

Suomen radonkartasto 2010

Radonatlas över Finland 2010

Radon Atlas of Finland 2010

Tuomas Valmari, Ilona Mäkeläinen, Heikki Reisbacka, Hannu Arvela

Suomen radonkartasto 2010

Radonatlas över Finland 2010

Radon Atlas of Finland 2010

Tuomas Valmari, Ilona Mäkeläinen, Heikki Reisbacka, Hannu Arvela

Tässä raporttisarjassa esitetyt johtopäätökset ovat tekijöiden johtopäätöksiä, eivätkä ne välttämättä edusta Säteilyturvakeskuksen virallista kantaa.

Slutsatserna som framförs i denna rapportserie är författarnas egna och återspeglar inte nödvändigtvis Strålsäkerhetscentralens officiella uppfattning.

The conclusions in the STUK report series are those of the authors and do not necessarily represent the official position of STUK.

ISBN 978-952-478-537-2 (nid. / tryckt / print)

ISBN 978-952-478-538-9 (pdf)

ISSN 0781-1705

Edita Prima Oy, Helsinki / Helsingfors 2010

Myynti / Försäljning / Sold by:

STUK – Säteilyturvakeskus / Strålsäkerhetscentralen /

Radiation and Nuclear Safety Authority

PL / FB / P.O.Box 14, FI-00881 Helsinki

Puh. /Tel. +358 9 759 881

Fax +358 9 759 88500

VALMARI Tuomas, MÄKELÄINEN Ilona, REISBACKA Heikki, ARVELA Hannu. Suomen radonkartasto 2010. STUK-A245. Helsinki 2010, 89 s. + liitteet 46 s.

Avainsanat: radon, sisäilma, asunnot, kartoitus

Tiivistelmä

Säteilyturvakeskus on mitannut sisäilman radonpitoisuuden 87 000 suomalaisessa pientaloasunnossa ja 5 000 kerrostaloasunnossa. Mitattujen asuntojen radonpitoisuuden keskiarvo esitetään valtakunnallisina karttoina 10×10 km ruuduissa sekä pientaloasuntojen osalta myös alueellisina karttoina 5×5 km ruuduissa. Mittauksissa on löytynyt 11 000 asuntoa, joissa radonpitoisuus on suurempi kuin enimmäisarvo 400 Bq/m³. Uusien asuntojen enimmäisarvon 200 Bq/m³ ylittäviä asuntoja on löytynyt 28 000. Enimmäisarvot ylittävien pientaloasuntojen osuus on esitetty kunnittain. Karttoilla on havainnollistettu myös pientalon valmistumisajankohdan, rakennuspaikan maalajin sekä pientalon perustamistavan yhteyttä radonpitoisuuteen.

Radonpitoisuudet ovat suurimpia alueella, johon kuuluvat Itä-Uudenmaan, Päijät-Hämeen, Kymenlaakson, Kanta-Hämeen, Pirkanmaan ja Etelä-Karjalan maakunnat. Näiden maakuntien alueella on 200 Bq/m³ ylityksiä yli 30 prosentin mitatuista pientaloista. Radonmittauksia on tehty suhteellisesti eniten Itä-Uudenmaan maakunnassa, jossa 17,9 % pientaloasunnoista on mitattu. Uusimmissa, 2000-luvulla valmistuneissa taloissa radonpitoisuudet ovat keskimäärin pienempiä kuin 1980- ja 1990-lukujen taloissa.

Radonmittauksia on suoritettu eniten siellä, missä pitoisuudet ovat suuria. Alueellisesti edustavat arviot pientaloasuntojen radonpitoisuutta kuvaaville tunnusluvuille määritettiin laskemalla niiden arvot neliökilometrin ruuduissa, ja painottamalla kunkin ruudun tulosta siinä olevien asuntojen määrällä. Kartastoaineiston perusteella Suomen pientaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvo on 142 Bq/m³, 200 Bq/m³ ylittävien pientaloasuntojen osuus 17,4 % ja 400 Bq/m³ ylittävien osuus 5,3 %. Arvot ovat jonkin verran suurempia kuin valtakunnallisen otantatutkimuksen 2006 (Mäkeläinen ym. 2009) tulokset (121 Bq/m³, 15,1 %, 3,8 %).

Kerrostalojen ylemmissä kerroksissa radonpitoisuudet ovat yleensä pieniä. Sen sijaan suuret pitoisuudet ovat yleisiä alimman kerroksen asunnoissa silloin kun asunnon alla ei ole kellari- tms. tiloja, vaan lattialaatan alla on välittömästi sora-aineksia.

VALMARI Tuomas, MÄKELÄINEN Ilona, REISBACKA Heikki, ARVELA Hannu. Radonatlas över Finland 2010. STUK-A245. Helsingfors 2010, 89 s. + bilagor 46 s.

Nyckelord: radon, inneluft, bostäder, kartläggning

Sammandrag

Strålsäkerhetscentralen har mätt radonhalten i inomhusluften i 87 000 finländska småhusbostäder och 5 000 bostäder i flervåningshus. Medelradonhalten i de mätta bostäderna presenteras som riksomfattande kartor i 10×10 km rutor och för småhusbostädernas del som kartor i 5×5 km rutor. I mätningarna hittades 11 000 bostäder där radonhalten var högre än maximivärdet 400 Bq/m³. 28 000 bostäder hittades som överskred maximivärdet för nya bostäder 200 Bq/m³. Andelen småhusbostäder som överskred maximivärdena presenteras per kommun. Kartorna åskådliggör även sambandet mellan radon och tidpunkten när småhusen byggdes, jordarten på byggplatsen och småhusens grundläggningssätt.

Radonhalterna är högst i det område som omfattar landskapen Östra Nyland, Päijänne-Tavastland, Kymmenedalen, Egentliga Tavastland, Birkaland och Södra Karelen. I området för dessa landskap finns värden som överskrider 200 Bq/m³ i mer än 30 procent av de mätta småhusen. Relativt flest radonmätningar har utförts i landskapet Östra Nyland där 17,9 % av småhusbostäderna har mätts. De nyaste husen som har byggts på 2000-talet har i genomsnitt lägre radonhalter än hus från 1980- och 1990-talen.

Flest radonmätningar har utförts där halterna är höga. Regionalt representativa bedömningar för nyckeltal som beskriver radonsituationen i småhusbostäder bestämdes genom att värden för dem beräknades i rutor om en kvadratkilometer och genom att resultatet i varje ruta viktades mot antalet bostäder i den. Kartmaterialet visar att medelradonhalten i finländska småhus är 142 Bq/m³, att andelen småhus som överskrider 200 Bq/m³ är 17,4 procent och att andelen som överskrider 400 Bq/m³ är 5,3 procent. Värdena är något högre än resultaten (121 Bq/m³; 15,1 %; 3,8 %) av den riksomfattande sampelundersökningen 2006 (Mäkeläinen et al. 2009).

I flervåningshusens högre våningar är radonhalterna i regel låga. Däremot är höga halter vanliga i bostäder i den nedersta våningen när det inte finns någon källare eller liknande rum under bostaden, utan det finns grusmaterial direkt under golvplattan.

VALMARI Tuomas, MÄKELÄINEN Ilona, REISBACKA Heikki, ARVELA Hannu. Radon Atlas of Finland 2010. STUK-A245. Helsinki 2010, 89 pp. + Appendices 46 pp.

Keywords: radon, indoor air, dwellings, survey

Abstract

The Radiation and Nuclear Safety Authority has measured the radon concentration of indoor air in 87 000 Finnish houses and 5 000 apartments in blocks of flats. The average value of the radon concentration in the buildings measured is shown in national maps in 10×10 km squares and, for houses also in regional maps in 5×5 km squares. In the measurements, 11 000 dwellings were found with a radon concentration higher than the maximum permitted value of 400 Bq/m^3 . 28 000 dwellings were found to exceed the maximum permitted value for new houses of 200 Bq/m^3 . The proportion of houses exceeding the maximum permitted values is shown by municipality. The maps also illustrate the connection between radon concentration and the time of construction of houses, the type of soil they have been built on and the type of foundation.

Radon concentrations are highest in the area comprising the regions of Itä-Uusimaa, Päijät-Häme, Kymenlaakso, Kanta-Häme, Pirkanmaa and South Karelia. In these regions, more than 30% of houses measured exceeded 200 Bq/m^3 . Proportionately more radon measurements were carried out in the region of Itä-Uusimaa, where 17.9% of all houses were measured. In newer houses built since the turn of the millennium, radon concentrations were on average less than in houses built in the 1980s and 90s.

Radon measurements were carried out most where levels are high. Regionally representative estimates of parameters to depict the radon situation in houses were determined by calculating their values in 1 km-squares, and by weighting the result in each square by the number of houses that it contained. On the basis of the measurement data, the average value for radon concentration in Finnish houses is 142 Bq/m^3 , the proportion of houses exceeding 200 Bq/m^3 is 17.4% and the proportion of houses exceeding 400 Bq/m^3 is 5.3%. These values are to some extent higher than the results obtained in a national sampling survey carried out in 2006 (Mäkeläinen et al. 2009) (121 Bq/m^3 , 15.1%, 3.8%).

In the upper floors of blocks of flats, the radon concentrations are usually low. On the other hand, high levels are common in apartments on the lowest floor when the apartment has no cellar or other kind of room under it, and the ground slab sits directly on top of a gravel layer.

Sisällys

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	13
1 JOHDANTO	14
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	16
2.1 Radonmittausmenetelmä	16
2.2 Aineisto	16
2.3 Talon sijainti ja rakennuspaikan maaperä	17
2.4 Alueellinen edustavuus	18
2.5 Alueluokitukset ja asuntojen määrät	18
3 PIENTALOJEN RADONPITOISUUS	19
3.1 Alueelliset tilastot ja kartat	19
3.2 Talon valmistumisvuosi ja radonpitoisuus	21
3.3 Perustamistapa ja radonpitoisuus	24
3.4 Rakennuspaikan maalaji ja radonpitoisuus	25
4 KERROSTALOASUNNOT	26
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
6 KIRJALLISUUSVIITTEET	67
KARTAT	70
LIITE 1. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvon määrittäminen talvella mitatusta pitoisuudesta	90
LIITE 2. Asukkaan mittauksen yhteydessä täyttämä kyselylomake (vuosina 2001–2007 käytössä ollut versio)	94
LIITE 3. Radonmittausten alueellinen painotus	99
LIITE 4. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa pientaloasunnoissa	105

LIITE 5.	Pientaloasuntojen radonpitoisuus	115
LIITE 6.	Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa uusissa pientaloasunnoissa (valmistumisvuosi 2000–2008)	123
LIITE 7.	Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo kerrostaloasunnoissa	126
LIITE 8.	Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo kerrostaloasunnoissa, joiden alapuolella on maata tai kalliota	132

Innehållet

SAMMANDRAG	4
FÖRORD	31
1 INLEDNING	32
2 MATERIAL OCH METODER	34
2.1 Radonmätningssättet	34
2.2 Material	34
2.3 Husets placering och jordarten på byggplatsen	35
2.4 Regional representativitet	36
2.5 Områdesklassificeringar och antalet bostäder	36
3 RADONHALTEN I SMÅHUS	37
3.1 Regional statistik och regionala kartor	37
3.2 Husets byggår och radonhalten	39
3.3 Grundläggningssättet och radonhalten	42
3.4 Jordarten på byggplatsen och radonhalten	43
4 BOSTÄDER I FLERVÅNINGSHUS	44
5 SLUTLEDNINGAR	47
6 REFERENSER	67
KARTOR	70
BILAGA 1. Bestämning av årsmedelvärdet för radonhalten utgående från vintertid uppmätt halt	91
BILAGA 2. Frågeformulär som ifyllts av invånaren i samband med mätningen (version som användes åren 2001–2007)	94
BILAGA 3. Regional viktning av radonmätningarna	101
BILAGA 4. Årsmedelvärdet för radonhalten i de mätta småhusbostäderna	105

BILAGA 5. Radonhalten i småhusbostäder	115
BILAGA 6. Årsmedelvärdet för radonhalten i nya mätta småhusbostäder (byggår 2000–2008)	123
BILAGA 7. Årsmedelvärdet för radonhalten i bostäder i flervåningshus	126
BILAGA 8. Årsmedelvärden för radonhalten i bostäder i flervåningshus som står på jord eller berg	132

Contents

ABSTRACT	5
FOREWORD	49
1 INTRODUCTION	50
2 MATERIAL AND METHODS	52
2.1 Radon measurement method	52
2.2 Material	52
2.3 Building location and soil at the site of construction	53
2.4 Level of regional representativeness	54
2.5 Regional classifications and numbers of houses	54
3 RADON CONCENTRATION IN HOUSES	55
3.1 Regional statistics and maps	55
3.2 Year of construction of the house and radon concentration	57
3.3 Foundation type and radon concentration	60
3.4 Soil type and radon concentration at site of building	61
4 APARTMENTS	62
5 CONCLUSIONS	65
6 REFERENCES	67
MAPS	70
APPENDIX 1. Determining the annual average value of radon concentration from levels measured in winter	92
APPENDIX 2. The questionnaire filled in in conjunction with measurement by residents (version used between 2001 and 2007)	94
APPENDIX 3. Regional weighting of radon measurements	103

APPENDIX 4.	Annual average value of radon concentration in houses measured	105
APPENDIX 5.	Radon concentration in houses	115
APPENDIX 6.	Annual average value of radon concentration in new houses measured (year of construction 2000–2008)	123
APPENDIX 7.	Annual average value of radon concentration in apartments	126
APPENDIX 8.	Annual average values of radon concentration in apartments with soil or rock underneath	132

Alkusanat

Tämä kartasto perustuu Säteilyturvakeskuksen radonmittausaineistoon, jota on kerätty lähes 30 vuotta. Merkittävä osa mittauksista on suoritettu yhteistyössä kuntien ja kuntayhtymien kanssa vuodesta 1986 alkaen. Terveydensuojeluviranomaisten osuus mittauskampanjoiden suunnittelussa, toteuttamisessa ja radontietouden levittämisessä on ollut keskeisen tärkeää. Säteilyturvakeskuksen radonmittauspalvelun henkilökunta on suorittanut mittaukset ja heidän osuutensa mittauskohteita koskevien tietojen keräämisessä on ollut keskeinen. Haluamme kiittää heitä lämpimästi tästä työstä, jota ilman mittausaineistoa ei olisi olemassa.

Säteilyturvakeskuksen vuonna 1997 julkaisema Suomen radonkartasto toi selkeästi esiin ne alueet, joissa suuria radonpitoisuuksia esiintyy eniten. Nyt ilmestyvässä uudessa kartastossa esitämme päivitettyä tilastotietoa Suomen radonmittauksista. Viimeisten kymmenen vuoden aikana radonturvallinen rakentamistapa on voimakkaasti yleistynyt Suomessa. Niinpä tässä kartastossa on mahdollista myös verrata 2000-luvulla valmistuneiden pientalojen radonpitoisuuksia vanhempiin taloihin. Haluamme kiittää alkuperäisen Suomen radonkartaston ensimmäistä kirjoittajaa ylitarkastaja Anne Weltneriä arvokkaista neuvoista ja asiantuntija-avusta tämän uuden kartaston teossa.

Rakennuspaikan maalajitieto on poimittu Geologian tutkimuskeskuksen tätä tutkimusta varten käyttöömme luovuttamista 1:20 000-mittakaavaisista digitaalisista maaperäkartoista (Aineistohaku – Maaperä 1:20 000. www.gtk.fi/aineistohaku/). Lausumme tästä parhaat kiitoksemme toimialapäällikkö Olli Rantalalle ja tietohallintopäällikkö Antti Kahralle.

Sosiaali- ja terveysministeriö on tukenut tämän kartaston tuottamista.

1 Johdanto

Sisäilman radon kulkeutuu hengityksen mukana keuhkoihin aiheuttaen Suomessa arviolta 300 keuhkosyöpätapausta vuosittain. Radonin tärkein lähde on talon alla oleva maaperä, josta radonpitoinen huokosilma kulkeutuu pohjarakenteiden rakojen kautta sisätiloihin.

Säteilyturvakeskus (STUK) julkaisi Suomen ensimmäisen radonkartan vuonna 1983 (Castrén ym. 1983). Kartta perustui mittaukseen 2 154 pientaloasunnossa, mutta silti siinä oli jo hahmotettavissa nykyinen suuren radonpitoisuuden alue. Vuonna 1986 Lääkintöhallitus velvoitti kuntien terveydensuojeluviranomaisia selvittämään yhteistyössä STUKin kanssa, voidaanko kuntaa tai sen osaa pitää mahdollisena radonhaitta-alueena, jolla silloinen enimmäisarvo 800 Bq/m^3 on mahdollista ylittää (Lääkintöhallitus 1986). Tämän tuloksena kartoitustyö pääsi vauhtiin. Kaikkiin Suomen kuntiin tehtiin radonmittaussuunnitelma ja seuraavan kymmenen vuoden aikana mitattiin 35 000 asunnon radonpitoisuus yhteistyössä kuntien kanssa. Itä-Uudellemaalle ja Kymenlaaksoon laadittiin omat radontilannekatsaukset ja kuntakohtaiset radonkartat (Voutilainen ja Mäkeläinen 1995, Pennanen ym. 1996). Tämän jälkeen, 1990-luvun puolivälistä alkaen yksityiset talonomistajat ovat tilanneet enemmän mittauksia kuin kunnat. Vuonna 2003 Säteilyturvakeskus käynnisti yhteistyössä kuntien viranomaisten kanssa ”Radontalkoot”-nimisen kampanjan, jonka tarkoitus on lisätä tuntuvasti mittauksia ja siten suurten radonpitoisuuksien löytymistä. Radontalkoita on järjestetty eri puolilla Suomea, erityisesti suuren radonpitoisuuden alueilla (Arvela ym. 2008). Radontalkoissa oli kesään 2008 mennessä mitattu 14 000 asuntoa. Kaikkiaan STUK oli mitannut kesään 2008 mennessä 92 000 asuntoa.

Nykyiset enimmäisarvot on annettu vuonna 1992 Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksessä 944/92, jonka mukaan huoneilman radonpitoisuus ei saisi ylittää arvoa 400 Bq/m^3 . Suomen rakentamismääräyskokoelman sekä Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen perusteella uudet rakennukset tulee suunnitella ja rakentaa siten, että sisäilman radonpitoisuus on alle 200 Bq/m^3 (Sosiaali- ja terveysministeriö 1992, Ympäristöministeriö 2003). Rakennuspaikan radonriskit on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa. Radontekninen suunnittelu voidaan jättää tekemättä vain, jos paikkakuntakohtaiset radon-tutkimukset selkeästi osoittavat, että radonpitoisuus asunnoissa alittaa enimmäisarvon säännönmukaisesti (Ympäristöministeriö 2004). Uutta taloa rakennettaessa voidaan merkittävästi vaikuttaa sisäilman radonpitoisuuteen yksinkertaisilla ja hinnaltaan edullisilla toimenpiteillä (Rakennustieto 2003).

Vuosina 1990–1991 suoritettiin ensimmäinen väestöpohjaiseen otantaan perustuva valtakunnallinen radontutkimus, jonka mukaan radonpitoisuuden

vuosikeskiarvo Suomessa oli pientaloissa 145 Bq/m³ ja kerrostaloasunnoissa 80 Bq/m³ (Arvela ym. 1993). Toisessa valtakunnallisessa otantatutkimuksessa 2006–2007 pientalojen radonkeskiarvo oli 121 Bq/m³ ja kerrostaloasuntojen 49 Bq/m³ (Mäkeläinen ym. 2009). Molemmissa tutkimuksissa mitattiin noin 3 000 asuntoa.

Suomen ensimmäinen radonkartasto julkaistiin vuonna 1997 (Voutilainen ym. 1997). Se sisälsi tiedot 52 000 asunnon radonpitoisuudesta. Suuria radonpitoisuuksia esiintyi eniten silloisten Uudenmaan, Kymen ja Hämeen läänien alueilla. Kartasto toi myös havainnollisesti esiin sen, että radonpitoisuudet ovat suurempia silloin kun talon rakentamispaikka sijaitsee läpäisevällä maaperällä (sora tai hiekka).

Edeltäjänsä tapaan tämä uusi radonkartastokin antaa tietoa, jonka avulla voidaan arvioida millä alueilla tulisi tehostaa asuntojen mittaamista sekä radonturvallista rakentamista. Viimeisten kymmenen vuoden aikana radonturvallinen rakentamistapa on voimakkaasti yleistynyt Suomessa (Arvela ym. 2008). Tässä raportissa verrataankin 2000-luvulla valmistuneiden pientalojen radonpitoisuuksia vanhempiin taloihin.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Radonmittausmenetelmä

Radonpitoisuus mitattiin STUKin alfajälkimenetelmään perustuvilla radonmittauspurkeilla (Reisbacka 2010). Halkaisijaltaan 5 cm kokoinen purkki postitetaan asiakkaalle, joka aloittaa mittauksen ottamalla purkin pois sitä suojaavasta ilmatiiviistä muovipussista. Purkkiin menevän radonkaasun ja sen hajoamistuotteiden lähettämä alfasäteily vaikuttaa purkin pohjalla olevan muovikalvon rakenteeseen. Kun asiakas on palauttanut purkin STUKiin, muovikalvo etsataan sähkökemiallisesti, jolloin alfasäteiden aiheuttamat jäljet saadaan näkyviksi. Radonpitoisuus lasketaan jälkien määrän ja asiakkaan ilmoittaman mittausajan perusteella.

Asiakkaalle toimitettujen ohjeiden mukaan purkki sijoitetaan alimpaan asuttuun kerrokseen. Kahta purkkia käytettäessä ne sijoitetaan eri asuinkerrokseen. Purkit sijoitetaan esimerkiksi olo- tai makuuhuoneeseen. Mittausaika on vähintään kaksi kuukautta marraskuun 1. ja huhtikuun 30. päivän välisenä aikana. Ohjeet noudattavat Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjetta (STM 2003:1).

Kartastossa esitettävä radonpitoisuuden vuosikeskiarvo on laskettu kertomalla talvella mitattu radonpitoisuus kertoimella 0,85 (liite 1). Jos kuitenkin mittausaika oli vähintään 273 vuorokautta, ei kerrointa käytetty vaan mittaus-tulos tulkittiin sellaisenaan vuosikeskiarvoksi.

Radonmittauspurkin mukana asukkaan täytettäväksi lähetetään lomake, jossa kysytään mittausaikaan ja -paikkaan liittyvien tietojen lisäksi talon rakennusteknisiä tietoja. Liitteessä 2 on pisimpään, vuosina 2001–2007, käytössä ollut versio kyselylomakkeesta.

2.2 Aineisto

Aineisto sisältää asuntojen radonmittauksia vuodesta 1980 kesään 2008 asti. Mittaukset ovat yksityishenkilöiden ja kuntien tilaamia sekä Säteilyturva-keskuksen eri tutkimushankkeisiin sisältyneitä.

Aineistoon otettiin mukaan vain vakinaisessa asuinkäytössä olevien asuntojen radonmittauksia ja vain varsinaisissa asuintiloissa tehtyjä mittauksia (ei kellareita tms.). Mittauksen keston tuli olla vähintään 30 vuorokautta. Jos kesto oli 30–273 vuorokautta, aineistoon hyväksyttiin vain ne tapaukset, joissa vähintään 75 % mittausajasta ajoittui marraskuun ja huhtikuun väliseen aikaan.

Aineisto sisältää 118 607 yksittäistä mittaustulosta (taulukko 1). Silloin kun on mitattu samanaikaisesti kahdella tai useammalla purkilla, otettiin

huomioon kyseisen mittauskerran tulosten keskiarvo. Erillisiä mittauskertoja aineistossa on 104 614 kappaletta.

Samassa asunnossa eri aikoina suoritetuista mittauskerroista otettiin huomioon se, jolloin radonpitoisuus oli suurin. Tästä johtuen taloihin jälkeempään tehdyt radonkorjaukset eivät vaikuta esitettyihin tuloksiin, koska korjaukset tehdään yleensä asunnossa havaitun suuren pitoisuuden perusteella.

Samassa asunnossa suoritettavat mittaukset tunnistettiin osoitteen perusteella. Saman osoitteen eri tavoin ilmoitetut tarkenteet (rappu tms.) pyrittiin tunnistamaan, esimerkiksi kuvitteellinen osoite Radontie 2 B 12 tulkittaisiin samaksi asunnoksi kuin Radontie 2 as. 12. Joissakin tapauksissa asunnon osoite on muuttunut tai STUKin tiedossa olevat osoitetiedot ovat puutteelliset. Tällöin mittaukset on tunnistettu samassa asunnossa tehdyiksi, jos asukas on jälkimmäisen mittauksen yhteydessä ilmoittanut aiemman mittauksensa. Jos tiedossa on osoitteen sijasta vain asunnon sijaintikunta, on asunnon oletettu olevan eri kuin muut kunnassa mitatut asunnot. Aineistosta tunnistettiin 92 365 eri asuntoa.

Taulukko 1. Mittausaineisto.

	Mittauksia	Mittauskertoja	Mitattuja asuntoja
Pientaloasunnot	112 554	99 135	87 457
Kerrostaloasunnot	6 053	5 479	4 908
Yhteensä	118 607	104 614	92 365

2.3 Talon sijainti ja rakennuspaikan maaperä

Asuntojen sijaintikoordinaatit määritettiin osoitteen perusteella käyttäen Tiehallinnon Digiroad-aineistoon perustuvaa StreetMap Finland-tieaineistoa (ESRI Finland Oy) sekä Väestörekisterikeskuksen ja Maanmittauslaitoksen tietoaineistoja. Ennen vuotta 1997 mitattujen, jo edellisessä Suomen radonkartastossa mukana olleiden talojen koordinaatteja on määritetty myös paperikartoista (Voutilainen ym. 1997). Kaikkiaan 75 358 pientaloasunnon ja 4 708 kerrostaloasunnon tarkka osoite on tiedossa. Lisäksi 3 486 pientaloasunnon ja 13 kerrostaloasunnon sijainti on tiedossa kylän tms. tarkkuudella. Nämä kohteet ovat mukana 5×5 km ja 10×10 km ruutuina esitetyissä kartoissa, jos kyseinen kylä tms. selkeästi kuuluu tiettyyn ruutuun.

Asukkaan omaa ilmoitusta kalliolle perustetusta talosta on pidetty luotettavana tietona. Jos talo ei ole perustettu kalliolle, selvitettiin rakennuspaikan maalaji 1 metrin syvyydellä Geologian tutkimuskeskuksen digitaalisten

maaperäkarttojen avulla. Maalajit luokiteltiin seuraavasti: sora ja hiekka, kallio, moreeni sekä savi ja hietta. Sora ja hiekka jaettiin edelleen syntyvän perusteella kahteen luokkaan; harjut ja reunamuodostumat sekä muu sora ja hiekka. Jako tehtiin siksi, että juuri harjuille ja reunamuodostumille rakennetuissa taloissa radonpitoisuudet ovat selvästi suurimpia (Mäkeläinen ym. 2009). Maalajitieto poimittiin digitaalisten karttojen avulla vain niistä asunnoista, joiden tarkka osoite oli tiedossa.

2.4 Alueellinen edustavuus

Radonmittauksia tehdään eniten alueilla, joissa aikaisemmin on löytynyt suuria pitoisuuksia. Näin ollen mittausaineistoa ei voi pitää edustavana. Kappaleessa 3.1. on esitetty alueellisesti edustavat arviot pientaloasuntojen radontilannetta kuvaaville tunnusluvuille. Ne on määritetty laskemalla tunnuslukujen arvot neliökilometrin suuruisille ruuduille ja painottamalla ruutukohtaisia arvoja ruudussa olevien asuntojen lukumäärällä. Menetelmä on kuvattu liitteessä 3. Tulokset perustuvat 75 358 mitattuun pientaloasuntoon, joiden tarkka osoite on tiedossa.

2.5 Alueluokitukset ja asuntojen määrät

Kartastossa on käytetty vuonna 2010 voimassa olevia alueluokituksia. Maakuntajako on esitetty kartassa 1. Kaikkien asuntojen sekä vakinaisesti asuttujen asuntojen määrät 31.12.2008 ovat peräisin Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokannasta (www.stat.fi). Pientaloksi luokiteltiin talotyypit ”Erillinen pientalo” sekä ”Rivi- tai ketjutalo”. Pientaloasuntojen määrät 1×1 km ruuduissa 31.12.2005 ovat peräisin Tilastokeskuksen Ruututietokannasta. Mittauskohteista pientaloiksi luokiteltiin kyselylomakkeen (liite 2) talotyypit ”Omakotitalo” sekä ”Rivi- tai paritalo”.

3 Pientalojen radonpitoisuus

3.1 Alueelliset tilastot ja kartat

Säteilyturvakeskus oli kesään 2008 mennessä mitannut 5,9 prosenttia Suomen 1,5 miljoonasta pientaloasunnosta (taulukko 2). Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo oli 31 prosentissa asunnoista (27 343 asuntoa) yli 200 Bq/m³ ja 12 prosentissa (10 851 asuntoa) yli 400 Bq/m³. Kaikki tämän raportin taulukot ja kartat perustuvat vuosikeskiarvoon, joka on käytetyn laskentamallin mukaan 15 % pienempi kuin talvella mitattu radonpitoisuus (liite 1). Talviaikainen pitoisuus ylitti 32 453 asunnossa 200 Bq/m³ ja 13 653 asunnossa 400 Bq/m³.

Taulukko 2. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa pientaloasunnoissa.

Maakunta	Mitattuja asuntoja	Asunnoista mitattu*	Ylitysten osuus			Keskiarvo, Bq/m ³	Mediaani, Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Ahvenanmaa	228	2,3 %	20 %	3 %	0,0 %	133	102
Etelä-Karjala	4 559	10,5 %	41 %	18 %	4,2 %	277	162
Etelä-Pohjanmaa	1 312	1,7 %	5 %	2 %	0,2 %	84	59
Etelä-Savo	2 301	4,1 %	10 %	2 %	0,5 %	108	76
Itä-Uusimaa	5 580	17,9 %	47 %	22 %	5,9 %	357	186
Kainuu	1 253	4,1 %	24 %	14 %	6,4 %	294	87
Kanta-Häme	6 725	12,4 %	38 %	14 %	3,0 %	263	153
Keski-Pohjanmaa	455	2,0 %	4 %	1 %	0,0 %	69	51
Keski-Suomi	5 100	6,0 %	21 %	6 %	1,0 %	156	103
Kymenlaakso	8 685	14,8 %	54 %	22 %	3,6 %	308	215
Lappi	2 119	3,2 %	17 %	6 %	1,4 %	153	94
Pirkanmaa	8 481	6,8 %	36 %	14 %	4,3 %	298	145
Pohjanmaa	1 396	2,5 %	2 %	0 %	0,1 %	53	38
Pohjois-Karjala	2 955	4,8 %	19 %	7 %	2,1 %	180	102
Pohjois-Pohjanmaa	1 937	1,5 %	4 %	1 %	0,2 %	72	51
Pohjois-Savo	2 446	3,1 %	6 %	1 %	0,1 %	86	66
Päijät-Häme	8 830	17,2 %	52 %	26 %	8,1 %	405	212
Satakunta	1 824	2,2 %	7 %	2 %	0,3 %	89	58
Uusimaa	16 530	6,8 %	27 %	8 %	1,2 %	182	117
Varsinais-Suomi	4 741	3,6 %	11 %	2 %	0,3 %	109	76
Yhteensä	87 457	5,9 %	31 %	12 %	2,9 %	233	122

* Mitattujen asuntojen määrä jaettuna kaikkien (myös muut kuin vakinaisesti asutut) pientaloasuntojen määrällä 31.12.2008 (Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokanta).

Radonpitoisuudet ovat suurimpia yhtenäisellä alueella, jonka muodostavat Itä-Uudenmaan, Päijät-Hämeen, Kymenlaakson, Kanta-Hämeen, Pirkanmaan ja Etelä-Karjalan maakunnat. Näissä maakunnissa yli 30 % mitatuista pientaloista ylitti vuosikeskiarvon 200 Bq/m³. Suuren radonpitoisuuden alueella on mitattu paljon asuntoja, koska mittaussuunnitelmien mukainen kartoitustyö painottui sinne ja myös yksityishenkilöt ovat näillä alueilla tilanneet runsaasti mittauksia. Myös 2000-luvun radontalkoot ovat painottuneet suuren radonpitoisuuden alueelle. Suhteessa eniten asuntoja on mitattu Itä-Uudellamaalla, jossa lähes joka viides asunto on mitattu. Kuntakohtaiset mittaustilastot ovat liitteessä 4.

Kartta 2 esittää mitattujen asuntojen lukumäärän 10×10 km ruutuina ja kartta 3 radonpitoisuuden keskiarvon samoissa ruuduissa. Karttoissa 4–9 radonpitoisuuden keskiarvo on esitetty 5×5 km ruuduissa. Kartat 10–12 esittävät radonpitoisuuden keskiarvon sekä 200 Bq/m³ ja 400 Bq/m³ ylittävien pientaloasuntojen osuuden kunnittain.

Kun mittauksen epätasainen alueellinen jakauma otetaan huomioon liitteen 3 menetelmällä, saadaan Suomen pientaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvoksi 142 Bq/m³ (taulukko 3). Se on hiukan pienempi kuin Arvelan ym. (1993) vuosien 1990–1991 otantatutkimuksessa määrittämä arvo 145 Bq/m³, mutta jonkin verran suurempi kuin vuosien 2006–2007 tulos 121 Bq/m³ (Mäkeläinen ym. 2009). Kaikkien mitattujen pientaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvo on taulukon 2 mukaan 233 Bq/m³.

Mittauskohteiden alueellinen epäedustavuus on erityisen suurta Kainuussa, missä alueellisesti edustava keskiarvo on 113 Bq/m³ ja mitattujen asuntojen keskiarvo 294 Bq/m³. Kainuun mitatuista 1 253 pientaloasunnosta peräti neljäsosa sijoittuu pieneen neljän neliökilometrin alueeseen, jossa 1980-luvulla valmistuneissa taloissa oli suuria pitoisuuksia. Alueen erittäin kattava mittaus on johtanut hyviin tuloksiin. Kyseisen alueen uudemmissa pientaloissa pitoisuudet ovat selkeästi pienempiä (kts. kappale 3.2). Kyseisen alueen ulkopuolella Kainuussa mitattujen pientaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvo on 112 Bq/m³.

Taulukon 3 mukaan Suomen pientaloasunnoista 17,4 prosentissa radonpitoisuus on (tai on ollut ennen radonkorjausta) yli 200 Bq/m³. Vastaavasti 400 Bq/m³ ylityksiä on 5,3 %. Kun ylitysten osuudet kerrotaan 31.12.2008 vakinaisessa asuinkäytössä olleiden pientaloasuntojen määrällä, voidaan arvioida 200 Bq/m³ ylittyvän 237 000 ja 400 Bq/m³ 73 000 pientaloasunnossa. Kuntakohtaiset tunnuslukujen arvot ovat liitteessä 5 sekä karttoissa 13–15. Ne on esitetty kunnille, joiden liitteessä 3 kuvattu painotettu mittaustiheys on suurempi kuin yksi mittaus neliökilometriä kohti.

Taulukko 3. Pientalojen radonpitoisuus. Alueellisesti edustavat arviot on laskettu menetelmällä, joka ottaa huomioon mittauksen epätasaisen alueellisen jakauman (liite 3).

Maakunta	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä*		Painotettu mittaustiheys, km ² **
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Ahvenanmaa	121	14,8 %	6,3 %	1 200	500	2,9
Etelä-Karjala	213	31,2 %	11,4 %	12 300	4 500	16,4
Etelä-Pohjanmaa	82	5,3 %	1,5 %	3 700	1 100	1,4
Etelä-Savo	98	7,4 %	1,1 %	3 800	500	3,4
Itä-Uusimaa	297	42,6 %	18,6 %	12 200	5 300	17,7
Kainuu	113	9,1 %	3,4 %	2 500	900	4,8
Kanta-Häme	230	35,4 %	10,9 %	17 500	5 400	18,2
Keski-Pohjanmaa	53	1,6 %	0,7 %	400	200	1,6
Keski-Suomi	135	16,4 %	3,3 %	12 600	2 600	6,7
Kymenlaakso	274	48,8 %	18,1 %	26 400	9 800	26,5
Lappi	120	11,1 %	3,1 %	6 600	1 800	2,6
Pirkanmaa	214	30,0 %	9,7 %	34 600	11 200	15,2
Pohjanmaa	54	1,7 %	0,5 %	900	200	2,8
Pohjois-Karjala	143	14,8 %	4,2 %	8 300	2 300	4,1
Pohjois-Pohjanmaa	58	1,7 %	0,2 %	1 900	300	1,6
Pohjois-Savo	82	5,8 %	0,4 %	4 100	300	3,7
Päijät-Häme	331	46,6 %	20,0 %	22 000	9 500	26,6
Satakunta	74	4,7 %	0,7 %	3 500	600	2,5
Uusimaa	158	22,8 %	6,0 %	52 200	13 700	20,9
Varsinais-Suomi	100	9,0 %	1,7 %	10 800	2 000	4,8
Yhteensä	142	17,4 %	5,3 %	237 300	72 600	10,0

* Ylitysten osuus kerrottuna vakinaisesti asuttujen pientaloasuntojen määrällä 31.12.2008 (Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokanta).

** Kts. liite 3. Arvio on sitä luotettavampi, mitä suurempi painotettu mittaustiheys on.

3.2 Talon valmistumisvuosi ja radonpitoisuus

Mitatuista pientaloista yli puolet on valmistunut 1970–1999 välisenä aikana (taulukko 4). Suhteellisesti eniten oli mitattu 1980-luvulla valmistuneita asuntoja, 6,7 %. Usein mittaus on suoritettu vasta monen vuoden kuluttua rakennuksen valmistumisesta. Tämän vuoksi 2000-luvun asuntoja on mitattu suhteellisesti vähiten, vain neljä prosenttia. Tieto mitattujen asuntojen valmistumisvuodesta on peräisin asukkaan täyttämästä kyselylomakkeesta (liite 2).

