

Vastaanottaja

Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi

Tarkkailuraportti

Päivämäärä

Toukokuu, 2016

TERRAFAME OY

**OSA VII: SEDIMENTIN LAATU JA
NUASJÄRVEN PURKUPUTKEN VAIKU-
TUSTARKKAILU**

TERRAFAME OY
OSA VII: SEDIMENTIN LAATU JA NUASJÄRVEN
PURKUPUTKEN VAIKUTUSTARKKAILU

Päivämäärä **11.5.2016**
Laatija **Jaana Huuhko, Ramboll**
Tarkastaja **Katariina Koikkalainen, Ramboll**
Kuvaus **Tarkkailuraportti**

Viite **1510016678-013** (Talvivaaran kaivoksen ympäristötarkkailu)
ja
1510021110-005 (Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu)

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	NÄYTTEENOTTO	1
2.1	Kaivoksen lähivesistöjen ympäristötarkkailu	1
2.1.1	Näytteenotto	1
2.1.2	Analyysit	1
2.2	Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu	1
2.2.1	Näytteenotto	1
2.2.2	Analyysit	2
3.	TARKKAILUTULOKSET	2
3.1	Kaivoksen lähivesistöjen ympäristötarkkailu	2
3.1.1	Fysikaaliset ominaisuudet	2
3.1.2	Kemiallinen laatu	3
3.1.3	Oulujoen suunta	4
3.1.4	Vuoksen suunta	6
3.2	Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu	8
3.2.1	Fysikaaliset ominaisuudet	8
3.2.2	Kemiallinen laatu	8
4.	EPÄVARMUUSTARKASTELU JA MUUTOSEHDOTUKSET	9
4.1	Epävarmuustarkastelu	9
4.2	Muutosehdotukset	10
5.	YHTEENVETO	10

LIITTEET

1. Valokuvia sedimenttiprofiileista
2. Sedimenttitarkkailun fysikaaliset tulokset vuosina 2012 ja 2015.
3. Kenttämittaustulokset
4. Yhteenveto sedimenttitarkkailun kemiallisen laadun tuloksista vuosina 2008, 2012 ja 2015.
5. Tutkimustodistukset

PIIRUSTUKSET

1. Kaivoksen ympäristötarkkailun sedimentin laadun seurantapisteen sijainnit
2. Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailun sedimentin laadun seurantapisteen sijainnit

1. JOHDANTO

Terrafame Oy:n kaivoksen ympäristötarkkailuun kuuluvan sedimentin laadun seuranta toteutettiin vuonna 2015 Kainuun ELY-keskuksen (24.2.2014 Dnro KAIELY/1/07.00/2013) ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen (24.2.2014 Dnro POSELY/206/07.00/2012 ja Dnro POSELY/1427/5720-2012) hyväksymän tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 27.6.2014) mukaisesti. Sedimentin laadun tarkkailua on tehty aiemmin vuosina 2008 (GTK) ja 2012 (Pöyry) sekä kipsisakka-altaan vuodon jälkeen helmikuussa 2013 (Pöyry). Tarkkailusuunnitelman mukainen sedimenttinäytteenotto toteutetaan kuuden vuoden välein eli seuraavan kerran vuonna 2021.

Vesien johtaminen kaivosalueelta purkuputkea käyttäen Nuasjärveen aloitettiin putkilinjan koe-käytöllä syyskuussa 2015. Tuotannolliseen käyttöön putkilinja otettiin marraskuussa 2015. Nuasjärven sedimentin laatua seurataan 31.7.2015 laaditun ja Kainuun ja Lapin ELY-keskusten 18.12.2015 hyväksymän (KAIELY/752/2014 ja LAPELY/1147/5723-2015) ympäristötarkkailusuunnitelman (Eversheds Asianajotoimisto Oy) mukaisesti. Tässä raportissa esitetään tarkkailusuunnitelman mukaisesti ennen kaivoksen vesien johtamisen aloittamista otettujen sedimenttinäytteiden tulokset. Seuraavan kerran sedimenttinäytteet otetaan kolmantena johtamisvuotena.

Tämä raportti on osa kaivoksen ympäristötarkkailuraporttia. Lupia ja päätöksiä on kuvattu tarkemmin erillisessä Tarkkailun taustatiedot -raportissa (Osa I). Kaivoksen vesipäästöt ja pinta-vesien laatu on kuvattu omissa raporteissaan (Osa III ja V).

2. NÄYTTEENOTTO

2.1 Kaivoksen lähivesistöjen ympäristötarkkailu

2.1.1 Näytteenotto

Sedimenttinäytteet otettiin 16. - 19.9.2015 ja 28. - 29.9.2015. Näytteet otettiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti Salmisesta, Kalliojärvestä, Kolmisopesta, Jormasjärvestä, Kivijärvestä (pohjoinen ja etelä) sekä Laakajärvestä (2 pistettä). Havaintopisteiden sijainnit ja koordinaatit on esitetty piirustuksessa 1.

Sedimenttinäytteet otettiin Limnos-noutimella (pl. Jormasjärvi Ekman-noutimella). Näytteenoton yhteydessä mitattiin alusveden lämpötila, pH ja redox-potentiaali. Lisäksi sedimenttiprofiilista määritettiin kenttämittarilla pH- ja redox-mittaukset 2 cm välein noin 15–20 cm syvyydelle asti.

Näytteenotosta vastasi Ramboll Finland Oy:n sertifioitu näytteenottaja.

2.1.2 Analyysit

Sedimenttinäytteistä (0-2 cm syvyydeltä) määritettiin kosteus (%), kuiva-aine (%), hehkutushäviö- ja -jäännös (%), hiili (%), typpi (%), kuiva- ja märkäpaino sekä As, Cd, Mo, Sb, Se, Th, Tl, U, Al, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Ti, V, Zn, S ja Hg. Metalleista määritettiin kokonaispitoisuudet.

Sedimenttinäytteiden huokosvedestä määritettiin sulfaatti ja fosfaatti. Huokosvesinäytteet jäivät määrittämättä Kalliojärven, Salmisen ja Kivijärven (pohjoinen ja etelä) sedimenttinäytteistä inhimillisen virheen vuoksi.

Näytteet analysoitiin Ramboll Analyticsin ympäristölaboratoriossa FINAS:n akkreditoimilla menetelmillä.

2.2 Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu

2.2.1 Näytteenotto

Nuasjärven sedimenttinäytteet otettiin 17.9.2015. Näytteet otettiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti Nuasjärvestä kolmesta tarkkailupisteestä (Nuasjärvi 1, 2 ja 16). Havaintopisteiden sijainnit ja koordinaatit on esitetty piirustuksessa 2.

Sedimenttinäytteet otettiin Limnos-noutimella. Näytteenoton yhteydessä mitattiin alusveden lämpötila, pH ja redox-potentiaali. Lisäksi sedimenttiprofiilista määritettiin kenttämittarilla pH- ja redox-mittaukset 2 cm välein noin 15–20 cm syvyydelle asti.

Näytteenotosta vastasi Ramboll Finland Oy:n sertifioitu näytteenottaja.

2.2.2 Analyysit

Sedimenttinäytteistä tehtävät analyysit tutkittiin pintasedimentistä (0-2 cm syvyydeltä), koska se kuvastaa lähivuosien vaikutuksia. Näytteistä määritettiin kosteus (%), kuiva-aine (%), hehkutushäviö- ja -jäännös (%), hiili (%), typpi (%), kuiva- ja märkäpaino sekä As, Cd, Mo, Sb, Se, Th, Tl, U, Al, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Ti, V, Zn, S ja Hg. Metalleista määritettiin kokonaispitoisuudet.

Sedimenttinäytteiden huokosvedestä määritettiin sulfaatti ja fosfaatti.

Näytteet analysoitiin Ramboll Analyticsin ympäristölaboratoriossa FINAS:n akkreditoimilla menetelmillä.

3. TARKKAILUTULOKSET

3.1 Kaivoksen lähivesistöjen ympäristötarkkailu

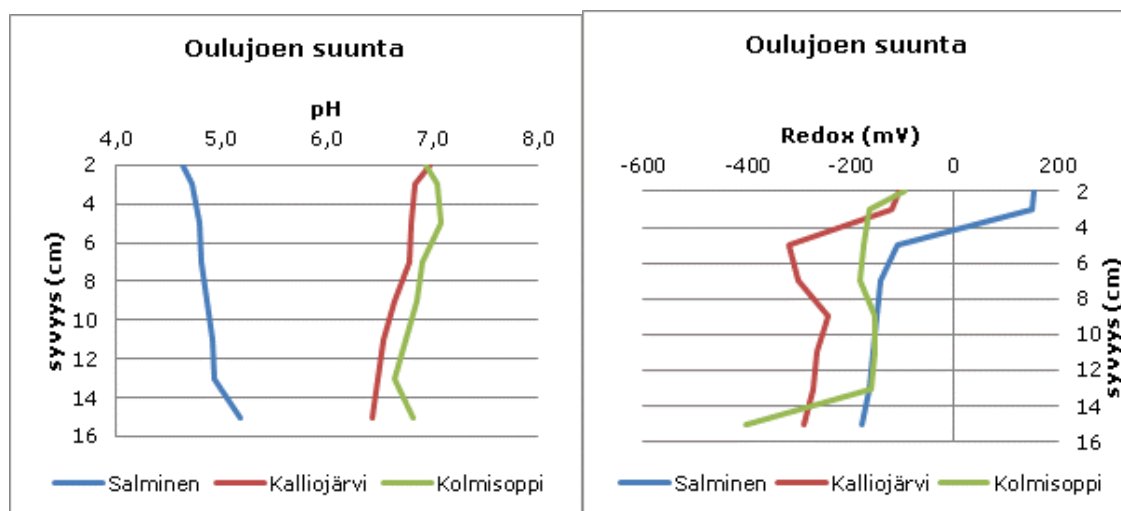
3.1.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Sedimentti oli kaikissa järvissä tummanruskeaa liejua. Kivijärven sedimenttiprofiilissa havaittavissa olevat mustat kerrokset viittaavat sulfaatin pelkistykseen ja sulfidien muodostukseen. Salmisessa sedimenttiprofiilin pinnassa oli todettavissa selvä vaalea kerros. Valokuvia sedimenttiprofiileista on esitetty liitteessä 1.

