



Suhangon kaivoshankkeen ympäristön radiologinen perustilaselvitys

Väliraportti

Säteilyturvakeskus
15.10.2013

Tiivistelmä

Gold Fields Arctic Platinum Oy selvittää Suhangon kaivoksen avaamista Ranuan kunnan alueella. Kaivoksen päätuotteita ovat palladium, platina, kulta, nikkeli ja kupari.

Tällä hetkellä on käynnistetty Suhangon kaivoshankkeen laajennusta koskeva ympäristövaikutusten arviointi, joka sisältää yhtenä osa-alueena tuloksia alueen radiologisesta perustilaselvityksestä. Säteilyturvakeskus (STUK) käynnisti radiologisen perustilaselvityksen vuoden 2013 alussa ja se jatkuu vuoden 2013 aikana vielä uusilla näytteenotoilla ja analyyseilla. STUK tekee perustilaselvityksen palveluhankkeena.

Radiologisessa perustilaselvityksessä kerättiin erilaisia ympäristönäytteitä kuten joki- ja järvivesinäytteitä, sedimenttinäytteitä, marjoja, vesikasveja, poron- ja hirvenlihaa sekä kaloja. Näytteistä analysoitiin luonnon radioaktiivisista aineista uraanin, radiumin, lyijy ja polonium aktiivisuuspitoisuudet.

Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus on pieni eikä uraania ole suunniteltu otettavan talteen. Alueelta kerättyjen ympäristönäytteiden tulosten perusteella voidaan todeta, että alueella ja sen ympäristössä radioaktiivisuuspitoisuudet ovat tyypillistä ympäristössä esiintyvää tasoa. Alueella olevia luonnontuotteita kuten marjoja, kaloja ja riistaa voidaan käyttää normaaliin tapaan.

Tämä on radiologisen perustilaselvityksen ensimmäinen väliraportti. Tässä raportissa esitetyt johtopäätökset voivat muuttua, kun selvitykseen liittyvät kaikki näytteenotot ja näytteiden analysoinnit saadaan tehtyä.

Raportin laatijat:

Dina Solatie, Ari Leppänen ja Pia Vesterbacka

Näytteenotto:

Antti Kallio, Hannele Koukkula ja Kari Huusela

Gammamittaukset:

Ari Leppänen

Uraani- ja radontulokset:

Tarja Heikkinen

Lyijy- ja poloniumtulokset:

Tiina Rasilainen

Kartta

Jarkko Ylipieti

Tarkastaja:

Tarja K. Ikäheimonen

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	4
2.	Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus	4
3.	Radiologiset tutkimukset Suhangon ympäristössä.....	5
3.	Näytteiden käsittelyssä ja analysoinnissa käytetyt menetelmät.....	8
3.1	Näytteiden esikäsittely	8
3.2	Gammaspektrometrinen määrittäminen.....	8
3.3	Radiokemiallinen uraanimäärittäminen.....	8
3.4	Radiokemiallinen lyijy- ja poloniummäärittäminen	8
4.	Tulokset	9
4.1	Malmi ja rikastushiekka.....	9
4.2	Vedet.....	9
4.3	Joki- ja järvisedimentit.....	10
4.3.1	Sedimenttiprofiilit	11
4.4	Näkingsammal	12
4.5	Marjat	13
4.6	Hirven- ja poronliha	13
4.7.	Kalat	14
4.8.	Maaperä.....	14
5.	Johtopäätökset.....	16
6.	Kirjallisuusviitteet	17
7.	Liitteet.....	18

1. Johdanto

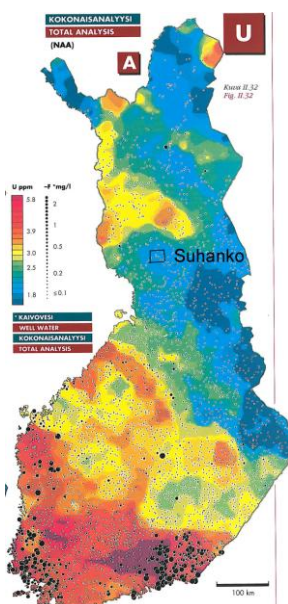
Gold Fields Arctic Platinum Oy selvittää kaivostoiminnan aloittamista Suhangon alueella. Yhtiöllä on ympäristö- ja vesitalouslupa sekä kaivospiiri. Kaivostoimintaa ei alueella ole kuitenkaan aloitettu, vaan yhtiö selvittää kaivostoiminnan aloittamista Suhangossa voimassa olevaa ympäristölupaa ja kaivospiiriä laajempaan. Laajennus liittyy jo luvan saaneiden Konttijärven ja Ahmavaaran avolouhosten koon kasvattamiseen sekä uusien avolouhosten, Suhanko Pohjoisen, Vaaralammen ja Tuomasuon louhosten, käyttöönottoon. Malminkäsittelyn kapasiteetti pysyy luvan mukaisessa 10 Mt/a. Nykyisin tunnetut kokonaismalmivarat ovat noin 309 Mt. Kaivoksen päätuotteita ovat palladium, platina, kulta, nikkeli ja kupari. Merkittävimpiä kaivostoimintoja Suhangossa ovat suunnitellut avolouhokset, malmin kuljetus, useat kiviaineksen rikastusprosessit (murskaus, vaahdotus sekä hydrometallurgiset erottelu- ja puhdistusprosessit). Kaivostoimintoihin lukeutuu myös kaivannaisjätteiden (sivukivi ja rikastushiekka) sijoittaminen sekä vesien hallinta.

Tällä hetkellä on käynnistetty Suhangon kaivoshankkeen laajennusta koskeva ympäristövaikutusten arviointi, joka sisältää yhtenä osa-alueena tuloksia alueen radiologisesta perustilaselvityksestä. Radiologinen perustilaselvitys käynnistyi marraskuussa 2012 alussa ja se jatkuu vuoden 2013 aikana vielä uusilla näytteenotoilla ja analyyseilla. Loppuraportti valmistuu kesällä 2014.

2. Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus

Kaivosyhtiö on toimittanut Säteilyturvakeskukselle tuloksia kairareijästä tehtyjen analyyseiden uraani- ja toriumpitoisuuksista. Suhangon alueen malmin uraanipitoisuus on useimmiten alle menetelmän määrittämissä 10 ppm, korkeimmillaan vain 30 ppm. Toriumpitoisuudet olivat alle 20 ppm.

Moreenin uraanipitoisuudet ovat Suhangon alueella luonnossa tyypillisesti esiintyvää tasoa 1-2 ppm (Koljonen ed. 1992, Suomen geokemian atlas). Kuvassa 1 on esitetty valtakunnallinen uraanikartta geokemian atlas kirjasta. Karttaan on merkitty Suhangon alue.



Kuva 1. Uraani alueellisesti moreenissa (Koljonen ed. 1992, Suomen geokemian atlas).

3. Radiologiset tutkimukset Suhangon ympäristössä

Säteilyturvakeskuksen (STUK) ympäristön säteilyvalvontaosasto on akkreditoitu ISO standardin 17025:2005 mukaan, akkreditointitunnus T167. Kaikki selvityksessä käytetyt analyysimenetelmät ovat akkreditoituja.

STUK:n keräämät sedimentti- ja vesinäytteet otettiin akkreditoituilla näytteenottomenetelmillä. Malmi ja rikastushiekka saatiin kaivosyhtiöltä. STUK:n näytteenottajat ottivat maaperä-, moreeni-, marja-, kala- ja sieninäytteet. Poronlihanäytteet tilattiin Narkaus ja Isosydänmaan paliskunnilta. Hirvenliha saatiin paikallisen metsästysseuran jäseneltä. Taulukossa 1 on listattu kerätyt näytteet, näytemäärät (kpl) ja määritetyt radionuklidit. Kuvassa 2 on esitetty näytteenottopisteet kartalla. Liitteessä 2 on esitetty yksityiskohtaiset näytetiedot koordinaatteineen ja näytepainoineen. Liitteessä 3 on kuvia näytteenotosta. Liitteessä 1 on yleistä tietoa radioaktiivisuudesta.