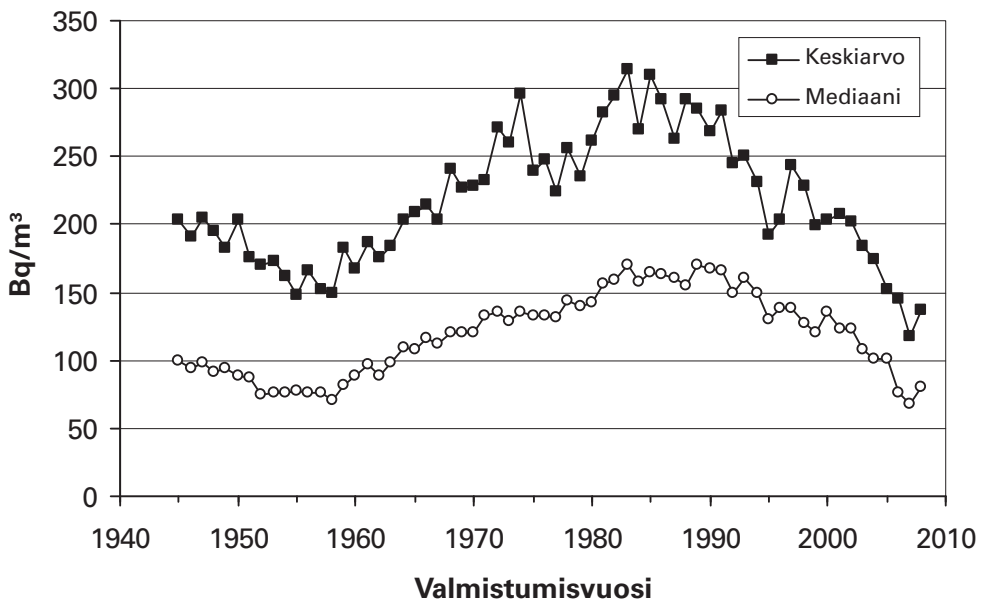
Radonpitoisuudet ovat suurimpia 1980-luvulla valmistuneissa taloissa (taulukko 4 ja kuva 1). Tämän jälkeen pitoisuudet ovat kääntyneet laskuun.

Taulukko 4. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo pientaloasunnoissa rakennuksen valmistusvuoden mukaan.

Valmistumisvuosi	Mitattuja asuntoja	Osuus koko aineistosta	Asunnoista mitattu*	Mitattujen asuntojen keskiarvo, Bq/m ³	2000-luvulla mitattujen asuntojen keskiarvo, Bq/m ³ **
–1920	3 112	3,6 %	4,6 %	203	143
1921–1939	3 830	4,4 %	5,5 %	218	164
1940–1959	13 203	15,1 %	5,4 %	178	149
1960–1969	8 242	9,4 %	6,1 %	202	173
1970–1979	14 463	16,5 %	5,8 %	249	219
1980–1989	22 579	25,8 %	6,7 %	285	239
1990–1999	9 969	11,4 %	5,1 %	244	223
2000–2008	6 680	7,6 %	4,0 %	178	178
Ei tiedossa	5 379	6,2 %	–	224	205
Yhteensä	87 457	100,0 %	5,9 %	233	200

* Mitattujen asuntojen määrä jaettuna kyseisinä vuosina valmistuneiden pientaloasuntojen määrällä (Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokanta).

** Ensimmäinen mittaus asunnossa aloitettiin aikaisintaan 1.1.2000.

**Kuva 1.** Mitattujen pientaloasuntojen radonpitoisuus.

Alkuvaiheessa 1980- ja 1990-luvuilla mittaukset painottuivat nykyistä enemmän suuren radonpitoisuuden alueille. Radonpitoisuuksien pieneneminen 1980-luvun jälkeen onkin havaittavissa lievempänä, kun tarkastellaan pelkästään niitä 31 474 asuntoa, jotka mitattiin ensimmäisen kerran 2000-luvulla (taulukon 4 viimeinen sarakke). Myönteinen kehitys on havaittu myös valtakunnallisessa otantatutkimuksessa (Mäkeläinen ym. 2009). Uusien pientaloasuntojen maakuntakohtaiset mittaustilastot ovat taulukossa 5. Suhteessa eniten 2000-luvun pientaloasuntoja on mitattu Päijät-Hämeessä, 12,2 %.

Kartat 16–19 esittävät radonpitoisuuden keskiarvon talon valmistumisvuosikymmenen mukaan. Kappaleessa 3.1 mainittu neljän neliökilometrin alue sisältyy kartan 17 ainoaan Kainuussa sijaitsevaan violettiin ruutuun. Kyseisen

Taulukko 5. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa pientaloasunnoissa, jotka ovat valmistuneet vuoden 1999 jälkeen.

Maakunta	Mitattuja asuntoja	Asunnoista mitattu*	Ylitysten osuus			Keskiarvo, Bq/m ³	Mediaani, Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Ahvenanmaa	5	0,7 %	20 %	0 %	0,0 %	160	137
Etelä-Karjala	316	8,6 %	36 %	14 %	1,3 %	216	136
Etelä-Pohjanmaa	54	0,6 %	9 %	7 %	0,0 %	100	64
Etelä-Savo	107	3,0 %	15 %	2 %	0,0 %	111	89
Itä-Uusimaa	292	7,7 %	28 %	11 %	1,4 %	193	110
Kainuu	40	2,2 %	18 %	5 %	0,0 %	129	91
Kanta-Häme	426	6,3 %	26 %	6 %	0,5 %	166	112
Keski-Pohjanmaa	7	0,3 %	0 %	0 %	0,0 %	19	21
Keski-Suomi	601	6,7 %	22 %	6 %	1,0 %	181	111
Kymenlaakso	386	9,6 %	38 %	15 %	1,0 %	216	153
Lappi	35	0,7 %	11 %	3 %	2,9 %	160	61
Pirkanmaa	749	4,7 %	25 %	7 %	0,8 %	163	98
Pohjanmaa	93	1,6 %	1 %	0 %	0,0 %	49	34
Pohjois-Karjala	262	5,3 %	16 %	5 %	1,1 %	198	106
Pohjois-Pohjanmaa	52	0,3 %	4 %	0 %	0,0 %	65	52
Pohjois-Savo	140	2,2 %	5 %	0 %	0,0 %	75	62
Päijät-Häme	711	12,2 %	30 %	13 %	3,7 %	235	128
Satakunta	42	0,7 %	10 %	2 %	0,0 %	83	55
Uusimaa	2 113	5,1 %	28 %	9 %	1,3 %	184	116
Varsinais-Suomi	287	2,0 %	13 %	2 %	0,3 %	110	78
Yhteensä	6 718	4,0 %	25 %	9 %	1,3 %	179	106

* Mitattujen asuntojen määrä jaettuna vuosina 2000–2008 valmistuneiden pientaloasuntojen määrällä (Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokanta).

ruudun uudempien pientalojen pitoisuudet ovat selkeästi pienempiä (kartat 18 ja 19).

Kuntakohtaiset 2000-luvun pientaloasuntojen mittaustilastot ovat liitteessä 6. Tulokset on esitetty kunnista, joista on mitattu 2000-luvun asuntoja vähintään 20 kpl.

3.3 Perustamistapa ja radonpitoisuus

Pientalon perustamistavalla on selkeä yhteys radonpitoisuuteen (Arvela ym. 1993, Mäkeläinen ym. 2009). Suomessa yleisin pientalon perustamistapa on sokkeli ja maanvarainen lattialaatta. Se on radontorjunnan kannalta haasteellinen, koska laatan ja seinärakenteiden väliset saumat sekä laatan läpiviennit tarjoavat radonpitoiselle maaperän huokosilmalle suoran reitin sisätiloihin, jos näitä vuotoreittejä ei ole tiivistetty. Reunavahvistettu laatta sekä ryömintätilainen perustus ovat oikein toteutettuna radonturvallisia ratkaisuja. Rinnetalojen radonpitoisuutta lisää maaperän huokosilman kulkeutuminen maanvastaisten seinärakenteiden läpi.

Taulukossa 6 sekä kartoissa 20–23 pientaloasunnot on luokiteltu rakennuksen perustamistavan mukaan. Luokittelu on tehty asukkaan täyttämässä kyselylomakkeessa (liite 2) kysytyn pientalotyypin perusteella. Pientalotyyppi ”Kellariton talo” on luokiteltu edelleen lomakkeessa kysytyn perustamistavan mukaan.

Taulukko 6. Radonpitoisuus eri tavoin perustetuissa pientaloissa.

	Asuntoja	Keskiarvo, Bq/m ³	Mediaani, Bq/m ³	Ylitysten osuus	
				> 200 q/m ³	> 400 Bq/m ³
Kellariton talo, perustamistapa:					
Sokkeli ja maanvarainen laatta	9 009	215	129	32 %	12 %
Reunavahvistettu laatta*	1 708	156	83	20 %	7 %
Ryömintätilainen	1 309	90	53	9 %	3 %
Muu tai yhdistelmä	1 222	207	118	30 %	11 %
Ei tiedossa	19 218	246	143	36 %	14 %
Yhteensä	32 466	225	129	33 %	13 %
Talossa kellari tai osakellari	12 288	177	87	21 %	8 %
Talo rinteellä	12 061	305	146	37 %	16 %
Ei tiedossa	30 642	235	122	32 %	13 %
Yhteensä	87 457	233	122	31 %	12 %

* Reunavahvistetun (lomakkeessa reunajäkistetty) laatan tunnistaminen on kyselylomakkeen vaikeimpia kohtia. Aiemman kokemuksen perusteella huomattava osa kyseisistä kohteista on tavanomaiselle maanvaraiselle laatalle perustettuja.

3.4 Rakennuspaikan maalaji ja radonpitoisuus

Maaperän radonpitoinen huokosilma kulkeutuu sisätiloihin sitä helpommin mitä läpäisevämpää maaperä on. Lisäksi talon alla oleva paksu maaperämuodostuma on ehtymätön radonpitoisen ilman varasto. Siksi radonpitoisuudet ovat keskimäärin suurimpia harjuille ja Salpausselille ym. reunamuodostumille rakennetuissa taloissa (taulukko 7). Kartta 24 esittää radonpitoisuuden keskiarvon harjuille ja reunamuodostumille rakennetuissa taloissa, kun maalaji on sora tai hiekka. Kartta 25 esittää muille maalajeille rakennetut talot, mukaan lukien sora ja hiekka kun kyseessä ei ole harju tai reunamuodostuma vaan esim. ranta-, tuuli- tai jokikerrostuma.

Taulukko 7. Pientaloasuntojen radonpitoisuus rakennuspaikan maalajin mukaan.

Rakennuspaikan maalaji	Asuntoja	Keskiarvo, Bq/m ³	Mediaani, Bq/m ³	Ylitysten osuus	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Sora ja hiekka: harjut ja reunamuodostumat	10 777	496	228	55 %	31 %
Sora ja hiekka: muu	1 927	183	112	27 %	9 %
Kallio	17 230	216	129	33 %	12 %
Moreeni	16 584	192	117	28 %	9 %
Savi ja hieta	16 103	168	113	26 %	7 %
Ei tiedossa	24 836	203	104	26 %	10 %
Yhteensä	87 457	233	122	31 %	12 %

4 Kerrostaloasunnot

Kerrostalojen alimman kerroksen asuntojen radonpitoisuudet ovat merkittävästi suurempia kuin ylemmissä kerroksissa. Maaperän radonpitoinen huokosilma pääsee alimman kerroksen asuntoon erityisesti silloin, kun lattialaatan alla on välittömästi sora-aineksia. Pitoisuudet ovat selkeästi pienempiä asunnoissa, joiden alapuolella on esimerkiksi kellaritila.

Säteilyturvakeskus oli kesään 2008 mennessä mitannut 4 908 kerrostaloasuntoa, mikä on 0,4 prosenttia Suomen 1,2 miljoonasta kerrostaloasunnosta. Suhteellisesti eniten on mitattu niitä alimman kerroksen asuntoja, joiden alapuolella on maata tai kalliota. Tällaisiksi tiedettyjä asuntoja on mitattu 1 127 kappaletta, eli lähes puolet niistä asunnoista joiden alapuolinen tila on tiedossa (taulukko 8). Radonpitoisuuden keskiarvo näissä asunnoissa on 375 Bq/m³, eli selvästi suurempi kuin mitattujen pientaloasuntojen keskiarvo 233 Bq/m³. Tieto asunnon alapuolisesta tilasta on peräisin asukkaan täyttämästä kyselylomakkeesta (liite 2). Kysymys on ollut lomakkeessa vuodesta 1995 alkaen. Taulukko 9 esittää maakuntakohtaiset kerrostaloasuntojen mittaustilastot. Pienen mittausmäärän vuoksi ei ole mahdollista käyttää liitteen 3 menetelmää alueellisesti edustavan arvion laskemiseksi.

Suurin osa mitatuista kerrostaloista on valmistunut 1970- ja 1980-luvuilla (kuva 2). Uusimmissa taloissa radonpitoisuudet ovat pienempiä kuin vanhemmissa (kuva 3). Mitattujen kerrostaloasuntojen määrä on kuitenkin niin pieni, ettei sen perusteella voida tehdä johtopäätöksiä kerrostalojen radontilanteen kehityssuunnasta.

Kartat 26 ja 27 esittävät mitattujen kerrostaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvot 10×10 km ruuduissa. Kuntakohtaiset mittaustilastot ovat liitteissä 7 ja 8.

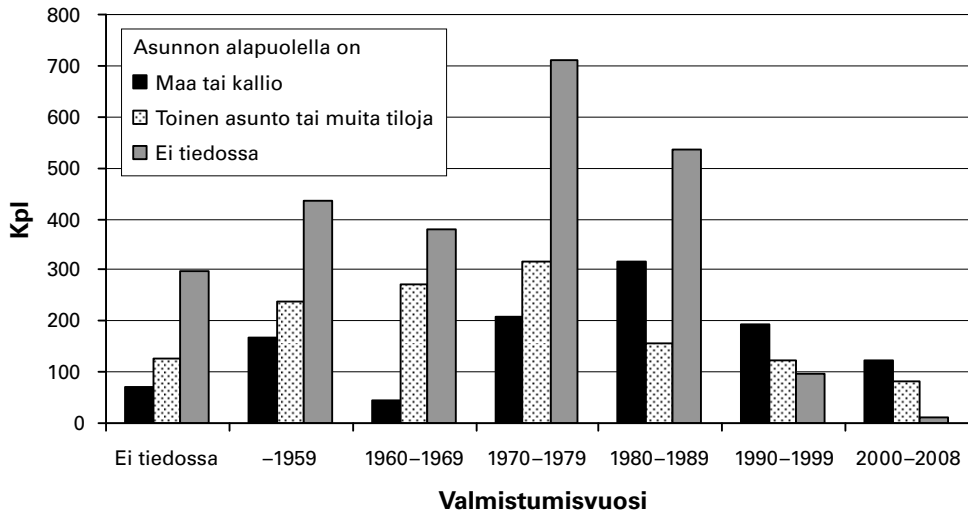
Taulukko 8. Kerrostaloasunnot luokiteltuna sen mukaan, mitä on välittömästi asunnon alla.

Asunnon alla	Asuntoja	Keskiarvo, Bq/m ³	Mediaani, Bq/m ³	Ylitysten osuus	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Maa tai kallio	1 127	375	136	39,4 %	19,3 %
Toinen asunto tai muita tiloja	1 314	106	40	6,2 %	3,2 %
Ei tiedossa	2 467	190	66	14,9 %	7,9 %
Yhteensä	4 908	210	64	18,2 %	9,3 %

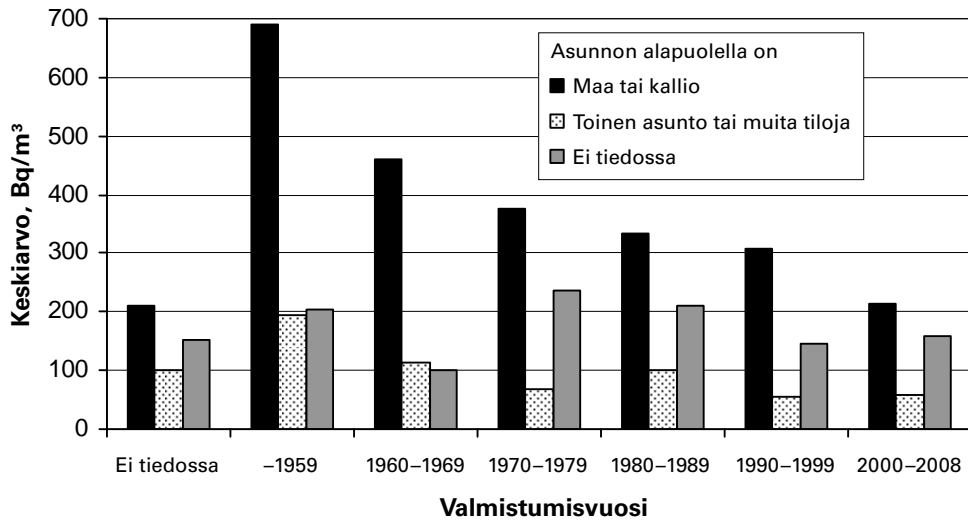
Taulukko 9. Kerrostaloasunnoissa suoritettut radonmittaukset.

Maakunta	Kaikki asunnot*				Asunnon alla maa tai kallio			
	Asuntoja	Keski-arvo	Mediaani	> 200 Bq/m ³	Asuntoja	Keski-arvo	Mediaani	> 200 Bq/m ³
Ahvenanmaa	14	61	53	0 %	0	–	–	–
Etelä-Karjala	124	141	54	13 %	16	220	88	31 %
Etelä-Pohjanmaa	19	50	43	0 %	2	71	71	0 %
Etelä-Savo	76	87	50	9 %	18	172	144	28 %
Itä-Uusimaa	150	207	142	33 %	21	193	176	43 %
Kainuu	79	103	46	6 %	12	271	105	33 %
Kanta-Häme	116	133	72	16 %	22	193	81	32 %
Keski-Pohjanmaa	15	30	30	0 %	0	–	–	–
Keski-Suomi	279	114	57	12 %	56	203	115	23 %
Kymenlaakso	321	231	110	31 %	114	330	248	57 %
Lappi	64	109	38	6 %	3	348	477	67 %
Pirkanmaa	731	466	99	33 %	161	913	24	59 %
Pohjanmaa	76	38	33	0 %	13	42	38	0 %
Pohjois-Karjala	68	148	65	12 %	12	143	95	17 %
Pohjois-Pohjanmaa	87	35	31	0 %	11	52	48	0 %
Pohjois-Savo	141	65	36	5 %	17	77	42	12 %
Päijät-Häme	464	570	143	41 %	145	794	423	68 %
Satakunta	76	62	39	4 %	3	280	261	67 %
Uusimaa	1 708	104	60	12 %	438	176	111	29 %
Varsinais-Suomi	300	75	46	4 %	63	160	76	14 %
Yhteensä	4 908	210	64	18 %	1 127	375	136	39 %

* Sisältää myös ne asunnot, joista ei tiedetä onko asunnon alla maa tai kallio vai toinen asunto tai muita tiloja.



Kuva 2. Mitatut kerrostaloasunnot.



Kuva 3. Mitattujen kerrostaloasuntojen radonpitoisuus.

5 Johtopäätökset

Säteilyturvakeskus oli mitannut sisäilman radonpitoisuuden kesään 2008 mennessä 6 prosentissa eli 87 000 suomalaisessa pientaloasunnossa. Radonpitoisuus ylitti 11 000 mitatussa asunnossa enimmäisarvon 400 Bq/m³. Uusien asuntojen enimmäisarvon 200 Bq/m³ ylittäviä asuntoja löytyi 27 000. Mittausaineiston alueelliseen painotukseen perustuvan arvion mukaan Suomen pientaloasuntojen radonpitoisuuden keskiarvo on 142 Bq/m³. Arvion mukaan pitoisuus ylittää 17 prosentissa (237 000 kpl) asunnoista 200 Bq/m³ ja 5 prosentissa (73 000 kpl) se on suurempi kuin 400 Bq/m³.

Radonpitoisuudet ovat suurimpia yhtenäisellä alueella, johon kuuluvat Itä-Uudenmaan, Päijät-Hämeen, Kymenlaakson, Kanta-Hämeen, Pirkanmaan ja Etelä-Karjalan maakunnat. Näiden maakuntien alueella on 200 Bq/m³ ylityksiä ollut yli 30 prosentissa mitatuista pientaloista. Radonmittauksia on tehty suhteellisesti eniten Itä-Uudenmaan maakunnassa, jossa lähes joka viides pientaloasunto on mitattu. Uusimmissa, 2000-luvulla valmistuneissa taloissa radonpitoisuudet ovat keskimäärin pienempiä kuin 1980- ja 1990-lukujen taloissa. Myönteinen kehitys on havaittu myös radontalkoiden yhteydessä (Arvela ym. 2008) sekä valtakunnallisessa otantatutkimuksessa (Mäkeläinen ym. 2009). Radontutkimuksen eräänä haasteena on selvittää, kuinka suuressa määrin kehitys on voimakkaasti yleistyneiden radontorjuntatoimenpiteiden ansiota.

Säteilyturvakeskus oli mitannut sisäilman radonpitoisuuden kesään 2008 mennessä 5 000 suomalaisessa kerrostaloasunnossa. Yli 200 Bq/m³ radonpitoisuus löytyi 900 asunnosta ja yli 400 Bq/m³ pitoisuus 500 asunnosta. Kerrostalojen ylemmissä kerroksissa radonpitoisuudet ovat yleensä pieniä. Sen sijaan suuret pitoisuudet ovat hyvin yleisiä alimman kerroksen asunnoissa silloin kun asunnon alla ei ole kellari- tms. tiloja, vaan lattialaatan alla on välittömästi sora-aineksia.

Förord

Denna atlas baserar sig på Strålsäkerhetscentralens radonmätningmaterial som har samlats i närmare 30 års tid. En betydande del av mätningarna har genomförts i samarbete med kommuner och samkommuner sedan 1986. Hälsoskyddsmyndigheternas andel i planeringen och genomförandet av mätningsskampanjerna samt spridningen av kunskaper om radon har varit ytterst viktig. Personalen vid Strålsäkerhetscentralens radonmätningstjänst har utfört mätningarna och deras andel i insamlingen av information om mätningssubjekten har varit väsentlig. Vi vill framföra vårt varma tack till dem för detta arbete som har gjort att vi har ett mätningmaterial.

Strålsäkerhetscentralens Radonatlas över Finland från 1997 visade tydligt vilka områden som i störst utsträckning har höga radonhalter. I den nya atlasen som utkommer nu presenterar vi uppdaterad statistik om radonmätningar i Finland. Under de tio senaste åren har det i Finland blivit avsevärt mycket vanligare att bygga på ett radonsäkert sätt. Det är även möjligt att i denna atlas jämföra radonhalterna i småhus som har byggts på 2000-talet med äldre hus. Vi vill tacka överinspektör Anne Weltner, som är den första författaren till den ursprungliga radonatlasen över Finland, för värdefulla råd och experthjälp i arbetet med den nya atlasen.

Uppgifterna om jordarten på byggplatsen har hämtats från digitala jordmånskartor i skalan 1:20 000 (www.gtk.fi/aineistohaku/) som Geologiska forskningscentralen har gett oss tillgång till för denna undersökning. Vi vill för detta framföra vårt varma tack till divisionschefen Olli Rantala och informationsadministreringschefen Antti Kahra.

Social- och hälsovårdsministeriet har understött produktionen av denna atlas.

1 Inledning

Radon i inomhusluften passerar via andningen till lungorna och orsakar uppskattningsvis 300 fall av lungcancer årligen i Finland. Den viktigaste radonkällan är jordarten under huset som via springor i grundkonstruktionerna avger radonhaltig jordluft inomhus.

Strålsäkerhetscentralen (STUK) utgav Finlands första radonkarta år 1983 (Castrén et al. 1983). Kartan byggde på mätning i 2 154 småhusbostäder men trots allt kunde redan det nuvarande området med hög radonhalt observeras. År 1986 ålade Medicinalstyrelsen kommunernas hälsoskyddsmyndigheter att i samarbete med STUK utreda om en kommun eller en del av den kan anses som ett möjligt radonskadeområde där det dåvarande maximivärdet 800 Bq/m³ är möjligt att överskrida (Medicinalstyrelsen 1986). Detta resulterade i att kartläggningsarbetet kom igång. För alla Finlands kommuner uppgjordes en radonmättningsplan och under de tio följande åren mättes radonhalten i 35 000 bostäder i samarbete med kommunerna. För Östra Nyland och Kymmenedalen uppgjordes egna översikter över radonsituationen och kommunspecifika radonkartor (Voutilainen och Mäkeläinen 1995, Pennanen et al. 1996). Efter detta, från och med mitten av 1990-talet, har privata husägare beställt fler mätningar än kommunerna. År 2003 startade Strålsäkerhetscentralen i samarbete med de kommunala myndigheterna kampanjen ”Radontalko” med syfte att avsevärt öka mätningarna och därmed hitta de höga radonhalterna. Radontalkon har arrangerats på olika håll runt om i Finland, särskilt i områden med hög radonhalt (Arvela et al. 2008). Inom Radontalkona hade mätningar utförts i 14 000 bostäder före sommaren 2008. Totalt hade STUK utfört mätningar i 92 000 bostäder före sommaren 2008.

De nuvarande maximivärdena har angetts år 1992 i Social- och hälsovårdsministeriets beslut 944/92, enligt vilket radonhalten i inomhusluft inte får överskrida 400 Bq/m³. Enligt Finlands byggbestämmelsesamling samt Social- och hälsovårdsministeriets beslut ska nya byggnader projekteras och byggas så att radonhalten i inomhusluften ligger under 200 Bq/m³ (Social- och hälsovårdsministeriet 1992; Miljöministeriet 2003). Hänsyn ska tas till radonriskerna på byggplatsen vid projekteringen och byggandet. Radonteknisk projektering kan utelämnas endast om lokala radonundersökningar tydligt visar att radonhalten i bostäderna utan undantag underskrider maximivärdet (Miljöministeriet 2004). När ett nytt hus byggs kan man påverka radonhalten i inomhusluften avsevärt med enkla och förmånliga åtgärder (Rakennustieto 2003).

Åren 1990–1991 utfördes den första riksomfattande radonundersökningen baserad på sampel enligt befolkningsunderlag. Undersökningen visade att årsmedelvärdet för radonhalten i Finland var 145 Bq/m³ i småhusen och

80 Bq/m³ i flervåningshusen (Arvela et al. 1993). I den andra riksomfattande sampelundersökning 2006–2007 var radonmedelvärdet i småhusen 121 Bq/m³ och 49 Bq/m³ i flervåningshusen (Mäkeläinen et al. 2009). I båda undersökningarna mättes cirka 3 000 bostäder.

Den första radonatlasen publicerades i år 1997 (Voutilainen et al. 1997, 1998). Den innehöll information om radonhalten i 52 000 bostäder. Höga radonhalter förekom mest frekvent i området för dåvarande Nylands, Kymmene och Tavastehus län. Av atlasen framgick det även att radonhalterna är högre när huset är byggt på en genomsläpplig jordart (grus eller sand).

Liksom sin föregångare ger även denna radonatlas information som kan användas till att bedöma i vilka områden det behövs effektivare mätningar i bostäderna samt radonsäkert byggande. Under de tio senaste åren har det blivit avsevärt mycket vanligare att bygga på ett radonsäkert sätt i Finland (Arvela et al. 2008). I denna rapport jämförs även radonhalterna i småhus byggda på 2000-talet med äldre hus.

2 Material och metoder

2.1 Radonmätningmetod

Radonhalten mättes med STUK:s radonmätningdosor som bygger på spårfilmsdetektormetod (Reisbacka 2010). Dosan som har en diameter på 5 cm skickas per post till kunden som påbörjar mätningen genom att ta ut den ur den skyddande lufttäta plastpåsen. Alfastrålningen som radongasen, som går in i dosan, och dess sönderfallsprodukter sänder ut påverkar strukturen i plastfilmen i dosans botten. När kunden har returnerat dosan till STUK etsas plastfilmen elektrokemiskt så att spåren efter alfastrålningen blir synliga. Radonhalten beräknas enligt antalet spår och den mättid som kunden har uppgivit.

Enligt de anvisningar som kunden får ska dosan placeras på den lägst belägna bebodda våningen. Om två dosor används ska de placeras på olika våningar i bostaden. Dosorna placeras exempelvis i vardags- eller sovrummet. Mättiden är minst två månader under perioden 1 november till 30 april. Anvisningarna följer Social- och hälsovårdsministeriets Anvisning om boendehälsa (STM 2003:2).

Årsmedelvärdet för radonhalten som visas på atlasen har beräknats genom multiplikation av radonhalt uppmätt på vintern med koefficienten 0,85 (bilaga 1). Om mätningstiden emellertid var minst 273 dygn användes inte koefficienten utan mätresultatet tolkades som sådant som årsmedelvärde.

Tillsammans med radonmätningdosan får kunden ett formulär att fylla i med uppgifter om mätningstid och mätningplats samt byggtekniska uppgifter om huset. Bilaga 2 innehåller den version av frågeformuläret som användes längst, åren 2001–2007.

2.2 Material

Materialet innehåller radonmätningar i bostäder från år 1980 till sommaren 2008. Mätningarna har beställts av privatpersoner och kommuner eller har ingått i Strålsäkerhetscentralens olika forskningsprojekt. I materialet inkluderades endast radonmätningar i permanent bebodda bostäder och enbart mätningar i egentligt bebodda bostäder (inte källare osv.) Mätningen måste pågå minst 30 dygn. Om mätningen pågick i 30–273 dygn godkändes för materialet endast de fall där minst 75 procent av mätningstiden inföll mellan november och april.

Materialet innehåller 118 607 enskilda mätresultat (tabell 1). När mätningen hade utförts samtidigt med två eller fler dosor beaktades medelvärdet av det aktuella mätningstillfället. Materialet innehåller 104 614 separata mätningstillfällen.

Av mätningar som utfördes vid olika tidpunkter i samma bostad beaktades den som visade den högsta radonhalten. Av denna anledning påverkar inte senare utförda radonsaneringar av husen de presenterade resultaten eftersom saneringarna i regel utförs på grund av att hög halt har observerats i en bostad.

Mätningar i samma hus identifierades med stöd av adressen. Olika preciseringar som hade rapporterats på olika sätt för samma adress (trappa osv.) försökte man identifiera, till exempel den tänkta adressen Radonvägen 2 B 12 skulle tolkas som samma bostad som Radonvägen 2 bst. 12. I vissa fall har bostadens adress ändrats eller så har adressuppgifterna i STUK:s data varit bristfälliga. Då har mätningarna identifierats som utförda i samma bostad om invånaren i samband med den senare mätningen har uppgett sin tidigare mätning. Om endast orten för bostaden är känd i stället för adressen har bostaden antagits vara en annan än de andra bostäderna som har mätts i kommunen. I materialet identifierades 92 365 olika bostäder

Tabell 1. Mätningmaterial.

	Mätningar	Mätningstillfällen	Mätta bostäder
Småhusbostäder	112 554	99 135	87 457
Bostäder i flervåningshus	6 053	5 479	4 908
Totalt	118 607	104 614	92 365

2.3 Husets placering och jordarten på byggplatsen

Bostadens positionskoordinater fastställdes med hjälp av vägmaterialet StreetMap Finland (ESRI Finland Oy) som bygger på Vägförvaltningens Digiroad-material samt Befolkningsregistercentralens och Lantmäteriverkets material. Koordinaterna för hus som mätts före 1997 och redan fanns med i föregående Radonatlas över Finland har även fastställts med stöd av tryckta kartor (Voutilainen et al. 1998). Exakt adress är känd för totalt 75 358 småhusbostäder och 4 708 bostäder i flervåningshus. Dessutom är positionen för 3 486 småhusbostäder och 13 bostäder i flervåningshus känd så nära som på by eller liknande. Dessa objekt finns med som 5×5 km och 10×10 km rutor i de presenterade kartorna om den aktuella byn eller motsvarande tydligt tillhör en viss ruta.

Invånarens egen anmälan om hus byggt på berg har ansetts som en tillförlitlig uppgift. Om huset inte är byggt på berg utreddes jordarten på byggplatsen ner till 1 meters djup med hjälp av Geologiska forskningscentralens jordmåns-

kartor. Jordarterna klassificerades enligt följande: grus och sand, berg, morän samt lera och mo. Grus och sand delades in vidare i två klasser enligt uppkomst-sättet: åsar och israndsbildningar samt övrigt grus och sand. Indelningen gjordes för att radonhalterna i hus byggda just på åsar och israndsbildningar är klart högre (Mäkeläinen et al. 2009). Jordartsinformation plockades med hjälp av digitala kartor ut endast om de bostäder som hade en känd exakt adress.

2.4 Regional representativitet

Flest radonmätningar görs i områden där höga halter tidigare har hittats. Därmed kan mätningsmaterialet inte anses representativt. Kapitel 3 visar regionalt representativa bedömningar för nyckeltal som beskriver radonsituationen i småhusbostäder. De har fastställts genom beräkning av nyckeltalsvärden för kvadratkilometerstora rutor och genom viktning av de rutspecifika värdena mot antalet bostäder i rutan. Metoden beskrivs i bilaga 3. Resultaten bygger på 75 358 mätta småhusbostäder med känd exakt adress.

2.5 Områdesklassificeringar och antalet bostäder

I atlasen har de områdesklassificeringar som gäller 2010 använts. Landskapsindelningen visas på karta 1. Antalet för alla bostäder och permanent bebodda bostäder 31.12.2008 har hämtats från Statistikcentralens statistikdatabas StatFin (*www.stat.fi*). Som småhus klassificerades hustyperna "Fristående småhus" och "Rad- eller kedjehus". Antalet småhusbostäder i 1 × 1 km rutor 31.12.2005 har hämtats från Statistikcentralens Rutdatabas. Bland mätningsobjekten klassificerades frågeformulärets (bilaga 2) hustyper "Egnahemshus" och "Rad- eller parhus" som småhus.

3 Radonhalten i småhus

3.1 Regional statistik och regionala kartor

Strålsäkerhetscentralen hade före sommaren 2008 mätt 5,9 procent av Finlands 1,5 miljoner småhusbostäder (tabell 2). Årsmedelvärdet för radonhalten var över 200 Bq/m³ i 31 procent av bostäderna (27 343 bostäder) och över 400 Bq/m³ i 12 procent (10 851 bostäder). Alla tabeller och kartor i denna rapport baserar sig på årsmedelvärdet som enligt den använda beräkningsmodellen är 15 procent lägre än den radonhalt som har uppmätts på vintern (bilaga 1). Halten på vintern överskred 200 Bq/m³ i 32 453 bostäder och 400 Bq/m³ i 13 653 bostäder.

Tabell 2. Årsmedelvärdet för radonhalten i mätta småhusbostäder.

Landskap	Mätta bostäder	Andel mätta bostäder*	Andel överskridningar			Medelvärde, Bq/m ³	Median, Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Åland	228	2,3 %	20 %	3 %	0,0 %	133	102
Södra Karelen	4 559	10,5 %	41 %	18 %	4,2 %	277	162
Södra Österbotten	1 312	1,7 %	5 %	2 %	0,2 %	84	59
Södra Savolax	2 301	4,1 %	10 %	2 %	0,5 %	108	76
Östra Nyland	5 580	17,9 %	47 %	22 %	5,9 %	357	186
Kajanaland	1 253	4,1 %	24 %	14 %	6,4 %	294	87
Egentliga Tavastland	6 725	12,4 %	38 %	14 %	3,0 %	263	153
Mellersta Österbotten	455	2,0 %	4 %	1 %	0,0 %	69	51
Mellersta Finland	5 100	6,0 %	21 %	6 %	1,0 %	156	103
Kymmenedalen	8 685	14,8 %	54 %	22 %	3,6 %	308	215
Lappland	2 119	3,2 %	17 %	6 %	1,4 %	153	94
Birkaland	8 481	6,8 %	36 %	14 %	4,3 %	298	145
Österbotten	1 396	2,5 %	2 %	0 %	0,1 %	53	38
Norra Karelen	2 955	4,8 %	19 %	7 %	2,1 %	180	102
Norra Österbotten	1 937	1,5 %	4 %	1 %	0,2 %	72	51
Norra Savolax	2 446	3,1 %	6 %	1 %	0,1 %	86	66
Päijänne-Tavastland	8 830	17,2 %	52 %	26 %	8,1 %	405	212
Satakunta	1 824	2,2 %	7 %	2 %	0,3 %	89	58
Nyland	16 530	6,8 %	27 %	8 %	1,2 %	182	117
Egentliga Finland	4 741	3,6 %	11 %	2 %	0,3 %	109	76
Totalt	87 457	5,9 %	31 %	12 %	2,9 %	233	122

* Antalet mätta bostäder dividerat med det totala antalet (även andra än permanent bebodda) småhusbostäder 31.12.2008 (Statistikcentralens statistikdatabas StatFin).

Radonhalterna är högst i ett enhetligt område som utgörs av landskapen Östra Nyland, Päijänne-Tavastland, Kymmenedalen, Egentliga Tavastland, Birkaland och Södra Karelen. I dessa landskap överskred mer än 30 procent av de mätta småhusen årsmedelvärdet 200 Bq/m³. I området med hög radonhalt har många bostäder mätts eftersom kartläggningen som utfördes enligt mättningsplanerna koncentrerades dit och även privatpersonerna i dessa områden har beställt ett stort antal mätningar. Även Radontalkon på 2000-talet har koncentrerats till området med hög radonhalt. Förhållandevis flest bostäder har mätts i Östra Nyland där närmare var femte bostad har mätts. Kommunspecifik mätstatistik finns i bilaga 4.

