

16WWE1787
15.2.2013



AGNICO-EAGLE FINLAND OY

Kittilän kaivoksen ympäristötarkkailut
Biologinen tarkkailu maa-alueilla v. 2012

Agnico-Eagle Finland Oy
Kittilän kaivoksen biologinen tarkkailu v. 2012

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	LUPATILANNE JA TARKKAILU	1
3	TARKKAILUALUE	1
4	BIOLOGINEN TARKKAILU	3
4.1	Sammal.....	3
4.1.1	Näytteenotto ja esikäsittely	3
4.1.2	Näytteiden analysointi.....	4
4.1.3	Tulokset ja niiden tarkastelu.....	4
4.2	Kekomuurahaiset	11
4.2.1	Näytteenotto	11
4.2.2	Näytteiden analysointi.....	11
4.2.3	Tulokset ja niiden tarkastelu.....	11
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	14
6	VIITTEET.....	14

Liitteet

- Liite 1 Näytteenottopisteiden koordinaatit
- Liite 2 Näytteenottopisteiden sijainti kartalla
- Liite 3 Sammalnäytteiden analyysitulokset (alkuperäinen)
- Liite 4 Muurahaisnäytteiden analyysitulokset (alkuperäinen)

Pohjakartta-aineistot © Maanmittauslaitos MML/2013

Pöyry Finland Oy

Tiina Sauvola, FM biologia
 Ella Kilpeläinen, FM biologia

maastotyöt, raportointi
 maastotyöt, raportointi

Yhteystiedot
 PL 20, Tutkijantie 2 A
 90590 OULU
 puh. 010 33280
 sähköposti etunimi.sukunimi@poyry.com
 www.poyry.fi

1 JOHDANTO

Viime vuosina ympäristön tilan seurannassa on yhä useammin käytetty bioindikaattorimenetelmiä (Lodenius ym. 2002, Osmo 2005). Bioindikaattorien avulla voidaan havaita päästöjen, eli tässä tapauksessa ilman kautta tulevan laskeuman vaikutuksia. Parhaimmillaan bioindikaattorien avulla voidaan selvittää ilmansaasteiden todellisia vaikutuksia sekä saada tietoa aineiden leviämisestä ympäristöön (Jussila 2007).

Kaivosyhtiö Agnico-Eagle Mines Limited:n omistama Kittilän kaivos on Euroopan suurimpia kultakaivoksia. Agnico-Eagle Finland Oy aloitti kaivoksen rakentamisen kesällä 2006 ja tuotanto alkoi loppuvuodesta 2008. Kaivoksen arvioitu toiminta-aika tunnetuilla malmivaroilla on 25-30 vuotta. Malmin loughinta maanalaisesta kaivoksesta aloitettiin vuonna 2011.

Tässä raportissa esitetään Kittilän kaivoksen biologisen tarkkailun tulokset vuodelta 2012. Vuonna 2012 tarkkailuun kuului sammal- ja kekomuurahaisnäytteenotto. Selvityksessä käytettiin aikaisemmissa tutkimuksissa käytettyjä aloja ja menetelmiä. Vuoden 2012 tuloksia vertaillaan aikaisempaan tutkimukseen (v. 2009).

2 LUPATILANNE JA TARKKAILU

Kaivosyhtiöllä on Pohjois-Suomen ympäristölupaviraston (nyk. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto) 1.11.2002 myöntämä ympäristö- ja vesitalouslupa (nro 69/02/1). Ympäristölupaa on muutettu rikastamon tuotantokapasiteetin, rikastusprosessin, sivukiven louhinnan, läjityksen ja lupamääräysten tarkistamisajankohdan osalta (PSY nro 29/08/1, 11.6.2008) sekä myöhemmin sivukiven läjitystä koskevan lupamääräyksen osalta (PSY nro 60/08/1, 22.12.2008). Lisäksi kaivosyhtiöllä on lupa (PSY nro 66/09/1, 2.12.2009) kaivoksen rikastushiekka-alueen laajentamiseen ja maanalaisten tunnelirajäytysten tekemiseen kaikkina vuorokaudenaikoina.

Kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailu on toteutettu 12.1.2009 päivätyn tarkkailuohjelman (Agnico-Eagle Finland 2009) mukaisesti. Lapin ympäristökeskus (nyk. Lapin ELY-keskus) on hyväksynyt ohjelman 17.2.2009 päätöksellään 1300Y0008-119 ja Lapin TE-keskus (nyk. Lapin ELY-keskus) päätöksellään dnro 126/5723-2009, 20.11.2009. Vuonna 2010 ohjelmaan tehtiin pieniä muutoksia ja lisäyksiä Lapin ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Edellinen vastaavan laajuinen selvitys tehtiin vuonna 2009 (WSP Environmental 2010), jolloin kerättiin sammal- ja kekomuurahaisnäytteiden ohella myös humusnäytteitä. Sammal- ja kekomuurahaisnäytteiden raskasmetallipitoisuudet määritetään 3 vuoden välein. Humusnäytteiden raskasmetallipitoisuudet määritetään 9 vuoden välein eli seuraavan kerran vuonna 2018.

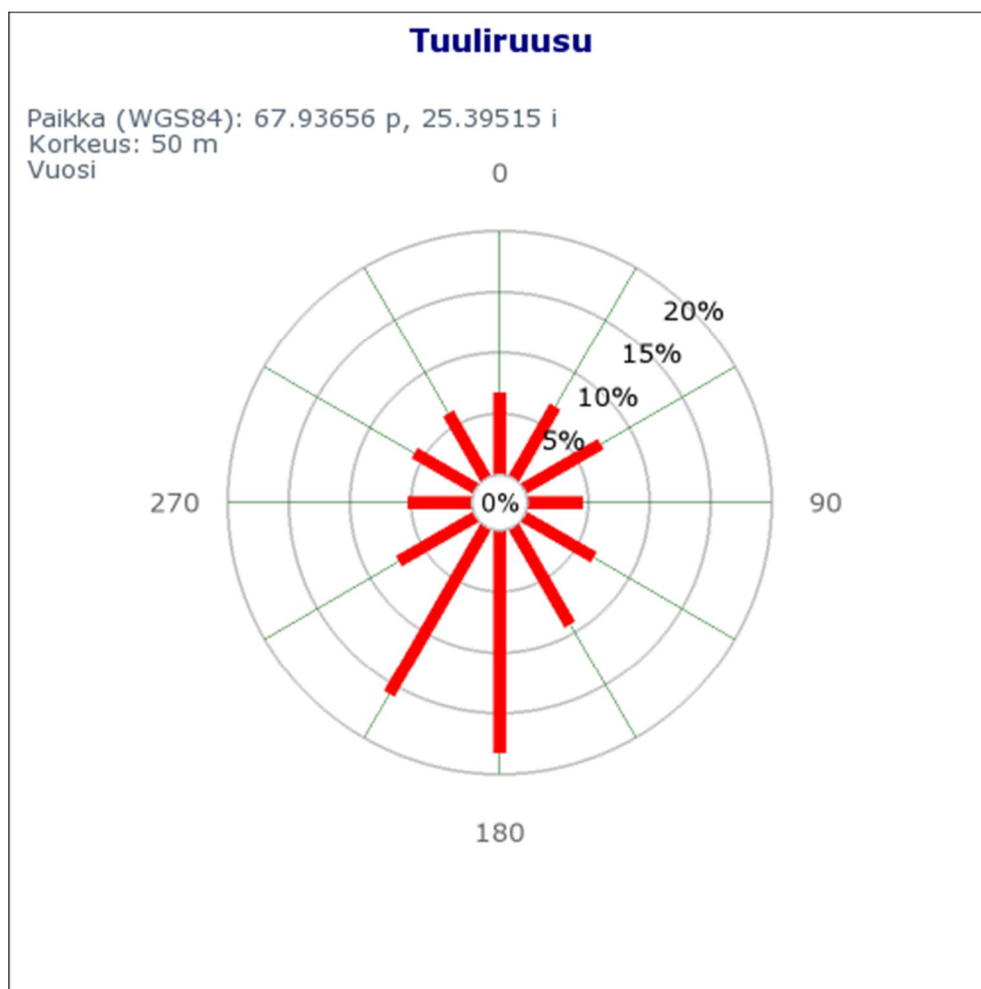
3 TARKKAILUALUE

Kittilän kaivos sijaitsee noin 35 km Kittilän keskustasta koilliseen Rouravaaran kylässä. Kaivosalueen metsät ovat pääosin talouskäytössä olevaa nuorta tuoretta mäntykangasta. Kaivosalueen länsipuolella sijaitsee laaja pitkittäissuuntainen suoalue, joka on suurelta osin avosuota (Agnico-Eagle Finland 2009).

Kittilän kaivoksen lisäksi muuta pistekuormitusta alueelle ei tule.

3.1 Päästöjen leviämiseen vaikuttavat olosuhteet

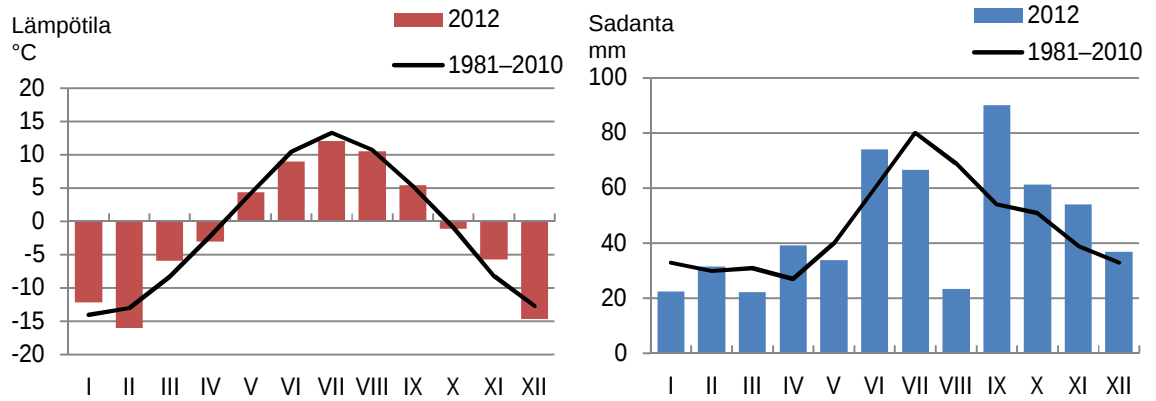
Tuuliolosuhteilla eli tuulen suunnalla ja nopeudella on suuri vaikutus ilmanpäästöjen leviämiseen. Kittilän kaivoksen alueella vallitseva tuulen suunta on etelästä (Kuva 1). Toiseksi eniten tuulee lounaan ja etelän välistä. Tuulisuustiedot ovat peräisin Suomen tuuliatlaksen tuulienergiakartastosta. Tuuliatlas perustuu tietokonemallinnukseen, jossa on hyödynnetty sääennustusmalleja. Tuuliatlasta varten on laskettu 72 kuukauden säätilanteet, jotka on tilastollisesti valittu edustamaan viimeisen 50 vuoden jaksoa (Suomen Tuuliatlas 2010).



