

Juhendmaterjali eesmärk on anda vallaametnikele hoonete projekteerimise ja ehitamise etapis ning renoveerimise puhul suuniseid radooniohuga arvestamiseks. Juhis on mõeldud ametnikele, kes tegelevad keskkonnaprobleemidega, detailplaneeringute kooskõlastamisega ja tervisekaitsega. Käesolev materjal püüab anda ülevaate, mis on radoon ning milliste sisalduste juures tuleb nõuda radoonitõkestusmeetmete rakendamist. Iga objekt on individuaalne ning pinnas millel see asub on erineva radooni kontsentratsiooniga.

Kiirguskeskus toetus materjali koostamisel rahvusvahelistele soovitudele (Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon – ICRP väljaanne nr 103, Põhjamaade soovitusel aastast 2000 ja Eesti Vabariigi standardit EVS 40:2003) ning varasemalt radooni siseõhu uuringute käigus saadud kogemustele. Käesolev materjal on valminud projekti “Radooni kaardi lõpetamine – radoon hoonete siseõhus piirkondades, kus andmed radoonitasemete kohta puuduvad” raames. Juhendmaterjali koostamisel osalesid: Merle Lust, Toomas Kõöp, Karin Muru, Kiira Kornõševa ja Kairi Tänavsuu.

## Mõisted

- **1 Bq/m<sup>3</sup> (bekerelli kuupmeetri kohta)** - aktiivsuskontsentratsioon, mille juures õhu igas kuupmeetris ühe sekundi jooksul laguneb üks radionukliidi aatom
- **Aastane elaniku doos** – doos mille saab elanik aasta jooksul, ühikuks siivert (Sv)
- **Doos** – keskmine üleantud energia, mille ioniseeriv kiirgus annab ainele. Efektivdoos võtab arvesse ka kiirguse omadusi ning vastavat kahjustust kudedes/organites
- **Ioniseeriv kiirgus** – kiirgus, mis on võimeline tekitama bioloogilises koes ioonpaare
- **Poolestusaeg** – ajavahemik, mis kulub aktiivsuse vähenemiseks poole võrra
- **Radionukliid** – aatomituum, mis on võimeline spontaanselt lagunema
- **Radoon** – käesolevas juhendmaterjalis mõistetakse radooni all isotoopi Rn <sup>222</sup>

## Lühidalt radoonist

Radoon on radioaktiivne looduslik, värvitu ja lõhnatu inertgaas, mis ei osale keemilistes reaktsioonides ja eraldab lagunemisel ioniseerivat alfa-kiirgust ( $\alpha$ -kiirgust). Radoon on üks vahelüli loodusliku uraani ( $U^{238}$ ) lagunemisel stabiilseks pliiks.

Uraani leidub suuremal või vähemal määral kõikjal maakoos, samuti ka kõikides mineraalsetes ehitusmaterjalides, mis tähendab, et ka radooni leidub kõikjal. Põhja-Eesti klindil paljanduvad uraanirikkad kivimid nagu diktüoneema argiliit, fosforiit ja oobulusliivakivi. Nendes kivimites on uraani sisaldus 3-100 korda kõrgem kui maakoore keskmine. Radoon võib lahustuda vähesel määral vees, veres ja koevedelikes. Eesti Geoloogiakeskuse poolt tehtud joogivee mõõtmistel jäid radooni kontsentratsioonid vahemikku 3,30 Bq/l – 24,93 Bq/l. Radooni gaasiline olek soodustab radooni aatomite edasi liikumist, eelkõige poorsetes pinnastes ja ainetes. Lõudes atmosfääri hajub radoon kiiresti, mistõttu on tema kontsentratsioon välisõhus tavaliselt 10-30 bekerelli kuupmeetri kohta (Bq/m<sup>3</sup>) ühe meetri kõrgusel maapinnast, siseõhus võib aga ulatuda kuni mitmekümne tuhande bekerelli kuupmeetri kohta. Radoon siseneb hoonesse ehitise all olevast pinnasest, ehitusmaterjalidest ja tarbitavast veest. Hoone siseruumides on õhurõhk tavaliselt väiksem hoonet ümbritsevas pinnases, mistõttu on gaasil (ka radoon) hõlbub imbuda majja läbi vundamendi pragude või siis läbi erinevate kommunikatsiooni ja kanalisatsioonide avausi.

