

KINNITATUD  
Keskkonnaministri käskkirjaga  
„Kiirgusohutuse riikliku arengukava 2018–2027, radooni riikliku tegevuskava, radioaktiivsete  
jätmete käitlemise riikliku tegevuskava ja kiirgusohutuse riikliku arengukava 2018–2027  
rakendusplaani aastateks 2018–2021 kinnitamine“

# RADOONI RIIKLIK TEGEVUSKAVA

TALLINN 2019

## ANNOTATSIOON

### Radooni riikliku tegevuskava koostamine

Radooni riikliku tegevuskava koostamise vajadus tuleneb 2013. aastal jõustunud Euroopa Liidu direktiivist 2013/59/Euratom (edaspidi *direktiiv*), millega kehtestatakse põhilised ohutusnormid ioniseeriva kiirgusega kiiritamisest tulenevate ohtude eest. Direktiiv seab nõuded radooni riikliku tegevuskava koostamise kohta. Direktiivi artikli 100 lõike 1 kohaldamisel võtab liikmesriik vastu riikliku tegevuskava elamutes, üldkasutatavates ehitistes ja töökohtadel seoses radooni sisseimbumisega eri allikatest, näiteks pinnasest, ehitusmaterjalidest või veest, tuleneva radoonikiirituse pikaajalise riski ohjamiseks. Tegevuskavas võetakse arvesse direktiivi lisas XVIII käsitletud teemasid.

Radooni riiklik tegevuskava on üks kiirgusohutuse riikliku arengukava 2018–2027 (edaspidi *KORAK*) lisadest, nagu on ka radioaktiivsete jäätmete käitlemise riiklik tegevuskava ja KORAKi rakendusplaan aastateks 2018–2021. KORAKi üks alleesmärkidest on looduslikest kiirgusallikatest (sh radoonist) tingitud ohtude vähendamine.

Keskkonnaministri 18.01.2017 käskkirjaga nr 61 algatati lisaks KORAKile, radooni riiklikule tegevuskavale ja radioaktiivsete jäätmete riikliku tegevuskava ajakohastamisele ka nende planeerimisdokumentide keskkonnamõju strateegiline hindamine. KORAKi 2018–2027, radooni riikliku tegevuskava ja radioaktiivsete jäätmete riikliku tegevuskava keskkonnamõju strateegilist hindamist (edaspidi *KSH*) teeb ja KSH aruande koostab OÜ Alkranel.

Radooni riiklik tegevuskava vaadatakse üle töö käigus ning uuendatakse vastavalt vajadusele.

Tegevuskava koostamise koordinaator oli Keskkonnaministeeriumi välisõhu ja kiirgusosakonna peaspetsialist Krista Saarik. Ekspertidena osalesid töös Keskkonnaameti kiirgusosakonna kiirgusseire büroo juhataja Monika Lepasson ning kiirgusseire peaspetsialist Alar Polt. Kava on kooskõlastatud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi, Sotsiaalministeeriumi, Haridus- ja Teadusministeeriumi ning Rahandusministeeriumiga. Tegevuskava kinnitab keskkonnaminister käskkirjaga. Tegevuskava kooskõlastatakse Euroopa Komisjoniga.

Tegevuskava valmimise järel avaldatakse sellekohane pressiteade ja korraldatakse tasuta infoseminar. Samuti pannakse tegevuskava kokkuvõtte üles Keskkonnaministeeriumi veebilehele.

Töö autorid tänavad kõiki tegevuskava koostamisel osalenuid nende panuse eest dokumendi valmimisse.

# Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Radoonialane õigusloome Eestis .....	5
2. Radoonisisaldus Eesti pinnases ja radooniriskiga alade määratlemine .....	6
2.1 Radooni lähteallikad ja radooniriskialad Eestis.....	6
2.2 Radooniriskialadel olevate haldusüksuste määratlemine .....	7
3. Siseruumide õhu radoonisisalduse uuringud Eestis .....	10
4. Radooni mõõtmine .....	12
4.1 Seos pinnaseõhu ja ruumide siseõhu radoonisisalduse vahel .....	13
5. Radoonisisalduse viitetasemed .....	14
5.1 Viitetasemed hoonetes .....	14
5.2. Tööruumide õhu radoonisisaldus.....	14
6. Radoonisisalduse vähendamine hoonetes .....	16
6.1. Radooniohutu hoone projekteerimise standard .....	16
7. Radoon põhjavees .....	18
8. Radoon ehitusmaterjalidest .....	19
9. Terviseriskide vähendamise pikaajalised eesmärgid .....	20
10. Teavitamine .....	22
11. Teadus ja arendustegevus.....	25
12. Radooni tegevuskava rakendusplaan .....	26
Kokkuvõte .....	27
Kasutatud kirjandus.....	29

## Sissejuhatus

Radoon on värvitu, lõhnata ja maitseta radioaktiivne gaas. Looduses tekib radoon uraani (U) ja tooriumi (Th) radioaktiivsel lagunemisel ning koosneb põhiliselt kolmest isotoobist: radoon-222 (Rn-222) ehk radoon, radoon-220 (Rn-220) ehk toroon ja radoon-219 (Rn-219) ehk aktinoon. Inimeste tervise seisukohalt on tähtsaim uraani isotoobi U-238 radioaktiivse lagunemise reas tekkiva raadiumi (Ra-226) vahetu lagunemisprodukt Rn-222, kuna selle poolestusaeg on piisavalt pikk, et siseruumide õhus arvestatavas kontsentratsioonis koguneda. Rn-222 on inertne gaas, mille radioaktiivsel lagunemisel kuni stabiilse plii (Pb-206) moodustumiseni tekib järjestikku 7 radioaktiivset isotoopi. Edaspidi käsitletakse Rn-222 tinglikult radoonina (Rn).

Rn on õhust ligi 7,7 korda raskem. See difundeerub pinnasest õhku peamiselt rõhkude erinevuse tulemusel, kuid samuti koos geogaasidega (He-, N- ja C-ühendid) ja vee koostisest. Rn-sisaldus pinnaseõhus saavutab stabiilsuse ligi 2 m sügavusel maapinnast ja sügavamal. Mida lähemale maapinnale, seda intensiivsemalt toimub pinnaseõhu aereerumine ja Rn migreerumine õhku. Siseruumide õhu koostises kontsentreerub Rn keldrites ja majade esimestel korrustel, eriti ventilatsiooniga kaasnevate vaakumiilmingute tingimustes.

Tänapäeva meditsiini seisukohalt on hingamisel inimorganismi sattuv Rn suitsetamise järel tähtsusest teisel kohal olev kopsuvähi tekkimise tõenäosuse suurendaja. Rn-rikkas keskkonnas algab Rn tütarlementide ladestumine organismis, kus nende lagunemine jätkub. Kuigi Rn enda poolestusaeg on ainult 3,82 päeva, on pikima poolestusajaga tütarisotoobi Pb-210 poolestusaeg ligikaudu 22 aastat. Seega kujuneb sissehingatud Rn-rea elementidest radioaktiivne kiirgusallikas pikaks ajaks, mis lisanduvate annuste puhul kogu elu jooksul täieneb.

Eesti kuulub Euroopas keskmisest kõrgema radooniriskiga riikide hulka. Üldjuhul on kõrgendatud radooniriskiga aladel asuvate hoonete, milles pole rakendatud radoonikaitsemeetmeid, siseõhus ka radooni kontsentratsioon kõrge. Selle peamiseks põhjuseks on majaanuse pinnase kõrge radooniriski tase, mille põhjustavad aluspõhja uraanirikkad kivimid – graptoliitargilliit, oobolus fosforiit, mõned Devonii settekivimite erimid jt. Täiendav radoon võib pärineda põhjaveest, ehitusmaterjalidest ja pinnakattes olevatest rändkividest.

Rootsis ja Eestis (Petersell jt, 2004) teostatud Rn-riski uuringute tulemustele tuginedes jaotati Eesti pinnas Rn-riski tasemelt neljaks:

1. Madala Rn-sisaldusega pinnased. Need on pinnased, mille Rn-sisaldus ei ületa  $10 \text{ kBq/m}^3$  (kilobekerelli kuupmeetris; bekerell on radioaktiivsuse ühik). Need pinnased on peaaegu kui Rn-ohutud.
2. Normaalse (foonilise) Rn-sisaldusega pinnased, mille Rn-sisaldus pinnaseõhus ei ületa  $50 \text{ kBq/m}^3$  piiri.
3. Kõrge Rn-sisaldusega pinnased, mille Rn-sisaldus pinnaseõhus jääb vahemikku  $50\text{--}250 \text{ kBq/m}^3$ . Need pinnased on Rn-ohulikud ja ehitistel tuleb kasutusele võtta Rn-ohu minimeerivad meetmed.
4. Ülikõrge Rn-sisaldusega pinnased, mille U sisaldus ületab  $16 \text{ mg/kg}$  ja Rn-sisaldus pinnaseõhus  $250 \text{ kBq/m}^3$  piiri. Need pinnased on Rn-ohulikud ning ehitusel tuleb kasutusele võtta Rn-ohu minimeerivad meetmed.

Eestis paiknevate eluruumide siseõhu Rn-riski tase ja selle variatsioonid on otseses sõltuvuses geoloogilisest ehitusest ja kivimite U- ja Th-sisaldusest, mistõttu tuleb pinnase Rn-riski iseloomustamisel pöörata tähelepanu ka piirkonna geoloogiale.

# 1. Radoonialane õigusloome Eestis

Kiirgusseadus reguleerib kiirgustegevust, toiminguid, mille korral looduslikud kiirgusallikad võivad põhjustada töötajate ja elanike kiirituse olulist suurenemist ning sekkumist avarii- ja püsikiirituse olukorras. Kiirgusseadus ei reguleeri radoonist tekitatud kiiritust eluruumides, kosmilisest kiirgusest tekitatud kiiritust maapinnal ja inimtegevusest puutumatus maakooses sisalduvatest radionukliididest tekitatud kiiritust maapinna kohal.

