

KIIRGUSKESKUS

Aruanne

**RADOONI KAARDI LÕPETAMINE – RADOON HOONETE SISEÕHUS
PIIRKONDADES, KUS ANDMED RADOONITASEMETE KOHTA
PUUDUVAD**

Projekt nr 38

Finantseeritud Keskkonna Investeeringute Keskuse poolt

Aruande koostajad: Kairi Tänavsuu

Merle Lust

Tallinn 2008

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	3
2. RADOON.....	5
3. RADOONITASEMETE NORMEERIMINE.....	7
4. METOODIKA.....	9
4.1. Mõõtmispiirkondade valik.....	9
5. MÕÕTETULEMUSED.....	11
6. JÄRELDUSED.....	14
7. KOKKUVÕTE.....	16
8. SUMMARY.....	17
9. KASUTATUD KIRJANDUS.....	18
10. LISAD 1-8.....	19

1.SISSEJUHATUS

Siseõhu radoon suurendab kopsuvähki haigestumise riski. Rahvusvahelistest organisatsioonidest pööravad radooni vähendamisele hoonete siseõhus Maailma Tervishoiuorganisatsioon WHO (World Health Organisation), Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon, ICRP (International Commission of Radiation Protection) ning Rahvusvaheline Aatomienergia Agentuur, IAEA (International Atomic Energy Agency). Jaheda kliimaga piirkondades vedab inimene umbes 80 % oma ajast siseõhus ning hoonete ehitamisel püütakse vältida soojakadusid. Seetõttu koguneb gaasiline radoon majaanalusest pinnasest ruumidesse.

Eestis alustati radooniuuringutega aastatel 1989-1991, mil viidi Ehituse Teadusliku Uurimise Instituudi poolt läbi mõõtmised enam kui 400 majas. Maksimaalseks radooni kontsentratsiooniks saadi 6700 Bq/m^3 ning 4 % tulemustest ületas 800 Bq/m^3 . Tulemustest järeldati, et peamine radooniallikas on pinnas hoone all. Aastatel 1994-1998 läbiviidud radooniuuring 700 erinevas hoones (peamiselt elamud) andis keskmiseks radooni kontsentratsiooniks 102 Bq/m^3 . Kõrgeim mõõtetulemus saadi Kundast – $12\,000 \text{ Bq/m}^3$ (Pahapill, 2004). 1998-2001 viidi läbi radooniuuring 515 juhuslikult valitud majas üle Eesti. Selle uuringu käigus saadi keskmiseks radoonisisalduseks ruumides 103 Bq/m^3 ning neid tulemusi kasutati radooniriski kaardi valmimisel (Pahapill, 2001). Aastatel 2002-2004 kogus Kiirguskeskus koostöös Rootsi Kiirguskaitse Instituudiga, Rootsi ja Eesti Geoloogiakeskusega projekti “Radoon majades” raames radooniriski kaardi algmaterjale ning teavitas ka elanikkonda radooniga seotud riskidest (Pahapill, 2004).

Kuna radoon on Eestis peamiselt lokaliseerunud Põhja-Eesti piirkonda, kus paljandub kõrge uraanisisaldusega diktüoneema argiliit ning leidub fosforiiti, siis aastate 2005-2006 kütteperioodil viidi läbi radooniohtlike alade lasteasutuste radooniuuring. Kõikide mõõdetud hoonete keskmiseks saadi 191 Bq/m^3 ning maksimaalseim tulemus 3850 Bq/m^3 oli Vaivara vallas (Pesur, 2006).

Läbiviidud uuringud on eelkõige olnud suunatud radooniriski aladele. Vähem tähelepanu pöörati väiksema riskiga piirkondadele, mis asuvad peamiselt Lõuna-Eestis.

Projekti “Radooni kaardi lõpetamine – radoon hoonete siseõhus piirkondades, kus andmed radoonitasemete kohta puuduvad” eesmärk oli määrata radooni sisaldus piirkondades, kus seni läbi viidud uuringute käigus pole mõõtmisi teostatud ning millede kohta radoonitasemete andmed puuduvad (hinnanguliselt 48 valda ja linna). Projekti raames mõõdeti igas uurimata vallas ja linnas radoonisisaldust umbes 10 elumajas ning 1-2 lasteasutuses. Saadud mõõtetulemustega täiendati 2001. aastal lõppenud projekti „Radoon Eestimaa elamutes“ raames valminud radoonitasemete kaarti. Projekti käigus töötati välja olemasolevate hoonete radoonisisalduse Kiirguskeskuse poolsed soovitused. Lisaks loodi elektrooniline andmebaas, kuhu kanti käeoleva uuringu ning sellele eelnevate radooniuuringutega kogutud andmed. Projekti lõppedes toimus seminar, kus saadud tulemused ka avalikustati.

Antud uurimistöö on koostatud keskkonnaministri 2006. a määruse nr 13 “Keskkonnakaitse valdkondade rahastamiseks esitatud projektitaotluste hindamise tingimused ja kord, taotluste hindamise kriteeriumid, otsuse tegemise kord, lepingu täitmise üle kontrolli teostamise kord ning aruandluse kord”, paragrahv 7, lõige 5, punkt 2 alusel - elanikkonna tervise kaitse ioniseerivast kiirgusest tulenevate ohtude eest, sealhulgas rakenduslikud uuringud ja antud valdkonnast ülevaate andmine avalikkusele.

Projekti tulemused on kasutatavad omavalitsuste detailplaneeringutes, keskkonnamõjude hinnangutes ning edasistes uurimustöodes. Tulemused aitavad valdadel otsustada täiendavate uuringute vajaduse üle. Lisaks saab erinevate ehitiste kohta kogutud andmeid tulevikus eesmärgiga töötada välja ennetavaid meetmeid radooniohtlikut tüüpi majade radooniohu vähendamiseks. Olemasoleva hoone radoonikindlaks muutmine renoveerimistööde käigus on rahaliselt kulukam võrreldes riskist lähtuva radoonikindla uue hoone ehitamine. Radooniohuga arvestamine aitab vähendada kasvajate tekkimise riski. Pidev teabe kajastamine ja teadlikkuse tõstmine radooniga kaasnevast terviseriskist propageerib omakorda radoonitaseme alandamist hoonetes.