Radooni radioaktiivse lagunemise tulemusena tekivad radioaktiivsed metalliioonid (tütarisotoobid), mis kinnituvad õhus lenduvate tolmuosakeste külge või mitmesugustele pindadele (seintele, kardinale jne) ning emiteerivad alfa- või beeta-kiirgust. Tolmuses ja suitsuses õhus on radooni ja tema tütarprodukte rohkem kui näiteks puhtas õhus. Looduslikud radionukliidid põhjustavad elanikule aastase doosi, mis on umbes 2,4 mSv/a ja millest ligi poole põhjustab siseõhu radoon.

$\alpha$ -kiirgus neeldub mõne sentimeetri paksuses õhukihis ning ei suuda läbida paberilehte ega ka nahka. Seega pole radoon väliselt ohtlik ning ei põhjusta probleeme seni kuni ta ei ole sattunud organismi. Õhuga sisse hingatud radoonist ja tema tütarproduktidest vabanev  $\alpha$ -kiirgus suurendab kopsuvähki haigestumise riski. Mida suurem on radoonist põhjustatav kiirgusdoos, seda suurem on risk haigestuda kopsuvähki. Kopsuvähki haigestumise riski mõjutavad veel lisaks mitmed faktorid: näiteks suurendavad riski rohke viibimine siseruumides ning seal suitsetamine. Ruumis suitsetamisel tekib õhus palju osakesi, mis sobivad radooni ja tema tütarisotoopide kandjateks. Suitsuse õhu sissehingamisel satub kopsu rohkem  $\alpha$ -kiirgust emiteerivaid

aatomeid, põhjustades täiendava kiirgusdoosi ka limaskestadele.

## Radooniga arvestamine hoonete rajamisel

Projekteerimise alguses mõõdetakse krundil pinnase radoonisisaldust, mis näitab kas tegemist on kõrge, normaalse või madala tasemega. Eelkõige on see vajalik piirkondades, kus võib geoloogiliste andmete põhjal eeldada kõrgemat radoonisisalduse taset. Vastavat teavet saab nt Eesti Geoloogiakeskusest, mis tegeleb ka erinevate piirkondade radoonitasemete üldise kaardistamisega. Hoone projekteerimisel tuleb jälgida, et pinnaseõhu sisenemisevõimalused hoonesse oleks minimeeritud.

Alljärgnevas tabelis on toodud pinnaseliigitus, mis põhineb radoonisisaldusel ning võimalikud meetmed olukorra leevendamiseks:

| Pinnase radoonisisalduse tase | Pinnase radoonisisaldus, Bq/m <sup>3</sup> | 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  |

Madala ja normaalse radoonisisaldusega pinnase puhul ei ole nõutavad spetsiaalsed radoonitõkestusmeetmed, kuid kõrge või ülikõrge puhul on nõutavad. Üldiseid suuniseid kuidas projekteerida radooniohutu hoonet saab standardist EVS 840:2003 „Radooniohutu hoone projekteerimine“ ning Kiirguskeskuse kodulehelt leitavast abimaterjalist „Radooniohutu elamu“, mis loetleb ära ka radoonisisalduse vähendamise võimalused.