Radoon ja looduslik kiirgus on Eesti õigusloomes käsitletud järgmistes kehtivates määrustes:

- 1) Sotsiaalministri 24.09.2019. a määrusega nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid“ on kehtestatud joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning joogivee proovide analüüsimeetodid eesmärgiga kaitsta inimese tervist joogivee saastumise kahjulike mõjude eest. Määrusega on kehtestatud radioloogilised kvaliteedinäitajad triitiumile, radoonile ja indikatiivdoosile.
- 2) Keskkonnaministri 30.07.2018 määruses nr 28 „Tööruumide õhu radoonisisalduse viitetase, õhu radoonisisalduse mõõtmise kord ja tööandja kohustused kõrgendatud radooniriskiga töökohtadel“ on sätestatud tööruumide õhu radoonisisalduse viitetase ja õhu radoonisisalduse mõõtmise kord ning tööandja kohustused vähendada töötaja terviseriski, mis on tingitud tööruumide õhus sisalduvast radoonist. Määruse eesmärk on tagada töötajate kaitse olukorras, kus looduslik kiirgusallikas radoon võib põhjustada töötajatele tavapärasest suuremat kiiritust. Eesmärgi saavutamiseks on määrusega kehtestatud tööruumide õhu radoonisisalduse riiklik viitetase 300 Bq/m<sup>3</sup>, nõutakse õhu radoonisisalduse mõõtmist kõrgendatud radooniriskiga aladel paiknevates tööruumides ning teavitamist nendest tööruumidest, kus ka vaatamata kasutusele võetud radooniriski vähendamise meetmetele ületab radoonisisaldus jätkuvalt riiklikku viitetaset.
- 3) Vabariigi Valitsuse 30. mai 2013. a määrusega nr 84 „Tervisekaitseõuded koolidele“ on kehtestatud tervisekaitseõuded koolidele, nende maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule. Määrust kohaldatakse põhikooli- ja gümnaasiumiseaduse tähenduses põhikoolile ja gümnaasiumile (edaspidi koos *kool*). Määruses on sätestatud, et kooliruumi siseõhu aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui 200 bekerelli kuupmeetris (Bq/m<sup>3</sup>) ning gammakiirguse doosikiirus väiksem kui 0,5 mikrosiivertit tunnis (µSv/h).
- 4) Vabariigi Valitsuse 6. oktoobri 2011. a määruses nr 131 „Tervisekaitseõuded koolieelse lasteasutuse maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule“ sätestatud tervisekaitseõuded kehtivad koolieelse lasteasutuse (edaspidi *lasteasutus*) maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule. Määrust kohaldatakse ka eralasteasutusele ning ühe asutusena tegutseva lasteasutuse ja põhikooli lasteasutuse osale. Määrusega sätestatakse, et ruumide siseõhu aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui 200 bekerelli kuupmeetris (Bq/m<sup>3</sup>) ja gammakiirguse doosikiirus alla 0,5 mikrosiiverti tunnis (µSv/h).
- 5) Ettevõtlus- ja infotehnoloogiainistri 28. veebruari 2019. a määrusega nr 19 „Hoone ruumiõhu radoonisisalduse ja hoone tarindi ehitusmaterjalidest siseruumidesse emiteeritavast gammakiirgusest saadava efektiivdoosi viitetase“ on kehtestatud hoone ruumiõhu radoonisisalduse ja hoone tarindi ehitusmaterjalidest siseruumidesse emiteeritavast gammakiirgusest saadava efektiivdoosi viitetasemed.

## 2. Radoonisisaldus Eesti pinnases ja radooniriskiga alade määratlemine

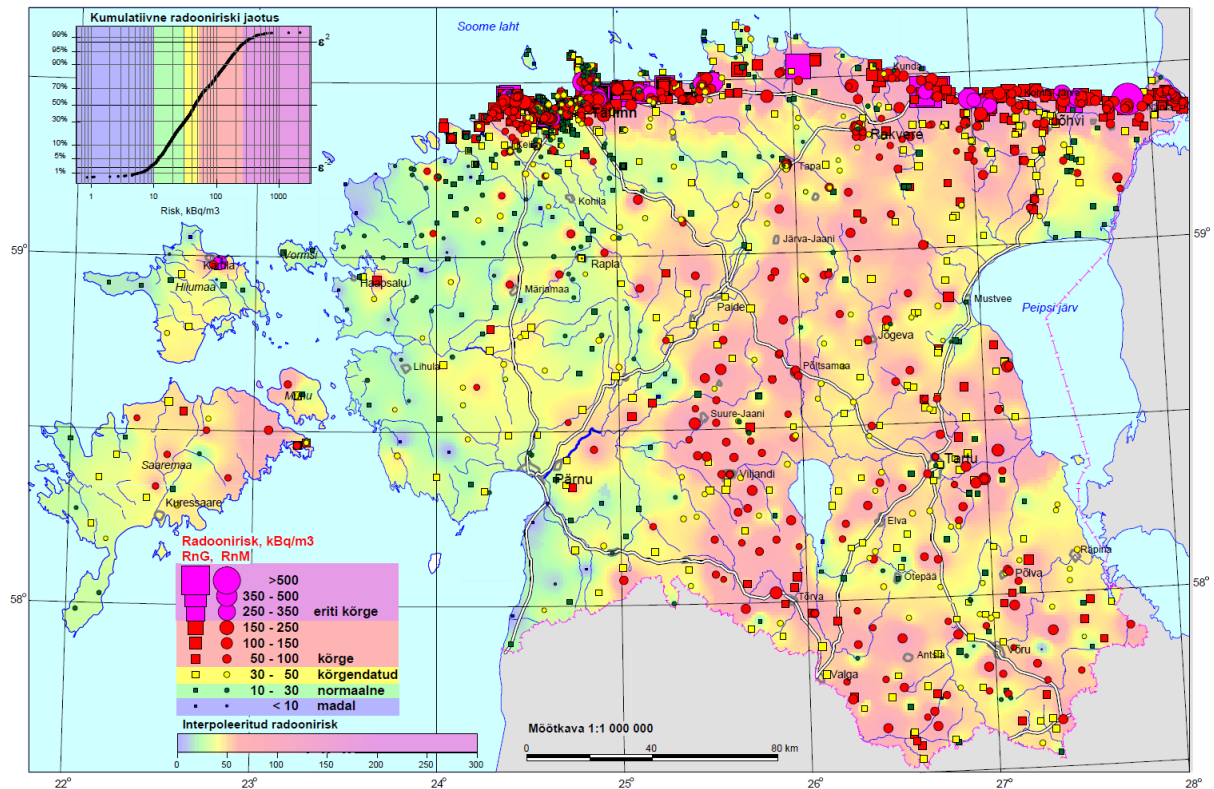
Eesti kuulub keskmisest kõrgema radooniriskiga ELi riikide hulka. Mõõtmistulemustele tuginedes varieerub pinnaseõhus Rn-sisaldus valdavalt piirides 5 kuni 600 kBq/m<sup>3</sup> ja ulatub üksikjuhtudel 2000 kBq/m<sup>3</sup>. Eestis on pinnases peamiseks radooniallikaks uraani radioaktiivsel lagunemisel tekkinud ja tekkiv raadium (Ra ehk eU). Selle muutlik ja paljudes piirkondades pinnase kõrgendatud või kõrge (eU > 3,5–4 mg/kg) sisaldus ja positiivne korrelatsioon Rn-sisaldusega majade siseõhus tingisid Eesti pinnaseõhus Rn-sisalduse ja pinnase looduskiirguse kaardistamise vajaduse. Esimene kaart koostati Eesti Geoloogiakeskuse (EGK), Rootsi Kiirguskaitse Instituudi ja Rootsi Geoloogiateenistuse ühistööna Rootsis välja töötatud ja Eesti tingimustele kohandatud metoodikale tuginedes aastatel 2001 kuni 2004 566 väliuuringu punkti andmetel (Petersell jt, 2004). Rn-riski kaardi koostamise tulemusena selgus, et ligi 1/3 Eesti maismaa pindalast on kõrge (> 50 kBq/m<sup>3</sup>) või eriti kõrge (> 250 kBq/m<sup>3</sup>) Rn-riski tasemega (Petersell jt, 2005). Need on piirkonnad, kus pinnases, aluspõhjakiivimites või nii pinnases kui ka aluspõhja-kivimis on kõrge U-sisaldus (> 3,5–5 mg/kg). Uus, enam kui 2000 pinnaseõhu ja 5500 ruumide siseõhu uuringupunktiga Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlas valmis 2017. aastal. Selgus, et Eesti territooriumi pinnaseõhus varieerub radoonisisaldus enamasti 23–75 kBq/m<sup>3</sup> piirides, kuid võib ületada kohati isegi 500 kBq/m<sup>3</sup> piiri. Atlasesse koondatud info on küll ülevaatlik ja suunav, kuid vajalik on jätkata radooniuuringutega.

### 2.1 Radooni lähteallikad ja radooniriskialad Eestis

Põhilisteks radooni lähteallikateks on kristalse aluskorra kivimid (nii Eesti aluspõhja algasundis kui ka liustikuga mujalt toodud purdsetete koostises olevad), Kambriumi piiril levivad Alam-Ordoviitsiumi oobolusliivakivi ja selle erim fosforiit ning nendel lasuv graptoliitargilliit.

Kõrge Rn-sisaldus on valdavalt seotud pinnases leviva U-rikka peenestatud graptoliitargilliidi, fosforiidi ja granitoidse materjaliga, kuid samuti tsirkooni, ksenotiimi ja teiste mineraalidega. Kõik need kõrge ja kõrgendatud radioaktiivsusega Kvaternaari setete erimid moodustavad ulatuslikke levilaid või esinevad korrapäratult erineva suuruse ja kujuga kehadena, esindades Kvaternaari setete litotüüpe. Ajavahemikus 2001 kuni 2016 on Eesti Geoloogiakeskus selgitanud Rn-sisalduse olulisemate litotüüpide levilate piirides enam kui 2000 uuringupunkti pinnaseõhus.

Radooniriski pindalalist taset kajastab vastavasisuline Rn-riski teemakaart (Joonis 1). Rn-riski teemakaart on koostatud radoonimõõtmise otsemõõtmisel (RnM) ja arvutuslikul meetodil (RnG) pinnaseõhus saadud suurima sisalduse järgi.



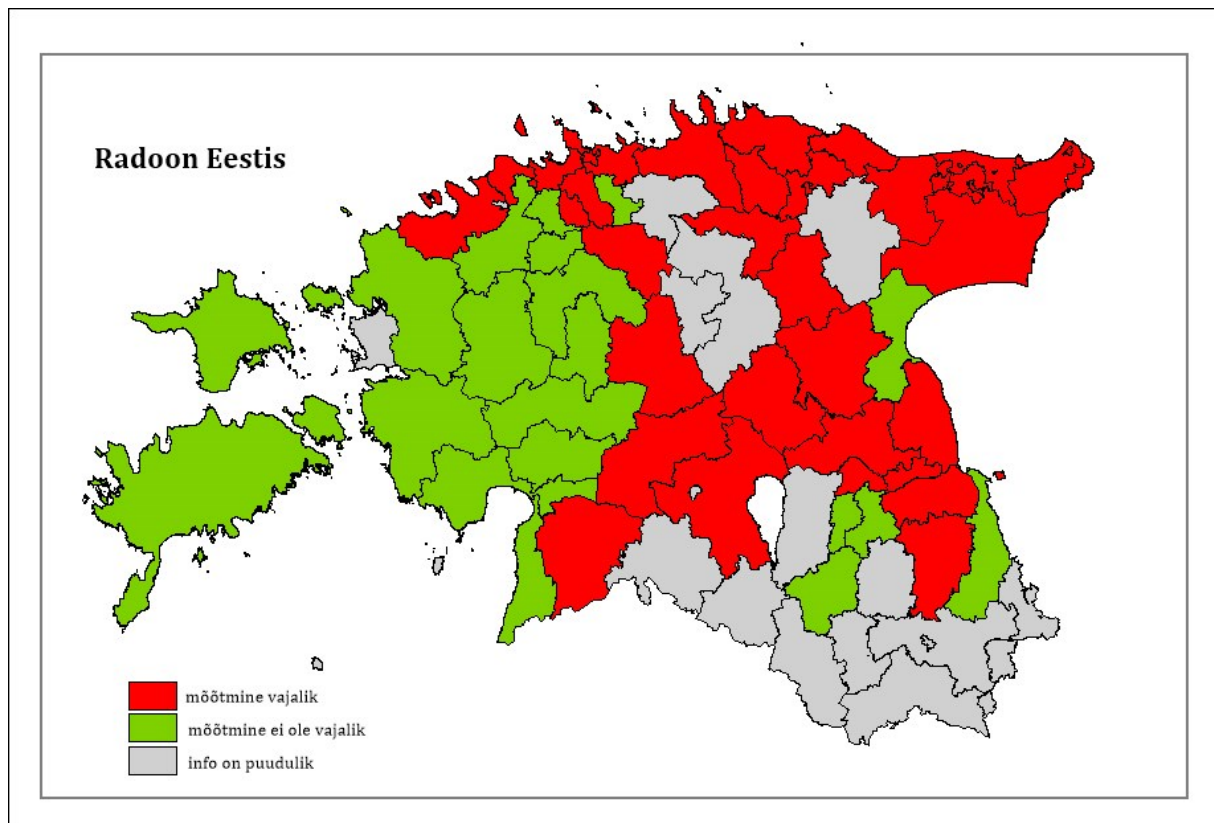
Joonis 1. Eesti pinnase radoon-222 riski kaart. Radoon-222 maksimaalne sisaldus pinnaseõhus.

