

Talousvesien radioaktiivisten aineiden mittaukset

Ajankohtaista laboratoriorintamalla
Evira 1.10.2015

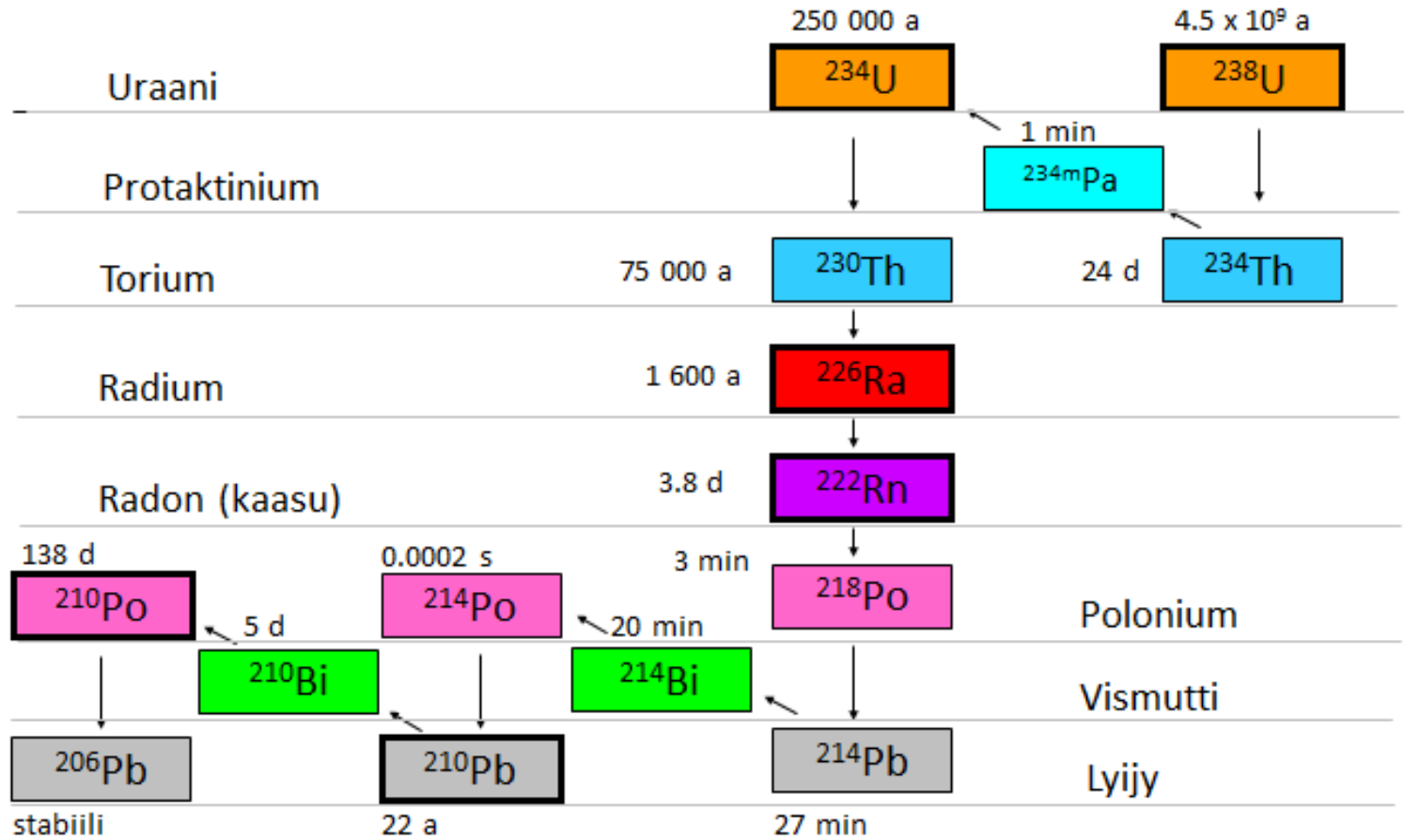
Esitelmän sisältö

1. Johdanto
2. STM:n asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista
3. Radon- ja uraanikartasto
4. Näytteenottaminen radioaktiivisuusmäärittelyyn
5. Yhteystiedot Säteilyturvakeskuksessa

