

TAIVASSALON KUNTA

HAKKENPÄÄN PIENVENESATAMA

971450

MAAPERÄSSÄ OLEVIENT EPÄPUHTAUKSIEN SELVITYSTYÖ

06.08.1997



HAKKENPÄÄN PIENVENESATAMA MAAPERÄSSÄ OLEVIENT EPÄPUHTAUKSIEN SELVITYSTYÖ

1. YLEISTÄ

Tutkittava alue on esitetty piirustuksessa 971450.30.

Maaperässä mahdollisesti esiintyvien epäpuhtauksien selvitystyön lähtötiedot ovat olleet:

- pohjaolosuhteet ja tontin muokkaushistoria (maaperätutkimus kevät 1997)
- alueen hydrogeologia
- sahan tuotantotoiminnan sijaintihistoria

Alueen pohjaolosuhteet ja muokkaushistoria:

- alueen maaperän pintakerrokset muodostuvat pääsääntöisesti seuraavista kerroksista:
 - täyttömaa, jonka paksuus 1...1.5 m
 - täyttömaan alapuolella lihava savi, jonka paksuus 1...8 m
- kairauspisteen 5 läheisyydessä täyttömaan alapuolella on paksuhko sorainen hiekkakerrostuma

Alueen hydrogeologia:

- hydrogeologisesti tarkasteltava alue muodostaa orsivesialtaan, joka on monin paikoin yhteydessä varsinaiseen pohjaveteen.
- orsivettä esiintyy lihavan saven päällä olevassa täytemaassa. Orsiveden suotautumista täytemaakerroksesta alaspäin savimaahan ei käytännössä tapahdu (savimaassa veden virtaus tapahtuu kapillaarisesti vain ylöspäin).

3. MAAPERÄN TUTKIMUKSET

3.1. Tutkimukset, näytteenotto

Tutkimusohjelma on laadittu seuraavien periaatteiden mukaisesti:

Näytteenottopaikat on valittu siten, että maanäytteet on otettu savimaan yläpuolella olevasta täytemaasta (alueella B) ja hiekkamaan yläpuolella olevasta täytemaasta sekä hiekkamaasta (alueella A).

Maanäytteet on kerätty ja käsitelty siten, että alueelta A on otettu 4 näytettä ja vastavasti alueelta B 4 näytettä, joista näytteistä on muodostettu 4 kokoomanäytettä. Lisäksi on kloorifenolimäärityksiä varten otettu 2 näytettä alueelta A ja 1 näyte alueelta B (ks. liite 1).

Tutkimukset, laboratoriotutkimukset

Laboratoriossa on mahdollisten epäpuhtauksien määritykset kohdennettu aineryhmiin, jotka lisäksi indikaattoreina antavat myös viitetietoja muista epäpuhtauksista. Epäpuhtausmäärittysten aineryhmät ovat:

- raskasmetallit
- liuottimet
- öljypitoisuus
- kloorifenolit
- PAH-yhdisteet

Laboratoriossa tehdyt tutkimukset on esitetty VTT:n tutkimusselostuksessa KET816/97 (liite 2). Yhteenvetona tutkimustuloksista voidaan todeta seuraavaa:

1. **Raskasmetallipitoisuudet** ovat vähäiset. Todetut määrät ovat lähellä Suomessa yleisesti todettuja ns. taustapitoisuuksia; kertaluokkapoikkeama saastuneeseen maahan nähden on yli 10 -kertainen.

2. **Liuotintyyppisiä yhdisteitä** ei ole todettu tai niiden määrät ovat alle määrittärajojen.

3. **Öljypitoisuudet** ovat vähäiset. Todetut määrät ovat lähellä Suomessa yleisesti todettuja ns. taustapitoisuuksia; kertaluokkapoikkeama saastuneeseen maahan nähden on yli 100-kertainen.

4. Alueella A **kloorifenolipitoisuudet** ovat vähäiset; todetut määrät ovat lähellä Suomessa yleisesti todettuja ns. taustapitoisuuksia; kertaluokkapoikkeama saastuneeseen maahan nähden on yli 100-kertainen.

