

# **RADOONIOHUTU ELAMU**

Tallinn 2004

Ülevaate radooniohtlikkusest Eesti elamutes ja meetmetest radooniohu vältimiseks on koostanud OÜ JÕGIOJA Ehitusfüüsika KB koostöös Eesti Kiirguskeskuse ja Eesti Geoloogiakeskusega. Teabematerjal on valminud Rootsi Kiirguskaitse Instituudi rahastamisel.

Koostaja: Ph. D. Endel Jõgioja

Väljaandja: OÜ Ehitusteave

Trükk: AS Aktaprint

## SISSEJUHATUS

Radoon on värvitu ja lõhnatu looduslik radioaktiivne gaas, mis tekib maapinnas põhiliselt uraani  $^{238}\text{U}$  lagunemisreas radiumi lagunemisel. Radoon laguneb edasi lagunemisproduktideks ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ), mida nimetatakse radooni tütarproduktideks.

Sageli kasutatakse mõistet **radoon** tähenduses **radoon + radooni tütarproduktid**.

Inimest mõjutav ioniseeriv kiirgus lähtub nii looduslikest kui tehno-geensetest (meditsiinis, tööstuses ja mujal kasutatavatest) kiirgusallikatest. Sissehingatav radoon annab üle poole aastases looduslikust kiiritusdoosist ja üle 40% summaarsest kiiritusdoosist, mis inimesele osaks saab.

Maapinnast välisõhku pääsenud radoon hajub välisõhus. Seetõttu on välisõhu radoonisisaldus väike ega kahjusta inimese tervist. Kuid aluspinnasest elamusse sattuv radoon võib tõsta ruumiõhu radoonisisalduse määran, mis pikaajaliselt toimides võib inimese tervist kahjustada. **Sissehingatava õhu radoonisisaldus on suitsetamise järel kopsuvähki soodustavate tegurite seas teisel kohal. Eriti ohtlik on radooni tervist kahjustav mõju suitsetajatele, sest suitsu mõjule lisandub suitsuosakestele kinnitunud radooni tütarproduktide alfa-kiirguse mõju.**

**Radoon satub elamusse peamiselt hoonealusest pinnasest.**

Selle kirjutise eesmärk on anda ülevaade radooniohtlikest aladest Eestis, radooni kontsentratsioonist elamute õhus ja radooni elamusse sattumise teedest ning anda projekteerijatele ja ehitajatele juhi-seid, kuidas ehitada radooniohutut hoonet ning kuidas muuta olemasolevad elamud radooniohutuks remondi käigus, et vältida tervist kahjustava radooni ülemäärast sattumist ruumidesse.

Vastavalt Eesti Projekteerimisnormi EPN 12.2–2000 eelnõule "Sisekliima" ja Eesti Standardile EVS 840:2003 "Sisekliima" peab hoonete elu-, puhke- ja tööruumides aasta keskmine radoonisisaldus olema väiksem kui  $200 \text{ Bq/m}^3$  ja gammakiirgus alla  $0,5 \mu\text{Sv/h}$ .  $1 \mu\text{Sv} = 100 \mu\text{R/h}$ .

Kõrgema radoonitasemega maades klassifitseeritakse pinnased radooniohtlikkuse järgi ja kasutusel on sellest tulenevad ehitusmeetmed. Eestis on asjakohased soovitused olemas aastast 2000 kehtivas projekteerimisnormis EPN 12.3 „Radooniohutu hoone projekteerimine“, mis alates 2003. aastast kehtib kui Eesti Standard EVS 840:2003. Dokument annab pinnaste liigituse radooni emissiooni ehk eraldumise põhjal ja esitab ehitusmeetmed radooniohu vältimiseks.

## PINNASE LIIGITUS RADOONI ERALDUMISE ALUSEL

Pinnase radooni eraldumise tasemeks loetakse ühe meetri sügavusel pinnase poorides oleva õhu mõõdetud radoonisisaldust ( $C_{1m}$ ).

Pinnas klassifitseeritakse vastavalt pinnases oleva õhu radoonisisaldusele:

### Madala radoonisisaldusega

on pinnas, mille

- radoonisisaldus  $C_{1m} < 10\ 000\ \text{Bq/m}^3$

### Normaalse radoonisisaldusega

on pinnas, mille

- radoonisisaldus  $C_{1m}$  on 10 000 kuni 50 000  $\text{Bq/m}^3$

### Kõrge radoonisisaldusega

on pinnas, mille

- radoonisisaldus  $C_{1m}$  on 50 000 kuni 250 000  $\text{Bq/m}^3$

### Ülikõrge radoonisisaldusega

on pinnas, mille

- radoonisisaldus  $C_{1m} > 250\ 000\ \text{Bq/m}^3$

## RADOONIOHTLIKUD ALAD EESTIS

Eesti Geoloogiakeskuse andmeil võib radoonioht elamutes esineda järgmistes Eesti piirkondades:

### Tallinnast lääne pool

- 1) Pakri poolsaare kirdekaldal kuni Kersaluni;
- 2) Klooga ümbruses;
- 3) Lohusalu poolsaarel kuni Põhja-Eesti paekaldani (edaspidi *paeastang*);
- 4) Laulasmaa ja Türisalu vahelisel alal paeastangust mere poole;
- 5) Vääna jõe orus paeastangute vahel;
- 6) Paeastangualusel alal Tiskrest kuni paeastangu ristumiseni Paldiski maanteega, kuni kilomeetri laiusel ribal;