Talousveden radioaktiiviset aineet

- Talousvedessä esiintyy luonnosta peräisin olevia radioaktiivisia aineita, jotka liukenevat pohjaveteen maa- ja kallioperästä.
- Kalliopohjaveteen ehtii liueta suuriakin määriä radioaktiivisia aineita, koska vesi liikkuu kalliossa paljon hitaammin kuin maan pinnalla tai maaperässä.
- Säteilysuojelun kannalta merkittävimmät talousveden sisältämät luonnon radioaktiiviset aineet kuuluvat uraani-238 sarjaan. Eniten säteilyaltistusta aiheuttaa ^{222}Rn . Muita tärkeitä uraanisarjan radionuklideita ovat ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb ja ^{210}Po ja torium-232 sarjasta ^{228}Ra .
- Tritium (^3H) on peräisin 1960-luvulle asti jatkuneista ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista, ydinvoimaloiden päästöistä, kosmisen säteilyn vaikutuksesta.

^{238}U -hajoamissarja



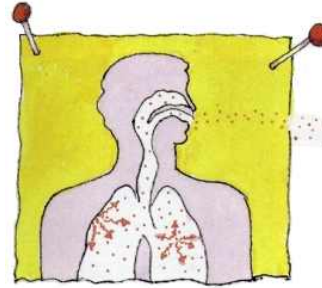
Säteilyturvallisuus ja kemiallinen toksisuus

Uraanin kemiallinen myrkyllisyys

Sisäinen altistus

- Liukenevat yhdisteet ovat kemiallisesti myrkyllisiä. Säteilyvaikutus jää siihen verrattuna hyvin vähäiseksi.
 - Jotkut oksidit vaikealiukoisia, joilla on ensisijaisesti paikallinen säteilyvaikutus
- Vedessä uraanin kemiallinen toksisuus on suurempi riski kuin sen säteilyn aiheuttama riski
- Suurina pitoisuuksina voi vahingoittaa munuaisia, mutta useimmiten vaurio on palautuva
 - Koe-eläimillä on osoitettu, että munuaisvaurio voi olla parantumaton

Säteilyturvallisuus ja muu toksisuus



- Sisäilman radonin terveyshaaitta
 - Keuhkojen saama säteilyannos lisää keuhkosyövän syntymahdollisuutta
 - Radonin lyhytikäiset hajoamistuotteet tarttuvat keuhkoihin, kudokseksi altistuu alfasäteilylle
 - Keuhkosyöpäriskin kasvu havaittu kiistatta kaivostyöntekijöillä
 - Epidemiologiset tutkimukset vahvistavat keuhkosyöpäriskin
 - Asuinympäristössä tehdyt tutkimukset vahvistavat riskin asuinympäristössä
- Radonia sisältävä vesi aiheuttaa juotuna säteilyannosta mahalaukulle
- Muut talousveden radioaktiiviset aineet lisäävät säteilyannosta ainoastaan ruoan ja juoman mukana nautittuina

STM:n asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista

- Asetus tulee voimaan 27.11.2015
- Asetuksella kumotaan talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annettu STM:n asetus (461/2000)
- Asetuksessa säädetään talousveden radioaktiivisista aineista aiheutuvan säteilyaltistuksen rajoittamisesta

Soveltamisala:

Tämä asetus koskee kaikkea terveydensuojelulain (763/1994) 16 §:ssä tarkoitettua talousvettä, jota:

- 1) käytetään tai toimitetaan vedenjakelualueelle käytettäväksi talousvetenä vähintään 10 m³ päivässä tai vähintään 50 henkilön tarpeisiin;
- 2) toimitetaan pulloissa, säiliöissä tai tankeista;
- 3) käytetään elintarvikelain (23/2006) 6 §:n 18 kohdassa tarkoitettussa elintarvikehuoneistossa ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen, paitsi sellaisissa tapauksissa, joissa kunnan terveydensuojeluviranomainen on varmistanut, ettei veden laatu heikennä valmiiden elintarvikkeiden terveydellistä laatua; tai
- 4) käytetään tai toimitetaan käytettäväksi talousvetenä osana julkista tai kaupallista toimintaa.

