

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA
I | 2010

Laboratorioiden välinen vertailu 8/2009

Radonmääritys pohjavedestä

**Kaija Korhonen, Ulla-Maija Hanste,
Markku Ilmakunnas ja Keijo Tervonen**

Laboratorioiden välinen vertailu 8/2009

Radonmääritys pohjavedestä

**Kaija Korhonen¹, Ulla-Maija Hanste²,
Markku Ilmakunnas¹ ja Keijo Tervonen¹**

¹ Suomen ympäristökeskus

² Säteilyturvakeskus



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA I | 2010
Suomen ympäristökeskus

Pätevyyskokeen järjestää:
Suomen ympäristökeskus SYKE, Laboratorio
Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki
puh. 020 610 123, faksi 09 495 913

Julkaisu on saatavana vain internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

ISBN 978-952-11-3711-2 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
2	TOTEUTUS	4
2.1	Pätevyyskokeen vastuuhenkilöt	4
2.2	Osallistujat	4
2.3	Näytteet	4
2.3.1	Näytteet ja niiden toimitus	4
2.3.2	Näytteiden testaaminen	5
2.4	Asiakaspalaute	6
2.5	Tulosten käsittely	6
2.5.1	Harha-arvot	6
2.5.2	Vertailuarvo ja sen mittausepävarmuus	6
2.5.3	Arviointikriteerit	7
3	TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI	7
3.1	Tulokset	7
3.2	Määrittymenetelmät	8
4	PÄTEVYYDEN ARVIOINTI	9
5	YHTEENVETO	10
6	SUMMARY	11
	KIRJALLISUUS	11
	LIITTEET	
Liite 1	Pätevyyskokeeseen SYKE 8/2009 osallistuneet laboratoriot	12
Liite 2	Tulosten vertailuarvot	13
Liite 3	Tulokset	14
Liite 4	Menetelmäkuvaus	16
Liite 5	Näytteen käsittely	17
	KUVAILELEHTI	18
	DOCUMENTATION PAGE	19
	PRESENTATIONSBLAD	20

1 JOHDANTO

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laboratorio järjesti yhdessä Säteilyturvakeskuksen (STUK) kanssa pätevyyskokeen pohjaveden radonmittauksista lokakuussa 2009. Pätevyyskoe järjestettiin kolmannen kerran laboratorioille, jotka käyttävät talousveden radonpitoisuuden määrittämisessä STUKin hankkimia gammaspektrometriaan perustuvia RADEK MKGB-01-mittareita. Mittareita on käytetty vuodesta 2006 lähtien.

Pätevyyskokeen järjestämisessä on noudatettu ISO/IEC Guide 43-1 mukaisia suosituksia [1], ILACin pätevyyskokeiden järjestäjille antamia ohjeita [2], ISO:n ohjetta pätevyyskoetulosten tilastollista käsittelyä varten [3] ja IUPACin ohjetta pätevyyskokeiden järjestämiseksi [4]. SYKEN laboratorio on akkreditoitu pätevyyskokeiden järjestäjänä (PT01, www.finas.fi), mutta ei tätä pätevyyskoetta koskevalla alueella. STUKissa radonin mittaus RADEK-mittarilla ja nestetuikemennelmällä sekä siihen liittyvä näytteenotto ovat akkreditoitua toimintaa (T167, www.finas.fi > Akkreditoidut toimielimet).

2 TOTEUTUS

2.1 Pätevyyskokeen järjestäjät ja vastuuhenkilöt

Pätevyyskokeen järjestivät:

Suomen ympäristökeskus
Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki
puh. 020 610 123, faksi 09 448 320

Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
puh. 09 759 881, faksi 09 7598 8500

Pätevyyskokeen vastuuhenkilöt olivat:

Kaija Korhonen, SYKE	koordinaattori
Ulla-Maija Hanste, STUK	analytiikan asiantuntija
Markku Ilmakunnas, SYKE	tekninen toteutus
Keijo Tervonen, SYKE	tekninen toteutus
Reko Simola, STUK	tekninen toteutus

2.2 Osanottajat

Pätevyyskokeeseen ilmoittautui yhteensä 27 laboratoriota, joista yksi ei palauttanut tuloksiaan, koska heidän RADEK-laitteensa oli epäkunnossa. Lopullinen osallistujamäärä oli 26 laboratoriota, joista yksi määrittä radonin myös nestetuikemennelmällä (liite 1). Osallistujista yhdeksän laboratorion radonmäärittäminen oli akkreditoitua.

2.3 Näytteet

2.3.1 Näytteet ja niiden toimitus

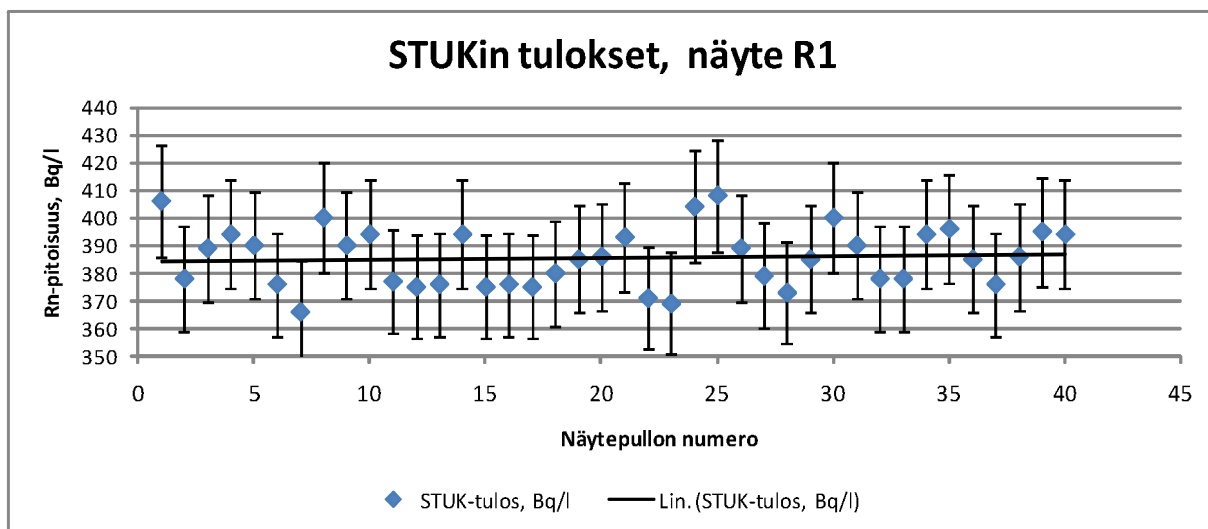
Osallistujille toimitettiin kaksi radonpitoisuudeltaan erilaista porakaivovesinäytettä. Näytteet otettiin itäiseltä Uudeltamaalta vesijohdoista suoraan näytepulloihin 26.10.2009. Vettä valutettiin noin 15–20 minuuttia ennen näytteenoton aloittamista sekä muutama minuutti kunkin näytteen välissä. Kumpaakin näytettä otettiin 40 lasipulloon (1,15 l). Jokaisesta näytepullosta otettiin 10 ml:n

osanäyte STUKille nestetuikemenetelmällä tehtävää radonmittausta varten. Nestetuikemenetelmää varten varattuihin näytepulloihin oli valmiiksi punnittu nestetuikeliuos, joten näyteastia ei tarvinnut avata ennen mittausta ja radonin karkaaminen näytteestä oli minimoitu.