Karta 2 visar antalet mätta bostäder i rutor om 10×10 km och karta 3 medelvärdet för radonhalten i samma rutor. Kartorna 4–9 visar medelradonhalten i 5×5 km rutor. Kartorna 10–12 visar medelradonhalten samt andelen småhusbostäder som överskrider 200 Bq/m³ och 400 Bq/m³ per kommun.

Med hänsyn till den ojämna regionala fördelningen av mätningar med metoden i bilaga 3 fås medelvärdet 142 Bq/m³ för radonhalten i småhusbostäderna i Finland (tabell 3). Det är något lägre än värdet 145 Bq/m³ som fastställdes i de sampelundersökningar som Arvela et al. (1993) utförde åren 1990–1991, men något högre än resultatet 121 Bq/m³ för åren 2006–2007 (Mäkeläinen et al. 2009). Medelradonhalten i alla mätta småhusbostäder är 233 Bq/m³ enligt tabell 2.

Den regionalt svaga representativiteten är särskilt märkbar i Kajanaland där det regionalt representativa medelvärdet är 113 Bq/m³ och medelvärdet för de mätta bostäderna 294 Bq/m³. Av de 1 253 mätta småhusbostäderna i Kajanaland låg så många som en fjärdedel i ett område på fyra kvadratkilometer där husen som byggdes på 1980-talet hade höga halter. Den mycket omfattande mätningen i området har lett till goda resultat. Halterna i de nyare småhusen i området är klart lägre (se avsnitt 3.2). Utanför det aktuella området är medelvärdet för radonhalten i de mätta småhusbostäderna i Kajanaland 112 Bq/m³.

Enligt tabell 3 är radonhalten (eller var före radonsaneringen) över 200 Bq/m³ i 17,4 procent av Finlands småhusbostäder och över 400 Bq/m³ i 5,3 procent. När överskridningarnas andelar multipliceras med antalet permanent bebodda småhusbostäder 31.12.2008 kan det bedömas att 200 Bq/m³ överskrids i 237 000 och 400 Bq/m³ 73 000 småhusbostäder. Nyckeltalsvärden för olika kommuner finns i bilaga 5 och på kartorna 13–15. De visas för kommuner där den i bilaga 3 beskrivna viktade mätfrekvensen är större än en mätning per kvadratkilometer.

Tabell 3. Radonhalten i småhus. Regionalt representativa värden har beräknats med en metod som tar hänsyn till mätningarnas ojämna regionala fördelning (bilaga 3).

Landskap	Medelvärde, Bq/m ³	Andel överskridningar		Antal överskridningar*		Viktad mätfrekvens, km ² **
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Åland	121	14,8 %	6,3 %	1 200	500	2,9
Södra Karelen	213	31,2 %	11,4 %	12 300	4 500	16,4
Södra Österbotten	82	5,3 %	1,5 %	3 700	1 100	1,4
Södra Savolax	98	7,4 %	1,1 %	3 800	500	3,4
Östra Nyland	297	42,6 %	18,6 %	12 200	5 300	17,7
Kajanaland	113	9,1 %	3,4 %	2 500	900	4,8
Egentliga Tavastland	230	35,4 %	10,9 %	17 500	5 400	18,2
Mellersta Österbotten	53	1,6 %	0,7 %	400	200	1,6
Mellersta Finland	135	16,4 %	3,3 %	12 600	2 600	6,7
Kymmenedalen	274	48,8 %	18,1 %	26 400	9 800	26,5
Lappland	120	11,1 %	3,1 %	6 600	1 800	2,6
Birkaland	214	30,0 %	9,7 %	34 600	11 200	15,2
Österbotten	54	1,7 %	0,5 %	900	200	2,8
Norra Karelen	143	14,8 %	4,2 %	8 300	2 300	4,1
Norra Österbotten	58	1,7 %	0,2 %	1 900	300	1,6
Norra Savolax	82	5,8 %	0,4 %	4 100	300	3,7
Päijänne-Tavastland	331	46,6 %	20,0 %	22 000	9 500	26,6
Satakunta	74	4,7 %	0,7 %	3 500	600	2,5
Nyland	158	22,8 %	6,0 %	52 200	13 700	20,9
Egentliga Finland	100	9,0 %	1,7 %	10 800	2 000	4,8
Totalt	142	17,4 %	5,3 %	237 300	72 600	10,0

* Andelen överskridningar multiplicerad med antalet permanent bebodda småhusbostäder 31.12.2008 (Statistikcentralens statistikdatabas StatFin).

** Se bilaga 3. Ju större viktad mätfrekvens, desto tillförlitligare beräkning.

3.2 Husets byggår och radonhalten

Av de mätta småhusen byggdes över hälften under perioden 1970–1999 (tabell 4). Husen byggda på 1980-talet var de relativt sett mest mätta, 6,7 procent. Ofta gjordes mätningen först flera år efter att byggnaden stod klar. Av denna anledning har bostäder från 2000-talet mätts förhållandevis minst, endast fyra procent. Uppgiften om bostädernas byggår har hämtats från frågeformulär ifyllda av invånarna (bilaga 2).

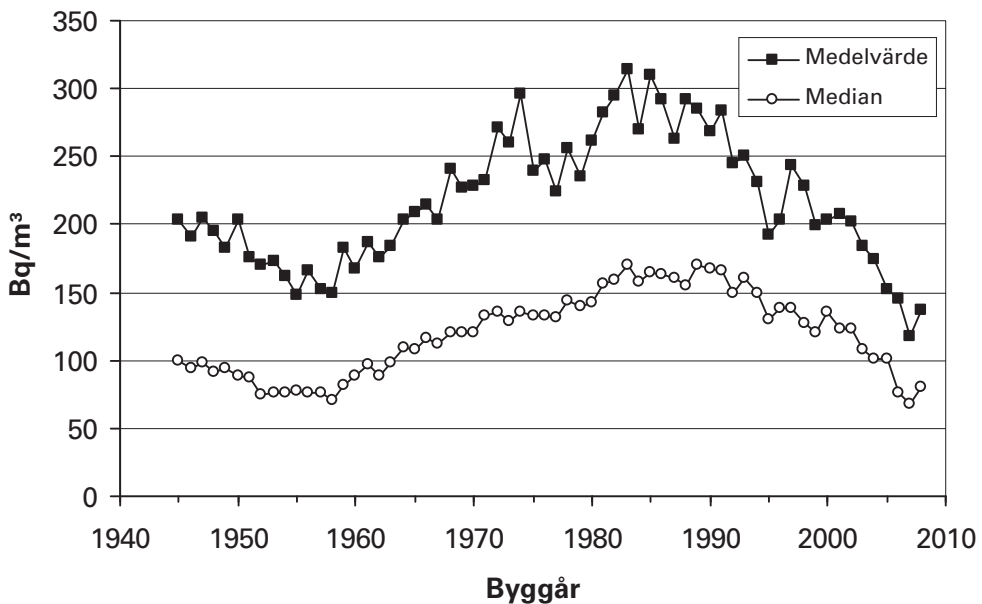
Radonhalterna är högst i hus som har byggts på 1980-talet (tabell 4 och bild 1). Därefter har halterna börjat gå ner. I början på 1980- och 1990-talen

Tabell 4. Årsmedelvärdet för radonhalten i småhusbostäder enligt byggår.

Byggår	Mätta bostäder	Andel av hela materialet	Andel mätta bostäder*	Medelvärde för de mätta bostäderna, Bq/m ³	Medelvärde för bostäder som mätts på 2000-talet, Bq/m ³ **
–1920	3 112	3,6 %	4,6 %	203	143
1921–1939	3 830	4,4 %	5,5 %	218	164
1940–1959	13 203	15,1 %	5,4 %	178	149
1960–1969	8 242	9,4 %	6,1 %	202	173
1970–1979	14 463	16,5 %	5,8 %	249	219
1980–1989	22 579	25,8 %	6,7 %	285	239
1990–1999	9 969	11,4 %	5,1 %	244	223
2000–2008	6 680	7,6 %	4,0 %	178	178
Inte känt	5 379	6,2 %	–	224	205
Totalt	87 457	100,0 %	5,9 %	233	200

* Antalet mätta bostäder dividerat med antalet småhusbostäder byggda de aktuella åren (Statistikcentralens statistikdatabas StatFin).

** Den första mätningen i bostäderna inleddes tidigast 1.1.2000.

**Bild 1.** Radonhalt i de mätta småhusen.

fokuserade mätningarna mer än idag på områden med hög radonhalt. En något minskad genomsnittlig radonhalt efter 1980-talet kan även ses vid granskning av enbart de 31 474 bostäder där mätning gjorts på 2000-talet (sista kolumnen i tabell 4). Positiv utveckling har även observerats i en riksomfattande sampelundersökning (Mäkeläinen et al. 2009). Tabell 5 visar landskapsspecifik mätstatistik för nya småhusbostäder. Relativt sett flest småhusbostäder från 2000-talet har mätts i Päijänne-Tavastland, 12,2 procent.

Kartorna 16–19 visar medelradonhalten enligt decenniet när huset byggdes. Det fyra kvadratkilometer stora området som nämns i avsnitt 3.1 ligger i den enda violetta rutan i Kajanaland på karta 17. Halterna i de nyare småhusen i den aktuella rutan är klart lägre (kartorna 18 och 19).

Tabell 5. Årsmedelvärdet för radonhalten i mätta småhusbostäder byggda efter 1999.

Maakunta	Mätta bostäder	Andel mätta bostäder*	Andel överskridningar			Medelvärde, Bq/m ³	Median, Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Åland	5	0,7 %	20 %	0 %	0,0 %	160	137
Södra Karelen	316	8,6 %	36 %	14 %	1,3 %	216	136
Södra Österbotten	54	0,6 %	9 %	7 %	0,0 %	100	64
Södra Savolax	107	3,0 %	15 %	2 %	0,0 %	111	89
Östra Nyland	292	7,7 %	28 %	11 %	1,4 %	193	110
Kajanaland	40	2,2 %	18 %	5 %	0,0 %	129	91
Egentliga Tavastland	426	6,3 %	26 %	6 %	0,5 %	166	112
Mellersta Österbotten	7	0,3 %	0 %	0 %	0,0 %	19	21
Mellersta Finland	601	6,7 %	22 %	6 %	1,0 %	181	111
Kymmenedalen	386	9,6 %	38 %	15 %	1,0 %	216	153
Lappland	35	0,7 %	11 %	3 %	2,9 %	160	61
Birkaland	749	4,7 %	25 %	7 %	0,8 %	163	98
Österbotten	93	1,6 %	1 %	0 %	0,0 %	49	34
Norra Karelen	262	5,3 %	16 %	5 %	1,1 %	198	106
Norra Österbotten	52	0,3 %	4 %	0 %	0,0 %	65	52
Norra Savolax	140	2,2 %	5 %	0 %	0,0 %	75	62
Päijänne-Tavastland	711	12,2 %	30 %	13 %	3,7 %	235	128
Satakunta	42	0,7 %	10 %	2 %	0,0 %	83	55
Nyland	2 113	5,1 %	28 %	9 %	1,3 %	184	116
Egentliga Finland	287	2,0 %	13 %	2 %	0,3 %	110	78
Totalt	6 718	4,0 %	25 %	9 %	1,3 %	179	106

* Antalet mätta bostäder dividerat med antalet småhusbostäder byggda åren 2000–2008 (Statistikcentralens statistikdatabas StatFin).

Kommunspezifisk mätstatistik för småhusbostäder från 2000-talet finns i bilaga 6. Resultat presenteras för kommuner där minst 20 av de mätta bostäderna är byggda på 2000-talet.

3.3 Grundläggningssättet och radonhalten

Grundläggningssättet för ett småhus har ett klart samband med radonhalten (Arvela et al. 1993, Mäkeläinen et al. 2009). I Finland är det vanligaste grundläggningssättet för småhus grundmur (sockel) och golvplatta på mark. Detta innebär en utmaning när det gäller radonbekämpning eftersom fogarna mellan plattan och väggkonstruktionerna samt genomföringarna i plattan förser den radonhaltiga jordluften med en direkt väg in i huset om dessa läckagevägar inte har tätats. En kantförstyvad platta och en grund med utrymme under golvet är radonsäkra lösningar när de är korrekt gjorda. Radonhaltig jordluft som passerar genom väggkonstruktioner med direkt markkontakt ökar radonhalten i terrasshus.

I tabell 6 och på kartorna 20–23 klassificeras småhusbostäderna enligt byggnadens grundläggningssätt. Klassificeringen bygger på den typ av småhus som efterfrågas i ett frågeformulär (bilaga 2) ifyllt av invånarna. Typen av småhus ”Hus utan källare” har klassificerats vidare enligt det grundläggningssätt som efterfrågas i formuläret.

Tabell 6. Radonhalten i småhus med olika grundläggningssätt.

	Bostäder	Medelvärde, Bq/m ³	Median, Bq/m ³	Andel överskridningar	
				> 200 q/m ³	> 400 Bq/m ³
Hus utan källare, grundläggningssätt:					
Grundmur (sockel) och golvplatta på mark	9 009	215	129	32 %	12 %
Kantförstyvad platta*	1 708	156	83	20 %	7 %
Grund med utrymme under golvet	1 309	90	53	9 %	3 %
Annat eller kombination	1 222	207	118	30 %	11 %
Inte känt	19 218	246	143	36 %	14 %
Totalt	32 466	225	129	33 %	13 %
Hus med källare eller delkällare	12 288	177	87	21 %	8 %
Terrasshus	12 061	305	146	37 %	16 %
Inte känt	30 642	235	122	32 %	13 %
Totalt	87 457	233	122	31 %	12 %

* Identifiering av kantförstyvad platta är en av de svåraste punkterna i frågeformuläret. Tidigare erfarenhet visar att en anmärkningsvärd del av de aktuella objekten är byggda på en vanlig golvplatta på mark.

3.4 Jordarten på byggplatsen och radonhalten

Ju mer genomsläpplig jordarten är, desto lättare passerar radonhaltig jordluft in i huset. Dessutom utgör en tjock jordartsformation under huset ett outsinligt lager av radonhaltig luft. Därför är radonhalterna i genomsnitt högre i hus byggda på åsar och Salpausselkäryggarna och liknande israndsbildningar (tabell 7). Karta 24 visar medelradonhalten i hus byggda på åsar och israndsbildningar med jordarten grus eller sand. Karta 25 visar hus byggda på andra jordarter, inklusive grus och sand när det inte gäller åsar eller israndsbildningar, utan till exempel strand-, vind- eller älvavlagringar.

Tabell 7. Radonhalten i småhusbostäder enligt jordarten på byggplatsen.

Jordart på byggplatsen	Bostäder	Medelvärde, Bq/m ³	Median, Bq/m ³	Andel överskridningar	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Grus och sand: åsar och israndsbildningar	10 777	496	228	55 %	31 %
Grus och sand: annan	1 927	183	112	27 %	9 %
Berg	17 230	216	129	33 %	12 %
Morän	16 584	192	117	28 %	9 %
Lera och mo	16 103	168	113	26 %	7 %
Inte känt	24 836	203	104	26 %	10 %
Totalt	87 457	233	122	31 %	12 %

4 Bostäder i flervåningshus

Radonhalterna i bostäderna i nedersta våningen i flervåningshus är avsevärt högre än i de övre våningarna. Radonhaltig jordluft kommer in i bostäderna på den nedersta våningen, särskilt när det finns grusmaterial direkt under golvplattan. Halterna är klart lägre i bostäder där det finns en källare under.

Strålsäkerhetscentralen hade före sommaren 2008 mätt 4 908 bostäder i flervåningshus, vilket utgör 0,4 procent av Finlands 1,2 miljoner bostäder i flervåningshus. Relativt sett har man mätt mest bostäder i nedersta våningen med jord eller berg undertill. Bland denna typ av bostäder har 1 127 stycken mätts, dvs. nästan hälften av bostäderna med känt utrymme undertill (tabell 8). Medelradonhalten är 375 Bq/m³ i dessa bostäder, dvs. klart högre än medelvärde 233 Bq/m³ i de mätta småhusbostäderna. Uppgifterna om utrymmet under bostäderna har hämtats från frågeformulär ifyllda av invånarna (bilaga 2). Frågan har funnits med i formuläret sedan 1995. Tabell 9 visar landskapspecifik mätstatistik för bostäder i flervåningshus. På grund av det ringa antalet mätningar är det inte möjligt att använda metoden i bilaga 3 för att beräkna ett regionalt representativt värde.

Största delen av de mätta flervåningshusen byggdes på 1970- och 1980-talen (bild 2). Radonhalterna i de nyaste husen är lägre än i de äldre (bild 3). Antalet mätta flervåningshus är dock så litet att det inte kan utgöra ett underlag för slutledningar hur radonsituationen i flervåningshus utvecklas.

Kartorna 26 och 27 visar medelvärden för radonhalten i de mätta bostäderna i flervåningshus i 10 × 10 km rutor. Kommunspecifik mätstatistik finns i bilaga 7 och 8.

Tabell 8. Bostäder i flervåningshus klassificerade enligt vad som finns omedelbart under bostaden.

Under bostaden	Bostäder	Medelvärde, Bq/m ³	Median Bq/m ³	Andel överskridningar	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Jord eller berg	1 127	375	136	39,4 %	19,3 %
Annan bostad eller andra utrymmen	1 314	106	40	6,2 %	3,2 %
Inte känt	2 467	190	66	14,9 %	7,9 %
Totalt	4 908	210	64	18,2 %	9,3 %

Tabell 9. Radonmätningar i bostäder i flervåningshus.

Landskap	Alla bostäder*				Jord eller berg under bostaden			
	Bostäder	Medel- värde	Median	> 200 Bq/m ³	Bostäder	Medel- värde	Median	> 200 Bq/m ³
Åland	14	61	53	0 %	0	–	–	–
Södra Karelen	124	141	54	13 %	16	220	88	31 %
Södra Österbotten	19	50	43	0 %	2	71	71	0 %
Södra Savolax	76	87	50	9 %	18	172	144	28 %
Östra Nyland	150	207	142	33 %	21	193	176	43 %
Kajanaland	79	103	46	6 %	12	271	105	33 %
Egentliga Tavastland	116	133	72	16 %	22	193	81	32 %
Mellersta Österbotten	15	30	30	0 %	0	–	–	–
Mellersta Finland	279	114	57	12 %	56	203	115	23 %
Kymmenedalen	321	231	110	31 %	114	330	248	57 %
Lappland	64	109	38	6 %	3	348	477	67 %
Birkaland	731	466	99	33 %	161	913	244	59 %
Österbotten	76	38	33	0 %	13	42	38	0 %
Norra Karelen	68	148	65	12 %	12	143	95	17 %
Norra Österbotten	87	35	31	0 %	11	52	48	0 %
Norra Savolax	141	65	36	5 %	17	77	42	12 %
Päijänne-Tavastland	464	570	143	41 %	145	794	423	68 %
Satakunta	76	62	39	4 %	3	280	261	67 %
Nyland	1 708	104	60	12 %	438	176	111	29 %
Egentliga Finland	300	75	46	4 %	63	160	76	14 %
Totalt	4 908	210	64	18 %	1 127	375	136	39 %

* Innehåller även bostäder där det är okänt om det finns jord eller berg eller en annan bostad eller andra utrymmen under bostaden.

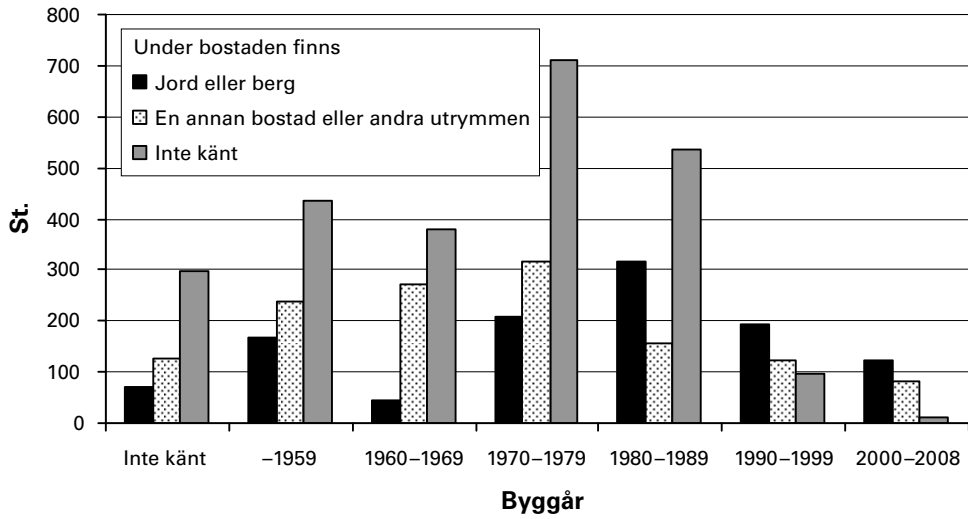


Bild 2. Mätta bostäder i flervåningshus.

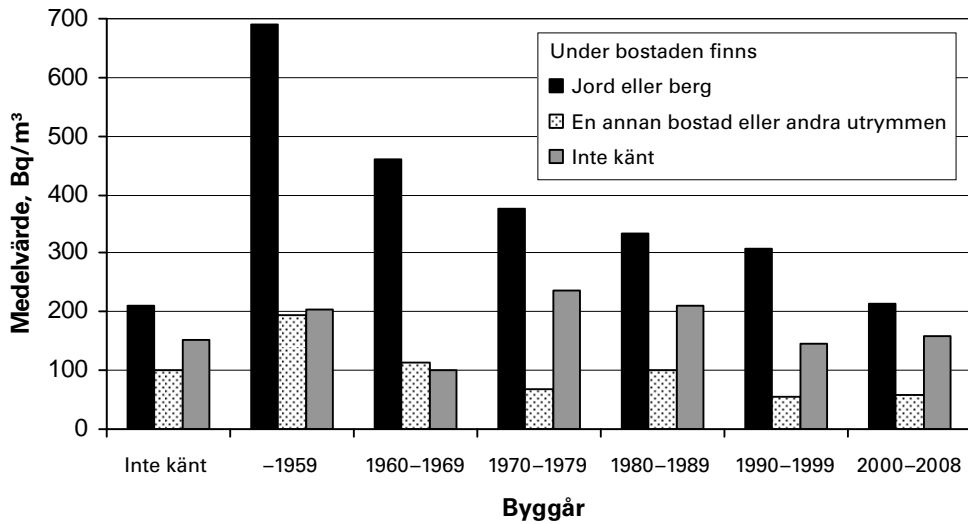


Bild 3. Radonhalt i de mätta bostäderna i flervåningshus.

5 Slutledningar

Strålsäkerhetscentralen hade före sommaren 2008 mätt radonhalten i inomhusluften i 6 procent eller 87 000 finländska småhusbostäder. Radonhalten överskred maximivärdet 400 Bq/m³ i 11 000 mätta bostäder. 27 000 bostäder hittades som överskred maximivärdet för nya bostäder 200 Bq/m³. Enligt en bedömning som byggde på regional viktning av mätningmaterialet var medelradonhalten i finländska småhusbostäder 142 Bq/m³. Enligt bedömningen överskrider halten i 17 procent (237 000 st.) av bostäderna 200 Bq/m³ och i 5 procent (73 000 st.) är den högre än 400 Bq/m³.

Radonhalterna är högst i ett enhetligt område som omfattar landskapen Östra Nyland, Päijänne-Tavastland, Kymmenedalen, Egentliga Tavastland, Birkaland och Södra Karelen. I området för dessa landskap har värdena överskridit 200 Bq/m³ i mer än 30 procent av de mätta småhusen. Relativt flest radonmätningar har utförts i landskapet Östra Nyland där nästan var femte småhusbostad har mätts. De nyaste husen byggda på 2000-talet har i genomsnitt lägre radonhalter än hus från 1980- och 1990-talen. Positiv utveckling har även observerats i samband med Radontalkon (Arvela et al. 2008) samt i en riksomfattande sampelundersökning (Mäkeläinen et al. 2009). En av utmaningarna med undersökningen är att reda ut hur mycket utvecklingen har orsakats av de allt vanligare radonbekämpningsåtgärder.

Strålsäkerhetscentralen hade före sommaren 2008 mätt radonhalten i inomhusluften i 5 000 finländska bostäder i flervåningshus. Radonhalter över 200 Bq/m³ uppmättes i 900 bostäder och halter över 400 Bq/m³ i 500 bostäder. I flervåningshusens högsta våningar är radonhalterna i regel låga. Däremot är höga halter mycket vanliga i bostäder i den nedersta våningen när det inte finns någon källare eller liknande rum under bostaden och det finns grusmaterial direkt under golvplattan.

Foreword

This atlas is based on radon measurement material of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), which it has been compiling for almost 30 years. A significant proportion of measurements have been carried out in co-operation with municipalities and municipal federations since 1986. The role of health and safety authorities in the planning and implementation of measurement campaigns and in the spreading of radon awareness has been of key significance. The staff of STUK's radon measurement service has carried out measurements and their contribution to the collection of data relating to measurement sites has also been very important. We would like to thank them warmly for this work, without which there would be no measurement data.

The Radon Atlas of Finland first published by STUK in 1997 clearly showed those areas, which are most prone to high radon concentrations. Now in this newly published atlas, we present updated statistical information on Finnish radon measurements. During the last ten years, radon-resistant construction techniques have rapidly become widespread in Finland. Because of this, it is also possible to use the atlas to compare the radon levels of houses built in the last ten years with those of older houses. We would like to thank the first author of the original Radon Atlas of Finland, Senior Inspector Anne Weltner, for her valuable advice and expert assistance in the production of this new atlas.

The soil information concerning the sites of buildings has been taken from 1:20 000-scale digital soil maps given to us by the Geological Survey of Finland expressly for this survey (www.gtk.fi/aineistohaku/). For this, we would like to express warm thanks to Division Manager Olli Rantala and Information Manager Antti Kahra.

The Ministry of Social Affairs and Health has supported the production of this atlas.

1 Introduction

Through breathing, radon carried in indoor air enters the lungs, causing an estimated 300 cases of lung cancer in Finland every year. The key source of radon is the soil under a building, from which radon-bearing air enters the building through gaps in the base structures.

STUK published Finland's first radon map in 1983 (Castrén et al.). This map was based on measurements from just 2 154 houses, but the present area of high radon concentration was already noticeable. In 1986, the National Board of Health charged the municipal health and safety authorities with investigating in co-operation with STUK whether it was possible for a municipality or part of one to be considered as a possible radon hazard area, where the then maximum permitted level of 800 Bq/m³ could be exceeded (National Board of Health 1986). As a result of this, survey work received a boost. A radon measurement plan was made for all Finnish municipalities and, during the following ten years, the radon concentration in 35 000 dwellings was measured in co-operation with municipalities. Separate radon situation reviews and municipal radon maps were drawn up for Itä-Uusimaa and Kymenlaakso (Voutilainen and Mäkeläinen 1995, Pennanen et al. 1996). After that, starting from the mid-1990s, private homeowners have ordered more measurements than the municipalities. In 2003, in co-operation with the municipal authorities, STUK initiated the 'Radontalkoot' ('Radon bee') campaign to increase the number of measurements and thus detected instances of high radon levels. The 'Radontalkoot' campaign has been organised all over Finland, especially in areas with a high radon concentration (Arvela et al. 2008). By the summer of 2008, a total of 14 000 dwellings had been measured as a result of the campaign. All in all, by that same summer, STUK had measured 92 000 dwellings.

The present maximum permitted values were set in 1992 as a result of decree 944/92 by the Ministry of Social Affairs and Health, according to which the radon concentration in indoor air may not exceed a value of 400 Bq/m³. On the basis of the National Building Code of Finland and the decree by the Ministry of Social Affairs and Health, new buildings must be designed and built so that the radon concentration of indoor air does not exceed 200 Bq/m³ (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö¹ 1992, Ympäristöministeriö² 2003). The radon risks at a building site must be taken into account in planning and construction. Radon-related planning and design may only be ignored if local radon surveys

¹ Ministry of Social Affairs and Health

² Ministry of the Environment

The references are in Finnish.

clearly show that the radon concentration in the buildings does not exceed the maximum permitted level (Ympäristöministeriö² 2004). When building a new house, it is possible significantly to influence the radon concentration of indoor air by adopting some simple and cost-effective measures (Rakennustieto 2003).

Between 1990 and 1991, the first national radon survey based on population-based sampling was carried out, according to which the average annual radon concentration in Finland was 145 Bq/m³ in houses and 80 Bq/m³ in apartments in blocks of flats (Arvela et al. 1993). In another national sampling survey in 2006–07, the average radon value in houses was 121 Bq/m³ and 49 Bq/m³ in apartments (Mäkeläinen et al. 2009). Both surveys measured about 3 000 dwellings.

The first Radon Atlas of Finland was published in 1997 (Voutilainen et al. 1997). It contained data concerning radon concentrations in 52 000 dwellings. The highest levels were measured in the regions of the time of Uusimaa, Kymenlaakso and Tavastia. The atlas also illustrated that radon levels were higher in houses that were built on permeable soil (gravel or sand).

Just like its predecessor, this new radon atlas provides information by virtue of which it is possible to estimate in which areas the measurement of houses and radon-safe construction should be boosted. During the last ten years, radon-resistant construction techniques have rapidly become widespread in Finland (Arvela et al. 2008). This report also compares the radon levels of houses built after 1999 with those of older houses.

2 Material and methods

2.1 Radon measurement method

Radon concentrations were measured using STUK's radon measurement boxes based on alpha track method (Reisbacka 2010). The box, which is 5 cm in diameter, is posted to the customer, who begins measurements by taking the box out of its protective air-tight plastic bag. The alpha radiation emitted by the radon gas entering the box and its decay products affect the structure of the plastic membrane on the bottom of the box. Once the customer has returned the box to STUK, the plastic membrane is electro-chemically etched allowing the tracks caused by the alpha radiation to become visible. The radon concentration is calculated on the basis of the number of tracks and the measurement time reported by the customer.

According to the instructions issued to the customer, the box should be located on the lowest floor of the building. When using two boxes, they should be positioned on different floors. They may be located, for example, in the living room or a bedroom. The measurement period must be at least two months between 1 November and 30 April. The instructions are based on guidelines issued by the Ministry of Social Affairs and Health (STM 2003:1 and 2003:2).

The annual average value of radon concentration shown in the atlas is calculated by multiplying the radon concentration measured in winter by a coefficient of 0.85 (Appendix 1). If, however, the measurement time was at least 273 days, then no coefficient is used and the measurement result such as it is is interpreted as the annual average.

In addition to the radon measurement box, the customer receives a form to fill in, where he/she is asked for information concerning the measurement period and place, and also information on the construction of the house. Appendix 2 shows a version of the questionnaire used for the longest period of time, that is between 2001 and 2007.

2.2 Material

The data contains radon measurements from houses from the summer of 1980 up to 2008. The measurements include those ordered by private persons or municipalities as well as those included in different STUK research projects. The data included only radon measurements from houses that were permanently lived in, and only measurements made in actual living areas (e.g. not in cellars, etc.). The duration of measurements was at least 30 days. If the duration was 30–273 days, the only cases that were accepted for the material were those in which at least 75% of measurement time had taken place between November and April.

The material contains 118 607 individual measurement results (Table 1). Whenever two or more boxes were measured simultaneously, the average value of the results of the measurements in question was used. 104 614 separate measurement instances are included in the material.

When measurements were carried out at different times in the same house, the higher concentration value was used. Because of this, radon mitigation measures carried out afterwards in the houses do not affect the results given, because mitigations are usually taken on the basis of a high level observed in a dwelling.

Measurements carried out in the same dwelling were identified based on their address. Efforts were made to identify specifiers (e.g. staircases) reported in different ways at the same address; for example the imaginary address Radontie 2 B 12 would be interpreted as the same dwelling as Radontie 2 as. 12. In some cases, the address of the house has changed or the address information that STUK has is insufficient. In such a case, the measurements are identified as having been carried out at the same house, if the resident has reported his/her previous measurement in connection with the later measurement. If only the municipality in which the dwelling is situated is known rather than its actual address, the dwelling is assumed to be different from other dwellings measured in the municipality. 92 365 different dwellings were identified from the material

Table 1. Measurement data.

	Measurements	Measurement instances	Number of dwellings measured
Houses	112 554	99 135	87 457
Apartments	6 053	5 479	4 908
Total	118 607	104 614	92 365

2.3 Building location and soil at the site of construction

The location coordinates of a dwelling are determined by its address using the StreetMap Finland road network material (ESRI Finland Oy) based on the Finnish Road Administration's Digiroad, and on data from the Population Register Centre and the National Land Survey of Finland. The coordinates of houses measured prior to 1997 that were also in the previous Radon Atlas of Finland have also been determined from paper maps (Voutilainen et al. 1997). All in all, the exact address of 75 358 houses and 4 708 apartments are known. In addition, the locations of 3 486 houses and 13 apartments are known to the

nearest village. These locations are shown in the maps laid out as 5×5 km and 10×10 km squares, if the village in question clearly belongs to the square in question.

If a resident reports that his/her building is built on rock, that information is considered to be reliable. If a building is not built on rock, the type of soil at a depth of 1 metre was determined using digital maps of quaternary deposits from the Geological Survey of Finland. Soil types are classified as follows: gravel and sand, rock, till, clay and fine sand. Gravel and sand are further categorised into two classes based in how they were created; ridge- and marginal deposits and other gravel and sand. This division is done because radon levels are clearly higher in houses built on ridges and marginal deposits (Mäkeläinen et al. 2009). Soil type information is picked using digital maps only from those houses whose exact address is known.

2.4 Level of regional representativeness

The greatest number of radon measurements are carried out in areas where high levels have previously been detected. That being the case, measurement material cannot be considered as representative. Paragraph 3.1 shows regionally representative estimates for parameters depicting the radon situation in houses. They are determined by calculating the values of parameters for one square kilometre and by weighting the values for each square by the number of houses in the square. This method is described in Appendix 3. The results are based on 75,358 houses measured, whose exact address is known.

2.5 Regional classifications and numbers of houses

The atlas uses regional classifications valid in 2010. The division of regions is shown in Map 1. The numbers of all dwellings and those that were permanently inhabited on 31 December 2008 have been obtained from the database of Statistics Finland (*www.stat.fi*). Detached and semi-detached houses as well as terraced houses were classified as houses. The numbers of houses in one square kilometre on 31 December 2005 was obtained from the Grid Database of Statistics Finland. On the questionnaire (Appendix 2) the house types 'detached house' and 'terraced- or semi-detached house' were classified as houses.

3 Radon concentration in houses

3.1 Regional statistics and maps

By summer 2008, STUK had measured 5.9% of Finland's 1.5 million houses (Table 2). The annual average value of radon concentration exceeded 200 Bq/m³ in 31% of houses (27 343) and 400 Bq/m³ in 12% (10 851). All the tables and maps in this report are based on the annual average value, which, according to the calculation model used, is 15% lower than the radon concentration measured in winter (Appendix 1). The level in winter exceeded 200 Bq/m³ in 32 453 houses and 400 Bq/m³ in 13 653.

Table 2. Annual average value of radon concentration in houses measured.

Region	No. of houses measured	Percentage of houses measured*	Proportion exceeding			Average value. Bq/m ³	Median. Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Åland	228	2.3%	20%	3%	0.0%	133	102
South Karelia	4 559	10.5%	41%	18%	4.2%	277	162
South Ostrobothnia	1 312	1.7%	5%	2%	0.2%	84	59
Etelä-Savo	2 301	4.1%	10%	2%	0.5%	108	76
Itä-Uusimaa	5 580	17.9%	47%	22%	5.9%	357	186
Kainuu	1 253	4.1%	24%	14%	6.4%	294	87
Kanta-Häme	6 725	12.4%	38%	14%	3.0%	263	153
Central Ostrobothnia	455	2.0%	4%	1%	0.0%	69	51
Central Finland	5 100	6.0%	21%	6%	1.0%	156	103
Kymenlaakso	8 685	14.8%	54%	22%	3.6%	308	215
Lapland	2 119	3.2%	17%	6%	1.4%	153	94
Pirkanmaa	8 481	6.8%	36%	14%	4.3%	298	145
Ostrobothnia	1 396	2.5%	2%	0%	0.1%	53	38
North Karelia	2 955	4.8%	19%	7%	2.1%	180	102
North Ostrobothnia	1 937	1.5%	4%	1%	0.2%	72	51
Pohjois-Savo	2 446	3.1%	6%	1%	0.1%	86	66
Päijät-Häme	8 830	17.2%	52%	26%	8.1%	405	212
Satakunta	1 824	2.2%	7%	2%	0.3%	89	58
Uusimaa	16 530	6.8%	27%	8%	1.2%	182	117
Varsinais-Suomi	4 741	3.6%	11%	2%	0.3%	109	76
Total	87 457	5.9%	31%	12%	2.9%	233	122

* The number of houses measured divided by the number of all houses (inc. those not permanently inhabited) 31 Dec. 2008 (Statistics Finland).

Radon concentrations are highest in the integrated area formed by the provinces of Itä-Uusimaa, Päijät-Häme, Kymenlaakso, Kanta-Häme, Pirkanmaa and South Karelia. In these provinces, more than 30% of houses measured exceeded an annual average of 200 Bq/m³. Many houses were measured in an area of high radon concentration, because survey work based on measurement plans stressed those areas and also because private people have ordered many measurements in those areas. The 'Radontalkoot' campaign undertaken in the last ten years has also emphasised areas of high radon levels. Relatively speaking, the greatest proportion of houses was measured in Itä-Uusimaa at almost one-in-five. Measurement statistics for each municipality are shown in Appendix 4.