Näytteille tehtiin gammaspektrometrinen mittaus STUK:n Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa. Gammaspektrometrinen analyysi on menetelmä, jossa yhdellä mittauksella voidaan määrittää kaikkien gammasäteilyä lähettävien aineiden määrät näytteessä. Näytteen mittausaika on muutamasta tunnista kolmeen vuorokauteen. Radiokemiallista menetelmää käytetään, jos radioaktiivisen aineen aktiivisuuspitoisuus on niin pieni, ettei sitä pystytä mittaamaan gammaspektrometrisesti tai jos analysoitava radionuklidi ei lähetä gammasäteilyä. Radiokemiallinen määrittäminen vaatii lähes aina alkuaineen erottamisen muista mittausta häiritsevistä aineista. Radiokemiallinen määrittäminen voidaan tehdä kaikille näytteille, jotka voidaan saattaa liuosmuotoon.

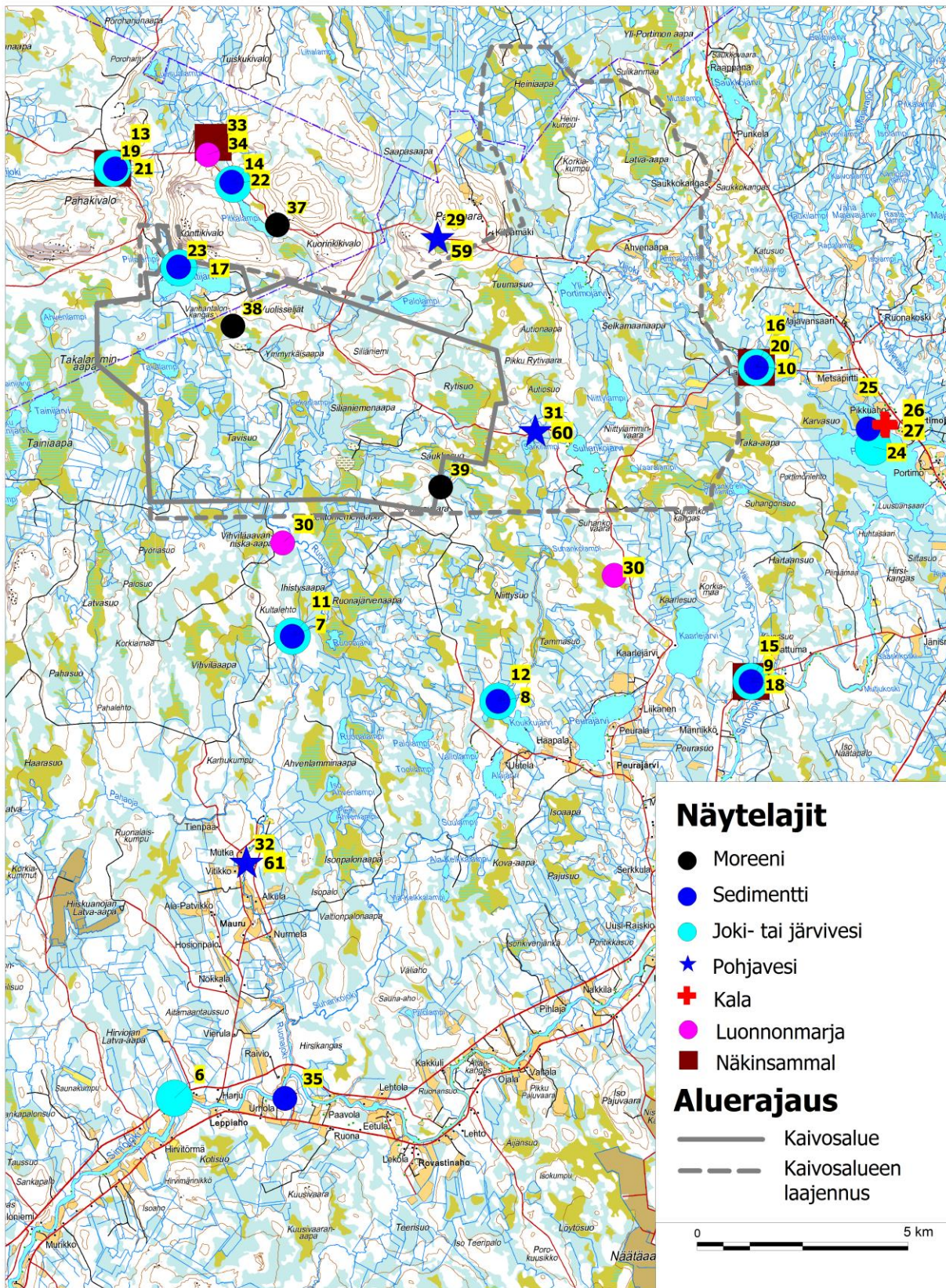
Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa tehtiin kaikkien näytteiden esikäsittely. Uraani määritettiin (U-234, U-238) Helsingissä valvonta- ja mittaustaliossa radiokemiallisesti vesinäytteistä. Sedimenteistä uraanipitoisuus (U-238) ja torium laskettiin sen radioaktiivisten hajoamistuotteiden perusteella hyvän energian erotuskyvyn gammaspektrometrisissä mittauksissa. Radonmääritykset vesinäytteistä tehtiin NaI(Tl)-ilmaisimeen perustuvalla gammaspektrometrillä. Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa määritetään kaikista näytteistä polonium (Po-210) ja lyijy (Pb-210) radiokemiallisella menetelmällä, nämä tulokset esitetään loppuraportissa. Tarkemmat kuvaukset käytetyistä analyysimenetelmistä nuklidikohtaisesti on esitetty taulukossa 1. Loppuvuonna 2013 tehdään vielä lisää näytteenottoja sekä analyysejä.

Taulukko 1. Kerätyt näytteet, näytemäärät ja analysoidut radionuklidit.

Näytematriisi	Näytemäärä	Analysoidut radionuklidit
Jokivesi	7	Uraani
Jokisedimentti	10	Gammasäteilijät
Järvivesi	2	Uraani
Järvisedimenttiprofiili	2	Gammasäteilijät
Vesikasvit (näkinsammal)	4	Gammasäteilijät
Marjat (hilla ja mustikka)	2	Gammasäteilijät
Kalat (hauki ja ahven)	2	Gammasäteilijät
Pohjavesi (lähde- ja pohjavesi)	3	Uraani, radon
Maaperä	3	Gammasäteilijät
Malmi	3	Gammasäteilijät
Rikastushiekka	2	Gammasäteilijät
Poronliha	2	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Hirvenliha	1	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210

Taulukko 2. Radioaktiivisten aineiden analysoinnissa käytetyt määrittämenetelmät.

Määritettävä radionuklidi	Käytetty analysointi menetelmä	Viittaus
Uraani (U-234, U-238)	Radiokemiallinen erotus ja alfaspektrometrinen mittaus	Vesterbacka et al., 2009 STUK OHJE TKO 4.14
Uraani (U-235 ja U-238)	Gammaspektrometrinen mittaus	IEC 1452: 1995 STUK TKO 4.5
Radium (Ra-226, Ra-228)	Gammaspektrometrinen mittaus,	IEC 1452: 1995 STUK TKO 4.5
Torium (Th-228 ja Th-232)	Gammaspektrometrinen mittaus	IEC 1452: 1995 STUK TKO 4.5
Po-210 ja Pb-210	Radiokemiallinen erotus ja alfaspektrometrinen mittaus	Vesterbacka ja Ikäheimonen, 2005, STUK OHJE TKO 4.14
Rn-222	Gammaspektrometria, Paikallislaboratoriomittaus	Mäkinen ja Hanste, 2009 STUK OHJE TKO 4.13



Kuva 2. Ympäristönäytteiden näytteenottoaikat esitettyinä kartalla.

