



KESKKONNAAMET

Radoon ja sellest tingitud terviseriskid

Tallinn, 09.02.2012

Mis on radoon?

- Radioaktiivne gaas
- Looduslikku päritolu
- Tekib kivimites ja pinnases sisalduva uraani radioaktiivsel lagunemisel
- Lõhnatu, värvitu ja maitsetu
- Satub organismi kopsude kaudu
- Suletud ruumis võib koguneda ohtlikus kontsentratsioonis



Radooni lagunemisrida

Isotoop	poolestusaeg	lagunemisviis
• Rn-222	3,82 päeva	α
• Po-218	3,05 min	α
• Pb-214	26,8 min	β, γ
• Bi-214	19,7 min	β, γ
• Po-214	0,00016 sek	α
• Pb-210	21,3 aastat	β, γ
• Bi-210	5,01 päeva	β, γ
• Po-210	138,4 päeva	α
• Pb-206	stabiilne	



Mõõtühikud

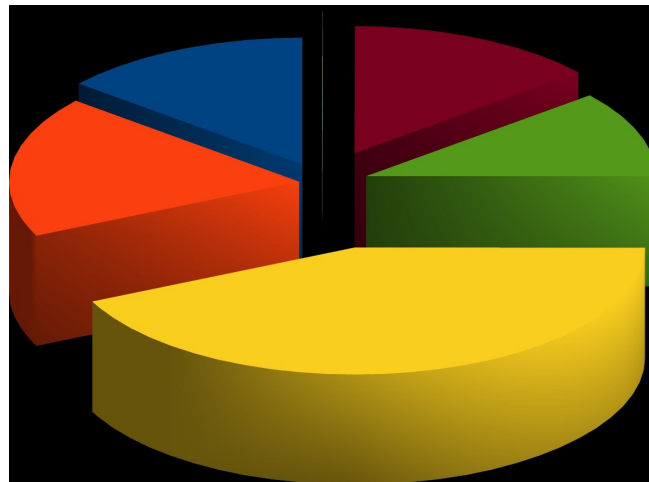
- Bekerell – aktiivsuse ühik. $1 \text{ Bq} = 1$ lagunemine sekundis. (Nimetatud Antoine Becquerel'i järgi.)
- Bq/m^3 – aktiivsuskontsentratsioon ehk eriaktiivsus
- Siivert – doosi ühik. Ühiku dimensioon $\text{Sv} = \text{J/kg}$
Võtab arvesse eri kiirgusliikide erinevat bioloogilist mõju. (Nimetatud Rolf Sievert'i järgi.)
Praktikas kasutatakse sageli mSv ja μSv . (Varem kasutati ühikut röntgen, $1 \text{ siivert} = 100$ röntgenit.)



Aastase kiirgusdoosi komponendid

Aastane efektiivdoos 2,8 mSv, UNSCEAR 2000

Radoon ~1,2 mSv



200 Bq/m³ -> 3,68 mSv aastas, kui viibida sellise radoonikontsentratsiooniga ruumis 16 tundi ööpäevas aasta jooksul (5840 tundi).

7000 tundi (arvestuslik eluruumides viibimise aeg) -> 4,41 mSv

2000 tundi (arvestuslik tööruumides viibimise aeg) -> 1,26 mSv



Ioniseeriva kiirguse mõju organismile

- Deterministlikud kahjustused
 - Kahjustus tekib kui otsene tagajärg kiiritusele; iseloomulik on doosiläve olemasolu (> 100 mSv), millest väiksemad doosid mõju ei avalda. Suuremate dooside korral kaasneb ka ulatuslikum kahjustus (põletikuline kahjustus, koe hukkumine).
- Stohhastilised kahjustused
 - Kahjustuse tekkimine on juhusliku iseloomuga. Avaldub suurenenud tõenäosusena haigestuda eluaja jooksul vähki või saada defektidega järglasi. Haiguse kulg ei sõltu doosi suurusest, küll aga sõltub doosi suurusest haigestumise tõenäosus.



Stohhastiliste efektide tõenäosus

Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon (ICRP) on üle maailma teostatud teadusuuringute üldistamise tulemusena avaldanud (publikatsioon 103, 2007. a.) nn stohhastiliste efektide tõenäosuskordaja väärtuse $5,7 \cdot 10^{-5}/\text{mSv}$, ehk doosi 1 mSv saanud 100 000 inimesest võib kõige tõenäolisemalt eluaja jooksul haigestuda vähki 5-6 inimest.

