

Soklin kaivoshankkeen radiologinen perustilaselvitys

Säteilyilta Savukoskella 12.1.2010

Dina Solatie
STUK-Säteilyturvakeskus
Pohjois-Suomen aluelaboratorio



Sisältö

- yleistä säteilystä
- perustilaselvityksestä
- näytteenotto
- näytteiden esikäsittely ja analyysit
- radonpitoisuudet vesissä
- polonium-210/lyijy-210 tulokset
- U -tulokset

Säteilyn yksiköistä

Aktiivisuus

- aktiivisuus kertoo radioaktiivisten aineiden määrän
- yksikkö on becquerel (Bq)
- yksi becquerel tarkoittaa, että radioaktiivisessa aineessa tapahtuu yksi ydinmuutos eli hajoaminen sekunnissa
- mitä enemmän hajoamisia tapahtuu, sitä enemmän säteilyä syntyy

Säteilyannos

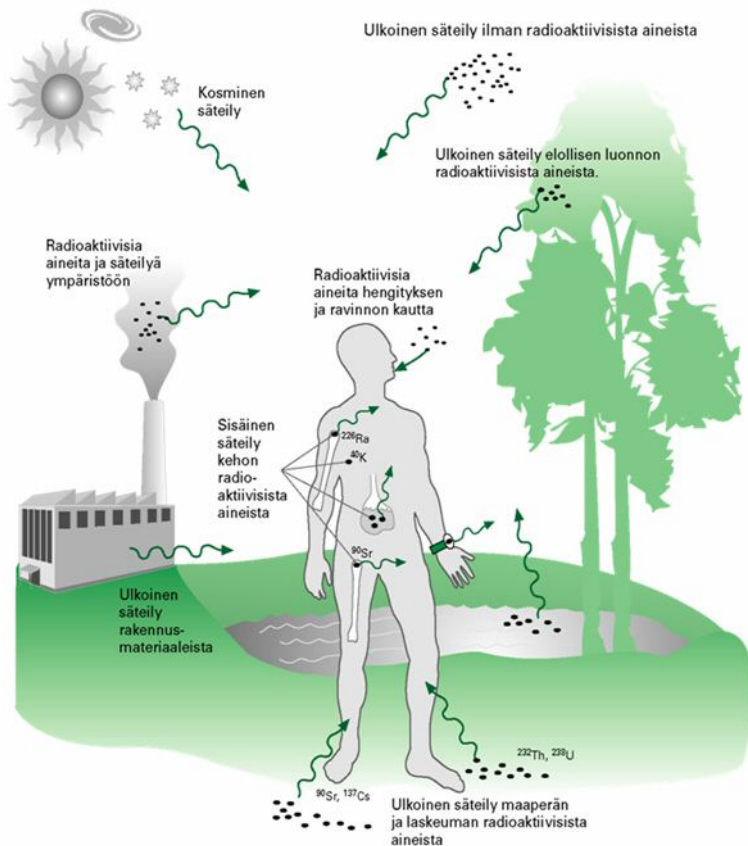
- kuvaa säteilyn terveydellisiä vaikutuksia ihmisessä
- yksikkö on sievert (Sv)
- 1 Sv = 1 000 millisievertiä (mSv)
- 1 Sv = 1 000 000 mikrosievertiä (μ Sv)
- Suomalaisten kokonaissäteilyannos vuodessa on noin 3,7 mSv

Becquerelistä sievertiin

jos ravinnon ja veden mukana elimistöön joutuu 800 Bq Po-210 siitä aiheutuu ihmiselle 1 millisievertin säteilyannos, saman annoksen aiheuttaa 22000 Bq U-238 tai 4000 Bq Th-232 tai 3600 Bq Ra-226 .

