



Suhangon kaivoshankkeen ympäristön radiologinen perustilaselvitys

Loppuraportti

Säteilyturvakeskus
30.6.2014

Tiivistelmä

Gold Fields Arctic Platinum Oy selvittää Suhangon kaivoksen avaamista Ranuan kunnan alueella. Kaivoksen päätuotteita ovat palladium, platina, kulta, nikkeli ja kupari. Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus on pieni eikä uraania ole suunniteltu otettavan talteen.

Säteilyturvakeskus (STUK) aloitti radiologisen perustilaselvityksen vuoden 2012 lopussa. Väliraportti julkaistiin 15.10.2013. STUK teki 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, lyijyn ja poloniumin aktiivisuuspitoisuudet. Pohjavesistä analysoitiin myös radonpitoisuudet.

Alueelta kerättyjen ympäristönäytteiden tulokset osoittavat, että alueella ja sen ympäristössä radioaktiivisuuspitoisuudet ovat tyypillistä ympäristössä esiintyvää tasoa. Alueella olevia luonnontuotteita kuten marjoja, kaloja ja riistaa voidaan käyttää normaaliin tapaan.

Raportin laatijat:	Dina Solatie, Ari Leppänen ja Pia Vesterbacka
Näytteenotto:	Antti Kallio, Hannele Koukkula ja Kari Huusela
Gammamittaukset:	Ari Leppänen
Uraanitulokset:	Tarja Heikkinen
Lyijy- ja poloniumtulokset:	Tiina Rasilainen ja Eeva Hakamaa
Kartat	Jarkko Ylipieti
Tarkastaja:	Tarja K. Ikäheimonen

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	5
2.	Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus.....	5
3.	Radiologiset tutkimukset Suhangon ympäristössä.....	6
3.	Näytteiden käsittelyssä ja analysoinnissa käytetyt menetelmät.....	9
3.1	Näytteiden esikäsittely	9
3.2	Gammaspektrometrinen määrittäminen.....	9
3.3	Radiokemiallinen uraanimäärittäminen.....	9
3.4	Radiokemiallinen lyijy- ja poloniummäärittäminen	9
4.	Tulokset	10
4.1	Malmi- ja sivukivinäytteet.....	10
4.2	Vedet.....	11
4.3	Joki- ja järvisedimentit.....	12
4.3.1	Sedimenttiprofiilit	12
4.4	Näkingsammal	14
4.5	Marjat.....	14
4.6	Hirven- ja poronliha	15
4.7	Kalat	15
4.8	Maaperä.....	16
4.9	Turve.....	17
5.	Johtopäätökset	17
6.	Kirjallisuusviitteet	18
7.	Liitteet.....	19
	Liite 1: Radiologisia suureita ja yksiköitä sekä yleistä tietoa luonnon radioaktiivisuudesta.....	19
	Liite 2: Vuonna 2012-2014 kerättyjen näytteiden näytteenottotiedot.....	22
	Liite 3: Kuvia vuonna 2013-2014 tehdyistä näytteenotoista	25
	Liite 4: Gammaspektrometristen analyysien tulokset.....	29
4.1	Sedimenttinäytteet.....	29
4.2	Radon mittaukset vesinäytteistä.....	30
4.3	Malminäytteet.....	30
4.4	Näkingsammalnäytteet.....	33
4.5	Luonnontuotteet.....	33
4.6	Maaperäprofiilit	34
4.7	Turvenäytteet.....	35
	Liite 5 Polonium (Po-210) ja lyijyn (Pb-210) tulokset.....	36
5.1	Vedet.....	36
5.2	Kalat	36
5.3	Hirven- ja poronlihat.....	37
5.4	Marjat	37

5.5 Näkinsammal.....	37
5.6 Pintakasvit, -maa, -kivet , moreeni	37
5.7 Sedimentit.....	38
5.8 Malmit, rikastushiekat, sivukivet.....	39
Liite 6 Uraanin radiokemiallisten analyysien tulokset.....	40

1. Johdanto

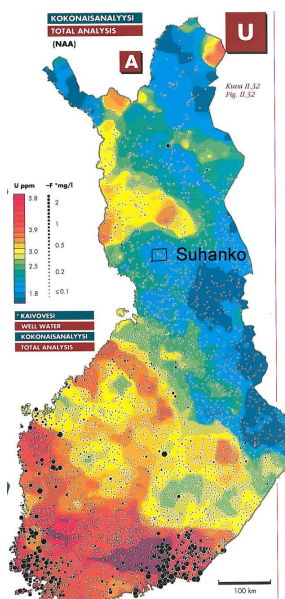
Gold Fields Arctic Platinum Oy selvittää kaivostoiminnan aloittamista Suhangon alueella. Yhtiöllä on ympäristö- ja vesitalouslupa sekä kaivospiiri. Kaivostoimintaa ei alueella ole kuitenkaan aloitettu, vaan yhtiö selvittää kaivostoiminnan aloittamista Suhangossa voimassa olevaa ympäristölupaa ja kaivospiiriä 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/tiedossa olevat 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.

Suhangon kaivoshankkeen laajennusta koskeva ympäristövaikutusten arviointi (YVA) on tehty. YVA sisälsi yhtenä osa-alueena tuloksia alueen radiologisesta perustilaselvityksestä (väliraportti 15.10.2013). Radiologinen perustilaselvitys käynnistyi marraskuussa 2012 alussa ja se tehtiin palveluhankkeena.

2. Suhangon alueen malmin ja moreenin uraanipitoisuus

Kaivosyhtiö toimitti Säteilyturvakeskukselle tuloksia kairareitistä tehtyjen analyysien uraani- ja toriumpitoisuuksista. Suhangon alueen malmin uraanipitoisuus oli useimmiten alle menetelmän määrittämissä rajan 10 ppm (parts per million = mg/kg), korkeimmillaankin 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, johon Pohjois-Suomen aluelaboratorio kuuluu, on akkreditoitu ISO standardin 17025:2005 mukaan, akkreditointitunnus T167. Kaikki selvityksessä käytetyt analyysimenetelmät ovat akkreditoituja.

Näytteenotto perustui STUKin laatimaan projektisuunnitelmaan. STUK:n keräämät sedimentti- ja vesinäytteet otettiin akkreditoituilla näytteenottomenetelmillä. Malmi, sivukivi 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 näytepaineineen. 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.

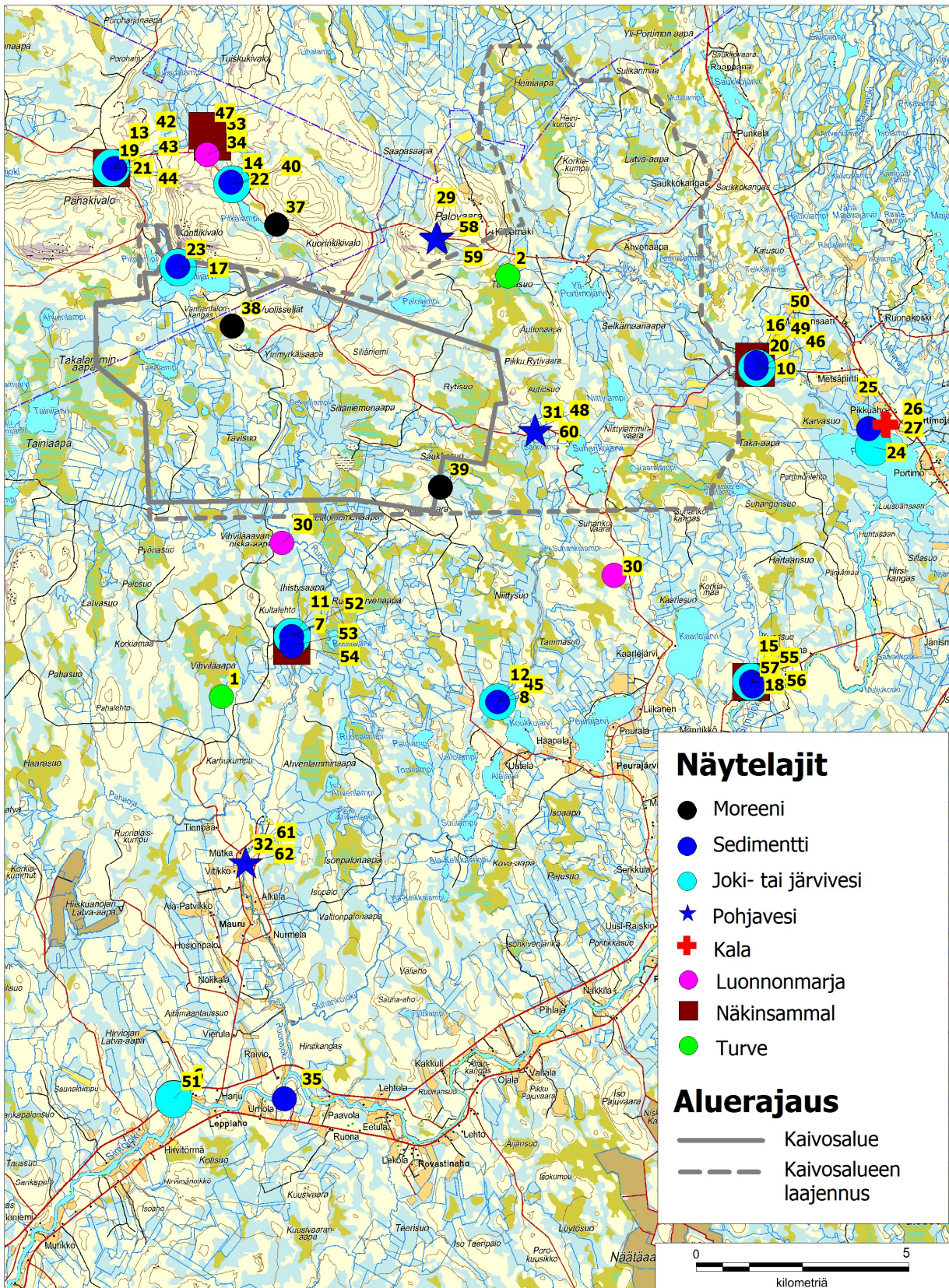
Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa tehtiin kaikkien näytteiden esikäsittely. Uraani määritettiin (U-234, U-238) Helsingissä valvonta- ja mittaustaliossa radiokemiallisesti vesinäytteistä. Sedimenteistä uraanipitoisuus (U-238) ja torium laskettiin sen radioaktiivisten hajoamistuotteiden perusteella hyvän energian erotuskyvyn gammaspektrometrississä mittauksissa. Radonmääritykset vesinäytteistä tehtiin NaI(Tl)-ilmaisimeen perustuvalla gammaspektrometrillä. Pohjois-Suomen aluelaboratoriossa määritettiin kaikista näytteistä polonium (Po-210) ja lyijy (Pb-210) radiokemiallisella menetelmällä. Tarkemmat kuvaukset käytetyistä analyysimenetelmistä nuklidikohtaisesti on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kerätyt näytteet, näytemäärät ja analysoidut radionuklidit.

