



Kuva: Paikkatietoikkuna

Terrafame Oy  
Kolmisopen sedimenttitutkimus

101013901-001

7.5.2020

# Kolmisopen sedimenttitutkimus

## Sisältö

1	JOHDANTO .....	3
2	KOHTEEN KUVAUS.....	3
2.1	Sijainti .....	3
2.2	Omistus- ja hallintasuhteet.....	4
2.3	Kaavoitus .....	4
2.4	Rajaukset .....	4
2.5	Toimintahistoria ja nykyinen käyttö .....	4
2.6	Tuleva käyttö .....	4
3	SEDIMENTTINÄYTTEEN OTTO .....	4
4	KENTTÄMITTAUKSET JA LABORATORIOANALYYSIT .....	5
4.1	Kenttämittaukset .....	5
4.2	Laboratorioanalyysit .....	5
5	TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA .....	6
5.1	Hehkutushäviö ja kuiva-aine.....	6
5.2	Savipitoisuus.....	7
5.3	Öljyhiilivedyt .....	7
5.4	Metallit .....	8
5.5	PAH-yhdisteet .....	9
5.6	PCB-yhdisteet.....	10
5.7	Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F) .....	10
6	TULOSTEN VERTAILU RUOPPAUS- JA LÄJITYSOHJEEN ARVOIHIN .....	11
6.1	Yleistä .....	11
6.2	Öljyhiilivedyt .....	11
6.3	Metallit .....	13
6.4	Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F) .....	14
7	RISKINARVIOINTI .....	15
7.1	Yleistä riskinarvioinnista.....	15
7.2	Riskinarvioinnin lähtökohdat ja tavoitteenasettelu.....	15
7.3	Kulkeutumisriskin arviointi .....	16
7.4	Terveysriskin arviointi.....	17
7.5	Ekologisen riskin arviointi.....	18
7.6	Riskin luonnehdinta .....	19
7.7	Epävarmuustarkastelu .....	19
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	19
	VIITTEET .....	20

## Liitteet

Liite 1 .....	Tutkimuspistetiedot
Liite 2 .....	Innov-X-tulokset
Liite 3 .....	Analyysiraportit

## Karttaliitteet ja piirustukset

Piirustus 1 .....	Tutkimuspistekartta
Piirustus 2 .....	Pohjatutkimuskartta

## 1 JOHDANTO

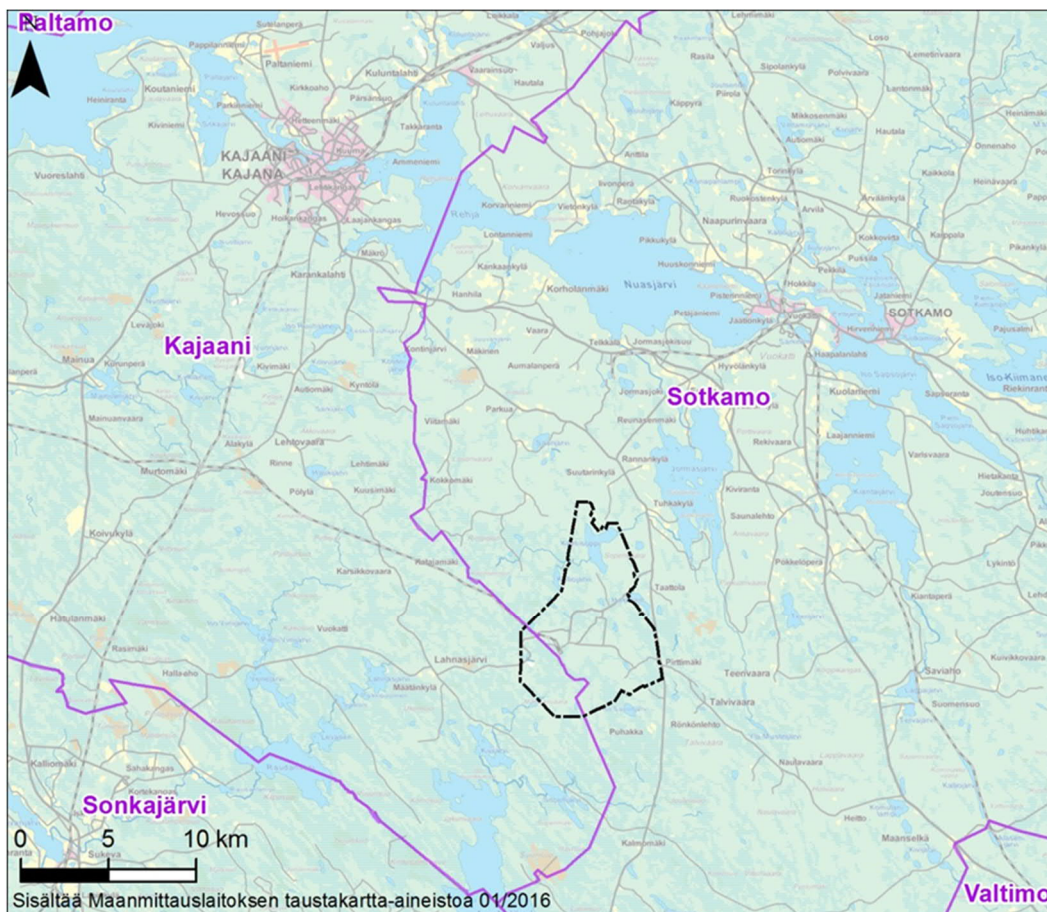
Terrafame suunnittelee louhinnan aloittamista Kolmisopen esiintymästä, mihin liittyen on meneillään yleissuunnittelu Kolmisoppijärven osittaisesta kuivattamisesta. Tämä sedimenttitutkimus antaa alustavaa tietoa Kolmisopen pohjasedimentin tilasta yleissuunnittelussa hyödynnettäväksi.

Tässä tutkimusraportissa on esitetty sedimenttinäytteiden haitta-ainepitoisuudet ja verrattu niitä valtioneuvoston asetukseen (214/2007) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista ja sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeeseen (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015).

## 2 KOHTEEN KUVAUS

### 2.1 Sijainti

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Sotkamon kunnan ja osittain Kajaanin kaupungin alueella, noin 20 km Kajaanista kaakkoon (Kuva 1). Etäisyys lähimpään taajamaan Sotkamoon on linnuntietä noin 15 km. Kolmisoppijärvi sijaitsee kaivospiirin pohjoisimmassa kärjessä.



Kuva 1. Terrafamen kaivoksen ja Kolmisoppijärven sijainti.

## 2.2 Omistus- ja hallintasuhteet

Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km<sup>2</sup>. Se on pääosin Terrafamen omistama, vuokra- maata on noin kaksi neliökilometriä. Kolmisoppijärvi sijaitsee Terrafamen omistamalla alueella. Kaivospiirin alueella ei ole asutusta, mutta sen läheisyydessä on vakituksessa käytössä olevia rakennuksia ja loma-asutusta.

## 2.3 Kaavoitus

Terrafamen kaivosalue on Kainuun kokonaismaakuntakaavassa 2020 osoitettu merkinnällä EK (kaivosalue). Kaivoksen lähialue on kaavoitettu pääosin maa- ja metsätalouksikäyttöön (M). Hankealueella ei ole osayleiskaavoja eikä asemakaavaa.

## 2.4 Rajaukset

Tutkimukset kohdistettiin kattavasti koko Kolmisoppijärven alueelle lukuun ottamatta Niskalanlahtea, jota ei ole tarkoitus kuivattaa. Järvi on pinta-alaltaan 2,15 km<sup>2</sup>, sen keskisyvyys on 5,55 m ja suurin syvyys 14,1 m. Tutkimusten tarkoituksena oli saada tietoa sedimentin mahdollisesta pilaantuneisuudesta ja läjityskelpoisuudesta.

## 2.5 Toimintahistoria ja nykyinen käyttö

Terrafamen kaivoksen alueella on aloitettu louhinta vuonna 2008 ja metallien kaupallinen tuotanto vuonna 2009. Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos, primääriliuotus, sekundääriliuotus, pintamaiden läjitysalue, kipsisakka-allas, tehdas-alue ja sivukivien läjitysalue.

Kolmisopen alueelle ei vielä nykyisellään ole sijoitu kaivostoimintoja. Kaivoksen toimintoilla on kuitenkin ollut jossain määrin vaikutusta järveen, koska sen kautta virtaa kaivosalueelta Oulujoen vesistöalueen suuntaan meneviä vesiä. Ennen keskuspuhdistamon ja purkuputken rakentamista vuosina 2009–2017 Kolmisopen kautta johdettiin osa kaivosalueen käsitellyistä poistevesistä. Vedet käsiteltiin jälkikäsitelyalueilla vuoteen 2012 saakka ja vuodesta 2013 lähtien kenttäpuhdistamoissa, joista osa sijoittui Oulujoen vesistöalueelle.

Nykyisin poistevesiä johdetaan Kolmisopen kautta kulkevaa reittiä vain satunnaisesti, jolloin järveen päätyy kaivostoimintoja ympäröivien alueiden puhtaita vesiä ja ajoittain seurannan perusteella puhtaaksi arvioituja kaivosvesiä. Kolmisoppi vastaanottaa kuitenkin purkuputken kautta meneviä vesiä lukuun ottamatta käytännössä kaikki kaivos-alueen Oulujoen suuntaan menevät vedet.

## 2.6 Tuleva käyttö

Osa Kolmisoppi järvestä on tarkoituksena kuivattaa Kolmisopen malmiesiintymän hyödyntämiseksi.

# 3 SEDIMENTTINÄYTTEEN OTTO

Pohjasedimenttinäytteitä otettiin 16.–19.3.2020 välisenä aikana kaikkiaan 15 näytepisteestä alueelta, joka on suunniteltu ruopattavaksi. Näytteet otettiin kahdelta- neljältä tasolta pohjasedimentin pintaosasta. Näytteenotto syvyys oli pääasiassa 30 cm, järven keskiosassa pisteissä S10 ja S11 hivenen enemmän (45 cm ja 40 cm), Kalliojoen suulla pisteessä S4 45 cm ja tutkimuspisteessä S7 vain 10 cm. Näytteenotto ulotettiin siihen syvyyteen, mihin näytteenottimella päästiin.

Näytteenotosta vastasi AFRY Finland Oy:n geologi Pasi Tikkanen. Näytteet otettiin jään päältä Limnos- sedimenttinäytteenottimella, jolla saadaan häiriintymätön näyte. Tutkimuspisteiden sijainnit ja vedenpinnan korkeustaso mitattiin VSR-GPS –mittauksella.

Vesisyvyys vaihteli tutkimuspisteissä välillä 2,2–14,7 m. Tutkimuspisteet S1, S4, S7, S9 ja S15 sijoittuvat lähemmäs rantavyöhykettä ja näissä vesisyvyys oli matalampi, alle 5,5 m. Muissa tutkimuspisteissä vesisyvyys oli yli 8 m.

Sedimentin pintakerros, aina näytteenottosyvyyteen saakka, oli kaikissa tutkimuspisteissä liejua. Eteläisimmässä osassa Hovinlahden alueella sedimentin seassa oli osin maatumattomia kasvinjäänteitä, mitä ei pohjoisempaan eikä järven keskiosalla havaittu. Sedimentti oli myös järven eteläosassa väriltään vaaleampaa (ruskeaa) ja tummeni syvemmälle ja järven keskiosaa kohden ollen tutkimuspisteissä P10 ja P11 miltei mustaa. Sedimentti oli tiiviimpää järven keskiosan pisteissä. Tutkimuspisteissä S5 ja S7 liejun seassa oli puun kappaleita ja tutkimuspisteessä S6 sedimentin pohjaosissa heinää. Tutkimuspisteen S7 sedimentti oli muista alueista poiketen hyvin löyhää. Sedimenttinäytteissä ei ollut havaittavissa selvää kerroksellisuutta.

Karttaliitteestä 1 ilmenee näytepisteiden sijainnit.

## 4 KENTTÄMITTAUKSET JA LABORATORIOANALYYSIT

### 4.1 Kenttämittaukset

Kaikista sedimenttitutkimuksessa otetuista näytteistä mitattiin suuntaa-antavat metallipitoisuudet Innov-X-röntgenfluoresenssianalysaattorilla. Lisäksi metallipitoisuudet määritettiin Innov-X-analysaattorilla geoteknisten tutkimusten yhteydessä Hietanien korkeudelle suunnitellun patolinjan kohdalta syvemmältä sedimentistä (8,7–20 m) otetuista näytteistä. Tutkimusten pisteiden sijainnit on esitetty pohjatutkimuskartalla karttaliitteessä 2. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 2.

Kenttämittauksessa miltei kaikissa näytteissä havaittiin pieniä, valtioneuvoston asetuksen 214/2007 (Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi) kynnystason alittavia pitoisuuksia vanadiinia ja sinkkiä. Lähes kaikissa pintasedimentistä otetuissa näytteissä havaittiin merkkejä lyijystä ja arseenista sekä paikoitellen nikkelistä ja kromista. Pisteessä S1 arseenipitoisuus oli kynnysarvotasolla. Syvemmällä sedimentissä kromia havaittiin miltei kaikissa näytteissä, nikkeliä ja lyijyä kaikissa näytepisteissä ja paikoitellen havaittiin arseenia ja kuparia. Pitoisuustasot olivat syvemmällä sedimentissä ja pintakerroksessa kaikilta osin samaa suuruusluokkaa. Vain sinkin keskimääräinen pitoisuustaso oli pintakerroksessa hivenen pohjasedimenttiä korkeampi.

