

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Tarkkailuraportti

Päivämäärä
15.3.2019

TERRAFAME OY

OSA VII: BIOLOGINEN TARKKAILU MAA-ALUEILLA JA SUUNNITELLUN SEKUNDÄÄRILIUOTUSALUEEN LUONTOSELVITYKSET 2018



TERRAFAME OY
BIOLOGINEN TARKKAILU 2018

Päivämäärä 15.3.2019
Laatija Antje Neumann, Ramboll Finland Oy
Tarkastaja Tapani Pirinen, Ramboll Finland Oy
Hyväksyjä Elina Salmela, Terrafame Oy
Kuvaus Biologinen tarkkailu maa-alueilla 2018
Kannen kuva Näkymä Rasvamäeltä kaivosalueelle

Viite 1510038629-016

SISÄLTÖ

1.	TAUSTA	1
1.1	Terrafamen kaivos ja ilmanlaadun seuranta	1
1.2	Terrafamen kaivoksen ilmanpäästöjen seuranta bioindikaattoreilla	2
1.3	Terrafamen liito-orava ja lepakkoseuranta	2
1.4	Sekundääriliutusalueen laajennusalueen liito-orava ja lepakkoselvitykset	2
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1	Männynneulaset	3
2.2	Kangasrouskut	4
2.3	Liito-orava	5
2.3.1	Tarkkailuohjelman mukainen liito-oravatarkkailu	5
2.3.2	Suunnittelun sekundääriliutusalueen laajennusalueen liito- oravaselvitys	5
2.4	Lepakot	5
2.4.1	Tarkkailuohjelman mukainen lepakkotarkkailu	5
2.4.2	Suunnittelun sekundääriliutusalueen laajennusalueen lepakkoselvitys	6
3.	TULOKSET	8
3.1	Männynneulaset	8
3.1.1	Männynneulasen kunto	8
3.1.2	Männynneulasten alkuainepitoisuudet	8
3.2	Kangasrouskut	11
3.3	Männynneulasten ja sieninäytteiden analyysitulosten minimi ja maksimiarvot	12
3.4	Liito-oravat	13
3.4.1	Tarkkailuohjelman mukainen liito-oravatarkkailu	13
3.4.2	Sekundääriliutusalueen laajennusalueen liito-oravaselvitys	14
3.5	Lepakot	17
3.5.1	Tarkkailuohjelman mukainen lepakkotarkkailu	17
3.5.2	Sekundääriliutusalueen laajennusalueen lepakkoselvitys	17
4.	YHTEENVETO	20
5.	LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO	21

LIITTEET

Liite 1. Männynneulasnäytteiden ainepitoisuudet, vertailu 2009 - 2018

Liite 2. Sieninäytteiden ainepitoisuudet, vertailu 2009 - 2018

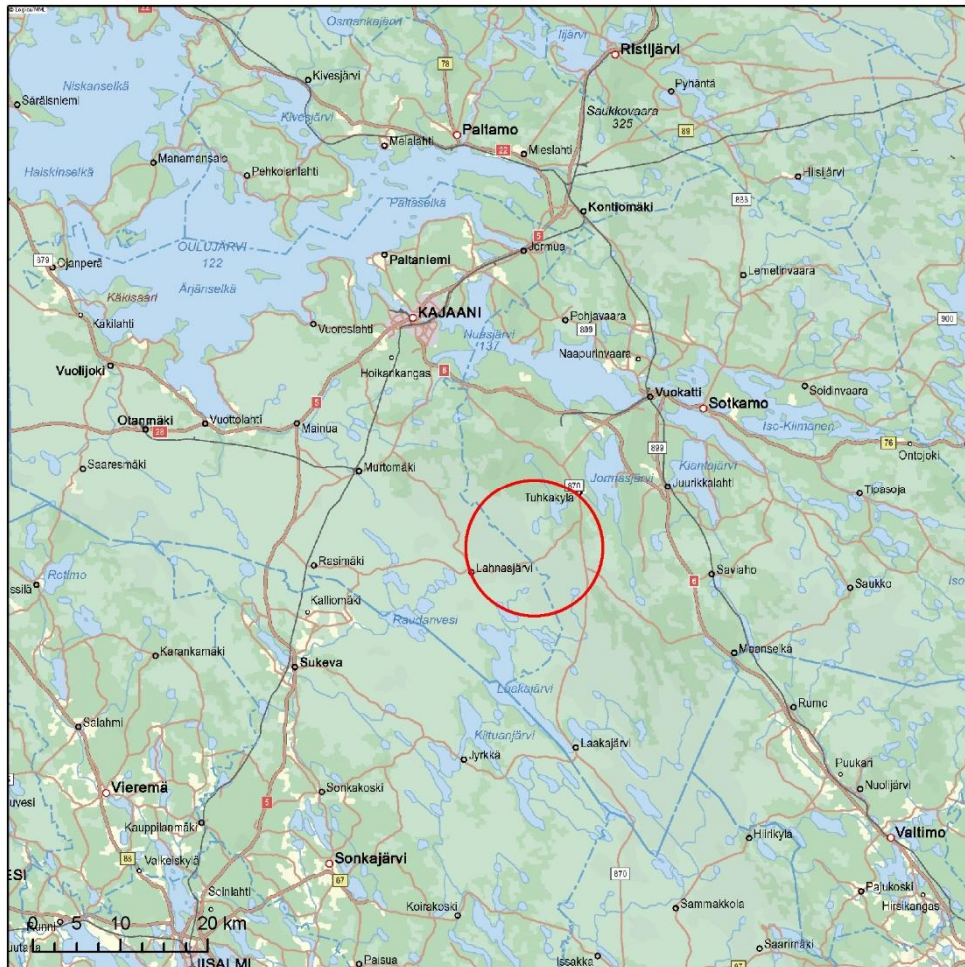
Liite 3. Tutkimustodistus, männynneulasnäytteet

Liite 4. Tutkimustodistus, sieninäytteet

1. TAUSTA

1.1 Terrafamen kaivos ja ilmanlaadun seuranta

Terrafamen kaivos sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen (Kartta 1). Terrafame on monimetallikaivos, jossa tuotetaan päätuotteen nikkelin lisäksi sinkkiä, kobolttia ja kuparia. Kaivoksen rakentaminen aloitettiin vuonna 2007 ja kaupallinen metallien tuotanto käynnistyi vuonna 2009. Tuotantoprosessi koostuu kuudesta päävaiheesta: louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaus, biokasaliutus ja metallien talteenotto.



Kartta 1. Terrafamen kaivoksen ja tarkkailualueen likimääräinen sijainti.

Terrafamen kaivos sijoittuu alueelle, jonka lähistöllä ei juurikaan harjoiteta muuta ilmanlaatuun vaikuttavaa toimintaa. Kaivoksen merkittävimmät päästöt ilmaan ovat malminkäsittelyn ja metallien talteenoton pöly- ja rikkivetypäästöt, sekä louhoksen räjäytyspölyt. Lisäksi kalkin käyttö, työkonet, räjäytysaineiden käyttö, energian tuotanto ja vetylaitos aiheuttavat hiilidioksidi-, typpi- ja rikkidioksidipäästöjä (Ramboll Finland Oy 2018).

1.2 Terrafamen kaivoksen ilmanpäästöjen seuranta bioindikaattoreilla

Kaivoksesta peräisin olevien pöly- ja muiden ilmapäästöjen leviämistä ympäristöön seurataan pölylaskeumatarkkailun ja bioindikaattoritutkimuksen avulla. Bioindikaattori on eliölaji tai eliölajiryhmä, joka kerää ominaisuuksiensa takia ilman epäpuhtauksia. Bioindikaattoritutkimuksen avulla voidaan selvittää, miten päästölähteistä peräisin olevat ilman epäpuhtaudet leviävät ympäristöön ja akkumuloivat eliöihin. Useita vuosia kestävien seurantatutkimusten avulla voidaan tarkkailla päästöjen vaikutuksia eli aineiden kerääntymistä eliöihin pitkällä aikajaksolla.

Terrafamen bioindikaattoritarkkailussa käytetään matriiseina metsäsammalia ja männynneulasia. Lisäksi tarkkaillaan aineiden kerääntymistä humukseen sekä eläimiin muurahaisia matriisina käytäen. Aineiden kerääntymistä ihmisten käyttämiin metsäsieniin tarkkaillaan kangasrouskunäytteiden avulla.

Vuoden 2018 bioindikaattoritarkkailussa tutkittiin tarkkailuohjelman (Pöyry 2016) mukaisesti Terrafamen näytealoilta kerättyjen männynneulas- ja kangasrouskunäytteiden alkuainepitoisuudet. Vuonna 2018 mitattuja pitoisuuksia vertailtiin aikaisempien tarkkailukertojen tuloksiin.

Selvityksen maastotöistä ja raportin laadinnasta on vastannut FM Antje Neumann Ramboll Oy:ltä. Näytteet on analysoitu Eurofins Environment Testing Finland Oy:n toimesta ja analytiikasta on vastannut FM kemisti Sami Tyrväinen.

1.3 Terrafamen liito-orava ja lepakkoseuranta

Bioindikaattoritutkimusten lisäksi seurataan säännöllisin välein kaivospiirissä esiintyvien luontodirektiivin IV(a) liitteen lajeihin kuuluvan liito-oravan sekä lepakoiden menestymistä tietyillä näytealoilla. Liito-oravan osalta tarkasteltiin Rasvanmäen näytealan lisäksi myös sen ympäristössä olevien potentiaalisiksi elinympäristöksi arvioitujen kuusimetsäkuvioiden liito-oravatilannetta. Vuoden 2018 tarkkailun tulokset on esitetty tässä raportissa.

1.4 Sekundääriliutusalueen laajennusalueen liito-orava ja lepakkoselvitykset

Velvoitetarkkailun mukaisten liito-orava- ja lepakkoseurantojen lisäksi tehtiin liito-orava- sekä lepakkokartoituksia suunnitellun sekundääriliutusalueen laajennusalueelle. Lisäselvitysten tulokset on esitetty tässä raportissa.

Selvityksen maastotöistä ja raportin laadinnasta on vastannut FM Antje Neumann Ramboll Oy:ltä.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Männynneulaset

Mänty (*Pinus sylvestris*) on suhteellisen herkkä ilman epäpuhtauksille ja sen monivuotiset neulaset altistuvat ympäristövaikutuksille ympäri vuoden. Neulasiin kertyy epäpuhtauksia sekä suoraan ilmasta neulasten pintasolukoista, että juuristojen kautta. Siitä syystä mänty sopii hyvin päästölähteen vaikutusalueen arviointiin sekä yhden tai useamman vuoden välein tehtävään ympäristöseurantaan (SFS 5669).

Terrafamen kaivoksen ympäristön männynneulasten raskasmetallipitoisuuksia on seurattu aikaisemmin vuonna 2009 kymmenellä koealalla (Pöyry Finland Oy 2010). Silloin tutkittiin 26 eri alkuaineen pitoisuuksia. Näyteoksien ensimmäisen ja toisen vuosikerran neulaset analysoitiin erikseen kuten myös käsillä olevassa tutkimuksessa. Männynneulasten uraanipitoisuudet tutkittiin vuonna 2010 (Pöyry Finland Oy). Kaivoksen laajennuksen YVA-menettelyyn yhteydessä tutkittiin vuonna 2012 ja 2016 männynneulasnäytteitä 21 näytealalta ja silloin mitattiin 21 eri alkuaineen pitoisuuksia. Standardilta SFS 5669 poiketen mitattiin 2012 ja 2016 ainepitoisuudet kokoomanäytteistä toiseksi viimeisistä vuosikerroista.

Tällä tarkkailukerralla tutkittiin velvoitetarkkailuohjelman (Pöyry Oy 2016) mukaisesti kaivosalueelle sekä sen läheisyyteen sijoittuvista kymmenestä näytealoista peräisin olevat männynneulasnäytteet. Neulasnäytteet kerätään standardin SFS 5669 mukaisesti kevättalvella 27.3.-29.3.2018 ja siinä käytettiin pääsääntöisesti samoja näytealoja kuin edellisellä seurantakäynnillä.

Kahta näytealaa jouduttiin siirtämään metsähoitotoimenpiteiden ja rakentamisen aiheuttamien muutoksien vuoksi (Taulukko 1). Korvaavat uudet näytealat perustettiin mahdollisimman lähelle korvattavia näytealoja, jotta ei tulisi merkittäviä muutoksia ilmansuunnassa ja etäisyydellä kaivokseen. Lisäksi otettiin huomioon, että puuston ikä ja metsätyyppi vastaisivat mahdollisimman hyvin korvattavia näytealoja.

Taulukko 1. Männynneulasten näytealojen koordinaatit.

Näyteala, nro	Koordinaatit ETRS-TM35FIN		Korvaavien näytealojen koordinaatit ETRS-TM35FIN	
Havu 1	7102965	552105		
Havu 2	7101666	550376		
Havu 3	7099413	550538		
Havu 4	7097854	553488		
Havu 5	7097042	555524		
Havu 6	7096755	549742		
Havu 7	7096362	545721		
Havu 8	7094471	551927	7093911	551833
Havu 9	7093689	547156	7093819	546797
Havu 10	7089643	554676		



Kuva 1. Näytealapaikalla 8 oli tehty hakkuita, joiden vuoksi paikkaa siirrettiin lähemmäksi avolouhosta, jossa oli jäljellä tutkimuksen ehtoja täyttävää puustoa.

Näytealoilta kerättiin viidestä männystä kolme oksaa. Oksanäytteistä tehtiin näytealakohtaiset kokoomanäytteet. Oksat esikäsiteltiin erottamalla jokaisen näytealan kokoomanäytteestä ensimmäisen ja toisen vuosikerran osanäytteet. Kyseiset osanäytteet analysoitiin erikseen. Ensimmäisen vuosikerran neulaset ovat kasvaneet edellisvuonna (vuonna 2017) ja toisen vuosikerran neulaset sitä edellisenä vuonna (vuonna 2016).

Neulasnäytteistä analysoitiin nikkelin (Ni), kuparin (Cu), koboltin (Co), sinkin (Zn), kadmiumin (Cd), uraanin (U) ja rikin (S) pitoisuudet. Tulokset ilmoitettiin kuiva-ainetta kohden.