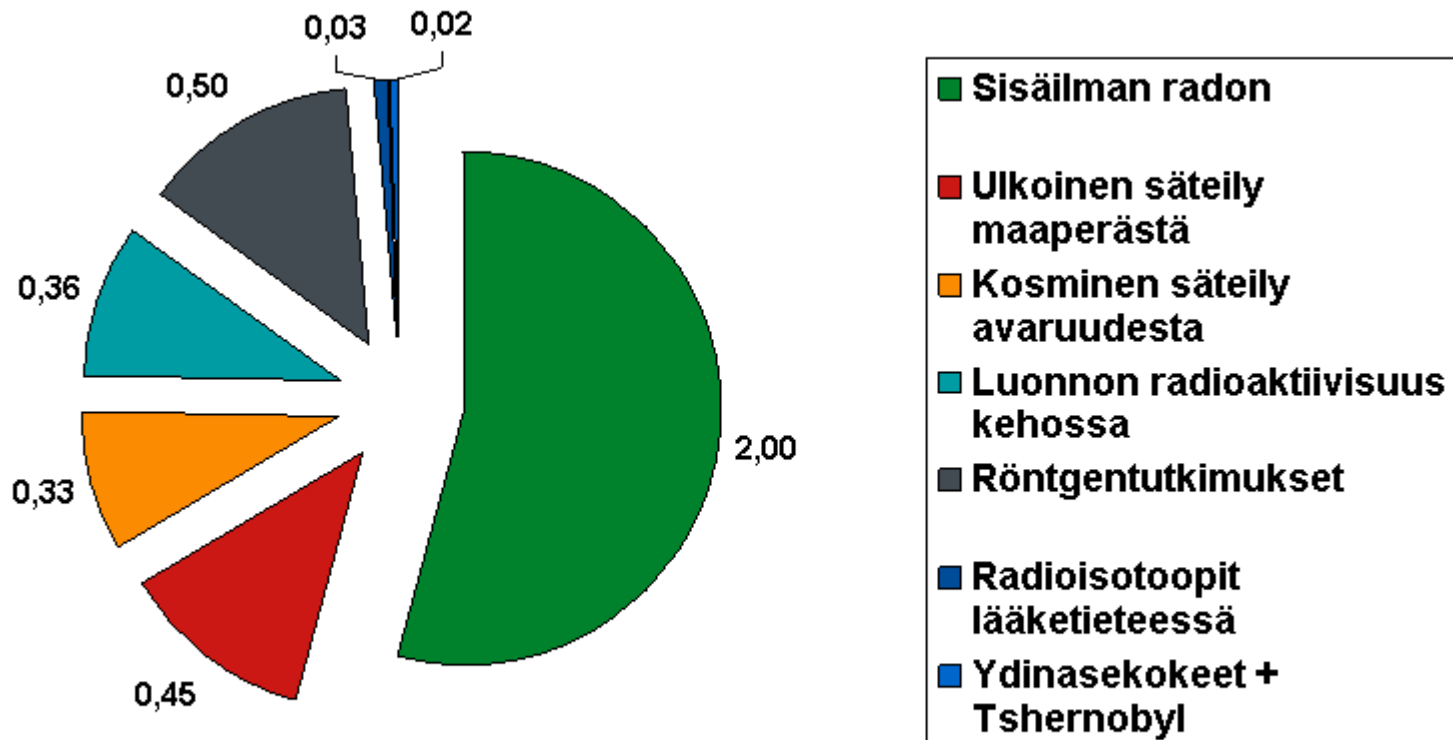
Säteilevä ympäristö

Kaikkiällä ympäristössä on säteilyä ja radioaktiivisia aineita

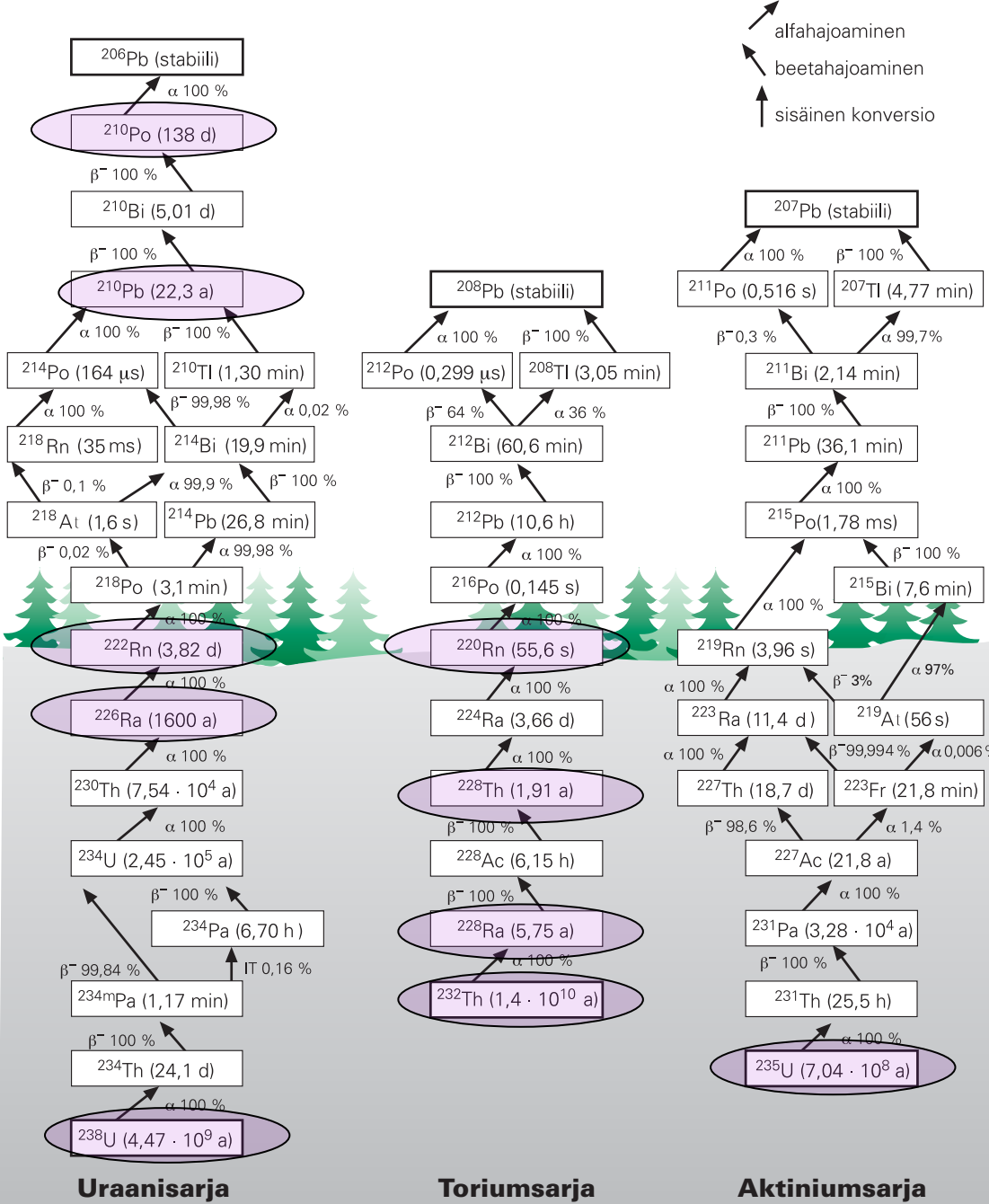


- Luonnon taustasäteily (maaperä, kosminen säteily)
- Keinotekoinen, ihmisen toiminnasta aiheutuva säteily (ydinkokeet, ydinlaitos-onnettomuudet, normaalipäästöt laitoksista ja sairaaloista jne.)

Suomalaisten keskimääräinen säteilyannos vuodessa on noin 3,7 mSv (millisieverttiä)

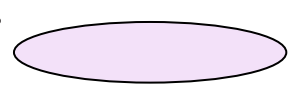


- 1 mSv vastaa riskiä 0,00005 (5×10^{-5}) saada kuolemaan johtava syöpä
- ”Normaali” syöpäkuoleman riski on noin 0,25 (eli joka neljäs meistä kuolee syöpään)
- Eli, noin 900 suomalaista kuolee vuosittain säteilyn aiheuttamaan syöpään



Luonnon hajoamissarjat ja nuklidien puoliintumisajat

Maaperässä on erittäin pitkäikäisiä niin sanottuja primordiaalisia radioaktiivisia aineita, jotka ovat olleet olemassa jo maapallon syntyessä.



säteilysuojelullisesti merkittävimmät nuklidit

Puoliintumisaika on aika, jonka kuluessa radioaktiivisen aineen määrä vähenee puoleen radioaktiivisen hajoamisen seurauksena eli puolet aineesta muuttuu muuksi aineeksi.