### 4.2 Laboratorioanalyysit

Laboratorioanalysointia varten näytteistä muodostettiin 19 kokoomanäytettä yhdistämällä vierekkäisiä näytteitä ja samoja syvyytasoja.

- Kokoomannäytteet Kok1, Kok2 ja Kok3 muodostettiin pisteistä S1 ja S2 syvyyksiltä 0–4 cm, 5–10 cm ja 15–30 cm.
- Kokoomannäytteet Kok4, Kok5 ja Kok6 muodostettiin pisteistä S3, S4 ja S5 syvyyksiltä 0–4 cm, 5–10 cm ja 15–30 cm.
- Kokoomannäytteet Kok7, Kok8 ja Kok9 muodostettiin pisteistä S6, S7 ja S8 syvyyksiltä 0–4 cm ja 5–10 cm.
- Kokoomanäyte Kok9, muodostettiin pisteistä S6 ja S8 syvyydeltä 15–30 cm.

- Kokoomannäytteet Kok10, Kok11 ja Kok12 muodostettiin pisteistä S9, S10 ja S11 syvyyksiltä 0–4 cm, 5–10 cm ja 15–30 cm.
- Kokoomanäyte Kok13 muodostettiin pisteistä S10 ja S11 syvyydeltä 40–45 cm.
- Kokoomannäytteet Kok14, Kok15 ja Kok16 muodostettiin pisteistä S12 ja S13 syvyyksiltä 0–4 cm, 5–10 cm ja 15–30 cm.
- Kokoomannäytteet Kok17, Kok18 ja Kok19 muodostettiin pisteistä S14 ja S15 syvyyksiltä 0–4 cm, 5–10 cm ja 15–30 cm.

Näytteistä määritettiin kuiva-aine, hehikutushäviö, savipitoisuus, öljyhiilivedyt (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>), metallit (Vna 214/2007), PAH-yhdisteet, PCB-yhdisteet sekä dioksiinit ja furaanit (PCDD/F) taulukossa 1 esitetyn mukaisesti. Näytteet analysoitiin SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa Kotkassa. Laboratorio on akkreditoitu laboratorio. Analyysitodistukset ovat liitteenä 3.

Taulukko 1. Laboratoriossa analysoidut näytteet

Näyte	Hehkutushäviö	Savipitoisuus	Öljyhiilivedyt C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	Metallit	PAH	PCB	PCDD/F
Kok1	X		X	X	X	X	
Kok2	X	X		X			
Kok3	X			X			
Kok4	X	X	X	X	X	X	
Kok5	X			X		X	
Kok6	X	X	X	X	X		
Kok7	X	X	X	X	X	X	X
Kok8	X		X	X	X	X	
Kok9	X	X		X			
Kok10	X	X		X			X
Kok11	X		X	X	X	X	
Kok12	X			X			
Kok13	X	X		X			
Kok14	X	X	X	X	X	X	
Kok15	X			X			
Kok16	X			X			
Kok17	X			X	X	X	
Kok18	X	X		X			
Kok19	X			X			

## 5 TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

Näytteistä analysoituja pitoisuuksia on verrattu valtioneuvoston asetuksen 214/2007 (Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi) mukaisiin ohjearvoihin. Lisäksi on kuvattu kuiva-aine, hehikutushäviö ja savipitoisuuden arvot, vaikka nämä eivät kuulu pilaantuneisuuden arviointiin.

### 5.1 Hehikutushäviö ja kuiva-aine

Hehikutushäviön eli orgaanisen aineksen määrä vaihteli näytteissä välillä 14,5–48,6 %, ollen keskimäärin 24,4 %. Sedimentti luokitellaan liejuksi, kun orgaanisen aineksen määrä ylittää 20 % ja järven sedimentin voidaankin havaita olevan pääosin liejua. Orgaanisen aineksen määrä oli hivenen vähäisempää Kalliojoen suulla (S4, S5 ja S6) 5–30 cm syvyydellä sekä etelässä Hovinlahden alueella ja pohjoisessa Aittolahden alueella sedimentin pintaosiossa.

Kuiva-aineen määrä vaihteli välillä 8,5–26,2 %, ollen kaikissa näytteissä varsin vähäinen. Korkeimpia kuiva-aineen osuuksia havaittiin näytteissä, joiden orgaanisen aineksen määrä oli vähäisintä.

Taulukko 2. Analysoitujen näytteiden hehkutushäviö (orgaaninen aines) ja kuiva-aine

Näyte	Ottosyvyys (cm)	Hehkutushäviö (paino-%)	Kuiva-aine (paino-%)
Kok1 (S1 ja S2)	0–4	18,8	15,9
Kok2 (S1 ja S2)	5–10	24,5	13,8
Kok3 (S1 ja S2)	15–30	23,3	14,3
Kok4 (S3, S4 ja S5)	0–4	24,3	12,1
Kok5 (S3, S4 ja S5)	5–10	14,5	22,3
Kok6 (S3, S4 ja S5)	15–30	17,6	26,2
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0–4	25,2	9,9
Kok8 (S6, S7 ja S8)	5–10	19,6	15,8
Kok9 (S6, S7 ja S8)	15–30	31,8	13,2
Kok10 (S9, S10 ja S11)	0–4	24,8	11,1
Kok11 (S9, S10 ja S11)	5–10	23,8	10,7
Kok12 (S9, S10 ja S11)	15–30	21,4	11,9
Kok13 (S10 ja S11)	40 - 45	28,4	8,5
Kok14 (S12 ja S13)	0–4	23,3	9,5
Kok15 (S12 ja S13)	5–10	23	12,4
Kok16 (S12 ja S13)	15–30	30,6	9,2
Kok17 (S14 ja S15)	0–4	18,6	16,8
Kok18 (S14 ja S15)	5–10	21,4	17
Kok19 (S14 ja S15)	15–30	48,6	12,8

## 5.2 Savipitoisuus

Näytteistä määritetyt savipitoisuudet on esitetty taulukossa 3. Savipitoisuudet olivat pieniä. Korkein savipitoisuus (13 %) havaittiin kokoomanäytteessä Kok14 (0-4 cm) järven pohjoisosassa.

Taulukko 3. Analysoitujen näytteiden savipitoisuudet

Näyte	Ottosyvyys	Savipitoisuus (paino-%)
Kok2 (S1 ja S2)	5–10	6
Kok4 (S3, S4 ja S5)	0–4	6
Kok6 (S3, S4 ja S5)	15–30	4
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0–4	7
Kok9 (S6, S7 ja S8)	15–30	6
Kok10 (S9, S10 ja S11)	0–4	9
Kok13 (S10 ja S11)	40 - 45	<2
Kok14 (S12 ja S13)	0–4	13
Kok18 (S14 ja S15)	5–10	7

## 5.3 Öljyhiilivedyt

Kenttähavaintojen perusteella näytteissä ei havaittu merkkejä öljyistä.

Laboratorioanalyysissä öljyhiilivetyjen (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) pitoisuudet olivat pieniä, tasolla 80–130 mg/kg. Pitoisuudet alittivat valtioneuvoston asetuksen mukaisen kynnysarvon öljyjakeille C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> (300 mg/kg). Raskaiden öljyhiilivetyjen pitoisuudet olivat tasolla 62–110 mg/kg, alittaen alemman ohjearvon kaikissa näytteissä. Myös keskiteiden pitoisuudet olivat pienet (<20-28 mg/kg), pääosin analyysitarkkuusrajan tasolla. Se-



dimentin orgaaninen aines häiritsee öljyanalyysiä ja näkyy analyysituloksissa usein raskaiden öljyjakeiden todellista korkeampina pitoisuuksia.

Taulukko 4. Analysoitujen sedimenttinäytteiden öljyhiilivetypitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	Öljyhiilivedyt (C10-C21) mg/kg	Öljyhiilivedyt (C22-C40) mg/kg	Öljyjakeet (C10-C40) mg/kg
<b>Kynnysarvo (Vna214/07)</b>				<b>300</b>
<b>Alempi ohjearvo (Vna214/07)</b>		<b>300</b>	<b>600</b>	
<b>Ylempi ohjearvo (Vna 214/07)</b>		<b>1000</b>	<b>2000</b>	
Kok1 (S1 ja S2)	0–4	23	72	95
Kok4 (S3, S4 ja S5)	0–4	22	110	130
Kok6 (S3, S4 ja S5)	15–30	<20	86	100
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0–4	<20	65	84
Kok8 (S6, S7 ja S8)	5–10	21	79	100
Kok11 (S9, S10 ja S11)	5–10	<20	62	80
Kok14 (S12 ja S13)	0–4	28	73	100

#### 5.4 Metallit

Sedimenttinäytteistä analysoitujen metallien pitoisuudet olivat pääasiassa hyvin pieniä. Pitoisuudet on esitetty taulukossa 5 ja liitteessä 3. Elohopeapitoisuus jäi analyysitarkkuusrajaa pienemmäksi. Kromin, kuparin ja lyijyn pitoisuudet alittivat Vna 241/2007 mukaiset kynnysarvot. Arseenia havaittiin paikoitellen ja kadmiumia ja nikkeliä lähes kaikissa näytteissä kynnysarvotasot ylittävinä pitoisuuksina, mutta alempi ohjearvo alittui kaikissa näytteissä.

Taulukko 5. Analysoitujen sedimentinäytteiden metallipitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Hg mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
Luontainen pit.		1	0,03	31	22	0,005	17	5	31
Kynnysarvo (Vna214/07)		5	1	100	100	0,5	50	60	200
Alempi ohjearvo (Vna214/07)		50	10	200	150	2	100	200	250
Ylempi ohjearvo (Vna 214/07)		100	20	300	200	5	150	750	400
Kok1	0–4	6	1,9	36,7	35,3	<0,1	94,3	22,6	344,1
Kok2	5–10	5,7	2,2	31,2	35,1	<0,1	77,1	22	434
Kok3	15–30	2,9	1,2	29	23,4	<0,1	51,7	8,8	277,6
Kok4	0–4	3,4	3	33,2	38,4	<0,1	89,4	16,1	261
Kok5	5–10	1,4	0,6	20,7	9,4	<0,1	22,1	9,1	156,4
Kok6	15–30	2,1	0,6	23,6	12,3	<0,1	24,9	9,3	130,4
Kok7	0–4	3,2	1,5	37,3	41,8	<0,1	87,8	16	275,1
Kok8	5–10	3,3	1,1	35,9	27,8	<0,1	62,7	17,3	230,5
Kok9	15–30	3,7	1	29,7	23,9	<0,1	37,1	27,4	167,6
Kok10	0–4	8,5	2,2	34,9	35,7	<0,1	90,1	28,3	324,4
Kok11	5–10	5,8	1,7	32,9	28,5	<0,1	61,6	35,4	308,8
Kok12	15–30	2,6	2,7	39,7	33,8	<0,1	48,4	7,9	529,8
Kok13	40 - 45	2,6	0,5	25,6	23,1	<0,1	36,5	20,5	201,2
Kok14	0–4	5,8	1,8	44,1	39,2	<0,1	92,2	24,3	313,9
Kok15	5–10	4,6	1,4	38,8	28,3	<0,1	56,2	31,6	253,8
Kok16	15–30	1,9	0,7	30,6	22,4	<0,1	32,8	15,6	190,1
Kok17	0–4	4,2	1,8	42,5	32,9	<0,1	85	19,3	275,2
Kok18	5–10	4,3	1,6	37,7	25,4	<0,1	58,4	29	275,5
Kok19	15–30	2,2	1,5	34,4	23,9	<0,1	29,8	15	233,1

Ainoastaan sinkkiä havaittiin korkeampia pitoisuuksia. Näytteessä Kok12 (S9, S10 ja S11, 15–30 cm) ja Kok2 (S1, S2 ja S3, 0–4 cm) sinkkipitoisuus ylitti ylempään ohjearvon. Alempi ohjearvo ylittyi kauttaaltaan järven pintakerroksessa 0–4 cm syvyydelle, järven pohjoisosassa aina 10 cm syvyydelle ja etelässä Hovinlahden alueella koko sedimentin vahvuudelta 30 cm syvyyteen saakka. Pienimmät sinkkipitoisuudet olivat Kalliojoen suulta otetuissa näytteissä Kok5 ja Kok6 pintasedimentin alapuolella.

### 5.5 PAH-yhdisteet

Polyaromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat kaikissa analysoiduissa sedimentinäytteissä alle analyysitarkkuusrajan <1,0 mg/kg. Kokoomänäytteessä Kok11 havaittiin pieni pitoisuus (0,13 mg/kg) bentso(b)fluoranteenia, mutta siinäkin PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus jäi alle analyysitarkkuusrajan. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 6 ja liitteessä 3.

Taulukko 6. Analysoitujen sedimenttinäytteiden PAH-, PCB- ja PCDD/F-yhdisteiden pitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	PAH mg/kg	PCB mg/kg	PCDD/F ng WHO-TEQ/kg
Kynnysarvo (Vna214/07)		15	0,1	10
Alempi ohjearvo (Vna214/07)		30	0,5	100
Ylempi ohjearvo (Vna 214/07)		100	5	1 500
Kok1 (S1 ja S2)	0–4	<1,0	<0,007	-
Kok4 (S3, S4 ja S5)	0–4	<1,0	<0,007	-
Kok5 (S3, S4 ja S5)	5–10	-	<0,007	-
Kok6 (S3, S4 ja S5)	15–30	<1,0	-	-
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0–4	<1,0	<0,007	0,16-2,4
Kok8 (S6, S7 ja S8)	5–10	<1,0	<0,007	-
Kok10 (S9, S10 ja S11)	0–4	-	-	1,0-2,9
Kok11 (S9, S10 ja S11)	5–10	<1,0	<0,007	-
Kok14 (S12 ja S13)	0–4	<1,0	<0,007	-
Kok17 (S14 ja S15)	0–4	<1,0	<0,007	-

PAH-yhdisteitä havaitaan yleisesti esimerkiksi jäteöljyissä ja tuhkissa. PAH-yhdisteitä muodostuu aina epätäydellisessä palamisessa, joten niitä esiintyy ympäristössä myös luonnostaan (esim. metsäpalot). PAH-yhdisteet ovat heikosti kulkeutuvia ja hitaasti hajoavia.