Neulaskatoa arvioitiin näyteoksien viimeisessä vuosikasvussa jäljellä olleiden neulasten perusteella. Samalla arviotiin keltapäästäisten neulasten sekä neulasten ilmarakovaurioiden prosentuaaliset osuudet Hyvärisen ym. (1993) mukaan.

2.2 Kangasrouskut

Kangasrouskun metallipitoisuuksia on seurattu kymmenellä näytealalla vuosina 2008, 2010 ja 2013 (Pöyry Oy 2017). Tässä raportissa esitetyn seurantakäynnin maastokäynti on tehty 29.-31.8. 2018. Näytealat sijaitsevat vähintään 50 m etäisyydellä lähimmistä teistä tai muista mahdollisista kontaminaatiolähteistä.

Neljä näytealaa jouduttiin siirtämään, osa metsähoitotoimenpiteiden ja rakentamisen aiheuttamien muutoksien vuoksi. Osa näytealoista oli ennallaan, mutta kangasrouskuja ei niiltä löytynyt maastokäynnillä 2018.

Näytteet kerättiin kertakäyttöhanskat kädessä ja näytteistä puhdistettiin roskat. Näytteistä määritettiin nikkelin (Ni), kuparin (Cu), koboltin (Co), sinkin (Zn), kadmiumin (Cd) ja uraanin pitoisuudet. Tulokset ilmoitettiin kuiva-ainetta kohden.

Taulukko 2. Kangasrouskujen näytealojen koordinaatit. Joitakin näytealoja ovat hävinneet toimintojen alle. Niitä korvaavien näytealojen koordinaatit on esitetty viereisissä sarakkeissa.

Näyteala, nro	Koordinaatit ETRS-TM35FIN		Korvaavien näytealojen koordinaatit ETRS-TM35FIN	
Bio 1	7099560	553027		
Bio 2	7098343	549908		
Bio 3	7097823	551902		
Bio 4	7096569	549675		
Bio 5	7094354	552059	7093920	551796
Bio 6	7093987	547565	7094018	547460
Bio 7	7091423	550693	7090928	550898
Bio 8	7092326	553164	7092488	553283
Bio 9	7088917	549075		
Bio 10	7102720	546687		

2.3 Liito-orava

2.3.1 Tarkkailuohjelman mukainen liito-oravatarkkailu

Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kanalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain vuosina 2008-2010 sekä vuonna 2013 (Pöyry Oy 2016). Tarkkailtavien elinalueiden määrä on vähentynyt alkuperäisistä 22 metsäkuvioista 9 metsäkuvioon (Pöyry Oy 2016). Näytealojen vähenemisen syynä ovat ajan myöten metsäkuvioihin kohdistuneet metsätaloudelliset toimenpiteet, suurimmaksi osaksi hakkuut.

Vuoden 2018 liito-oravatarkkailun maastotyöt tehtiin 16.5. – 17.5.2018 ja ne kohdistettiin vuoden 2013 tehdyn tarkkailun (Pöyry Finland Oy) mukaisiin potentiaalsiin sekä todettuihin elinympäristöihin (9 kpl).

2.3.2 Suunnittelun sekundaariliitusalueen laajennusalueen liito-oravaselvitys

Suunnitellun uuden pohjoisen sekundaariliituskentän alueelle tehtiin liito-oravaselvitys. Liito-oravaselvityksen maastotyöt kohdistettiin MVMI kartta-aineiston (Metsätutkimuslaitos 2015) avulla potentiaalsiksi liito-oravan elinympäristöiksi arvioituihin metsäkuvioihin eli varttuneisiin kuusimetseen. Selvitykset toteutettiin etsimällä lajin talvipapanoita järeiden kuusien juurilta sekä ruokailu- ja pesimäpuiksi sopivien lehtipuiden (haavat, koivut) juurilta. Lisäksi havainnoitiin mahdollisia kolo- sekä risupesäitä.

2.4 Lepakot

2.4.1 Tarkkailuohjelman mukainen lepakkotarkkailu

Alueen lepakkokannan seuranta varten on perustettu kuusi havaintoalaa lepakoiden potentiaalisilla esiintymis- ja lisääntymisalueilla. Lepakkotarkkailua on tehty vuosina 2008, 2010 alueilta BAT 5 ja BAT6. Vuonna 2013 BAT6 jäi pois tarkkailusta, koska se oli tuhoutunut. Vuonna 2013 lepakkotarkkailussa oli mukana kaksi havaintoaluetta, Hakonen (BAT4) ja Rahvaanmäki (BAT5) (Pöyry Oy 2014).

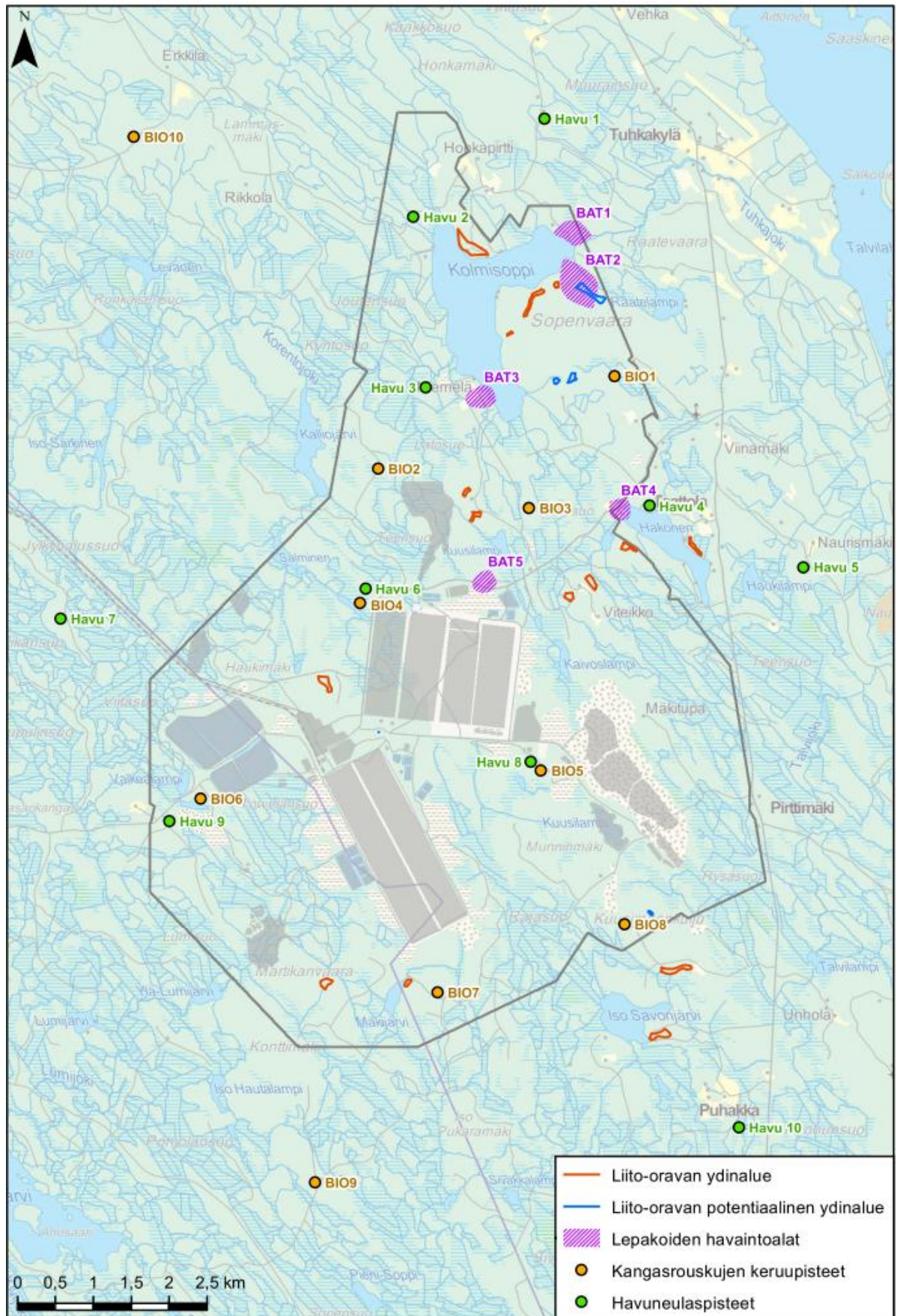
Vuonna 2018 tarkkailtiin alueiden BAT 4 ja BAT 5 lisäksi aluetta BAT 3, koska suunnitteilla olevat uudet toiminnat sijoittuvat kyseisen alueen läheisyyteen.

Maastotyöt tehtiin samalla menetelmällä kuin aikaisemmillä seurantakerroilla eli aktiiviseuranta-menetelmällä lepakkodetektoria (Ciel Eplorer Dual CDB305) käyttäen. Maastotyöt tehtiin yhden yön havainnoinnilla kesän loppupuolella, 28.-30.8.2018 välisenä aikana. Kartoitustyöt keskitettiin aktiivisempaan lentoaikaan auringonlaskun jälkeen (klo 21 aikaan) ja jatkettiin yli keskiyön. Sää oli kartoitusöiden aikana selkeä ja ilman lämpötila 8-10 astetta. 28. ja 29.8. oli tyyntä, mutta 30.8. alkoi olla klo 23 jälkeen heikkoa tuulta (arvioltaan 3 m/s).

Kohteilla viivytettiin puolesta tunnista hieman yli tuntiin. Detektorilla tehtyjen havaintojen lisäksi pyrittiin aina saamaan näköhavaintojakin. Tarkistettavat alueet kierrettiin ja välillä seisottiin hiljaa paikallaan havainnoiden lepakoiden liikkeitä.

2.4.2 Suunnittelun sekundaäriliuotusalueen laajennusalueen lepakkoselvitys

Lepakkoselvitys aloitettiin kartta- ja ilmakuvatarkastelulla, jonka avulla arvioitiin mahdollisten lepakoiden elinympäristöjen sijoittumista alueelle. Potentiaalisiksi saalistusalueiksi arvioitiin alueen vesistöjen Haukilampi, Kärsälampi, Rasvalammit, Salminen ja Hoikkalampi ranta-alueet, metsien reunat ja tiet. Lepakoille sopivien elinympäristöjen sijoittumista alueella (esim. päiväpiilopaikoiksi sopivia kolopuita, kuusimetsiä yms.) tarkistettiin etenkin toukokuussa liito-oravaselvityksen maastotöiden yhteydessä. Lepakkoselvityksen maastotyöt tehtiin tarkkailuohjelman mukaisen seuranan yhteydessä 28.-30.8.2018 aktiivikartoitusmenetelmällä lepakkodetektoria (Ciel Eplorer Dual CDB305) apuna käyttäen. Kartoitusta tehtiin osin autoa apuna käyttäen, osin kävellen. Viidellä havainnointipisteellä seisottiin noin puoli tuntia havainnoiden alueella mahdollisesti liikkuvia lepakoita (kartoitusreitit ja lepakohavainnot ks. kpl 3.5.2, Kartta 4).



Kartta 2. TerraFamen kaivoksen tarkkailuohjelman (Pöyry Oy 2016) liitekartta 7, jossa on esitetty bioteknologiaa ja liito-orava ja lepakotarkkailun näytealat. Päivitetyt kartat (mm. siirretyt näytealat) ovat liitteinä.

3. TULOKSET

3.1 Männynneulaset

3.1.1 Männynneulasen kunto

Kaikilla näytealoilla oli merkkejä mäntyjen harsuuntumisesta sekä neulasten värivikaisuudesta. Voimakkain harsuuntuminen havaittiin kipsisakka-altaiden lounaispuolisella näytealalla 9. Yleisesti mäntyjen neulaskatoluokka vaihteli välillä 1-3 (20-30 %) eli harsuuntuminen oli kohtalaista. Neulasten kärkien kellastuneisuutta ja neulasten laikuittaisuutta esiintyi enemmän kuin harsuuntumista.

Taulukko 3. Neulasvaurioiden ja neulaskadon arvioinnissa käytetty luokittelu (Hyvärinen et al. 1993)

Luokka	Kuvaus
0	ei havaittavia muutoksia
1	< 10% neulasissa näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta
2	10-50% neulasista näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta
3	yli 50% neulasissa näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta

Taulukko 4. Terrafamen näytealojen neulasten kunto maaliskuussa 2018 (luokitus Hyvärisen ym. 1993 mukaan).

Näyteala	Harsuuntuneisuus	värivikaisuus, keltakärkisiä neulasia	värivikaisuus, laikuittaisuutta ja ilmarakovaurioita
Havu 1	2	3	2-3
Havu 2	2	3	3
Havu 3	2	3	3
Havu 4	2	3	3
Havu 5	1-2	2	3
Havu 6	2	3	2
Havu 7	1	3	2
Havu 8	2	3	2
Havu 9	2-3	3	2
Havu 10	1-2	2	2

3.1.2 Männynneulasten alkuainepitoisuudet

Tutkituista metalleista havaittiin männynneulasissa korkeimmat pitoisuudet sinkistä, nikkelistä ja kuparista, jotka ovat myös kaivoksen päätuotteet. Metallipitoisuudet ovat kaivoksen läheisyyteen sijoittuvilla näytealoilla yleensä selvästi kohonneita ja pitoisuudet vähentyvät kauempana kaivostoiminnoilla sijaitsevilla näytealoilla. Ainepitoisuuksiin vaikuttavat monet tekijät, mm. kaivostoinnint (louhoksen syvyys, läjitystoimintojen sijoittuminen, tuotantomäärien vaihtelu) sekä säättekijät (tuulensuunta ja -voimakkuus, sadanta yms.).