3. Näytteiden käsittelyssä ja analysoinnissa käytetyt menetelmät

3.1 Näytteiden esikäsittely

Näytteet punnittiin ennen esikäsittelyä. Osa näytteistä pakastettiin pilaantumisen estämiseksi. Marja- ja näkinsammalnäytteet puhdistettiin roskista ja lihat paloiteltiin. Näytteet kuivattiin lämpökaapissa tai kylmäkuivurissa, jonka jälkeen ne homogenisoitiin. Haukinäytteet suomustettiin ja ahvenet fileoitiin. Maaperä ja järvien sedimenttinäytteet jaettiin eri kerroksiin. Sedimentti ja maaperänäytteet seulottiin 2 mm seulalla. Seulaan jäänyt orgaaninen aines ja kivet punnittiin erikseen. Pintamaa- ja moreeninäytteissä kivet murskattiin ja mitattiin erikseen. Gammamittausta varten näytteet purkittiin 35 ml:n tai 100 ml:n purkkeihin, punnittiin ja vakumoitiin.

Elintarvikkeiden ja ympäristönäytteiden tulokset on ilmoitettu kuivattua näytettä kohden. Aktiivisuuspitoisuudet kuivatuissa näytteissä ovat moninkertaisia verrattuna tuoreiden näytteiden aktiivisuuspitoisuuksiin. Esimerkiksi tuoreiden marjojen aktiivisuuspitoisuudet ovat noin kymmenesosa kuivattujen marjojen pitoisuudesta, vastaavasti tuoreiden kalojen, hirvenlihan ja poronlihan aktiivisuuspitoisuudet ovat neljä kertaa pienempiä kuin kuivattujen näytteiden pitoisuudet.

3.2 Gammaspentrometrinen määrittys

Gammaspentrometrisesti analysoitavat radionuklidit olivat Ra-226, Ra-228, Th-228, Th-232. U-235 ja U-238 pitoisuudet määritettiin silloin, kun uraanipitoisuudet olivat tarpeeksi suuria. Muiden radionuklidien (U-238, Ra-226, Th-228 ja Th-232) pitoisuudet määritettiin hajoamistuotteiden (tytärnuklidien) pitoisuuksien perusteella. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet on ilmoitettu kahden standardipoikkeaman (2σ) suuruisiksi.

3.3 Radiokemiallinen uraanimäärittys

Radiokemiallisessa uraanimäärittäyksessä voidaan määrittää uraanin eri isotooppien (U, 234, U-235 ja U-238) aktiivisuuspitoisuudet. Näyte saatettiin ensin liuosmuotoon märkäpolttamalla MARS mikroaaltouunissa. Tämän jälkeen näytteestä poistettiin erotusta häiritsevät aineet kuten esimerkiksi silikaatti ja orgaaninen aines. Uraani erotettiin ioninvaihdolla muista radioaktiivisista aineista ja saostettiin sen jälkeen yhdessä keriumfluoridin kanssa. Näytepreparaatit mitattiin alfaspentrometrisesti. Näytteen uraanipitoisuus laskettiin analyysin alussa lisätyn sisäisen merkkiainemäärän avulla. Uraanianalyysissä merkkiaineena käytettiin U-232 -isotooppia. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet on ilmoitettu kahden standardipoikkeaman (2σ) suuruisiksi.

3.4 Radiokemiallinen lyijy- ja poloniummäärittys

Suurin osa lyijy- ja poloniumtuloksista raportoidaan loppuraportissa, analyysiin kuuluvan pitkän seisotusajan vuoksi (6 kk). Radiokemiallisessa lyijy- ja poloniummäärittäyksessä määritetään lyijyn (Pb-210) ja poloniumin (Po-210) aktiivisuuspitoisuudet. Näyte saatetaan ensin liuosmuotoon MARS mikroaaltouunissa. Poloniumin radiokemiallisessa erotuksessa käytettiin hyväksi poloniumin kykyä saostua spontaanisti hopealevyille. Radiokemiallisen erotuksen jälkeen näytteet mitataan alfaspentrometrillä. Lyijy-210 määritetään samasta näytteestä, josta Po-210 on ensin saostettu pois ja johon Po-210:n annetaan sen jälkeen kasvaa sisään noin puolen vuoden ajan. Tämän jälkeen Po-210- ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet lasketaan näytteenottohetkeen. Ensimmäisessä saostuksessa käytettiin merkkiaineena Po-209:ää ja toisessa käytetään Po-208:aa. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet on ilmoitettu kahden standardipoikkeaman (2σ) suuruisiksi.

4. Tulokset

4.1 Malmi ja rikastushiekka

Mitattujen malmi- ja rikastushiekkänäytteiden tulokset on lueteltu taulukossa 3. Näytteet on otettu toukokuussa 2011 ja mitattu gammaspektrometrillä. Yleisesti ottaen malmin ja rikastushiekan uraani-, torium- ja radiumpitoisuudet olivat pieniä, uraanipitoisuudet olivat korkeimmillaan 8,7 Bq/kg eli 0,7 ppm. Kesimääräinen uraanipitoisuus maailmalla (U-238) maa- ja kallioperässä on noin 10-70 Bq/kg ja toriumpitoisuus (Th-232) on noin 20-80 Bq/kg.

Taulukko 3. Malmi- ja rikastushiekkänäytteiden aktiivisuuspitoisuudet. Taulukossa pitoisuudet ja epävarmuudet ovat ilmoitettu Bq/kg yksiköinä.

Laji	Malmijauhe	Rikastushiekka	Rikastushiekka	Malmi 4721	Malmi, karkea
Tunnus	SH 1/13	SH 2/13	SH 3/13	SH 4/13	SH 5/13
paikka	Konttijärvi	Konttijärvi	Ahmavaara	Ahmavaara	Konttijärvi
Ra-226	6,6 ± 0,8	4,7 ± 0,6	3,2 ± 0,4	2,9 ± 0,3	6,7 ± 0,8
Ra-228	6,4 ± 0,8	5,2 ± 0,7	3,9 ± 0,5	3,6 ± 0,5	6,7 ± 0,8
Th-228	6,1 ± 0,7	5,6 ± 0,7	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,5	6,6 ± 0,9
Th-232	6,0 ± 0,7	5,2 ± 0,6	3,7 ± 0,4	3,3 ± 0,4	6,3 ± 0,8
U-235	0,33 ± 0,04	0,23 ± 0,03	0,21 ± 0,03	0,19 ± 0,03	0,38 ± 0,05
U-238	8,2 ± 4,3	8,7 ± 4,5	6,8 ± 4,1	5,6 ± 4,3	5,9 ± 5,4
Pb-210	4,3 ± 0,6	4,4 ± 0,6	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,2	

4.2 Vedet

Uraani määritettiin vesistä radiokemiallisesti ja radon pohjavesistä NaI(Tl)-ilmaisimeen perustuvalla gammaspektrometrillä. Taulukossa 4 on esitetty uraanipitoisuudet ja tulosten epävarmuudet yksikössä milliBq/kg (mBq/kg) sekä pohjavesien radonpitoisuudet yksikössä Bq/kg.