## 5.6 PCB-yhdisteet

Polykloorattujen bifenyyliden (PCB-yhdisteet) kokonaispitoisuudet olivat kaikissa analysoiduissa sedimenttinäytteissä analyysin määrittämissä rajan <0,007 mg/kg. Näytteissä ei havaittu myöskään yksittäisiä analysoituja PCB-yhdisteitä. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 6 ja liitteessä 3.

PCB-yhdisteiden pääasiallisena käyttökohteena ovat olleet kondensaattorit ja muuntajat, mutta niitä on käytetty myös mm. saumausmassoissa. PCB:n käyttö on näissä nykyisin kielletty. Maaperässä ja sedimentissä PCB-yhdisteet ovat heikosti kulkeutuvia ja hyvin hitaasti hajoavia. PCB-yhdisteitä päätyy maaperään ja sedimenttiin lähinnä laskeutuneena teollisuuden ilmapäästöjen seurauksena (Reinikainen 2007).

## 5.7 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)

Dioksiinien ja furaanien kokonaispitoisuudet olivat tutkituissa sedimenttinäytteissä pieniä, kokoomanäytteessä Kok7 välillä 0,16-2,4 ng WHO-TEQ/kg ja kokoomanäytteessä Kok10 välillä 1,0-2,9 ng WHO-TEQ/kg. Analyysituloksissa pienempi pitoisuus on laskettu huomioiden vain analyysitarkkuusrajan ylittävät pitoisuudet ja suurempi laskennallisena maksimipitoisuutena määrittäen analyysitarkkuusrajan alittavat pitoisuuden analyysitarkkuusrajan tasolle. Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukainen kynnysarvo PCDD/F- yhdisteille on 10 ng WHO-TEQ/kg, alempi ohjearvo 100 ng WHO-TEQ/kg ja ylempi ohjearvo 1500 ng WHO-TEQ/kg. Dioksiinipitoisuudet alittivat tutkituissa näytteissä kynnysarvon. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 6 ja liitteessä 3.

Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja -furaanit (PCDD/F) ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, joita kutsutaan tavallisesti yleisnimellä dioksiinit. Ne kuuluvat ns. POP-yhdisteisiin. Dioksiineja ei ole valmistettu teollisiin tarkoituksiin, vaan niitä syntyy orgaanisten aineiden ja kloorin reagoitessa poltto- ja teollisuusprosesseissa. Lisäksi niitä

esiintyy epäpuhtauksina muissa kemikaaleissa. Dioksiineilla on 75 ja furaaneilla 135 eri isomeeriä. Eri dioksiini-isomeerien ominaisuuksissa ja myrkyllisyydessä on suuria eroja. Dioksiinien kokonaismyrkyllisyys ja pitoisuudet ilmoitetaan tavallisesti ns. toksisuusekvivalenttina ryhmän myrkyllisimpään yhdisteeseen 2,3,7,8-tetraklooridibentsodioksiiniin (TCDD) suhteutettuna, käyttämällä esim. WHO:n esittämiä kertoimia (WHO-TEQ).

## 6 TULOSTEN VERTAILU RUOPPAUS- JA LÄJITYSOHJEEN ARVOIHIN

### 6.1 Yleistä

Sedimentin ruoppaamista ja läjittämistä koskevaa ympäristöhallinnon ohjetta 1/2015 sovelletaan Suomen aluevesillä ja soveltuvien osin sisävesillä tapahtuvaan ruoppaukseen ja läjittämiseen. Ohje keskittyy erityisesti suuriin, luvanvaraisiin ruoppaus- ja läjityshankkeisiin, eikä se ole sitova.

Ohjeessa pitoisuustasot on annettu normalisoiduille pitoisuuksille. Sedimentin raekoko ja orgaanisen aineksen määrä säätelevät haitta-aineiden hajontaa sedimentissä ja vaikuttavat mitattuihin pitoisuuksiin. Analysoitu pitoisuus on korjattava raekoon ja orgaanisen aineksen määrän suhteen. Rakenteeltaan erilaiset sedimentit saadaan vertailukelpoisiksi muuntamalla niistä saadut pitoisuudet standardisedimentin pitoisuuksiksi. Menettelyä kutsutaan normalisoinniksi. Standardisedimentissä orgaanisen aineksen kuivapaino-osuus on 10 % ja saveen kuivapaino-osuus 25 %. Lähtökohtana on, että haitta-aineet kiinnittyvät sedimentin hienoimpiin fraktioihin, metallit saveen ja orgaaniseen ainekseen sekä orgaaniset ainekset pelkästään orgaaniseen ainekseen.

Ohjeen mukaan haitta-aineita koskevat kriteeritasot jakavat ruopattavat sedimentit viiteen luokkaan; 1, 1A, 1B, 1C ja 2. Luokille annettujen haitta-aineiden raja-arvotasojen perusteella voidaan määrittellä ruopatun sedimentin läjityskelpoisuus veteen. Pitoisuustasolla 1 sedimentti on luonnontilassa ja havaitut pitoisuudet edustavat luontaista taustapitoisuutta. Pitoisuustasolla 1A haitta-aineella ei ole vaikutusta sedimentin läjityskelpoisuuteen. Pitoisuustasolla 1B sedimentti on läjitettävissä veteen ns. hyvälle tai tyydyttävälle läjityspaikalle. Pitoisuustason 1C sedimentit ovat läjitettävissä ainoastaan hyvälle läjityspaikalle ja pitoisuustasolla 2 sedimentti on pääsääntöisesti läjityskelvotonta veteen.

Normalisoidut pitoisuudet määritetään vai niille analyysituloksille, joissa ylittyy analyysin määrittämissä raja-arvoilla. Sedimenttinäytteissä ei havaittu PAH- tai PCB-yhdisteitä eikä elohopeaa analyysitarkkuusrajoja ylittävinä pitoisuuksina, eikä niille siten ole laskettu normalisoituja pitoisuuksia.

### 6.2 Öljyhiilivedyt

Öljyhiilivetypitoisuuksien (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) normalisointiin liittyvä ohjeistus eri maissa on kirjava ja tietoa sedimenteissä esiintyvistä öljyhiilivetyfraktioista on niukasti. Esimerkiksi Norjassa ei ole annettu lainkaan laatukriteerejä öljyhiilivedyille. Hollannissa kunnostamisen raja-arvo on 5000 mg/kg. Ympäristöhallinnon ruoppaus ja läjitys ohjeessa öljyhiilivedyille annetut pitoisuusraja-arvot on määritetty hallinnollisin perustein.

Orgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet korjattiin standardisedimentin pitoisuuksiksi käyttäen kaavaa:

$$C_{\text{korj}} = C \times 10 / \text{org.aines}$$

jossa C on mitattu pitoisuus (kuiva-aineessa) ja org.aines hehkutushäviönä saatu orgaanisen aineksen määrää kuvaava arvo.

Sedimenttinäytteistä normalisoidut öljyhiilivetytypitoisuudet ja raja-arvotasot on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Öljyhiilivetyjen C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> normalisoidut pitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	Öljyhiilivedyt (C10-C40) mg/kg
Raja-arvo, taso1		<100
Raja-arvo, taso1A		100-300
Raja-arvo, taso1B		300-1500
Raja-arvo, taso1C		
Raja-arvo, taso2		>1500
Kok1 (S1 ja S2)	0-4	51
Kok4 (S3, S4 ja S5)	0-4	53
Kok6 (S3, S4 ja S5)	15-30	57
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0-4	33
Kok8 (S6, S7 ja S8)	5-10	51
Kok11 (S9, S10 ja S11)	5-10	34
Kok14 (S12 ja S13)	0-4	43

Öljyhiilivetyjen normalisoidut pitoisuudet olivat näytteissä pienet alittaen raja-arvotason 1. Öljyhiilivetyjen osalta sedimentti on luonnontilaisen kaltaista.

### 6.3 Metallit

Kolmisopen sedimenttinäytteistä analysoidut metallipitoisuudet normalisoitiin standardisedimenttiä vastaavaksi.

Normalisointikaava:

$$C_{\text{korj}} = C \times \frac{a + b \times 25 + c \times 10}{a + b \times \text{savi} + c \times \text{org.aines}}$$

Kaavassa esitetty orgaaninen aines tarkoittaa hehikutushäviönä saatua arvoa, C on analysoitu pitoisuus (kuiva-aineessa) ja vakiot a, b ja c eri alkuaineille ovat seuraavat:

Vakiot	Zn	As	Hg	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr
a	50	15	0,2	0,4	10	50	15	50
b	3	0,4	0,0034	0,007	1	1	0,6	2
c	1,5	0,4	0,0017	0,021	0	1	0,6	0

Normalisoidut pitoisuudet on määritetty vain analyysitarkkuusrajat ylittävälle pitoisuuksille ja niille metalleille, joille ruoppaus ja läjitysohjeessa on määritetty raja-arvot. Normalisoidut metallipitoisuudet ja raja-arvotasot on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Metallien normalisoidut pitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
Raja-arvo, taso1		<15	<0,5	<65	<35	<45	<40	<170
Raja-arvo, taso1A		15-50	0,5-2,5	65-270	35-50	45-50	40-80	170-360
Raja-arvo, taso 1B		50-70			50-70	50-60	80-100	360-500
Raja-arvo, taso1C					70-90		100-200	
Raja-arvo, taso2		>70	>2,5	>270	>90	>60	>200	>500
Kok1	0-4	7	1,8	57	42	194,1	25,3	486
Kok2	5-10	6	1,8	50	38	169	23	580
Kok3	15-30	3	1,0	47	26	113	9	378
Kok4	0-4	4	2,5	54	42	196	17	350
Kok5	5-10	2	0,6	36	13	55	11	261
Kok6	15-30	3	0,6	41	16	62	11	207
Kok7	0-4	3	1,2	58	44	181	17	354
Kok8	5-10	4	1,0	56	32	129	19	321
Kok9	15-30	4	0,7	48	23	81	27	203
Kok10	0-4	9	1,8	51	36	166	29	398
Kok11	5-10	6	1,4	50	30	120	37	394
Kok12	15-30	3	2,4	62	38	100	9	719
Kok13	40 - 45	3	0,4	47	25	106	22	286
Kok14	0-4	6	1,4	58	38	140	24	355
Kok15	5-10	5	1,2	55	29	98	32	310
Kok16	15-30	2	0,5	44	20	57	15	211
Kok17	0-4	5	1,7	66	39	175	22	390
Kok18	5-10	5	1,4	59	29	120	31	374
Kok19	15-30	2	0,8	55	18	65	12	232

Nikkeli ja kromi pidättyvät pääasiassa sedimentin hienoainekseen eikä orgaanisen aineksen määrä vaikuta niiden liikkuvuuteen. Kolmisopen sedimentissä hienoainekseen

määrä on kauttaaltaan vähäinen, mikä nostaa nikkelin ja kromin pitoisuuksia normalisoinnissa. Nikkelin normalisoidut pitoisuudet ylittivät miltei kaikissa näytteissä raja-arvotason 2, minkä perusteella sedimentti ei sovellu veteen läjitettäväksi. Kromipitoisuudet alittivat yksittäistä näytettä lukuun ottamatta raja-arvotason 1 ja sedimentti on sen osalta luokiteltavissa luonnontilaiseksi.

Sinkin pidättyminen on tehokkaampaa hienoainekseen, mutta se sitoutuu myös orgaaniseen ainekseen. Sinkin normalisoidut pitoisuudet ylittävät raja-arvotason 2 kahdessa näytteessä (Kok2 ja Kok12), joissa myös kokonaispitoisuus oli korkein. Raja-arvotaso 1B ylittyy Hovinlahden alueen sedimentissä, järven keskivaiheilla näytteissä Kok10 ja Kok11 sekä pohjoisessa Aittolahden alueella sedimentin pintakerroksessa (kok17 ja koko18). Raja-arvotason 1B ylittyessä sedimentti on mahdollista läjittää veteen ainoastaan hyvälle sijoituspaikalle. Muissa näytteissä sinkkipitoisuus ylitti raja-arvotason 1A.

Arseeni, lyijy ja kupari sitoutuvat yhtä tehokkaasti hienoainekseen ja orgaaniseen ainekseen. Arseenin ja lyijyn pitoisuudet alittavat kaikissa näytteissä raja-arvotason 1. Myös kuparin normalisoidut pitoisuudet olivat pääosin matalia, joskin raja-arvotaso 1A ylittyi osassa näytteistä. Tason 1A ylittyessä sedimenttiä ei voi pitää luonnontilaisen kaltaisena, mutta pitoisuudet eivät kuitenkaan rajoita sedimentin läjitystä.