Kuva 1. Vallitsevat tuulen suunnat Kittilän kaivoksen alueella (Tuuliatlas 2013).

Kittilän kaivoksen alue kuuluu Suomen kylmimpiin seutuihin. Vuoden keskilämpötila on ollut vuosina 1981–2010 keskimäärin $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vuonna 2012 koko vuoden keskilämpötila oli $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ eli hyvin lähellä vertailujakson keskiarvoa (Kuva 2).

Vertailujaksolla 1981–2010 Kittilän vuoden keskimääräinen sademäärä on ollut 547 mm, mikä on 31 mm enemmän kuin aikaisemmalla vertailujaksolla 1971–2000. Vuonna 2012 vuoden kokonaissademäärä oli 556 mm, eli hiukan enemmän kuin vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin. Selvästi sateisin kuukausi oli syyskuu, jolloin sademäärä oli 67 % tavanomaista suurempi (Kuva 2). Tavanomaista enemmän satoi myös kesäkuussa ja loka-marraskuussa. Elokuu oli poikkeuksellisen kuiva: sademäärä oli vain 23 mm eli elokuussa satoi vain kolmasosa tavanomaisesta määrästä.



Kuva 2. Kuukauden keskilämpötilat ja sademäärät Kittilässä (Pokan havainto-asema) vuonna 2012 sekä vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin (Pirinen ym. 2012, Ilmatieteen laitos 2013).

4 BIOLOGINEN TARKKAILU

4.1 Sammal

Metsäsammat ovat herkkiä indikoimaan ilman kautta laskeutuvaa kuormitusta (Lodenius ym. 2002). Sammalnäytteitä voidaan käyttää lyhytaikaisen (1–3 vuotta) kertymisen kuvaamiseen. Metsäsammalilla ei ole juuria ja ne imevät kasvuunsa tarvitseman veden sekä ravinteet ilmasta, joten ilman epäpuhtaudet kulkeutuvat suoraan niihin. Sekä laskeuman laatu (märkälaskeuma, kaasu, hiukkaset) että ns. luonnolliset tekijät (sammalten morfologiset ja fysiologiset ominaisuudet, kasvupaikka ja lähiympäristö) vaikuttavat metallien kertymiseen sammalten solukoihin. Myös ennustamattomat luonnonolot (säätekijät; tuulensuunta ja -nopeus, sadanta, ilmakosteus) vaikuttavat raskasmetallien kertymiseen sammalissa (Pöykiö 2002, Poikolainen 2004, Pöyry Finland Oy 2010). Vaihtelua metallien kertymisessä on sekä sammalyksilöiden että populaatioiden välillä tai jopa saman lajin sisälläkin.

4.1.1 Näytteenotto ja esikäsittely

Sammalnäytteet kerättiin 14.-15.6.2012. Sammalnäytteenotto suoritettiin 20 koealalta, joista yksi oli vertailualue (Sadinselkä). Alueet olivat täysin samat kuin aikaisemmassa tutkimuksessa v. 2009. Näytteiden koordinaattitiedot on esitetty liitteessä 1 ja näytteiden paikat kartalla liitteessä 2. Näytelajina kerättiin seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) standardin SFS 5671 "Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Sammalten kemiallinen analyysi. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen" ohjeiden mukaisesti.

Sammaleet kerättiin standardin mukaan noin 10 metrin säteellä metsän aukkopaikoista. Näytteitä ei kerätty kiviltä, kallioilta tai kasvillisuuden suojasta. Näytteenottopäivinä sää oli sateeton. Kultakin näytealalta kerättiin yksi kokoomanäyte, joka muodostettiin viidestä osanäytteestä. Näytteet kerättiin kertakäyttöhansikkaita käyttäen kultakin näytealalta omaan muovipussiin. Kokoomanäytteen tilavuus oli noin 2 litraa. Pussit suljettiin välittömästi näytteenoton jälkeen. Näytteenotossa, kuljetuksessa ja käsittelyssä varottiin karikkeen ja muun maa-aineksen pääsyä näytteiden yläosaan.

Sammalnäytteenoton suorittivat biologit Tiina Sauvola ja Ella Kilpeläinen Pöyry Finland Oy:stä. Koealueiden maastohavaintolomakkeet (tiedot kerätty 2009) tarkistettiin ja alueet valokuvattiin. Koealueiden tiedot on esitetty v. 2009 tutkimuksessa (WSP Environmental 2010).

Koska näytteitä ei voitu käsitellä välittömästi, ne pakastettiin standardin ohjeen mukaisesti mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen. Sammalet esikäsiteltiin Pöyry Finland Oy:n laboratoriossa 2.7.-9.7.2012. Esikäsittelyssä sammalet puhdistettiin karikkeesta näytekohtaisesti puhtaan alustan päällä suojaten kädet kertakäyttöhansikoilla. Lopullisiin näytteisiin otettiin sammalista kolme nuorinta vuosikasvainta eli sammalen vihreä osa. Tämän jälkeen näytteet säilytettiin pakkasessa suljetuissa LD-polyeteenipusseissa analysointiin saakka.

4.1.2 Näytteiden analysointi

Näytteet analysoitiin Suomen ympäristöpalvelu Oy:n laboratoriossa Oulussa. Esikäsittely ja analysointi tapahtuivat pääpiirteissään seuraavasti:

- Näytteen kuivatus (40°C) ja hienonnus.
- Mikroaaltoavusteinen typpihappoliuotus märkäpoltolla (EPA 3051)
- Alkuainemääritys ICP-MS ja ICP-OES-tekniikalla

Sammalnäytteistä määritettiin seuraavat metallit:

- rikki (S)
- alumiini (Al)
- antimoni (Sb)
- arseeni (As)
- kadmium (Cd)
- koboltti (Co)
- kromi (Cr)
- kupari (Cu)
- nikkeli (Ni)
- sinkki (Zn)

4.1.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

Analyysitulokset vuosilta 2009 ja 2012 on esitetty Taulukko 1. Liitteessä 3 on esitetty analyysien tutkimustodistus sekä perustulokset vuodelta 2012.

Taulukko 1. Sammalnäytteiden alkuainepitoisuudet (mg/kg) alueittain ja tilastolliset tunnusluvut vuosilta 2009 ja 2012.

		2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
Näyte	Alue	Al	Al	As	As	Cd	Cd	Co	Co	Cr	Cr	Cu	Cu	Ni	Ni	Sb	Sb	Zn	Zn	S	S
1	Joki-Koivalehto	220	310	0,8	4,7	0,13	0,10	0,3	0,4	0,8	3,2	6,5	5,3	2,2	2,8	0,28	1,0	37	25	850	710
2	Pikku Rouravaara P	940	880	2	25	0,1	0,08	0,6	1,0	2,5	6,1	6,9	8,9	2,6	4,6	0,25	2,4	32	23	690	760
3	Pikku Rouravaara I	180	260	0,9	2,3	0,09	0,12	0,2	0,3	0,7	2,3	6,7	5,4	1,8	2,4	0,17	0,50	32	30	630	740
4	Pikku Rouravaara E	270	720	2,8	20	0,08	0,10	0,4	1,0	1	5,9	6,8	9,1	2,1	4,8	0,63	2,1	30	30	670	820
5	Rouravaara	410	570	2,9	15	0,1	0,12	0,4	0,9	1,8	5,0	6,7	8,7	2,4	4,3	0,49	1,9	34	29	730	780
6	Rossimukka	220	620	1,3	8,9	0,09	0,08	0,2	0,9	1	5,4	4,9	6,9	1,7	4,4	0,69	3,4	24	22	570	660
7	Lehtoniemi	470	850	4,6	14	0,13	0,10	0,7	1,4	1,8	7,5	6,7	9,3	3,7	5,7	1,09	2,7	44	33	770	770
8	Suurikuusikko	980	2270	11	29	0,1	0,12	1,5	3,2	3,3	18	9,5	15	4,8	13	2,62	3,9	30	30	750	1130
9	Kesäkuusikko	450	360	1,2	4,1	0,1	0,08	0,3	0,5	1,8	3,0	5,8	5,0	2,5	2,7	0,23	0,92	32	27	710	710
10	Sadinselkä	540	160	0,7	0,1	0,1	0,08	0,4	0,1	1,9	1,2	6,2	3,7	2,5	1,4	0,08	0,10	27	22	670	600
11	Järviläki	130	140	0,2	0,6	0,11	0,10	0,1	0,1	0,6	1,2	4,6	3,7	1,7	1,6	0,08	0,11	23	21	640	590
12	Suasjärvi	110	200	0,1	3,2	0,14	0,10	0,1	0,2	0,4	1,8	3,6	6,1	1,2	2,1	0,05	0,39	28	30	500	660
13	Sinettäpalo	110	150	2,0	0,5	0,11	0,05	0,1	0,2	0,5	1,7	4,6	3,6	1,3	1,7	0,07	0,20	22	22	540	570
14	Kuoksuskaarko	160	250	0,4	1,3	0,1	0,10	0,1	0,3	0,7	1,7	5	4,6	1,7	2,4	0,12	0,45	35	31	700	690
15	Katajaselkä	180	170	0,2	0,2	0,12	0,11	0,2	0,4	1,1	1,9	7,6	8,2	2,6	2,7	0,07	0,15	37	24	700	600
16	Lauttaselkä	140	120	0,2	0,4	0,09	0,06	0,2	0,1	0,7	1,3	8,1	4,7	1,7	1,4	0,05	0,12	25	17	540	570
17	Leppäkumpu	160	180	0,3	0,4	0,1	0,08	0,2	0,2	0,7	1,4	10	5,8	2,4	1,9	0,07	0,12	36	24	750	620
18	Tuletonkuusikko	200	220	0,3	1,8	0,14	0,09	0,3	0,2	0,7	1,5	5,7	3,8	2,2	1,8	0,09	0,29	47	34	770	630
19	Kiistala	120	210	0,1	1,3	0,09	0,08	0,1	0,2	0,6	2,2	3,7	4,1	1,4	2,0	0,11	0,50	21	19	540	590
20	Hanhimaa	160	210	0,2	0,5	0,12	0,12	0,1	0,2	0,6	2,6	4,8	4,0	1,9	2,6	0,08	0,29	27	30	610	720
	keskiarvo	308	443	1,6	6,7	0,11	0,09	0,3	0,6	1,2	3,7	6,2	6,3	2,2	3,3	0,37	1,08	31	26	667	696
	min	110	120	0,1	0,1	0,08	0,05	0,1	0,1	0,4	1,2	3,6	3,6	1,2	1,4	0,05	0,10	21	17	500	570
	max	980	2270	11,0	29,0	0,14	0,12	1,5	3,2	3,3	18,0	10,0	15,0	4,8	13,0	2,62	3,90	47	34	850	1130

Verrattaessa vuosien 2009 ja 2012 sammalnäytteiden raskasmetallipitoisuuksia voidaan huomata että osalla näytealoista pitoisuudet ovat laskeneet ja osalla kasvaneet. Kaikkien näytealojen keskiarvoja vertaillen voidaan huomata, että alumiinin, arseenin, kobolttin, kromin, kuparin, nikkelin, antimonin ja rikin pitoisuudet ovat nousseet hieman kun taas kadmiumin ja sinkin pitoisuudet ovat laskeneet.