Pohjavesien luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet eivät poikenneet normaaleista luonnonvesissä esiintyvistä pitoisuuksista. Vesien uraanipitoisuudet olivat alhaisia ja mitatut pitoisuudet jäivät kaikki alle WHO:n asettaman suositusarvon, 30 µg/l. Isotooppisuhteet (U-234/U238) vaihtelivat 1–3,5 välillä, mikä on normaali isotooppisuhteet luonnonvesissä. Radonpitoisuudet pohjavesissä olivat myös matalia ja jäivät alle vesilaitoksille asetetun radonpitoisuuden toimenpiderajan, 300 Bq/l.

Taulukko 4. Vesinäytteiden uraanipitoisuudet ja uraanin isotooppisuhteet sekä pohjavesien radonpitoisuudet.

		U-234 mBq/kg	U-238 mBq/kg	U-238 µg/kg	U234/U238	Rn-222 Bq/kg
SH6/13	Jokivesi	< 2,1	< 1,1	< 0,1	1,4	
SH7/13	Jokivesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	1,7	
SH8/13	Jokivesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	2,0	
SH9/13	Ojavesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	0,8	
SH10/13	Jokivesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	1,8	
SH21/13	Jokivesi	3,6 ± 0,6	< 1,1	< 0,1	3,3	
SH22/13	Ojavesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	2,3	
SH23/13	Järvivesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	2,5	
SH24/13	Järvivesi	< 2,2	< 1,1	< 0,1	2,0	
SH29/13	Lähdevesi	< 1,3	< 0,6	< 0,1	3,0	130 ± 50
SH31/13	Lähdevesi	2,8 ± 0,4	1,5 ± 0,2	0,12	1,9	< 30
SH32/13	Maurun pumppaamo	1,3 ± 0,2	1,1 ± 0,2	< 0,1	1,2	< 30

4.3 Joki- ja järvisedimentit

Joki- ja järvisedimenttejä otettiin useasta eri vesistöstä Suhangon suunnitellun kaivosalueen ympäristöstä. Joki- ja järvien pintasedimenttien aktiivisuuspitoisuudet on esitetty taulukossa 5a, 5b ja 5c.

Talvivaaran ja Soklin kaivosten ympäristöstä kerättyjen pohjasedimenttien uraanipitoisuus (U-238) vaihteli välillä 8,8–150 Bq/kg (k.p.), Ra-226-aktiivisuuspitoisuus välillä 3–120 Bq/kg (k.p.) ja Ra-228 aktiivisuuspitoisuus välillä 4–100 Bq/kg (k.p.). Näihin verrattuna Suhangon näytteissä aktiivisuuspitoisuudet olivat pieniä.

Taulukko 5a. Joki- ja järvisedimenttien aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa (Bq/kg k.p.) kohden ilmoitettuna.

Laji	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti
Tunnus	SH 11/13	SH 12/13	SH 13/13	SH 14/13	SH 15/13	SH 16/13
paikka	Ruonajoki	Suhankojoki	Konttijoki	Pitkälammenoja	Välioja	Ylijoki
Ra-226	16 ± 2	9 ± 1	20 ± 2	12 ± 2	21 ± 3	38 ± 5
Ra-228	16 ± 2	11 ± 2	16 ± 2	11 ± 2	21 ± 3	27 ± 4
Th-228	14 ± 2	11 ± 2	15 ± 2	12 ± 1	21 ± 3	24 ± 3
Th-232	15 ± 2	11 ± 1	16 ± 2	11 ± 2	21 ± 2	26 ± 4
U-235	< 2,5	< 1,8	< 1,9	< 2,5	< 1,4	< 2,9
U-238	< 29	< 44	22 ± 4	16 ± 5	31 ± 13	33 ± 5

Taulukko 5b. Portimojärven sedimenttien aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa (Bq/kg k.p.) kohden ilmoitettuna.

Laji	sedimentti	sedimentti
Tunnus	SH 25/13 a (25cm)	SH 25/13 b (<10cm)
paikka	Portimojärvi	Portimojärvi
Ra-226	34 ± 4	33 ± 4
Ra-228	25 ± 4	22 ± 3
Th-228	25 ± 3	22 ± 3
Th-232	25 ± 4	23 ± 3
U-235	< 3,3	<2,8
U-238	<77	< 64

Taulukko 5c. Ruonansuvannon sedimenttinäytteen aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa (Bq/kg k.p.) kohden ilmoitettuna

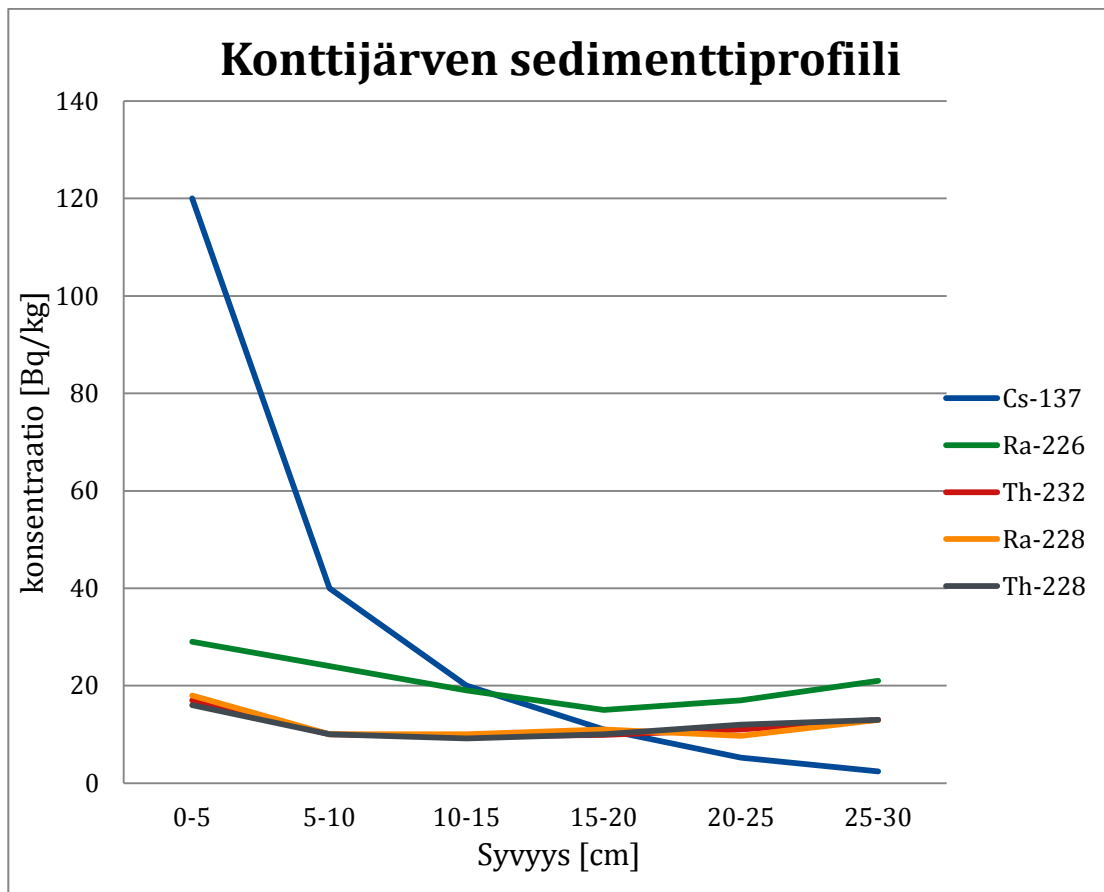
Laji	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti
Tunnus	SH 35/13 a	SH 35/13 b	SH 35/13 c	SH 35/13 d
paikka	Ruonansuvanto	Ruonansuvanto	Ruonansuvanto	Ruonansuvanto
Ra-226	20 ± 2	15 ± 2	26 ± 4	22 ± 3
Ra-228	17 ± 2	14 ± 2	21 ± 3	16 ± 3
Th-228	17 ± 2	15 ± 2	20 ± 2	17 ± 2
Th-232	16 ± 2	14 ± 2	21 ± 2	16 ± 3
U-235	< 0,6	<1,5	<2,1	1,7 ± 1,0
U-238	21 ± 9	< 34	25 ± 5	23 ± 4

