



KESKKONNAAMET

Radooni mõõtmine siseruumides – miks, kus ja kuidas?

Alar Polt
alar.polt@keskkonnaamet.ee
Keskkonnaamet
kiirgusseire büroo peaspetsialist
Tallinn, 03.12.2018

Mis on radoon?

Radoon on lõhna-, värvi- ja maitseta, õhust üle 7 korra raskem looduslik radioaktiivne inertgaas. Radoon ei ole meeltega tajutav, kuid on mõõteriistadega mõõdetav.

Radoon tekib maakooses uraani sisaldavates mineraalides. Uraani leidub suuremal või vähemal määral kõikjal maakooses, seega leidub ka radooni kõikjal. Gaasilise oleku tõttu liigub radoon pinnase pooridesse ja sealtkaudu pinnasest välja. Pinnasest väljunud radoon hajub välisõhus sel määral, et tema olemasolu ei kujuta inimesele terviseriski.

Suletud ruumis võib radoonikontsentratsioon tõusta selliseks, mis inimesele pikaajaliselt (aastakümned) mõjudes võib põhjustada kopsuvähki haigestumise. Muid tervisemõjusid radoonil avastatud ei ole.

Meeldetuletuseks radioaktiivsusest:

Isotoobid – mingi keemilise elemendi aatomi tüübid, mis erinevad aatomituuma koosseisus olevate neutronite arvu poolest; prootonite arv on sama. Viimane määrabki, millise keemilise elemendiga on tegu.

Isotoobid võivad olla stabiilsed, s.t. eksisteerida kuitahes kaua, või mittestabiilsed.

Radioaktiivsus – loodusnähtus, kus mittestabiilse aatomi tuum muundub iseeneslikult teise elemendi tuumaks (nn radioaktiivne lagunemine), mille käigus vabaneb energia kiirguse näol.

Iga üksiku tuuma lagunemise hetke ei ole võimalik ette ennustada, kuid suure hulga tuumade puhul on võimalik määrata antud isotoobile iseloomulik nn poolestusaeg – aeg mille jooksul laguneb pool esialgsest isotoobi kogusest. Eri isotoopide poolestusajad varieeruvad sekundi murdosadest miljardite aastateni.

Meeldetuletuseks radioaktiivsusest:

Radioaktiivsuse (aktiivsuse) ühik on bekerell (Bq). Antud ainehulga aktiivsus on 1Bq, kui ühes sekundis laguneb keskmiselt üks aatomituum.

Gaasilise aine puhul räägime aktiivsuskontsentratsioonist Bq/m³. Radooni puhul kõnekeeles õhu radoonisisaldusest.

Välisõhu radoonisisaldus jääb tavaliselt vahemikku 5 – 20 Bq/m³.

Radooni levinuim ja kõige pikaealisem isotoop on Rn-222, mille poolestusaeg on ~3.8 ööpäeva. Radoon-222 tekib raadiumi isotoobist Ra-226 ja laguneb alfa-lagunemise teel samuti ebastabiilseks polooniumi isotoobiks Po-218. Edasi järgneb terve rida lagunemisi kuni stabiilse plii isotoobini Pb-206.

Alfakiirgus on väga väikese läbimisvõimega, mistõttu „välispidiselt“ ta inimest ei mõjuta, küll aga võib sisse hingatud radooni ja selle tütarisotoopide tekitatud kiirgus mõjutada kopsukudet.

Milline on radooni mõju tervisele ja kui suur on risk?

Maailma Terviseorganisatsioon WHO juhtis tähelepanu eluruumide õhu radoonisisalduse mõjule tervisele 1979. a. Sellest alates on toimunud intensiivsed radooni mõju epidemioloogilised uuringud. 1988. a klassifitseeriti radoon kui kantserogeen. 2005 ja 2006 läbi viidud Euroopa asumite koonduringu ja mujal maailmas tehtud uuringute tulemuste põhjal toovad WHO (WHO, 2009, lk 16) ja Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon ICRP (ICRP, 2010, lk 32) välja järgmised 75-ndaks eluaastaks kopsuvähki haigestumise tõenäosused eluaegsetele mittedsuitsetajatele ja suitsetajatele (15-24 sigaretti päevas (WHO, 2018, lk 90)), sõltuvalt elukoha õhu radoonisisaldusest ja 25-30 aastast viibimisest sellises õhus.