2. RADOON

Radoon on looduslik radioaktiivne gaas, mis eraldab oma lagunemisel ioniseerivat α -kiirgust. Radoon on üks vahelüli loodusliku uraani (U^{238}) lagunemisel stabiilseks pliiks. Uraani leidub suuremal või vähemal määral kõikjal maakooses, samuti ka kõikides mineraalsetes ehitusmaterjalides. Seega leidub kõikjal ka radooni. Radoon on värvitu ja lõhnatu inertgaas, mis ei osale keemilistes reaktsioonides. Ta võib lahustuda vähesel määral vaid vees, veres ja koevedelikes. Gaasiline olek soodustab radooni aatomite liikuvust pinnases ja ainete poorides. Maapinnast õhku väljunud radoon hajub atmosfääris kiiresti ja sellest tulenevalt on välisõhus radooni kontsentratsioon tavaliselt 10-30 Bq/m³. Siseõhus võib radooni kontsentratsioon olla mitu korda kõrgem ning ulatuda kuni mitmekümne tuhande Bq/m³. Radoon laguneb edasi tütarisotoopideks, milleks on radioaktiivsed metalliioonid, mis kinnituvad õhus lenduvate tolmuosakeste külge või mitmesugustele pindadele (seintele, kardinale jne) ning emiteerivad α -kiirgust ja β -kiirgust (Petersell jt, 2004).

Radoon põhjustab ligi poole elaniku kiirgusdoosist. Alfa-kiirgus neeldub mõne cm paksuses õhukihis ning ei suuda läbida paberit ega tungida läbi naha. Seega ei põhjusta radoon ohtu enne kui ta ei ole sattunud organismi. Õhuga sissehingatav radoon ja tema tütarproduktide poolt kiiratud α -kiirgus suurendab kopsuvähki haigestumise riski. Mida suurem on radoonist saadav kiirgusdoos, seda suurem on risk haigestuda kopsuvähki (Clavensjö, B. etc 1994).

Radoonist põhjustatud kopsuvähi riski suurendab suitsetamine ning viibimine suitsuses ja tolmuses ruumis. Ruumis suitsetamisel tekib õhus palju osakesi, mis on radooni tütarisotoopide kandjaks. Suitsuse õhu sissehingamisel satub kopsu rohkem α -kiirgust emiteerivaid aatomeid, põhjustades täiendava kiirgusdoosi ka limaskestadele (LISA 1, Joonis 1).

Hoonesse imbub radoon pinnasest hoone alt ja ümbrusest, ehitusmaterjalidest, erinevatest kommunikatsioonide ja äravoolutorude avadest ning kraaniveest. Asjaolu, et hoones on tihti õhurõhk väiksem kui selle aluses pinnases, soodustab gaasi imbumist hoonesse (Pesur, 2006) (LISA 1, Joonis 2).

Radoonisisalduse mõõtühikuks on Bq/m³ (bekerelli kuupmeetri kohta), mis tähendab, et aktiivsuskontsentratsiooni juures 1 Bq/m³ laguneb ühe sekundi jooksul õhu igas kuupmeetris üks radooni aatom.

3. RADOONITASEMETE NORMEERIMINE

Enamik Euroopa riike on kehtestanud radooni piirväärtused elamutele ja töökohtadele. Riigiti on need erinevad, jäädes vahemikku 150 Bq/m³ – 1000 Bq/m³ sõltuvalt sellest, kas tegemist on olemasolevate või planeeritavate hoonetega, elu- või tööruumidega. Põhjamaad (Taani, Soome, Island, Norra ja Rootsi)

soovitavad tegutsemistasemeks nii olemasolevates elamutes kui ka maapealsetes töökohtades 400 Bq/m³, 200 Bq/m³ aga uurimistasemena olemasolevatele ja soovitatava ülemise piiritasemena uutele hoonetele (The Radiation Protection Authorities 2000).

Vastavalt Eesti standardile EVS 840:2003 “Radooniohutu hoone projekteerimine” peab elu-, töö- ja puhkeruumides aasta keskmine radoonisisaldus olema väiksem kui 200 Bq/m³. Vastavalt standardile tuleb rakendada radoonitõkestusmeetodeid kui pinnase õhu radoonisisaldus on kõrge või ülikõrge.

Tabel 1: EVS 840:2003 “Radooniohutu hoone projekteerimine” liigitab pinnased radooni emissiooni põhjal

Pinnase radoonisisalduse tase	Pinnase radoonisisaldus, Bq/m³	Meetmed radooni hoonesse sattumise vältimiseks
Madal	Alla 10 000	Tavaline hea ehituskvaliteet
Normaalne	10 000 – 50 000	Tavaline hea ehituskvaliteet, maapinnale rajatud betoonplaadi ja vundamendi liitekohtade, pragude ja läbiviikude tihendamine, maapinnast kõrgemal asuva põrandaaluse tuulutus
Kõrge	50 000- 250 000	Tarindite radoonikindlad lahendused (õhutihendad esimese korruse tarindid ja/või alt ventileeritav betoonplaatpõrand või maapinnast kõrgemal asuva põrandaaluse sundventilatsioon)
Ülikõrge	Üle 250 000	Pöörata tähelepanu ehituse teostusele, kompleksed radoonikaitse meetmed

Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon (ICRP) soovib võtta tarvitusele meetmed siseõhu radooni vastu nii elu- kui ka tööruumides. ICRP väljaanne nr 103 soovib kõrgeimaks piirväärtuseks elumajadele 600 Bq/m³ ning töökohtadele 1500 Bq/m³.

Projekti üheks eesmärgiks oli ka Kiirguskeskuse poolsete soovitusete väljatöötamine olemasolevatele hoonetele nii elu- kui ka töökohtadele. Olemasolevate hoonete eluruumide ning tihedalt kasutatavate töökohtade nagu lasteasutused, hooldekodud, vanglad jne on Kiirguskeskuse poolseks soovituslikuks piirmääraks 400 Bq/m³, kuid meetmete rakendamine on õigustatud, kui radooni kontsentratsioon ületab 600 Bq/m³.

Soovituste kohaselt on radoonisisalduse vähendamise meetmete rakendamine õigustatud töökohtades kui kontsentratsioonid ületavad väärtust 1000 Bq/m³.

