

Saimaan ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari AMK Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Pekka Janhunen

Radonin torjuntamenetelmät uudisrakentamisessa

Tiivistelmä

Pekka Janhunen

Radonin torjuntamenetelmät uudisrakentamisessa, 27 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, työpäällikkö

Martti Kärnä, Rakennusliike U. Lipsanen Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda selkeitä ja yksinkertaisia ohjeita radonin torjuntaan uudisrakentamisessa. Ohjeet on tarkoitettu käytettäväksi rakennusalan ammattilaisille suunnittelu- ja toteutusvaiheisiin. Työssä ei käsitellä korjausrakentamista.

Työssä käsiteltiin perustusten, tuuletusjärjestelmän ja tiivistysmenetelmien eri vaihtoehtoja ja niiden merkitystä radonin torjunnan suhteen. Uudisrakennuksen rakentamisvaiheen osalta työssä käsiteltiin lattian alle tulevien erilaisten putkistojen ja kanaalien työjärjestys sekä radonputkiston asentamisen eri työvaiheet.

Työn tilaajalle luotiin huoltokansioon tuotos, josta löytyy tarvittavat ohjeet rakennuksen käyttäjälle radonpitoisuuden tutkintaan ja tutkimusten jälkeisiin toimenpiteisiin. Tuotos on erittäin oleellinen osa radonin torjuntajärjestelmää, koska loppukäyttäjät eivät pääsääntöisesti ole olleet tietoisia näistä heidän vastuulleen jäävistä toimenpiteistä.

Asiasanat: radon, tuuletusjärjestelmä, radonputkisto

Abstract

Pekka Janhunen

Methods for radon blocking in newbuilding, 27 pages, 1 appendice

Saimaa University of Applied Sciences

Lappeenranta

Degree Programme in Construction Management

Infra

Bachelor's Thesis 2013

Instructors: Mr Timo Lehtoviita, Senior Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences; Martti Kärnä, work manager, Rakennusliike U. Lipsanen Oy.

The objective of the study was to create explicit and simple instructions for radon blocking in newbuilding. The instructions are meant for the use of construction professionals in the design and execution phases. The work was commissioned by Rakennusliike U. Lipsanen Oy.

The thesis deals with the effect of different foundation, ventilation system and stuffing alternatives on radon blocking. It describes the installation order of different sets of piping and canals under the floor in the construction phase of a new building. The phases of the radon piping installation were also discussed.

As a result of this study, the commissioner, Rakennusliike U. Lipsanen Oy, gets a user's maintenance guide which contains instructions for checking the radon levels and for the procedures after the analysis.

Keywords: radon, ventilation system, radon piping

Sisältö	
1 Johdanto	5
2 Radon	5
2.1 Mitä radon on?	5
2.2 Radonlähteet	6
3 Rakennuksen rakennevaihtoehdot torjunnassa	8
3.1 Radonin torjunta	8
3.2 Perustusvaihtoehdot	8
3.3 Rakenteiden tiiviys	9
3.4 Tuuletusjärjestelmä	14
3.5 Muut lattiarakenteiden alle tulevat rakenteet	17
4 Rakennusvaihe	18
4.1 Alapohjarakenteen merkitys	18
4.2 Radonputkiston asennus	18
4.3 Lattian alusrakenteiden työjärjestys	19
5 Kustannukset	19
5.1 Materiaali- ja työkustannukset	19
5.2 Esimerkkilaskelma	21
6 Huoltokansio	23
6.1 Radonin mittaus	23
6.2 Mittauspurkin käyttöohje	23
6.3 Mittaustulosten jälkeiset toimenpiteet	23
7 Johtopäätökset	24
Kuvat	26
Taulukot	26
Lähteet	27
Liite 1 Huoltokansion sivu	28

1 Johdanto

Tämän työn aiheena on radonintorjunta uudisrakentamisessa. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda selkeitä ja yksinkertaisia ohjeita radonintorjuntaan rakennusalan ammattilaisille. Ohjeiden tarkoituksena on olla apuna radonintorjunnan suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa. Ohjeissa käsitellään rakennuksen eri perustuksia, tuuletusjärjestelmän rakennevaihtoehtoja sekä liitos- ja läpivientikoh- tien tiivistysmenetelmiä. Rakentamisvaiheen osassa perehdytään lattianalusra- kenteiden työjärjestykseen sekä radonputkiston asennusohjeisiin.

Työn tilaajana toimivalle Rakennusliike U. Lipsanen Oy:lle tehtävään huoltokan- sion osaan kootaan tarvittavat ohjeet ja piirustukset radonin torjunnan suhteen. Rakennusvaiheessa toteutettavat tiivistystyöt ja tuuletusjärjestelmän asennuk- set ovat rakennuksen radonin torjuntamenetelmää. Yleensä radonpitoisuuden mitta- us jää rakennuksen käyttäjän vastuulle. Huoltokansioon koottavaan osioon on tarkoitus selvittää radonpitoisuuden mittausmenetelmät, raja-arvot sekä tar- vittavat toimenpiteet tuuletusjärjestelmän käyttöönottoa varten.

2 Radon

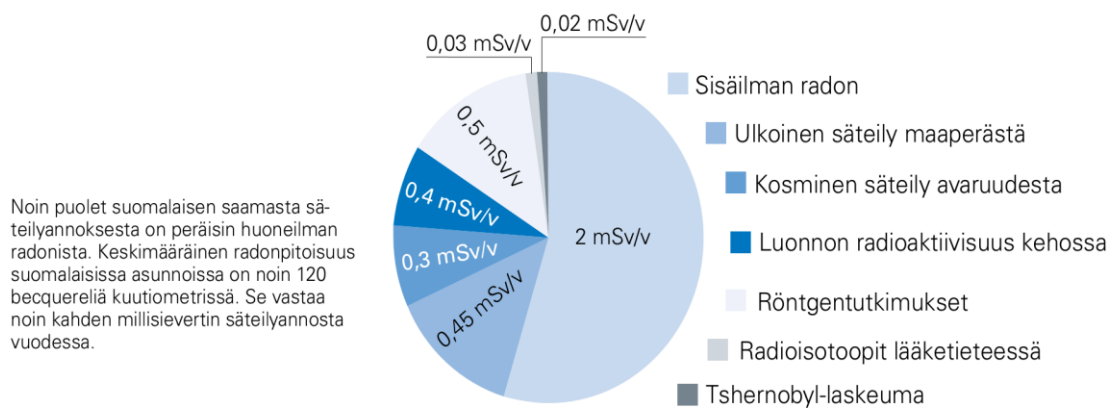
2.1 Mitä radon on?

Radon on mauton, hajuton ja näkymätön radioaktiivinen jalokaasu, jota ei voi ihmisaistein tuntea. Maaperän ja kallioperän uraanin hajoamistuotteena syntyvä radon hajoaa kiinteiksi hajoamistuotteiksi, joista osa lähettää alfasäteilyä. Suo- malaisten vuosittainen radonin vaikutuksesta saatu säteilyaltistus on noin 2 mil- lisievertiä (mSv), kun keskimääräinen säteilyaltistus vuodessa on noin 3,7 mSv. Keskimääräistä säteilyannosta verrattaessa kansainvälisesti on suomalaisten saama annos suuri. Suurin vaikutus korkeisiin säteilyannoksiin löytyy sisäilman korkeista radonpitoisuuksista. Kuvassa 1 on keskimääräisen säteilyannoksen koostumus. (Pönkä 2002 s.148 – 149.)

