

STUK-A256 / MAALISKUU 2013

A

# Porakaivoveden radon- ja uraanikartasto

P. Vesterbacka, K. Vaaramaa



# Porakaivoveden radon- ja uraanikartastot

P. Vesterbacka, K. Vaaramaa

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

ISBN 978-952-478-777-2 (pdf)  
ISSN 0781-1705

Elektroninen versio: <http://www.stuk.fi>

Helsinki 2013

*VESTERBACKA P., VAARAMAA K. Porakaivoveden radon- ja uraanikartasto. STUK-A256, Helsinki 2013, 59 s.*

**Avainsanat:** radon, uraani, porakaivo, kunta, maakunta, kalliopohjavesi

## Tiivistelmä

Säteilysuojelun kannalta tärkein talousveden radioaktiivinen aine on radon-222, jota esiintyy erityisesti porakaivovesissä. Radonpitoisuuden keskiarvo verkostovedessä on 27 Bq/l, rengaskaivovedessä 50 Bq/l ja porakaivovedessä 460 Bq/l. Arviolta 200 000 suomalaista käyttää porakaivojen vettä. Noin 10 % eli 20 000 ihmistä käyttää vettä, jonka radonpitoisuus ylittää Säteilyturvakeskuksen yksityiskaivoille suositteleman enimmäisarvon 1 000 Bq/l.

Korkeita uraanipitoisuuksia tavataan etenkin eteläisimmän Suomen graniittialueiden porakaivojen vesissä. Suomessa oma porakaivo on verrattain yleinen haja-asutusseudun vesilähde ja tämän vuoksi uraanille altistuu huomattava joukko ihmisiä. Keskimääräistä uraanialtistumista talousveden välityksellä on tutkittu STUKissa vuosina 2005–2008. Talousveden keskimääräinen uraanipitoisuus Suomessa oli 1,25 µg/l, mikä on yli kymmenen kertaa suurempi kuin maailmanlaajuinen keskiarvopitoisuus 0,08 µg/l. Julkisten vesilaitosten vesissä uraanipitoisuus on yleensä alhaisempi, alle 1 µg/l. Porakaivovesissä ja yksityisten kaivovesien keskimääräinen uraanipitoisuus on Etelä-Suomessa suurempi kuin muualla Suomessa. WHO:n ohjearvon, 30 µg/l, juomaveden uraanipitoisuudelle ylittää 13 % Suomen porakaivoista.

Tämä raportti pyrkii antamaan tietoa siitä, millä alueilla esiintyy kohonneita radon- ja uraanipitoisuuksia ja mistä puuttuu mittaustuloksia. Tietoja tarvitaan, kun suunnitellaan kalliopohjavesivarojen hyödyntämistä ja haja-asutusalueiden vesihuoltoa. Raportti on yhteenveto kaikista Säteilyturvakeskuksen vesitietokantaan heinäkuuhun 2012 mennessä tallennetuista porakaivoveden radonin ja uraanin mittauksista.

Tulokset on esitetty taulukkoina ja karttoina. Taulukoissa on esitetty radon- ja uraanipitoisuuden tunnuslukuja kaikista mitatuista porakaivoista kunnittain ja maakunnittain. Koko Suomen kartoissa on tarkasteltu radon- ja uraanipitoisuuden keskiarvoja 10 x 10 km:n ruutuja kohti ja kunnittain. Yksityiskohtaisemmissa kartoissa on tarkasteltu radon- ja uraanipitoisuuden keskiarvoja 5 x 5 km:n ruuduissa eri aluehallintovirastojen alueilla.

# Sisällys

|   |    |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ                                   | 3  |
| SISÄLLYSLUETTELO                              | 4  |
| ALKUSANAT                                     | 5  |
| 1 JOHDANTO                                    | 6  |
| 2 TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUS SUOMESSA       | 8  |
| 3 AINEISTO JA MENETELMÄT                      | 11 |
| 3.1 Radonaineisto                             | 11 |
| 3.2 Uraaniaineisto                            | 11 |
| 3.3 Porakaivon sijainti                       | 11 |
| 3.4 Vesinäytteen ottaminen                    | 13 |
| 3.5 Radon- ja uraanipitoisuuden määrittäminen | 13 |
| 4 TULOKSET                                    | 16 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET                              | 17 |
| 6 KIRJALLISUUSVIITTEET                        | 19 |
| 7 TAULUKOT                                    | 23 |
| 8 KARTAT                                      | 42 |

## Alkusanat

Säteilyturvakeskuksen vuonna 2000 julkaisema Suomen porakaivovesien radonkartasto toi esiin ne alueet, joissa radonia esiintyy eniten. Tässä ilmentyvässä kartastossa esitettävät radontulokset pohjautuvat tähän vuonna 2000 julkaistuun porakaivoaineistoon, joka on päivitetty Säteilyturvakeskuksen aineistolla vuoteen 2012 saakka. Porakaivovesien uraanipitoisuuksista ei ole aikaisemmin esitetty yhteenvetoja kunnittain eikä alueellisia karttoja. Tämän kartaston uraaniaineisto pohjautuu Säteilyturvakeskuksen tekemiin mittauksiin alkaen 1970-luvun lopulta vuoteen 2012 saakka.

Tällaiset kartastot eivät olisi mahdollisia ilman monien kymmenien, jopa satojen ihmisten työpanosta kymmenien vuosien aikana. Säteilyturvakeskuksen ja Geologian tutkimuskeskuksen välinen yhteistyö on tuottanut tietoa tuhansien porakaivojen radon- ja uraanipitoisuudesta. Kuntien terveystarkastajat ovat sekä toimittaneet näytteitä että auttaneet omien kuntiensä alueilla sijaitsevien kaivojen koordinaattien selvityksessä. Useat paikalliset elintarvike- ja ympäristölaboratoriot ovat antaneet Säteilyturvakeskuksen käyttöön porakaivovesien radonmittaustuloksia. Säteilyturvakeskuksessa kartastojen syntyyn ovat vuosien mittaan vaikuttaneet useat henkilöt.

Tätä tutkimusta on rahoittanut sosiaali- ja terveysministeriö.

# 1 Johdanto

Säteilyturvakeskus on tutkinut talousveden radioaktiivisuutta 1960-luvun lopulta lähtien (Asikainen 1977, 1982, Salonen 1992, 1994, 1995, Vesterbacka 2005, 2006). Yksityistalouksista on mitattu noin 8 700 porakaivoa ja lähes 5 000 rengas- ja lähdekaivoa. Kaikista näytteistä on mitattu radonpitoisuus ja suuresta osasta myös muita radioaktiivisia aineita.

Säteilysuojelun kannalta tärkein talousveden radioaktiivinen aine on radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), jota esiintyy erityisesti porakaivovesissä. Radon on hajuton, mauton ja näkymätön kaasu. Radon vapautuu vedenkäytön yhteydessä ilmaan, jolloin säteilyannosta aiheutuu hengityksen mukana keuhkoille. Veden mukana nautittu radon aiheuttaa säteilyannosta mahalaukulle ja jonkin verran muulle elimistölle. Juomaveden radonin aiheuttama säteilyriski on koko maan osalta huomattavasti pienempi kuin huoneilman radonin aiheuttama riski. Porakaivon käyttäjillä se on kuitenkin keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin maaperästä huoneilmaan tunkeutuvan radonin aiheuttama säteilyriski.

Noin 4,9 miljoonaa suomalaista saa talousvetensä vesihuoltolaitosten vesijohtoverkostojen kautta. Arviolta 500 000 ihmistä käyttää maaperään kaivettujen rengaskaivojen vettä tai kallioporakaivojen vettä. Lisäksi rengas- ja porakaivojen vettä käytetään vapaa-ajanasunnoissa.

Säteilyturvakeskus (STUK) on asettanut vuonna 1993 toimenpiderajat vesilaitosten veden ja elintarvikkeiden valmistuksessa käytettävän veden radioaktiivisuudelle (ohje ST 12.3). Toimenpideraja veden radonpitoisuudelle on 300 Bq/l. Vuonna 2000 sosiaali- ja terveysministeriö antoi talousvesiasetuksen 461/2000. Asetus koskee isoja vesilaitoksia ja siinä on annettu laatusuositukset talousveden radioaktiivisuudelle. Asetuksen mukaan talousveden tritiumpitoisuus ( $^3\text{H}$ ) saa olla enintään 100 Bq/l ja juomavedestä aiheutuva viitteellinen kokonaisannos saa olla korkeintaan 0,1 mSv vuodessa. Viitteellinen kokonaisannos tarkoittaa, että vedessä olevien radioaktiivisten aineiden, muiden kuin radonin, toimenpidearvot ovat 0,1–3,0 Bq/l. Jos toimenpideraja ylittyy, toiminnan harjoittajan tulee pienentää radioaktiivisten aineiden määrää vedessä.

Sosiaali- ja terveysministeriön pieniä vesilaitoksia ja yksityisiä kaivoja koskevassa asetuksessa 401/2001 on asetettu radonpitoisuutta koskevaksi laatusuositukseksi pienille talousvesiyksiköille 300 Bq/l ja yksityiselle kaivovedelle 1 000 Bq/l.

STUK suosittelee harkitsemaan toimenpiteitä uraanin ( $^{238}\text{U}$ ) poistamiseksi juomavedestä, jos veden uraanipitoisuus ylittää arvon 100 µg/l. Tämä perustuu uraanin haitallisuuteen radioaktiivisena aineena. WHO on asettanut veden uraanipitoisuudelle suositusarvon 30 µg/l, mikä perustuu uraanin kemi-



alliseen myrkyllisyyteen. Talousveden säädöksiin on tulossa muutoksia lähivuosina ja käytännön ohjeet mittaamisesta tullaan antamaan erikseen.

Suomen ensimmäinen porakaivovesien radonkartasto julkaistiin vuonna 2000. Kartasto sisälsi tiedon noin 9 200 porakaivon radonpitoisuudesta. Tässä raportissa radonmittauksia on noin 11 300 porakaivon vedestä. Korkeita pitoisuuksia esiintyy samoilla Etelä-Suomen alueilla.

Tämä raportti pyrkii antamaan päivitettyä tietoa siitä, millä alueilla esiintyy kohonneita radon- ja uraanipitoisuuksia ja mistä puuttuu mittaustuloksia. Uraanin osalta vastaavaa tietoa ei ole aikaisemmin julkaistu. Tietoja tarvitaan, kun suunnitellaan kalliopohjavesivarojen hyödyntämistä ja haja-asutusalueiden vesihuoltoa.

## 2 Talousveden radioaktiivisuus Suomessa

Talousvedessä olevat luonnon radioaktiiviset aineet ovat peräisin maa- ja kallioperässä luonnostaan olevista radioaktiivista aineista, jotka liukenevat maankuoren mineraaleista veteen (Taulukko I). Radionuklidipitoisuudet pohjavedessä ovat huomattavasti suurempia kuin pintaveden, koska pohjavesi on pidempään kosketuksissa maa- ja kallioperän kanssa. Talousveden kannalta merkittävimmät luonnon radioaktiiviset aineet kuuluvat uraanisarjaan. Alfasäteilyä lähettävä radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) on merkittävin säteilyaltistaja Suomessa. Muita tärkeitä uraanisarjan radionuklideja ovat pitkäikäiset  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  ja  $^{210}\text{Po}$  sekä beetasäteilyä lähettävä  $^{210}\text{Pb}$ . Luonnon toriumsarjan radionuklideista beetasäteilyä lähettävä  $^{228}\text{Ra}$  on tärkein (Salonen ym. 2003).

Erilaiset geokemialliset ja geofysikaaliset prosessit radioaktiivisen hajoamisen lisäksi säätelevät radionuklidein määrää vedessä ja näistä johtuen pinta- ja pohjavedessä vallitsee aktiivisuusepätasapaino eri alkuaineiden sekä saman alkuaineen eri isotooppien välillä.

**Taulukko I.** Talousveden radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien keskiarvot (Bq/l tai µg/l) eri vesilähteitä käyttävillä väestöryhmillä.

| Radioaktiivinen aine | Verkostovesi    | Rengaskaivot | Porakaivot |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|
| Radon 222 (Bq/l)     | 27              | 50           | 460        |
| Uraani 234 (Bq/l)    | 0,02            | 0,02         | 0,35       |
| Uraani 238 (Bq/l)    | 0,015           | 0,015        | 0,26       |
| Uraani 238 (µg/l)    | 0,23*<br>0,90** | 1,2–1,7      | 21–24      |
| Radium 226 (Bq/l)    | 0,003           | 0,016        | 0,05       |
| Radium 228 (Bq/l)    | –               | –            | 0,03       |
| Polonium 210 (Bq/l)  | 0,003           | 0,007        | 0,048      |
| Lyijy 210 (Bq/l)     | 0,003           | 0,013        | 0,040      |

\*verkostoveden vesilähteenä käytetty pintavettä

\*\*verkostoveden vesilähteenä käytetty maaperän pohjavettä

### Radon

Radon on jalokaasu, joten se ei reagoi muiden aineiden kanssa ja on siten liikuvampi maa- ja kallioperässä kuin muut uraanisarjan radionuklidit. Radon esiintyy pohjavedessä liukoisessa muodossa. Korkeimmat radonin aktiivisuuspitoisuudet on löydetty kallioperän pohjavedestä. Radonin aktiivisuuspitoisuus porakaivovedessä voi olla yli tuhatkertainen verrattuna muiden radionuklidien

aktiivisuuspitoisuuteen. Paljon radonia sisältävässä vedessä esiintyy todennäköisesti myös muita uraanisarjan radionuklideja.

Suomalaisten saama keskimääräinen säteilyannos vuodessa on 3,7 mSv, josta sisäilman radonin osuus on noin puolet. Sisäilman radonin tärkein lähde on talon alla oleva maaperä. Radonia voi vapautua huoneilmaan myös porakaivoveden käytön yhteydessä. On arvioitu, että Suomessa todetuista 2 000 keuhkosyöpätapauksesta 100–600 on radonin aiheuttamia. Tutkimusten mukaan radonin ei ole havaittu aiheuttavan keuhkosyövän lisäksi muita terveyshaittoja.

Otantatutkimuksen mukaan arviolta 20 000 ihmistä käyttää porakaivovettä, jonka radonpitoisuus ylittää 1 000 Bq/l (Mäkeläinen ym. 2001). Porakaivoveden käyttäjistä tämä on 10 %. Jos määrää verrataan kaikkiin suomalaisiin, se on vain alle 0,5 %. Yli 10 000 Bq/l olevia radonpitoisuuksia esiintyy myös, mutta hyvin harvoin. Tässä aineistossa näitä ylityksiä on noin 1 %.

## **Uraani**

Veden hapetus- ja pelkistysolosuhteet vaikuttavat uraanin liukoisuuteen vedessä. Pelkistävissä olosuhteissa uraani esiintyy +4-arvoisena yhdisteenä ja on suhteellisen liukenematon. Hapellisissa olosuhteissa +6-arvoinen uraani muodostaa liukoisia komplekseja, jotka voivat kulkeutua sopivissa olosuhteissa pitkälle pohjaveden mukana. Suomalaiset maapohjavedet ovat tyypillisesti pehmeitä, hiilidioksidipitoisia ja usein myös happamia. Kalliopohjavedet ovat tyypillisesti emäksisiä bikarbonaattipitoisia vesiä. Molempien pohjavesityyppien ominaisuudet edistävät uraanin liukoisuutta veteen (Kurttio et al. 2010). Pohjaveden bikarbonaatit ovat todennäköisesti tärkein uraanin liukoisuutta edistävä tekijä.

Uraanin tiedetään vahingoittavan munuaisia suurina määrinä nautittuna sen kemiallisen myrkyllisyytensä vuoksi. Nykyisen tietämyksen mukaan akuutti munuaisvaurio aiheutuu, kun kerralla nautittu uraanin määrä on 10–25 mg henkilön painokiloa kohti. Tämä perustuu eläinkokeissa ja uraani-teollisuudessa saatuihin altistuksiin. Vedenkäyttäjii on tutkittu melko vähän.

Merkittävin uraani-altistuminen Suomessa aiheutuu juomaveden kautta. Lisäksi uraania saadaan elimistöön hengityksen ja ruuan välityksellä. Suomalainen aikuinen saa uraania juomavedestä keskimäärin 2,5 µg/vrk. Juomaveden uraanista aiheutuva efektiivinen säteilyannos on porakaivovedenkäyttäjille n. 10 µSv/vuosi, maaperäkaivojen ja lähteiden veden käyttäjille 0,7 µSv/vuosi ja julkisen veden käyttäjille 0,4 µSv/vuosi (pohjavesi) ja 0,09 µSv/vuosi (pintavesi).

Uraani-altistumista porakaivoveden käyttäjillä on tutkittu eteläsuomalaisten keskuudessa (Kurttio et al. 2006). Tutkimusten mukaan vakavia

terveysvaikutuksia ei ole havaittu maassamme porakaivoveden käyttäjillä, huolimatta pitkäaikaisesta altistumisesta verrattain korkeillekin uraanipitoisuuksille. Uraanialtistuminen saattaa heikentää munuaisten toimintaa, mikä on näkynyt fosfaatin, glukoosin ja kalsiumin suurempana erittymisenä virtsaan. Uraanialtistuminen on ollut yhteydessä myös verenpaineen nousuun. Näiden tutkimusten perusteella uraani ei kuitenkaan aiheuta soluvaurioita munuaisissa. Porakaivovedenkäyttäjien uraanialtistumisen ja syövän yhteyttä on myös tutkittu Suomessa (Auvinen et al. 2002). Tutkimuksen mukaan porakaivoveden uraanille altistumisella ja syöpäriskillä ei ole havaittu yhteyttä.

Suomalaisessa otantatutkimuksessa WHO:n ohjearvon 30 µg/l ylittää 13 % Suomen porakaivoista (Vesterbacka 2005). Tässä aineistossa 30 µg/l ylittäviä porakaivoja oli reilusti enemmän, noin 30 %. Korkeampi ylitysprosentti johtuu siitä, että tässä käsitelty aineisto ei ole edustava. Mittauksia on tehty enemmän korkean pitoisuuden alueilla kuin matalan pitoisuuden alueilla.