## 2.2 Radooniriskialadel olevate haldusüksuste määratlemine

Radooniriskialade kaardistamise vajadus tuleneb EL direktiivi 2013/59/Euratom nõudest, mille kohaselt määrab liikmesriik kindlaks alad, kus radoonisaldus (aasta keskmisena) ületab märkimisväärse arvus hoonetes eeldavasti vastava riikliku viitetaseme (Eestis  $300 \text{ Bq/m}^3$ ).

2016. aastal Eesti Geoloogiakeskuse (praeguse nimega Geoloogiateenistus) koostatud uurimustööle tuginedes on jagatud Eesti territoorium tinglikult kolmeks: kõrgendatud radooniriskiga, madala või keskmise radooniriskiga ning täiendava uuringuvajadusega haldusüksused. 2018. aasta seisuga on kaardistatud 2/3 Eesti pindalast ning olemasolevatele andmete tuginedes saab öelda, et 36 haldusüksust on kõrgendatud radooniriskiga alal ning 24 haldusüksust on madala või keskmise radooniriskiga alal. Täiendava uurimisvajadusega aladel (19) ei ole mõõtmisi tehtud või on neid tehtud radooniriski hindamiseks liiga vähe. Täiendava kaardistamisega tegeletakse aastail 2019–2024 arvestusega, et aastas kaardistatakse umbes neli haldusüksust.

Haldusüksuste radooniriski kaardi (Joonis 2) koostamisel lähtuti olemasolevatest andmetest. Olemasolevate pinnaseõhu radooni mõõtmistulemuste alusel jaotati haldusüksused kolmeks järgmiste tinglike kriteeriumite alusel: 1) mõõtmiste arv; 2) mõõdetud väärtused; 3) geoloogiline olukord.



Joonis 2. Eesti haldusüksuste prioriseeritud radooniriskialade kaart (seisuga 2018)

### Kõrgendatud radooniriskiga haldusüksused

Kõrgendatud radooniriskialade kaardistamisel said määravaks EGK tehtud mõõdistused, mis kinnitasid pinnase kõrgemat radoonisaldust just graptoliitargilliidi aladel, aga ka Kesk- ja Lõuna-Eesti Devoni settekivimite levikualadel.

Kõrge Rn-riskiga klindivööndi pinnaseõhus ületab Rn-sisaldus sageli 50 kBq/m<sup>3</sup> piiri ja ulatub 600, harva enama kBq/m<sup>3</sup>. Vööndi peamiseks Rn-allikateks on astangus ja seda lõikuvate ürgorgude nõlvadel paljanduvad või pinnakatte all avanevad kõrge U-sisaldusega graptoliitargilliit ja fosforiit, samuti pinnakattes esinev nende kivimite purd ja peenes ning Soomest pärinev kõrgendatud U-sisaldusega granitoidne materjal. Klindivööndis avanevad graptoliitargilliidi- ja fosforiidikihid sügavnevad lõuna suunas ligi 3 m/km. Nendes kivimites kujunev radoon jõuab pinnaseõhku peamiselt katendis olevate karbonaatsete kivimite lõhede kaudu valdavalt kuni 100, harvem kuni 200 m sügavuselt.

Vööndile on iseloomulik kõrge (50–250 kBq/m<sup>3</sup>) ja eriti kõrge (> 250 kuni 600 ja harva enam kBq/m<sup>3</sup>) Rn-sisaldusega alade esinemine, mis kujunevad nii ülemise kihi (ca 2 m) pinnase siseõhus kujuneva kui ka sügavamalt lisanduva radooni arvelt.

Kesk- ja Lõuna-Eesti Devoni settekivimite levilale on iseloomulik pinnaseõhus kõrge (>50 kBq/m<sup>3</sup>) Rn-sisaldusega alade suhteliselt sage esinemine. Kõrge (50–250 kBq/m<sup>3</sup>) Rn-sisalduse põhjuseks on tihti sügavalt (>2m) pärinev radoon. Rn-allikad pole selged. Nendeks võivad olla U-rikka tsirkooniga rikastunud Devoni terrigeensete setete erimid, U-rikkad savi ja aleuriidi kihid (läätsed) või veel tundmatud allikad.

### Madala või keskmise radooniriskiga haldusüksused

Madala või keskmise radooniriskiga alade selekteerimisel võeti arvesse alade geoloogiat ja mõõtmistulemusi, mis võimaldasid järeldada, et radoonirisk on pigem keskmine või madal.



Madala või keskmise radooniriskiga haldusüksuste hulgas on esindatud need omavalitsused, milles tehtud mõõtmised ja geoloogiline situatsioon võimaldab järeldada, et radoonirisk on madal või keskmine. Nimetatud alad esinevad eelkõige Lääne-Eestis ja saartel. Lääne-Eesti pinnaseõhule on omane valdavalt normaalne Rn-sisaldus. Üksikud kõrged sisaldused madala või keskmise radooniriskiga aladel on seotud tõenäoliselt karstialadega ja murrangutsoonidega. Erandi moodustavad Pühalepa vallas Kärddla metoriidikraatri ringstruktuuri piires paiknevad kõrged sisaldused (kuni 264 kBq/m<sup>3</sup>).

#### Täiendava uuringuvajadusega haldusüksused

Täiendava uuringuvajadusega haldusüksused on alad, mille kohta puuduvad andmed radooniohtlikkusest järelduste tegemiseks (mõõtmistulemused puuduvad või mõõtmisi on tehtud ebapiisavalt).

Haldusüksustes, kus mõõtmised on ebapiisavad või mõõtmisi ei ole tehtud, tuleb teha täiendavad mõõtmised, et selgitada välja piirkonna radoonirisk ehk alad, kus radoonisisaldus pinnaseõhus ületab sageli 75 kBq/m<sup>3</sup> piiri ning kus radoonisisaldus (aasta keskmisena) võib ületab märkimisväärse arvu hoonetes eeldadavasti riikliku viitetaseme (300 Bq/m<sup>3</sup>). 2018. aasta seisuga on andmehulk ebapiisav 19 haldusüksuse kohta. Täiendava kaardistamisega tegeletakse aastail 2019–2024 arvestusega, et aastas kaardistatakse umbes neli haldusüksust.

Radoonimõõtmisi pinnaseõhus jätkatakse ka tulevikus, et täpsustada kõrgendatud radooniriskiga maa-alade paiknemist ning siseruumide õhu radoonisisalduse mõõteandmete hulga suurenedes uurida korrelatsiooni pinnaseõhu ja ruumide siseõhu radoonisisalduse vahel.

### 3. Siseruumide õhu radoonisisalduse uuringud Eestis

Siseruumide õhu radoonisisalduse uuringutega alustati Eestis möödunud sajandi 80ndate lõpus.

Aastatel 1989–1991 Ehituse Teadusliku Uurimise Instituudi ehitusfüüsika osakonna tehtud uuringuga tehti kindlaks, et Eestis on põhiline siseõhu radooniallikas hoonealune pinnas. Ei tuvastatud kõrgeenenud siseõhu radoonitasemeid, mis võiksid olla põhjustatud kraaniveest või ehitusmaterjalidest.

Aastatel 1994–1998 viidi ellu Eesti-Rootsi radooniuuringute programm eesmärgiga luua Eestis siseõhu radoonimõõtmiste suutlikkus ja koolitada välja selle ala spetsialistid ning tuvastada Rn-riskiga alad ja hoonetüübid, millele on iseloomulik keskmisest kõrgem siseõhu radoonisisaldus. Tehti kindlaks, et potentsiaalselt kõrge siseõhu radoonisisaldusega piirkonnad on Toila ja Kunda, ühepereelamutes on radoonitase kõrgem kui korterites ning keldri olemasolu korral on radoonitase esimese korruse ruumides madalam kui ilma keldrita hoonetes.

1999. aastal esitati Eesti projekteerimisnormis EPN 12.2 „Sisekliima“ elu-, puhke- ja tööruumides õhu Rn-sisalduse normväärtuseks 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Aastatel 1998–2001 tehti Eesti Kiirguskeskuse ja Rootsi Kiirguskaitse Instituudi koostöös kogu Eestit hõlmav uurimus, mille tulemusena valmis esimene valdade keskmiste radoonitasemete kaart, hinnati keskmiseks inimese poolt saadavaks radoonist põhjustatud efektiivdoosiks 1 millisiivert (mSv) ja hinnati, et radoon põhjustab Eestis igal aastal ligikaudu 90 uut kopsuvähi juhtu (neist ligikaudu 10 mittesuitsetajatel).

Aastatel 2002–2004 viidi ellu Keskkonnainvesteeringute Keskuse toetatud projekt „Radoon majades“. Selle ja kõigi varasemate uuringute käigus kogutud andmeid kasutati lisaks geoloogilistele ja pinnaseõhu radoonimõõtmiste andmetele Eesti radoonikaardi koostamisel. Valmis teabematerjal „Radooniohutu elamu“.

Aastatel 2005–2006 viidi ellu uurimisprojekt „Radoon radooniohtlike alade lasteasutustes“, mille käigus uuriti 208 lasteasutust 30 vallas ja linnas. Uuringu tulemusena selgus, et Rn-tase lasteasutustes on enamjaolt madalam kui elamutes, kuid probleemseid ruume oli 49% hoonetest.

Aastatel 2007–2008 jätkati andmete kogumist valdade radoonikaardi täiendamiseks. Eesti Kiirguskeskusele soetati Ungari firma Radosys radoonidetektorite mõõtesüsteem, mis on kasutuses käesoleva ajani, kuid vajab lähiaastatel väljavahetamist, kuna see on amortiseerunud. Valmis täiendatud valdade keskmiste radoonitasemete kaart. Eesti Kiirguskeskus andis välja juhendmaterjali kohalike omavalitsuste töötajatele „Radooniohu arvestamine ehitusplaneeringutes ning olemasolevates hoonetes“. Eesti Kiirguskeskuses võeti kasutusele siseõhu radooni mõõtetulemuste elektrooniline andmebaas.