Näytematriisi	Näytemäärä	Analysoidut radionuklidit
Joki- ja ojavesi	14	Uraani (U-234, U238), Po-210/Pb-210
Joki- ja ojasedimentti	15	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Järvivesi	2	Uraani (U-234, U238), Po-210/Pb-210
Järvisedimenttiprofiili	8	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Vesikasvit (näkinsammal)	9	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Marjat (hilla ja mustikka)	2	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Kalat (hauki, lohi ja ahven)	6	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Pohjavesi (lähde- ja pohjavesi)	8	Uraani (U-234, U238), radon (Rn-222), Po-210/Pb-210
Maaperä	15	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Malmi	13	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Rikastushiekka	10	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
Sivukivi	10	Gammasäteilijät, Po-210/Pb-210
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 eli nahasta poistettiin suomut ja näytteistä mitattiin liha nahkoineen. Ahvenet fileoitiin eli vain liha mitattiin. 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 purkitettiin 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 Gammaspetrometrinen määrittäminen

Gammaspetrometrisesti analysoidut 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 (tytärynuklidien) pitoisuuksien perusteella. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet on ilmoitettu kahden standardipoikkeaman (2σ) suuruisiksi.

3.3 Radiokemiallinen uraanimäärittäminen

Radiokemiallisessa uraanimäärittämisessä 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 silikaatti ja orgaaninen aines. Uraani erotettiin ioninvaihdolla muista radioaktiivisista aineista ja saostettiin sen jälkeen yhdessä keriumfluoridin kanssa. Näytepreparaatit mitattiin alfaspetrometrisesti. Näytteen uraanipitoisuus laskettiin analyysin alussa lisätyn sisäisen merkkiainemäärän avulla. Uraanianalyysissä merkkiaineena käytettiin U-232 -isotooppia. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet ovat ilmoitettu 2 sigman tarkkuudella, joka tarkoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä.

3.4 Radiokemiallinen lyijy- ja poloniummäärittäminen

Radiokemiallisessa lyijy- ja poloniummäärittämisessä määritettiin lyijyn (Pb-210) ja poloniumin (Po-210) aktiivisuuspitoisuudet. Näyte saatettiin ensin liuosmuotoon MARS mikroaaltouunissa. Poloniumin radiokemiallisessa erotuksessa käytettiin hyväksi poloniumin kykyä saostua spontaanisti hopealevylle. Radiokemiallisen erotuksen jälkeen näytteet mitattiin alfaspetrometrilla. Lyijy-210 määritettiin samasta näytteestä, josta Po-210 oli ensin saostettu pois ja johon Po-210:n annettiin sen jälkeen kasvaa uudelleen sisään noin puolen vuoden ajan. Tämän jälkeen Po-210- ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet laskettiin näytteenottohetkeen. Ensimmäisessä saostuksessa käytettiin merkkiaineena Po-209:ää ja toisessa käytettiin Po-208:aa. Kappaleessa 4. esitettyjen tuloksien epävarmuudet ovat ilmoitettu 2 sigman tarkkuudella, joka tarkoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä.

4. Tulokset

Yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteissä 4 ja 5.

4.1 Malmi- ja sivukivinäytteet

Malmi ja sivukivinäytteitä otettiin viidestä suunnitellusta avolouhospaikasta. Kairarei'istä otettiin paljoja useasta eri kohdasta samalta louhospaikalta ja palat yhdistettiin kokoomänäytteeksi. Mitattujen malmi- ja sivukivinäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 3. Yleisesti ottaen malmin ja sivukiven uraani- ja toriumpitoisuudet olivat pieniä ja vastasivat keskimääräisiä alueen maa- ja kallioperän pitoisuuksia. Uraanipitoisuudet olivat korkeimmillaan 47 Bq/kg eli noin 4 ppm (mg/kg) (Tuumasuo). Maailmalla keskimääräinen uraanipitoisuus (U-238) maa- ja kallioperässä on noin 10-70 Bq/kg ja toriumpitoisuus (Th-232) on noin 20-80 Bq/kg. Malmi- ja sivukivinäytteiden Po-210 ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet vaihtelivat välillä 1-32 Bq/kg. Yksityiskohtaiset malmi-, sivukivi- ja rikastushiekkanäytteiden tulokset on esitetty liitteessä 4 ja 5.

Taulukko 3. Näytekohtaiset ²³⁸U ja ²³²Th tulokset malmi- ja sivukivinäytteistä viideltä eri alueelta. Tulokset on esitetty Bq/kg (vasen) ja mg/kg (ppm) (oikea) yksiköissä Bq/kg / mg/kg (ppm). Osa tuloksista oli alle määrittäysrajan (a.m).

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 64/13	SH 65/13	SH 66/13	SH 67/13
paikka	Tuumasuo	Tuumasuo	Tuumasuo	Tuumasuo
Th-232	5,3 ± 0,6 / 1,3 ± 0,2	8,8 ± 1,1 / 2,1 ± 0,3	40 ± 4 / 9,8 ± 1,0	16 ± 2 / 3,9 ± 0,5
U-238	a.m	11 ± 3 / 0,9 ± 0,2	47 ± 17 / 3,8 ± 1,4	26 ± 20 / 2,1 ± 1,6
Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 68/13	SH 69/13	SH 70/13	SH 71/13
paikka	Suhanko North	Suhanko North	Suhanko North	Suhanko North
Th-232	4,5 ± 0,7 / 1,1 ± 0,2	1,2 ± 1,5 / 0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,4 / 0,1 ± 0,1	1,2 ± 0,9 / 0,3 ± 0,3
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m
Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 72/13	SH 73/13	SH 74/13	SH 75/13
paikka	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara
Th-232	2,8 ± 0,7 / 0,7 ± 0,2	2,3 ± 0,6 / 0,6 ± 0,1	3,0 ± 0,6 / 0,7 ± 0,1	1,1 / 0,3
U-238	2,6 ± 1,0 / 0,2 ± 0,1*	a.m	3,5 ± 1,4 / 0,3 ± 0,1*	a.m
Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 76/13	SH 77/13	SH 78/13	SH 79/13
paikka	Vaaralampi	Vaaralampi	Vaaralampi	Vaaralampi
Th-232	2,3 ± 0,7 / 0,6 ± 0,2	3,4 ± 0,5 / 0,8 ± 0,1	5,1 ± 0,7 / 1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,3 / 0,2 ± 0,1
U-238	a.m	6,6 ± 4,2 / 0,5 ± 0,3	9,9 ± 2,6 / 0,8 ± 0,1	1,2 ± 0,6 / 0,1 ± 0,05*
Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 80/13	SH 81/13	SH 82/13	SH 83/13
paikka	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi
Th-232	4,9 ± 1,1 / 1,2 ± 0,3	3,0 ± 0,8 / 0,7 ± 0,2	8,6 ± 1,4 / 2,1 ± 0,3	1,6 ± 0,8 / 0,4 ± 0,5
U-238	6,1 ± 1,8 / 0,5 ± 0,2*	6,2 ± 1,8 / 0,5 ± 0,2*	a.m	< 2,3 / <0,2*

*näytteelle tehty uraanin radiokemiallinen erotus

4.2 Vedet

Uraani, lyijy ja polonium määritettiin vesistä radiokemiallisesti ja radon pohjavesistä NaI(Tl)-ilmaisimeen perustuvalla gammaspektrometrillä. Taulukossa 4 on esitetty uraanipitoisuudet ja Po-210 sekä Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet milliBq/kg (mBq/kg) ja pohjavesien radonpitoisuudet yksikössä Bq/l.

Pohjavesien luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet eivät poikenneet normaaleista luonnonvesissä esiintyvistä pitoisuuksista. Vesien uraanipitoisuudet olivat alhaisia ja mitatut pitoisuudet jäivät kaikki alle Maailman terveysjärjestön WHO:n asettaman suositusarvon, 30 µg/l. Radonpitoisuudet pohjavesissä olivat myös matalia ja jäivät usein alle menetelmän havaitsemisrajan. Kaikki radonpitoisuudet alittivat vesilaitoksille asetetun radonpitoisuuden toimenpiderajan, 300 Bq/l. Myös Po-210 ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat normaalia tasoa. Suomen verkostoveden keskimääräiset Po-210 ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuudet ovat 3 mBq/l ja rengas- ja lähdekaivojen keskimääräinen Po-210 aktiivisuuspitoisuus 10 mBq/l ja Pb-210 aktiivisuuspitoisuus 40 mBq/l (Säteily ympäristössä, 2003).

Taulukko 4. Vesinäytteiden uraani- ja Po-210/Pb-210 -aktiivisuuspitoisuudet sekä pohjavesien radonpitoisuudet.