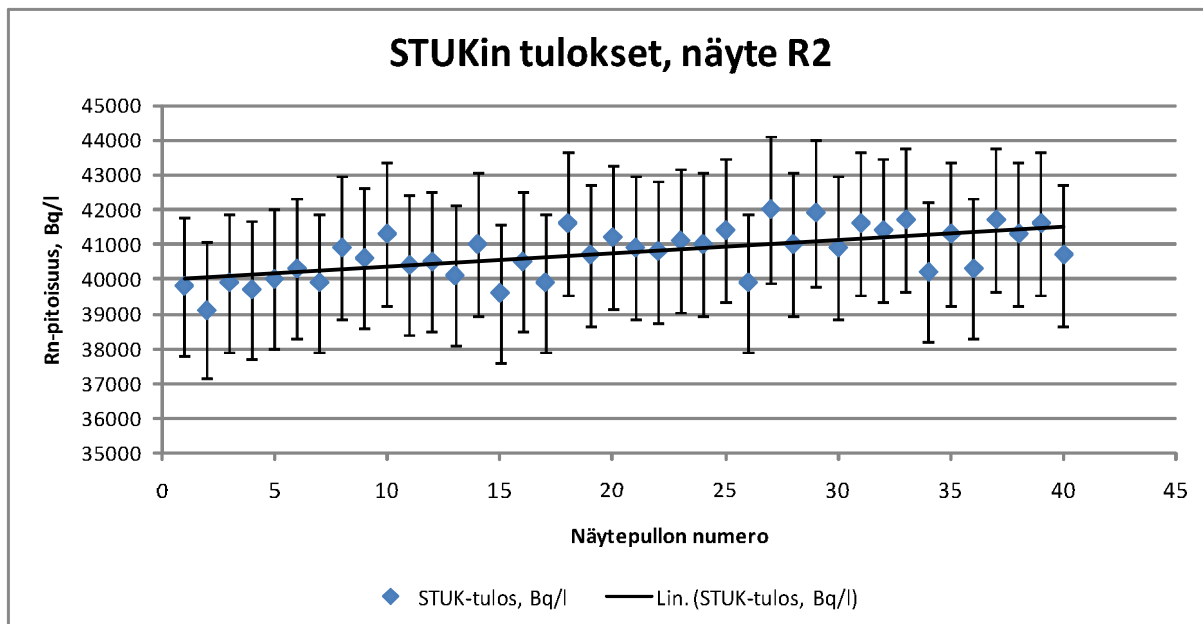
Näytteet lähetettiin laboratorioille 27.10.2009 ja ne olivat perillä pääsääntöisesti samana päivänä. Kolme laboratoriota sai näytteet vasta seuraavana päivänä. Neljä laboratoriota ei palauttanut näytteiden vastaanottolomaketta, mikä tulkitaan, että näytteet ovat olleet perillä ajoissa. Myös rikkoutuneiden näytteiden tilalle toimitetut näytteet saapuivat perille lähetyspäivänä. Osallistujille ilmoitettiin näytteiden taustatietoina, että näytteen R1 radonpitoisuus on alle 5000 Bq/l ja näytteen R2 radonpitoisuus yli 5000 Bq/l. Osallistujat palauttivat tulokset 30.10.2009 mennessä. SYKE toimitti alustavat tuloslistat osallistujille 16.11.2009.

2.3.2 Näytteiden testaaminen

Näytteiden homogeenisuus tarkistettiin siten, että STUK mittasi 40 otetusta näytepullosta radonpitoisuuden nestetuikemenetelmällä (liite 2). Otettaessa näytettä radonmääritykseen porakaivosta radonpitoisuus ei yleensä ole vakio. Näytteessä R1 radonpitoisuus vaihteli jonkin verran näytteenoton aikana (kuva 1a), mutta muutos ei ollut systemaattinen. Sen sijaan näytteessä R2 radonpitoisuuden kasvu juoksutetun vesimäärän kasvaessa oli selvästi havaittavissa (kuva 1b). Radonpitoisuuden vaihtelusta johtuen osallistujan ilmoittaman tuloksen vertailuarvona käytettiin STUKin vastaavasta näytteestä nestetuikemenetelmällä mittaamaa radonpitoisuutta.



Kuva 1a. STUKin nestetuikemenetelmällä mitatut radonpitoisuudet kaikista R1-näytteistä.



Kuva 1b. STUKin nestetuikemenetelmällä mitatut radonpitoisuudet kaikista R2-näytteistä.

Näytteiden säilyvyyttä testattiin edellisen pätevyyskokeen aikana, jolloin tuloksia arvioitaessa otettiin huomioon määrityksen mittausepävarmuus ja kuljetusolosuhteet. Johtopäätöksenä todettiin, että radonpitoisuudessa ei tapahtunut merkittävää muutosta viikon aikana [5]. Tämän pätevyyskokeen yhteydessä säilyvyystestausta ei toistettu.

2.4 Asiakaspalaute

Sairaustapausten vuoksi näytteiden vastaanottolomake ja tuloslomake eivät olleet ajoissa SYKEN www-sivulla. Jatkossa pätevyyskoeaineisto pyritään laittamaan www-sivulle ennen näytteiden lähettämistä. Kolmelle osallistujalle lähetettiin uusi R1-näyte rikkoutuneen tilalle. Uusintanäytteistä yksi meni rikki, joten kyseinen laboratorio ei saanut R1-näytteen tulosta. Kahdessa tapauksessa näytepullo rikkoutui, kun näyte otettiin stabiloitumaan huoneenlämpöön. Rikkoutuminen johtui todennäköisesti lämpötilalaajenemisesta, mikä otetaan huomioon seuraavaa pätevyyskoetta toteutettaessa. Yksi osallistuja (lab 13) huomasi näyteastian rikkoutumisen vasta alkaessaan kaataa näytettä mittausta varten ja tästä syystä mittaukseen otettu näytemäärä jäi vajaaksi.

Alustavien tulosten lähettämisen jälkeen yksi osallistuja huomasi, että näytteen R1 vertailuarvona tulosten arvioinnissa oli virheellisesti käytetty rikkoutuneen näytteen vastaavaa STUKin tulosta. Tämän palautteen jälkeen kaikkien tulosten vertailuarvot tarkistettiin SYKessä ja todettiin, että vastaava virhe oli toistunut joidenkin muidenkin tulosten vertailuarvossa. Korjatut tulokset lähetettiin niille osallistujille, joiden tulosten vertailuarvoihin tuli muutoksia.

2.5 Tulosten käsittely

2.5.1 Harha-arvot

Tulosaineiston käsittelyssä ei käytetty tilastollisia harha-arvotestejä. Yhden osallistujan tulokset poistettiin harha-arvoina, sillä ne oli raportoitu ristiin.

