

Tutkimus ja ympäristövalvonta

19.11.2014

5529-1/V2014

Ramboll Finland  
 Katariina Koikkalainen  
 Niemenkatu 73 C  
 15140 LAHTI

### TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET

Tilaja: Talvivaara Sotkamo Oy  
 Näytteen nimi: Kortelampi 2, Lähtevä  
 Näytteenottopäivä: 7.10.2014 Kello: 9:20  
 Saapumispäivä: 8.10.2014  
 Tilaaajan viite: 1510010636-003  
 Näytetunnus: 20517

### MITTAUSTULOKSET

Näyte	Kortelampi 2, lähtevä
<b>Radon (Rn-222): Toimenpideraja* 300 Bq/l</b>	< 0,2 Bq/l
<b>Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet:</b> (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)	0,05 Bq/l
<b>Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet:</b> (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)	0,4 Bq/l
<b>Aktiivisuusindeksi**</b> <b>Ohjeen ST 12.3 mukaan</b>	0,49

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\* Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1.

Apulaistutkija

Tarja Heikkinen

Ramboll Finland  
Katariina Koikkalainen  
Niemenkatu 73 C  
15140 LAHTI

**TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET**

Tilaja: Talvivaara Sotkamo Oy  
Näytteen nimi: SEM 2/Torrakkopuro  
Näytteenottopäivä: 7.10.2014 Kello: 10:45  
Saapumispäivä: 8.10.2014  
Tilajan viite: 1510010636-003  
Näytetunnus: 20518

**MITTAUSTULOKSET**

Näyte	SEM 2/Torrakkopuro
<b>Radon (Rn-222): Toimenpideraja* 300 Bq/l</b>	2,4 Bq/l
<b>Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet:</b> (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)	0,07 Bq/l
<b>Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet:</b> (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)	< 0,2 Bq/l
<b>Aktiivisuusindeksi**</b> <b>Ohjeen ST 12.3 mukaan</b>	0,28

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\* Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1.

Apulaistutkija

Tarja Heikkinen

Ramboll Finland  
Katariina Koikkalainen  
Niemenkatu 73 C  
15140 LAHTI

**TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET**

Tilaja: Talvivaara Sotkamo Oy  
Näytteen nimi: Latosuo  
Näytteenottopäivä: 7.10.2014 Kello: 11:30  
Saapumispäivä: 8.10.2014  
Tilaaajan viite: 1510010636-003  
Näytetunnus: 20519

**MITTAUSTULOKSET**

Näyte	Latosuo
<b>Radon (Rn-222): Toimenpideraja* 300 Bq/l</b>	< 0,2 Bq/l
<b>Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet:</b> (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)	0,03 Bq/l
<b>Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet:</b> (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)	0,6 Bq/l
<b>Aktiivisuusindeksi**</b> <b>Ohjeen ST 12.3 mukaan</b>	0,60

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\* Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1.

Apulaistutkija

Tarja Heikkinen

Ramboll Finland  
Katariina Koikkalainen  
Niemenkatu 73 C  
15140 LAHTI

**TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET**

Tilaaaja: Talvivaara Sotkamo Oy  
Näytteen nimi: Kuusilampi  
Näytteenottopäivä: 7.10.2014 Kello: 12:10  
Saapumispäivä: 8.10.2014  
Tilaaajan viite: 1510010636-003  
Näytetunnus: 20520

**MITTAUSTULOKSET**

Näyte	Kuusilampi
<b>Radon (Rn-222): Toimenpideraja* 300 Bq/l</b>	0,7 Bq/l
<b>Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet:</b> (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)	0,09 Bq/l
<b>Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet:</b> (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)	0,5 Bq/l
<b>Aktiivisuusindeksi**</b> <b>Ohjeen ST 12.3 mukaan</b>	0,56

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\* Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1.