Yleisesti sammalten raskasmetallipitoisuudet ovat pienentyneet Suomessa 1980-luvun tasolta. Sammalten arseenipitoisuudet ovat pienentyneet 26 %, kadmiumpitoisuudet 67 %, kromipitoisuudet 16 %, kuparipitoisuudet 34 %, nikkelipitoisuudet 18 % ja sinkkipitoisuudet 24 %. Nikkelin, kromin ja kuparin pitoisuuksien suurimmat alenemat on todettu kuormittajien, kuten terästehtaiden läheisyydessä, mutta taustapitoisuudet ovat pienentyneet vain vähän. Muiden metallien pitoisuudet ovat puolestaan pienentyneet koko maassa (Poikolainen 2004).

Tässä tutkimuksessa arseenin keskiarvo ylitti raskasmetallien keskimääräiset pitoisuudet sammalissa Suomessa v. 2010 tehdyissä tutkimuksissa (Taulukko 2, Metsäntutkimuslaitos 2012). Muilla metalleilla erot olivat hyvin pieniä verrattaessa Metsäntutkimuslaitoksen tutkimiin metalleihin (kadmium, kromi, kupari, nikkeli ja sinkki). Myös Alumiinin keskimääräinen pitoisuus ylitti valtakunnallisen (362 mg/kg) arvon (Poikolainen & Piispanen 2004). Rikillä keskiarvo ei ylittänyt valtakunnallista (960 mg/kg) arvoa (Poikolainen & Piispanen 2004).

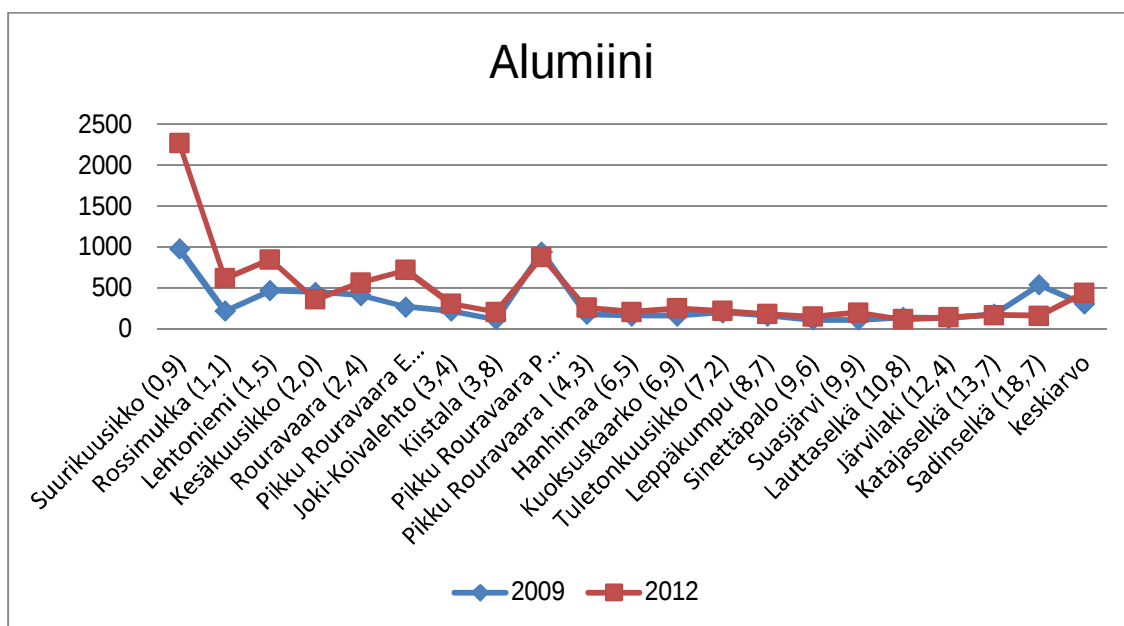
Taulukko 2. Raskasmetallien keskimääräiset pitoisuudet sammalissa Suomessa (Metsäntutkimuslaitos 2012, Poikolainen & Piispanen 2004).

alkuaine	keskimääräinen pitoisuus
Al	362 mg/kg
As	0,11 mg/kg
Cd	0,12 mg/kg
Cr	0,97 mg/kg
Cu	5,03 mg/kg
Ni	2,51 mg/kg
S	960 mg/kg
Zn	31,01 mg/kg

Kaikkia määritettyjä raskasmetalleja on käsitelty omina kappaleinaan edellä. Kaikista metalleista on piirretty kuvaajat (kuvat 3-12), joissa sammalnäytealat on asetettu etäisyyden mukaiseen järjestykseen. Lähtöpisteenä on käytetty Suurikuusikon sivukiviläjitysaluetta, koska oletettavasti suurimmat pölypäästöt aiheutuvat sieltä sekä kaivosalueen tiestöstä.

Alumiini (Al)

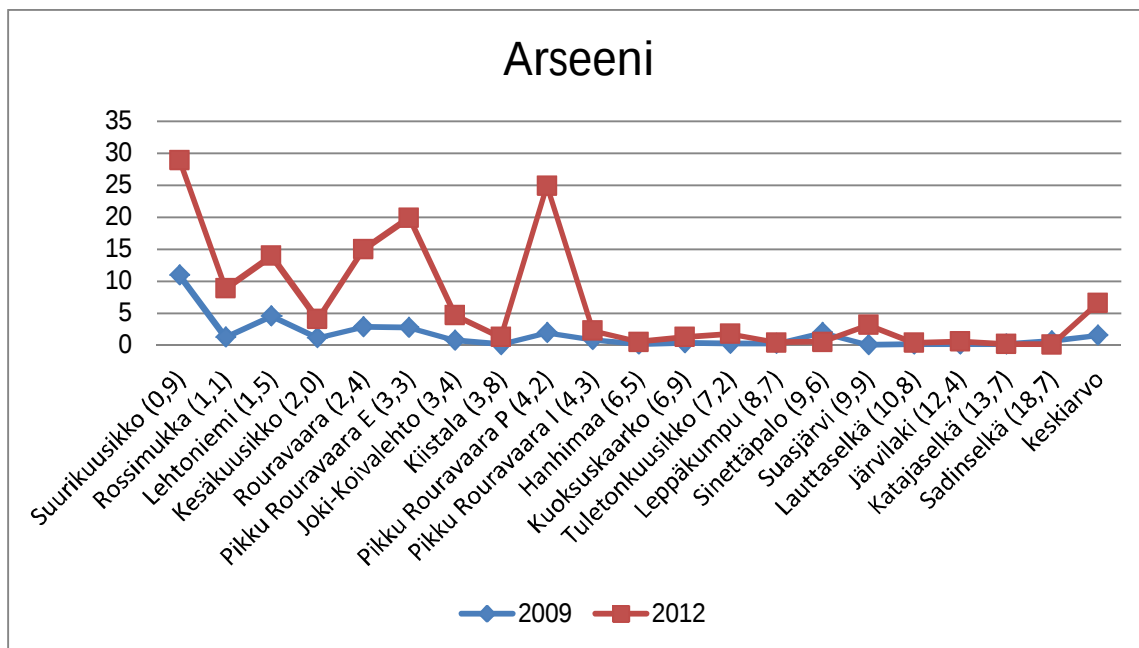
Suurimmat alumiinipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 3). Vuonna 2009 myös vertailualueella Sadinselässä oli määritetty hieman korkeampi alumiinipitoisuus, mutta v. 2012 pitoisuus oli laskenut samalle tasolle muiden kaukaisempien pisteiden kanssa.



Kuva 3. Alumiinin (Al) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Arseeni (As)

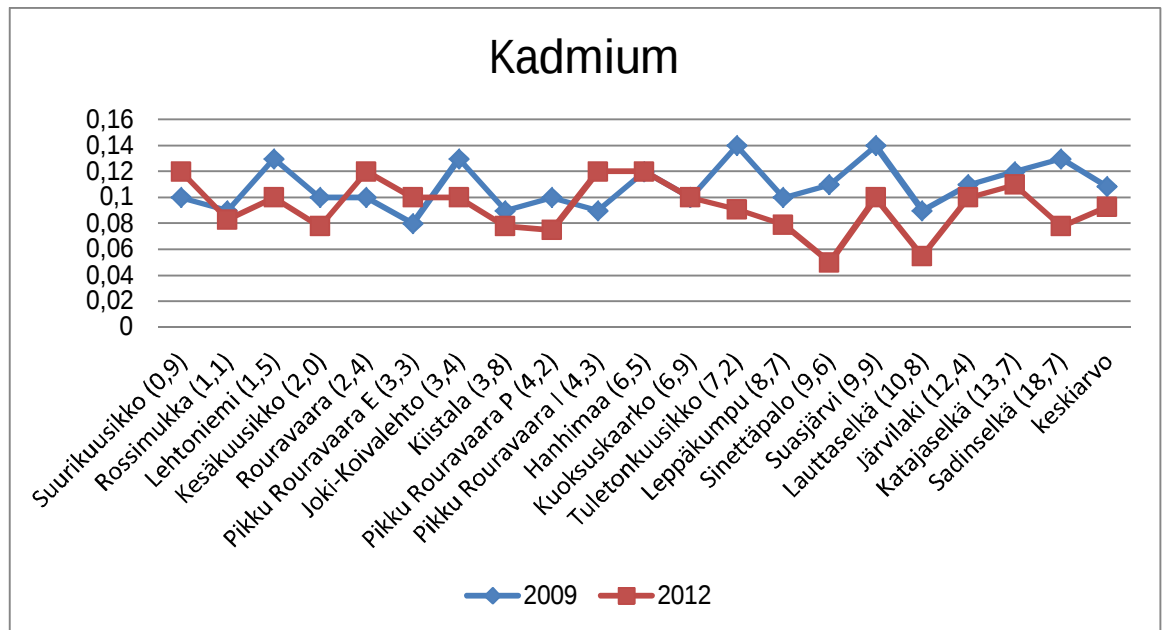
Suurimmat arseenipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 4). Sammalnäytteiden arseenipitoisuudet olivat nousseet edelliseen tutkimukseen verrattuna juurikin 5 km säteellä kaivosalueesta. Esimerkiksi Suurikuusikon näytealalla sammalten arseenipitoisuus oli lähes kolminkertaistunut. Myös arseenin keskiarvo sammalnäytteissä oli noussut huomattavasti (1,6 mg/kg:sta 6,7 mg/kg:aan).