### **Radium, lyijy ja polonium**

Radium ( $^{226}\text{Ra}$ ) on tärkeä sen radiotoksisuuden vuoksi.  $^{226}\text{Ra}$  on pitkäikäinen (puoliintumisaika 1 600 vuotta) ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan kalsiumia muistuttava, joten se kertyy luuhun ihmisessä. Toriumsarjasta peräisin olevan  $^{228}\text{Ra}$  puoliintumisaika on 5,8 vuotta. Matalasuolaisissa vesissä radium esiintyy liukoisena  $\text{Ra}^{2+}$ -kationina. Suolaisissa vesissä radium muodostaa heikkoja komplekseja kloridin, sulfaatin ja karbonaattien kanssa. Korkeita radiumin aktiivisuuspitoisuuksia on löydetty pääsääntöisesti suolaisista pohjavesistä. Suomen pohjavesien  $^{226}\text{Ra}$  aktiivisuuspitoisuuksien ei ole havaittu olevan yhteydessä uraanipitoisuuksien kanssa (Salonen 1994). Kirjallisuuden mukaan radiumin on todettu aiheuttaneen luusyöpää (Mays ym. 1985).

Radonin hajoamistuotteet,  $^{210}\text{Pb}$  ja  $^{210}\text{Po}$ , ovat radonin jälkeen merkittävimmät säteilyaltistuksen lähteet juomavedessä Suomessa. Veden kemialliset ominaisuudet vaikuttavat lyijyn ja poloniumin esiintymiseen pohjavesissä. Ne voivat esiintyä ioneina, molekyyleinä, kompleksoituneena ja erilaisiin partikkeleihin sitoutuneena pohjavesissä (Vaaramaa 2003, Vesterbacka 2005). Polonium jakautuu verrattain tasaisesti koko kehoon ihmisessä (Parfenov 1974). Korkeimmat poloniumin aktiivisuuspitoisuudet on löydetty luustosta. Poloniumin määrä luussa on seurausta sen emonuklidin,  $^{210}\text{Pb}$ , kertymisestä luuhun ja sen hajoamisesta edelleen poloniumiksi. Polonium kertyy pääsääntöisesti pehmytkudoksista maksaan ja munuaisiin.

## 3 Aineisto ja menetelmät

### 3.1 Radonaineisto

Tämän raportin aineisto sisältää tiedot kaikista Säteilyturvakeskuksen vesitietokantaan heinäkuun 2012 loppuun mennessä tallennetuista porakaivo-veden radonmittauksista, yhteensä noin 11 300 porakaivoa. Näistä mittauksista STUKissa on suoritettu 8 700 ja paikallisissa elintarvike- ja ympäristölaboratorioissa loput 2 600. STUKin mittaamista näytteistä on Geologian tutkimuskeskuksen toimittamia noin 2 400. Yksityiset henkilöt ja kunnat ovat tilanneet noin 5 000 porakaivon radonmittauksen. Loput, noin 1 300 porakaivoa, kuuluvat STUKin ja sen muiden yhteistyökumppanien eri tutkimushankkeisiin. Suurin osa paikallisista elintarvike- ja ympäristölaboratorioista on toimittanut STUKille tiedot yhteensä noin 3 000 porakaivosta, joista raporttiin hyväksyttiin noin 2 600 mittaustulosta. Paikallislaboratorioiden aineiston käsittely on esitetty julkaisussa STUK-A171 (Voutilainen ym. 2000).

### 3.2 Uraaniaineisto

Tämän raportin aineisto sisältää porakaivojen uraanimittauksia 1970-luvun lopulta heinäkuuhun 2012 asti, yhteensä noin 5 700 porakaivoa. Kaikki mittaukset on tehty Säteilyturvakeskuksessa. Mittaukset ovat yksityishenkilöiden ja kuntien tilaamia sekä Säteilyturvakeskuksen eri tutkimushankkeisiin sisältyneitä mittauksia.

### 3.3 Porakaivon sijainti

Vuoden 1999 jälkeen mitattujen porakaivojen sijaintikoordinaatit määritettiin osoitteen perusteella käyttäen Tiehallinnon Digiroad-aineistoon perustuvaa StreetMap Finland-tieaineistoa (ESRI Finland Oy). Osa koordinaateista etsittiin käyttäen nettikarttapalvelua kansalaisen.karttapaikka.fi. Ennen vuotta 1999 mitattujen, jo edellisessä porakaivoveden radonkartastossa mukana olleiden porakaivojen, koordinaattien tarkempi määrittely on kuvattu raportissa STUK-A171 (Voutilainen ym. 2000).

Kaikista näytteistä tunnetaan radonpitoisuus sekä maakunta tai kunta. Sijaintikoordinaatit ovat tiedossa noin 10 300 porakaivosta radonaineistossa ja 5 000 porakaivosta uraaniaineistossa. Useimmista porakaivoista on tarkka tieto, mutta varsinkin paikallisten elintarvike- ja ympäristölaboratorioiden näytteistä sijaintitieto on epätarkempi, esimerkiksi taajaman tai kylän

tarkkuus. Näiden koordinaattien määrittämisessä käytetyt periaatteet on esitetty julkaisussa STUK-A171.

Porakaivojen lukumäärästä Suomessa ei ole tarkkaa tietoa, mutta vakituisten asunnon yhteydessä arvellaan olevan 70 000–100 000 porakaivoa. Osa mittauksista on tehty vapaa-ajanasuntojen porakaivoista. Voidaan kuitenkin arvioida, että radonpitoisuus on mitattu lähes joka kymmenennestä vakituisten asunnon yhteydessä olevasta porakaivosta.

Aineiston maantieteellinen jakauma on epätasainen. Taulukossa II on esitetty mittausten lukumäärät eri maakuntien alueella. Lukumääräisesti eniten näytteitä (noin 4 600 radonmittausta ja 3 100 uraanimittausta) on Uudenmaan maakunnan alueelta. Mittaukset ovat keskittyneet alueille, joissa tiedetään entuudestaan olevan suuria porakaivoveden radioaktiivisuuspitoisuuksia. Pohjanmaan alueella on eniten kuntia, joista ei ole yhtään tai vain muutama porakaivoveden radioaktiivisuuden mittaustulos.

**Taulukko II.** Radon- ja uraanimittausten määrä eri maakuntien alueella.

| Maakunta          | Mitattuja porakaivoja radon kpl | Mitattuja porakaivoja uraani kpl |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ahvenanmaa        | 526                             | 58                               |
| Etelä-Karjala     | 240                             | 91                               |
| Etelä-Pohjanmaa   | 65                              | 41                               |
| Etelä-Savo        | 559                             | 139                              |
| Kainuu            | 162                             | 43                               |
| Kanta-Häme        | 646                             | 193                              |
| Keski-Pohjanmaa   | 8                               | 9                                |
| Keski-Suomi       | 541                             | 336                              |
| Kymenlaakso       | 444                             | 148                              |
| Lappi             | 299                             | 91                               |
| Pirkanmaa         | 600                             | 258                              |
| Pohjanmaa         | 25                              | 14                               |
| Pohjois-Karjala   | 106                             | 37                               |
| Pohjois-Pohjanmaa | 142                             | 33                               |
| Pohjois-Savo      | 234                             | 121                              |
| Päijät-Häme       | 585                             | 299                              |
| Satakunta         | 260                             | 51                               |
| Uusimaa           | 4558                            | 3072                             |
| Varsinais-Suomi   | 1251                            | 663                              |

Tämän raportin radonaineistossa on Suomen 336 kunnasta mukana 313 kuntaa, ja uraaniaineistossa 270 kuntaa. Mittaustulosten määrä kunnittain vaihtelee yhdestä lähes seitsemään sataan. Vähintään 10 mittausta radonin osalta on noin 60 % (180 kpl) ja uraanin osalta 30 % (101 kpl) Suomen kunnista. Eniten porakaivojen mittauksia on tehty pääkaupunkiseudun kunnissa kuten Espoossa, Kirkkonummella, Vantaalla ja Sipoossa.

### 3.4 Vesinäytteen ottaminen

Vesinäytteen ottoon soveltuu kierrekorkkinen, puhdas lasipullo (ei muovipullo). Pullon korkissa tulee olla hyvä tiiviste. Nestetuikemittaukseen riittää puolen litran pullo. Paikallislaboratoriossa tehtävää mittausta varten tarvitaan suurempi näytemäärä. Mittausmenetelmästä riippumatta näyte otetaan hanasta samalla tavalla.

Ennen näytteenottoa vettä juoksetetaan reippaasti, niin että painesäiliössä ja putkistossa seisonut vesi saadaan vaihtumaan. Juoksetusta jatketaan kunnes veden lämpötila muuttuu vakioiseksi. Lopuksi annetaan veden valua vähän aikaa pienellä nopeudella ennen näytteenottoa.

Näytettä otettaessa käytetään pientä painetta, jotta hanassa mahdollisesti oleva sekoitin ei toimisi, sillä sekoittaja poistaa vedestä radonkaasua. Veden juoksetuksen jälkeen pullo asetetaan aivan hanan alle, ja veden annetaan valua pienellä nopeudella. Pullo otetaan lähes täyteen, kaulaan jätetään tyhjää tilaa noin 0,5 cm, jotta pullo ei halkeaisi lämpölaajenemisen takia. Pullo suljetaan heti tiukasti ja toimitetaan mahdollisimman nopeasti mittaukseen. Luotettavin radonpitoisuus saadaan, jos näyte toimitetaan mittaukseen samana päivänä kun se on otettu.

### 3.5 Radon- ja uraanipitoisuuden määrittäminen

#### Radon

Ennen vuotta 1979 radonpitoisuus määritettiin gammaspektrometrisesti. Tällaisia näytteitä on aineistossa vain muutama sata. Muut radonmääritykset on tehty nestetuikemenetelmällä ja Mini-Assay -mittarilla.

STUKissa veden radonpitoisuus määritetään nestetuikemenetelmällä (Asikainen 1982, Salonen 1993, Salonen, Hukkanen 1997). Tutkittavasta vesinäytteestä otetaan 10 ml näyte, joka sekoitetaan tuikeaineliuokseen. Näyte mitataan kolmen tunnin kuluttua, kun radonin lyhytikäiset tyttäret ovat kasvaneet tasapainoon emonuklidinsa radonin kanssa. Määrittämissä rajat yhden tunnin mittauksella ovat alhaiset, Guardian 1414 laskurilla 0,2 Bq/l ja Ultro Beta 1210

laskurilla 1 Bq/l.

STUK on toimittanut paikallisille elintarvikkeiden ja juomaveden valvonnasta vastaaville laboratorioille radioaktiivisuuden mittaamiseen soveltuvan laitteen. Vuoteen 2006 asti laitteena oli Mini-Assay -mittalaite, tämän jälkeen mittalaitteet on korvattu Radek MKGB-01 mittalaitteella. Mittalaite on tarkoitettu elintarvikkeiden ja juomaveden radioaktiivisuuden mittaamiseksi poikkeuksellisissa säteilytilanteissa. Näillä mittareilla paikallislaboratoriot tekevät myös talousveden radonmittauksia.

Tässä aineistossa mukana olevat radonmääritykset paikallislaboratoriot ovat tehneet Mini-Assay -laitteella. Mini-Assay on NaI(Tl)-tukekideellä ja taustasuojalla varustettu gammalaskuri. Mini-Assay -laitteella tehtävässä radonmittauksessa veden radonpitoisuus mitataan kolmen litran muovikannussa. Tarvittava näytemäärä on 2,5 litraa ja mittausaika 1 000 sekuntia. STUK on tehnyt Mini-Assay -mittareiden kalibroinnit ja antanut tulosten laskemista varten tarvittavat kalibrointikertoimet laboratorioille. Mini-Assay -menetelmällä veden radonpitoisuuden määrittäminen on 10–20 Bq/l riippuen käytetystä mittausajasta ja siitä, onko mittaus suoritettu taustasuojassa.

Radek mittalaitteilla näytteet mitataan Marinelli-astiassa, jonka tilavuus on yksi litra. Mittauslaitteistona on Radek MKGB-01 ja ilmaisimena NaI(Tl)-tukekide. Kooltaan ilmaisimena on 2,5” x 2,5” ja se soveltuu hyvin kokonaisgamma-mittauksiin. Taustasuojana käytetään lyijysuojaa. Radek-mittalaitteella tehdyn veden radonpitoisuuden määrittäminen on 50 Bq/l.

Säteilyturvakeskus on vertaillut omalla nestetuikemenetelmällään, Mini-Assay -mittareilla ja Radek-mittareilla saatuja tuloksia keskenään. Laboratorioiden ja STUKin väliset keskimääräiset erot ovat olleet –20–+30 %. Näytteenotto ja mittaus avoimessa astiassa, josta radonkaasu pääsee helposti karkaamaan, aiheuttanevat suurimmat erot tuloksiin.

## **Uraani**

Aineiston uraanipitoisuus on arvioitu porakaivovesistä tehtyjen kokonaisalfa-aktiivisuusmäärityksistä. Kokonaisalfa-aktiivisuus määritetään porakaivovedestä nestetuikemenetelmällä haihduttamalla 38 ml vettä nestetuikepullosta. Haihdutusjäynnös liuotetaan pieneen määrään happoa, johon lisätään nestetuikeaine mittausta varten. Näyte mitataan nestetuikespektrometrilla, ja tuloksena saadaan vesinäytteen kokonaisalfa-aktiivisuus. Suomalaisissa porakaivovesissä kokonaisalfa-aktiivisuus koostuu tyypillisesti uraanin isotoopeista ( $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ), radiumista ( $^{226}\text{Ra}$ ) ja poloniumista ( $^{210}\text{Po}$ ). Tässä aineistossa kokonaisalfamäärityksestä ei vähennetty mahdollisten  $^{226}\text{Ra}$  ja  $^{210}\text{Po}$  aktiivisuuspitoisuuksia, koska niiden osuus kokonaisalfa-aktiivisuudesta on useimmiten vähäinen.



Arvioitu uraanipitoisuus,  $\mu\text{g/l}$ , kokonaisalfa-aktiivisuuden määrittämisestä:

$$U-238 \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \right) = \frac{\text{Kokonaisaktiivisuus} \left( \frac{\text{Bq}}{\text{l}} \right)}{3,0} \times 80,2$$

Pohjavedessä esiintyy uraanin isotooppeja  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  ja  $^{234}\text{U}$ . Valtaosa uraanin massapitoisuudesta aiheutuu isotoopista  $^{238}\text{U}$ . Kaikki isotoopit ovat radioaktiivisia ja suurin spesifinen aktiivisuuspitoisuus on isotoopilla  $^{234}\text{U}$ . Kun kokonaisalfan aktiivisuusmittauksesta lasketaan uraanin massapitoisuutta, joudutaan ensin arvioimaan  $^{234}\text{U}$ :n ja  $^{238}\text{U}$ :n isotooppisuhdetta, koska käytetyllä analyysimenetelmällä ei voida erottaa näitä isotooppeja toisistaan. Toisin kuin esimerkiksi radiokemiallisessa määrittämisessä, jolloin jokainen isotooppi pystytään määrittämään erikseen. Tässä aineistossa porakaivovesien  $^{234}\text{U}$  ja  $^{238}\text{U}$  suhteena on käytetty kerrointa 2,0, mikä on keskimääräinen isotooppisuhte STUKin tulosaineistossa, joka sisältää 1 528 radiokemiallisesti määritettyä vesinäytettä.

Kerroin 80,2 muuttaa  $^{238}\text{U}$  aktiivisuuspitoisuuden (Bq/l) mikrogrammoiksi ( $\mu\text{g/l}$ ).

## 4 Tulokset

Tulokset esitetään taulukkoina ja karttoina luvuissa 7 ja 8. Taulukossa III–VI on esitetty kunta- ja maakuntakohtaista tilastotietoa porakaivojen radon- ja uraanipitoisuudesta. Taulukoissa III ja IV tarkastellaan radon- ja uraanipitoisuuden tunnuslukuja eri maakuntien alueilla. Taulukossa V ja VI on esitetty kuntakohtaiset radon- ja uraanipitoisuuden tunnusluvut.

Kartassa 1 on esitetty koko Suomen porakaivojen radonpitoisuuden keskiarvot 10 x 10 km:n ruuduissa. Kartta 2 kuvaa kuntakohtaisia radonpitoisuuden keskiarvoja. Mukana ovat kaikki kunnat, joista on vähintään 1 mittaus/kunta. Vastaavat kartat uraanipitoisuuksista on esitetty kartoissa 10 ja 11.

Suomessa on seitsemän aluehallintovirastoa (AVI). Kartoissa 3–9 ja 12–18 on tarkasteltu radon- ja uraanitilannetta eri aluehallintovirastojen alueilla. Radon- ja uraanipitoisuuden keskiarvot on esitetty 5 x 5 km:n ruuduissa. Kartat on tuotettu MapInfo-karttaohjelmalla. Kunnanrajat ovat vuodelta 2012.

Karttoja ja taulukoita tarkasteltaessa on huomioitava, että keskiarvot ja ylitysprosentit eivät ole edustavia, vaan kuvaavat kaikkia alueen mittauksia. Vuosien kuluessa mittaukset ovat osittain keskittyneet korkeiden pitoisuuksien kuntiin ja kuntien sisälläkin tietyille alueille, joista on ennestään löytynyt korkeita radioaktiivisuuspitoisuuksia. Erityisesti kuntakartoissa, yksittäisen kunnan pitoisuus voi perustua vain yhden porakaivon mittaukseen. Kuntakarttoja tulisi tarkastella yhdessä taulukko-yhteenvetojen kanssa, joista saa yksityiskohtaisempaa tietoa kunnan alueella mitatuista porakaivoista.

Porakaivoveden radonpitoisuudet ovat suurimpia Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa, Hämeessä, Kymenlaaksossa, Kainuussa ja Etelä-Karjalassa. Näillä alueilla radonpitoisuuden aritmeettiset keskiarvot ovat 600–1 400 Bq/l. Radonpitoisuudeltaan alhaisimpia alueita ovat Satakunta, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala ja Pohjanmaa, missä aritmeettiset keskiarvot ovat 240–320 Bq/l (taulukko III).

Uraanipitoisuuden osalta korkeimpia pitoisuuksia tavataan Uudellamaalla, Kymenlaaksossa, Hämeessä ja Varsinais-Suomessa, missä aritmeettiset keskiarvot ovat 85–120 µg/l. Alhaisimpia alueita uraanin osalta ovat sen sijaan Ahvenanmaa, Etelä-Pohjanmaa, Etelä-Savo, Kainuu, Keski-Suomi, Lappi, Pirkanmaa, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo, Pohjanmaa ja Satakunta, missä aritmeettiset keskiarvot ovat tyypillisesti alle 30 µg/l (taulukko IV).

## 5 Johtopäätökset

Säteilyturvakeskuksen tulosaineisto kattaa noin 11 300 porakaivoveden radonpitoisuuden ja 6 000 porakaivoveden uraanipitoisuuden.