Alueella B kloorifenolipitoisuudet ovat korkeat. Todetut määrät ovat suurimmillaan (2,3,4,6-Tetrakloorifenolin kohdalla) 250 mg/kg, kun saastuneen maan raja-arvona pidetään 5 mg/kg.

5. **PAH-yhdisteiden määrät** ovat vähäiset. Todetut määrät ovat lähellä Suomessa yleisesti todettuja ns. taustapitoisuuksia; kertaluokkapoikkeama saastuneeseen maahan nähden on yli 10-kertainen.

4.**TUTKIMUSTULOSTEN YLEISTETTÄVYYS**

Tutkimustulosten yleistettävyyden osalta voidaan todeta:

- näytepaikat (A ja B) on kohdennettu tuotantotoiminnasta saatujen tietojen perusteella mahdollisten haitallisten toimintojen alueille.

- kokoomanäytteiden yhdenmukaiset pitoisuustulokset ovat raskasmetallien, liuottimien, öljypitoisuuksien ja PAH-yhdisteiden osalta yleistettävissä koko suunnitellulle pienvenesataman alueelle.

- viitetietopäätelmien (tuotantotoiminnan sijaintihistorian ja maaperäolosuhteiden) perusteella on rajattavissa alue, jossa maaperän kloorifenolipitoisuus on korkea (ks. piirustus n:o 971450.30)

5.
JOHTOPÄÄTÖKSET JA ESITYS TOIMENPITEISTÄ

Tehtyjen selvitysten perusteella suunnitellun pienvenesataman maaperä on käytännössä puhdas raskasmetalleista, liuottimista, öljypitoisuuksista ja PAH-yhdisteistä. Lisäksi on arvioitavissa, että ns. harvinaisempien aineiden esiintymistodennäköisyys on vähäinen.


Lisäselvitystä on tarpeen tehdä vain, mikäli yksilöity, osa-alue on epäiltävissä.

Suunniteltavan pienvenesatama-alueen pohjoiskulmauksen alueella on maaperässä korkeita kloorifenolipitoisuuksia. Piirustuksessa n:o 971450.30 on esitetty oletus "kloorifenolialueen" laajuudesta.

Kloorifenolialueen laajuus tulisi rajata 6...12 maanäytteen avulla.

Turussa 6. elokuuta 1997

GEO-MASTER OY


Jyrki Suominen
dipl.ins.

LIITTEET	Tutkimuskartta, maaperän epäpuhtauksien selvitys	971450.30.
	Näytteenotto-ohjelma, 09.07.1997	liite 1
	VTT:n tutkimusselostus KET816/97	liite 2

**NÄYTTEET MAAPERÄN EPÄPUHTAUKSIEN
SELVITTÄMISEKSI**

a. Öljyn määrän määrittäminen

Näyte 0.5 kg näytepaikasta A1.
Näyte 0.5 kg näytepaikasta B1.

Laboratoriomääritys tehdään kokoomanäytteestä (1 kpl). VTT-Kemiantekniikka muodostaa näytepaikkojen A1 ja B1 näytteistä kokoomanäytteen.

b. PAH-määritys

Näyte 0.5 kg näytepaikasta A2.
Näyte 0.5 kg näytepaikasta B2.

Laboratoriomääritys (ns. suppea määritys) tehdään kokoomanäytteestä (1 kpl). VTT-Kemiantekniikka muodostaa näytepaikkojen A2 ja B2 näytteistä kokoomanäytteen.

c. Raskasmetallimääritys

Näyte 0.5 kg näytepaikasta A3.
Näyte 0.5 kg näytepaikasta B3.

Laboratoriomääritys (ns. ei-akkreditoitu menetelmä) tehdään kokoomanäytteestä (1 kpl). VTT-Kemiantekniikka muodostaa näytepaikkojen A3 ja B3 näytteistä kokoomanäytteen.

d. Liuotinmääritys

Näyte 0.5 kg näytepaikasta A4.
Näyte 0.5 kg näytepaikasta B4.

Laboratoriomääritys tehdään kokoomanäytteestä (1 kpl). VTT-Kemiantekniikka muodostaa näytepaikkojen A4 ja B4 näytteistä kokoomanäytteen.

e. Kloorifenolimääritys

Näyte 0.5 kg näytepaikasta A5 (täytemaan yläosa).
Näyte 0.5 kg näytepaikasta A6 (täytemaan alaosa).