4.3.1 Sedimenttiprofiilit

Joki- ja järvien pintasedimenttien lisäksi Konttijärvestä otettiin sedimenttiprofiili 0-30 cm syvyydeltä. Sedimenttiprofiili jaettiin pituussuunnassa 5 cm siivuksi, jotka mitattiin erikseen. Taulukossa 6 on esitetty Konttijärven sedimenttiprofiilin tulokset. Aktiivisuuspitoisuudet on esitetty Bq/kg kuivapainoa kohden laskettuina. Mukaan on otettu myös keinotekoinen ¹³⁷Cs joka on päätynyt sedimentteihin 1950-1960-luvun ilmakehässä tehtyjen atomipommikokeiden, Tshernobylin ja Fukushima ydinvoimalaitosonnettomuuksien seurauksena. ¹³⁷Cs pitoisuuden muutokset eivät ole kytköksissä kaivostoimintaan, mutta ¹³⁷Cs hyödynnetään sedimenttiprofiilien ikämäärityksissä. Suurin osa ¹³⁷Cs löytyi ensimmäisestä viiden senttimetrin paksuisesta kerroksesta, joka viittaa siihen että Konttijärvessä viimeisen 50 vuoden aikana on sedimenttiä kertynyt vähemmän kuin 5 cm. Luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksissa ei syvyyssuunnassa tapahtunut juurikaan vaihtelua ja näin ollen luonnon radioaktiivisten aineiden sedimentoitumisen ja sedimentoitumisnopeuden voidaan olettaa olevan tasaista. Kuvassa 3 on esitetty taulukossa 6 oleva tieto graafisesti.

Taulukko 6. Konttijärven sedimenttiprofilin gammasäteilyä lähettävien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet (Bq/kg k.p.).

syvyys (cm)	Cs-137	Ra-226	Th-232	Ra-228	Th-228	U-235	U-238
0-5	120 ± 10	29 ± 4	17 ± 4	18 ± 2	16 ± 4	< 6,7	< 150
5-10	40 ± 4	24 ± 3	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	< 1,6	8,3 ± 1,8
10-15	20 ± 2	19 ± 2	9,6 ± 2,3	10 ± 2	9,2 ± 1,5	< 2,5	< 90
15-20	11 ± 1	15 ± 2	9,9 ± 2,6	11 ± 2	10 ± 2	< 4,3	< 120
20-25	5,2 ± 0,8	17 ± 2	11 ± 3	9,7 ± 2,3	12 ± 2	< 5,1	< 130
25-30	2,4 ± 0,7	21 ± 3	13 ± 3	13 ± 3	13 ± 2	< 3,1	23 ± 4



Kuva 3. Konttijärven sedimenttiprofiili.

4.4 Näkinsammal

Näkinsammal on virtaavissa vesissä yleisesti esiintyvä vesikasvi. Näkinsammal kerää itseensä tehokkaasti vedessä virtaavia ravinteita sekä radioaktiivisia aineita. Näkinsammal toimiikin hyvänä vesistöjen kunnan indikaattorilajina.

Mitatuissa näytteissä aktiivisuuspitoisuudet olivat tyypillisiä luonnosta löytyvää tasoa. Talvivaaran ja Soklin alueen näkinsammalista mitattu uraanin (U-238) vaihteluväli on ollut 26 – 200 Bq/kg (k.p.), radium (Ra-226) vaihteluväli 32 – 610 Bq/kg (k.p.) ja radium (Ra-228) vaihteluväli 19 – 260 Bq/kg (k.p.). Näihin verrattuna Suhangon alueelta mitatut uraanin ja radiumin aktiivisuuspitoisuudet eivät

poikkeet merkittävästi Talvivaaran tai Soklin ympäristöstä mitatuista näkinsammaleiden pitoisuuksista. Tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Näkinsammalnäytteiden luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden ilmoitettuna.

Laji	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal
Tunnus	SH 18/13	SH 19/13	SH 20/13	SH 33/13
paikka	Väljoja	Konttijoki	Ylijoki	Pitkälamminoja
Ra-226	35 ± 4	480 ± 60	250 ± 30	260 ± 30
Ra-228	37 ± 4	370 ± 40	170 ± 20	160 ± 20
Th-228	18 ± 3	89 ± 9	66 ± 8	68 ± 10
Th-232	24 ± 4			
U-235	<9,0	<9,0	<5,6	<6,1
U-238	<47	<100	<84	130 ± 20

4.5 Marjat

Tässä tutkimuksessa tutkittiin marjanäytteinä mustikkaa ja hillaa. Uraani- ja toriumtulokset jäivät alle gammaspektrometrin määrittämissä rajat. Marjoista tehdään myös radiokemialliset uraani- ja Po-210/Pb-210- analyysit ja tulokset raportoidaan loppuraportissa.

Taulukko 8. Hilla- ja mustikkanäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	hilla	mustikka
Tunnus	SH 30/12	SH 34/13
Ra-226	<1,8	0,9 ± 1,1
Ra-228	<2,6	1,9 ± 1,3
Th-228	<3,3	<3,5
Th-232	<5,1	<2,5
U-235	<3,3	<2,5
U-238	<76	<72

4.6 Hirven- ja poronliha

Hirvi- ja poronlihanäytteissä mitatut gammapitoisuudet olivat alle gammaspektrometrin määrittämissä rajat ja myös Po-210 ja Pb-210 tulokset olivat matalia. Näytteistä tehdään myös radiokemialliset uraanianalyysit ja nämä tulokset raportoidaan loppuraportissa.

Taulukko 9. Hirven- ja poronlihanäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	hirvenliha	poronliha	poronliha
Tunnus	SH 1/12	SH 2/12	SH 3/12
Ra-226	<3,0	<1,6	<0,7
Ra-228	<1,5	<2,8	<1,2
Th-228	<1,9	<2,1	<1,5
Th-232	<1,5	<1,3	<0,9
U-235	<1,9	<1,8	<1,3
U-238	<16	<17	<26
Po-210	3,1 ± 0,9	2,8 ± 1,0	1,2 ± 0,4
Pb-210	1,0 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3

4.7. Kalat

Kalanäytteessä luonnossa esiintyvien radium, torium ja uraanin isotooppien pitoisuudet olivat alle gammaspektrometrin määrittämissä rajoissa. Näytteistä tehdään myös radiokemialliset uraani- ja Po-210/Pb-210- analyysit ja tulokset raportoidaan loppuraportissa.

Taulukko 10. Kalanlihanäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	Hauki	Ahven
tunnus paikka	SH 26/13 Portimojärvi	SH 27/13 Portimojärvi
Ra-226	<0,9	<1,5
Ra-228	<2	<3,1
Th-228	<2	<5,0
Th-232	<2	<3,1
U-235	<1,5	<2,0
U-238	<40	<4,1

4.8. Maaperä

Maaperänäytteitä otettiin kolmesta eri paikasta. Näytteistä mitattiin eri kerrokset: pintakasvit ja karikke, pintamaa sekä moreeni noin metrin syvyydeltä. Pintamaan ja moreenin kivet mitattiin erikseen. Maaperänäytteissä ei havaittu suuria aktiivisuuspitoisuuksia missään kerroksissa. Korkein uraanipitoisuus (U-238) mitattiin moreenikerroksen murskatuissa kivissä 70 Bq/kg eli noin 6 ppm. Pitoisuudet olivat kauttaaltaan hyvin pieniä. Maaperänäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 11 a, 11b ja 11c.

