2014., Rīga, Olīvu iela 9 | Kāds ir visoptimālākais radona detektoru ekspozīcijas laiks?   | Jo ilgāk, jo labāk. Protams, ja Rn detektori tika ekspozēti viena gada laikā, mēs iegūtu vislabākos rezultātus. Šajā pētījumā Rn detektori tika izvietoti izpētes objektos ar viena mēneša ekspozīciju, tomēr nākotnes pētījumos mēs rekomendēsim veikt tādas mērījumus aptuveni pusgada laikā.  |
| 5.   | Atis Mūrnieks (Latvijas ģeologu savienības priekšsēdētājs) | 15.12.2014., Rīga, Olīvu iela 9 | Vai šajā pētījumā tiks izdalītas teritorijas ar radona paaugstinātiem saturiem?  | Izdalot galvenos faktorus, kas atbild par radona saturiem grunts gaisā, tika sastādīta Rn bīstamības prognozes karte (izdalītas risku teritorijas). Protams, tādām teritorijām nepieciešama sistemātiska verificēšana, kas prasa lielu novērojumu skaitu. Tādu verificēšanu var paveikt tikai plānveidīgas (kartēšanas) pētījuma rezultātā |
| 6.   | Dr.geol. Jānis Prols (SIA                                  | 15.12.2014., Rīga,              | Saskaņā ar darba uzdevumu, radona  | Jā, tieši tā. Laboratorijas pakalpojumu tirgū, vismaz  |

| <b>Npk.</b> | <b>Vārds, uzvārds, amats</b>  | <b>Laiks, vieta</b>             | <b>Uzdotais jautājums</b>  | <b>Atbilde</b>  |
|-------------|---|---------------------------------|--|---|
|             | "Geo Consultants" valdes priekšsēdētājs)  | Olīvu iela 9                    | mērījumi jāveic akreditētā laboratorijā. Kāda jēga vispār Rn mērījumiem grunts gaisā, ja tādus nevar izpildīt ar akreditētas institūcijas palīdzību? | Eiropā, nav akreditētu laboratoriju, kuras nodrošina akreditētus radona mērījumus grunts gaisā. Tomēr, šī pētījuma ietvaros pētījuma autoriem jāraksturo arī ģeoloģisko faktoru ietekmi uz radona izplatību atmosfēras gaisā, jo ģeogēnais faktors ir izdalīts šajā pētījumā kā galvenais. Tāpēc ir nepieciešams zināt, kādi radona saturī grunts gaisā var būt sastopami Latvijas teritorijā.  |
| 7.          | Dr.arh. Ludmila Kartunova, (RTU Telpiskās un reģionālās attīstības pētījumu centra vadošā pētniece, SIA "Urboekoloģija plus") | 15.12.2014., Rīga, Olīvu iela 9 | Kāpēc šī pētījuma ietvaros nav izmantoti SIA "Urboekoloģija plus" iegūtie rezultāti?   | Pētījuma autori labprāt izmantos šos datus un pievienos ziņojumam, ja būs iespēja izsekot datu teritoriālai izplatībai, bet tam nepieciešams zināt ne tikai konkrētajā vietā iegūtais rezultāts, bet arī objekta izvietojums un tā raksturojums. Pie tam, šis pētījums norāda, ka mērījumu vienas stundas ekspozīcija ir maza radona noteikšanai dzīvojamo un darba telpu atmosfērā. Darbu sākumā pētījuma autori plānoja veikt līdzīgus pētījumus ar mērījumu ekspozīciju 1 - 1,5 stundas, tomēr tika nonākts pie secinājuma, ka statistiski ticamu rezultātu sasniegšanai tādus mērījumus jāveic vismaz 60 stundu laikā, pie tam, mērīšanas telpām jābūt pilnīgi slēgtām, lai izvairītos no blakus faktoru iedarbības, piemēram, ventilācija. |
| 8.          | Dr.ing. Kaspars Rutks (SIA "Zeta tehnoloģijas")   | 15.12.2014., Rīga, Olīvu iela 9 | Kāpēc visi radona mērījumi tika veikti pirmajos stāvos?  | Tāpēc, ka radona galvenais avots ir grunts un radona gāze ir smagāka par gaisu.   |

## **15.PIELIKUMS**

### **DETEKTORU UZSTĀDĪŠANAS VIETAS UN ĒKAS FOTO FIKSĀCIJA (ATSEVIŠĶI OBJEKTI)**

Atbilstoši Fizisko personu datu aizsardzības likumam 15.pielikums izņemts no pētījuma.