Map 2 shows the number of houses measured in 10×10 km squares and Map 3 the average value of radon concentration in the same squares. In maps 4–9, the average of radon concentration is shown in 5×5 km squares. Maps 10–12 show the average value of radon concentration and the proportion of houses exceeding 200 Bq/m³ ja 400 Bq/m³ by municipality.

When the irregular regional distribution of measurements is taken into consideration using the method shown in Appendix 3, an average of 142 Bq/m³ (Table 3) is obtained for radon concentration in Finnish houses. This is slightly less than the value obtained in the sampling survey carried out in 1990–91 by Arvela et al. (1993) of 145 Bq/m³, but somewhat higher than the result of 121 Bq/m³ (Mäkeläinen et al. 2009) recorded in 2006–07. According to Table 2, the average value of radon concentration for all houses measured is 233 Bq/m³.

The low level of regional representativeness at the measurement sites is especially great in Kainuu, where the regionally representative average is 113 Bq/m³ and the average for houses measured is 294 Bq/m³. Of the 1 253 house measured in Kainuu, as much as one quarter are located in a small area of 4 km², where there were high radon levels in houses built in the 1980s. The very comprehensive measurement carried out in the area has led to good results. In newer houses in the area in question, levels have clearly declined (see paragraph 3.2). Outside the area in question, the average value of radon concentration for houses measured in Kainuu is 112 Bq/m³.

According to Table 3, in 17.4% of Finland's houses the radon level exceeds (or has done so prior to radon mitigation) 200 Bq/m³. Correspondingly, the proportion exceeding 400 Bq/m³ is 5.3%. When the proportion of houses exceeding the maximum permitted value is multiplied by the number of houses permanently inhabited on 31 December 2008, it is possible to estimate that 237 000 houses exceed 200 Bq/m³ and 73 000 exceed 400 Bq/m³. The values of municipal parameters are shown in Appendix 5 and in Maps 13–15. They are shown for municipalities whose weighted measurement density described in Appendix 3 is greater than one measurement per km².

Table 3. Radon concentration of houses. Regionally representative estimates have been calculated using a method that takes into account the irregular regional distribution of the measurements (Appendix 3).

Region	Average value, Bq/m ³	Proportion exceeding		Number exceeding*		Weighted measurement density, km ² **
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Åland	121	14.8%	6.3%	1 200	500	2.9
South Karelia	213	31.2%	11.4%	12 300	4 500	16.4
South Ostrobothnia	82	5.3%	1.5%	3 700	1 100	1.4
Etelä-Savo	98	7.4%	1.1%	3 800	500	3.4
Itä-Uusimaa	297	42.6%	18.6%	12 200	5 300	17.7
Kainuu	113	9.1%	3.4%	2 500	900	4.8
Kanta-Häme	230	35.4%	10.9%	17 500	5 400	18.2
Central Ostrobothnia	53	1.6%	0.7%	400	200	1.6
Central Finland	135	16.4%	3.3%	12 600	2 600	6.7
Kymenlaakso	274	48.8%	18.1%	26 400	9 800	26.5
Lapland	120	11.1%	3.1%	6 600	1 800	2.6
Pirkanmaa	214	30.0%	9.7%	34 600	11 200	15.2
Ostrobothnia	54	1.7%	0.5%	900	200	2.8
North Karelia	143	14.8%	4.2%	8 300	2 300	4.1
North Ostrobothnia	58	1.7%	0.2%	1 900	300	1.6
Pohjois-Savo	82	5.8%	0.4%	4 100	300	3.7
Päijät-Häme	331	46.6%	20.0%	22 000	9 500	26.6
Satakunta	74	4.7%	0.7%	3 500	600	2.5
Uusimaa	158	22.8%	6.0%	52 200	13 700	20.9
Varsinais-Suomi	100	9.0%	1.7%	10 800	2 000	4.8
Total	142	17.4%	5.3%	237 300	72 600	10.0

* The proportion of those exceeding the value multiplied by the number of houses permanently inhabited 31 Dec. 2008 (Statistics Finland).

** See Appendix 3. The greater the weighted measurement frequency, the more reliable the estimate.

3.2 Year of construction of the house and radon concentration

Of the houses measured, more than half were built between 1970 and 1999 (Table 4). Relatively speaking, the greatest proportion of houses measured were built in the 1980s, 6.7%. Usually measurement is carried out many years after the construction of the building. Because of this, the proportion of new houses (those built since 1999) measured was relatively low, only 4%. Information on the year of construction of houses measured was obtained from the questionnaires filled in by the residents (Appendix 2).

Table 4. Annual average value of radon concentration in houses based on year of construction.

Year of construction	Number of houses measured	Proportion of the total	Percentage of houses measured*	Average value of houses measured, Bq/m ³	Average value of houses measured since 2000, Bq/m ³ **
–1920	3 112	3.6%	4.6%	203	143
1921–1939	3 830	4.4%	5.5%	218	164
1940–1959	13 203	15.1%	5.4%	178	149
1960–1969	8 242	9.4%	6.1%	202	173
1970–1979	14 463	16.5%	5.8%	249	219
1980–1989	22 579	25.8%	6.7%	285	239
1990–1999	9 969	11.4%	5.1%	244	223
2000–2008	6 680	7.6%	4.0%	178	178
Not known	5 379	6.2%	–	224	205
Total	87 457	100.0%	5.9%	233	200

* The number of houses measured divided by the number of houses built in the years in question (Statistics Finland).

** First measurement in house began no earlier than 1 Jan 2000.

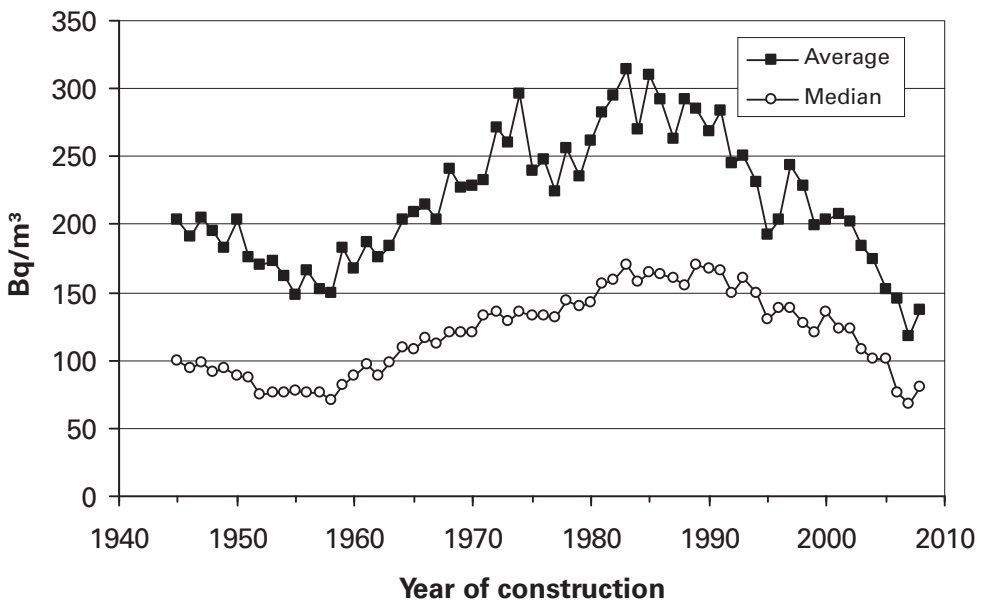


Figure 1. Radon concentration of houses measured.

Radon levels are highest in houses constructed in the 1980s (Table 4 and Figure 1). Since then, levels have declined. In the early stage, measurements taken in the 1980s and 90s were weighted more towards areas of high radon concentration. The decline in average concentration since the 1980s is also less noticeable when examining only those 31 474 houses that were not measured until after the year 1999 (Table 4 last column). This positive development was also discernable in the national sampling survey (Mäkeläinen et al. 2009). The provincial measurement statistics for new houses are shown in Table 5. The greatest proportion of new houses measured was in Päijät-Häme, 12.2%.

Maps 16–19 show the average radon concentration based on the year of construction of the house. The 4 km² area referred to in paragraph 3.1 is included

Table 5. Annual average value of radon concentration in houses measured, which were built after 1999.

Region	Number of houses measured	Percentage of houses measured*	Proportion exceeding			Average value, Bq/m ³	Median, Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Åland	5	0.7%	20%	0%	0.0%	160	137
South Karelia	316	8.6%	36%	14%	1.3%	216	136
South Ostrobothnia	54	0.6%	9%	7%	0.0%	100	64
Etelä-Savo	107	3.0%	15%	2%	0.0%	111	89
Itä-Uusimaa	292	7.7%	28%	11%	1.4%	193	110
Kainuu	40	2.2%	18%	5%	0.0%	129	91
Kanta-Häme	426	6.3%	26%	6%	0.5%	166	112
Central Ostrobothnia	7	0.3%	0%	0%	0.0%	19	21
Central Finland	601	6.7%	22%	6%	1.0%	181	111
Kymenlaakso	386	9.6%	38%	15%	1.0%	216	153
Lapland	35	0.7%	11%	3%	2.9%	160	61
Pirkanmaa	749	4.7%	25%	7%	0.8%	163	98
Ostrobothnia	93	1.6%	1%	0%	0.0%	49	34
North Karelia	262	5.3%	16%	5%	1.1%	198	106
North Ostrobothnia	52	0.3%	4%	0%	0.0%	65	52
Pohjois-Savo	140	2.2%	5%	0%	0.0%	75	62
Päijät-Häme	711	12.2%	30%	13%	3.7%	235	128
Satakunta	42	0.7%	10%	2%	0.0%	83	55
Uusimaa	2 113	5.1%	28%	9%	1.3%	184	116
Varsinais-Suomi	287	2.0%	13%	2%	0.3%	110	78
Total	6 718	4.0%	25%	9%	1.3%	179	106

* The number of houses measured divided by the number of houses built in the years between 2000 and 2008 (Statistics Finland).

in Map 17 as the only purple square located in Kainuu. In newer houses in the square in question, levels are clearly lower (maps 18 and 19).

Municipality-specific measurement statistics for houses built since the year 2000 are shown in Appendix 6. The results are shown for municipalities where at least 20 such houses were measured.

3.3 Foundation type and radon concentration

The foundation type used in houses is clearly connected to the level of radon concentration (Arvela et al. 1993, Mäkeläinen et al. 2009). In Finland, the most common foundation type for houses is a footing and ground slab. From a point of view of radon prevention, this is challenging, because the joints between the slab and the wall structures provide radon-carrying soil air with a direct route into the house, if the lead-ins are not sealed. A monolithic slab and foundations with a sub-floor space, when correctly built, are good radon-resistant solutions. Soil air entering through walls below ground level increases radon levels in hillside houses.

Table 6 and maps 20–23 show houses classified according to the foundation type. The classification has been done based on the type of house stated in the questionnaire filled in by the resident (Appendix 2). House type 'No cellar' has been sub-classified based on the foundation type stated on the questionnaire.

Table 6. Radon concentration in houses with different types of foundation.

	Houses	Average value, Bq/m ³	Median, Bq/m ³	Proportion exceeding	
				> 200 q/m ³	> 400 Bq/m ³
No cellar, foundation type:					
Footing and ground slab	9 009	215	129	32%	12%
Monolithic slab*	1 708	156	83	20%	7%
With sub-floor space	1 309	90	53	9%	3%
Other or a combination	1 222	207	118	30%	11%
Not known	19 218	246	143	36%	14%
Total	32 466	225	129	33%	13%
House with cellar or partial cellar					
Hillside house	12 061	305	146	37%	16%
Not known	30 642	235	122	32%	13%
Total	87 457	233	122	31%	12%

* The identification of a monolithic slab is one of the more difficult parts of the questionnaire. On the basis of previous experience, a considerable proportion of the sites in question have normal ground slab foundations.

3.4 Soil type and radon concentration at site of building

The more permeable the soil is, the easier it is for radon-carrying soil air to enter the house. Furthermore, a thick formation of soil under a house provides an inexhaustible store of radon-bearing air. Therefore radon concentrations are on average higher in houses built on ridges and on marginal deposits like Salpausselkä (Table 7). Map 24 shows the average value of radon concentrations in houses built on ridges and marginal deposits, where the soil is gravel or sand. Map 25 shows houses built on other types of soil, including gravel and sand if it is a question of, say, shore-, wind laid- or fluvial deposits rather than a ridge or marginal deposits.

Table 7. Radon concentration in houses based on soil type at site of building.

Soil type at site of building	Houses	Average value, Bq/m ³	Median, Bq/m ³	Proportion exceeding	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Gravel and sand: ridges and marginal deposits	10 777	496	228	55%	31%
Gravel and sand: other	1 927	183	112	27%	9%
Rock	17 230	216	129	33%	12%
Till	16 584	192	117	28%	9%
Clay and fine sand	16 103	168	113	26%	7%
Not known	24 836	203	104	26%	10%
Total	87 457	233	122	31%	12%

4 Apartments

Radon concentrations in apartments on the lowest floor of blocks of flats are significantly higher than on the upper floors. Radon-carrying soil air enters the lowest floor particularly when there is a gravel layer directly under the ground slab. Concentrations are clearly lower in apartments with a cellar underneath, for example.

By summer 2008, STUK had measured 4 908 apartments, which is 0.4% of the 1.2 million in Finland. The greatest proportion measured were on the lowest floors, with either soil or rock beneath. 1 127 apartments were known to be in this category, i.e. almost half the apartments whose under-floor situation was known about. The average value of radon concentration in these apartments is 375 Bq/m³, which is clearly higher than the average of 233 Bq/m³ measured in houses. Information on the under-floor situation of apartments was obtained from the questionnaires filled in by the residents (Appendix 2). This question has been on the form since 1995. Table 9 shows the measurement statistics for apartments by province. Because of the small number of measurements, it is not possible to use the method in Appendix 3 to calculate a regionally representative estimate.

Most of the buildings measured were built in the 1970s and 80s (Table 2). The radon concentrations were lower in newer buildings than older ones (Figure 3). The number of apartments measured is, however, small, and based on it, it is not possible to draw conclusions about the trend of radon levels in blocks of flats.

Maps 26 and 27 show the average values of radon concentrations in apartments measured in 10 × 10 km squares. Measurement statistics for municipalities are shown in appendices 7 and 8.

Table 8. Apartments classified according to what is directly beneath them.

Beneath the apartment	Apartments	Average value, Bq/m ³	Median, Bq/m ³	Proportion exceeding	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Soil or rock	1 127	375	136	39.4%	19.3%
Another apartment or other rooms	1 314	106	40	6.2%	3.2%
Not known	2 467	190	66	14.9%	7.9%
Total	4 908	210	64	18.2%	9.3%

Table 9. Radon measurements performed in apartments.

Region	All apartments*				Soil or rock under the apartment			
	Apartments	Average value	Median	> 200 Bq/m ³	Apartments	Average value	Median	> 200 Bq/m ³
Åland	14	61	53	0%	0	–	–	–
South Karelia	124	141	54	13%	16	220	88	31%
South Ostrobothnia	19	50	43	0%	2	71	71	0%
Etelä-Savo	76	87	50	9%	18	172	144	28%
Itä-Uusimaa	150	207	142	33%	21	193	176	43%
Kainuu	79	103	46	6%	12	271	105	33%
Kanta-Häme	116	133	72	16%	22	193	81	32%
Central Ostrobothnia	15	30	30	0%	0	–	–	–
Central Finland	279	114	57	12%	56	203	115	23%
Kymenlaakso	321	231	110	31%	114	330	248	57%
Lapland	64	109	38	6%	3	348	477	67%
Pirkanmaa	731	466	99	33%	161	913	244	59%
Ostrobothnia	76	38	33	0%	13	42	38	0%
North Karelia	68	148	65	12%	12	143	95	17%
North Ostrobothnia	87	35	31	0%	11	52	48	0%
Pohjois-Savo	141	65	36	5%	17	77	42	12%
Päijät-Häme	464	570	143	41%	145	794	423	68%
Satakunta	76	62	39	4%	3	280	261	67%
Uusimaa	1 708	104	60	12%	438	176	111	29%
Varsinais-Suomi	300	75	46	4%	63	160	76	14%
Total	4 908	210	64	18%	1 127	375	136	39%

* Also includes apartments, where it is not known what is directly beneath them.

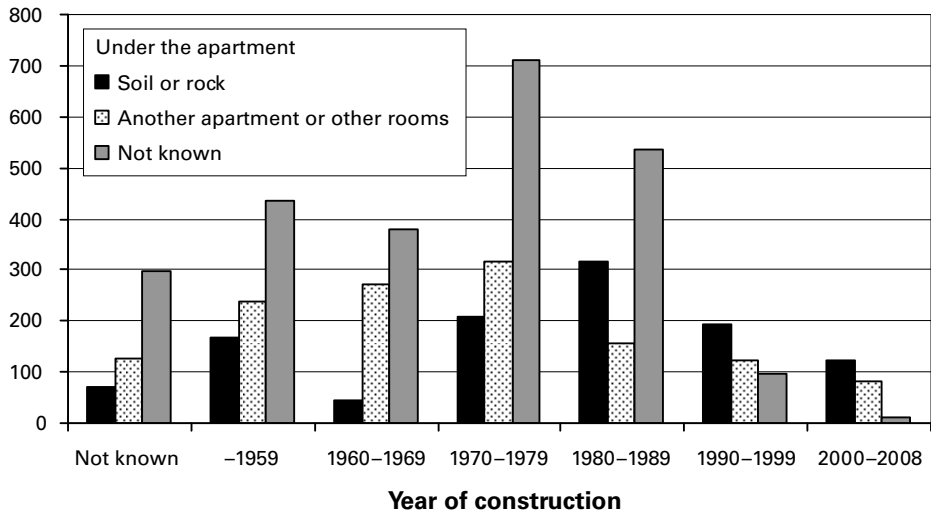


Figure 2. Apartments measured.

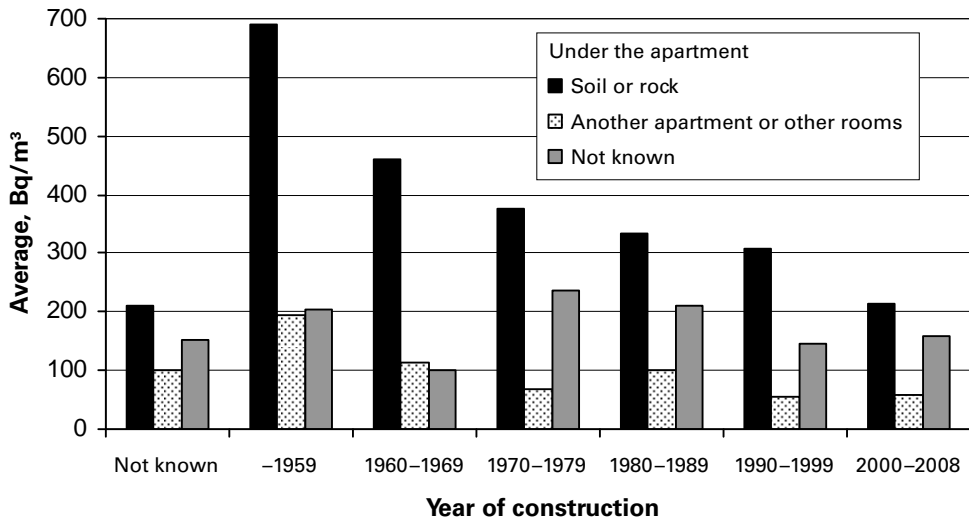


Figure 3. Radon concentration in apartments measured.

5 Conclusions

By the summer of 2008, STUK has measured the radon concentration in indoor air in 6% (87 000) Finnish houses. The radon concentration exceeded the maximum permitted value of 400 Bq/m³ in 11 000 apartments measured. 27 000 houses were found that exceeded the maximum permitted value of 200 Bq/m³ for new houses. According to an estimate based on the regional weighting of measurement material, the average value of radon concentration in Finnish houses is 142 Bq/m³. Based on this estimate, 17% of houses (237 000) exceeded a concentration of 200 Bq/m³ and 5% (73 000) exceeded 400 Bq/m³.

Radon concentrations are highest in an integrated area comprising the provinces of Itä-Uusimaa, Päijät-Häme, Kymenlaakso, Kanta-Häme, Pirkanmaa and South Karelia. In these regions, more than 30 percent of houses measured exceeded 200 Bq/m³. Proportionately more radon measurements were carried out in the province of Itä-Uusimaa, where almost one in five houses were measured. In newer houses built since the turn of the millennium, radon concentrations were on average less than in houses built in the 1980s and 90s. This positive development was also discernable in the 'Radontalkoot' campaign (Arvela et al. 2008) and in the national sampling survey (Mäkeläinen et al. 2009). One of the challenges of radon research is to establish to what extent the development is a result of a proliferation of radon prevention measures.

By the summer of 2008, STUK had measured radon levels in indoor air in 5 000 apartments in Finnish blocks of flats. 900 apartments were found to exceed a radon concentration of 200 Bq/m³ and 500 a concentration of 400 Bq/m³. In the upper floors of blocks of flats, radon levels are usually low. On the other hand, high levels are common on the lowest floor of building when there is no cellar or other kind of room under it, and the ground slab sits directly on top of a gravel layer.

6 Kirjallisuusviitteet

Referenser

References

Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O. Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Helsinki 1993. (På finska. Residential Radon Survey in Finland. In Finnish, abstract in English.)

Arvela H, Valmari T, Reisbacka H, Niemelä H, Oinas T, Mäkeläinen I, Laitinen-Sorvari R. Radontalkoot – Tilannekatsaus 2008. STUK-A233. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2008. (Radonkampanjer – Lägesrapport 2008. På finska, sammanfatning på svenska. Radon campaigns – Status report 2008. In Finnish, abstract in English.)

Castrén O, Winqvist K, Mäkeläinen I, Voutilainen A. Huoneilman radonmittauksia Suomessa. STL-B-TUTO-27. Helsinki, 1983. (På finska. In Finnish.)

Geologian tutkimuskeskus. Geologiska forskningscentralen. Geological Survey of Finland. Aineistohaku – Maaperä 1:20 000. [www.gtk.fi/aineistohaku/]

Lääkintöhallituksen ohjekirje nro 2/1986. Terveystoimintalain (469/65) ja -asetuksen (55/67) nojalla annetut huoneilman radonia koskevat ohjeet. Helsinki: Painatuskeskus Oy; 1986. (National Board of Health. Directive 2/86. In Finnish.)

Medicinalstyrelsens cirkulär nr 2/1986. Anvisningar om radon i rumsluften som getts med stöd av hälsovårdslagen (469/65) och hälsovårdsförordningen (55/67). Helsingfors. Painatuskeskus Oy, 1986. (National Board of Health. Directive 2/86. In Swedish.)

Miljöministeriet. Byggnaders inomhusklimat och ventilation. Föreskrifter och anvisningar, 2003. Finlands Byggbestämmelsesamling, del D2. (In Swedish.)

Miljöministeriet. Geokonstruktioner. Föreskrifter och anvisningar, 2004. Finlands Byggbestämmelsesamling, del B3. (In Swedish.)

Mäkeläinen I, Kinnunen T, Reisbacka H, Valmari T ja Arvela H . Radon suomalaisissa asunnoissa – Otantatutkimus 2006. STUK-A242. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2009. (Radon i finländska bostäder – Urvalsundersökning 2006. På finska, sammanfattning på svenska. Radon in Finnish dwellings – Sample survey 2006. In Finnish, abstract in English.)

Pennanen M, Mäkeläinen I, Voutilainen A. Huoneilman radonmittaukset Kymen läänissä: Tilannekatsaus ja radonennuste. STUK-A136. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1996. (Indoor radon measurements and radon prognosis for the province of Kymi, southeastern Finland. In Finnish, abstract in English.)

Rakennustieto Oy. Radonin torjunta. RT-ohjekortti RT 81-10791, 2003 (På finska. In Finnish.)

Reisbacka H. Radon measurement method with passive alpha track detector at STUK, Finland. In: Third European IRPA Congress, 14–18 June 2010, Helsinki, Finland. 2010.

Social- och hälsovårdsministeriets beslut om maximivärden för radonhalten i rumsluft. Nr 944, 1992. (In Swedish.)

Social- och hälsovårdsministeriets handböcker 2003:2. Anvisning om boendehälsa. Fysikaliska, kemiska och mikrobiologiska faktorer i bostäder och andra vistelseutrymmen. Helsingfors; 2003. (Tiivistelmä suomeksi. In Swedish, summary in English.)

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön päätös asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista. Nro 944, 1992. (In Finnish.)

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön oppaita 2003:1. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Helsinki; 2003. (På finska, sammandrag på svenska. In Finnish, summary in English.)

Tilastokeskus. Statistikcentralen. Statistics Finland. Statfin-tilastotietokanta. Statistikdatabas StatFin. Statistical database StatFin. [www.stat.fi]

Voutilainen A, Mäkeläinen I. Huoneilman radonmittaukset Itä-Uudenmaan alueella: Tilannekatsaus ja radonennuste. Askola, Lapinjärvi, Liljendal, Loviisa, Myrskylä, Mäntsälä, Pernaja, Pornainen, Porvoo, Porvoon mlk, Pukkila, Ruotsinpyhtää ja Sipoo. STUK-A119. Helsinki; Säteilyturvakeskus, 1995. (Indoor radon measurements and radon prognosis for eastern Uusimaa. Askola, Lapinjärvi, Liljendal, Loviisa, Myrskylä, Mäntsälä, Pernaja, Pornainen, Porvoo, Porvoon mlk, Pukkila, Ruotsinpyhtää and Sipoo. In Finnish, abstract in English.)

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Pennanen M, Reisbacka H, Castrén O. Suomen radonkartasto. Radon Atlas of Finland. STUK-A148. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 1997.

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Pennanen M, Reisbacka H, Castrén O. Radonatlas över Finland. STUK-A151. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 1998. (Radon Atlas of Finland. In Swedish, abstract in English.)

Ympäristöministeriö. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. (In Finnish.)

Ympäristöministeriö. Pohjarakenteet, Määräykset ja ohjeet 2004. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B3. (In Finnish.)

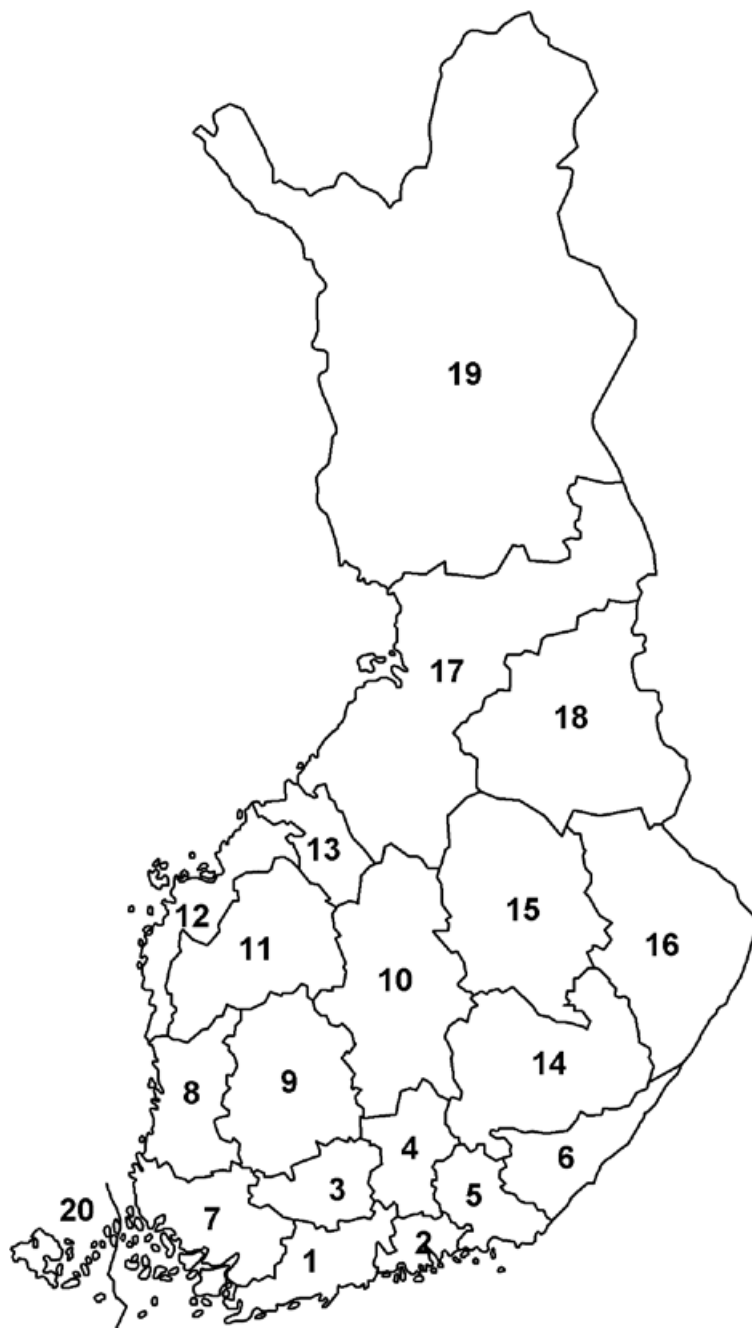
1	Uusimaa	Nyland	Uusimaa
2	Itä-Uusimaa	Östra Nyland	Itä-Uusimaa
3	Kanta-Häme	Egentliga Tavastland	Kanta-Häme
4	Päijät-Häme	Päijänne-Tavastland	Päijät-Häme
5	Kymenlaakso	Kymmenedalen	Kymenlaakso
6	Etelä-Karjala	Södra Karelen	South Karelia
7	Varsinais-Suomi	Egentliga Finland	Varsinais-Suomi
8	Satakunta	Satakunta	Satakunta
9	Pirkanmaa	Birkaland	Pirkanmaa
10	Keski-Suomi	Mellersta Finland	Central Finland
11	Etelä-Pohjanmaa	Södra Österbotten	South Ostrobothnia
12	Pohjanmaa	Österbotten	Ostrobothnia
13	Keski-Pohjanmaa	Mellersta Österbotten	Central Ostrobothnia
14	Etelä-Savo	Södra Savolax	Etelä-Savo
15	Pohjois-Savo	Norra Savolax	Pohjois-Savo
16	Pohjois-Karjala	Norra Karelen	North Karelia
17	Pohjois-Pohjanmaa	Norra Österbotten	North Ostrobothnia
18	Kainuu	Kajanaland	Kainuu
19	Lappi	Lappland	Lapland
20	Ahvenanmaa	Åland	Åland

Kaikki kartat / Alla kartor / All maps:

Pohjakartta: Tilastokeskus

Baskarta: Statistikcentralen

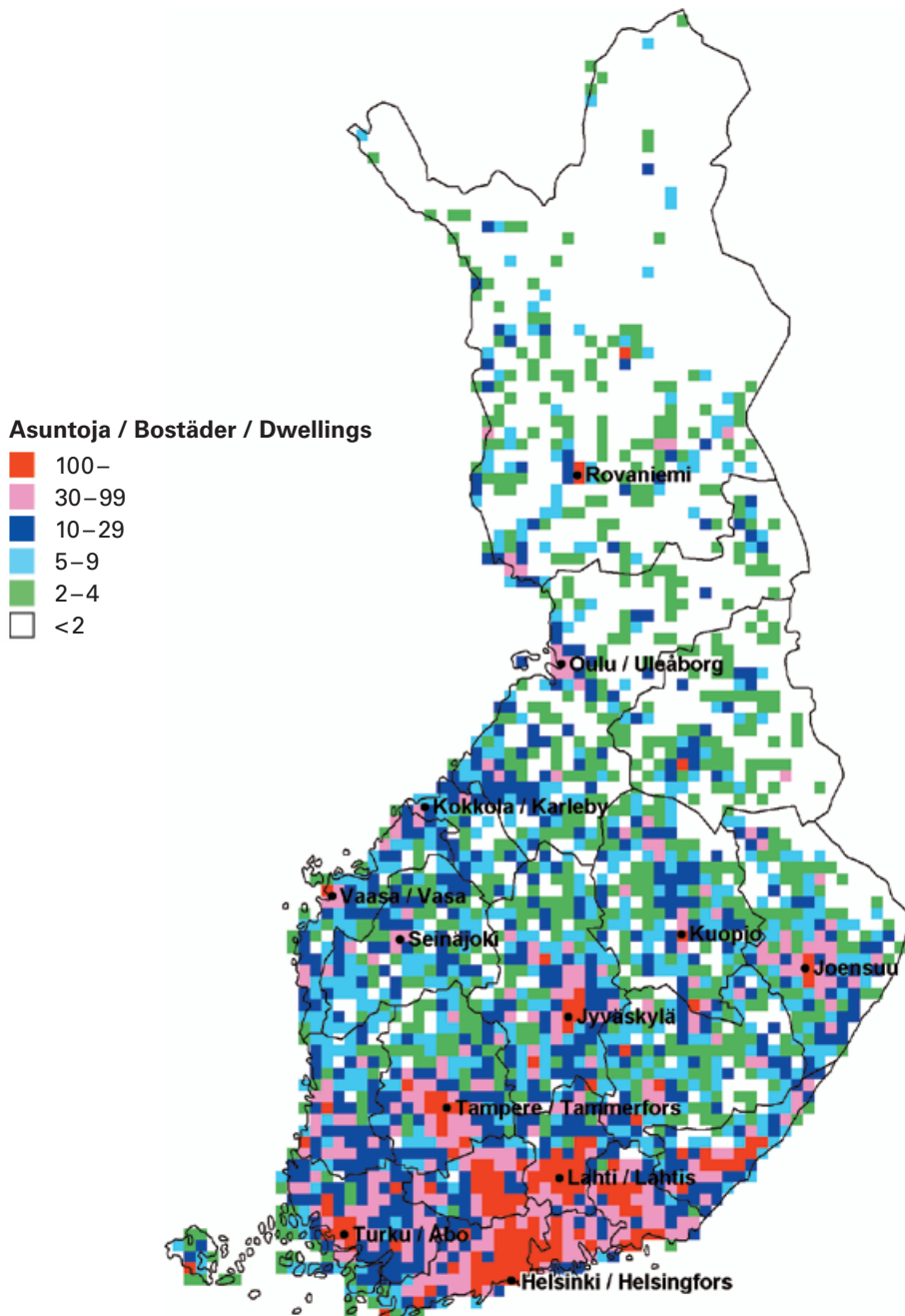
Base Map: Statistics Finland



Kartta 1. Suomen maakunnat.

Karta 1. Finlands landskap.

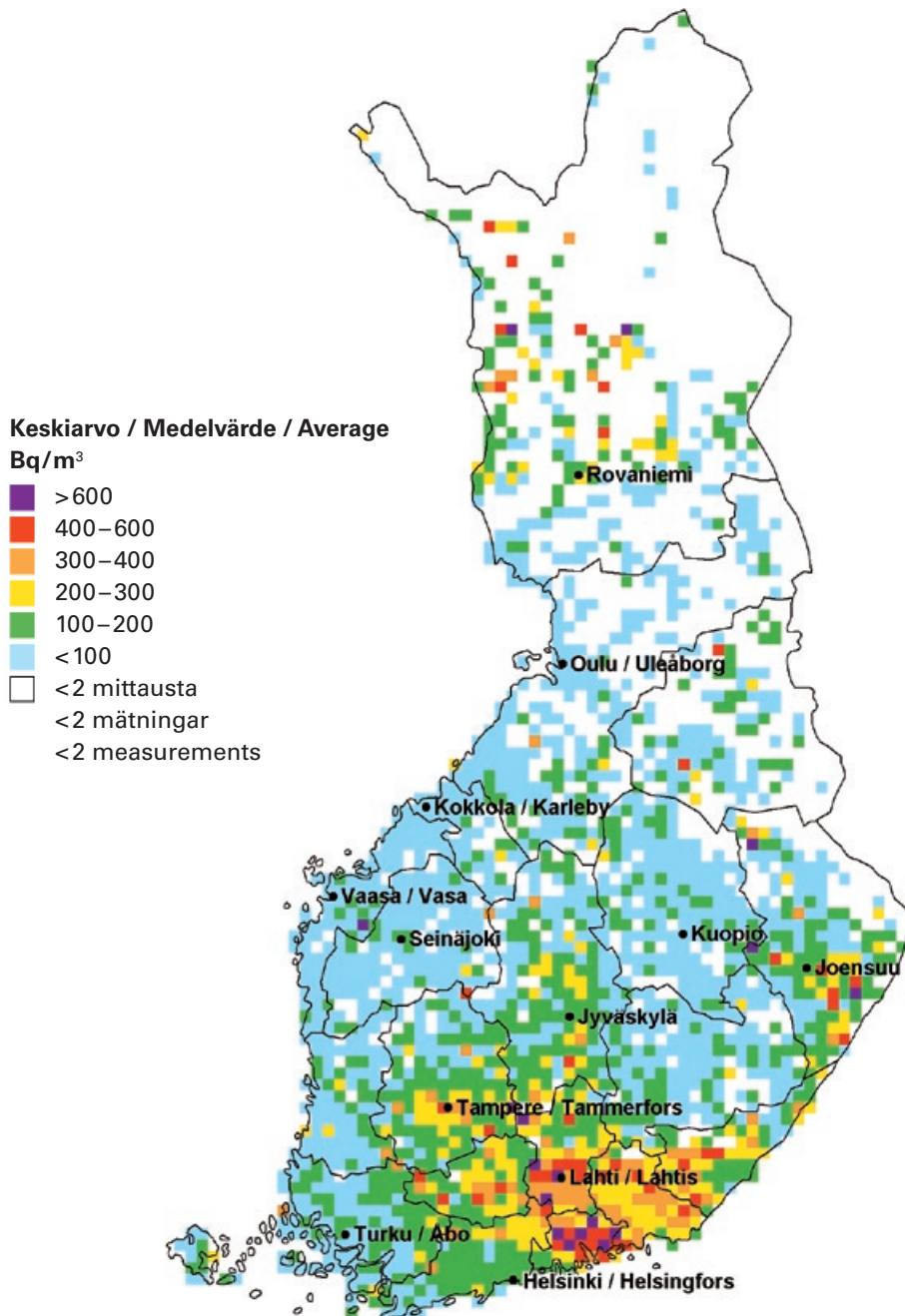
Map 1. Provinces of Finland.