Porakaivoveden radon- ja uraanipitoisuudet ovat suurimpia yleensä graniittialueilla kuten Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa, Hämeessä ja Kymenlaaksossa. Korkeankin pitoisuuden alueella voivat lähellä toisiaan sijaitsevissa kaivoissa pitoisuudet vaihdella erittäin paljon. Yksittäisiä suuria porakaivoveden radon- ja uraanipitoisuuksia voi esiintyä kaikkialla Suomessa.

Yksityisille, vakituksessa käytössä oleville kaivoille STUK suosittelee radonpitoisuuden pienentämistä, mikäli veden radonpitoisuus ylittää 1 000 Bq/l. Tällöin on myös syytä selvittää, onko vedessä muita radioaktiivisia aineita. Uraanin kohdalla toimenpiteitä suositellaan, jos veden uraanipitoisuus ylittää arvon 100 µg/l mikä perustuu uraanin haitallisuuteen radioaktiivisena aineena. WHO on esittänyt uraanille ohjearvoa 30 µg/l, mikä perustuu uraanin haitallisuuteen kemiallisena myrkkynä.

Otantatutkimuksen mukaan arviolta noin 10 % Suomen porakaivoista ylittää yksityiselle kaivovedelle asetetun toimenpiderajan 1 000 Bq/l. Yli 10 000 Bq/l olevia radonpitoisuuksia esiintyy myös, mutta harvoin. Tässä aineistossa näitä ylityksiä on noin 1 %. Otantatutkimuksen mukaan 13 % Suomen porakaivoista ylittää WHO:n ohjearvon 30 µg/l. Tässä aineistossa 30 µg/l ylittäviä porakaivoja oli reilusti enemmän, noin 30 %. Korkeampi ylitysprosentti johtuu siitä, että tämä aineisto ei ole edustava. Mittauksia on tehty enemmän korkean pitoisuuden alueilla.

Porakaivon radonpitoisuutta on etukäteen mahdoton tietää. Mittaus on ainoa keino selvittää se. Säteilyturvakeskus suosittelee kaikkien porakaivojen radon- ja uraanipitoisuuden mittaamista koko maassa. Tämä koskee sekä vakituksien asunnon että vapaa-ajanasunnon porakaivoja. Säteilyturvakeskus ja paikalliset elintarvike- ja ympäristölaboratoriot tekevät mittauksia. Mittauksen voi tehdä mihin vuodenaikaan tahansa. Näytteenotto on tehtävä huolella ohjeiden mukaan.

Jos vedessä on toimenpiderajat ylittäviä pitoisuuksia radioaktiivisia aineista, olisi ensimmäiseksi selvitettävä, onko olemassa muita vedenhankintamahdollisuuksia. Kannattaa selvittää yhteisen vedenhankinnan järjestäminen naapureiden kanssa tai yleiseen vesijohtoverkkoon liittyminen. Myös rengaskaivoa kannattaa harkita. On myös mahdollista puhdistaa vesi haitallisista aineista.

Radon on aina poistettava koko talouden vedestä, koska vedenkäytön yhteydessä sitä vapautuu huoneilmaan. Radon voidaan poistaa vedestä joko ilmastamalla tai aktiivihiihiisuodatuksella. Menetelmän valintaan vaikuttavat

veden radonpitoisuus ja vedenkulutus. Molemmilla menetelmillä päästään hyviin tuloksiin.

Muilla radioaktiivisille aineille kuten uraanille, radiumille, lyijylle ja poloniumille riittää, kun ne poistetaan ruoka- ja juomavedestä. Ne eivät vapaudu sisäilmaan kuten radon. Uraani ja radium voidaan poistaa vedestä tehokkaasti ioninvaihtomenetelmällä joko yhdessä tai erikseen, lyijy ja polonium poistuvat tehokkaasti vain käänteisosmoosilaitteella.

## 6 Kirjallisuusviitteet

Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O. Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Oy Edita Ab, Helsinki, 1993. (Residential Radon Survey in Finland. Abstract in English).

Asikainen M. Natural radioactivity of ground water and drinking water in Finland. STL-A39, Institute of Radiation Protection, Helsinki, 1982.

Asikainen M, Kahlos H. Pohja- ja pintavesien luonnollinen radioaktiivisuus Suomessa. STL-A24, Säteilyturvallisuuslaitos, Helsinki, 1977.

Auvinen A, Kurttio P, Pekkanen J, Pukkala E, Ilus T, Salonen L. Uranium and other natural radionuclides in drinking water and risk of leukaemia: – a case-cohort study in Finland. *Cancer Causes and Control*, 2002; 13: 825-829.

Banks D, Midtgård A K, Morland G, Reimann C, Strand T, Bjorvatn K, Siewers U. Is pure groundwater safe to drink?: natural 'contamination' of groundwater in Norway. *Geology today*, May–June 1998: 104-113.

Koljonen T (toim.). Suomen geokemian atlas, osa 2: moreeni. Geologian tutkimuskeskus, Espoo: 1992: 1-218.

Kurttio P, Salonen L, Ilus T, Pekkanen J, Pukkala E, Auvinen A. Well water radioactivity and risk of cancers of the urinary organs. *Environmental Research* 2006; 102: 333-338.

Kurttio P, Vesterbacka P, Muikku M, Turtiainen T. Luonnon uraani suomalaisten juomavedessä. *Ympäristö ja Terveys* 2010; 3; 54-59 (542).

Korkka-Niemi K, Sipilä A, Hatva T, Hiisvirta L, Lahti K, Alftan G. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 146. Edita Oy, Helsinki, 1993. (National rural well survey. Abstract in English).

Leggett, R.W., Eckerman, K.F., A systematic biokinetic model for polonium, *Sci. Tot. Environ* 275(2001) 109-125.

Mays, C.W., Rowland, R.E., Stehney, A.F. Cancer risk from the lifetime intake of Ra and U isotopes, *Health Phys.* 1985; 48(5): 635-647.

Mjönes L. Radon removal equipment based on aeration: A literature study of tests performed in Sweden between 1981–1996. SSI Report 2000:03. Swedish Radiation Protection Institute, 2000.

Myllymäki P, Turtiainen T, Salonen L, Helanterä A, Kärnä J, Turunen H. Radonin poisto porakaivovedestä. Uusia ilmastimia ja aktiivihiilisuodatusten käyttöönotto. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Raportti 297/1999.

Mäkeläinen I, Salonen L, Huikuri P, Arvela H. Dose from drinking water in Finland. In Proceedings of the 12th ordinary meeting of the Nordic Society for Radiation Protection. Skagen, Denmark, August 23–27, 1999.

Parfenov YuD. Polonium-210 in the environment and in the human organism. *Atom Energ Rev* 1974; 12(1):75-143.

Salonen L. Talousveden radioaktiivisuus ja sen poistaminen. *Vesitalous* 6/1992; 3-10.

Salonen L. Measurements of low levels of  $^{222}\text{Rn}$  in water with different commercial liquid scintillation counters and pulse shape analysis. In: *Liquid Scintillation Spectrometry 1992. Radiocarbon 1993*. Eds: Noakes J E, Shönhofer F, Polach H A. Braun-Brumfield, Inc., Michigan, 1993: 361-372.

Salonen L.  $^{238}\text{U}$  series radionuclides as a source of increased radioactivity in groundwater originating from Finnish bedrock. *Future Groundwater Resources at Risk (Proceedings of the Helsinki Conference, June 1994)*. IAHS Publ. No. 222, 1994.

Salonen L. Luonnon radioaktiiviset aineet pohjavesiongelmanä Suomessa. *Vesitalous* 4/1995; 13-18.

Salonen L, Huikuri P, Turtiainen T. Luonnon radioaktiiviset aineet pohjavesissä –poistolaitteiden tarve ja kehittäminen Suomessa. *Vesitalous* 4/1998; 35-40.

Salonen L, Hukkanen H. Advantaged of low-background liquid scintillation alpha-spectrometry and pulse shape analysis in measuring  $^{222}\text{Rn}$ , uranium

and  $^{226}\text{Ra}$  in groundwater samples, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 1997; 226, 1-2: 67-74.

Salonen L., Vesterbacka P., Mäkeläinen I., Weltner A., Arvela H., Talousveden radioaktiiviset aineet. Säteily Ympäristössä, Osa 2, Karisto Oy:n kirjapaino, Hämeenlinna 2003 (in Finnish).

Statens Strålskyddsinstitut. Radon i vatten. SSI information, i98:03, Stockholm, 1998.

ST-Ohje 12.3. Talousveden radioaktiivisuus. Säteilyturvakeskus, 1993.  
ST-Direktiv 12.3. Radioaktivitet i hushållsvatten. Strålsäkerhetscentralen, 1993. ST-Guide 12.3 Radioactivity of Household Water, STUK, 1993.

Strand T, Lind B, Thommesen G. Naturlig radioaktivitet i husholdningsvann fra borebrønner i Norge. *Norsk Veterinaertidsskrift* 1998; 100, 10: 662-665.

Strålsäkerhetscentralen. Radioaktivitet i dricksvatten. Strål- och kärnsäkerhetsöversikter, Maj 2000.

Säteilyturvakeskus. Juomaveden radioaktiivisuus. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Toukokuu 2000.

Turtiainen T, Kokkonen L, Salonen L. Removal of radon and other natural radionuclides from household water with domestic style granular activated carbon filters. STUK-A172. Helsinki: Oy Edita Ab, 2000.

UNSCEAR, Sources and effects of ionising radiation. Volume 1: Sources United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York 2000.

Vaaramaa, K. Physico-chemical forms of natural radionuclides in drilled well waters and their removal by ion exchange. Doctoral thesis, University of Helsinki, report series in radiochemistry 22/2003, 2003.

Vesterbacka, P.  $^{238}\text{U}$ -series radionuclides in Finnish groundwater-based drinking water and effective doses. Doctoral thesis, University of Helsinki, Radiation and nuclear safety authority STUK-A213, 2005.

Vesterbacka P, Mäkeläinen I, Arvela H. Natural radioactivity in drinking water in private wells in Finland. *Radiation Protection Dosimetry* 2005; 113: 223-232.

Voutilainen A, Mäkeläinen I, Huikuri P, Salonen L. Porakaivoveden radonkartasto/ Radonatlas över borrhunnar/ Radon Atlas of wells drilled into bedrock in Finland. STUK-A171 Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2000.



## 7 Taulukot

**Taulukko III.** Maakuntakohtaisia porakaivoveden radonpitoisuuden tunnuslukuja. Aineisto sisältää STUKissa ja paikallisissa ympäristö- ja elintarvikelaboratorioissa mitatut vesinäytteet.

| Maakunta          | Mitattuja porakaivoja<br>kpl | Aritmeettinen keskiarvo<br>(Bq/l) | Korkein mitattu pitoisuus<br>(Bq/l) |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Ahvenanmaa        | 526                          | 500                               | 4000                                |
| Etelä-Karjala     | 240                          | 740                               | 11000                               |
| Etelä-Pohjanmaa   | 65                           | 370                               | 2800                                |
| Etelä-Savo        | 559                          | 420                               | 12400                               |
| Kainuu            | 162                          | 760                               | 8800                                |
| Kanta-Häme        | 646                          | 1100                              | 62000                               |
| Keski-Pohjanmaa   | 8                            | 650                               | 2700                                |
| Keski-Suomi       | 541                          | 490                               | 8200                                |
| Kymenlaakso       | 444                          | 610                               | 17000                               |
| Lappi             | 299                          | 360                               | 4000                                |
| Pirkanmaa         | 600                          | 350                               | 7500                                |
| Pohjanmaa         | 25                           | 320                               | 5500                                |
| Pohjois-Karjala   | 106                          | 250                               | 3000                                |
| Pohjois-Pohjanmaa | 142                          | 350                               | 6700                                |
| Pohjois-Savo      | 234                          | 240                               | 3200                                |
| Päijät-Häme       | 585                          | 1000                              | 26300                               |
| Satakunta         | 260                          | 260                               | 8800                                |
| Uusimaa           | 4558                         | 1400                              | 130000                              |
| Varsinais-Suomi   | 1251                         | 1100                              | 42500                               |

**Taulukko IV.** Maakuntakohtaisia porakaivoveden uraanipitoisuuden tunnuslukuja. Aineisto sisältää STUKissa mitatut vesinäytteet.

| Maakunta          | Mitattuja porakaivoja<br>kpl | Aritmeettinen keskiarvo<br>(µg/l) | Korkein mitattu pitoisuus<br>(µg/l) |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Ahvenanmaa        | 58                           | 26                                | 230                                 |
| Etelä-Karjala     | 91                           | 45                                | 800                                 |
| Etelä-Pohjanmaa   | 41                           | 7                                 | 50                                  |
| Etelä-Savo        | 139                          | 27                                | 1200                                |
| Kainuu            | 43                           | 23                                | 500                                 |
| Kanta-Häme        | 193                          | 110                               | 5100                                |
| Keski-Pohjanmaa   | 9                            | 46                                | 400                                 |
| Keski-Suomi       | 336                          | 19                                | 700                                 |
| Kymenlaakso       | 148                          | 120                               | 11800                               |
| Lappi             | 91                           | 26                                | 1400                                |
| Pirkanmaa         | 258                          | 10                                | 500                                 |
| Pohjanmaa         | 14                           | 5                                 | 20                                  |
| Pohjois-Karjala   | 37                           | 7                                 | 60                                  |
| Pohjois-Pohjanmaa | 33                           | 32                                | 500                                 |
| Pohjois-Savo      | 121                          | 11                                | 500                                 |
| Päijät-Häme       | 299                          | 100                               | 4900                                |
| Satakunta         | 51                           | 8                                 | 60                                  |
| Uusimaa           | 3072                         | 110                               | 10700                               |
| Varsinais-Suomi   | 663                          | 85                                | 8900                                |

**Taulukko V.** Porakaivoveden radonpitoisuuden tunnuslukuja kunnittain. Aineisto sisältää STUKissa ja paikallisissa ympäristö- ja elintarvikelaboratorioissa mitatut vesinäytteet.

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| AKAA        | 16                        | 138               | 12            | 320            | 1                        |                           |
| ALAJÄRVI    | 1                         | 69                | 69            | 69             |                          |                           |
| ALAVIESKA   | 1                         | 91                | 91            | 91             |                          |                           |
| ALAVUS      | 2                         | 371               | 1             | 740            | 1                        |                           |
| ASIKKALA    | 55                        | 2236              | 6             | 26300          | 33                       | 19                        |
| ASKOLA      | 62                        | 9180              | 53            | 130000         | 44                       | 28                        |
| BRÄNDÖ      | 14                        | 339               | 71            | 1200           | 6                        | 1                         |
| ECKERÖ      | 33                        | 730               | 12            | 2090           | 26                       | 9                         |
| ENONKOSKI   | 1                         | 350               | 350           | 350            | 1                        |                           |
| ENONTEKIÖ   | 15                        | 626               | 32            | 1800           | 10                       | 3                         |
| ESPOO       | 507                       | 1222              | 1             | 62000          | 289                      | 135                       |
| EURA        | 21                        | 393               | 16            | 1260           | 9                        | 3                         |
| EURAJOKI    | 19                        | 301               | 49            | 1330           | 4                        | 3                         |
| FINSTRÖM    | 38                        | 582               | 73            | 4010           | 22                       | 5                         |
| FORSSA      | 45                        | 269               | 15            | 1660           | 11                       | 2                         |
| FÖGLÖ       | 52                        | 353               | 52            | 3250           | 19                       | 2                         |
| GETA        | 28                        | 365               | 6             | 1630           | 11                       | 1                         |
| HAAPAJÄRVI  | 1                         | 250               | 250           | 250            |                          |                           |
| HAAPAVESI   | 1                         | 250               | 250           | 250            |                          |                           |
| HAMINA      | 61                        | 455               | 1             | 1830           | 36                       | 5                         |
| HAMMARLAND  | 45                        | 563               | 12            | 2200           | 28                       | 9                         |
| HANKASALMI  | 5                         | 662               | 41            | 1740           | 2                        | 2                         |
| HANKO       | 8                         | 1193              | 59            | 4200           | 4                        | 2                         |
| HARJAVALTA  | 6                         | 57                | 13            | 230            |                          |                           |
| HARTOLA     | 31                        | 186               | 6             | 780            | 6                        |                           |
| HATTULA     | 22                        | 818               | 1             | 6000           | 6                        | 4                         |
| HAUKIPUDAS  | 2                         | 55                | 42            | 68             |                          |                           |
| HAUSJÄRVI   | 103                       | 1739              | 5             | 31000          | 60                       | 38                        |
| HEINOLA     | 120                       | 1072              | 2             | 14400          | 57                       | 23                        |
| HEINÄVESI   | 9                         | 295               | 12            | 760            | 3                        |                           |
| HELSINKI    | 100                       | 1946              | 1             | 19300          | 63                       | 37                        |
| HIRVENSALMI | 9                         | 377               | 110           | 1800           | 2                        | 1                         |
| HOLLOLA     | 79                        | 807               | 14            | 6800           | 35                       | 17                        |