Soklin karbonaattiesiintymän fosforimalmit ja etenkin niobimalmi sisältävät säteilysuojelullisesti merkittäviä määriä luonnon radioaktiivisia aineita, erityisesti toriumia ja myös mm. uraania ja radiumia.

Jos kyseisiä luonnonvaroja aiotaan hyödyntää, toiminta tulee olemaan säteilytoimintaa ja STUK valvoo toimintaa.

Lähtökohtana on ettei ympäristöä saastuteta. Tällöin ei ympäröivän alueen kasveihin tai eläimiin pääse kertymään poikkeavia määriä radioaktiivisia aineita ja alueella voidaan edelleen mm. marjastaa, sienestää, metsästää ja harjoittaa poronhoitoa. On todennäköistä, että kaivostoiminnan päästöille ympäristöön asetetaan säteilyannoksen yläraja, jolla suojellaan alueen väestöä. Esimerkiksi 0,1 mSv vuodessa.

Perustilaselvityksen tavoitteena on selvittää Soklin ympäristön radiologinen perustila ennen kaivostoiminnan aloittamista. Selvityksessä kartoitetaan luonnon radioaktiivisten aineiden määriä siinä ympäristössä, johon suunnitteilla olevalla kaivostoiminnalla voi olla vaikutusta. Hankkeen tuloksena saadaan yksityiskohtainen tieto Soklin ympäristön radioaktiivisuustasosta. Sen avulla voidaan arvioida mahdollisen kaivostoiminnan vaikutusta ympäristön radioaktiivisuuteen.

Radiologinen perustilaselvitys

- Yara on tilannut perustilaselvityksen STUKilta.
- Alkoi kesällä 2008, väliraportit 12/08 ja 01/10, loppuraportti toukokuussa 2010.
- Analysoitavat radioaktiiviset aineet: uraani, torium, radium, lyijy, polonium ja radon.
- Näytteet: jokivesi, jokisedimentti ja näkinsammal, kalat, jäkälä, sienet (haperot, tatit, rouskut), naava, marjat (mustikka, puolukka, hilla), poronliha, muu riista (hirvi), pohjavesi, maa. Näytteenoton auditointi.
- In-situ gammamittaukset.
- STUKin vanhat tulokset liitettiin selvitykseen.

Näytteenotto ja näytteet

- Näytteenottopaikkoja ja näytelajeja suunniteltaessa on otettu huomioon, että radionuklidit voivat levitä kaivos- ja rikastamoalueelta useita eri leviämisteitä pitkin.
- Mahdollisia leviämisreittejä ovat leviäminen pinta- ja pohjavesien mukana joko veteen liunneena tai hiukkasiin kiinnittyneinä, tuulen levittämän pölyn mukana tai kun kysymys on radonista, erittymällä jätteistä tai maaperästä kaasumaisena ilmaan. Radon ja toron kuitenkin laimenevat nopeasti ulkoilmassa eivätkä aiheuta ongelmaa lähiasukkaille.
- Veden mukana tapahtuva leviäminen on näistä merkittävin.
- Näytelajeja suunniteltaessa otettiin myös huomioon Lapin luonnolle ominainen ravintoketju: jäkälä, naava, sienet - poro - ihminen, jossa radionuklidit rikastuvat tehokkaasti sekä lisäksi Lapille tärkeät luonnontuotteet.