$200 \text{ Bq}/\text{m}^3 \rightarrow \sim 4 \text{ mSv} \rightarrow \sim 20 - 25$ kopsuvähi juhtumit 100 000 inimese kohta (eluaja jooksul).

Võrdluseks: kiirgustöötajale lubatud kiirgusdoos 100 mSv 5 aasta jooksul, kusjuures mitte üle 50 mSv ühel aastal; Fukushima tagajärgede likvideerijatele lubatud doos 250 mSv (viimaste andmete kohaselt praeguseks sellise doosi saanud 8 inimest).



Radooni mõju teadvustamise ajalugu

1979: WHO siseruumide õhu kvaliteedi töögrupp juhtis esmakordselt tähelepanu eluruumide õhus sisalduva radooni mõjule elanikkonna tervisele. Varemalt teati radooni mõjust kaevurite tervisele.

1988: IARC, WHO vähiuuringute agentuur klassifitseeris radooni kui kantserogeeni.

1993: WHO organiseeritud rahvusvaheline ekspertgrupp töötas välja ühtsed lähenemisteed radooni mõju kontrollimiseks ja seonduvatest terviseriskidest teavitamiseks.

2005: Käivitus WHO rahvusvaheline radooniprojekt efektiivsete strateegiate leidmiseks radooniga seonduvate terviseriskide vähendamiseks ja laia üldsuse teadlikkuse tõstmiseks pikaajalise radooniga kokkupuutumise võimalikest mõjudest.



Miks on radoon rahvatervise probleem?

- Teaduslikud uuringud viitavad, et 3-14% kopsuvähi juhtumitest on tingitud ruumide siseõhus sisalduvast radoonist. Tekkepõhjuste pingereas on radoon suitsetamise järel teisel kohal. NB! Eriti tugev on suitsetamise ja radooni koosmõju.
- Ülemaailmselt põhjustab siseõhu radoon aastas hinnanguliselt 70000 – 170000 uut kopsuvähki haigestumise juhtumit.
- Ka tegelemine keskmiste ($100 - 400 \text{ Bq/m}^3$) ja madalate (alla 100 Bq/m^3) radoonikontsentratsioonidega on tähtis, sest suured elanikegrupid elavad just neis tingimustes ja absoluutarvudes on vähijuhtumite arv neis elanikegruppides suurim.



Olukord Eestis

- Tervise Arengu Instituudi andmetel registreeritakse Eestis aastas umbes 650 – 700 esmast kopsuvähki haigestumist. Umbes 70 – 100 võib seostada radooniga.
- Surma põhjuste registri andmetel suri 2010.a. Eestis 15782 inimest. Neist hingamiseldundite pahaloomuliste kasvajate tõttu 686 ehk 4,3%. Üldse kasvajatesse 3605 ehk 22,8%.
- Vastavad arvud 100000 inimese kohta **aastas** on 1178, 51 ja 269.
- Liiklusõnnetustes hukkub aastas keskmiselt 100 ja saab vigastada üle 2000 inimese; 100000 elaniku kohta ~14 ja ~200.



Radoon ja suitsetamine

Suitsetamine on radooni kopsukudedesse sattumist soodustav tegur, kuna radooniaatomid „kleepuvad“ suitsus sisalduvatele nõeosakestele, mille kops edukalt enda pinnale filtreerib. Seega hingab suitsetaja märksa vähem radooni **välja** kui mittersuitsetaja.

WHO 2009.a. andmetel on suitsetaja ja eluaegse mittersuitsetaja tõenäosused 75ndaks eluaastaks kopsuvähki surra elukoha radoonikontsentratsioonist sõltuvalt järgmised

http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf:

	0 Bq/m ³	100 Bq/m ³	800 Bq/m ³
Mittersuitsetaja	0,4 %	0,5 %	1 %
Suitsetaja	10 %	12 %	22 %
Suitsetaja/mittersuitsetaja	25	24	22

Suitsetamine on radoonist 20 korda tõsisem rahvatervise probleem!



Regulatsioonid

Euroopa Komisjonil on väljatöötamise lõppjärgus uus põhiohutusstandardite (Basic Safety Standards) direktiiv, mis peaks vastu võetama 2013. aastal.