4.METOODIKA

Kiirguskeskus kasutas antud uurimuse läbiviimisel rahvusvaheliselt tuntud alfajälg meetodit, mistõttu on saadud andmed võrreldavad ka teiste Euroopa riikide andmetega. Alfa-tundlikust plastikust (CR-39) film paikneb kaitsekambri sees, kuhu

radoon läbi pilude siseneb ning emiteerides spontaanselt α -kiirgust tekitab ümmarguse jälje plastikust filmile. Detektoreid eksponeeriti mõõtekohal vähemalt 2 kuud. Sama hoone esimese korruse eri ruumidesse paigutati 2-8 detektorit. Eramajade puhul paigutati detektorid peamiselt elu- või magamistuppa, lasteasutuste puhul klassiruumidesse ning mängu- ja magamistubadesse. Pärast eksponeerimisperioodi lõppu töödeldi detektoreid Kiirguskeskuses keemiliselt (20% NaOH lahuses 4,5 tundi temperatuuril 90°C) ning analüüsiti elektronmikroskoobi all. Jälgede arvust detektori pinnauhikule leiti arvutiprogrammi abil α -osakeste hulk ruumiühikus õhus (Bq/m³). Detektorid ning analüüsisüsteem pärinevad Ungari firmast Radosys Ltd.

4.1 Mõõtmispiirkondade valik

Käesoleva töö eesmärgiks oli loodusliku radioaktiivse gaasi, radooni, sisalduse määramine piirkondades, kus seni läbi viidud uuringute käigus pole mõõtmisi teostatud ning millede kohta radoonitasemete andmed puuduvad (hinnanguliselt 48 valda ja linna). Projekti raames mõõdeti igas uurimata vallas ja linnas radoonisisaldust umbes 10 elumajas ning 1-2 lasteasutuses. Mõõtetulemustega täiendati 2001 aastal lõppenud projekti „Radoon Eestimaa elamutes“ käigus valminud radoonitasemete kaarti (LISA 2, Joonis 3). Algselt sooviti määrata radooni kontsentratsioon 480 (igas vallas 10) eramajas ning kuni 90 lasteasutuses (igas vallas 1-2). Kuna aga detektorid peavad mõõtekohal olema vähemalt 2 kuud, siis läks erinevatel põhjustel (detektori kadumine, kahjustumine, mõõtmisjuhendi eiramine jne) 18% tulemustest uuringu autorite jaoks kaduma.

Töö viidi läbi valdade kaupa ning igast vallast kaasati üks vallavalitsuse esindaja, kes oli töö autoritele kontaktisikuks. Kontaktisik jagas valla elanikele detektorid koos paigaldamisjuhiseiga (eesti- ja venekeelne, LISA 3 ja 4) ja ehituslike parameetrite küsitlusankeediga (eesti- ja venekeelne, LISA 5 ja 6) laiali, organiseeris hiljem nende kokkukogumise ja Kiirguskeskusesse toimetamise. Igale vallavalitsuse kontaktisikule väljastati peale detektorite analüüsi ka tulemused.

5.MÕÕTETULEMUSED

Käesolevas töös esitatakse 2007-2008 kütteperioodil teostatud mõõtmiste üldistatud tulemused tabelis 2, LISA 7 ja joonisel 4, LISA 8.

2007 aasta sügisel jaotati 48-sse valda üle Eesti 1264 detektorit. Detektorid paigutati võimalikult ühtlaselt terve valla ulatuses. Valdadest tagastati 82 % detektoritest (1042 detektorit). Mõned tagastatud detektorid olid mõõtmiseks kõlbmatud (nt liiga vähe aega eksponeeritud, kahjustatud) või olid pakendist välja võtmata.

Harjumaal teostati mõõtmised 2 vallas (Viimsi ja Kuusalu) ning Paldiski linnas. Viimsi valla keskmiseks tulemuseks saadi 330 Bq/m^3 ning Kuusalu keskmiseks 189 Bq/m^3 . Hooneid mõõdeti vastavalt 5 ja 10. Paldiski linnas mõõdeti 12 hoonet ning saadi keskmiseks radooni kontsentratsiooniks 245 Bq/m^3 . Harjumaa kõrgeim tulemus saadi Paldiski linnast – 1833 Bq/m^3 . Kuusalus ületas 6 tulemust, Paldiskis 10 tulemust ning Viimsi vallas 2 tulemust 200 Bq/m^3 .

Ida-Virumaal teostati mõõtmised vaid Narva linnas, kus keskmiseks radoonikontsentratsiooniks saadi 74 Bq/m^3 ning kõrgeimaks 193 Bq/m^3 . Tulemused koguti 11-st hoonest.

Jõgevamaal mõõdeti radoonikontsentratsiooni Pajusi ja Puurmani vallas. Valla keskmised tulemused olid vastavalt 98 Bq/m^3 ja 81 Bq/m^3 ning maksimumid vastavalt 411 Bq/m^3 ja 417 Bq/m^3 . Pajusi vallas mõõdeti 13 hoonet ning Puurmani vallas 11. Jõgevamaal ületas 200 Bq/m^3 piiri 5 tulemust.

Läänemaal Oru vallas mõõdeti 12 hoonet. Keskmiseks radoonisisalduseks saadi 41 Bq/m^3 , kõrgeimaks tulemuseks oli 4584 Bq/m^3 ning oli samas ainus tulemus, mis ületas 200 Bq/m^3 .

Lääne-Virumaalt mõõdeti 12 hoonet Väike-Maarja vallast, kus saadi keskmiseks radoonikontsentratsiooniks 132 Bq/m^3 . Kõrgeimaks tulemuseks saadi 801 Bq/m^3 ning 7 tulemust ületas 200 Bq/m^3 .

Põlvamaal teostati mõõtmised Ahja, Kanepi, Kõlleste, Laheda, Orava, Valgjärve ja Vastse-Kuuste vallas, keskmine radoonikontsentratsioon mõõdetud hoonetes jäi vahemikku $35\text{-}170 \text{ Bq/m}^3$. Ahja vallas mõõdeti 10 hoonet, Kõllestes ja Lahedal mõlemas 9 hoonet ning Kanepi, Orava, Valgjärve ja Vastse-Kuuste vallas mõõdeti 12

hoonet. 15 tulemust ületas 200 Bq/m³ ning kõrgeim tulemus saadi Valgjärve vallast 1765 Bq/m³.

Pärnumaal mõõdeti radooni kontsentratsiooni Are, Ruhnu, Tahkuranna ja Tootsi vallas. Maksimaalseks tulemuseks saadi 118 Bq/m³ ning valdade keskmised radoonikontsentratsioonid jäid vahemikku 25-44 Bq/m³. Are vallast mõõdeti 12 hoonet, Tootsi vallast 11 hoonet, Tahkurannast 10 ning Ruhnu vallast 5 hoonet.

Raplamaal mõõdeti Järvakandi valla 11 hoone radooni kontsentratsiooni. Valla keskmiseks tulemuseks saadi 37 Bq/m³ ning maksimaalseks 98 Bq/m³.