Radoonikontsentratsioon		0 Bq/m ³	100 Bq/m ³	400 Bq/m ³	800 Bq/m ³
Vähirisk 75-ndaks eluaastaks	mittesuitsetaja	0.4 %	0.5 %	0.7 %	1 %
	suitsetaja	10 %	12 %	16 %	22 %
Suitsetaja/mittesuitsetaja vähiriskide suhe		25	24	23	22

*) 0 Bq/m³ on teoreetiline radoonimõjust vaba olukord

Milline on radooni mõju tervisele ja kui suur on risk?

Paneme tähele järgmist:

1) Suitsetaja kopsuvähki haigestumise risk on sõltumata õhu radoonisisaldusest 20 ja rohkem korda suurem kui mittesuitsetajal.

2) Suitsetaja ja mittesuitsetaja kopsuvähki haigestumise riski suhteline kasv õhu radoonisisalduse suurenemisel on ligikaudu sama. Tõepoolest, õhu radoonisisalduse kasvades $100 \text{ Bq/m}^3 \rightarrow 800 \text{ Bq/m}^3$ nii mittesuitsetaja kui suitsetaja vähirisk ligikaudu kahekordistub.

Kas on olemas lävitase, millest madalamal radooni mõju ei ilmne?

Euroopa asumite koonduringu andmed näitavad 95% usaldusväärsusega, et juhul, kui selline tase eksisteerib, peab see olema madalam kui 150 Bq/m^3 (WHO 2009, lk. 10).

WHO hinnangul näitab statistika, et kopsuvähki haigestumiste sagenemine on täheldatav juba 100 Bq/m^3 radoonisisalduse juures eluruumide õhus.

Hinnang terviseriskile Eestis

Radooniuuringutega Eestis alustati 1989. a.

Aastaks 2001 oli teostatud radoonimõõtmisi sel määral, mis võimaldas hinnata keskmist radoonitaset Eesti elamutes, elamute protsentuaalset jaotust antud radoonitasemete vahemikes ja elanike radoonist saadavat keskmist doosi.

Koostöös Rootsi Kiirguskaitse Instituudiga lubasid kogutud andmed hinnata, et Eestis põhjustab radoon elamutes igal aastal ~80 kuni ~90 uut kopsuvähi juhtu, neist ~10 mittediagnostiseeritavat. Ehk siis ~70 kuni ~80 juhtu on vaadeldavad suitsetamise ja radooni koosmõjust tingituna.

Radooni ja radooni ja suitsetamise koosmõju tõttu vähki haigestunute arv on samas suurusjärgus liiklusõnnetustes hukkunute arvuga.

Kokku haigestub Eestis aastas kopsuvähki ~700 inimest.

Radooni mõõtmine – miks?

Loodetavasti ettekande eelnenud osa sellele juba vastas – radoonirikka õhu pikaajaline hingamine suurendab eluaja jooksul kopsuvähki haigestumise tõenäosust.

Radoonitase ruumi õhus sõltub kahest põhitegurist – pinnasest hoonesse siseneva radooni hulgast ja õhuvahetuse kiirusest ruumis.

Kuigi radooni tekkimise kiiruse pinnases võib uraani ülipika (~4,5 miljardit aastat) poolestusaja tõttu konstantseks lugeda, mõjutavad radooni väljapääsu pinnasest tugevasti ilmastikuolud, näiteks õhurõhk, -niiskus ja -temperatuur; sademed, maapinna külmumine. Erinevused on nii lühiajalised kui aastaegadest sõltuvad.

Õhuvahetuse kiirust ruumis mõjutab vajadus tagada ruume kasutavatele inimestele mugav ja tervislik sisekliima. Õhuvahetust mõjutavad nii ilmastikutingimused väljas, näiteks tuule tugevus ja suund kui inimeste ruumide kasutamise viis – uuest sisse-välja käimise sagedus, akende avamine. Radoonimõõtmisi tuleb teha ruumide tavapärase kasutuse tingimustes.

Radooni mõõtmine – miks?

Aasta eri aegadel tehtud lühiajalise (kuni mõni päev) radoonimõõtmise tulemused võivad erineda üle kümne korra, mistõttu pika ajavahemiku keskmise hindamiseks ei ole nad asjakohased.