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| HUITTINEN   | 19                        | 745               | 28            | 8800           | 10                       | 1                         |
| HUMPPILA    | 17                        | 622               | 37            | 3770           | 7                        | 2                         |
| HYRYNSALMI  | 7                         | 694               | 2             | 2880           | 2                        | 2                         |
| HYVINKÄÄ    | 86                        | 734               | 3             | 7400           | 39                       | 17                        |
| HÄMEENKOSKI | 17                        | 1061              | 2             | 4100           | 11                       | 7                         |
| HÄMEENKYRÖ  | 8                         | 216               | 20            | 610            | 3                        |                           |
| HÄMEENLINNA | 100                       | 1422              | 3             | 62000          | 44                       | 25                        |
| II          | 2                         | 51                | 19            | 82             |                          |                           |
| IISALMI     | 18                        | 84                | 15            | 400            | 2                        |                           |
| IITTI       | 53                        | 1074              | 14            | 17000          | 30                       | 17                        |
| IKAALINEN   | 16                        | 328               | 96            | 1700           | 4                        | 2                         |
| ILMAJOKI    | 2                         | 26                | 14            | 37             |                          |                           |
| ILOMANTSI   | 6                         | 717               | 170           | 1200           | 4                        | 2                         |
| IMATRA      | 11                        | 1683              | 24            | 6300           | 7                        | 7                         |
| INARI       | 38                        | 80                | 3             | 640            | 4                        |                           |
| INKOO       | 110                       | 1209              | 4             | 30300          | 52                       | 21                        |
| ISOJOKI     | 2                         | 830               | 360           | 1300           | 2                        | 1                         |
| ISOKYRÖ     | 1                         | 63                | 63            | 63             |                          |                           |
| JALASJÄRVI  | 12                        | 449               | 10            | 2800           | 6                        | 1                         |
| JANAKKALA   | 49                        | 1513              | 31            | 5900           | 34                       | 21                        |
| JOENSUU     | 17                        | 712               | 30            | 3000           | 6                        | 3                         |
| JOKIOINEN   | 23                        | 247               | 15            | 2200           | 4                        | 1                         |
| JOMALA      | 42                        | 518               | 80            | 1960           | 20                       | 6                         |
| JOROINEN    | 31                        | 116               | 6             | 1000           | 2                        |                           |
| JOUTSA      | 25                        | 215               | 6             | 890            | 6                        |                           |
| JUANKOSKI   | 3                         | 254               | 85            | 440            | 1                        |                           |
| JUUKA       | 18                        | 99                | 2             | 350            | 1                        |                           |
| JUUPAJOKI   | 4                         | 668               | 59            | 1400           | 2                        | 2                         |
| JUVA        | 38                        | 424               | 7             | 4800           | 11                       | 4                         |
| JYVÄSKYLÄ   | 69                        | 297               | 6             | 4900           | 13                       | 3                         |
| JÄMSÄ       | 158                       | 641               | 8             | 8100           | 77                       | 26                        |
| JÄRVENPÄÄ   | 30                        | 1890              | 91            | 11300          | 26                       | 16                        |
| KAARINA     | 26                        | 83                | 15            | 440            | 3                        |                           |
| KAAVI       | 6                         | 526               | 42            | 1300           | 4                        | 1                         |
| KAJAANI     | 48                        | 1221              | 10            | 5990           | 36                       | 21                        |
| KALAJOKI    | 1                         | 2700              | 2700          | 2700           | 1                        | 1                         |

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| KANGASALA   | 31                        | 100               | 0             | 330            | 2                        |                           |
| KANGASNIEMI | 36                        | 251               | 2             | 3400           | 6                        | 1                         |
| KANKAANPÄÄ  | 7                         | 80                | 1             | 240            |                          |                           |
| KANNONKOSKI | 1                         | 1400              | 1400          | 1400           | 1                        | 1                         |
| KANNUS      | 1                         | 700               | 700           | 700            | 1                        |                           |
| KARJALOHJA  | 72                        | 2323              | 3             | 17900          | 56                       | 35                        |
| KARKKILA    | 36                        | 237               | 7             | 1900           | 8                        | 1                         |
| KARSTULA    | 10                        | 551               | 48            | 1500           | 5                        | 3                         |
| KARVIA      | 1                         | 26                | 26            | 26             |                          |                           |
| KAUHAJOKI   | 1                         | 330               | 330           | 330            | 1                        |                           |
| KAUHAVA     | 3                         | 25                | 18            | 37             |                          |                           |
| KAUNIAINEN  | 14                        | 4595              | 3             | 24000          | 11                       | 6                         |
| KEITELE     | 6                         | 1488              | 360           | 2200           | 6                        | 5                         |
| KEMI        | 3                         | 31                | 20            | 49             |                          |                           |
| KEMIJÄRVI   | 33                        | 939               | 22            | 3600           | 22                       | 11                        |
| KEMINMAA    | 3                         | 54                | 10            | 120            |                          |                           |
| KEMIÖNSAARI | 120                       | 1386              | 1             | 11700          | 81                       | 45                        |
| KEMPELE     | 1                         | 58                | 58            | 58             |                          |                           |
| KERAVA      | 11                        | 992               | 18            | 5500           | 6                        | 4                         |
| KERIMÄKI    | 2                         | 124               | 43            | 200            |                          |                           |
| KESÄLAHTI   | 1                         | 130               | 130           | 130            |                          |                           |
| KEURUU      | 50                        | 679               | 16            | 5700           | 30                       | 10                        |
| KIHNIÖ      | 11                        | 249               | 1             | 860            | 3                        |                           |
| KIIKOINEN   | 3                         | 79                | 25            | 130            |                          |                           |
| KIIMINKI    | 1                         | 18                | 18            | 18             |                          |                           |
| KINNULA     | 6                         | 1773              | 400           | 6200           | 6                        | 3                         |
| KIRKKONUMMI | 673                       | 1426              | 0             | 23300          | 408                      | 247                       |
| KITEE       | 5                         | 58                | 12            | 150            |                          |                           |
| KITTILÄ     | 41                        | 71                | 2             | 730            | 4                        |                           |
| KIURUVESI   | 17                        | 136               | 9             | 410            | 2                        |                           |
| KIVIJÄRVI   | 2                         | 195               | 90            | 300            |                          |                           |
| KOKEMÄKI    | 3                         | 177               | 25            | 430            | 1                        |                           |
| KOKKOLA     | 2                         | 180               | 99            | 260            |                          |                           |
| KOLARI      | 17                        | 433               | 5             | 2500           | 8                        | 1                         |
| KONNEVESI   | 5                         | 840               | 10            | 2200           | 3                        | 2                         |
| KONTIOLAHTI | 7                         | 255               | 20            | 1110           | 1                        | 1                         |

| Kunta              | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|--------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| KORSNÄS            | 1                         | 250               | 250           | 250            |                          |                           |
| KOSKI TL           | 11                        | 1204              | 9             | 5700           | 5                        | 2                         |
| KOTKA              | 48                        | 686               | 19            | 2800           | 29                       | 11                        |
| KOUVOLA            | 185                       | 597               | 6             | 5000           | 103                      | 32                        |
| KRISTIINANKAUPUNKI | 4                         | 31                | 10            | 59             |                          |                           |
| KRUUNUPYY          | 3                         | 1906              | 3             | 5500           | 1                        | 1                         |
| KUHMO              | 24                        | 565               | 3             | 2200           | 11                       | 6                         |
| KUHMOINEN          | 19                        | 122               | 17            | 440            | 1                        |                           |
| KUMLINGE           | 19                        | 618               | 54            | 1400           | 12                       | 4                         |
| KUOPIO             | 51                        | 206               | 11            | 1300           | 8                        | 3                         |
| KUORTANE           | 1                         | 170               | 170           | 170            |                          |                           |
| KURIKKA            | 1                         | 33                | 33            | 33             |                          |                           |
| KUSTAVI            | 21                        | 411               | 41            | 1800           | 8                        | 2                         |
| KUUSAMO            | 82                        | 171               | 1             | 1200           | 12                       | 2                         |
| KYYJÄRVI           | 1                         | 450               | 450           | 450            | 1                        |                           |
| KÄRKÖLÄ            | 17                        | 1788              | 37            | 11000          | 10                       | 6                         |
| KÄRSÄMÄKI          | 3                         | 730               | 480           | 1100           | 3                        | 1                         |
| KÖKAR              | 6                         | 259               | 91            | 780            | 1                        |                           |
| KÖYLIÖ             | 7                         | 1276              | 15            | 5600           | 3                        | 2                         |
| LAHTI              | 24                        | 638               | 6             | 3400           | 12                       | 5                         |
| LAITILA            | 26                        | 140               | 4             | 415            | 2                        |                           |
| LAPINJÄRVI         | 58                        | 671               | 33            | 5100           | 35                       | 10                        |
| LAPINLAHTI         | 30                        | 65                | 5             | 330            | 1                        |                           |
| LAPPAJÄRVI         | 4                         | 150               | 10            | 410            | 1                        |                           |
| LAPPEENRANTA       | 60                        | 360               | 7             | 2500           | 22                       | 5                         |
| LAUKAA             | 17                        | 664               | 11            | 2800           | 8                        | 5                         |
| LAVIA              | 5                         | 63                | 0             | 150            |                          |                           |
| LEMI               | 5                         | 89                | 16            | 170            |                          |                           |
| LEMLAND            | 46                        | 536               | 1             | 1900           | 33                       | 4                         |
| LEMPÄÄLÄ           | 21                        | 230               | 20            | 1000           | 5                        |                           |
| LEPPÄVIRTA         | 16                        | 121               | 28            | 360            | 1                        |                           |
| LESTIJÄRVI         | 1                         | 930               | 930           | 930            | 1                        |                           |
| LIEKSA             | 19                        | 179               | 13            | 1800           | 1                        | 1                         |
| LIETO              | 35                        | 904               | 11            | 12600          | 12                       | 6                         |
| LIPERI             | 5                         | 29                | 3             | 67             |                          |                           |
| LOHJA              | 298                       | 795               | 0             | 20000          | 100                      | 53                        |

| Kunta           | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|-----------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| LOIMAA          | 73                        | 858               | 15            | 6000           | 49                       | 20                        |
| LÖPPI           | 111                       | 650               | 3             | 16500          | 36                       | 15                        |
| LOVIISA         | 215                       | 1372              | 1             | 29400          | 126                      | 71                        |
| LUHANKA         | 12                        | 397               | 2             | 1300           | 4                        | 2                         |
| LUMIJOKI        | 1                         | 250               | 250           | 250            |                          |                           |
| LUMPARLAND      | 15                        | 397               | 130           | 1100           | 8                        | 1                         |
| LUUMÄKI         | 18                        | 418               | 30            | 980            | 9                        |                           |
| LUVIA           | 7                         | 79                | 1             | 310            | 1                        |                           |
| LÄNSI-TURUNMAA  | 74                        | 200               | 1             | 3800           | 9                        | 3                         |
| MAALAHTI        | 1                         | 210               | 210           | 210            |                          |                           |
| MAANINKA        | 7                         | 199               | 45            | 590            | 1                        |                           |
| MAARIANHAMINA   | 94                        | 395               | 28            | 1800           | 47                       | 7                         |
| MARTTILA        | 11                        | 1285              | 440           | 3500           | 11                       | 5                         |
| MASKU           | 16                        | 588               | 15            | 2600           | 5                        | 4                         |
| MERIJÄRVI       | 1                         | 5                 | 5             | 5              |                          |                           |
| MIHIKKÄLÄ       | 26                        | 336               | 11            | 930            | 14                       |                           |
| MIKKELI         | 75                        | 377               | 12            | 2000           | 31                       | 6                         |
| MULTIA          | 4                         | 265               | 170           | 520            | 1                        |                           |
| MUONIO          | 3                         | 86                | 44            | 160            |                          |                           |
| MUSTASAARI      | 3                         | 116               | 9             | 190            |                          |                           |
| MUURAME         | 4                         | 345               | 12            | 1200           | 1                        | 1                         |
| MYNÄMÄKI        | 9                         | 173               | 27            | 520            | 2                        |                           |
| MYRSKYLÄ        | 54                        | 723               | 15            | 8700           | 25                       | 10                        |
| MÄNTSÄLÄ        | 223                       | 1067              | 1             | 17000          | 132                      | 55                        |
| MÄNTTÄ-VILPPULA | 35                        | 477               | 2             | 2850           | 17                       | 4                         |
| MÄNTYHARJU      | 69                        | 369               | 8             | 3600           | 21                       | 6                         |
| NAANTALI        | 60                        | 1483              | 2             | 30000          | 20                       | 10                        |
| NAKKILA         | 5                         | 15                | 3             | 46             |                          |                           |
| NASTOLA         | 38                        | 1149              | 0             | 16200          | 23                       | 9                         |
| NILSIÄ          | 5                         | 201               | 14            | 730            | 1                        |                           |
| NOKIA           | 27                        | 283               | 12            | 1100           | 8                        | 2                         |
| NOUSIAINEN      | 4                         | 128               | 35            | 330            | 1                        |                           |
| NUMMI-PUSULA    | 141                       | 327               | 1             | 11000          | 27                       | 10                        |
| NURMES          | 13                        | 129               | 4             | 910            | 1                        |                           |
| NURMIJÄRVI      | 111                       | 253               | 1             | 21100          | 4                        | 1                         |
| NÄRPIÖ          | 1                         | 160               | 160           | 160            |                          |                           |

| Kunta            | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| ORIMATTILA       | 127                       | 1154              | 14            | 12000          | 85                       | 48                        |
| ORIPÄÄ           | 16                        | 382               | 11            | 970            | 7                        |                           |
| ORIVESI          | 33                        | 412               | 2             | 3200           | 11                       | 3                         |
| OULAINEN         | 2                         | 542               | 34            | 1050           | 1                        | 1                         |
| OULU             | 4                         | 370               | 21            | 740            | 2                        |                           |
| OUTOKUMPU        | 5                         | 68                | 34            | 100            |                          |                           |
| PADASJOKI        | 19                        | 271               | 27            | 2300           | 3                        | 1                         |
| PAIMIO           | 19                        | 1571              | 54            | 4000           | 14                       | 10                        |
| PALTAMO          | 12                        | 165               | 11            | 1200           | 1                        | 1                         |
| PARIKKALA        | 39                        | 758               | 21            | 5500           | 21                       | 9                         |
| PARKANO          | 22                        | 384               | 12            | 1600           | 9                        | 2                         |
| PEDERSÖREN KUNTA | 1                         | 240               | 240           | 240            |                          |                           |
| PELKOSENNIEMI    | 3                         | 26                | 5             | 38             |                          |                           |
| PELLO            | 6                         | 285               | 13            | 1000           | 2                        | 1                         |
| PERHO            | 2                         | 233               | 220           | 250            |                          |                           |
| PERTUNMAA        | 33                        | 639               | 3             | 12400          | 9                        | 4                         |
| PETÄJÄVESI       | 5                         | 211               | 52            | 670            | 1                        |                           |
| PIEKSAMÄKI       | 23                        | 210               | 7             | 1800           | 2                        | 2                         |
| PIELAVESI        | 15                        | 223               | 4             | 1400           | 4                        | 1                         |
| PIETARSAARI      | 2                         | 91                | 52            | 130            |                          |                           |
| PIHTIPUDAS       | 8                         | 865               | 43            | 3200           | 5                        | 2                         |
| PIRKKALA         | 11                        | 825               | 6             | 7500           | 2                        | 1                         |
| POLVIJÄRVI       | 3                         | 140               | 81            | 200            |                          |                           |
| POMARKKU         | 4                         | 144               | 2             | 510            | 1                        |                           |
| PORI             | 26                        | 80                | 1             | 390            | 3                        |                           |
| PORNAINEN        | 104                       | 1359              | 15            | 10800          | 51                       | 34                        |
| PORVOO           | 190                       | 1761              | 2             | 45000          | 98                       | 60                        |
| POSIO            | 10                        | 215               | 38            | 1200           | 1                        | 1                         |
| PUDASJÄRVI       | 2                         | 34                | 31            | 36             |                          |                           |
| PUKKILA          | 27                        | 957               | 15            | 8700           | 13                       | 8                         |
| PUNKAHARJU       | 38                        | 467               | 6             | 2600           | 16                       | 5                         |
| PUNKALAUDUN      | 30                        | 287               | 21            | 2700           | 6                        | 2                         |
| PUOLANKA         | 4                         | 110               | 34            | 190            |                          |                           |
| PUUMALA          | 32                        | 474               | 8             | 3900           | 14                       | 4                         |
| PYHTÄÄ           | 33                        | 656               | 8             | 6200           | 22                       | 5                         |
| PYHÄJOKI         | 12                        | 1993              | 52            | 6700           | 8                        | 6                         |



| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| PYHÄJÄRVI   | 3                         | 75                | 4             | 150            |                          |                           |
| PYHÄRANTA   | 8                         | 306               | 10            | 1300           | 2                        | 1                         |
| PÄLKÄNE     | 23                        | 366               | 35            | 1500           | 9                        | 2                         |
| PÖYTYÄ      | 27                        | 793               | 15            | 8600           | 13                       | 5                         |
| RAAHE       | 2                         | 9                 | 8             | 9              |                          |                           |
| RAASEPORI   | 163                       | 2295              | 2             | 26000          | 93                       | 65                        |
| RAISIO      | 8                         | 1586              | 10            | 5200           | 4                        | 3                         |
| RANTASALMI  | 33                        | 828               | 9             | 7400           | 15                       | 7                         |
| RANUA       | 14                        | 530               | 11            | 3700           | 4                        | 2                         |
| RAUMA       | 65                        | 193               | 3             | 1000           | 13                       |                           |
| RAUTALAMPI  | 5                         | 214               | 45            | 780            | 1                        |                           |
| RAUTAVAARA  | 7                         | 884               | 9             | 3200           | 4                        | 2                         |
| RAUTJÄRVI   | 10                        | 349               | 10            | 1700           | 3                        | 1                         |
| RIIHIMÄKI   | 69                        | 556               | 7             | 5200           | 23                       | 9                         |
| RISTIINA    | 63                        | 535               | 15            | 3300           | 29                       | 7                         |
| RISTIJÄRVI  | 3                         | 490               | 21            | 770            | 2                        |                           |
| ROVANIEMI   | 35                        | 806               | 4             | 4000           | 18                       | 12                        |
| RUOKOLAHTI  | 67                        | 962               | 5             | 11000          | 32                       | 17                        |
| RUOVESI     | 34                        | 660               | 18            | 2500           | 14                       | 9                         |
| RUSKO       | 12                        | 4226              | 15            | 27500          | 7                        | 7                         |
| RÄÄKKYLÄ    | 1                         | 42                | 42            | 42             |                          |                           |
| SAARIJÄRVI  | 7                         | 888               | 85            | 2200           | 6                        | 3                         |
| SALLA       | 18                        | 130               | 12            | 500            | 2                        |                           |
| SALO        | 337                       | 1638              | 2             | 42500          | 198                      | 126                       |
| SALTVIK     | 47                        | 771               | 83            | 4000           | 33                       | 11                        |
| SASTAMALA   | 15                        | 125               | 26            | 340            | 2                        |                           |
| SAUVO       | 37                        | 1043              | 7             | 9700           | 20                       | 12                        |
| SAVITAIPALE | 5                         | 160               | 25            | 320            | 1                        |                           |
| SAVONLINNA  | 20                        | 410               | 20            | 3500           | 5                        | 2                         |
| SAVUKOSKI   | 4                         | 239               | 24            | 660            | 1                        |                           |
| SEINÄJOKI   | 5                         | 293               | 150           | 490            | 2                        |                           |
| SIIKAINEN   | 7                         | 120               | 1             | 290            |                          |                           |
| SIIKAJOKI   | 1                         | 380               | 380           | 380            | 1                        |                           |
| SIIKALATVA  | 1                         | 370               | 370           | 370            | 1                        |                           |
| SIILINJÄRVI | 19                        | 216               | 10            | 880            | 4                        |                           |
| SIMO        | 4                         | 100               | 16            | 250            |                          |                           |