Saaremaal teostati radooni kontsentratsiooni mõõtmised Kaarma, Karla, Kihelkonna, Kohtla, Laimjala, Lümanda, Pöide, Salme, Torgu ja Valjala vallas. Mõõtmistulemuste keskmine jäi vahemikku 52 Bq/m³-198 Bq/m³. Maakonna kõrgeim tulemus saadi Pöide vallas – 1359 Bq/m³. 27 tulemust ületas 200 Bq/m³. Kaarma, Karla ja Kohtla vallast mõõdeti 11 hoonet, Lümanda, Pöide, Salme ja Valjala vallast 12 hoonet, Kihelkonna vallast 8 hoonet, Laimjala vallast 13 hoonet ning Torgu vallast 10 hoonet.

Tartumaal mõõdeti Haaslava, Konguta, Piirissaare ning Võnnu valla radooni kontsentratsiooni. Valdade keskmised tulemused jäid vahemikku 44 Bq/m³ – 270 Bq/m³. Maksimaalne tulemus mõõdeti Haaslava vallast, 819 Bq/m³. Haaslavas mõõdeti 7 hoonet, Piirissaarel 10, Konguta vallas 11 ja Võnnu vallas mõõdeti 12 hoonet. Tartumaal ületas 200 Bq/m³ 9 tulemust.

Valgamaal mõõdeti radoonikontsentratsiooni Helme, Karula, Palupera, Põdrala, Puka, Sangaste, Taheva ning Õru vallast. Valdade keskmiseks tulemuseks saadi 37 Bq/m³ – 87 Bq/m³, kõrgeim tulemus oli 268 Bq/m³. Valgamaal ületas 200 Bq/m³ 10 tulemust. Helme, Puka ja Õru vallast mõõdeti 11 hoonet, Karula ja Sangaste vallast 10 hoonet ning Palupera, Põdrala ja Taheva vallast 12 hoonet.

Võrumaal mõõdeti Haanja, Meremäe, Mõniste, Rõuge ning Urvaste valla radooni kontsentratsiooni ning keskmine jäi vahemikku 33 Bq/m³ – 91 Bq/m³. Maakonna maksimum saadi Meremäe vallast – 333 Bq/m³, mis oli ainsana ületas 200 Bq/m³.

Urvaste ja Mõniste vallast mõõdeti 10 hoonet, Meremäe, Haanja ning Rõuge vallast vastavalt 8, 11 ning 12.

Kõige rohkem mõõdeti hooneid Paldiski linnas ja Orava vallas (kummaski 28 tulemust). Viimsi vallast said autorid tagasi vaid 7 detektorit 28-st saadetust. Kuna ühe hoone tulemused olid väga kõrged (830 Bq/m^3 ja 993 Bq/m^3), siis on ka valla keskmine radoonisisaldus hoonetes üle 300 Bq/m^3 . Arvestades Viimsi valla suurt elanike arvu on tulemused ära toodud vaid tabelis (LISA 7, tabel 2).

Maksimaalne mõõdetud tulemus 4584 Bq/m^3 saadi Oru vallast Läänemaal (vt tabel 2, LISA 7). Kõige kõrgem keskmine radooni kontsentratsiooni tulemus saadi Haaslava vallast - 270 Bq/m^3 ning madalaima radoonikontsentratsiooniga vald on Are vald, tulemus 25 Bq/m^3 .

6.JÄRELDUSED

Projekti „Radooni kaardi lõpetamine – radoon hoonete siseõhus piirkondades, kus andmed radoonitasemete kohta puuduvad“ määrati radooni sisaldus piirkondades, kus seni läbi viidud uuringute käigus pole mõõtmisi teostatud. Lähtuti eelkõige aastal 2001 lõppenud projekti “Radoonikaardi koostamine” tulemustest ning mõõdeti uurimata valdades/linnades radoonisisaldust elumajades ja lasteasutustes. Autorid soovisid valitud valdades määrata radooni kontsentratsiooni 480 eramajas (igas vallas 10) ning kuni 90 lasteasutuses (igas vallas 1-2). Erinevatel põhjustel (detektori kadumine, kahjustumine, mõõtmisjuhendi eiramine jne) saadi tagasi 82 % väljastatud detektoritest. Saadud tulemustega täiendati aastal 2001 lõppenud projekti valdade siseõhu radooni kontsentratsiooni kaarti (LISA 2, Joonis 3 ja LISA 8, Joonis 4). Nagu eelpool öeldud on kaardilt välja jäetud Viimsi valla tulemus, kuna sealt tagastati liiga vähe detektoreid. Samuti on puudu nii Varbla kui ka Pihtla valla tulemused, kuna esimese puhul ei jõudnud detektorid Kiirguskeskusesse analüüsimiseks ning teisel juhul ei soovitud projektis osaleda. Seega kaardi täielikuks lõpetamiseks oleks vaja kaasata mõõtmistesse Varbla, Viimsi ja Pihtla vald.

Kaardil on tähistatud erinevate värvidega radooni kontsentratsioonid 50 Bq/m^3 vahemike kaupa. Kaardi järgi kõige kõrgema radoonisisalduse kontsentratsiooniga vallad on Haljala ja Kaiu vald, kus aastal 2001 läbiviidud uuringu andmetel olid mõõdetud majade siseõhu radoonisisaldused vastavalt 470 Bq/m^3 ja 440 Bq/m^3 . Antud projekti kõige kõrgem tulemus saadi Oru vallast Läänemaal (4584 Bq/m^3), kuid Oru valla keskmine tulemus jäi alla 50 Bq/m^3 . Nii suure anomaalia puhul tuleks kindlasti teha veel mõõtmisi ning välja selgitada, mis selle põhjustab.

Käesoleva projekti käigus mõõdeti peamiselt Lõuna-Eesti valdu ning mõningaid valdu ka Lääne-Eestist ja Põhja-Eestist. Lõuna-Eestis mõõdetud valdade siseõhu radoonikontsentratsioonide keskmised tulemused jäid enamuses alla 200 Bq/m^3 . Saaremaal teostatud mõõtmiste põhjal võib järeldada, et kogu maakonnas on radooni keskmine kontsentratsioon mõõdetud hoonetes madal, välja arvatud Põide vallas, kus keskmine kontsentratsioon ületas 200 Bq/m^3 .