Apulaistutkija

Tarja Heikkinen

Talvivaara Sotkamo OY

Ramboll Analytics  
Niemenkatu 73 C  
15140 LAHTI  
www.ramboll-analytics.fi

Puhelin 020 755 7800  
Fax 020 755 7801

## Talvivaara Sotkamo Oy Näytteiden toksisuuslausunto

Talvivaaran toimittamista näytteistä määritettiin ekotoksisuustestit (vesikirpputesti, levätesti, valobakteeritesti). Näytteet oli nimetty: Torrakkapuro (SeP9), Latosuo ja Kuusilampi 2. Testit tehtiin Ramboll Analyticsin akkreditoitussa ympäristölaboratoriossa Lahdessa. Näytteiden Torrakkapuro (SeP9) ja Kuusilampi 2 pH -arvot jouduttiin säätämään testiin sopivalle pH -alueelle. Näytteen Latosuo pH oli testiin sopivalla pH -alueella.

Päivämäärä: 20.10.2014

Viite:  
1510010636-023-005/2

Näytteiden toksisuuden arvioinnissa käytettiin seuraavia testejä:

**Vesikirpputesti** (Daphtokit F<sup>TM</sup> magna; perustuu OECD:n ohjeistukseen 202 ja ISO 6341 standardiin).

Testi perustuu vesikirpun (*Daphnia magna*) liikkumisen estymiseen sen altistuessa haitallisille aineille. Testissä tarkastellaan näytteen laimennosten (0...100 %) aiheuttamia toksisia vaikutuksia vesikirpuille 24 ja 48 tunnin altistuksen aikana. Testissä näytteen myrkyllisyys vesikirpulle ilmoitetaan EC<sub>50</sub>-arvona. EC<sub>50</sub>-arvo tarkoittaa sitä näytelaimennosta, joka aiheuttaa 24 tunnin ja 48 tunnin aikana 50 %:lle vesikirpuista liikkumisen estymisen kontrollinäytteen verrattuna.

**Levätesti** (Algaltokit F<sup>TM</sup>; perustuu OECD:n ohjeistukseen 201 ja ISO 8692 standardiin)

Testieliö: levä, *Selenastrum capricornutum*

Testi perustuu haitallisten aineiden aiheuttamaan levän kasvun vähenemiseen. Testissä leviä altistettiin 72 tunnin ajan näytteiden eri laimennoksille (100, 50, 25, 12,5 ja 6,25%) ja levän kasvua seurattiin mittaamalla näytteen absorbanssia spektrofotometrisesti. Tuloksista määritettiin näytteiden EC50-arvo eli pitoisuus (laimennos), joka aiheuttaa 50 % inhibition levän kasvuun verrattuna kontrolliliuokseen.

**Valobakteeritesti** (BioTox<sup>TM</sup> Kit; perustuu standardiin SFS-EN ISO 11348-3)

Testieliö: kylmäkuivattu bakteeri, *Vibrio fischeri*

Testi perustuu valobakteerin valontuoton vähenemiseen bakteerien altistuessa haitallisille aineille. Testissä näytteen myrkyllisyys valobakteerille ilmoitetaan EC<sub>50</sub>-arvona. EC<sub>50</sub>-arvo tarkoittaa sitä näytelaimennosta, joka aiheuttaa 30

minuutin kasvatuksen aikana bakteereille 50% valontuoton estymisen (inhibition) kontrolliliuokseen verrattuna.

Sivu 2

Toksisuustestien tulokset voidaan ilmoittaa myös ns. toksisuusindeksinä (TU), jota kuvaa yhtälö  $TU=100/EC_{50}$ . Toksisuusindeksiä tulkittaessa arvo  $TU < 2$  ilmentää, ettei näyte ole toksinen. Arvo  $2 < TU < 10$  luokittelee näytteen toksiseksi. Indeksiarvo  $10 < TU < 100$  luokittelee näytteen selvästi toksiseksi ja  $TU > 100$  erittäin toksiseksi (TU toksisuusindeksin laskenta ja tulkinta "Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2006" mukaisesti).

Taulukko1. Toksisuustestien tulokset.