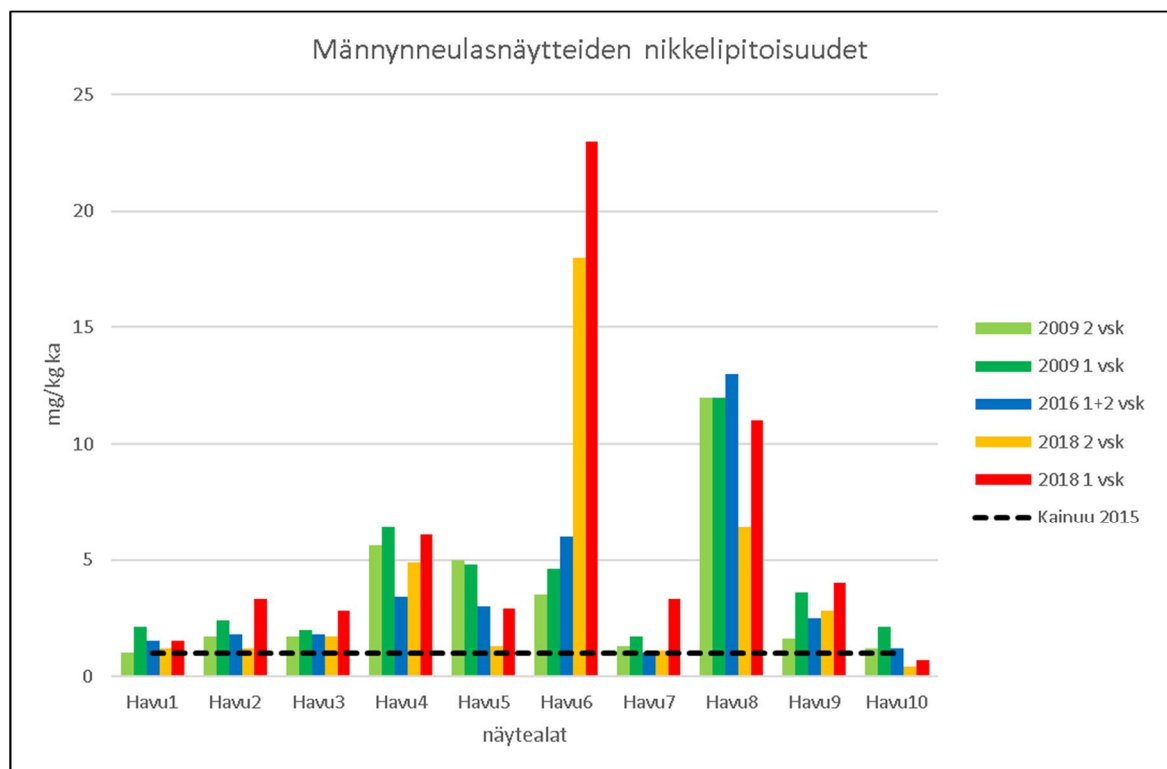
Vuoden 2018 analyysitulosten suurimmat metalli- ja rikkipitoisuudet löytyivät toiminnassa olevan sekundääriliuotuskentän läheisyydessä sijaitsevan näytealan Havu 6 peräisin olevista männynneulasnäytteistä. Aineet ovat todennäköisesti peräisin alueella harjoitetun läjitystoiminnan aiheuttamista pölyämisestä ja liikenteen päästöistä.

Aikaisempien bioindikaattoritutkimuksien tuloksissa näkyy korkeampia pitoisuuksia myös avo-louhoksen läheisyyteen sijoittuvan näytealan Havu 8 näytteissä. Vuoden 2018 neulasnäytteissä havaittiin useiden metallien osalta metallipitoisuuksien lasku näytealalla Havu 8.

Pienimmät pitoisuudet havaittiin yleensä näytealalla Havu 1, joka sijoittuu noin 8 km päähän sekundääriliuotuskentästä ja noin 10 km päähän avolouhoksesta pohjoiskoilliseen sekä näytealalla 10, joka sijoittuu noin 6 km päähän sekundääriliuotuskentältä ja noin 5 km päähän avolouhoksesta eteläkaakkoon.

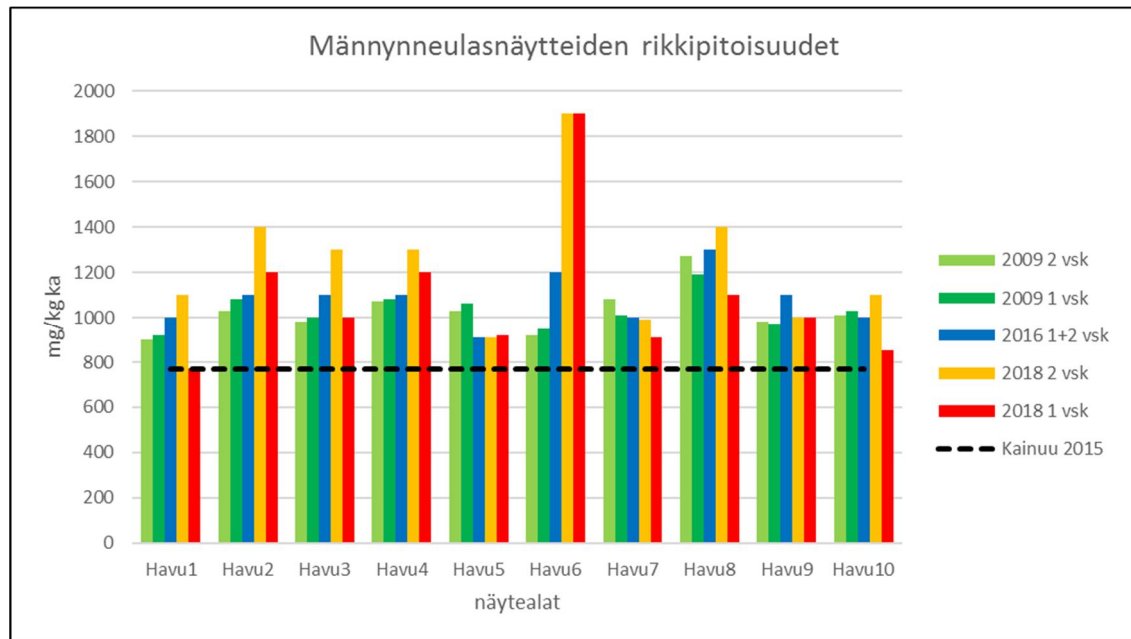
Koko Kainuun maakunnalle tehdyssä bioindikaattoritutkimuksessa (Seppänen ym. 2017) todettiin, että ”Sotkamon koealalta 5, joka on Talvivaaran kaivoksen vaikutuspiirissä, analysoitiin korkeita kalium-, kupari- ja nikkelipitoisuuksia sekä lisäksi kohonneita rikki- ja fosforiarvoja.”.

Alla olevassa kuvassa on esitetty kaivoksen tarkkailun näytealoilta peräisin olevat nikkeliarvot vuosilta 2009-2018 verrattuna Kainuun bioindikaattoritutkimuksen (Seppänen ym. 2017) eri puolella Kainuun maakunnassa otettujen 53 neulasnäytteen keskiarvoon (0,97 mg/kg). Näytealojen Havu 1 ja Havu 10 nikkeliarvot ovat lähellä Kainuun keskiarvoa. Sekundääriliuotuskentän viereiseltä näytealalta peräisin olevien männynneulasnäytteiden nikkeliarvot ovat noin 20-kertaisia Kainuun keskiarvosta.



Kuva 2. Terrafamen kaivoksen tarkkailun näytealoista peräisin olevien männynneulasnäytteiden nikkeliarvot 2009 – 2018. Männynneulasnäytteen keskimääräiset nikkeliarvot on poimittu Kainuun bioindikaattoriselvityksestä (Seppänen ym. 2017).

Männynneulasnäytteen rikkipitoisuudet ovat keskimäärin nousseet vuosina 2009 – 2018 otetuissa männynneulasnäytteissä (Kuva 3). Kaivoksen toiminnasta aiheutuu rikkipäästöjä sekä malmipölyä, jota metallituotannon kaasumaisten rikkijyhdisteiden muodossa. Pienempiä päästölähteitä kaivosalueella ovat työkalut ja ajoneuvot.



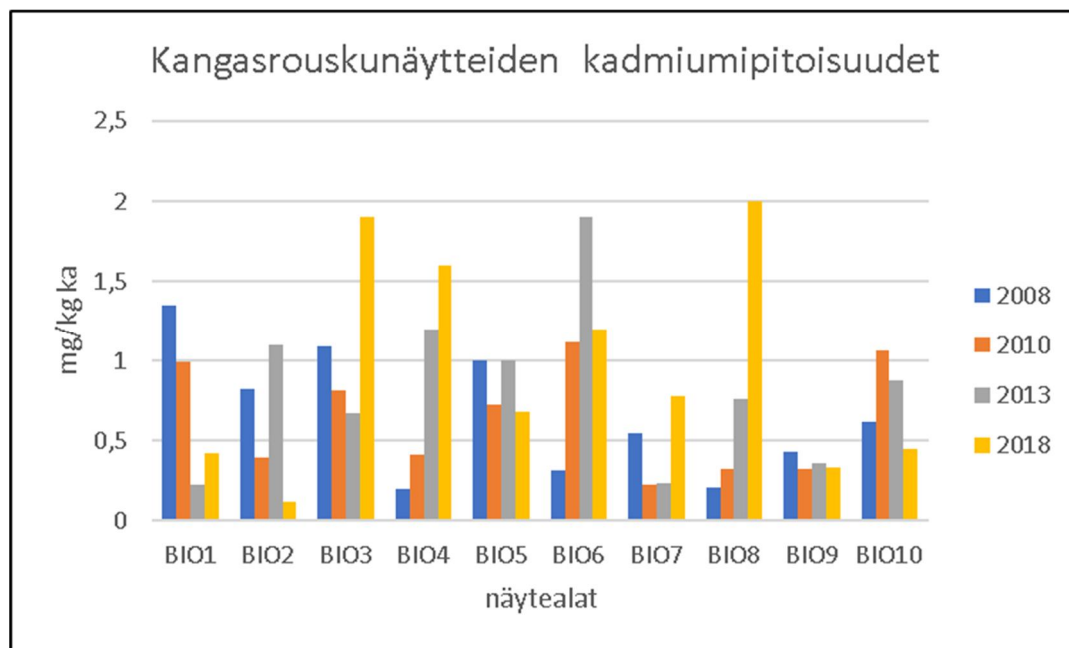
Kuva 3. Terrafamen kaivoksen tarkkailun näytealoista peräisin olevien männynneulasnäytteiden rikki- ja kuparipitoisuudet 2009 – 2018. Männynneulasien keskimääräiset rikki- ja kuparipitoisuudet on poimittu Kainuun bioindikaattoriselvityksestä (Seppänen ym. 2017).

Muiden tutkittujen metallien analyysitulosten perusteella tehdyt kuvaajat on esitetty liitteessä 1.

3.2 Kangasrouskut

Sieninäytteiden korkeimmat metallipitoisuudet ovat sinkissä, kuparissa ja nikkelissä. Sieninäytteiden sinkki-, nikkeli-, koboltti ja kuparipitoisuudet ovat yleisesti ottaen joko laskeneet tai pysyneet suunnilleen samalla tasolla verrattuna vuoden 2013 seurantatuloksiin. Tästä yleisestä kehityssuunnasta poiketen kuparipitoisuudet ovat nousseet näytealalla Bio 7. Useiden näytealojen sienten pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää kehityssuuntaa 2008 – 2018 vaan pitoisuudet ovat vaihdelleet eri seurantavuosien välillä. Näytealalla Bio5 on ollut poikkeuksellisen korkeita kupari- ja nikkelipitoisuuksia vuoden 2010 tuloksissa, mutta sen jälkeen pitoisuudet ovat voimakkaasti laskeneet (liite 2).

Kangasrouskujen kadmiumpitoisuudet ovat nousseet näytealoilta Bio3, Bio4, Bio7 ja Bio8 peräisin olevissa näytteissä. Alhaalla olevassa kuvaajassa on esitetty sieninäytteiden kadmiumpitoisuudet. Muiden tutkittujen metallien pitoisuusarvoista tehdyt kuvaajat on esitetty liitteessä 2.



Kuva 4. Terrafamen kaivoksen tarkkailun näytealoista peräisin olevien kangasrouskunäytteiden kadmiumipitoisuudet 2008 – 2018.

3.3 Männynneulasten ja sieninäytteiden analyysitulosten minimi ja maksimiarvot

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 5) on esitetty koko tutkimusalueella mitatut korkeimmat ja alhaisimmat ainepitoisuudet sekä niiden väliset erot aikavälillä 2008 - 2018. Tutkituista metalleista havaittiin männynneulasissa ja kangasrouskuissa eniten sinkkiä, nikkeliä ja kuparia, jotka ovat myös kaivoksen päätuotteet.

Taulukko 5. Männynneulasnäytteissä ja kangasrouskuissa havaittujen alkuaineiden maksimi- ja minimipitoisuudet Terrafamen kaivoksen tarkkailualueelta tarkistettuna 2008 - 2018. Tähdellä on merkattu vuosi, milloin neulas on kasvaneet (esim. vuonna 2018 otetun neulasnäytteen toisen vuosikerran neulas on kasvaneet vuonna 2016). Männynneulasten keskimääräiset rikki- ja metallipitoisuudet on poimittu Kainuun bioindikaattoriselvityksestä (Seppänen ym. 2017).