		U-234 mBq/kg	U-238 mBq/kg	U-238 µg/kg	Rn-222 Bq/l	Po-210 mBq/kg	Pb-210 mBq/kg
SH6/13	Jokivesi, Simojoki	1,1±0,3	0,8±0,3	0,06	-	10±2	6±1
SH7/13	Jokivesi, Ruonajoki	1,2±0,3	0,7±0,2	0,06	-	3±0,3	2±0,7
SH8/13	Jokivesi, Suhankojoki	<1,0	<0,5	< 0,1	-	8±2	8±1
SH9/13	Ojavesi, Välioja	<1,1	0,6±0,3	0,05	-	7±1	6±1
SH10/13	Jokivesi, Ylijoki	<1,1	<0,5	< 0,1	-	14±3	5±1
SH21/13	Jokivesi, Konttijoki	3,6±0,6	1,1±0,3	0,09	-	4±0,6	3±0,5
SH22/13	Ojavesi, Pitkälammenoja	<1,1	<0,5	< 0,1	-	4±0,6	4±0,6
SH23/13	Järvivesi, Konttijärvi	<1,1	<0,5	< 0,1	-	5±1	4±0,5
SH24/13	Järvivesi, Portimojärvi	<1,0	<0,5	< 0,1	-	7±1	8±1
SH29/13	Lähdevesi, Ranua	<0,6	<0,3	< 0,1	130±50	0,2±0,04	27±3
SH31/13	Lähdevesi, Särkilampi	2,8 ±0,4	1,5 ± 0,2	0,12	< 30	0,1±0,05	1±0,3
SH32/13	Maurun pumppaamo	1,3 ±0,2	1,1 ± 0,2	0,09	< 30	2±0,4	7±1
SH40/13	Ojavesi, Pitkälammenoja	<1,0	<0,5	<0,04	-	4±0,6	5±1
SH42/13	Jokivesi, Konttijoki	7,5±0,9	1,8±0,3	0,14	-	1±0,2	2±0,3
SH45/13	Jokivesi, Suhankojoki	<1,0	<0,5	<0,04	-	5±1	6±1
SH46/13	Jokivesi, Ylijoki	1,2±0,2	<0,5	<0,04	-	3±1	4±0,6
SH48/13	Lähdevesi, Särkilampi	1,7±0,3	1,0±0,2	0,08	< 30	0,1±0,05	0,5±0,1
SH51/13	Jokivesi, Simojoki	<1,0	<0,5	<0,04	-	6±1	7±1
SH52/13	Jokivesi, Ruonajoki	<1,0	<0,5	<0,04	-	2±0,5	2±0,4
SH55/13	Ojavesi, Välioja	<1,0	<0,5	<0,04	-	6±1	5±1
SH58/13	Lähdevesi, Ranua	<1,0	<0,5	<0,04	190±80	7±1	74±8
SH62/13	Maurun pumppaamo	1,8±0,3	1,4±0,2	0,11	< 30	0,2±0,06	3±1

4.3 Joki- ja järvisedimentit

Joki- ja järvisedimenttejä otettiin useasta eri vesistöstä Suhangon suunnitellun kaivosalueen ympäristöstä. Joki- ja järvien pintasedimenttien aktiivisuuspitoisuuksien vaihteluvälit on esitetty taulukossa 5.

Kaikki aktiivisuuspitoisuudet olivat normaalia Suomessa esiintyvää tasoa. Talvivaaran kaivoksen ja Soklin 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.) sekä Po-210 aktiivisuuspitoisuus välillä 10–1000 Bq/kg (k.p.). Kuusamon kultakaivoshankkeen ympäristössä kerättyjen sedimenttien uraanipitoisuudet (U-238) vaihtelivat välillä 170–340 Bq/kg. Näihin verrattuna Suhangon näytteissä aktiivisuuspitoisuudet olivat pieniä. Suhangon joki- ja järvisedimenttien aktiivisuuspitoisuudet olivat keskenään samaa suuruusluokkaa.

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

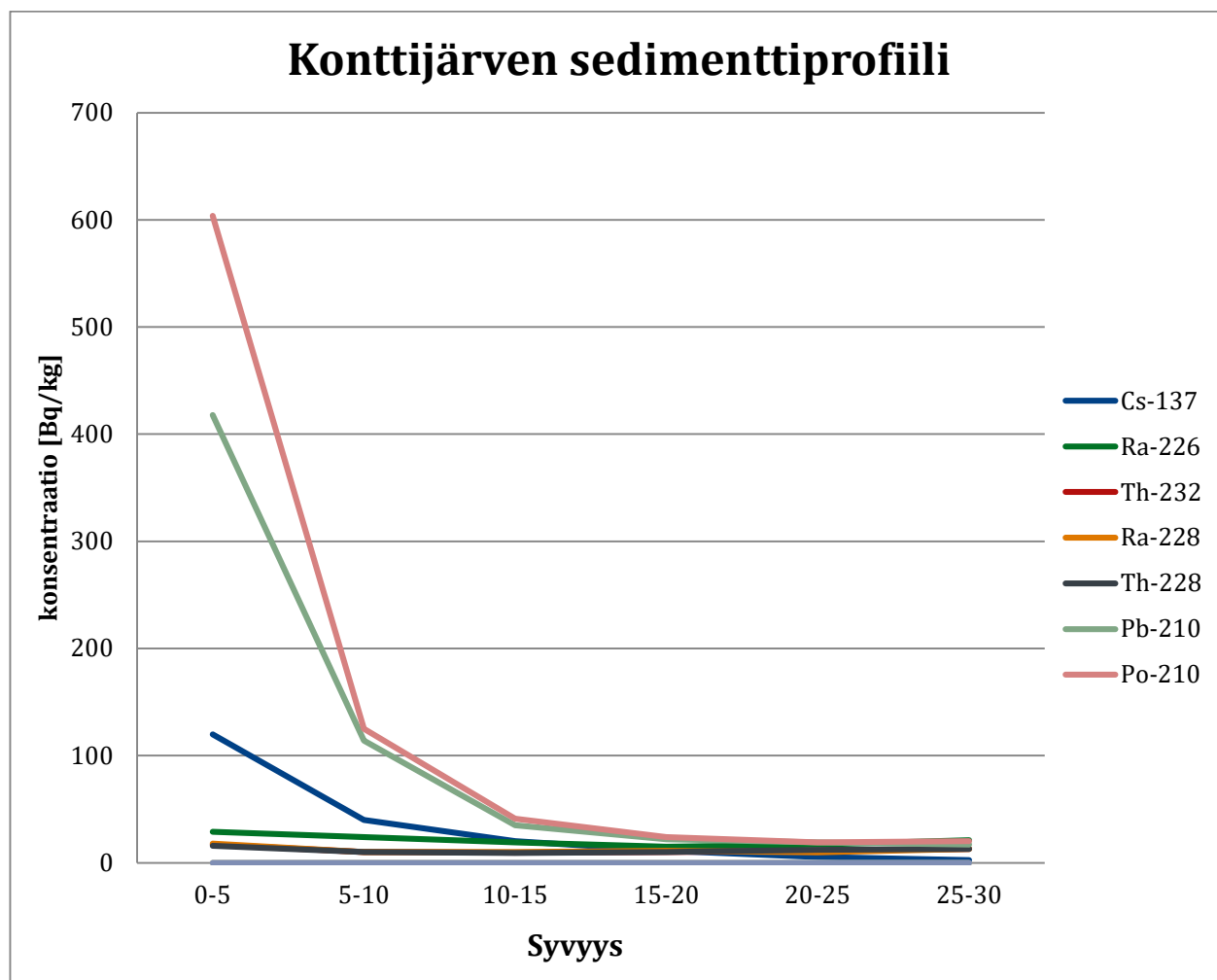
	Jokisedimentit	Järvisedimentit
Nuklidi	vaihteluväli [Bq/kg]	vaihteluväli [Bq/kg]
Ra-226	9-45	15-34
Ra-228	11-31	10-25
Th-228	11-30	9-25
Th-232	11-29	10-25
U-238	16-31	8-41
Po-210	17-480	18-605
Pb-210	16-132	17-418

4.3.1 Sedimenttiprofiilit

Joki- ja järvien pintasedimenttien lisäksi Konttijärvestä otettiin sedimenttiprofiili 0–30 cm syvyydeltä. Sedimenttiprofiili jaettiin 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 päätenyt sedimentteihin 1950–1960-luvun ilmakehässä tehtyjen atomipommikokeiden, Tshernobylin ja Fukushiman 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 Konttijärvestä viimeisen 50 vuoden aikana on sedimenttiä kertynyt vähemmän kuin 5 cm. Luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksissa ei syvyysuunnassa esiintynyt 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 sedimenttiprofiilin gammaspektrometrisesti havaittujen radioaktiivisten aineiden pitoisuudet (Bq/kg k.p.).

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



Kuva 3. Konttijärven sedimenttiprofiili.

4.4 Näkinsammal

Näkinsammal on virtaavissa vesissä yleisesti esiintyvä vesikasvi. Näkinsammal kerää itseensä tehokkaasti vedessä virtaavia ravinteita sekä radioaktiivisia aineita, ja on sen vuoksi hyvä indikaattorikasvi.

Näkinsammalia otettiin useasti eri joesta ja ojasta (Välioja, Konttijoki, Ylijoki, Pitkälammenoja ja Ruonajoki). Neljästä näytteestä analysoitiin uraani radiokemiallisesti. Radium ja torium mitattiin gammaspektrometrillä ja Po-210/Pb-210 analysoitiin kaikista näytteistä radiokemiallisesti. Konttijoesta otettujen näkinsammalien radium ja toriumpitoisuudet olivat korkeampia kuin Väliojalta otettujen näkinsammalien pitoisuudet. Konttijoen suurin Ra-226 pitoisuus oli 480 Bq/kg kun taas Väliojan näkinsammalen Ra-226 pitoisuus oli korkeimmillaan 120 Bq/kg. Korkein Po-210 pitoisuus 704 Bq/kg mitattiin näytteestä, joka oli otettu Pitkälammenojalta. Kaikissa mitatuissa näytteissä aktiivisuuspitoisuudet olivat kuitenkin tyypillisiä luonnosta löytyvää tasoa. Talvivaaran, Kuusamon Juomasuon ja Soklin alueen näkinsammalista mitattu uraanin (U-238) vaihteluväli oli 26–200 Bq/kg (k.p.), radiumin (Ra-226) vaihteluväli 32–800 Bq/kg (k.p.) ja radiumin (Ra-228) vaihteluväli 19–570 Bq/kg (k.p.). Talvivaaran ja Soklin ympäristön näkinsammalten Po-210 pitoisuudet vaihtelivat välillä 77-1190 Bq/kg (k.p.) ja Pb-210 pitoisuudet välillä 48-660 Bq/kg (k.p.). Näihin verrattuna Suhangon alueelta mitatut uraanin ja radiumin aktiivisuuspitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi. Tulosten yhteenveto on esitetty taulukossa 7.