Kuva 4. Arseeni (As) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Kadmium (Cd)

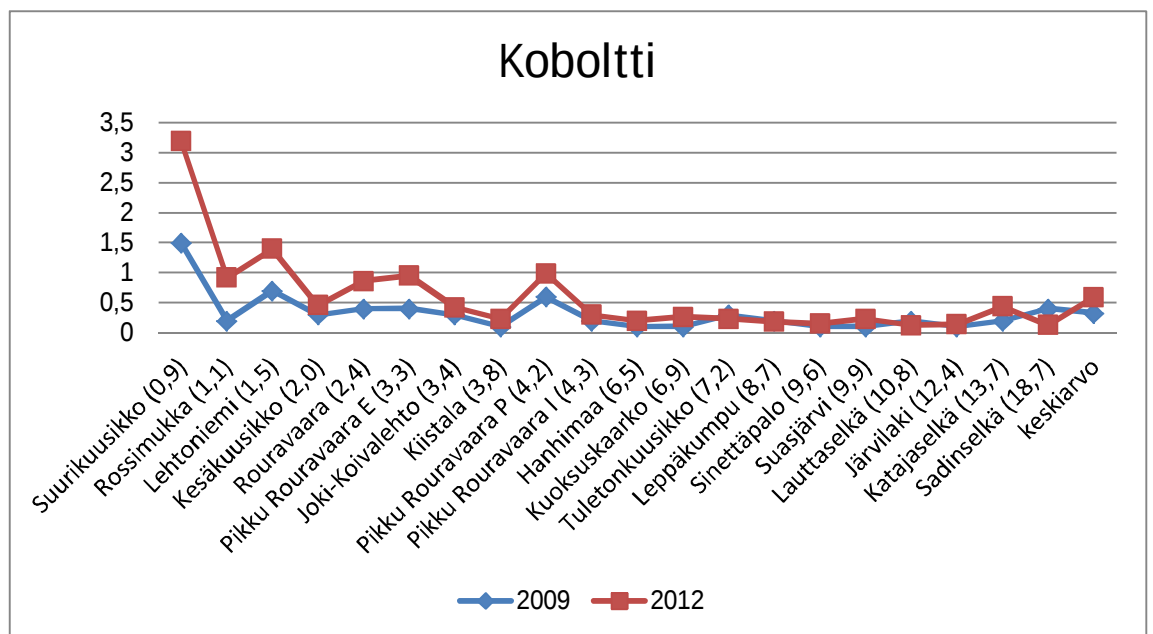
Kadmiumpitoisuuksissa voidaan havaita suurta vaihtelua molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 5). Sammalnäytteiden kadmiumpitoisuuksissa ei voida nähdä selvää trendiä siitä, että pitoisuudet olisivat korkeampia kaivosalueen läheisyydessä.



Kuva 5. Kadmium (Cd) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Koboltti (Co)

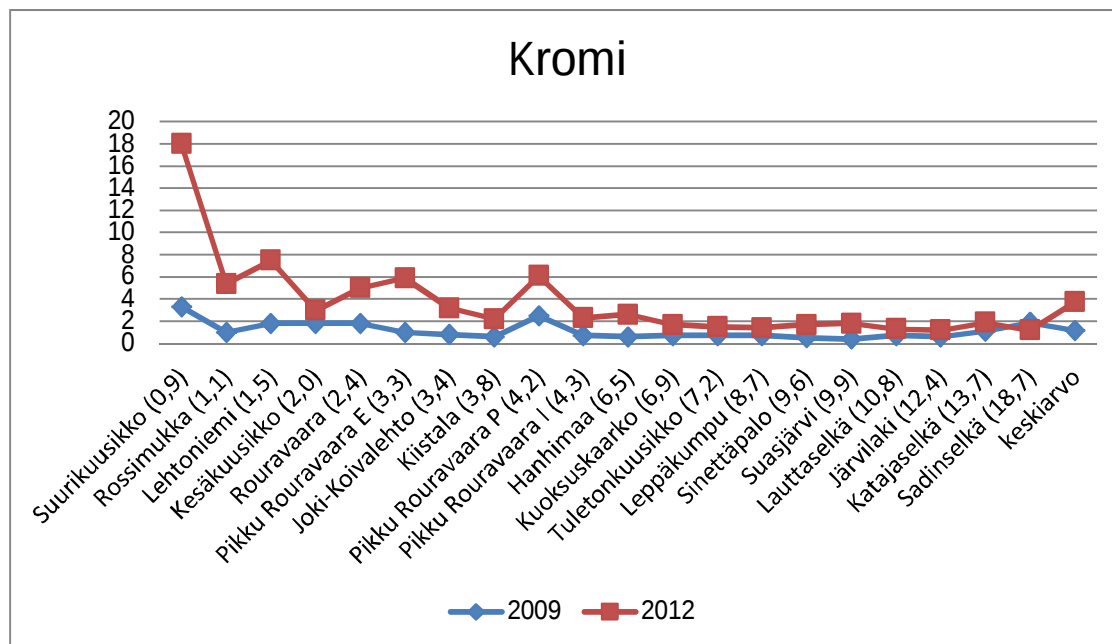
Suurimmat kobolttipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 6). Sammalnäytteiden kobolttipitoisuudet olivat nousseet edelliseen tutkimukseen verrattuna noin 5 km säteellä kaivosalueesta. Suurikuusikon näytealalla sammalten kobolttipitoisuus oli kaksinkertaistunut.



Kuva 6. Koboltti (Co) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Kromi (Cr)

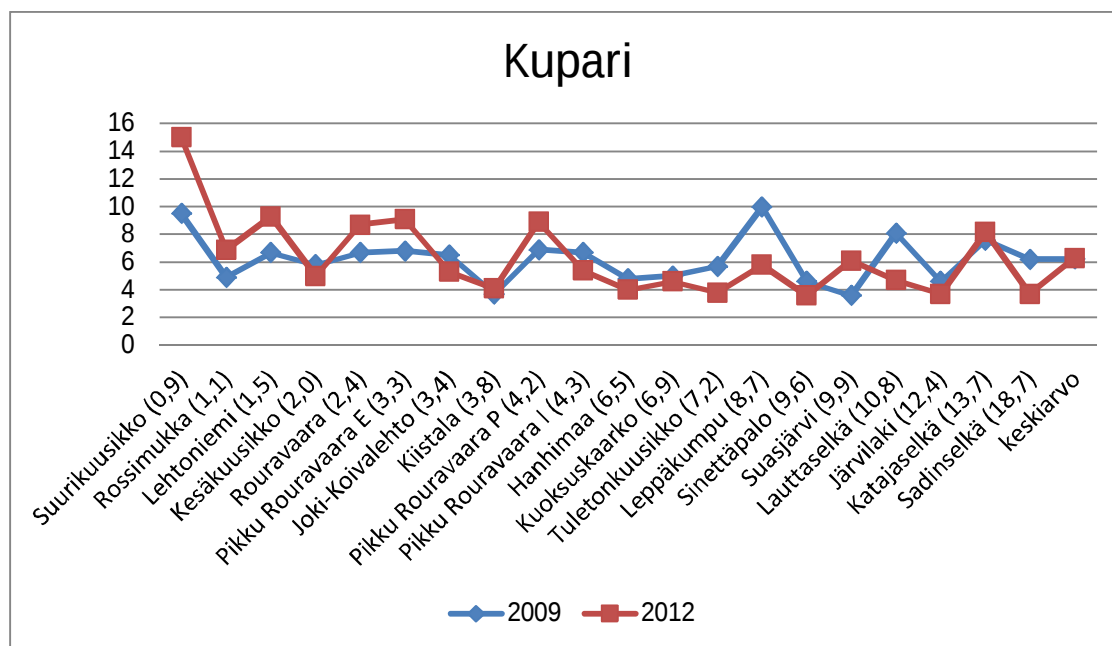
Suurimmat kromipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 7). Sammalnäytteiden kromipitoisuudet olivat nousseet edelliseen tutkimukseen verrattuna noin 5 km säteellä kaivosalueesta. Suurikuusikon näytealalla sammalten kromipitoisuus oli noussut huomattavasti.



Kuva 7. Kromi (Cr) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Kupari (Cu)

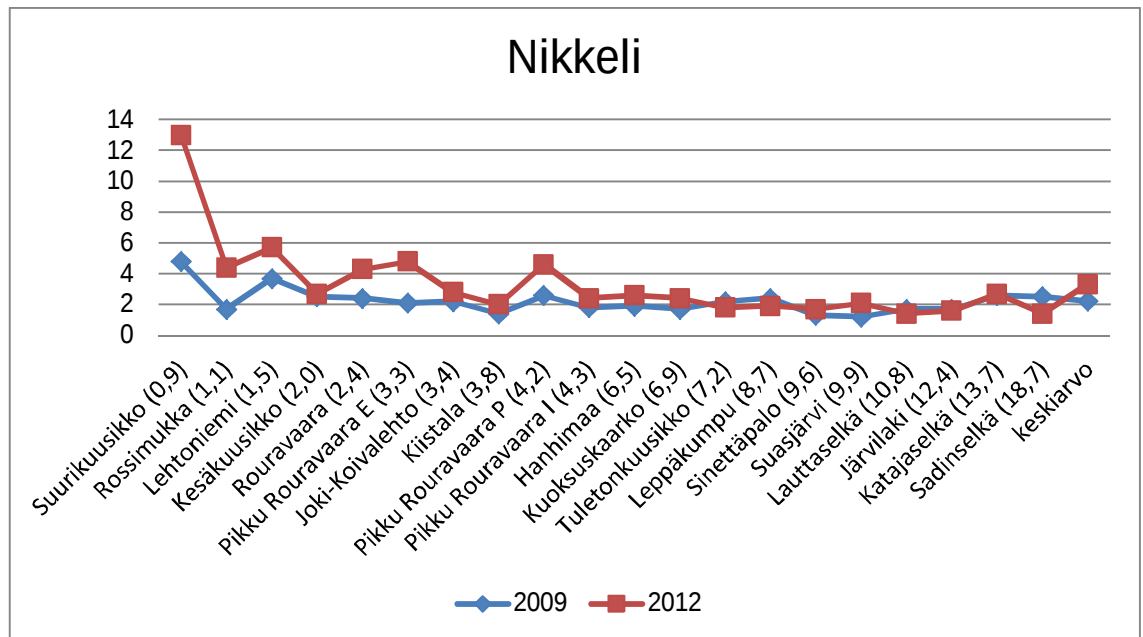
Kuparipitoisuuksissa voidaan havaita suurta vaihtelua molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 8). Suurimmat kuparipitoisuudet olivat Suurikuusikossa molempina näytteenotto vuosina.