2.5.2 Vertailuarvo ja sen mittausepävarmuus

Vesinäytteen radonpitoisuus vaihteli näytteenoton aikana. Jokaisen näytteen radonpitoisuudelle määritettiin oma vertailuarvo, mikä oli vastaavasta näytteestä STUKin nestetuikemenetelmällä mitattu radonpitoisuus (liite 2 sekä kuvat 1a ja 1b). Vertailuarvon epävarmuus oli STUKin tuloksen mittausepävarmuus eli 5 %.

2.5.3 Arviointikriteerit

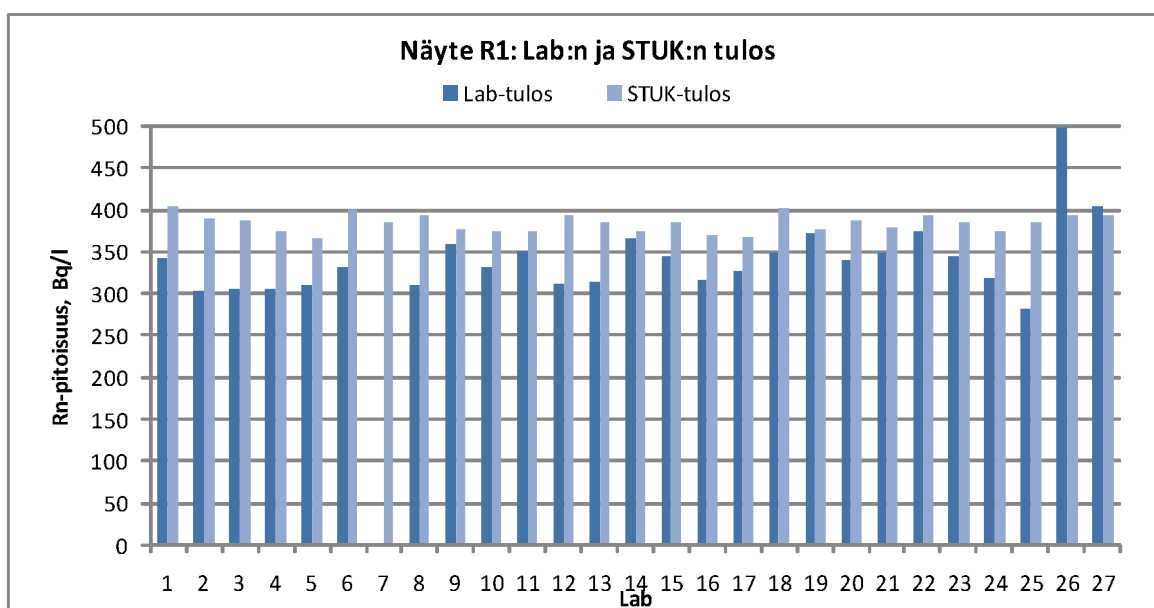
Osallistujan tulos vähennettiin vastaavasta vertailuarvosta (STUKin tulos) ja laskettiin, montako prosenttia se poikkesi vertailuarvosta. Tulosta pidettiin hyväksyttävänä, jos sen poikkeama vertailuarvosta oli pienempi kuin 15 %.

3 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI

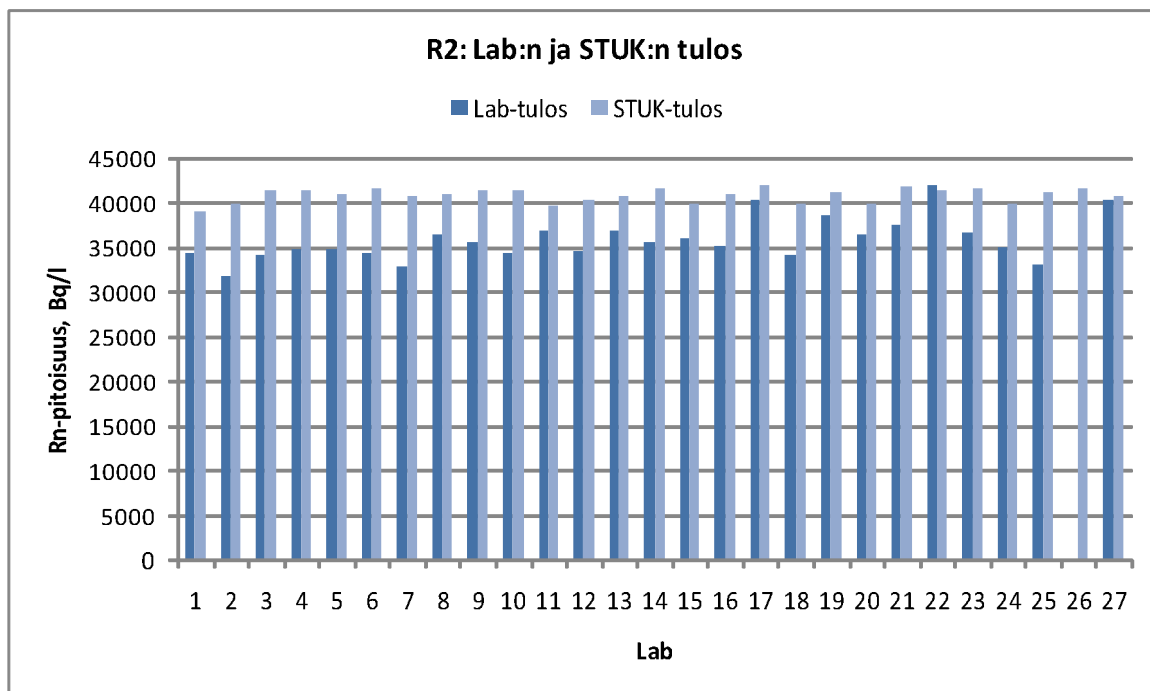
3.1 Tulokset

Osallistujien tulokset on esitetty liitteen 3 taulukoissa. Graafisesti tulokset on esitetty kuvissa 2a (R1) ja 2b (R2). Liitteen 3 taulukossa on myös tuloksen vertailuarvo (= vastaava STUKin tulos) sekä erotus- %. Erotus- % on:

$$\text{Erotus- \%} = 100 \cdot (\text{Lab:n tulos} - \text{STUKin tulos}) / \text{STUKin tulos}$$



Kuva 2a. Osallistujien tulokset (Lab-tulos) ja vastaavat vertailuarvot (STUKin tulos) näytteestä R1.



Kuva 2b. Osallistujien tulokset (Lab-tulos) ja vastaavat vertailuarvot (STUKin tulos)näytteestä R2.

3.2 Määrittämenetelmät

Kooste osallistujien antamista menetelmäkuvauksista on liitteessä 4 ja tarkemmat tiedot näytteen käsittelystä liitteessä 5.

Kaikki käyttivät radonmäärittäyksessä gammaspektrometriaan perustuvaa RADEK MKGB-01-mittaria ja yksi laboratorio teki määrittäksen myös nestetuikemenetelmällä. Nestetuikemenetelmällä mitatulle tulokselle annettiin oma laboratoriokoodi. Määrittäysraja vaihteli välillä 10–50 Bq/l.