Taulukko7. Näkinsammalnäytteiden luonnon radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden ilmoitettuna.

Näkinsammaleet	
Nuklidi	vaihteluväli [Bq/kg]
Ra-226	35-480
Ra-228	37-610
Th-228	18-320
Th-232	24-180
U-234	1,9-51*
U-238	1,8-13*
Po-210	39-704
Pb-210	19-515

*näytteille tehty uraanin radiokemiallinen erotus

4.5 Marjat

Tässä tutkimuksessa tutkittiin marjanäytteinä mustikkaa ja hillaa. Marjoista uraani ja Po-210 sekä Pb-210 määritettiin radiokemiallisesti ja radium sekä torium gammaspektrometrisesti. Taulukossa 8 on esitetty mittaustulokset marjanäytteistä. Kaikki aktiivisuuspitoisuudet olivat hyvin matalia, suurin osa alle menetelmien havaitsemisrajan. Po-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat korkeimmillaan 0,6 Bq/kg hillanäytteessä. Mustikkanäytteessä Po-210 aktiivisuuspitoisuus oli 0,4 Bq/kg (k.p.) Kuusamon Juomasuon ympäristön mustikkanäytteessä Po-210 pitoisuus oli korkeimmillaan 2,8 Bq/kg, Soklin hillanäytteessä korkeimmillaan 0,7 Bq/kg ja mustikassa 1,2 Bq/kg, Talvivaaran hillanäytteessä 0,5 Bq/kg ja mustikkanäytteessä 1,3 Bq/kg. Näihin verrattuina Suhangon marjanäytteiden Po-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa.

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

Laji	hilla, Ylioja	mustikka, Pitkälammenoja
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-234	<0,006	<0,004
U-238	<0,003	<0,002
Po-210	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,2
Pb-210	1,8 ± 0,4	1,2 ± 0,3

4.6 Hirven- ja poronliha

Hirvi- ja poronlihanäytteissä mitatut radium- ja toriumpitoisuudet olivat alle gammaspektrometrin havaitsemisrajan ja myös Po-210 sekä Pb-210 pitoisuudet olivat matalia. Radiokemiallisesti analysoidut uraanipitoisuudet olivat korkeimmillaan (U-238 ja U-234) 0,07 Bq/kg (k.p.). Po-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat korkeimmat hirvenlihassa 3,1 Bq/kg (k.p.). Talvivaaran ja Soklin alueiden hirvenlihassa Po-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat korkeimmillaan 22 Bq/kg (k.p.) ja Soklin alueen poronlihassa korkeimmillaan 83 Bq/kg (k.p.). Näihin verrattuna Suhangon alueen hirven- ja poronlihan Po-210 aktiivisuuspitoisuudet olivat pienempiä. Taulukossa 9 on esitetty mittaustulokset.

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

Laji	hirvenliha Ranua, Suhanko	poronliha Isosydänmaa plk	poronliha Narkaus plk
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-234	<0,02	0,07	<0,03
U-238	<0,01	0,07	<0,02
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

Kalanäytteistä yhdestä ahven- ja haukinäytteestä analysoitiin uraani radiokemiallisesti. Ahvenenlihassa korkein uraanipitoisuus (U-238) oli 0,09 Bq/kg kuivapainoa kohti laskettuna. Kolmesta näytteestä analysoitiin myös Po-210/Pb-210 radiokemiallisesti. Po-210 aktiivisuuspitoisuus oli korkeimmillaan 11 Bq/kg (k.p.) ahvenen lihassa. Hauenlihassa mitattiin 2 Bq/kg (k.p.) Po-210 aktiivisuuspitoisuus. Soklin alueelta pyydetyistä hauesta mitattiin korkeimmillaan 20 Bq/kg (k.p.) Po-210 aktiivisuuspitoisuus ja Talvivaarasta 4,4 Bq/kg (k.p.). Näihin verrattuina Suhangon kalojen aktiivisuuspitoisuudet olivat pienempiä. Taulukossa 10 on esitetty kalanäytteiden tulokset.

Taulukko 10. Kalanlihanäytteiden aktiivisuuspitoisuudet Bq/kg kuivapainoa kohden.

Laji	Ahvenliha	Lohenliha	Lohenliha	Lohenliha	Hauenliha	Ahveneniha
tunnus	SH 63/13	SH 84/13	SH 85/13	SH 86/13	SH 26/13	SH 27/13
referenssi pvm	30.6.2013	12.5.2014	14.6.2013	14.6.2013	7.7.2013	8.7.2013
paikka	Simojoki	Lintukka, Simojoki	Lintukka, Simojoki	Lintukka, Simojoki	Portimojärvi	Portimojärvi
Ra-226	<2,4	0,34±0,21	< 1,5	<0,4	<1	<1,5
Ra-228	<2,5	<0,8	<1,3	<0,7	<2	<3,1
Th-228	<3,1	<1,1	<1,3	<0,8	<2	<5,0
Th-232	<2,5	<0,8	<0,9	<0,7	<2	<3,1
U-234	0,01±0,002	-	-	-	<0,009	-
U-238	0,09±0,002	-	-	-	<0,005	-
Po-210	11±5	-	-	-	2±0,8	0,8±0,3
Pb-210	0,6±0,2	-	-	-	0,6±0,2	0,6±0,2

4.8. Maaperä

Maaperänäytteitä otettiin kolmesta eri paikasta. Näytteistä mitattiin eri kerrokset: pintakasvit ja karike, 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 (mg/kg). Moreenin uraanipitoisuus (U-238) oli korkeimmillaan 34 Bq/kg (k.p.) eli noin 3 ppm (mg/kg). Mitatut moreenipitoisuudet olivat kauttaaltaan hyvin pieniä ja vastaavat Suhangon alueen normaalia tasoa (1-2 ppm) (Koljonen ed. 1992, Suomen geokemian atlas). Maaperänäytteiden yhteenveto on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Maaperänäytteiden yhteenvetotaulukko.

	pintakasvit ja karike	pintamaa	pintamaan kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
Nuklidi	vaihteluväli [Bq/kg k. p.]	vaihteluväli [Bq/kg k. p.]	vaihteluväli [Bq/kg k. p.]	vaihteluväli [Bq/kg k.p.]	vaihteluväli [Bq/kg k. p.]
Ra-226	4,3 – 7,2	4,9-7,6	3,4-14	7,6 - 12	4,7 - 12
Ra-228	2,4 -8,1	7,8-15	6,8- 6,9	17-25	10 - 51
Th-228	2,8-7,8	6,9-15	5,5-10	16 - 24	11 - 52
Th-232	2,7-8,2	7,3-15	6,7 – 7,1	16 - 25	11 - 52
U-238	4,5	10-19	8,8 - 10	26 - 34	14 - 70
Po-210	270-300	5-36	-	7-10	4-6
Pb-210	250-300	5-29	-	7-10	4-6

4.9. Turve

Turvenäytteitä haettiin kahdelta turvesuolta. Turvenäytteiden pitoisuudet olivat pieniä vaihdellen muutamista Bq/kg aina muutamaa kymmeneen Bq/kg asti. Turvenäytteiden pitoisuudet eivät oleellisesti poikenneet pintamaan tai pintakasvien pitoisuuksista jotka on esitetty taulukossa 11. Turvenäytteiden yksityiskohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 12 yksikössä Bq/kg (k.p.).

Taulukko 12. Turvenäytteiden yhteenvetotaulukko.

Laji	turve	turve
tunnus	SH 1/14	SH 2/14
ref. pvm	12.5.2014	12.5.2014
paikka	Vihvilänaapa, Ranua	Tuumasuo, Ranua
Ra-226	6,0 ± 0,8	8,5 ± 1,0
Ra-228	5,4 ± 1,1	20 ± 3
Th-228	4,8 ± 0,8	21 ± 3
Th-232	4,9 ± 2,1	20 ± 3
U-235	< 1,6	0,7 ± 0,3
U-238	< 55	17 ± 9

5. Johtopäätökset

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

Vuonna 2012–2014 kerättyjen näytteiden tulokset osoittavat, 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.

Kuusamon kultakaivoshankkeen ympäristön radiologinen perustilaselvitys, väliraportti 30.1.2014, STUK 2014.