Laboratorion näyttenumero	Vesikirpputesti (24h ja 48h)	Levätesti (72h)	Valobakteeritesti
14SL07116 Torraakkapuro (SeP9)	ei toksista (24 h) ei toksista (48 h)	ei toksista	ei toksista
14SL07118 Latosuo	ei toksista (24 h) ei toksista (48 h)	ei toksista	ei toksista
14SL07119 Kuusilampi 2	ei toksista (24 h) ei toksista (48 h)	ei toksista	ei toksista

Näytteet eivät olleet testien mukaan akuutisti toksista *Daphnia magna*-vesikirpulle eli 100 % näyteliuoksissa ei havaittu toksisia vaikutuksia testieliöille 24 tunnin eikä 48 tunnin aikana (taulukko 1).

Näytteet eivät olleet toksista levälle. Levätestissä tulos 'ei toksista' tarkoittaa, ettei 100 % näyteliuoksessa havaittu leväkasvun estymistä niin, että olisi voitu määrittää  $EC_{50}$  -arvo (taulukko 1).

Näytteet eivät myöskään osoittaneet pienimmällä käytettävällä laimennoksella (80 %) mitään merkkiä toksisuudesta valobakteerille. Testauksen perusteella voidaan todeta, että näytteet eivät olleet akuutisti toksista valobakteerille (taulukko 1).

Lahdessa 20.10.2014

**RAMBOLL ANALYTICS**

  
Marjatta Seppä  
mikrobiologi (MMM)

  
Noora Hämäläinen  
Laboratorioinsinööri, ins. (AMK)

Talvivaara Sotkamo Oy

Ramboll Analytics  
Niemenkatu 73 C  
15140 LAHTI  
www.ramboll-analytics.fi

Puhelin 020 755 7800  
Fax 020 755 7801

## Talvivaara Sotkamo Oy Näytteiden toksisuuslausunto

Talvivaaran toimittamasta näytteestä määritettiin ekotoksisuustestit (vesikirpputesti, levätesti, valobakteeritesti). Näyte oli nimetty: Kortelampi 2. Testit tehtiin Ramboll Analyticsin akkreditoitussa ympäristölaboratoriossa Lahdessa. Näytteen pH -arvoa jouduttiin säätämään testiin sopivalle pH -alueelle.

Päivämäärä: 20.10.2014

Viite:  
1510010636-023-005/1

Näytteiden toksisuuden arvioinnissa käytettiin seuraavia testejä:

**Vesikirpputesti** (Daphtokit F<sup>TM</sup> magna; perustuu OECD:n ohjeistukseen 202 ja ISO 6341 standardiin).

Testi perustuu vesikirpun (*Daphnia magna*) liikkumisen estymiseen sen altistuessa haitallisille aineille. Testissä tarkastellaan näytteen laimennosten (0...100 %) aiheuttamia toksisia vaikutuksia vesikirpuille 24 ja 48 tunnin altistuksen aikana. Testissä näytteen myrkyllisyys vesikirpuille ilmoitetaan EC<sub>50</sub>-arvona. EC<sub>50</sub>-arvo tarkoittaa sitä näytelaimennosta, joka aiheuttaa 24 tunnin ja 48 tunnin aikana 50 %:lle vesikirpuista liikkumisen estymisen kontrollinäytteeseen verrattuna.

**Levätesti** (Algaltokit F<sup>TM</sup>; perustuu OECD:n ohjeistukseen 201 ja ISO 8692 standardiin)

Testieliö: levä, *Selenastrum capricornutum*

Testi perustuu haitallisten aineiden aiheuttamaan levän kasvun vähenemiseen. Testissä leviä altistettiin 72 tunnin ajan näytteiden eri laimennoksille (100, 50, 25, 12,5 ja 6,25%) ja levän kasvua seurattiin mittaamalla näytteen absorptionsia spektrofotometrisesti. Tuloksista määritettiin näytteiden EC<sub>50</sub>-arvo eli pitoisuus (laimennos), joka aiheuttaa 50 % inhibition levän kasvuun verrattuna kontrolliliuokseen.