Saapuneet näytteet 2008 ja 2009

Näyte	Näytteenottaja	Näytemäärä (kpl) 2008	Näytemäärä (kpl) 2009
Jokivesi	Nab Labs	14	15
Jokisedimentti	Nab Labs	14	15
Näkinsammal	Pöyry 2008, STUK 2009	15	15
Kalat	Teuvo Karpeeki 2008 Lapin ympäristökeskus 2009	9 (taimen ja harjus)	14 (4 harjus, 5 taimen, 2 hauki, 1 ahven, 1 säyne, 1 puronierä)
Jäkälä	Raimo Hannunniemi	3 porojen laidunalueilta	3 porojen laidunalueilta
Sienet	Pöyry, STUK	16	9 (tatti, rousku, hapero)
Luppo	Raimo Hannunniemi	3 porojen laidunalueilta	3 porojen laidunalueilta
Marjat	STUK, Marko Karpeeki	4 (hilla, variksenmarja, puolukka, mustikka)	7 (3 mustikkaa, 1 puolukka, 3 hillaa)
Poronliha	Oravan porotuote	7	6
Riistanliha	Teuvo Karpeeki	2 (hirvi)	3 (hirvinäytettä, 1 sotka)
Pohjavesi	Nab Labs, STUK, Pöyry	9	3 (2 pohjavesi, 1 lähdevesi)
Hiekka	Teuvo Karpeeki	3 (vanha läjitysalue)	Koerikastusalueen monttu
Selkeytysallas vesi ja sedimentti	Nab Labs	2	1 vesi, 1 sedimentti
Niobimaaperä	STUK	2 (Kaulusrovan niobimalmialue)	

Näytteenottoa 2008



Näytteenottoa 2009



Näytteiden esikäsittely

- Kaikki näytteet punnittiin ennen esikäsittelyä. Osa näytteistä pakastettiin ennen esikäsittelyä. Marja-, sieni-, näkinsammal- ja lupponäytteet puhdistettiin roskista. Sienet ja lihat paloitetiin. Näytteet kuivattiin lämpökaapissa 105 °C tai kylmäkuivurissa ja homogenisoitiin. Sedimentti-, hiekka- ja maaperänäytteet seulottiin 2 mm seulalla. Seulaan jäänyt mahdollinen orgaaninen aines ja kivet punnittiin erikseen.
- Vesinäytteitä otettiin 10 l (2008) 30 l/näytepiste (2009). Po-210/Pb-210 analyyseihin erotettiin 2l (2008) 4 l näytettä (2009), uraanianalyysiin 1l (2008) 3 l (2009). Vedet hapotettiin. Gamma-analyysiin otettiin 5l (2008) 20 l näytettä (2009). Gammanäytteet haihdutettiin kuiviin infrapunalamppujen alla haihdutusmaljoissa ja tuhitettiin.
- Polonium-210 analyysejä varten kiinteät näytteet saatiin liuosmuotoon MARS mikroaaltopolttolaitteella happojen avulla. Nestemäiset näytteet konsentroidtiin haihduttamalla. Ennen MARS polttoa tai haihdutuksia näytteisiin laitettiin Po-209 merkkiaine.

Analyysi- ja mittausmenetelmät

- gammaspektrometria
- alfaspektrometria
- STUK-PSL on akkreditoitu tekemään gammaspektrometrisiä ja Po-210/Pb-210 analyysyjä SFS-EN-ISO/IEC 17025:2005 standardin mukaan.
- *in-situ* mittaukset



Radon-222 tulokset vesistä

Näyte, paikka	Bq/l 2008	Bq/l 2009
Lähdevesi, parakkien takaa	104-115	90-110
Pohjavesi, suo vanhan läjitysalueen takana	<30	37
Pohjavesi, suo vanhan läjitysalueen takana	<30	<30
Lähdevesi, Pierkulinaapa		<30
Jokivesi, Yli-Nuortti laiturilta		<30
Purovesi, Ainijärventieltä, Yli-Nuorttijoen läheltä		<30
Lähdevesi, Vihellysaapa		<30
Jokivesi Yli-Nuortti		<30

- Yksityisessä käytössä olevien kaivojen vedelle radonia koskeva toimenpideraja 1000 Bq/l
- Vesilaitosten vedessä radonpitoisuus saa olla enintään 300 Bq/l (enintään 0,5 mSv/vuodessa)
- Suurimpia lähteistä mitattuja pitoisuuksia Suomessa noin 900 Bq/l.
- Talousveden (verkostovesi) keskimääräinen pitoisuus 27 Bq/l, porakaivoveden 590 Bq/l
- Jos Soklin lähdevettä juo joka päivä 0,5 l aiheuttaa se noin 0,07 mSv säteilyannoksen vuodessa
- Suomalaisten keskimääräinen säteilyannos talousvedestä (verkostovesi) 0,02 mSv/a, (porakaivot) 0,4 mSv/a.