Talousveden laadun säännöllinen valvonta

- Kunnan terveydensuojeluviranomainen valvoo säännöllisin tutkimuksin talousvettä (*jatkuva valvonta ja jaksoittainen seuranta*)
- Valvontaohjelman määrittäminen ja tutkimustiheys
 - *Valvontatutkimusohjelman tulee sisältää vähintään liitteen II mukaiset määrittäykset, ja vedenjakelualueen tutkimustiheyden tulee olla vähintään siinä esitetyn mukainen. Radioaktiivisuuden määrittämistä tulee jatkaa liitteen II mukaisesti, jos talousvettä on ryhdytty käsittelemään siinä olevien radioaktiivisten aineiden määrän vähentämiseksi.*
- Talousveden valvontatutkimuksia tekevän laboratorion on täytettävä terveydensuojelulain 49 a §:n mukaiset edellytykset:
 - Viranomaisille tarkoitetut tutkimukset tulee tehdä Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) hyväksymässä laboratoriossa.
 - Tutkimuksia tekevällä laboratoriolle tulee olla kirjallinen laatuvarmistusjärjestelmä, ja laboratorion on pystyttävä osoittamaan tekemiensä määrittäysten luotettavuus. Laboratoriolle tulee lisäksi olla tutkimuksen suorittamiseen tarvittava asiantuntemus ja tekniset valmiudet.
 - Evira hyväksyy laboratoriot hakemuksesta

Talousveden laadun säännöllinen valvonta

- Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on ilmoitettava viivytyksettä Säteilyturvakeskukselle aktiivisuuspitoisuuden enimmäisarvojen (laatuvaatimus/laatusuositus) ylittymisestä sen ratkaisemiseksi, onko talousveden toimittaminen säteilylain 11 §:ssä tarkoitettua säteilytoimintaa.
- Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on toimitettava radioaktiivisuuden mittaustulokset Säteilyturvakeskukselle
 - Kalenterivuotta seuraavan kolmen kuukauden kuluessa
 - Säteilyturvakeskus laatii valvontatutkimusten tuloksista yhteenvedon kolmen vuoden välein ja tiedottaa yleisölle niiden turvallisuusmerkityksestä.

Radioaktiivisuuden laatuvaatimukset, liite I

LIITE I

Taulukko 3. Radioaktiivisuuden laatuvaatimukset

Muuttuja	Enimmäisarvo	Yksikkö	Huomautus
Radon	1000	Bq/l	(1)
Tritium	100	Bq/l	(2)
Viitteellinen annos	0,10	mSv/vuosi	(3 ja 4)

- 1) Korjaaviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä aina, jos radonin aktiivisuuspitoisuus ylittää enimmäisarvon.
- 2) Tritiumia ei tarvitse mitata, koska Säteilyturvakeskus valvoo tritiumin aktiivisuuspitoisuuksia talousvedessä valtakunnallisessa ympäristön säteilyvalvontaohjelmassa. Jos tritiumin aktiivipitoisuus ylittää enimmäisarvon, vedestä on mitattava myös muita keinotekoisia radionuklideja.
- 3) Viitteellisellä annoksella tarkoitetaan talousvedestä aiheutuvan efektiivisen annoksen kertymää yhden vuoden aikana saadulle määrälle kaikkia talousvedessä havaittuja sekä luonnollisia että keinotekoisia radionuklideja, lukuun ottamatta tritiumia, kalium-40:tä, radonia ja radonin lyhytikäisiä hajoamistuotteita. Mittayksikkönä käytetään mSv/vuosi eli millisievertiä vuodessa.
- 4) Viitteellisen annoksen tasoa ei tarvitse arvioida, jos Säteilyturvakeskuksen selvitysten perusteella tiedetään, että enimmäisarvot eivät voi ylittyä.

Laatusuositukset

- **Liite I Taulukko 4. Laatusuositukset (suurin hyväksyttävissä oleva pitoisuus)**
 - Radon 300 Bq/l
 - Radonin aktiivisuuspitoisuutta ei tarvitse mitata, jos talousvedeksi valmistettava vesi on peräisin **yksinomaan** pintavesimuodostumasta.
 - Jos radonin aktiivisuuspitoisuus veden käyttäjän hanasta otetussa näytteessä ylittää arvon 100 Bq/l, on pitoisuus mitattava talousvettä toimittavalta laitokselta lähtevästä vedestä sen selvittämiseksi, ylittyykö enimmäisarvo vedenjakelualueen jakeluverkon missään osassa.