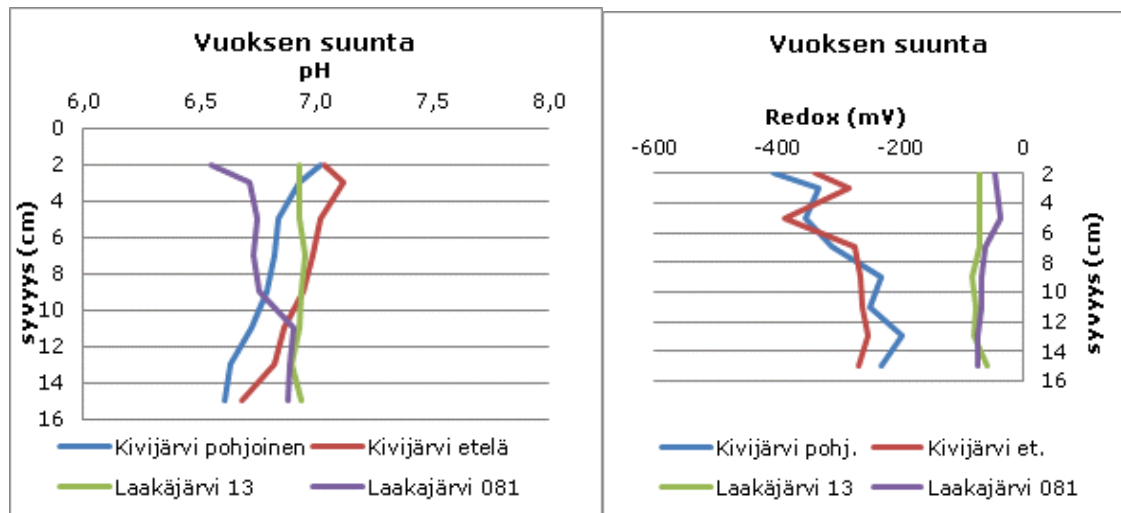
Sedimentin pintakerros (0-2 cm) oli pääosin eloperäistä ainesta hehkutushäviön (LOI) vaihdellessa eri näytteissä 25 - 43 % välillä. Orgaanisen hiilen pitoisuudet vaihtelivat välillä 11 - 19 % ja orgaanisen typen välillä 0,5 - 1,5 %. Hiili-typpi-suhde oli korkein Salmisessa, Kalliojärvässä ja Kolmisopessa ilmentäen eniten ulkoista ravinnekuormitusta. Salmisessa ja Kalliojärvässä suhdeluku oli selvästi korkeampi kuin vuonna 2012. Sedimenttien fysikaaliset tulokset on esitetty liitteessä 2.

Sedimenttiprofiilin pH ja redox tulokset on esitetty kuvassa 1 ja 2. Järvien sedimenttien pH-arvot olivat pääosin luontaisia, mutta Salmisen pH oli selvästi muita alhaisempi. Järvien redox-potentiaalit olivat myös luontaista tasoa alhaisemmat ollen välillä +156-440 mV. Salmisen sedimentin pintakerroksen (0-3 cm) redox -potentiaali oli muita korkeampi (noin 150 mV), kun vuonna 2012 redox oli alle -200 mV. Neljän sentin syvyydellä redox laski alle -100 mV (kuva 1). Vuoksen suunnalla Kivijärven sedimentin redox-potentiaali oli Laakajärveä selvästi alhaisempi ja redox-potentiaali kasvoi syvyyssuuntaan poiketen muista järvistä (kuva 2). Kenttämittausten yhteenvetotaulukko on esitetty liitteessä 3.

Salmisen sedimenttiprofiilin vaalea kerros ja sedimenttiprofiilin pH:n lasku syksyn 2012 tuloksiin verrattuna johtuu kaivoksella marraskuussa 2012 tapahtuneesta kipsisakka-altaan vuodosta, jonka yhteydessä osa happamasta ja metallipitoisesta kipsisakka-altaan liuoksesta pääsi kulkeutumaan lähipuroihin ja lähivesistöihin. Sedimenttiprofiilin pH:n lasku noudattelee Salmisen pohjan läheisen veden pH-muutoksia tuon ajankohdan jälkeen.



Kuva 1. Sedimenttiprofiilin pH- ja redox-potentiaalit Oulujoen suunnalla (Jormasjärvestä ei saatu sedimenttiprofiilituloksia näytteenottoteknisistä syistä).



Kuva 2. Sedimenttiprofiilin pH- ja redox-potentiaalit Vuoksen suunnalla.

3.1.2 Kemiallinen laatu

Sedimentin kemiallisen laadun tarkkailutulokset on koottu yhteenvedotaulukkoon, joka on esitetty liitteessä 4. Tuloksia verrattiin tarkkailutuloksiin ennen kaivoksen vesien johtamista (Pöyry, 2008) paitsi Salmisen kohdalla vertailuna käytettiin vuoden 1993 (GTK) tuloksia. Tarkastelussa verrattiin pitoisuuksien kehitystä myös edellisen tarkkailukerran (v. 2012) tuloksiin sekä vuoden 2013 lisätarkkailun tuloksiin.

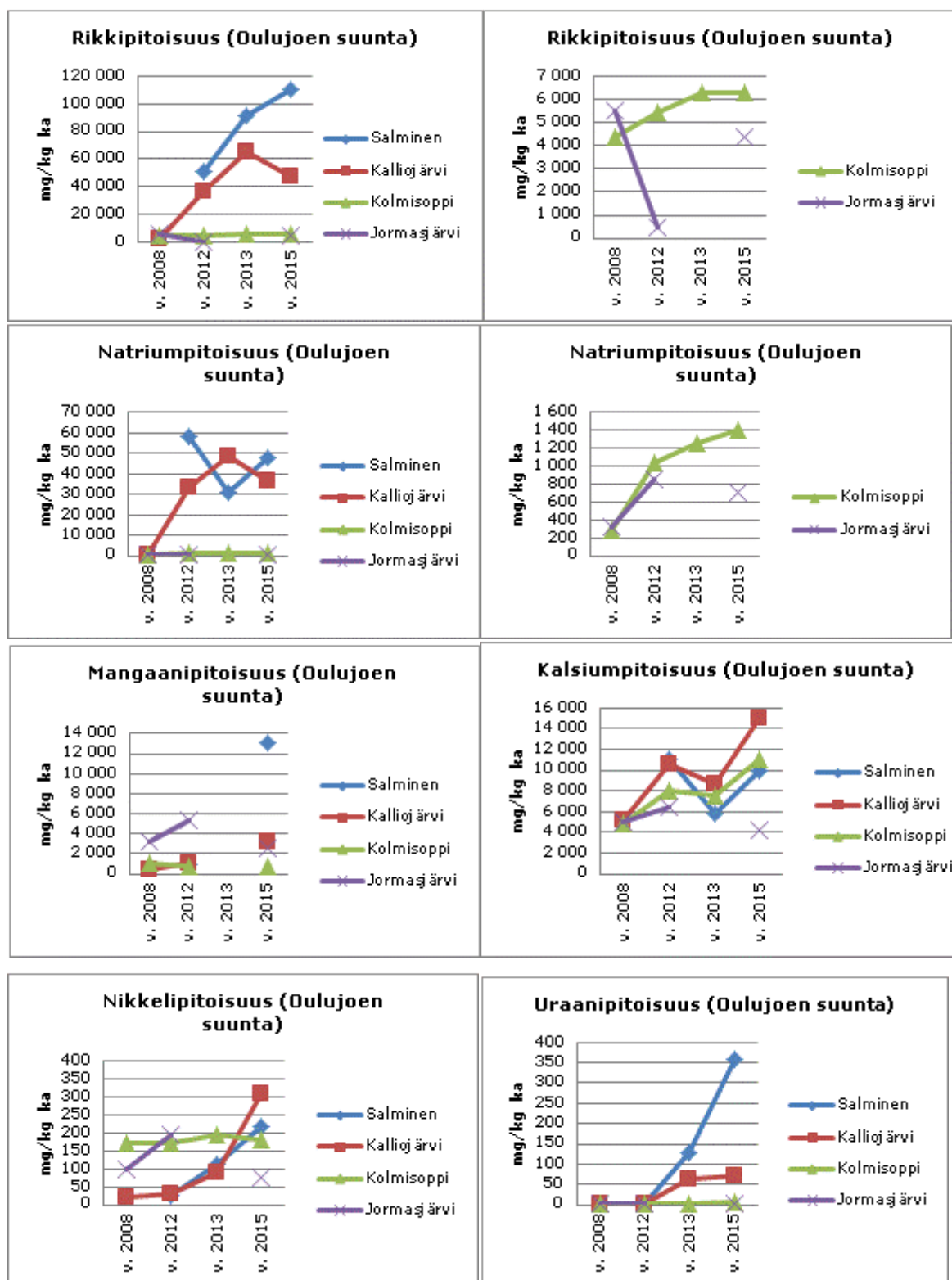
Vuoden 2015 tarkkailutuloksissa todettiin korkeita pitoisuuksia nikkelin, uraanin, rikin, natriumin, mangaanin, kalsiumin, raudan ja alumiinin osalta. Kaivokselta tuleva vesikuormitus koostuu pääosin sulfaateista, natriumista ja mangaanista. Lisäksi ympäristöön johdettavassa vedessä on pieniä määriä muita malmissa esiintyviä metalleja (osa III, vesipäästöraportti). Metallit ovat peräisin kaivoksen malmeista. Päästövesissä esiintyvä sulfaatti on peräisin osittain malmin sisältämästä rikistä ja osittain prosessissa käytettävästä rikkihaposta. Natrium on puolestaan peräisin metallien talteenottolaitoksella käytettävästä lipeästä ja kalsium neutraloinnissa käytettävistä kalkkimaateriaaleista. Sulfaattikuormituksen aiheuttama suolakerrostuneisuus (Salminen, Kalliojärvi ja Kivijärvi) estää täyskierron aikaisen alusveden happitäydennyksen, minkä seurauksena alusveden happivaje vaikuttaa metallien liukoisuuteen ja kiertokulkuun. Toisaalta myös alueiden luontaiset taustapitoisuudet (eri kivialueiden metallipitoisuudet) ja valuma-alueelta tuleva muu kuormitus vaikuttaa alkuainepitoisuuksiin.