### Tallinnas

- 7) Alal, mis ulatub Harku järvest lõunas ja kagus kuni paeastanguni;
- 8) Mustamäe nõlvalusel kuni Rahumäeni, kuni kilomeetri laiusel ribal;
- 9) Põhja pool Rahumäe ja Liiva raudteejaamade vahelist joont kuni kahe kilomeetri laiusel ribal, mis ulatub Balti jaamani, Toompea küngas välja arvatud;
- 10) Ida pool Lilleküla ja Järve raudteejaamade vahelist joont kuni endise tselluloositehaseni;
- 11) Paekalda-alusel alates endisest tselluloositehasest kuni paeastangu ristumiseni Vana-Narva maanteega, kuni poole kilomeetri laiusel ribal;
- 12) Maarjamäelt ida pool paikneval paeastangualusel kuni kilomeetri laiusel ribal;
- 13) Pirita jõe orus alates Nehatust kuni botaanikaaiani;
- 14) Pirita jõe orust ida pool paikneval paeastangualusel, kuni kahe kilomeetri laiusel ribal;

### Tallinnast ida pool

- 15) Viimsi poolsaare keskosas (tuumikus) Mähest põhja pool;
- 16) Maardu linnas ja Kallaveres koos ümbruskonnaga;
- 17) Põhja pool Vana-Narva maanteed, alates Jõelähtmest kuni Jägala jõeni kuni nelja kilomeetri laiusel ribal;
- 18) Paeastangualusel ida pool Jägala jõge, kuni kilomeetri laiusel ribal, mis ulatub kuni punktini 19;
- 19) Mõlemal pool Vana-Narva maanteed (kuni poole kilomeetri laiusel ribal lõuna ja kuni kilomeetri laiusel ribal põhja pool), alates paekalda mahasõidust ida pool Jägala jõge kahe kilomeetri pikkusel lõigul kuni mereni;
- 20) Punktist 19 kuni Kolgani paeastangu all ja sealt edasi kuni Võsuni mattunud paeastangu all kuni poole kilomeetri laiusel ribal;

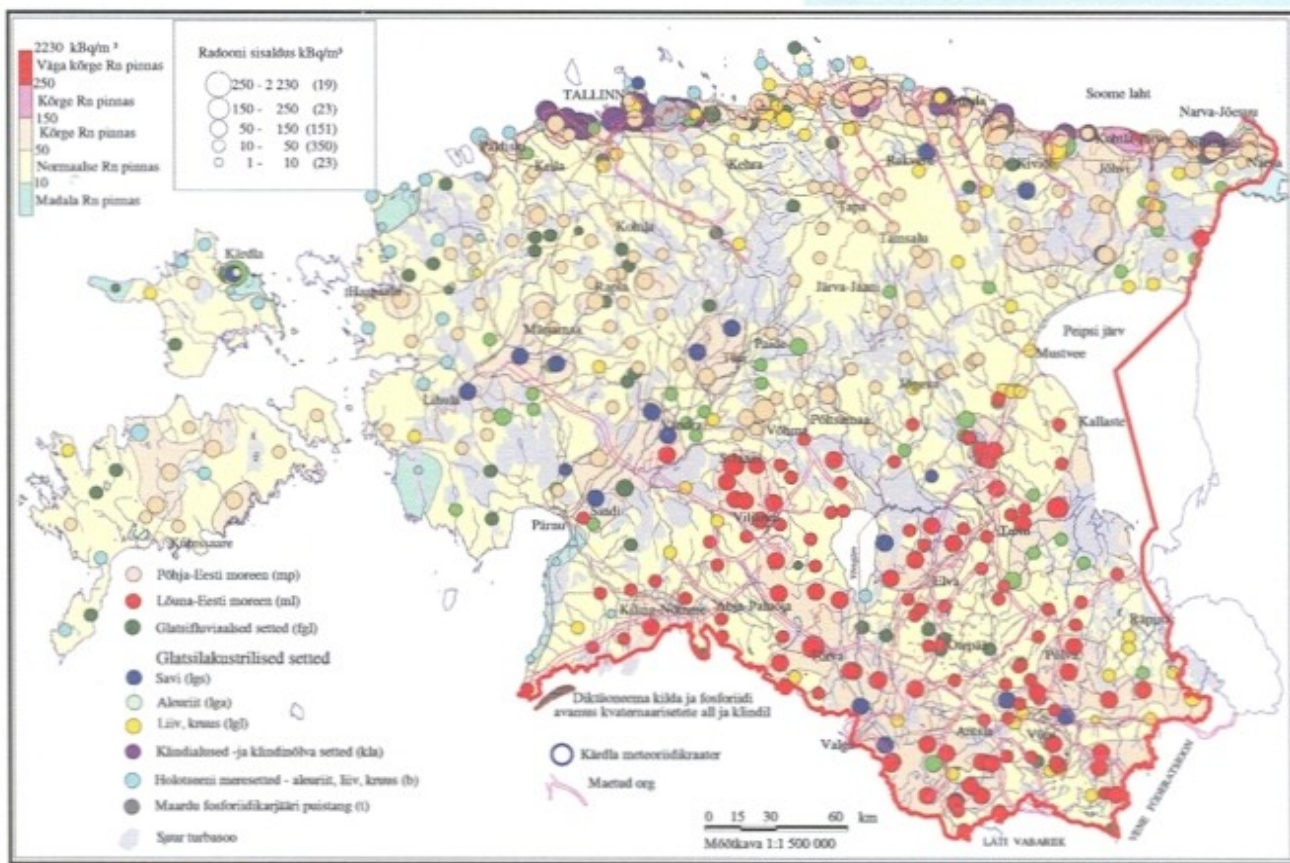
- 21) Võsu joonest kuni Selja jõeni, liivaalade piirist lõunas kuni paeastangu või järsakuni (mattunud paeastanguni), kuni kilomeetri laiusel ribal;
- 22) Selja jõe mattunud orus kuni 100 meetri laiusel ribal;
- 23) Selja jõest kuni Kunda jõeni liivaalade piirist lõuna pool kuni paeastangu või järsakuni, kuni kilomeetri laiusel ribal;
- 24) Kunda jõe mattunud orus kuni 500 meetri laiusel ribal;
- 25) Kunda jõest kuni Pada jõeni kitsal ribal paeastangu all;
- 26) Pada jõest ida pool merepoolse paeastangu all kuni Kalvini, kuni 200 meetri laiusel ribal;
- 27) Pada jõest ida pool maapoolse paeastangu all piki Tallinn–Narva maanteed kuni Purtse jõeni, kuni 300 meetri laiusel ribal;
- 28) Purtse asulast kuni Aa rannani looklev, kuni poole kilomeetri laiusel ribal;
- 29) Toilas, Pühajõe suudmealast lääne pool umbes 1 km<sup>2</sup> suurusel alal;
- 30) Pühajõe mattunud orus lõuna pool raudteed, umbes 1 km<sup>2</sup> suurusel alal;
- 31) Voka piirkonnas kuni 2 km<sup>2</sup> pindalaga merega rööbiti asuval alal;
- 32) Sillamäe linna alal (paiguti);
- 33) Paeastangualusel kuni poole kilomeetri laiusel ribal Peeterristilt kuni Narva jõeni.