Talousveden valvontatutkimukset, liite II

Näytteenotto kohta

Vedenjakelualueelle toimitettavan talousveden osalta seuraavat määritykset voidaan vaatimusten täyttymiskohdan sijasta tutkia talousvettä toimittavalta laitokselta lähtevästä vedestä tai jakeluverkosta:

Laatuvaatimukset

– Uraani (kemiallinen pitoisuus), radon, tritium, viitteellisen annoksen arvioimiseen käytettävät seulontatutkimukset

Laatusuosituks

– Radon

Talousveden valvontatutkimukset, liite II

- Radonin aktiivisuuspitoisuus on pyrittävä määrittämään talousvettä toimittavalta laitokselta lähtevästä vedestä, koska jakeluverkon kauimmaisista osista otetun näytteen perusteella ei välttämättä saada oikeaa kuvaa radonin aktiivisuuspitoisuudesta jakeluverkon alkupäässä.
- Yhteisessä käytössä olevasta vesisäiliöstä, kaivosta tai muusta vedenottamosta otettavan talousveden tutkimukset voidaan tehdä veden käyttäjälle lähtevästä vedestä tai, mikäli vettä ei käsitellä, raakavedestä otetusta näytteestä.

Talousveden valvontatutkimukset, liite II

Jaksottaisen seurannan muuttujat

- Jaksottaiseen seurantaan sisältyvät kaikki radioaktiivisuusmuuttujat
- Seuraavat määriykset voidaan jättää pois:

Radioaktiivisuus	
Radon	jos talousvedeksi valmistettava vesi on peräisin yksinomaan pintavesimuodostumasta
Tritium	jos vesialueella ei ole ihmisen toiminnan aiheuttamaa tritiumin lähdettä ja Säteilyturvakeskuksen selvitysten tulosten perusteella voidaan osoittaa, että enimmäisarvo ei ylitä
Viitteellinen annos	<ul style="list-style-type: none">- jos talousvedeksi valmistettava vesi on peräisin yksinomaan pintavesimuodostumasta- luonnollisten radionuklidien osalta, jos Säteilyturvakeskuksen selvitysten tulosten perusteella voidaan osoittaa, että enimmäisarvo 0,10 mSv/vuosi ei ylitä- jos liitteen III luvussa 4 esitettyjen tutkimusten tulosten perusteella voidaan olettaa, että viitteellinen annos ei ylitä enimmäisarvoa 0,10 mSv/vuosi, eikä vedessä tiedetä esiintyvän sellaisia radionuklideja, joiden vuoksi viitteellinen annos todennäköisesti ylittää enimmäisarvon.

Talousveden valvontatutkimukset, liite II

Säännöllisen valvonnan vähimmäistutkimustiheydet

LIITE II Taulukko 2. Säännölliseen valvontaan kuuluvan talousveden vähimmäistutkimustiheys		
Vedenjakelualueelle toimitettavan tai tuotettavan veden määrä (m ³ /vrk) ^{1 ja 2)}	Näytteiden määrä vuodessa vähintään ³⁾	
	Jatkuva valvonta	Jaksottainen seuranta
10–50	1	1 kahden vuoden välein
51–100	4	1
101–1 000	5	1
1001–2000	7	2
2001–3 000	10	2
3001–4 000	13	2
4001–5 000	16	3
5001–6 000	19	3
6001–7 000	22	3
7001–8 000	25	4
8001–9 000	28	4
9001–10 000	31	4
yli 10 000–100 000	31 + 3 lisänäytettä jokaista alarajan ylittävää alkavaa 1 000 m ³ /vrk kohden	4 + 1 lisänäyte jokaista alarajan ylittävää alkavaa 10 000 m ³ /vrk kohden
yli 100 000	304 + 3 lisänäytettä jokaista alarajan ylittävää alkavaa 1 000 m ³ /vrk kohden	10 + 1 lisänäyte jokaista alarajan ylittävää alkavaa 25 000 m ³ /vrk kohden

Talousveden valvontatutkimukset, liite II

- Seuraavat muuttujat tutkitaan vähintään kerran. Jos pitoisuudet ovat alle 50 % enimmäisarvosta, eikä ole ilmeistä syytä niiden nousemiseen, määritykset voidaan tehdä myöhemmin 5 vuoden välein
 - Uraani (kemiallinen pitoisuus), viitteellisen annoksen arvioimiseen käytettävät seulontatutkimukset.
 - Radonin aktiivisuuspitoisuutta pitää kuitenkin verrata 300 Bq/l enimmäisarvoon (liite I taulukko 4).