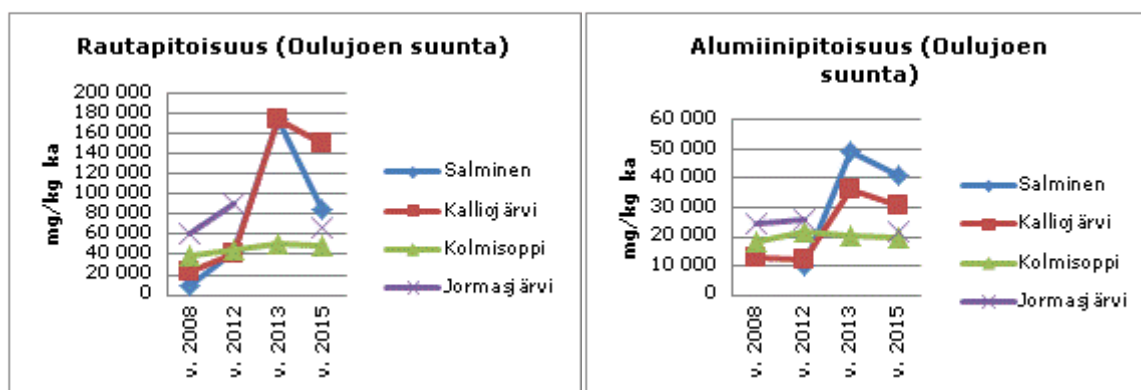
3.1.3 Oulujoen suunta

Oulujoen suunnalla kaivoksen vesistökuormituksen vaikutukset näkyvät Salmisen ja Kalliojärven sedimentin laadussa. Kaivoksella marraskuussa 2012 tapahtunut kipsisakka-altaan vuoto näkyi selvimmin Salmisen sedimenttituloksissa alhaisena pH:na ja selvästi syksyn 2012 tuloksiin verrattuna korkeampina metallipitoisuuksina (Ni, Fe, Mn, Al, U, S) korreloiden myös alusveden kemiallisen laadun muutoksien kanssa. Myös Kalliojärven ko. metallit poikkesivat selvästi vuoden 2012 sedimenttituloksista. Lisäksi Salmisessa ja Kalliojärven todettiin korkeat kalsium- ja natriumpitoisuudet, jotka olivat kuitenkin vuoden 2012 tasolla.

Kolmisopessa ja Jormasjärven vaikutukset olivat selvästi vähäisemmät. Kolmisopen sedimentin kalsiumpitoisuudet olivat koholla johtuen todennäköisimmin kaivoksen kuormituksesta. Jormasjärven kohonnut mangaanipitoisuus taas ilmentää valuma-alueelta tulevaa muuta kuormitusta (mm. suo- ja turvemailta metsäojituksen ja turvetuotannon seurauksena). Kolmisoppi ja Jormasjärvi sijaitsevat kiilleliusketta ja mustaliusketta käsittävällä kivilajialueella, jossa metallipitoisuudet (esim. Ni, Cd, Co ja Zn) ovat korkeammat kuin graniittigneissialueilla sijaitsevilla Salmisessa ja Kalliojärven.

Kuvaan 2 on koottu keskeisempien parametrien kehitys tarkkailuvuosien ajalta. Suurin muutos aiempiin vuosiin verrattuna todettiin Salmisessa, jossa rikki-, mangaani-, nikkeli- ja uraanipitoisuudet olivat selvästi nousseet. Myös alumiini ja rauta olivat vuoteen 2012 nähden koholla. Kalliojärven todettiin sama kehitys, mutta pitoisuudet olivat alhaisempia kuin Salmisessa. Lisäksi Kalliojärven kalsiumpitoisuudessa oli havaittavissa selvä nouseva trendi. Kolmisopessa ja Jormasjärven sedimenttien pitoisuuksissa ei todettu merkittävää eroa vuoteen 2008 verrattuna. Ainoastaan Kolmisopen kalsiumpitoisuus oli kohonnut.





Kuva 3. Oulujoen suunnan sedimentin (0-2 cm) rikki-, natrium-, mangaani-, kalsium-, nikkeli-, uraani-, rauta- ja alumiinipitoisuuksien kehitys.

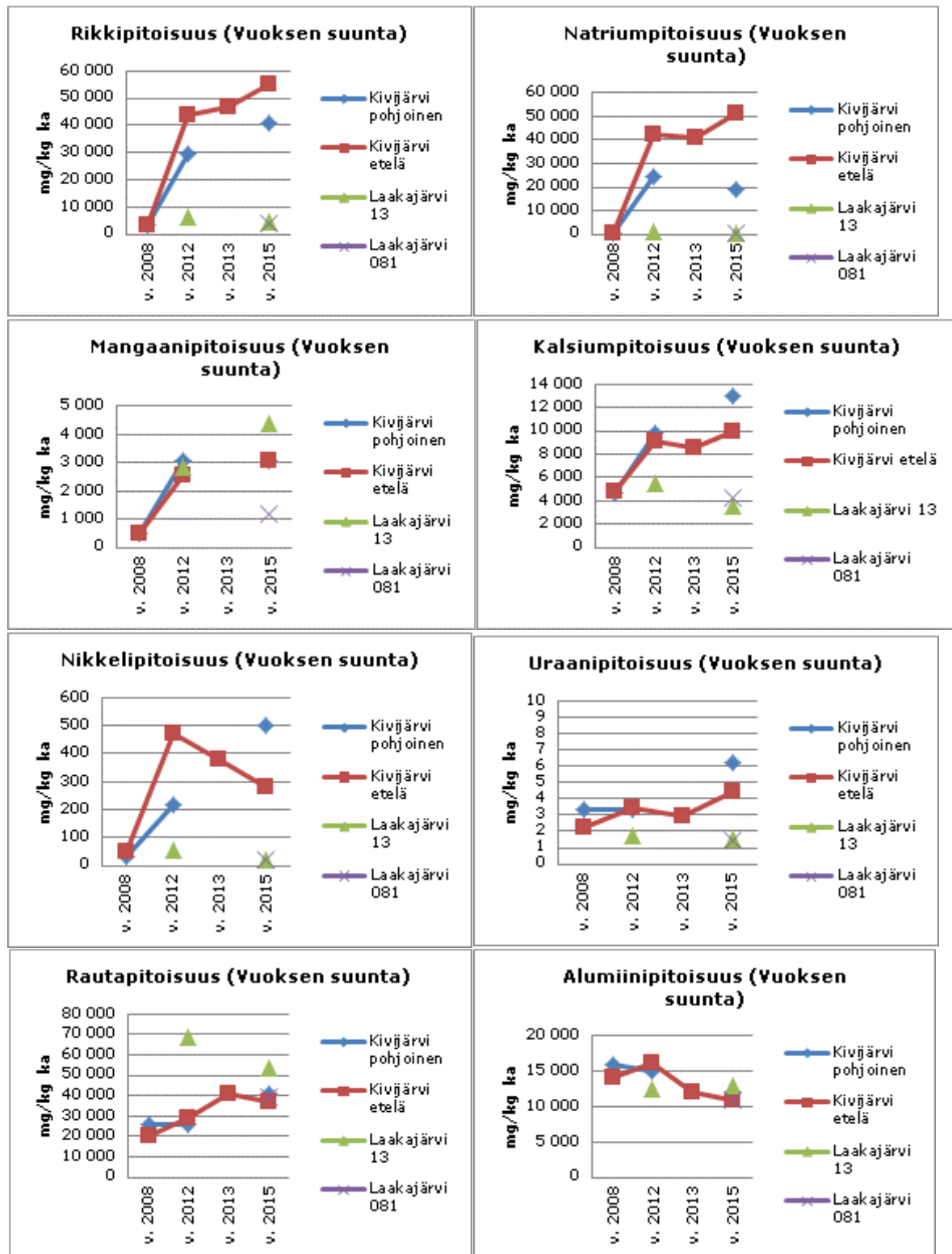
Lisäksi vuoden 2015 tarkkailussa tutkittiin alkuaineita (Mg, K, Sb, Ba, Be, Cr, Li, Mo, Rb, Se, Tl, Ti, Th ja V), joita ei ollut aiemmilla tarkkailukerroilla määritetty. Näiden osalta ei todettu merkitäviä pitoisuuksia. Ainoastaan Salmisessa magnesiumpitoisuus (25 000 mg/kg ka) poikkesi selvästi muista tuloksista (1 400...8 600 mg/kg ka).

Huokosvesinäytteet määritettiin myös ensimmäistä kertaa. Salmisen ja Kalliojärven näytteet jäivät inhimillisen virheen vuoksi ottamatta. Kolmisopen huokosveden sulfaattipitoisuus (430 mg/l) oli selvästi Jormasjärveä (71 mg/l) korkeampi. Kolmisopen pohjan läheisen veden sulfaattipitoisuus oli elo- ja lokakuun näytteenottokierroksella 360 mg/l ollen lähellä huokosvesinäytteen tasoa.