Näyte 0.5 kg näytepaikasta B5.

Laboratoriomääritys tehdään kolmesta näytteestä.

Turussa 9. heinäkuuta 1997

GEO-MASTER OY

Tilaaja Geo-Master Oy
Fiskarsinkatu 7 A
20750 Turku

Tilaus Jyrki Suominen, 9.7.1997

Näyte Tilaajan 10.7.1997 toimittamat maanäytteet, jotka oli merkitty:
- A1 ja B1 (näytteet yhdistetään; öljypitoisuus)
- A2 ja B2 (näytteet yhdistetään; PAH-määritys)
- A3 ja B3 (näytteet yhdistetään; raskasmetallit)
- A4 ja B4 (näytteet yhdistetään; liuotinmääritys)
- A5 (täytemaan yläosa), B5 ja A6 (täytemaan alaosa) (näytteet analysoidaan erikseen; kloorifenolit)

Tehtävä Öljy-, PAH-, raskasmetalli-, liuotin- ja kloorifenolipitoisuuksien määrittäminen.

Suoritus ja tulokset

Helposti haihtuvat orgaaniset yhdisteet (liuotinmääritys)

Helposti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet määritettiin staattisella head space -tekniikalla kaasukromatografisesti kaksoiskolonnisysteemillä ulkoisen standardin menetelmällä (HSGC-FID). Käytetty standardi sisälsi di- ja trikloorimetaania, tri-, tetrakloorieteeniä ja 1,1,1-trikloorietaania, MTBE:ä, TAME:ä, bentseeniä, toluenia, etyylibentseeniä, ksyleeniä, 1,2,4-trimetyyli- ja 1,2,3,5-tetrametyylibentseeniä. Määritysraja haihtuville kloora- tuille hiilivedyille on 0,3-0,5 mg/kg ja muille haihtuville hiilivedyille 0,02-0,05 mg/kg. Menetelmän mittausepävarmuus maanäytteille on $\pm 50\%$. Menetelmä on akkreditoitu (KET1201295). Määritykset tehtiin 12.7.1997.

Yllä mainittujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet kokooma- näytteessä (A4-A5) olivat alle määritysrajan. Näyte sisälsi muita haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (kp. 150-250 °C) noin 0,04 mg/kg. Pitoisuus määritet- tiin 1,2,4-trimetyylibentseenin avulla.

PAH-yhdisteiden määritys

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet, 31 kpl) määritettiin näytelistassa mainittujen kymmenen näytteen tolueniinuuhteesta kaasukromatografia-massaspektrometrisesti (GC-MS) SIM-tekniikalla käyttäen sisäisen standardin menetelmää (sisäiset standardit olivat d₁₀-pyreeni, β,β -binaftyyli ja indeno(1,2,3-cd)fluoranteeni). Ennen analysointia näytteet puhdistettiin silikapylväskromatografisesti. Menetelmän määritysraja on 0,01 $\mu\text{g/g}$ ja mit- tausepävarmuus $\pm 30\%$. Käytetty määritysmenetelmä on akkreditoitu (KET1200295). Analyysitulokset, jotka on ilmoitettu kuivaa näytettä koh- den, on esitetty taulukossa 1 (liite 1). Määritykset tehtiin 14-17.7.1997.

Ölly- ja rasvapitoisuuden määrittäminen

Näyte (A1-B1) uutettiin hiilitetrakloridilla ja uutteen analysoitiin IR-spektrofotometrisesti. Uuttuvien orgaanisten aineiden kokonaispitoisuudet (rasva+öljy) määritettiin suoraan uutteen IR-absorptioista. Poolittomat hiilivedyt (öljy) erotettiin muista aineista alumiinioksidi+florisil -pylväillä. Menetelmä perustuu hiilitetrakloridi mittausten osalta SFS 3010 standardiin. Menetelmän mittaasepävarmuus on $\pm 30\%$. Menetelmä on akkreditoitu (KET 1201595). Määrittäminen tehtiin 22.7.1997. Taulukon 2 tulokset laskettiin kuiva-ainetta kohden.

Taulukko 2. Ölly- ja rasvapitoisuus IR-spektrofotometrisesti.