Aastatel 2008–2010 uuriti radoonitaset erinevates töökohtades – kaevandustes, veekeskustes, veekäitlusettevõtetes ning lasteasutustes. Paralleelselt jätkati radoonimõõtmisi elamutes esitatud tellimuste põhjal.

Aastatel 2011–2012 uuriti 101 Tallinna koolieelset lasteasutust, millest enamikus vastas radoonitase Vabariigi Valitsuse 06.10.2011 määrusega nr 131 kehtestatud nõuetele. Keskmine radoonitase oli üle 200 Bq/m<sup>3</sup> 6 lasteasutuses ning 7 hoones esines ületamisi üksikutes ruumides.

Käesolevaks ajaks on Keskkonnaameti kiirgusosakonna andmetel *ca* 2500 mõõdetud hoone jaotus siseõhu radoonisisalduse järgi järgmine:

- alla 100 Bq/m<sup>3</sup> – ~62%
- alla 200 Bq/m<sup>3</sup> – ~83%
- üle 300 Bq/m<sup>3</sup> – ~10%
- üle 600 Bq/m<sup>3</sup> – ~3%
- üle 1000 Bq/m<sup>3</sup> – ~1%

Arvestada tuleb, et enamik mõõtmisi on tehtud piirkondades, kus geoloogiliste andmete põhjal on teadaolevalt kõrgema uraanisisaldusega pinnas, mistõttu võib eeldada, et Eestis tervikuna on hoonete siseõhu radoonisisaldus mõnevõrra madalam, kui näitab seni tehtud mõõtmiste statistika.

Täielikuma ülevaate saamiseks on vaja teha üleriigiline radooniuuring. Euroopa Liidu riikides tehakse radooniuuringuid 10 x 10 km võrgustikuga, mille igas ruudus on tehtud mõõtmised vähemalt 30 juhuslikult valitud elamus. Sellise tihedusega mõõtmiste korral oleks Eesti kohta vajalik mõõdetud hoonete arv ~15000. 2018. aasta seisuga on Eestis mõõdetud radooni *ca* 2500 hoone siseruumis.

Uusarendust vajab siseõhu mõõtetulemuste andmebaas, kuna olemasoleva abil on andmete statistiline töötlemine raskendatud. Valminud on visioonidokument ja ärianalüüs selle andmebaasi arenduseks, mis võimaldab edaspidi radooni mõõteandmeid paremini hallata ja analüüsida. Andmebaasi arendustöödega on kavandatud alustada 2019. aastal. Andmebaasi haldajaks on Keskkonnaamet.

## 4. Radooni mõõtmine

Eestis tehti esimesed radoonisisalduse mõõtmised Eesti majade keldrite või esimese korruse õhus aastail 1985–1990. Plaanipäraseid uuringuid alustas Eesti Kiirguskeskus iseseisvalt ja koostöös Rootsi Kiirguskaitse Instituudiga 1994. aastal. Eesti pinnaseõhus määrati radoonisisaldus esimestes üksikpunktides 1995. aastal koostöös Rootsi Kiirguskaitse Instituudi teadlastega ja nende aparatuuriga.

Nii pinnase kui ka siseruumide radoonitaseme mõõtmisel on oluline asjakohase mõõtemetodi kasutamine. Kõik osalised, sealhulgas mõõtmise tellija, tegija kui ka mõõtmiste järelevalvaja peavad üheselt mõistma nii mõõtmisprotsessi kui ka selle tulemusi. Mõõteseaduse järgi peab mõõtetulemuste jälgitavus olema tagatud vähemalt riikliku järelevalve käigus, kui mõõtetulemuste alusel tehakse ettekirjutus. Mõõtetulemuse jälgitavuse tõendamiseks peab mõõtmised tegema pädev mõõtja, kes kasutab taadeldud või jälgitavalt kalibreeritud mõõtevahendit, järgides asjakohast mõõtemetoodikat.

Aastal 2016 valmis SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastusel ning Keskkonnaministeeriumi juhtimisel juhendmaterjal „Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine (RAM 2016)“. Juhendmaterjal on kättesaadav Keskkonnaministeeriumi kodulehel [https://www.envir.ee/sites/default/files/radooni\\_mootmise\\_juhend.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/radooni_mootmise_juhend.pdf).

Juhendmaterjal kirjeldab selliseid meetodeid Rn aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmiseks pinnases ja siseruumides, mille kasutamisel saadavatest tulemustest on asjakohane juhinduda ehitustegevuses või vajaduse korral olemasolevates hoonetes siseõhu radoonisisalduse vähendamisel. Juhend on koostatud eesmärgiga anda mõõtjatele juhised pinnase ja siseruumide Rn aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmiseks ning tulemuste esitamiseks viisil, mis tagaks tellijatele ja järelevalvele eesmärgikohase piisava ülevaate radoonitasemest mõõdetaval objektil. Ühtlasi esitatakse nõuded mõõtmise ankeedi, protokollil ja aruande kohta. Juhend aitab valida sobivat mõõtemetodit mõõtmise eesmärgi järgi. Kuigi juhend on soovituslik, on selles esitatud siseruumide radooni aktiivsuskontsentratsiooni pikaajaline mõõtmine ainus sobilik viis radoonikontsentratsiooni aasta keskvärtuse hindamiseks. Radoonisisalduse hindamiseks pinnaseõhus on ainus sobilik mõõtemetod pinnase otsemõõtmine koos radooni arvutusliku määranguga radium-226 kaudu.

Juhendmaterjali koostamise käigus tegi Keskkonnaministeerium koostööd ka Soome Kiirgusohutuskeskusega (edaspidi STUK), paludes juhendile nende arvamust ning parendusettepanekuid. STUKiga koostöös korraldati ka mais 2016 Eestis radoonimõõtjatele koolitus „Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine“.

Keskkonnaministeeriumi juhtimisel on 2018. aasta seisuga tõlgitud eesti keelde Rahvusvahelise Standardimisorganisatsiooni (ISO) radoonimõõtmise standardite seeria ISO 11665 „Radioaktiivsuse mõõtmine keskkonnas. Õhk: radoon-222“ viis osa, mis katavad kõik praktikas olulisemad radoonimõõtmise valdkonnad nii hoonete siseõhu kui ka pinnaseõhu radoonisisalduse mõõtmiseks.

Eelnimetatud standardid on rahvusvaheliste ISO standardite eestikeelsed versioonid, mille teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus ja millel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

Õhu radoonisisaldust mõõdab pädev mõõtja mõõteseaduse tähenduses ning mõõtetulemused peavad olema jälgitavad mõõteseaduses sätestatud korras. Mõõteseaduse kohaselt hinnatakse ja tõendatakse mõõtja pädevust akrediteerimise või erialase pädevuse hindamise ja tõendamise teel. Eestis tegeleb nii akrediteerimise kui ka mõõtja erialase pädevuse hindamise ja tõendamisega Eesti Akrediteerimiskeskus.

#### **4.1 Seos pinnaseõhu ja ruumide siseõhu radoonisisalduse vahel**

Radoonisisalduse suhet majaanuse pinnase pinnaseõhus ja maja siseõhus on Eestis uuritud tagasihoidlikult. Rootsis tehtud uuringud on näidanud, et pinnased on Rn-ohutud, kui pinnaseõhus ei ületa Rn-sisaldus 10 kBq/m<sup>3</sup> piiri. Liivased ja aleuriitsed pinnased on Rn-ohulikud, kui nende õhus ületab Rn-sisaldus 50–60 kBq/m<sup>3</sup> piiri (Clavensjö, Åkerblom, 1994). Rn-ohlikuks pinnaseks loetakse pinnaseid, mille Rn-sisaldus pinnaseõhus ületab 50 kBq/m<sup>3</sup>. Sellistel juhtudel võib Rn-sisaldus tõusta suure tõenäosusega eluruumide siseõhus Rn migreerumist takistavate meetmete kasutamata jätmise korral üle 200 Bq/m<sup>3</sup> piiri.

Kui ehitamisel ei ole radooniga arvestatud, on Rn-sisalduse vahel pinnaseõhus ja ruumide siseõhus jälgitav ühemõtteline positiivne korrelatsioon. On täheldatud, et sõltuvalt ehitiste kvaliteedist ületab üksikjuhtudel majade siseõhus Rn-sisaldus 200 Bq/m<sup>3</sup> piiri aladel, mille pinnaseõhus on Rn-sisaldus ligi 50 kBq/m<sup>3</sup>. Analoogselt võib Rn-sisaldus majade siseõhus ületada 300 Bq/m<sup>3</sup> piiri aladel, millede pinnaseõhus on Rn-sisaldus lähedane 75-le kBq/m<sup>3</sup>.

## 5. Radoonisisalduse viitetasemed

### 5.1 Viitetasemed hoonetes

Radooni aktiivsuskontsentratsioon välisõhus on üldjuhul madal, sest radoon hajub välisõhus ning ei kujuta seetõttu ohtu tervisele. Kuid aluspinnasest siseruumidesse sattuv radoon võib õhu radoonisisalduse kergitada tasemeni, mis võib pikaajaliselt olla tervisele kahjulik.

Eestis alustati ruumide siseõhu radoonisisalduse reguleerimisega 2011. aastal, kui sama aasta 6. oktoobril kehtestati Vabariigi Valitsuse määrusega nr 131 „Tervisekaitsenõuded koolieelse lasteasutuse maa-alale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule“, milles sätestati ruumide siseõhu aasta keskmiseks radoonisisalduseks kuni 200 bekerelli kuupmeetris ( $\text{Bq/m}^3$ ). Ka Vabariigi Valitsuse 30. mai 2013. a määrusega nr 84 „Tervisekaitsenõuded koolidele“ kehtestati kooliruumi siseõhule nõue, et aasta keskmine radoonisisaldus peab olema väiksem kui  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Nõue tulenes sellel ajal kehtinud standardist EVS 840 „Radooniohutu hoone projekteerimine“, mille kohaselt pidi radoonisisaldus hoonetes olema väiksem kui 200 bekerelli kuupmeetris ( $\text{Bq/m}^3$ ).

2016. aastal alustas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium määruse kavandi „Hoone sisekliimale esitatavad nõuded“ (edaspidi *sisekliima määrus*) koostamist, milles kavatsetakse muu hulgas reguleerida eluruumi radoonisisalduse viitetaset. Sisekliima määruse kehtestamiseni kehtib ettevõtlus- ja infotehnoloogia ministri 28. veebruari 2019. a määrus nr 19 „Hoone ruumiõhu radoonisisalduse ja hoone tarindi ehitusmaterjalidest siseruumidesse emiteeritavast gammakiirgusest saadava efektiivdoosi viitetasest“.