3.1.4 Vuoksen suunta

Vuoksen suunnan seurantakohteissa kaivoksen vesistökuormituksen vaikutus näkyi Kivijärven sedimentin pitoisuuksissa. Vuoden 2015 tarkkailutuloksissa rikki-, natrium-, kalsium-, mangaani- ja nikkelpitoisuudet olivat korkeita. Vuosien 2008, 2012 ja 2015 tuloksia tarkasteltaessa rikin, natriumin ja kalsiumin osalta on todettavissa nouseva trendi. Myös rautapitoisuus on ollut nouseva, kun taas alumiinipitoisuus on laskenut.

Laakajärven osalta ei ole tarkkailutuloksia vuodelta 2008 ja eteläisemmältä pisteeltä (Laakajärvi 081) on tuloksia vain vuodelta 2015. Kuluneena tarkkailuvuotena todetut pitoisuudet olivat pääosin alhaisia. Ainoastaan mangaanipitoisuus Laakajärven 13 sedimentin pintakerroksessa oli noussut jonkin verran vuoden 2012 tasosta.



Kuva 4. Oulujoen suunnan sedimentin (0-2 cm) rikki-, natrium-, mangaani-, kalsium-, nikkeli-, uraani-, rauta- ja alumiinipitoisuuksien kehitys.

Muiden vuoden 2015 tarkkailussa mukana olleiden alkuaineiden (Mg, K, Sb, Ba, Be, Cr, Li, Mo, Rb, Se, Tl, Ti, Th ja V) osalta ei todettu merkittäviä pitoisuuksia.

Huokosvesinäytteistä Kivijärven näytteet jäivät inhimillisen virheen vuoksi ottamatta. Laakajärven huokosvesinäytteiden sulfaattipitoisuudet (43 ja 81 mg/l) ja fosfaattipitoisuuksissa (0,92 ja 1,5 mg/l) ei todettu myöskään korkeita pitoisuuksia.

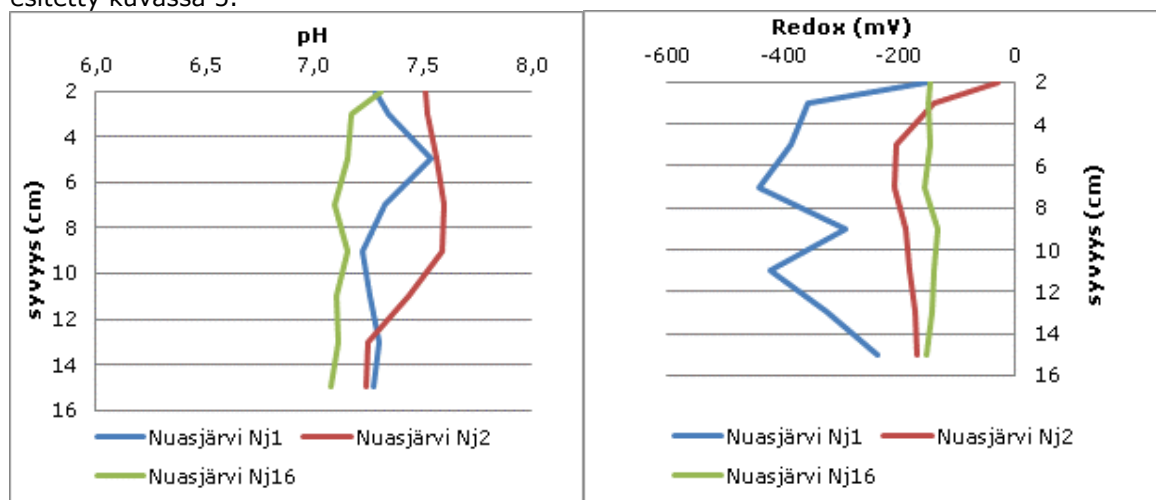
3.2 Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu

Nuasjärven sedimenttitarkkailunäytteet vuonna 2015 otettiin ennen kaivoksen vesien purkamisen aloittamista. Näin ollen ne toimivat vertailunäytteinä purkuputken vaikutustarkkailulle. Seuraavan kerran näytteet otetaan vuonna 2018.

3.2.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Myös Nuasjärven sedimentti oli pääosin eloperäistä (LOI 13 - 18 %) ja väriltään tummaa liejua. Orgaanisen hiilen pitoisuus vaihteli välillä 5-7 % ja orgaanisen typen välillä 0,4-0,6 % ollen selvästi alhaisempi kuin Jormasjärven. Hiili-typpisuhde oli välillä 11 - 12 ollen lähellä Jormasjärven hiili-typpisuhdetta (13). Sedimenttien fysikaaliset tulokset on esitetty liitteessä 2.

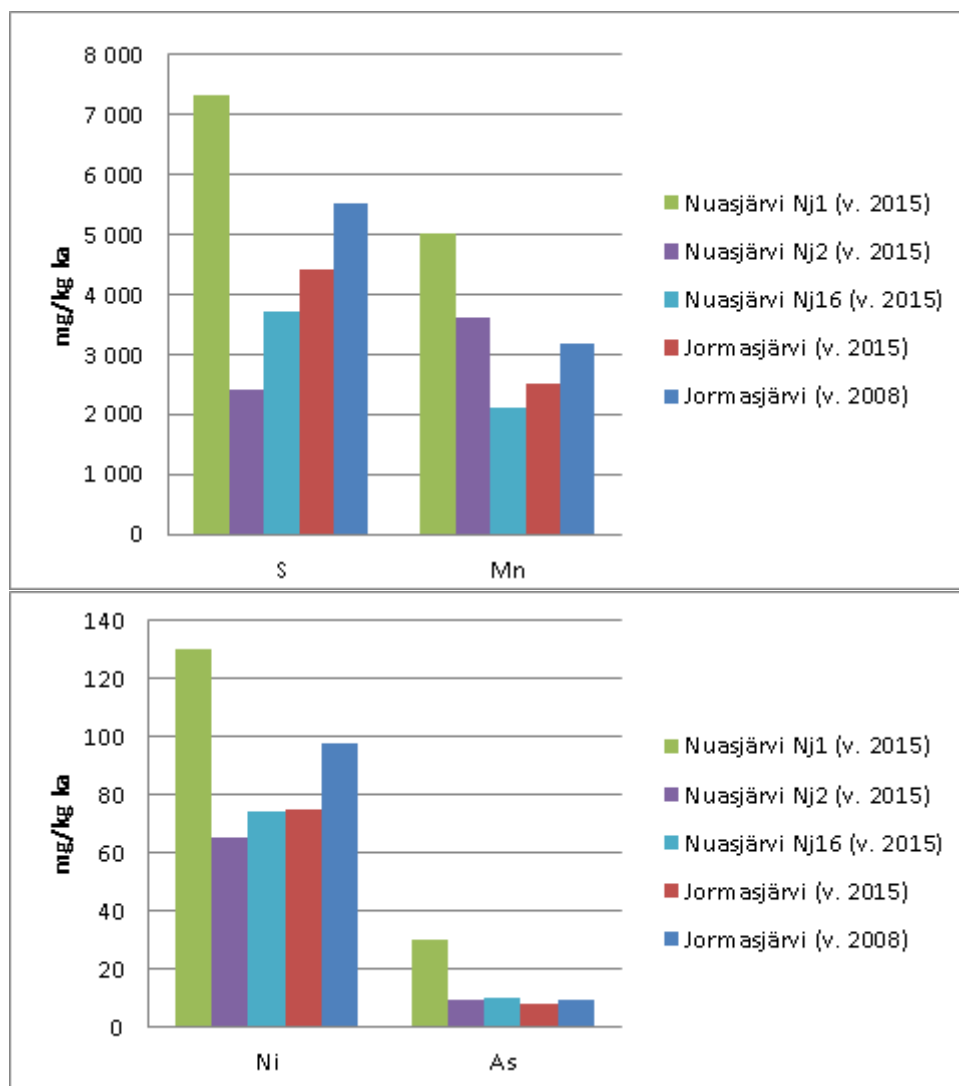
Sedimentin pH vaihteli Nuasjärvellä välillä 7,1 - 7,6. Redox-potentiaalit olivat Nuasjärvellä Nj16 melko tasaiset koko sedimenttiprofiilissa, kun taas pisteillä Nuasjärvi Nj1 ja Nj2 redox oli korkeimmillaan sedimentin pintakerroksessa. Sedimenttiprofiilin pH-arvot ja redox-potentiaalit on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Nuasjärven sedimenttiprofiilin pH- ja redox-potentiaalit.

3.2.2 Kemiallinen laatu

Nuasjärven sedimentin tarkkailutulokset on esitetty liitteessä 4. Tuloksia verrattiin keskeisimpien parametrien osalta Jormasjärven v. 2008 ja 2015 tuloksiin sekä vertailtiin tarkkailupisteiden tuloksia toisiinsa. Merkittäviä eroja ei ollut havaittavissa. Ainoastaan Lahnasjokea ja Jormasjokea lähimpänä sijaitsevan Nuasjärven Nj1 arseeni-, nikkeli-, rikki-, mangaani- ja rautapitoisuudet olivat hiukan muita pisteitä korkeampia. Vuoden 2006 GTK:n tutkimuksessa tältä alueelta todettiin sedimentin pintaosasta kohonneita arseeni-, nikkeli ja rikkipitoisuuksia, mikä voidaan suureksi osaksi selittää Lahnaslammen kaivosalueelta (nykyisin Mondon kaivos) tulevalle kuormituksella. Osa nikkelistä on tullut ilmeisesti myös Jormasjoen kautta Jormasjärven luontaisista päästölähteistä (maanmuokkaus, ojitus).



Kuva 6. Rikki, mangaani, nikkeli ja arseenipitoisuudet Nuasjärven pintasedimentissä (0-2 cm) sekä vertailuna vastaavasti Jormasjärvessä vuosina 2008 ja 2015.