Keskimääräinen suomalaisen asunnon sisäilman sisältämä radonpitoisuus on 120 becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3), joka on maailman laajuisesti mitattuna suurimpia arvoja maailmassa. Suureen pitoisuuteen vaikuttavat kylmä ilmas- tomme, rakennuksen perustamistapa, uraania sisältävä maankamara ja hyvin

ilmaa läpäisevä rakennusmaa. Radon aiheuttaa keuhkosyöpävaaraa, joka aiheutuu radonkaasun lyhytikäisistä hajoamistuotteista. Radonkaasu ja hajoamistuotteet kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin, jossa ne tarttuvat keuhkoputkistoon ja keuhkorakkuloihin aiheuttaen keuhkoille säteilyannoksen. Suomessa radonin aiheuttamia keuhkosyöpä sairauksia todetaan noin 200 kpl vuodessa kokonaismäärän ollessa noin 2000 kpl. (Säteily ympäristössä 2003 s.112 – 113.)

Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on 3,7 millisievertiä vuodessa

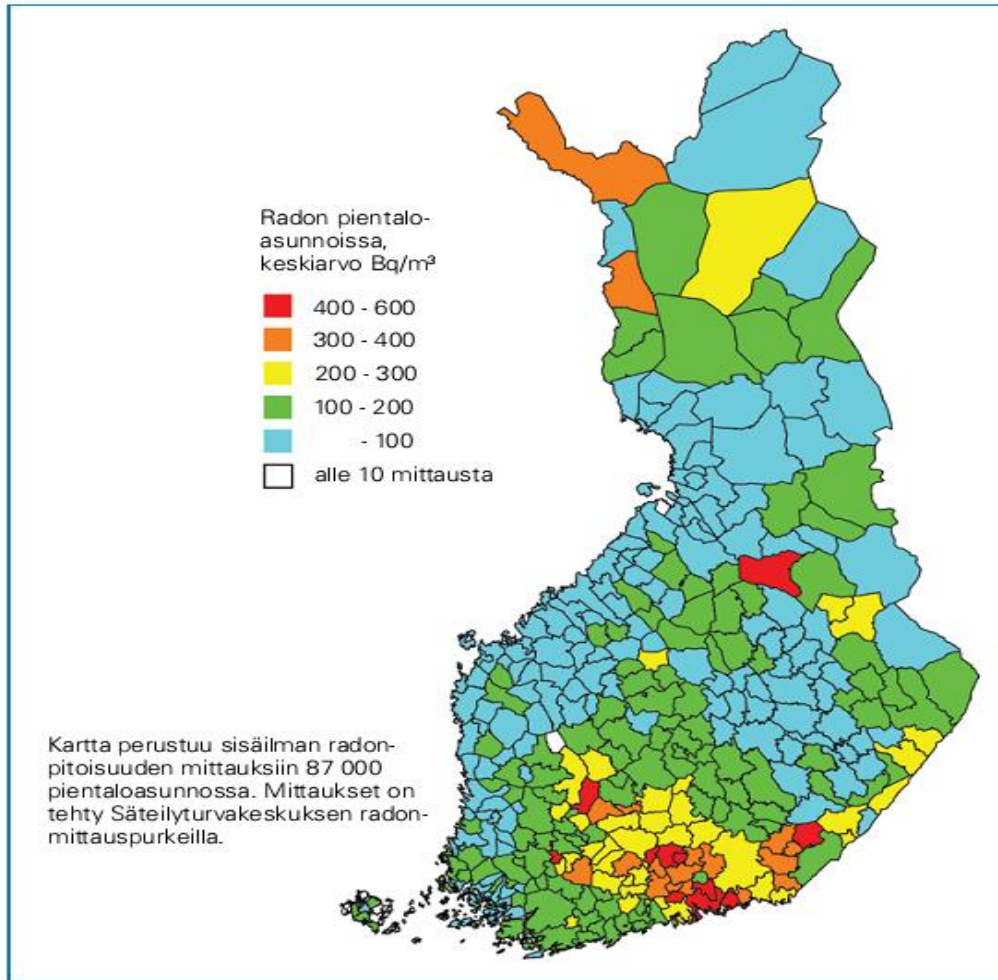


Kuva 1. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos vuodessa. (Stuk 2013.)

2.2 Radonlähteet

Suurin vaikuttava tekijä radonpitoisuuteen on maaperästä ilmavirtausten mukana nouseva radon. Radon siirtyy huoneilmaan vapautumalla rakennusmateriaaleista, rakennuksen alla olevasta maaperästä ja täytesorasta ilmavirtausten mukana, sekä mahdollisesti talousvedestä käytön mukana vapautumalla. Alkuperäinen maa-aines, täyttömaa-ainekset, salaojasorat ja muut murskatut kiviainekset vaikuttavat maaperästä tulevaan radonpitoiseen ilmavirtaukseen. Rakennusmaa-ainesten hyvällä ilmanläpäisyvyydellä on kasvattava vaikutus radonpitoisuuteen, jonka vuoksi rakennuksen ympärysten-, lattianalustojen ja perustusten alustäytössä kiviainesten radonpitoisuus on otettava huomioon suunnittelussa. Betonirakenteisissa asunnoissa rakennusmateriaali vaikuttaa radonpitoisuuteen, esimerkiksi jos lattia, seinät ja katto ovat betonirakenteisia, niin niiden yhteisvaikutus tuottaa asuntoon noin 70 Bq/m³ radonpitoisuuden. Suunnittelun tavoitearvo vuosikeskiarvona uudisrakentamisessa on enintään

200 Bq/m³ joka ylittyy ilman vastatoimia (kuva 2) yleisesti suurimmassa osassa maata. (Stuk 2011.)



Kuva 2 Sisäilman radonpitoisuuskartta. (Stuk 2011.)

3 Rakennuksen rakennevaihtoehdot torjunnassa

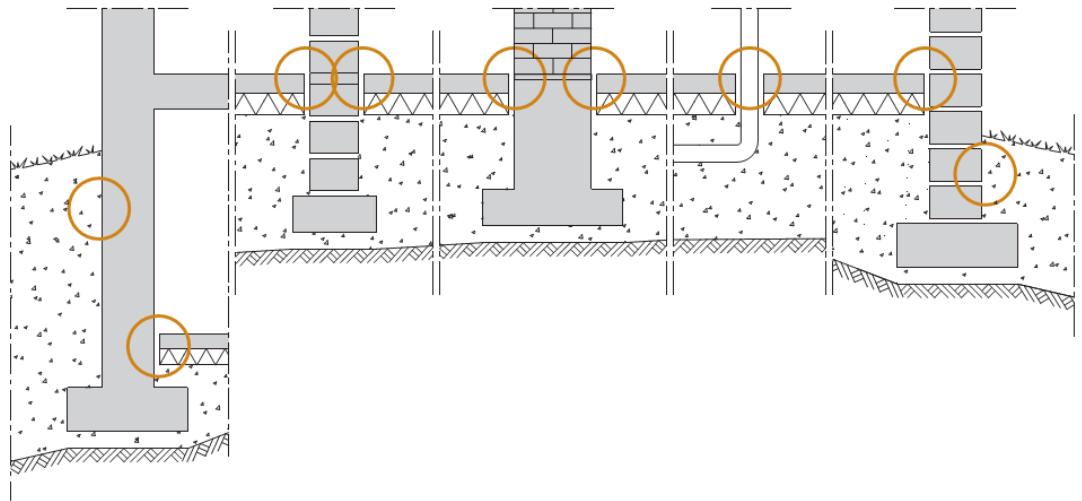
3.1 Radonin torjunta

Radonturvallisen suunnittelun ja rakentamisen tavoitteena on estää maaperästä tuleva radonpitoisen ilman pääsy sisätiloihin. Radontorjuntaratkaisulla estetään myös muidenkin maaperästä tulevien epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin. Epäpuhtauksien torjunta koostuu kahdesta eri osasta, jotka ovat lattian alustäyttömateriaaliin eli salaojituserrokseen tuleva tuuletusjärjestelmä/imuputkisto sekä rakenteiden liitosten ja läpivienti kohtien tiivistäminen. Yhdessä nämä muodostavat tehokkaan radonin torjuntamenetelmän. Tiivistämisen tavoitteena saavutetaan alapohjarakenteisiin ilmasulku, jonka tarkoituksena on katkaista ilmanvirtaukset sisätiloihin. Tuuletusjärjestelmällä pyritään poistamaan radonpitoinen ilma imuputkiston avulla alapohjarakenteiden alta. Radonputkisto koostuu rakennuspohjaan asennettavasta imuputkistosta ja poistokanavasta, joka johdetaan vesikatolle saakka. Katolle tulevan poistokanavaan tulevaan poistopuhallinta varten tehdään sähköliitännävaraus rakennuksen yläpohjaan. Poistopuhallin asennetaan rakennuksen valmistuttua, jos radonmittaukset ylittävät sallitut keskirajavot. Radonteknisistä ratkaisuista esitetään erilliset suunnitelmat rakennusosien tiivistys ratkaisuista ja rakennuspohjaan tulevasta tuuletusjärjestelmästä. (RT 81-11099.)