Näyte	Kuiva-aine pitoisuus (%)	Öljyn ja rasvan kokonaispitoisuus (mg/kg)	Öljypitoisuus (mg/kg)
A1-B1	92	57	31

Raskasmetallimääritykset

Määrittämistä varten näytettä (A3-B3) (10 g) keitettiin väkevän suolahapon ja väkevän typpihapon seoksessa 6 tuntia, jonka jälkeen seos suodatettiin ja liuos täytettiin 200 ml:ksi vedellä. Saaduista liuoksista arseeni-, koboltti-, kromi-, kupari-, elohopea-, nikkeli-, lyijy-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet määritettiin atomiemiinispektrometrisesti ICP-tekniikalla käyttäen laboratorion MAA2-ohjelmaa. Kadmiumpitoisuus määritettiin atomiabsorptiospektrometrisesti grafiittiuunitekniikalla. Analyysit tehtiin kahtena rinnakkaismäärityksenä. Näytteet esikäsiteltiin ja analysoitiin 10.-15.7.1997. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Raskasmetallipitoisuudet.

As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
< 5	< 0,2	2,7	10	7,0	< 0,2	6,4	8,9	14	38

Kloorifenolimääritykset

Näytteiden kloorifenolipitoisuudet määritettiin niiden happaman eetteriuutteen asetyyliesterijohdoksena kaasukromatografisesti käyttäen EC-detektoria Sisäisenä standardina käytettiin 2,4,6-tribromifenolia. Tulokset on laskettu mikrogrammoina kilossa kuivaa näytettä, ja ne on esitetty taulukossa 4. Näytteet on analysoitu 16.7.-22.7.1997. Menetelmän määrittämissä raja-arvoilla A5 ja A6 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ja näytteelle B5 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ja mittaasepävarmuus $\pm 30\%$. Menetelmä on akkreditoitu (KET 1200695).

Taulukko 4. Näytteiden kloorifenolipitoisuudet.

Yhdiste	Näyte/pitoisuus, µg/kg		
	A5	A6	B5
2,4,6-Trikloorifenoli	23	7,6	130000
2,3,5-Trikloorifenoli	<0,1	0,3	<50
2,3,6-Trikloorifenoli	0,1	0,1	6400
2,4,5-Trikloorifenoli	2,2	0,4	2500
3,4,5-Trikloorifenoli	<0,1	<0,1	<50
2,3,4-Trikloorifenoli	<0,1	<0,1	400
2,3,5,6-Tetrakloorifenoli	<0,1	<0,1	<50
2,3,4,5-Tetrakloorifenoli	0,6	<0,1	68
2,3,4,6-Tetrakloorifenoli	80	22	250000
Pentakloorifenoli	10	6,7	32000

Espoo, 29.7.1997.