Nuasjärven huokosvesinäytteissä sulfaattipitoisuudet olivat alhaisia ollen välillä 25 - 32 mg/l. Nuasjärvi Nj1 fosfaattipitoisuus (11 mg/l) oli muita pisteitä (3,6 ja 5,6 mg/l) korkeampi.

4. EPÄVARMUUSTARKASTELU JA MUUTOSEHDOTUKSET

4.1 Epävarmuustarkastelu

Sedimentin laadun tarkkailun kokonaisepävarmuus muodostuu seuraavien osa-alueiden epävarmuustekijöistä. Näitä ovat näytteenottoon (mm. näytteenottovälineet, näytteenottajan ammattitaito, sääolosuhteet), näytteiden kuljetukseen, näytteen analysointiin ja käsittelyyn sekä myös tulosten tulkintaan liittyvät epävarmuudet.

Kokonaisepävarmuutta näytteenoton osalta on pyritty minimoimaan käyttämällä samoja näytteenottajia näytteenottokertojen välillä. Näytteenotosta vastasi sertifioitu ja kokenut näytteenottaja, joka noudattaa työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näytteenotto, ottovälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja ja siten kokonaisepävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Näytepisteiden koordinaatit on tiedossa ja oikean näytepisteen sijainti varmennettiin GPS-laitteella ennen näytteenottoa. Näytteiden kuljetus on toteutettu yleisten ohjeiden mukaisesti. Siten näytteenottoon ja näytteiden kuljetukseen liittyvä epävarmuus minimoituu. Laboratorioanalyysit on tehty tutkimussuunnitelman mukaisilla

menetelmillä FINAS -akkreditoidussa laboratoriossa, jossa analyysien mittausepävarmuutta seurataan laadunvalvonnan mukaisesti. Näin näytteiden analysointiin liittyvä epävarmuus vähenee. Tulosten tulokinnassa raportin asiatarkastus on toteutettu Rambollin laatujärjestelmän mukaisesti.

Suurinta epävarmuutta tuloksiin aiheutuu kuitenkin yhden yksittäisen kertaluonteisen näytteen tuloksen luotettavuuteen kuvastamaan koko järven sedimentin tilaa. Tuloksia verrataan kuitenkin useamman vuoden tuloksiin, jolloin voidaan seurata sedimentin laadun kehittymistä pidemmällä ajanjaksolla ja saadaan näin luotettavampi kuva järven sedimentin laadusta.

4.2 Muutosehdotukset

Sedimenttitarkkailuun ei esitetä muutoksia.

5. YHTEENVETO

Oulujoen suunta

Sedimenttitarkkailun tulosten perusteella Oulujoen suunnalla kaivoksen vaikutukset olivat nähtävissä Salmisessa ja Kalliojärven sedimentin kemiallisen laadun (pH, Ni, Fe, Mn, Al, U, S) selvä heikkeneminen syksyn 2012 tasosta johtuu kaivoksella marraskuussa 2012 tapahtuneesta kipsisakka-altaan vuodosta korreloiden alusveden kemiallista laatua. Salmisen pintasedimentin metallipitoisuudet olivat moninkertaisia vuoden 2012 arvoihin nähden. Salmisen sedimentin pintakerros on metallipitoisten vuotovesien neutraloinnissa syntyneitä sakkaa, jonka haitta-ainepitoisuudet ovat vesieliöstölle haitallisia. Salmisen huono vedenlaatu kuormittaa jatkossakin sedimenttiä, joten vaikutukset ovat pitkäaikaisia.

Vuoden vaikutukset näkyivät selviten Salmisessa, mutta myös Kalliojärven sedimentissä nikkeli-, rauta, mangaani-, alumiini-, uraani- ja rikkipitoisuudet olivat selvästi syksyn 2012 tasoon nähden korkeampia korreloiden myös vedenlaadun tuloksia. Kalliojärven sedimentin ja vesipatsaan haitta-ainepitoisuudet ovat vesieliöstölle haitallisia, mikä ilmenee myös pohjaeläintutkimustuloksissa (Osa VI: Pintavesien biologinen tarkkailu). Myös Kalliojärven vesipatsaan korkeat metallipitoisuudet vaikuttavat jatkossakin sedimentaation kautta sedimentin laatuun.

Kolmisopessa kaivoksen vesipäästövaikutukset ilmenivät lähinnä kohonneena kalsiumpitoisuutena vuoden 2012 tasoon nähden. Jormasjärven ei kaivoksen vaikutuksia sedimentin laadussa enää ollut havaittavissa.

Vuoksen suunta

Kaivoksen vesistökuormitus on nähtävissä Kivijärven sedimentin laadussa. Kivijärven sedimentti-profiili ilmensi voimakkaasti pelkistyneitä olosuhteita. Sedimentin pintakerroksessa rikki-, natrium-, kalsium-, mangaani- ja nikkelpitoisuudet olivat korkeita. Aiempiin vuosiin nähden Kivijärvessä oli todettavissa nouseva trendi rikin, natriumin ja kalsiumin osalta. Tämä on myös seurausta kipsisakka-altaan vuodosta. Sedimentin heikentynyt laatu korreloi myös pohjaeläintutkimustulosten kanssa. Myös Kivijärven vesipatsaan korkeat metallipitoisuudet vaikuttavat sedimentaation vedenlaadun kehitykseen, vaikkakin vähäisemmässä määrin kuin vuoden 2012 vuodon aikana.

Vuoksen suunnalla kaivostoiminnan vaikutukset rajoittuivat tutkituista järvistä Kivijärven alueelle. Laakajärvessä kaivoksen vaikutuksia sedimentin laadussa ei ollut enää selkeästi havaittavissa.

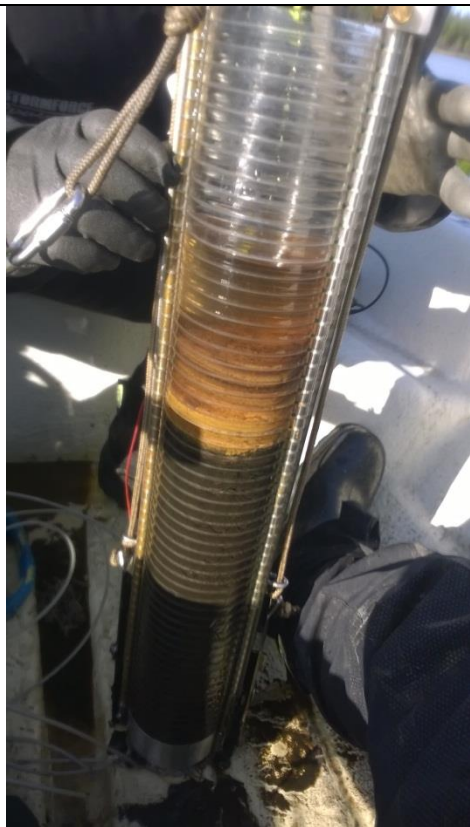
Nuasjärvi

Ennen kaivoksen vesien johtamista purkuputken kautta Nuasjärveen otettiin vaikutustarkkailun ns. taustapitoisuusnäytteet syksyllä 2015 kolmesta tarkkailupisteestä (Nuasjärvi 1, 2 ja 16). Lahnasjoen ja Jormasjoen suulla sijaitsevan tarkkailupisteen (Nj1) muita pisteitä korkeammat arseeni-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet on todettu johtuvan pääosin Lahnaslammen kaivosalueelta tulevalta kuormitukselta (GTK, 2006).

LIITTEET

VALOKUVIA SEDIMENTTIPROFIILEISTA

LIITE 1



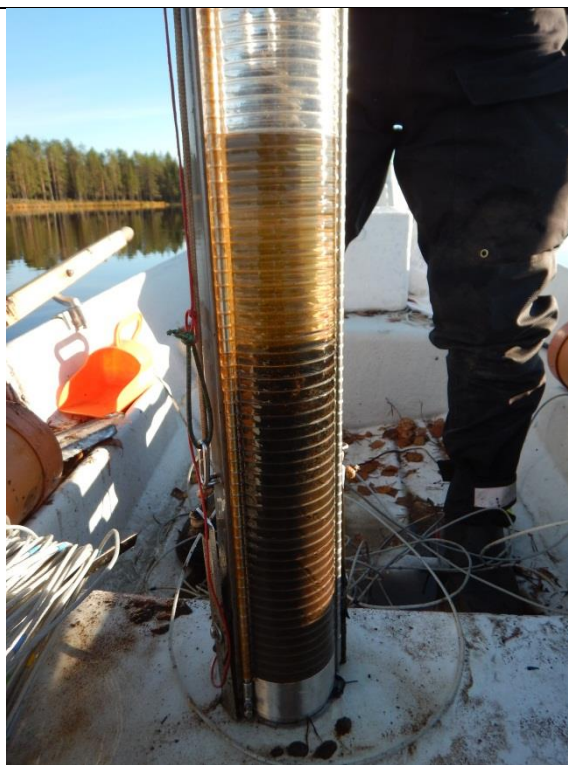
Salminen



Kalliojärvi



Kivijärvi pohjoinen



Kivijärvi etelä

	Kosteus %		Kuiva-aine %		LOI %		C %		N %		C / N	
	v. 2012	v. 2015	v. 2012	v. 2015	v. 2012		v. 2012	v. 2015			v. 2012	v. 2015
Oulujoen suunta												
Salminen	96	97	4	2,9	49	43	27	14	1,8	0,5	15	29
Kalliojärvi	96	97	4	3,1	18	40	18	17	1,4	0,84	13	20
Kolmisoppi	89	88	11	12	12	28	12	12	0,74	0,65	16	19
Jormasjärvi	96	87	4	13	15	25	15	11	1,1	0,84	13	14
Vuoksen suunta												
Kivijärvi pohjoinen	96	96	3,8	3,9	39	39	21	19	1,7	1,5	13	12
Kivijärvi etelä	95	96	4,6	3,9	38	40	20	17	1,8	1,5	11	12
Laakajärvi 13	94	90	5,9	10	30	30	16	14	1,4	1,1	11	12
Laakajärvi 081		89		11		29		13		1,0		13