Taulukko 11a. Maaperänäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	pintakasvit ja karike	pintamaa	pintamaan kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
tunnus paikka	SH 37/13 a Pitkälampi	SH 37/13 b Pitkälampi	SH 37/13 c Pitkälampi	SH 37/13 d Pitkälampi	SH 37/13 e Pitkälampi
Ra-226	7,2 ± 1,0	7,6 ± 0,9	3,4 ± 0,4	8,8 ± 1,1	4,7 ± 0,6
Ra-228	8,1 ± 1,5	15 ± 2	6,8 ± 1,1	17 ± 2	10 ± 1
Th-228	7,8 ± 1,1	15 ± 2	6,5 ± 0,8	16 ± 2	11 ± 1
Th-232	8,2 ± 1,5	15 ± 2	6,7 ± 0,8	16 ± 2	11 ± 1
U-235	<2,5	< 1,2	< 0,7	< 1,1	< 1,0
U-238	<30	19 ± 3	10 ± 2	< 19	14 ± 2

Taulukko 11 b. Maaperänäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	pintakasvit, karike	pintamaa	pintamaan jauhetut kivet	moreeni	moreenimaan kivet
tunnus paikka	SH 38/13 a Konttijärvi	SH 38/13 b Konttijärvi	SH 38/13 c Konttijärvi	SH 38/13 d Konttijärvi	SH 38/13 e Konttijärvi
Ra-226	4,3 ± 0,6	5,6 ± 0,7	6,9 ± 2,6	7,6 ± 0,9	12 ± 2
Ra-228	2,4 ± 0,6	9,2 ± 1,3	6,9 ± 2,8	20 ± 2	51 ± 7
Th-228	3,8 ± 0,6	9,2 ± 1,1	5,5 ± 2,2	17 ± 2	52 ± 6
Th-232	3,3 ± 0,9	9,3 ± 1,1	5,5 ± 4,0	18 ± 2	52 ± 6
U-235	<1,3	<1,2	<7	2,5 ± 0,7	4,3 ± 2,1
U-238	<17	17 ± 3	<23	26 ± 8	70 ± 8

Taulukko 11 c. Maaperänäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	pintakasvit	pintamaa	pintamaan jauhetut kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
SH-tunnus paikka	SH 39/13 a Ahmavaara	SH 39/13 b Ahmavaara	SH 39/13 c Ahmavaara	SH 39/13 d Ahmavaara	SH 39/13 e Ahmavaara
Ra-226	5,4 ± 0,8	4,9 ± 0,6	14 ± 2	12 ± 2	8,1 ± 1,0
Ra-228	2,5 ± 0,7	7,8 ± 1,1	<10	25 ± 3	19 ± 3
Th-228	2,8 ± 0,3	6,9 ± 0,8	10 ± 2	24 ± 3	17 ± 2
Th-232	2,7 ± 0,8	7,3 ± 0,9	<13	25 ± 3	18 ± 2
U-235	< 1,4	< 0,9	<3,8	1,3 ± 0,5	< 1,2
U-238	< 39	10 ± 2	< 280	34 ± 3	< 25

5. Johtopäätökset

Selvityksessä analysoitiin suunnitteilla olevan Suhangon kaivosalueen ja sen lähiympäristön ympäristönäytteiden radioaktiivisuuspitoisuuksia. Selvityksen pohjalta voidaan tulevaisuudessa tarvittaessa arvioida Suhangon kaivoksen radiologisia ympäristövaikutuksia.

Vuonna 2011-2013 kerättyjen näytteiden tulosten perusteella voidaan todeta, että Suhangon kaivoalueella ja sen ympäristössä radioaktiivisuuspitoisuudet ovat normaalia ympäristössä esiintyvää tasoa. Alueella olevia luonnontuotteita kuten marjoja, kaloja ja poron- sekä hirvenlihaa voidaan käyttää turvallisesti normaaliin tapaan.

6. Kirjallisuusviitteet

Mäkinen I, Hanste U-M. Proficiency testing for measurement of radon (^{222}Rn) in drinking water. Accreditation and Quality Assurance 2009; 14: 473-476.

IEC 1452: 1995, International standard IEC 1452 (1995), Nuclear instrumentation-Measurement of gamma-ray emission rates of radionuclides-Calibration and use of germanium spectrometers.

Koljonen, T. (ed) 1992. Suomen geokemian atlas. Osa 2: Moreeni. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 218 s.

Pöllänen R. 2003. Säteily ympäristössä, toim. Roy Pöllänen, Säteilyturvakeskus, Helsinki.

Soklin radiologinen perustilaselvitys, loppuraportti 31.5.21010, STUK 2010.

Talvivaaran radiologinen perustilaselvitys, loppuraportti 31.3.21012, STUK 2012.

Vesterbacka, P. ^{238}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.

7. Liitteet

Liite 1: Radiologisia suureita ja yksiköitä sekä yleistä tietoa luonnon radioaktiivisuudesta

Aktiivisuus: Aineen radioaktiivisuutta määrällisesti kuvaava suure on aktiivisuus, jonka yksikkö on becquerel (Bq). Lähteen tai aineen aktiivisuus on 1 Bq, kun siinä tapahtuu keskimäärin yksi radioaktiivinen hajoaminen sekunnissa.

Aktiivisuuspitoisuus: Mitattaessa radioaktiivisten aineiden aktiivisuutta suhteessa ainemäärään kaasuissa, nesteissä tai kiinteissä aineissa käytetään yleisluontoista suuretta aktiivisuuspitoisuus, jonka yksikkö voi olla Bq/m³, Bq/l tai Bq/kg.

Säteilyannos: Säteilyannoksella tarkoitetaan yleisesti sitä energiamäärää, jonka säteily jättää kohdeaineeseen sen painoyksikköä kohti. Tässä selvityksessä käytettävällä säteilyannoksella tarkoitetaan kuitenkin ns. **efektiivistä säteilyannosta**, joka kuvaa sitä terveysriskiä (lähinnä syöpäriskiä), jonka ihmiseen kohdistuva säteily aiheuttaa. Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv). 1 Sv vastaa noin 5 % todennäköisyyttä saada elinaikana säteilystä aiheutunut syöpä. Käytännössä käytetään sievertin tuhannesosaa, millisievert (mSv) tai sievertin miljoonasosaa, mikrosievert (µSv). Jos ihminen saa mistä tahansa säteilylähteestä 1 mSv efektiivisen säteilyannoksen, on hänellä noin 0,005 % todennäköisyys saada tästä aiheutuva syöpä elinaikanaan.

Puoliintumisaika: Koska radioaktiivinen aine hajoaa itsestään toiseksi alkuaineeksi, sen määrä jatkuvasti pienenee, ellei sitä synny lisää jonkin toisen radioaktiivisen aineen hajoamistuotteena tai ellei sitä synnytetä keinotekoisesti. Jokaisella radioaktiivisella aineella on oma keskimääräinen nopeutensa, jolla se hajoaa. Puoliintumisajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu radioaktiivisen aineen määrän (ja samalla aktiivisuuden) vähenemiseen puoleen alkuperäisestä. U-238:n puoliintumisaika on hyvin pitkä, noin 4,5 miljardia vuotta.