**Valobakteeritesti** (BioTox<sup>TM</sup> Kit; perustuu standardiin SFS-EN ISO 11348-3)

Testieliö: kylmäkuivattu bakteeri, *Vibrio fischeri*

Testi perustuu valobakteerin valontuoton vähenemiseen bakteerien altistuessa haitallisille aineille. Testissä näytteen myrkyllisyys valobakteerille ilmoitetaan EC<sub>50</sub>-arvona. EC<sub>50</sub>-arvo tarkoittaa sitä näytelaimennosta, joka aiheuttaa 30

minuutin kasvatuksen aikana bakteereille 50% valontuoton estymisen (inhibition) kontrolliliuokseen verrattuna.

Sivu 2

Toksisuustestien tulokset voidaan ilmoittaa myös ns. toksisuusindeksinä (TU), jota kuvaa yhtälö  $TU=100/EC_{50}$ . Toksisuusindeksiä tulkittaessa arvo  $TU<2$  ilmentää, ettei näyte ole toksinen. Arvo  $2<TU<10$  luokittelee näytteen toksiseksi. Indeksiarvo  $10<TU<100$  luokittelee näytteen selvästi toksiseksi ja  $TU>100$  erittäin toksiseksi (TU toksisuusindeksin laskenta ja tulkinta "Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2006" mukaisesti).

Taulukko1. Toksisuustestien tulokset.

Laboratorion näytenumero	Vesikirpputesti (24h ja 48h)	Levätesti (72h)	Valobakteeritesti
14SL07117	ei toksista (24 h)	ei toksista	ei toksista
Kortelampi 2	ei toksista (48 h)		

Näyte ei ollut testin mukaan akuutisti toksista *Daphnia magna*-vesikirpulle eli 100 % näyteliuoksissa ei havaittu toksisia vaikutuksia testieliöille 24 tunnin eikä 48 tunnin aikana (taulukko 1).

Näyte ei ollut toksista levälle. Levätestissä tulos 'ei toksista' tarkoittaa, ettei 100 % näyteliuoksessa havaittu leväkasvun estymistä niin, että olisi voitu määrittää  $EC_{50}$  -arvo (taulukko 1).

Näyte ei myöskään osoittanut pienimmällä käytettävällä laimennoksella (80 %) mitään merkkiä toksisuudesta valobakteerille. Testauksen perusteella voidaan todeta, että näyte ei ollut akuutisti toksista valobakteerille (taulukko 1).

Lahdessa 20.10.2014

**RAMBOLL ANALYTICS**

*Marjatta Seppä*  
 Marjatta Seppä  
 mikrobiologi (MMM)

*Noora Hämäläinen*  
 Noora Hämäläinen  
 Laboratorioinsinööri, ins. (AMK)



Ramboll Analytics  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

**TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET**

Tilaja: Ramboll Analytics  
Näytteenottopäivä: 10.8.2015  
Saapumispäivä: 12.8.2015  
Näytteenottaja: Katariina Koikkalainen  
Tilajan viite: 15SLO5351, 1510016678-003/36

**MITTAUSTULOKSET**

Näyte	
Radon (Rn-222): Toimenpideraja* 300 Bq/l	0,2 Bq/l
Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet: (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)	0,07 Bq/l
Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet: (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)	0,40 Bq/l
Aktiivisuusindeksi** Ohjeen ST 12.3 mukaan	0,47

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\* Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1.