Tutkija

Marja Ojala

Tutkija

Timo Mansikka

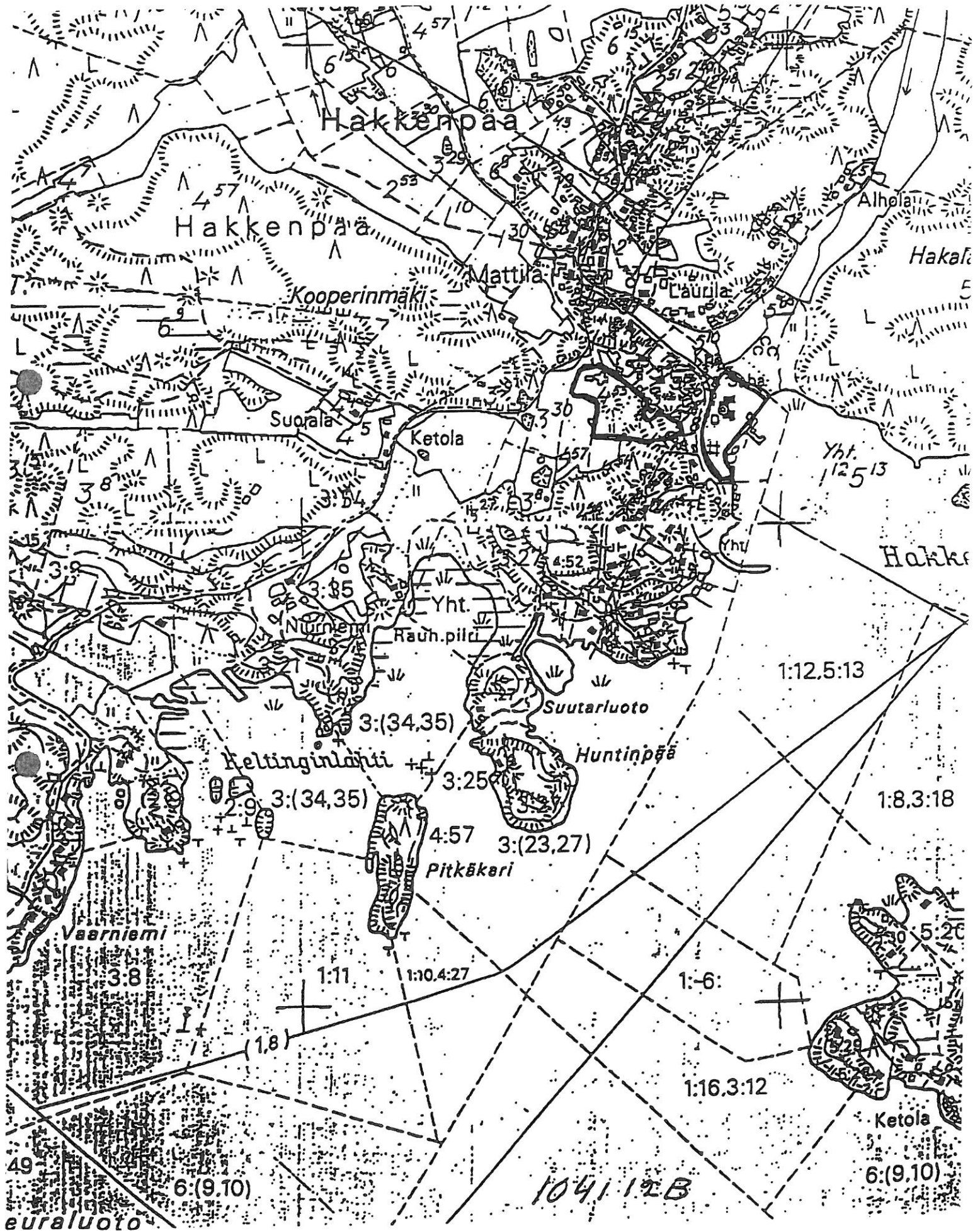
Liite

1 kpl (PAH-yhdisteiden määritystulokset)

Taulukko 1.

Yhdisteet	KET 816
	A2+B2 µg/g
naftaleeni	0,07
2-metyyli-naftaleeni	0,02
1-metyyli-naftaleeni	0,01
bifenyyl	0,01
3-metyylibifenyyl	0,03
asenaftaeni	0,00
dibentsofuraani	0,26
fluoreeni	0,10
dibentsotiofeeni	0,02
fenantreeni	0,55
antraseeni	0,10
2-metyyliaantraseeni	0,12
1-metyylifenantreeni	0,06
2-fenyli-naftaleeni	0,06
fluoranteeni	0,88
pyreeni	0,73
bentso(a)fluoreeni	0,12
bentso(b)fluoreeni	0,07
bentso(b)nafto(2,1-d)tiofeeni	0,05
bentso(b)nafto(1,2-d)tiofeeni	0,02
bentso(a)antraseeni	0,35
kryseeni/trifenyleeni	0,51
bentso(b)fluoranteeni	0,38
bentso(k)fluoranteeni	0,20
bentso(e)pyreeni	0,31
bentso(a)pyreeni	0,38
peryleeni	0,09
indeno(1,2,3-cd)pyreeni	0,29
dibentso(a,h)antraseeni	0,04
bentso(g,h,i)peryleeni	0,27
koroneeni	0,07
Summa	6,21
Määritysraja =0,01µg/g	

Tutkittavat alueet ovat tilat 8:1 (Saha) ja 4:55 (Saarniranta).