Radionuklidi: epästabili atomin ydin (nuklidi), joka voi hajota itsestään toiseksi nuklidiksi ja lähettää ionisoivaa säteilyä

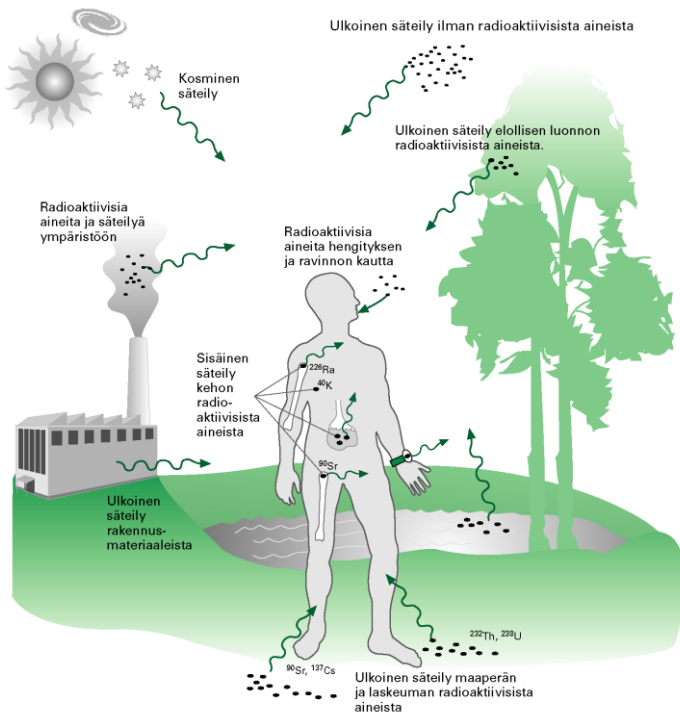
Isotooppi: saman alkuaineen erimassaisista nuklideista käytetty nimitys.

Yleistä tietoa luonnon radioaktiivisuudesta

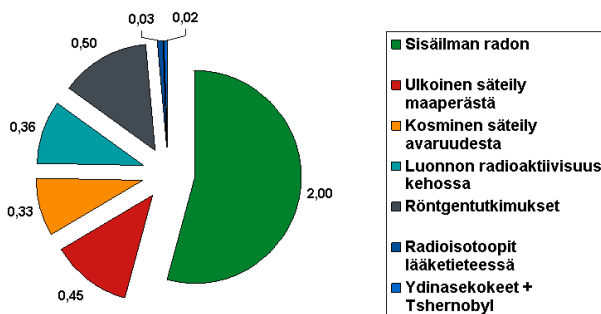
Kaikkialla ympäristössä on säteilyä ja radioaktiivisia aineita (kuva 1). Valtaosa aineista on luonnollisista lähteistä mutta osa on keinotekoisesti tuotettuja kuten esimerkiksi Cs-137, jota on päässyt ympäristöön mm. ydinvoimalaitosonnettomuuksista. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on noin 3,7 millisievertiä vuodessa. Noin puolet tästä annoksesta aiheutuu asuinrakennusten sisäilman radonista. Vuotuisesta säteilyannoksesta maaperästä lähtevä gammasäteily sekä kosminen säteily aiheuttavat keskimäärin 30 prosenttia tästä vuosiannoksesta sekä säteilyn käyttö terveydenhuollossa noin 15 prosenttia (kuva 2.). Maaperässä on erittäin pitkäikäisiä, niin sanottuja primordiaalisia radioaktiivisia aineita, jotka ovat olleet olemassa jo maapallon syntyessä. U-238, U-235 ja Th-232 ovat luonnon hajoamissarjojen lähtönuklidit. Kuvassa 3 on esitetty luonnon hajoamissarjat. Nuklidin nimeen viereen on merkitty sen puoliintumisaika. Taulukossa 1 on esitetty keskimääräisiä luonnon aktiivisuuspitoisuuksia maa- ja kallioperässä.

Taulukko 1. Keskimääräisiä aktiivisuuspitoisuuksia maa- ja kallioperässä.

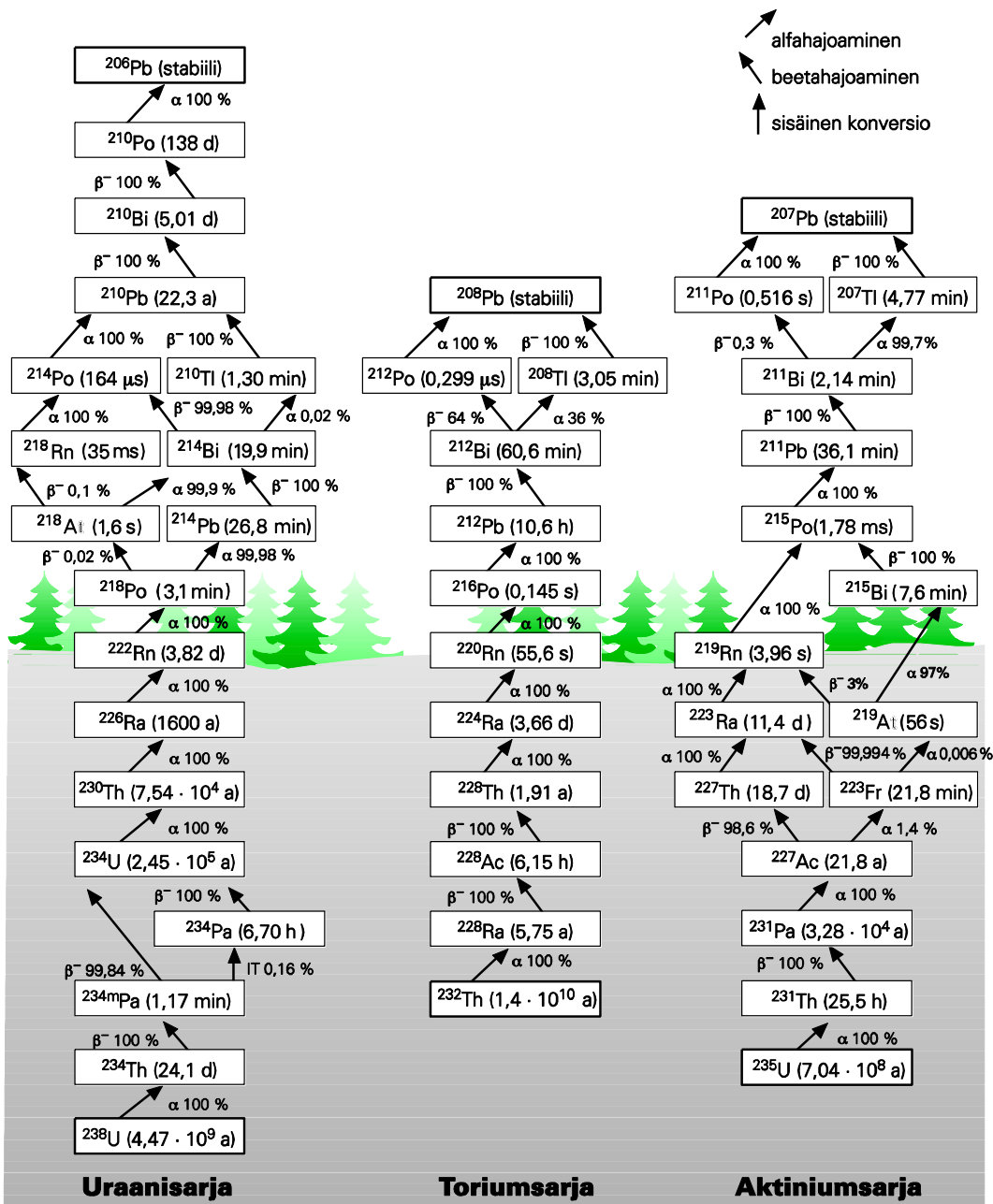
Nuklidi	Bq/kg
U-238	10-70
Th-232	20-80
U-235	0,5-3,5
K-40	300-1000



Kuva 1. Kaikkialla ympäristössä on säteilyä ja radioaktiivisia aineita (Säteily ympäristössä, 2003).