Peale ülalmainitud paikade võib radooniohtlike alade olemasolu oletada nii kõigis mattunud orgudes kui tektooniliste rikete piirkondades Tallinnas ja põhjapool Paldiski–Tallinn–Narva raudteed ning puistangute aladel Maardu–Sillamäe lähikonnas, mille koosseisus võib olla oobolusliivakivi ja/või diktüoneemakilta või nende töötlemise jääke.

Eesti Geoloogiakeskuse 2004. aastal koostatud Eesti pinnaseõhu radoonisisaldust iseloomustav kaart on joonisel 1.

Radooniohtlikele aladele rajatavate elamute alla jääva pinnase radooniohtlikkus määratakse proovipuurimiste käigus 0,8 m sügavustest kaevistest saadud pinnase radoonisisalduse analüüsiga.

Radooniohtlik võib olla ka tarbevesi. Vee radioloogilist kontrolli tuleb teha vastavalt Eesti Standardile EVS 663:1995 "Joogivesi. Üldnõuded".



Joonis 1 Eesti pinnaseõhu radoonisisalduse kaart

## RADOONISISALDUS EESTI ELAMUTE RUUMIÖHUS

Selgitamaks radoonisisaldust Eesti elamute ruumiõhus on Eesti Kiirguskeskus koostöös Rootsi Kiirguskaitse Instituudiga teinud aastatel 1994–2004 laiaulatusliku uurimistöo, mille tulemused 1998.–2001. aastal uuritud 515 juhuslikult valitud elamu kohta on esitatud järgmises tabelis.

Eesti elamutes mõõdetud ruumiõhu radooni sisaldus

Elamu (korterit) tüüp ja asukoht	Uuritud korterite arv	Radoonisisaldus õhus, Bq/m <sup>3</sup>	
		Keskmine	Maksimaalne
<b>Kogu Eestis</b>			
Ühepereelamu	343	103	1044
Korrumaja esimene korrus	172	78	538
<b>Harjumaa</b>			
Ühepereelamu	30	120	475
Korrumaja esimene korrus	11	100	249
<b>Hiiumaa</b>			
Ühepereelamu	8	70	127
Korrumaja esimene korrus	2	45	57
<b>Ida-Virumaa</b>			
Ühepereelamu	31	83	320
Korrumaja esimene korrus	35	58	200
<b>Jõgevamaa</b>			
Ühepereelamu	10	110	255
Korrumaja esimene korrus	21	60	126
<b>Järvamaa</b>			
Ühepereelamu	16	71	137
Korrumaja esimene korrus	10	50	115
<b>Läänemaa</b>			
Ühepereelamu	27	87	174
Korrumaja esimene korrus	3	73	89
<b>Lääne-Virumaa</b>			
Ühepereelamu	58	130	1044
Korrumaja esimene korrus	15	80	284
<b>Põlvamaa</b>			
Ühepereelamu	8	93	290
Korrumaja esimene korrus	14	60	103
<b>Pärnumaa</b>			
Ühepereelamu	26	105	197
Korrumaja esimene korrus	9	98	170
<b>Raplamaa</b>			
Ühepereelamu	24	210	558
Korrumaja esimene korrus	9	183	538
<b>Saaremaa</b>			
Ühepereelamu	19	72	321
Korrumaja esimene korrus	5	40	129
<b>Tartumaa</b>			
Ühepereelamu	22	108	260
Korrumaja esimene korrus	17	90	218
<b>Valgamaa</b>			
Ühepereelamu	12	130	272
Korrumaja esimene korrus	5	80	124
<b>Viljandimaa</b>			
Ühepereelamu	26	100	215
Korrumaja esimene korrus	13	80	145
<b>Võrumaa</b>			
Ühepereelamu	26	63	227
Korrumaja esimene korrus	3	90	102

Tabelist nähtub, et lubatust kõrgem radoonisisaldus ruumiõhus esines enamikus maakondades, välja arvatud Hiiumaa, Järvamaa, Läänemaa ja Pärnumaa.