| Kunta        | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Ylitysten kpl, >300 Bq/l | Ylitysten kpl, >1000 Bq/l |
|--------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| SIPOO        | 332                       | 1248              | 2             | 19000          | 125                      | 88                        |
| SIUNTIO      | 129                       | 1778              | 1             | 21600          | 90                       | 63                        |
| SODANKYLÄ    | 35                        | 209               | 1             | 2500           | 7                        | 1                         |
| SOINI        | 9                         | 181               | 14            | 490            | 2                        |                           |
| SOMERO       | 96                        | 1208              | 6             | 15300          | 41                       | 25                        |
| SONKAJÄRVI   | 8                         | 226               | 1             | 1000           | 2                        |                           |
| SOTKAMO      | 32                        | 935               | 8             | 8800           | 11                       | 5                         |
| SOTTUNGA     | 15                        | 402               | 47            | 1000           | 10                       |                           |
| SULKAVA      | 15                        | 943               | 14            | 2900           | 10                       | 5                         |
| SUND         | 14                        | 697               | 100           | 3800           | 8                        | 2                         |
| SUOMENNIEMI  | 5                         | 715               | 66            | 2600           | 2                        | 1                         |
| SUOMUSSALMI  | 31                        | 379               | 10            | 1900           | 13                       | 4                         |
| SUONENJOKI   | 3                         | 76                | 32            | 150            |                          |                           |
| SYSMÄ        | 58                        | 205               | 2             | 3300           | 9                        | 2                         |
| SÄKYLÄ       | 16                        | 218               | 31            | 560            | 4                        |                           |
| TAIPALSAARI  | 20                        | 1364              | 34            | 9300           | 10                       | 7                         |
| TAIVALKOSKI  | 15                        | 222               | 7             | 1300           | 3                        | 1                         |
| TAIVASSALO   | 14                        | 313               | 38            | 1400           | 5                        | 1                         |
| TAMMELA      | 91                        | 1805              | 1             | 21000          | 48                       | 32                        |
| TAMPERE      | 60                        | 252               | 5             | 2400           | 13                       | 4                         |
| TARVASJOKI   | 7                         | 1832              | 220           | 4900           | 6                        | 3                         |
| TERVO        | 3                         | 228               | 54            | 360            | 1                        |                           |
| TERVOLA      | 6                         | 48                | 8             | 100            |                          |                           |
| TEUVA        | 2                         | 111               | 37            | 190            |                          |                           |
| TOIVAKKA     | 5                         | 118               | 13            | 240            |                          |                           |
| TORNIO       | 5                         | 45                | 7             | 79             |                          |                           |
| TURKU        | 75                        | 496               | 7             | 7000           | 21                       | 6                         |
| TUUSNIEMI    | 4                         | 133               | 1             | 370            | 1                        |                           |
| TUUSULA      | 164                       | 1162              | 9             | 22000          | 79                       | 41                        |
| TÖYSÄ        | 2                         | 271               | 2             | 540            | 1                        |                           |
| ULVILA       | 9                         | 66                | 4             | 230            |                          |                           |
| URJALA       | 49                        | 265               | 5             | 3000           | 7                        | 3                         |
| UTSJOKI      | 5                         | 91                | 20            | 210            |                          |                           |
| UURAINEN     | 3                         | 890               | 270           | 1800           | 2                        | 1                         |
| UUSIKAARLEPY | 3                         | 86                | 14            | 140            |                          |                           |
| UUSIKAUPUNKI | 55                        | 618               | 26            | 2600           | 28                       | 12                        |

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo (Bq/l) | Minimi (Bq/l) | Maksimi (Bq/l) | Yliytysten kpl, >300 Bq/l | Yliytysten kpl, >1000 Bq/l |
|-------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| VAALA       | 1                         | 150               | 150           | 150            |                           |                            |
| VAASA       | 5                         | 108               | 7             | 180            |                           |                            |
| VALKEAKOSKI | 47                        | 150               | 4             | 2480           | 4                         | 2                          |
| VALTIMO     | 6                         | 98                | 13            | 370            | 1                         |                            |
| VANTAA      | 456                       | 2138              | 2             | 62400          | 313                       | 179                        |
| VARKAUS     | 33                        | 139               | 6             | 730            | 5                         |                            |
| VEHMAA      | 14                        | 988               | 83            | 5200           | 5                         | 3                          |
| VESANTO     | 4                         | 255               | 49            | 670            | 1                         |                            |
| VESILAHTI   | 6                         | 239               | 11            | 550            | 2                         |                            |
| VETELI      | 1                         | 2                 | 2             | 2              |                           |                            |
| VIEREMÄ     | 6                         | 465               | 3             | 1900           | 2                         | 1                          |
| VIHANTI     | 1                         | 300               | 300           | 300            |                           |                            |
| VIHTI       | 184                       | 99                | 1             | 2000           | 8                         | 2                          |
| VIITASAARI  | 14                        | 1270              | 5             | 5900           | 7                         | 4                          |
| VIMPELI     | 1                         | 37                | 37            | 37             |                           |                            |
| VIROLAHTI   | 38                        | 348               | 94            | 1000           | 19                        |                            |
| VIRRAT      | 46                        | 305               | 13            | 1300           | 15                        | 2                          |
| VÄRDÖ       | 18                        | 262               | 129           | 450            | 7                         |                            |
| YLI-II      | 2                         | 491               | 12            | 970            | 1                         |                            |
| YLITORNIO   | 1                         | 1000              | 1000          | 1000           | 1                         | 1                          |
| YLIVIESKA   | 1                         | 100               | 100           | 100            |                           |                            |
| YLÖJÄRVI    | 35                        | 493               | 7             | 3700           | 13                        | 6                          |
| YPÄJÄ       | 16                        | 202               | 18            | 840            | 4                         |                            |
| ÄHTÄRI      | 17                        | 643               | 28            | 2500           | 9                         | 4                          |
| ÄÄNEKOSKI   | 158                       | 331               | 5             | 2500           | 52                        | 10                         |

**Taulukko VI.** Porakaivoveden uraanipitoisuuden tunnuslukuja kunnittain. Aineisto sisältää STUKissa mitatut vesinäytteet.

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|-------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| AKAA        | 9                         | 5                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| ALAVUS      | 1                         | 40                             | 40                         | 40                          | 1                                  |                                     |
| ASIKKALA    | 23                        | 316                            | 0,3                        | 3560                        | 16                                 | 8                                   |
| ASKOLA      | 40                        | 393                            | 2,0                        | 5590                        | 28                                 | 13                                  |
| BRÄNDÖ      | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| ECKERÖ      | 5                         | 30                             | 1,0                        | 90                          | 2                                  |                                     |
| ENONTEKIÖ   | 6                         | 4                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| ESPOO       | 426                       | 95                             | 0,0                        | 1780                        | 170                                | 82                                  |
| EURA        | 7                         | 4                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| EURAJOKI    | 2                         | 31                             | 2,0                        | 60                          | 1                                  |                                     |
| FINSTRÖM    | 4                         | 7                              | 2,0                        | 20                          |                                    |                                     |
| FORSSA      | 6                         | 4                              | 2,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| FÖGLÖ       | 6                         | 8                              | 3,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| GETA        | 2                         | 26                             | 11                         | 40                          | 1                                  |                                     |
| HAAPAVESI   | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| HAMINA      | 22                        | 9                              | 1,0                        | 60                          | 1                                  |                                     |
| HAMMARLAND  | 3                         | 18                             | 14                         | 20                          |                                    |                                     |
| HANKASALMI  | 5                         | 12                             | 1,0                        | 50                          | 1                                  |                                     |
| HANKO       | 5                         | 95                             | 35                         | 240                         | 5                                  | 2                                   |
| HARJAVALTA  | 3                         | 3                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| HARTOLA     | 9                         | 11                             | 0,3                        | 40                          | 1                                  |                                     |
| HATTULA     | 9                         | 37                             | 0,3                        | 190                         | 2                                  | 2                                   |
| HAUKIPUDAS  | 2                         | 5                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| HAUSJÄRVI   | 31                        | 200                            | 1,0                        | 920                         | 26                                 | 14                                  |
| HEINOLA     | 52                        | 57                             | 0,1                        | 610                         | 20                                 | 7                                   |
| HEINÄVESI   | 9                         | 6                              | 0,8                        | 20                          |                                    |                                     |
| HELSINKI    | 78                        | 235                            | 0,5                        | 2780                        | 38                                 | 25                                  |
| HIRVENSALMI | 5                         | 2                              | 1,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| HOLLOLA     | 31                        | 152                            | 0,3                        | 2510                        | 11                                 | 7                                   |
| HUITTINEN   | 4                         | 17                             | 8,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| HUMPPILA    | 1                         | 280                            | 280                        | 280                         | 1                                  | 1                                   |
| HYRYNSALMI  | 4                         | 2                              | 0,3                        | 5                           |                                    |                                     |
| HYVINKÄÄ    | 40                        | 21                             | 0,2                        | 130                         | 7                                  | 3                                   |
| HÄMEENKOSKI | 5                         | 60                             | 0,3                        | 250                         | 2                                  | 1                                   |

| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{q/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{q/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{q/l}$ ) | Ylitysten kpl, $>30 \mu\text{q/l}$ | Ylitysten kpl, $>100 \mu\text{q/l}$ |
|-------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| HÄMEENKYRÖ  | 4                         | 3                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| HÄMEENLINNA | 41                        | 44                             | 0,1                        | 370                         | 18                                 | 3                                   |
| II          | 1                         | 5                              | 5,0                        | 5                           |                                    |                                     |
| IISALMI     | 4                         | 4                              | 0,3                        | 15                          |                                    |                                     |
| IITTI       | 24                        | 676                            | 2,0                        | 11760                       | 9                                  | 5                                   |
| IKAALINEN   | 2                         | 16                             | 3,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| ILMAJOKI    | 1                         | 0,3                            | 0,3                        | 0,3                         |                                    |                                     |
| ILOMANTSI   | 4                         | 4                              | 3,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| IMATRA      | 3                         | 25                             | 10                         | 60                          | 1                                  |                                     |
| INARI       | 12                        | 3                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| INKOO       | 86                        | 42                             | 0,7                        | 530                         | 25                                 | 9                                   |
| ISOJOKI     | 2                         | 5                              | 5,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| JALASJÄRVI  | 6                         | 7                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| JANAKKALA   | 26                        | 102                            | 1,0                        | 430                         | 13                                 | 7                                   |
| JOENSUU     | 9                         | 6                              | 0,5                        | 25                          |                                    |                                     |
| JOKIOINEN   | 2                         | 25                             | 12                         | 40                          | 1                                  |                                     |
| JOMALA      | 7                         | 51                             | 3,0                        | 230                         | 3                                  | 1                                   |
| JOROINEN    | 10                        | 6                              | 1,0                        | 35                          | 1                                  |                                     |
| JOUTSA      | 14                        | 4                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| JUANKOSKI   | 2                         | 9                              | 6,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| JUUKA       | 11                        | 12                             | 0,5                        | 60                          | 1                                  |                                     |
| JUUPAJOKI   | 3                         | 3                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| JUVA        | 11                        | 5                              | 0,5                        | 20                          |                                    |                                     |
| JYVÄSKYLÄ   | 38                        | 11                             | 0,3                        | 75                          | 3                                  |                                     |
| JÄMSÄ       | 120                       | 29                             | 0,3                        | 320                         | 22                                 | 11                                  |
| JÄRVENPÄÄ   | 27                        | 119                            | 7,0                        | 1100                        | 18                                 | 8                                   |
| KAARINA     | 13                        | 9                              | 0,3                        | 60                          | 1                                  |                                     |
| KAABI       | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| KAJAANI     | 11                        | 65                             | 3,0                        | 470                         | 3                                  | 2                                   |
| KANGASALA   | 8                         | 1                              | 0,2                        | 3                           |                                    |                                     |
| KANGASNIEMI | 19                        | 8                              | 0,3                        | 40                          | 2                                  |                                     |
| KANNUS      | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| KARJALOHJA  | 54                        | 215                            | 0,7                        | 1620                        | 32                                 | 21                                  |
| KARKKILA    | 24                        | 9                              | 0,5                        | 80                          | 2                                  |                                     |
| KARSTULA    | 4                         | 13                             | 2,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| KAUHAJOKI   | 1                         | 1                              | 1,0                        | 1                           |                                    |                                     |

| Kunta              | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, $>30 \mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, $>100 \mu\text{g/l}$ |
|--------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| KAUHAVA            | 2                         | 0,8                            | 0,3                        | 1                           |                                    |                                     |
| KAUNIAINEN         | 11                        | 116                            | 3,0                        | 550                         | 5                                  | 3                                   |
| KEITELE            | 4                         | 98                             | 12                         | 210                         | 2                                  | 2                                   |
| KEMIJÄRVI          | 10                        | 10                             | 1,0                        | 40                          | 2                                  |                                     |
| KEMINMAA           | 2                         | 3                              | 0,8                        | 5                           |                                    |                                     |
| KEMIÖNSAARI        | 79                        | 64                             | 5,0                        | 530                         | 44                                 | 14                                  |
| KERAVA             | 11                        | 56                             | 1,0                        | 320                         | 5                                  | 2                                   |
| KERIMÄKI           | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| KEURUU             | 46                        | 8                              | 0,3                        | 70                          | 3                                  |                                     |
| KIHNIÖ             | 6                         | 5                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| KIIMINKI           | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| KINNULA            | 5                         | 80                             | 3,0                        | 370                         | 1                                  | 1                                   |
| KIRKKONUMMI        | 380                       | 149                            | 0,3                        | 4950                        | 190                                | 97                                  |
| KITEE              | 2                         | 2                              | 1,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| KITTILÄ            | 10                        | 0,6                            | 0,1                        | 2                           |                                    |                                     |
| KIURUVESI          | 10                        | 2                              | 0,3                        | 4                           |                                    |                                     |
| KIVIJÄRVI          | 1                         | 0,8                            | 0,8                        | 0,8                         |                                    |                                     |
| KOKEMÄKI           | 1                         | 10                             | 10                         | 10                          |                                    |                                     |
| KOKKOLA            | 1                         | 7                              | 7,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| KOLARI             | 7                         | 11                             | 0,8                        | 50                          | 1                                  |                                     |
| KONNEVESI          | 2                         | 7                              | 3,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| KONTIOLAHTI        | 2                         | 0,8                            | 0,3                        | 1                           |                                    |                                     |
| KORSNÄS            | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| KOSKI TL           | 3                         | 130                            | 6,0                        | 290                         | 2                                  | 1                                   |
| KOTKA              | 20                        | 10                             | 2,0                        | 30                          | 1                                  |                                     |
| KOUVOLA            | 50                        | 22                             | 0,3                        | 330                         | 9                                  | 2                                   |
| KRISTIINANKAUPUNKI | 4                         | 2                              | 0,5                        | 3                           |                                    |                                     |
| KRUUNUPYY          | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| KUHMO              | 8                         | 9                              | 0,3                        | 30                          |                                    |                                     |
| KUHMOINEN          | 11                        | 3                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| KUOPIO             | 30                        | 4                              | 0,3                        | 35                          | 1                                  |                                     |
| KURIKKA            | 1                         | 0,5                            | 0,5                        | 0,5                         |                                    |                                     |
| KUSTAVI            | 9                         | 7                              | 2,0                        | 20                          |                                    |                                     |
| KUUSAMO            | 15                        | 1                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| KÄRKÖLÄ            | 8                         | 612                            | 2,0                        | 4870                        | 1                                  | 1                                   |
| KÄRSÄMÄKI          | 2                         | 19                             | 4,0                        | 30                          | 1                                  |                                     |

| Kunta          | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|----------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| LAHTI          | 12                        | 58                             | 0,5                        | 210                         | 5                                  | 3                                   |
| LAITILA        | 15                        | 3                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| LAPINJÄRVI     | 8                         | 5                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| LAPINLAHTI     | 12                        | 3                              | 0,4                        | 10                          |                                    |                                     |
| LAPPAJÄRVI     | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| LAPPEENRANTA   | 32                        | 10                             | 0,3                        | 50                          | 4                                  |                                     |
| LAUKAA         | 13                        | 8                              | 0,8                        | 30                          |                                    |                                     |
| LAVIA          | 2                         | 3                              | 0,5                        | 10                          |                                    |                                     |
| LEMI           | 4                         | 4                              | 0,5                        | 10                          |                                    |                                     |
| LEMLAND        | 16                        | 39                             | 20                         | 80                          | 8                                  |                                     |
| LEMPÄÄLÄ       | 11                        | 3                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| LEPPÄVIRTA     | 7                         | 4                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| LIEKSA         | 5                         | 9                              | 1,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| LIETO          | 24                        | 26                             | 0,3                        | 130                         | 7                                  | 2                                   |
| LIPERI         | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| LOHJA          | 111                       | 116                            | 0,04                       | 5620                        | 38                                 | 14                                  |
| LOIMAA         | 13                        | 44                             | 1,0                        | 160                         | 6                                  | 2                                   |
| LOPPI          | 20                        | 348                            | 0,3                        | 5080                        | 6                                  | 5                                   |
| LOVIISA        | 74                        | 106                            | 0,8                        | 1960                        | 31                                 | 18                                  |
| LUHANKA        | 7                         | 14                             | 2,0                        | 40                          | 2                                  |                                     |
| LUMPARLAND     | 3                         | 24                             | 5,0                        | 40                          | 1                                  |                                     |
| LUUMÄKI        | 9                         | 4                              | 2,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| LUVIA          | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| LÄNSI-TURUNMAA | 71                        | 49                             | 0,3                        | 1190                        | 22                                 | 6                                   |
| MAALAHTI       | 1                         | 6                              | 6,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| MAANINKA       | 4                         | 3                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| MAARIANHAMINA  | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| MARTTILA       | 5                         | 33                             | 9,0                        | 70                          | 2                                  |                                     |
| MASKU          | 12                        | 14                             | 0,3                        | 50                          | 2                                  |                                     |
| MIEHIKKÄLÄ     | 9                         | 6                              | 1,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| MIKKELI        | 14                        | 24                             | 0,3                        | 230                         | 1                                  | 1                                   |
| MULTIA         | 4                         | 2                              | 0,8                        | 4                           |                                    |                                     |
| MUONIO         | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| MUSTASAARI     | 2                         | 3                              | 2,0                        | 5                           |                                    |                                     |
| MUURAME        | 4                         | 19                             | 0,3                        | 70                          | 1                                  |                                     |
| MYNÄMÄKI       | 5                         | 5                              | 0,5                        | 10                          |                                    |                                     |