Kolmasosa osallistujista ei antanut tuloksilleen minkäänlaista epävarmuusarviota. Kaksi kolmasosaa ilmoitti tuloksilleen mittausepävarmuuden, jonka suuruus oli välillä 10–30 % (liite 4). Mittausepävarmuuden arviointimenettelyt vaihtelivat. Useat ilmoittivat ohjeessa tai kurseilla annetun arvion, mutta osa laboratorioista oli tehnyt arvioita varsinaisten näytteiden ja/tai laadunvarmistustietojen avulla (liite 4). Epävarmuusarvion pitäisi perustua omiin tuloksiin, mutta kirjallisuudesta saatu tieto tai toisen laboratorion laskelmiin perustuva tieto on parempi kuin ei mitään epävarmuusarviota. Ilmoitetun mittausepävarmuuden realistisuuden voi varmistaa esimerkiksi pätevyyskoetulosten avulla.

Näytteen siirto mittausastiaan tehtiin kaataen tai lapon avulla. Suurin osa laboratorioista siirsi näytteen kaatamalla. Laboratoriot 3, 15 ja 26 siirsivät näytteen lapon avulla (liite 5). Näytteen siirtotekniikalla (lappo tai kaataminen) ei ollut selvää vaikutusta tuloksiin.

Menetelmätietojen yhteydessä kysyttiin käytettyä referenssiä. Tällä kysymyksellä haluttiin selvittää, miten laboratoriot kontrolloivat laitteensa toimintakuntoa. Muutama laboratorio ilmoitti käyttävänsä RADEK-mittauksissa referenssinä maitojauhetta ja osa vesitaustaa.

Kaikki saivat mitattua näytteensä viimeistään 30.10.2009, vaikka osalle jouduttiin lähettämään uusia näytteitä rikkoutuneiden tilalle. Marinelli-mittausastian kansi suljettiin yleensä 1–2 minuutin kuluttua pullon avaamisesta ja mittaus aloitettiin 1–4 minuutin päästä pullon avaamisesta. Laboratorio 26 aloitti mittauksen vasta seuraavana päivänä. Tulokset oli ilmeisesti raportoitu ristiin, joten ne tulkittiin harha-arvoiksi.

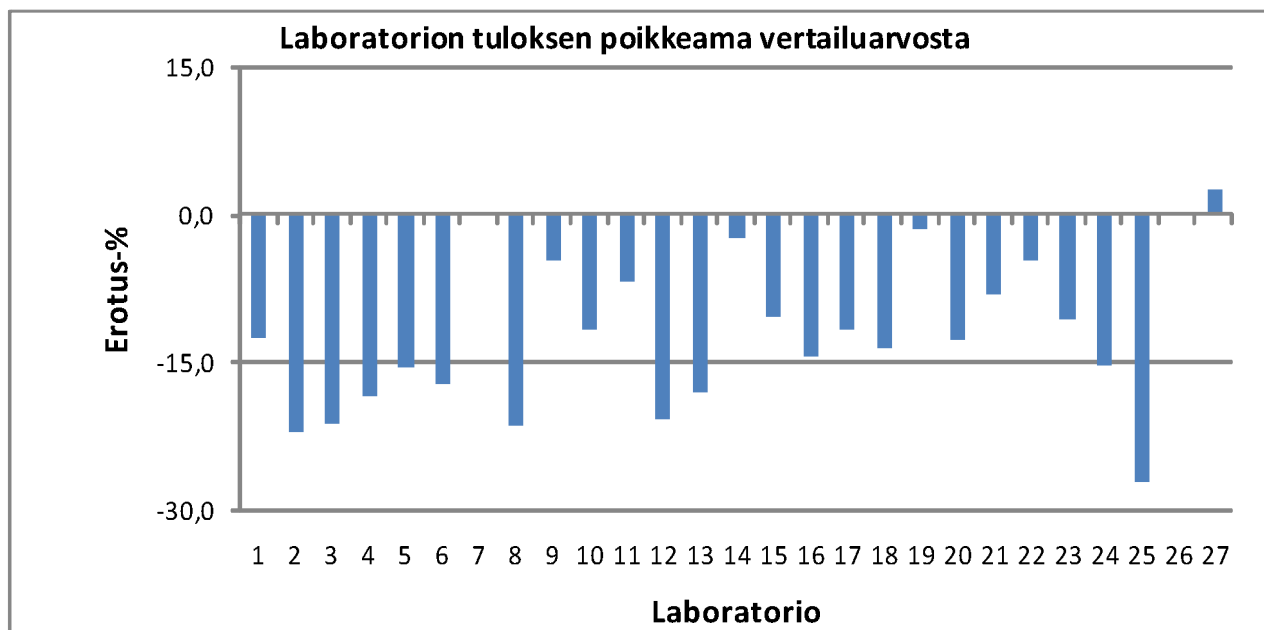
Mittausajaksi laitettiin yleensä ohjeen mukaisesti 1000 s, mutta näytteen R2 korkeasta radonpitoisuudesta johtuen mittaus saattoi keskeytyä automaattisesti, kun laitteen kanavakohtainen maksimipulssimäärä saavutettiin ennen mittausajan päättymistä. Muutama laboratorio oli ottanut huomioon

näytteistä annetut ennakkotiedot ja asettanut näytteen R2 mittausajan yleisohjetta pienemmäksi.

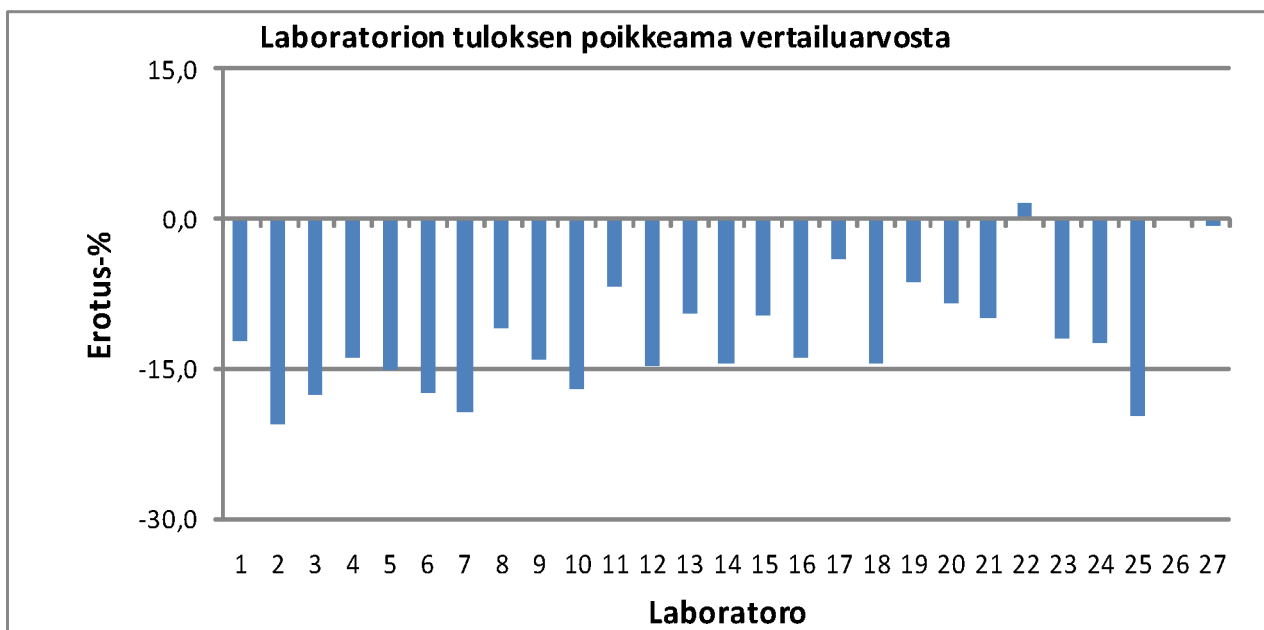
STUK suosittelee, että näyte mitataan mahdollisimman nopeasti sen jälkeen, kun se on kaadettu Marinelli-mittausastiaan. Näin minimoidaan näytteen kaadon yhteydessä karanneen radonin vaikutus mittaustuloksiin.