Nuasjärven purkuputken tarkkailu

Näytteenotto-	Kosteus %	Kuiva-aine %	LOI %	C %	N %	C / N
paikka	v. 2015	v. 2015	v. 2015	m - %	m - %	
Nuasjärvi Nj1	86	14	18	7,0	0,58	12
Nuasjärvi Nj2	77	23	13	5,0	0,40	13
Nuasjärvi Nj16	82	18	16	6,5	0,57	11

Näytepiste	Näytteenottopv m	Syvyys (m)		Syvyys	Yks.	Lämpötila (°C)	pH	Redox (mV)
Salminen	29.9.2015	7,9	Alusvesi	6,9	m	8,2	4,6	164
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		4,6	156
				2-3	cm		4,7	151
				3-5	cm		4,8	-108
				5-7	cm		4,8	-141
				7-9	cm		4,9	-151
				9-11	cm		4,9	-158
				11-13	cm		4,9	-163
				13-15	cm		5,2	-180
Kalliojärvi	28.9.2015	5,0	Alusvesi	4,0	m	10,8	6,5	-2
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,0	-105
				2-3	cm		6,8	-120
				3-5	cm		6,8	-318
				5-7	cm		6,8	-300
				7-9	cm		6,6	-245
				9-11	cm		6,5	-265
				11-13	cm		6,5	-272
				13-15	cm		6,4	-292
Kolmisoppi	18.9.2015	15,0	Alusvesi	14,0	m	9,9	6,3	181
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		6,9	-96
				2-3	cm		7,0	-164
				3-5	cm		7,1	-176
				5-7	cm		6,9	-182
				7-9	cm		6,9	-154
				9-11	cm		6,8	-155
				11-13	cm		6,6	-160
				13-15	cm		6,8	-401
Jormasjärvi	18.9.2015	22,0	Alusvesi	21,0	m	13,1	-	-
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,2	-81
Kivijärvi pohjoinen	29.9.2015	8,4	Alusvesi	7,4	m	6,2	6,9	-196
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,0	-405
				2-3	cm		6,9	-330
				3-5	cm		6,8	-353
				5-7	cm		6,8	-310
				7-9	cm		6,8	-229
				9-11	cm		6,7	-248
				11-13	cm		6,6	-195
				13-15	cm		6,6	-231
Kivijärvi etelä	29.9.2015	5,5	Alusvesi	4,5	m	11,4	6,4	42,6
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,0	-338
				2-3	cm		7,1	-283
				3-5	cm		7,0	-385
				5-7	cm		7,0	-273
				7-9	cm		7,0	-263
				9-11	cm		6,9	-259
				11-13	cm		6,8	-250
				13-15	cm		6,7	-267
Laakajärvi 13	16.9.2015	8,7	Alusvesi	7,7	m	13,8	-	-
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		6,9	-70
				2-3	cm		6,9	-71
				3-5	cm		6,9	-71
				5-7	cm		7,0	-70
				7-9	cm		6,9	-81
				9-11	cm		6,9	-77
				11-13	cm		6,9	-77
				13-15	cm		6,9	-57

Näytepiste	Näytteenottopvm	Syvyys (m)		Syvyys	Yks.	Lämpötila (°C)	pH	Redox (mV)
Laakajärvi 081	16.9.2015	22,5	Alusvesi	21,5	m	13,6	-	-
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		6,6	-44
				2-3	cm		6,7	-41
				3-5	cm		6,8	-35
				5-7	cm		6,7	-61
				7-9	cm		6,8	-65
				9-11	cm		6,9	-66
				11-13	cm		6,9	-72
				13-15	cm		6,9	-72
Nuasjärvi Nj1	17.9.2015	24,1	Alusvesi	23,1	m	14,4	6,9	99
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,3	-152
				2-3	cm		7,3	-357
				3-5	cm		7,5	-387
				5-7	cm		7,3	-440
				7-9	cm		7,2	-292
				9-11	cm		7,3	-420
				11-13	cm		7,3	-324
				13-15	cm		7,3	-235
Nuasjärvi Nj2	17.9.2015	19,0	Alusvesi	18,0	m	14,4	6,9	151
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,5	-31
				2-3	cm		7,5	-141
				3-5	cm		7,6	-206
				5-7	cm		7,6	-209
				7-9	cm		7,6	-188
				9-11	cm		7,4	-181
				11-13	cm		7,2	-172
				13-15	cm		7,2	-171
Nuasjärvi Nj16	17.9.2015	15,1	Alusvesi	14,1	m	14,2	6,8	92
			Sedimenttiprofiili	0-2	cm		7,3	-148
				2-3	cm		7,2	-150
				3-5	cm		7,2	-147
				5-7	cm		7,1	-155
				7-9	cm		7,2	-135
				9-11	cm		7,1	-139
				11-13	cm		7,1	-144
				13-15	cm		7,1	-152

Ottopaikka	Vuosi	Syv.	As	Cd	Co	Cu	Ni	Zn	Fe	Mn	Al	Pb	Hg	U	S	Ca	Na	Mg	K	Sb	Ba	Be	Cr	Li	Mo	Rb	Se	Tl	Ti	Th	V
Olulujoen suunta		cm	mg / kg ka																												
Salminen	1993	0-9	2,4	0,75	2,9	29	9,4	50	10 119	208		50	0,34																		
Salminen	2012	0-2	7,6	0,79	5,5	39	24	101	42 500	951	10 400	37	0,32	1,47	51 400	11 100	58 000														
Salminen	2015	0-2	2,5	0,25	4,5	54	220	55	84 000	13 000	41 000	8,4	<0,10	360	110 000	10 000	48 000	25 000	380	<0,50	42	3	31	7	<2,0	2,4	3,6	<1,0	94	2,9	19
Kalliojärvi	1993	0-2	6,2	<0,5	5,0	28	22	58	23 600	363	12 900	38	0,15	3,5	2 510	5 120	259														
Kalliojärvi	2012	0-2	7,6	0,83	8,6	36	29	106	41 100	1 020	12 000	32	0,23	2,3	36 900	10 600	33 600														
Kalliojärvi	2015	0-2	4,1	0,54	6,6	19	310	150	150 000	3 200	31 000	15	<0,10	71	48 000	15 000	37 000	7 300	570	<0,50	130	2	17	9	<2,0	3,5	1,3	<1,0	230	1,4	32
Kolmisoppi	1993	0-2	<5	1,5	23	63	174	403	39 400	1 040	18 100	31	0,15	2,9	4 370	4 930	296														
Kolmisoppi	2012	0-2	8,3	3,9	27	55	172	522	44 500	823	21 500	23	0,17	2,9	5 450	8 030	1 040														
Kolmisoppi	2015	0-2	4,0	3,8	25	59	180	520	48 000	730	20 000	26	0,19	8	6 300	11 000	1 400	7 200	3 600	<0,50	150	<1,0	53	22	2,6	31	1,1	<1,0	1 700	3,8	81
Jormasjärvi	2008	0-2	9,5	2,1	35	41	98	378	59 900	3 180	24 600	38	0,2	2,1	5 520	4 960	330														
Jormasjärvi	2012	0-2	19	6,7	63	56	196	752	90 800	5 380	25 900	32	0,25	2,3	505	6 410	855														
Jormasjärvi	2015	0-2	8,2	2,1	39	35	75	350	66 000	2 500	22 000	36	0,18	2	4 400	4 200	710	5 200	2 500	<0,50	230	<1,0	51	13	3	24	1,5	<1,0	1 200	3	71
Vuoksen suunta																															
Kivijärvi pohjoinen	2008	0-2	<5	0,95	8,1	40	32	102	26 200	478	15 900	54	0,25	3,3	3 610	4 730	252														
Kivijärvi pohjoinen	2012	0-2	8,6	1,5	13	52	220	282	25 700	3 080	15 100	57	0,28	3,3	29 800	9 740	24 300														
Kivijärvi pohjoinen	2015	0-2	4,2	1,4	20	50	500	510	41 000	3 100	12 000	45	0,19	6,2	41 000	13 000	19 000	8 200	1 600	<0,50	230	0	31	11	4	12	2,3	<1,0	880	4	63
Kivijärvi etelä	2008	0-2	7,3	1,1	8,9	43	49	160	20 400	507	14 200	48	0,21	2,2	3 460	4 800	225														
Kivijärvi etelä	2012	0-2	8,4	2,3	24	69	471	618	29 300	2 580	16 100	30	0,24	3,4	43 700	9 130	42 100														
Kivijärvi etelä	2015	0-2	3,9	1,4	16	48	280	370	37 000	3 100	11 000	37	0,21	4,4	55 000	10 000	51 000	8 600	1 500	<0,50	180	0	31	11	2,6	11	1,7	<1,0	680	3,1	63
Laakajärvi 13	2012	0-2	9,8	0,72	11	28	53	129	68 400	2 830	12 600	33	0,26	1,7	6 580	5 540	845														
Laakajärvi 13	2015	0-2	5,2	1,5	32	21	23	170	54 000	4 400	13 000	64	0,23	1,6	4 300	3 600	320	1 400	680	<0,50	760	<1,0	27	<5,0	4,1	6,5	1,1	<1,0	490	1,6	58
Laakajärvi 081	2015	0-2	4,1	0,93	14	19	21	140	39 000	1 200	11 000	42	0,18	1,5	3 800	4 300	380	1 500	640	<0,50	88	<1,0	26	<5,0	3	6	1,3	<1,0	500	1,3	54