3.2 Perustusvaihtoehdot

Uudisrakentamisessa radonin torjunta on halvempaa ja helpompaa kuin jälkeinpäin tehtävissä radonkorjauksissa. Radonin torjunnan suunnittelu ja toteutus tulee halvemmaksi kuin yksittäisen tontin radonselvitys, jonka pohjalta ei voida antaa vakuutusta siitä, että sallittuja arvoja ei ylitetä. Rakennuksen perustustavan ja alapohjarakenteiden valinnalla voidaan vaikuttaa radonpitoisuuteen merkittävästi. Radon siirtyy ilmavirtausten mukana rakennusosien läpi, liitoskohtien kautta, läpivientien kautta (kuva 3) ja mahdollisten halkeamien kautta. Erit-

täin korkeita mitattuja radonpitoisuuksia olevilla alueilla perustusratkaisulla on suuri merkitys radontorjunnan onnistumiseen. Perustusratkaisulla pyritään estämään maaperän radonpitoisen ilman pääsy rakennuksen sisätiloihin. Parhaita tuloksia on saatu tuulettuvalla alapohjarakenteella, yhtenäisellä saumattomalla laattaperustuksella eli reunavahvistetulla laattalla, reunajäykistetyllä laattarakenteella ja maanvaraisella laattalla, jossa sokkelin ja lattialaatan väliset saumat on tiivistetty. (Stuk 2011.)

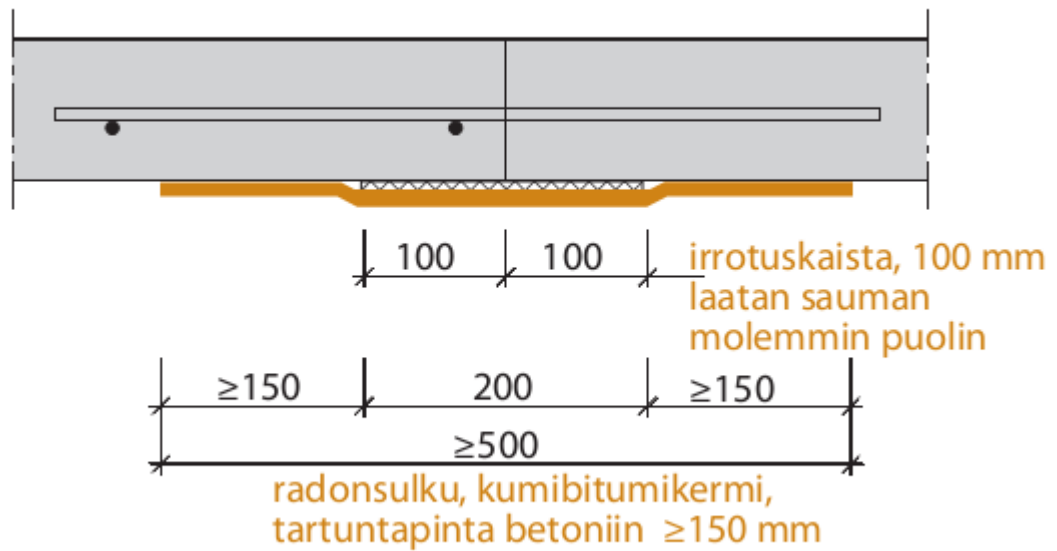


Kuva 3 Rakennuksen alapohja- ja perustusrakenteiden suurimmat radonvuotokohdat. (RT 81-11099)

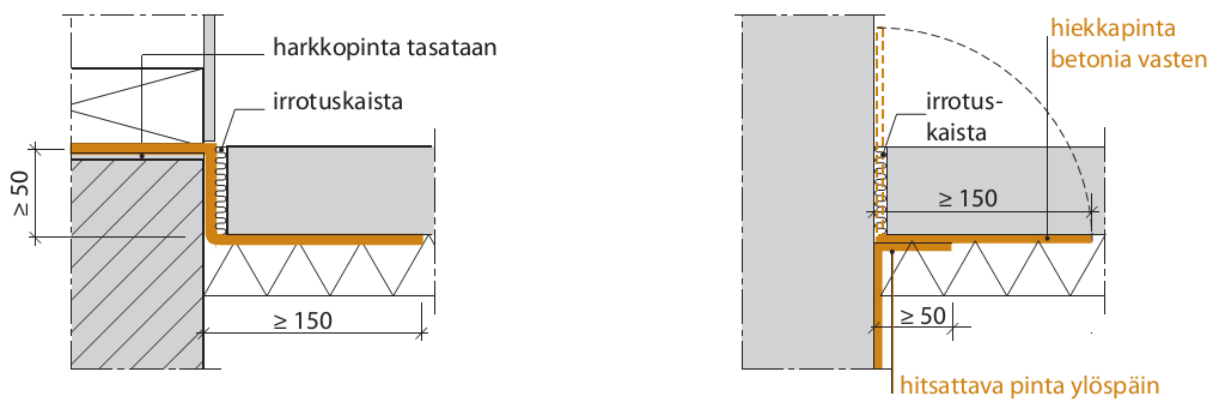
3.3 Rakenteiden tiiviys

Rakenteiden tiiveyden suunnittelun onnistumisen edellytyksenä on, että perustusrakenteissa ei pääse syntymään painaumia tai routimisen aiheuttamia muutoksia, jotka heikentävät rakenteiden tiiviyyttä. Paikalla valetuissa betonirakenteissa pyritään saavuttamaan halkeilematon rakenne, koska jo pienetkin hiushalkeamat mahdollistavat radonin siirtymisen sisätiloihin. Riittävän paksu, vähintään 80 mm:n betonirakenne on yleensä riittävän tiivis estämään radonin pääsyn sisätiloihin. Betonilaatta jaetaan tarvittaessa halkeilun rajoittamiseksi rakennuksen muodon perusteella suorakaiteen muotoisiin osiin. Betonirakenteiden liitoksiin (kuva 4), saumoihin (kuvat 5, 6 ja 7) ja läpivienti (kuvat 8 ja 9) kohtiin tulee suunnitella riittävät tiivistysmenetelmät. Yleisimmin käytetty tiivistys-