Kuva 8. Kupari (Cu) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Nikkeli (Ni)

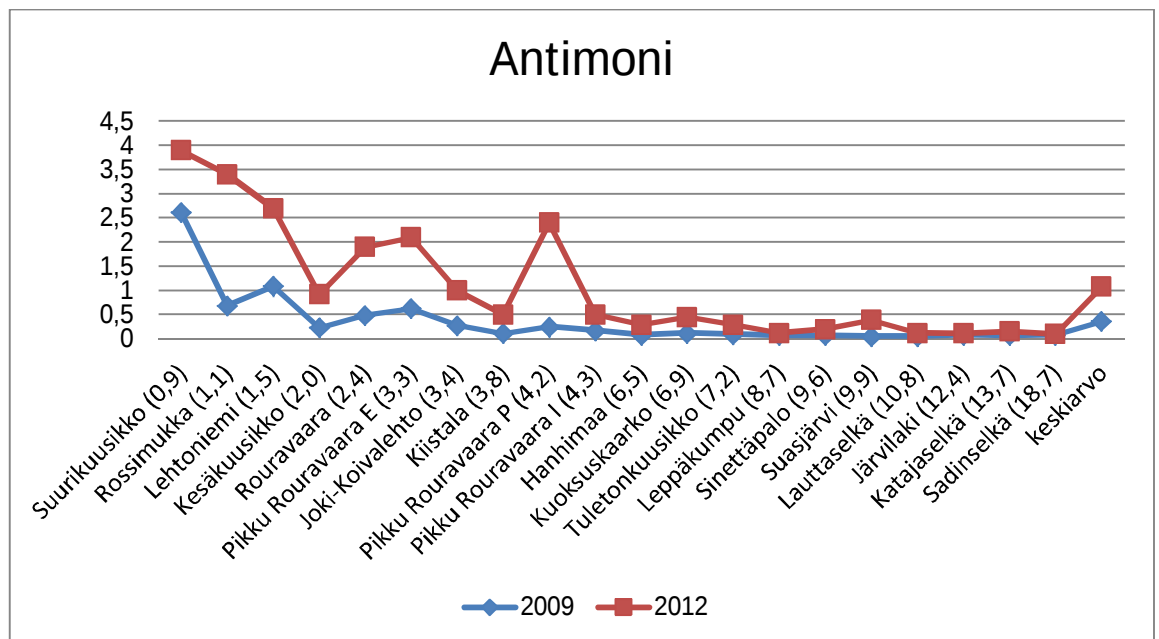
Suurimmat nikkelpitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 9). Suurikuusikon näytealalla sammalten nikkelpitoisuus oli noussut huomattavasti (4,8 mg/kg:sta 13 mg/kg:aan).



Kuva 9. Nikkeli (Ni) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Antimoni (Sb)

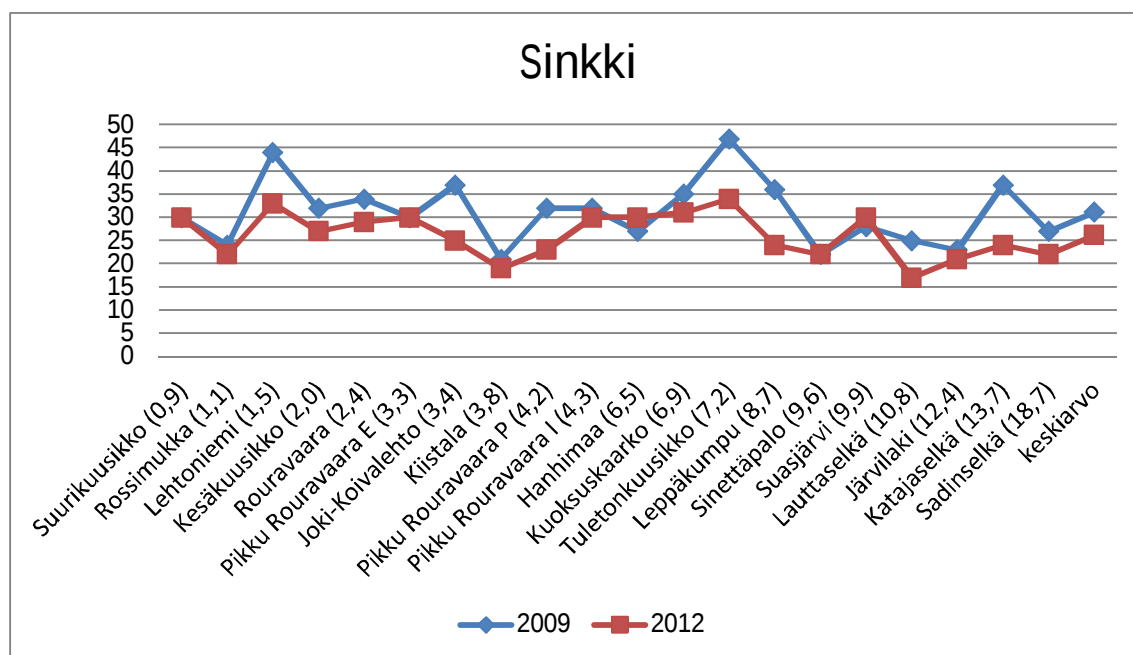
Suurimmat antimonipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 10). Sammalnäytteiden antimonipitoisuudet olivat nousseet edelliseen tutkimukseen verrattuna noin 5 km säteellä kaivosalueesta.



Kuva 10. Antimoni (Sb) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Sinkki (Zn)

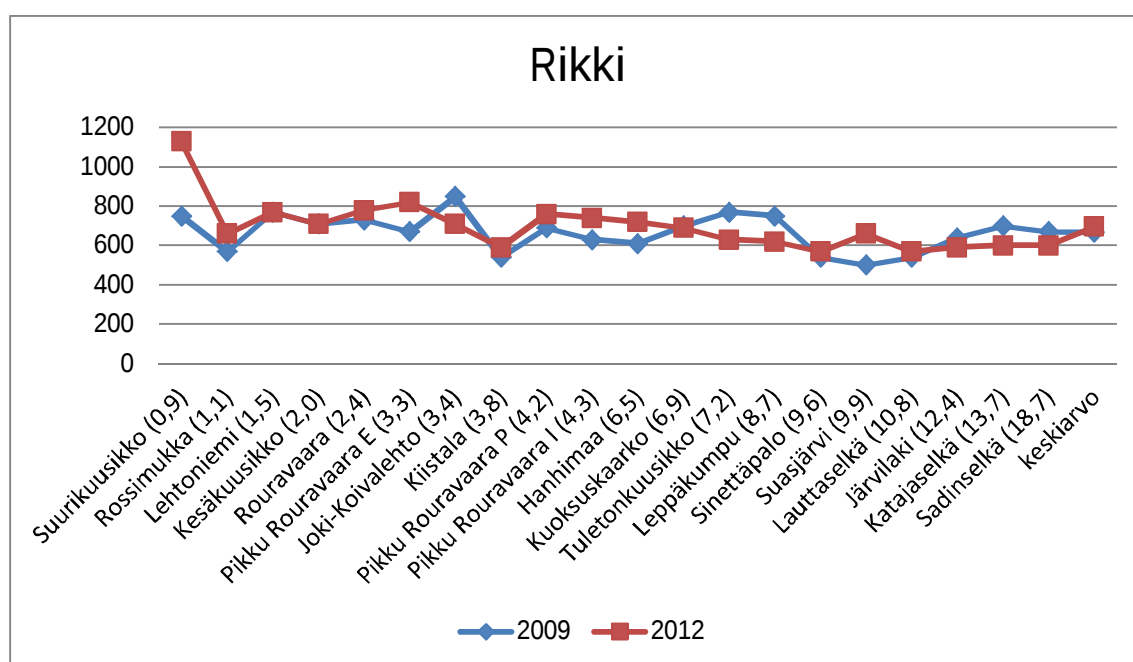
Sinkkipitoisuuksissa voidaan havaita suurta vaihtelua molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 11). Sammalnäytteiden sinkkipitoisuuksissa ei voida nähdä selvää trendiä siitä, että pitoisuudet olisivat korkeampia kaivosalueen läheisyydessä.



Kuva 11. Sinkki (Zn) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjäytysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Rikki (S)

Suurimmat rikkipitoisuudet olivat lähimpänä kaivosaluetta molempina näytteenotto vuosina (Taulukko 1, Kuva 12). Suurikuusikon näytealalla sammalten rikkipitoisuus oli noussut huomattavasti (750 mg/kg:sta 1130 mg/kg:aan).



Kuva 12. Rikki (S) pitoisuudet (mg/kg) sammalissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjäytysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

4.2 Kekomuurahaiset

Muurahaisnäytteenotolla saadaan tietoa raskasmetallien kertymisestä eliöihin. Niiden tiedetään keräävän raskasmetalleja itseensä ja niitä pidetään hyvinä saastumisen indikaattoreina. Formica-ryhmän muurahaisten on havaittu vähentyneen alueilla, missä met-sät ovat saastuneet ilmasta tulevien päästöjen johdosta (Eeva et al. 2004).

4.2.1 Näytteenotto

Kekomuurahaisnäytteet kerättiin samaan aikaan sammalnäytteiden kanssa 14.-15.6.2012. Näytteenotto suoritettiin 10 koealalta, joista yksi oli vertailualue (Sadinselkä). Alueet ja niillä olevat muurahaispesät olivat täysin samat kuin aikaisemmassa tutkimuksessa v. 2009. Näytteiden koordinaattitiedot on esitetty liitteessä 1 ja näytteiden paikat kartalla liitteessä 2.