Direktiiv 2013/59/EURATOM sätestab siseruumide õhu radooni aktiivsuskontsentratsiooni viitetasemeks maksimaalselt  $300 \text{ Bq/m}^3$ , mis kehtestatakse ka Eestis riikliku viitetasemenä.

Üldisele kehtestatavale radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetasemele kavandatakse sisekliima määrusega kehtestada erandid. Koolieelse lasteasutuse (lastesõim, -aed, päevakodu, lasteaed-algkool), põhikooli või gümnaasiumi õppehoone või kutseõppeasutuse õppehoone, lastekodu, noortekodu, üldhooldekodu ja erihooldekodu hoone korral sätestatakse radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetasest  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Võrreldes üldisele sätestatavale radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetasemele kehtestatakse rangem nõue selliste hoonete kasutusotstarvetele, milles viibivad pikaajaliselt sotsiaalselt haavatavamad sihtgrupid, eelkõige lapsed.

Riiklike uuringutega tuleks hõlmata siseruumide radooniuuringud asutustes, millele on sätestatud erandina madalam radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetasest  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Lisaks tuleks kaaluda ning leida võimalusi väikeelamute ja korterelamute rekonstrueerimise toetamise programmides radooniga arvestamiseks. Eesmärgiks oleks, et väike- ja korterelamute rekonstrueerimise toetuse taotlemisel arvestatakse hea sisekliima tagamisel muu hulgas ka siseõhu radoonisisaldusega.

### 5.2. Tööruumide õhu radoonisisaldus

Direktiiv 2013/59/Euratom sätestab liikmesriikidele kohustuse kehtestada siseruumide õhu radoonisisalduse riiklik viitetasest, mis ei tohi olla suurem kui  $300 \text{ Bq/m}^3$ , nõudes kõrgendatud radooniriskiga aladel paiknevatel töökohtadel, mis asuvad esimesel või keldrikorrusel,

radonisisalduse mõõtmisi. Viitetaseme  $300 \text{ Bq/m}^3$  ületamise korral on tööandja kohustatud võtma kasutusele põhjendatud ja optimaalsed radonikaitsemeetmed. Kui ehituslikest meetmetest hoolimata ei ole viitetaset võimalik saavutada, tuleb tagada töötajate kiirgusdooside seire ja pädeva asutuse teavitamine.

Ülaltoodud sätete ülevõtmiseks riigi õigusaktidesse võeti 30. juulil 2018 kiirgusseaduse alusel vastu keskkonnaministri määrus nr 28 „Tööruumide õhu radonisisalduse viitetaseme, õhu radonisisalduse mõõtmise kord ja tööandja kohustused kõrgendatud radoniriskiga töökohtadel“ (edaspidi *tööruumide õhu radonisisalduse määrus*). Määruses on sätestatud tööruumide õhu radonisisalduse viitetaseme ja õhu radonisisalduse mõõtmise ning viitetasemele vastavuse hindamise kord, tööandja kohustused tööruumide õhus sisalduvast radonist tingitud pikaajalise terviseriski vähendamiseks, tööandja kohustus tagada töötajatele radonist põhjustatud kiirgusdooside seire, kui tööruumi õhu radonisisaldus töö ajal ületab viitetaset, ning tööandja kohustus teavitada Keskkonnaametit töökohtadest, kus vaatamata võetud meetmetele töötajate pikaajalise terviseriski vähendamiseks ületab tööruumi õhu radonisisaldus jätkuvalt viitetaset.

Tööruumide õhu radonisisalduse määruses on sätestatud õhu radonisisalduse viitetasemeks tööruumides  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Viitetaseme kehtestatakse aasta keskväärtusele, mida saab kasutada või hinnata vähem kui aasta kestnud mõõtmise põhjal. Õhu radonisisaldus loetakse viitetasemele vastavaks, kui aasta aega katkematult kestnud mõõtmise tulemus ei ületa viitetaset või kui ajavahemikul 1. novembrist kuni 30. aprillini vähemalt kaks kuud katkematult kestnud mõõtmise tulemus ei ületa viitetaset rohkem kui 20% võrra. Hindamismetoodika vastab meile lähedase geograafilise paiknemisega riikide praktikale ja mõõtemetoodika Eesti standardisüsteemi ülevõetud rahvusvahelistele standarditele. Eesti kliimas on radon probleemiks just talvisel ajal, kui maa on külmunud ning radooni vaba liikumine atmosfääri seetõttu takistatud. Siis hakkab radon väljapääsu otsides kogunema hoonete all olevasse pinnasesse, sest seal pole maa külmunud, ning liigub sealt edasi hoone siseõhku.

## 6. Radoonisisalduse vähendamine hoonetes

Siseruumide radoonisisalduse vähendamise üks meede on enne hoone projekteerimist välja selgitada, kas hoonealuse pinnase radooni aktiivsuskontsentratsioon võib põhjustada hilisemaid probleeme siseruumides. Kuigi Eesti pinnase kohta on koostatud mitu radooniriski levilate kaarti (sh radooniriski atlas, Harjumaa, Ida-Virumaa radooniriski kaardid), on kindlam mõõta hoone planeeritavas asukohas pinnase radooni aktiivsuskontsentratsiooni. Nimelt varieerub pinnase radoonisisaldus ka üsna piiratud maa-alal, kuna seda mõjutavaid tegureid on palju.

Kui pinnaseõhu radoonikontsentratsiooni mõõtmisi ei tehta või mõõtmiste tulemusena selgub, et pinnases on radooni aktiivsuskontsentratsioon üle 50 000 Bq/m<sup>3</sup> (või raadiumi aktiivsuskontsentratsioon üle 45 Bq/kg), tuleb radooniohu vältimiseks kavandada radooniohtu minimeerivad meetmed. Kõrge radooniriski levialadel on radooni mõõtmine pinnases ja radooni vähendamismeetmete kavandamine tungivalt soovitatav. Kui radooni aktiivsuskontsentratsioon pinnases on vahemikus 10 000–50 000 Bq/m<sup>3</sup>, tuleb tagada tarindite radoonikindlad lahendused. Kui hoonealune pinnas on väikese radoonisisaldusega (radooni aktiivsuskontsentratsioon < 10 000 Bq/m<sup>3</sup>), tuleb tagada hoone ehitamisel/rekonstrueerimisel hea ehituskvaliteet. (RAM 2016)

Ruumiõhu peamised radooniallikad on (EVS 840:2017):

- 1) õhuleke pinnasest läbi tarindite ja tarindite liitekohtade ebatiheduste. Kriitilisimad kohad on pinnasele toetuva põranda ja välis-/vahe-/keldriseinte liited, mahukahanemispraod betoonpõrandas;
- 2) õhuleke pinnasest tarinditest läbiviikude (elekter, vesi, kanalisatsioon jne) kaudu ning tühjade õõntega (täis betoneerimata) betoonplokkmüüritis, eri materjalikihtide (nt soojustuse ja vundamendimüüri) vahel olev vertikaaltühemik;
- 3) difusioon või õhuleke läbi pinnasega kokkupuutuvate tarindite (nt õhku hästi juhtivast materjalist keldriseinad (näiteks keramsiitplokk, eriti kui see on laotud täitmata vertikaalvuukidega), väikese difusioonitakistusega materjalid vms);
- 4) ehitusmaterjalidest emaneeruv radoon;
- 5) radooniohtliku tarbevee kasutamine.

Eelloetletud radooniallikest on Eestis õhulekete kaudu pinnasest siseruumi tungival radoonil suurim osatähtsus. Õhu liikumise eelduseks läbi piirdetarindite, ebatiheduste, liitekohtade või läbiviikude on õhurõhkude erinevus siseruumi ja pinnase vahel. Õhurõhkude erinevust siseruumi ja pinnase vahel võib põhjustada ventilatsiooni õhuvoolu hulkade erinevus, õhutiheduste erinevus ja tuul. Kui tuule ja temperatuuride erinevusest sõltuv õhutiheduste erinevus on nn inimtegurist sõltumatu potentsiaal, on ventilatsiooni toimimine sõltuv projekteerijast, ehitajast ja hoone kasutajast. Seetõttu on ventilatsioonist tingitud õhurõhkude erinevus olulisim inimtegevuse mõjur, mis võib avaldada mõju radooni tungimisele pinnasest siseruumi.

### 6.1. Radooniohtu hoone projekteerimise standard

Aastal 2017 valmis täiendatud radooniohtu hoone projekteerimise standard EVS 840:2017 „Juhised radoonikaitsemeetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes“. Selles Eesti standardis antakse projekteerijatele ja ehitajatele juhised radooniohtu hoone ehitamiseks, et vältida tervist kahjustava radooni viitetaseme ületamist ruumides, kus inimesed pikemat aega viibivad. Standardis on esitatud olemasolevatele ja uutele hoonetele valik radooniohu vähendamise meetmeid. Tuleb arvestada, et loetelu ja lahendused pole lõplikud ning lisaks võib radooniohutuse tagada ka muude lahendustega, mille toimivust on uuritud ja dokumenteeritult tõestatud.



Standard EVS 840:2017 erineb standardi eelmisest versioonist selle võrra, et annab juhiseid nii uue radooniohutu hoone projekteerimiseks kui ka olemasoleva hoone radooniohutuks muutmiseks. Samuti käsitleb standard märksa põhjalikumalt radooniohu vähendamise meetmeid, alustades radooniohutu ehitamise üldpõhimõtetest ja lõpetades näiteks spetsiifiliste lahendustega vanadele keldriga hoonetele. Lisaks sellele on standardit täiendatud nii teksti- kui ka piltmaterjaliga, et toetada radoonitõrjemeetmete efektiivset kasutuselevõttu.

Euroopa Liidu Nõukogu direktiivi 2013/59/Euratom alusel sätestatakse Eestis siseruumide õhu radoonisisalduse viitetase  $300 \text{ Bq/m}^3$  (erandina on koolieelse lasteasutuse, põhikooli või gümnaasiumi õppehoone või kutseõppeasutuse õppehoone, lastekodu, noortekodu, üldhooldekodu ja erihooldekodu hoone korral on radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetase  $200 \text{ Bq/m}^3$ ). Viitetaseme ületamisel tuleb kaaluda ja vajaduse korral tarvitusele võtta meetmeid radoonisisalduse vähendamiseks. Kuid arvestades, et standardis esitatakse juhised ja parim praktika radoonikaitsemeetmete kasutuselevõtuks ning asjaolu, et Eestis on pikalt kehtinud projekteerimisnorm, võetakse standardis eesmärgiks  $200 \text{ Bq/m}^3$  taseme saavutamine. Sellisel juhul on väga tõenäoline, et standardis kirjeldatud meetmete rakendamise korral ei ületata tulevikus riiklikku viitetaset  $300 \text{ Bq/m}^3$ .

## 7. Radoon põhjavees

Seni Eestis tehtud põhjavee uuringute käigus ei ole põhjaveekihtidest võetavas olmevees tuvastatud lisanduvat kõrgendatud radoonikontsentratsiooni.