Liikmesriigid peavad oma seadussüsteemi vastavad muudatused sisse viima 2015. aastal.

Põhinõuded radooni mõju vähendamiseks:

Riigid peavad vastu võtma strateegia ja tegevusplaani radooniga seotud pikaajaliste riskide ohjamiseks elukohtades, avalikes ehitistes ja tööpaikades. Üldeesmärk on kopsuvähi juhtumite arvu vähendamine.

Töötajate kaitse: kehtestada siseruumides asuvates tööpaikades aasta keskmise radooni-kontsentratsiooni viitetase (reference level), mis ei ületaks 1000 Bq/m^3 . Ületamise korral on radoonitõrjeabinõude rakendamine kohustuslik. Kui abinõudest hoolimata ei ole võimalik radoonitaset vajalikul määral alandada, kehtivad kiirgustöötajatele ette nähtud nõuded ja doosi piirmäärad.

jätkub ...



Regulatsioonid

Elanikkonna kaitse: kehtestada siseruumides aasta keskmise radoonikontsentratsiooni viitetase, mis ei ületaks:

- 200 Bq/m³ uutes elupaikades ja avalikus kasutuses olevates hoonetes;
- 300 Bq/m³ olemasolevates elupaikades;
- 300 Bq/m³ olemasolevates avalikus kasutuses olevates hoonetes, maksimumkontsentratsiooniga kasutusajal mitte üle 1000 Bq/m³.

Liikmesriigid peavad:

- kindlustama radoonimõõtmised avalikus kasutuses olevates hoonetes radooniohtlikes piirkondades;
- kehtestama ehitusstandardid, mille järgimisel takistatakse radooni pääs hoonetesse pinnasest ja ehitusmaterjalidest;
- andma infot radoonisituatsiooni kohta üleriiklikul ja kohaliku tasemel ja juhiseid radoonitõrje abinõude kohta.



Regulatsioonid Eestis

Sotsiaalministeeriumi ettevalmistatud Vabariigi Valitsuse määrus nr 131, vastu võetud 06.10.2011, "Tervisekaitsenõuded koolieelse lasteasutuse maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule"

<https://www.riigiteataja.ee/akt/111102011003>

Määrus on kehtestatud „Rahvatervise seaduse” § 7 lõike 2 punkti 11 ja „Ehitusseaduse” § 3 lõike 11 alusel.

3. peatükk § 9 Nõuded ruumide sisekliimale lõige 4: "Ruumide siseõhu aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui 200 bekerelli kuupmeetris (Bq/m^3) ja gammakiirguse doosikiirgus alla 0,5 mikrosiiverti tunnis ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)."

(EVS840:2009: "Hoonete elu-, puhke- ja tööruumides peab aasta keskmine radoonisisaldus olema väiksem kui $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ ning gammakiirguse doosikiirus alla $0,5 \mu\text{Sv}/\text{h}$.)"

5. peatükk § 13 Määruse rakendamine lõige 2: "Lasteasutused, kellel on kehtiv koolitusluba 1. jaanuari 2010. a seisuga, peavad oma asutuse käesoleva määruse ... § 9 lõikes 4 sätestatud nõuetega vastavusse viima hiljemalt 1. septembriks 2030. a."





KESKKONNAAMET

Ülevaade radooni mõõtmise viisidest

Tallinn, 09.02.2012

Probleemid radooni mõõtmisel

- On teada, et radoon ruumides pärineb Eestis eelkõige pinnasest. Radooni eraldumine pinnasest on aga ebahühtlase kiirusega toimuv protsess, mis suurel määral sõltub näiteks sademetest ja aastaajast.
- Pealmise pinnakihi külmumine talvel takistab radooni eraldumist, mistõttu radooni pääseb tavalisest enam välja sealt, kus pinnas ei ole külmunud, ehk hoonete alt otse hoonesse.