Eriti kõrge radoonisisaldus elamute ruumiõhus (üle 475 Bq/m<sup>3</sup>) oli Lääne-Virumaal, Raplamaal ja Harjumaal.

Esitatud andmete alusel saab väita, et radoonile kui tervist kahjustavale gaasile tuleb pöörata elamute projekteerimisel, ehitamisel ja kasutamisel tõsist tähelepanu.

## RADOONI TUNGIMINE HOONESSE

Radoon satub elamusse:

- hoonealusest pinnasest;
- olmeveest;
- ehitusmaterjalidest.

Enamikel juhtudel tungib radoon ruumidesse hoonealusest pinnasest. Radooni ruumi sattumise peamised teed on näidatud joonisel 2.

## RADOONIOHUTU ELAMU EHTAMISE ÜLDNÕUDED

1. Elamu tarindites tuleb vältida selliste ehitusmaterjalide kasutamist, mille radioaktiivsete ainete sisaldus on suur (eriaktiivsuse indeks on suurem kui 1 [4]).

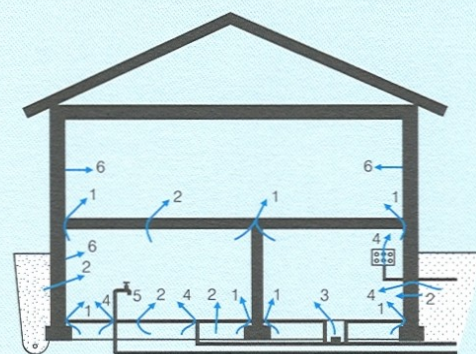
2. Olmevee radoonisaldus ei tohi olla suurem, kui on Eesti Standardiga EVS 663:1995 "Joogivesi. Üldnõuded" kehtestatud norm. Kõrgema radoonisaldusega olmevee tarbimise korral tuleb kasutada eriseadmeid veest õhu eemaldamiseks. Parimate veest õhu eemaldamise seadmetega on võimalik vähendada vee radoonisaldust 75–95%.

3. Radooni hoonealusest pinnasest eluruumi sattumise vältimiseks tuleb elamu projekteerimisel ja ehitamisel silmas pidada järgmist:

- poorsetest materjalidest (nt väikeplokkidest) ehitatud vundamendid peavad olema ehitatud selliselt, et radoon ei satuks pooride ja plokkidevaheliste vuukide kaudu keldrisse ja välisseina, kust see võib edasi tungida eluruumidesse;
- elamu esimese korruse põrand ja vundament peavad moodustama ühtse õhutiheda radoonitõkke;
- radoonitõkke kihte läbivate tarindite ning kommunikatsioonitorude ja -juhtmete liitekohad peavad olema õhutihedad;
- tuleb vältida võimalike pragude (temperatuurikahanemisest jm põhjustest tingitud) tekkimist radoonitõkkes.

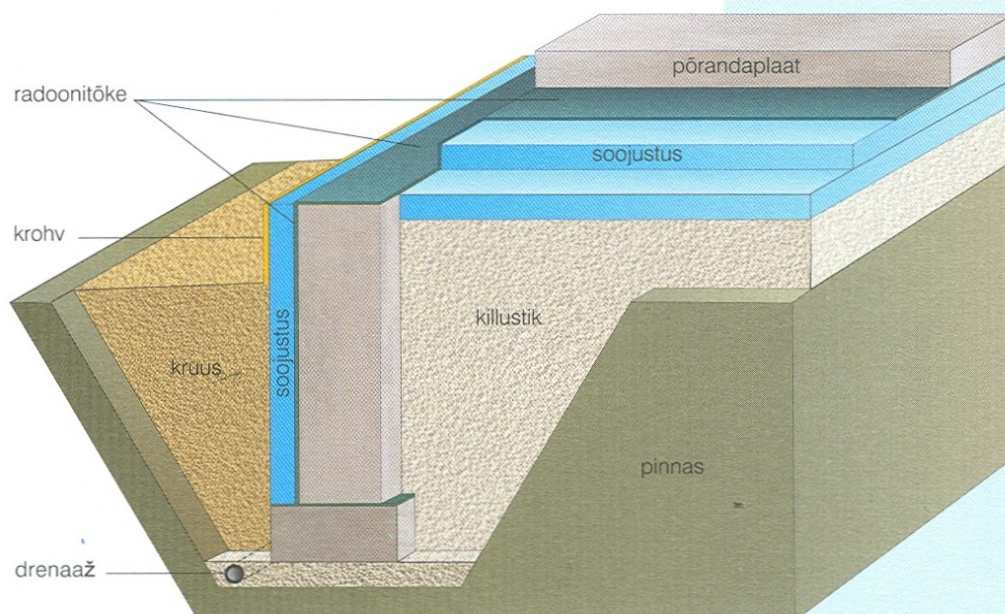
Joonisel 3 on põrand ja vundamendisõlme radoonitiheda lahenduse näide.