Kuva 2. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos vuodessa.



Kuva 3. Luonnon hajoamissarjat ja nuklidien puoliintumisajat (Säteily ympäristössä, 2003).

Liite 2: Vuonna 2012-2013 kerättyjen näytteiden näytteenottotiedot

SH 2012	saapui pvm	näyte	määrä g,l, cm	paikka	paikan tarkennus	näytteen ottaja tai toimittaja	Koord. järj.	koordinaatit N	koordinaatit E
1	26.9.2012	Hirvenliha	595g	Ranua	Suhanko	Poikela Pertti			
2	27.11.2012	Poronliha	930g		Isosydänmaan plk	Krupula Hannu			
3	14.3.2013	Poronliha	312g		Narkaus plk	Jänkkälä Anna-Leena			
2013									
1	15.3.2013	Malmi	2100g	Tervola	Konttijärvi	Ahma ympäristö Oy			
2	15.3.2013	Rikastushiekka	3296g	Tervola	Konttijärvi	Ahma ympäristö Oy			
3	15.3.2013	Rikastushiekka	2642g	Ranua	Ahmavaara	Ahma ympäristö Oy			
4	15.3.2013	Malmi	6768g	Ranua	Ahmavaara	Ahma ympäristö Oy			
5	15.3.2013	Malmi	5228g	Tervola	Konttijärvi	Ahma ympäristö Oy			
6	11.6.2013	Jokivesi	30l	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96102	25.94919
7	11.6.2013	Jokivesi	30l	Ranua	Ruonajoki	PSL	WGS-84	66.05905	26.01075
8	11.6.2013	Jokivesi	30l	Ranua	Suhankojoki	PSL	WGS-84	66.04523	26.11833
9	11.6.2013	Ojavesi	30l	Ranua	Välioja	PSL	WGS-84	66.04945	26.25064
10	11.6.2013	Jokivesi	30l	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11611	26.25337
11	11.6.2013	Jokisedimentti 0-11cm	876g	Ranua	Ruonajoki	PSL	WGS-84	66.05905	26.01075
12	11.6.2013	Jokisedimentti 0-10cm	675g	Ranua	Suhankojoki	PSL	WGS-84	66.04523	26.11833
13	12.6.2013	Jokisedimentti 0-8cm	308g	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15826	25.91837
14	12.6.2013	Ojasedimentti 2x0-5cm	469g	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.15543	25.97908
15	11.6.2013	Ojasedimentti 0-12cm	634g	Ranua	VÄLIOJA	PSL	WGS-84	66.04945	26.25064
16	12.6.2013	Jokisedimentti 2x 0-2cm	603g	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11611	26.25337
17	12.6.2013	Järvisedimentti							
1.	12.6.2013	Järvisedimentti 0-5cm	1112g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
2.	12.6.2013	Järvisedimentti 5-10cm	988g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
3.	12.6.2013	Järvisedimentti 10-15cm	829g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
4.	12.6.2013	Järvisedimentti 15-20cm	663g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
5.	12.6.2013	Järvisedimentti 20-25cm	655g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
6.	12.6.2013	Järvisedimentti 25-30cm	609g	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13745	25.95135
18	12.6.2013	Näkinsammal	3500g	Ranua	Välioja	PSL	WGS-84	66.04945	26.25064
19	12.6.2013	Näkinsammal	2000g	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15837	25.91682
20	12.6.2013	Näkinsammal + muu sammal	700g	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11611	26.25337
21	12.6.2013	Jokivesi	30l	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15837	25.91682
22	12.6.2013	Ojavesi	30l	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.15501	25.97996
23	12.6.2013	Järvivesi	10l	Tervola	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.13727	25.95146
24	13.6.2013	Järvivesi	10l	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84	66.09923	26.31452
25	13.6.2013	Pintasedimentti							
a.	13.6.2013	Järvidesimentti <5cm	842g	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84	66.10309	26.31181
b.	13.6.2013	Järvisedimentti <10cm	668g	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84	66.10309	26.31181
26	13.6-30.7.2013	Hauki	466,5g	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84		
27	13.6-30.7.2013	Ahven	334,4g	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84		
28		ei näytettä							
29	3.7.2013	Lähdevesi	31l	Ranua	Suhanko lähde 2	PSL	WGS-84	66.14382	26.08666
30	4.7.2013	Hilla	6090g	Ranua	Ylioja	PSL ja Koukkula Pentti	WGS-84	66.07886	26.00575
31	8.7.2013	Lähdevesi	31l	Ranua	Särkilampi	PSL	WGS-84	66.10284	26.13783
32	8.7.2013	Pohjavesi	31l	Ranua	Mauru	PSL	WGS-84	66.01124	25.98676
33	17.7.2013	Näkinsammal	300g	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.16389	25.96937
34	22.7.2013	Mustikka	5600g	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.16124	25.96660
35	14.8.2013	Jokisedimentti							
a	14.8.2013	Jokisedimentti 3x0-5cm	935g	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96098	26.00691
b	14.8.2013	Jokisedimentti 2x0-10cm	1345g	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96098	26.00691
c	14.8.2013	Jokisedimentti 1x0-10cm	371g	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96098	26.00691
d	14.8.2013	Jokisedimentti 1x0-2cm	292g	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96098	26.00691
36		ei näytettä							
37	26.9.2013	Maaperä							
a	26.9.2013	Pintakasvit ja karike	2879g	Tervola	Pitkälampi	PSL	WGS-84	66.14637	26.00295
b	26.9.2013	Pintamaa	2934g	Tervola	Pitkälampi	PSL	WGS-84	66.14637	26.00295
c	26.9.2013	Pintamaan kivet	3778g	Tervola	Pitkälampi	PSL	WGS-84	66.14637	26.00295
d	26.9.2013	Moreenimaa	5727g	Tervola	Pitkälampi	PSL	WGS-84	66.14637	26.00295
e	26.9.2013	Moreenimaan kivet	10723g	Tervola	Pitkälampi	PSL	WGS-84	66.14637	26.00295
38	26.9.2013	Maaperä							
a	26.9.2013	Pintakasvit ja karike	2153g	Ranua	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.12491	25.97973
b	26.9.2013	Pintamaa	4627g	Ranua	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.12491	25.97973
c	26.9.2013	Pintamaan kivet	16,5g	Ranua	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.12491	25.97973
d	26.9.2013	Moreenimaa	3371g	Ranua	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.12491	25.97973
e	26.9.2013	Moreenimaan kivet	34,1g	Ranua	Konttijärvi	PSL	WGS-84	66.12491	25.97973
39	26.9.2013	Maaperä							
a	26.9.2013	Pintakasvit ja karike	1681g	Ranua	Ahmavaara	PSL	WGS-84	66.09071	26.08837

b	26.9.2013	Pintamaa	3983g	Ranua	Ahmavaara	PSL	WGS-84	66.09071	26.08837
c	26.9.2013	Pintamaan kivet	6.1g	Ranua	Ahmavaara	PSL	WGS-84	66.09071	26.08837
d	26.9.2013	Moreenimaa	2652g	Ranua	Ahmavaara	PSL ja Gold Field	WGS-84	66.09071	26.08837
e	26.9.2013	Moreenimaan kivet	1915g	Ranua	Ahmavaara	PSL ja Gold Field	WGS-84	66.09071	26.08837

Liite 3: Kuvia vuonna 2013 tehdyistä näytteenotoista



Kuva 1. Kalanäytteenottoa Portimojärvellä.



Kuva 2. Vesinäytteenotto Ylijoella.



Kuva 3. Sedimenttinäytteiden ottoa Simojoelta.



Kuva 4. Maaperänäytteiden ottoa Pitkälammelta.