Kadmiumin pidättyminen on tehokkaampaa orgaaniseen ainekseen, jolloin Kolmisopen liejusta koostuvassa sedimentissä sen normalisoidut pitoisuudet ovat kokonaispitoisuuksia pienemmät. Kadmiumpitoisuudet ylittivät kauttaaltaan raja-arvotason 1A. Korkein, raja-arvotasolla oleva pitoisuus 2,5 mg/kg havaittiin näytteessä Kok4 Kallionjoen suulla sedimentin pintakerroksessa.

#### 6.4 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)

PCDD/F-yhdisteiden pitoisuudet korjattiin standardisedimentin pitoisuuksiksi käyttäen samaa kaavaa, millä öljyhiilivetyjen pitoisuudet normalisoitiin. Sedimenttinäytteistä normalisoidut PCDD/F-pitoisuudet ja raja-arvotasot on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. PCDD/F-yhdisteiden normalisoidut pitoisuudet

Näyte	Otto- syvyys cm	PCDD/F ng WHO-TEQ/kg
Raja-arvo, taso1		<5
Raja-arvo, taso1A		5...10
Raja-arvo, taso1B		10...30
Raja-arvo, taso1C		30...60
Raja-arvo, taso2		>60
Kok7 (S6, S7 ja S8)	0–4	0,066
Kok10 (S9, S10 ja S11)	15–30	0,40

Sedimenttinäytteiden normalisoidut PCDD/F-pitoisuudet ovat pienet, selvästi alle raja-arvotason 1. Pitoisuudet olisivat edelleen pienet, mikäli laskentaan huomioitaisi analyysitarkkuusrajan alittavat yhdisteet, näytteessä Kok7 tasolla 0,95 ng WHO-TEQ/kg ja näytteessä Kok10 tasolla 1,17 ng WHO-TEQ/kg.

## 7 RISKINARVIOINTI

### 7.1 Yleistä riskinarvioinnista

Pilaantuneen maa-aineksen tai sedimentin aiheuttama haitta voi kohdistua ympäristön laatuun, ihmisten terveyteen tai eliöstöön. Riskinarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa todettuja haitta-ainepitoisuuksia verrataan valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisiin kynnys- ja raja-arvoihin (ns. Maaperän haitallisten aineiden ohjearvot). Sedimentin osalta viitearvoina voidaan soveltaa myös ruoppaus- ja läjitysohjeen raja-arvoja, jotka kuitenkin lähtökohtaisesti on laadittu ohjeeksi ruopattun sedimentin läjityskelpoisuuden arviointiin. Tarkennettu riskinarviointi laaditaan, mikäli ohjearvot eivät sovellu kohteeseen tai haitta-aineiden aiheuttamaa riskiä halutaan tarkastella kohdekohtaisesti. Toisen vaiheen riskinarviointi voidaan toteuttaa kohdekohtaisesti tarkennettuna kvalitatiivisena riskinarviointina tai yksinkertaistettuna riskien kvantitatiivisena laskentana keskeisimpiä kohdekohtaisia lähtötietoja käyttäen.

Valtioneuvoston asetuksen (214/2007) ohjearvot tai ruoppaus- ja läjitysohjeen raja-arvot eivät sellaisenaan sovellu Kolmisopen sedimentistä aiheutuvan riskin arviointiin. Ohjearvot on tarkoitettu maa-alueella havaitun pilaantuneisuuden arviointiin ja ruoppaus- ja läjitysohje sedimentin sijoitukseen vesialueelle. Kumpikaan ei määritä vesistön pohjalla olevasta sedimentistä aiheutuvaa riskiä, vesistöarakentamisesta aiheutuvaa riskiä tai ruopattusta sedimentistä aiheutuvaa riskiä maa-alueelle sijoitettaessa.

Sedimentissä olevista yhdisteistä saattaa aiheutua ympäristöriski, mikäli ne voivat kulkeutua ja siten pilata pintavettä, maaperää, pohjavettä taikka ulko- tai sisäilmaa laajemmin. Ekologinen haitta on mahdollinen, mikäli kasveille tai eläimille aiheutuu haittavaikutuksia altistuksesta suoraan pilaantuneisuuteen tai siitä levinneeseen pitoisuuteen. Vastaavasti, jotta yhdisteistä aiheutuisi terveysriski, tulee ihmisten altistua haitta-aineille suoraan pilaantuneen sedimentin tai siitä pintaveteen, pohjaveteen tai hengitysilmään päätyneille pitoisuuksille siinä määrin, että se voi olla terveydelle haitallista.

### 7.2 Riskinarvioinnin lähtökohdat ja tavoitteenasettelu

Kolmisopen sedimentissä havaittiin kauttaaltaan pintakerroksessa Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 alemman ohjearvotason ylittäviä pitoisuuksia sinkkiä. Hovinlahden alueella sinkkipitoisuus oli kohonnut koko näytesarjan vahvuudelta ja tasolla 5–15 cm pitoisuus ylitti myös ylempien ohjearvon. Järven keskivaiheilla alempi ohjearvotaso ylittyi pintakerroksessa 0–4 cm syvyydellä ja järven pohjoisosassa aina 15 cm syvyyteen saakka. Järven syvimmästä kohdasta (S9, S10 ja S11) 15–30 cm syvyydeltä muodostetussa näytteessä ylittyi sinkin ylempi ohjearvo. Sedimentin pohjakerroksessa ja siten todennäköisesti myös sen alapuolisessa mineraalimaassa sinkkipitoisuudet olivat Hovinlahden aluetta lukuun ottamatta pieniä, kynnysarvotasolla tai sen alapuolella. Nikkeliä ja kadmiumia sekä paikoin myös arseenia havaittiin kynnysarvotason ylittäviä pitoisuuksia. Muiden analysoitujen haitta-aineiden pitoisuudet olivat pieniä.

Ruoppaus- ja läjitysohjeen raja-arvotaso 2 ylittyi nikkelin normalisoitujen pitoisuuksien osalta sekä yksittäisissä kokoomanäytteissä sinkin osalta. Raja-arvopitoisuustason 2 ylittävät sedimentit ovat lähtökohtaisesti soveltumattomia läjitettäväksi veteen. Sinkin osalta havaittiin paikoin raja-arvotason 1B ylittäviä pitoisuustasoja sekä kauttaaltaan raja-arvotason 1A ylittäviä normalisoituja pitoisuuksia. Pitoisuustasolla 1A haitta-aineella ei ole vaikutusta sedimentin läjityskelpoisuuteen. Pitoisuustasolla 1B sedi-



mentti on läjitettävissä veteen sekä ns. hyväälle että tyydyttävälle läjityspaikalle. Pitoisuustaso 1A ylittyi laajasti myös kadmiumin ja paikoin kuparin osalta. Muiden analysoitujen haitta-aineiden normalisoidut pitoisuudet olivat pieniä.

Analyysien perusteella Kolmisopen sedimentin sinkki ja nikkelpitoisuuksista voisi aiheutua kohonnut ympäristö, terveys tai ekologinen riski ja riskinarvioinnissa on keskitytty näiden tarkasteluun.

Kolmisoppi on tarkoitus kuivattaa osittain alueen malmiesiintymän hyödyntämiseksi. Järvi on suunniteltu padottavaksi puolivälistä Hietaniemen kohdalta, jolloin poistettavan sedimentin määrän arvioidaan olevan noin 2,7 Mm<sup>3</sup>. Vaihtoehtoisesti kuivatus voidaan ulottaa laajemmalle erottamalla Aittolahti ja Niskalanlahti padoilla erillisiksi vesialueiksi. Poistettavan sedimentin määräksi arvioidaan tuolloin noin 4,0 Mm<sup>3</sup>. Sedimentti on tarkoitus läjittää Kolmisopen länsipuolelle tehtävälle erilliselle läjitysalueelle.

Kolmisoppi sijoittuu kaivospiirin alueelle. Sen rantavyöhykkeellä ei ole vakituista asutusta. Vapaa-ajan asutusta on Hietaniemessä ja Nurminiemessä, joissa kummassakin on tietävästi yksi Terrafamen omistuksessa oleva lomarakennus. Kolmisoppi ei ole kalastus- eikä virkistyskäytössä, mutta sen alapuolisella Tuhkajoella ja Jormasjärvellä harjoitetaan kalastusta, retkeilyä ja uintia. Virtausta Kolmisopesta Tuhkajokeen säännöstellään Niskalankoskella.

Alueen sedimentistä voi aiheutua riski ympäristölle rakennustöiden yhteydessä sedimentin häiriintyessä, vesialueelle jäävästä sedimentistä tai poistetusta erilliselle läjitysalueelle läjitetystä sedimentistä, mikäli sedimentti tai siihen kiinnittyneet haitta-aineet pääsevät kulkeutumaan laajemmalle. Ekologinen riski on mahdollinen, mikäli eliöt voivat altistua suoraan sedimentissä oleville tai siitä kulkeutuville haitta-aineille. Terveysriski taas aiheutuisi ihmisten altistuessa suoraan sedimentissä oleville tai siitä kulkeutuville haitta-aineille tai välillisesti altistuneiden eliöiden kautta. Riskinarvioinnissa tarkasteltiin rakennusvaiheeseen ja sen jälkeiseen tilanteeseen liittyviä ympäristö-, terveys- ja ekologisia riskejä kohdekohtaisena yleispiirteisenä kvalitatiivisena riskinarviointina, jossa tavoitteena oli tunnistaa merkittävimmät riskiä aiheuttavat tilanteet.

### 7.3 Kulkeutumisriskin arviointi

#### Kulkeutuminen pintaveteen

Kolmisoppeen rakennetaan kuivatusta varten patorakenteet, jotka tulee ulottaa sedimentin ja sen alapuolisen savi/silttimaan alapuoliseen kiinteään pohjamaahan saakka. Rakentamisen yhteydessä sedimentti häiriintyy ja voi aiheuttaa veden samentumista sekä sedimentin ja siihen kiinnittyneiden haitta-aineiden kulkeutumista laajemmalle pintaveden kuljettamana. Nikkelin ja sinkin vesiliukoisuus riippuu yhdisteestä. Vesiliukoisia yhdisteitä ovat mm. sulfaatti, nitraatti ja kloridi ja veteen liukenemattomia esimerkiksi sulfidi. Sinkin tai nikkelin liukeneminen veteen sedimentin pintaosista ja sedimentin häiriintyessä on yhdisteestä riippuen mahdollista, jolloin haitta-aineet voisivat kulkeutua laajemmalle myös veteen liuenneina.

Padon valmistuttua ja jäljelle jääneen vesialueen pohjasedimentin tasaannuttua haitta-aineiden kulkeutuminen sedimenttiin kiinnittyneenä tai liukeneminen veteen ei ole enää yhtä merkittävää ja tilanne palautuu nykyisen kaltaiseksi. Siten myös riskin haitta-aineiden kulkeutumisella pintaveden mukana arvioidaan vastaavan nykyistä.

Maalle tehtävä sedimentin läjitysalue tulee toteuttaa siten, ettei sedimentti tai sen kanssa kosketuksissa oleva vesi pääse hallitsemattomasti ympäristöön. Mikäli aluetta ei rajata ja vesien johtamista toteuteta hallitusti, liittyy pilaantuneen sedimentin läjitykseen riski haitta-aineiden kulkeutumisesta pintaveteen ja sen mukana laajemmalle.

#### Kulkeutuminen pohjaveteen

Haitta-aineiden suotautuminen pintasedimentistä syvemmälle sedimenttikerrokseen tai alapuoliseen mineraalimaahan rakennustöiden yhteydessä on epätodennäköistä. Pitoisuudet ovat nykyisellään rajoittuneet sedimentin pintaosiin, eikä rakennustöiden arvioida lisäävän haitta-aineiden liikkuvuutta syvemmälle. Ainoastaan sedimentin ja pohjamaan mekaaninen sekoittuminen rakennustöissä voi aiheuttaa haitta-aineiden päätymistä pohjamaan.

Myöskään rakennustöiden jälkeen haitta-aineiden ei arvioida kulkeutuvan alueelle jäävästä sedimentistä pohjaveteen.

Sedimentin läjitysalueen pohjarakenne on suositeltava toteuttaa siten, että sedimentin huokosveteen tai alueelle sataneeseen veteen liukenevien haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen estyy. Etenkin alkuvaiheessa sedimentin sekoittuminen läjityksessä voi edistää haitta-aineiden liukoisuutta ja haitta-aineita voisi päätyä pohjaveteen saakka, mikäli vesien imeytymistä maahan ei estetä rakentein.

#### Kulkeutuminen ulkoilmaan

Sinkki ja nikkeli eivät ole haihtuvia, eivätkä ne voi siten päätyä ulkoilmaan taikka ranta-alueiden rakennusten sisäilmaan haihtumalla. Ne voisivat kuitenkin kulkeutua ilmaan pölyn mukana. Rakennusvaiheessa sedimentti on hyvin kostea, eikä sen arvioida aiheuttavan merkittävää pölyn muodostumista. Läjitysalueelle sijoitetun sedimentin kuivuessa, riski pölyn kulkeutumiselle alueelta kasvaa, ellei läjitysalueita peitetä tai suojata kasvillisuudella. Haitta-aineiden kulkeutuminen estyy jo ohuella, tuulieroosion estävällä peittokerroksella.

#### Kulkeutuminen kasvillisuuteen

Sinkki ja nikkeli voivat kertyä tehokkaasti kasvillisuuteen. Haitta-aineiden päätyminen kasvillisuuteen on kuitenkin kohteessa rajallista ja mahdollista lähinnä rantavyöhykkeellä, missä voi olla vesikasvillisuutta. Rakennustöiden yhteydessä sedimenttiin sitoutuneiden ja siitä liukenevien haitta-aineiden kulkeutuminen rantavyöhykkeelle on mahdollista, jolloin haitta-aineita voisi päätyä kasvillisuuteen nykyistä enemmän. Tämän ei kuitenkaan arvioida olevan merkittävä kulkeutumisreitti.