4 PÄTEVYYDEN ARVIOINTI

Laboratorion tuloksen prosentuaalinen poikkeama vertailuarvosta on esitetty kuvissa 3a (R1) ja 3b (R2) ja lukuarvona liitteessä 3.



Kuva 3a. Näyte R1. Osallistujan ja vertailuarvon (STUKin tulos) tulosten erotusprosentti. Hyväksyttävän tuloksen raja $\pm 15\%$.



Kuva 3b. Näyte R2. Osallistujan ja vertailuarvon (STUKin tulos) tulosten erotusprosentti. Hyväksyttävän tuloksen raja $\pm 15\%$.

Laboratorioiden molemmat tulokset olivat yleensä vertailuarvoa pienempiä, mikä on loogista, sillä radonia väkisin karkaa jonkin verran, kun näyte siirretään Marinelli-mittausastiaan. Ainoastaan laboratoriot 22 (RADEK-mittari) ja 27 (nestetuikemenetelmä) saivat toisesta näytteestä hiukan

vertailuarvoa suuremman tuloksen. Molemmilla laboratoriolle poikkeamat vertailuarvoista olivat pieniä, mikä viittaa siihen, että tuloksiin ei sisälly systemaattista virhettä.

Laboratorioiden 1, 5 ja 12 näytteet olivat matkalla yli vuorokauden. Laboratorion 1 tulokset olivat hyväksyttäviä, laboratorion 5 tulokset olivat hyväksyttävyyseräällä ja laboratorion 12 R1-tulos oli hylätty ja R2-tulos hyväksytty. Vuonna 2007 toteutetun säilyvyydestin mukaan näytteiden viivästynyt toimitus ei ainakaan oleellisesti alenna näytteen radonpitoisuutta [5].

Laboratorion 13 näyteastia R1 oli rikkoutunut, mikä huomattiin vasta, kun näytettä alettiin siirtää Marinelliin. Osa näytteestä karkasi ja näytetilavuus oli alle litran. Laboratorion poikkeava tulos johtuu hyvin todennäköisesti näytteen rikkoutumisesta.

Näytteen R1 tuloksissa poikkeama vertailuarvosta oli keskimäärin -13,0 %. Vastaavasti näytteen R2 tuloksissa poikkeama vertailuarvosta oli -12,1. Edellisessä vastaavassa pätevyyskokeessa [5] tulokset poikkesivat vertailuarvosta -7,4 ja -6,2 %.

Näytteen R1 tuloksista 58 % ja näytteen R2 tuloksista 70 % poikkesi vähemmän kuin ± 15 % vertailuarvosta (kuvat 3a ja 3b sekä liite 3). Jos laboratorion 26 tulokset ja laboratorion 13 R1-tulos (rikkoutunut näyte) poistetaan aineistosta harha-arvoina, näytteen R1 tuloksista 63 % ja näytteen R2 tuloksista 73 % oli hyväksyttäviä. Näin ollen tässä pätevyyskokeessa koko aineistossa hyväksyttäviä tuloksia oli 68 %.

Vuoden 2007 vastaavassa pätevyyskokeessa tulosten sallittiin poiketa vertailuarvosta ± 10 %, jolloin hyväksyttäviä tuloksia oli keskimäärin 78 %. Jos tässä pätevyyskokeessa tulosten olisi sallittu poiketa vertailuarvosta ± 10 %, hyväksyttäviä tuloksia olisi ollut ainoastaan 32 %. Radonin määrittäminen vedestä on vaativa mittausmenetelmä ja edellyttää mittaajalta tuntemusta radonin käyttäytymisestä vedessä ja itse mittaustapahtumassa. Yhtenä syynä vuoden 2009 heikompaan tulokseen vuoteen 2007 verrattuna voi olla työntekijöiden vaihtuvuus laboratorioissa. Osaamisen ylläpito on tärkeää. Lisäksi erityisen tärkeää on, että laboratoriot tekevät säännöllisesti referenssimittaukset ja toimittavat ne STUKiin, jotta STUK voi valvoa laitteiden toimintakuntoa.

Laboratoriot, joiden tulokset poikkesivat yli 15 %, tulisi varmistaa referenssinäytteillä, että mittalaitteen toimintakunto on hyvä. Jos radontulokset ovat olleet poikkeavia kaikissa kolmessa SYKEN/STUKin järjestämässä pätevyyskokeissa, laboratorion tulisi selvittää, mistä poikkeamat johtuvat ja pyrkiä minimoimaan virhetekijät.

Saatujen tietojen perusteella ei voida tunnistaa poikkeamien syitä. Mahdollisia syitä voivat olla näytteen käsittely tai kalibroinnin siirtyminen mittauksen aikana.

5 YHTEENVETO

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laboratorio järjesti yhdessä Säteilyturvakeskuksen (STUK) kanssa pätevyyskokeen radonmittauksista talousvedestä lokakuussa 2009. Pätevyyskoe järjestettiin kolmannen kerran. Radonmittauksia talousvedestä tekevät laboratoriot mittasivat näytteensä gammaspektrometriaan perustuvalla RADEK MKGB-01-mittarilla. Yksi laboratorio määrittä radonin myös nestetuikemenetelmällä. Pätevyyskokeeseen osallistui yhteensä 26 laboratoriota, joista yksi laboratorio toimitti kahdet tulokset.

Osallistujille toimitettiin kaksi porakaivosta otettua pohjavesinäytettä, joiden radonpitoisuudet olivat noin 400 Bq/l (näyte R1) ja 40 000 Bq/l (näyte R2). Näytteet pulloettiin suoraan kentällä. Näytteiden radonpitoisuus vaihteli jonkin verran näytteenoton aikana, joten laboratorioille lähetetyt osanäytteet eivät olleet keskenään samanlaisia. STUK mittasi kaikkien osallistujien näytteiden radonpitoisuuden nestetuikemenetelmällä (vertailumenetelmä). STUKin mittaamaa tulosta pidettiin vertailuarvona, johon kunkin laboratorion saamaa tulosta verrattiin. Vertailumenetelmän laa-

jennettu mittaasepävarmuus oli 5 %.

Laboratorioiden tulokset olivat yleensä pienempiä kuin STUKin nestetuikemenetelmällä mitatut radonpitoisuudet. Laboratorioiden ja STUKin mittaustulosten erotus oli näytteessä R1 keskimäärin -13,0 % ja näytteessä R2 -12,1 %.