Nuasjärven purkupuutken vaikutustarkkailu

Näytteenotto- paikka	Vuosi	Syv.	As	Cd	Co	Cu	Ni	Zn	Fe	Mn	Al	Pb	Hg	U	S	Ca	Na	Mg	K	Sb	Ba	Be	Cr	Li	Mo	Rb	Se	Tl	Ti	Th	V
		cm	mg / kg ka																												
Nuasjärvi Nj1	2015	0-2	30	1,7	51	33	130	310	74 000	5 000	18 000	34	0,16	2	7 300	4 500	390	5 800	2 500	<0,50	300	<1,0	61	14	2,8	24	<1,0	<1,0	1 200	3,3	74
Nuasjärvi Nj2	2015	0-2	9,7	1,2	27	28	65	200	55 000	3 600	18 000	30	0,12	1,9	2 400	3 800	360	6 600	2 500	<0,50	230	<1,0	61	15	2,2	26	<1,0	<1,0	1 700	3,8	67
Nuasjärvi Nj16	2015	0-2	10	1,5	25	31	74	250	46 000	2 100	18 500	35	0,16	1,9	3 700	4 400	410	6 400	2 700	<0,50	195	<1,0	64	15	2,5	<0,5	<1,0	<1,0	1 350	3,4	67

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510016678-014/1

Terrafame Oy

Talvivaarantie 66
88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Sedimentit, Nuasjärven purkuputki

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 23.9.2015

Näytteenottaja: Jarno Lappalainen

Analysointi aloitettu: 23.9.2015

Sedimenttinäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Jormas-järvi	Kolmi-soppi	Laaka-järvi 13	Laaka-järvi 081	Nuasjär-vi Nj1			
Näyttenumero	15MS 00329	15MS 00330	15MS 00331	15MS 00332	15MS 00333			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	13	12	10	11	14	m-%	RA4016*	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Kokonaiskosteus	87	88	90	89	86	%		L
Hehkutusjäännös 550 °C	75	72	70	71	82	% ka	RA4016	L
Hehkutushäviö 550°C	25	28	30	29	18	% ka	RA4016	L
Sulfaatti (SO ₄)						mg/l	RA2018*	L
Fosfaatti (PO ₄), kokonais-						mg/l	RA2010*	L
Hiili, C vedetön	11,4	12,4	13,7	12,8	7,0	m-%	ISO 10694*	V
Typpi, N vedetön	0,84	0,65	1,1	1,0	0,58	m-%	ASTM D 5373	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit 3	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka		L
Alumiini (Al)	22000	20000	13000	11000	18000	mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	8,2	4,0	5,2	4,1	30	mg/kg ka	RA3000*	L
Barium (Ba)	230	150	760	88	300	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,18	0,19	0,23	0,18	0,16	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	2,1	3,8	1,5	0,93	1,7	mg/kg ka	RA3000*	L
Kalium (K)	2500	3600	680	640	2500	mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	4200	11000	3600	4300	4500	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	39	25	32	14	51	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	51	53	27	26	61	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	35	59	21	19	33	mg/kg ka	RA3000*	L
Litium (Li)	13	22	<5,0	<5,0	14	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	36	26	64	42	34	mg/kg ka	RA3000*	L
Magnesium (Mg)	5200	7200	1400	1500	5800	mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	2500	730	4400	1200	5000	mg/kg ka	RA3000*	L
Molybdeeni (Mo)	3,0	2,6	4,1	3,0	2,8	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	710	1400	320	380	390	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	75	180	23	21	130	mg/kg ka	RA3000*	L
Rauta (Fe)	66000	48000	54000	39000	74000	mg/kg ka	RA3000*	L

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

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 1510016678-014/1

	15MS 00329	15MS 00330	15MS 00331	15MS 00332	15MS 00333	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)	4400	6300	4300	3800	7300	mg/kg ka	RA3000	L
Rubidium (Rb)	24	31	6,5	6,0	24	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	1,5	1,1	1,1	1,3	<1,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	350	520	170	140	310	mg/kg ka	RA3000*	L
Tallium (Tl)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1200	1700	490	500	1200	mg/kg ka	RA3000	L
Torium (Th)	3,0	3,8	1,6	1,3	3,3	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	2,0	8,0	1,6	1,5	2,0	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	71	81	58	54	74	mg/kg ka	RA3000*	L

Sedimenttinäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Nuasjär- vi Nj2	Nuasjär- vi Nj16	Jormas- järvi, huokos- vesinäy- te	Kolmi- soppi, huokos- vesinäy- te	Laaka- järvi 13, huokos- vesinäy- te			
Näyttenumero	15MS 00334	15MS 00335	15SL 06832	15SL 06833	15SL 06834			

MÄÄRITYKSET

Kuiva-aine	23	18				m-%	RA4016*	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105				°C	RA1040	V
Kokonaiskosteus	77	82				%		L
Hehkutusjäännös 550 °C	87	84				% ka	RA4016	L
Hehkutushäviö 550°C	13	16				% ka	RA4016	L
Sulfaatti (SO4)			71	430	43	mg/l	RA2018*	L
Fosfaatti (PO4), kokonais-			2,1	1,8	0,92	mg/l	RA2010*	L
Hiili, C vedetön	5,0	6,5				m-%	ISO 10694*	V
Typpi, N vedetön	0,40	0,57				m-%	ASTM D 5373	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok					RA3010	L
Metallit 3	ok	ok				mg/kg ka		L
Alumiini (Al)	18000	18500				mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50				mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	9,7	10				mg/kg ka	RA3000*	L
Barium (Ba)	230	195				mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0	<1,0				mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,12	0,16				mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	1,2	1,5				mg/kg ka	RA3000*	L
Kalium (K)	2500	2700				mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	3800	4400				mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	27	24,5				mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	61	63,5				mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	28	31				mg/kg ka	RA3000*	L
Litium (Li)	15	15				mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	30	35				mg/kg ka	RA3000*	L
Magnesium (Mg)	6600	6400				mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	3600	2100				mg/kg ka	RA3000*	L
Molybdeeni (Mo)	2,2	2,5				mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	360	410				mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	65	74				mg/kg ka	RA3000*	L
Rauta (Fe)	55000	46000				mg/kg ka	RA3000*	L

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

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510016678-014/1

	15MS 00334	15MS 00335	15SL 06832	15SL 06833	15SL 06834	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)	2400	3700				mg/kg ka	RA3000	L
Rubidium (Rb)	26	<0,50				mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0	<1,0				mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	200	250				mg/kg ka	RA3000*	L
Tallium (Tl)	<1,0	<1,0				mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1700	1350				mg/kg ka	RA3000	L
Torium (Th)	3,8	3,4				mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	1,9	1,9				mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	67	67				mg/kg ka	RA3000*	L

Sedimenttinäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Laaka- järvi 081, huokos- vesinäy- te	Nuasjär- vi Nj1, huokos- vesinäy- te	Nuasjär- vi Nj2, huoko- vesinäy- te	Nuasjär- vi Nj16, huokos- vesinäy- te			
Näyttenumero	15SL 06835	15SL 06836	15SL 06837	15SL 06838			

MÄÄRITYKSET

Kuiva-aine					m-%	RA4016*	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa					°C	RA1040	V
Kokonaiskosteus					%		L
Hehkutusjäähennös 550 °C					% ka	RA4016	L
Hehkutushäviö 550°C					% ka	RA4016	L
Sulfaatti (SO4)	81	28	32	25	mg/l	RA2018*	L
Fosfaatti (PO4), kokonais-	1,5	11	5,6	3,6	mg/l	RA2010*	L
Hiili, C vedetön					m-%	ISO 10694*	V
Typpi, N vedetön					m-%	ASTM D 5373	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo						RA3010	L
Metallit 3					mg/kg ka		L
Alumiini (Al)					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)					mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)					mg/kg ka	RA3000*	L
Barium (Ba)					mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)					mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)					mg/kg ka	RA3000*	L
Kalium (K)					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)					mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)					mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)					mg/kg ka	RA3000*	L
Litium (Li)					mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)					mg/kg ka	RA3000*	L
Magnesium (Mg)					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)					mg/kg ka	RA3000*	L
Molybdeen (Mo)					mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)					mg/kg ka	RA3000*	L
Rauta (Fe)					mg/kg ka	RA3000*	L

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

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510016678-014/1

	15SL 06835	15SL 06836	15SL 06837	15SL 06838	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)					mg/kg ka	RA3000	L
Rubidium (Rb)					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)					mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)					mg/kg ka	RA3000*	L
Tallium (Tl)					mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)					mg/kg ka	RA3000	L
Torium (Th)					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)					mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)					mg/kg ka	RA3000*	L

* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Ramboll Analytics



Ilpo Lahdelma

FL, kemisti, +358 40 074 5295

Lisätiedot Näytteet otettu 16.-18.9.2015

Fosfaatti ja sulfaatti määritettiin huokosvedestä. Huokosvesi erotettiin kiintoaineksesta sentrifugoimalla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi; jarno.lappalainen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510021110-006/1

Terrafame Oy

Talvivaarantie 66
88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, sedimentit

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 20.11.2015

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 20.11.2015

Sedimenttinäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Kallio-järvi 28.9.15	Salmi-nen 29.9.15	Kivijärvi pohjoinen 29.9.15	Kivijärvi etelä 29.9.15			
Näyttenumero	15MS 00468	15MS 00469	15MS 00470	15MS 00471			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	3,1	2,9	3,9	3,9	m-%	RA4016*	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Kokonaiskosteus	97	97	96	96	%		L
Hehkutusjäähennös 550 °C	60	57	61	60	% ka	RA4016	L
Hehkutushäviö 550°C	40	43	39	40	% ka	RA4016	L
Hiili, C vedetön	17,0	14,3#	18,5#	17,4#	m-%	ISO 10694*	V
Typpi, N vedetön	0,84	0,50	1,5	1,5	m-%	ASTM D 5373	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit 3	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka		L
Alumiini (Al)	31000	41000	12000	11000	mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	4,1	2,5	4,2	3,9	mg/kg ka	RA3000*	L
Barium (Ba)	130	42	230	180	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	2	3	0	0	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10	<0,10	0,19	0,21	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,54	0,25	1,4	1,4	mg/kg ka	RA3000*	L
Kalium (K)	570	380	1600	1500	mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	15000	10000	13000	10000	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	6,6	4,5	20	16	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	17	31	31	31	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	19	54	50	48	mg/kg ka	RA3000*	L
Litium (Li)	9	7	11	11	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	15	8,4	45	37	mg/kg ka	RA3000*	L
Magnesium (Mg)	7300	25000	8200	8600	mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	3200	13000	3100	3100	mg/kg ka	RA3000*	L
Molybdeeni (Mo)	<2,0	<2,0	4,0	2,6	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	37000	48000	19000	51000	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	310	220	500	280	mg/kg ka	RA3000*	L
Rauta (Fe)	150000	84000	41000	37000	mg/kg ka	RA3000*	L
Rikki (S)	48000	110000	41000	55000	mg/kg ka	RA3000	L