Sedimentin läjitysalueella haitta-aineiden päätyminen kasvillisuuteen olisi mahdollista läjitysalueen laitamilla, mikäli pinta- tai pohjavesien taikka pölyn leviämistä läjitysalueelta ei estetä.

## 7.4 Terveysriskin arviointi

Haitta-aineista voi aiheutua terveysriski, mikäli ihminen voi altistua niille suoraan sedimentissä oleviin taikka siitä pintaveteen, pohjaveteen, hengitysilmaan tai ravintona käytettyihin kasveihin tai eläimiin päätyneisiin pitoisuuksiin. Kolmisoppi sijoittuu kaisopiirin alueelle eikä vesistöä käytetä ulkoiluun tai virkistysalueena. Järvelle sijoittuvat lomarakennukset ovat Terrafamen omistuksessa. Alueen sijainti ja vähäinen käyttö rajoittavat terveysriskien muodostumista.

Ihmisten altistuminen suoralla kosketuksella sedimenttiin rakennustöiden yhteydessä, niiden jälkeen vesialueella tai sedimentin läjitysalueella on vähäistä. Rakennustöiden yhteydessä käytetään asianmukaista suojavarustusta ja läjitysalueella kulkemista rajoitetaan. Suora ihokosketus sedimenttiin olisi mahdollista vesistöissä uimassa, mikä ei tiettävästi ole nykyisellään kaivospiirin alueella mahdollista.

Myös pintaveden välityksellä altistumista rajoittaa vesistön vähäinen käyttö. Altistuminen ja siitä seuraava terveysriski olisi mahdollista, mikäli alueen vettä käytettäisiin uima-, sauna- tai pesuvetenä. Padon rakennusvaiheessa sedimenttiin kiinnittyneiden ja siitä liukenevien haitta-aineiden kulkeutuminen Tuhkajokeen ja edelleen Jormasjärveen voi kasvattaa riskiä haitta-aineille altistumiselle. Alapuolista vesistöä ja sen ranta-alueita käytetään ulkoiluun ja alueella on vapaa-ajan asutusta. Mikäli sedimentin ja veden pääsyä Tuhkajokeen rakennustöiden yhteydessä ei estetä veden samentumisen tai laadun sitä edellyttäessä, kasvaa riski haitta-aineille (sinkki, nikkeli) altistumisesta ja siitä seuraavasta terveysriskistä nykyisestä tasosta.

Riski haitta-aineiden pääntymiselle pohjaveteen on arvioitu kaikissa tilanteissa vähäiseksi. Lisäksi alueen pohjavettä ei hyödynnetä talous- eikä kasteluvetenä. Näin ollen pohjaveden välityksellä ei arvioida aiheutuvan kohonnutta terveysriskiä.

Haitta-aineille altistuminen hengitysilman välityksellä olisi mahdollista pölyn levitessä tuulieroosion mukana sedimentin läjitysalueelta. Lähialueen vähäisestä käytöstä johtuen tästä ei arvioida kuitenkaan aiheutuvan merkittävää riskiä terveydelle.

Haitta-aineita voi päätyä jossain määrin vesikasvillisuuteen, jonka käyttö ihmisravintona on hyvin epätodennäköistä, eikä kohteessa arvioida aiheutuva terveysriskiä kasvillisuuden välityksellä. Kaivostoiminnalla on havaittu olleen mahdollisesti vähäistä vaikutusta Kolmisopen kalastoon, mutta selkeää kasvua kaloihin kertyneissä raskasmetallipitoisuuksissa ei ole havaittu. Sedimentin sekoittuminen ja raskasmetallien mahdollisesti lisääntyvä liukeneminen rakennustöiden yhteydessä voi hetkellisesti kasvattaa kaloihin päätyvien raskasmetallien määriä. Kolmisopessa ei harjoiteta kalastusta, eikä kalojen välityksellä altistuminen ja siitä aiheutuva terveysriski lisääntynyt nykyisestä. Niskalankosken pato estää Tuhkajoen taimenen pääsyn Kolmisoppeen ja vähentää kalojen siirtymistä Kolmisopesta alavirtaan. Mikäli sedimentin pääsyä rakennustöiden yhteydessä alavirta ei estetä, voi haitta-aineita päätyä hetkellisesti nykyistä suurempia määriä kaloihin ja riski kalojen välityksellä altistumisesta lisääntynyt nykyisestä.

## 7.5 Ekologisen riskin arviointi

Sedimentissä havaittuja haitta-aineita voi rakennustöiden yhteydessä päätyä pintaveden hienoaineksen sitoutuneena tai veteen liuenneena. Kolmisopen ranta-alueen kasvillisuuden, kalaston ja vesieliöiden altistuminen voi hetkellisesti lisääntyä nykyisestä. Myös alapuolisessa vesistöissä eliöstö altistuminen voisi kasvaa, ellei samentuman ja haitta-aineiden kulkeutumisesta hallita asianmukaisesti. Kaivostoiminnasta johtuvalla veden laadun heikentymisellä on ollut vaikutusta järven pieneliöiden (kasviplankton, pohjaeläimet) lajistoon. Kolmisopen ekologinen tila on välttävä ja viime vuosien aineiston perusteella nousemassa tyydyttäväksi. Kolmisopen kalastossa tai kasvillisuudessa ei kuitenkaan ole havaittu merkittävää kaivostoiminnan vaikutusta. Kolmisopen kuivatuksen rakennusvaiheeseen liittyy hivenen kohonnut ekologinen riski vesiympäristössä. Rakennustöiden jälkeen tilanteen tasaannuttua riski pienenee nykyiselle tasolle.

Haitta-aineiden läjityksestä maa-alueelle ei arvioida aiheutuvan laajempaa ekologista riskiä toteutettaessa alue asianmukaisesti. Mikäli sedimentti läjitettäisi alueelle suunnittelemttomasti, voisivat haitta-aineet kulkeutua laajemmalle tuuli- ja pintavesierosion kuljettamana sekä vähäisemmässä määrin myös pohjaveteen suotautumalla lisästen eliöstön altistumista.

## 7.6 Riskin luonnehdinta

Merkittävin riski sedimenttiin sitoutuneiden haitta-aineiden kulkeutumiselle liittyy Kolmisopen kuivatuksen rakennustöihin, erityisesti padon rakennusvaiheeseen. Mikäli sedimentin kulkeutumista laajemmalle ei estetä, voisi sinkkiä ja nikkeliä levitä samentuman mukana sekä veteen liuenneena Aittolahteen ja Niskalanlahteen sekä niiden alapuolisiin vesistöihin. Vedestä sinkkiä voisi päätyä jossain määrin kasvillisuuteen ja vesieliöstöön. Sedimentistä aiheutuva terveysriski arvioidaan kuitenkin alueen vähäisestä käytöstä johtuen merkityksettömäksi. Altistuminen kalojen ja alapuolisen vesistön pintaveden välityksellä on mahdollista hallita estämällä sedimentin kulkeutuminen vesirakennustöiden yhteydessä. Myös ekologinen riski liittyy sedimentin kulkeutumiseen ja haitta-aineiden lisääntyvään liukenemiseen vesirakennustöiden yhteydessä. Rakennustöiden päätyttyä riski pienenee nykyiselle tasolle.

Sedimentti on suunnitelmissa sijoittaa erilliselle läjitysalueella Kolmisopen länsipuolelle. Sedimentin läjitys vesialueelle ei olisi nikkeli- ja sinkkipitoisuuksista johtuen suositeltavaa. Haitta-aineiden kulkeutuminen läjitysalueelta on mahdollista hallita asianmukaisilla rakenteilla. Mikäli sedimentti läjitettäisi alueelle suunnittelemttomasti, voisivat haitta-aineet kulkeutua laajemmalle tuuli- ja pintavesierosion kuljettamana sekä vähäisemmässä määrin myös pohjaveteen suotautumalla.

## 7.7 Epävarmuustarkastelu

Riskinarviointi on laadittu kohdekohtaisena, mutta yleispiirteisenä kvantitatiivisena tarkasteluna tunnistaen tilanteet, joihin voisi liittyä kohonnut riski kulkeutumiselle, terveydelle tai eliöstölle. Tarkastelussa ei ole huomioitu järven kuivatuksen tai sedimentin läjityksen teknistä toteutusta eikä suunniteltuja menetelmiä haitta-aineiden kulkeutumisen estämiseksi. Sedimentin läjittämistä vesialueelle ja siitä aiheutuvia riskejä ei ole tarkasteltu, koska oletuksena on, että maa-alueelle tullaan toteuttamaan asianmukainen sijoituspaikka. Haitta-aineiden kulkeutuminen, niille altistuminen ja siitä aiheutuva terveys- tai ekologinen riski on käytännössä vältettävissä asianmukaisilla työtavoilla ja rakenteilla. Kohteeseen on suositeltavaa laatia tarkennettu riskinarvio suunnittelun edetessä.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kolmisopen sedimentin pilaantuneisuutta selvitettiin näytteenotolla maaliskuussa 2020. Näytteitä otettiin kaikkiaan 15 tutkimuspisteestä yleensä kolmelta tasolta ja näistä muodostettiin kaikkiaan 19 kokoomanäytettä osa-alueittain eri syvyyksiltä. Näytteistä analysoitiin laboratoriossa metallien, öljyhiilivetyjen sekä PAH-, PCB- ja PCDD/F-yhdisteiden pitoisuuksia, kuiva-aine, hehkutusjäännös ja savipitoisuuksia.

Kolmisopen sedimentin kuiva-ainepitoisuus oli matala ja orgaanisen aineksen määrä suuri. Sedimentti on lähes koko järven alueella liejua. Kalliojoen suulla mineraaliaineksen osuus sedimentissä oli muuta aluetta korkeampi.

Pintasedimentissä havaittiin koko järven alueella Vna214/2007 alemman ohjearvon ylittäviä sinkkipitoisuuksia. Hovinlahden alueella sinkkiä oli koko sedimentin vahvuudelta, järven keksivaiheilla 4 cm syvyyteen ja pohjoisosassa 15 cm syvyyteen saakka. Hovinlahden alueen ja järven syvimältä kohdalta otetuissa näytteissä (kok2 ja Kok12) ylittyi sinkin ylempi ohjearvo. Lisäksi sedimentissä oli kynnysarvotason ylittäviä pitoisuuksia nikkeliä, kadmiumia ja paikoin arseenia.

Sedimentin normalisoiduista pitoisuuksista nikkeli ylitti ruoppaus- ja läjitysohjeen raja-arvotason 2, minkä ylittyessä sedimenttiä ei lähtökohtaisesti suositella läjitettäväksi veteen. Sinkin normalisoidut pitoisuudet ylittivät yksittäisissä näytteissä tason 2, tason 1B ja kaikissa näytteissä tason 1A. Tason 1A ylittyessä sedimentti on mahdollista läjittää rajoituksessa ja tason 1B ylittyessä läjitys on mahdollista hyvälle ja välttävälle läjitysalueelle. Kadmiumia ja paikoin kuparia havaittiin tason 1A ylittäviä pitoisuuksia.

Muilta osin analysoitujen haitta-aineiden pitoisuudet ja normalisoidut pitoisuudet olivat pieniä vastaten luonnontilaisen sedimentin laatua.

Tutkimusten perusteella sedimentti ei sovellu suoraan veteen läjitettäväksi ainakaan ilman tarkempia selvityksiä nikkelin kohonneesta normalisoidusta pitoisuudesta johtuen. Laajalle levinneistä kohonneista sinkkipitoisuuksista ja nikkelin kohonneesta normalisoidusta pitoisuudesta johtuen Kolmisoppijärven kuivatustyöt on suositeltavaa suunnitella ja toteuttaa huolella, jotta sedimenttiin sitoutuneiden ja rakennusvaiheessa siitä mahdollisesti liukenevien haitta-aineiden kulkeutuminen laajemmalle voidaan estää. Myös sedimentin läjitysalueen suunnittelussa on huomioitava pintavesi- ja tuulieroosion aiheuttaman kulkeutumisen estäminen sekä vesienhallinta.

## VIITTEET

Reinikainen Jussi 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen. Suomen ympäristö 23/2007. Suomen ympäristökeskus.