Kuna terviseriski suurenemine on tuvastav aastakümneid kestnud mõju korral, tulebki konkreetse hoone siseõhu hindamiseks teada radoonisisalduse pikaajalist keskmist väärtust. Rahvusvaheliste organisatsioonide soovitatavad arväärtused on toodud kui õhu radoonisisalduse aasta keskväärtused.

Viitetase – õhu radoonisisaldus, millest kõrgemat taset ei peeta lubatavaks kavandada, kuigi see ei ole piirmäär, mida ei tohi ületada. Viitetase ei ole ohu või ohutuse piir. Viitetaseme ületamisel tuleb kaaluda meetmeid radoonikiirituse vähendamiseks. Optimeeritud kaitsemeetmete rakendamisel ei ole eesmärk saavutada viitetase, vaid nii madal tase kui mõistlike vahenditega võimalik.

Vt. ka IAEA, 2015 lk 15-16.

Esmase radoonimõõtmise eesmärk ongi kindlaks teha, kas õhu radoonisisaldus on all- või ülalpool viitetaset.

Radooni mõõtmine – kus ja kuidas?

Kuna radoon pärineb pinnasest ja on raske gaas, on olulist radoonikontsentratsiooni oodata eelkõige vahetult maapinnaga kokku puutuvatel korrustel – soklikorrusel või esimesel korrusel.

Mõõta tuleb ruumides, kus inimesed päeva jooksul kõige rohkem aega viibivad. Elukohas eelkõige magamis- ja elutoas. Tööpaigas ruumides, kus asuvad inimeste töökohad.

Eesti keeles on mõõtmiste kohta ilmunud Keskkonnaministeeriumi algatusel koostatud juhendmaterjal „Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine“ (RAM 2016) ning Eesti standardite süsteemi on üle võetud ja eesti keeles avaldatud järgmised ISO 11665 seeria – Radioaktiivsuse mõõtmine keskkonnas, õhk: radoon-222 – osad:

11665-8: Esialgsete ja täiendavate uuringute meetodid hoonetes

11665-4: Integreeritud mõõtemetod keskmise aktiivsuskontsentratsiooni määramiseks passiivse proovivõtu ja hilisema analüüsi kasutamisega

11665-5: Aktiivsuskontsentratsiooni pidevmõõtmise meetod

11665-6: Aktiivsuskontsentratsiooni kohtmõõtmise meetod

Radooni mõõtmine – kus ja kuidas?

Esmane uuring – pikaajaline mõõtmine aasta keskväärtuse hindamiseks. Mõõta ei tule mitte tingimata kõigis ruumides, vaid hoone jaotatakse mõtteliselt nn homogeenseteks tsoonideks.

EVS-ISO 11665-8: piirkond ja sellega piirnev(ad) osa(d) hoones, mida iseloomustavad identsed või väga sarnased tegurid (seinte, põrandate, keldrikorruse ja vundamendi tüüp, hoone korrus, veevarustus, veekasutus, ventilatsioon, avaused, temperatuur jne) ning ühesugune radooni aktiivsuskontsentratsioon.

Homogeenne tsoon määratletakse järgmiste põhikriteeriumite alusel:

- sama tüüpi hoone ja pinnase kontaktpind;
- samad ventilatsioonitingimused (loomulik ventilatsioon, sundventilatsioon jne);
- sama temperatuuritase.

MÄRKUS Ühepereelamus moodustab iga korrus ühe homogeense tsooni.

Igasse homogeensesse tsooni tuleb paigaldada vähemalt üks mõõteseade, kusjuures hoone kohta peab olema paigaldatud vähemalt kaks seadet. Suurtes tsoonides vähemalt üks seade iga 200 m² kohta. Mõeldud on tsoone, milles on palju ruume. Tööstusettevõtete suurtes tsehhides piisab 1-2 mõõteseadmest tsehhi kohta.

Radooni mõõtmise – kus ja kuidas?