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510021110-006/1

	15MS 00468	15MS 00469	15MS 00470	15MS 00471	Yksikkö	Menetelmä	
Rubidium (Rb)	3,5	2,4	12	11	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	1,3	3,6	2,3	1,7	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	150	55	510	370	mg/kg ka	RA3000*	L
Tallium (Tl)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	230	94	880	680	mg/kg ka	RA3000	L
Torium (Th)	1,4	2,9	4,0	3,1	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	71	360	6,2	4,4	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	32	19	63	63	mg/kg ka	RA3000*	L

* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Ramboll Analytics



Sami Tyrväinen

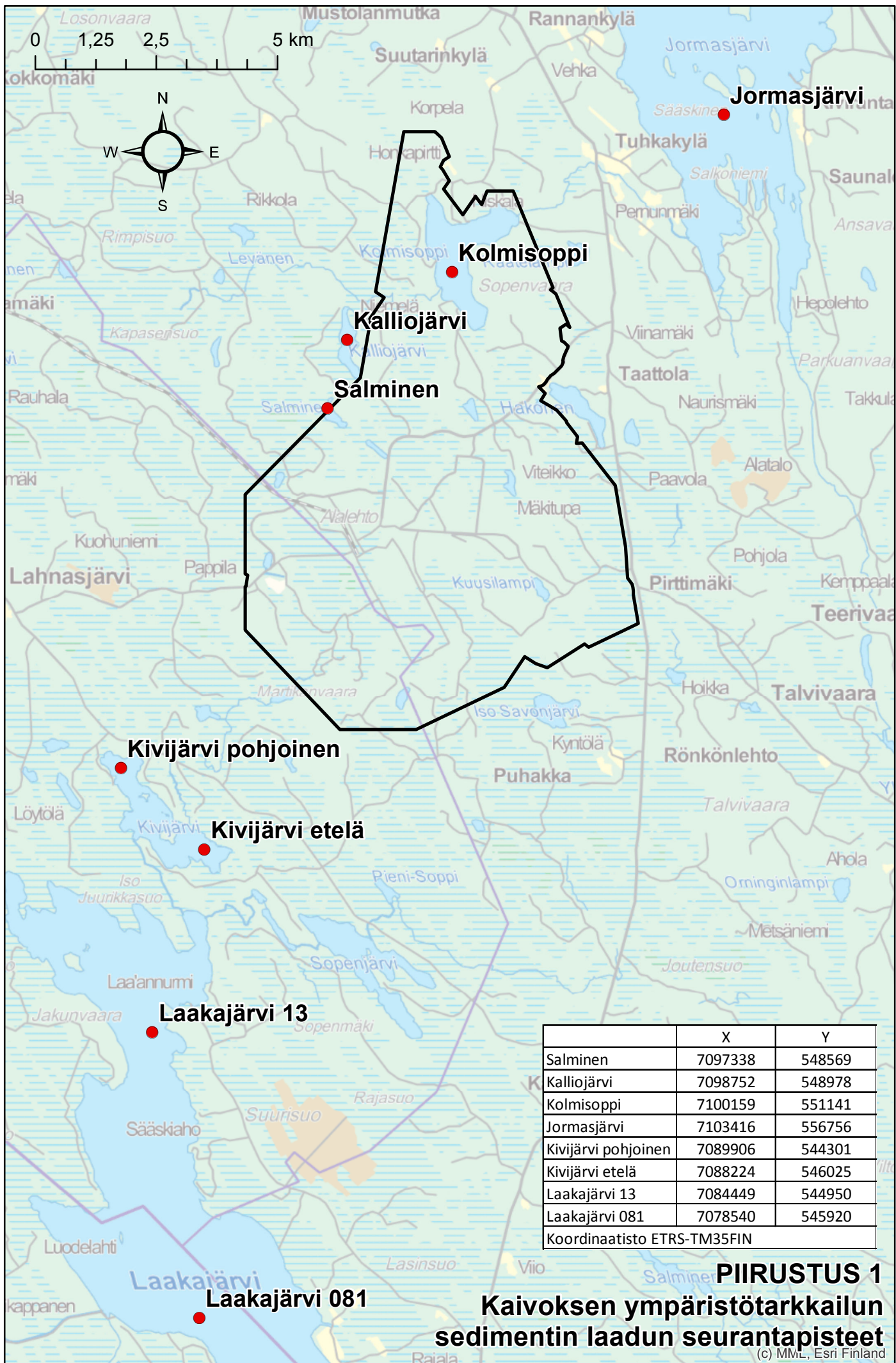
FM, kemisti, +358 50 434 4092

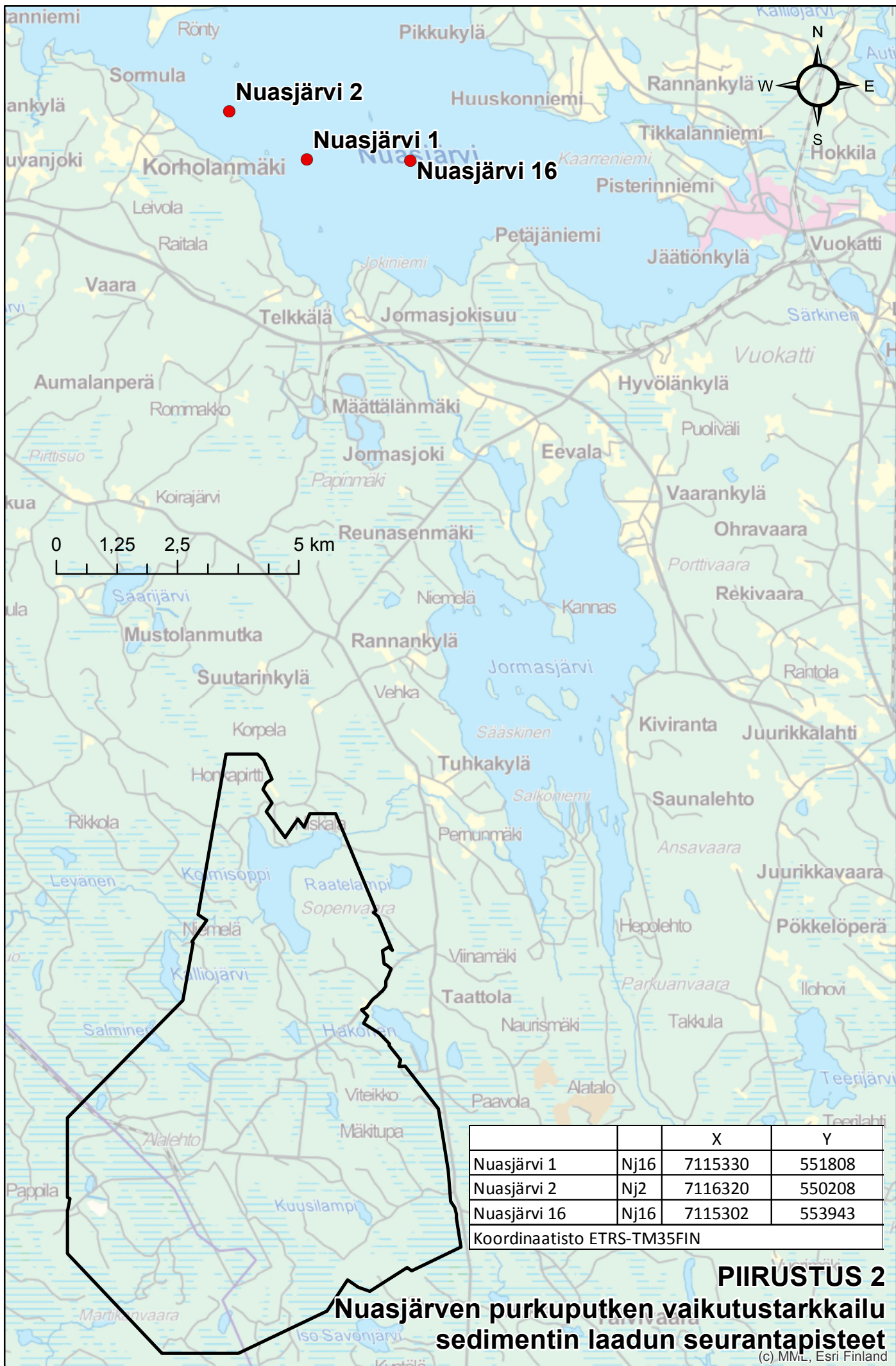
Lisätiedot #Standardin mukaiset kriteerit eivät täyty rinnakkaisten osalta. Tulos on kolmen rinnakkaisen keskiarvo.

Laboratoriot	L	Analysoitu Lahdessa
	V	Analysoitu Vantaalla

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

PIIRUSTUKSET





		X	Y
Nuasjärvi 1	Nj16	7115330	551808
Nuasjärvi 2	Nj2	7116320	550208
Nuasjärvi 16	Nj16	7115302	553943

Koordinaatisto ETRS-TM35FIN