Tarkastaja

  
Tarja Heikkinen

Ramboll Finland Oy  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

**TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUDEN MITTAUSTULOKSET**

Tilaja: Ramboll Finland Oy  
Näytteenottopäivä: 16.12.2015 7:30  
Saapumispäivä: 18.12.2015  
Tilajan viite: 1510016678-003/60

**MITTAUSTULOKSET**

<b>Näyte</b>	
<b>Radon (Rn-222): Vesilaitosten toimenpideraja* 300 Bq/l</b>	<0,2 Bq/l
<b>Pitkäikäiset alfa-aktiiviset aineet: (U-234, U-238, Ra-226 ja Po-210 yhteismäärä)</b>	0,05 Bq/l
<b>Pitkäikäiset beeta-aktiiviset aineet: (Ra-228, Pb-210 ja K-40 yhteismäärä)</b>	0,45 Bq/l
<b>Viitteellinen annos** Sosiaali – ja terveysministeriön asetuksen (1352/2015) mukaan</b>	<0,10 mSv/vuosi

\* Aineen enimmäispitoisuus pätee vain silloin, kun se on yksinään vedessä. Jos vedessä on useita aineita, enimmäispitoisuus on toimenpideraja-arvoa pienempi.

\*\*Jos näytteen 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

Tarkastaja



Tarja Heikkinen

Ramboll  
Katariina Koikkalainen  
katariina.koikkalainen@ramboll.fi

## Radioaktiivisuuden määrittäminen Terrafamen kaivoksen päästövesinäytteistä

Tilaaaja Katariina Koikkalainen

Mittauksen kohde Päästövesi

Mittauksen kohde	Saapumispvm	Analysointipvm
Latosuo, TT202-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016
Purkuputki, TT203-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016
Kuusilampi, TT204-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016
Kortelampi 1, lähtevä, TT205-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016
Kortelampi 2, lähtevä, TT206-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016
Kärsälampi, TT207-16	4.5.2016	4.5 - 29.8.2016

**Analysointimenetelmät** Pitkäaikaisten alfa-aktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuuden määrittäminen nestetuikemenetelmällä, akkreditoitu menetelmä (nestetuikespektrometria, sisäinen ohje VALO 4.6.6)

Pitkäaikaisten beeta-aktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuuden määrittäminen nestetuikemenetelmällä, ei-akkreditoitu menetelmä (nestetuikespektrometria, sisäinen ohje VALO 4.6.6)

Veden radonpitoisuuden määrittäminen, akkreditoitu menetelmä (nestetuikespektrometria, sisäinen ohje VALO 4.11)

**Näytteenotto** Analyysit ja mittaukset tehtiin asiakkaan Säteilyturvakeskukselle toimittamista näytteistä.

**Tulokset**

Seuraavassa taulukossa esitettävät radionuklidien aktiivisuuspitoisuudet on laskettu näytteenottopäivään

Mittauksen kohde	Referenssipäivä*	Nuklidi	Tulos ± epävarmuus
Latosuo, TT202-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	0,03 ± 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	0,10 ± 0,04 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l
Purkuputki, TT203-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	0,03 ± 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	0,08 ± 0,04 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l
Kuusilampi, TT204-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	0,03 ± 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	0,09 ± 0,04 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l
Kortelampi 1, lähtevä, TT205-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	< 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	0,03 ± 0,02 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l
Kortelampi 2, lähtevä, TT206-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	< 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	< 0,03 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l
Kärsälampi, TT207-16	3.5.2016	Rn-222	< 0,2 Bq/l
		Ra-226	< 0,02 Bq/l
		Kok-alfa	< 0,03 Bq/l
		Kok-beeta**	< 0,2 Bq/l

\* Referenssipäivä on se päivämäärä, jolle tulos on laskettu.

\*\* ei-akkreditoitu menetelmä

**Tulosten epävarmuus**

Tulosten epävarmuus (2 sigma) ilmoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä.

**Allekirjoitukset**

Tarkastaja



Tarja Heikkinen

Tämä tulosseloste voidaan julkaista tai kopioida vain kokonaisuudessaan. Osittaiseen käyttöön on saatava kirjallinen lupa Säteilyturvakeskuksesta. Tulokset pätevät vain tutkittuihin näytteisiin. Näytteenotto ja tulosten tulkinta eivät sisälly akkreditointiin.