4. Elamu ventilatsioonisüsteem tuleb projekteerida selliselt, et hoonealuse pinnase õhk ei satuks eluruumidesse.

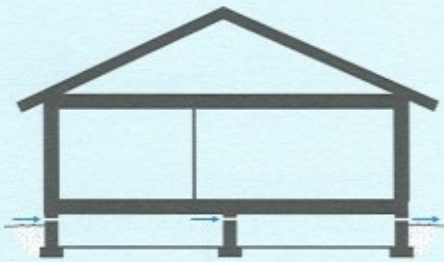


1. Põranda ja seina vaheline pragu
2. Ebatihe tarind
3. Põrandasüvend
4. Põrandat läbiva toru ümbrus
5. Olmevesi
6. Ehitusmaterjal

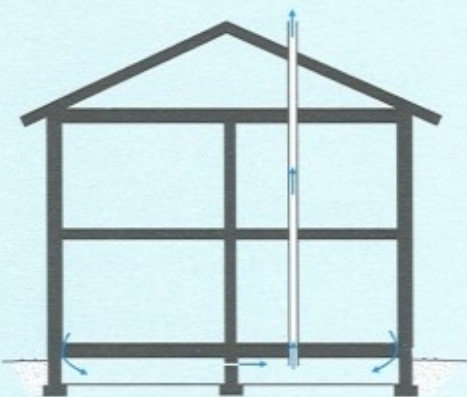
Joonis 2 Radooni elamusse sattumise peamised teed



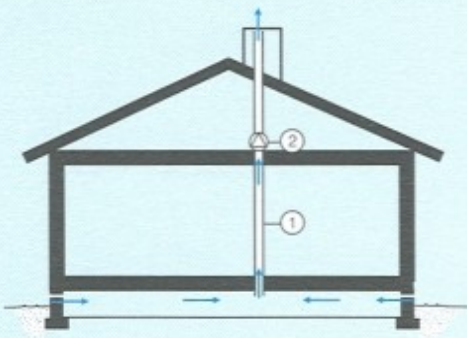
Joonis 3 Põrand ja vundamendi radoonitiheda lahendus



Joonis 4 Põrandaaluse tuulutus välisõhuga

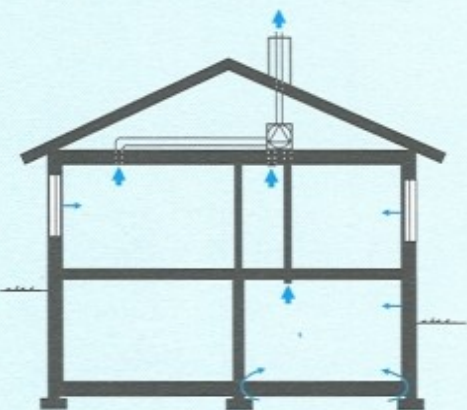


Joonis 5 Põrandaaluse ventileerimine siseõhuga loomulikult tõmbel



1. Metall- või PVC-toru, mis on kondensatsiooni vältimiseks soojustatud
2. Ventilator

Joonis 6 Põrandaaluse ventileerimine



Joonis 7 Mehaanilise väljatõmbega ventilatsioonisüsteem

## RADOONIOHUTU ELAMU VENTILEERIMINE

Normaalse radoonisaldusega pinnasel maapinnast kõrgemal asuva põrandaga keldrita hoones võib põrandaalust tuulutada soklis paiknevate õhutusavade kaudu (vt joonis 4), kasutada ventileerimist loomulikult tõmbel (vt joonis 5) või ventilaatorite abil (vt joonis 6).

Radooniohtlikel aladel tuleb esimesel korrusel eelistada raudbetoonpõrandaid, mis erilise radoonimembraani kasutamise ning liitkohtade ja läbiviikude hoolika tihendamise ning hea töö kvaliteedi korral väldib radooni maapinnast hoonesse sattumist.

### Keldriga elamu ventileerimine

Radooni keldrist eluruumidesse sattumise vältimiseks on vajalik välja ehitada tõhus loomulikult rõhkude vahel või mehaanilisel tõmbel töötav keldri ventilatsioonisüsteem.

Keldrikorrusel tuleb tagada suurem alarõhk ülalpool asuvate korrustega võrreldes. Et tagada keldrikorrusel suuremat alarõhku, tuleb eelistada mehaanilise väljatõmbega ventilatsioonisüsteemi (vt joonis 7).

### Hoonealuse ventileerimine

#### Alarõhumeetod

Joonisel 8 on esitatud hoonealuse ventileerimise meetod, mille juures õhu väljaimemisega hoonealusest pinnasest ühest või mitmest kohast tekitatakse hoone all alarõhk.

Ventilaatori võib paigaldada majast väljapoole (vt joonis 8) või keldrisse. Tarindeid läbivate torude läbiviigud ja torude ühendused tuleb hoolikalt tihendada. Torude pinnal kastevee tekkimise ohu korral tuleb torud soojustada.

Liialt intensiivne põrandaaluse ventileerimine võib talvekuudel põhjustada põrandaaluse külmumist.

Süsteemi efektiivsust on raske prognoosida, kuna maapinna poorus ja põranda tihedus ei ole täpselt määratavad.

## Õhkpadjameetod

Joonisel 9 on esitatud hoonealuse ventileerimine nn õhkpadjameetodil.

Selle meetodi kohaselt ventileeritakse majaalust pinnast ruumidest võetava õhuga. See on alarõhu meetodile vastupidine toiming. Meetodi eeliseks on soe põrand.

Ülerõhu tekitamine keldripõranda all võib põhjustada radooni tungimist ruumidesse põranda ebatiheduste kaudu, kuid tiheda põranda all oleva ruumi korraliku ventileerimisega surutakse pinnaseõhu radoon hoonest välja. Seepärast annab kõnesolev meetod suhteliselt häid tulemusi. Vajalikke töid peavad tegema spetsiaalsed ehitusfirmad.