EVS-ISO 11665-8:

Selleks, et mitte alahinnata radooni aktiivsuskontsentratsiooni keskmist väärtust, peab:

- vähemalt pool mõõteperioodist langema talve- või kütteperioodile;
- mõõteseade töötama vähemalt kaks kuud. Mõõtmised tuleb teha perioodil, mil järjestikuste päevade arv, mille jooksul ruume ei kasutata, ei ületa 20 % valitud perioodist. Ruumid, mida ei kasutata pikema aja jooksul, jäetakse mõõtmisest välja.

MÄRKUS 1 On oluline, et ruumi kasutajad jätkaksid mõõtmisprotsessi ajal oma igapäevategevusi.

MÄRKUS 2 Juhul kui ruume ei kasutata sesoonsuse tõttu, tehakse mõõtmised ajal, mil ruume kasutatakse.

Pikaajaliseks mõõtmiseks on sobivaim standardile EVS-ISO 11665-4 vastav integreeritud mõõtemetod, eelkõige detektori odavuse tõttu. Mõõtesüsteem võimaldab analüüsida palju detektoreid lühikese aja jooksul.

Radooni mõõtmine – kus ja kuidas?

Tööpaikades, kus pikaajalise mõõtmise tulemus on üle viitetaseme, kuid kus kasutatakse tööaega järgiva töörežiimiga sundventilatsiooni, on võimalik täiendavalt, samal aastaajal, kui toimus pikaajaline mõõtmine, viia läbi standardile EVS-ISO 11665-5 vastav pidevmõõtmine õhu radoonisisalduse ajas muutumist salvestava radoonimonitoriga.

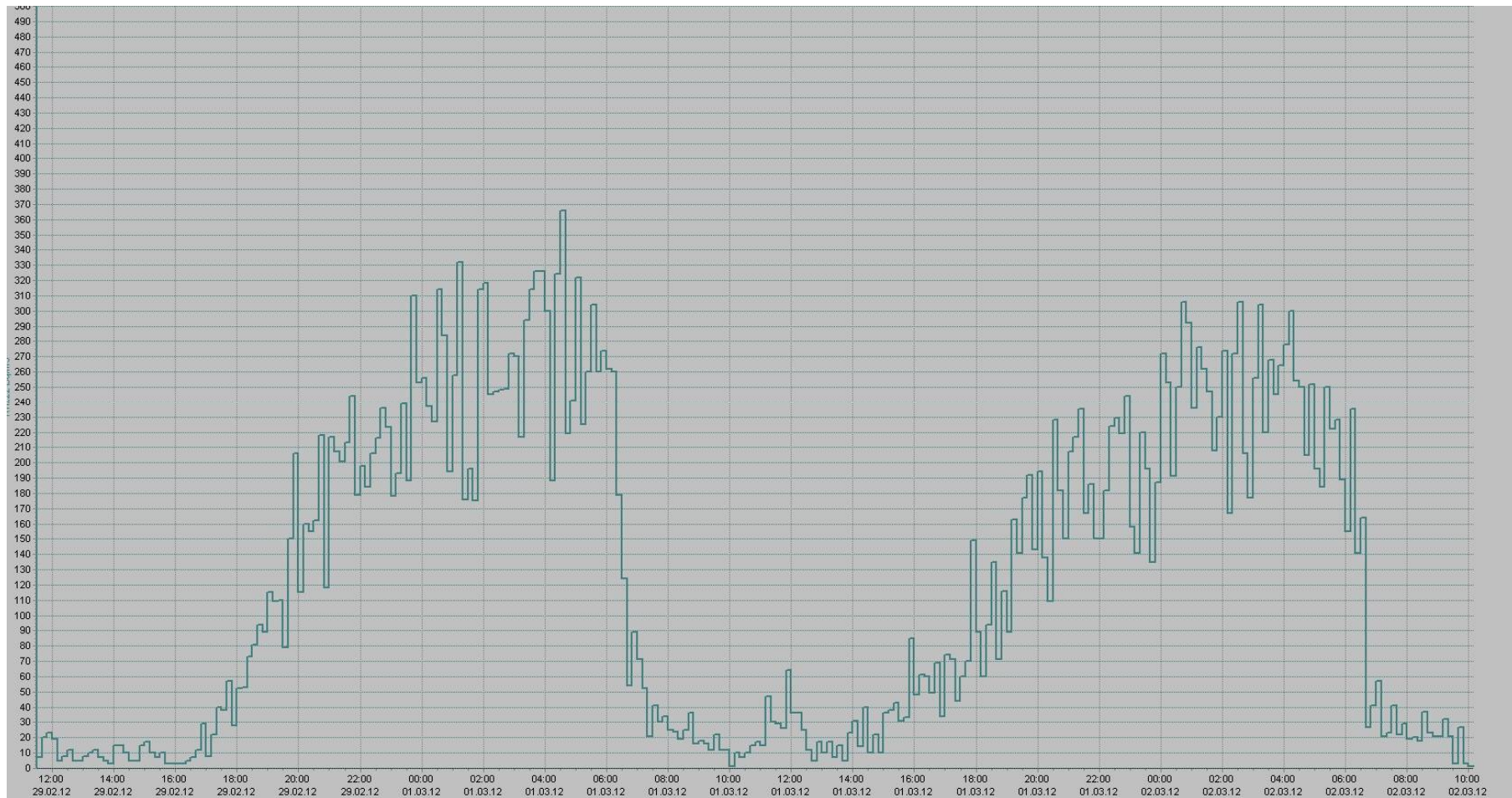
Mõõtmine peaks kestma samas ruumis nädala, et oleks näha ka nädalavahetuse mõju. Mõõtmise saab lugeda toimunuks esinduslikul ajavahemikul, kui integreeritud mõõtmise ja pidevmõõtmise keskväärtuste mõõtemääramatustega hõlmatud vahemikud omavad ühisosa.