Po-210/Pb-210 pitoisuudet ympäristönäytteissä 2008

Näyte	SOKLI		Vertailu		Paikka
	Po-210 Bq/Kg	Pb-210 Bq/kg	Po-210 Bq/kg	Pb-210 Bq/kg	
Pohjavesi	0,03 - 0,04	0,008 - 0,03	0,07 (porakaivot)	0,06 (porakaivot)	Suomen ka.
Jokivesi	0,003 - 0,01	0,0004 - 0,01	0,003 (verkostovesi)	0,003 (verkostovesi)	Suomen ka.
Tatit	129 - 832	1,9 - 3,4	116-2192	1,6-14,7	Kivalo, Rovaniemi
Rouskut	15,6 - 42,9	9,9 - 21,7	13,9-110	2,6-12,2	Kivalo, Rovaniemi
Haperot	6,4 - 18,3	4,1 - 6,7	12,7-52,4	4,1-12	Kivalo, Rovaniemi
Taimen, harjus	2,0-19	1-3,6	0,44 (Tenon lohi), 6-23 (Itämeri)		
Hilla	1-1,4	1,4-1,6	1,2-1,9	1,2-2	Kivalo, Norvajärvi
Puolukka	4,6-4,9	2,5	2,2	1,4	Kivalo, Rovaniemi
Mustikka	4	2	3,2	0,7	Kivalo, Rovaniemi
Sedimentti	15-294	7-118			
Näkingsammal	182-1190	47-659		90	Salla
Jäkälä	167-186	89-96	218	237	Lappi
Luppo	302-472	166-251	91-207	76-182	Posio, Kemijärvi, Kittilä, Salla
Hirvenliha	4,3-4,7	0,7-1	7 (t.p.)	1 (t.p.)	Salla
Poronliha	8,0-83	0,8-2,5	3,4-69	0,8-5,4	Eri paliskuntia

-tuloksissa ei mitään normaalista poikkeavaa

-korkeimmat Po-210 pitoisuudet näkingsammaleessa, tateissa, naavassa ja jäkälässä, jotka ovat tunnetusti hyviä indikaattoreita radioaktiivisille aineille.

Uraanianalyysien tulokset 2008

		U234 Bq/l		U238 Bq/l		U234/U238
		U234 Bq/l	epävarmuus %	U238 Bq/l	epävarmuus %	
AL 15	allasvesi	0,0008	25	0,0006	25	1,3
AL 16	pohjavesi	0,0014	20	0,0011	20	1,3
AL 18	pohjavesi	0,0054	15	0,0045	15	1,2
AL 19	lähdevesi	0,0189	15	0,0116	15	1,6
AL 21	jokivesi	0,0045	20	0,0023	20	2,0
AL 22	jokivesi	0,0071	15	0,0025	20	2,8
AL 24	jokivesi	0,0066	15	0,0022	20	3,0
AL 25	jokivesi	0,0105	15	0,0035	20	3,0
AL 26	jokivesi	0,0030	20	0,0011	20	2,7
AL 52	jokivesi	0,0050	15	0,0019	20	2,6
AL 53	jokivesi	0,0078	15	0,0031	20	2,5
AL 54	jokivesi	0,0084	15	0,0029	20	2,9
AL 55	jokivesi	0,0075	15	0,0022	20	3,4
AL 56	jokivesi	0,0073	15	0,0030	20	2,4
AL 57	jokivesi	0,0241	15	0,0099	15	2,4
AL 58	jokivesi	0,0118	15	0,0052	15	2,3
AL 59	jokivesi	0,0062	15	0,0032	20	1,9
AL 60	jokivesi	0,0044	20	0,0019	20	2,3