Kartta 2. Mitattujen pientaloasuntojen lukumäärä 10×10 km ruuduissa.

Karta 2. Antalet mätta småhusbostäder i rutor om 10×10 km.

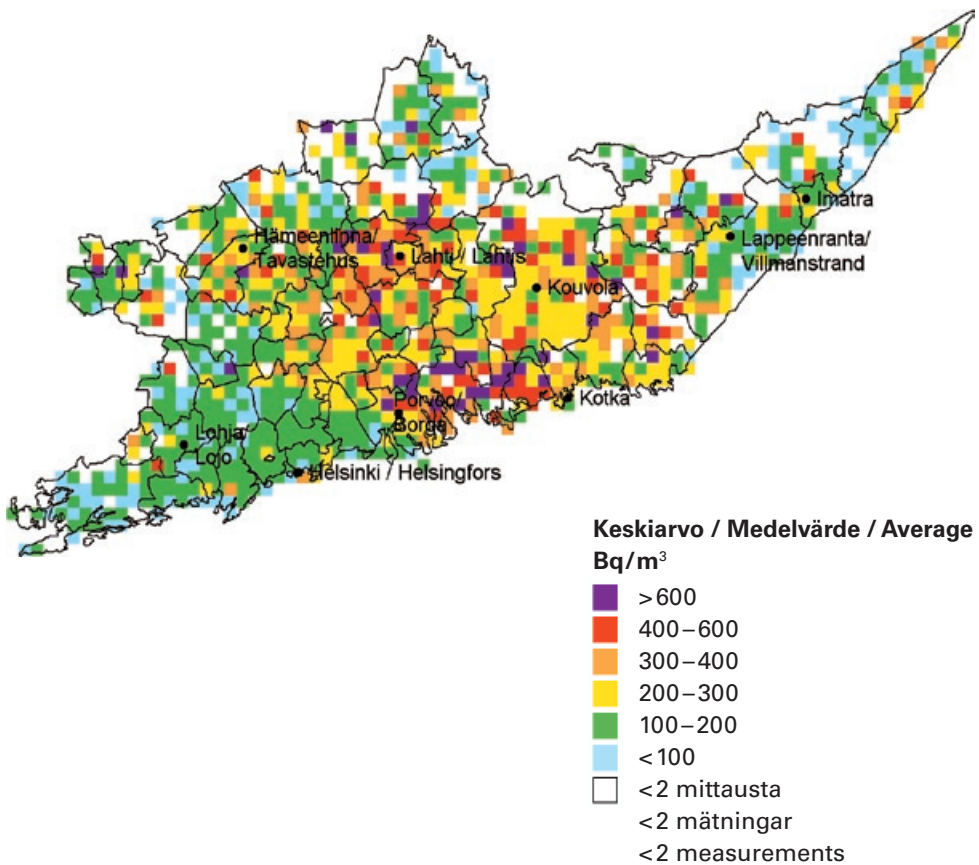
Map 2. Number of houses measured in 10×10 km squares.



Kartta 3. Radonpitoisuus pientaloasunnoissa. Ruudun koko 10×10 km.

Karta 3. Radonhalten i småhusbostäder. Rutans storlek 10×10 km.

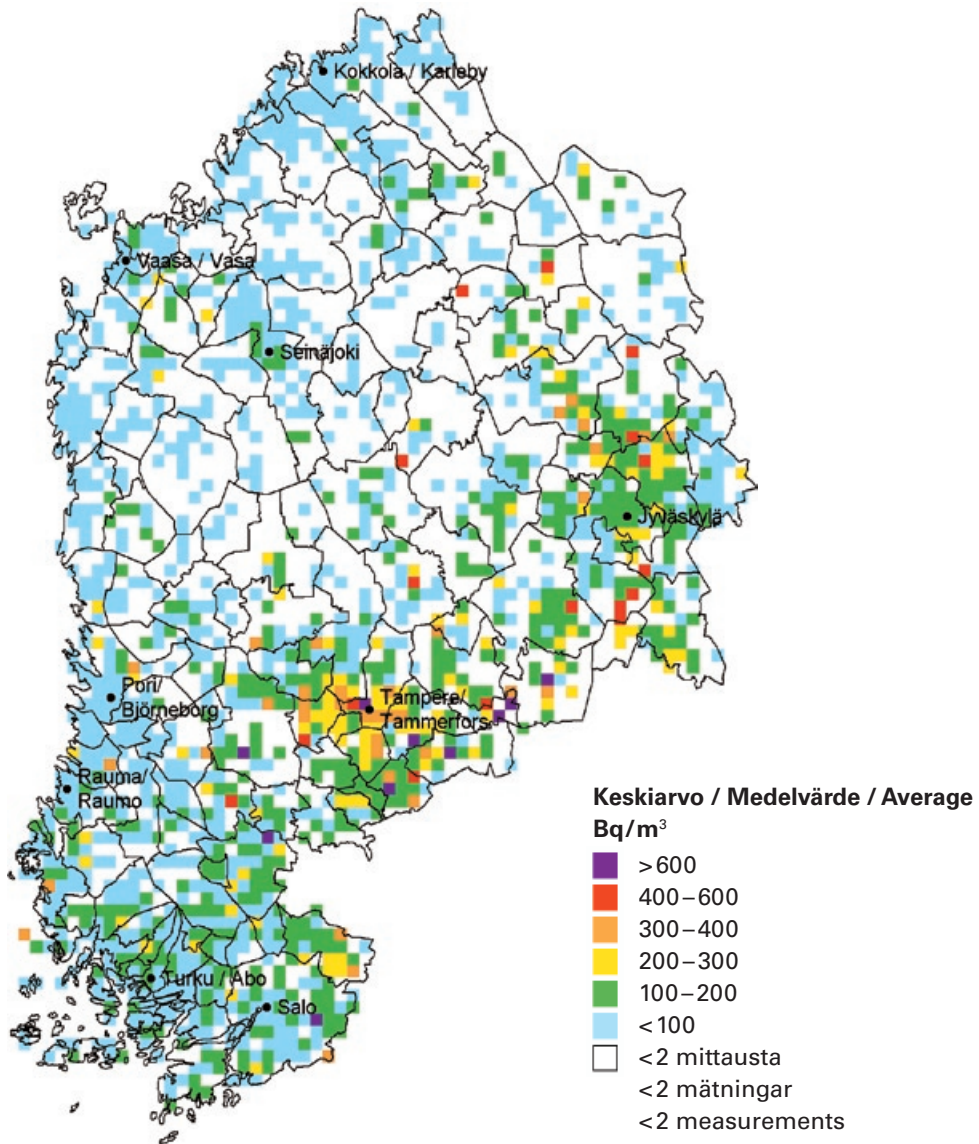
Map 3. Radon concentration in houses. Square size 10×10 km.



Kartta 4. Radonpitoisuus Uudenmaan, Itä-Uudenmaan, Kanta-Hämeen, Päijät-Hämeen, Kymenlaakson ja Etelä-Karjalan maakuntien pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 4. Radonhalten i småhusbostäder i landskapen Nyland, Östra Nyland, Egentliga Tavastland, Päijänne-Tavastland, Kymmenedalen och Södra Karelen. Rutans storlek 5×5 km.

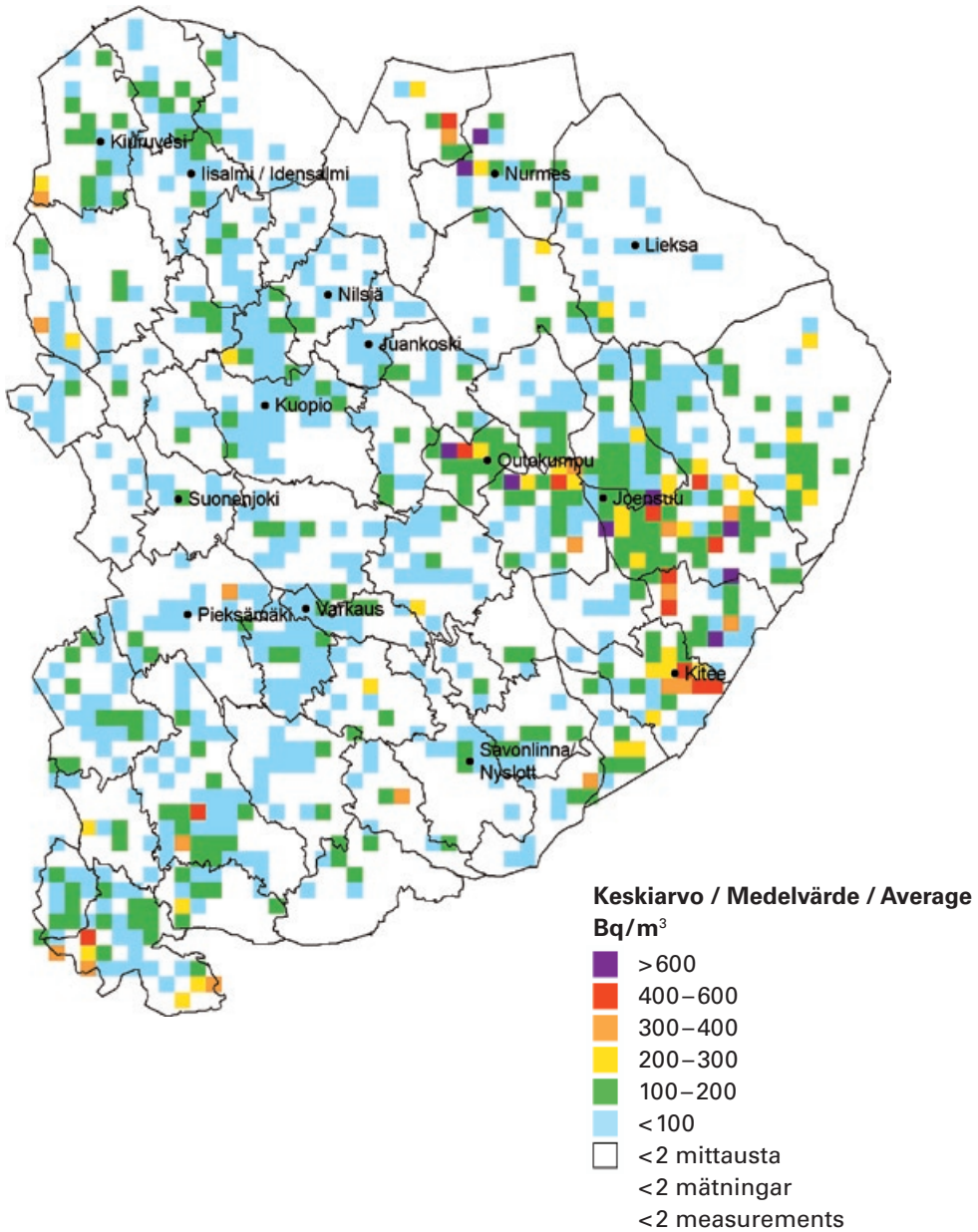
Map 4. Radon concentration in houses in the provinces of Uusimaa, Itä-Uusimaa, Kanta-Häme, Päijät-Häme, Kymenlaakso and South Karelia. Square size 5×5 km.



Kartta 5. Radonpitoisuus Varsinais-Suomen, Satakunnan, Pirkanmaan, Keski-Suomen, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan maakuntien pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 5. Radonhalten i småhusbostäder i landskapen Egentliga Finland, Satakunta, Birkaland, Mellersta Finland, Södra Österbotten, Österbotten och Mellersta Österbotten. Rutans storlek 5×5 km.

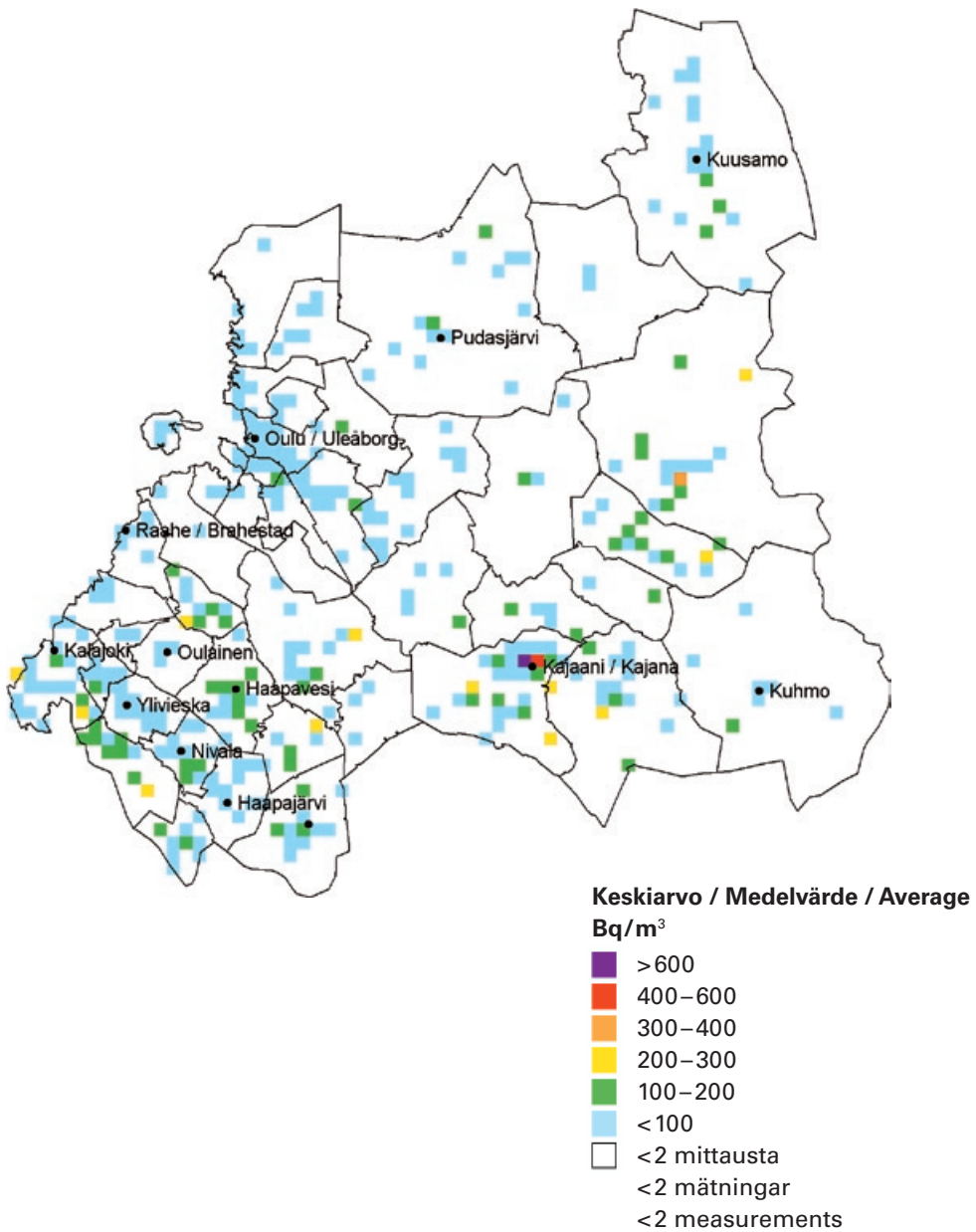
Map 5. Radon concentration in houses in the provinces of Varsinais-Suomi, Satakunta, Pirkanmaa, Central Finland, South Ostrobothnia, Ostrobothnia and Central Ostrobothnia. Square size 5×5 km.



Kartta 6. Radonpitoisuus Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan maakuntien pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 6. Radonhalten i småhusbostäder i landskapen Södra Savolax, Norra Savolax och Norra Karelen. Rutans storlek 5×5 km.

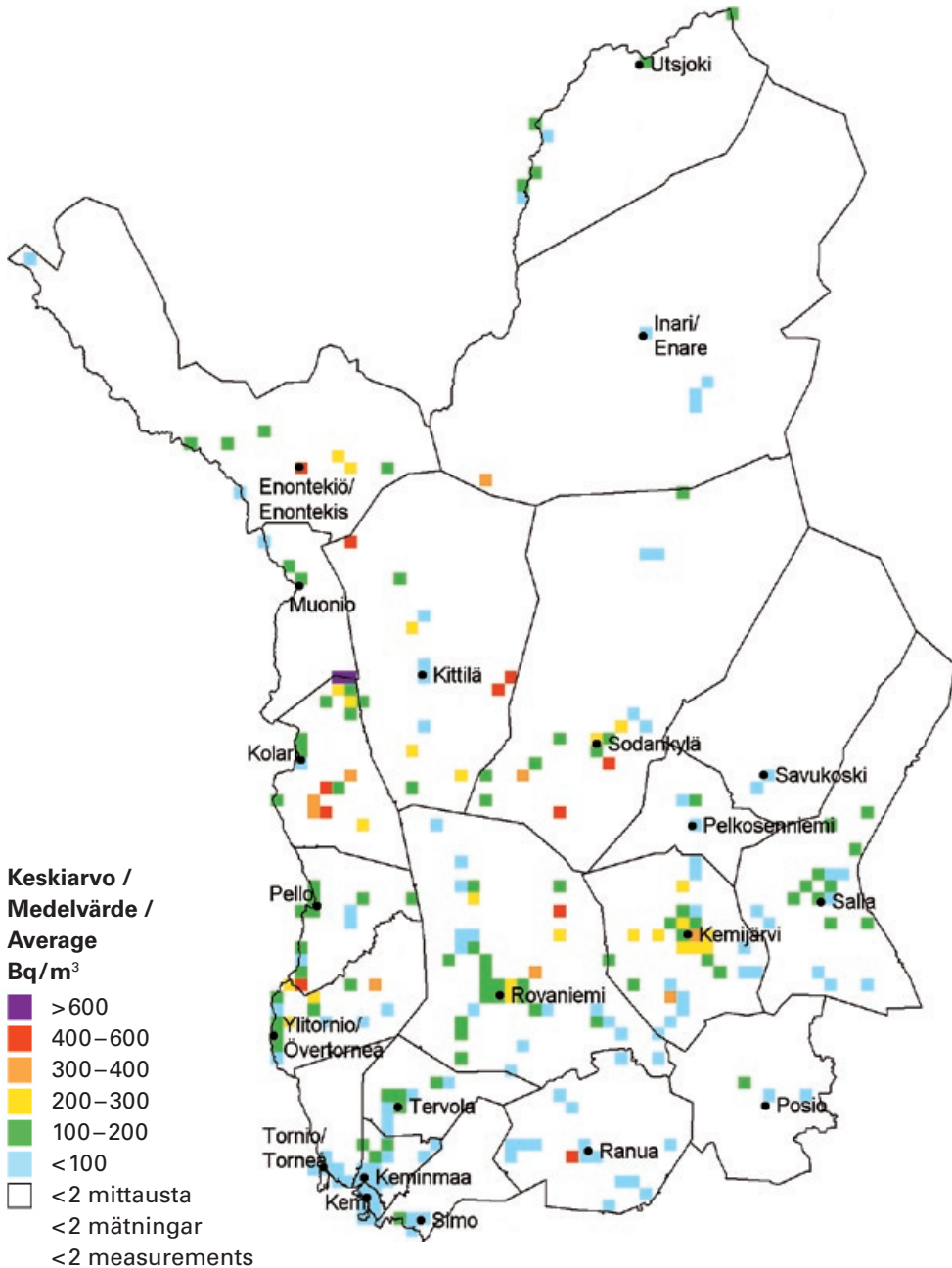
Map 6. Radon concentration in houses in the provinces of Etelä-Savo, Pohjois-Savo and North Karelia. Square size 5×5 km.



Kartta 7. Radonpitoisuus Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakuntien pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 7. Radonhalten i småhusbostäder i landskapen Norra Österbotten och Kajanaland. Rutans storlek 5×5 km.

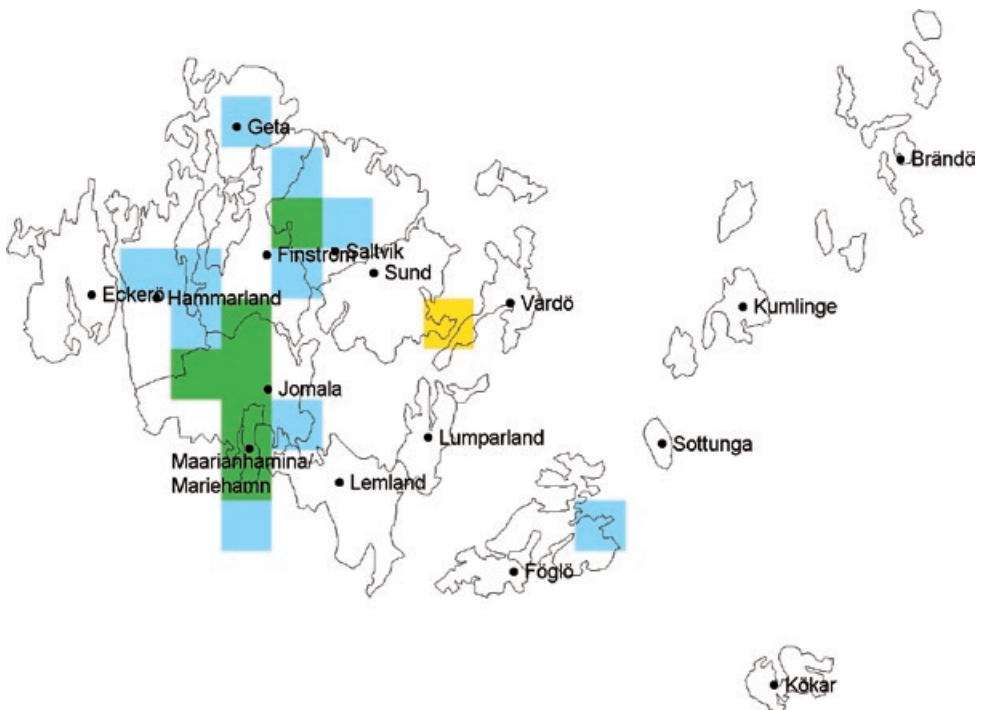
Map 7. Radon concentration in houses in the provinces of North Ostrobothnia and Kainuu. Square size 5×5 km.



Kartta 8. Radonpitoisuus Lapin maakunnan pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 8. Radonhalten i småhusbostäder i landskapet Lappland. Rutans storlek 5×5 km.

Map 8. Radon concentration in houses in the province of Lapland. Square size 5×5 km.



Keskiarvo / Medelvärde / Average

Bq/m³

■ > 600

■ 400–600

■ 300–400

■ 200–300

■ 100–200

■ < 100

□ < 2 mittausta

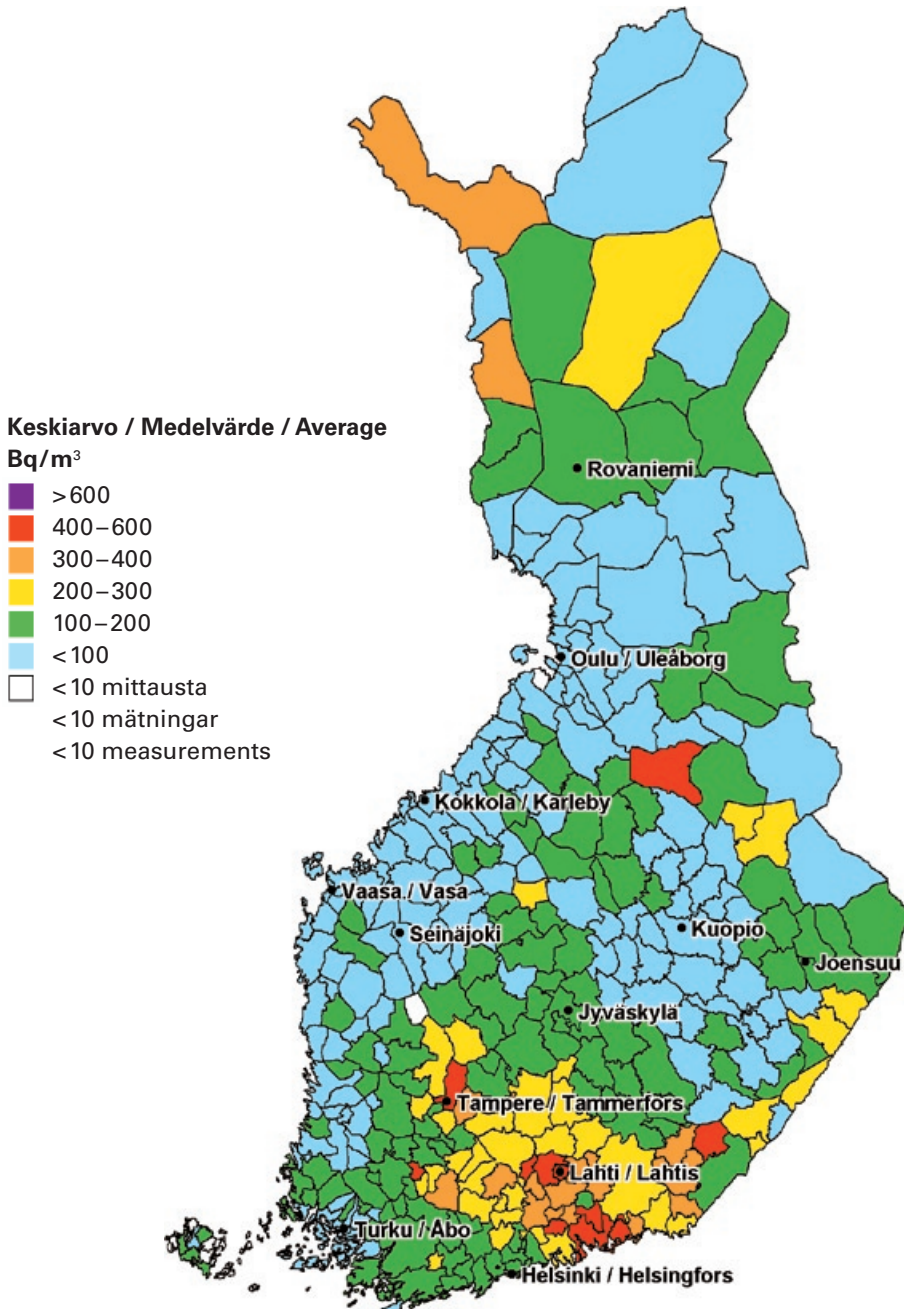
< 2 mätningar

< 2 measurements

Kartta 9. Radonpitoisuus Ahvenanmaan maakunnan pientaloasunnoissa. Ruudun koko 5×5 km.

Karta 9. Radonhalten i småhusbostäder i landskapet Åland. Rutans storlek 5×5 km.

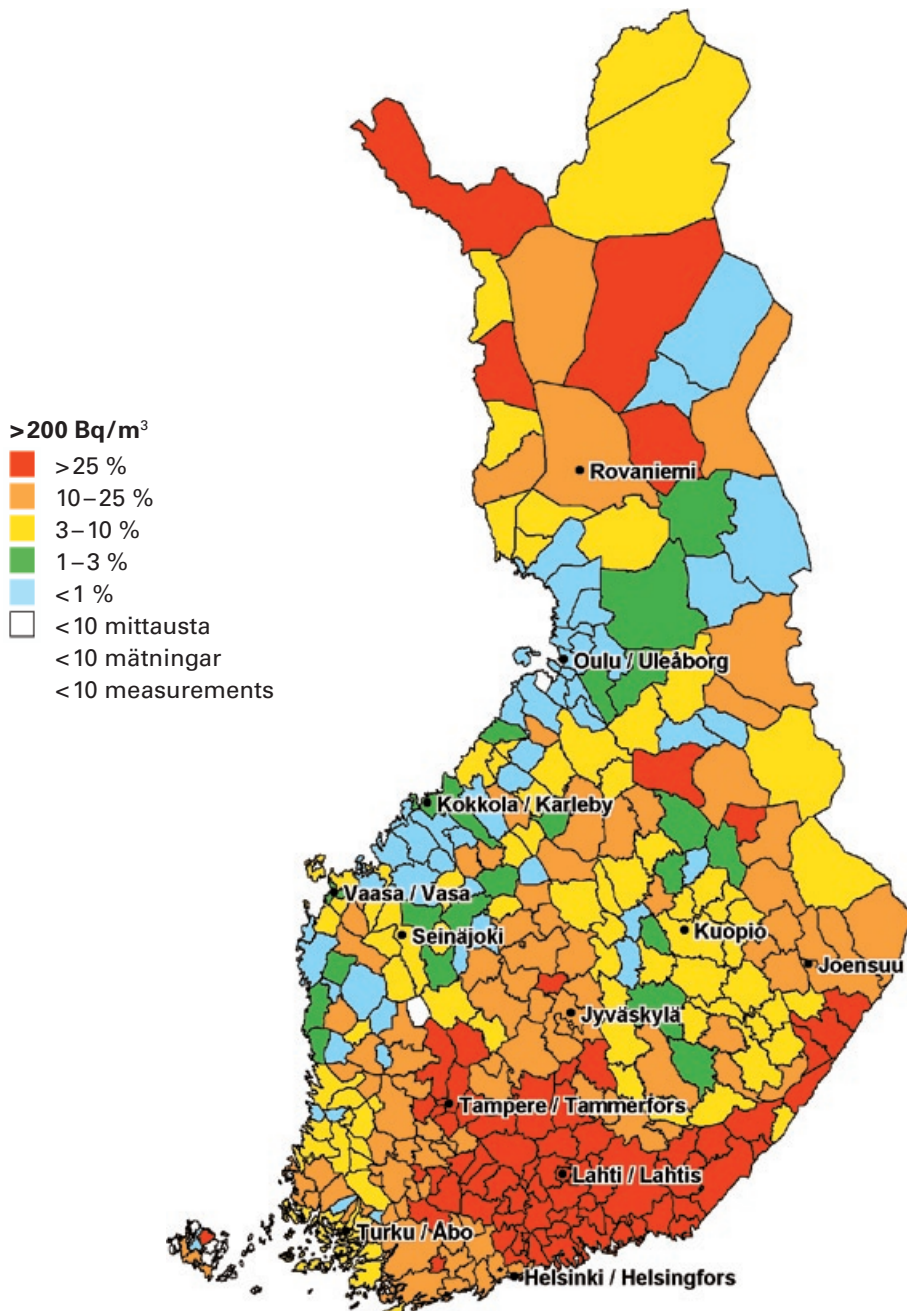
Map 9. Radon concentration in houses in the province of Åland. Square size 5×5 km.



Kartta 10. Radonpitoisuuden keskiarvo mitatuissa pientaloasunnoissa.

Karta 10. Medelradonhalten i de mätta småhusbostäderna.

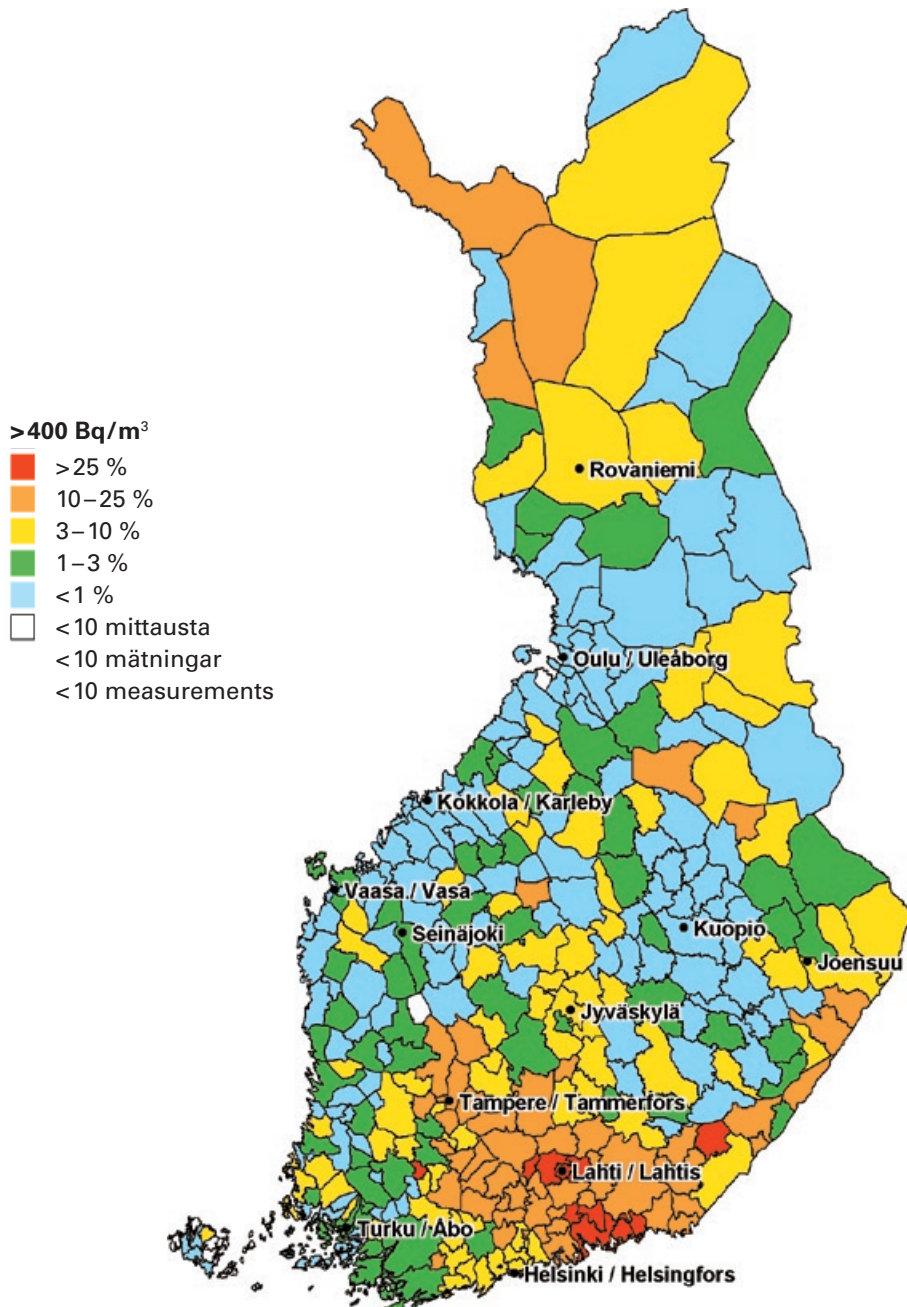
Map 10. Average value of radon concentration in houses measured.



Kartta 11. 200 Bq/m³ ylitykset mitatuissa pientaloasunnoissa.

Karta 11. Andelen över 200 Bq/m³ i de mätta småhusbostäderna.

Map 11. Proportion exceeding 200 Bq/m³ in houses measured.

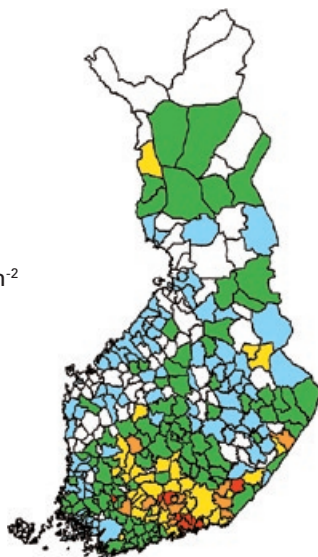


Kartta 12. 400 Bq/m³ ylitykset mitatuissa pientaloasunnoissa.

Karta 12. Andelen över 400 Bq/m³ i de mätta småhusbostäderna.

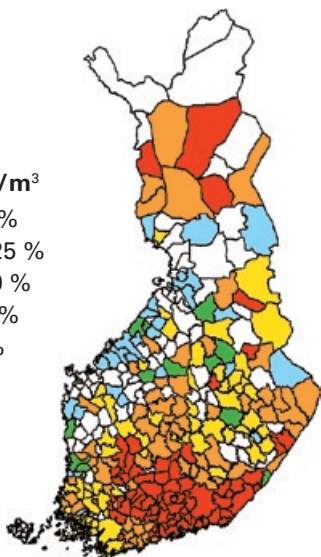
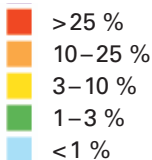
Map 12. Proportion exceeding 400 Bq/m³ in houses measured.

Keskiarvo / Medelvärde / Average
Bq/m³



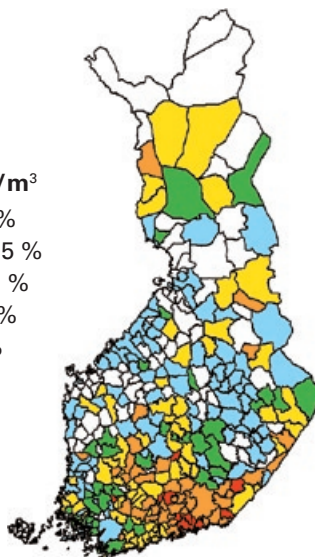
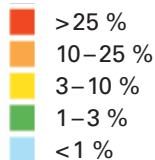
Kartta 13. Keskiarvo.
Karta 13. Medelvärde.
Map 13. Average.

>200 Bq/m³



Kartta 14. 200 Bq/m³ ylitykset.
Karta 14. Andelen över 200 Bq/m³.
Map 14. Proportion exceeding 200 Bq/m³.