Valtioneuvoston asetus 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista

Ympäristöministeriö. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015

Tutkimuspistetiedot

Terrafame

Kolmisoppijärven sedimenttitutkimus

Tutkimusten tekijä: Afry Finland Oy

16.-19.3.2020

Laboratorioanalyysitulokset on esitetty erillisellä liitteellä

Pistetunnus		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
<b>S1</b>						
Sijaintitiedot	KKJ3	Syvyys [m]	Maalaji	Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
x=	7102185	0,0-4,60	Vesi	0-4 cm		
y=	3551838	4,60-4,90	Lj (ruskea, kasvinjäänteitä, tiivistyi syvemmälle)	5-10 cm		
Korkeustiedot	N60	eps		15-30 cm		
w =	178.87					
Pistetunnus		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
<b>S2</b>						
Sijaintitiedot	KKJ3	Syvyys [m]	Maalaji	Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
x=	7102426	0,0-10,3	Vesi	0-4 cm		
y=	3551707	10,3-10,6	Lj (ruskea, maatumattomia kasvinjäänteitä seassa)	5-10 cm		
Korkeustiedot	N60	eps		15-30 cm		
w =	178.87					
Pistetunnus		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
<b>S3</b>						
Sijaintitiedot	KKJ3	Syvyys [m]	Maalaji	Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
x=	7102716	0,0-11,9	Vesi	0-4 cm		
y=	3551506	11,9-12,15	Lj (tummanruskea, maatumattomia kasvinjäänteitä seassa)	5-10 cm		
Korkeustiedot	N60	eps		15-30 cm		
w =	178.87					
Pistetunnus		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
<b>S4</b>						
Sijaintitiedot	KKJ3	Syvyys [m]	Maalaji	Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
x=	7102774	0,0-2,2	Vesi	0-4 cm		
y=	3551178	2,2-2,65	Lj (ruskea, tiivis)	5-10 cm		
Korkeustiedot	N60	eps		15-30 cm		
w =	178.87			30-45 cm		
Pistetunnus		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
<b>S5</b>						
Sijaintitiedot	KKJ3	Syvyys [m]	Maalaji	Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
x=	7102935	0,0-8,30	Vesi	0-4 cm		
y=	3551305	8,30-8,52	Lj (ruskea, seassa puunkappaleita)	5-10 cm		
Korkeustiedot	N60	eps		15-20 cm		
w =	178.87					

Pistetunnus <b>S6</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103051 y= 3551438		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-14,05 Vesi 14,05-14,30 Lj (tumma, tiivistyi pohjalle, jossa seassa mm. heinää) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-25 cm			
Pistetunnus <b>S7</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103141 y= 3551166		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-5,15 Vesi 5,15-5,25 Lj (hyvin löyhä, ruskea) eps		0-4 cm 5-10 cm			
Pistetunnus <b>S8</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103332 y= 3551348		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-14,70 Vesi 14,7-15,00 Lj (tumma, melko tiivis, ei kasvinjäänteitä) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm			
Pistetunnus <b>S9</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103612 y= 3551066		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-5,40 Vesi 5,40-5,70 Lj (tumma, puunkappaleita) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm			
Pistetunnus <b>S10</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103688 y= 3551296		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-8,10 Vesi 8,10-8,55 Lj (tumma, lähes musta, melko tiivis, ei kasvinjäänteitä) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm 30-45 cm			
Pistetunnus <b>S11</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä			
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103662 y= 3551490		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot	
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-8,90 Vesi 8,90-9,30 Lj (tumma, lähes musta, tiivistyi pohjaa kohti, ei kasvinjäänt) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm 30-40 cm			

Pistetunnus <b>S12</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103921 y= 3551670		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-10,8 Vesi 10,8-11,10 Lj (tumman ruskea, tiivis koko matkalta,ei kasvinjäänteitä) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm		
Pistetunnus <b>S13</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103841 y= 3551377		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-8,80 Vesi 8,80-8,95 Lj (löyhä, ei kasvinjäänteitä) 8,95-9,10 Lj (tiivimpi, ei kasvinjäänteitä) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm		
Pistetunnus <b>S14</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7103977 y= 3551084		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-11,50 Vesi 11,50-11,80 Lj (tumman ruskea, keskitiivis ei kasvinjäänteitä) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm		
Pistetunnus <b>S15</b>		Sedimentin kerrosjärjestys		Näytteiden ottotasot ja havainnot näytteistä		
Sijaintitiedot KKJ3 x= 7104289 y= 3550986		Syvyys [m] Maalaji		Ottotaso [cm]	Laboratorio-analyysi	Havainnot
Korkeustiedot N60 w = 178.87		0,0-5,00 Vesi 5,00-5,30 Lj (tumman ruskea, kiinteä pohjalla havunneulasia) eps		0-4 cm 5-10 cm 15-30 cm		



Terrafame Oy

Kolmisopen sedimenttitutkimus  
Innov-X -mittaustulokset, 30.3.2020

Tunnus		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Yksikkö		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo		5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo		50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo		100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
S1	0-4	5	ND	ND	ND	ND	ND	17	ND	ND	8,1	107
S1	5-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,2	102
S1	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,7	89
S2	0-4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,6	ND	ND	25,6
S2	5-10	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,7	52,8
S2	15-30	3,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	29,1
S3	0-4	3,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,3	ND	4,5	30,9
S3	5-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	4,8	ND	7,6	56,4
S3	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6,1	ND	4,2	32,2
S4	0-4	ND	ND	ND	7,7	ND	ND	10	6,7	ND	4,9	72
S4	5-10	ND	ND	ND	19	ND	ND	11	6,2	ND	13,1	86
S4	15-30	ND	ND	ND	9,9	ND	ND	ND	ND	ND	8,4	49,9
S4	30-45	ND	ND	ND	9,8	ND	ND	ND	4,3	ND	7	54,1
S5	0-4	4,5	ND	ND	8	ND	ND	ND	5,3	ND	7	51
S5	5-10	4,5	ND	ND	12	ND	ND	9	6,4	ND	12,1	49
S5	15-30	4,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,9	ND	13,8	59
S6	0-4	ND	ND	ND	15	ND	ND	ND	4,7	ND	7,1	21,3
S6	5-10	ND	ND	ND	5,8	ND	ND	ND	6,2	ND	6,1	45,5
S6	15-30	ND	ND	ND	9,3	ND	ND	ND	7,5	ND	9,1	42,5
S7	0-4	3,2	ND	ND	7	ND	ND	ND	ND	ND	9	60
S7	5-10	ND	ND	ND	9	ND	ND	ND	ND	ND	9	59
S8	0-4	3,1	ND	ND	7,7	ND	ND	10	ND	ND	5,9	57,3
S8	5-10	ND	ND	ND	6,6	ND	ND	9	6,9	ND	9,3	48,1
S8	15-30	3,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,6	ND	3,2	27,6
S9	0-4	4	ND	ND	13	ND	ND	18	8,3	ND	10	95
S9	5-10	3,2	ND	ND	14	ND	ND	9	ND	ND	ND	145
S9	15-30	ND	ND	ND	9	ND	ND	ND	ND	ND	8,1	79

Terraframe Oy

 Kolmisopen sedimenttitutkimus  
 Innov-X -mittaustulokset, 30.3.2020

Tunnus		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Yksikkö		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo		5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo		50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo		100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
S10	0-4	4	ND	ND	ND	ND	ND	9	ND	ND	5,2	42,4
S10	5-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	8,2	17	5,1	43,8
S10	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	28,5
S10	30-45	3,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	32,3
S11	5-10	3,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,5	ND	7	51,2
S11	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7	31,5
S11	30-45	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6,1	33,8
S12	0-4	4,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,6	ND	4,3	38,4
S12	5-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	5	ND	10,3	39,9
S12	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,9	ND	ND	31,6
S13	0-4	3,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,5	ND	ND	34,1
S13	5-10	3,4	ND	ND	7	ND	ND	ND	4,8	ND	4,9	40,6
S13	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,7	ND	8,9	37
S14	0-4	3,4	ND	ND	ND	ND	ND	9	ND	ND	6	40
S14	5-10	ND	ND	ND	13	ND	ND	ND	9,4	ND	12,1	46,2
S14	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,4	21,8
S15	0-4	ND	ND	ND	16	ND	ND	16	5,4	ND	14,4	69
S15	5-10	4	ND	ND	8	ND	ND	19	9,2	ND	10,3	111
S15	15-30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7,2	52,7

Terrafame Oy

LIITE 2.3

Kolmisopen sedimenttitutkimus  
Innov-X -mittaustulokset, 31.3.2020



Tunnus		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Yksikkö		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kynnysarvo		5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
Alempi ohjearvo		50	10	100	200	150	2	100	200	10	150	250
Ylempi ohjearvo		100	20	250	300	200	5	150	750	50	250	400
23	10,5-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7,8	53,9
23	12,6-13	ND	ND	ND	48	23	ND	31	ND	ND	46	99
23	15-16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41,6
23	17-18	ND	ND	ND	62	29	ND	24	6,5	ND	42	41
24	15-16	ND	ND	ND	56	37	ND	26	7	ND	52	36
25	10,5-11	ND	ND	ND	13	ND	ND	ND	ND	ND	12,8	34,1
25	12,5-13	ND	ND	ND	11	ND	ND	ND	ND	ND	12,3	48,6
25	13,5	ND	ND	ND	65	21	ND	21	7,2	ND	56	70
25	14,5-15,2	4,6	ND	ND	59	24	ND	29	7,6	ND	53	59
25	15,2-15,5	ND	ND	ND	41	ND	ND	11	7,3	ND	25,5	21
27	14,5-15	3,9	ND	ND	44	46	ND	32	5,6	ND	39	44
27	15	ND	ND	ND	6,7	ND	ND	ND	ND	ND	7,1	52,5
27	16	4	ND	ND	17	ND	ND	22	ND	ND	12,2	123
27	18	3,1	ND	ND	6,9	ND	ND	ND	ND	ND	5,8	33,5
27	20	4,7	ND	ND	76	36	ND	40	9,6	ND	52	83
28	8,7	ND	ND	ND	58	70	ND	36	12	ND	32	70

## ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY  
 Yhteyshenkilö Hannu Ansala  
 Osoite PL 532  
 00026 BASWARE

Projekti - -  
 Asiakkaan viite **Kolmisoppi 101013901**  
 Näytteiden lkm 19

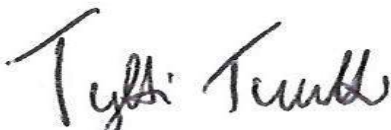
## NÄYTE

SGS Refno KE20-01603 R0  
 Raportointi pvm 24.04.2020  
 Saapumis pvm 06.04.2020  
 Aloitus pvm 06.04.2020  
 Valmistumis pvm 24.04.2020

## KOMMENTIT

Näytteenotto: Pasi Tikkanen 17.-20.3.2020  
 Liitteenä analyysitodistus IAC20-02996

## ALLEKIRJOITUKSET



Tytti Tuutti  
 Kemisti

## ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- \* Tämä analyysi ei ole akkreditoitu 2) Alihankinta SGS Belgium NV akkreditoitu testauslaboratorio, BELAC 005-TEST  
 DL Määritysraja  
 - Ei analysoitu  
 Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero	KE20-01603.001	KE20-01603.002	KE20-01603.003	KE20-01603.004	KE20-01603.005
Näytteen nimi	Kok1 (0-4 cm S1/S2)	Kok2 (5-10 cm S1/S2)	Kok3 (15-30 cm S1/S2)	Kok4 (0-4 cm S3/S4/S5)	Kok5 (5-10 cm S3/S4/S5)
Analyysi					
Yksikkö					
DL					

**Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu**

Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	2	15.9	13.8	14.3	12.1	22.3

**Öljyhiilivedyt C10-C40 sedimentistä Menetelmä: ISO 16703**

Öljyhiilivedyt C10-C21 *	mg/kg KA.	20	23	-	-	22	-
Öljyhiilivedyt C22-C40 *	mg/kg KA.	20	72	-	-	110	-
Öljyhiilivedyt C10-C40 *	mg/kg KA.	40	95	-	-	130	-

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287**

Naftaleeni *	mg/kg KA.	0.01	<0.01	-	-	<0.01	-
Asenaftyleeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Asenafteeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Fluoreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Fenantreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Antraseeni *	mg/kg KA.	0.01	<0.01	-	-	<0.01	-
Fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(a)antraseeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Kryseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(b)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(k)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(a)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Dibentso(a,h)antraseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(g,h,i)peryleeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
16 PAH-yhdistettä yhteensä *	mg/kg	1	<1.0	-	-	<1.0	-

**PCB-yhdisteet sedimentinäytteistä Menetelmä: SFS-ISO 10382**

PCB-28	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-52	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-101	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-118	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-153	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-138	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-180	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	<0.001
PCB-kokonaispitoisuus	mg/kg KA.	0.007	<0.007	-	-	<0.007	<0.007

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Arseeni	mg/kg	0.7	6.0	5.7	2.9	3.4	1.4
Kadmium	mg/kg	0.3	1.9	2.2	1.2	3.0	0.6
Kromi	mg/kg	0.7	36.7	31.2	29.0	33.2	20.7
Kupari	mg/kg	1.4	35.3	35.1	23.4	38.4	9.4
Nikkeli	mg/kg	0.5	94.3	77.1	51.7	89.4	22.1
Lyijy	mg/kg	0.5	22.6	22.0	8.8	16.1	9.1
Sinkki	mg/kg	1.9	344.1	434.0	277.6	261.0	156.4

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Elohopea *	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
------------	-------	-----	------	------	------	------	------

Analyysi	Yksikkö	DL	Näyttenumero	Näytteen nimi	KE20-01603.001	KE20-01603.002	KE20-01603.003	KE20-01603.004	KE20-01603.005
			Kok1 (0-4 cm S1/S2)	Kok2 (5-10 cm S1/S2)	Kok3 (15-30 cm S1/S2)	Kok4 (0-4 cm S3/S4/S5)	Kok5 (5-10 cm S3/S4/S5)		

**Hehkutushäviö sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS 3008**

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	18.8	24.5	23.3	24.3	14.5
-----------------	-------------	-----	------	------	------	------	------

**Savipitoisuus sedimentinäytteestä, laserdiffraktio Menetelmä: SGSF995 Laserdiffraktio**

Savipitoisuus sedimentinäytteestä *	paino-% KA.	2	-	6	-	6	-
-------------------------------------	-------------	---	---	---	---	---	---

**PCDD/PCDF - yhdisteet sedimentinäytteestä 2) Menetelmä: HRGC/HRMS; ECO/AV/IAC/012**

2,3,7,8 substituoidut PCDD-PCDF-yhdisteet	ng WHO-TEQ/kg	1	-	-	-	-	-
---	---------------	---	---	---	---	---	---