| Kunta           | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| MYRSKYLÄ        | 32                        | 35                             | 0,5                        | 290                         | 8                                  | 2                                   |
| MÄNTSÄLÄ        | 179                       | 168                            | 0,5                        | 6530                        | 81                                 | 36                                  |
| MÄNTTÄ-VILPPULA | 31                        | 13                             | 0,3                        | 90                          | 4                                  |                                     |
| MÄNTYHARJU      | 12                        | 36                             | 0,2                        | 170                         | 3                                  | 2                                   |
| NAANTALI        | 44                        | 35                             | 0,3                        | 390                         | 10                                 | 4                                   |
| NAKKILA         | 2                         | 0,4                            | 0,3                        | 0,5                         |                                    |                                     |
| NASTOLA         | 17                        | 48                             | 3,0                        | 270                         | 6                                  | 2                                   |
| NILSIÄ          | 4                         | 4                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| NOKIA           | 15                        | 4                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| NOUSIAINEN      | 3                         | 3                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| NUMMI-PUSULA    | 78                        | 15                             | 0,3                        | 120                         | 9                                  | 3                                   |
| NURMES          | 2                         | 4                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| NURMIJÄRVI      | 94                        | 4                              | 0,2                        | 40                          | 2                                  |                                     |
| ORIMATTILA      | 97                        | 90                             | 0,3                        | 1600                        | 42                                 | 17                                  |
| ORIPÄÄ          | 1                         | 6                              | 6,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| ORIVESI         | 20                        | 11                             | 0,3                        | 60                          | 3                                  |                                     |
| OULAINEN        | 1                         | 1                              | 1,0                        | 1                           |                                    |                                     |
| OULU            | 4                         | 8                              | 0,5                        | 20                          |                                    |                                     |
| OUTOKUMPU       | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| PADASJOKI       | 13                        | 4                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| PAIMIO          | 9                         | 44                             | 1,0                        | 160                         | 4                                  | 1                                   |
| PALTAMO         | 1                         | 4                              | 4,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| PARIKKALA       | 13                        | 34                             | 1,0                        | 210                         | 2                                  | 1                                   |
| PARKANO         | 8                         | 4                              | 0,3                        | 20                          |                                    |                                     |
| PELLO           | 1                         | 30                             | 30                         | 30                          | 1                                  |                                     |
| PERHO           | 1                         | 6                              | 6,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| PERTUNMAA       | 7                         | 7                              | 0,5                        | 30                          |                                    |                                     |
| PETÄJÄVESI      | 3                         | 2                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| PIEKSÄMÄKI      | 11                        | 4                              | 0,8                        | 7                           |                                    |                                     |
| PIELAVESI       | 6                         | 3                              | 2,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| PIHTIPUDAS      | 8                         | 97                             | 1,0                        | 670                         | 3                                  | 1                                   |
| PIRKKALA        | 2                         | 5                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| PORI            | 8                         | 9                              | 1,0                        | 20                          |                                    |                                     |
| PORNAINEN       | 71                        | 48                             | 0,3                        | 590                         | 25                                 | 7                                   |
| PORVOO          | 117                       | 184                            | 0,5                        | 8280                        | 54                                 | 24                                  |
| POSIO           | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |



| Kunta       | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|-------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| PUKKILA     | 23                        | 43                             | 0,8                        | 320                         | 6                                  | 3                                   |
| PUNKAHARJU  | 8                         | 97                             | 2,0                        | 690                         | 2                                  | 1                                   |
| PUOLANKA    | 3                         | 10                             | 0,3                        | 30                          |                                    |                                     |
| PUUMALA     | 10                        | 32                             | 3,0                        | 90                          | 4                                  |                                     |
| PYHTÄÄ      | 9                         | 28                             | 2,0                        | 70                          | 5                                  |                                     |
| PYHÄJOKI    | 2                         | 460                            | 400                        | 520                         | 2                                  | 2                                   |
| PYHÄRANTA   | 2                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| PÄLKÄNE     | 13                        | 10                             | 0,8                        | 80                          | 1                                  |                                     |
| PÖYTYÄ      | 8                         | 21                             | 0,5                        | 80                          | 2                                  |                                     |
| RAAHE       | 1                         | 0,3                            | 0,3                        | 0,3                         |                                    |                                     |
| RAASEPORI   | 110                       | 131                            | 0,8                        | 1890                        | 59                                 | 29                                  |
| RAISIO      | 4                         | 115                            | 0,3                        | 370                         | 2                                  | 1                                   |
| RANTASALMI  | 9                         | 8                              | 0,5                        | 20                          |                                    |                                     |
| RANUA       | 1                         | 0,9                            | 0,9                        | 0,9                         |                                    |                                     |
| RAUMA       | 18                        | 8                              | 0,5                        | 50                          | 1                                  |                                     |
| RAUTALAMPI  | 2                         | 3                              | 1,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| RAUTAVAARA  | 7                         | 75                             | 0,3                        | 500                         | 1                                  | 1                                   |
| RAUTJÄRVI   | 1                         | 170                            | 170                        | 170                         | 1                                  | 1                                   |
| RIIHIMÄKI   | 17                        | 23                             | 0,3                        | 80                          | 5                                  |                                     |
| RISTIINA    | 7                         | 27                             | 3,0                        | 130                         | 1                                  | 1                                   |
| RISTIJÄRVI  | 1                         | 3                              | 3,0                        | 3                           |                                    |                                     |
| ROVANIEMI   | 12                        | 169                            | 0,02                       | 1380                        | 3                                  | 3                                   |
| RUOKOLAHTI  | 10                        | 114                            | 9,0                        | 390                         | 7                                  | 4                                   |
| RUOVESI     | 19                        | 15                             | 2,0                        | 110                         | 2                                  | 1                                   |
| RUSKO       | 7                         | 310                            | 17                         | 1660                        | 5                                  | 3                                   |
| SAARIJÄRVI  | 4                         | 15                             | 7,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| SALO        | 175                       | 185                            | 0,3                        | 8920                        | 93                                 | 47                                  |
| SALTVIK     | 6                         | 12                             | 5,0                        | 15                          |                                    |                                     |
| SASTAMALA   | 5                         | 3                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| SAUVO       | 29                        | 123                            | 0,5                        | 500                         | 17                                 | 12                                  |
| SAVITAIPALE | 3                         | 41                             | 8,0                        | 80                          | 2                                  |                                     |
| SAVONLINNA  | 4                         | 7                              | 1,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| SEINÄJOKI   | 3                         | 2                              | 1,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| SIIKALATVA  | 1                         | 2                              | 2,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| SIILINJÄRVI | 10                        | 7                              | 0,3                        | 30                          |                                    |                                     |
| SIPOO       | 201                       | 140                            | 0,1                        | 3960                        | 83                                 | 41                                  |

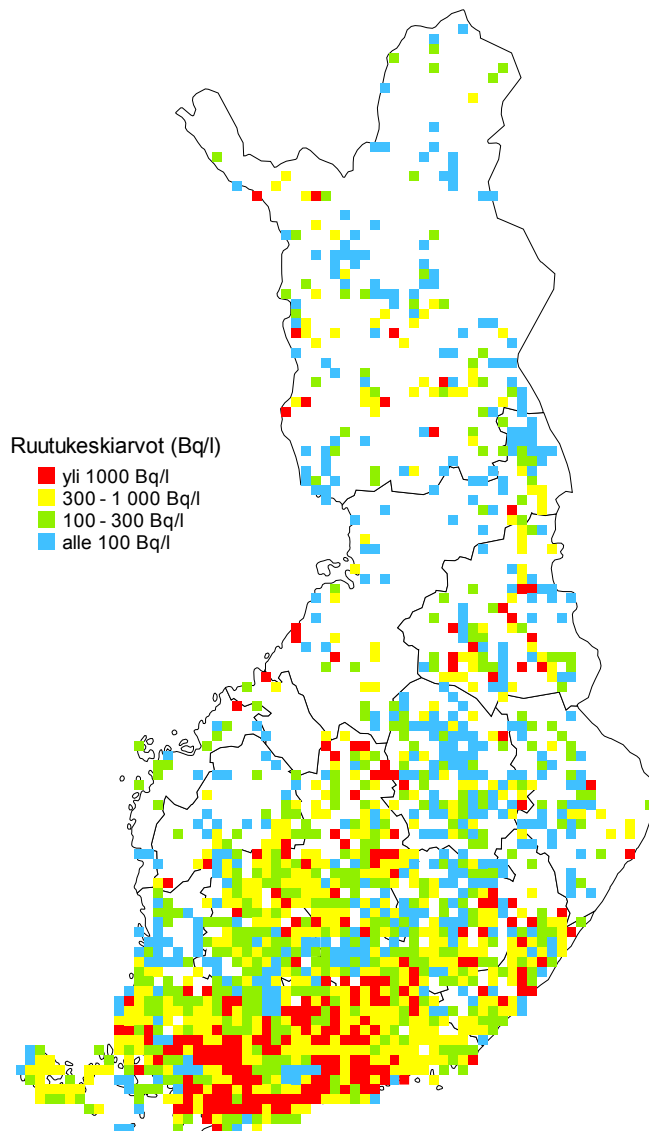
| Kunta        | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|--------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| SIUNTIO      | 92                        | 217                            | 0,1                        | 10670                       | 53                                 | 24                                  |
| SODANKYLÄ    | 17                        | 0,9                            | 0,3                        | 4                           |                                    |                                     |
| SOINI        | 8                         | 3                              | 0,3                        | 10                          |                                    |                                     |
| SOMERO       | 45                        | 61                             | 0,3                        | 950                         | 16                                 | 6                                   |
| SONKAJÄRVI   | 2                         | 5                              | 0,5                        | 10                          |                                    |                                     |
| SOTKAMO      | 9                         | 16                             | 0,1                        | 100                         | 1                                  | 1                                   |
| SOTTUNGA     | 3                         | 6                              | 4,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| SULKAVA      | 2                         | 601                            | 0,3                        | 1200                        | 1                                  | 1                                   |
| SUOMENNIEMI  | 2                         | 11                             | 5,0                        | 20                          |                                    |                                     |
| SUOMUSSALMI  | 5                         | 7                              | 0,6                        | 20                          |                                    |                                     |
| SUONENJOKI   | 1                         | 0,8                            | 0,8                        | 0,8                         |                                    |                                     |
| SYSMÄ        | 32                        | 21                             | 0,1                        | 490                         | 2                                  | 1                                   |
| SÄKYLÄ       | 2                         | 2                              | 0,3                        | 4                           |                                    |                                     |
| TAIPALSAARI  | 14                        | 124                            | 0,9                        | 820                         | 9                                  | 4                                   |
| TAIVALKOSKI  | 1                         | 10                             | 10                         | 10                          |                                    |                                     |
| TAIVASSALO   | 3                         | 21                             | 8,0                        | 50                          | 1                                  |                                     |
| TAMMELA      | 33                        | 99                             | 0,5                        | 980                         | 16                                 | 8                                   |
| TAMPERE      | 16                        | 40                             | 0,3                        | 510                         | 2                                  | 1                                   |
| TARVASJOKI   | 3                         | 169                            | 50                         | 390                         | 3                                  | 1                                   |
| TERVO        | 2                         | 0,3                            | 0,3                        | 0,3                         |                                    |                                     |
| TERVOLA      | 5                         | 2                              | 0,3                        | 5                           |                                    |                                     |
| TEUVA        | 2                         | 2                              | 1,0                        | 2                           |                                    |                                     |
| TOIVAKKA     | 5                         | 6                              | 0,8                        | 20                          |                                    |                                     |
| TORNIO       | 3                         | 2                              | 0,3                        | 3                           |                                    |                                     |
| TURKU        | 42                        | 18                             | 0,5                        | 100                         | 8                                  |                                     |
| TUUSNIEMI    | 1                         | 4                              | 4,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| TUUSULA      | 154                       | 56                             | 0,01                       | 1080                        | 51                                 | 20                                  |
| TÖYSÄ        | 1                         | 3                              | 3,0                        | 3                           |                                    |                                     |
| ULVILA       | 1                         | 4                              | 4,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| URJALA       | 22                        | 5                              | 0,3                        | 40                          | 1                                  |                                     |
| UTSJOKI      | 2                         | 3                              | 0,8                        | 5                           |                                    |                                     |
| UURAINEN     | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| UUSIKAUPUNKI | 31                        | 29                             | 2,0                        | 250                         | 7                                  | 2                                   |
| VAALA        | 1                         | 0,7                            | 0,7                        | 0,7                         |                                    |                                     |
| VAASA        | 5                         | 5                              | 0,8                        | 10                          |                                    |                                     |
| VALKEAKOSKI  | 10                        | 6                              | 0,5                        | 30                          |                                    |                                     |

| Kunta      | Mitattuja porakaivoja kpl | Keski-arvo ( $\mu\text{g/l}$ ) | Minimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Maksimi ( $\mu\text{g/l}$ ) | Ylitysten kpl, >30 $\mu\text{g/l}$ | Ylitysten kpl, >100 $\mu\text{g/l}$ |
|------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| VANTAA     | 429                       | 84                             | 0,05                       | 2010                        | 173                                | 72                                  |
| VARKAUS    | 9                         | 1                              | 0,3                        | 4                           |                                    |                                     |
| VEHMAA     | 8                         | 11                             | 2,0                        | 40                          | 1                                  |                                     |
| VESANTO    | 2                         | 16                             | 3,0                        | 30                          |                                    |                                     |
| VESILAHTI  | 3                         | 5                              | 2,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| VETELI     | 1                         | 0,3                            | 0,3                        | 0,3                         |                                    |                                     |
| VIEREMÄ    | 1                         | 7                              | 7,0                        | 10                          |                                    |                                     |
| VIHTI      | 117                       | 12                             | 0,1                        | 630                         | 4                                  | 2                                   |
| VIITASAARI | 6                         | 15                             | 0,8                        | 50                          | 1                                  |                                     |
| VIMPELI    | 1                         | 3                              | 3,0                        | 3                           |                                    |                                     |
| VIROLAHTI  | 14                        | 5                              | 1,0                        | 20                          |                                    |                                     |
| VIRRAT     | 34                        | 6                              | 1,0                        | 40                          | 1                                  |                                     |
| VÄRDÖ      | 1                         | 20                             | 20                         | 20                          |                                    |                                     |
| YLI-II     | 1                         | 4                              | 4,0                        | 4                           |                                    |                                     |
| YLITORNIO  | 1                         | 3                              | 3,0                        | 3                           |                                    |                                     |
| YLÖJÄRVI   | 17                        | 10                             | 0,5                        | 70                          | 2                                  |                                     |
| YPÄJÄ      | 7                         | 11                             | 0,5                        | 30                          | 1                                  |                                     |
| ÄHTÄRI     | 11                        | 11                             | 0,3                        | 50                          | 2                                  |                                     |
| ÄÄNEKOSKI  | 40                        | 14                             | 0,5                        | 90                          | 5                                  |                                     |

## 8 Kartat

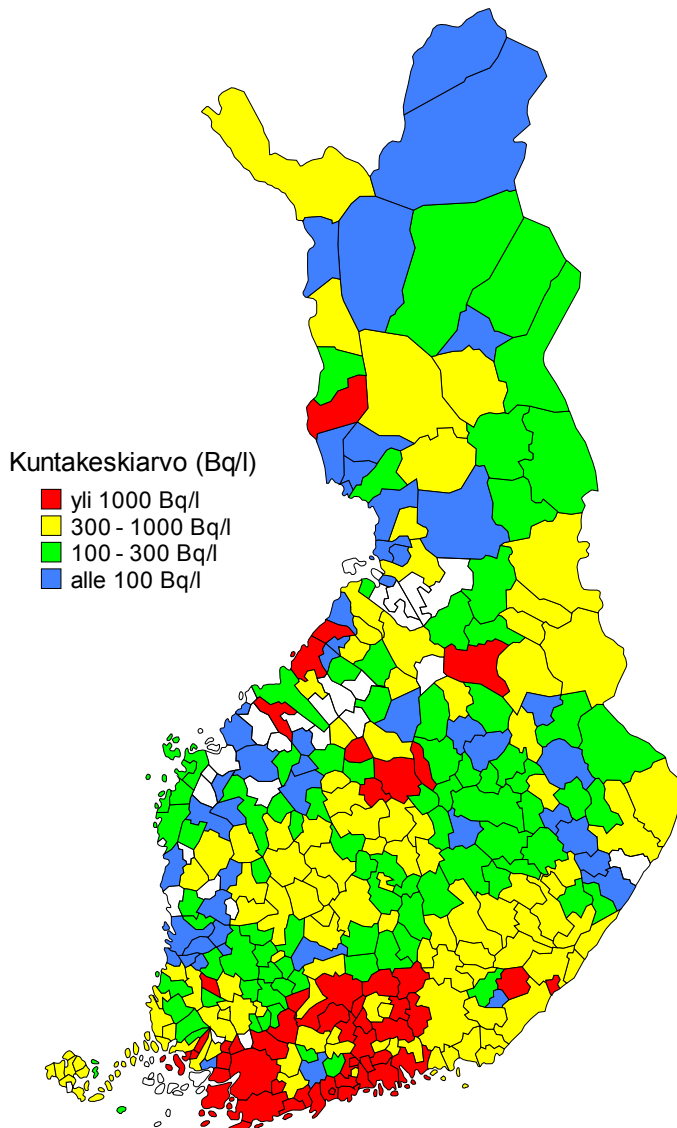
### Kartta 1

Porakaivoveden radonpitoisuus  
Aritmeettinen keskiarvo 10 x 10 km:n ruudussa  
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu  
Noin 11 300 porakaivoveden radonmittausta



**Kartta 2**

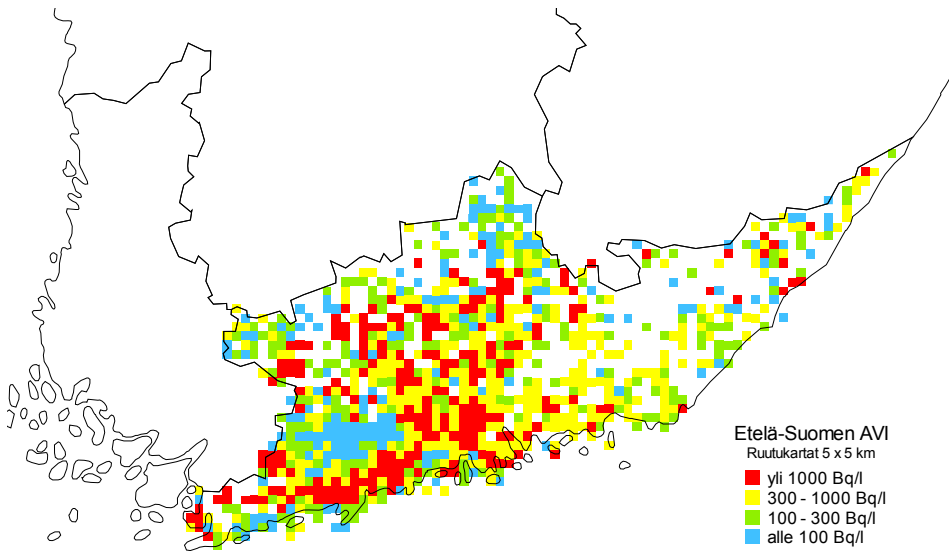
Porakaivoveden radonpitoisuus  
Kuntakohtaiset keskiarvot  
Vähintään yksi radonmittaus/kunta  
Noin 11 200 radonmittausta