Lõuna-Eestis mõõdetud maakondadest (Põlvamaa, Tartumaa, Valgamaa ja Võrumaa) saadi kõrgeim tulemus Valgjärve vallas (1765 Bq/m^3). Mõõdetud valdade keskmised jäid aga vahemikku 35 Bq/m^3 - 270 Bq/m^3 . Kõrgeim tulemus pärineb Tartumaalt

Haaslava vallast. Tartumaalt on saadud ka eelnevate uuringute käigus kõrgemaid tulemusi, näiteks aastal 2004 lõppenud projekti “Radoon majades” käigus tuvastati Tartu linnas, Rannu vallas, Kambja vallas ja Luunja vallas teostatud mõõtmiste käigus radooni keskmiseks kontsentratsiooniks 138 Bq/m³-218 Bq/m³.

7.KOKKUVÕTE

Käesoleva projektiga määrati radoonisisaldust piirkondades, kus polnud mõõtmisi teostatud või oli liiga vähe andmeid (48 valda ja linna). Samuti koostati juhismaterjal vallaametnikele, mis aitab otsustada, milliste tasemete juures on radoonitõkestusmeetodid tarvilikud rakendada ning kui suures mahus. Moodustatud elektroonilises andmebaasis kajastuvad lisaks selle projekti tulemustele ka eelnevate projektide andmed.

Kõik projektis ettenähtud tegevused täideti. Kaardil puuduvad kõigest andmed kolmest vallast, kuna üks neist ei soovinud uuringus osaleda ning teistest tuli tagasi liiga vähe detektoreid või ei tulnudki tagasi detektoreid, et teha mingeidki järeldusi valla siseõhu radoonisisalduste kohta.

Antud projekt on oluline, kuna tulemused on kasutatavad omavalitsuste detailplaneeringutes, keskkonnamõjude hinnangutes ning edasistes uurimistöodes. Tulemused aitavad valdadel otsustada kas ja milliseid uuringuid nad veel vajavad. Lisaks on erinevate ehitiste kohta kogutud materjalid heaks aluseks töötamaks välja meetmeid teatud majatüüpide radooniohu vähendamiseks. Olemasoleva hoone radoonikindlaks muutmine läbi renoveerimistöode on rahaliselt kulukam, kui radooniriski arvesse võtva radoonikindla hoone ehitamine. Teadlik radooniohuga arvestamine aitab vähendada kasvajate tekkimise riski. Pidev teabe kajastamine ja teadlikkuse tõstmine radooniga kaasnevast terviseriskist propageerib omakorda radoonitaseme alandamist hoonetes.

8.SUMMARY

The present research project named "Finishing the radon map – indoor radon in less examined areas" was carried out to measure radon in areas where such measurements had not been made before or areas about which the data was insufficient (48 municipalities and cities). As part of the project a guideline was written to help municipality officials decide at which levels it becomes necessary to apply remedial methods (radoonitõkestusmeetodid)? and the extent to which to apply them. In the electronic database compiled the data gathered in previous projects as well as the results of the present project can be seen.

All the activities required of the project were fulfilled. Only data from three municipalities is lacking from the map as one municipality did not wish to participate in the project and too few detectors or no detectors were received by the Estonian Radiation Centre from the other two municipalities. It was thus impossible to make any conclusions as to the indoor radon concentration in those municipalities.

The present research project is important as the data gathered can be used in detailed planning by the municipalities, in evaluations of environmental effects and in further research. The results will aid the municipalities to determine whether they need further research and the kind of research they need. Additionally the information gathered will provide a good basis for developing methods to decrease the danger posed by radon in the case of certain types of buildings. Radonproofing an existing building through renovation is more costly than constructing a radonproof building with prior consideration for the risk of radon. Habitual dispersion of information as to the health risks posed by radon and awareness-raising on the subject shall lead to the reduction of the level of radon in buildings.

9. KASUTATUD KIRJANDUS

Seadused:

ICRP publikatsioon nr 103

Keskkonnaministri määrus nr 13 “Keskkonnakaitse valdkondade rahastamiseks esitatud projektitaotluste hindamise tingimused ja kord, taotluste hindamise kriteeriumid, otsuse tegemise kord, lepingu täitmise üle kontrolli teostamise kord ning aruandluse kord”, § 7, lõige 5, punkt 2

Väljaanded:

Petersell, V., Åkerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K., 2004. Eesti radooniriski kaart

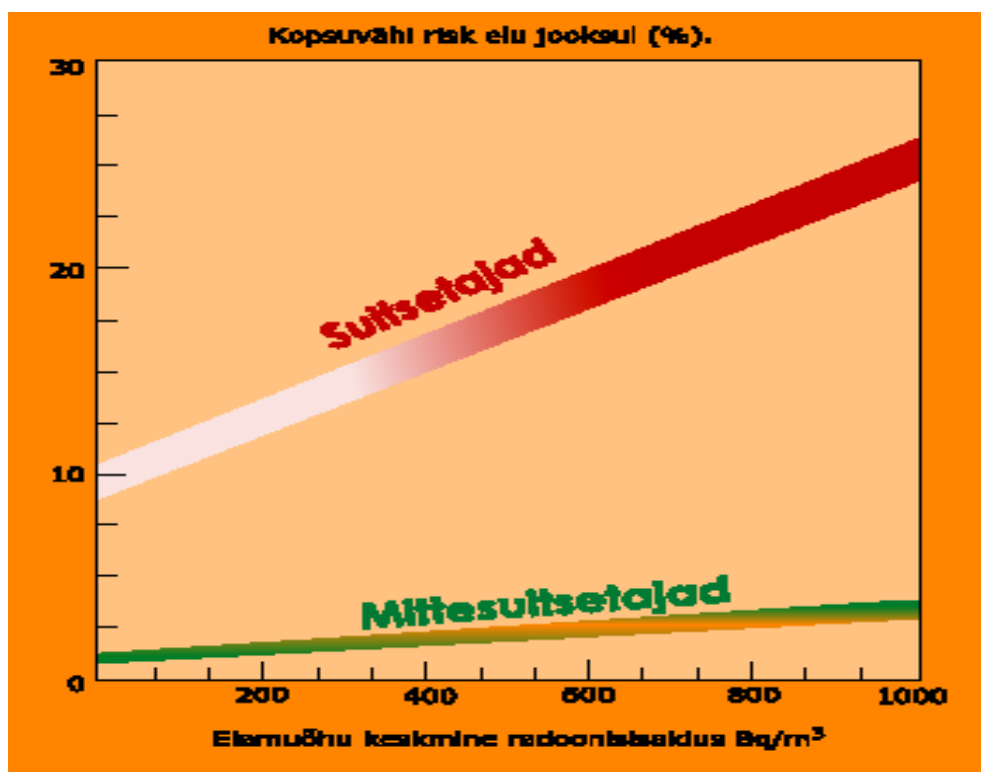
Pahapill, L., Rulkov, A. 2004. Radoon majades