>400 Bq/m³

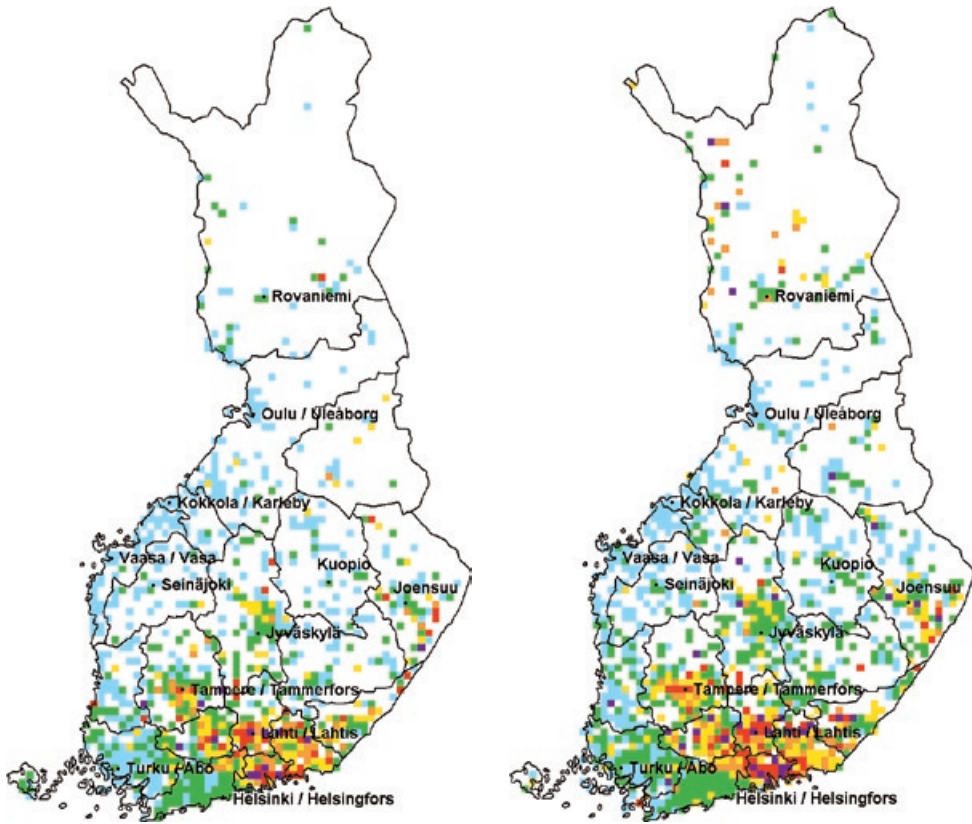


Kartta 15. 400 Bq/m³ ylitykset.
Karta 15. Andelen över 400 Bq/m³.
Map 15. Proportion exceeding 400 Bq/m³.

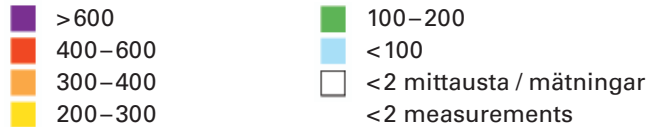
Kartat 13–15. Radon pientaloasunnoissa. Laskettu liitteen 3 menetelmällä, joka ottaa huomioon mittausten epätasaisen alueellisen jakauman.

Kartorna 13–15. Radon i småhusbostäder. Beräknat med metoden i bilaga 3 som tar hänsyn till den ojämna regionala fördelningen av mätningarna.

Maps 13–15. Radon in houses. Calculated using the method in Appendix 3 that takes into account the irregular regional distribution of the measurements.



Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration
Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³



Kartta 16. Radonpitoisuus 1970–1979 valmistuneissa pientaloasunnoissa.

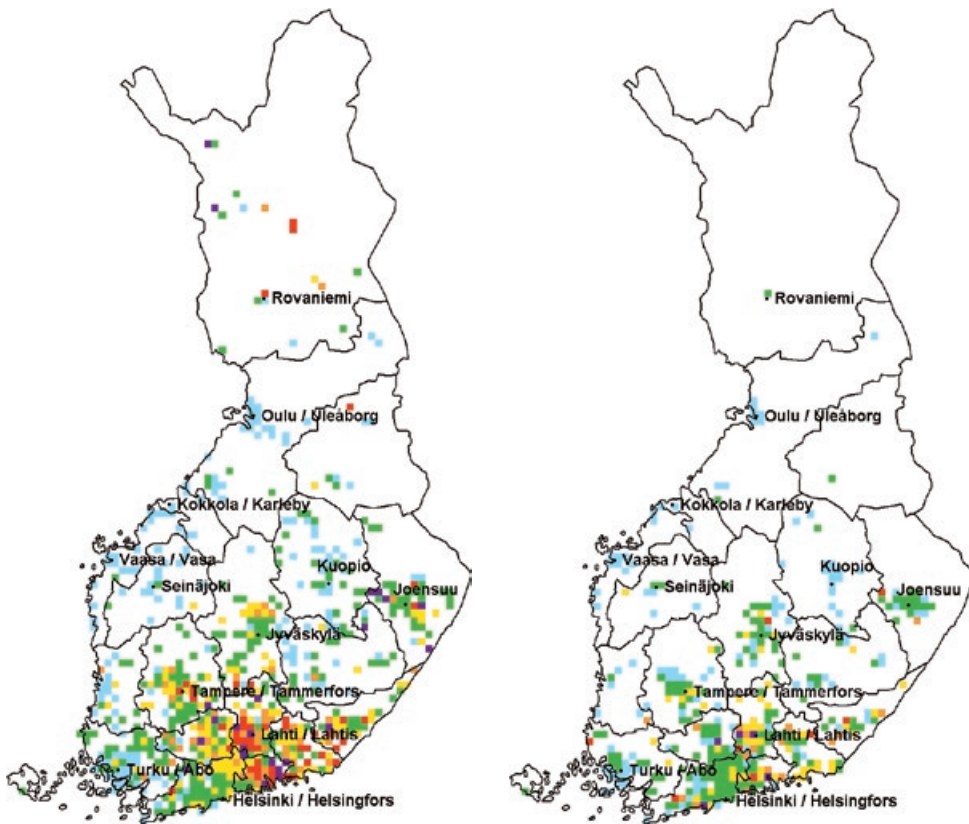
Karta 16. Radonhalten i småhusbostäder byggda 1970–1979.

Map 16. Radon concentration in houses built in the 1970s.

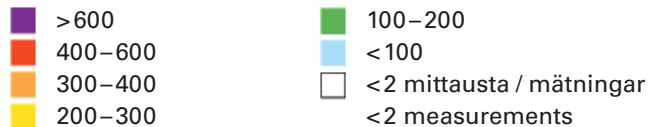
Kartta 17. Radonpitoisuus 1980–1989 valmistuneissa pientaloasunnoissa.

Karta 17. Radonhalten i småhusbostäder byggda 1980–1989.

Map 17. Radon concentration in houses built in the 1980s.



Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration
Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³



Kartta 18. Radonpitoisuus 1990–1999 valmistuneissa pientaloasunnoissa.

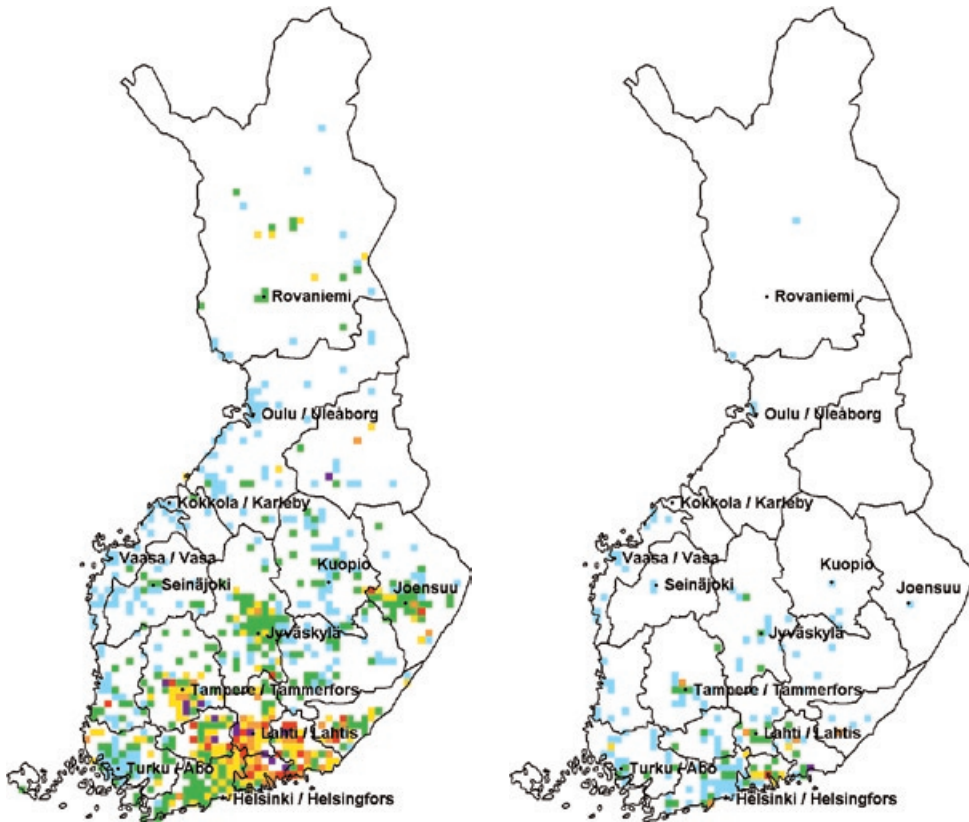
Karta 18. Radonhalten i småhusbostäder byggda 1990–1999.

Map 18. Radon concentration in houses built in the 1990s.









Kartta 19. Radonpitoisuus 2000–2008 valmistuneissa pientaloasunnoissa.

Karta 19. Radonhalten i småhusbostäder byggda 2000–2008.

Map 19. Radon concentration in houses built in the 2000s.



Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration
Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³

 > 600	 100–200
 400–600	 < 100
 300–400	 < 2 mittausta / mätningar
 200–300	 < 2 measurements

Kartta 20. Maanvaraiselle laatalle perustetut pientalot (ei kellaria eikä maanvaraisia seiniä).

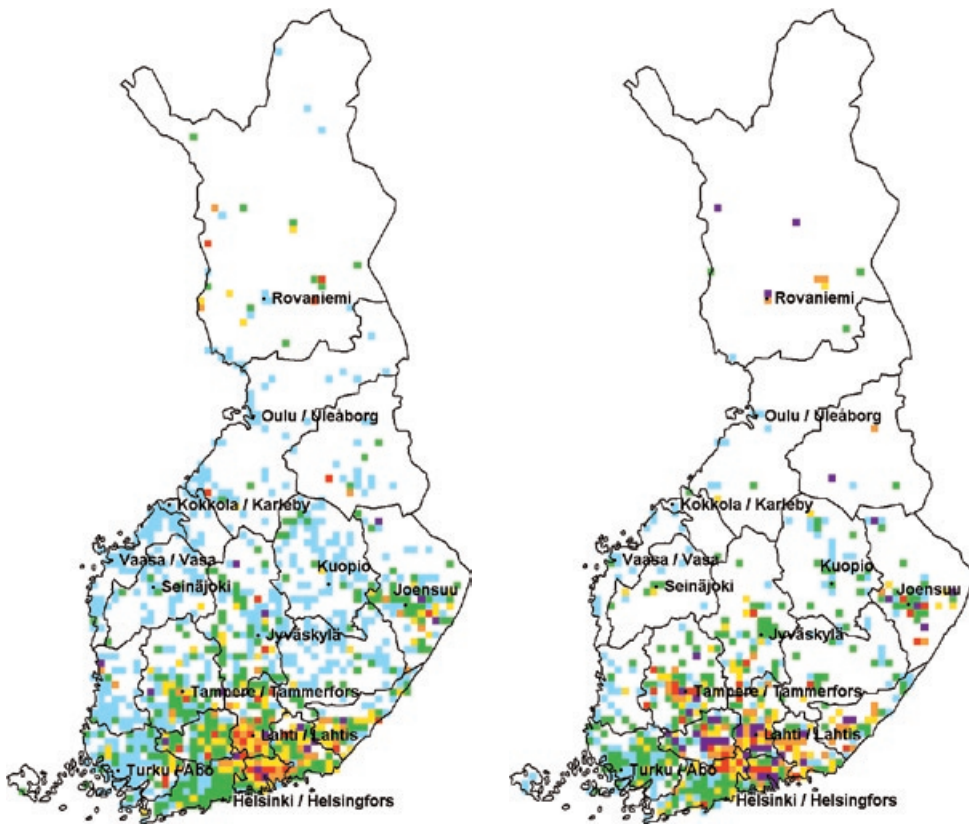
Karta 20. Småhus byggda på golvplatta på mark (inga väggar med direkt markkontakt).

Map 20. Houses with ground slab foundations (no walls build directly onto the ground).

Kartta 21. Ryömintätillaiset pientalot.

Karta 21. Småhus med utrymme under golvet.

Map 21. Houses with sub-floor space.

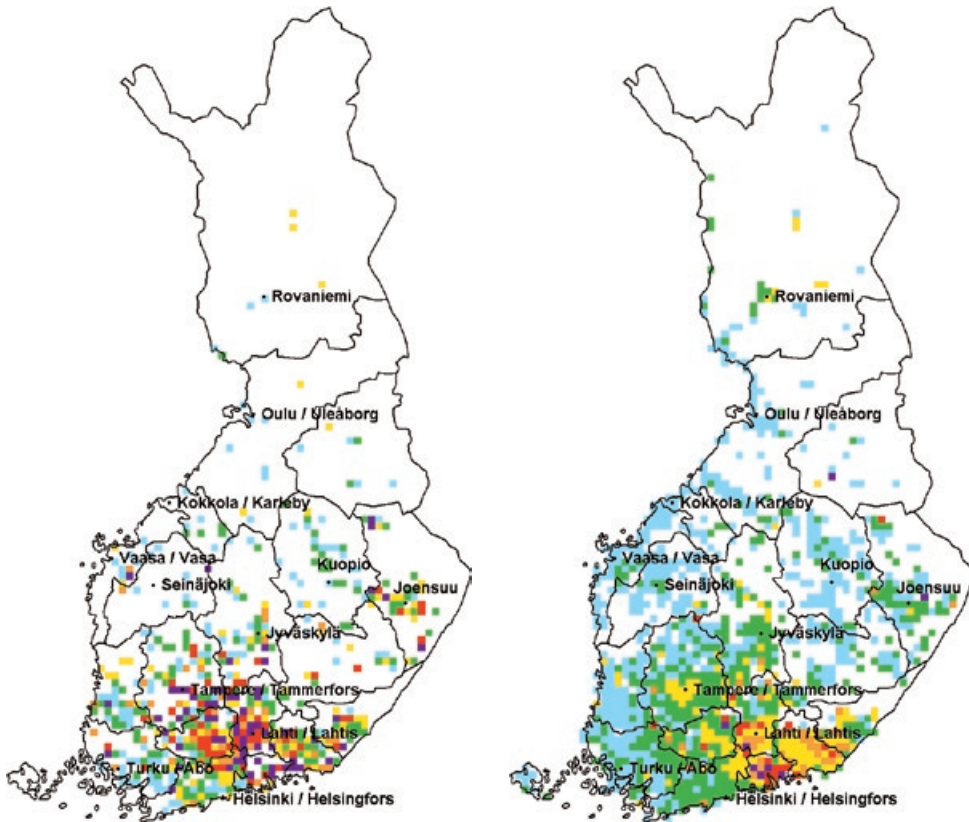


Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration
Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³

■ > 600	■ 100–200
■ 400–600	■ < 100
■ 300–400	 < 2 mittausta / mätningar
■ 200–300	 < 2 measurements

Kartta 22. Kellarilliset pientalot.
Karta 22. Småhus med källare.
Map 22. Houses with cellars.

Kartta 23. Rinteelle rakennetut pientalot (talossa maanvastaisia seinä).
Karta 23. Småhus byggda på sluttningar (huset har väggar med direkt markkontakt).
Map 23. Hillside houses (with walls below ground level).



Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration

Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³

> 600

400–600

300–400

200–300

100–200

< 100

< 2 mittausta / mätningar

< 2 measurements

Kartta 24. Harjuille ja reunamuodostumille rakennetut pientalot (maalaji: sora tai hiekka).

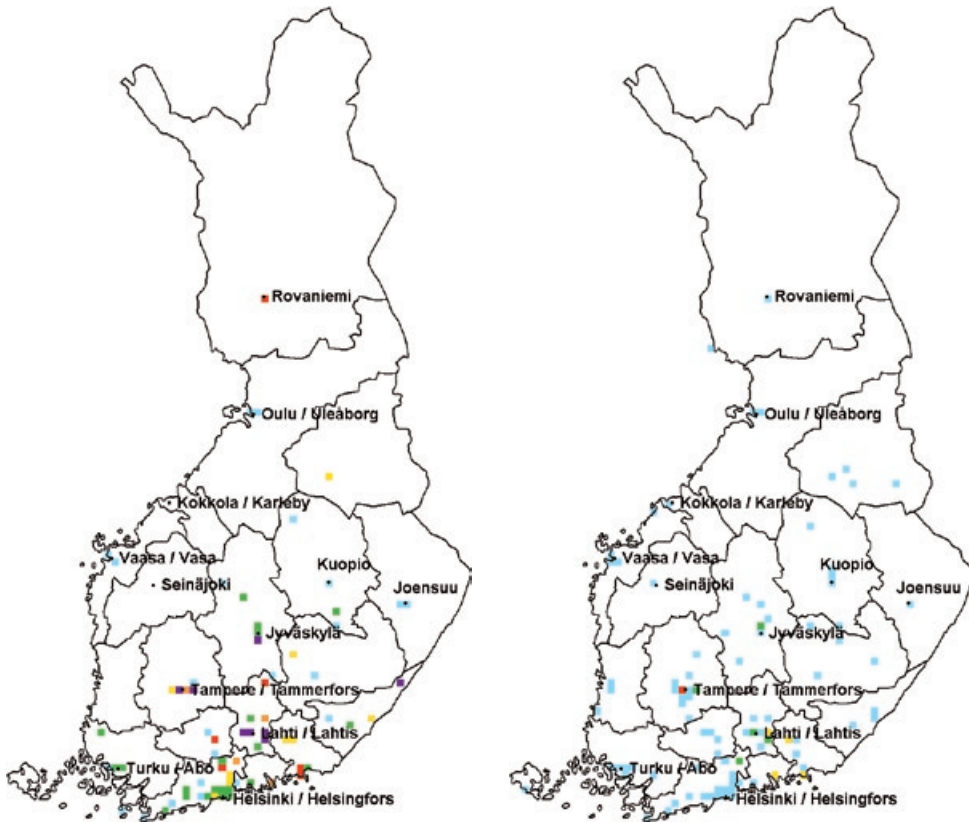
Karta 24. Småhus byggda på åsar och israndsbildningar (jordart: grus eller sand).

Map 24. Houses built on ridges and marginal deposits (soil type: gravel or sand).

Kartta 25. Muille maalajeille rakennetut pientalot (ml. sora ja hiekka kun kyseessä ei ole harju tai reunamuodostuma).

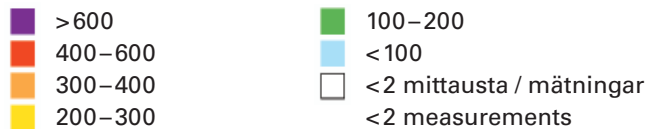
Karta 25. Småhus byggda på andra jordarter (inkl. grus eller sand när det inte åsar eller israndsbildningar).

Map 25. Houses built on other types of soil (including gravel and sand if it is not a question of a ridge or marginal deposits).



Radonpitoisuus / Radonhalten / Radon concentration

Keskiarvo / Medelvärde / Average, Bq/m³



Kartta 26. Kerrostaloasunnot, suoraan alapuolella maata tai kalliota.

Karta 26. Bostäder i flervåningshus, direkt kontakt med jord eller berg.

Map 26. Apartments with soil or rock directly underneath.

Kartta 27. Kerrostaloasunnot, alapuolella toinen asunto tai muita tiloja.

Karta 27. Bostäder i flervåningshus, belägna på ovanpå en annan bostad eller andra utrymmen.

Map 27. Apartments with another apartment or other rooms underneath.

LIITE 1. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvon määrittäminen talvella mitatusta pitoisuudesta

Radonpitoisuus on yleensä talvella suurempi kuin kesällä, joten talvella suoritettun mittauksen tulos yliarvioi radonpitoisuuden vuosikeskiarvoa. Aiemmassa radonkartastossa (Voutilainen ym. 1997) ilmoitetut vuosikeskiarvot laskettiin käyttäen mallia, joka ottaa huomioon ulkoilman lämpötilan ja tuulen nopeuden mittausaikana käyttäen Helsinki-Vantaan lentoaseman säätietoja (Arvela 1995).

Tässä radonkartastossa vuosikeskiarvot esitetään käyttämällä samaa kerrointa kaikille talvella suoritetuille mittauksille. Kertoimen arvon määrittämiseksi sovellettiin Arvelan (1995) mallia 70/175 tämän kartaston aineistoon kuuluvaan talviaikaiseen pientalomittaukseen. Vuosikeskiarvo oli keskimäärin 244 Bq/m^3 , joka on 82 % talvella suoritettujen mittausten keskiarvosta 297 Bq/m^3 .

Valtakunnallisessa otantatutkimuksessa 1990–1991 suoritettiin 6 kk talvimittaus lokakuusta huhtikuuhun ja 6 kk kesämittaus huhtikuusta lokakuuhun (Arvela ym. 1993). Pientaloasunnoissa mitattu vuosikeskiarvo oli keskimäärin 149 Bq/m^3 , joka on 87 % talvimittausten keskiarvosta 171 Bq/m^3 . Kerrostaloasunnoissa mitattu vuosikeskiarvo oli keskimäärin 82 Bq/m^3 , joka on 90 % talvimittausten keskiarvosta 91 Bq/m^3 .

Tässä radonkartastossa esitettävät radonpitoisuuden vuosikeskiarvot laskettiin kertomalla talvella suoritettun mittauksen tulos luvulla 0,85. Luku on keskiarvo Arvelan (1995) mallin mukaan määritetystä arvosta 0,82 ja otantatutkimuksen pientalojen arvosta 0,87. Myös kerrostaloille käytetään selkeyden vuoksi samaa arvoa 0,85, koska otantatutkimuksessa määritetty arvo 0,90 ei siitä oleellisesti poikkea.

Kirjallisuusviitteet

Arvela H. Residential radon in Finland: Sources, variation, modelling and dose comparisons. STUK-A124, Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1995.

Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O. Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1993.

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Pennanen M, Reisbacka H, Castrén O. Suomen radonkartasto. Radon Atlas of Finland. STUK-A148. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1997.

BILAGA 1. Bestämning av årsmedelvärdet för radonhalten utgående från vintertid uppmätt halt

Radonhalten är i regel högre vintertid än sommartid, vilket innebär att resultat av mätningar på vintern ger högre värden än årsmedelvärdet för radonhalten. Årsmedelvärdena i den tidigare radonatlasen (Voutilainen et al. 1998) beräknades enligt en modell som tar hänsyn till utomhusluftens temperatur och vindhastigheten under mättiden enligt väderleksinformation från Helsingfors-Vanda flygplats (Arvela 1995).

I denna radonatlas presenteras årsmedelvärdena med hjälp av samma koefficient för alla mätningar på vintern. För bestämning av värdet på koefficienten tillämpades Arvelas (1995) modell för 70 175 småhusmätningar på vintern i materialet till denna atlas. Årsmedelvärdet var i genomsnitt 244 Bq/m³, vilket är 82 procent av medelvärdet 297 Bq/m³ för mätningar på vintern.

I den riksomfattande sampelundersökningen 1990–1991 utfördes en vintermätning över 6 månader från oktober till april och en sommarmätning över 6 månader från april till oktober (Arvela et al. 1993). Det uppmätta årsmedelvärdet i småhusbostäderna var i genomsnitt 149 Bq/m³, vilket är 87 procent av medelvärdet 171 Bq/m³ för vintermätningarna. Det uppmätta årsmedelvärdet i bostäderna i flervåningshus var i genomsnitt 82 Bq/m³, vilket är 90 procent av medelvärdet 91 Bq/m³ för vintermätningarna.

Årsmedelvärdena för radonhalten i denna radonatlas beräknades genom multiplikation av resultatet av mätning på vintern med talet 0,85. Talet är ett medelvärde av värdet 0,82 fastställt enligt Arvelas (1995) modell och värdet 0,87 för småhusen i sampelundersökningen. Även för flervåningshusen används för tydlighetens skull samma värde 0,85, eftersom det i sampelundersökningen fastställda värdet 0,90 inte avviker väsentligt från det.

Referenser

Arvela H. Residential radon in Finland: Sources, variation, modelling and dose comparisons. STUK-A124. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 1995.

Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O. Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 1993. (På finska.)

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Pennanen M, Reisbacka H, Castrén O. Radonatlas över Finland. STUK-A151. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 1998.

APPENDIX 1. Determining the annual average value of radon concentration from levels measured in winter

Radon levels are usually higher in winter than in summer, so the result of a measurement carried out in winter will overestimate the annual average for radon concentration. The annual average values reported in the previous Radon Atlas of Finland (Voutilainen et al. 1997) were calculated using a model, which took into account outside air temperature and wind speed at the time of measurement, using weather data from Helsinki-Vantaa Airport (Arvela 1995).

In this atlas, the annual average values are shown using the same coefficient for all measurements carried out in winter. In order to determine the value of this coefficient, Arvela's model (1995) was applied to 70,175 winter house measurements forming the material in this atlas. The annual average was 244 Bq/m³, which is 82% of the average of 297 Bq/m³ of measurements performed in winter.

In a national sampling survey in 1990–1991, six months of winter measurements were carried out from October to April and six months of summer measurements from April to October (Arvela et al. 1993). The annual average measured in houses was 149 Bq/m³, which is 87% of the average of 171 Bq/m³ of measurements performed in winter. The annual average measured in apartments was 82 Bq/m³, which is 90% of the average of 91 Bq/m³ of measurements performed in winter.

The annual average values of radon levels shown in this atlas were calculated by multiplying the results of winter measurements by 0.85. This figure is the average between the value of 0.82 determined by Arvela's model (1995) and the value for houses determined in the sampling survey of 0.87. For the purposes of clarity, the same figure of 0.85 is also used for blocks of flats, because the value of 0.90 for blocks of flats determined in the sampling survey does not differ greatly from it.

References

Arvela H. Residential radon in Finland: Sources, variation, modelling and dose comparisons. STUK-A124. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 1995.

Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 1993. (Residential Radon Survey in Finland. In Finnish, abstract in English)

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Pennanen M, Reisbacka H, Castrén O. Suomen radonkartasto. Radon Atlas of Finland. STUK-A148. Helsinki. Radiation and Nuclear Safety Authority; 1997.

LIITE 2. Asukkaan mittauksen yhteydessä täytämä kyselylomake (vuosina 2001 – 2007 käytössä ollut versio)

- A** Suomenkielinen lomake
- B** Ruotsinkielinen lomake

BILAGA 2. Frågeformulär som ifyllts av invånaren i samband med mätningen (version som användes åren 2001 – 2007)

- A** Finskspråkigt formulär
- B** Svenskspråkigt formulär

APPENDIX 2. The questionnaire filled in in conjunction with measurement by residents (version used between 2001 and 2007)

- A** Finnish-language version
- B** Swedish-language version



HUONEILMAN RADONMITTAUS

PL 14, 00881 HELSINKI
Puh. (09) 759881

STUK täyttää

--	--	--	--

Etunimi _____
Sukunimi _____
Lähiosoite _____
Postinumero _____ Postitoimipaikka _____
Kunta _____
Puhelinnumero _____

1. Purkin sijainti asunnossa
Huone Kerros (1=maantas) _____
 Olohuone 0 1 2 3
 Makuuhuone
 Muu, mikä _____

1. Purkin numero _____

2. Purkin sijainti asunnossa
Huone Kerros (1=maantas) _____
 Olohuone 0 1 2 3
 Makuuhuone
 Muu, mikä _____

2. Purkin numero _____

Aloituspäivämäärä (pp.kk.vv) _____ Lopetuspäivämäärä (pp.kk.vv) _____

Onko tämä ensimmäinen radonmittaus asunnossanne?
 Kyllä Ei
Aiemman mittauspurkin numero tai mittauksen ajankohta, jos tiedossa _____

Asukkaiden lukumäärä _____ Nykyiset asukkaat asuneet vuodesta _____
Kiinteistönummus (katso kiinteistöveroilupista tai kysy isännöitsijältä) _____

TALO

Talotyyppi
 Omakotitalo Vapaa-ajan asunto
 Rivi- tai paritalo Muu, mikä _____
 Kerrostalo _____

Valmistumisvuosi _____

Perustamispaikka
Onko talo perustettu kalliolle?
 Ei Kyllä Kalliota louhittu
Lisätietoja: esim. rakennuspaikan maalajit ja täytetään paksuus (jos tiedossa) _____

Saadaanko talousvesi porakaivosta? Ei Kyllä
Porakaivoveden radonpitoisuus on tutkittu Kyllä

Asuinhuoneiden lattioiden pintamateriaali (valitse yksi tai useampia vaihtoehtoja)
 Muovimatto Lautalattia
 Parketti Muu, mikä _____

Pääasiallinen julkisivumateriaali (vain yksi rasti)
 Puu Kevytbetoni
 Tiili En tiedä _____
 Betoni Muu, mikä _____

Kantavien rakenteiden pääasiallinen rakennusmateriaali (vain yksi rasti)
 Puu Kevytbetoni
 Tiili En tiedä _____
 Betoni Muu, mikä _____

Lämmitystapa (merkitse ensisijainen 1:llä ja toissijainen 2:lla)
 Vesikeskuslämmitys Uunilämmitys
 Suora sähkölämmitys Muu, mikä _____
 Ilmakeskuslämmitys (kiertoilmälämmitys) _____

Raitisilmaventtiilien lukumäärä _____ kpl
Venttiilit olivat mittauksen aikana auki Kyllä Ei

Lämmönlähde (merkitse ensisijainen 1:llä ja toissijainen 2:lla)
 Kauko- ja alueämpö Sähkö
 Polttoöljy En tiedä
 Puu tai turve Muu, mikä _____
 Kaasu _____

Ilmanvaihto
 Painovoimainen eli luonnollinen Liesituuletin toiminnassa
 Koneellinen poistoilmajärjestelmä, toiminnassa
 Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä, toiminnassa
 En tiedä

tuntia vuorokaudessa
tuntia vuorokaudessa
tuntia vuorokaudessa

Ilmanvaihdon tehokkuus on mielestäni
 Hyvä Kohtuullinen Huono

TUULETUSTAVAT

Asunnossa tuuletetaan lämmityskauden aikana (loka-toukokuu) avoimen ikkunan kautta (1 tai 2 rastia)
 Satunnaisesti Lähes päivittäin yli 30 min
 Lähes päivittäin alle 10 min Öisin
 Lähes päivittäin 10 - 30 min Jatkuvasti

RAKENNUSVAIHEEN RADONTORJUNTA

Suoritettavat toimenpiteet: (1 tai useampia rasteja)
 Perusrakenteita on tiivistetty Muu toimenpide
 Laatan alle on rakennettu imuputkisto Ei toimenpiteitä
 Imuputkisto ja imuri toiminnassa

RADONKORJAUSTOIMENPITEET

Onko asunnossanne tehty korjauksia radonpitoisuuden alentamiseksi? Lyhyt kuvaus toimenpiteestä kohtaan lisäselvityksiä.
 Ei Kyllä

KERROSTALOASUNTO (täytetään vain jos kyseessä on kerrostaloasunto)

Asunto _____ kerroksessa (maan tasalla oleva kerros on 1. kerros)
Talossa on _____ kerrosta (kellaria ei huomioida)
Onko talossa kellarikerros Ei Kyllä
Asuinpinta-ala on _____ m²
Asunnon alapuolella on Toinen asunto tai muita tiloja Maa tai kallio

PIENTALOASUNTO

Asuinpinta-ala on m²

Pientalotyypit Laita rasti taloasi parhaiten kuvaavaan kuvan alla olevaan ruutuun. Voitte myös piirtää selvittäviä kuvia kohtaan lisäselvityksiä tai erilliselle paperille.

Kellariton talo

Talossa kellarit

Talossa osakellarit

Talo rinteellä

Talo rinteellä

KELLARIKUOPPA (käynti luukun kautta)

Talon alla ei ole kellarikuoppaa

Talon alla on kellarikuoppa, jonka pinta-ala on m²

Kellarikuopan lattiämateriaali

Betoni

Maa tai kallio

Muu, mikä

Kellarikuopan seinien materiaali

Betoni

Kevytsoharkko

Muu, mikä

KELLARI, OSAKELLARI TAI RINNETALON ALIN KERROS

Alimman kerroksen käyttötarkoitus (merkitse kaikki sopivat vaihtoehdot)

Lämmityslaitteet Makuuhuone

Autotalli Työhuone

Talouskellari/varasto Takkahuone

Sauna Muu, mikä

Pesutilat

Alimman kerroksen tai kellarin pinta-ala on m²

Kulkuyhteys alimman kerroksen ja muun asunnon välillä

Avoin portaikko Portaat ja ovi Vain ulkokautta

Alimman kerroksen tai kellarin lattiämateriaali

Betoni Maa tai kallio Muu, mikä

Maanvastaisten seinien materiaali

Betoni Kevytsoharkko Muu, mikä

PIENTALON PERUSTAMISTAPA

Kellarittoman talon tai kellarittoman talon osan perustus, merkitse rasti oikeaan vaihtoehtoon A-D

A Perusmuuri ja maanvarainen lattialaatta

Perusmuuri (sokkeli)

Betonista Kevytsoharkkoista En tiedä

B Reunajäykistetty laatta

Laatta, tavallisesti 8-12 cm

Sora

Sokkeli ja laatta valettu samanaikaisesti

C Ryömintätilainen perustus, jossa teräsbetoni- tai harkkosokkeli

Kantava alapohja, betonista tai puusta

Ryömintätila

Tuuletusaukko

Alapohja Betonista Puusta

D Ryömintätilainen perustus, jossa kivijalka

Puusalapohja

Kivijalka

Ryömintätila

Yhdistelmä perustustavoista A-D, mistä

Muu, mikä

En tiedä

LISÄSELVITYKSIÄ (tarvittaessa eri paperille)

KIITOS VAIVANÄÖSTÄ!
Tarkistathan vielä aloitus- ja lopetuspäivämäärät.

SMÅHUS

Bostadsyta m²

Typ av småhus Kryssa för rutan under den bild, som bäst motsvarar Ditt hus. Du kan också rita klargörande skisser i fältet för tilläggsuppgifter eller på skilt papper.

Hus utan källare

Källare

Delkällare

Terrasshus

Terrasshus

KÄLLARGROP (ingång genom lucka)

Under huset finns ingen källargrop

Under huset finns källargrop med utan m²

Källargropens golvmaterial är av

Betong

Jord eller berg

Annat, vilket

Källargropens väggar mot marken är av

Betong

Lättbetong

Annat, vilket

KÄLLARE, DELKÄLLARE ELLER TERRASSHUSETS BOTTENVÄNING

Bottenvåningens användning (kryssa för alla lämpliga alternativ)

Värmeanläggning Sovrum

Garage Arbetsrum

Förråd Gillesstuga

Bastu Annat, vilket

Tvättutrymmen

Bottenvåningens eller källarens yta m²

Förbindelse upp till den övriga bostaden

Öppen trappa Trappor och dörr Bara yttre vägen

Bottenvåningens eller källarens golvmaterial är av

Betong Jord eller berg Annat, vilket

Bottenvåningens eller källarens väggar mot marken är av

Betong Lättbetong Annat, vilket

SMÅHUSETS GRUNDLÄGGNINGSSÄTT

Grundläggning för källarlöst hus eller för den del av hus, som är utan källare (kryssa rätt alternativ A-H)

A Grundmur (socket) och golvplatta på mark

Grundmursmaterial

Betong Murblock av lättbetong Vet inte

B Kantförstuvad platta

Platta, varjigen 8-12 cm

Grus

Socketn och plattan går/te samtidigt

C Grund med utrymme under golvet och socket av armerad betong eller lättbetong

Bärande golvbjälklag av betong eller trä

Socket av armerad betong eller lättbetong

Utrymme under golvet

Ventilationsöppningar

Golvbjälklag av Betong Trä

D Grund med utrymme under golvet och stenfort

Golvbjälklag av trä

Stenfort

Utrymme under golvet

Kombination av grundtyperna A-D, vilka

Annat, vilket

Vet inte

TILLÄGGSUPPGIFTER (på skilt papper vid behov)

TACK FÖR BESVÄRET! Kontrollera ännu begynnelse- och avslutningsdatum.

LIITE 3. Radonmittausten alueellinen painotus

Kappaleessa 3.1 esitetään alueelliset arviot pientaloasuntojen keskimääräisestä radonpitoisuudesta (c_{av}) sekä 200 Bq/m³ ja 400 Bq/m³ ylittävien asuntojen osuuksista (c_{200} ja c_{400}). Arviota tehtäessä Suomi jaettiin 1 × 1 km kokoisiin ruutuihin. Kullekin ruudulle i laskettiin keskimääräinen radonpitoisuus $c_{av,i}$ sekä ylitysosuudet $c_{200,i}$ ja $c_{400,i}$ kyseisessä ruudussa tehtyjen mittausten perusteella. Laskennassa ei huomioitu niitä ruutuja, joissa ei ole tehty yhtään mittausta. Kuntakohtaiset arvot laskettiin kunnassa sijaitsevien ruutujen painotettuna keskiarvona, missä painokertoimena käytettiin pientaloasuntojen määrää kyseisessä ruudussa (yhtälö 1). Pientaloasuntojen määrä perustuu tilanteeseen 31.12.2005 (lähde: Tilastokeskuksen Ruututietokanta). Kuntien rajalla sijaitsevien ruutujen katsottiin kuuluvan siihen kuntaan, jossa ruudun keskipiste sijaitsee.

$$c_k = \frac{\sum c_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (1)$$

missä c_k on laskettavan suureen (c_{av} , c_{200} tai c_{400}) arvo kunnassa k , c_i on laskettavan suureen arvo ruudussa i ja v_i on pientaloasuntojen määrä ruudussa i .