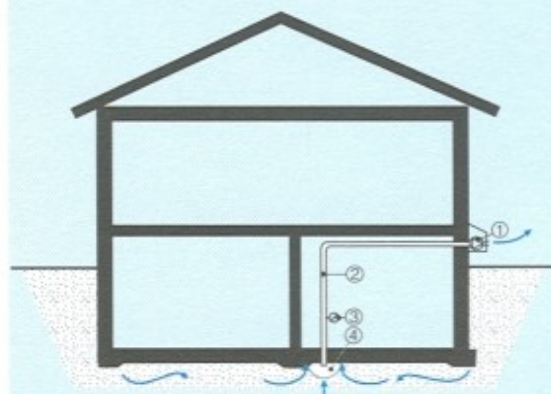
## Põrandaalused ventilatsioonitorud

Majaalusest pinnasest radooni eemaldamise tõhusamaid mooduseid on põrandaaluse ventileerimine põranda all paiknevate ventilatsioonitorude kaudu. Põranda alla poorsesse täitepinnase kihti paigutatakse ventilatsioonitorude süsteem, mis on ühendatud kas hoones või väljaspool hoonet paikneva püstikuga (vt joonis 10). Püstik varustatakse ventilaatoriga.

## Radoonikaev

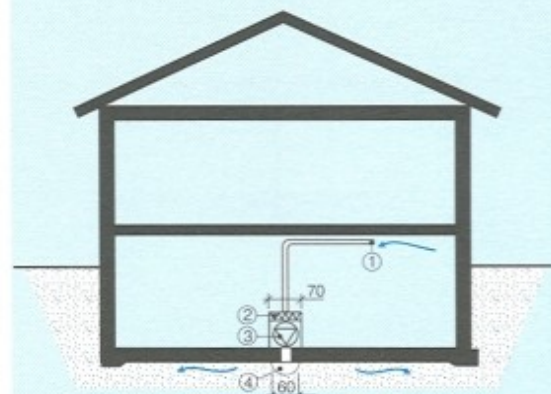
Radoonikaevu skeem on esitatud joonisel 11.

Radoonikaevu kasutatakse radooni hoonealusest pinnasest eemaldamiseks eelkõige õhu hästi läbilaskvate pinnaste (näiteks kruusapinnase) korral. Radoonikaevus paikneva ventilaatoriga imetakse maja alt ja selle ümbrusest välja radoonirohke õhk, tekitades maja all alarõhu. Sellega välditakse radooni tungimist majja. Radoonikaev asetseb väljaspool maja. Õhu väljavoolukanal paigaldatakse majast sellisele kaugusele, et radoon ei satuks uuesti majja. Kasutatakse eri suurusega radoonikaevusid, mis võivad teenindada kas üht maja või majade gruppi.



1. Ventilaator
2. PVC-toru läbimõõduga 50 mm
3. Manomeeter
4. Süvend läbimõõduga vähemalt 300 mm

Joonis 8 Hoonealuse ventileerimine alarõhumeetodil



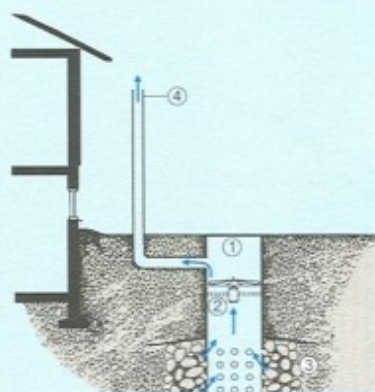
1. Ventilatsiooniava
2. Tolmufilter
3. Ventilaator
4. Süvend läbimõõduga 60 cm

Joonis 9 Hoonealuse ventileerimine õhkpadjameetodil



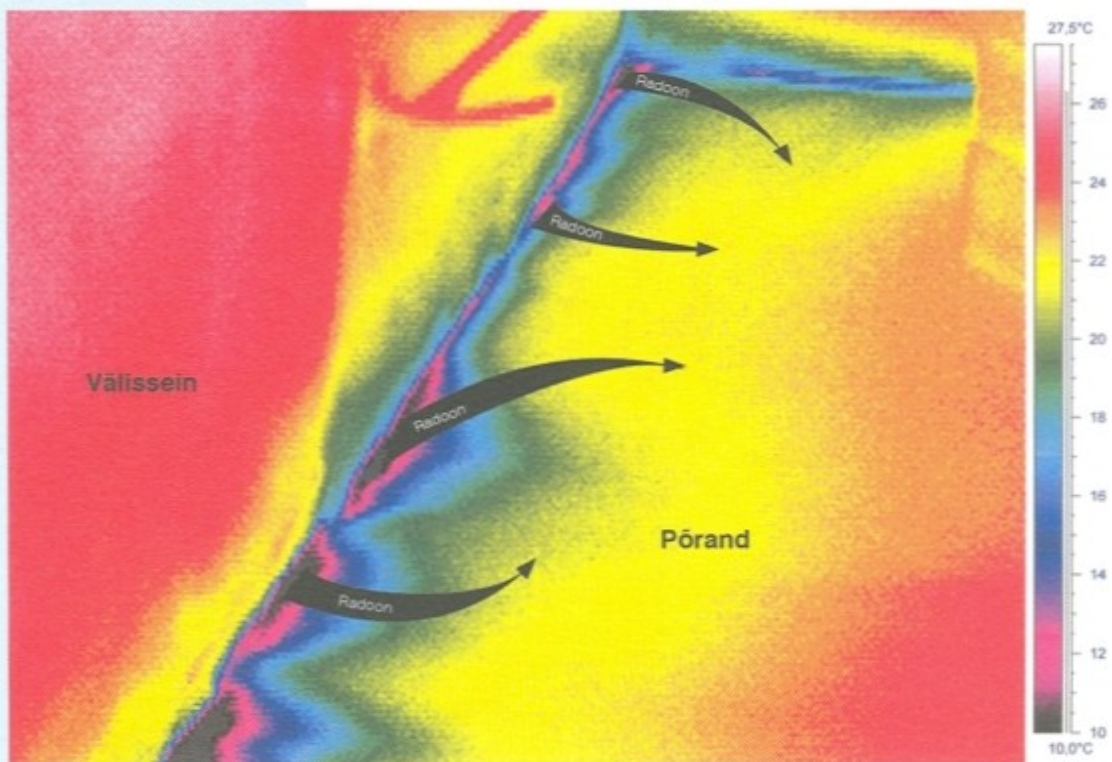
1. Hoonesse paigutatud püstik
2. Hoonest väljaspool paiknev püstik