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 terveystarviketta (lähinnä syöpäriskiä), jonka ihmiseen kohdistuva säteily aiheuttaa. Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv). 1 Sv vastaa noin 5 % todennäköisyyttä saada elinaikana säteilyä 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: epästabiili atomin ydin (nuklidi), joka voi hajota itsestään toiseksi nuklidiksi ja lähettää ionisoivaa säteilyä

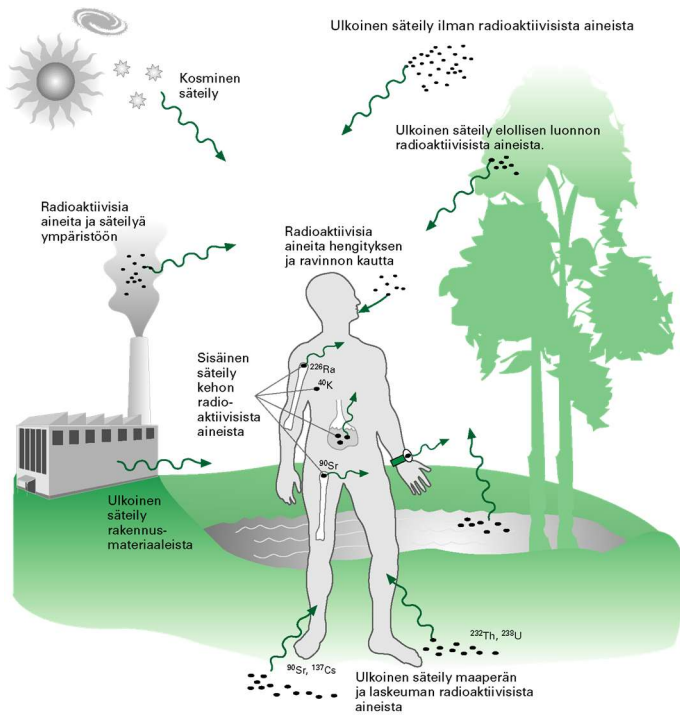
Isotooppi: saman alkuaineen erimassaisista nuklideista käytetty nimitys.

Yleistä tietoa luonnon radioaktiivisuudesta

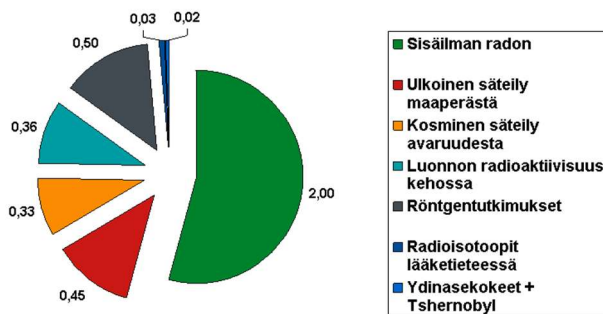
Kaikkialla ympäristössä on säteilyä ja radioaktiivisia aineita (kuva 1). Valtaosa aineista on luonnollisista lähteistä mutta osa on keinotekoisesti tuotettuja kuten esimerkiksi Cs-137, jota on päässyt ympäristöön mm. ydinvoimalaitosonnettomuuksista. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on noin 3,7 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.

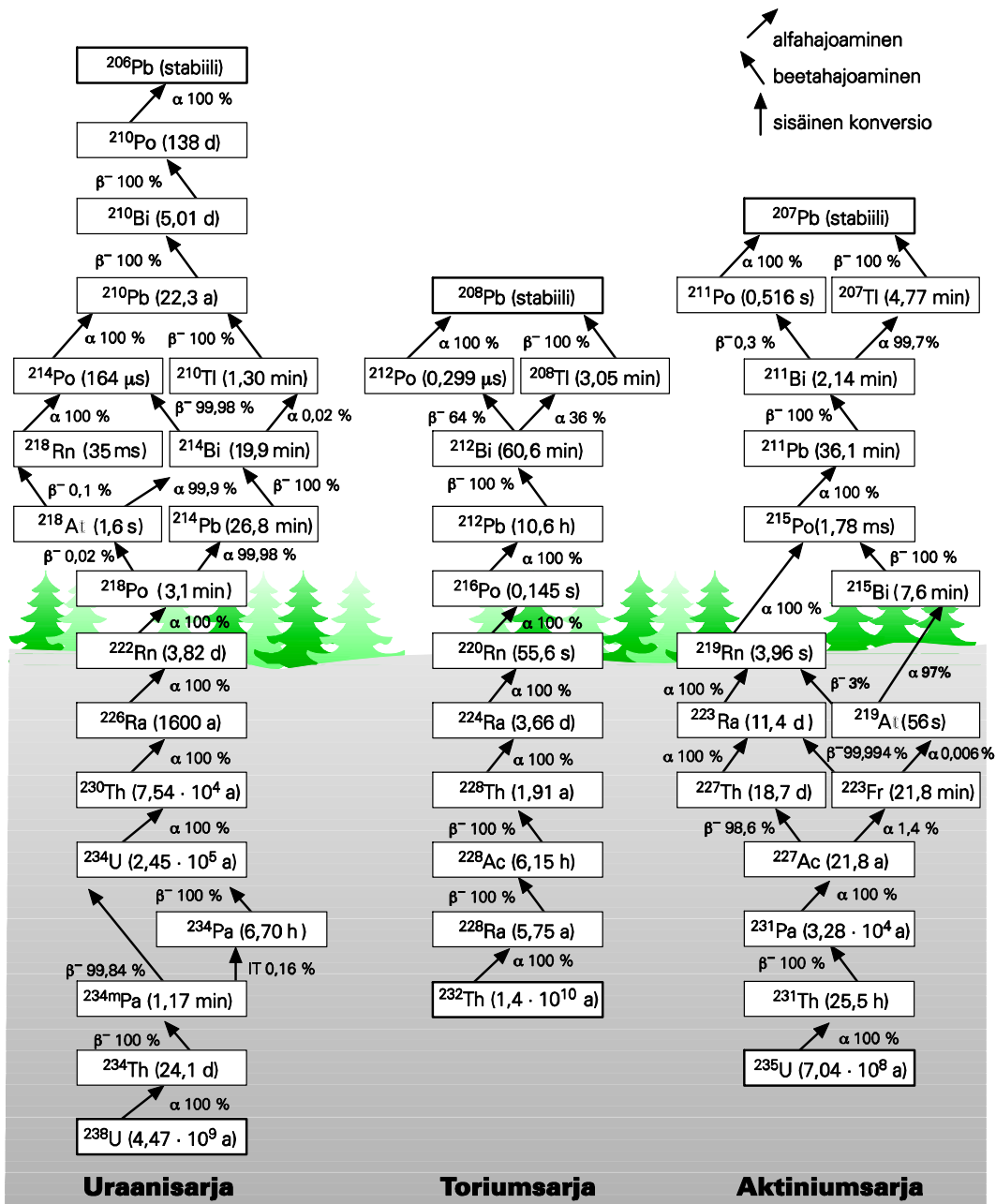
Nuklidi	Bq/kg
U-238	10-70
Th-232	20-80
U-235	0,5-3,5
K-40	300-1000



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 2012-2014 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	Krupala Hannu			
3	14.3.2013	Poronliha	312g		Narkaus plk	Jänkkälä Anna-Leena			
2013									
1	15.3.2013	Malmi	2100g	Ranua	Konttijärvi	Ahma ympäristö Oy			
2	15.3.2013	Rikastushiekka	3296g	Ranua	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	Ranua	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	Väljoja	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	308	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15826	25.91837
14	12.6.2013	Ojasedimentti 2x0-5cm	469	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.15543	25.97908
15	11.6.2013	Ojasedimentti 0-12cm	634	Ranua	Väljoja	PSL	WGS-84	66.04945	26.25064
16	12.6.2013	Jokisedimentti 2x 0-2cm	603	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	3500	Ranua	Väljoja	PSL	WGS-84	66.04945	26.25064
19	12.6.2013	Näkinsammal	2000	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15837	25.91682
20	12.6.2013	Näkinsammal + muu sammal	700	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11611	26.25337
21	12.6.2013	Jokivesi	10l	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15837	25.91682
22	12.6.2013	Ojavesi	10l	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	Järvisedimentti <5cm	842	Ranua	Portimojärvi	PSL	WGS-84	66.10309	26.31181
b.	13.6.2013	Järvisedimentti <10cm	668	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 RN 2/13	3.7.2013	Lähdevesi	31l	Ranua	Lähde 2	PSL	WGS-84	66.14357	26.08618
30	4.7.2013	Hilla	6090g	Ranua	Yljoja	PSL ja Koukkula	WGS-	66.07886	26.00575

31 RN 4/13	8.7.2013	Lähdevesi	31l	Ranua	Särkilampi	Pentti	84	WGS-84	66.10284	26.13783
32 RN 3/13	8.7.2013	Pohjavesi	31l	Ranua	Mauru	PSL	WGS-84	66.01124	25.98676	
33	17.7.2013	Näkingsammal	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	
40	3.10.2013	Ojavesi	10l	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.15496	25.97970	
41	3.10.2013	Ojasedimentti	2x0-5cm	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84			
42	3.10.2013	Jokivesi	10l	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15841	25.91667	
43	3.10.2013	Jokisedimentti	2x0-7cm	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15824	25.91803	
44	3.10.2013	Näkingsammal	4822g	Tervola	Konttijoki	PSL	WGS-84	66.15841	25.91667	
45	3.10.2013	Jokivesi	10l	Ranua	Suhankojoki	PSL	WGS-84	66.04523	26.11833	
46	3.10.2013	Jokivesi	10l	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11612	26.25367	
47	4.10.2013	Näkingsammal	2470g	Tervola	Pitkälammenoja	PSL	WGS-84	66.16621	25.96655	
48	4.10.2013	Lähdevesi	10l	Ranua	Särkilampi	PSL	WGS-84	66.10284	26.13783	
49	4.10.2013	Näkingsammal	2328g	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11746	26.25200	
50	4.10.2013	Jokisedimentti	2x0-1cm	Ranua	Ylijoki	PSL	WGS-84	66.11721	26.25327	
51	4.10.2013	Jokivesi	10l	Ranua	Simojoki	PSL	WGS-84	65.96092	25.94906	
52	4.10.2013	Jokivesi	10l	Ranua	Ruonajoki	PSL	WGS-84	66.05904	26.01098	
53	4.10.2013	Näkingsammal	747g	Ranua	Ruonajoki	PSL	WGS-84	66.05709	26.01074	
54	4.10.2013	Jokisedimentti	2x0-1cm	Ranua	Ruonajoki	PSL	WGS-84	66.05709	26.01074	
55	4.10.2013	Ojavesi	10l	Ranua	Väljoja	PSL	WGS-84	66.049520	26.25040	