## Radoonisisalduse mõõtmine ruumides

Radoonimõõtmiseks on sobilikum kütteperiood, mil radoonisisaldus ruumides on tõenäosuslikumalt kõige suurem. Mõõtmisi on mõttekas teostada hoone esimesel korrusel või keldri enimkasutatavates ruumides. Tavaliselt tehakse mõõtmised elu- ja magamistoas. Töökohtadel on soovitatav mõõtmised läbi viia ruumides, kus töötajad viibivad suurema osa tööajast. Mõõtmisi on soovitatav teostada ka korterites, mis asuvad ventilatsioonishahtide ja liftide lähedal, kuna radoon võib sisse imbuda ka maja läbivatest vertikaalsetest torudest. Valminud hoones on soovitatav mõõtmised teostada esimesel aastal pärast hoone kasutusele võtmist ning siis kui ruumides käib tavapärane elutegevus. Pooleliolevas majas radoonisisalduse mõõtmise tulemused ei iseloomusta radoonikontsentratsiooni tegelikus olukorras. Oluline on meeles pidada, et mõõtes radoonisisalduse ühes hoones, ei iseloomusta see tulemus naabermaja radoonisisaldust. Radooni kontsentratsioon hoone siseõhus sõltub mitmetst faktorist, nii ehituslikest kui ka eluviisidest.

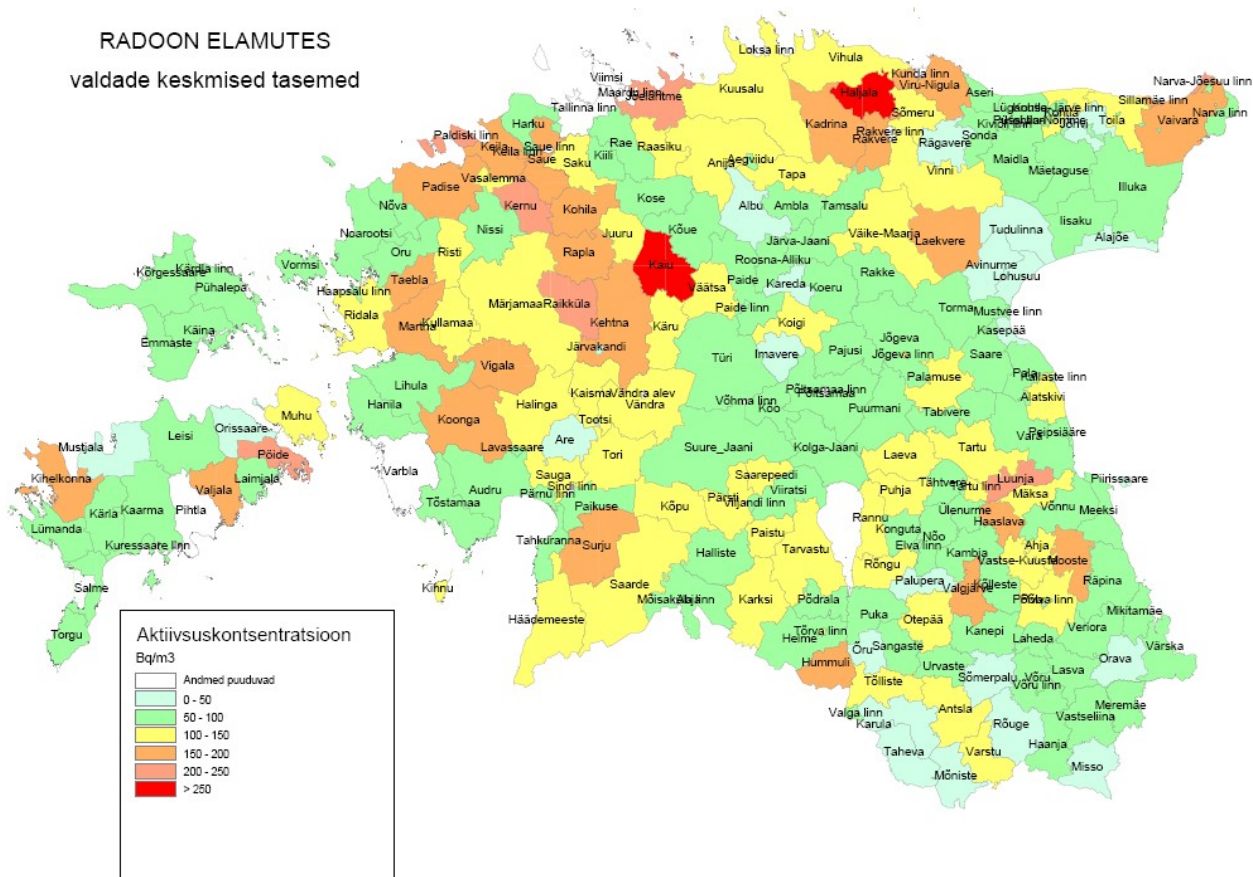
Allpool on kirjeldatud rahvusvaheliselt enimkasutatavaid radoonimõõtmismeetodeid.