### Kartta 3

Porakaivoveden radonpitoisuus  
Etelä-Suomen AVI  
Noin 5 900 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu



**Kartta 4****Porakaivoveden radonpitoisuus**

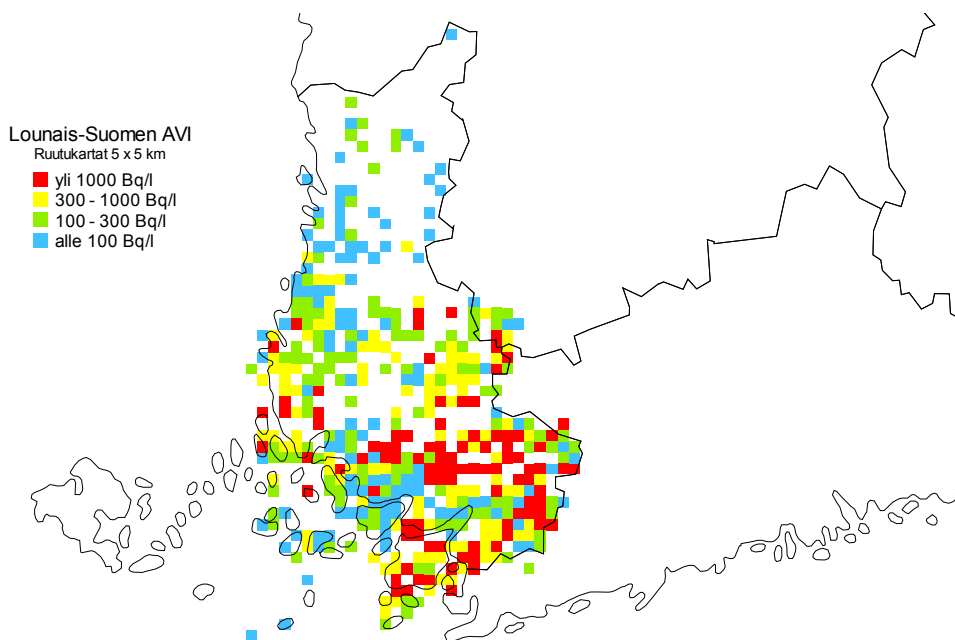
Lounais-Suomen AVI

Noin 1 300 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo

Ruudun koko 5 x 5 km

Vähintään yksi radonmittaus/ruutu



## Kartta 5

### Porakaivoveden radonpitoisuus

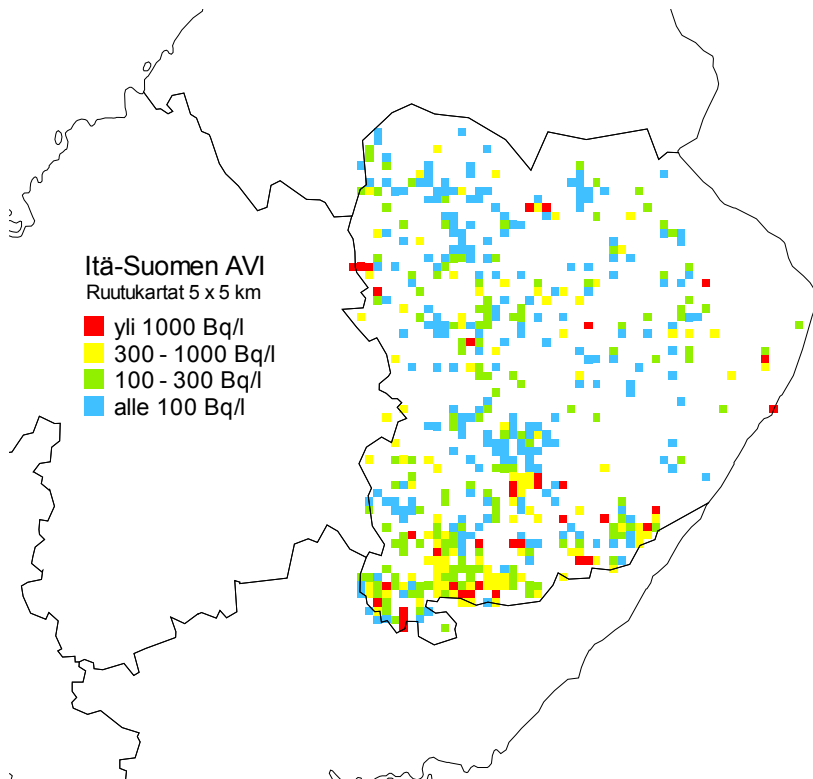
Itä-Suomen AVI

Noin 860 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo

Ruudun koko 5 x 5 km

Vähintään yksi radonmittaus/ruutu





**Kartta 6**

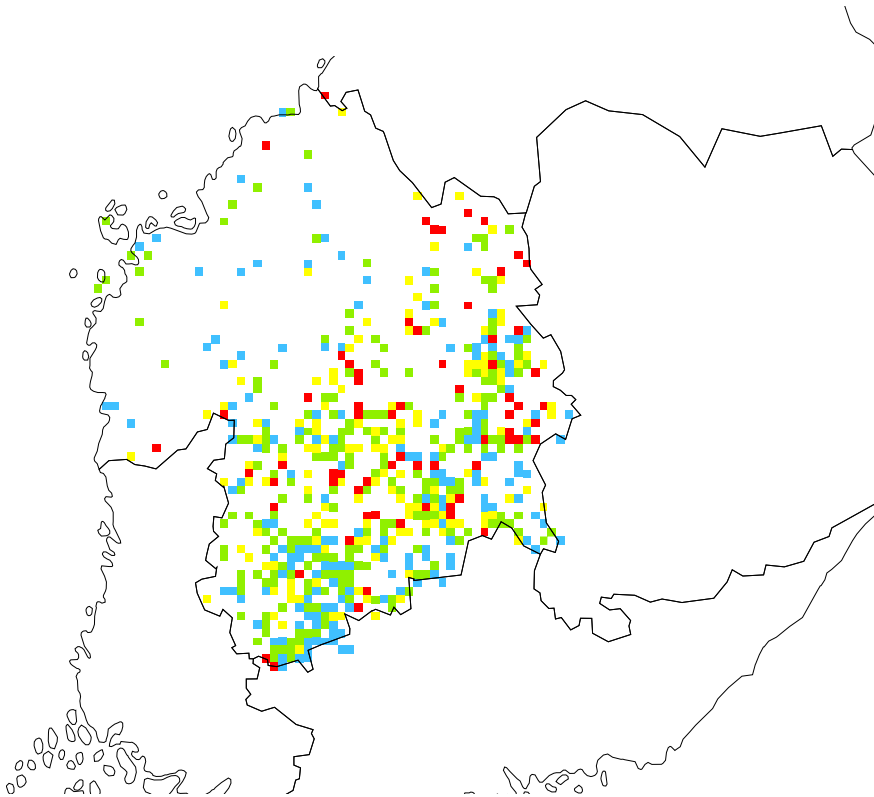
Porakaivoveden radonpitoisuus  
Länsi- ja Sisä-Suomen AVI  
Noin 1 200 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu

**Länsi- ja Sisä-Suomen AVI**

Ruutukeskiarvo 5 x 5 km

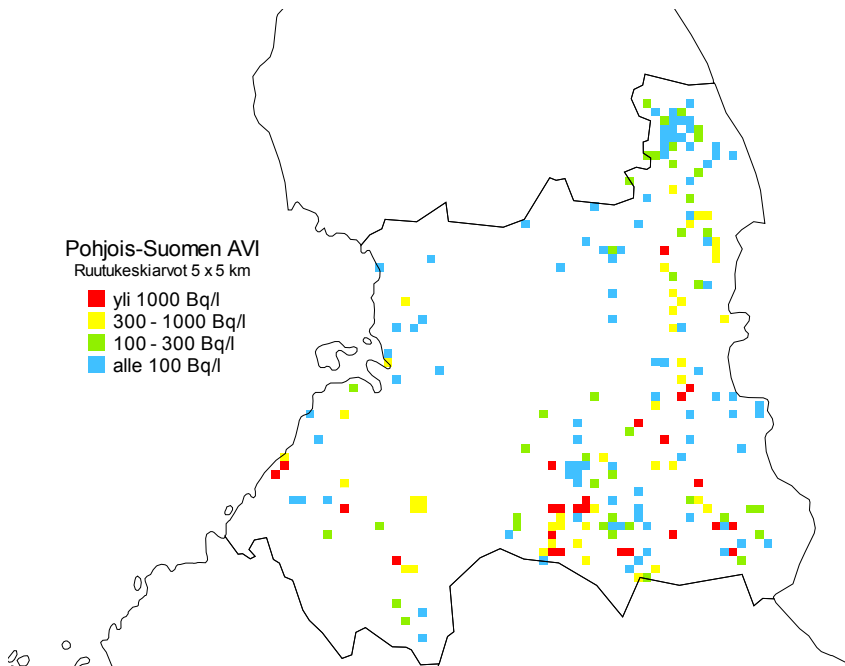
- yli 1000 Bq/l
- 300 - 1000 Bq/l
- 100 - 300 Bq/l
- alle 100 Bq/l



### Kartta 7

Porakaivoveden radonpitoisuus  
Pohjois-Suomen AVI  
Noin 290 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu



**Kartta 8**

Porakaivoveden radonpitoisuus

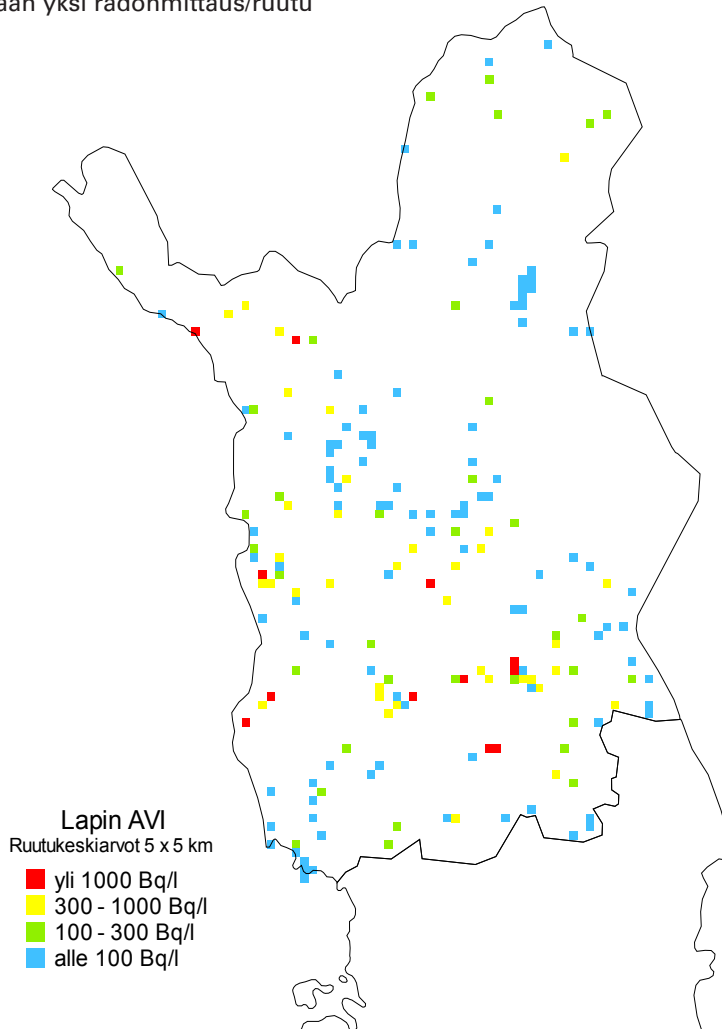
Lapin AVI

Noin 290 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo

Ruudun koko 5 x 5 km

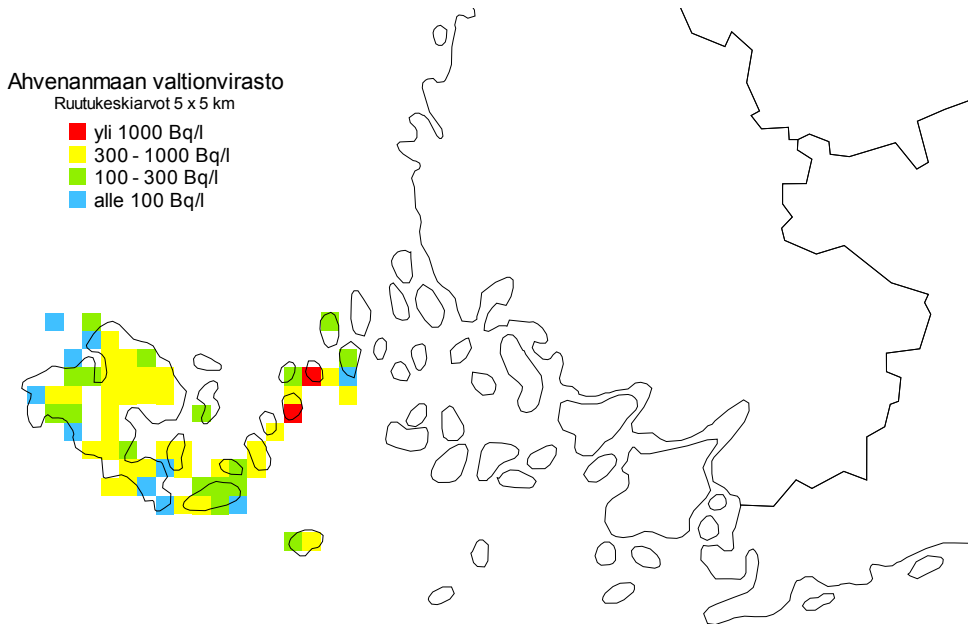
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu



### Kartta 9

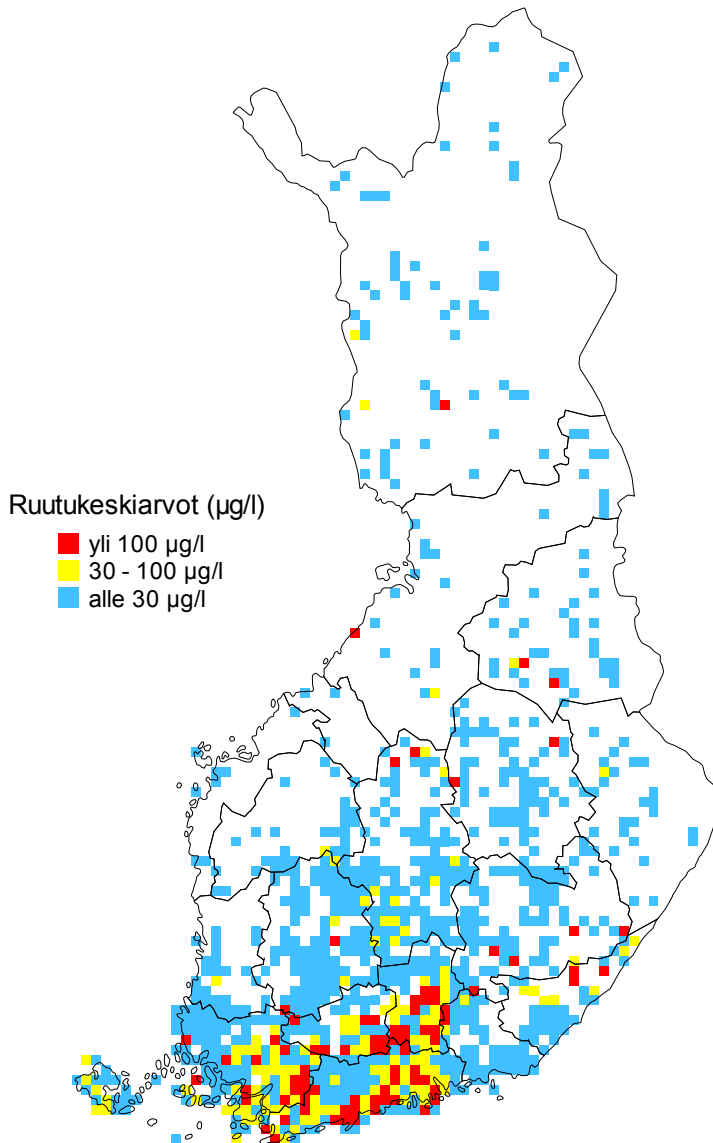
Porakaivoveden radonpitoisuus  
Ahvenanmaan valtionvirasto  
Noin 520 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu



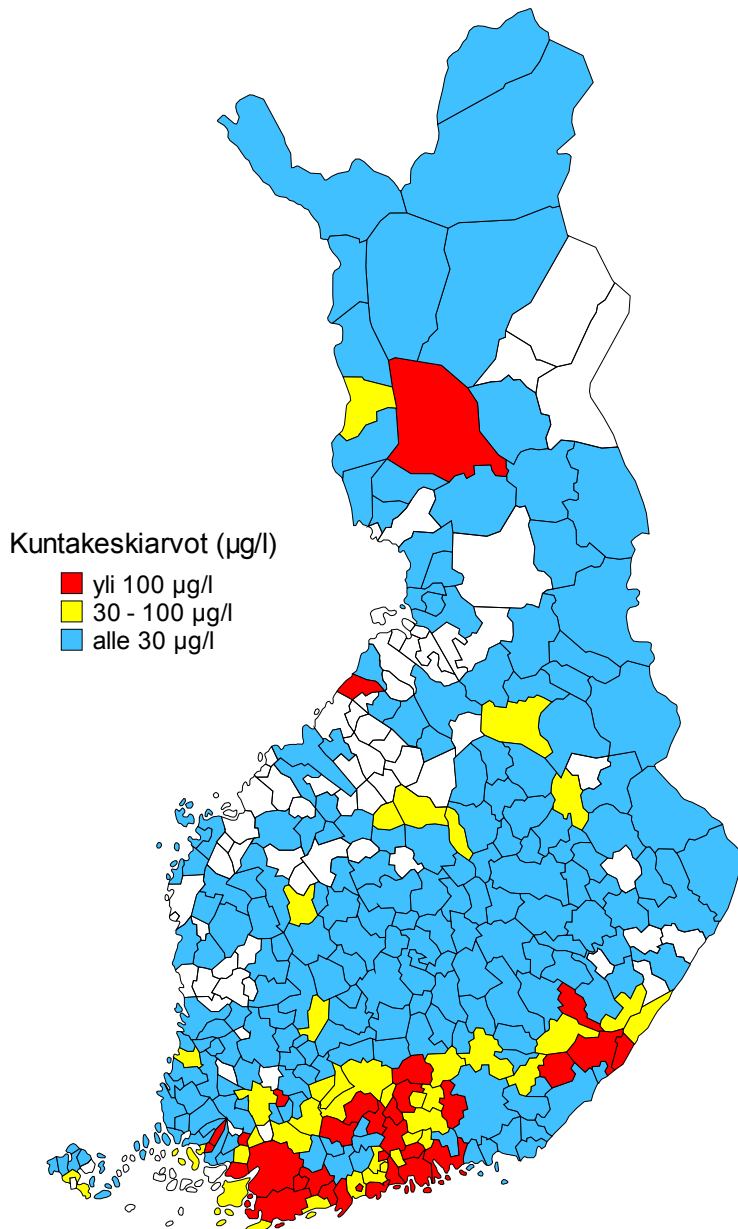
**Kartta 10**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Aritmeettinen keskiarvo 10 x 10 km:n ruudussa  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu  
Noin 5 000 porakaivoveden uraanimittausta.