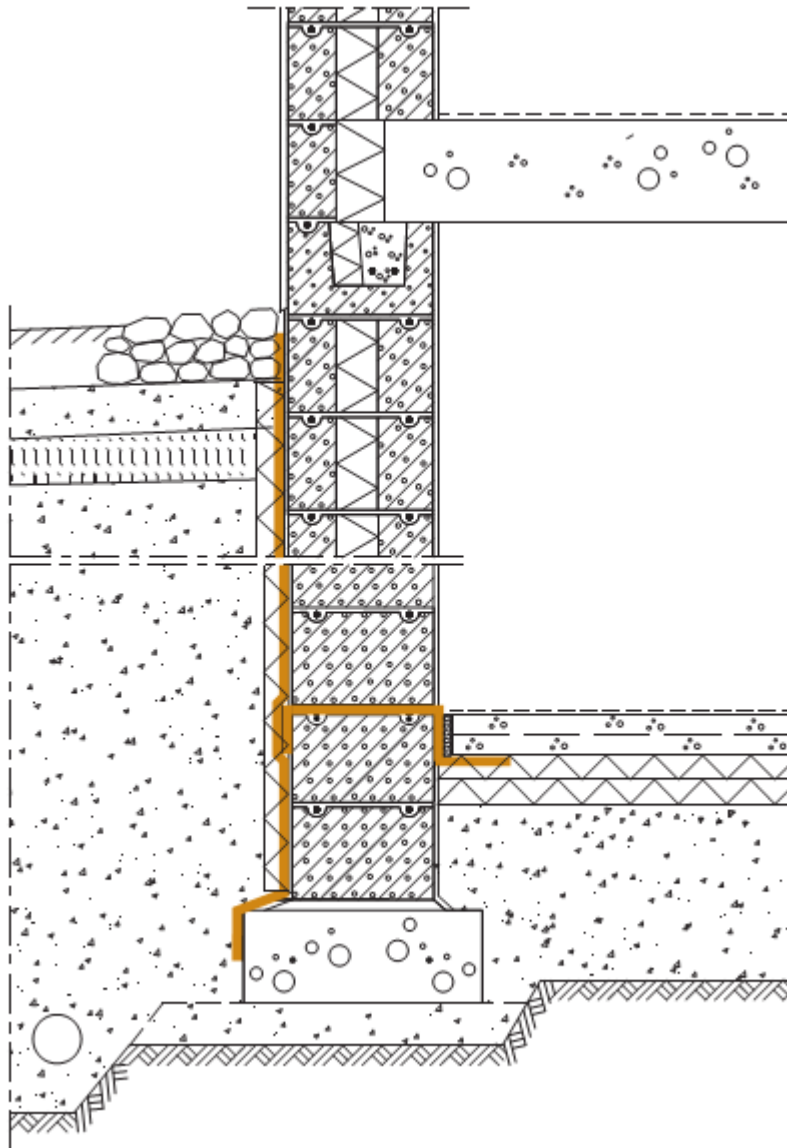
menetelmä on saumoihin asennettava kumibitumikermikaista. Suositeltava kermi on polyesteritukikerroksinen TL2-luokan kumibitumikermi, joko hitsattavana tai liimattavana. (RT 81-11099.)



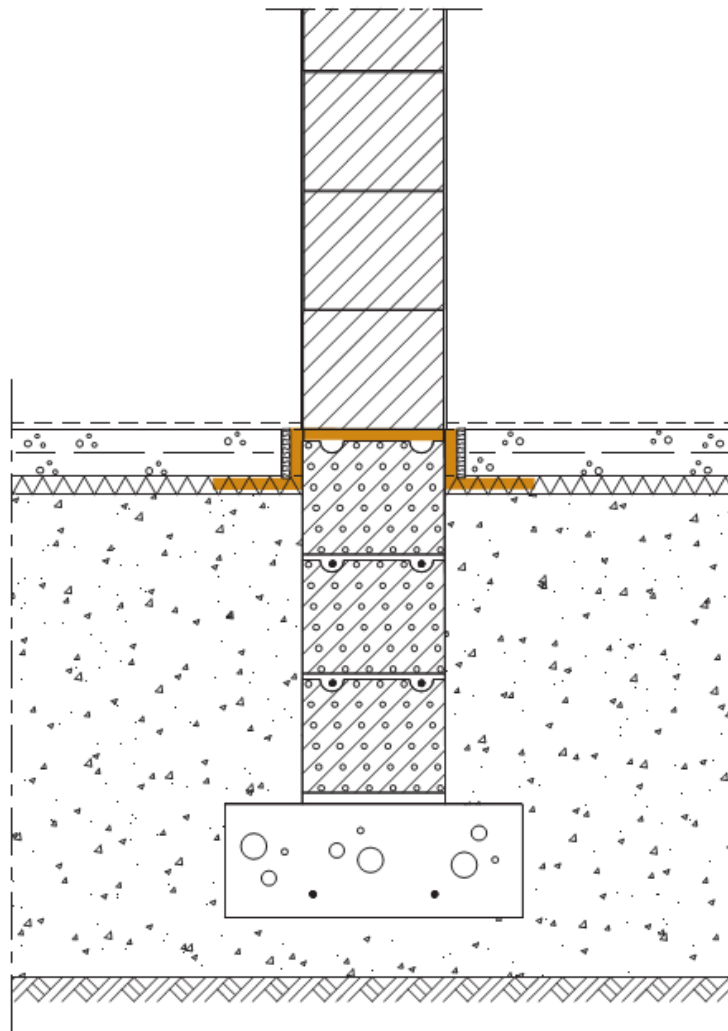
Kuva 4 Lattialaatan liitoskohdan radontiivistäminen (RT 81-11099)



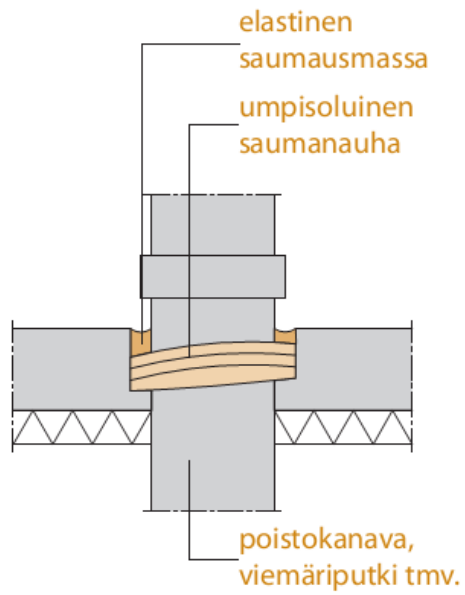
Kuva 5. Harkkoseinän, betonirakenteiseseinän ja lattian välisen liittymän radontiivistäminen (RT 81-11099)



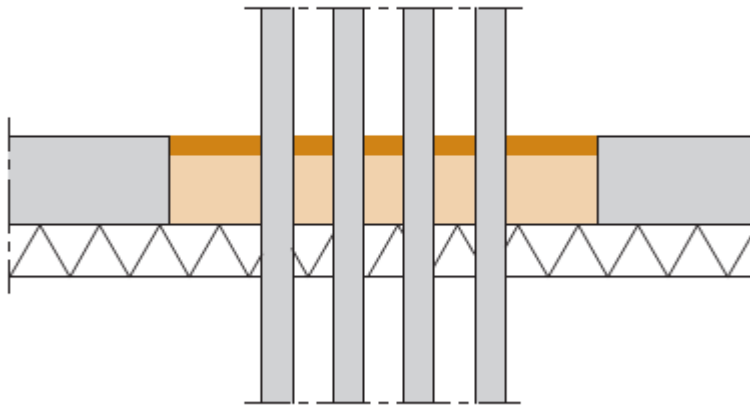
Kuva 6. Harkkorakenteinen kellarinseinä, jossa seinät ohutrapataan ulko- ja sisäpinnalta. Kumibitumikermi kiinnitetään rappauksen päälle ulkopintaan. Kumibitumikermikaistalla tiivistetään maanvaraisen laatan liittymä kohta seinään. (RT 81-11099.)