Analyysi	Yksikkö	DL	Näyttenumero	Näytteen nimi	KE20-01603.006	KE20-01603.007	KE20-01603.008	KE20-01603.009	KE20-01603.010
			Kok6 (15-30 cm S3/S4/S5)	Kok7 (0-4 cm S6/S7/S8)	Kok8 (5-10 cm S6/S7/S8)	Kok9 (15-30 cm S6/S7/S8)	Kok10 (0-4 cm S9/S10/S11)		

**Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu**

Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	2	26.2	9.9	15.8	13.2	11.1
---------------------	---------	---	------	-----	------	------	------

**Öljyhiilivedyt C10-C40 sedimentistä Menetelmä: ISO 16703**

Öljyhiilivedyt C10-C21 *	mg/kg KA.	20	<20	<20	21	-	-
Öljyhiilivedyt C22-C40 *	mg/kg KA.	20	86	65	79	-	-
Öljyhiilivedyt C10-C40 *	mg/kg KA.	40	100	84	100	-	-

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287**

Naftaleeni *	mg/kg KA.	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-
Asenaftyleeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Asenafteeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Fluoreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Fenantreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Antraseeni *	mg/kg KA.	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-
Fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Bentso(a)antraseeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Kryseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Bentso(b)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Bentso(k)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Bentso(a)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Dibentso(a,h)antraseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
Bentso(g,h,i)peryleeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	<0.10	<0.10	-	-
16 PAH-yhdistettä yhteensä *	mg/kg	1	<1.0	<1.0	<1.0	-	-

**PCB-yhdisteet sedimentinäytteistä Menetelmä: SFS-ISO 10382**

PCB-28	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-52	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-101	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-118	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-

Näyttenumero Näytteen nimi	KE20-01603.006 Kok6 (15-30 cm S3/S4/S5)	KE20-01603.007 Kok7 (0-4 cm S6/S7/S8)	KE20-01603.008 Kok8 (5-10 cm S6/S7/S8)	KE20-01603.009 Kok9 (15-30 cm S6/S7/S8)	KE20-01603.010 Kok10 (0-4 cm S9/S10/S11)
Analyyssi	Yksikkö	DL			

**PCB-yhdisteet sedimenttinäytteistä Menetelmä: SFS-ISO 10382 (continued)**

PCB-153	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-138	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-180	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	<0.001	-	-
PCB-kokonaispitoisuus	mg/kg KA.	0.007	-	<0.007	<0.007	-	-

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Arseeni	mg/kg	0.7	2.1	3.2	3.3	3.7	8.5
Kadmium	mg/kg	0.3	0.6	1.5	1.1	1.0	2.2
Kromi	mg/kg	0.7	23.6	37.3	35.9	29.7	34.9
Kupari	mg/kg	1.4	12.3	41.8	27.8	23.9	35.7
Nikkeli	mg/kg	0.5	24.9	87.8	62.7	37.1	90.1
Lyijy	mg/kg	0.5	9.3	16.0	17.3	27.4	28.3
Sinkki	mg/kg	1.9	130.4	275.1	230.5	167.6	324.4

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Elohopea *	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
------------	-------	-----	------	------	------	------	------

**Hehkutushäviö sedimenttinäytteestä Menetelmä: SFS 3008**

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	17.6	25.2	19.6	31.8	24.8
-----------------	-------------	-----	------	------	------	------	------

**Savipitoisuus sedimenttinäytteestä, laserdiffraktio Menetelmä: SGSF995 Laserdiffraktio**

Savipitoisuus sedimenttinäytteestä *	paino-% KA.	2	4	7	-	6	9
--------------------------------------	-------------	---	---	---	---	---	---

**PCDD/PCDF - yhdisteet sedimenttinäytteestä 2) Menetelmä: HRGC/HRMS; ECO/AV/IAC/012**

2,3,7,8 substituoidut PCDD-PCDF-yhdisteet	ng WHO-TEQ/kg	1	-	Katso liite	-	-	Katso liite
---	---------------	---	---	-------------	---	---	-------------

Näyttenumero Näytteen nimi	KE20-01603.011 Kok11 (5-10 cm S9/S10/S11)	KE20-01603.012 Kok12 (15-30 cm S9/S10/S11)	KE20-01603.013 Kok13 (30-45 cm S10/S11)	KE20-01603.014 Kok14 (0-4 cm S12/S13)	KE20-01603.015 Kok15 (5-10 cm S12/S13)
Analyyssi	Yksikkö	DL			

**Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu**

Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	2	10.7	11.9	8.5	9.5	12.4
---------------------	---------	---	------	------	-----	-----	------

**Öljyhiilivedyt C10-C40 sedimentistä Menetelmä: ISO 16703**

Öljyhiilivedyt C10-C21 *	mg/kg KA.	20	<20	-	-	28	-
Öljyhiilivedyt C22-C40 *	mg/kg KA.	20	62	-	-	73	-
Öljyhiilivedyt C10-C40 *	mg/kg KA.	40	80	-	-	100	-

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sedimenttinäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287**

Näyttenumero	KE20-01603.011	KE20-01603.012	KE20-01603.013	KE20-01603.014	KE20-01603.015
Näytteen nimi	Kok11 (5-10 cm S9/S10/S11)	Kok12 (15-30 cm S9/S10/S11)	Kok13 (30-45 cm S10/S11)	Kok14 (0-4 cm S12/S13)	Kok15 (5-10 cm S12/S13)

Analyysi Yksikkö DL

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287 (continued)**

	mg/kg KA.	0.01	<0.01	-	-	<0.01	-
Naftaleeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Asenaftyleeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Asenafteeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Fluoreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Fenantreeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Antraseeni *	mg/kg KA.	0.01	<0.01	-	-	<0.01	-
Fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Pyreeeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(a)antraseeni *	mg/kg KA.	0.03	<0.03	-	-	<0.03	-
Kryseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(b)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	0.13	-	-	<0.10	-
Bentso(k)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(a)pyreeeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Dibentso(a,h)antraseeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
Bentso(g,h,i)peryleeni *	mg/kg KA.	0.1	<0.10	-	-	<0.10	-
16 PAH-yhdistettä yhteensä *	mg/kg	1	<1.0	-	-	<1.0	-

**PCB-yhdisteet sedimentinäytteistä Menetelmä: SFS-ISO 10382**

	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-28	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-52	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-101	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-118	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-153	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-138	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-180	mg/kg KA.	0.001	<0.001	-	-	<0.001	-
PCB-kokonaispitoisuus	mg/kg KA.	0.007	<0.007	-	-	<0.007	-

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914**

	mg/kg	0.7	5.8	2.6	2.6	5.8	4.6
Arseeni	mg/kg	0.3	1.7	2.7	0.5	1.8	1.4
Kadmium	mg/kg	0.7	32.9	39.7	25.6	44.1	38.8
Kromi	mg/kg	1.4	28.5	33.8	23.1	39.2	28.3
Kupari	mg/kg	0.5	61.6	48.4	36.5	92.2	56.2
Nikkeli	mg/kg	0.5	35.4	7.9	20.5	24.3	31.6
Lyijy	mg/kg	1.9	308.8	529.8	201.2	313.9	253.8
Sinkki	mg/kg						

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174, ISO 12914**

	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Elohopea *	mg/kg						

**Hehkutushäviö sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS 3008**

	paino-% KA.	0.1	23.8	21.4	28.4	23.3	23.0
Hehkutushäviö *	paino-% KA.						

**Savipitoisuus sedimentinäytteestä, laserdiffraktio Menetelmä: SGSF995 Laserdiffraktio**

	paino-% KA.	2	-	-	<2	13	-
Savipitoisuus sedimentinäytteestä *	paino-% KA.						

**PCDD/PCDF - yhdisteet sedimentinäytteestä 2) Menetelmä: HRGC/HRMS; ECO/AV/IAC/012**



Näyttenumero	KE20-01603.011	KE20-01603.012	KE20-01603.013	KE20-01603.014	KE20-01603.015
Näytteen nimi	Kok11 (5-10 cm S9/S10/S11)	Kok12 (15-30 cm S9/S10/S11)	Kok13 (30-45 cm S10/S11)	Kok14 (0-4 cm S12/S13)	Kok15 (5-10 cm S12/S13)

Analyysi Yksikkö DL

**PCDD/PCDF - yhdisteet sedimentinäytteestä 2) Menetelmä: HRGC/HRMS; ECO/AV/IAC/012 (continued)**

2,3,7,8 substituoidut PCDD-PCDF-yhdisteet	ng WHO-TEQ/kg	1	-	-	-	-	-
---	---------------	---	---	---	---	---	---

Näyttenumero	KE20-01603.016	KE20-01603.017	KE20-01603.018	KE20-01603.019
Näytteen nimi	Kok16 (15-30 cm S12/S13)	Kok17 (0-4 cm S14/S15)	Kok18 (5-10 cm S14/S15)	Kok19 (15-30 cm S14/S15)

Analyysi Yksikkö DL

**Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: Sis.menet. SGSF1003 perustuu SFS-ISO 11465, EN 15934, SFS-EN 14346 kumottu**

Kuiva-ainepitoisuus	paino-%	2	9.2	16.8	17.0	12.8
---------------------	---------	---	-----	------	------	------

**Öljyhiilivedyt C10-C40 sedimentistä Menetelmä: ISO 16703**

Öljyhiilivedyt C10-C21 *	mg/kg KA.	20	-	-	-	-
Öljyhiilivedyt C22-C40 *	mg/kg KA.	20	-	-	-	-
Öljyhiilivedyt C10-C40 *	mg/kg KA.	40	-	-	-	-

**Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sedimentinäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 18287**

Naftaleeni *	mg/kg KA.	0.01	-	<0.01	-	-
Asenaftyleeni *	mg/kg KA.	0.03	-	<0.03	-	-
Asenafteni *	mg/kg KA.	0.03	-	<0.03	-	-
Fluoreeni *	mg/kg KA.	0.03	-	<0.03	-	-
Fenantreeni *	mg/kg KA.	0.03	-	<0.03	-	-
Antraseeni *	mg/kg KA.	0.01	-	<0.01	-	-
Fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Bentso(a)antraseeni *	mg/kg KA.	0.03	-	<0.03	-	-
Kryseeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Bentso(b)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Bentso(k)fluoranteeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Bentso(a)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Dibentso(a,h)antraseeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
Bentso(g,h,i)peryleeni *	mg/kg KA.	0.1	-	<0.10	-	-
16 PAH-yhdistettä yhteensä *	mg/kg	1	-	<1.0	-	-

**PCB-yhdisteet sedimentinäytteistä Menetelmä: SFS-ISO 10382**

PCB-28	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-52	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-101	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-118	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-153	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-138	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-180	mg/kg KA.	0.001	-	<0.001	-	-
PCB-kokonaispitoisuus	mg/kg KA.	0.007	-	<0.007	-	-

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Arseeni	mg/kg	0.7	1.9	4.2	4.3	2.2
Kadmium	mg/kg	0.3	0.7	1.8	1.6	1.5
Kromi	mg/kg	0.7	30.6	42.5	37.7	34.3

Näyttenumero	KE20-01603.016	KE20-01603.017	KE20-01603.018	KE20-01603.019
Näytteen nimi	Kok16 (15-30 cm S12/S13)	Kok17 (0-4 cm S14/S15)	Kok18 (5-10 cm S14/S15)	Kok19 (15-30 cm S14/S15)
Yksikkö				
DL				

**Analyysi**
**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: SFS-EN ISO 11885, SFS-EN 16170, EPA3015A, SFS-EN 16174, ISO 12914 (continued)**

Kupari	mg/kg	1.4	22.4	32.9	25.4	23.9
Nikkeli	mg/kg	0.5	32.8	85.0	58.4	29.8
Lyijy	mg/kg	0.5	15.6	19.3	29.0	15.0
Sinkki	mg/kg	1.9	190.1	275.2	275.5	223.1

**Metallit sedimentti ICP-AES kuningasvesi Menetelmä: ISO 22036, SFS-EN 16170, SFS-EN 16174, ISO 12914**

Elohopea *	mg/kg	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
------------	-------	-----	------	------	------	------

**Hehkutushäviö sedimenttinäytteestä Menetelmä: SFS 3008**

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	30.6	18.6	21.4	48.6
-----------------	-------------	-----	------	------	------	------

**Savipitoisuus sedimenttinäytteestä, laserdiffraktio Menetelmä: SGSF995 Laserdiffraktio**

Savipitoisuus sedimenttinäytteestä *	paino-% KA.	2	-	7	-	-
--------------------------------------	-------------	---	---	---	---	---

**PCDD/PCDF - yhdisteet sedimenttinäytteestä 2) Menetelmä: HRGC/HRMS; ECO/AV/IAC/012**

2,3,7,8 substituoidut PCDD-PCDF-yhdisteet	ng WHO-TEQ/kg	1	-	-	-	-
---	---------------	---	---	---	---	---

SGS INSPECTION SERVICES OY  
Attn: To whom it may concern  
Kotolahdentie 10  
48310 Kotka  
FINLAND

## ANALYTICAL REPORT : IAC20-02996

Your reference: KE20-01603

Number of samples: 2

Date of receipt: 07/04/2020

Identification of the samples:

IAC20-02996.001 - KE20-01603.007 (Soil)

IAC20-02996.002 - KE20-01603.010 (Soil)

### Analytical results:

- <sup>B</sup> Determination of 2,3,7,8 substituted PCDF's and PCDD's  
(ECO/AV/IAC/012)

*The analyses marked with B are Belac ISO17025 accredited (N.005-TEST)*

I.A.C., a division of SGS Belgium NV

ANTWERP, 24/04/2020



ISO17025 (N.005-TEST)



Sven Herremans  
Technical Manager

Unless otherwise agreed, all orders and documents are executed and issued in accordance with our General Conditions. Upon simple request the conditions will again be sent to you. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects SGS Belgium's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. SGS Belgium's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. If the sample(s) to which the findings recorded herein (the 'Findings') relate was (were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction, then the findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample (s). SGS accepts no liability regarding the origin or source from which the sample (s) is/are said to be extracted. A description of the used analytical methods, the identity of the external laboratories for the marked (E) analyses and the uncertainty of measurement of analyses are available upon request. Possible mentioned norms or criteria are made in accordance with the client.