Eestis on tehtud radooni kontsentratsiooni uuringuid põhjaveekihtidest võetavale olmeveele. Aastal 2011 Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi teadurite teadusartikli „Relevant radionuclides in Estonian drinking and ground waters – measurement techniques and activity concentrations“ kohaselt on radoonikontsentratsiooni põhjaveekihtidest pärinevas olmevees mõõdetud erinevate uuringute käigus kokku 135 korral. Tulemused näitasid, et keskmine radoonikontsentratsioon jäi vahemikku 9,0–19,4 Bq/l, mis on märkimisväärselt madalam kui EN Direktiivi 2013/51/Euratom alusel kehtestatud radooni kontrollväärtus 100 Bq/l.

Sotsiaalministri 24.09.2019. a määrusega nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid“ on kehtestatud joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning joogivee proovide analüüsimeetodid eesmärgiga kaitsta inimese tervist joogivee saastumise kahjulike mõjude eest. Määrusega on kehtestatud radioloogilised kvaliteedinäitajad tritiumile, radoonile ja indikaativdoosile. Määruses on sätestatud, et radooni tuleb joogivees määrata juhul, kui uute teadusuuringute andmete või muu usaldusväärse teabe alusel on Terviseametil põhjust eeldada, et kontrollväärtus võib olla ületatud.

## 8. Radoon ehitusmaterjalidest

Ehitustoote kiirgusohutust hinnatakse aktiivsuskontsentratsiooni indeksi järgi ja see peab olema väiksem kui 1. Ehitusmaterjalide radioaktiivsust reguleerivad Eestis kaks määrust:

- 1) majandus- ja kommunikatsiooniministri 26.07.2013 määrus nr 49 „Ehitusmaterjalidele ja -toodetele esitatavad nõuded ja nende nõuetele vastavuse tõendamise kord“, millega on kehtestatud nõuded ehitustoost pärinevale gammakiirgusele. Määruse kohaselt peab ehitustoote aktiivsuskontsentratsiooni indeks olema väiksem kui 1, välja arvatud juhul, kui ehitustoote kavandatud kasutusotstarbest tulenevalt lubab Keskkonnaamet kõrgema kiirgustasemega toodet kasutada;
- 2) majandus- ja taristuministri 22.09.2014 määrus nr 74 „Tee-ehitusmaterjalidele ja -toodetele esitatavad nõuded ja nende nõuetele vastavuse tõendamise kord“, millega on kehtestatud avalikult kasutataval teel toimuvatel teehoiutöödel kasutatavate tee-ehitusmaterjalide ja -toodete kohustuslikule deklareerimisele kuuluvad põhiomadused (sh radioaktiivne emissioon) kasutusala järgi ja põhiomaduste tõendamise kord.

Looduslike radionukliidide sisaldusega Eesti päritolu ehitusmaterjalides ei ole seni probleeme esinenud. Tartu Ülikooli 2012. aasta M. Lusti ja E. Realo uurimistöös „Assessment of natural radiation exposure from building materials in Estonia“ käigus määrati looduslike radionukliidide sisaldus 53 (erinevas) Eestis kasutatava ehitusmaterjali proovis. Analüüsil kasutati kõrge eraldusvõimega HPGe gammaspektromeetrist analüüsimeetodit. Leiti, et looduslike radionukliidide  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  ja  $^{232}\text{Th}$  aktiivsuse kontsentratsioonid varieeruvad uuritud ehitusmaterjalides järgmistes vahemikes: vastavalt 7–747 Bq/kg, 4,4–69 Bq/kg ning 0,8–86 Bq/kg. Aktiivsuskontsentratsioonide alusel hinnatud ehitusmaterjalide aktiivsuseindeksi väärtused asuvad piirides 0,02 kuni 0,74. Levinumate ehitusmaterjalide jaoks tehti doosihinnangud siseruumides ja selle alusel saadud aastased elanikudoosid jäävad vahemikku 0,16–0,44 mSv.

Aastal 2017 lõppenud Tartu Ülikooli uurimistöös „Uuring direktiivi 2013/59/EURATOM looduslike radioaktiivsete ainete (NORM) nõuete ülevõtmise ettevalmistamiseks riigisisesele õigusloomesse“ analüüsitud ehitusmaterjalide või Eesti päritolu ehitusmaterjalide tooraines sisalduvad U-238 ja Th-232 lagunemisriidade nukliidid nende kasutamisele piirangud ei sea, ehitusmaterjalide karakteriseerimiseks kasutatav I-indeks jääb tugevalt alla seatud referentsväärtust  $I=1$ . Samas on info imporditud ehitusmaterjalidest või -toorainetest puudulik, mistõttu peaks sellele tulevikus pöörama enam tähelepanu. Riigil on lähiaastatel plaanis teha ehitusmaterjalide radioaktiivsuse (gammakiirgus ja radooni ekshalatsioon) täiendav uuring, et vältida kõrgendatud radioaktiivsusega materjali kasutuselevõttu.

Et vähendada ehitusmaterjalidest tingitud siseruumide radooniriski, on oluline enne uute materjalide, mille kohta ei ole tõendatud või uuringupõhist teavet radooniohtlikkuse kohta, kasutuselevõttu teha asjakohased uuringud juba enne toote ehitusturule lubamist. Aktiivsuskontsentratsiooni I määramisel on üks arvesse võetav radionukliid Ra-226, mille lagunemisel tekib Rn-222. Vajab täiendavat uurimist, kas tingimus  $I < 1$  on alati piisav järelduseks, et sellisest ehitusmaterjalist eralduv radoon ei suurenda oluliselt siseruumi õhu radoonisaldust.

Ilmnenud on vajadus teha ehitusmaterjalide radioaktiivsuse (gammakiirgus ja radooni ekshalatsioon) täiendav uuring, et vältida kõrgendatud radioaktiivsusega materjali kasutuselevõttu ja hilisemate (NORM-) jäätmete teket.

## 9. Terviseriskide vähendamise pikaajalised eesmärgid

Maailma Tervishoiuorganisatsioon (WHO) juhtis tähelepanu eluruumide õhu radoonisisalduse mõjule tervisele 1979. aastal. 1988. aastal klassifitseeriti radoon kui kantserogeen. WHO andmetel on radoon oluliselt teine kopsuvähi põhjustaja. Kopsuvähi tekitajate hulgas edestab radooni ainult suitsetamine. Suitsetajatel on tõenäosus kopsuvähki haigestuda ligikaudu 25 korda suurem kui mitesuitsetajal. Samas on oluline ka suitsetamise ja radooni koosmõju. Rootsisis mitesuitsetajate seas tehtud uuringust selgus, et on olemas sünergiline seos radooni ja passiivse suitsetamise vahel. Suitsuse õhu sissehingamisel satub kopsu rohkem Rn tütarisotoope, põhjustades täiendava kiirgusdoosi limaskestadele.

Teaduslikud uuringud viitavad, et 3–14% kopsuvähi juhtumitest on tingitud ruumide siseõhus sisalduvast radoonist. Ülemaailmselt põhjustab siseõhu radoon aastas hinnanguliselt 70 000–170 000 uut kopsuvähki haigestumise juhtumit. Eesti Tervise Arengu Instituudi andmetel registreeritakse Eestis aastas umbes 650–700 esmast kopsuvähki haigestumist. Eesti Kiirguskeskuse ja Rootsi Kiirguskaitse Instituudi hinnangul võib neist umbes 90 võib seostada radooniga. Epidemioloogilist uuringut radooni ja kopsuvähki haigestumise seose väljaselgitamiseks pole Eestis siiani tehtud. Sellise uuringu tegemist tuleb kaaluda.

Aastatel 2005 ja 2006 tehtud Euroopa asumite koonduringu ja mujal maailmas tehtud teaduslike uuringute tulemuste põhjal toovad WHO (WHO, 2009) ja Rahvusvaheline Kiirguskaitse Komisjon ICRP (ICRP, 2010) välja järgmised 75ndaks eluaastaks kopsuvähki haigestumise tõenäosused eluaegsetele mitesuitsetajatele ja suitsetajatele, sõltuvalt elukoha õhu radoonisisaldusest ja 25–30aastasest viibimisest sellise radoonisisaldusega õhus (Tabel 1).

Tabel 1. 75ndaks eluaastaks kopsuvähki haigestumise tõenäosus eluaegsetel mitesuitsetajatel ja suitsetajatel, sõltuvalt elukoha õhu radoonisisaldusest ja 25–30 aastast viibimisest vastava radoonisisaldusega õhus

Radoonikontsentratsioon		0 Bq/m <sup>3</sup> *	100 Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>	800 Bq/m <sup>3</sup>
Vähirisk 75-ndaks eluaastaks	mittesuitsetaja	0,4%	0,5%	0,7%	1%
	suitsetaja	10%	12%	16%	22%
Suitsetaja/mittesuitsetaja vähiriskide suhe (kordades)		25	24	23	22

\* 0 Bq/m<sup>3</sup> on teoreetiline radoonivaba olukord, praktikas on ka välisõhus radoonisisaldus harva alla 5 Bq/m<sup>3</sup>.

Tänaseni pole suudetud teaduslikult tõestada, et radoon põhjustaks lisaks kopsuvähile teisi tervisekahjustusi.

Radoonikiiritusega seostatava kopsuvähki haigestumise riski vähendamiseks tuleb seada pikaajalised eesmärgid. Tegevused, mis aitavad kaasa eesmärgi täitmisele, on näiteks radooniuuringute tegemine, radooni käsitlevate õigusaktide täiendamine, avalikkuse informeerimine, radoonimõõtjate jt valdkonnaga seotud inimeste harimine. Neid eelnimetatud tegevusi on käsitletud tegevuskava raames läbivalt.

Suitsetajate kopsuvähki haigestumise terviseriskide maandamiseks aitab lisaks radooniohuga seotud tegevustele kõige enam kaasa riiklikul tasandil tubakatarvitamise piiramine.

Tervise Arengu Instituut (edaspidi TAI) lähtub oma tegevustes kolmest tubakatarvitamise leviku piiramise põhiprintsiibist:

- ennetamine
- tubakast loobumise programmide arendamine
- tubakasuitsuvaba keskkonna kujundamine

TAI tegevused tubakatarvitamise leviku piiramisel on järgmised:

- koostab raporteid ja analüüse olukorrast Eestis
- koostab ja annab välja juhendmaterjale ja infotrükiseid
- osutab tubakast loobumise nõustamise teenust
- tegeleb suitsetamislevimuse vähendamisega Eesti Kaitseväes ja tervishoiuasutustes
- osaleb rahvusvahelistes tööühmades
- valmistab ette ja viib läbi koolitusi, infopäevi ja konverentse
- viib ellu kooliõpilastele suunatud ennetusprogrammi Suitsuprii Klass

Erinevatest spetsialistidest on TAI tegevustesse kaasatud tervishoiutöötajad, psühholoogid, sotsiaaltöötajad, õpetajad, noorsootöötajad jt.