Näytteenotto tapahtui Kittilän kaivoksen tarkkailuohjelman (Agnico-Eagle Finland 2009) liitteen 8 kekomuurahaisten näytteenotto-ohjeen mukaisesti. Ohje perustuu SYKE:n ekotoksilogian tutkimusosaston ohjeeseen (alkuperäisen ohjeen on laatinut Juhha-Pekka Hirvi 15.11.2006). Näytelajina kerättiin Formica-ryhmän kekomuurahaisia. Muurahaiset poimittiin keon pinnalta etanolilla (50 %) puhdistetun leikkuulaudan avulla minigrip-pusseihin. Näytteenottohetkellä vallitsi aurinkoinen sateeton sää, jolloin muurahaiset tulevat hyvin esille keon päälle. Muurahaispesien vähyyden vuoksi näytteet on kerätty kahdesta tai kolmesta keosta, joista muodostettiin yksi kokoomanäyte. Muurahaisten määrä kokoomanäytteessä oli noin 200-300 yksilöä.

Kekomuurahaisnäytteenoton suorittivat biologit Tiina Sauvola ja Ella Kilpeläinen Pöyry Finland Oy:stä. Koealueiden maastohavaintolomakkeet (tiedot kerätty 2009) tarkistettiin ja alueet valokuvattiin. Koealueiden tiedot on esitetty v. 2009 tutkimuksessa (WSP Environmental 2010).

4.2.2 Näytteiden analysointi

Näytteet analysoitiin Suomen ympäristöpalvelu Oy:n laboratoriossa Oulussa. Menetelminä käytettiin mikroaaltoavusteista typpihappoliuotusta märkäpoltolla (EPA 3051) ja alkuainemääritys tapahtui ICP-MS-tekniikalla. Näytteistä määritetään arseenin (As) ja antimonin (Sb) pitoisuudet.

4.2.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

Analyysitulokset vuosilta 2009 ja 2012 on esitetty taulukossa 3. Liitteessä 4 on esitetty analyysien tutkimustodistus sekä perustulokset vuodelta 2012.

Taulukko 3. Muurahaisnäytteiden alkuainepitoisuudet (mg/kg) alueittain ja tilastolliset tunnusluvut vuosilta 2009 ja 2012. Keskiarvoa laskettaessa alle määritysrajan (<0,05 mg/kg) menevien pitoisuuksien laskemisessa on käytetty kyseistä arvoa (0,05 mg/kg).

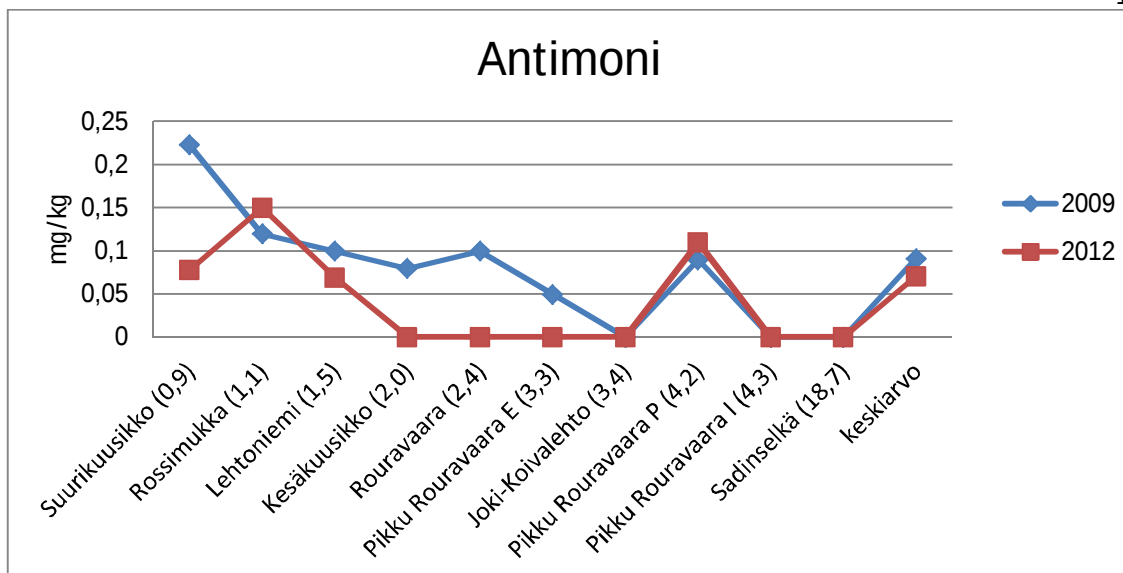
Näyte	Alue	2009	2012	2009	2012
		As	As	Sb	Sb
1	Joki-Koivalehto	0,13	0,19	<0,05	<0,05
2	Pikku Rouravaara P	0,38	1,2	0,09	0,11
3	Pikku Rouravaara I	0,37	0,21	<0,05	<0,05
4	Pikku Rouravaara E	0,4	0,56	0,05	<0,05
5	Rouravaara	1	0,83	0,1	<0,05
6	Rossimukka	0,5	0,57	0,12	0,15
7	Lehtoniemi	0,86	0,79	0,1	0,069
8	Suurikuusikko	1,1	0,87	0,223	0,078
9	Kesäkuusikko	0,22	0,18	0,08	<0,05
10	Sadinselkä	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	keskiarvo	0,50	0,55	0,09	0,07
	min	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	max	1,10	1,20	0,22	0,15

Verrattaessa vuosien 2009 ja 2012 muurahaisnäytteiden raskasmetallipitoisuuksia voidaan huomata, että muutokset ovat hyvin pieniä. Kaikkien näytepisteiden keskiarvot ovat lähes samoja näytteenottovuosien välillä. Myös minimi- ja maksimi- arvot ovat hyvin lähellä toisiaan. Yleisesti ottaen raskasmetallipitoisuudet ovat hieman korkeampia kaivosalueen välittömässä läheisyydessä kuin vertailualueella (Sadinselkä).

Molempia raskasmetalleja on käsitelty omina kappaleinaan edellä. Molemmista metalleista on piirretty kuvaajat (Kuva 13 ja Kuva 14), joissa kekomuurahaisten näytealat on asetettu etäisyyden mukaiseen järjestykseen. Lähtöpisteenä on käytetty Suurikuusikon sivukiviläjitäysaluetta, koska oletettavasti suurimmat pölypäästöt aiheutuvat sieltä sekä kaivosalueen tiestöstä.

Antimoni (Sb)

Korkeimmat antimonipitoisuudet kekomuurahaisnäytteissä olivat kaivoksen läheisyydessä kuten vuonna 2009 (Rossimukka 0,15 mg/kg) (Taulukko 3, Kuva 13). Poikkeuksena vuoteen 2009 kaikkein lähimmällä näytealalla Suurikuusikko antimonipitoisuus oli laskenut huomattavasti (v. 2009 pitoisuus oli 0,223 mg/kg ja v. 2012 vain 0,078 mg/kg). Vertailualueen (Sadinselkä) pitoisuus oli alle määritysrajan.

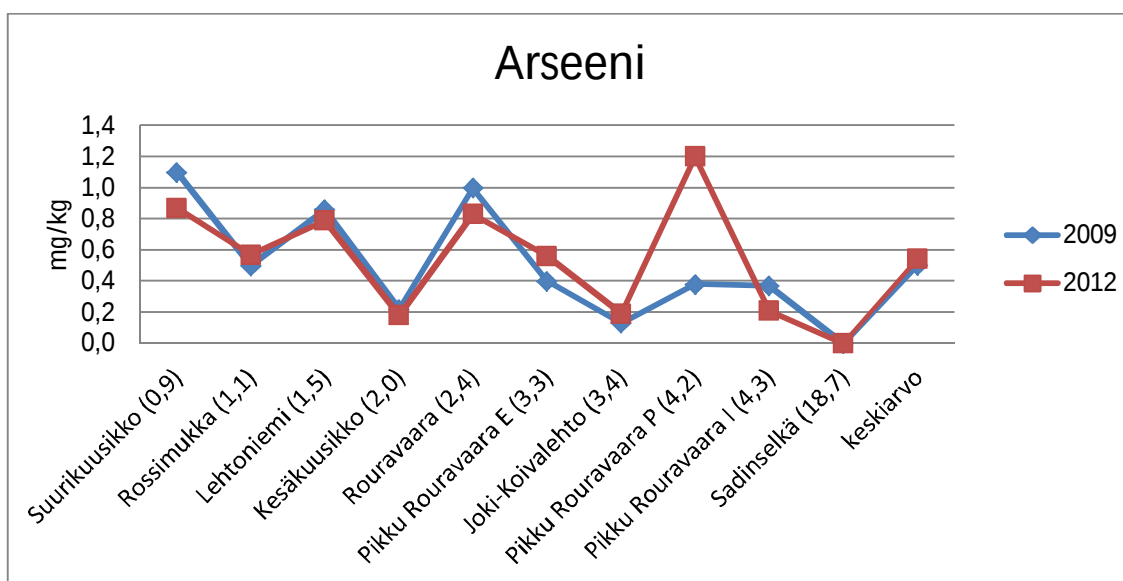


Kuva 13. Antimonin (Sb) pitoisuudet (mg/kg) kekomuurahaisissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

Arseeni (As)

Suurin arseenipitoisuus kekomuurahaisnäytteissä oli v. 2012 Pikku Rouravaaran pohjoisosassa (1,2 mg/kg) (Taulukko 3, Kuva 14). Aikaisemmassa tutkimuksessa suurin pitoisuus oli määritetty Suurikuusikosta (1,1 mg/kg). Vertailualueen Sadinselkä arseenipitoisuus oli sekä vuoden 2009 että v. 2012 tutkimuksessa kaikkein pienin (alle määrittämissä rajan 0,05 mg/kg) ja selvästi muita näytealoja alhaisempi.

Aikaisemmassa raportissa arseenipitoisuuksia verrattiin väitöskirjatutkimukseen (Eeva et al. 2004), jossa muurahaisia oli kerätty kahdelta vertailualueelta (toista aluetta pidettiin saastuneena ja toista puhtaana). Saastuneelta alueelta kerättyjen muurahaisten keskimääräinen arseenipitoisuus oli 1,34 mg/kg ja puhtaalta alueelta 0,33 mg/kg. Kittilän kaivoksen alueelta kerättyjen muurahaisten arseenipitoisuudet asettuivat väitöskirjatutkimuksessa havaittujen pitoisuuksien väliin molempina näytteenotto vuosina (WSP Environmental 2010).



Kuva 14. Arseenin (As) pitoisuudet (mg/kg) kekomuurahaisissa suhteessa etäisyyteen (km) Suurikuusikon sivukiviläjitäysalueelta vuosina 2009 ja 2012.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kittilän kaivoksen rakentamistyöt alkoivat kesällä 2006 ja tuotanto alkoi loppuvuodesta 2008. Tässä raportissa esitetään Kittilän kaivoksen biologisen tarkkailun tulokset vuodelta 2012. Vuonna 2012 tarkkailuun kuului sammal- ja kekomuurahaisnäytteenotto. Edellinen vastaavan laajuinen selvitys tehtiin vuonna 2009 (WSP Environmental 2010), jolloin kerättiin sammal- ja kekomuurahaisnäytteiden ohella myös humusnäytteitä.