Uraanianalyysien tulokset 2009

			U234 Bq/l		U238 Bq/l		U234/U238
			U234 Bq/l	epävarmuus %	U238 Bq/l	epävarmuus %	
AL 31	Pohjavesi	Sokli, vanhan läjitysalueen vallintakainen suo	0,0028	7	0,002	7	1,4
AL 32	Pohjavesi	Sokli, vanhan läjitysalueen vallintakainen suo	0,0081	8	0,0059	9	1,4
AL 33	Lähdevesi	Soklin lähde	0,0203	5	0,0128	5	1,6
AL 34	Selkeytysaltaan vesi	Sokli, selkeytysallas	0,0002	14	0,0002	20	1,0
AL 35	Jokivesi	Yli- Nuortti	0,0094	6	0,0032	6	2,9
AL 36	Jokivesi	Yli- Nuortti	0,0100	6	0,0034	6	2,9
AL 37	Jokivesi	Vouhtosjoki	0,0199	5	0,0088	6	2,3
AL 38	Jokivesi	Soklioja	0,0137	6	0,0057	6	2,4
AL 39	Jokivesi	Nuorttijoki	0,0085	5	0,0036	6	2,4
AL 40	Jokivesi	Sotajoki	0,0084	6	0,0033	6	2,5
AL 41	Jokivesi	Nuorttijoki	0,0074	6	0,0029	6	2,6
AL 42	Jokivesi	Nuorttijoki	0,0066	6	0,0029	6	2,3
AL 43	Jokivesi	Kemijoki	0,0071	6	0,0033	7	2,2
AL 44	Jokivesi	Vouhtosjoki	0,0138	6	0,0057	6	2,4
AL 45	Jokivesi	Kemijoki	0,0033	6	0,0017	7	1,9
AL 46	Jokivesi	Tulppiojoki	0,0044	6	0,0024	7	1,8
AL 47	Jokivesi	Yli- Nuortti	0,006	6	0,0021	7	2,9
AL 48	Jokivesi	Soklioja	0,0057	6	0,0022	7	2,6

Uraanianalyysien tulokset

	2008		2009	
	U-234 Bq/l	U-238 Bq/l	U-234 Bq/l	U-238 Bq/l
Jokivedet	0,0044- 0,0241	0,0011- 0,0099	0,0033- 0,0199	0,0017- 0,0088
Lähde	0,0189	0,0116	0,0203	0,0128
Pohjavesi	0,0014 ja 0,0054	0,0011 ja 0,0045	0,0028 ja 0,0081	0,002 ja 0,0059
Vanha selkeytysallas	0,0008	0,0006	0,0002	0,0002

-Mitatut uraani-isotooppien **aktiivisuuspitoisuudet ovat hyvin alhaisia, 3-5 kertaa alhaisempia kuin maaperän pohjaveden keskiarvopitoisuudet U-238 ja U-234 isotoopeille.**

-Verrattuna kalliopohjaveden keskiarvopitoisuuksiin, mitatut pitoisuudet ovat yli 50 kertaa pienempiä

-Isotooppisuhde (U234/U238) 1-3,4 on korkeahko jos vertaa tyypilliseen isotooppisuhteeseen maaperänpohjavedessä, jossa se on n. 1,3. Isotooppisuhde (U234/U238) mitatuissa pohjavesinäytteissä on enemmän kalliopohjaveden tasoa (n. 2-3).

-STUKissa mitattujen kalliopohjavesien U234/U238 isotooppisuhde on 90%:ssa näytteitä välillä 1 - 3.

-Viittaisi että jokiveteen sekoittuu kalliopohjavettä tai että jokivesi on suorassa kosketuksessa kallion kanssa jossa on uraania

-Suomen vesilaitosvesien keskimääräinen U-234 pitoisuus 0,02 Bq/l (verkostovesi) ja 0,6 Bq/l (porakaivo). U-238 pitoisuus 0,015 Bq/l (verkostovesi) ja 0,4 Bq/l (porakaivo). **Soklin joki- ja lähdevesien pitoisuudet ovat lähellä Suomen verkostovesien keskimääräisiä pitoisuuksia.**

Kiitos näyttöiden toimittajille!!

-Teuvo Karpeeki

-Marko Karpeeki

-Raimo Hannunniemi

-Korvatunturinmaan osuuskunta

-Kari Kilpimaa

-Oravan porotuote

KIITOS MIELENKIINNOSTA!