Tutkittu aine (mg/kg kp)	Männynneulas					Kangasrouskut			
	vuonna					vuonna			
	2009, 2 vsk (2007*)	2009, 1 vsk (2008*)	2016, 1&2vsk (2014, 2015*)	2018 2 vsk (2016*)	2018 1 vsk (2017*)	2008	2010	2013	2018
rikki, max	1270	1190	1300	1900	1900				
rikki, min	900	920	910	910	770	ei kuulunut sienitutkimuksiin			
ero maxmin	370	270	390	990	1130				
keskimääräinen rikkipitoisuus Kainuu 2015	770								
sinkki, max	73	65	80	91	71	82,47	86,75	150	100
sinkki, min	32	34	41	31	25	55,42	57,14	60	49
ero maxmin	41	31	39	60	46	27,05	29,61	90	51
keskimääräinen sinkkipitoisuus Kainuu 2015	35,20								
nikkeli, max	12	12	13	18	23	1,35	14,46	6	4
nikkeli, min	1	1,7	1	0,44	0,7	0,39	0,94	1,1	0,26
ero maxmin	11	10,3	12	17,56	22,3	0,96	13,52	4,7	4,14
keskimääräinen nikkelpitoisuus Kainuu 2015	0,97								
kupari, max	21	11	11	10	9	19,7	22,97	33	26
kupari, min	2,7	3	3	2,5	2,6	9,22	10,95	14	13
ero maxmin	18,3	8	8	7,5	6,4	10,48	12,02	19	13
keskimääräinen kuparipitoisuus Kainuu 2015	2,56								
koboltti, max			0,73	0,95	0,56	0,22	1,08	0,95	0,31
koboltti, min	ei aineistoa		0,08	0,075	0,074	< 0,1	< 0,16	0,11	0,041
ero maxmin			0,65	0,875	0,486			0,84	0,269
ei tietoa keskimääräisestä pitoisuudesta									
kadmium, max			0,31	0,17	0,17	1,35	1,12	1,9	2
kadmium, min	ei aineistoa		0,07	< 0,05	< 0,05	0,2	0,22	0,22	0,12
ero maxmin			0,24			1,15	0,9	1,68	1,88
keskimääräinen kadmiumipitoisuus Kainuu 2015	< 0,08								
uraani (v. 2010), max	0,034	0,025	ei	0,28	0,25	< 0,01	< 0,05	ei	< 0,01
uraani (v. 2010), min	0,004	0,002	aineistoa	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05	aineistoa	< 0,01
ero maxmin	0,030	0,023							
ei tietoa keskimääräisestä pitoisuudesta									

3.4 Liito-oravat

3.4.1 Tarkkailuohjelman mukainen liito-oravatarkkailu

Kaivospiirin alueella on toiminnan aloittamisen jälkeen tarkkailtu luontodirektiivin liitteen IV(a) liito-oravan esiintymistä. Liito-oravan osalta Kainuun ELY-keskus on 27.6.2006 antamassaan päätöksessään KAI-2006-L-76-254 myöntänyt luonnonsuojelulain 49 §:n 3 momentin mukaisen luvan poikkeamiseen tietyille esiintymille. Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain vuosina 2008–2010 sekä vuonna 2013. Seurantatulosten perusteella kaivostoiminnalla (rakentaminen ja hakkuut) ei ollut vaikutusta liito-oravien asuinalueisiin. Muualla kuin kaivosalueella olevilla havaintopaikoilla liito-oravien asuinalueisiin ovat vaikuttaneet lähinnä yksityisten metsien hakkuut (Pöyry Oy 2016).

Samaa pätee myös tarkkailun 16.5.-17.5.2018 havaintoihin.

Kaikki vuonna 2013 havaitut potentiaalisiksi tai asutuiksi elinympäristöiksi määritellyt metsäkuviot olivat 2018 vielä ennallaan eli niihin ei kohdistunut hakkuita. Kolme metsäkuviota todettiin papanahavaintojen perusteella liito-oravan elinympäristöksi.

Kahdessa kuviossa, jossa havaittiin vuonna 2013 liito-orava, ei löydetty papanahavaintoja 2018 maastokäynnillä. Kolmessa metsäkuviossa, jossa ei havaittu liito-oravan papanoita vuonna 2013, ei myöskään havaittu papanoita 2018. Tulokset ovat esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Liito-oravatarkkailun perustulokset vuodelta 2018

Kuvio	Sijainti	Huomiot	Muutos 2013 - 2018
1	Hakomäki	Puusto ennallaan, sekametsä, laji esiintyy alueella	Ennallaan
2	Viteikkon tien varsi, Raajamäki	2a Lajin ydinalue, puusto ennallaan, laji esiintyy alueella. 2b Lajin ydinalue. Kuusi-haapasekapuustoa. Laji esiintyy alueella	Ennallaan
3	Rasvamäki	Kuusikkoinen metsäkuvio, joka ennallaan. Rajoittuu etelässä maaläjitysalueisiin. Laji esiintyi kuviolla 2008, 2009, 2010. Vuonna 2013 lajia ei havaittu.	Ydinalue puustoltaan so-piva/ennallaan, muttei merkkejä lajin esiintymisestä.
5	Taattola, Hakosen itäpuoli	Lajin ydinalue. Puustoltaan ehjä kuvio. Laji esiintyy alueella. Vuonna 2018 lajia ei havaittu.	Ydinalue puustoltaan so-piva/ennallaan, muttei merkkejä lajin esiintymisestä.
7	Mäkijärven koillis-ranta	Lajin aiempi ydinalue, ehjä kuvio. Laji esiintyi kuviolla 2008, 2009, 2010. Vuonna 2013 ja 2018 lajia ei havaittu.	Ydinalue puustoltaan so-piva/ennallaan, muttei merkkejä lajin esiintymisestä.
9	Savonmäki	Lajin ydinalue. Metsäkuviota ennen 2013 kartoitusta hakattu 50%, mutta kuitenkin merkkejä lajin esiintymisestä 2013.	Ennallaan
11	Sorkoaho	Lajin ydinalue, puusto ennallaan. Laji esiintyy alueella.	Ennallaan
12	Kuusimäenkulku	Potentiaalinen ydinalue, puusto ennallaan. Ei merkkejä lajin esiintymisestä.	Puustoltaan sopiva/en-nallaan, muttei merkkejä lajin esiintymisestä.



Kuva 5. Liito-oravan ydinalue Raajamäen alueella. Alueella kasvaa varttunutta kuusimetsää, jossa on sekapuustona haapaa. Useiden järeiden kuusien juurilta löytyi papanoita (oikea kuva).

Mahdolliset syyt liito-oravien määrän vähenemiseen selvitysalueella ovat hakkuiden yms. suoraan niiden elinympäristöihin kohdistuvien metsätaloudellisten toimenpiteiden lisäksi niiden kulkureittien katkaiseminen. Liito-oravan biologiaan liittyy oleellisesti liikkuminen pesä- ja ruokailupaikkojen välillä sekä liikkuminen asuinmetsästä toiseen (dispersoivat nuoret yksilöt ja laajalla alueella liikkuvat urokset) (Nieminen ym. 2017). Kulkureittien katkaiseminen tapahtuu, jos liito-oravan elinympäristöjen väliin tehdään esim. hakkuuaukio tai rakennetaan. Elinympäristöiksi sopivien metsäkuvioiden pirstoutuminen on yleinen ongelma liito-oravan menestymiselle talousmetsäalueilla. Kaivostoiminnan kuten melun ja pölyäminen vaikutusten arvioiminen liito-oraviin on haastavaa liito-oravaseurannan tulosten perusteella, koska tulokset kertovat pääosin metsätaloudellisten toimenpiteiden vaikutuksista.

3.4.2 Sekundääriliuotusalueen laajennusalueen liito-oravaselvitys

Suunnitellulle sekundääriliuotusalueelle sijoittuville esityön aikana potentiaalisiksi liito-oravan ydinalueiksi arvioituille varttuneille kuusimetsäkuvioille (Kartta 3) tehtiin maastonselvitys, jonka aikana etsittiin kuusien runkojen alta liito-oravan papanoita sekä muita merkkejä lajin esiintymisestä alueella (esim. asuttuja koloja puissa, risupesä, syömisjälkiä).

Selvityksessä ei havaittu papanoita eikä muita merkkejä liito-oravan esiintymisestä. Suurin osa suunnitellun sekundääriliuotusalueen alueella on 40-80 vuotta vanhaa kuusi - mänty sekametsää. Alueella on useita hakkuuaukiota sekä nuoren ja nuorehkon metsän kuvioita. Tarkastetuista varttuneista kuusimetsäkuvioista suurin osa on joko liian tiheäkasvuista (Kuva 6, vasen kuva), liian pienialaista tai mäntyjen osuus niissä on liian suuri ollakseen puuston osalta tyypillinen liito-oravan elinympäristö.

Rasvamäen alueelle sijoittuvat metsäkuviot ovat puuston iän ja lajinkoostumuksen perusteella liito-oravalle sopivia elinympäristöjä. Yksi kyseessä olevista metsäkuvioista käsittää seuranta-alaa 3, jossa lajia on havaittu vuosina 2005 sekä 2008-2010. Vuoden 2013 (Pöyry Oy) ja tämän vuoden seurantakäynnillä (Taulukko 6) ei havaittu papanoita. Rasvamäen kuusimetsäkuvioiden liito-oravahavaintojen puuttumisen syynä arvioidaan olevan muutokset lajin elinpiiriin ydinalueen ympäristössä. Ydinaluetta aikaisemmin ympäröinyttä kuusimetsää on nykyään laajasti hakattu. Liito-oravan biologiaan liittyy oleellisesti liikkuminen erilaisten pesä- ja ruokailupaikkojen välillä sekä liikkuminen asuinmetsästä toiseen.

Rasvamäen alueen varttuneiden kuusimetsien pinta-ala on vähentynyt huomattavasti 2005-2018. Jäljellä olevien kuusimetsäkuvioiden väliin sekä sen ympäristöihin on tehty hakkuuaukioita, jotka katkaisevat mahdolliset kulkureitit liito-oravalle soveltuvien metsäkuvioiden välillä idässä ja lännessä. Rasvamäen varttuneiden kuusikoiden eteläpuolella on hakkuuaukioita sekä laaja rakennettu kaivoksen teollisuusalue, jossa ei ole mahdollisia puustoisia kulkureittejä.



Kuva 6. Liito-oravan tarkistettu mahdollinen elinympäristö Hoikkalammen alueella (vasen kuva) sekä eteläisen Rasvalammen itäpuolella (oikea kuva). Kohteilla ei löydetty merkkejä liito-oravan esiintymisestä.



Kartta 3. Liito-oravaseurannan näytealat sekä sekundääriiliutusalueen selvitysalueen tarkistettut potentiaaliset liito-oravan elinympäristöt. Punaisella on merkitty alueet, joista on löydetty liito-oravan talvipäpinoita.

3.5 Lepakot

3.5.1 Tarkkailuohjelman mukainen lepakkotarkkailu

Tarkkailun yhteydessä havaittiin näytealoilla BAT 3 ja BAT 4 saalistava pohjalepakko. Hakosen havaintoalalla (BAT 4) lepakko näytti seuraavan Myllyniemen pellon reunaa ja lähestyi säännöllisin välein Malmintien ja Myllyniemen tien risteyksessä seisovaa kartoittajaa, joka onnistui usean kerran saamaan sekä ääni- että näköhavaintoja pohjanlepakosta. Havaintoalalla BAT 4 on vuoden 2014 tarkkailun yhteydessä havaittu talojen pihapiirissä siippalaji (*Myotis mystacinus/brandti*) (Pöyry Oy 2014).

Rahvamäen autiotalon piha-alueen (BAT 5) yli lensi kerran pohjanlepakko (*Eptesicus nilssoni*). Yli-lento oli suhteellisen nopea ja suora, lepakko ei kiertänyt aluetta. Lepakosta saatiin äänihavaintoja lepakkodetektorilla, mutta ei näköhavaintoja. Havaintoalalla BAT 5 on havaittu pohjanlepakkoa myös vuosien 2008 ja 2009 tarkkailujen yhteydessä ja vuonna 2014 siippalaji (Pöyry Oy 2014).

Kolmisopin lounaisrannalle sijoittuvien autiotalojen piha-alueella (BAT 3) saatiin juuri auringonlaskun jälkeen sekä ääni- että näköhavainto pohjanlepakosta. Lepakko kiersi piha-alueita kaksi kertaa ja jatkoi lentoaan etelään suuntaan. Havainto voi viitata siihen, että lepakko on käyttänyt rakennusta päiväpiilopaikkana ja on auringonlaskun jälkeen lähtenyt siitä saalistamaan.



Kuva 7. Havaintoalat BAT 3 (vasen kuva) ja BAT 5 (oikea kuva) käsittävät autiotaloja ja niiden piha-alueita.

3.5.2 Sekundääriliuotusalueen laajennusalueen lepakkoselvitys

Selvitysalueen metsässä ei havaittu liito-oravaselvityksen yhteydessä potentiaalisia lepakoiden lisääntymis- ja levähdyspaikkoja (luokka I lepakkoalueet). Alueen metsä on enimmäkseen tehokkaasti metsätaloudellisesti hoidettua eikä siinä havaittu päiväpiilopaikoiksi tai lisääntymispaikoiksi soveltuvia kolopuita. Alueella ei havaittu lisääntymis- tai levähdyspaikoiksi sopivia vanhoja taloja jo tiedossa olevan selvitysalueen itä-koillisreunalla sijaitsevan seuranta-alan BAT3 lisäksi. BAT 3 alueella sijaitsevia autiotalot ovat kappaleessa 3.5.1. kuvaillun havainnon perusteella potentiaalisia lepakon levähdyspaikkoja (päiväpiilo). Ei voida sulkea mahdollisuutta pois, että jokin rakennuksista toimisi lepakolle myös lisääntymis- tai talvehtimispaikkana (luokan I lepakkoalue).

Sekundääriliuotuskentän laajennusalueella mahdollisiksi saalistusalueiksi arvioitiin alueen vesistön (Haukilampi, Kärälampi, Salminen, Hoikkalampi ja Rasvalammit) ranta-alueet sekä tieympäristöt, joille kohdistettiin maastoselvitykset.

Maastoselvityksessä havaittiin saalistava pohjanlepakko Rasvalampien eteläpuoliselta metsätieltä käsin. Lepakko tuli pohjoisesta Rasvalampien suunnalta, lensi tien yli ja jatkoi etelän suuntaan

hakkuuaukion reunaa pitkin. Samanlainen havainto saatiin samalta kohdalta kaksi kertaa puolessa tunnissa. Todennäköisesti kyse on samasta lepakosta, joka kiertele alueella. Kyseisen pohjanlepakon saalistusalueeseen kuuluvat todennäköisesti ainakin Rasvalampien ranta-alueet sekä hakkuuaukion ja metsän reuna-alue.

Toinen saalistava pohjalepakko havaittiin Kalliojärventieltä käsin. Lepakko seurasi Salmisen laskupuroa (Kuva 8). Se tuli Salmisen suunnalta ja jatkoi Kalliojärven suuntaan. Lepakko havaittiin keran puolessa tunnissa. Lepakon saalistusalueeseen voivat kuulua ainakin Salmisen ja Kalliojärven ranta-alueet sekä niiden välinen puro.