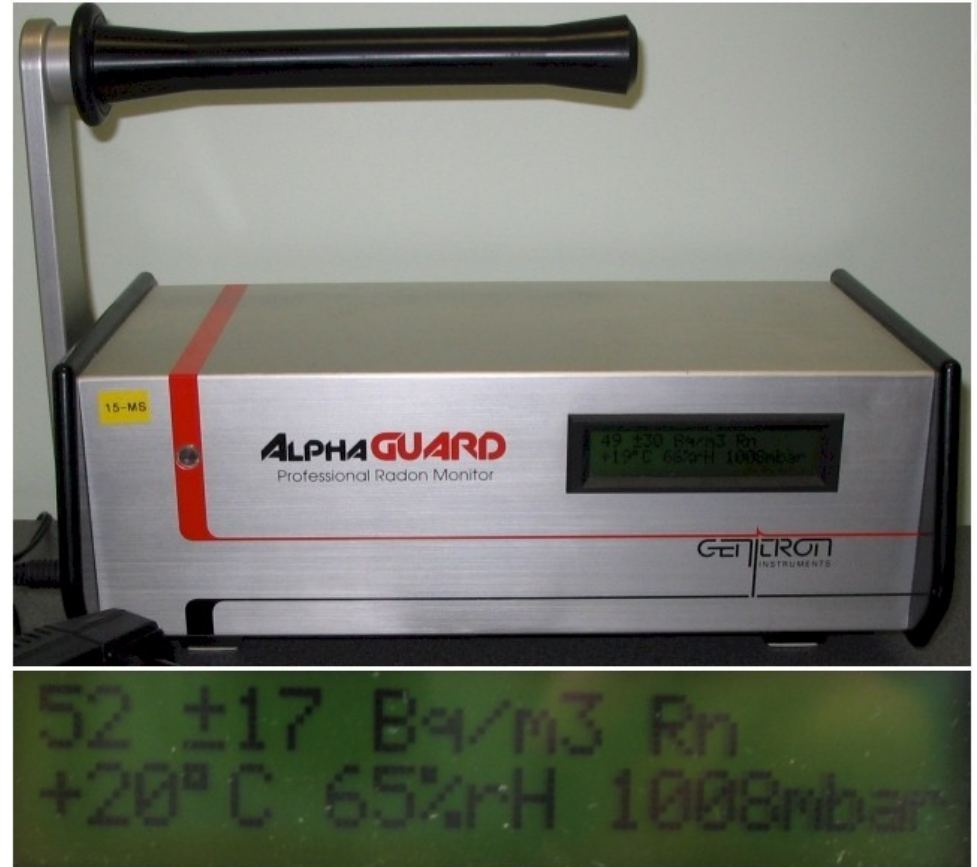
Lühiajaline ja pikaajaline mõõtmine

- Radoonikontsentratsiooni muutlikkusest tulenevalt ei kõlba lühiajaline mõõtmine aasta keskmise taseme mõõtemääramatuse hindamiseks. Kõlbab jämeda hinnangu andmiseks tasemel „tundub, et siin on asi korras“, või „näete, number tuli suurem kui standardis toodud“.
- Mida kestvam on mõõtmine, seda lähemal on tulemus tegelikule aasta keskväärtusele. Pikaajaline mõõtmine peaks kestma vähemalt kaks kuud ja „halvema olukorra printsiibist“ lähtudes toimuma talvel, kui maa hoone ümber on külmunud.
- Meile kliimaatiliselt lähedase Soome uuringud näitavad, et aasta keskmise ja talvise pikaajalise mõõtmise tulemuse suhe on $\sim 0,82$.