Radioaktiivisuusmääritykset

- Säteilyturvakeskus tekee veden radioaktiivisuusmittauksia (Rn-222 ja kokonaisalfa)
- Paikalliset elintarvike- ja ympäristölaboratoriot tekevät radonmittauksia
 - Valvontatutkimuksissa on käytettävä SFS-EN-standardien mukaisia määrittämenetelmiä tai niiden puuttuessa ISO-standardien mukaisia määrittämenetelmiä.
- Viitteellisen annoksen arvioimiseen käytettävät seulontatutkimukset ja annoksen laskeminen:
 - Viitteellisen annoksen taso arvioidaan näytteen alfa-aktiivisuuden kokonaispitoisuuden ja yksittäisten radionuklidien aktiivisuuspitoisuuksien perusteella.
 - Jos alfa-aktiivisuuden kokonaispitoisuus on pienempi kuin 0,1 Bq/l, eikä radonin aktiivisuuspitoisuus ylitä suurinta hyväksyttävissä olevaa pitoisuutta 300 Bq/l, voidaan olettaa, että viitteellinen annos ei ylitä tasoa 0,10 mSv/vuosi. Näissä tapauksissa ei tarvitse määrittää yksittäisten radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuuksia.

Radioaktiivisuusmääritykset

- Jos alfa-aktiivisuuden kokonaispitoisuus ylittää 0,1 Bq/l, määritetään yksittäisten radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet näytteessä viitteellisen annoksen arvioimiseksi. Vesinäytteestä määritetään alfa-aktiivisista aineista radium-226, *uraani-234*, *uraani-238* ja polonium-210 sekä beeta-aktiivisista radium-228 ja lyijy-210.
- Määritettyjen radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuuksien perusteella lasketaan viitteellinen annos (ID) seuraavan kaavan mukaisesti:

$$ID = \sum_i \frac{C_i}{RC_i} \cdot (0,1 \text{ mSv/v})$$

jossa

C_i = radioaktiivisen aineen mitattu aktiivisuuspitoisuus (Bq/l)

RC_i = radioaktiivisen aineen johdettu pitoisuus (Bq/l), josta aiheutuva annos on 0,10 mSv/vuosi

- STM:n asetuksessa liitteessä III on Säteilyturvakeskuksen antamat annosmuuntokertoimien avulla lasketut RC_i -arvot sekä muuttujien ja radioaktiivisten aineiden toteamisrajat

Radon- ja uraanikartasto

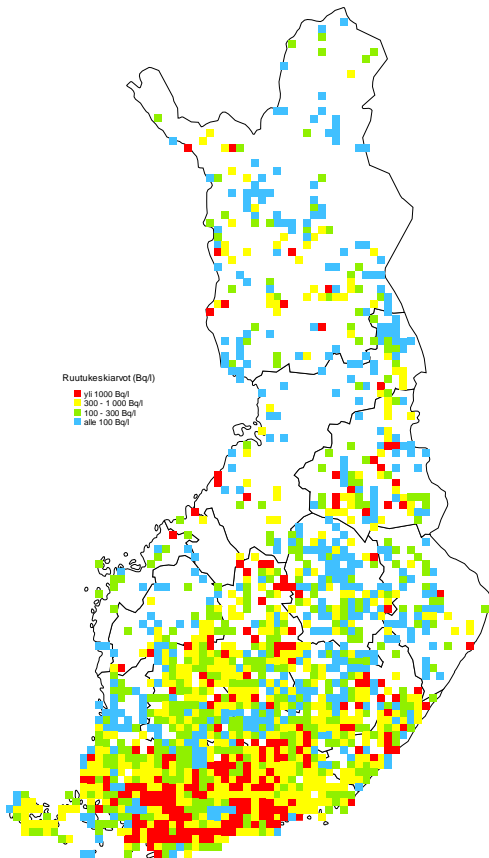
P. Vesterbacka, K. Vaaramaa, Porakaivoveden radon- ja uraanikartasto, STUK-A256 / MAALISKUU 2013

- 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 uraani-pitoisuuksia voi esiintyä kaikkialla Suomessa.