56	4.10.2013	Näkinsammal	3126g	Ranua	Välioja	PSL	84 WGS-84	66.04952	26.25040
57	4.10.2013	Ojasedimentti	2x0-6cm	Ranua	Välioja	PSL	WGS-84	66.04872	26.25131
58	3.10.2013	Lähdevesi	10l	Ranua	Lähde 2	PSL	WGS-84	66.14357	26.08618
59	10.10.2013	Lähdevesi	1l	Ranua	Lähde 2	PSL	WGS-84	66.14357	26.08618
60	10.10.2013	Lähdevesi	1l	Ranua	Särkilampi	PSL	WGS-84	66.10284	26.13783
61	10.10.2013	Pohjavesi	1l	Ranua	Mauru	PSL	WGS-84	66.01124	25.98676
62	10.10.2013	Pohjavesi	10l	Ranua	Mauru	PS	WGS-84	66.01124	25.98676
63	24.9.2013	Ahven	5040g	Ranua	Simojoki	Pöyry			
64	18.10.2013	Malmi		Ranua	Tuumasuo	Gold Field			
65	18.10.2013	Malmi		Ranua	Tuumasuo	Gold Field			
66	18.10.2013	Sivukivi		Ranua	Tuumasuo	Gold Field			
67	18.10.2013	Sivukivi		Ranua	Tuumasuo	Gold Field			
68	18.10.2013	Malmi		Ranua	Suhanko North	Gold Field			
69	18.10.2013	Malmi		Ranua	Suhanko North	Gold Field			
70	18.10.2013	Sivukivi		Ranua	Suhanko North	Gold Field			
71	18.10.2013	Sivukivi		Ranua	Suhanko North	Gold Field			
72	23.10.2013	Malmi		Ranua	Ahmavaara	Gold Field			
73	23.10.2013	Malmi		Ranua	Ahmavaara	Gold Field			
74	23.10.2013	Sivukivi		Ranua	Ahmavaara	Gold Field			
75	23.10.2013	Sivukivi		Ranua	Ahmavaara	Gold Field			
76	23.10.2013	Malmi		Ranua	Vaaralampi	Gold Field			
77	23.10.2013	Malmi		Ranua	Vaaralampi	Gold Field			
78	23.10.2013	Sivukivi		Ranua	Vaaralampi	Gold Field			
79	23.10.2013	Sivukivi		Ranua	Vaaralampi	Gold Field			
80	25.10.2013	Malmi		Ranua	Konttijärvi	Gold Field			
81	25.10.2013	Malmi		Ranua	Konttijärvi	Gold Field			
82	25.10.2013	Sivukivi		Ranua	Konttijärvi	Gold Field			
83	25.10.2013	Sivukivi		Ranua	Konttijärvi	Gold Field			
84	27.2.2014	Lohi	727g		Simojoki, Lintukka	RKTL			
85	27.2.2014	Lohi	811g		Simojoki, Lintukka	RKTL			
86	27.2.2014	Lohi	776g		Simojoki, Lintukka	RKTL			
2014									
1	12.5.2014	Turve	2150g	Ranua	Vihviläaavan niska-aapa	PSL	WGS-84	66.04638	25,97406
2	12.5.2014	Turve	2200g	Ranua	Tuumasuo	PSL	WGS-84	66.13548	26.12359

Liite 3: Kuvia vuonna 2013-2014 tehdyistä näytteenotoista



Kuva 1. Kalanäytteenottoa Portimojärvellä.



Kuva 2. Vesinäytteenotto Ruonajoella.



Kuva 3. Sedimenttinäytteiden ottoa Simojoelta.



Kuva 4. Maaperänäytteiden ottoa Ahmavaarassa



Kuva 5. Maanäytteenotto Pitkälammella.



Kuva 6. Lähdevesinäytteenotto Särkilammella.



Kuva 7. Turvenäytteenotto Vihviläaavan niska-aavalla.

Liite 4: Gammasppektrometrinen analyysien tulokset

Tulokset on ilmoitettu Bq/kg kuivapainoa (k.p.) kohden (vedet Bq/kg märkäpainoa). Osassa näytteissä on myös ilmoitettu kuiva-aine %. Epävarmuudet ovat ilmoitettu 2 sigman tarkkuudella yksikössä Bq/kg joka tarkoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä. Merkintä a.m. tarkoittaa, että tulos oli alle määrittämissä.

4.1 Sedimenttinäytteet

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
ref. pvm	11.6.2013	11.6.2013	12.6.2013	12.6.2013	11.6.2013	12.6.2013
paikka	Ruonajoki	Suhankojoki	Konttijoki	Pitkälammenoja	Välioja	Ylijoki
Ra-226	16 ±2	9 ±1	20 ±2	12 ±1	21 ±2	38 ±5
Ra-228	16 ±2	11 ±2	16 ±2	11 ±2	21 ±3	27 ±4
Th-228	14 ±2	11 ±1	15 ±2	12 ±1	21 ±3	24 ±3
Th-232	15 ±2	11 ±2	16 ±2	11 ±1	21 ±2	26 ±4
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	2 ±1,3
U-238	a.m	a.m	22 ±4	16 ±5	31 ±13	33 ±5

Laji	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti
tunnus	SH 17/13a	SH 17/13 b	SH 17/13 c	SH 17/13 d	SH 17/13 e	SH 17/13 f
ref.pvm.	12.6.2013	12.6.2013	12.6.2013	12.6.2013	12.6.2013	12.6.2013
	(0-5cm)	(5-10 cm)	(10-15cm)	(15-20cm)	(20-25 cm)	(25-30cm)
paikka	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi
Ra-226	29 ±4	24 ±3	19 ±2	15 ±2	17 ±2	21 ±3
Ra-228	18 ±4	10 ±2	10 ±2	11 ±2	9,7 ±2,3	13 ±3
Th-228	16 ±4	10 ±1	9,2 ±1,5	10 ±2	12 ±2	13 ±2
Th-232	17 ±4	10 ±2	9,6 ±2,3	9,9 ±2,6	11 ±3	13 ±3
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	41 ±26	8,0 ±1,8	a.m	a.m	a.m	23 ±4

Laji	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti
tunnus	SH 25/13 a	SH 25/13 b	SH 35/13a	SH 35/13b	SH 35/13c	SH 35/13d
ref. pvm	12.6.2013	12.6.2013	14.8.2013	14.8.2013	14.8.2013	14.8.2013
	±25cm)	±<10cm)	±3x0,5cm)	±2x0-10cm)	±1x0-10cm)	±1x0-2cm)
paikka	Portimojärvi	Portimojärvi	Ruonansuvanto Simojoki	Ruonansuvanto Simojoki	Ruonansuvanto, Simojoki	Ruonansuva nto, Simojoki
Ra-226	34 ±4	33 ±4	20 ±2	15 ±2	26 ±4	22 ±3
Ra-228	25 ±4	22 ±3	17 ±2	14 ±2	21 ±3	16 ±3
Th-228	25 ±3	22 ±3	17 ±2	15 ±2	20 ±2	17 ±2
Th-232	25 ±4	23 ±3	16 ±2	14 ±2	21 ±2	16 ±3
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	1,7 ±10
U-238	a.m	31 ±19	21 ±9	a.m	25 ±5	23 ±4

Laji	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti	sedimentti
tunnus	SH 41/13	SH 43/13	SH 50/13	SH 54/13	SH 57/13
ref. pvm	3.10.2013	3.10.2013	4.10.2013	4.10.2013	4.10.2013
paikka	Pitkälammenoja	Konttijoki	Ylijoki	Ruonajoki	Väljoja
Ra-226	14 ±2	21 ±2	45 ±5	32 ±4	14 ±2
Ra-228	12 ±2	16 ±2	31 ±6	25 ±4	17 ±2
Th-228	13 ±2	16 ±2	30 ±5	23 ±3	18 ±2
Th-232	12 ±3	16 ±2	29 ±6	24 ±3	17 ±2
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m

4.2 Radon mittaukset vesinäytteistä

Laji	Lähdevesi	Pohjavesi	Lähdevesi	Lähdevesi	Lähdevesi	Pohjavesi
tunnus	RN 2/13	RN 3/13	RN 4/13	SH 59/13	SH 60/13	SH 61/13
referenssi pvm	3.7.2013	8.7.2013	8.7.2013	10.10.2013	10.10.2013	10.10.2013
paikka	Lähde 2, Ranua	Ranua, Mauru	Ranua, Särkijärvi	Lähde 2, Ranua	Ranua, Särkilampi	Mauru, Ranua
x	66.14382	66.011240	66.102840	66.14405	66.10293	66.0117
y	26.08666	25.98976	26.137830	26.08697	26.13811	25.9869
Rn-222 (Bq/kg)	130 ±50	< 30	< 30	190 ±80	< 30	< 30

4.3 Malminäytteet

Laji	Syöte 1mm	Rikastushiekka	Rikastushiekka	Syöte	Malmi, karkea
tunnus	SH 1/13	SH 2/13	SH 3/13	SH 4/13	SH 5/13
tarkenne	4718	4719	4720	4721	4718 syöte
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	5,0 ±0,7	3,7 ±0,5	3,5 ±0,5	6,6 ±0,8
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	a.m	0,21 ±0,03	0,19 ±0,03	0,38 ±0,05
U-238	8,2 ±4,2	a.m	6,8 ±4,1	5,6 ±4,3	a.m
Th-232 (ppm)	1,5 ±0,2	1,3 ±0,2	0,9 ±0,1	0,8 ±0,1	1,5 ±0,2
U-238 (ppm)	0,7 ±0,3	a.m	0,5 ±0,3	0,5 ±0,4	a.m

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 64/13	SH 65/13	SH 66/13	SH 67/13
tarkenne	TUU-ORE	TUU-QZ-ORE	TUU-QZ-Waste	TUU-Waste
paikka	Tuumasuo	Tuumasuo	Tuumasuo	Tuumasuo
Ra-226	5,3 ±0,6	7,8 ±0,9	36 ±4	19 ±2
Ra-228	5,7 ±0,8	9,0 ±1,3	40 ±5	16 ±2
Th-228	5,4 ±0,6	8,8 ±1,1	40 ±5	16 ±2
Th-232	5,3 ±0,6	8,8 ±1,1	40 ±4	16 ±2
U-235	a.m	a.m	2,3 ±0,7	a.m
U-238	a.m	11 ±3	47 ±17	26 ±20
Th-232 (ppm)	1,3 ± 0,2	2,1 ± 0,3	9,8 ± 1,0	3,9 ± 0,5
U-238 (ppm)	a.m	0,9 ± 0,3	3,8 ± 1,4	2,1 ± 1,7