- Alfajälg meetod:** Kasutatakse plastikust kaitsekambri sees olevaid alfa-tundlikke filme. Radoon imbub kambri ja emiteerides  $\alpha$  - kiirgust kahjustab plastiku pinda, tekitades kriimu. Peale eksponeerimisperioodi lõppu söövitatakse kriimud keemiliselt, mis võimaldab neid mikroskoobi abil loetleda ning arvutada mõõteperioodi keskmine kontsentratsioon. Mõõteperioodi pikkus on 2-3 kuud.
- Elektermeetod:** Kasutatakse detektoreid, milles on umbes 700 voldini laetud tablett. Kui radoon ja tema tütreid emiteerivad alfaosakesi, siis tablett kogub laengu, mis tekib õhu neutraliseerimisel. Mõõteperioodi pikkus varieerub mõnest päevast mõne kuuni sõltuvalt detektorite valmistajapoolsetest nõuetest.
- Aktiivmeetod:** Kasutatakse erinevaid elektroonilisi aparate õhus radoonisisalduse määramiseks. Oluline on märkida, et sageli on selliste mõõtevahendite puhul kasutusel filtrid, mis eemaldavad radooni tütarisotoobid ning seega mõõtetulemus kajastab ainult radooni gaasi ( $Rn^{222}$ ) sisaldust õhus. Tulemused keskmistatakse mingile ajaperioodile (nt 1h või 10 min).

Rahvusvaheliselt kasutatakse enim alfajälje meetodit, mis ei ole tundlik mehhaanilistele vigastustele ning ei vaja kohapealset analüüsi (st mõõtmise saab teostada peale detektori eemaldamist mõõtekohalt).

Ülevaate keskmistest siseõhu radoonisaldustest annab Keskkonnainvesteeringute Keskuse projektide raames valminud valdade kaart.

KAART:



### Soovituslikud piirväärtused ja tegutsemistasemed

Kiirguskeskuse poolt välja töötatud soovitused jagavad ehitised kaheks: elukohad ja tökohad. Tiheda kasutusega tökohad nagu lasteasutused (koolid, lasteaiad, lastekodud jne), haiglad, vanglad käsitletakse sarnaselt elukohaga.

#### Soovitused:

- Hoone projekteerimisel lähtuda, et radooni kontsentratsioon siseõhus ei ületaks taset 200 Bq/m<sup>3</sup>
- Kui olemasolevas eluhoones radooni kontsentratsioon on vahemikus 400 Bq/m<sup>3</sup> kuni 600 Bq/m<sup>3</sup>, siis on soovitatav rakendada kergemaid ja vähekulukaid radoonitõkestusmeetodeid.
- Elukohtades on radoonitõkestusmeetmed õigustatud kui radooni kontsentratsioon ületab 600 Bq/m<sup>3</sup>
- Töökohtadel on radoonitõkestusmeetmed õigustatud kui radooni kontsentratsioon ületab 1000 Bq/m<sup>3</sup>.

#### Kasulikke linke:

[www.kiirguskeskus.ee](http://www.kiirguskeskus.ee)  
[www.who.org](http://www.who.org)



Juhendi valmimist toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus