

TYÖPAIKAN SISÄILMAN RADONKAR- TOITUS SUOMEN KOULUISSA

2016 – 2017

Ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelma

Katja Kojo, Anniriikka Rantala, Marjo Perälä, Päivi Kurttio

Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
www.stuk.fi

Lisätietoja
Katja Kojo
katja.kojo@stuk.fi

ISBN 978-952-309-401-7 (pdf)

Sisällys

1	Tiivistelmä.....	1
2	Johdanto	2
3	Sisäilman radon.....	3
4	Aineisto ja menetelmät.....	4
5	Tulokset.....	4
5.1	Osallistuminen	4
5.2	Koulujen radonmittaustulokset.....	13
5.3	STUKin kouluille antamat määräykset.....	17
5.4	Työntekijöiden ja opiskelijoiden lukumäärä kouluissa	18
6	Johtopäätelmät	18
6.1	Yhteenveto.....	19
7	Kirjallisuus.....	20

1 Tiivistelmä

Radonpitoisuuden kuntakohtaisten keskiarvojen perusteella sisäilman radontilanne kouluissa on yleisesti ottaen melko hyvä. Keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus kouluissa oli 87 Bq/m³ ja mediaani, eli keskiluku, 45 Bq/m³. Nykyinen toimenpidearvo 400 Bq/m³ ylittyi ainakin yhden mittauksen osalta 91 koulussa eli 11 % mitatuista kouluista. Vuonna 2018 voimaan tulevan säteilylain mukainen viitearvo 300 Bq/m³ ylittyi 123 koulussa (14 % mitatuista). Suurin mitattu radonpitoisuus oli 10 919 Bq/m³. Koulujen keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus oli pienempi kuin suomalaisissa asunnoissa mitattu keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus. Tulokset vahvistavat käsitystä, että suurin osa suomalaisten radonaltistuksesta tapahtuu kodeissa.

Säteilyturvakeskus (STUK) antoi mittaustulosten ja muun annetun selvityksen (muu muassa mittauspisteessä työskennellyn ajan) perusteella 53 koululle toimenpidemääräyksiä radonpitoisuuden pienentämiseksi tai lisäselvitysten tekemiseksi.

Hankkeen tarkoitus oli lisätä koulujen säteilylain mukaisten radonmittausten kattavuutta, saada lisää tietoa koulujen radontilanteesta sekä vähentää työntekijöiden sekä koululaisten ja opiskelijoiden altistumista radonille. Työpaikkojen radonvalvontahanke rajattiin peruskouluihin, peruskouluasteen erityiskouluihin, lukioihin, ammatillisiin oppilaitoksiin ja ammatillisiin erityisoppilaitoksiin. Tässä raportissa näistä kaikista käytetään nimitystä *koulu*.

Säteilyturvakeskus (STUK) pyysi syksyllä 2016 kaikkia Suomen kuntia selvittämään, sijaitseeko niiden alueella sellaisia kouluja, joissa sisäilman radonpitoisuus pitää Säteilyturvallisuusohje 12.1. mukaisesti selvittää. Radonpitoisuusmittaukset kehoitettiin tekemään 1.11.2016 ja 30.4.2017 välisenä aikana, jos niitä ei oltu aikaisemmin tehty. Työpaikkojen radonmittaus tulee tehdä kaikissa osittain tai kokonaan maanpinnan alla sijaitsevilla työtiloissa, joissa työskentelään pysyvästi, tai jos työpaikka sijaitsee harjulla tai muulla hyvin ilmaa läpäisevällä sora- tai hiekkamuodostumalla. Lisäksi mittaukset tulee tehdä niissä kunnissa, joissa vähintään 10 % aikaisemmin mitattujen radonpitoisuuksien vuosikeskiarvoista ylittää arvon 400 becquereliä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m³).

Hankkeen käynnistämisen aikoihin koko Suomessa oli yhteensä 3014 koulua, joista hankkeen aikana yhteensä 852 koulua mittasi sisäilman radonpitoisuuden. Niiden kuntien koulut, joissa sisäilman radonpitoisuuksia ei oltu mitattu aikaisemmin ja joissa ei myöskään tehty mittauksia kehoitettuna aikana, STUK kehotti tekemään radonmittaukset seuraavalla radonmittauskaudella, eli marraskuun 2017 ja huhtikuun 2018 välisenä aikana.

Niissä kouluissa, joissa radonpitoisuus 400 Bq/m³ ylittyi ja työntekijöiden ja/tai opiskelijoiden määrä oli ilmoitettu, työskenteli yhteensä 790 henkilöä ja opiskeli yhteensä 9170 opiskelijaa. Tämän perusteella on kuitenkin vaikea päätellä mitään henkilökunnan tai opiskelijoiden altistumisesta sisäilman radonille koulun tiloissa. Tämä sen vuoksi, että ei ole tietoa siitä, moniko työskenteli tai opiskeli juuri sellaisissa koulun tiloissa, joissa radonpitoisuus 400 Bq/m³ ylittyi.

Yli puolet suomalaisten keskimääräisestä vuotuisesta säteilyannoksesta on peräisin sisäilman radonista, jolle altistuminen aiheuttaa Suomessa noin 300 keuhkosityöpätapausta vuodessa. Radonin aiheuttama keuhkosityöpäriski on suurempi tupakoitsijoille. Radonaltistuminen on tupakoimattomille merkittävin keuhkosityövän riskitekijä. Radonaltistuksesta johtuvia keuhkosityöpätapauksia olisi helppo estää, sillä sisäilman radonmittaukset ovat helppoja ja nopeita tehdä. Jos radonpitoisuus osoittautuu korkeaksi, rakennukseen voidaan tehdä radonkorjaus. Lisäksi radonturvallinen rakentaminen on perusteltua koko Suomessa.

Johdanto

Altistuminen sisäilman radonkaasulle lisää keuhkosityövän riskiä (Darby ym. 2006). Sisäilman radonpitoisuuden selvittäminen kodeissa on tärkeää, sillä suurin osa radonaltistuksesta koko elämän aikana tapahtuu kodeissa (Mäkeläinen ym. 2005). Radonpitoisuus selviää vain mittaamalla, joka on sekä edullista että helppoa. Suomalaisten työntekijöiden työaika on keskimäärin noin 1600 tuntia vuodessa (Hanifi & Pääkkönen, 2011). Koska työpaikoilla ja muissa oleskelutiloissa, kuten kouluissa, vietetään huomattavasti aikaa, tulee myös niiden sisäilman radonpitoisuuteen kiinnittää huomiota. Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo säteilylain perusteella, että työntekijät eivät altistu liikaa radonille. Terveysturvaviranomainen valvoo puolestaan terveydensuojelulain 26 §:n nojalla (<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763#L7>), että radonille ei altistuta liikaa muissa oleskelutiloissa tai kodeissa.

Vastuu radonpitoisuuden selvittämisestä on työnantajalla. Työpaikan radonpitoisuus pitää selvittää niiden kuntien alueilla, joissa vähintään 10 % aikaisempien mittausten radonpitoisuuden vuosikeskiarvoista ylittää arvon 400 becquereliä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m³). STUK ylläpitää luetteloa näistä niin sanotuista mittausvelvoitekunnista (<http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/luonnonsateilylle-altistava-toiminta/radon-tavanomaisilla-tyopaikoilla/kunnat-joissa-tyopaikkojen-radonmittaus-on-pakollinen>). Sisäilman radonmittaukset on tehtävä myös sellaisilla työpaikoilla, jotka sijaitsevat harjuilla tai muilla hyvin ilmaa läpäisevillä sora- tai hiekkamuodostumilla. Radonpitoisuus on mitattava näiden lisäksi kaikissa osittain tai kokonaan maan alla sijaitsevilla työtiloissa, joissa työskennellään pysyvästi. Työtiloissa, jotka sijaitsevat rakennuksen toisessa tai sitä ylempisissä kerroksissa, ei radonpitoisuutta yleensä tarvitse mitata. Työpaikan radonpitoisuuden vuosikeskiarvon toimenpidearvo säännöllisessä työssä on tällä hetkellä 400 Bq/m³. Jos työaika on lyhyempi, voi radonpitoisuus vastaavasti olla suurempi. (ST-ohje 12.1, 2011, <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST12-1>). Säteilylainsäädäntöä uudistetaan parhaillaan ja tulevassa säteilylaissa toimenpidearvo sisäilman radonpitoisuudelle tulee olemaan 300 Bq/m³ (EU direktiivi 2013/59/Euratom <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CELEX-32013L0059-EN-TXT.pdf>).

Lapset ovat yleisesti herkempiä säteilyn terveysvaikutuksille (Boice J.D Jr. 2006). Radonaltistuksen kohdalla ei kuitenkaan ole sellaista tutkimusnäyttöä, että altistuminen lapsuudessa olisi haitallisempaa kuin vanhempana. Säteilyannos kertyy ihmiselle kuitenkin koko eliniän ajan, joten on tärkeää, että lapsia suojellaan radonaltistukselta. Lisäksi lasten, heidän vanhempiensa sekä koulujen henkilökunnan rooli on tärkeä väestön radontietoisuuden lisäämisessä, mikä oli tärkeä syy hankkeen kohdistamisessa kouluihin.

Aikaisemmin vuonna 2015 STUK teki radonvalvontahankkeen päiväkoteihin (Kojo ym. 2016). Kyseisessä hankkeessa mittausvelvoitekunnissa kehoitettiin päiväkotien työnantajia mittaamaan sisäilman radonpitoisuus päiväkodeissa, jos sitä ei oltu aikaisemmin tehty. Osoittautui, että ennen hanketta mittaamatta oli noin 60 % sellaisista päiväkodeista, joissa radon olisi pitänyt mitata. Säteilylain 45 § (<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592#L12P45>) mukainen työnantajan velvollisuus selvittää radonpitoisuus työpaikoilla oli siis huonosti tiedossa. Hankkeessa radonpitoisuus mitattiin 482 päiväkodissa. Keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus päiväkodeissa oli 81 Bq/m³ ja mediaani 33 Bq/m³. Selvityksessä 17 (4 %) päiväkodissa ainakin yhden mittauspisteen radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon 400 Bq/m³.

Tässä raportissa esiteltävässä hankkeessa kartoitettiin, kuinka monta sellaista koulua Suomessa on, jossa sisäilman radonpitoisuus pitää mitata, ja kuinka monessa radonpitoisuus oli jo mitattu. Tavoitteena oli tiedottaa työnantajan velvollisuudesta selvittää sisäilman radonpitoisuus työpaikoilla. Jos radonia ei ollut aikaisemmin mitattu, työnantajaa kehoitettiin tekemään mittaukset aikavälillä 1.11.2016 ja 30.4.2017. Julkisten koulujen kohdalla työnantaja on kunta tai muu julkisyhteisö, kuten kuntayhtymä, yksityisten koulujen kohdalla yksityinen toimija. Ennen hankkeen käynnistämistä, STUKin radontietokantaan oli vuodesta 1991 alkaen kirjattu noin 460 sellaisen

kohteen radonmittaustiedot, joissa kohteen nimessä esiintyi sanat koulu, ala-aste, yläaste, ammatti, tai lukio.

3 Sisäilman radon

Radon on sisäilmassa esiintyvä hajuton ja näkymätön radioaktiivinen kaasu, jota syntyy jatkuvasti kallio- ja maaperässä olevan uraanin hajotessa. Tämän seurauksena maaperän huokosilma voi olla hyvin radonpitoista. Ulko- ja sisäilman välisestä lämpötilaerosta sekä koneellisesta ilmanvaihdosta aiheutuvan rakennuksen alipaineisuuden johtuen, maaperän radonpitoinen ilma virtaa sisätiloihin alapohjassa olevista raoista. Maaperän huokosilma onkin sisäilman radonin suurin lähde.

Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat useisiin muihin maihin verrattuna korkeampia geologisista, rakennusteknisistä ja ilmastollisista syistä johtuen. Suomessa suurimmat radonpitoisuudet ovat Etelä-Suomen ja Pirkanmaan harjualueilla. Tiiviillä savimailla radonpitoisuudet ovat pienimpiä. Varsinaisen maaperän lisäksi rakennuspaikalle tuotu täyttösora voi tuottaa myös radonia. Lisäksi karkea ja hyvin ilmaa läpäisevä täyttösora lisää vuotovirtausten syntymistä. Sisäilman radonlähteenä voivat olla myös rakennusmateriaalit. Lisäksi rakennuksissa, joissa käytetään porakaivovettä, talousvesi voi olla merkittävä sisäilman radonin lähde.

Rakennuksen perustustapa ja alapohjan rakenne vaikuttavat olennaisesti sisäilman radonpitoisuuteen. Radonturvallinen rakenne on hyvin tuulettuva alapohja tai yhtenäinen saumaton laatta-perustus. Rakennuksissa, joissa on paljon käytetty maanvarainen laatta, radonpitoisuudet ovat suurimpia. Myös rinnetaloissa maanvastaisten seinien takia etenkin alimmissa kerroksissa radonpitoisuudet voivat olla korkeita. Kellarillisissa taloissa huonetilojen radonpitoisuudet ovat yleensä matalia.

Hyvä ilmanvaihto pienentää sisäilman radonpitoisuutta. Kun rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, ilma ei yleensä vaihdu yhtä tehokkaasti kuin muilla ilmanvaihtotavoilla. Koneellisen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmän rakennuksissa ilman vaihtuvuus on tehokasta ja alipaineisuus hallittavissa. Vaikka alipaineisuus lisääkin maaperästä tulevan radonpitoisen ilman kulkeutumista sisäilmaan, talon ylipaineistaminen radonpitoisuuden vähentämiseksi ei ole suositeltavaa kosteusvaurioriskin takia.

Mitä suurempi sisä- ja ulkolämpötilan välinen ero on, sitä enemmän radonpitoista ilmaa virtaa maaperästä sisätiloihin. Tämä aiheuttaa radonpitoisuuden ajallisen vaihtelun niin vuorokauden kuin vuodenaikojenkin mukaan. Tästä syystä radonpitoisuudet ovat talvella suurempia kuin kesällä ja yöllä pitoisuudet kasvavat päiväsaikaan mitattuja pitoisuuksia suuremmiksi. Työpaikoilla ja julkisissa tiloissa, kuten kouluissa, yöllisiä radonpitoisuuksia kasvattaa lisäksi se, että ilmanvaihto saatetaan kytkeä pois tai pienemmälle teholle yön ja viikonlopun ajaksi.

Ilmassa olevat radonin hajoamistuotteet kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin. Keuhkoille aiheutuneen säteilyannoksen seurauksena keuhkosityöpään sairastumisen riski lisääntyy. Ilman radonpitoisuuden sekä radonpitoisessa tilassa vietetyn ajan kasvaessa riski sairastua keuhkosityöpään kasvaa. Tämän vuoksi sisäilman radonpitoisuuden tulee olla niin pieni kuin käytännöllisin toimin on saavutettavissa. Sisäilman radon on tupakoinnin jälkeen merkittävin keuhkosityöpään aiheuttaja ja tupakoimattomille merkittävin keuhkosityöpään riskitekijä. Radonista johtuva suhteellinen keuhkosityöpäriski on tupakoitsijoilla samaa suuruusluokkaa kuin tupakoimattomilla. Eurooppalaisen yhteistutkimuksen mukaan asuminen noin 30 vuotta asunnossa, jossa radonpitoisuus on 700 Bq/m^3 , aiheuttaa 75 vuoden ikään mennessä kaksinkertaisen riski sairastua keuhkosityöpään (Darby ym. 2005). Tupakoitsijan riski saada keuhkosityöpä ilman radonaltistusta on noin 10 % ja tupakoimattoman 0,5 %. Tällöin tupakoitsijan altistuminen 30 vuoden ajan 700 Bq/m^3 radonpitoisuudelle aiheuttaa 20 % riskin sairastua keuhkosityöpään ja tupakoimattomalle samoin kaksinkertaisen riskin, eli 1 %.

4 Aineisto ja menetelmät

Suomessa on peruskouluja, peruskouluasteen erityiskouluja, lukioita, ammatillisiin oppilaitoksia ja ammatillisia erityisoppilaitoksia yhteensä 3014. Tämä tieto perustuu Opetushallitukselta helmikuussa 2016 saatuun listaukseen näistä oppilaitostyypeistä. Se, mitkä näistä kouluista ovat sellaisia, jossa sisäilman radon ST 12.1. ohjeen mukaan pitää mitata, ei ollut STUKin tiedossa, lukuun ottamatta mittausvelvoitekuntia, joissa kaikki koulut tulee mitata. Erityisen puutteellista tietoa oli siis kouluista, joissa on maanalaisia tiloja tai jotka on rakennettu läpäisevälle maaperälle, ja jotka eivät sijaitse mittausvelvoitekunnissa. Kuntien terveydensuojeluviranomainen valvoo muiden oleskelutilojen, kuten koulujen, sisäilman laatua, joten syyskuussa 2016 kaikkien kuntien terveydensuojelun valvontaan vastaaville sekä kunnan kirjaamoon lähetettiin sähköpostitse kehoitus kartoittaa, montako kunnallista koulua on, jossa sisäilman radonpitoisuus pitää mitata (koulu sijaitsee kunnassa, joissa kaikki koulut on mitattava, koulussa on maanalaisia tiloja tai koulu on rakennettu läpäisevälle maalle). Kehotus lähetettiin suomeksi suomenkielisiin kuntiin ja ruotsiksi Ahvenanmaalle, sekä niihin kaksikielisiin kuntiin, joissa enemmistökielenä on ruotsi.

Mitattavat koulut pyydettiin ilmoittamaan STUKiin sekä tieto siitä, onko koulussa aikaisemmin mitattu sisäilman radonpitoisuus. Samalla pyydettiin antamaan arvio siitä, montako opiskelijaa ja työntekijää kussakin koulussa on. Jos kunnan alueella ei ollut yhtään sellaista koulua, jossa radonpitoisuus pitää mitata, pyydettiin antamaan myös tämä tieto. Terveydensuojeluviranomaista pyydettiin välittämään kehoitus kaikkiin kunnan alueella oleviin yksityisiin kouluihin. Jos kunnasta ei ilmoitettu, sijaitseeko sen alueella kouluja, joissa radon tulee mitata, lähetettiin muistutus asiasta lokakuun 2016 alussa sekä vielä toinen muistutus lokakuun 2016 lopussa.

Kutsun lähettämisen aikaan Suomessa oli 313 kuntaa. Näistä 209 kunnasta tuli ilmoituksia, että kunnan alueella on sellaisia julkisia tai yksityisiä kouluja, joissa sisäilman radon pitää mitata. Tarkka määrä siitä, monessako tällaisessa koulussa radonmittaukset oli tehty aikaisemmin, ei ole tiedossa, koska kunnat eivät ilmoittaneet aikaisemmin mitattuja kouluja johdonmukaisesti koulukohtaisesti. Sen sijaan ne koulut, joissa radonpitoisuus aiottiin mitata 1.11.2016 ja 30.4.2017 välisenä aikana, ilmoitettiin koulukohtaisesti. Mitattavia kouluja ilmoitettiin olevan yhteensä 1268. 93 kunnasta tuli ilmoitus, että kunnan alueella ei ole yhtään sellaista koulua, joissa radonpitoisuus tulee mitata. Kaikkiaan 10 kunnasta ei tullut mitään ilmoitusta STUKiin.

Mikäli sisäilman radonpitoisuutta ei ollut mitattu aikaisemmin, STUK ohjeisti, että koulussa tehtäisiin radonmittaus 1.11.2016 ja 30.4.2017 välisenä aikana. Aikaisemmasta mittauksesta huolimatta STUK ohjeisti, että radonpitoisuus mitattaisiin uudelleen, jos koulurakennuksessa oli tehty aiemman mittauksen jälkeen oleellisia korjauksia tai jos edellisestä mittauksesta oli kulunut yli 10 vuotta. Radonpitoisuutta ei tarvinnut mitata parakkikouluissa, eikä sellaisissa kouluissa, joissa toiminta oltiin lopettamassa lähiaikoina.

Radonmittaukset tehtiin STUKin hyväksymillä radonmittauspurkeilla. Radonpitoisuus mitataan marras-huhtikuussa ja mittauksen pitää kestää vähintään kaksi kuukautta. Radonpitoisuus ohjeistettiin mittaamaan jokaisessa erillisessä koulurakennuksessa, jossa työskennellään. Lisäksi ohjeistettiin, että radonmittauspurkkeja piti olla yksi jokaista noin 200 m² kohti. STUKin radonmittauspurkillä mittaavia pyydettiin lisäksi täyttämään radonmittauslomake, jossa kysytään tarkempia tietoja mittauskohteesta (Liite 1) ja mittauspisteestä (Liite 2). Jos mittaukset tehtiin muiden kuin STUKin radonmittauspurkeilla, työnantajan piti toimittaa tulokset STUKiin ilmoituslomakkeella (Liite 3), tai antaa muutoin vastaavat tiedot.

5 Tulokset

5.1 Osallistuminen

Sisäilman radonpitoisuus mitattiin 852 koulussa. Kuntia, joissa mitattiin vähintään yhden koulun sisäilman radonpitoisuus, oli 122. Taulukossa 1 on esitetty kaikki Suomen kunnat hankkeen alus-

sa sen mukaan, kuinka monessa kunnan koulussa sisäilman radonpitoisuus mitattiin tai piti mitata. Kuntia pyydettiin toimittamaan tulokset STUKiin 15.6.2017 mennessä. Pieni osa tuloksista saapui myös määräpäivän jälkeen, mutta tähän raporttiin otettiin mukaan vain määräpäivää ennen tulleet radonmittausten tulokset. Tuloksia toimitetaan ja vastaanotetaan jatkuvasti määräpäivän jälkeenkin.

Taulukko 1. Tiedot koulujen radonmittauksista kunnittain. Kunnat, joissa radon pitää mitata kaikissa työpaikoissa (mittausvelvoitekunnat), on merkitty *kursiivilla*.

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto ope- tushallituksesta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016– 30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mittauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Akaa	9	5	1		
Alajärvi	13	6			
Alavieska	1			x	
Alavus	13	3			
Asikkala	5		2		
Askola	7	6			
Aura	2		1		
Brändö	1				x
Eckerö	1			x	
Enonkoski	1	1			
Enontekiö	5			x	
Espoo	120	26			
Eura	11	11			
Eurajoki	9			x	
Evijärvi	5			x	
Finström	2			x	
Forssa	10			x	
Föglö	1			x	
Geta	1			x	
Haapajarvi	9			x	
Haapavesi	9			x	
Hailuoto	1			x	
Halsua	1		1		
Hamina	16		1		
Hammarland	1			x	
Hankasalmi	5	2			
Hanko	12		3		
Harjavalta	5	4			
Hartola	2	1	1		
Hattula	8		2		
Hausjärvi	6			x	
Heinola	11		4		
Heinävesi	4	1			

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto opetushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016–30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Helsinki	199	181			
Hirvensalmi	2	1			
Hollola	11	1	1		
Honkajoki	3		1		
Huittinen	9	4			
Humppila	2	2			
Hyrynsalmi	2	1	1		
Hyvinkää	27		15		
Hämeenkyrö	10	2			
Hämeenlinna	36	1			
Ii	10	2	1		
Iisalmi	19	1	1		
Iitti	6	4	1		
Ikaalinen	9	1	1		
Ilmajoki	16	1	1		
Ilomantsi	5			x	
Imatra	12	1			
Inari	9		1		
Inkoo	4	4			
Isojoki	1		1		
Isokyrö	5		1		
Janakkala	15	12			
Joensuu	31	3	12		
Jokioinen	3	3			
Jomala	3				x
Joroinen	4	1			
Joutsa	4			x	
Juankoski	6		4		
Juuka	5	5			
Juupajoki	2			x	
Juva	9	6	1		
Jyväskylä	46	26			
Jämijärvi	1		2		
Jämsä	15	10	2		
Järvenpää	20	17			
Kaarina	14	2			
Kaavi	3			x	
Kajaani	19	19	8		
Kalajoki	11		2		
Kangasala	18	10	1		
Kangasniemi	7	3			

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto ope- tushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016– 30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Kankaanpää	11		4		
Kannonkoski	1			x	
Kannus	7			x	
Karijoki	1			x	
Karkkila	6	1			
Karstula	3	1			
Karvia	5			x	
Kaskinen	2			x	
Kauhajoki	14		2		
Kauhava	20		10		
Kauniainen	6		4		
Kaustinen	7	2	2		
Keitele	1			x	
Kemi	11		4		
Kemijärvi	6	3	3		
Keminmaa	7			x	
Kemiönsaari	9		2		
Kempele	7	5			
Kerava	14	6			
Keuruu	8			x	
Kihniö	1	1			
Kinnula	4			x	
Kirkkonummi	22		3		
Kitee	5	2	1		
Kittilä	10	6	4		
Kiuruvesi	9			x	
Kivijärvi	1	1			
Kokemäki	11	5			
Kokkola	40	9			
Kolari	6		6		
Konnevesi	5	3			
Kontiolahti	11		4		
Korsnäs	3				x
Koski Tl	3		2		
Kotka	27	16	3		
Kouvola	52			x	
Kristiinankaupunki	9				x
Kruunupyö	9			x	
Kuhmo	7			x	
Kuhmoinen	1	1			
Kumlinge	1			x	

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto opetushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016–30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Kuopio	54		2		
Kuortane	6			x	
Kurikka	21			x	
Kustavi	1			x	
Kuusamo	15		2		
Kyyjärvi	1			x	
Kärkölä	1		2		
Kärsämäki	4			x	
Kökar	1	1			
Lahti	50	34	4		
Laihia	7		7		
Laitila	10			x	
Lapinjärvi	3			x	
Lapinlahti	8	7	1		
Lappajärvi	6		3		
Lappeenranta	33	1	9		
Lapua	15	5			
Laukaa	15	13			
Lemi	2		1		
Lemland	1			x	
Lempäälä	13	5	4		
Leppävirta	9	5			
Lestijärvi	2				x
Lieksa	9		9		
Lieto	12		5		
Liminka	6	1			
Liperi	8		4		
Lohja	39			x	
Loimaa	20		3		
Loppi	9	5	1		
Loviisa	19			x	
Luhanka	2	1			
Lumijoki	2		1		
Lumparland	1				x
Luoto	5				x
Luumäki	3	1			
Luvia	1			x	
Maalahti	7		1		
Maarianhamina	5	1			
Marttila	1		1		
Masku	6	4	1		

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto ope- tushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016– 30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Merijärvi	1		1		
Merikarvia	3		2		
<i>Miehikkälä</i>	4		4		
Mikkeli	38	18			
Muhos	13	1	3		
Multia	1	1			
Muonio	3			x	
Mustasaari	17		4		
Muurame	6	3			
Mynämäki	11			x	
<i>Myrskylä</i>	1			x	
Mäntsälä	17			x	
Mänttä-Vilppula	9	2	1		
Mäntyharju	4	4			
Naantali	13		5		
Nakkila	8	6			
Nivala	14		2		
<i>Nokia</i>	17		1		
Nousiainen	6			x	
Nurmes	4	4			
Nurmijärvi	33	20			
Närpiö	10		3		
<i>Orimattila</i>	14		1		
Oripää	2		2		
Orivesi	11	5			
Oulainen	10			x	
Oulu	78	27	5		
Outokumpu	3	3			
<i>Padasjoki</i>	2			x	
Paimio	7		2		
Paltamo	3	1	2		
Parainen	23	1	2		
<i>Parikkala</i>	3		3		
Parkano	6		1		
Pedersöre	17		3		
Pelkosenniemi	1		1		
Pello	5		4		
Perho	6			x	
Pertunmaa	2	2			
Petäjävesi	6	2			
Pieksämäki	16			x	

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto ope- tushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016– 30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Pielavesi	4			x	
Pietarsaari	20			x	
Pihtipudas	3			x	
Pirkkala	7	1			
Polvijärvi	4			x	
Pomarkku	3		1		
Pori	40	1	11		
Pornainen	3			x	
Porvoo	41	14	1		
Posio	2			x	
Pudasjärvi	10	4			
Pukkila	2			x	
Punkalaidun	4	2			
Puolanka	2			x	
Puumala	1	1			
Pyhtää	5			x	
Pyhäjoki	5	5			
Pyhäjärvi	8			x	
Pyhäntä	1				x
Pyhäranta	3			x	
Pälkäne	9	3			
Pöytyä	9		2		
Raahe	21		4		
Raasepori	27	9	6		
Raisio	14	5			
Rantasalmi	5		1		
Ranua	6	2			
Rauma	20		10		
Rautalampi	3		2		
Rautavaara	3		1		
Rautjärvi	4			x	
Reisjärvi	7		1		
Riihimäki	18	2			
Ristijärvi	1	1			
Rovaniemi	41	13	13		
Ruokolahti	5			x	
Ruovesi	5			x	
Rusko	4			x	
Rääkkylä	1			x	
Saarijärvi	11			x	
Salla	3		1		

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto opetushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016–30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mitauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Salo	42	11			
Saltvik	2			x	
Sastamala	23	18	2		
Sauvo	1		1		
Savitaipale	3	1			
Savonlinna	28	15			
Savukoski	2		1		
Seinäjoki	43		3		
Sievi	9		2		
Siikainen	1	1			
Siikajoki	8		2		
Siikalatva	8			x	
Siilinjärvi	15		10		
Simo	4			x	
Sipoo	18			x	
Siuntio	3			x	
Sodankylä	9	1			
Soini	1		1		
Somero	8			x	
Sonkajärvi	4			x	
Sotkamo	10	4			
Sottunga	1	1			
Sulkava	2	2			
Sund	1				x
Suomussalmi	6			x	
Suonenjoki	5		1		
Sysmä	3			x	
Säkylä	6	5	2		
Taipalsaari	3	2			
Taivalkoski	5			x	
Taivassalo	1			x	
Tammela	9		2		
Tampere	73	11	10		
Tervo	1		1		
Tervola	6			x	
Teuva	4			x	
Tohmajärvi	5			x	
Toholampi	7		5		
Toivakka	2	1			
Tornio	16		7		
Turku	61		15		

Kunta	Koulujen kokonaismäärä (Tieto opetushallitukselta)	Kouluja, joissa radon mitattiin 1.11.2016–30.4.2017*	Kouluja, joissa radon piti mitata, mutta mittauksia ei tehty	Kunnassa ei ilmoituksen mukaan kouluja, jossa radon pitää mitata**	Kunnasta ei vastattu STUKin selvityspyyntöön
Tuusniemi	2		1		
Tuusula	23			x	
Tyrnävä	5	2			
Ulvila	12	2	1		
Urjala	4		2		
Utajärvi	2	1			
Utsjoki	4			x	
Uurainen	4			x	
Uusikaarlepyy	18			x	
Uusikaupunki	9			x	
Vaala	3			x	
Vaasa	40	11	3		
Valkeakoski	14	12			
Valtimo	2	1			
Vantaa	64	32	19		
Varkaus	12	9			
Vehmaa	3			x	
Vesanto	2			x	
Vesilahti	4		4		
Veteli	5		1		
Vieremä	5		1		
Vihti	19		2		
Viitasaari	5			x	
Vimpeli	4	2			
Virolahti	5		4		
Virrat	10			x	
Vårdö	1				x
Vöyri	12		2		
Ylitornio	7		4		
Ylivieska	13		8		
Ylöjärvi	16	3	2		
Ypäjä	5			x	
Ähtäri	8	3			
Äänekoski	16		1		
Yhteensä	3014	852	416	94	10

* Tulokset oli toimitettu STUKiin 15.6.2017 mennessä.

** Mittauksia ei tarvinnut tehdä koska a) kouluja, joissa radon pitää mitata ei ole kunnan alueella tai b) kouluissa, joissa radon pitää mitata, mittaukset on tehty jo aikaisemmin.

5.2 Koulujen radonmittaustulokset

Koulun koosta ja erillisten rakennusten lukumäärästä riippuen mittausten lukumäärä yhtä koulua kohti vaihteli välillä 1 ja 32 (taulukko 2). Yhteensä 684 koulussa tehtiin enemmän kuin yksi mittausta. Näiden koulujen radonpitoisuus laskettiin kaikkien tehtyjen mittausten keskiarvona. Kaikkiaan 168 koulussa vain yhdestä mittauspisteestä määritettiin radonpitoisuus, jolloin sitä käytettiin koulun radonpitoisuutena.

Taulukko 2. Radonmittausten määrä koulua kohti.

Mittauksia koulussa	1	2	3-5	6-9	10-15	16-20	21-30	yli 30
Kouluja (N)	168	152	295	127	81	19	9	1

Keskimääräinen radonpitoisuus kouluissa oli 87 Bq/m³ ja mediaani 45 Bq/m³ (taulukko 3). Suurin koulussa yksittäisessä mittauspisteessä mitattu sisäilman radonpitoisuus oli 10 919 Bq/m³. Tarkasteltaessa kunnittain koulujen radonpitoisuuksien keskiarvojen ja mediaanin eroa, voidaan nähdä mediaanien olevan pienempiä, sillä muutamat poikkeavan suuret arvot nostavat keskiarvoa. Kuvassa 1 on esitetty mitattujen koulujen radonpitoisuuksien keskiarvot, josta huomataan, että suurin osa havainnoista sijoittui pienten radonpitoisuuksien luokkiin.

Yhteensä 123 koulussa (14 % aineistosta) ainakin yhden mittauspisteen radonpitoisuus ylitti 300 Bq/m³ ja 91 koulussa (11 % aineistosta) 400 Bq/m³ ylittyi ainakin yhdessä mittauspisteessä. Nykyisen toimenpidearvon (400 Bq/m³) ylittäneitä kouluja oli 32 kunnan alueella (26 % mitanneista kunnista) ja tulevan viitearvon (300 Bq/m³) ylittäneitä 42 kunnan alueella (34 % mitanneista kunnista).

Mittausvelvoitekuntien kouluissa keskimääräinen radonpitoisuus oli 105 Bq/m³ ja mediaani 64 Bq/m³. Lisäksi näissä kunnissa 400 Bq/m³ ylittyi ainakin yhdessä mittauspisteessä 17 % koulussa ja 300 Bq/m³ ylittyi 20 % koulussa. Muissa kunnissa vastaavat lukuarvot olivat 81 Bq/m³, 41 Bq/m³, 9 % ja 13 %.

Taulukko 3. Sisäilman radonpitoisuuksien tunnuslukuja sekä ylitysosuudet mitatuissa kouluissa kunnittain mittauskaudella 2016–2017. Mittausvelvoitekunnat on merkitty *kursiivilla*.

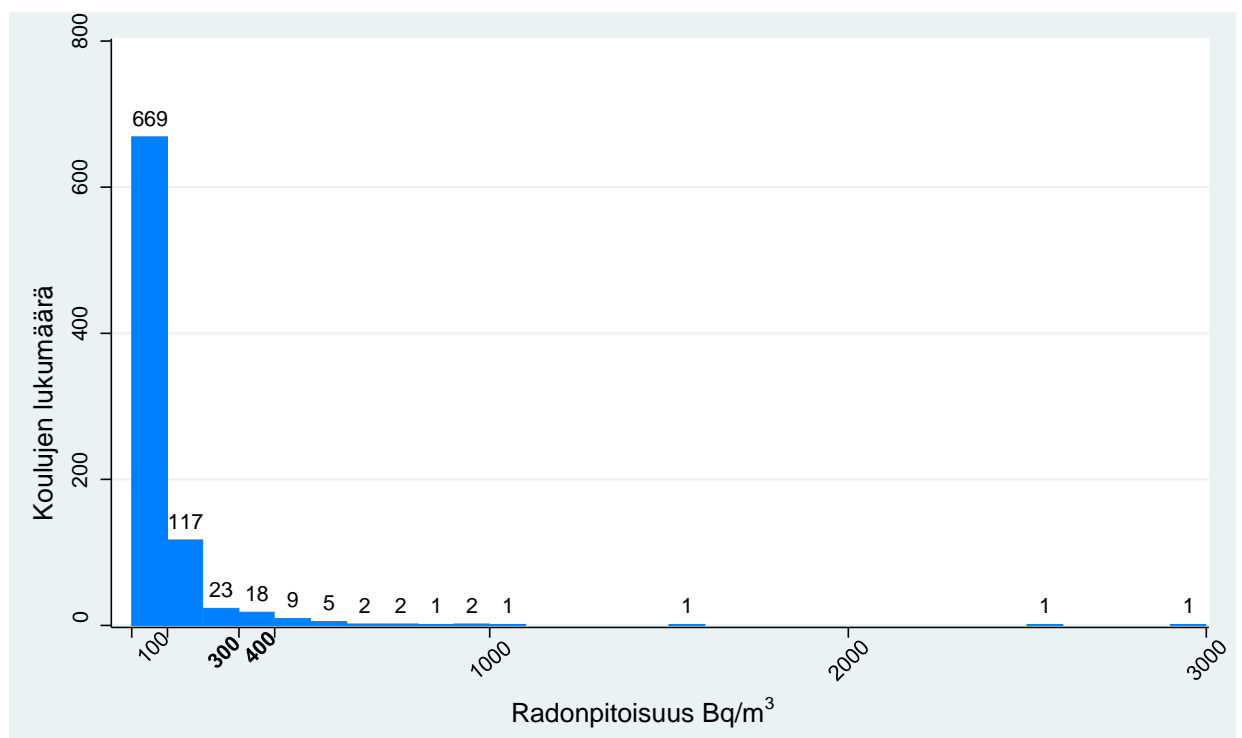
Kunta	Mitattujen koulujen lukumäärä	Koulujen Keskiarvo Bq/m ³	Maksimi* Bq/m ³	Koulujen Mediaani Bq/m ³	Kouluja, joissa ainakin yksi mittaustulos ylittää	
					300 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Akaa	5	111	612	24	20 %	20 %
Alajärvi	6	69	210	72	0	0
Alavus	3	57	106	35	0	0
Askola	6	213	7297	110	33 %	17 %
Enonkoski	1	21	36	21	0	0
Espoo	26	51	1117	33	15 %	15 %
Eura	11	63	793	29	9 %	9 %
Hankasalmi	2	25	63	25	0	0
Harjavalta	4	20	194	17	0	0
Hartola	1	80	80	80	0	0
Heinävesi	1	48	82	48	0	0
Helsinki	181	99	3037	68	18 %	14 %
Hirvensalmi	1	45	263	45	0	0
Hollola	1	76	155	76	0	0

Kunta	Mitattujen koulujen lukumäärä	Koulujen Keskiarvo Bq/m ³	Maksimi* Bq/m ³	Koulujen Mediaani Bq/m ³	Kouluja, joissa ainakin yksi mittaustulos ylittää	
					300 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Huittinen	4	279	1204	73	25 %	25 %
<i>Humppila</i>	2	65	216	65	0	0
Hyrnsalmi	1	42	188	42	0	0
Hämeenkyrö	2	44	160	44	0	0
<i>Hämeenlinna</i>	1	34	227	34	0	0
<i>Ii</i>	2	25	40	25	0	0
Iisalmi	1	12	26	12	0	0
<i>Iitti</i>	4	68	228	80	0	0
Ikaalinen	1	68	166	68	0	0
Ilmajoki	1	17	27	17	0	0
<i>Imatra</i>	1	34	34	34	0	0
Inkoo	4	47	304	38	25 %	0
<i>Janakkala</i>	12	119	428	104	8 %	8 %
Joensuu	3	14	149	9	0	0
Jokioinen	3	79	233	45	0	0
Joroinen	1	69	113	69	0	0
Juuka	5	35	98	30	0	0
Juva	6	29	84	26	0	0
Jyväskylä	26	61	580	29	15 %	8 %
Jämsä	10	40	404	37	10 %	10 %
<i>Järvenpää</i>	17	72	1200	51	35 %	29 %
Kaarina	2	26	160	26	0	0
<i>Kajaani</i>	19	76	1466	44	11 %	11 %
<i>Kangasala</i>	10	119	480	82	10 %	10 %
Kangasniemi	3	35	53	34	0	0
Karkkila	1	198	848	198	100 %	100 %
Karstula	1	47	47	47	0	0
Kaustinen	2	141	1359	141	50 %	50 %
Kemijärvi	3	46	81	49	0	0
Kempele	5	20	95	20	0	0
Kerava	6	145	729	103	17 %	17 %
Kihniö	1	50	50	50	0	0
<i>Kitee</i>	2	188	1293	188	50 %	50 %
<i>Kittilä</i>	6	69	150	61	0	0
<i>Kivijärvi</i>	1	45	53	45	0	0
Kokemäki	5	94	328	59	60 %	0
Kokkola	9	34	331	10	11 %	0
Konnevesi	3	165	340	98	33 %	0
<i>Kotka</i>	16	113	3676	48	19 %	19 %
<i>Kuhmoinen</i>	1	169	359	169	100 %	0
Kökar	1	90	277	90	0	0
<i>Lahti</i>	34	147	3690	104	41 %	38 %
Lapinlahti	7	16	105	11	0	0
<i>Lappeenranta</i>	1	9	19	9	0	0

Kunta	Mitattujen koulujen lukumäärä	Koulujen Keskiarvo Bq/m ³	Maksimi* Bq/m ³	Koulujen Mediaani Bq/m ³	Kouluja, joissa ainakin yksi mittaustulos ylittää	
					300 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Lapua	5	36	130	35	0	0
Laukaa	13	323	2945	50	38 %	23 %
Lempäälä	5	170	841	189	40 %	40 %
Leppävirta	5	41	72	55	0	0
Liminka	1	22	22	22	0	0
Loppi	5	70	202	53	0	0
Luhanka	1	12	29	12	0	0
Luumäki	1	49	148	49	0	0
Maarianhamina	1	13	38	13	0	0
Masku	4	19	50	17	0	0
Mikkeli	18	42	135	29	0	0
Muhos	1	51	53	51	0	0
Multia	1	33	33	33	0	0
Muurame	3	56	280	29	0	0
Mänttä-Vilppula	2	20	108	20	0	0
Mäntyharju	4	111	182	97	0	0
Nakkila	6	46	155	46	0	0
Nurmes	4	79	381	71	50 %	0
Nurmijärvi	20	37	578	30	5 %	5 %
Orivesi	5	58	340	30	20 %	0
Oulu	27	52	380	37	11 %	0
Outokumpu	5	160	644	129	60 %	40 %
Paltamo	1	56	107	56	0	0
Parainen	1	18	47	18	0	0
Pertunmaa	2	66	208	66	0	0
Petäjävesi	2	17	23	17	0	0
Pirkkala	1	22	32	22	0	0
Pori	1	150	311	150	100 %	0
Porvoo	14	113	1818	27	14 %	14 %
Pudasjärvi	4	41	103	41	0	0
Punkalaidun	2	300	928	300	50 %	50 %
Puumala	1	11	14	11	0	0
Pyhäjoki	5	23	75	9	0	0
Pälkäne	3	51	164	30	0	0
Raasepori	9	53	428	37	22 %	11 %
Raisio	5	22	131	15	0	0
Ranua	2	7	8	7	0	0
Riihimäki	2	106	187	106	0	0
Ristijärvi	1	2527	3953	2527	100 %	100 %
Rovaniemi	13	101	560	48	15 %	8 %
Salo	11	43	149	24	0	0
Sastamala	18	46	896	32	6 %	6 %
Savitaipale	1	26	34	26	0	0

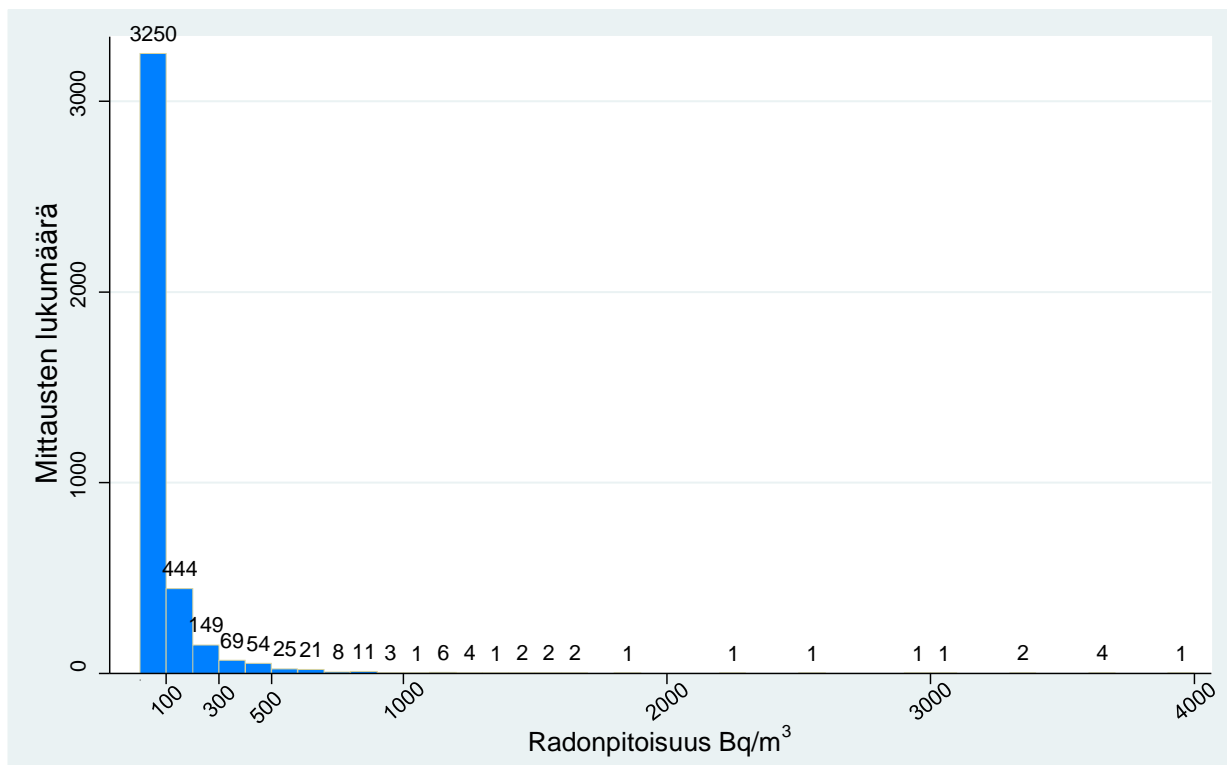
Kunta	Mitattujen koulujen lukumäärä	Koulujen Keskiarvo Bq/m ³	Maksimi* Bq/m ³	Koulujen Mediaani Bq/m ³	Kouluja, joissa ainakin yksi mittaustulos ylittää	
					300 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Savonlinna	15	86	1641	34	7 %	7 %
Siikainen	1	31	121	31	0	0
Sodankylä	1	104	211	104	0	0
Sotkamo	4	63	231	42	0	0
Sottunga	1	48	77	48	0	0
Sulkava	2	40	104	40	0	0
Säkylä	5	23	121	8	0	0
Taipalsaari	2	17	32	17	0	0
Tampere	11	119	710	110	9 %	9 %
Toivakka	1	15	31	15	0	0
Tyrnävä	2	7	11	7	0	0
Ulvila	2	48	67	48	0	0
Utajärvi	1	3	3	3	0	0
Vaasa	11	53	344	41	9 %	0
Valkeakoski	12	74	593	39	25 %	17 %
Valtimo	1	23	26	23	0	0
Vantaa	32	138	10 919	36	19 %	19 %
Varkaus	9	37	106	38	0	0
Vimpeli	2	28	115	28	0	0
Ylöjärvi	3	19	85	14	0	0
Ähtäri	3	15	56	10	0	0
Kaikki mitatut	852	87	10 919	45	14 %	11 %

*Suurin yksittäisessä mittauspisteessä mitattu tulos



Kuva 1. Koulujen (N=852) radonpitoisuuksien keskiarvot, joissa mittaukset tehtiin 1.11.2016 ja 30.4.2017 välisenä aikana. Yhdessä koulussa tehtiin 1 – 32 mittausta.

Yksittäisten mittaustulosten jakauma (Kuva 2) muistuttaa muodoltaan kuvaa 1 koulujen radonpitoisuuksien jakaumasta. Suurin osa yksittäisten mittausten radonpitoisuuksista painottuu jakauman alkupäähän ja kaikkien mittausten keskiarvo oli 91 Bq/m³ ja mediaani 35 Bq/m³.



Kuva 2. Yksittäisten kouluissa tehtyjen mittausten (n=4064) radonpitoisuudet, jotka tehty 1.11.2016 ja 30.4.2017 välisenä aikana. Mukana on vain alle 4000 Bq/m³ radonpitoisuusarvot, jota suurempia arvoja oli vain kaksi yksittäistä tulosta (7298 Bq/m³ ja 10 919 Bq/m³).

5.3 STUKin kouluille antamat määräykset

STUK antoi työnantajalle radonmittaustulosten ja muun annetun selvityksen (muu muassa mittauspisteessä työskennellyn ajan) perusteella tarvittaessa toimenpidemääräyksiä radonpitoisuuden pienentämiseksi tai lisäselvitysten tekemiseksi. Työpaikkojen radonpitoisuudelle on asetettu toimenpidearvo säteilyasetuksen 27 §:ssä

(<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512>). Työpaikan radonpitoisuuden vuosikeskiarvon tämänhetkinen toimenpidearvo säännöllisessä työssä on 400 Bq/m³. Jos työaika on lyhyempi, voi radonpitoisuus vastaavasti olla suurempi.

Jos toimenpidearvo ylittyi sellaisessa mittauspisteessä, joka ei ollut työpiste, vaan pelkästään muu oleskelutila (esimerkiksi eteisaula), tai jos radonpitoisuuden ja työskentelyajan perusteella STUK ei antanut määräyksiä, radonvalvonta (N=23 koulua) siirrettiin terveydensuojeluviranomaiselle. Muiden oleskelutilojen radonvalvonnasta vastaa terveydensuojeluviranomainen terveydensuojelulain 26 §:n nojalla (<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763#L7>).

Kouluja (N=20), joissa radonpitoisuus jossakin työpisteessä oli 401–500 Bq/m³ ja työ oli säännöllistä, STUK määräsi tekemään uusintamittauksen kesäkaudella (1.5.-31.10.) radonpitoisuuden vuodenaikaisvaihtelun selvittämiseksi. Radonpitoisuus on useimmiten kesällä jonkin verran pienempi kuin talvella. Lämmityskaudella ja kesällä tehtyjen mittausten tulosten perusteella voidaan tarkemmin arvioida, ylittääkö radonpitoisuuden vuosikeskiarvo toimenpidearvon 400 Bq/m³.

Kouluja (N=28), joissa radonpitoisuus jossakin mittauspisteessä oli 501–2000 Bq/m³ ja työ oli säännöllistä, STUK määräsi selvittämään työnaikaisen radonpitoisuuden jatkuvasti pitoisuutta

rekisteröivällä mittalaitteella. Työnaikaisen radonpitoisuuden selvittäminen vähintään seitsemän päivää kestäväällä mittauksella on suositeltavaa, jos koneellinen ilmanvaihto mittauspisteessä ei ole jatkuvasti päällä, tai jos koneellisen ilmanvaihdon tehoa säädetään suuremmalle ja pienemmälle työ- tai oleskeluaikojen mukaan. Vaihtoehtoisesti työnantaja saattoi valita, että kouluun tehtiin heti radonkorjaus. Korjausten onnistuminen on varmistettava vähintään kaksi kuukautta kestäväällä radonpurkkimittauksella marras-huhtikuun välisenä aikana.

Koulut (N=5), joissa radonpitoisuus jossakin työpisteessä ylitti 2000 Bq/m^3 , määrättiin heti ryhtymään korjaustoimenpiteisiin radonpitoisuuden alentamiseksi. Korjaustoimenpiteiden onnistuminen on varmistettava vähintään kaksi kuukautta kestäväällä radonpurkkimittauksella marras-huhtikuun välisenä aikana.

5.4 Työntekijöiden ja opiskelijoiden lukumäärä kouluissa

Koulujen työntekijämäärät ja opiskelijamäärät pyydettiin ilmoittamaan koulukohtaisesti. Jos työntekijöiden ja opiskelijoiden tarkka määrä ei ollut tiedossa, pyydettiin antamaan arvio näistä. Työntekijöiden ja opiskelijoiden lukumäärää ei kuitenkaan ilmoitettu johdonmukaisesti ja osalta kouluista tietoa ei saatu ollenkaan. Raporttia kirjoitettaessa STUKilla ei ollut oikeuksia ympäristöterveyden tai vastaaviin tietokantoihin, joista tarvittava tieto olisi voinut löytyä. Tämän vuoksi kaikkien työntekijä- ja opiskelijamäärien, joita tämä hanke koskee, esittäminen ei ole mahdollista. Määriä voidaan kuitenkin arvioida käyttämällä niiden koulujen tietoja, joiden osalta annettiin jotain tietoja. Työntekijöiden määrän ilmoitti yhteensä 1024 koulua kaikista ilmoituksen tehneistä kouluista. Opiskelijoiden määrä ilmoitettiin 1204 koulusta.

Kaikkien työntekijämäärän ilmoittaneiden koulujen keskimääräinen työntekijäluku oli 26 henkilöä yhtä koulua kohden. Yhteensä työntekijöitä oli 5707. Kouluissa oli yhteensä 65 866 opiskelijaa ja opiskelijoiden keskiarvo oli 239 oppilasta koulua kohden. Niissä kouluissa, joissa radonpitoisuus 400 Bq/m^3 ylittyi ja työntekijöiden (N=25) ja/tai opiskelijoiden (N=30) määrä oli ilmoitettu, työskenteli yhteensä 790 henkilöä ja opiskeli yhteensä 9170 opiskelijaa. Tämän perusteella on kuitenkin vaikea päätellä mitään varmaa henkilökunnan tai opiskelijoiden altistumisesta sisäilman radonille koulun tiloissa. Tämä sen vuoksi, että ei ole tietoa siitä, moniko työskenteli tai opiskeli juuri sellaisissa koulun tiloissa, joissa radonpitoisuus 400 Bq/m^3 ylittyi.

6 Johtopäätelmät

Tämän hankkeessa mitattujen koulujen sisäilman radonpitoisuuden keskiarvo oli 87 Bq/m^3 ja mediaani 45 Bq/m^3 . Toimenpidearvo 400 Bq/m^3 ylittyi 11 % koulussa ja 300 Bq/m^3 ylittyi 14 % koulussa. Tunnusluvut olivat hieman suuremmat kuin STUKin vuonna 2015 toteuttaman päiväkotien radonvalvontahankkeessa, jossa keskiarvo oli 81 Bq/m^3 , mediaani 33 Bq/m^3 , 400 Bq/m^3 ylittyi 4 % ja 300 Bq/m^3 ylittyi 8 % mitatuissa päiväkodeissa. Vaikka päiväkotien radonvalvontahanke kohdistui vain mittausvelvoitekuntiin, oli 400 Bq/m^3 ylittävien osuus päiväkodeissa huomattavasti pienempi kuin koko Suomeen kohdistuvassa kouluhankkeessa. Tulos vahvistaa sen, että mittausvelvoitekuntien lisäksi myös muut ST 12.1. ohjeen kriteerien mukaiset radonmittaukset työpaikoilla ovat perusteltuja, ja kohdennettujen mittauksen avulla voi löytyä korkeita radonpitoisuuksia. Käytäntö on osoittanut, että työnantajat hyvin harvoin tietävät, että radonmittauksia on tehtävä myös muissa kuin mittausvelvoitekunnissa. Myös tässä kouluhankkeessa kunnissa, joissa kaikkia työpaikkoja ei tarvitse mitata, toimenpidearvon 400 Bq/m^3 ylityksiä mitattiin 9 % kouluissa.

Koulujen keskimääräinen radonpitoisuus oli pienempi kuin vuosina 2006–2007 tehdyssä otanta-tutkimuksessa, jossa keskimääräinen mitattu radonpitoisuus suomalaisissa asunnoissa oli 109 Bq/m^3 . (Mäkeläinen ym. 2009). Tulokset vahvistavat käsitystä, että suurin osa suomalaisten radonaltistuksesta tapahtuu kodeissa. Yleisesti työpaikoilla ja/tai muissa oleskelutiloissa altistutaan radonille vähemmän, koska pitoisuudet ovat pienemmät ja oleskeluaika on lyhyempi kuin kodeissa.

On melko yleistä, että ohjeistuksesta huolimatta, työpaikoilla radonpitoisuus mitataan liian harvassa mittauspisteessä. Liian vähäisellä määrällä mittauksilla ei voida luotettavasti arvioida työntekijöiden radonaltistusta, sillä radonpitoisuus voi vaihdella huomattavasti työpaikan eri tiloissa. Esimerkkinä tällaisesta tilanteesta on tässä hankkeessa mitattu koulu, jossa radonmittaukset tehtiin kahdeksalla purkillä. Mitattu radonpitoisuus vaihteli 27 Bq/m³ ja 10 919 Bq/m³ välillä. On siis hyvin mahdollista, että koulut, joissa radonpitoisuus on mitattu vähäisellä määrällä purkkeja, mitattu pitoisuus ei kuvasta kattavasti työtilojen radonpitoisuutta. Lisäksi käytäntö on osoittanut, että useissa työpaikoissa mitataan työtilojen sijasta varastotiloja, huoltotiloja tai muita sen kaltaisia tiloja, joissa työntekijät eivät juuri käy. Näin kävi myös tässä hankkeessa useassa koulussa.

STUK on antanut mittaustulosten ja muun annetun selvityksen perusteella tarvittaessa toimenpitemääräyksiä radonpitoisuuden pienentämiseksi tai lisäselvitysten tekemiseksi. Huomattavassa osassa (N=416, 33 %) kouluista, joissa radonpitoisuus olisi pitänyt mitata aikavälillä 1.11.2016 ja 30.4.2017, ei mittauksia kuitenkaan tehty. STUK on antanut työnantajille määräykset tehdä radonmittaukset seuraavalla mittauskaudella, eli marraskuun 2017 ja huhtikuun 2018 välisenä aikana. Jatkossa STUK valvoo, että määrätyt toimenpiteet sekä puuttuvat mittaukset toteutetaan.

6.1 Yhteenveto

Koulujen keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus 87 Bq/m³ oli pienempi kuin suomalaisissa asunnoissa mitattu keskimääräinen sisäilman radonpitoisuus 109 Bq/m³. Altistuminen radonille on siis koulujen tiloissa keskimääräisesti vähäisempää kuin kodeissa. Hankkeen myötä koulurakennusten mittausten kattavuus lisääntyi, sillä hankkeen aikana yli 800 koulussa mitattiin sisäilman radonpitoisuudet. Lisäksi mitattavaksi tulevalla radonmittauskaudella 2017 – 2018 jäi noin 400 koulua. STUK valvoo, että näissä kouluissa mittaukset tulee tehtyä ja siten mahdollinen työntekijöiden ja opiskelijoiden liiallinen radonaltistuminen estettyä.

Kirjallisuus

Boice J.D Jr. Ionizing radiation. Kirjassa Shottenfeld D ja Fraumeni J.F (toim.). Cancer epidemiology and prevention. Oxford University Press 2006.

Darby S, Hill D, Auvinen A. ym. Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005;330:23-227.

EU direktiivi 2013/59/Euratom. Laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Official Journal of the European Union 2014.

Hanifi, Riitta, Pääkkönen, Hannu. Ajankäytön muutokset 2000-luvulla. Helsinki: Tilastokeskus 2011.

Kojo K, Perälä M, Tarsa T, Kurttio P. Päiväkotien sisäilman radonkartoitus 2014 - 2015. Ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelma. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2015.

Mäkeläinen I, Kinnunen T, Reisbacka H, Valmari T, Arvela H. Radon suomalaisissa asunnoissa – Otantatutkimus 2006. STUK-A242. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2009.

Mäkeläinen I, Moisio S, Reisbacka H, Turtiainen T. Indoor occupancy and radon exposure in Finland. Kirjassa: The Natural Radiation Environment VII. Seventh International Symposium on the Natural Radiation Environment, Rhodes, Greece, 20 – 24 May, 2002. *Rad Env* 2005(7);687–693.

ST 12.1. ohje. Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2011.

Tämä lomake täytetään jokaisesta tarkastuskohteesta esimerkiksi jokaisesta erillisestä rakennuksesta tai yrityksestä. Säteilyturvakeskus lähettää jokaisesta tarkastuskohteesta erillisen tarkastuspöytäkirjan, jossa ilmoitetaan radonmittaustulokset ja annetaan tarvittaessa määräykset radonpitoisuuden pienentämiseksi tai jatkoselvittämiseksi.

Palauttakaa samassa tarkastuskohteessa olevat mittauspurkit lomakkeineen yhtä aikaa. Niputtakaa tämä lomake (M1) tämän tarkastuskohteen mittauspisteiden lomakkeiden (M2) kanssa ja palauttakaa kaikki lomakkeet samassa kirjekuussa.

TULOSTEN LÄHETTÄMINEN

Tulokset halutaan postitse sähköpostitse

STUK lähettää tulokset radonmittauksen tilaajalle. Lähetetäänkö tulokset myös toiminnanharjoittajalle, jos eri kuin tilaaja?

ei kyllä, täytä toiminnanharjoittajan yhteystiedot.

Toiminnanharjoittaja (jos eri kuin tilaaja)

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Yhteyshenkilö

Puhelinnumero

Sähköpostiosoite

TARKASTUSKOHDE

Onko tarkastuskohte Koulu Päiväkoti Sairaala, terveyskeskus, tms.
 Muu julkinen tila

Tarkastuskohteen nimi

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Sijaintikunta

LISÄTIETOJA (jatkakaa tarvittaessa paperin toiselle puolelle)

MITTAUSTIEDOT

Mittauspurkkien lukumäärä tarkastuskohteessa

Mittauspurkkien numerot

Mittauksen aloituspäivämäärä

<input type="text"/>	<input type="text"/>	20	<input type="text"/>	<input type="text"/>
p	p		k	k

Mittauksen lopetuspäivämäärä

<input type="text"/>	<input type="text"/>	20	<input type="text"/>	<input type="text"/>
p	p		k	k

RADONKORJAUKSET

Onko radonpitoisuutta pyritty pienentämään?

Ei
 Kyllä

RADONKORJAUSTOIMENPITEET
 (rakennuksen valmistumisen jälkeen)

Asennettu radonimuri (imu laatan alta)*
 Tehty radonkaivo talon ulkopuolelle*
 Rakenteita tiivistetty (esim. lattialaatan ja seinän välinen rako, läpivientejä)
 Tehty ilmanvaihtotoimenpiteitä
 Muu, mikä?

* Ilmoittakaa vain, jos poistopuhallin on ollut mittauksen aikana päällä.

**Tarkistatthän vielä, että aloitus- ja lopetuspäivät ovat täytetty.
 KIITOS!**

Mittauspurkin numero

Mittauspiste on tarkastuskohteessa sijaitseva huone tai tila, johon radonmittauspurkki sijoitetaan mittauksen ajaksi. Mittauspiste tulee nimetä niin, että tila on helposti tunnistettavissa myöhemminkin mahdollisten uusintamittausten yhteydessä. Mittauspisteen lomakkeen (M2) mukana on aina palautettava tarkastuskohteen lomake (M1), jotta mittaus osataan kohdistaa oikeaan osoitteeseen. M1 -lomakkeessa on myös mittauksen aloitus- ja lopetuspäivämäärät, jotka ovat välttämättömät tuloksen laskemiseksi. Jos jokin mittauspurkeista unohtuu mittauspisteeseen, eikä sitä palauteta tarkastuskohteen muiden mittauspurkkien kanssa, mittauksen aloitus- ja lopetuspäivät, sekä tarkastuskohteen tiedot on mainittava lisätiedoissa, silloin kun unohtunut purkki palautetaan.

MITTAUSPISTE

Mittauspisteen nimi (jos mitattu aiemmin, käyttäkää samaa nimeä)

 Onko kyseessä STUKin määräämä uusintamittaus kyllä ei

Jos mittauspisteen tyyppi ei ole mikään vaihtoehdoista, eikä se selviä mittauspisteen nimestä, ilmoittakaa tilan käyttötarkoitus tarkemmin.

Mittauspisteen tyyppi

- Toimisto
 Varasto
 Teollisuustila
 Yleisötila
 Huolto- tai laitetila
 Muu, mikä? _____

ILMANVAIHTO

- Painovoimainen
 Koneellinen poisto
 Koneellinen tulo ja poisto

Koneellinen ilmanvaihto toiminnassa _____ tuntia vuorokaudessa _____ päivänä viikossa

Jos ilmanvaihto on ajoittain osateholla, ilmoittakaa tästä tarkemmin kohdassa lisätietoja.

MITTAUSPISTEEN SIJAINTI

- Maan päällä, kerros _____ Ensimmäinen kerros (1.) on maan tasalla oleva kerros jne.

- Osittain maan alla
 Kokonaan maan alla

 Lattia tai seinä rajoittuu maaperään? Kyllä Ei

AIKAISEMMAT MITTAUKSET

Onko tässä mittauspisteessä tehty aiemmin radonmittausta?

- Ei
 Kyllä, edellisen mittauksen purkin numero tai vuosi _____, jos tiedossa.

TYÖNTEKIJÄT
Työntekijöiden lukumäärä

 Tässä mittauspisteessä (ei koko työpaikassa) työskentelevien työntekijöiden lukumäärä. _____ Ei työntekijöitä

Työaika

Työaika on mittauspisteessä vietettävä aika. Jos mittauspisteessä ei työskennellä joka päivä, ilmoittakaa mahdollisimman tarkasti työaika kuukaudessa tai vuodessa. Jos mittauspisteessä työskentelee useita henkilöitä, ilmoittakaa sen henkilön työaika, joka työskentelee kauimmin tässä mittauspisteessä.

_____ tuntia vuorokaudessa TAI _____ tuntia kuukaudessa TAI _____ tuntia vuodessa

LISÄTIETOJA (jatkakaa tarvittaessa paperin toiselle puolelle)

TOIMINNAN HARJOITTAJA	Nimi	
	Lähiosoite	
	Postinumero ja -toimipaikka	Y-tunnus
	Yhteyshenkilö	Puhelin
	Sähköpostiosoite (<i>pakollinen*</i>)	
MITTAUSKOHDE	Kohteen nimi	
	Lähiosoite	
	Postinumero ja -toimipaikka	
MITTAUSPISTE	Mittauspisteen (huoneen) nimi	
	Mittauspisteen tyyppi	
	<input type="checkbox"/> Toimisto	<input type="checkbox"/> Teollisuustila <input type="checkbox"/> Huolto- tai laitetila
	<input type="checkbox"/> Varasto	<input type="checkbox"/> Yleisötila <input type="checkbox"/> Muu, mikä?
	Ilmanvaihto	
	<input type="checkbox"/> Painovoimainen	<input type="checkbox"/> Koneellinen poisto <input type="checkbox"/> Koneellinen tulo ja poisto
	Koneellinen ilmanvaihto toiminnassa	
	_____ tuntia vuorokaudessa _____ päivänä viikossa	
Mittauspisteen sijainti		
<input type="checkbox"/> Maan päällä, kerros _____	<input type="checkbox"/> Osittain maan alla <input type="checkbox"/> Kokonaan maan alla	
Lattia tai seinä rajoittuu maaperään?		
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei	
MITTAUSTIEDOT	Mittattu radonpitoisuus	
	Bq/m^3	
	(Kopio mittausraportista liitteeksi)	
Mittaus aloitettu, pvm?	Mittaus päättynyt, pvm?	
RADON- KORJAUKSET	Onko radonpitoisuutta pyritty pienentämään?	Onko radonpitoisuutta mitattu aiemmin?
	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Kyllä, milloin?
	Kuvaus tehdyistä toimenpiteistä (tarvittaessa erillisellä liitteellä)	
TYÖNTEKIJÄT	Työntekijöiden lukumäärä mittauspisteessä	<input type="checkbox"/> Ei työntekijöitä
	Työaika mittauspisteessä (tuntia/työntekijä)	
_____ vuorokaudessa, _____ kuukaudessa ja/tai _____ vuodessa		
LISÄTIETOJA (tarvittaessa erillisellä liitteellä)		
ALLEKIRJOITUS	Päiväys ja allekirjoitus	