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 68/13	SH 69/13	SH 70/13	SH 71/13
tarkenne	SUH-ORE	SUH-QZ-ORE	SUH-QZ-Waste	SUH-Waste
paikka	Suhanko	Suhanko	Suhanko	Suhanko
Ra-226	6,7 ±0,8	2,6 ±0,7	2,3 ±0,3	2,9 ±0,5
Ra-228	4,5 ±0,7	a.m	a.m	2,0 ±0,7
Th-228	4,4 ±0,7	2,2 ±1,2	0,4 ±0,2	1,3 ±0,5
Th-232	4,5 ±0,7	1,2 ±1,3	0,5 ±0,5	1,2 ±0,8
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-232 (ppm)	1,1 ± 0,2	0,3 ± 0,3	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2
U-238 (ppm)	a.m	a.m	a.m	a.m

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 72/13	SH 73/13	SH 74/13	SH 75/13
tarkenne	AHM-Waste	AHM-QZ-ORE	AHM-QZ-waste	AHM-waste
paikka	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara
Ra-226	2,3 ± 0,4	2,4 ± 0,3	3 ± 0,4	1,3 ± 0,3
Ra-228	2,9 ± 0,3	2,5 ± 0,3	2 ± 0,3	1,2 ± 0,2
Th-228	2,6 ± 0,6	2,4 ± 0,5	3,0 ± 0,6	1,0 ± 0,5
Th-232	2,8 ± 0,4	2,3 ± 0,4	3,0 ± 0,5	1,1 ± 0,3
U-235	1,1 ± 0,7	a.m	3,0 ± 0,6	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-232 (ppm)	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,3 ± 0,1
U-238 (ppm)	a.m	a.m	a.m	a.m

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 76/13	SH 77/13	SH 78/13	SH 79/13
	VLP-ORE	VLP-QZ-ORE	VLP-QZ-Waste	VLP-Waste
paikka	Vaaralampi	Vaaralampi	Vaaralampi	Vaaralampi
Ra-226	2,4 ± 0,3	2,1 ± 0,3	3,2 ± 0,4	1,2 ± 0,3
Ra-228	2,0 ± 0,5	3,8 ± 0,6	5,4 ± 0,8	0,9 ± 0,5
Th-228	2,3 ± 0,4	3,2 ± 0,4	5,2 ± 0,6	1,1 ± 0,2
Th-232	2,3 ± 0,7	3,4 ± 0,5	5,1 ± 0,7	1,0 ± 0,3
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	6,6 ± 4,2	9,9 ± 2,6	a.m
Th-232 (ppm)	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,1	1,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1
U-238 (ppm)	a.m	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,2	a.m

Laji	Malmi	Malmi	Sivukivi	Sivukivi
tunnus	SH 80/13	SH 81/13	SH 82/13	SH 83/13
	KJV-ORE	KJV-QZ-ORE	KJV-QZ-waste	KJV-QZ-waste
paikka	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi
Ra-226	6,7 ± 0,9	5,7 ± 0,7	11 ± 1,3	2,9 ± 0,5
Ra-228	4,9 ± 1,0	3,1 ± 0,7	8,7 ± 1,4	1,4 ± 0,7
Th-228	4,8 ± 0,8	3,0 ± 0,6	8,5 ± 1,2	1,7 ± 0,6
Th-232	4,9 ± 1,1	3,0 ± 0,8	8,6 ± 1,4	1,6 ± 0,8
U-235	a.m	a.m	1,3 ± 0,9	a.m
U-238	7,9 ± 4,0	a.m	a.m	a.m
Th-232 (ppm)	1,2 ± 0,3	0,7 ± 0,2	2,1 ± 0,3	0,4 ± 0,2
U-238 (ppm)	0,6 ± 0,3	a.m	a.m	a.m

4.4 Näkinsammalnäytteet

Laji	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal
tunnus	SH 18/13	SH 19/13	SH 20/13	SH 33/13	SH 44/13
referenssi pvm	11.6.2013	12.6.2013	12.6.2013	17.7.2013	3.10.2013
paikka	Välioja	Konttijoki	Ylijoki	Pitkälamminoja	Konttijoki
Ra-226	35 ± 4	480 ± 60	250 ± 30	260 ± 30	360 ± 40
Ra-228	37 ± 4	370 ± 40	170 ± 20	160 ± 20	280 ± 30
Th-228	18 ± 3	89 ± 9	66 ± 7	68 ± 10	68 ± 10
Th-232	24 ± 4	a.m.	a.m.	a.m.	84 ± 10
U-235	a.m	a.m	a.m	3,2 ± 2,4	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	130 ± 20	a.m

Laji	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal	näkinsammal
tunnus	SH 47/13	SH 49/13	SH 53/13	SH 56/13
ref. pvm	4.10.2013	4.10.2013	4.10.2013	4.10.2013
paikka	Pitkälammenoja	Ylijoki	Ruonajoki	Välioja
Ra-226	450 ± 50	210 ± 30	260 ± 30	120 ± 20
Ra-228	610 ± 70	140 ± 20	220 ± 30	110 ± 10
Th-228	150 ± 20	68 ± 8	320 ± 40	49 ± 5
Th-232	180 ± 20	a.m.	a.m.	a.m.
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	110 ± 20	a.m	100 ± 20

4.5 Luonnontuotteet

Laji	hirvi	poro	poro	Hauenliha	Ahvenliha
tunnus	SH 1/12	SH 2/12	SH 3/12	SH 26/13	SH 27/13
ref. pvm	30.9.2012	20.11.2012	1.12.2012	7.7.2013	8.7.2013
paikka	Suhanko	Isosydänmaan plk.	Narkaus plk.	Portimojärvi	Portimojärvi
Ra-226	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
Ra-228	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-228	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-232	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m

Laji	hilla	mustikka	Ahvenliha	Lohiliha	Lohiliha	Lohiliha
tunnus	SH 30/12	SH 34/13	SH 63/13	SH 84/13	SH 85/13	SH 86/13
ref. pvm	10.7.2013	22.7.2013	30.6.2013	12.5.2014	14.6.2013	14.6.2013
paikka	Tervola	Ranua	Simojoki, Ranua	Lintukka, Simojoki	Lintukka, Simojoki	Lintukka, Simojoki
Ra-226	a.m	0,9 ± 1,1	a.m	0,3 ± 0,2	a.m	a.m
Ra-228	a.m	1,9 ± 1,3	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-228	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
Th-232	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-235	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m

4. 6 Maaperäprofiilit

Laji	pintakasvit ja karike	pintamaa	pintamaan kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
tunnus	SH 37/13a	SH 37/13b	SH 37/13c	SH 37/13d	SH 37/13e
ref. pvm	14.8.2013	14.8.2013	14.8.2013	14.8.2013	14.8.2013
paikka	Pitkälampi	Pitkälampi	Pitkälampi	Pitkälampi	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	a.m	a.m	a.m	a.m	a.m
U-238	a.m	19 ± 3	10 ± 2	a.m	14 ± 2

Laji	pintakasvit ja karike	pintamaa	pintamaan kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
tunnus	SH 38/13a	SH 38/13b	SH 38/13c	SH 38/13d	SH 38/13e
ref. pvm	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013
paikka	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi	Konttijärvi
Ra-226	4,3 ± 0,4	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	7,1 ± 4,0	18 ± 2	52 ± 6
U-235	a.m	a.m	a.m	2,5 ± 0,7	4,3 ± 2,1
U-238	a.m	17 ± 3	a.m	26 ± 8	70 ± 8

Laji	pintakasvit ja karike	pintamaa	pintamaan kivet	moreeni	moreenimaan jauhetut kivet
tunnus	SH 39/13a	SH 39/13b	SH 39/13c	SH 39/13d	SH 39/13e
ref. pvm	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013	26.9.2013
paikka	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara	Ahmavaara	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	a.m	25 ± 3	19 ± 3
Th-228	2,8 ± 1,0	6,9 ± 0,8	10 ± 1	24 ± 3	17 ± 2
Th-232	2,7 ± 0,8	7,3 ± 0,9	a.m	25 ± 3	18 ± 2
U-235	a.m	a.m	a.m	1,3 ± 0,5	a.m
U-238	4,5 ± 3,6	10 ± 2	8,8 ± 5,5	34 ± 3	a.m

4.7 Turvenäytteet

Laji	turve	turve
tunnus	SH 1/14	SH 2/14
ref. pvm	12.5.2014	12.5.2014
paikka	Vihvilänaapa	Tuumasuo
Ra-226	6,0 ± 0,8	8,5 ± 1,0
Ra-228	5,4 ± 1,1	20 ± 3
Th-228	4,8 ± 0,8	21 ± 3
Th-232	4,9 ± 2,1	20 ± 3
U-235	a.m	0,7 ± 0,3
U-238	a.m	17 ± 9

Liite 5 Polonium (Po-210) ja lyijyn (Pb-210) tulokset

Tulokset on ilmoitettu Bq/kg kuivapainoa (k.p.) kohden (vedet Bq/kg märkääpainoa). Epävarmuudet ovat ilmoitettu 2 sigman tarkkuudella yksikössä Bq/kg joka tarkoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä.