Pahapill, L., Rulkov, A. 2001. Radooni kaardi koostamine

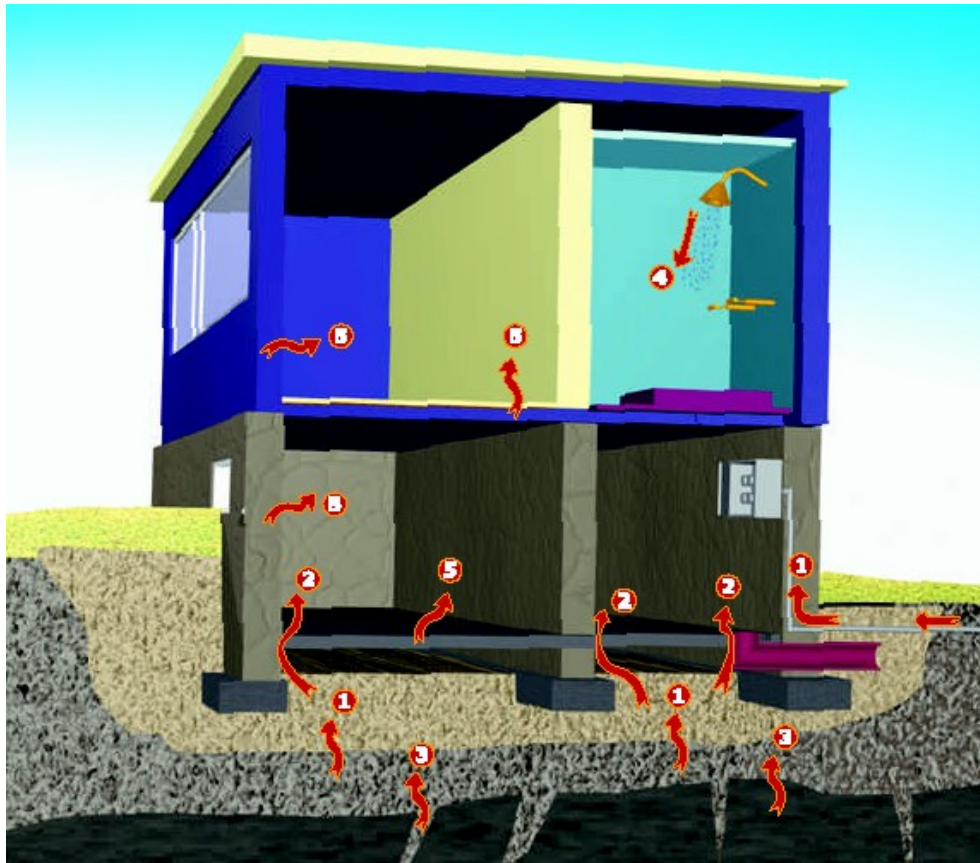
10. LISAD 1-8

LISA 1

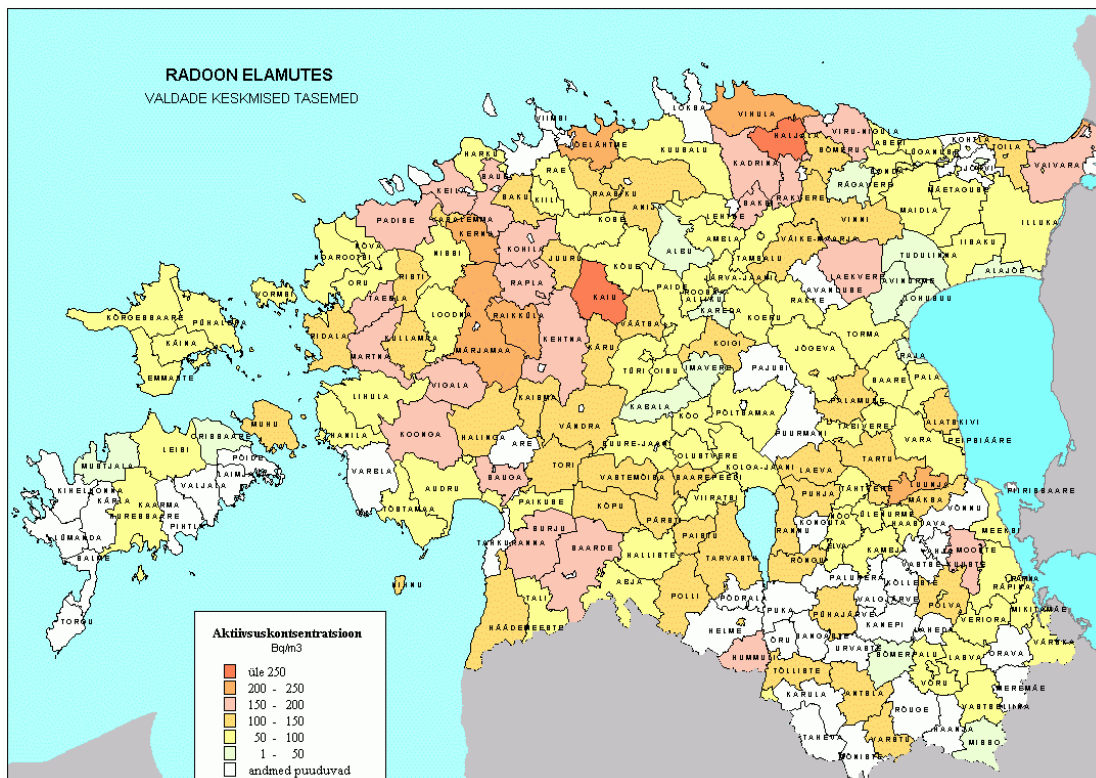
Joonis 1: Radoonist põhjustatud kopsuvähi riski suurendab suitsetamine



Joonis 2: Radooni (Rn^{222}) hoonesse sisseimbumise kohad



Joonis 3: 2001 aastal lõppenud projekti „Radoon Eestimaa elamutes“ käigus valminud radoonitasemete kaart



Juhis detektorite paigutamiseks eluruumidesse

NB: Enne detektorite paigaldamist lugege kindlasti käesolev juhispähe läbi!!!