Maakuntakohtaiset ja valtakunnalliset arvot laskettiin ottamalla painotettu keskiarvo kuntakohtaisista arvoista. Painokertoimena käytettiin vakituudessa asuinkäytössä olevien pientaloasuntojen määrää 31.12.2008 (lähde: Tilastokeskuksen StatFin-tilastotietokanta).

$$c_a = \frac{\sum c_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (2)$$

missä c_a on laskettavan suureen arvo tarkasteltavalla alueella (maakunta tai koko Suomi) sekä w_k on vakituudessa asuinkäytössä olevien pientaloasuntojen määrä kunnassa k .

Laskettu arvio on sitä tarkempi, mitä suurempi mittaustiheys (mitattujen asuntojen määrä neliökilometriä kohti) on. Tärkeintä on, että mittauksia on suoritettu paljon niissä neliökilometrillä ruuduissa, joissa asuntoja on paljon. Tämän vuoksi arvion tarkkuutta kuvaavana suureena käytetään painotettua mittaustiheyttä, jossa painokertoimena käytetään kaikkien asuntojen lukumäärää kussakin neliökilometrillä ruudussa. Kuntakohtaiset painotetut mittaustiheydet (n_k , yksikkö km⁻²) laskettiin yhtälöstä 3 ja alueelliset (n_a) yhtälöstä 4.

$$n_k = \frac{\sum n_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (3)$$

$$n_a = \frac{\sum n_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (4)$$

missä n_i on mittaustiheys ruudussa i (mitattujen asuntojen lukumäärä neliökilometriä kohti). Yhtälössä (3) otetaan huomioon myös ne ruudut, joissa ei ole suoritettu yhtään mittausta ($n_i=0$).

BILAGA 3. Regional viktning av radonmätningarna

I avsnitt 3.1 presenteras regionala beräkningar av den genomsnittliga radonhalten i småhusbostäder (c_{av}) samt andelen bostäder som överskrider 200 Bq/m³ och 400 Bq/m³ (c_{200} och c_{400}). För beräkningen indelades Finland i rutor om 1 × 1 km. För varje ruta i beräknades den genomsnittliga radonhalten $c_{av,i}$ samt överskridningsandelarna $c_{200,i}$ och $c_{400,i}$ enligt mätningarna i den aktuella rutan. I beräkningen beaktades inte de rutor där inga mätningar alls har gjorts. Kommunspecifika värden beräknades som ett viktat medelvärde av rutorna i kommunen, där viktcoeffcienten utgjordes av antalet småhusbostäder i den aktuella rutan (ekvation 1). Antalet småhusbostäder baserar sig på läget 31.12.2005 (källa: Statistikcentralens Rutdatabas). Rutor på kommungränserna ansågs tillhöra den kommun där rutans medelpunkt ligger.

$$c_k = \frac{\sum c_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (1)$$

där c_k är den beräknade storhetens (c_{av} , c_{200} eller c_{400}) värde i kommunen k , c_i är den beräknade storhetens värde i ruta i och v_i är antalet småhusbostäder i ruta i .

Landskapsspecifika och riksomfattande värden beräknades med ett viktat medelvärde av kommunspecifika värden. Som viktcoeffcient användes antalet permanent bebodda småhusbostäder 31.12.2008 (källa: Statistikcentralens statistikdatabas StatFin).

$$c_a = \frac{\sum c_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (2)$$

där c_a är den beräknade storhetens värde i det granskade området (landskap eller hela Finland) och w_k är antalet permanent bebodda småhusbostäder i kommunen k .

Ju högre mätfrekvensen (antalet mätta bostäder per kvadratkilometer) är, desto mer exakt är det beräknade värdet. Viktigast är att det har gjorts många mätningar i kvadratkilometersrutor med många bostäder. För att beskriva exaktheten används därför som storhet en viktad mätfrekvens där viktcoeffcienten består av det totala antalet bostäder i varje kvadratkilometersruta. De kommunspecifika viktade mätfrekvenserna (n_k , enhet km⁻²) beräknades med ekvation 3 och de regionala (n_a) med ekvation 4.

$$n_k = \frac{\sum n_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (3)$$

$$n_a = \frac{\sum n_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (4)$$

där n_i är mätfrekvensen i ruta i (antalet mätta bostäder per kvadratkilometer). I ekvationen (3) beaktas även de rutor där inga mätningar alls har gjorts ($n_i=0$).

APPENDIX 3. Regional weighting of radon measurements

Paragraph 3.1 shows the regional estimates of the average value of radon concentration in houses (c_{av}) and the proportion of houses exceeding 200 Bq/m³ and 400 Bq/m³ (c_{200} ja c_{400}). In making the estimate, Finland was divided into segments of 1 km². For each square i , the average radon level $c_{av,i}$ and the proportions exceeding $c_{200,i}$ and $c_{400,i}$ were calculated based on measurements carried out in the square in question. Calculations did not take into account those squares where no measurements were made. The municipality-specific values were calculated as a weighted average of squares situated in that municipality, where the number of houses in the square in question was used as the weighting coefficient (equation 1). The number of houses is based on the situation on 31 December 2005 (source: the Grid Database of Statistics Finland). Squares situated on the borders of municipalities were considered to belong to the municipality in which the centre point of the square is located.

$$c_k = \frac{\sum c_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (1)$$

where c_k is the value of the quantity to be calculated (c_{av} , c_{200} or c_{400}) in municipality k , c_i is the value of the quantity to be calculated in square i and v_i is the number of houses in square i .

The provincial and national values were calculated by taking the weighted average of the municipal values. The number of houses permanently inhabited on 31 December 2008 was used as the weighting coefficient (source: Statistical database StatFin of Statistics Finland).

$$c_a = \frac{\sum c_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (2)$$

where c_a is the value of the quantity to be calculated in the area under study (region or the whole of Finland) and w_k is the number of houses permanently inhabited in municipality k .

The greater the measurement density is, the more exact the calculated estimate is (number of houses measured per km²). What is most important is that measurements are performed in large numbers in those square kilometres with many houses. Because of this, the weighted measurement density is used as a quantity relating to the level of precision of the estimate, where the number of all houses is used as a weighting coefficient in each square kilometre. Weighted

municipality-specific measurement densities (n_k , unit km⁻²) were calculated from equation 3 and regional ones (n_a) from equation 4.

$$n_k = \frac{\sum n_i \cdot v_i}{\sum v_i}, \quad (3)$$

$$n_a = \frac{\sum n_k \cdot w_k}{\sum w_k}, \quad (4)$$

where n_i is the measurement density in square i (the number of houses measured per km²). Equation (3) also takes into account those squares where no measurements were made ($n_i=0$).

LIITE 4. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa pientaloasunnoissa

BILAGA 4. Årsmedelvärdet för radonhalten i de mätta småhusbostäderna

APPENDIX 4. Annual average value of radon concentration in houses measured

N = Mitattuja asuntoja / Mätta bostäder / Measured dwellings

f = Mitattujen osuus kaikista asunnoista / Andelen bostäder som mätts, av alla bostäder / Percentage of dwellings measured

Ylitysten osuus = Andel överskridningar / Proportion exceeding

Ka = Keskiarvo / Medelvärde / Average

Med. = Mediaani / Median

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Akaa	183	4 %	25 %	5 %	0,5 %	156	123
Alajärvi	57	1 %	2 %	2 %	0,0 %	71	61
Alavieska	57	5 %	4 %	2 %	0,0 %	73	46
Alavus	59	2 %	2 %	0 %	0,0 %	57	49
Artjärvi / Artsjö	110	15 %	34 %	10 %	0,0 %	191	162
Asikkala	429	12 %	38 %	17 %	4,0 %	264	140
Askola	433	21 %	53 %	24 %	9,0 %	455	218
Aura	59	4 %	10 %	2 %	0,0 %	112	92
Brändö	1	0 %	0 %	0 %	0,0 %	44	44
Eckerö	4	1 %	25 %	0 %	0,0 %	93	66
Enonkoski	21	2 %	5 %	0 %	0,0 %	77	67
Enontekiö / Enontekis	61	6 %	43 %	21 %	6,6 %	307	152
Espoo / Esbo	3 038	6 %	21 %	6 %	0,7 %	153	104
Eura	141	3 %	8 %	0 %	0,0 %	85	63
Eurajoki / Euraåminne	95	4 %	7 %	5 %	2,1 %	125	66
Evijärvi	27	2 %	0 %	0 %	0,0 %	51	43
Finström	17	2 %	0 %	0 %	0,0 %	76	73
Forssa	199	4 %	32 %	6 %	1,5 %	200	147
Föglö	8	3 %	0 %	0 %	0,0 %	75	84
Geta	5	2 %	0 %	0 %	0,0 %	80	81
Haapajärvi	57	2 %	2 %	0 %	0,0 %	68	60
Haapavesi	88	3 %	9 %	3 %	0,0 %	110	81

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Hailuoto / Karlö	14	3 %	0 %	0 %	0,0 %	39	39
Halsua	39	6 %	18 %	3 %	0,0 %	118	75
Hamina / Fredrikshamn	621	8 %	44 %	16 %	1,9 %	256	180
Hammarland	11	2 %	18 %	0 %	0,0 %	113	94
Hankasalmi	165	6 %	10 %	3 %	0,0 %	97	70
Hanko / Hangö	142	4 %	6 %	2 %	0,0 %	90	64
Harjavalta	71	2 %	8 %	0 %	0,0 %	93	71
Hartola	168	10 %	24 %	7 %	2,4 %	177	120
Hattula	366	10 %	36 %	12 %	2,7 %	240	138
Haukipudas	44	1 %	0 %	0 %	0,0 %	45	40
Hausjärvi	666	19 %	46 %	18 %	2,6 %	281	180
Heinola	843	14 %	40 %	16 %	3,0 %	252	162
Heinävesi	121	6 %	3 %	1 %	0,8 %	80	59
Helsinki / Helsingfors	2 512	6 %	21 %	6 %	0,6 %	155	102
Hirvensalmi	45	3 %	9 %	0 %	0,0 %	103	84
Hollola	2 237	33 %	64 %	36 %	9,8 %	458	281
Honkajoki	45	4 %	4 %	0 %	0,0 %	77	60
Huittinen	143	3 %	17 %	6 %	1,4 %	151	84
Humppila	71	7 %	49 %	25 %	9,9 %	505	197
Hyrynsalmi	70	5 %	13 %	4 %	0,0 %	109	68
Hyvinkää / Hyvinge	1 210	12 %	40 %	13 %	3,2 %	270	166
Hämeenkoski	359	35 %	57 %	26 %	10,6 %	469	230
Hämeenkyrö / Tavastkyro	331	8 %	16 %	6 %	2,4 %	149	79
Hämeenlinna / Tavastehus	2 340	12 %	36 %	12 %	1,8 %	225	150
Ii	37	1 %	0 %	0 %	0,0 %	51	48
Iisalmi / Idensalmi	173	3 %	3 %	1 %	0,0 %	81	65
Iitti	371	12 %	45 %	15 %	4,3 %	310	189
Ikaalinen / Ikaalis	94	3 %	11 %	2 %	0,0 %	119	95
Ilmajoki	80	2 %	6 %	0 %	0,0 %	87	70
Ilomantsi / Ilomants	236	8 %	16 %	5 %	1,3 %	149	105
Imatra	662	7 %	34 %	11 %	2,7 %	224	141
Inari / Enare	47	1 %	4 %	4 %	0,0 %	70	36
Inkoo / Ingå	187	8 %	16 %	3 %	0,0 %	120	82
Isojoki / Storå	50	4 %	14 %	2 %	2,0 %	135	77
Isokyrö / Storkyro	33	1 %	6 %	0 %	0,0 %	85	65
Jalasjärvi	55	1 %	7 %	2 %	0,0 %	75	52
Janakkala	1 400	24 %	40 %	17 %	5,0 %	330	158
Joensuu	1 023	5 %	23 %	9 %	2,0 %	194	115
Jokioinen / Jockis	161	7 %	25 %	10 %	1,9 %	214	147

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Jomala	27	2 %	11 %	0 %	0,0 %	114	90
Joroinen / Jorois	207	8 %	6 %	0 %	0,0 %	82	64
Joutsa	253	10 %	25 %	7 %	2,0 %	178	112
Juankoski	72	3 %	4 %	0 %	0,0 %	76	63
Juuka	72	3 %	11 %	3 %	0,0 %	103	76
Juupajoki	49	5 %	12 %	4 %	0,0 %	135	89
Juva	85	3 %	2 %	0 %	0,0 %	83	76
Jyväskylä	1 772	7 %	22 %	6 %	0,7 %	160	107
Jämijärvi	14	1 %	0 %	0 %	0,0 %	62	54
Jämsä	466	5 %	15 %	3 %	0,6 %	131	92
Järvenpää / Träskända	545	5 %	46 %	17 %	2,0 %	257	182
Kaarina / S:t Karins	258	3 %	4 %	0 %	0,0 %	71	54
Kaavi	60	4 %	7 %	0 %	0,0 %	93	76
Kajaani / Kajana	713	7 %	36 %	22 %	10,8 %	436	118
Kalajoki	129	3 %	5 %	2 %	0,0 %	68	47
Kangasala	691	8 %	46 %	17 %	4,9 %	327	180
Kangasniemi	224	8 %	8 %	1 %	0,4 %	100	74
Kankaanpää	103	2 %	14 %	3 %	0,0 %	113	78
Kannonkoski	26	3 %	12 %	0 %	0,0 %	107	91
Kannus	67	3 %	0 %	0 %	0,0 %	57	54
Karjoki / Bötom	21	2 %	0 %	0 %	0,0 %	58	51
Karjalohja / Karislojo	94	13 %	38 %	18 %	3,2 %	285	147
Karkkila / Högfors	287	9 %	22 %	6 %	0,7 %	152	99
Karstula	95	4 %	16 %	2 %	0,0 %	110	94
Karttula	36	2 %	3 %	3 %	0,0 %	89	72
Karvia	25	2 %	0 %	0 %	0,0 %	50	50
Kaskinen / Kaskö	16	3 %	0 %	0 %	0,0 %	34	32
Kauhajoki	74	1 %	0 %	0 %	0,0 %	56	47
Kauhava	109	1 %	1 %	0 %	0,0 %	53	48
Kauniainen / Grankulla	456	22 %	38 %	15 %	0,9 %	215	149
Kaustinen / Kaustby	33	2 %	0 %	0 %	0,0 %	68	65
Keitele	61	5 %	7 %	5 %	0,0 %	100	67
Kemi	101	2 %	0 %	0 %	0,0 %	54	46
Kemijärvi	248	7 %	28 %	8 %	2,0 %	181	119
Keminmaa	92	3 %	5 %	1 %	0,0 %	85	61
Kemiönsaari / Kimitoön	167	5 %	8 %	1 %	0,0 %	103	81
Kempele	49	1 %	0 %	0 %	0,0 %	61	54
Kerava / Kervo	497	8 %	29 %	8 %	1,0 %	180	117
Kerimäki	94	4 %	3 %	1 %	0,0 %	81	69

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Kesälahti	54	4 %	33 %	6 %	0,0 %	171	117
Keuruu	181	5 %	15 %	1 %	0,0 %	123	98
Kihniö	9	1 %	0 %	0 %	0,0 %	86	76
Kiikoinen	29	4 %	7 %	0 %	0,0 %	83	65
Kiiminki	28	1 %	0 %	0 %	0,0 %	66	62
Kinnula	33	4 %	0 %	0 %	0,0 %	70	55
Kirkkonummi / Kyrkslätt	916	8 %	24 %	8 %	1,1 %	177	111
Kitee	169	5 %	30 %	13 %	4,7 %	250	121
Kittilä	87	3 %	21 %	10 %	1,1 %	167	106
Kiuruvesi	141	4 %	11 %	3 %	0,0 %	106	77
Kivijärvi	45	7 %	20 %	11 %	6,7 %	232	106
Kokemäki / Kumo	65	2 %	3 %	2 %	0,0 %	88	65
Kokkola / Karleby	180	1 %	2 %	1 %	0,0 %	46	34
Kolari	131	7 %	43 %	16 %	5,3 %	317	177
Konnevesi	83	6 %	4 %	0 %	0,0 %	88	79
Kontiolahti	387	7 %	12 %	2 %	1,3 %	152	90
Korsnäs	36	4 %	0 %	0 %	0,0 %	50	46
Koski TI	40	3 %	15 %	0 %	0,0 %	103	89
Kotka	2 577	20 %	55 %	26 %	3,5 %	315	229
Kouvola	4 331	15 %	54 %	20 %	3,2 %	296	215
Kristiinankaupunki / Kristinestad	94	3 %	2 %	0 %	0,0 %	70	65
Kruunupyö / Kronoby	124	5 %	0 %	0 %	0,0 %	47	34
Kuhmalampi	34	6 %	32 %	18 %	8,8 %	389	147
Kuhmo	81	2 %	6 %	0 %	0,0 %	84	73
Kuhmoinen	189	14 %	43 %	15 %	4,2 %	259	175
Kumlinge	2	1 %	0 %	0 %	0,0 %	147	147
Kuopio	432	3 %	4 %	0 %	0,0 %	82	68
Kuortane	47	2 %	4 %	0 %	0,0 %	76	60
Kurikka	167	3 %	11 %	7 %	0,6 %	113	56
Kustavi / Gustavs	14	3 %	7 %	7 %	0,0 %	105	68
Kuusamo	135	2 %	1 %	0 %	0,0 %	67	56
Kylmäkoski	37	3 %	24 %	14 %	2,7 %	200	130
Kyyjärvi	25	3 %	8 %	4 %	4,0 %	132	53
Kärkölä	466	22 %	57 %	25 %	4,3 %	339	231
Kärsämäki	38	3 %	18 %	3 %	0,0 %	144	127
Kökar	1	1 %	0 %	0 %	0,0 %	138	138
Köyliö / Kjulo	56	4 %	7 %	0 %	0,0 %	77	57
Lahti / Lahtis	1677	11 %	57 %	32 %	13,2 %	561	240

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Laihia / Laihela	38	1 %	16 %	5 %	2,6 %	139	71
Laitila	87	3 %	17 %	5 %	1,1 %	139	91
Lapinjärvi / Lappträsk	313	22 %	54 %	27 %	7,3 %	403	222
Lapinlahti	80	2 %	1 %	0 %	0,0 %	82	71
Lappajärvi	53	3 %	6 %	4 %	0,0 %	95	59
Lappeenranta / Villmanstrand	1 508	8 %	29 %	9 %	1,5 %	199	130
Lapua / Lappo	62	1 %	2 %	0 %	0,0 %	63	52
Laukaa	460	7 %	24 %	5 %	1,3 %	182	122
Lavia	41	4 %	12 %	0 %	0,0 %	103	71
Lemi	88	6 %	50 %	19 %	4,5 %	310	199
Lemland	16	2 %	19 %	0 %	0,0 %	102	77
Lempäälä	394	6 %	43 %	16 %	2,0 %	251	181
Leppävirta	174	4 %	6 %	1 %	0,0 %	88	72
Lestijärvi	36	9 %	6 %	3 %	0,0 %	87	67
Lieksa	147	3 %	5 %	1 %	0,0 %	81	60
Lieto / Lundo	126	2 %	6 %	2 %	0,8 %	100	71
Liminka / Limingo	11	0 %	0 %	0 %	0,0 %	29	30
Liperi	282	6 %	19 %	8 %	3,5 %	189	106
Lohja / Lojo	487	4 %	17 %	3 %	0,0 %	131	95
Loimaa	310	5 %	13 %	3 %	0,3 %	129	91
Loppi	581	17 %	35 %	13 %	3,8 %	263	144
Loviisa / Lovisa	1 844	30 %	61 %	35 %	10,4 %	504	258
Luhanka	42	9 %	33 %	21 %	0,0 %	209	103
Lumijoki	9	1 %	0 %	0 %	0,0 %	40	35
Lumparland	1	1 %	100 %	0 %	0,0 %	299	299
Luoto / Larsmo	33	2 %	0 %	0 %	0,0 %	27	26
Luumäki	335	14 %	61 %	23 %	3,0 %	308	232
Luvia	42	3 %	0 %	0 %	0,0 %	55	48
Länsi-Turunmaa / Väståboland	173	3 %	6 %	0 %	0,0 %	76	60
Maalhti / Malax	32	1 %	3 %	0 %	0,0 %	63	56
Maaninka	51	3 %	16 %	0 %	0,0 %	105	82
Maarianhamina / Mariehamn	112	4 %	24 %	4 %	0,0 %	149	118
Marttila	19	2 %	16 %	0 %	0,0 %	105	75
Masku	123	3 %	6 %	1 %	0,0 %	86	71
Merijärvi	11	2 %	9 %	0 %	0,0 %	72	42
Merikarvia / Sastmola	51	3 %	2 %	2 %	2,0 %	61	35
Miehikkälä	144	12 %	55 %	23 %	2,8 %	311	209

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Mikkeli / S:t Michel	469	3 %	13 %	3 %	1,1 %	128	80
Muhos	79	2 %	1 %	0 %	0,0 %	49	42
Multia	57	6 %	11 %	0 %	0,0 %	90	68
Muonio	39	3 %	8 %	0 %	0,0 %	99	90
Mustasaari / Korsholm	89	1 %	6 %	1 %	0,0 %	71	46
Muurame	204	7 %	13 %	3 %	0,0 %	120	83
Mynämäki	331	10 %	16 %	5 %	2,1 %	148	83
Myrskylä / Mörskom	176	19 %	55 %	27 %	5,7 %	381	223
Mäntsälä	718	10 %	51 %	20 %	3,9 %	316	204
Mänttä-Vilppula	132	3 %	9 %	4 %	0,8 %	125	97
Mäntyharju	278	9 %	24 %	7 %	0,7 %	159	107
Naantali / Nådendal	167	3 %	10 %	2 %	0,0 %	99	69
Nakkila	50	2 %	0 %	0 %	0,0 %	54	52
Nastola	1 402	29 %	49 %	26 %	8,1 %	366	194
Nilsjä	79	3 %	5 %	0 %	0,0 %	54	40
Nivala	61	1 %	5 %	2 %	0,0 %	87	71
Nokia	591	7 %	39 %	15 %	1,4 %	234	164
Nousiainen / Nousis	35	2 %	0 %	0 %	0,0 %	73	64
Nummi-Pusula	122	4 %	19 %	5 %	0,8 %	149	112
Nurmes	81	2 %	21 %	5 %	2,5 %	268	122
Nurmijärvi	699	6 %	32 %	13 %	1,9 %	213	135
Närpiö / Närpes	176	4 %	0 %	0 %	0,0 %	45	35
Oravainen / Oravais	17	2 %	6 %	0 %	0,0 %	60	52
Orimattila	779	14 %	48 %	19 %	5,1 %	399	193
Oripää	62	9 %	18 %	0 %	0,0 %	115	91
Orivesi	175	5 %	21 %	5 %	1,7 %	151	92
Oulainen	32	1 %	0 %	0 %	0,0 %	70	68
Oulu / Uleåborg	256	1 %	0 %	0 %	0,0 %	43	37
Oulunsalo	33	1 %	0 %	0 %	0,0 %	39	39
Outokumpu	122	4 %	25 %	8 %	1,6 %	182	126
Padasjoki	134	8 %	38 %	18 %	5,2 %	295	133
Paimio / Pemar	126	4 %	13 %	3 %	0,0 %	107	75
Paltamo	45	2 %	0 %	0 %	0,0 %	62	56
Parikkala	202	7 %	27 %	14 %	4,0 %	213	122
Parkano	57	2 %	12 %	2 %	0,0 %	122	107
Pedersören kunta / Pedersöre	76	2 %	0 %	0 %	0,0 %	31	32
Pelkosenniemi	15	2 %	0 %	0 %	0,0 %	107	107
Pello	94	5 %	9 %	2 %	0,0 %	120	101

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Perho	34	3 %	3 %	0 %	0,0 %	77	68
Pertunmaa	104	9 %	15 %	3 %	1,0 %	125	88
Petäjavesi	96	6 %	19 %	3 %	0,0 %	127	94
Pieksämäki	170	2 %	3 %	1 %	0,0 %	68	51
Pielavesi	71	3 %	10 %	1 %	0,0 %	102	68
Pietarsaari / Jakobstad	112	2 %	0 %	0 %	0,0 %	31	29
Pihtipudas	70	3 %	11 %	0 %	0,0 %	113	93
Pirkkala / Birkala	574	13 %	36 %	9 %	0,0 %	189	161
Polvijärvi	127	5 %	10 %	2 %	0,0 %	103	70
Pomarkku / Påmark	32	3 %	16 %	3 %	0,0 %	112	63
Pori / Björneborg	321	1 %	7 %	2 %	0,0 %	79	46
Pornainen / Borgnäs	329	19 %	41 %	12 %	1,5 %	240	165
Porvoo / Borgå	1 701	13 %	39 %	15 %	3,2 %	268	158
Posio	39	2 %	3 %	0 %	0,0 %	88	76
Pudasjärvi	97	2 %	1 %	0 %	0,0 %	58	46
Pukkila	211	23 %	48 %	18 %	4,7 %	304	196
Punkaharju	55	3 %	11 %	2 %	0,0 %	102	72
Punkalaidun	43	3 %	21 %	5 %	0,0 %	139	87
Puolanka	40	2 %	8 %	5 %	2,5 %	117	60
Puumala	58	4 %	3 %	0 %	0,0 %	78	63
Pyhtää / Pyttis	449	19 %	64 %	31 %	8,7 %	455	257
Pyhäjoki	35	2 %	3 %	0 %	0,0 %	56	37
Pyhäjärvi	64	2 %	22 %	9 %	3,1 %	178	70
Pyhäntä	13	2 %	8 %	0 %	0,0 %	101	93
Pyhäranta	39	4 %	8 %	0 %	0,0 %	85	69
Pälkäne	165	5 %	33 %	13 %	3,6 %	261	145
Pöytyä	184	5 %	10 %	2 %	0,0 %	105	85
Raahe / Brahestad	51	1 %	0 %	0 %	0,0 %	51	43
Raasepori / Raseborg	683	7 %	12 %	3 %	0,0 %	111	78
Raisio / Reso	251	4 %	10 %	3 %	0,0 %	100	70
Rantasalmi	74	4 %	12 %	1 %	1,4 %	114	84
Ranua	80	4 %	8 %	3 %	1,3 %	95	54
Rauma / Raumo	290	2 %	6 %	1 %	0,0 %	86	63
Rautalampi	47	3 %	0 %	0 %	0,0 %	64	54
Rautavaara	38	4 %	3 %	0 %	0,0 %	56	50
Rautjärvi	92	5 %	5 %	1 %	0,0 %	88	66
Reisjärvi	32	2 %	3 %	3 %	0,0 %	102	80
Riihimäki	691	11 %	35 %	12 %	2,0 %	240	150
Ristiina	85	4 %	9 %	2 %	0,0 %	116	98

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Ristijärvi	22	3 %	0 %	0 %	0,0 %	85	75
Rovaniemi	399	2 %	15 %	4 %	1,5 %	158	98
Ruokolahti	337	13 %	40 %	13 %	2,1 %	243	159
Ruovesi	141	6 %	26 %	15 %	6,4 %	261	96
Rusko	100	5 %	11 %	5 %	1,0 %	127	77
Rääkkylä	43	3 %	9 %	0 %	0,0 %	88	65
Saarijärvi	314	7 %	23 %	6 %	0,6 %	166	119
Salla	161	8 %	12 %	2 %	0,0 %	112	88
Salo	594	3 %	11 %	2 %	0,2 %	113	83
Saltvik	18	2 %	33 %	6 %	0,0 %	140	74
Sastamala	298	3 %	20 %	9 %	1,7 %	174	92
Sauvo / Sagu	85	6 %	9 %	2 %	0,0 %	99	70
Savitaipale	451	23 %	42 %	22 %	6,4 %	312	162
Savonlinna / Nyslott	169	2 %	7 %	0 %	0,0 %	91	82
Savukoski	10	2 %	0 %	0 %	0,0 %	91	83
Seinäjoki	253	1 %	8 %	2 %	0,0 %	93	70
Sievi	66	3 %	15 %	3 %	0,0 %	115	86
Siikainen	35	4 %	0 %	0 %	0,0 %	58	51
Siikajoki	12	0 %	0 %	0 %	0,0 %	60	54
Siikalatva	91	3 %	7 %	1 %	0,0 %	82	60
Siilinjärvi	218	3 %	6 %	0 %	0,0 %	86	70
Simo	38	2 %	0 %	0 %	0,0 %	51	36
Sipoo / Sibbo	902	15 %	28 %	7 %	0,4 %	167	114
Siuntio / Sjundeå	119	5 %	22 %	8 %	1,7 %	169	105
Sodankylä	227	6 %	29 %	9 %	2,2 %	219	122
Soini	18	2 %	0 %	0 %	0,0 %	66	52
Somero	265	6 %	26 %	6 %	1,1 %	177	130
Sonkajärvi	73	3 %	3 %	0 %	0,0 %	67	60
Sotkamo	90	2 %	10 %	3 %	0,0 %	107	69
Sottunga	2	3 %	100 %	50 %	0,0 %	485	485
Sulkava	42	3 %	14 %	5 %	2,4 %	131	76
Sund	3	1 %	33 %	33 %	0,0 %	223	136
Suomenniemi	30	7 %	17 %	0 %	0,0 %	117	82
Suomussalmi	126	3 %	16 %	9 %	1,6 %	147	95
Suonenjoki	61	2 %	8 %	0 %	0,0 %	81	50
Sysmä	226	10 %	32 %	9 %	2,2 %	210	132
Säkylä	63	3 %	8 %	2 %	0,0 %	76	52
Taipalsaari	854	41 %	68 %	39 %	10,9 %	477	313
Taivalkoski	26	1 %	0 %	0 %	0,0 %	56	52

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Taivassalo / Tövsala	15	2 %	7 %	0 %	0,0 %	89	68
Tammela	202	7 %	40 %	20 %	7,4 %	331	161
Tampere / Tammerfors	2 745	9 %	46 %	22 %	8,7 %	471	179
Tarvasjoki	19	2 %	0 %	0 %	0,0 %	80	74
Tervo	19	2 %	0 %	0 %	0,0 %	64	60
Tervola	58	3 %	5 %	2 %	0,0 %	85	61
Teuva / Östermark	73	3 %	1 %	1 %	0,0 %	69	48
Tohmajärvi	126	5 %	25 %	14 %	6,3 %	267	112
Toholampi	10	1 %	0 %	0 %	0,0 %	89	85
Toivakka	76	7 %	20 %	8 %	1,3 %	167	105
Tornio / Torneå	62	1 %	3 %	0 %	0,0 %	61	51
Turku / Åbo	849	3 %	8 %	1 %	0,0 %	89	61
Tuusniemi	63	4 %	10 %	0 %	0,0 %	98	87
Tuusula / Tusby	728	7 %	31 %	9 %	1,8 %	200	137
Tyrnävä	14	1 %	0 %	0 %	0,0 %	38	30
Töysä	25	2 %	0 %	0 %	0,0 %	61	61
Ulvila / Ulvsby	112	2 %	5 %	1 %	0,0 %	75	45
Urdala	94	4 %	11 %	2 %	0,0 %	112	89
Utajärvi	51	4 %	2 %	0 %	0,0 %	59	54
Utsjoki	30	4 %	3 %	0 %	0,0 %	94	73
Uurainen	64	5 %	30 %	6 %	0,0 %	175	132
Uusikaarlepyy / Nykarleby	106	4 %	0 %	0 %	0,0 %	36	30
Uusikaupunki / Nystad	199	4 %	15 %	4 %	0,5 %	118	71
Vaala	66	4 %	5 %	2 %	0,0 %	83	66
Vaasa / Vasa	328	3 %	2 %	0 %	0,0 %	55	44
Valkeakoski	253	5 %	23 %	6 %	3,6 %	188	119
Valtimo	86	7 %	27 %	14 %	5,8 %	248	121
Vantaa / Vanda	2 386	7 %	28 %	8 %	0,8 %	171	116
Varkaus	260	4 %	6 %	0 %	0,0 %	79	63
Varpaisjärvi	60	4 %	0 %	0 %	0,0 %	51	45
Vehmaa	44	4 %	11 %	2 %	0,0 %	125	102
Vesanto	33	3 %	6 %	3 %	0,0 %	84	62
Vesilahti	68	4 %	24 %	1 %	0,0 %	140	107
Veteli / Vetil	56	4 %	11 %	2 %	0,0 %	106	74
Vieremä	144	8 %	13 %	4 %	1,4 %	131	87
Vihanti	70	5 %	13 %	4 %	1,4 %	128	50
Vihti / Vichtis	375	4 %	17 %	2 %	0,3 %	124	92
Viitasaari	81	3 %	5 %	0 %	0,0 %	85	77
Vimpeli	39	3 %	0 %	0 %	0,0 %	67	64

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Virolahti	192	10 %	51 %	18 %	4,7 %	277	201
Virrat / Virdois	116	4 %	7 %	1 %	0,0 %	102	83
Vårdö	0	0 %	–	–	–	–	–
Vähäkyrö / Lillkyro	39	2 %	15 %	0 %	0,0 %	93	56
Vöyri-Maksamaa / Vörå-Maxmo	47	2 %	0 %	0 %	0,0 %	49	44
Yli-li	28	3 %	0 %	0 %	0,0 %	49	42
Ylitornio / Övertorneå	100	4 %	16 %	7 %	1,0 %	152	113
Ylivieska	119	3 %	1 %	0 %	0,0 %	57	49
Ylöjärvi	1 207	11 %	34 %	11 %	2,7 %	233	141
Ypäjä	48	4 %	21 %	0 %	0,0 %	132	115
Ähtäri / Etseri	43	1 %	14 %	9 %	2,3 %	171	99
Äänekoski	303	5 %	23 %	8 %	2,3 %	184	115

LIITE 5. Pientaloasuntojen radonpitoisuus

Alueellisesti edustavat arviot on laskettu menetelmällä, joka ottaa huomioon mittausten epätasaisen alueellisen jakauman (liite 3). Tulokset on esitetty, jos painotettu mittaustiheys kunnassa on vähintään yksi mittaus neliökilometriä kohti.

BILAGA 5. Radonhalten i småhusbostäder

De regionalt representativa värdena har beräknats med en metod som tar hänsyn till mätningarnas ojämna regionala fördelning (bilaga 3). Resultaten presenteras om den viktade mätfrekvensen i kommunen är minst en mätning per kvadratkilometer.

APPENDIX 5. Radon concentration in houses

Regionally representative estimates have been calculated using a method that takes into account the irregular regional distribution of the measurements (Appendix 3). Results are shown if the weighted measurement density in a municipality is at least one measurement per km².

Keskiarvo = Medelvärde / Average

Ylitysten osuus = Andel överskridningar / Proportion exceeding

Ylitysten lukumäärä = Antal överskridningar / Number exceeding

Painotettu mittaustiheys = Viktad mätfrekvens / Weighted measurement density

* Kts. liite 3. Arvio on sitä luotettavampi, mitä suurempi painotettu mittaustiheys on.

Se bilaga 3. Ju större viktad mätfrekvens, desto tillförlitligare beräkning.

See Appendix 3. The greater the weighted measurement density, the more reliable the estimate.