## 10. Teavitamine

Radoon on lõhnatu, värvitu ja nähtamatu gaas, mistõttu käib inimeste teavitamine sellega kaasnevatest ohtudest informatsiooni jagamisega. Radooniga seotud teavitamisstrateegia eesmärk on üldsuse teadlikkuse parandamine ning kohaliku tasandi otsustajate, tööandjate ja töötajate teavitamine radooniga seotud ohtudest (sh seoses suitsetamisega). Avalikkuse ja radoonivaldkonna spetsialistide teavitamiseks korraldatakse teabepäevi, täiendatakse informatsiooni kodulehekülgedel, töötatakse välja teabematerjale, korraldatakse koolitusi, jagatakse informatsiooni meediavahendite (televisioon, raadio, ajakirjandus) kaudu.

Selgitamaks välja, kui efektiivselt on toimunud teavituse eesmärgi täitmine, tuleks korraldada sellekohane uuring. Uuringutulemuste alusel on võimalik planeerida edasisi teavitustegevusi.

### Teabepäevad

Keskkonnaministeerium korraldab regulaarselt teabepäevi – iga-aastane kiirguspäev, kus ühe teemana on alati käsitletud radooni. Näiteks 2017. aastal toimunud teabepäeval selgitati, kuidas mõõta radooni töö- ja eluruumides; anti ülevaade radoonikaitsemeetmete kasutamisest ning tutvustati Eesti pinnase radooniatlast. Seminari toimumise kohta avaldati pressiteade Keskkonnaministeeriumi kodulehel.

### Kodulehed

Teave radooni kohta ja abistavad juhised on kättesaadavad järgmistel kodulehtedel:

<https://www.envir.ee/> – Keskkonnaministeeriumi koduleht;

<https://www.keskkonnaamet.ee/> – Keskkonnaameti koduleht;

<https://www.egt.ee/> – Eesti Geoloogiateenistus;

<https://www.evs.ee/> – Eesti Standardikeskus (radoonimõõtmise ja radooniohutu hoone projekteerimise standardid);

<http://www.eak.ee/> – Eesti Akrediteerimiskeskus (akrediteeritud asutused ja pädevad mõõtjad).

Lisaks eelnimetatud asutustele kajastavad radooni olulisust ka radoonimõõtmiste ja radoonivastaste ehitusmeetmete pakkumise teenusega tegelevate erafirmade kodulehed.

### Koolitused

Lisaks avalikkusele suunatud teabepäevadele ja kodulehekülgedel kättesaadavale informatsioonile korraldatakse vastavalt vajadusele ja sihtgruppidele koolitusi. Näiteks Keskkonnaministeerium korraldas koostöös SA Keskkonnainvesteeringute Keskusega 3.–4. mail 2016 koolituse „Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine“. Koolitajad olid Keskkonnaministeeriumi, Soome Kiirguskaitsekeskuse ja Eesti Geoloogiakeskuse eksperdid. Koolitusel osales 15 radoonimõõtjat ja 15 järelevalvajat. Tulevikus on riigil plaanis korraldada selline koolitus ka järelevalveametnikele (TI ja KKI).

2018. aastal viis Keskkonnaamet KIKi toetusel ellu kohalike omavalitsuste keskkonnaspetsialistide koolitusprogrammi, mille käigus tutvustati kuulajatele kahetunnises loengus radooni olemust, sellega seotud terviseriski, radooni vähendamise võimalusi siseruumides ja radooni käsitlevaid õigusakte. Loeng toimus kolmel korral ja osales üle saja kohaliku omavalitsuse keskkonnaspetsialisti. Tulevikus on plaanis jätkata omavalitsuste, eriti kõrgendatud radooniriskiga aladel asuvate omavalitsuste ametnike koolitamisega.

Täna ei kuulu radooniga seotud teemade õpetamine ühegi õppekava kohustuslikku ossa, kuid eesmärgiks tuleks seada selle lülitamist erinevatesse õppekavadesse. Rõhku peab pöörama projekteerimise ja ehitusega seotud õppekavade täiendamisele seoses looduskiirguse,

eriti radooni tekitatud ohuga ja selle vähendamise meetmete kasutamisega, et suurendada selle valdkonna spetsialistide teadlikkust.

### Juhised ja teabematerjalid

Allajärgnevalt on toodud viimaste aastate olulisemad juhendid ja teabematerjalid seoses radooniga.

Infot, kuidas radooniohutut hoonet projekteerida, saab standardist EVS 840:2017 „Juhised radoonikaitse meetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes“ ning Kiirguskeskuse infomaterjalist „Radooniohutu elamu“. Keskkonnaministeeriumi välja antud infovoldik „Radoon valmis olevates hoonetes“ annab praktilisi näpunäiteid, kuidas vähendada õhu radoonisisaldust kõrgeenenud radoonitasemega hoonetes.

2017. aastal kehtestatud uus standard EVS 840:2017 annab juhiseid nii uue radooniohutu hoone projekteerimiseks kui ka olemasoleva hoone radooniohutuks muutmiseks. Samuti käsitleb uus standard oluliselt põhjalikumalt radooniohu vähendamise meetmeid, alustades radooniohutu ehitamise üldpõhimõtetest lõpetades näiteks spetsiifiliste lahendustega vanadele keldriga hoonetele. Lisaks täiendati standardit nii teksti- kui ka piltmaterjaliga, et toetada radoonitõrje meetmete efektiivset kasutuselevõttu.

2017. aastal valminud radooniatlase „Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlas“ peamiseks eesmärgiks on elanikkonna teadmiste taseme tõstmine radooni ja looduskiirguse tasemest Eestis ja nende võimalikust negatiivsest mõjust inimese tervisele. Atlas on kavandatud kasutamiseks detailplaneeringute koostamisel radooni vähendamise meetmete kasutuselevõtu vajalikkuse hindamiseks, kohalike omavalitsuste ehitusmääruste koostamisel, uurimis- ning teadustöodes.

2016. aasta lõpus valmis Keskkonnaministeeriumi juhtimisel radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmise juhendmaterjal (RAM 2016). Materjaliga ühtlustatakse Eestis eri asutuste radoonimõõtmiste meetodid. Juhend on leitav Keskkonnaministeeriumi kodulehelt.

Kuna kiirgus- (sh radooni-)valdkonnas on viimastel aastatel toimunud suuri edasiminekuid (siseõhu radoonisisalduse viitetaseme kehtestamine, standardi EVS 840 uuendamine, RAM 2016 valmimine jne), siis tuleks uuendada avalikkusele koostatud infomaterjale, mis annavad ülevaate ioniseerivast kiirgusest, radoonist, õigusaktidest, radoonimõõtmistest ja radoonikaitse ehituslikest meetmetest jne.

### Meedia

Lisaks eelnimetatule teevad meedias (televisioon, raadio, ajakirjandus) teavitusi nii Keskkonnaministeerium kui ka erafirmad (sisuturunduse artiklid, ettevõtete reklaamid). Keskkonnaministeerium teeb meediakajastuse, kui radooniga seoses saadakse uut informatsiooni (nt valmib radooni teemal brožüür, täiendatakse radooniatlast jne) või tulemas on teabepäev.

### Suitsetamine

Kuna suitsetajatel on suurem tõenäosus radoonist põhjustatud kopsuvähki haigestuda kui mittedsuitsetajal, siis on oluline avalikkust teavitada suitsetamisega kaasnevatest ohtudest.

Tervise Arengu Instituut teeb tubakatarvitamise leviku piiramiseks avalikkuse teavitamiseks järgmisi tegevusi:

- koostab ja annab välja juhendmaterjale ja infotrükiseid
- osutab tubakast loobumise nõustamise teenust
- tegeleb suitsetamislevimuse vähendamisega Eesti Kaitseväes ja tervishoiuasutustes
- valmistab ette ja viib läbi koolitusi, infopäevi ja konverentse
- viib ellu kooliõpilastele suunatud ennetusprogrammi Suitsuprii Klass

Erinevatest spetsialistidest on nendesse tegevustesse kaasatud tervishoiutöötajad, psühholoogid, sotsiaaltöötajad, õpetajad, noorsootöötajad jt.



## 11. Teadus- ja arendustegevus

Teadus- ja arendustegevuse (TA) korralduse seaduse § 13 lõike 1 punkti 1 kohaselt on kõigi ministriumite ülesandeks teadus- ja arendustegevuse valdkonnas oma valitsemisalale tarviliku teadus- ja arendustegevuse ning selle finantseerimise korraldamine, arvestades evalveerimise tulemusi ning nendega kaasnevat hinnanguid ja soovitusi. Sama lõike punkti 2 kohaselt on ministriumite ülesandeks nii riiklike kui ka oma valitsemisala teadus- ja arendusprogrammide väljatöötamine ning nende täitmise korraldamine.

Keskkonnavaldkonna ees seisvate probleemide ja väljakutsete hulk, keerukus ning kompleksus on kasvanud nii Eestis kui ka kogu maailmas, seetõttu on edukaks praktikaks investeerimine TAsse, soodustades seeläbi teadustöö mõju riiklike huvide tagamisel ning otsuste vastuvõtmisel. Keskkonnaministeeriumi TA tegevuse eesmärk on tagada puhas keskkond ning loodusvarade kestlik kasutamine, töötades TA-tegevuse kaudu välja paremaid lahendusi, tehnoloogiaid ning protsesse ning levitades ja soodustades nende kasutuselevõttu. Eesmärkide saavutamiseks ning teadus- ja arendustegevuse mõju suurendamiseks on Keskkonnaministeeriumi olulisemad TA-tegevused järgmised:

1. Valdkondlikud rakendusuringud, mis on vajalikud teaduspõhise sisendi andmiseks poliitika kujundamisel ja õigusloomes.
2. Rahvusvahelistes teaduskoostööprojektides osalemise koordineerimine ja rahastamine, sealhulgas ühise kavandamise algatused (JPI), ERA-Net projektid ning muud rahvusvahelised teaduskoostööprojektid.
3. Valdkondliku teadus- ja arendustegevuse jätkusuutlikkuse tagamine ja inimressursi arendamine.

Kiirgusalane teadus- ja arendustegevus on Eestis suuresti projektipõhine ning seda rahastatakse enamasti teadusasutustest ja ülikoolide eelarve väliselt, ELi ja KIKi vahenditest, aga ka Keskkonnaministeeriumi eelarvest.

Kiirguse valdkonnas on vajalikud uuringud, mis toetavad inimeste ja looduskeskkonna kaitset ioniseeriva kiirguse kahjustava mõju eest. Kiirgusalases teadustöös on juhtiv positsioon TÜ-l ja TTÜ-l, kes tegelevad joogivee, NORM-ide, radooni, ehitusmaterjalide ja keskkonna radioaktiivsuse uuringutega. Peamised kiirgusteedad teadus- ja arendusvaldkonnas, millele tulevikus keskenduma peaks, on järgmised:

- jäätmete iseloomustamiseks vajalike protseduuride väljatöötamine alfa- ja beeta kiirgajate määramiseks
- jäätmete vabastamiseks vajalike protseduuride väljatöötamine
- NORM-jääkide ja/või -jäätmete vaba tehnoloogia alase teadus- ja arendustegevuse toetamine
- pinnase radooniuuringud
- Eestis kasutatavate ehitusmaterjalide täiendavad radioloogilised uuringud

## 12. Radooni tegevuskava rakendusplaan

Radooni riiklik tegevuskava on kiirgusohutuse riikliku arengukava osa. Radoonivaldkonnas planeeritud tegevused, tulemused koos vastutajate, täitjate, elluviimise perioodide ning kuludega ja kulude jaotumise ajalise profiiliga sisalduvad arengukava perioodi 2018–2021 rakendusplaanis. Alljärgnevalt on toodud lühiloetelu rakendusplaanis kajastuvatest radooniga seotud tegevustest ning nendest tegevustest, mis jäävad rakendusplaanis perioodist välja (st tegevused pärast 2021. aastat).