Kui tööaja keskmine radoonisisaldus jääb alla viitetaseme, on kõik korras.

Radoonimonitori pikaajalisel pidevmõõtmisel kasutamise takistuseks on monitori kõrge hind võrreldes integreeriva detektoriga. Mõned Soome Kiirgusohutuskeskuse poolt heakskiidetud monitoritüübid on leitavad viidetest käesoleva ettekande lõpus.

Radooni mõõtmine – kus ja kuidas?

Pidevmõõtmise graafiku näidis



Radooni mõõtmine – kus ja kuidas?

Standard EVS-ISO 11665-8 kirjeldab täiendavaid uuringuid hoones, kus esialgse uuringu tulemusel on välja selgitatud aasta keskväärtuse viitetaseme ületamine.

Täiendavate uuringute eesmärk on kindlaks teha radooni hoonesse sisenemise viisid ja radooni levikuteed hoones. Selleks kasutatakse kohtmõõtmise meetodeid – lekkekohtade otsimine (vt. EVS-ISO 11665-6) - kui pidevmõõtmise meetodeid (vt. EVS-ISO 11665-5). Vastavaid mõõtmisi on võimalik teha aastaringelt, kuna oluline on kindlaks teha radooni suhteline jaotus ruumides enam-vähem samal ajal.

Pidev- ja kohtmõõtmisi saab kasutada ka rakendatud radoonitõkestus- või radooni-eemaldusabinõude vahetu efektiivsuse hindamiseks.

Õhu radoonisisalduse vähendamise ehituslike abinõude püsiva tõhususe hindamiseks tuleb uuesti teha pikaajaline mõõtmine selleks ettenähtud ajal.

Kirjandus

- WHO Handbook of Indoor Radon, WHO 2009
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf
- ICRP, 2010. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40(1). http://radon-and-life.narod.ru/pub/ICRP_115.pdf
- WHO Housing and Health Guidelines, WHO 2018
<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276001/9789241550376-eng.pdf>
- Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation, IAEA 2015 <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1651Web-62473672.pdf>
- Radooni aktiivsuskontsentratsioonide mõõtmise juhend (RAM 2016)
http://www.envir.ee/sites/default/files/radooni_mootmise_juhend.pdf

Kirjandus

- EVS-ISO 11665 Radoonimõõtmise standardid
<https://www.evs.ee/pood?SearchTerm=11665>
- Soome Kiirgusohutuskeskuse (STUK) heakskiidetud radoonimonitoride tüübid <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilymittaukset/stukin-hyvaksymat-radonmittausmenetelmat>
- Radooniinfo Keskkonnaministeeriumi <http://www.envir.ee/et/radoon> ja Keskkonnaameti kodulehel <https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/kiirgus/radoon>



KESKKONNAAMET

Aitäh kuulamast!

Alar Polt