**Kartta 11**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Kuntakohtaiset keskiarvot  
Vähintään yksi uraanimittaus/kunta  
Noin 57 000 uraanimittausta



**Kartta 12**

Porakaivoveden uraanipitoisuus

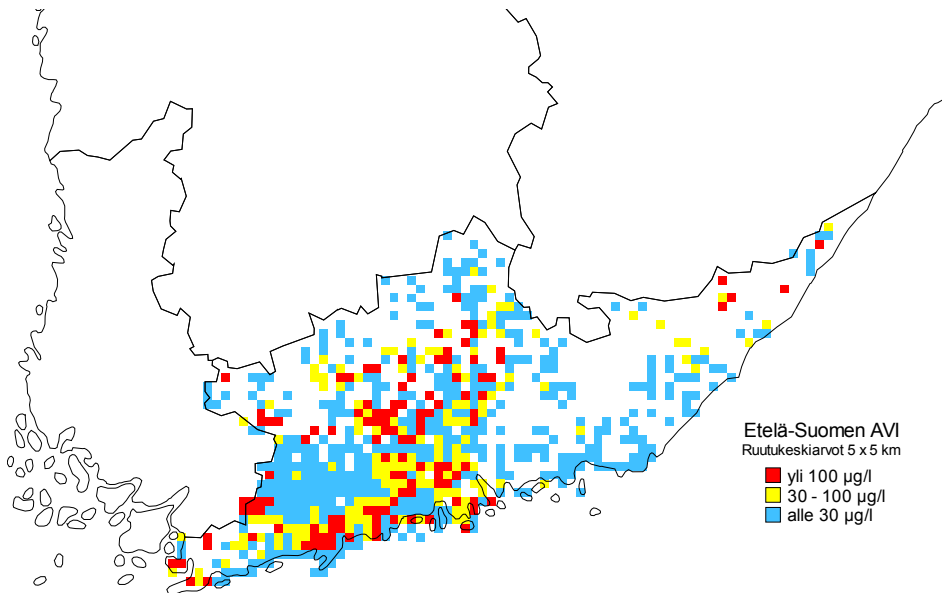
Etelä-Suomen AVI

Noin 3 400 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo

Ruudun koko 5 x 5 km

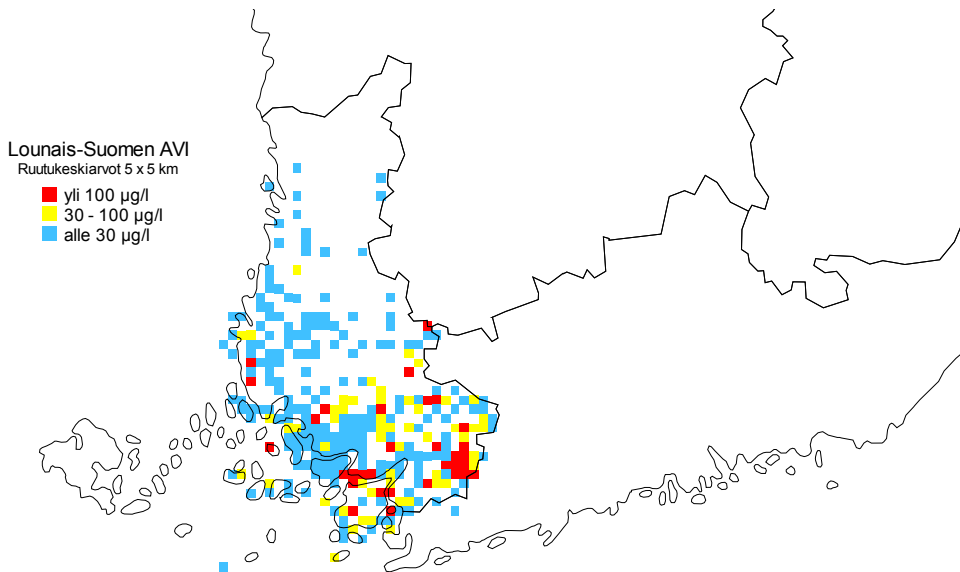
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu



### Kartta 13

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Lounais-Suomen AVI  
Noin 540 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu

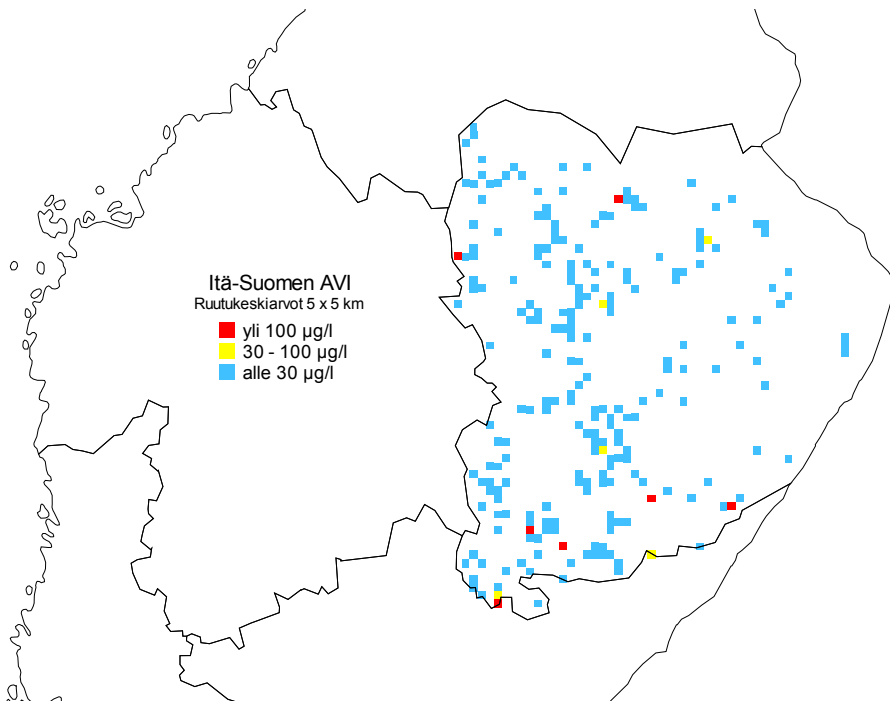




**Kartta 14**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Itä-Suomen AVI  
Noin 270 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu



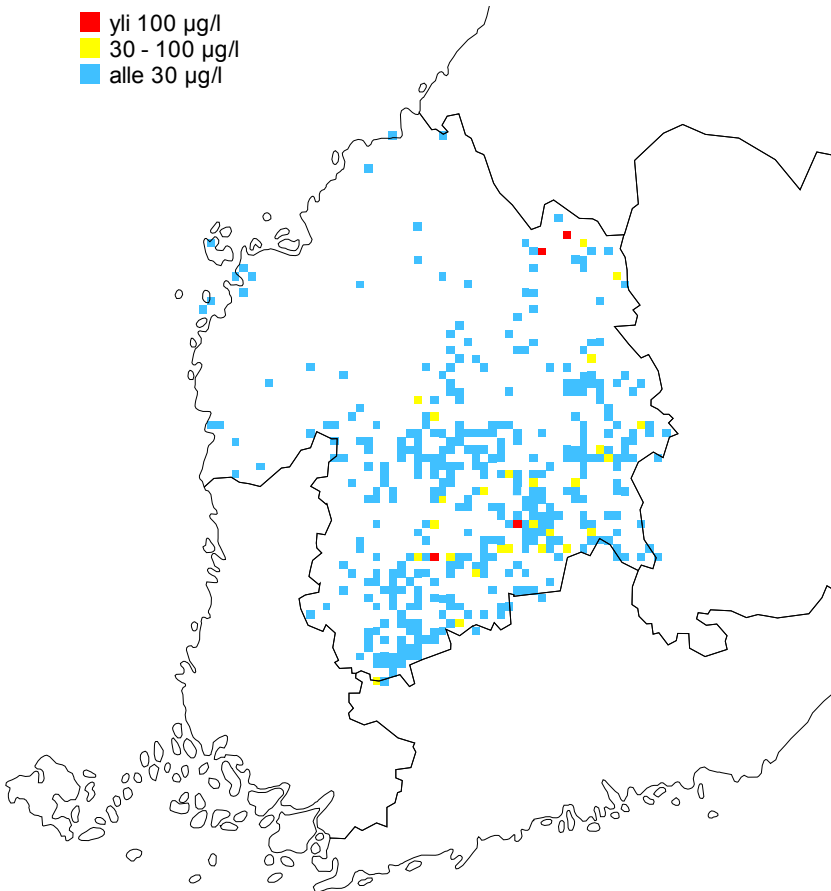
**Kartta 15**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Länsi- ja Sisä-Suomen AVI  
Noin 640 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu

Länsi- ja Sisä -Suomen AVI  
Ruutukartat 5 x 5 km

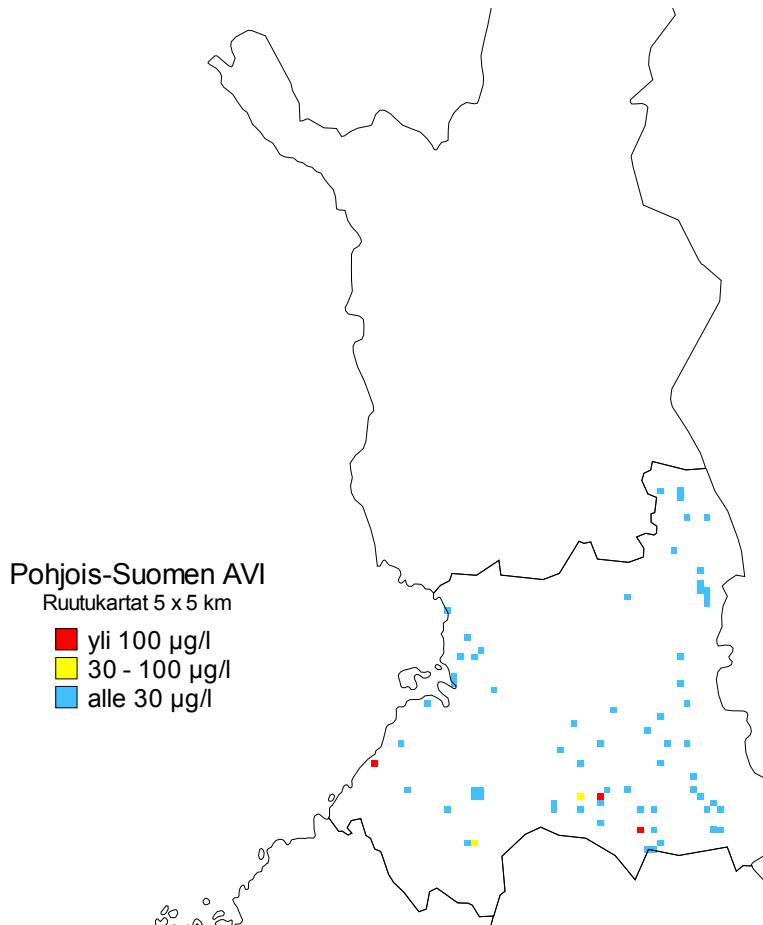
- yli 100 µg/l
- 30 - 100 µg/l
- alle 30 µg/l



**Kartta 16**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Pohjois-Suomen AVI  
Noin 80 porakaivoa

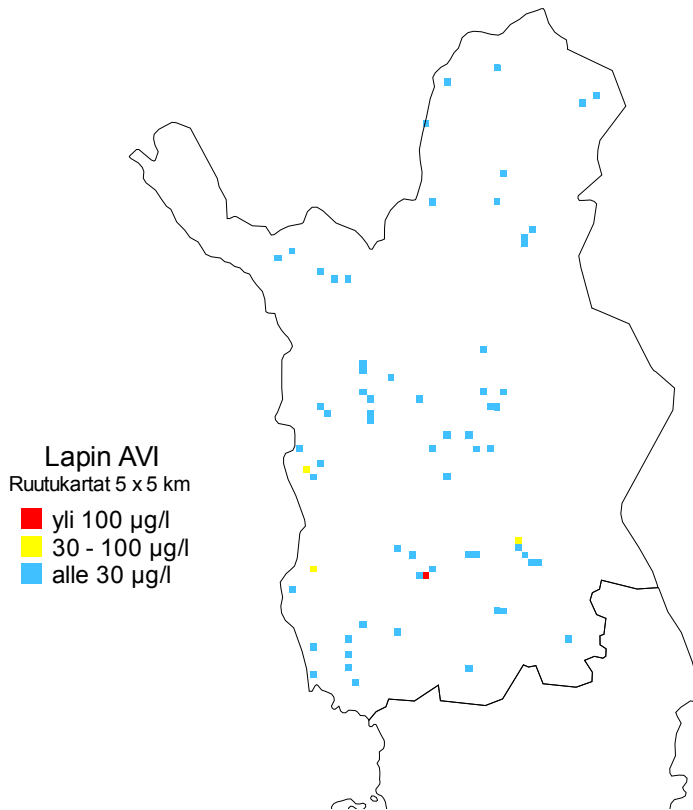
Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu



**Kartta 17**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Lapin AVI  
Noin 90 porakaivoa

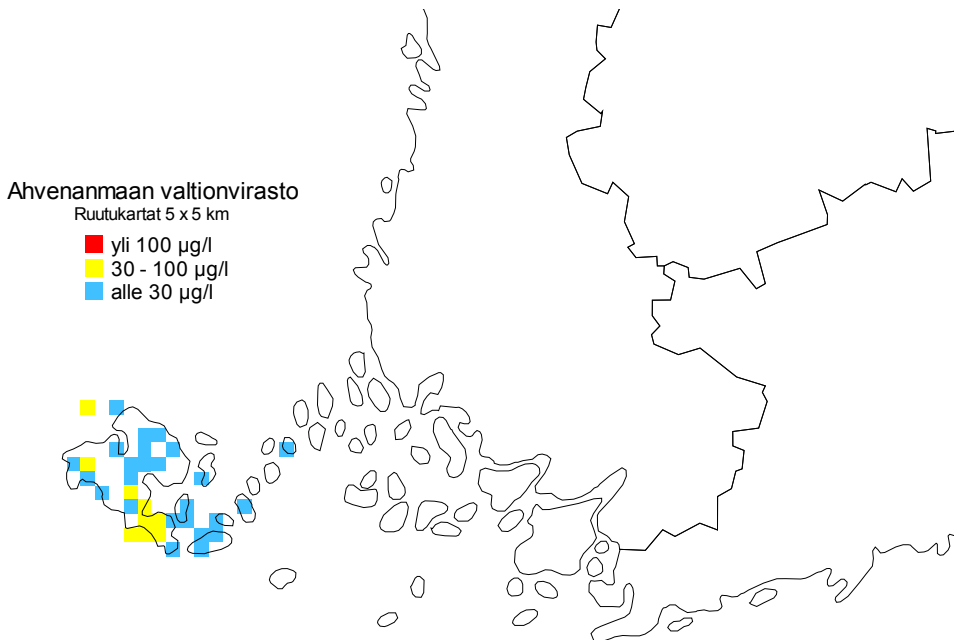
Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu



**Kartta 18**

Porakaivoveden uraanipitoisuus  
Ahvenanmaan valtionvirasto  
Noin 55 porakaivoa

Aritmeettinen keskiarvo  
Ruudun koko 5 x 5 km  
Vähintään yksi uraanimittaus/ruutu



---

## STUK-A-sarjan julkaisuja

**STUK-A 256** Vesterbacka P, Vaaramaa K. Porakaivoveden radon- ja uraanikartasto. Helsinki 2013.

**STUK-A 255** Turtiainen T. Radon and radium in well water: Measurements and mitigation of exposure. Doctoral thesis. Helsinki 2012.

**STUK-A 254** Sulonen Nina (Ed.). Abstracts of the 4th International MELODI Workshop. 12–14 September 2012, Helsinki, Finland.

**STUK-A 253** Outola Iisa, Saxén Ritva. Radionuclide deposition in Finland 1961-2006. Helsinki 2012.

**STUK-A252** Arvela H, Holmgren O, Reisbacka H. Asuntojen radonkorjaaminen. Helsinki 2012.

**STUK-A251** Holmgren O, Arvela H. Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration in existing and new houses in European countries. Helsinki 2012.

**STUK-A250** Nylund R., Proteomics analysis of human endothelial cells after short-term exposure to mobile phone radiation. Helsinki 2011.

**STUK-A249** Salomaa S, Sulonen N (Eds.). Research activities of STUK 2005–2010. Helsinki 2011.

**STUK-A248** Salomaa S, Sulonen N (Eds.). Research projects of STUK 2009–2011. Helsinki 2011.

**STUK-A247** Larjavaara S. Occurrence studies of intracranial tumours. Helsinki 2011.

**STUK-A246** Lahkola A. Mobile phone use and risk of brain tumours. Helsinki 2010.

**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-A-raportit STUKin verkkosivuilla:**

*[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/fi\\_FI/listaus/?sarja=STUK-A](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/listaus/?sarja=STUK-A)*





Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

ISBN 978-952-478-777-2 (pdf)  
ISSN 0781-1705