Tässä pätevyyskokeessa näytteen R1 tuloksista 63 % ja näytteen R2 tuloksista 73 % oli hyväksyttäviä, kun tulos sai poiketa nestetuikemenetelmällä määritetystä vertailuarvosta korkeintaan ± 15 %. Koko tulosaineistossa hyväksyttäviä tuloksia oli 68 %.

6 SUMMARY

The Finnish Environment Institute (SYKE) in co-work with the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) carried out the proficiency test for measurement of radon in ground waters in October 2009. In total, 26 laboratories participated in the proficiency test. The laboratories used the new equipment (RADEK MKGB-01) based on gamma spectrometry for measurement of radon.

Two water samples taken from two drill wells were distributed. The sample bottles were filled in the field. The radon concentration increased according bottle number. Therefore the results of the participants were compared with results measured by STUK from each bottle using the liquid scintillation counting. The expanded uncertainty of the reference method was 5 %.

The results reported by the participants were generally lower than the results measured by STUK except the results of the laboratory, which used the liquid scintillation counting (the reference method) for radon measurement. The mean values of the difference between the participant's results and the results measured by STUK were -13.0 % (sample R1) and -12.1 % (sample R2).

The proficiency test was carried out the third time. In this proficiency test 63 % (the sample R1) and 73 % (the sample R2) of the participants' results deviated less than ± 15 % from the values measured by STUK using the liquid scintillation counting. So the satisfactory results were together 68 %. In the former proficiency test in 2007 78 % of the results deviated less than 10 % from the values measured by STUK.

KIRJALLISUUS

- 1 Proficiency Testing by Interlaboratory Comparison - Part1: Development and Operation of Proficiency Testing Schemes, 1996, ISO/IEC Guide 43-1.
- 2 ILAC Guidelines for Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Schemes, 2000,. ILAC Committee on Technical Accreditation Issues. ILAC-G13:2000.
- 3 Thompson, M., Ellison, S.L. R., Wood, R., 2006. The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry laboratories (IUPAC Technical report). Pure Appl. Chem. 78: 145-196 (<http://www.iupac.org/publications/pac/2006/pdf/7801x0145.pdf>).
- 4 ISO/DIS 13528, 2002. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- 5 Mäkinen, I., Hanste, U-M., Vesterbacka P. ja Ilmakunnas, M. 2008. Pätevyyskoe SYKE 8/2007. Radonmääritys talousvedestä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2008. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

PÄTEVYYSKOKEESEEN SYKE 8/2009 OSALLISTUJAT*Participants in the proficiency test SYKE 8/2009*

Eurofins Scientific Finland Oy, ympäristölaboratorio, Raisio
Eurofins Scientific Finland Oy, Tampere
Haapaveden kaupungin ympäristölaboratorio, Haapavesi
Jyväskylän ympäristötoimen laboratorio, Jyväskylä
KCL Kymen Laboratorio Oy, Kuusankoski
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Hämeenlinna
Labtium Oy, Raahe
Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Lohja
MetropoliLab, Helsinki
Nab Labs Oy, Imatra
Oulun seudun elintarvike- ja ympäristölaboratorio, Oulu
Pietarsaaren seudun elintarvike- ja ympäristölaboratorio, Pietarsaari
Porilab, Pori
Porvoon elintarvikelaboratorio, Porvoo
Ramboll Analytics Oy, Lahti
Rauman ympäristölaboratorio, Rauma
Riihimäen seudun tk ky, elintarvike- ja vesilaboratorio, Riihimäki
Rovaniemen kaupungin elintarvikelaboratorio, Rovaniemi
Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy, Lappeenranta
Sastamalan perusturva ky, elintarvikelaboratorio, Sastamala
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Joensuu
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Kuopio
Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio, Seinäjoki
Vaasan kaupungin ympäristölaboratorio, Vaasa
Viljavuuspalvelu /Savolab, Mikkeli
Ålands Miljö- och hälsoskyddsmyndighet, laboratoriet, Jomala

RADONPITOISUUDEN VERTAILUARVOT*Assigned value for radon concentration in each sample*

NÄYTE R1		
Pullo Nro	Tulos, Bq/l	Uc, %
1	406	5,0
2	378	5,0
3	389	5,0
4	394	5,0
5	390	5,0
6	376	5,0
7	366	5,0
8	400	5,0
9	390	5,0
10	394	5,0
11	377	5,0
12	375	5,0
13	376	5,0
14	394	5,0
15	375	5,0
16	376	5,0
17	375	5,0
18	380	5,0
19	385	5,0
20	386	5,0
21	393	5,0
22	371	5,0
23	369	5,0
24	404	5,0
25	408	5,0
26	389	5,0
27	379	5,0
28	373	5,0
29	385	5,0
30	400	5,0
31	390	5,0
32	378	5,0
33	378	5,0
34	394	5,0
35	396	5,0
36	385	5,0
38	376	5,0
39	386	5,0
40	395	5,0
S97	394	5,0

NÄYTE R2		
Pullo Nro	Tulos, Bq/l	Uc, %
1	39800	5,0
2	39100	5,0
3	39900	5,0
4	39700	5,0
5	40000	5,0
6	40300	5,0
7	39900	5,0
8	40900	5,0
9	40600	5,0
10	41300	5,0
11	40400	5,0
12	40500	5,0
13	40100	5,0
14	41000	5,0
15	39600	5,0
16	40500	5,0
17	39900	5,0
18	41600	5,0
19	40700	5,0
20	41200	5,0
21	40900	5,0
22	40800	5,0
24	41100	5,0
25	41000	5,0
26	41400	5,0
27	39900	5,0
28	42000	5,0
29	41000	5,0
30	41900	5,0
31	40900	5,0
32	41600	5,0
33	41400	5,0
34	41700	5,0
35	40200	5,0
36	41300	5,0
37	40300	5,0
38	41700	5,0
39	41300	5,0
40	41600	5,0
S93	40700	5,0

TULOKSET**Results****Näyte R1**

Lab-tunnus	Lab:n tulos, Bq/l	Lab U _C , %	STUKin tulos, Bq/l	STUK U _C , %	Erotus-%
1	341	12,2	390	5,0	-12,6
2	304		390	5,0	-22,1
3	306	25	389	5,0	-21,3
4	306	30	376	5,0	-18,6
5	309		366	5,0	-15,6
6	331	20	400	5,0	-17,3
7 ¹⁾		23	385	5,0	
8	309	20	394	5,0	-21,6
9	359		377	5,0	-4,8
10	331	10	375	5,0	-11,7
11	350	20	376	5,0	-6,9
12	312	20	394	5,0	-20,8
13	315		385	5,0	-18,2
14	366		375	5,0	-2,4
15	345		385	5,0	-10,4
16	317	25	371	5,0	-14,6
17	326		369	5,0	-11,7
18	349	15	404	5,0	-13,6
19	372	20	378	5,0	-1,6
20	339	10	389	5,0	-12,9
21	348	15	379	5,0	-8,2
22	375		394	5,0	-4,8
23	344	30	385	5,0	-10,6
24	318	30	376	5,0	-15,4
25	281	28	386	5,0	-27,2
26 ²⁾	31090		395	5,0	
27	404	15	394	5,0	2,5
Erotus-%:n keskiarvo					-13,0

1) Näyteastia rikki

2) Näytteiden R1 ja R2 tulokset raportoitu ristiin. Tulos harha-arvo.