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Akaa	153	25 %	5 %	1 063	194	7,1
Alavieska	61	3 %	1 %	28	7	2,7
Artjärvi / Artsjö	232	45 %	21 %	284	133	1,5
Asikkala	202	27 %	10 %	840	318	7,6
Askola	332	50 %	18 %	930	340	7,6
Aura	109	6 %	1 %	85	21	4,1
Enonkoski	108	1 %	0 %	6	0	1,2
Espoo / Esbo	144	20 %	5 %	8 754	2 110	27,5

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Eura	83	7 %	0 %	375	0	2,4
Eurajoki / Euraåminne	138	24 %	3 %	565	81	1,8
Forssa	187	25 %	4 %	1 060	155	6,7
Haapavesi	117	8 %	3 %	217	83	2,1
Halsua	101	7 %	1 %	35	7	1,3
Hamina / Fredrikshamn	239	40 %	14 %	3 009	1 079	11,1
Hankasalmi	83	5 %	0 %	126	3	3,0
Hanko / Hangö	96	8 %	3 %	243	90	12,3
Harjavalta	72	3 %	0 %	85	0	2,8
Hartola	179	25 %	6 %	356	87	5,4
Hattula	226	42 %	10 %	1 453	328	6,6
Hausjärvi	289	47 %	19 %	1 526	619	11,5
Heinola	221	35 %	12 %	1 880	660	23,5
Heinävesi	81	5 %	1 %	80	11	2,5
Helsinki / Helsingfors	137	17 %	4 %	6 947	1 593	27,1
Hirvensalmi	110	10 %	0 %	118	0	1,4
Hollola	412	60 %	31 %	3 787	1 990	64,8
Huittinen	102	7 %	1 %	285	51	1,6
Humppila	563	54 %	29 %	498	264	3,1
Hyrnsalmi	187	33 %	12 %	402	142	2,1
Hyvinkää / Hyvinge	252	39 %	11 %	3 859	1 091	36,2
Hämeenkoski	416	55 %	27 %	509	245	23,7
Hämeenkyrö / Tavastkyro	128	14 %	4 %	523	156	8,6
Hämeenlinna / Tavastehus	202	33 %	10 %	5 863	1 730	23,9
Iisalmi / Idensalmi	74	3 %	1 %	153	42	3,1
Iitti	278	47 %	13 %	1 353	365	10,2
Ikaalinen / Ikaalis	92	4 %	1 %	97	31	2,5
Ilmajoki	94	4 %	0 %	196	0	1,1
Iloantsi / Iloants	113	10 %	2 %	263	49	3,8
Imatra	191	29 %	9 %	2 507	802	17,3
Inkoo / Ingå	111	16 %	4 %	328	72	3,8
Janakkala	301	44 %	16 %	2 323	865	30,9
Joensuu	130	13 %	3 %	2 563	629	7,2
Jokioinen / Jockis	178	22 %	7 %	468	156	5,7
Joroinen / Jorois	87	7 %	0 %	150	0	6,4
Joutsa	187	26 %	7 %	561	159	8,9
Juankoski	72	4 %	0 %	89	0	1,7
Juupajoki	106	9 %	1 %	69	5	1,8
Jyväskylä	136	17 %	4 %	4 348	955	12,9

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Jämsä	115	11 %	1 %	862	54	3,8
Järvenpää / Träskända	232	41 %	14 %	3 910	1315	23,3
Kaarina / S:t Karins	72	4 %	0 %	395	0	4,6
Kaavi	98	8 %	0 %	116	0	2,2
Kajaani / Kajana	124	9 %	5 %	921	482	11,8
Kalajoki	51	1 %	0 %	57	3	1,4
Kangasala	299	45 %	15 %	3 546	1 170	14,7
Kangasniemi	103	6 %	1 %	144	29	7,0
Kankaanpää	111	10 %	2 %	449	70	3,5
Kannus	57	0 %	0 %	0	0	1,8
Karjalohja / Karislojo	256	31 %	12 %	192	77	3,3
Karkkila / Högfors	134	20 %	4 %	561	120	13,5
Karstula	89	11 %	1 %	203	11	2,4
Kaskinen / Kaskö	34	0 %	0 %	0	0	5,7
Kauniainen / Grankulla	221	36 %	16 %	678	296	65,8
Kaustinen / Kaustby	55	0 %	0 %	0	0	2,4
Keitele	99	4 %	1 %	39	13	2,9
Kemi	50	0 %	0 %	0	0	4,3
Kemijärvi	188	31 %	9 %	905	266	4,4
Keminmaa	81	4 %	3 %	125	81	2,4
Kempele	60	0 %	0 %	0	0	2,1
Kerava / Kervo	168	26 %	8 %	1 573	506	32,5
Kerimäki	83	4 %	0 %	96	5	2,1
Kesälahti	238	53 %	7 %	592	78	2,1
Keuruu	101	12 %	0 %	407	10	4,2
Kiikoinen	93	9 %	0 %	50	0	1,1
Kiiminki	64	0 %	0 %	0	0	1,1
Kinnula	88	0 %	0 %	0	0	2,1
Kirkkonummi / Kyrkslätt	157	21 %	6 %	2 209	629	10,8
Kitee	301	39 %	18 %	1 235	559	2,9
Kittilä	136	13 %	5 %	314	113	1,1
Kiuruvesi	81	5 %	1 %	190	21	3,5
Kivijärvi	191	24 %	7 %	124	39	1,9
Kokkola / Karleby	36	0 %	0 %	20	8	1,8
Kolari	284	33 %	12 %	526	195	1,4
Konnevesi	87	3 %	0 %	37	0	2,6
Kontiolahdi	122	10 %	2 %	509	111	4,8
Koski Tl	104	4 %	0 %	44	0	1,2
Kotka	284	50 %	22 %	6 122	2 742	50,0

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Kouvola	265	50 %	17 %	13 353	4 458	25,2
Kristiinankaupunki / Kristinestad	67	3 %	0 %	80	0	2,1
Kruunupyö / Kronoby	48	0 %	0 %	0	0	1,6
Kuhmo	92	6 %	0 %	212	0	2,1
Kuhmoinen	269	49 %	16 %	541	179	4,9
Kuopio	78	4 %	1 %	588	88	5,5
Kuortane	71	1 %	0 %	15	0	1,3
Kurikka	104	19 %	4 %	1 054	199	1,8
Kuusamo	67	1 %	0 %	50	0	1,2
Kärkölä	313	53 %	19 %	1 033	370	18,8
Köyliö / Kjulo	83	9 %	0 %	101	0	1,2
Lahti / Lahtis	393	52 %	23 %	7 591	3 434	26,9
Laitila	176	24 %	4 %	691	126	1,4
Lapinjärvi / Lapträsk	533	61 %	31 %	772	391	4,5
Lapinlahti	99	9 %	0 %	275	0	1,5
Lappeenranta / Villmanstrand	184	25 %	8 %	4 325	1 359	13,9
Lapua / Lappo	57	1 %	0 %	25	0	1,5
Laukaa	172	22 %	4 %	1 430	276	6,6
Lavia	132	22 %	0 %	199	0	1,3
Lemi	235	40 %	15 %	516	188	2,6
Lempäälä	255	44 %	17 %	2 650	1 001	8,4
Leppävirta	77	2 %	0 %	99	2	5,1
Lieksa	53	0 %	0 %	14	3	1,4
Lieto / Lundo	91	5 %	2 %	243	88	2,3
Liperi	172	16 %	5 %	732	235	2,6
Lohja / Lojo	119	13 %	3 %	1 329	321	7,2
Loimaa	108	10 %	1 %	602	71	3,0
Loppi	239	34 %	11 %	1 026	322	18,4
Loviisa / Lovisa	488	62 %	38 %	3 414	2 101	28,2
Luhanka	237	58 %	26 %	217	96	1,1
Luumäki	301	62 %	20 %	1 345	434	11,9
Luvia	52	0 %	0 %	0	0	2,0
Länsi-Turunmaa / Västaboland	77	7 %	0 %	352	0	2,0
Maaninka	122	33 %	0 %	525	0	1,1
Maarianhamina / Mariehamn	142	23 %	3 %	563	76	10,3
Masku	83	4 %	1 %	123	43	2,1

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Miehikkälä	308	54 %	27 %	545	266	2,6
Mikkeli / S:t Michel	102	10 %	1 %	1 309	177	4,4
Muhos	45	1 %	0 %	21	0	1,1
Multia	78	7 %	0 %	60	0	2,4
Muurame	102	9 %	2 %	252	67	7,2
Mynämäki	153	16 %	6 %	501	183	6,7
Myrskylä / Mörskom	425	60 %	34 %	504	282	5,1
Mäntsälä	284	50 %	18 %	3 213	1165	9,9
Mänttä-Vilppula	128	9 %	3 %	326	123	2,9
Mäntyharju	134	17 %	2 %	439	57	6,5
Naantali / Nådendal	99	8 %	2 %	408	93	6,8
Nakkila	49	0 %	0 %	0	0	1,2
Nastola	335	47 %	24 %	2 133	1 083	37,3
Nilsjä	43	3 %	0 %	89	0	2,5
Nokia	221	35 %	13 %	2 901	1 057	18,5
Nousiainen / Nousis	68	0 %	0 %	0	0	1,0
Nummi-Pusula	147	24 %	2 %	590	47	1,4
Nurmes	203	19 %	8 %	604	248	1,7
Nurmijärvi	158	25 %	6 %	2 918	734	7,5
Närpiö / Närpes	53	0 %	0 %	0	0	1,1
Orimattila	373	49 %	17 %	2 460	876	15,3
Oripää	121	21 %	0 %	122	0	3,1
Orivesi	128	18 %	2 %	594	77	4,6
Oulainen	82	0 %	0 %	0	0	1,4
Oulu / Uleåborg	43	0 %	0 %	0	0	2,7
Oulunsalo	40	0 %	0 %	0	0	2,6
Outokumpu	151	23 %	2 %	647	66	5,7
Padasjoki	191	28 %	9 %	391	121	2,7
Paimio / Pemar	98	10 %	2 %	316	58	3,4
Paltamo	75	0 %	0 %	0	0	1,3
Parikkala	197	25 %	15 %	618	374	3,8
Parkano	121	10 %	2 %	248	46	1,2
Pedersören kunta / Pedersöre	30	0 %	0 %	0	0	1,4
Pello	125	11 %	4 %	187	72	1,6
Perho	74	1 %	0 %	12	0	1,2
Pertunmaa	149	20 %	4 %	183	38	3,0
Petäjävesi	110	17 %	1 %	262	20	3,9
Pieksämäki	79	5 %	3 %	285	174	2,8

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Pietarsaari / Jakobstad	30	0 %	0 %	0	0	6,3
Pihtipudas	112	2 %	0 %	36	0	1,3
Pirkkala / Birkala	183	33 %	9 %	1 461	378	29,5
Polvijärvi	117	17 %	2 %	357	51	1,9
Pomarkku / Pärnå	140	13 %	11 %	129	107	1,4
Pori / Björneborg	54	2 %	1 %	406	115	2,8
Pornainen / Borgnäs	224	39 %	9 %	649	149	13,8
Porvoo / Borgå	232	36 %	13 %	4 529	1 674	22,2
Pukkila	385	62 %	22 %	505	178	5,0
Punkalaidun	137	18 %	3 %	262	37	1,3
Puolanka	139	17 %	7 %	233	93	1,6
Puumala	100	18 %	0 %	193	0	1,1
Pyhtää / Pyttis	443	64 %	31 %	1 319	638	17,9
Pyhäjoki	66	0 %	0 %	0	0	1,0
Pyhäjärvi	111	24 %	3 %	552	77	1,1
Pälkäne	286	35 %	16 %	955	433	4,3
Pöytyä	104	9 %	1 %	298	50	2,8
Raahe / Brahestad	59	0 %	0 %	0	0	1,6
Raasepori / Raseborg	101	10 %	2 %	833	147	7,2
Raisio / Reso	92	9 %	1 %	545	75	8,9
Ranua	61	1 %	0 %	12	5	1,2
Rauma / Raumo	81	5 %	0 %	516	52	4,3
Rautavaara	64	7 %	0 %	56	0	1,7
Rautjärvi	84	2 %	0 %	33	1	2,1
Riihimäki	197	32 %	9 %	1 954	539	24,9
Ristiina	108	7 %	2 %	137	30	3,4
Rovaniemi	145	13 %	3 %	1 865	444	3,6
Ruokolahti	276	47 %	16 %	1 073	373	11,2
Ruovesi	321	34 %	21 %	634	395	3,9
Rusko	116	9 %	4 %	175	79	4,1
Saarijärvi	155	19 %	5 %	741	194	3,8
Salla	119	13 %	2 %	216	28	5,0
Salo	97	8 %	1 %	1 543	152	2,6
Sastamala	132	22 %	4 %	1 882	341	2,1
Sauvo / Sagu	95	9 %	2 %	118	20	2,9
Savitaipale	304	40 %	20 %	673	337	34,7
Savonlinna / Nyslott	97	3 %	0 %	227	0	2,8
Seinäjoki	98	8 %	3 %	1 517	553	2,7
Sievi	97	11 %	1 %	199	11	1,0

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Siilinjärvi	87	5 %	0 %	337	1	3,3
Sipoo / Sibbo	159	27 %	6 %	1 515	339	8,3
Siuntio / Sjundeå	171	17 %	9 %	354	187	2,1
Sodankylä	192	26 %	6 %	918	194	6,8
Somero	179	31 %	7 %	1 178	263	5,3
Sonkajärvi	66	1 %	0 %	22	0	1,7
Suomenniemi	138	24 %	0 %	86	0	1,1
Suomussalmi	114	8 %	6 %	295	201	1,2
Suonenjoki	103	13 %	0 %	326	0	1,9
Sysmä	208	39 %	8 %	739	153	10,8
Säkylä	70	6 %	1 %	106	26	2,9
Taipalsaari	445	61 %	33 %	1 151	620	73,6
Tammela	301	42 %	16 %	1 028	397	5,5
Tampere / Tammerfors	297	41 %	15 %	11 800	4 278	31,3
Teuva / Östermark	66	0 %	0 %	0	0	1,0
Tohmajärvi	159	13 %	6 %	277	121	1,4
Toivakka	122	9 %	1 %	90	14	2,0
Tornio / Torneå	52	0 %	0 %	3	0	1,0
Turku / Åbo	86	7 %	1 %	1 775	308	9,9
Tuusniemi	117	20 %	0 %	247	0	2,2
Tuusula / Tusby	184	29 %	8 %	3 074	814	11,6
Ulvila / Ulvsby	59	1 %	0 %	60	0	2,7
Urkala	107	4 %	2 %	89	46	1,6
Uurainen	164	25 %	5 %	308	66	1,0
Uusikaarlepyy / Nykarleby	31	0 %	0 %	0	0	2,5
Uusikaupunki / Nystad	141	19 %	7 %	935	348	3,6
Vaala	88	2 %	0 %	34	0	1,5
Vaasa / Vasa	54	1 %	0 %	143	0	7,6
Valkeakoski	186	22 %	5 %	1 166	278	7,1
Valtimo	279	33 %	18 %	350	190	4,4
Vantaa / Vanda	158	26 %	6 %	8 810	2120	26,5
Varkaus	70	3 %	0 %	206	8	6,8
Varpaisjärvi	44	0 %	0 %	0	0	2,5
Vehmaa	105	5 %	1 %	54	14	2,1
Vesilahti	164	33 %	4 %	515	65	2,1
Veteli / Vetil	102	10 %	0 %	139	4	1,2
Vieremä	145	15 %	5 %	244	72	12,1
Vihanti	73	6 %	2 %	83	26	1,2
Vihti / Vichtis	112	13 %	1 %	1 158	93	4,6

Kunta / Kommun / Municipality	Keskiarvo, Bq/m ³	Ylitysten osuus		Ylitysten lukumäärä		Painotettu mittaus- tiheys, km ^{-2*}
		> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Viitasaari	107	19 %	0 %	503	0	1,2
Virolahti	257	47 %	17 %	718	263	3,8
Virrat / Virdois	113	7 %	0 %	178	0	2,6
Ylitornio / Övertorneå	159	16 %	5 %	338	101	1,7
Ylivieska	55	1 %	0 %	30	0	3,4
Ylöjärvi	206	33 %	9 %	3 300	900	27,7
Ypäjä	162	30 %	0 %	321	0	2,4
Ähtäri / Etseri	234	22 %	11 %	556	280	2,2
Äänekoski	173	23 %	7 %	1 430	412	4,3

LIITE 6. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo mitatuissa uusissa pientaloasunnoissa (valmistumisvuosi 2000–2008)

Taulukossa ovat kunnat, joissa on mitattu vähintään 20 uutta pientaloasuntoa.

BILAGA 6. Årsmedelvärdet för radonhalten i nya mätta småhusbostäder (byggår 2000–2008)

Tabellen innehåller kommuner där minst 20 nya småhusbostäder har mätts.

APPENDIX 6. Annual average value of radon concentration in new houses measured (year of construction 2000–2008)

The table shows municipalities where at least 20 new houses were measured.

N = Mitattuja asuntoja / Mätta bostäder / Measured dwellings

f = Mitattujen osuus kaikista asunnoista / Andelen bostäder som mätts, av alla bostäder / Percentage of dwellings measured

Ylitysten osuus = Andel överskridningar / Proportion exceeding

Ka = Keskiarvo / Medelvärde / Average

Med. = Mediaani / Median

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Asikkala	23	6 %	26 %	4 %	4 %	194	139
Askola	28	8 %	29 %	4 %	0 %	174	134
Espoo / Esbo	536	6 %	25 %	7 %	0 %	157	110
Hamina / Fredrikshamn	44	6 %	34 %	14 %	2 %	216	174
Hausjärvi	41	9 %	27 %	7 %	0 %	167	113
Heinola	58	12 %	19 %	5 %	0 %	138	113
Helsinki / Helsingfors	164	3 %	26 %	6 %	0 %	148	100
Hollola	161	17 %	40 %	25 %	6 %	287	164
Hyvinkää / Hyvinge	192	11 %	25 %	7 %	1 %	165	120
Hämeenkyrö / Tavastkyro	23	4 %	17 %	0 %	0 %	106	75
Hämeenlinna / Tavastehus	168	7 %	26 %	5 %	0 %	147	115
Ilmajoki	24	4 %	4 %	0 %	0 %	71	53
Inkoo / Ingå	26	8 %	23 %	4 %	0 %	145	103
Janakkala	46	6 %	20 %	11 %	2 %	273	71
Joensuu	69	3 %	13 %	4 %	1 %	198	110

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Jyväskylä	365	9 %	26 %	8 %	1 %	195	120
Jämsä	50	9 %	12 %	6 %	4 %	182	76
Järvenpää / Träskända	62	4 %	34 %	15 %	2 %	233	139
Kaarina / S:t Karins	20	1 %	0 %	0 %	0 %	68	55
Kajaani / Kajana	31	4 %	19 %	3 %	0 %	123	90
Kangasala	105	6 %	36 %	10 %	2 %	200	136
Kerava / Kervo	81	8 %	37 %	14 %	2 %	230	138
Kirkkonummi / Kyrkslätt	249	10 %	32 %	15 %	3 %	257	125
Kontiolahti	125	11 %	14 %	2 %	2 %	213	106
Kotka	110	12 %	46 %	25 %	1 %	251	189
Kouvola	185	10 %	32 %	9 %	1 %	177	125
Kuopio	32	1 %	0 %	0 %	0 %	62	60
Lahti / Lahtis	98	4 %	34 %	16 %	9 %	384	141
Lappeenranta / Villmanstrand	139	7 %	24 %	7 %	0 %	167	124
Laukaa	48	5 %	13 %	2 %	2 %	196	94
Lempäälä	52	4 %	35 %	8 %	0 %	186	127
Liperi	45	7 %	18 %	9 %	0 %	170	112
Lohja / Lojo	38	2 %	18 %	11 %	0 %	138	67
Loppi	49	10 %	20 %	4 %	2 %	163	116
Loviisa / Lovisa	50	13 %	44 %	26 %	4 %	294	152
Luumäki	29	11 %	59 %	31 %	0 %	329	246
Länsi-Turunmaa / Väståboland	20	4 %	5 %	0 %	0 %	68	57
Masku	23	4 %	9 %	0 %	0 %	73	61
Mikkeli / S:t Michel	41	3 %	15 %	0 %	0 %	111	98
Muurame	43	7 %	14 %	0 %	0 %	129	121
Mäntsälä	88	7 %	45 %	14 %	1 %	216	192
Naantali / Nädendal	21	2 %	5 %	0 %	0 %	92	85
Nastola	263	41 %	19 %	5 %	0 %	141	93
Nokia	54	3 %	15 %	2 %	0 %	128	100
Nurmijärvi	62	2 %	23 %	6 %	0 %	135	113
Orimattila	66	11 %	41 %	15 %	3 %	241	161
Pirkkala / Birkala	138	12 %	32 %	9 %	0 %	179	142
Pornainen / Borgnäs	35	8 %	43 %	20 %	0 %	243	145
Porvoo / Borgå	117	6 %	17 %	9 %	1 %	168	91
Raasepori / Raseborg	38	5 %	26 %	11 %	0 %	182	115
Raisio / Reso	27	3 %	7 %	0 %	0 %	89	66
Riihimäki	94	8 %	33 %	5 %	0 %	165	118

Kunta / Kommun / Municipality	N	f	Ylitysten osuus			Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³
			> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 1 000 Bq/m ³		
Savitaipale	57	42 %	23 %	7 %	0 %	159	96
Siilinjärvi	50	6 %	4 %	0 %	0 %	61	51
Sipoo / Sibbo	84	9 %	36 %	8 %	1 %	185	116
Taipalsaari	51	17 %	73 %	31 %	8 %	382	289
Tampere / Tammerfors	186	5 %	26 %	9 %	1 %	179	89
Turku / Åbo	58	2 %	10 %	0 %	0 %	91	67
Tuusula / Tusby	151	6 %	32 %	9 %	2 %	194	127
Vaasa / Vasa	36	2 %	0 %	0 %	0 %	57	48
Vantaa / Vanda	285	4 %	27 %	10 %	2 %	191	108
Vihti / Vichtis	39	2 %	13 %	0 %	0 %	88	60
Ylöjärvi	120	6 %	18 %	3 %	1 %	124	81
Äänekoski	20	3 %	20 %	0 %	0 %	129	104

LIITE 7. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo kerrostaloasunnoissa

Luettelossa ovat kunnat, joissa on mitattu vähintään yksi kerrostaloasunto.

BILAGA 7. Årsmedelvärdet för radonhalten i bostäder i flervåningshus

Förteckningen innehåller kommunen där minst en bostad i flervåningshus har mätts.

APPENDIX 7. Annual average value of radon concentration in apartments

Listed are municipalities where at least one apartment was measured.

N = Mitattuja asuntoja / Mätta bostäder / Measured dwellings

Ka = Keskiarvo / Medelvärde / Average

Med. = Mediaani / Median

Ylitysten lukumäärä = Antal överskridningar / Number exceeding

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Akaa	6	66	45	0	0
Alajärvi	2	94	94	0	0
Artjärvi / Artsjö	2	229	229	2	0
Asikkala	16	166	62	5	1
Brändö	3	41	28	0	0
Espoo / Esbo	233	100	63	25	9
Forssa	7	42	40	0	0
Geta	1	54	54	0	0
Haapavesi	2	31	31	0	0
Hamina / Fredrikshamn	18	232	83	3	1
Hankasalmi	1	132	132	0	0
Hanko / Hangö	12	72	51	1	0
Harjavalta	1	42	42	0	0
Hartola	7	338	405	4	4
Hattula	2	44	44	0	0
Hausjärvi	4	208	245	2	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Heinola	42	194	81	8	6
Heinävesi	2	43	43	0	0
Helsinki / Helsingfors	958	90	55	91	24
Hollola	96	504	361	58	45
Huittinen	5	54	36	0	0
Humppila	2	298	298	1	1
Hyrnsalmi	1	60	60	0	0
Hyvinkää / Hyvinge	79	123	76	16	2
Hämeenkyrö / Tavastkyro	4	99	84	0	0
Hämeenlinna / Tavastehus	49	79	64	4	0
Iisalmi / Idensalmi	9	36	33	0	0
Iitti	1	89	89	0	0
Ikaalinen / Ikaalis	4	114	93	1	0
Ilomantsi / Ilomants	1	41	41	0	0
Imatra	41	85	48	4	1
Jalasjärvi	1	25	25	0	0
Janakkala	20	247	87	7	5
Joensuu	44	80	52	2	1
Jokioinen / Jockis	2	838	838	1	1
Jomala	1	84	84	0	0
Joroinen / Jorois	2	25	25	0	0
Joutsa	8	95	41	1	0
Juankoski	2	24	24	0	0
Juuka	1	44	44	0	0
Jyväskylän	205	117	57	22	9
Jämsä	12	95	33	2	1
Järvenpää / Träskända	37	150	119	10	1
Kaarina / S:t Karins	11	56	46	0	0
Kajaani / Kajana	58	122	57	5	4
Kalajoki	1	30	30	0	0
Kangasala	31	556	136	12	9
Kangasniemi	16	207	185	6	1
Kankaanpää	4	74	72	0	0
Kannus	1	18	18	0	0
Karjalohja / Karislojo	1	54	54	0	0
Karkkila / Högfors	5	49	48	0	0
Karstula	2	77	77	0	0
Kaskinen / Kaskö	3	125	105	0	0
Kauhajoki	1	26	26	0	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Kauhava	2	65	65	0	0
Kauniainen / Grankulla	10	162	111	2	1
Kaustinen / Kaustby	1	65	65	0	0
Keitele	2	1100	1100	1	1
Kemi	11	73	34	1	0
Kemijärvi	6	51	47	0	0
Keminmaa	2	69	69	0	0
Kemiönsaari / Kimitoön	24	77	56	1	0
Kerava / Kervo	55	206	83	11	7
Kesälahti	2	68	68	0	0
Keuruu	7	55	50	0	0
Kihniö	1	102	102	0	0
Kiikoinen	1	120	120	0	0
Kirkkonummi / Kyrkslätt	17	64	40	0	0
Kitee	3	416	509	2	2
Kittilä	2	24	24	0	0
Kiuruvesi	5	56	27	0	0
Kokemäki / Kumo	3	140	82	1	0
Kokkola / Karleby	13	28	30	0	0
Konnevesi	1	43	43	0	0
Korsnäs	1	12	12	0	0
Kotka	150	296	140	58	31
Kouvola	150	168	98	39	17
Kristiinankaupunki / Kristinestad	3	29	34	0	0
Kruunupyö / Kronoby	2	31	31	0	0
Kuhmo	8	39	31	0	0
Kuhmoinen	3	110	110	0	0
Kuopio	84	51	35	5	1
Kustavi / Gustavs	3	62	57	0	0
Kuusamo	11	47	42	0	0
Kärkölä	3	92	114	0	0
Lahti / Lahtis	207	805	115	77	59
Laitila	6	142	98	2	0
Lapinjärvi / Lapträsk	3	197	178	1	0
Lappajärvi	1	56	56	0	0
Lappeenranta / Villmanstrand	68	155	56	6	3
Lapua / Lappo	2	44	44	0	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Laukaa	5	133	75	1	1
Lavia	1	50	50	0	0
Lempäälä	14	508	89	4	3
Leppävirta	8	54	38	0	0
Lieksa	5	89	72	0	0
Lieto / Lundo	9	52	54	0	0
Liperi	6	690	190	3	2
Lohja / Lojo	21	97	63	1	1
Loimaa	6	51	46	0	0
Loppi	3	39	42	0	0
Loviisa / Lovisa	78	261	155	32	13
Luoto / Larsmo	1	30	30	0	0
Luumäki	1	80	80	0	0
Länsi-Turunmaa / Väståboland	2	38	38	0	0
Maalahti / Malax	1	25	25	0	0
Maarianhamina / Mariehamn	9	66	51	0	0
Mikkeli / S:t Michel	33	53	46	1	0
Multia	1	31	31	0	0
Mustasaari / Korsholm	2	41	41	0	0
Muurame	3	46	38	0	0
Mynämäki	3	1 184	432	2	2
Myrskylä / Mörskom	1	81	81	0	0
Mäntsälä	35	276	243	21	7
Mänttä-Vilppula	4	95	51	1	0
Mäntyharju	1	109	109	0	0
Naantali / Nådendal	15	52	36	0	0
Nastola	52	554	191	26	13
Nilsjä	1	49	49	0	0
Nokia	22	169	59	6	4
Nurmes	2	132	132	1	0
Nurmijärvi	15	160	74	3	1
Närpiö / Närpes	5	34	40	0	0
Oravainen / Oravais	1	31	31	0	0
Orimattila	36	180	134	9	2
Orivesi	4	96	59	1	0
Oulu / Uleåborg	68	35	31	0	0
Outokumpu	3	59	53	0	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Paimio / Pemar	2	76	76	0	0
Paltamo	3	21	24	0	0
Parikkala	6	396	449	4	4
Pedersören kunta / Pedersöre	3	32	31	0	0
Pello	1	62	62	0	0
Pieksämäki	9	45	34	0	0
Pielavesi	1	22	22	0	0
Pietarsaari / Jakobstad	6	19	20	0	0
Pirkkala / Birkala	18	155	114	5	2
Polvijärvi	1	42	42	0	0
Pori / Björneborg	38	45	32	1	1
Pornainen / Borgnäs	2	38	38	0	0
Porvoo / Borgå	58	160	124	16	4
Punkaharju	2	105	105	0	0
Puolanka	1	132	132	0	0
Pyhtää / Pyttis	2	54	54	0	0
Pälkäne	1	28	28	0	0
Pöytyä	2	137	137	0	0
Raahe / Brahestad	3	27	26	0	0
Raasepori / Raseborg	23	70	50	1	0
Raisio / Reso	14	56	48	0	0
Rantasalmi	1	123	123	0	0
Rauma / Raumo	14	45	47	0	0
Rautjärvi	1	31	31	0	0
Riihimäki	24	102	67	1	1
Rovaniemi	26	84	38	2	2
Ruokolahti	4	209	178	2	1
Ruovesi	3	82	35	0	0
Saarijärvi	19	149	135	5	1
Salo	13	87	56	1	0
Sastamala	6	152	106	1	1
Saavo / Sagu	3	121	147	0	0
Savitaipale	2	42	42	0	0
Savonlinna / Nyslott	10	55	33	0	0
Seinäjoki	8	41	37	0	0
Siikainen	1	796	796	1	1
Siilinjärvi	8	73	38	1	0
Sipoo / Sibbo	10	63	52	0	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Siuntio / Sjundeå	1	36	36	0	0
Sodankylä	3	987	107	1	1
Somero	4	40	41	0	0
Sotkamo	5	72	46	0	0
Suomenniemi	1	33	33	0	0
Suomussalmi	3	51	46	0	0
Suonenjoki	2	24	24	0	0
Sysmä	3	67	70	0	0
Säkylä	3	39	37	0	0
Taivassalo / Tövsala	1	42	42	0	0
Tammela	2	155	155	1	0
Tampere / Tammerfors	576	522	107	201	124
Tervola	3	28	26	0	0
Tornio / Torneå	8	32	33	0	0
Turku / Åbo	176	61	40	6	2
Tuusula / Tusby	21	222	123	7	4
Ulvila / Ulvsby	5	57	45	0	0
Urjala	1	83	83	0	0
Uusikaarlepyy / Nykarleby	1	22	22	0	0
Uusikaupunki / Nystad	6	42	46	0	0
Vaasa / Vasa	43	37	33	0	0
Valkeakoski	17	100	59	2	1
Vantaa / Vanda	178	92	60	13	5
Varkaus	16	45	36	0	0
Varpaisjärvi	1	112	112	0	0
Vieremä	2	46	46	0	0
Vihti / Vichtis	5	45	49	0	0
Viitasaari	2	31	31	0	0
Virrat / Virdois	2	46	46	0	0
Vähäkyrö / Lillkyro	4	55	52	0	0
Ylitornio / Övertorneå	2	75	75	0	0
Ylivieska	2	16	16	0	0
Ylöjärvi	17	232	110	5	2
Ypäjä	1	249	249	1	0
Ähtäri / Etseri	2	57	57	0	0
Äänekoski	10	107	65	2	0

LIITE 8. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo kerrostaloasunnoissa, joiden alapuolella on maata tai kalliota

Luettelossa ovat kunnat, joissa on mitattu vähintään yksi maata vasten sijaitseva kerrostaloasunto.

BILAGA 8. Årsmedelvärden för radonhalten i bostäder i flervåningshus som står på jord eller berg

Förteckningen innehåller kommunen där minst en bostad i flervåningshus på jord eller berg har mätts.

APPENDIX 8. Annual average values of radon concentration in apartments with soil or rock underneath

Listed are municipalities where at least one apartment built directly on soil was measured.

N = Mitattuja asuntoja / Mätta bostäder / Measured dwellings

Ka = Keskiarvo / Medelvärde / Average

Med. = Mediaani / Median

Ylitysten lukumäärä = Antal överskridningar / Number exceeding

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Alajärvi	1	117	117	0	0
Asikkala	5	301	150	2	1
Espoo / Esbo	54	183	115	18	7
Forssa	1	80	80	0	0
Hamina / Fredrikshamn	8	136	83	2	0
Hanko / Hangö	2	98	98	0	0
Hartola	4	433	453	3	3
Hausjärvi	1	316	316	1	0
Heinola	13	318	120	5	3
Heinävesi	1	47	47	0	0
Helsinki / Helsingfors	220	133	86	45	8
Höllola	52	735	625	45	38
Huittinen	1	123	123	0	0

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Hyvinkää / Hyvinge	30	175	148	13	1
Hämeenkyrö / Tavastkyro	1	88	88	0	0
Hämeenlinna / Tavastehus	9	83	73	1	0
Ikaalinen / Ikalis	1	115	115	0	0
Imatra	2	286	286	1	0
Jalasjärvi	1	25	25	0	0
Janakkala	6	460	461	5	4
Joensuu	10	140	75	1	1
Joutsa	6	74	38	0	0
Jyväskylä	43	232	113	11	5
Järvenpää / Träskända	15	248	247	9	1
Kajaani / Kajana	12	271	105	4	3
Kangasala	11	1042	525	8	6
Kangasniemi	10	213	181	4	1
Karkkila / Högfors	1	66	66	0	0
Karstula	2	77	77	0	0
Kauniainen / Grankulla	4	244	144	2	1
Keitele	1	87	87	0	0
Kemijärvi	1	83	83	0	0
Kemiönsaari / Kimitoön	10	47	45	0	0
Kerava / Kervo	13	539	222	7	4
Kirkkonummi / Kyrkslätt	6	63	57	0	0
Kiuruvesi	2	34	34	0	0
Kokemäki / Kumo	1	261	261	1	0
Kotka	61	429	354	43	24
Kouvola	45	230	178	20	5
Kuopio	8	82	38	2	0
Kuusamo	2	92	92	0	0
Kärkölä	1	38	38	0	0
Lahti / Lahtis	40	1112	258	24	17
Laitila	4	198	185	2	0
Lappeenranta / Villmanstrand	9	110	84	1	0
Lempäälä	1	153	153	0	0
Leppävirta	3	89	65	0	0
Liperi	1	105	105	0	0
Lohja / Lojo	5	98	87	0	0
Loimaa	1	51	51	0	0
Loviisa / Lovisa	4	317	277	3	1

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Mikkeli / S:t Michel	4	117	80	1	0
Mustasaari / Korsholm	1	21	21	0	0
Muurame	1	72	72	0	0
Mynämäki	1	2 951	2 951	1	1
Mäntsälä	27	320	261	19	7
Mäntyharju	1	109	109	0	0
Naantali / Nådendal	4	96	100	0	0
Nastola	19	1 217	458	16	10
Nokia	4	333	272	3	1
Nurmes	1	214	214	1	0
Nurmijärvi	2	565	565	1	1
Närpiö / Närpes	1	45	45	0	0
Orimattila	10	175	108	3	1
Oulu / Uleåborg	9	44	44	0	0
Paimio / Pemar	1	63	63	0	0
Parikkala	3	627	562	3	3
Pirkkala / Birkala	13	171	146	4	2
Pori / Björneborg	1	456	456	1	1
Porvoo / Borgå	13	186	190	6	1
Punkaharju	1	164	164	0	0
Pälkäne	1	28	28	0	0
Raasepori / Raseborg	7	96	25	1	0
Raisio / Reso	1	93	93	0	0
Riihimäki	5	68	71	0	0
Rovaniemi	2	480	480	2	2
Ruovesi	1	178	178	0	0
Saarijärvi	4	186	184	2	0
Salo	1	93	93	0	0
Sauvo / Sagu	1	162	162	0	0
Savitaipale	2	42	42	0	0
Savonlinna / Nyslott	1	180	180	0	0
Siilinjärvi	1	40	40	0	0
Sipoo / Sibbo	4	92	90	0	0
Somero	1	58	58	0	0
Sysmä	1	81	81	0	0
Taivassalo / Tövsala	1	42	42	0	0
Tampere / Tammerfors	128	1027	268	80	45
Turku / Åbo	37	133	78	6	2
Tuusula / Tusby	7	441	502	4	4

Kunta / Kommun / Municipality	N	Ka, Bq/m ³	Med., Bq/m ³	Ylitysten lukumäärä	
				> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³
Vaasa / Vasa	11	44	38	0	0
Vantaa / Vanda	40	149	99	7	3
Varkaus	2	99	99	0	0
Vihti / Vichtis	5	45	49	0	0

STUK-A-raportteja / rapporter / reports

STUK-A245 Valmari T, Mäkeläinen I, Reisbacka H, Arvela H. Suomen radonkartasto 2010 – Radonatlas över Finland 2010 – Radon Atlas of Finland 2010. Helsinki 2010.

STUK-A244 Arvela H, Mäkeläinen I, Holmgren O, Reisbacka H. Radon uudisrakentamisessa – Otantatutkimus 2009. Helsinki 2010.

STUK-A243 Toivonen T. Microwave dosimetry in biological exposure studies and in practical safety evaluations. Helsinki 2010.

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

STUK-A241 Saxén R, Outola I. Vesistöjen ja juomaveden ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr ja ³H sekä pitoisuuksien arviointi valmiustilanteessa. Helsinki 2009.

STUK-A240 Kostiainen E, Ylipieti J. Radioaktiivinen cesium Suomen ruokasienissä. Helsinki 2010.

STUK-A239 Toroi P. Patient exposure monitoring and radiation qualities in two-dimensional digital x-ray imaging. Helsinki 2009.

STUK-A238 Ilus E. Environmental effects of thermal and radioactive discharges from nuclear power plants in the boreal brackish-water conditions of the northern Baltic Sea. Doctoral thesis. Helsinki 2009.

STUK-A237 Arvela H, Reisbacka H. Radonsanering av bostäder. Helsinki 2009.

STUK-A236 Saxén R, Rask M, Ruuhijärvi J, Vuorinen P, Rantavaara A, Koskelainen U. ¹³⁷Cs in small forest lakes of Finland after the Chernobyl accident. Helsinki 2009.

STUK-A235 Mustonen R, Sjöblom K-L, Bly R, Havukainen R, Ikäheimonen T, K, Kosunen A, Markkanen M, Paile W. Säteilysuojelun perussuosituksen 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. Helsinki 2009.

STUK-A-raportit STUKin

verkkosivuilla:

STUK-A-rapporter på STUKs

hemsidor:

STUK-A-reports on STUK's

home pages:

www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/tutkimusjulkaisut/



Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

ISBN 978-952-478-537-2
ISSN 0781-1705

Edita Prima Oy, Helsinki 2010