Hoikkalammen alueelta ei saatu havaintoja lepakoista. Havaintojen puuttuminen voi johtua joko suolammen karuudesta eli mahdollisen hyönteisten vähäisyydestä tai yhden yön havainnointimetelmään liittyvistä epävarmuustekijöistä.

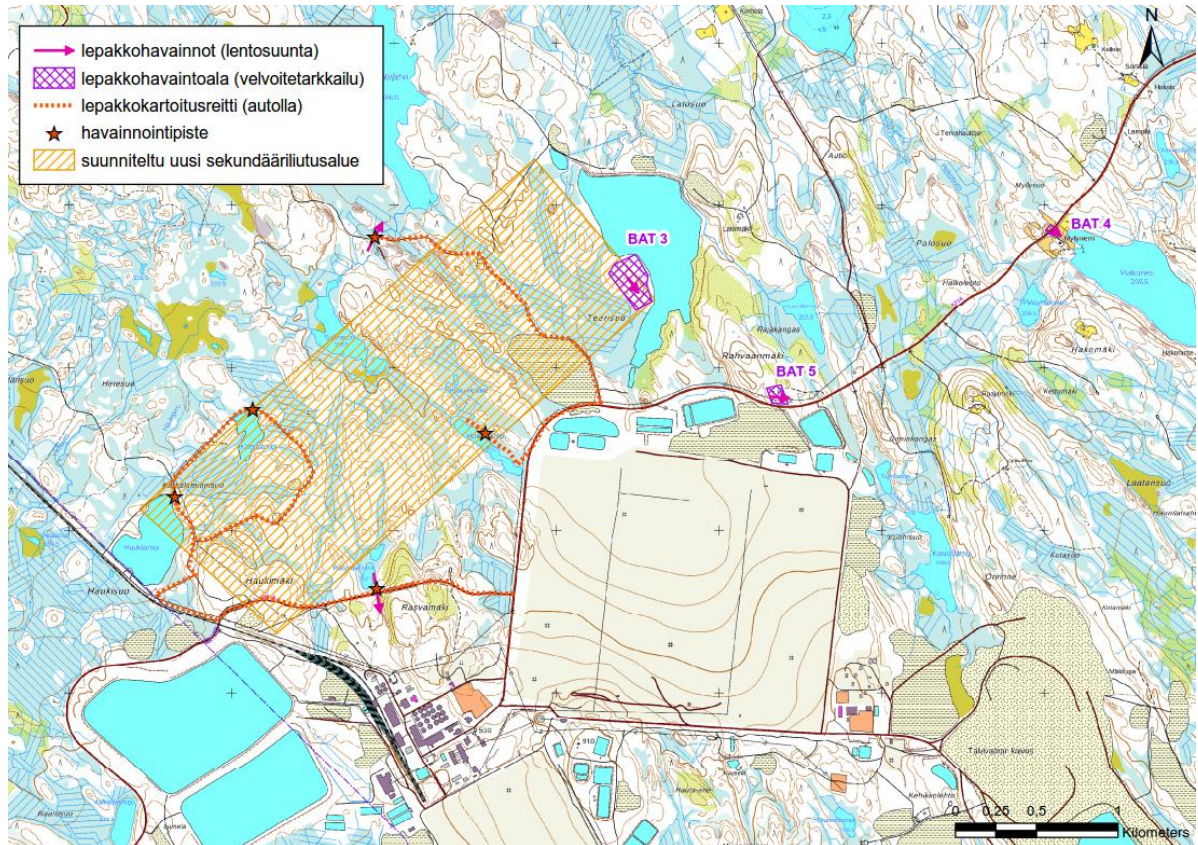
Haukilammen ja Kärsälammen alueelta ei saatu lepakkohavaintoja. Yhden yön havainnoinnin perusteella ei kuitenkaan voi poissulkea mahdollisuutta, että alueella olisi lepakoiden saalistusalueita. Maastokäynnin aikana tuulisuus voimistui noin 2-3 m/s, koska säärintama oli lähestymässä. Tuulissa säässä lentää vähemmän lepakoiden saaliiksi kelpavia hyönteisiä, joten myös tuulisuus vaikuttaa negatiivisesti lepakoiden saalistusaktiivisuuteen.

Haukilammen rannat ovat muokattuja ja kasvillisuuspeite poistettu. Hyönteismäärät ovat siinä todennäköisesti vähäisiä, joten se ei ole todennäköinen lepakoiden saalistusympäristö.

Kärsälammen alueella on korkeakasvuinen ja rehevä kasvillisuus, joten se on voi olla mahdollinen saalistusympäristö lepakoille.



Kuva 8. Salmisen laskupuro Kalliojärventien sillalta käsin kuvattua. Puron kasvillisuus on suhteellisen rehevä ja korkeakasvuinen. Alueella havaittiin öisellä maastokäynnillä puroa seuraavaa saalistava pohjanlepakkoa.



Kartta 4. Lepakkoseurannan näytealat sekä sekundääriliuotusalueen selvitysalueen tarkistetut potentiaaliset lepakkoiden saalistusalueet. Lepakkoiden havaintojen sijainnit ja lentosuunnat on merkattu nuolilla.

Selvityksessä kertyneen havaintoaineiston suppeudesta huolimatta, voidaan Rasvalampien, Kär-sälammen ja Salmisen vesistöt rantametsineen luokitella III-luokan lepakkoalueiksi. Selvityksessä havaittiin vain yksi ja Suomessa yleinen laji (pohjanlepakko) ja havaittujen yksilöiden määrä oli pieni.

4. YHTEENVETO

Bioindikaattoritutkimuksen yhteydessä havaittiin kaikilla näytealoilla merkkejä mäntyjen harsuuntumisesta sekä neulasten värivikaisuudesta. Yleisesti mäntyjen neulaskatoluokka vaihteli välillä 1-3 (20-30 %) eli harsuuntuminen oli kohtalaista.

Tutkituista metalleista havaittiin männynneulasissa korkeimmat pitoisuudet sinkistä, nikkelistä ja kuparista. Kaikkien tutkittujen metallien ja rikin pitoisuudet ovat kaivoksen läheisyyteen sijoituvilla näytealoilla yleensä selvästi kohonneita ja pitoisuudet vähentyvät kauempana kaivostoiminoilta sijaitsevilla näytealoilla. Vuoden 2018 männynneulasnäytteiden analyysitulosten suurimmat metalli- ja rikkipitoisuudet löytyivät toiminnassa olevan sekundääriliuotuskentän läheisyydessä sijaitsevan näytealan Havu 6 peräisin olevista männynneulasnäytteistä. Pitoisuudet olivat siellä moninkertaisia verrattuna yli 5 km etäisyydellä sijaitseviin näytealoihin sekä Kainuun keskiarvoihin. Korkeat metalli- ja rikkipitoisuudet ovat todennäköisesti peräisin alueella harjoitetun sekundääriliuotuskentän kasaustoiminnasta aiheuttamista pölyämisestä sekä liikenteen päästöistä.

Sieninäytteiden korkeimmat metallipitoisuudet ovat sinkissä, kuparissa ja nikkelissä. Sieninäytteiden sinkki-, nikkeli-, koboltti- ja kuparipitoisuudet ovat yleisesti ottaen joko laskeneet tai pysyneet suunnilleen samalla tasolla verrattuna vuoden 2013 seurantatuloksiin. Useiden näytealojen sienien pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää kehityssuuntaa 2008 – 2018 vaan pitoisuudet ovat vaihdelleet eri seurantavuosien välillä.

Liito-oravatarkkailussa havaittiin, että kaikki vuonna 2013 potentiaalisiksi tai asutuiksi liito-oravan elinympäristöiksi määritellyt metsäkuviot (näytealat) olivat 2018 vielä ennallaan eli niihin ei kohdistunut hakkuita. Kolme metsäkuviota todettiin papanahavaintojen perusteella liito-oravan elinympäristöksi.

Suunnitellulle sekundääriliuotusalueelle tehdyssä liito-oravaselvityksessä ei havaittu merkkejä lajin esiintymisestä alueella. Syynä havaintojen puuttumiselle alueella arvioitiin alueen puuston ikärakennetta ja lajinkoostumus.

Lepakkotarkkailussa havaittiin saalistavia pohjanlepakoita tarkasteluilla näytealoilla BAT 3, BAT 4 ja BAT 5. Näytealalla BAT 3 tehty havainto viittaa mahdollisen päiväpiilopaikan sijoittumiseen alueen autiotaloihin.

Suunnitellulle sekundääriliuotusalueelle tehdyn lepakkoselvityksen perusteella arvioidaan Rasvalampien, Kärsälammen ja Salmisen vesistöt rantametsineen lepakoiden saalistusalueeksi (luokka III). Selvityksessä havaittiin pelkästään pohjanlepakoita. Alueen koillisnurkkaan sijoittuva näyteala BAT 3 autiotaloineen on potentiaalinen lepakoiden levähdys- ja lisääntymisalue (luokka I).

5. LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

Eurofins Environment Testing Finland Oy. Tutkimustodistukset projektille 1510038629-016: Männyneulasnäytteiden ja sieninäytteiden raskasmetallipitoisuusanalyysien tulokset.

Hyvärinen, A., Jukola-Sulonen, E-L., Mikkilä, H. & Nieminen, T. 1993. Metsäluonto ja ilmansaasteet. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 446. Helsinki

Maanmittauslaitos. 2018. Maanmittauslaitoksen tietoaaineisto sivuilla www.karttapaikka.fi sekä www.paikkatietoikkuna.fi

Metsätutkimuslaitos 2015. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2013; puustotiedot vuodelta 2015 (www.paikkatietoikkuna.fi)

Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.) 2017: Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. – Suomen ympäristö 1/2017: 1-278.

Pöyry Environment Oy 2010. Talvivaaran alueen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuonna 2009. Talvivaara Sotkamo Oy

Pöyry Environment Oy 2010. Uraanimääräykset Talvivaaran biomateriaalista vuonna 2010. Talvivaara Sotkamo Oy

Pöyry Oy 2014. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2013. Osa V Biologinen tarkkailu maa-alueilla. Talvivaara Sotkamo Oy

Pöyry Oy 2016. Terrafamen kaivoksen tarkkailuohjelma. 28.11.2016, päivitetty 6.2.2017. Terrafame Oy

Pöyry Oy 2017. Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen. 18.8.2017. Terrafame Oy

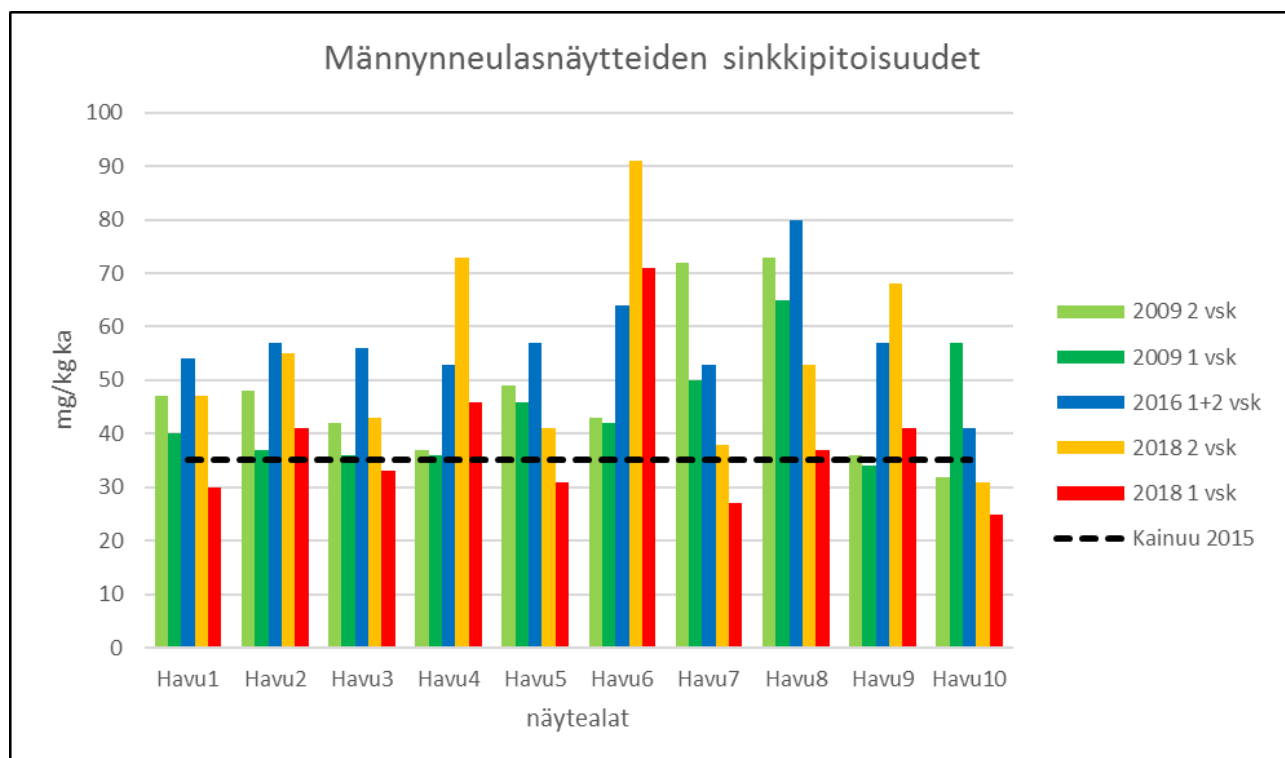
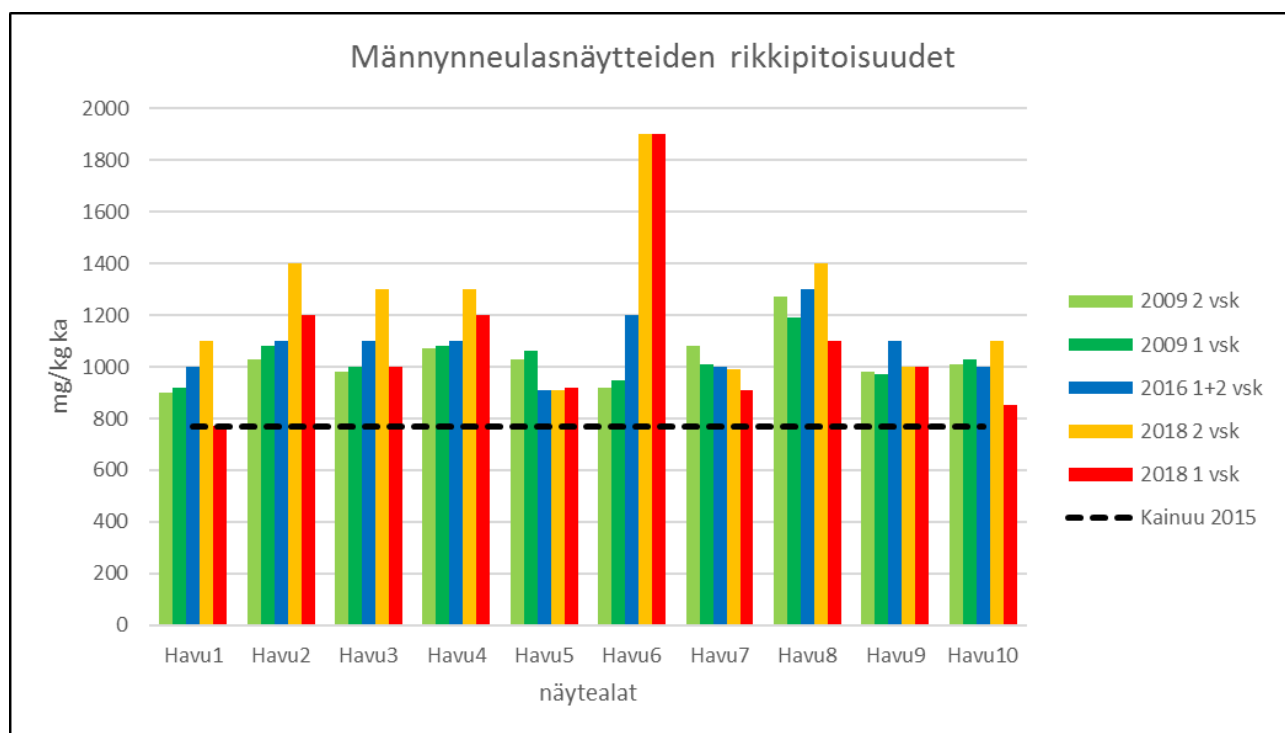
Ramboll Finland Oy 2017. Terrafamen alueen bioindikaattoritutkimus vuosina 2012 ja 2016. Terrafame Oy