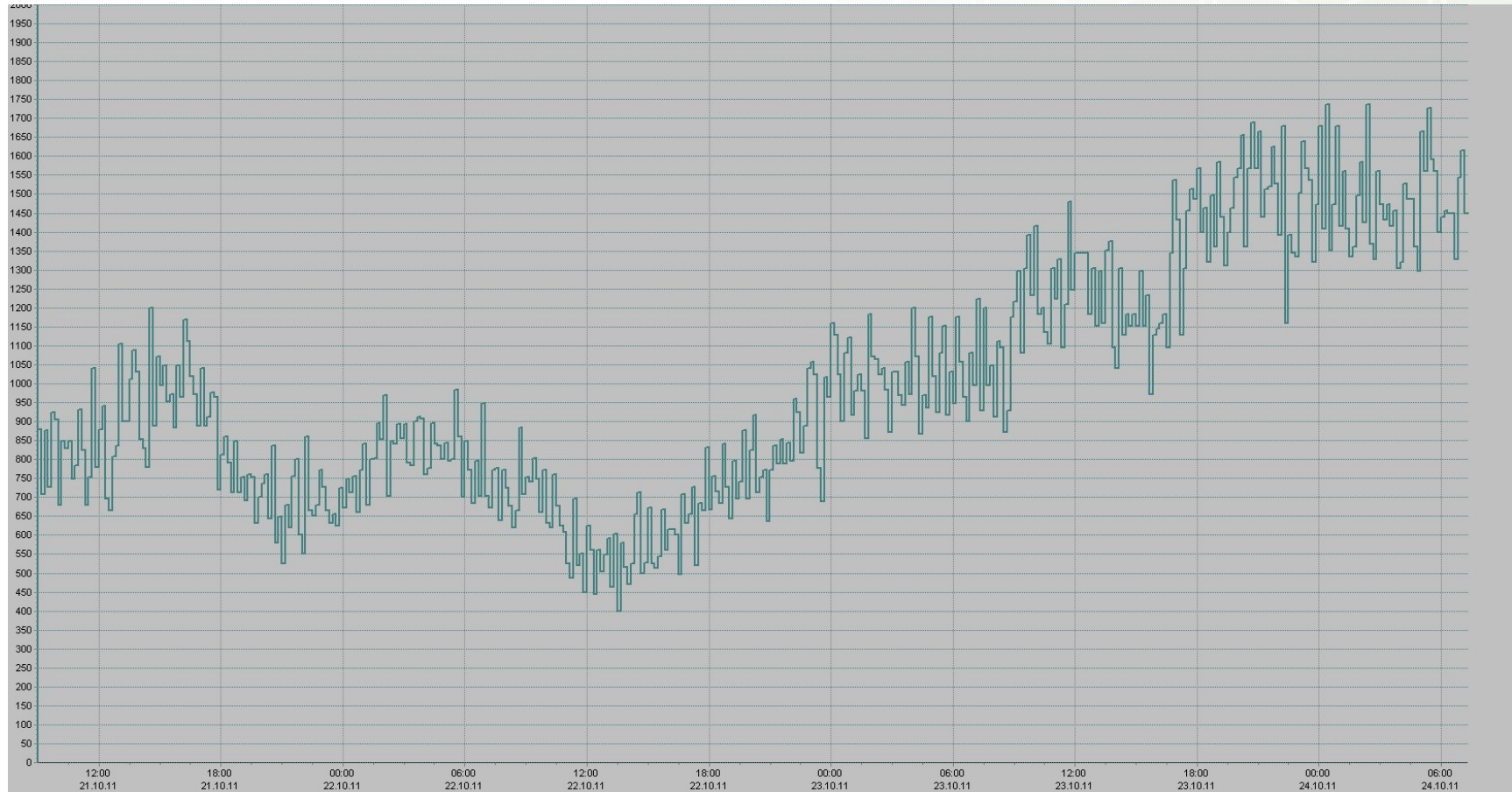


Lühiajaline mõõtmine

- Mõõteperiood on 1-4 päeva. Mõõteriist registreerib ühe näidu 10 minuti kuni 1 tunni jooksul (seadistatav). Tulemuseks on graafik ja aruanne.



Lühiajaline mõõtmine



Pikaajaline mõõtmine

- Toimub CR-39 tüüpi plastikdetektoritega, milles radooni lagunemisel tekkinud alfaosakesed neelduvad, jättes detektori materjali sisse jälje, mille keemilise töötlemisega saab mikroskoobis nähtavaks teha. Radoonikontsentratsiooni ja tekkinud jälgede tiheduse vahel on üksühene vastavus.



Üksikisiku võimalused

- Sõltuvalt vajadusest saab Keskkonnaameti kiirgusosakonnalt tellida pikaajalise või lühiajalise radoonimõõtmise. Info kodulehel:
<http://www.keskkonnaamet.ee/teenused/kiirgus-2/radooni-mootmine/>
- Mõõtmisteenust pakuvad ka mitmed eraettevõtted.
- Võimalik on soetada radoonimonitor, näiteks „Ramon“ tüüpi ja paigutada ruumi, kus inimesed ööpäeva jooksul kõige rohkem viibivad.



Radoonitõrje ehituslikud abinõud

Soovitatav kirjandus:

Asuntojen radonkorjaaminen (sept. 2008, 140 lk.):

<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a229.pdf>

Radon uudisrakentamisessa (mai 2009, 100 lk.):

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarj_a/fi_FI/stuk-a244/_files/83578733323354823/default/stuk-a244.pdf





KESKKONNAAMET

Täna kuulamast!