Jatkossa sammal- ja kekomuurahaisnäytteiden raskasmetallipitoisuudet määritetään 3 vuoden välein eli seuraavankerran 2015. Humusnäytteiden raskasmetallipitoisuudet määritetään 9 vuoden välein eli seuraavan kerran vuonna 2018.

Verrattaessa vuosien 2009 ja 2012 sammalnäytteiden raskasmetallipitoisuuksia voidaan huomata että osalla näytealoista pitoisuudet ovat laskeneet ja osalla kasvaneet. Kaikkien näytealojen keskiarvoja vertaillen voidaan huomata, että alumiinin, arseenin, koboltin, kromin, kuparin, nikkelin, antimonin ja rikin pitoisuudet ovat nousseet hieman kun taas kadmiumin ja sinkin pitoisuudet ovat laskeneet.

Saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että korkeimmat pitoisuudet rajoittuvat tällä kuormitustasolla aivan kuormituslähteiden tuntumaan. Lisäksi suurimmalla osalla raskasmetalleista on havaittavissa laskeva trendi pitoisuuksissa kaivokselta kauemmas mentäessä. Sammalnäytteiden osalta suurimmat raskasmetallipitoisuudet olivat näytealalla Suurikuusikko, joka sijaitsee lähimpänä Suurikuusikon sivukiviläjitäysaluetta. Sivukiviläjitäysalue aiheuttaa oletettavasti suurimmat pölypäästöt kaivosalueen tiestön kanssa.

Myös Rouravaaran ja Pikku Rouravaaran alueella pitoisuudet olivat hieman koholla. Tämän selittää tuulen suunnat. Kittilän kaivoksen alueella vallitseva tuulen suunta on etelästä. Toiseksi eniten tuulee lounaan ja etelän välistä. Rouravaara ja Pikku Rouravaara sijaitsevat kaivoksesta pohjoiseen. Vastaavasti Kiistalan ja Kesäkuusikon näytealat sijaitsevat kaivoksesta etelään lähes samoilla etäisyyksillä kuin Pikku Rouravaaran näytealat. Kiistalan ja Kesäkuusikon pitoisuudet olivat alhaisempia kuin Rouravaaran ja Pikku Rouravaaran näytealojen pitoisuudet. Myös kekomuurahaisnäytteiden pitoisuuksissa on havaittavissa samanlainen trendi.

Bioindikaattoritutkimuksen tulosten tulkinnessa on otettava huomioon mahdolliset epävarmuustekijät. Bioindikaattoreihin vaikuttavat ns. taustamuuttujat, joita ovat mm. metsätyyppi, puiden ikä ja metsän kehitysaste. Taustamuuttujat eivät sinänsä kuvaa ilmanlaatua, mutta saattavat vaikuttaa itse ilmanlaadusta kertoviin bioindikaattorimuuttujiin (kts. Niskanen ym. 2003). Näytteenotosta, näytteiden esikäsittelystä sekä analyysien suorittamisesta mahdollisesti aiheutuvia vääristymiä suhteessa tuloksiin minimoitiin noudattamalla näytteenotossa ja esikäsittelyssä voimassaolevia standardeja. Näytteiden analysointi tapahtui SFS-EN ISO/IEC sertifioitussa sekä FINAS-akkreditoinnin piiriin kuuluvassa laboratoriossa. Silti mittausepävarmuustekijät ja -tarkkuus voivat vaihdella riippuen analysoitavasta alkuaineesta (kts. Laita ym. 2008). Lisäksi yksittäiseen bioindikaattorimuuttujaan voi vaikuttaa luontainen vaihtelu (mm. Jussila 2007).

6 VIITTEET

Agnico-Eagle Finland 2009. Kittilän kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailusuunnitelma. Moniste.

Eeva, T., Sorvari, J. & Koivunen, J. 2004. Effects of heavy metal pollutin on red wood ant (Formica s. str.) populations.

Jussila, I. 2007. Salon seudun ilman laadun bioindikaattoritutkimus vuonna 2006. Turun yliopisto. Satakunnan ympäristöntutkimuslaitos. Tutkimusraportti 2/2007. 39 s.

Laita, M., Huuskonen, I., Keskitalo, T., Lehtonen, E. & Ellonen, T. 2008. Pietarsaaren seudun ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2006-2007. Ympäristötutkimuksen tiedonantoja 167. 98 s.

Lodenius, M., Manninen, S., Nieminen, T., Raikinen, H., Ranta, P. & Willamo, R. 2002. Bioindikaattorit. Ympäristösuojelutieteen opetusmonisteita 21. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Helsingin yliopisto. 63 s.

Metsäntutkimuslaitos 2012. Sammalten raskasmetallipitoisuuksista - Suomessa vuosina 1985-2010. Internetosoite: <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/tulokset.htm> (luettu 13.1.2013)

Mätkönen, E. (toim.) 1998. Ympäristömuutos ja metsien kunto- Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691. Vantaan tutkimuskeskus. 278 s.

Niskanen, I., Ellonen, T., Nousiainen, O. ja Polojärvi, K. 2003. Kanta-Hämeen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2001-2002. Hämeen ympäristökeskus. Hämeenlinna. Alueelliset ympäristöjulkaisut 290. 111 s

Osmo, J., Pietarila, H., Rautio, P., Salmi, T. & Waldén, J. 2005. Malli ilmanlaadun alueelliseksi seurantaohjelmaksi. Alueelliset ympäristöjulkaisut 383. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 123 s.

Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J.-P., Karlsson, P. & Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010. Raportteja 2012:1. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

Poikolainen, J. & Piispanen, J. 2004. Sammalet arseenilaskeuman indikaattoreina. Teoksessa: arseeni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit. Toimittajat: Kirsti Loukola-Ruskeeniemi ja Pentti Lahermo. Geologian tutkimuskeskus, 59-65.

Poikolainen, J. 2004. Mosses, epiphytic lichens and tree bark as biomonitors for air pollutants – specially for heavy metals in regional surveys. – Acta Univ. Oul. A 421.

Pöykiö, R. 2002. Assessing industrial pollution by means of environmental samples in the Kemi-Tornio region. – Acta Univ. Oul. A 393.

Pöyry Finland Oy 2010. Tornion-Kemin –alueen sammalten raskasmetallitutkimus 2010. Outokumpu Chrome Oy.

Suomen Tuuliatlas 2010. Yhteenvetoraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö. Ilmatieteen laitos. Motiva Oy. Moniste. Osoitteessa: http://www.tuuliatlas.fi/linked/fi/Tuuliatlas_yhteenvetoraportti.pdf . Luettu 30.1.2013.

Suomen Tuuliatlas 2013. Tuuliatlas-karttaliittymä. Osoitteessa: www.tuuliatlas.fi. Luettu 30.1.2013.

WSP Environmental 2010. Kittilän kaivoksen tuotantovaiheen ympäristötarkkailu, Biologinen tarkkailu maa-alueilla 2009.

Liite 1. Näytteenottopisteiden koordinaatit

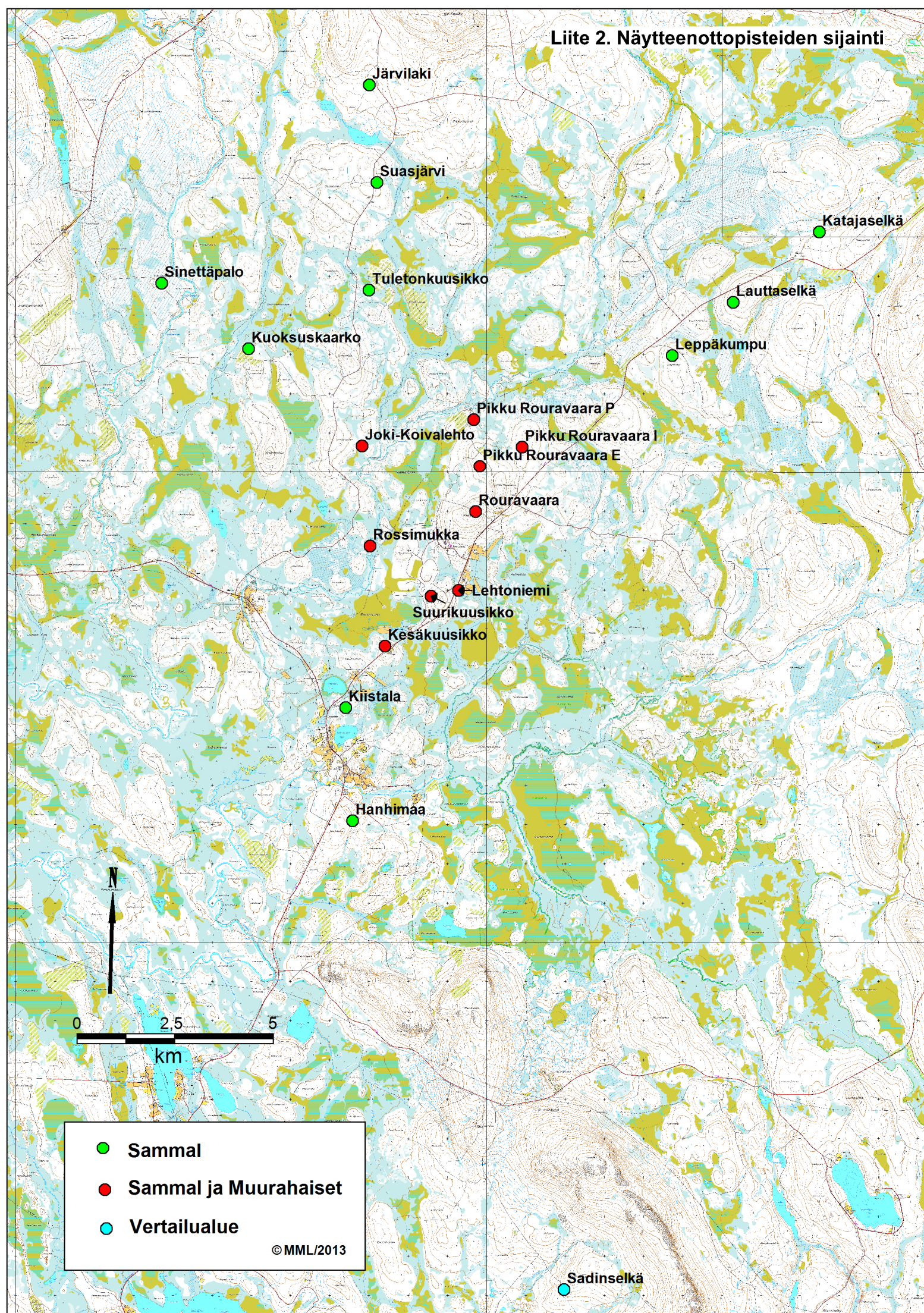
Näyte	Numero	Alue	Koordinaatit (KKJ)					
S & M	1	Joki-Koivalehto	3430953	7539825	3430740	7539811		
S & M	2	Pikku Rouravaara P	3433808	7540495	3433832	7540371		
S & M	3	Pikku Rouravaara I	3435038	7539788	3435122	7539793		
S & M	4	Pikku Rouravaara E	3433959	7539295	3433989	7539319		
S & M	5	Rouravaara	3433855	7538143	3433921	7538231		
S & M	6	Rossimukka	3431164	7537268	3431116	7537276		
S & M	7	Lehtoniemi	3433412	7536141	3443494	7536081		
S & M	8	Suurikuusikko	3432713	7535990	3432704	7535908		
S & M	9	Kesäkuusikko	3431545	7534706	3431604	7534761		
S & M	10	Sadinselkä	3436109	7518283	3436193	7518329	3436220	7518324
S	11	Järvilaki	3431141	7549037				
S	12	Suasjärvi	3431337	7546538				
S	13	Sinettäpalo	3425842	7543985				
S	14	Kuoksuskaarko	3428061	7542300				
S	15	Katajaselkä	3442643	7545283				
S	16	Lauttaselkä	3440427	7543492				
S	17	Leppäkumpu	3438865	7542128				
S	18	Tuletonkuusikko	3431133	7543807				
S	19	Kiistala	3430538	7533140				
S	20	Hanhimaa	3430715	7530244				