TULOKSET (jatkuu)**Results (continues)****Näyte R2:**

Lab-tunnus	Lab:n tulos, Bq/l	Lab U_C %	STUKin tulos, Bq/l	STUK U_C, %	Erotus-%
1	34290	11,2	39100	5,0	-12,3
2	31690	10	39900	5,0	-20,6
3	34130	25	40400	5,0	-17,6
4	34700	30	40300	5,0	-13,9
5	34690		40900	5,0	-15,2
6	34340	20	41600	5,0	-17,5
7	32930	23	40800	5,0	-19,3
8	36550	10	41000	5,0	-10,9
9	35520		41300	5,0	-14,0
10	34370	10	41400	5,0	-17,0
11	37000	20	39700	5,0	-6,8
12	34460	20	40400	5,0	-14,7
13	36830		40700	5,0	-9,5
14	35600		41600	5,0	-14,4
15	36000		39900	5,0	-9,8
16	35220	20	40900	5,0	-13,9
17	40340		42000	5,0	-4,0
18	34030	15	39800	5,0	-14,5
19	38600	20	41200	5,0	-6,3
20	36500		39900	5,0	-8,5
21	37550	15	41700	5,0	-10,0
22	41940		41300	5,0	1,5
23	36640	30	41600	5,0	-11,9
24	34950	30	39900	5,0	-12,4
25	33020	28	41100	5,0	-19,7
26 ¹⁾	343		41700	5,0	
27	40380	15	40700	5,0	-0,8
Erotus-%:n keskiarvo					-12,1

¹⁾ Näytteiden R1 ja R2 tulokset raportoitu ristiin. Tulos harha-arvo.

Erotus-% = 100·(Lab:n tulos – STUK:n tulos)/STUK:n tulos.

MENETELMÄKUVAUS*Method description*

LAB	Menetelmä	Referenssi	Määrittärajana Bq/l	Mittausepävarmuus	Mittausepävarmuuden arviointitapa
1	Radek			12,2 11,2	ei määritetty itse
2	Radek		30		ei määritetty
3	Radek		50	25 25	validointi
4	Radek			30 30	ei määritetty
5	Radek		30		ei määritetty
6	Radek	Vesitausta 26.10.09 klo 12	20	20 20	rinnakkaismäärittäykset
7	Radek		50	23 23	validointi + IQC + pätevyyskoetulokset
8	Radek			20 10	7
9	Radek	Vesitausta			ei määritetty
10	Radek	Vesitausta	50	10 10	satunnaisvirhe + systemaattinen virhe
11	Radek			20 20	ei määritetty
12	Radek		<30	20 20	STUKin määrittelemä
13	Radek				ei määritetty
14	Radek			20 20	STUKin määrittelemä
15	Radek				ei määritetty
16	Radek	Maitojauhe	30	25 20	sis. laadunohjaus + pätevyyskoetulokset
17	Radek				ei määritetty
18	Radek	Vesitausta	30	15 15	vertailumateriaali + IQC
19	Radek	STUK/04	30	20 20	sis. laadunohjaus + pätevyyskoetulokset
20	Radek	Maitojauhe	30	10 10	sis. laadunohjaus + pätevyyskoetulokset
21	Radek			15 15	STUKin määrittelemä
22	Radek				ei määritetty
23	Radek	STUKin kalibrointi	50	30 30	IQC + pätevyyskoetulokset
24	Radek	Vesitausta	30	30 30	Laitteen epävarmuus, näytteen käsittelyvaiheet
25	Radek		30	28 28	sis. laadunohjaus + pätevyyskoetulokset
26	Radek				ei määritetty
27	Nestetuike	Ra/Rn	30	15 15	sis. laadunohjaus + pätevyyskoetulokset

NÄYTTEEN KÄSITTELY*Treatment of the samples*

LAB	Näytteen siirtotapa	Näyte	Pullo avattu	Marinellin kansi suljettu	Mittaus aloitettu	Mittausaika, s
1		R1 R2	30.10. klo 12:35 28.10. klo 11:45	klo 12:36 klo 11:46	klo 12:54 klo 11:55	1000 797
2	Kaato reunaan pitkin	R1 R2	28.10. klo 12:25 28.10. klo 13:32	klo 12:25 klo 13:32	klo 12:27 klo 13:34	1000 1000
3	Lappo	R1 R2	28.10. klo 14:19 28.10. klo 15:14	klo 14:20 klo 15:15	klo 14:21 klo 15:16	1000 1000
4		R1 R2				
5	Lappo	R1 R2	28.10. klo 10:00 28.10. klo 10:35	klo 10:02 klo 10:37	klo 10:03 klo 10:38	1000 1000
6	Kaato	R1 R2	28.10. klo 9:17 28.10. klo 9:44	klo 9:17 klo 9:44	klo 9:18 klo 9:45	1000 732
7	Ripeä kaato	R1 R2	29.10. klo 11:25 29.10. klo 13:31	klo 11:25 klo 13:31	klo 11:26 klo 13:32	1000 1000
8		R1 R2				
9	Kaato	R1 R2	29.10. klo 12:08 29.10. klo 12:54	klo 12:09 klo 12:55	klo 12:10 klo 12:56	1000 956
10	Kaato	R1 R2	28.10. klo 11:09 28.10. klo 13:10	klo 11:05 klo 13:05	klo 11:05 klo 13:05	1000 100
11		R1 R2				
12	Kaato	R1 R2	28.10. klo 14:20 28.10. klo 15:11	klo 14:21 klo 15:12	klo 14:22 klo 15:13	1000 831
13	Kaato	R1 R2	2.11. klo 10:36 29.10. klo 9:50	klo 10:38 klo 9:51	klo 10:39 klo 9:54	1000 1000
14	Kaato	R1 R2	30.10. klo 13:02 30.10. klo 13:33	klo 13:04 klo 13:34	klo 13:05 klo 13:36	1000 1000
15		R1 R2				
16	Kaato	R1 R2	28.10. klo 12:50 28.10. klo 13:45	klo 12:51 klo 13:46	klo 12:52 klo 13:47	1000 839
17		R1 R2				
18	Kaato	R1 R2	28.10. klo 9:22 28.10. klo 9:47	klo 9:23 klo 9:48	klo 9:24 klo 9:49	1000 800
19	Kaato	R1 R2	29.10. klo 12:29 27.10. klo 14:39	klo 12:30 klo 14:41	klo 12:31 klo 14:41	1000 641
20	Kaato	R1 R2	28.10. klo 13:26 28.10. klo 14:30	klo 13:27 klo 14:31	klo 13:28 klo 14:32	1000 1000
21	Kaato	R1 R2	28.10. klo 14:28 28.10. klo 15:18	klo 14:29 klo 15:19	klo 14:30 klo 15:20	1000 1000
22	Kaato	R1 R2	30.10. klo 16:02 30.10. klo 16:45	klo 16:06 klo 16:48	klo 16:10 klo 16:50	1000 1000
23	Kaato	R1 R2	27.10. klo 16:32 27.10. klo 16:57	klo 16:33 klo 16:58	klo 16:34 klo 16:59	1000 1000
24	Kaato	R1 R2	27.10. 27.10.		klo 13:37 klo 14:51	1000 500
25	Kaato	R1 R2	29.10. klo 9:19 29.10. klo 10:02	klo 9:20 klo 10:03	klo 9:22 klo 10:03	1000 1000
26	Lappo	R1 R2	27.10. klo 14:50 27.10. klo 14:52	klo 14:51 klo 14:53	28.10. klo 14:28 28.10. klo 15:12	100 ja 500 1000
27	Kaato	R1 R2				

Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisu-aika Tammikuu 2010
Tekijä(t)	Kaija Korhonen, Ulla-Maija Hanste, Markku Ilmakunnas ja Keijo Tervonen	
Julkaisun nimi	Laboratorioiden välinen vertailu 8/2009 Radonmääritys pohjavedestä	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana vain Internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut	
Tiivistelmä	<p>Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laboratorio järjesti yhdessä Säteilyturvakeskuksen (STUK) kanssa pätevyyskokeen radonmittauksista talousvedestä lokakuussa 2009. Pätevyyskoe järjestettiin kolmannen kerran laboratorioille, jotka käyttävät gammaspektrometriaan perustuvia RADEK MKGB-01-mittareita. Pätevyyskokeeseen osallistui yhteensä 26 laboratoriota, joista yksi toimitti nestetuikemenetelmällä mitatut tulokset.</p> <p>Osallistujille toimitettiin kaksi porakaivosta otettua pohjavesinäytettä, joiden radonpitoisuus oli noin 400 Bq/l ja 40 000 Bq/l. Näytteet pullotettiin suoraan kentällä. Näytteiden radonpitoisuus vaihteli näytteenoton aikana, joten STUK mittasi kaikkien osallistujien näytteistä otetun osanäytteen nestetuikemenetelmällä. STUKin määrittämää radontulosta käytettiin kunkin laboratorion saaman tuloksen vertailuarvona.</p> <p>Laboratorioiden tulokset olivat paria tulosta lukuun ottamatta pienempiä kuin STUKin mittaustulokset. Laboratorioiden ja STUKin mittaustulosten erotus oli keskimäärin -13,0 % (R1) ja -12,1 % (R2). Tämän pätevyyskokeen tuloksista 68 % oli hyväksyttävää eli tulos poikkesivat vähemmän kuin ± 15 % vertailuarvosta.</p>	
Asiasanat	pohjavesianalyysi, talousvesianalyysi, radonmääritys, elintarvike- ja ympäristölaboratoriot, vertailumittaus, pätevyyskoe	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2010	
Julkaisun teema		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1796-1726 (verkkoj.)	ISBN 978-952-11-3711-2 (PDF)
	Sivuja 20	Kieli suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta
Julkaisun myynti/ jakaja	Suomen ympäristökeskus, Asiakaspalvelu E-mail: neuvonta.syke@ymparisto.fi Puh. 020 610 183 Faksi 09 5490 2190	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Helsinki 2010	
Muut tiedot		

Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date	January 2010
Author(s)	Kaija Korhonen, Ulla-Maija Hanste, Markku Ilmakunnas and Keijo Tervonen		
Title of publication	SYKE Proficiency test 8/2009 Measurement of radon in ground water		
Parts of publication/ other project publications	The publication is available only on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut		
Abstract	<p>The Finnish Environment Institute (SYKE) in co-work with the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) carried out the proficiency test for measurement of radon in ground water in October 2009. In total, 26 laboratories participated in the proficiency test. The laboratories used the equipment based on gamma spectrometry (RADEK MKGB-01) for measurement of radon.</p> <p>Two water samples taken from two drill wells were distributed. The sample bottles were filled in the field. The radon content varied during the sampling. Therefore the results of the participants were compared with results measured by STUK from each bottle using the liquid scintillation counting.</p> <p>The results reported by the participants were generally smaller than the results measured by STUK. The mean values of the differences between the participant's result and the result measured by STUK were -13.0 % (R1) and -12.1 % (R2).</p> <p>In this proficiency test 68 % of the results were satisfactory when the deviation of 15 % from the value measured by STUK was accepted. The proficiency test was carried out the third time. In the proficiency test carried out in 2007 and then 78 % of the results were satisfactory.</p>		
Keywords	ground water analysis, drinking water analysis, measurement of radon, food and environmental laboratories, interlaboratory comparison, proficiency test		
Publication series and number	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2010		
Theme of publication			
Project name and number, if any			
Financier/ commissioner			
Project organization			
	ISSN 1796-1726 (online)	ISBN 978-952-11-3711-2 (PDF)	
	No. of pages 20	Language Finnish	
	Restrictions Public	Price	
For sale at/ distributor	Finnish Environment Institute, Customer service E-mail: neuvonta.syke@ymparisto.fi Phone: +358 20 610 183 Fax: +358 9 5490 2190		
Financier of publication	Finnish Environment Institute, P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland		
Printing place and year	Helsinki 2010		
Other information			

Presentationsblad

Utgivare	Finlands Miljöcentral (SYKE)	Datum Januari 2010
Författare	Irma Mäkinen, Ulla-Maija Hanste, Markku Ilmakunnas och Keijo Tervonen	
Publikationens titel	Provningsjämförelse 8/2009 Radonmätningen i grundvatten	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut	
Sammandrag	<p>Under oktober 2009 genomförde Finlands Miljöcentral (SYKE) i samarbete med Strålsäkerhetscentralen (STUK) en provningsjämförelse, som omfattade radonmätningen i grundvatten. Sammanlagt 26 laboratorier deltog i jämförelsen. Laboratorierna bestämde radon med gammaspektrometri (RADEK MKGB-01 meter) och ett laboratorium också med vätskeskintillation metod.</p> <p>Vattenprover hade tagits från två borrbrunnar. Proverna hade uppdelats på fältet. Radonhalt varierade under provtagningen. Därför resultaten av laboratorierna jämfördes med resultaten mättade av STUK, som använde vätskeskintillation metod för mätning av radon. Differensen mellan resultaten av laboratorierna och STUK var i medeltal -13,0 % (R1) och -12,1 % (R2).</p> <p>Provningsjämförelsen genomfördes nu den tredje gången och 68 % av de rapporterade resultaten avvek mindre än 15 % from referensvärdet.</p>	
Nyckelord	Grundvattenanalys, dricksvattenanalys, radon mätning, livsmedel- och miljölaboratorier, jämförelse	
Publikationsserie och nummer	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2010	
Publikationens tema		
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppdragsgivare		
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1796-1726 (online)	ISBN 978-952-11-3711-2 (PDF)
	Sidantal 20	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig,	Pris
Beställningar/ distribution	Finlands miljöcentral, Informationstjänsten neuvonta.syke@ymparisto.fi Tfn 020 610 183 Fax 09 5490 2190	
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00250 Helsingfors	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Helsingfors 2010	
Övriga uppgifter		



ISBN 978-952-11-3711-2 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkoj.)