**ANALYTICAL REPORT : IAC20-02996**

Determination of 2,3,7,8 substituted PCDF's and PCDD's			
Sample identification : IAC20-02996.001		Date of analysis: 24-04-2020	
Your reference: KE20-01603.007			
Component	Concentration (ng/kgdm)	WHO-TEF	WHO-TEQ (ng/kgdm)
2,3,7,8-TCDF	0.87	0.1	0.087
2,3,7,8-TCDD	<0.75	1	< 0.75
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.75	0.03	< 0.022
2,3,4,7,8-PeCDF	<0.75	0.3	< 0.22
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.75	1	< 0.75
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.75	0.1	< 0.075
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.75	0.1	< 0.075
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	3.7	0.01	0.037
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<1.2	0.01	< 0.012
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.5	0.01	0.035
OCDF	5.0	0.0003	0.0015
OCDD	16	0.0003	0.0049
Total			0.16 - 2.4
<p>The TEQ values have been calculated using the WHO-2005 toxicity equivalence factors (TEF) according to Martin Van den Berg et al. (Toxicological Sciences, 7 July 2006).</p> <p>The measurement uncertainty has been determined and is available in the laboratory. On request, the data will be transmitted.</p> <p>The RSD of the control sample is less than 10%.</p>			

**ANALYTICAL REPORT : IAC20-02996**

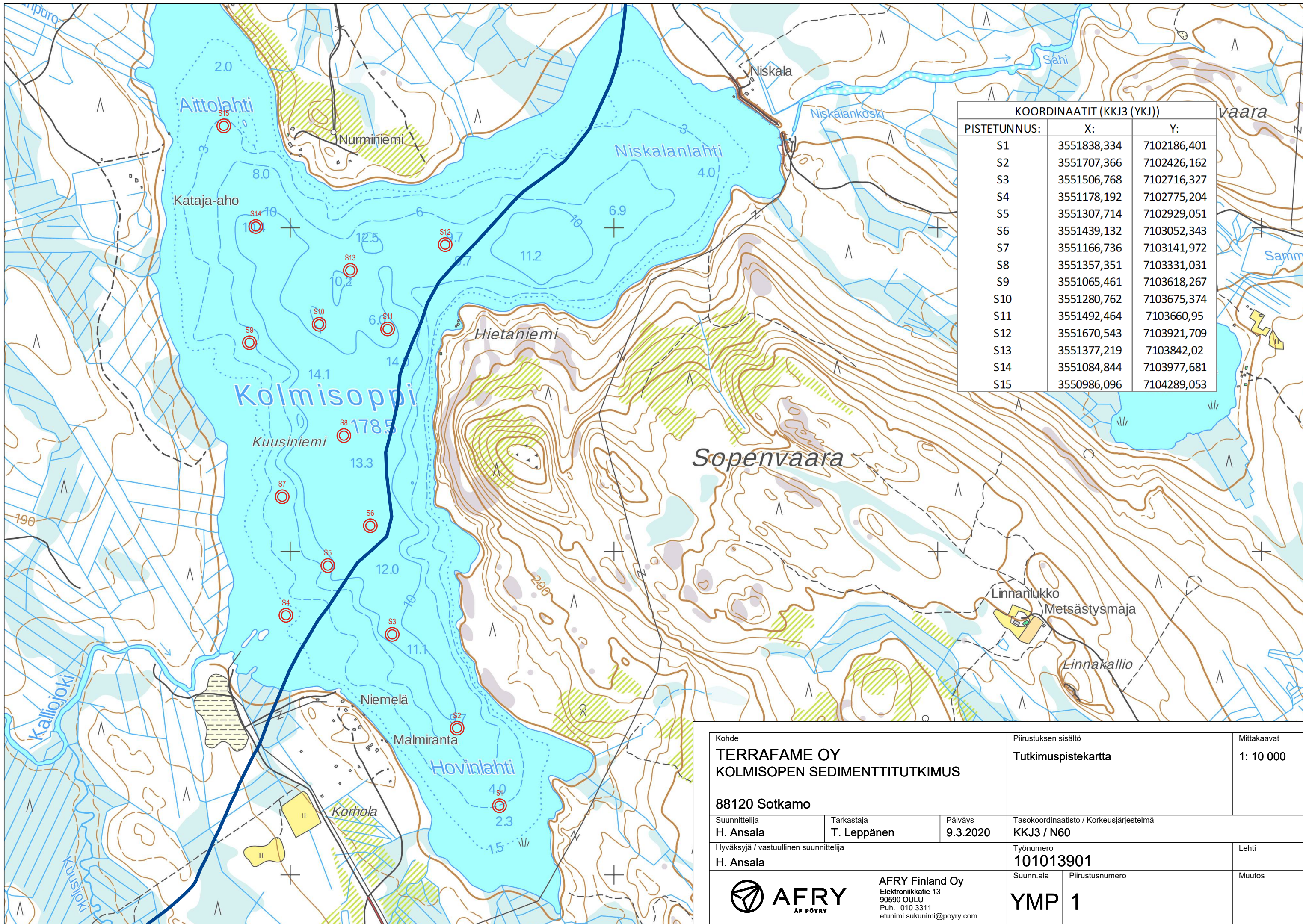
Determination of 2,3,7,8 substituted PCDF's and PCDD's			
Sample identification : IAC20-02996.002		Date of analysis: 24-04-2020	
Your reference: KE20-01603.010			
Component	Concentration (ng/kgdm)	WHO-TEF	WHO-TEQ (ng/kgdm)
2,3,7,8-TCDF	<0.80	0.1	< 0.080
2,3,7,8-TCDD	<0.74	1	< 0.74
1,2,3,7,8-PeCDF	0.82	0.03	0.024
2,3,4,7,8-PeCDF	0.88	0.3	0.26
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.74	1	< 0.74
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<2.0	0.1	< 0.20
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.0	0.1	0.10
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.1	0.1	0.11
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.74	0.1	< 0.074
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.74	0.1	< 0.074
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.3	0.1	0.13
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.99	0.1	0.099
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	16	0.01	0.16
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<1.2	0.01	< 0.012
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	10	0.01	0.10
OCDF	21	0.0003	0.0062
OCDD	45	0.0003	0.013
Total			1.0 - 2.9
<p>The TEQ values have been calculated using the WHO-2005 toxicity equivalence factors (TEF) according to Martin Van den Berg et al. (Toxicological Sciences, 7 July 2006).</p> <p>The measurement uncertainty has been determined and is available in the laboratory. On request, the data will be transmitted.</p> <p>The RSD of the control sample is less than 10%.</p>			

**ANALYTICAL REPORT : IAC20-02996**

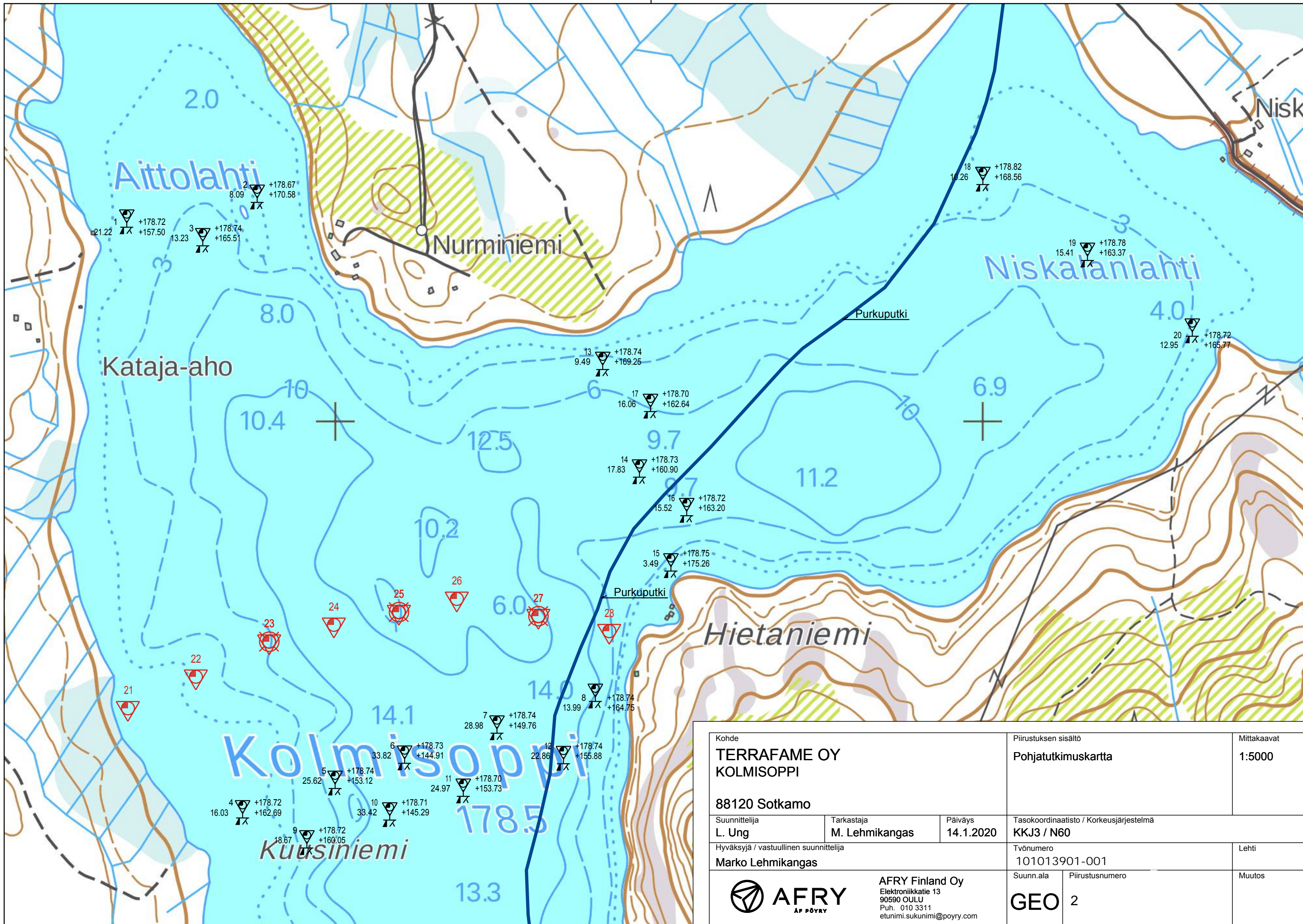
Recovery standards - 2,3,7,8 substituted PCDF's and PCDD's	
Sample identification : IAC20-02996.001 Your reference: KE20-01603.007	
Recovery extraction standards	
Component	Recovery 13C-extraction standards (%)
13C-2,3,7,8-TCDF	118
13C-2,3,7,8-TCDD	95.1
13C-1,2,3,7,8-PeCDF	110
13C-2,3,4,7,8-PeCDF	113
13C-1,2,3,7,8-PeCDD	106
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDF	107
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDF	101
13C-2,3,4,6,7,8-HxCDF	106
13C-1,2,3,7,8,9-HxCDF	79.3
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDD	107
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDD	105
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	93.5
13C-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	79.7
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	104
13C-OCDF	68.2
13C-OCDD	77.0

**ANALYTICAL REPORT : IAC20-02996**

Recovery standards - 2,3,7,8 substituted PCDF's and PCDD's	
Sample identification : IAC20-02996.002 Your reference: KE20-01603.010	
Recovery extraction standards	
Component	Recovery 13C-extraction standards (%)
13C-2,3,7,8-TCDF	110
13C-2,3,7,8-TCDD	84.8
13C-1,2,3,7,8-PeCDF	93.3
13C-2,3,4,7,8-PeCDF	98.7
13C-1,2,3,7,8-PeCDD	98.4
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDF	88.9
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDF	87.5
13C-2,3,4,6,7,8-HxCDF	88.0
13C-1,2,3,7,8,9-HxCDF	87.7
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDD	88.9
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDD	88.7
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	80.6
13C-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	66.1
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	80.5
13C-OCDF	56.4
13C-OCDD	59.8







Kohde <b>TERRAFAME OY KOLMISOPPI</b>		Piirustuksen sisältö <b>Pohjatutkimuskartta</b>		Mittakaavat <b>1:5000</b>
88120 Sotkamo		Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä <b>KKJ3 / N60</b>		
Suunnittelija <b>L. Ung</b>	Tarkastaja <b>M. Lehmikangas</b>	Päiväys <b>14.1.2020</b>	Tvönumero <b>101013901-001</b>	Lehti
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija <b>Marko Lehmikangas</b>			Suunn.ala <b>GEO</b>	Piirustusnumero <b>2</b>
 <b>AFRY</b> AF PÖYRY		<b>AFRY Finland Oy</b> Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Muutos