Joonis 10 Ventilatsioonitorude paigutuse skeem

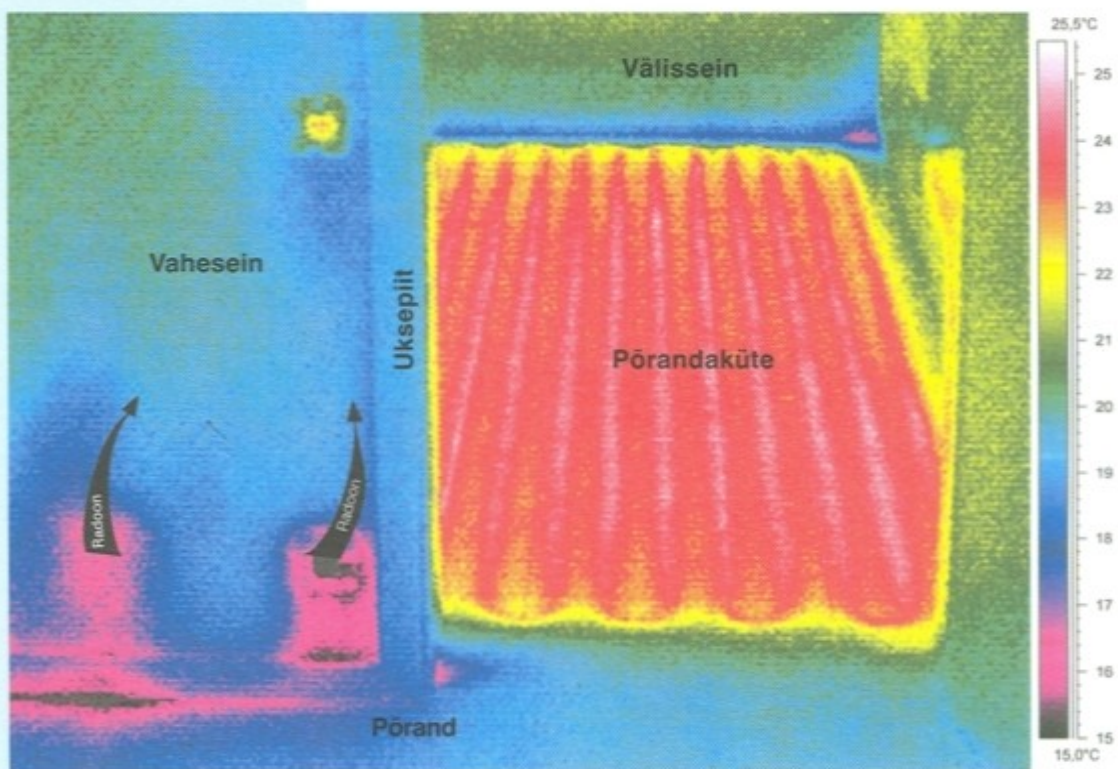


1. Toru läbimõõduga 40...100 mm, pikkusega 350...400 cm
2. Ventilaator koos mürasummutiga
3. Imemiskamber
4. Õhu väljavoolukanal

Joonis 11 Radoonikaevu skeem



Joonis 12 Radooni tungimine ruumi põranda ja sein vahelt



Joonis 13 Radooni tungimine ruumi põranda alt pistikupesade kaudu

## Radoonitaseme alandamine olemasolevates elamutes

Kõiki eespool nimetatud radooniohutu elamu ehitamise meetmeid ei ole olemasolevates elamutes radoonitaseme alandamiseks võimalik rakendada.

Juhul, kui elamu asub radooniohtlikus piirkonnas, tuleks mõõtmistega välja selgitada radooni tase ruumides ja radooni ruumi sattumise võimalikud kohad. Seejärel koostada remonttööde detailne projekt.

Elamutes tehtud arvukad uuringud näitasid, et õhk tungib põranda alt esimese korruse ruumidesse põhiliselt seinte ja põranda nurkade (vt termofoto), seinas paiknevate pistikupesade (vt termofoto) ja põrandat läbivate torude läbiviikude kaudu. Seega tuleb esmajärjekorras pöörata tähelepanu just nende kohtade õhutihedaks muutmisele.

Radooni tungimist ruumi on võimalik tuvastada spetsiaalsete õhu radoonitaset mõõtvate seadmetega.

Juhul, kui radoon maja ümbritsevast maapinnast võib elamusse sattuda läbi ebapiisavalt tiheda vundamendi, tuleb hoolikalt tihendada vundament ja keldri põrand (vt joonis 14), samuti seina ja põranda liitekohad.