Kuva 7. Kantavien väliseinien radontiivistäminen. Tiivistysmenetelmää voidaan käyttää myös hormien ja tulisijojen perustusten radontiivistykseen. (RT 81-11099)



Kuva 8. Viemäri-, sähkö- ja poistoputken läpiviennin tiivistäminen. (RT 81-11099)

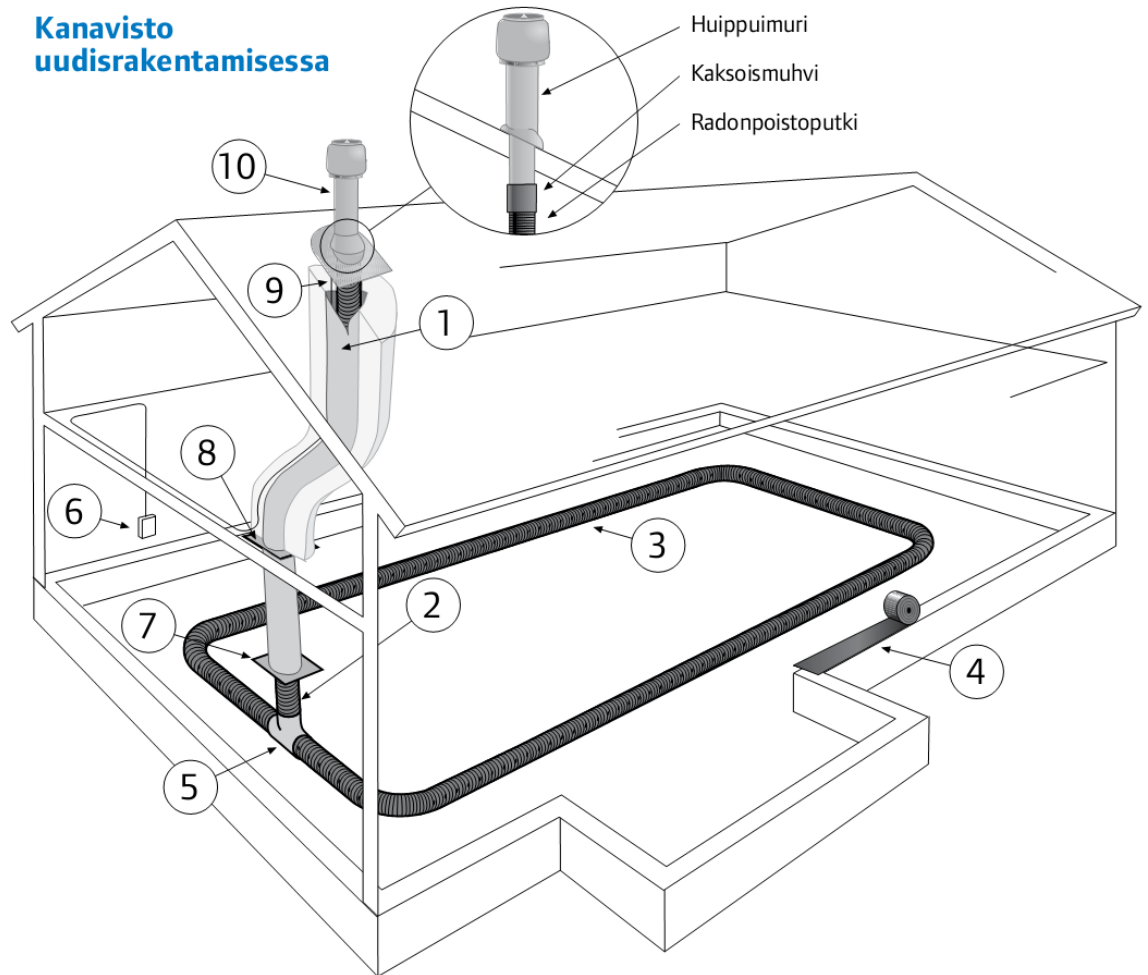


Kuva 9. Lattialaattaan jätetyn putkivarauskanavan radontiivistäminen. (RT 81-11099)