1. **Täitke detektoritega kaasasoleval ankeedil Teile teadaolevad väljad.** Kogutud info aitab leida seoseid radooni kontsentratsiooni ja hoone ehituslike parameetrite vahel.
2. Teile edastati detektoreid ... tükki. Iga detektor on pakitud eraldi õhukindlasse alumiiniumkotti. Lõigake iga kott võimalikult serva äärest lahti ning võtke detektor välja. **Kott jätkke alles** (peale mõõtmiste lõppu panete detektori samasse kotti)!
3. **Detektori paigutamiseks valige ruum, kus inimesed tihti viibivad** (detektoreid ei panda koridori, tualetti, kööki jne). Kortermajas pange üks detektor näiteks elutuppa, teine magamistuppa. Eramajas pange üks detektor esimesele korrusele näiteks elutuppa ja teine magamistuppa või keldri korrusele. Märkige mõlema ruumi asukoht ankeedile.
4. Detektorid paigutage nii, et mõõtmiste perioodi jooksul ei ole vajalik neid liigutada. Detektorit ei tohiks asetada akna/ukse, ventilatsiooni, radiaatori või muu soojusallika ja tugeva valgusallika lähedusse. Soovitav on panna detektor nendest vähemalt 1.65 m ning seintest vähemalt 25 cm kaugusele.
5. Sobiv koht detektorite paigutamiseks on näiteks vaba kapipealne, kõrgusel 1-1,3 m põrandapinnast.
6. Jätke detektorid paika vähemalt kaheks kuuks. Aeg-ajalt kontrollige, et detektor oleks oma algsel kohal ja poleks kaetud mõne esemega. **Detektorite kasutamisel ärge muutke oma tavapäraseid tuulutamise ning ventilaatori kasutamise harjumusi.**
7. Mõõtmisperioodi lõppemisel märkige ankeedile vastav kuupäev ning pange detektorid kotti(desse), millega need Teile saabusid. **Kott tuleb sulgeda väga hoolikalt, et õhk juurde ei pääseks** (näiteks sulgeda teibiga).
8. Vastavalt eelnevale kokkuleppele valla/linnaametnikuga edastage detektorid koos ankeediga kokkulepitud ajal kokkulepitud kohta.
Aeg:.....
Koht:.....
9. Teie poolt saadetud detektorid analüüsitakse Kiirguskeskuse laboris ning tulemused edastatakse valla/linnaavalitsusele.

Infot radooni kohta leiate www.kiirguskeskus.ee.

Tekkinud küsimustele vastab:
Kairi Tänavsuu
peaspetsialist, Kiirguskeskus
kairi.tanavsuu@kiirguskeskus.ee
Tel: 664 4912; 55563851

Vallavalituse ametnik:
.....
.....
.....

Руководство по установке детекторов в жилых помещениях

Перед установкой детекторов прочитайте данное руководство

1. **Заполните прилагаемую анкету.** Собираемая информация поможет найти связь между строительными параметрами и концентрацией радона.
2. Два детектора упакованы в воздухонепроницаемый алюминиевый пакет. **Вскройте пакеты сбоку и выньте детекторы.** Детекторы не излучают и для людей неопасны. **Пакеты сохраните!**
3. Отметьте дату выемки детектора на имеющейся на пакете наклейке.
4. **Для установки детектора выберите комнату, где часто находятся люди** (детекторы не устанавливаются в коридоре, туалете и тд). В многоквартирном доме расположите один детектор в жилой комнате, другой- в спальне. В частном доме расположите один детектор в жилой комнате первого этажа, другой - в спальне (этаж не важен, но по возможности, на первом этаже). Отметьте в анкете месторасположение детекторов.
5. Детекторы расположите таким образом, чтобы в течение периода измерения не перемещать их. Также не рекомендуется располагать детекторы вблизи окна/двери, вентиляции, радиатора (или другого источника тепла) и вблизи сильного источника освещения. Рекомендуется располагать детектор на расстоянии не меньше 1,65 м от них, от стен – на расстоянии не меньше 25 см.
6. Подходящее место для расположения детектора , например, наверху шкафа, на высоте 1-1,3 м от пола.
7. Оставьте детектор на месте по крайней мере на 2 месяца. Время от времени проверяйте, что детектор находится на первоначальном месте и он ничем не накрыт. **В период измерения не меняйте привычный режим проветривания и вентилирования.**
8. По окончании периода измерения отметьте соответствующую дату на наклейке пакета и поместите детекторы в те же пакеты, в которых они к Вам прибыли.
9. **Пакет надо тщательно запечатать, чтобы не проникал воздух** (например, заклеить клейкой лентой).
10. Согласно предварительной договоренности детекторы вместе с анкетами представляются в волостное/городское самоуправление в согласованное время и место.
Время:....., Место:.....
11. Полученные детекторы анализируются в лаборатории Kiirguskeskus и результаты измерений представляются в волостное/городское самоуправление .

Информацию о радоне найдите www.kiirguskeskus.ee

С возникшими вопросами обращаться:

Kairi Tänavsuu

Kiirguskeskus

kairi.tanavsuu@kiirguskeskus.ee Тел: 664 4912

LISA 5: Ehituslike parameetrite ankeet, eesti keeles

ANKEET

Hoone ehituslikud parameetrid

Mõõdetava objekti aadress:
(maakond, vald, linn/alev/küla, aadress, indeks)

Kontaktisik:
(nimi, telefon, e-mail)

TÕMMAKE ÕIGETELE VARIANTIDELE JOON ALLA:

Hoone valmimisaasta:

Maja tüüp: ühepereelamu, ridamaja, korrusmaja, muu

Objekti olukord: renoveeritud, kapitaalremont, muu

Objekti geograafiline asukoht: tasasel maal, künka peal, orus, kallakul

Geoloogiline aluspõhi: paas, liiv või kruus, savi

Veevarustus: tsentraalne, oma kaev

Vee geoloogiline päritolu: põhjavesi, pinnavesi, pinnasevesi (jõgi/järv)

Küttesüsteem: keskküte, ahjuküte, muu

Õhuvahetus: loomulik ventilatsioon, sundventilatsioon, väljatõmbe ventilatsioon

Ventilatsioon töötab keskmiselt: tundi ööpäevas

Õhuvahetuse efektiivsus valdaja hinnangul: hea, keskmine, halb

Akende tüüp: puit, plastik, muu.....

Aknad vahetati viimati:aastal

Vundamendi materjal:

Vundamendi tüüp:

Kelder: JAH, EI, osaline

Keldri põranda materjal:

Keldri seinte materjal:

Keldri lae materjal:

Keldri ventilatsiooni tüüp:

Esimese korruse põranda materjal:.....

Esimese korruse sein materjal:.....

Kas keldri ja esimese korruse vahel on otseühendus (nt avaused, torud)?