S = Sammal

M = Muurahaiset (muurahaisia on kerätty 2-3 pesästä ja kaikkien pesien koordinaatit on esitetty yllä olevassa taulukossa)

Numero viittaa analyysituloksissa olevaan näytenumeroon (Liitteet 3 ja 4)

Liite 2. Näytteenottopisteiden sijainti





Sammonkatu 8, Oulu p. 08-5145600 f. 08-3113029

TESTAUSSELOSTE

Pvm 24.08.2012
 Työ nro 87962
 As.nro 21836

Pöyry Finland Oy

PL 20 (Tutkijantie 2)
 90571 Oulu

Merkki	Näytteiden lkm. 20	KOPIO 24.08.2012
Näyte saapui 10.07.2012	Tutk. aloitettu 10.07.2012	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö

Yhteenvedo tutkituista näytteistä				
näyte nro	tunnus/merkki	näytetyyppi	näytteenottopvm	näytteenottaja
001	Joki-Koivalehto	Sammal	. .	Omistaja
002	Pikku Rouravaar	Sammal	. .	Omistaja
003	Pikku Rouravaar	Sammal	. .	Omistaja
004	Pikku Rouravaar	Sammal	. .	Omistaja
005	Rouravaara	Sammal	. .	Omistaja
006	Rossimukka	Sammal	. .	Omistaja
007	Lehtoniemi	Sammal	. .	Omistaja
008	Suurikuusikko	Sammal	. .	Omistaja
009	Kesäkuusikko	Sammal	. .	Omistaja
010	Sadinselkä	Sammal	. .	Omistaja
011	Järviläki	Sammal	. .	Omistaja
012	Suasjärvi	Sammal	. .	Omistaja
013	Sinettäpalo	Sammal	. .	Omistaja
014	Kuoksuskaarko	Sammal	. .	Omistaja
015	Katajaselkä	Sammal	. .	Omistaja
016	Lauttaselkä	Sammal	. .	Omistaja

017	Leppäkumpu	Sammal	. .	Omistaja
018	Tuletonkuusikko	Sammal	. .	Omistaja
019	Kiistala	Sammal	. .	Omistaja
020	Hanhimaa	Sammal	. .	Omistaja

Näytteen nro **001**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Joki-Koivalehto**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	310
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	4,7
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,42
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	3,2
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	5,3
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,8
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	1,0
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	25
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	710

Näytteen nro **002**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar P**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	880
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	25
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,075
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,99
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	6,1
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	8,9
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	4,6
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	2,4
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	23
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	760

Näytteen nro **003**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar I**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	260
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	2,3
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,30
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	2,3
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	5,4
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,4
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,50
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	30
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	740

Näytteen nro **004**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar E**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	720
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	20
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,95
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	5,9
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	9,1
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	4,8
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	2,1
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	30
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	820

Näytteen nro **005**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Rouravaara**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	570
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	15
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,86
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	5,0
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	8,7
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	4,3
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	1,9
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	29
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	780

Näytteen nro **006**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Rossimukka**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	620
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	8,9
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,083
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,92
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	5,4
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	6,9
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	4,4
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	3,4
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	22
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	660

Näytteen nro **007** Näytteen tunnus **Lehtoniemi**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	850
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	14
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	1,4
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	7,5
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	9,3
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	5,7
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	2,7
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	33
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	770

Näytteen nro **008** Näytteen tunnus **Suurikuusikko**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	2270
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	29
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	3,2
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	18
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	15
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	13
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	3,9
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	30
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	1130

Näytteen nro **009** Näytteen tunnus **Kesäkuusikko**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	360
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	4,1
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,078
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,46
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	3,0
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	5,0
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,7
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,92
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	27
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	710

Näytteen nro **010**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Sadinselkä**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	160
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,078
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,13
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,2
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	3,7
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,4
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	22
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	600

Näytteen nro **011**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Järviläki**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	140
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,59
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,14
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,2
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	3,7
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,6
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,11
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	21
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	590

Näytteen nro **012**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Suasjärvi**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	200
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	3,2
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,23
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,8
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	6,1
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,1
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,39
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	30
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	660

Näytteen nro **013** Näytteen tunnus **Sinettäpalo**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	150
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,52
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,050
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,15
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,7
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	3,6
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,7
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,20
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	22
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	570

Näytteen nro **014** Näytteen tunnus **Kuoksuskaarko**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	250
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	1,3
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,10
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,26
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,7
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	4,6
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,4
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,45
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	31
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	690

Näytteen nro **015** Näytteen tunnus **Katajaselkä**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	170
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,19
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,11
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,44
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,9
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	8,2
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,7
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,15
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	24
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	600

Näytteen nro **016** Näytteen tunnus **Lauttaselkä**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	120
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,38
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,055
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,3
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	4,7
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,4
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	17
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	570

Näytteen nro **017** Näytteen tunnus **Leppäkumpu**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	180
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,44
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,079
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,18
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,4
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	5,8
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,9
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	24
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	620

Näytteen nro **018** Näytteen tunnus **Tuletonkuusikko**
Näytetyyppi **Sammal**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitulos
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	220
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	1,8
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,091
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,23
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	1,5
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	3,8
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	1,8
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,29
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	34
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	630

Näytteen nro **019**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Kiistala**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	210
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	1,3
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,078
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,23
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	2,2
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	4,1
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,0
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,50
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	19
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	590

Näytteen nro **020**
Näytetyyppi **Sammal**

Näytteen tunnus **Hanhimaa**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Alumiini, Al	mg / kg kuiva-ainetta	210
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,52
Kadmium, Cd	mg / kg kuiva-ainetta	0,12
Koboltti, Co	mg / kg kuiva-ainetta	0,20
Kromi, Cr	mg / kg kuiva-ainetta	2,6
Kupari, Cu	mg / kg Kuiva-ainetta	4,0
Nikkeli, Ni	mg / kg kuiva-ainetta	2,6
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,29
Sinkki, Zn	mg / kg kuiva-ainetta	30
Rikki, S	mg / kg kuiva-ainetta	720

Raportoi ja

Ilkka Välimäki, Laboratoriopäällikkö FM

Selite

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille. Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ltä.

Lisätieto

Menetelmä: Mikroaaltoavusteinen märkäpoltto EPA 3051 (HNO₃). Määrittely ICP-MS ja ICP-OES (S).



Sammonkatu 8, Oulu p. 08-5145600 f. 08-3113029

TESTAUSSELOSTE

Pvm 24.08.2012
Työ nro 87964
As.nro 21836

Pöyry Finland Oy

PL 20 (Tutkijantie 2)
90571 Oulu

Merkki	Näytteiden lkm. 10	KOPIO 24.08.2012
Näyte saapui 10.07.2012	Tutk. aloitettu 10.07.2012	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö

Yhteenveto tutkituista näytteistä				
näyte nro	tunnus/merkki	näytetyyppi	näytteenottopvm	näytteenottaja
001	Joki-Koivalehto	Muurahainen	. .	Omistaja
002	Pikku Rouravaar	Muurahainen	. .	Omistaja
003	Pikku Rouravaar	Muurahainen	. .	Omistaja
004	Pikku Rouravaar	Muurahainen	. .	Omistaja
005	Rouravaara	Muurahainen	. .	Omistaja
006	Rossimukka	Muurahainen	. .	Omistaja
007	Lehtoniemi	Muurahainen	. .	Omistaja
008	Suurikuusikko	Muurahainen	. .	Omistaja
009	Kesäkuusikko	Muurahainen	. .	Omistaja
010	Sadinselkä	Muurahainen	. .	Omistaja

Näytteen nro **001** Näytteen tunnus **Joki-Koivalehto**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,19
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Näytteen nro **002** Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar P**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	1,2
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,11

Näytteen nro **003** Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar I**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,21
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Näytteen nro **004** Näytteen tunnus **Pikku Rouravaar E**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,56
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Näytteen nro **005** Näytteen tunnus **Rouravaara**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,83
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Näytteen nro **006** Näytteen tunnus **Ros simukka**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,57
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,15

Näytteen nro **007** Näytteen tunnus **Lehtoniemi**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,79

Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,069
--------------	-----------------------	-------

Näytteen nro **008** Näytteen tunnus **Suurikuusikko**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,87
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	0,078

Näytteen nro **009** Näytteen tunnus **Kesäkuusikko**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	0,18
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Näytteen nro **010** Näytteen tunnus **Sadinselkä**
Näytetyyppi **Muurahainen**

Mittaus suure	Yksikkö	Analyysitul os
Arseeni, As	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05
Antimoni, Sb	mg / kg kuiva-ainetta	<0,05

Raport oija

Ilkka Välimäki, Laboratori opäällikkö FM

Selite

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille. Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ltä.

Lisätieto

Menetelmä: Mikroaaltoavusteinen märkäpoltto EPA 3051 (HNO₃). Määrittäminen ICP-MS.