Eriti raske on muuta radoonitihedaks valmis maja vundamendi ja seina ühenduskohti. Üldreeglina on lintvundament kaetud hüdroisolatsioonikihiga. Sellest nõudest on aastakümneid lähtunud projekteerijad ja ehitajad. Seega võib paljudel juhtudel vajadus paigaldada radoonitõket vundamendi ja seina vahele ära langeda.

Juhul, kui varem paigaldatud hüdroisolatsioon ei ole küllaldane, et radooni eluruumidesse tungimist ära hoida, tuleb radoonitaseme alandamiseks kasutada eelpool kirjeldatud ventilatsioonisüsteeme.

Radoon võib pinnasest eluruumi sattuda ka põrandatarindeid läbivate pragude kaudu.

Siin on mõningad näited, kuidas radooni läbi pragude ruumi sattumist vältida.

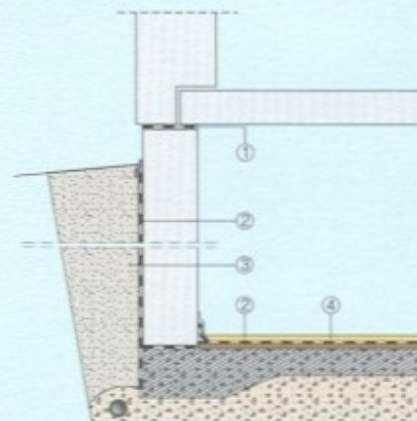
Joonisel 15 on näidatud välisseina ja põranda nurga tihendamine. Selleks freesitakse nurka soon, mis täidetakse elastse vuugitãitega ja kaetakse nurgikuga.

Analoogiliselt toimitakse ka torude läbiviikude tihendamisel.

Juhul, kui betoonpõrandas on betooni läbivaid pragusid, freesitakse prao kohal põrandasse soon ja täidetakse elastse vuugitãitega ning liimitakse peale radoonitõkkeriba (vt joonis 16).

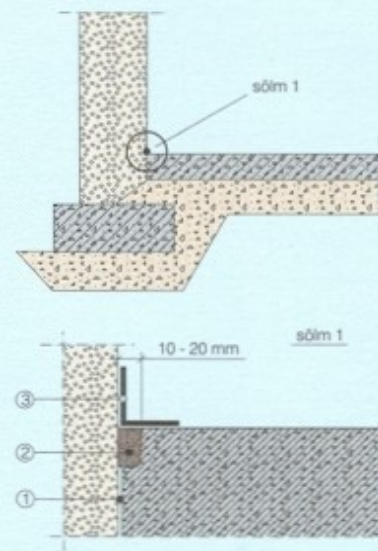
Põrandaalusega vanale puitpõrandale tuleks panna radoonitõkkekiht ja sellele uus põrandakate. Põranda radoonitõke peab tihedalt liibuma vastu seina. Kui need meetmed ei anna rahuldavaid tulemusi, tuleb radoonitaseme alandamiseks kasutada ruumide, põrandaaluse või keldriruumi ventileerimist, nagu on kirjeldatud eespool.

Hästi õhku läbilaskva pinnase (kruusa) või maja ehitamise ajal tehtud killustikpadja korral võib saavutada häid tulemusi eespool kirjeldatud alarõhu- (joonis 8), õhkpadja- (joonis 9) või radoonikaevu (joonis 11) meetodiga.



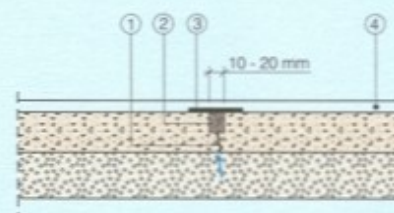
1. Olemasolev hüdroisolatsioon
2. Paigaldatav radoonitõke
3. Kruus, killustik
4. Uus põrandakate

Joonis 14 Vundamendi ja keldri põranda tihendamine



1. Vuugitãide
2. Elastne vuugitãide
3. Tihed pinnakate

Joonis 15 Keldri seina ja põranda liitekohta tihendamine



1. Pragu
2. Elastne vuugitãide
3. Tihed pinnakate
4. Uus põrandakate

Joonis 16 Prao tihendamine betoonpõrandas

**KASUTATUD KIRJANDUS**

1. E. Realo, T. Viik. Kiirguskaitse sõnastik. Inglise-eesti & eesti-  
inglise. Eesti Kiirguskeskus, Tartu 1997
2. T. Kõöp. Looduslik radioaktiivsus arvudes. Eesti Kiirguskeskus,  
1999
3. L. Pahapill. Radoon hoonetes. Eesti Kiirguskeskus, 1999
4. E. Jõgioja. Radooniohutu hoone projekteerimine. Eesti Projek-  
teerimismisnormid EPN 12.3
5. Lia Pahapill, Anne Rulkov, Raivo Rajamäe, Gustav Åkerblom.  
Radon in Estonian dwellings Results from a National Radon  
Survey. SSI report 2003:16, Stockholm 2003
6. Åtgärder mot radon i bostäder. Statens råd för byggnads-  
forskning. G14:1990, Stockholm
7. Bertil Clavensjö, Gustav Åkerblom. Radon Book. The measures  
against radon. Byggnadsforskning, 1994
8. Radonin merkitys talonrakennustekniikassa. Radontekninen  
suunnittelu. Martti Viljanen, Timo Lehtoviita, Eero Slunga, Pekka  
Kanerva. Helsinki Teknillinen Korkeakoulu, Espo 1987