JAH, EI

Esimese korruse põranda pindala:m²

Detektori nr	Mõõtmise alguskuupäev	Mõõtmise lõppkuupäev	Mõõtmise koht (märkige ka korrus)

Olen nõus, et Kiirguskeskus avalikustab saadud mõõtetulemused ning edastab need valla- või linnavalitsusele.

Kuupäev:..... Kontaktisik:.....

Allkiri:.....

LISA 6: Ehituslike parameetrite ankeet, vene keeles

Анкета

Строительные параметры здания

Адрес объекта:
(уезд, волость, город/поселок/деревня, адрес, индекс)

Контактное лицо:
(имя, телефон, адрес электронной почты)

ПОДЧЕРКНИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ:

Год постройки здания:

Тип дома: частный, рядный, многоквартирный, другой

Состояние объекта: реновирован, капитальный ремонт, другое

Географическое расположение объекта: на равнине, на пригорке, в долине, на склоне

Геологическая порода: плитняк, песок или гравий, глина

Водоснабжение: центральное, свой колодец

Геологическое происхождение воды: **подземная, грунтовая, поверхностная (озеро/река)**

Отопительная система: центральное, печное, другое отопление

Воздухообмен: **естественная вентиляция, принудительная вентиляция, вытяжная вентиляция**

Вентиляция работает в среднем часов в сутки

Эффективность воздухообмена по оценке владельца: хорошая, средняя, плохая

Тип окон: дерево, пластик, другое

Замена окон: в году

Материал фундамента:

Тип фундамента:

Подвал: да, нет, частичный

Материал пола подвала:

Материал стен подвала:

Материал потолка подвала:

Тип вентиляции подвала:

Материал пола первого этажа:

Материал стен первого этажа:

Есть ли между подвалом и первым этажом прямое сообщение (проход, трубы)? Да, нет

Площадь первого этажа: м²

Номер детектора	Дата начала измерения	Дата окончания измерения	Место измерения

Я согласен, что Kiiruskeskus огласит результаты измерений и передаст их волостному самоуправлению. Результаты будут представлены без персональных данных.

Дата: Контактное лицо:

Подпись:

LISA 7

Tabel 2: 2007-2008 kütteperioodil saadud tulemused

Maakond	Vald	Keskmine tulemus	Tulemusi vallas	Maksimum tulemus	<100 Bq/m ³	101-200 Bq/m ³	201-400 Bq/m ³	401-800 Bq/m ³	>800 Bq/m ³
Harjumaa	Kuusalu	189	22	694	6	10	3	3	-
Harjumaa	Paldiski	245	28	1833	15	3	5	3	2
Harjumaa	Viimsi	330	7	993	4	1	-	-	2
Ida-Virumaa	Narva	74	21	193	13	7	-	-	-
Jõgevamaa	Pajusi	98	26	411	18	5	2	1	-
Jõgevamaa	Puurmani	81	26	417	22	2	1	1	-
Läänemaa	Oru	41	26	4584	24	1	-	-	1
Lääne-Virumaa	Väike-Maarja	132	24	801	14	5	4	2	1
Põlvamaa	Ahja	138	22	361	8	10	4	-	-
Põlvamaa	Kanepi	70	25	352	21	2	2	-	-
Põlvamaa	Kõlletse	59	21	127	19	2	-	-	-
Põlvamaa	Laheda	66	17	152	13	4	-	-	-
Põlvamaa	Orava	35	28	126	27	1	-	-	-
Põlvamaa	Valgjärve	170	27	1765	19	4	1	2	1
Põlvamaa	Vastse-Kuuste	126	23	403	15	3	4	1	-
Pärnumaa	Are	25	26	103	25	1	-	-	-
Pärnumaa	Ruhnu	44	11	71	11	-	-	-	-
Pärnumaa	Tahkuranna	26	23	59	23	-	-	-	-
Pärnumaa	Tootsi	33	19	118	19	1	-	-	-
Raplamaa	Järvakandi	37	26	98	26	-	-	-	-
Saaremaa	Kaarma	67	21	170	14	8	-	-	-
Saaremaa	Kärkla	70	24	200	17	7	-	-	-
Saaremaa	Kihelkonna	151	18	511	10	3	3	2	-
Saaremaa	Kohtla	116	19	369	8	9	2	-	-
Saaremaa	Laimjala	72	20	249	16	2	2	-	-
Saaremaa	Lümanda	52	24	136	21	3	-	-	-
Saaremaa	Pöide	205	23	1359	13	4	3	1	2
Saaremaa	Salme	86	26	182	18	8	-	-	-
Saaremaa	Torgu	89	20	534	16	2	1	1	-
Saaremaa	Valjala	198	21	1287	11	7	-	2	1
Tartumaa	Haaslava	270	16	819	6	2	2	3	1
Tartumaa	Konguta	58	26	206	21	4	1	-	-
Tartumaa	Piirissaar	44	20	117	19	1	-	-	-

LISA 7 Jätkub

Maakond	Vald	Keskmine	Tulemusi	Maksimum	<100	101-200	201-400	401-800	>800
---------	------	----------	----------	----------	------	---------	---------	---------	------

		tulemus	vallas	tulemus	Bq/m3	0 Bq/ m3	0 Bq/ m3	0 Bq/m3	Bq/m3
Tartumaa	Võnnu	67	24	383	19	3	2	-	-
Valgamaa	Helme	87	26	268	18	3	5	-	-
Valgamaa	Karula	44	23	86	23	-	-	-	-
Valgamaa	Palupera	42	22	95	22	-	-	-	-
Valgamaa	Põdrala	62	24	237	19	3	2	-	-
Valgamaa	Puka	77	25	205	21	3	1	-	-
Valgamaa	Sangaste	63	21	143	17	4	-	-	-
Valgamaa	Taheva	37	23	115	22	1	-	-	-
Valgamaa	Õru	46	22	220	19	1	2	-	-
Võrumaa	Haanja	91	24	194	16	7	-	-	-
Võrumaa	Meremäe	84	16	333	13	2	1	-	-
Võrumaa	Mõniste	33	22	73	22	-	-	-	-
Võrumaa	Rõuge	49	24	114	21	3	-	-	-
Võrumaa	Urvaste	63	20	145	16	4	-	-	-

LISA 8

Joonis 4: Projekti “Radooni kaardi lõpetamine-radoon hoonete siseõhus piirkondades, kus andmed radoonitasemete kohta puuduvad” raames täiendatud valdade hoonete keskmise radoonikontsentratsiooni kaart