Ramboll Finland Oy 2017. Vuosiraportti: Pölylaskeumatarkkailu vuonna 2017. Terrafame Oy

Ramboll Finland Oy 2018. Nikkeli- ja kobolttisulfaattien tuotanto ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Terrafame Oy

Seppänen, A., Laatikainen, T., Piispanen, J., Poikolainen, J., Karhu, J., Seppänen, R. & Kubin, E. 2017. Kainuun bioindikaattoriselvitys. Elinvoimaa alueelle 3|2017. Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Suomen Lepakkotieteellinen yhdistys 2012. SSLY:n suositus lepakkokartoituksista luontokartoittajille, tilaajille ja viranomaisille.

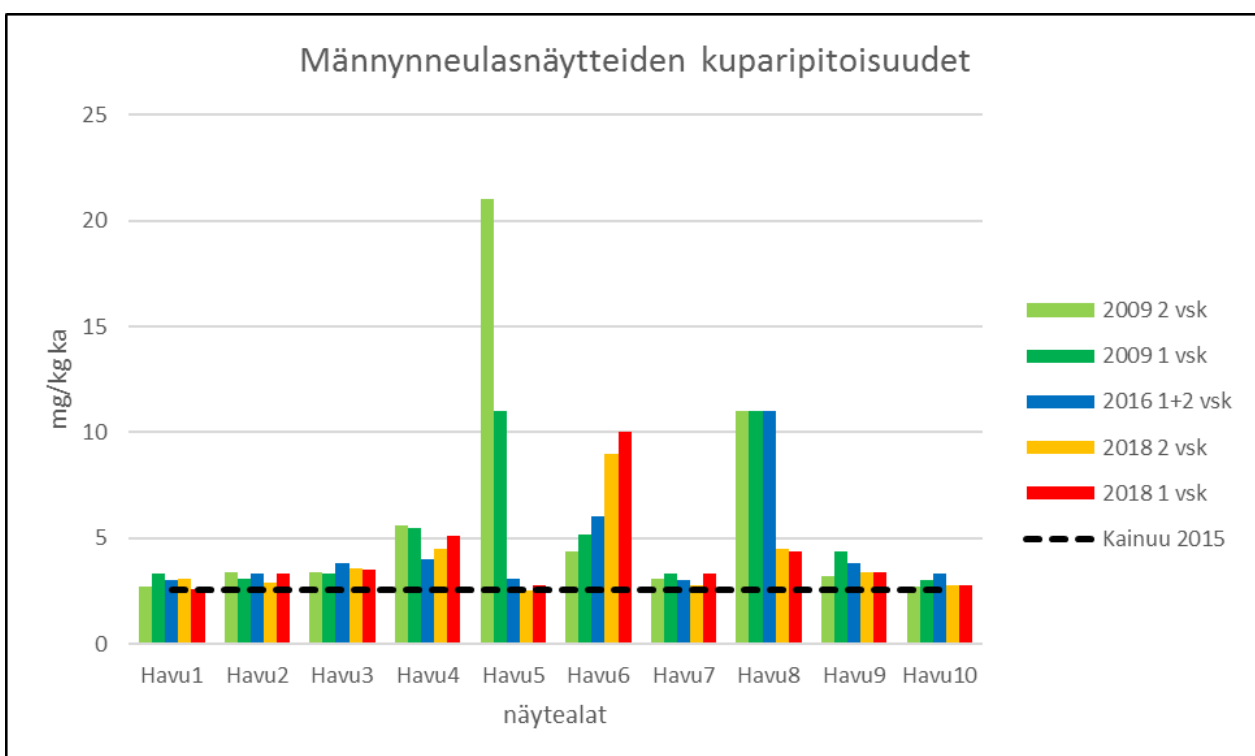
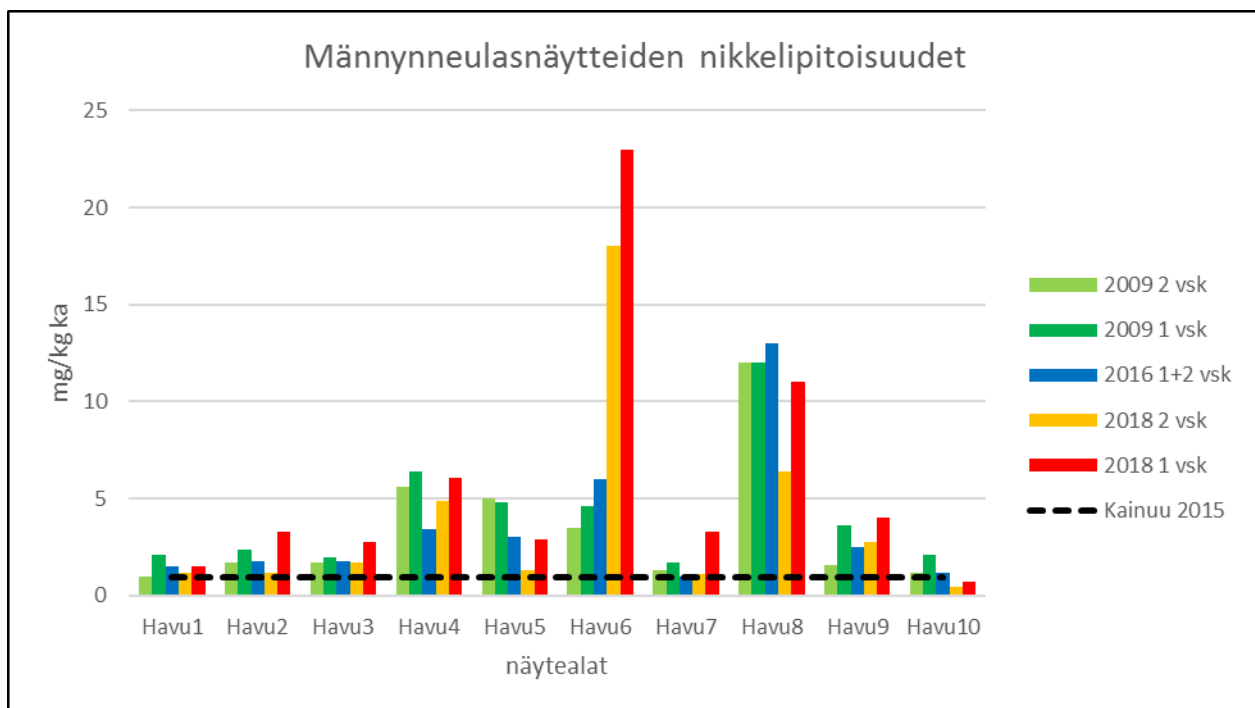


2009 2 vsk: 2007 kasvaneet neulaset
2009 1 vsk: 2008 kasvaneet neulaset

2016 1+2 vsk: 2014 ja 2015 kasvaneet neulaset
2018 2 vsk: 2016 kasvaneet neulaset

2018 1 vsk: 2017 kasvaneet neulaset

Kainuu 2015: keskimääräinen ainepitoisuus Kainuussa tehdyssä bioindikaattoriselvityksessä (näytealojen määrä 53), Seppänen ym. 2017

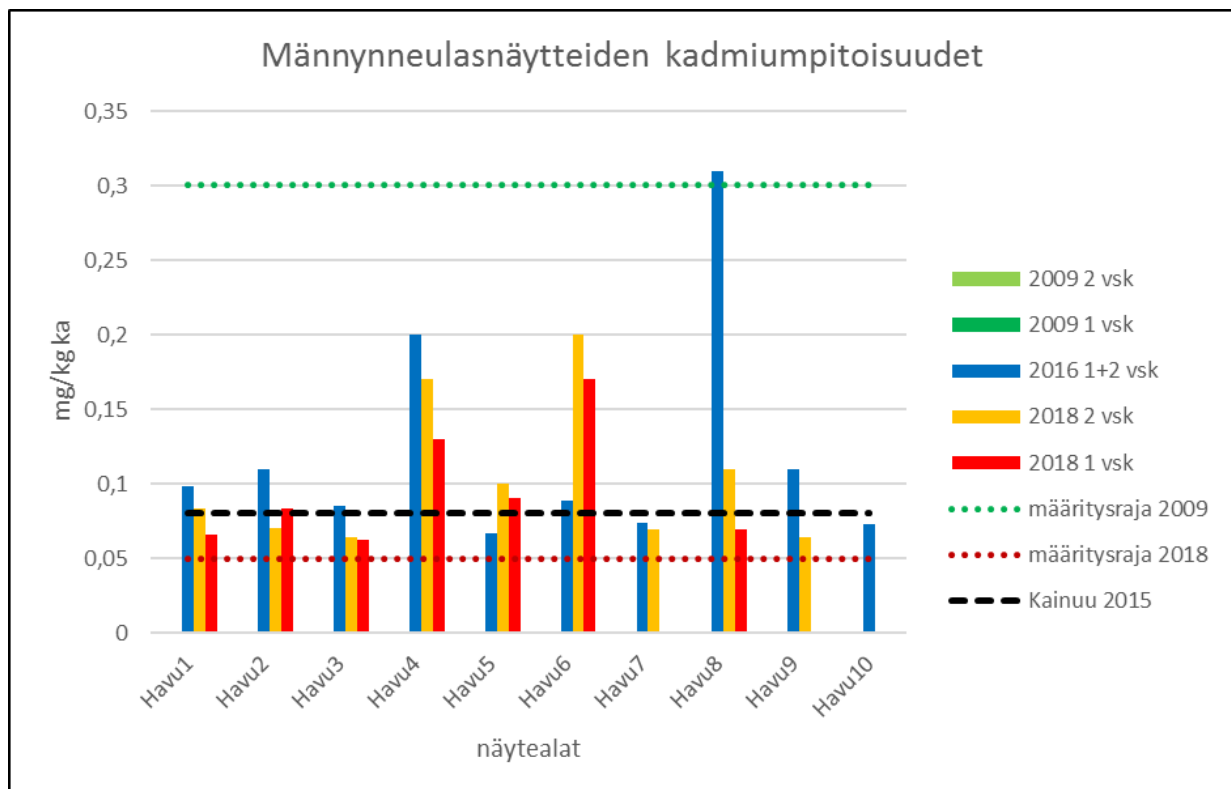
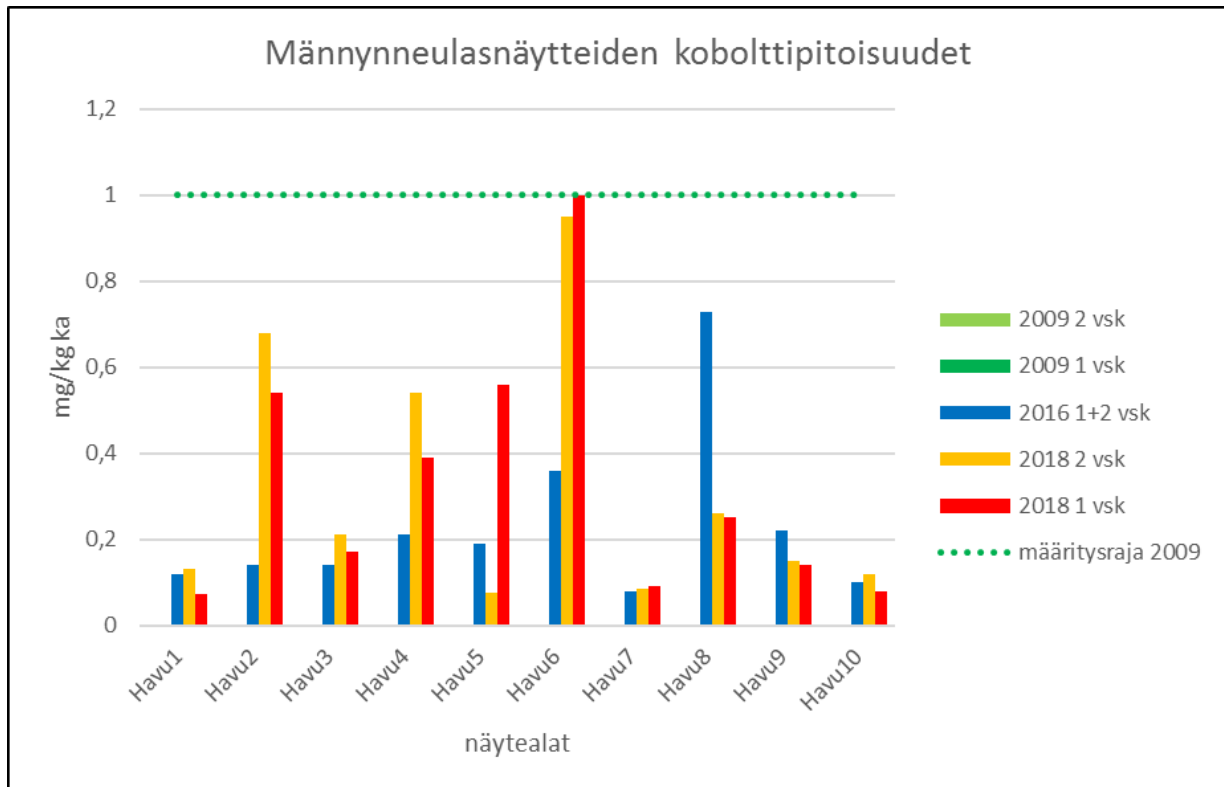