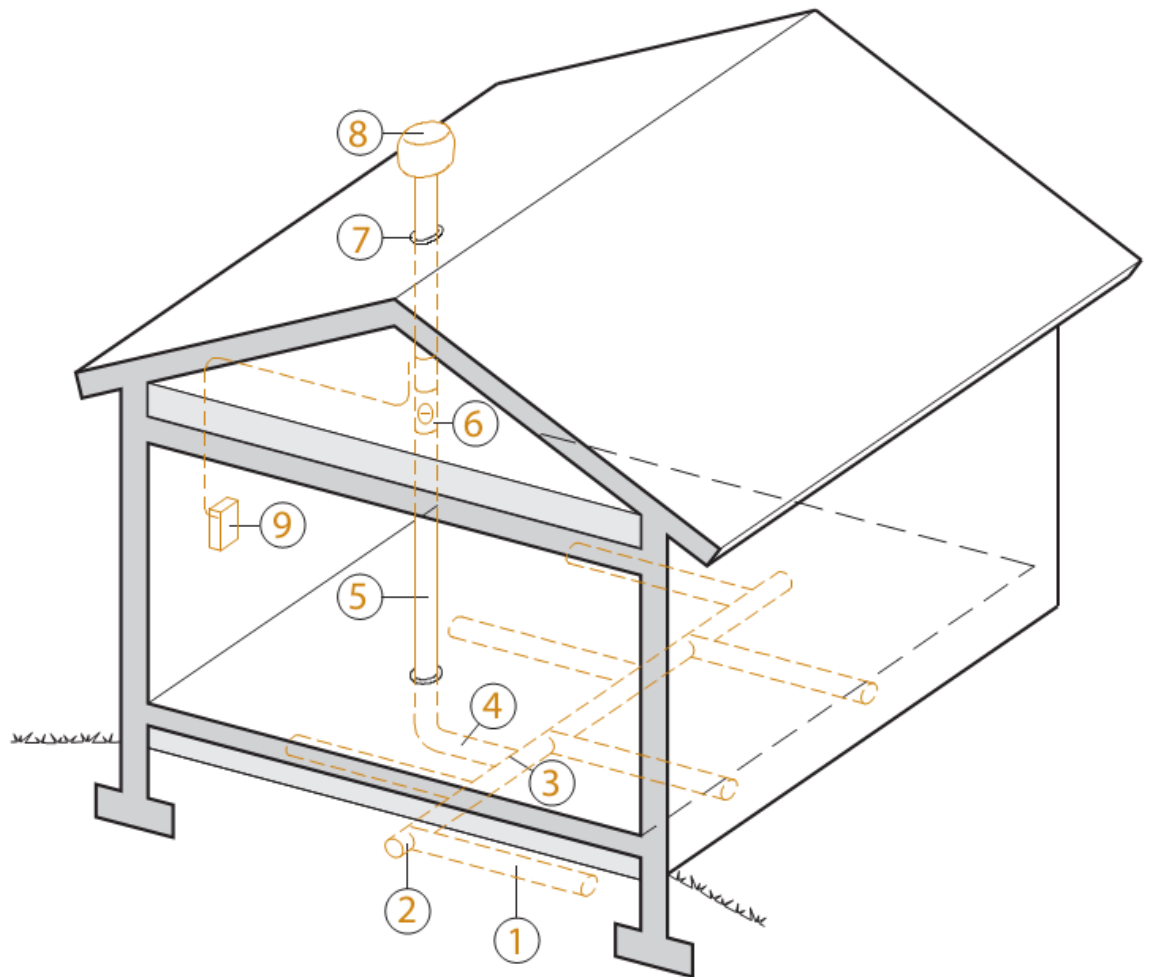
3.4 Tuuletusjärjestelmä

Tuuletusjärjestelmän toimintaperiaatteena on estää maaperästä nousevan radonpitoisen ilman pääsy sisätiloihin. Rakennuspohjaan muodostettavalla alipaineella tuuletetaan lattianalustäyttönä olevaa salaojituserrosta, josta ilma johdetaan hallitusti putkiston avulla ulkoilmaan. Putkisto koostuu salaojituserrokseen asennettavista imukanavasta, kokoojakanavasta, siirtokanavasta ja poistokanavasta. Rakenteiden tiivistäminen ja tuuletusjärjestelmä muodostavat yhdessä toimivan kokonaisuuden radonin torjuntaan. Imukanavaputkina käytetään tavallista salaojaputkea tai kaksoisseinäistä salaojaputkea. Imukanavaputkien käytetyimmät koot ovat 110 mm:n tuplasalaojaputki tai 80 mm:n tavallinen salaojaputki. Imuputket yhdistyvät kokoojakanavaan, jonka rakennusmateriaalina käytetään sadevesi- tai viemäriputkia. Kokoojakanavan koko suunnitellaan imukanavissa käytettävien putkikokojen mukaan. Yleisin kokoojakanavassa käytetty putkikoko 160 mm. Kokoojakanava yhdistetään siirtokanavaan, joka mahdollistaa poistokanavan vapaan sijoittamisen rakennukseen. Siirtokanavaputkena käytetään halkaisijaltaan 160 mm viemäriputkea. Siirtokanava yhdistetään poistokanavaan, joka johdetaan rakennuksen läpi vesikatolle saakka. Poistokanava rakennetaan viemäriputkesta, jonka koko määräytyy kanavan pituuden mukaan. Yleisimmät poistokanavan putkien koot ovat 160 mm:n ja 200 mm:n viemäriputket. Poistokanava lämpöeristetään koko matkalta vesihöyryn pitävällä eristeellä. Imukanaviston suunnittelu määräytyy rakennuksen pohjan pinta-alan mukaan. Suunnitteluvaihtoehdot ovat rengasmallinen (kuva 10) tai monihaarainen kanavarakenne (kuva 11). Joissakin tapauksissa näiden mallien erilaiset yhdistelmät ovat mahdollisia. Radonputkiston korkeusasema tulee suunnitella vähintään 200 mm lattian lämpöeristeiden alapinnan alapuolelle. Imukanavia ei saa suunnitella liian lähelle ulkosokkelia. Minimietäisyytenä voidaan pitää 1,5 metrin sääntöä, joka myös pätee imuputkien välisessä mitoituksessa. (RT 81-11099.)

Kanavisto uudisrakentamisessa



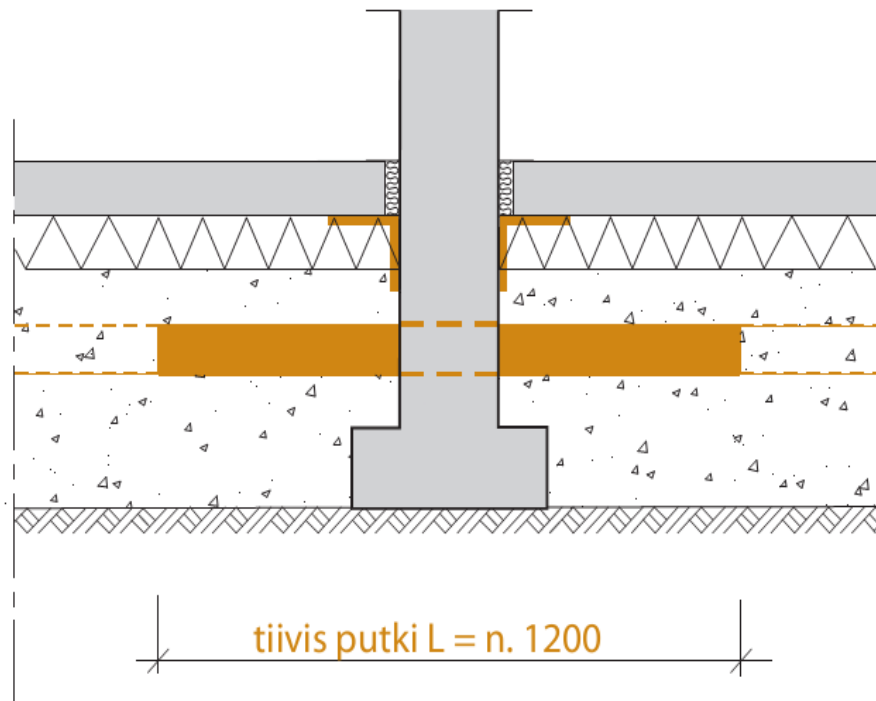
Kuva 10. Omakotitalossa toimiva rengasmallinen radonputkisto, joka koostuu seuraavista osista: 1 poistokanavan eriste, 2 poistokanava, 3 imukanava, 4 lattian ja seinän tiivistysnauha, 5 muhvihaara, 6 huippuimurin säätölaite, 7 läpivientitiiviste, 8 höyrynsulun läpivientitiiviste, 9 kaksoismuhvi ja 10 huippuimuri. (Uponor 2013)



Kuva 11. Monihaarainen radonputkijärjestelmä, joka koostuu seuraavista osista: 1 imukanava, 2 kokoojakanava, 3 poistopiste, 4 siirtokanava, 5 poistokanava, 6 säätöpelti, 7 vesikaton läpivientikappale, 8 poistopuhallin ja 9 huippuimurin säätölaite. (RT 81-11099)

3.5 Muut lattiarakenteiden alle tulevat rakenteet

Lattiarakenteiden alle sijoitetaan paljon putkistoja, erilaisia kanaaleja ja kantavien väliseinien anturaperustuksia. Putkisto- ja kanaalirakenteita ovat viemäriputkisto, sähköputket tai sähkökanaali ja kaukolämpöputki tai -kanaali. Jätevesiviemäriputkisto toteutetaan yleensä viettoviemärinä, jonka rakennekorkeudet määräytyvät tonttiliittymien koron mukaan. Sähköputkien korkeusasema määräytyy sähköpääkeskuksen rakenteen mukaan, putket tulee suunnitella viettämään rakennuksen sisältä ulospäin. Kaukolämpöputken korkeusasema määräytyy lämmönjakohuoneen rakenteiden ja paikallisen lämmönjakoyhtiön ohjeiden mukaan. Kaikkien erilaisten putkistojen ja kanaalien korkeusasemat ja sijoittaminen tulee ottaa huomioon suunnittelussa, jotta välttyttäisiin putkistojen risteyskohtien ongelmilta. Kantavien väliseinäperustusten osalta radonputkistolle on suunniteltava läpivientivaraukset. Radonimuputkisto tulee läpivientien osalta toteuttaa tiiviillä putkella kuvan 12 mukaan.



Kuva 12. Väliseinäperustuksen imukanavan läpiviennin varaus. (RT 81-11099)

4 Rakennusvaihe

4.1 Alapohjarakenteen merkitys

Nykyrakentamisessa yleisin perustamistapa on maanvarainen laattarakenne. Maanvaraiset rakenteet ovat radontorjunnan kannalta ongelmallisimpia verrattuna tuulettuvaan alapohjarakenteeseen tai reunavahvistettuihin laattaperustuksiin. Maanvaraisten rakenteiden rakentamisvaiheessa toteutettavat radontorjuntamenetelmät koostuvat rakojen ja läpivientien tiivistämisestä ja radonputkiston asentamisesta. (Arvela, Mäkeläinen, Holmgren & Reisbacka 2009 s.25 – 26)

4.2 Radonputkiston asennus

Radonputkisto koostuu imukanavaputkista, kokoojakanavasta, siirtokanavasta ja poistokanavasta. Putkistojärjestelmävaihtoehtoja on kaksi erilaista rakennemallia. Järjestelmät ovat rengasmallinen putkisto (kuva 10) ja monihaarainen putkisto (kuva 11). Molempien järjestelmien imukanavaputkina käytetään muovisia salaojaputkia, jotka asennetaan lattian alustäyttökerrokseen. Imuputket asennetaan tiivistettyyn salaojasepelistä tehtyyn, vähintään 100 mm:n paksuisen arinan varaan. Putkiston yläpinnan ja lattiaeristeiden alapinnan välisenä täyttömateriaalina käytetään salaojasepeliä. Välitäytön minimipaksuutena käytetään 200 millimetriä. Imukanavan putket liitetään rengasmallisessa järjestelmässä siirtokanavaan ja sitten poistokanavaan. Monihaaraisessa järjestelmässä imuputket liitetään kokoojakanavaan, joka liitetään siirtokanavaan ja siirtokanava liitetään poistokanavaan. Monihaaraisessa järjestelmässä imuputket asennetaan noin kolmen metrin välein. Siirtokanavaputki asennetaan imukanavaan päin kallistetun arinan varaan, jotta poisto ja siirtokanava putkistoon mahdollisesti kondensoitunut vesi pääsee valumaan salaojakerroksen kautta salaojiin. Monihaaraisen järjestelmän kokoojakanavaputken alapintaan tehdään 5 – 6 millimetrin kokoisia reikiä noin kolmen metrin välein kondensiveden poistumista varten. Järjestelmien poistokanavaputki johdetaan koko rakennuksen läpi aina katolle saakka. (RT 81-11099.)