5.1 Vedet

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH6/13 jokivesi	11.6.2013	0,006	13	0,010	20
SH7/13 jokivesi	11.6.2013	0,002	16	0,003	23
SH8/13 jokivesi	11.6.2013	0,008	13	0,008	20
SH10/13 jokivesi	11.6.2013	0,005	13	0,014	20
SH21/13 jokivesi	12.6.2013	0,003	15	0,004	21
SH22/13 jokivesi	12.6.2013	0,004	14	0,004	21
SH42/13 jokivesi	3.10.2013	0,002	16	0,001	28
SH45/13 jokivesi	3.10.2013	0,006	13	0,005	21
SH46/13 jokivesi	3.10.2013	0,004	14	0,003	26
SH51/13 jokivesi	4.10.2013	0,007	13	0,006	22
SH52/13 jokivesi	4.10.2013	0,002	19	0,002	27
SH23/13 järvivesi	12.6.2013	0,004	14	0,005	21
SH24/13 järvivesi	13.6.2013	0,008	13	0,007	20
SH9/13 purovesi	11.6.2013	0,006	13	0,007	20
SH40/13 ojavesi	3.10.2013	0,005	14	0,004	21
SH55/13 ojavesi	4.10.2013	0,005	14	0,006	21
SH29/13 lähdevesi	3.7.2013	0,027	12	0,0002	20
SH31/13 lähdevesi	8.7.2013	0,001	29	0,0001	45
SH48/13 lähdevesi	4.10.2013	0,000	29	0,0001	46
SH58/13 lähdevesi	3.10.2013	0,074	11	0,007	19
SH32/13 kaivovesi	8.7.2013	0,007	14	0,0021	21
SH62/13 kaivovesi	10.10.2013	0,003	23	0,0002	31

5.2 Kalat

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH26/13 haukiliha	8.7.2013	0,6	37	2,1	43
SH27/13 ahvenliha	8.7.2013	0,6	32	0,8	41
SH63/13 ahvenliha	30.6.2013	0,6	38	11	42

5.3 Hirven- ja poronlihat

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH1/12 hirvenliha	30.9.2012	1,0	24	3,1	31
SH2/12 poronliha	20.11.2012	1,0	30	2,8	37
SH3/12 poronliha	1.12.2013	1,0	29	1,2	36

5.4 Marjat

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH 30/13 Hilla	10.7.2013	1,8	22	0,6	36
SH 34/13 Mustikka	22.7.2013	1,2	24	0,4	43

5.5 Näkinsammal

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH 18/13 näkinsammal	11.6.2013	283	12	354	19
SH 19/13 näkinsammal	12.6.2013	81	12	180	19
SH 20/13 näkinsammal	12.6.2013	123	11	267	18
SH 33/13 näkinsammal	17.7.2013	515	11	704	18
SH44/13 näkinsammal	3.10.2013	50	12	69	19
SH47/13 näkinsammal	4.10.2013	241	11	330	18
SH49/13 näkinsammal	4.10.2013	97	11	119	18
SH53/13 näkinsammal	4.10.2013	19	13	39	19
SH56/13 näkinsammal	4.10.2013	279	11	283	18

5.6 Pintakasvit, -maa, -kivet, moreeni

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH37/13 a pintakasvit	26.9.2013	251	11	276	18
SH38/13 a pintakasvit	26.9.2013	256	11	274	18
SH39/13 a pintakasvit	26.9.2013	301	11	301	18
SH37/13 b pintamaa	26.9.2013	29	12	36	19
SH38/13 b pintamaa	26.9.2013	5	15	5	22
SH39/13 b pintamaa	26.9.2013	10	14	7	21
SH37/13 d moreeni	26.9.2013	3	10		
SH38/13 d moreeni	26.9.2013	7	16	7	23
SH39/13 d moreeni	26.9.2013	10	14	10	21
SH37/13 c kivet	26.9.2013	5	13		
SH37/13 e kivet	26.9.2013	4	14		
SH39/13 e kivet	26.9.2013	6	12		

5.7 Sedimentit

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %	Po-210	epävarm %
SH 11/13 jokisedimentti 0-11 cm	11.6.2013	45	12	61	18
SH 12/13 jokisedimentti 0-10 cm	11.6.2013	39	12	48	18
SH13/13 sedimentti 0-8 cm	12.6.2013	44	12	481	19
SH 15/13 jokisedimentti 0-12 cm	11.6.2013	124	11	162	18
SH16/13 jokisedimentti 2*0-2 cm	12.6.2013	95	11	121	18
SH35/13 a jokisedimentti 3* 0-5 cm	14.8.2013	37	12	41	19
SH35/13 b jokisedimentti 2*0-10 cm	14.8.2013	16	12	18	19
SH35/13 c jokisedimentti 0-10 cm	14.8.2013	63	11	82	18
SH35/13 d jokisedimentti 0-2 cm	14.8.2013	66	11	74	18
SH43/13 jokisedimentti 2*0-7 cm	3.10.2013	76	12	45	19
SH50/13 jokisedimentti 2*0-1 cm	4.10.2013	132	12	145	19
SH54/13 jokisedimentti 2*0-1 cm	4.10.2013	26	12	19	19
SH57/13 ojasedimentti 2*0-6 cm	4.10.2013	62	12	42	19
SH17/13 a järvisedimentti 0-5 cm	12.6.2013	418	11	604	18
SH17/13 b järvisedimentti 5-10 cm	12.6.2013	114	14	125	20
SH17/13 c järvisedimentti 10-15 cm	12.6.2013	35	13	41	20
SH17/13 d järvisedimentti 15-20 cm	12.6.2013	22	12	24	19
SH17/13 e järvisedimentti 20-25 cm	12.6.2013	19	12	19	19
SH17/13 f järvisedimentti 25-30 cm	12.6.2013	17	13	20	20
SH 25/13 a järvisedimentti 0-5 cm	13.6.2013	93	14	114	21
SH 25/13 b järvisedimentti 5-10 cm	13.6.2013	72	14	79	21

5.8 Malmit, rikastushiekat, sivukivet

Näytteennumero	Ref.pvm	Pb-210	epävarm %
SH1/13 malmijauhe	9.5.2011	4,3	13
SH2/13 rikastushiekka	9.5.2011	4,4	12
SH3/13 rikastushiekka	20.5.2011	1,9	18
SH47/13 malmi	20.5.2011	1,9	18
SH64/13 malmi	15.5.2013	5,0	14
SH65/13 malmi	15.5.2013	7,2	14
SH66/13 sivukivi	15.5.2013	32,4	11
SH67/13 sivukivi	15.5.2013	14,1	12
SH68/13 malmi	15.5.2013	5,6	14
SH69/13 malmi	15.5.2013	1,6	20
SH71/13 sivukivi	15.5.2013	3,3	17
SH70/13 sivukivi	15.5.2013	2,1	21
SH72/13 malmi	15.5.2013	1,8	19
SH73/13 malmi	15.5.2013	1,8	18
SH74/13 sivukivi	15.5.2013	2,4	16
SH75/13 sivukivi	15.5.2013	1,4	20
SH76/13 malmi	15.5.2013	1,0	26
SH77/13 malmi	15.5.2013	1,3	21
SH78/13 sivukivi	15.5.2013	2,1	17
SH79/13 sivukivi	15.5.2013	0,8	28
SH80/13 malmi	15.5.2013	4,7	18
SH81/13 malmi	15.5.2013	4,2	14
SH82/13 sivukivi	15.5.2013	7,5	12
SH83/13 sivukivi	15.5.2013	2,1	18

Liite 6 Uraanin radiokemiallisten analyysien tulokset

Tulokset on ilmoitettu Bq/kg kuivapainoa (k.p.) kohden (vedet Bq/kg märkäpainoa). Epävarmuudet ovat ilmoitettu 2 sigman tarkkuudella yksikössä Bq/kg joka tarkoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä.

Tunnus	Näyte	U-234 Bq/kg (k.p.)	U-238 Bq/kg (k.p.)
SH6/13	Jokivesi	0,0011±0,0003	0,0008±0,0003
SH7/13	Jokivesi	0,0012±0,0003	0,0007±0,0002
SH8/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH9/13	Purovesi	<0,0011	0,0006±0,0003
SH10/13	Jokivesi	<0,0011	<0,0005
SH21/13	Jokivesi	0,0036±0,0006	0,0011±0,0003
SH22/13	Ojavesi	<0,0011	<0,0005
SH23/13	Järvivesi	<0,0011	<0,0005
SH24/13	Järvivesi	<0,0010	<0,0005
SH31/13	Lähdevesi	0,0028±0,0004	0,0015±0,0002
SH32/13	Kaivovesi	0,0013±0,0002	0,0011±0,0002
SH29/13	Lähdevesi	<0,0006	<0,0003
SH40/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH42/13	Jokivesi	0,0075±0,0009	0,0018±0,0003
SH45/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH46/13	Jokivesi	0,0012±0,0002	<0,0005
SH48/13	Jokivesi	0,0017±0,0003	0,0010±0,0002
SH51/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH52/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH55/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH58/13	Jokivesi	<0,0010	<0,0005
SH62/13	Jokivesi	0,0018±0,0003	0,0014±0,0002
SH18/13	Näkinsammal	1,9±0,3	1,8±0,3
SH19/13	Näkinsammal	51±7	13±2
SH20/13	Näkinsammal	6,2±0,8	2,5±0,4
SH33/13	Näkinsammal	4,7±0,6	2,7±0,4
SH72/13	Malmi	2,5±0,4	2,6±0,4
SH74/13	Sivukivi	3,2±0,5	3,5±0,6
SH79/13	Sivukivi	1,2±0,2	1,2±0,2
SH80/13	Malmi	6,1±0,8	6,1±0,8
SH81/13	Sivukivi	6,2±0,8	6,2±0,8
SH83/13	Sivukivi	2,2±0,3	2,3±0,4
SH30/13	Lakka	<0,0059	<0,0029
SH34/13	Mustikka	<0,0036	<0,0018
SH26/13	Hauenliha	< 0,0093	< 0,0047
SH1/12	Hirvenliha	< 0,023	< 0,012
SH2/12	Poronliha	0,068±0,01	0,067±0,01
SH3/12	Poronliha	< 0,034	< 0,017
SH63/12	Ahvenen liha	0,011±0,002	0,0087±0,002