2009 2 vsk: 2007 kasvaneet neulaset
2009 1 vsk: 2008 kasvaneet neulaset

2016 1+2 vsk: 2014 ja 2015 kasvaneet neulaset
2018 2 vsk: 2016 kasvaneet neulaset

2018 1 vsk: 2017 kasvaneet neulaset

Kainuu 2015: keskimääräinen ainepitoisuus Kainuussa tehdyssä bioindikaattoriselvityksessä (näytealojen määrä 53), Seppänen ym. 2017

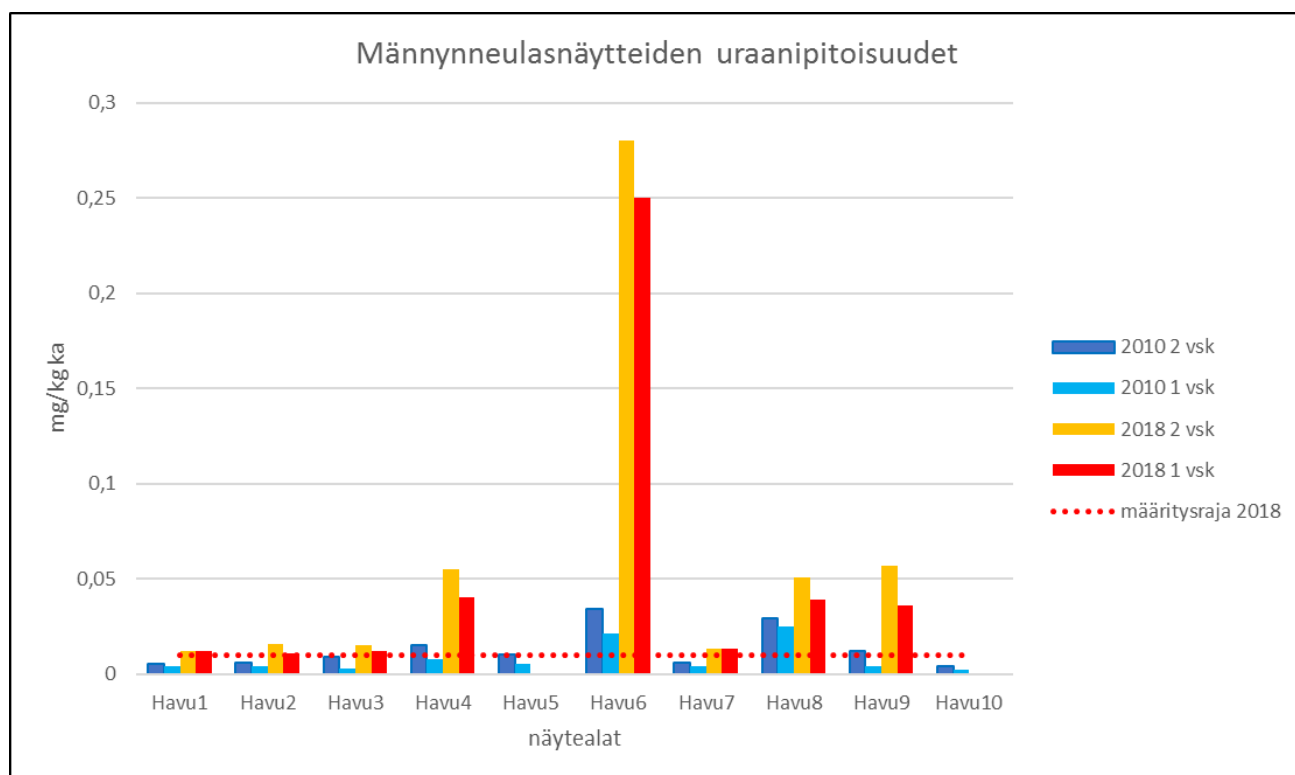


2009 2 vsk: 2007 kasvaneet neulaset
2009 1 vsk: 2008 kasvaneet neulaset

2016 1+2 vsk: 2014 ja 2015 kasvaneet neulaset
2018 2 vsk: 2016 kasvaneet neulaset

2018 1 vsk: 2017 kasvaneet neulaset

Kainuu 2015: keskimääräinen ainepitoisuus Kainuussa tehdyssä bioindikaattoriselvityksessä (näytealojen määrä 53), Seppänen ym. 2017

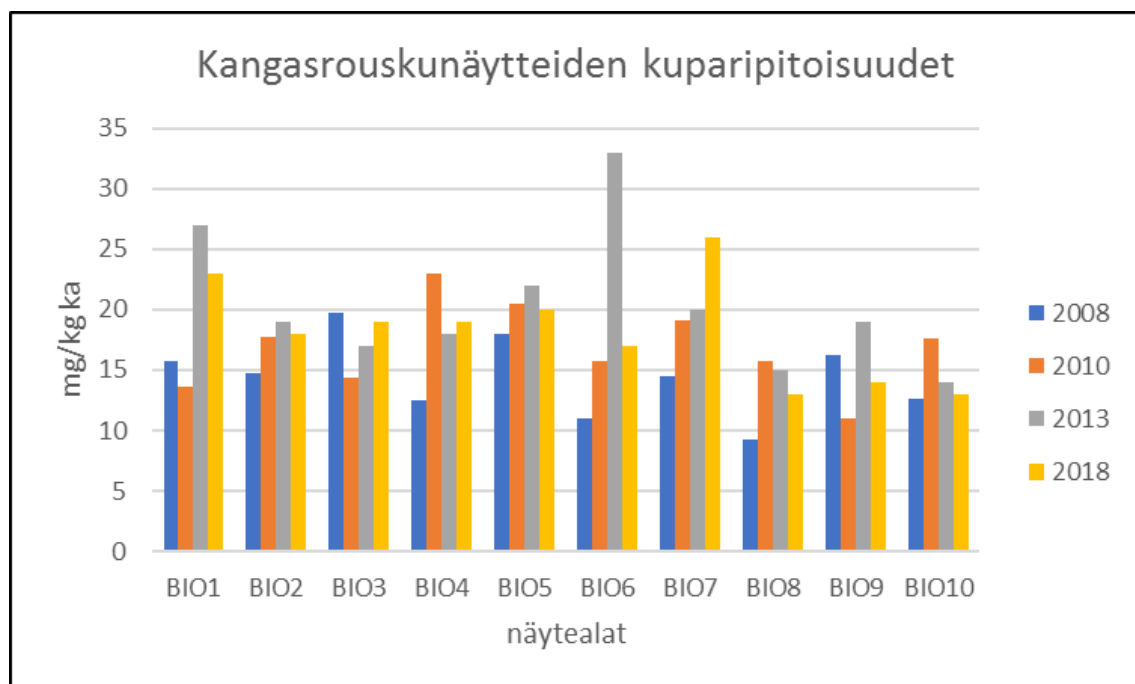
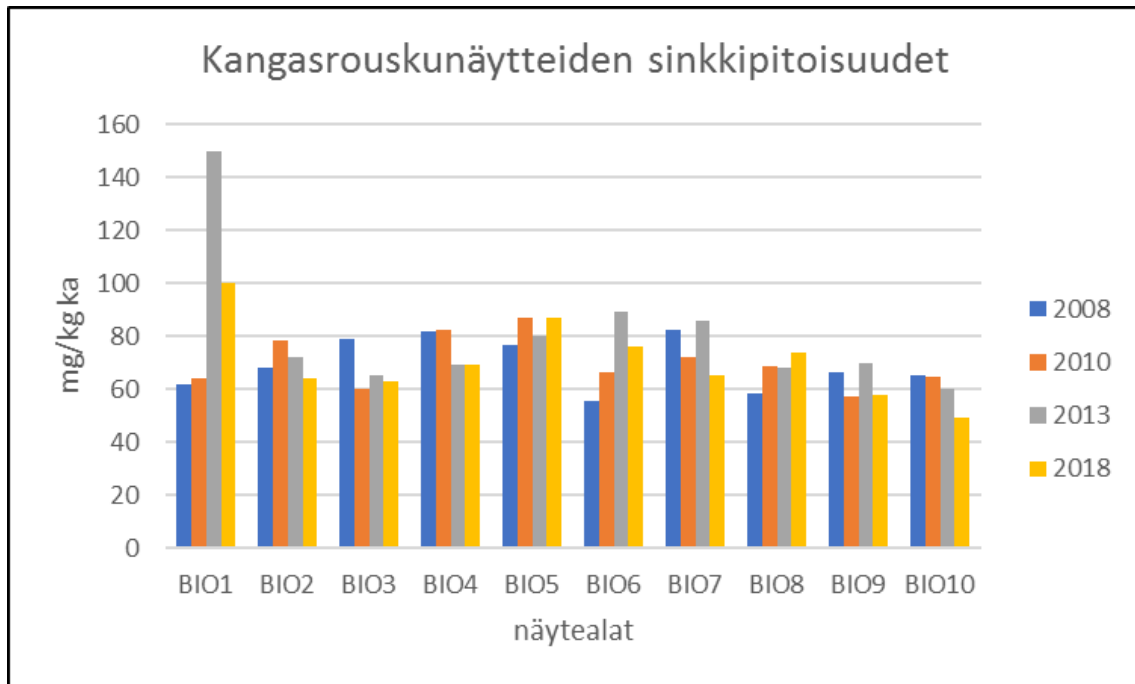


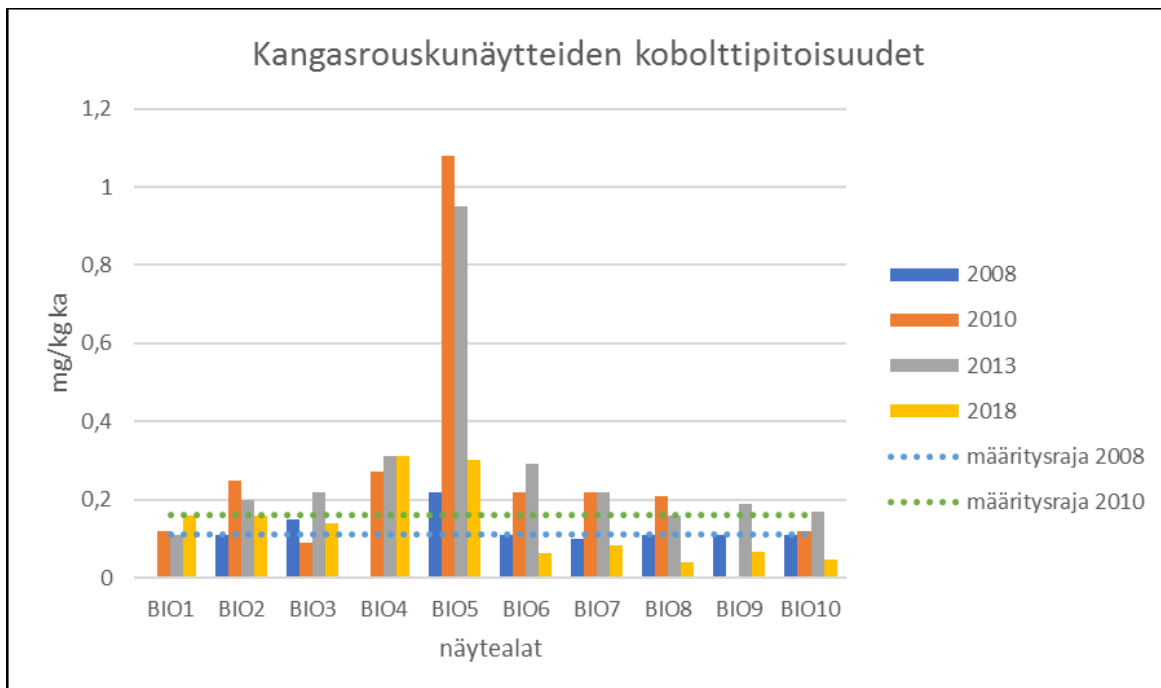
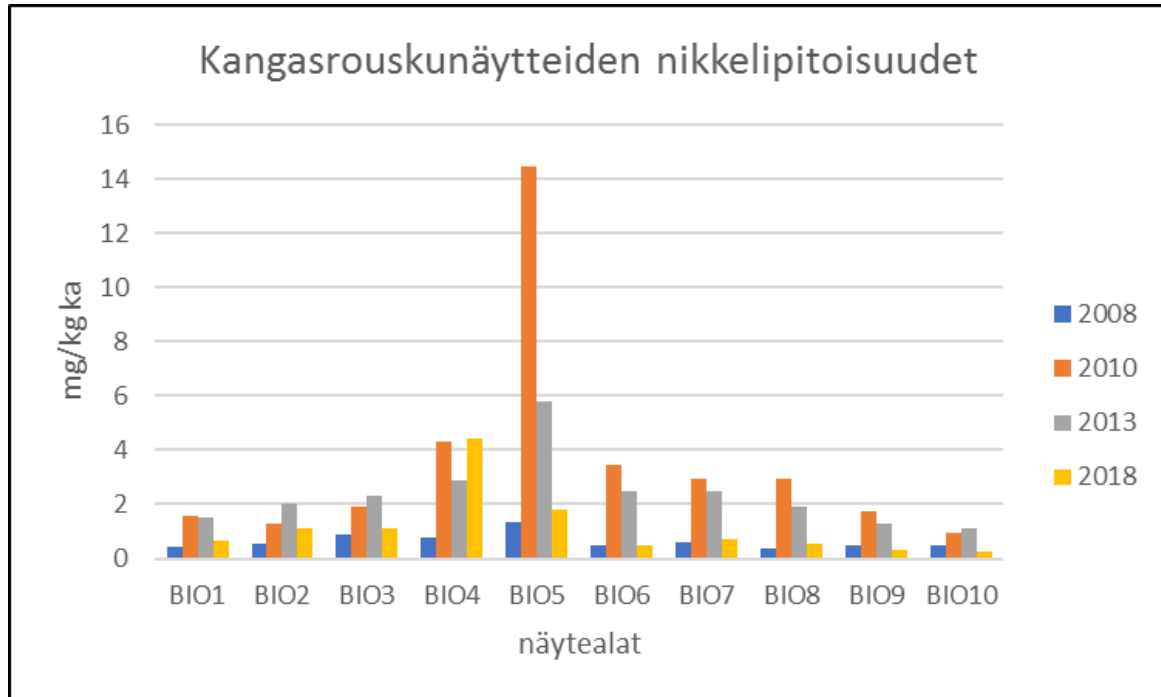
2009 2 vsk: 2007 kasvaneet neulaset
2009 1 vsk: 2008 kasvaneet neulaset