4.3 Lattian alusrakenteiden työjärjestys

Lattian alle sijoitetaan paljon rakennuksen teknisiä putkistoja ja kanaaleja. Eri-laisien putkistojen ja kanaalien työjärjestyksellä on suuri merkitys työn onnistu-misen suhteen. Lattian alusrakenteisiin sijoitetaan yleensä jätevesiviemäriput-kisto, sähköputkisto, radonputkisto ja kaukolämpöputket. Putkistojen asenta-misvaiheen työjärjestys aloitetaan syvimmällä olevasta putkesta. Yleensä ensin asennetaan jätevesiviemärin runkoputki, johon tehdään varausliittymät eri asun-toja varten. Tämän jälkeen asennetaan sähköputket ja kaukolämpöputket. Ra-donputkisto asennetaan 200 mm lattiaeristeiden alapinnan alapuolelle, joten sähkö- ja kaukolämpöputket tulisi asentaa radonputkiston alapuolelle.

5 Kustannukset

5.1 Materiaali- ja työkustannukset

Radontorjunnan kustannukset koostuvat materiaaleista ja työkustannuksista. Työkustannukset koostuvat putkiarinoiden teosta, putkien asennukseen käyte-tystä ajasta sekä liitos- ja läpivientikohtien tiivistämisestä. Laskennallisesti val-mista radonputkistoa valmistuu yhdessä kahdeksan tunnin työvuorossa noin 24 metriä. Työkustannusten tuntihinnat (taulukko 3) ovat keskiarvoja eri yritysten hinnastoista. Materiaalit koostuvat putkista, radonimurista, tiivistystarvikkeista sekä liitos- ja pientarvikkeista (taulukko 1). Materiaalihinnat ovat keskiarvoja eri toimittajien hinnastoista. Radonimurin hinnat vaihtelevat tehon tarpeen mukaan 200 eurosta aina 1000 euroon saakka. Imurin teho määräytyy rakennuksen pohja neliöiden mukaan.

Tiivistys tarvikkeet	malli	rullan mitat	€/rolla
Kumibitumikermi	hitsattava	pituus 10 m korkeus 0,5 m	28
Kumibitumikermi	hitsattava	pituus 10 m korkeus 1 m	56
Kumibitumukermi	liimattava	pituus 25 m korkeus 0,6 m	51
Liitostarvikkeet			1,85

Imuputket	Halkaisija mm	pituus m	€/metri
Salaojarulla	100	100	2,20
Salaojatupla	110	6	1,90
Kokoojaputki PVC	160	6	6,90
Siirtokanava putki PVC	160	6	6,90

Taulukko 1. Tarvikkeiden keskimääräisiä hintoja

5.2 Esimerkkilaskelma

Esimerkkilaskelmassa (taulukko 2 ja 3) on käytetty omakotitaloa, jonka rakennuspohjan leveys on 8 metriä ja pituus 13 metriä. Rakennuksen pohjan pinta-ala on 104 m². Tuuletusjärjestelmäksi on valittu monihaarainen järjestelmä ja tiivistykseen käytetään liimattavaa kumibitumikermiä. Radontorjuntajärjestelmän toteuttamisen kokonaiskustannukseksi esimerkkilaskelmassa tulee 3030,60 euroa, johon lisätään arvonlisäveron osuus 24 prosenttia. Rakennuksen pinta-ala neliöihin verrattaessa radontorjunta maksaa 29,10 euroa/neliö, jos poistoimuria ei tarvita, neliö hinnaksi tulee 19,90 euroa.

Tarvikkeet	€/kpl	tarve, kpl	yht. €
Imuputket, koko 110, pituus 6 m	11,40	7	79,80
Kokoojaputket koko 160, pituus 6 m	41,40	2	82,80
Siirtokanavaputket koko 160, pit. 6 m	41,40	2	82,80
Liitostarvikkeet	7,70	16	123,20
Kumibitumikermi liimattava, pit. 25 m lev. 0,6 m	51	2	102
Radonpoistoimuri	500	1	500
Tarvikkeet yhteensä			970,60

Taulukko 2. Tarvikekustannukset

Työt	€/h	Käytetty aika/ h	Yht. €
Putkiarinat ja asennukset 66 m	42	22	924
Liitoksien tiivistys 42 m	42	8	336
Läpivientien tiivistäminen 5 kpl	42	8	336
Sähkötyöt ja tarvikkeet	58	8	464
Työkustannukset yhteensä			2060

Taulukko 3. Työkustannukset

6 Huoltokansio

6.1 Radonin mittaus

Radonpitoisuuden mittaus rakentamisen jälkeen jää rakennuksen käyttäjän tehtäväksi. Radonpitoisuus voidaan selvittää ainoastaan mittaamalla sisäilman radonpitoisuutta. Mittauksen luotettavien tulosten saamiseksi paras ajankohta on marraskuun alun ja huhtikuun lopun välinen aika. Mittausajan kestoksi suositellaan kaksi kuukautta. Mittaus suoritetaan asuntoon sijoitettavilla kahdella eri radonmittauspurkeilla. Mittauspurkit voi tilata STUK:n verkkokaupasta osoitteesta www.stuk.fi. (Stuk 2013.)

6.2 Mittauspurkin käyttöohje

Sosiaali- ja terveysministeriön tekemän ohjeen mukaan radonpitoisuuden mittaus tehdään kahdella eri mittauspurkillä. Toinen purkeista asetetaan esimerkiksi makuuhuoneeseen ja toinen olohuoneeseen. Purkit tulee asettaa noin metrin korkeudelle lattiasta, mahdollisimman avoimeen tilaan. Purkkeja ei kannata sijoittaa ulko-oven, ikkunoiden tai raitisilmaventtiileiden läheisyyteen, eikä myöskään betoni- tai kivitasoille. Mittauksen aloitus- ja lopetuspäivämäärät sekä purkkien sijoituskohdat tulee merkitä purkkien mukana tulevaan lomakkeeseen. Lomake ja mittauspurkit palautetaan säteilyturvakeskukseen mittauksen päätyttyä. Mittaustulos saadaan noin kahden kuukauden kuluttua. (Stuk 2013.)

6.3 Mittaustulosten jälkeiset toimenpiteet

Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen (944/92) mukaan huoneilman radonpitoisuus ei saa ylittää arvoa 400 Bq/m³ ja uudisrakentamisessa raja-arvo on 200 Bq/m³. Radonpitoisuudella tarkoitetaan keskiarvoa, joka arvioidaan muutaman kuukauden kestävän mittauksen perusteella. Säteilyturvakeskuksen mukaan huoneilman radonpitoisuuden ylittäessä 400 Bq/m³ tai radonpitoisuuden ollessa 200 – 400 Bq/m³ on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuden pienentämiseksi. Radonpitoisuuden jäädessä alle 200 Bq/m³ ei tarvita minkäänlaisia toimenpiteitä. (Sisäilman radon 2011 s. 3 – 4.)