### Tegevused:

- täiendavate pinnaseõhu radooniuuringute tegemine haldusüksustes, mille kohta puuduvad andmed võimalikust kõrgendatud radooniriskist järeltulete tegemiseks (mõõtmistulemused puuduvad või mõõtmisi on tehtud ebapiisavalt)
- täielikuma ülevaate saamiseks viia ellu üleriigiline siseruumide radooniuuring
- riiklikesse uuringutesse hõlmata siseruumide radooniuuringud asutustes, millele on sätestatud erandina madalam radooni aktiivsuskontsentratsiooni aasta keskväärtuse viitetase 200 Bq/m<sup>3</sup>
- siseruumide õhu ja samal krundil tehtud pinnaseõhu radoonisisalduse mõõteandmete hulga suurenemisel uurida korrelatsiooni pinnaseõhu ja ruumide siseõhu radoonisisalduse vahel
- Keskkonnaameti radoonimõõteseadmete uuendamine
- kiirgusteemaliste teabepäevade korraldamine sagedusega vähemalt kord aastas
- siseõhu radoonisisalduse mõõtetulemuste andmebaasi arendamine
- väikeelamute ja korterelamute rekonstrueerimise toetamise programmides radooniga arvestamise võimalikkuse hindamine ning võimaluste leidmine
- ehitusmaterjalide radioaktiivsuse (gammakiirgus ja radooni ekshalatsioon) uuringu tegemine
- radooni ja kopsuvähki haigestumise seose väljaselgitamiseks epidemioloogilise uuringu tegemise võimalikkuse hindamine
- kiirguskaitse põhimõtete (sh radoon) õppekursuse lülitamine erinevatesse õppekavadesse
- radooniteemaliste koolituste korraldamine järelevalveametnikele
- inimeste radoonialase teadlikkuse väljaselgitamiseks sellekohase uuringu tegemine
- avalikkusele suunatud kiirgus- ja radooniteemaliste infomaterjalide koostamine

## Kokkuvõte

Erinevatest erinevatest looduslikest ioniseeriva kiirguse allikatest on olulisimaks radoon. Radoon põhjustab aasta keskmisest looduslike kiirgusallikate põhjustatud efektiivdoosist (2,42 mSv/a) 1,26 mSv ehk ca 52,1% (UNSCEAR 2008). Eesti radoonistrateegia põhieesmärk on vähendada radooni mõju elanikkonnale nii kodudes kui ka töökohtades ja seeläbi vähendada kopsuvähki haigestumise riski.

Radooniga seonduva kopsuvähi riski vähendamise üldised ja spetsiifilisemad põhimõtted on leidnud käsitlemist nii rahvusvahelisel tasemel kui ka Eesti riigis kehtestatud õigusaktides. Väga suurt mõju riigisiseste nõuete kehtestamisele avaldavad Euroopa Liidu õigusaktid. Nimelt peab liikmesriik järgima ELi tasandil välja antud määrusi, direktiive jms dokumente. Radoonivaldkonnas on olulisim õigusakt Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2013/59/Euratom, millega on kehtestatud põhilised ohutusnormid kaitseks ioniseeriva kiirgusega kiiritamisest tulenevate ohtude eest ning tunnistatakse kehtetuks direktiivid 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom ning 2003/122/Euratom. Direktiiv kohustab liikmesriike reguleerima oma õigusaktides radooniga seotud küsimusi, sealhulgas koostama riikliku radooni tegevuskava radoonikiiritusest tulenevate pikaajaliste riskide ohjamiseks. Nimetatud tegevuskava näeb muu hulgas ette strateegia koostamist radooniuuringuteks ja mõõteandmete haldamiseks, radoonist teavitamiseks, radoonikiirituse vähendamiseks elamutes ning töökohtades ja radoonikiiritusest tuleneva kopsuvähki haigestumise riski vähendamiseks.

Kokkuvõtlik ülevaade Eesti radoonistrateegiast on toodud käesolevas peatükis. Detailsemalt on strateegia kirjeldatud vastavate teemade peatükkides.

Eesti radoonistrateegia põhineb teaduslikel uuringutel ja praktilikal. Informatsiooni radoonist levitatakse üleriigiliselt, tuginedes nii eestisestele kui ka rahvusvahelistele (sh Maailma Terviseorganisatsiooni – WHO, Rahvusvaheline Aatomienergiaagentuuri – IAEA) uuringutele, juhistele ja praktilistele kogemustele.

Kuna radoon tungib töökohtade siseruumidesse maapinnast ning radooni esinemine on töökohtades toimuvast inimtegevusest suuresti sõltumatu, tuleb seda küll pidada püsikiirituse olukorraks, kuid kuna teatud aladel ja teatud liiki töökohtades on selline kiiritus märkimisväärne, tuleb võtta kasutusele asjakohaseid radoonikiirituse vähendamise meetmed.

Eesti on kehtestanud töökohtade siseruumide õhu radoonisisalduse riikliku viitetaseme  $300 \text{ bq/m}^3$  ning nõutav on õhu radoonisisalduse mõõtmine kõrgendatud radooniriskiga aladel paiknevatel töökohtadel, mis asuvad esimesel või keldrikorruusel. Samuti peab teavitama Keskkonnaametit nendest töökohtadest, kus ka vaatamata kasutusele võetud radooniriski vähendamise meetmetele ületab radoonisisaldus jätkuvalt riiklikku viitetaset. Tööandjal on vastutus töötajate kaitse eest mis tahes kiirgusolukorras, seda ka nende töötajate kaitsmiseks, kes saavad töökohal radoonikiiritust. Kõrge siseõhu radoonitasemega töökohtadel on nõutav kiirgusdooside seire, teatud juhtudel tervisekontroll ning töötajate teavitamine.

Radoonistrateegia keskendub peamiselt olulisimale radooni levikuteele – tungimine pinnasest siseruumi. Strateegias käsitletakse radooni uutes ja olemasolevates hoonetes, peamiselt kodudes ja töökohtades. Mainitud on ka muud võimalikud radooniallikad.

Radooniohu vastu võitlemisel on efektiivseim viis vältida radooni hoonesse sattumist, selle asemel et vähendada radoonisisaldust olemasolevas siseruumis (st võidelda tagajärjega). Uute hoonete ehitamisel on strateegiline eesmärk vältida kõrget radoonisisaldust hoonetes, võttes radooni hoonesse pääsemise tõkestamiseks kasutusele ehituslikke meetmeid. Oluline on juba enne hoone projekteerimist välja selgitada, kas hoonealuse pinnase radooni aktiivsuskontsentratsioon võib põhjustada hilisemaid probleeme siseruumides.

Olemasolevate hoonete puhul on strateegia peamiseks osadeks riskide hindamine ja meetmete kasutamine radooniriski vähendamiseks.

Mõõtmiste seisukohalt on oluline, et mõõtmisi toimetaks selleks pädev mõõtja, kasutades sobivat mõõtmismetoodikat ja aparatuuri ning mõõtetulemused peavad olema jälgitavad.

Eesti radoonistrateegia üks osa on radooniriskiga alade kaardistamine. 2018. aasta seisuga on kaardistatud 2/3 Eesti pindalast ning olemasolevatele andmete tuginedes saab öelda, et 36 haldusüksust paiknevad kõrgendatud radooniriskiga alal ning 24 haldusüksust paiknevad madala või keskmise radooniriskiga alal. Täiendava uurimisvajadusega aladel (19 haldusüksust) ei ole mõõtmisi tehtud või on neid tehtud radooniriski hindamiseks liiga vähe. Täiendava kaardistamisega tegeletakse aastail 2019–2024.

Radoonistrateegia võtab arvesse ka sünergilist seost radooni ja suitsetamise vahel, mis suurendab kopsuvähki haigestumise riski. Nimelt on suitsetajatel tõenäosus radoonist põhjustatud kopsuvähki haigestuda suurem kui mittesuitsetajal. Rootsisis mittesuitsetajate seas tehtud uuringust selgus, et on olemas ka sünergiline seos radooni ja passiivse suitsetamise vahel. Suitsetamise vähendamise strateegia on Eestis peamine strateegia vähendamaks elanikkonna kopsuvähki haigestumise riski.

Radooniga seotud teavitamisstrateegia eesmärk on üldsuse teadlikkuse suurendamine ning kohaliku tasandi otsustajate, tööandjate ja töötajate teavitamine radooniga seotud riskidest (sh seoses suitsetamisega). Avalikkuse ja radoonivaldkonna spetsialistide teavitamiseks korraldatakse teabepäevi, täiendatakse informatsiooni riigiasutuste kodulehekülgedel, töötatakse välja teabematerjale, korraldatakse koolitusi, jagatakse informatsiooni meediavahendite (televisioon, raadio, ajakirjandus) kaudu.

## Kasutatud kirjandus

Clavensjö, B., Åkerblom, G., 1994. The Radon book. Measures against radon, Swedish Council for Building Research, Stockholm, 129.

IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Protection of Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation. No. SSG-32. 2015. International Atomic Energy Agency, Vienna.

ICRP, 2010. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40(1).

Petersell, V., Åkerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K., 2004. Eesti radooniriski kaart. Seletuskiri. Tallinn-Stockholm, 52.

Petersell, V., Åkerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K., 2005. Radon Risk Map of Estonia: Explanatory text to the Radon Risk Map Set of Estonia at scale of 1 : 500 000 Report 2005:16. Swedish Radiation Protection Authority (SSI), Tallinn-Stockholm, 74.

Radoonihutu hoone projekteerimine, 2003. Eesti Standard. (EVS 840:2003).

Radoonihutu hoone projekteerimine, 2009. Eesti Standard. (EVS 840:2009).

Juhised radoonikaitse meetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes, 2017. Eesti Standard. (EVS 840:2017).

RAM 2016 Radooni aktiivsuskontsentratsiooni mõõtmine. Keskkonnaministeerium.

Kiisk, M.; Suursoo, S.; Isakar, K.; Koch, R. 2011. Relevant radionuclides in Estonian drinking and ground waters – measurement techniques and activity concentrations. Radioprotection, 46 (6), 107–112.

Lagarde, F., Axelson, G., Damber, L., Mellander, H., Nyberg, F., Pershagen, G. 2001. Residential radon and lung cancer among never-smokers in Sweden. - Epidemiology, **12**, 4, 396–404

UNSCEAR 2008. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. (Vol 1, Annex B: Exposures of The Public and Workers from Various Sources of Radiation, p. 404.) New York, 2010.

WHO Handbook of Indoor Radon, WHO 2009.

Zeeb, H., Shannoun, F. (Eds.). (2009). WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Switzerland, Geneva: WHO Press.