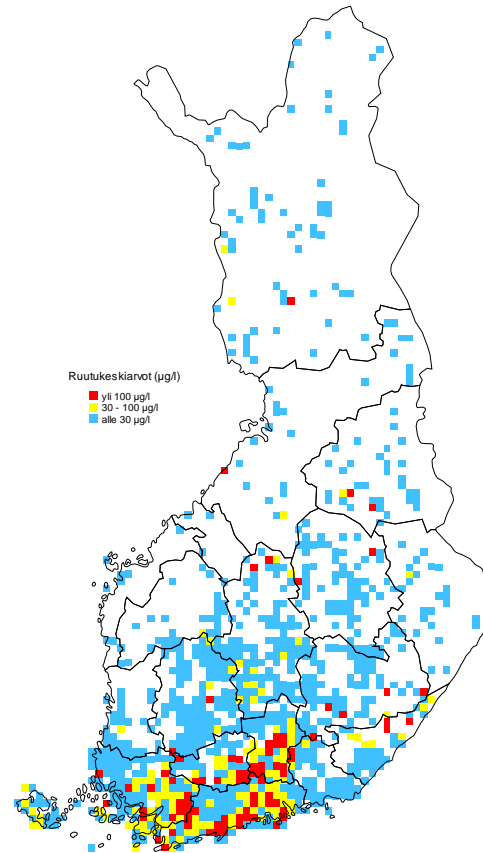
Radon- ja uraanikartasto

- 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.
- 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.

Radon- ja uraanikartasto



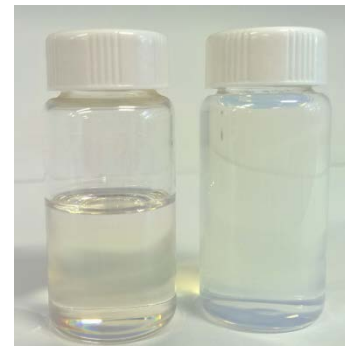
Porakaivoveden radonpitoisuus
Aritmeettinen keskiarvo 10 x 10 km:n ruudussa
Vähintään yksi radonmittaus/ruutu
Noin 11 300 porakaivoveden radonmittausta



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

Näytteenottaminen radioaktiivisuusmäärityksiin

- Näytteenotto on tehtävä huolella radonpitoisuuden määrittämiseksi. Vesinäyte otetaan lasipulloon, jossa on hyvä tiivis kierrekorkki tai näyte otetaan suoraan pieneen nestetuikepulloon, jossa on tuikeaine valmiina.



Esitäytetty
tuikepullo

Valmis
näyte

- Uraanin ja muiden radioaktiivisten aineiden näytteenottoon soveltuu muovipullo.
- Näytteenotto-ohjeet pyydetään mittauksen suorittavasta laboratoriosta (STUK: <http://www.stuk.fi/palvelut/juomaveden-radioaktiivisuusmittaukset/vesinäytteen-ottaminen>)

Koulutus ja oppaat

- Säteilyturvakeskus osallistuu STM:n järjestämiin koulutustilaisuuksiin yhteistyössä Valviran ja THLn kanssa. Seuraava koulutustilaisuus on 8.12.2015 Mikkelissä.
- Valvira on tehnyt soveltamisopasta talousvesiasetukseen, jossa on mukana radioaktiivisuus.

Yhteyshenkilöt Säteilyturvakeskuksessa

Yhteyshenkilöt talousveden radioaktiivisuuden osalta:

- Tarja Heikkinen
- Kaisa Vaaramaa
- Pia Vesterbacka

Tulosten ilmoittaminen STUKiin:

- Diaari (diaari@stuk.fi)
- Tarja Heikkinen (tarja.heikkinen@stuk.fi)
- Kaisa Vaaramaa (kaisa.vaaramaa@stuk.fi)