7 Johtopäätökset

Opinnäytetyöni päätavoitteena oli luoda radonintorjuntaan selkeitä ohjeita, joita voidaan käyttää apuna suunnitellessa ja rakentaessa toimivia radoninpoistojärjestelmiä. Radoninpoistojärjestelmä itsenäisenä osana rakennusta on yksinkertainen kokonaisuus, mutta haasteet tulevat esiin yhteen sovitettaessa varsinkin monihaaraista järjestelmää (kuva 11) muiden lattiarakenteiden alle tulevien putkistojen ja kanaalien kanssa. Tietynlaiset ongelmat usein toistuvat tässä rakennusvaiheessa. Opinnäytetyöni tarkoitus oli korjata näitä ongelmakohtia.

Omassa ammatissani olen ollut rakentamassa erilaisia uudisrakennuksien pohjarakenteita. Pohjarakenteiden työvaiheisiin kuuluu kaikki lattian alapuoliset rakenteet. Suurimmat ongelmat ovat olleet lattianalusrakenteiden alle tulevien putkistojen ja kanaalien korko-ongelmat. Lattian alle asennettavien putkistojen ja kanaalien yhteensopivuuden tarkastaminen tapahtuu yleensä vasta työvaiheessa, joka aiheuttaa työn viivästymistä ja mahdollisesti jotain jo rakennetun purkamista ja uudelleen asentamista.

Tutkiessani eri lähteitä Suomen rakennusmääräyskokoelman C2 osassa kohdassa 3.1.1.3 kerrotaan, että maanvaraisen lattiarakenteen kapillaarikerroksen vähimmäispaksuus on 0,2 metriä. RT kortin 81-11099 sivulla 12 kuvassa 25 lattiaeristeiden alapinnan ja radonin tuuletusputken välinen kapillaarikerroksen paksuus on 0,2 metriä, jonka lisäksi 110 mm putken alapuolella tulee olla kerrosta 0,1 metriä. Näin ollen kapillaarikerroksen kokonaispaksuudeksi tulee tässä tapauksessa 0,4 m. Kapillaarikerroksen vähimmäispaksuus 0,2 metriä koskee ainoastaan kohteita, joissa ei rakenneta radonputkistoa. Tätä ei mielestäni ole huomioitu yleisissä ohjeistuksissa. Itse en kuitenkaan ole kohdannut ristiriitoja ohjeistusten välillä, koska sama rakennesuunnittelija suunnittelee yleensä radonputkituksen sekä lattianalusrakenteiden paksuudet.

Uudisrakennusten loppukäyttäjillä on omien havaintojeni mukaan hyvin vähän tietoa radonin esiintymisalueista, raja-arvoista, terveysvaikutuksista, mittausmenetelmistä sekä tarvittavista toimenpiteistä raja-arvon ylittyessä. Loppukäyttäjä on tietoinen ainoastaan tuuletusputkiston olemassaolosta, mutta ei siitä,

että pitoisuuden mittaaminen sekä tarvittavien toimenpiteiden suorittaminen kuuluu hänelle. Tämä on mielestäni olennainen puute. Loppukäyttäjien tietämättömyys tarvittavista toimenpiteistä lisää käyttäjien terveysriskejä eikä hyötyä järjestelmästä saada.

Joissakin tapauksissa huolellisesti tehdyt liitos- ja läpivientikohtien tiivistykset sekä toimiva tuuletusjärjestelmä, jonka poistokanava on johdettu aina vesikatolle saakka, muodostaa tuuletusputkistoon riittävän ilmanvaihdon. Tällöin ei poistoimuria välttämättä tarvitse asentaa. Tätä ei kuitenkaan voi todeta ennen kuin sisäilman radonpitoisuus on mitattu.

Kuvat

Kuva 1. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos vuodessa s. 6

Kuva 2. Sisäilman radonpitoisuus kartta s. 7

Kuva 3. Rakennuksen alapohja- ja perustusrakenteiden suurimmat radon vuotokohtat s. 9

Kuva 4. Lattialaatan liitoskohdan radontiivistäminen s. 10

Kuva 5. Harkkoseinän, betonirakenteisenseinän ja lattian välisen liittymän radontiivistäminen s. 10

Kuva 6. Harkkorakenteinen kellarinseinä s. 11

Kuva 7. Kantavien väliseinien radontiivistäminen s. 12

Kuva 8. Viemäri-, sähkö- ja poistoputken läpiviennin tiivistäminen s. 13

Kuva 9. Lattialaattaan jätetyn putkivarauskanavan radontiivistäminen s. 13

Kuva 10. Omakotitalossa toimiva rengasmallinen radonputkisto s. 15

Kuva 11. Monihaarainen radonputki järjestelmä s. 16

Kuva 12. Väliseinä perustuksen imukanavan läpiviennin varaus. s. 17

Taulukot

Taulukko 1. Tarvikkeiden keskimääräisiä hintoja s. 20

Taulukko 2. Tarvikekustannukset s. 21

Taulukko 3. Työkustannukset s. 22

Lähteet

Arvela, H, Mäkeläinen, I, Holmgren, O, Reisbacka, H. Radon uudisrakentamisessa. Otantatutkimus 2009. Säteilyturvakeskus, Helsinki.

Pönkä, A. 2002. Terveysturvajärjestelmä 3. painos. Suomen ympäristöterveys Oy.

RT 81-11099. Rakennustietojärjestelmä. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö, 2012.

Sisäilman radon 2011. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus, Helsinki. http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/fi_FI/mita_radon_on/_files/89705092382990294/default/sisailman-radon-joulukuu2011.pdf (Luettu 6.10.2013)

Stuk 2013. Palvelut. Asuntojen radonmittaukset. www.stuk.fi/palvelut/radonmittaukset/fi_FI/radon_asunnot/# (Luettu 12.10.2013)

Stuk 2013. Säteilytietoa, radon. http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/fi_FI/radon/ (Luettu 01.10.2013)

Säteily ympäristössä 2003. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyturvakeskus.

Liite 1 Huoltokansion sivu

Radonin torjuntaohjeet

Rakennukseen on asennettu piirustuksen _____ mukainen radonputkisto sekä sähköliitäntävarausta poistoimuria varten piirustuksen _____ mukaan.

Radonpitoisuus voidaan selvittää ainoastaan mittaamalla sisäilman radonpitoisuutta. Mittauksen luotettavien tulosten saamiseksi paras ajankohta on marraskuun alun ja huhtikuun lopun välinen aika. Mittausajan kestoksi suositellaan kaksi kuukautta. Mittauspurkit voi tilata STUK:n verkkokaupasta osoitteesta www.stuk.fi/palvelut/radonmittaukset/fi_FI/radon_asunnot/#

Radonpitoisuuden mittaus tehdään kahdella eri mittauspurkillä. Toinen purkeista asetetaan esimerkiksi makuuhuoneeseen ja toinen olohuoneeseen. Purkit tulee asettaa noin metrin korkeudelle lattiasta, mahdollisimman avoimeen tilaan. Purkkeja ei kannata sijoittaa ulko-oven, ikkunoiden tai raitisilmaventtiileiden läheisyyteen, eikä myöskään betoni- tai kivitasoille. Mittauksen aloitus- ja lopetuspäivämäärät sekä purkkien sijoitus kohdat tulee merkitä purkkien mukana tulevaan lomakkeeseen. Lue huolellisesti myös mittauspurkkien mukana tulevat ohjeet. Lomake ja mittauspurkit palautetaan säteilyturvakeskukseen mittauksen päätyttyä.

Uudisrakentamisessa radonpitoisuuden raja-arvo on 200 Bq/m³. Radonpitoisuuden jäädessä alle 200 Bq/m³ ei tarvita minkäänlaisia toimenpiteitä. Mikäli kyseinen raja-arvo ylittyy, on radoninpoistoimuri asennettava sekä otettava käyttöön. Rakennuksen radonpoistojärjestelmään mitoitettu poistoimurin malli löytyy sähköpiirustuksesta _____.

Asennuksen ja sähköliitännän saa suorittaa vain ammattitaitoiset asentajat.