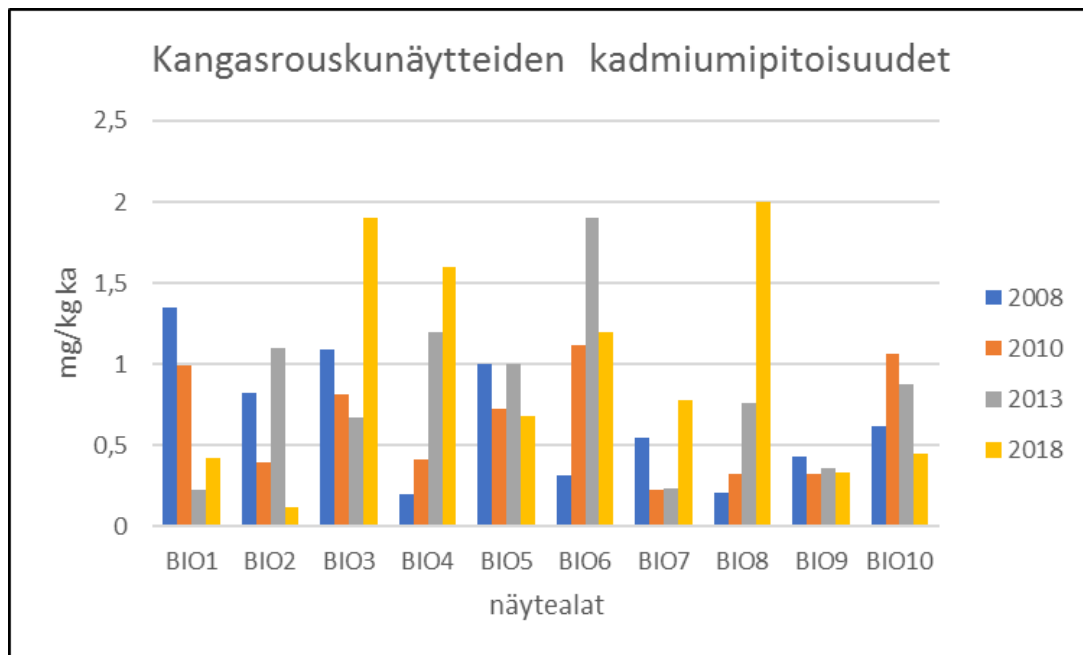
2016 1+2 vsk: 2014 ja 2015 kasvaneet neulaset
2018 2 vsk: 2016 kasvaneet neulaset

2018 1 vsk: 2017 kasvaneet neulaset

Kainuu 2015: keskimääräinen ainepitoisuus Kainuussa tehdyssä bioindikaattoriselvityksessä (näytealojen määrä 53), Seppänen ym. 2017







Sienten uraanipitoisuudet olivat alle määritysrajan (2013: 0,01 mg/kg, 2010: 0,05 mg/kg, 2018: 0,01 mg/kg)

Eurofins

Pvm: 3.5.2018

Tutkimustodistus

1/3

Projekti: 1510038629-016/1

Ramboll Finland Oy / Oulu

Kiviharjunlenkki 1A
90220 OULU

Tutkimuksen nimi:	Terraframe bioindikaattoritutkimus, havunneulasnäytteet					Näytteenottopvm:	
						Näyte saapui:	5.4.2018
Näytteenottaja:	Antje Neumann					Analysointi aloitettu:	5.4.2018

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	TF1, 1vsk	TF1, 2vsk	TF2, 1vsk	TF2, 2vsk	TF3, 1vsk		
Näytenumero	18SS 00920	18SS 00921	18SS 00922	18SS 00923	18SS 00924		
Esikäsittely, jauhatus	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, osanäytteen valmistaminen	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		EF3010 L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		EF3000 L
Kadmium (Cd)	0,066	0,083	0,083	0,070	0,062	mg/kg ka	EF3000 L
Koboltti (Co)	0,074	0,13	0,54	0,68	0,17	mg/kg ka	EF3000 L
Kupari (Cu)	2,6	3,1	3,3	2,9	3,5	mg/kg ka	EF3000 L
Nikkeli (Ni)	1,5	1,2	3,3	1,2	2,8	mg/kg ka	EF3000 L
Rikki (S)	770	1100	1200	1400	1000	mg/kg ka	EF3000 L
Sinkki (Zn)	30	47	41	55	33	mg/kg ka	EF3000 L
Uraani (U)	<0,010	0,012	0,011	0,016	0,012	mg/kg ka	EF3000 L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	TF3, 2vsk	TF4, 1vsk	TF4, 2vsk	TF5, 1vsk	TF5, 2vsk		
Näytenumero	18SS 00925	18SS 00926	18SS 00927	18SS 00928	18SS 00929		
Esikäsittely, jauhatus	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, osanäytteen valmistaminen	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		EF3010 L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		EF3000 L
Kadmium (Cd)	0,064	0,13	0,17	0,090	0,10	mg/kg ka	EF3000 L
Koboltti (Co)	0,21	0,39	0,54	0,056	0,075	mg/kg ka	EF3000 L
Kupari (Cu)	3,6	5,1	4,5	2,8	2,5	mg/kg ka	EF3000 L
Nikkeli (Ni)	1,7	6,1	4,9	2,9	1,3	mg/kg ka	EF3000 L
Rikki (S)	1300	1200	1300	920	910	mg/kg ka	EF3000 L
Sinkki (Zn)	43	46	73	31	41	mg/kg ka	EF3000 L
Uraani (U)	0,015	0,040	0,055	<0,010	<0,010	mg/kg ka	EF3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

Projekti: 1510038629-016/1

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	TF6, 1vsk	TF6, 2vsk	TF7, 1vsk	TF7, 2vsk	TF8, 1vsk		
Näyttenumero	18SS 00930	18SS 00931	18SS 00932	18SS 00933	18SS 00934		
Esikäsittely, jauhatus	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, osanäytteen valmistaminen	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		EF3010 L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		EF3000 L
Kadmium (Cd)	0,17	0,20	<0,050	0,069	0,069	mg/kg ka	EF3000 L
Koboltti (Co)	1,0	0,95	0,091	0,085	0,25	mg/kg ka	EF3000 L
Kupari (Cu)	10	9,0	3,3	2,8	4,4	mg/kg ka	EF3000 L
Nikkeli (Ni)	23	18	3,3	1,1	11	mg/kg ka	EF3000 L
Rikki (S)	1900	1900	910	990	1100	mg/kg ka	EF3000 L
Sinkki (Zn)	71	91	27	38	37	mg/kg ka	EF3000 L
Uraani (U)	0,25	0,28	0,013	0,013	0,039	mg/kg ka	EF3000 L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	TF8, 2vsk	TF9, 1vsk	TF9, 2vsk	TF10, 1vsk	TF10, 2vsk		
Näyttenumero	18SS 00935	18SS 00936	18SS 00937	18SS 00938	18SS 00939		
Esikäsittely, jauhatus	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, osanäytteen valmistaminen	ok	ok	ok	ok	ok		L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		EF3010 L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		EF3000 L
Kadmium (Cd)	0,11	<0,050	0,064	<0,050	<0,050	mg/kg ka	EF3000 L
Koboltti (Co)	0,26	0,14	0,15	0,079	0,12	mg/kg ka	EF3000 L
Kupari (Cu)	4,5	3,4	3,4	2,8	2,8	mg/kg ka	EF3000 L
Nikkeli (Ni)	6,4	4,0	2,8	0,70	0,44	mg/kg ka	EF3000 L
Rikki (S)	1400	1000	1000	850	1100	mg/kg ka	EF3000 L
Sinkki (Zn)	53	41	68	25	31	mg/kg ka	EF3000 L
Uraani (U)	0,051	0,036	0,057	<0,010	<0,010	mg/kg ka	EF3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

Projekti: 1510038629-016/1

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Sami Tyrväinen
FM, kemisti, +358 50 434 4092

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Lisätiedot Neulasnäytteet kuivattiin 40 °C:ssa. Kuivatut näytteet homogenisoitiin ja hajotettiin mikroaaltomärkäpolttolaitteistolla väkevässä typpihapossa. Alkuainepitoisuudet määritettiin ICP-MS - tekniikalla perustuen SFS-EN ISO 17294-2 standardiin.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu antje.neumann@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.



Tutkimustodistus AR-19-RZ-000997-01

Sivu 1/2

Päivämäärä 11.01.2019

Tutkimusno EUAA56-00003224

Asiakasno RZ0000895

Asiakkaan viite 1510038629-016

Ramboll Finland Oy

Tutkimuksen yhteyshenkilö Sami Tyrväinen

Antje Neumann

Säterinkatu 6

02600 Espoo

FINLAND

Terrafame, sieninäytteet

Näyttenumero	750-2018-00008560	750-2018-00008561	750-2018-00008562	750-2018-00008563	750-2018-00008564
Näytteen nimi	TF-BIO-1K	TF-BIO-2K	TF-BIO-3K	TF-BIO-4K	TF-BIO-5K
Näytteen kuvaus	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit

Kuiva-aine

Kuiva-ainepitoisuus	RZDRY	%	7	7	8	8	7
---------------------	-------	---	---	---	---	---	---

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS

Mikroaaltohajotus	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Kadmium (Cd)	RZ0VM mg/kg ka	0,42	1,2	1,9	1,6	0,68
Koboltti (Co)	RZ0VN mg/kg ka	0,16	0,16	0,14	0,31	0,30
Kupari (Cu)	RZ0W1 mg/kg ka	23	18	19	19	20
Nikkeli (Ni)	RZ0VI mg/kg ka	0,63	1,1	1,1	4,4	1,8
Sinkki (Zn)	RZ0W6 mg/kg ka	100	64	63	69	87
Uraani (U)	RZ0W8 mg/kg ka	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Näyttenumero	750-2018-00008565	750-2018-00008566	750-2018-00008567	750-2018-00008568	750-2018-00008569
Näytteen nimi	TF-BIO-6K	TF-BIO-7K	TF-BIO-8K	TF-BIO-9K	TF-BIO-10K
Näytteen kuvaus	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit	Muut biologiset materiaalit

Kuiva-aine

Kuiva-ainepitoisuus	RZDRY	%	7	9	9	8	7
---------------------	-------	---	---	---	---	---	---

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS

Mikroaaltohajotus	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Kadmium (Cd)	RZ0VM mg/kg ka	1,2	0,78	2,0	0,33	0,45
Koboltti (Co)	RZ0VN mg/kg ka	0,063	0,083	0,041	0,067	0,045
Kupari (Cu)	RZ0W1 mg/kg ka	17	16	13	14	13
Nikkeli (Ni)	RZ0VI mg/kg ka	0,48	0,71	0,57	0,29	0,26
Sinkki (Zn)	RZ0W6 mg/kg ka	76	65	74	58	49
Uraani (U)	RZ0W8 mg/kg ka	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	1,5%(>30%) 5%(<30%)	3	Kyllä	SFS 3008, SFS-ISO 11465, SFS-EN 14346	RZ T039
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus			Ei	SFS-EN 16174	RZ
RZ0VM	Kadmium (Cd)	25%	0.2	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ T039
RZ0VN	Koboltti (Co)	20%	1	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ T039
RZ0W1	Kupari (Cu)	25%	5	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ T039
RZ0VI	Nikkeli (Ni)	25%	2	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ T039
RZ0W6	Sinkki (Zn)	25%	5	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ T039
RZ0W8	Uraani (U)	20%	1	Ei	SFS-EN 16171	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	(Ei akkreditoitu)
RZ T039	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	FINAS akkr. num. SFS-EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T039

Menetelmäkuvaukset

SFS 3008, SFS-ISO 11465,
SFS-EN 14346
SFS-EN 16171
SFS-EN 16174

ALLEKIRJOITUS


Rasmus Jussila +358 447524971
Laboratoriokemisti RasmusJussila@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Mahdollinen lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.