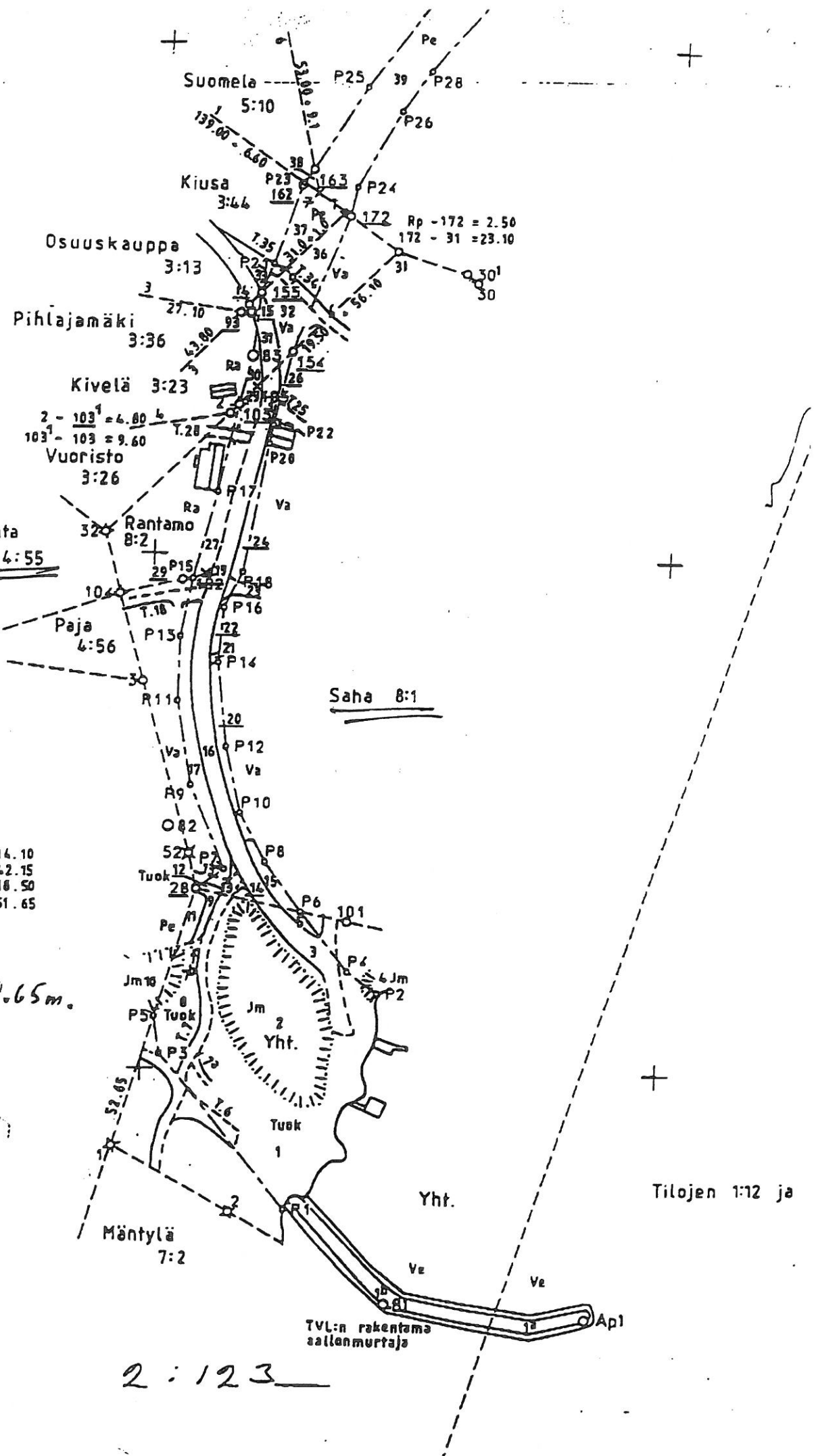


$5 - 9 = 12.90$
 $5 - 14(6) = 6.90$
 $1 - 15(11) = 3.10$
 $1 - 93(5) = 4.00$

$104 - 29 = 24.50$
 $29 - P15 = 4.00$
 $P15 - 102 = 5.10$

$28 - 52 = 14.10$
 $28 - P6 = 42.15$
 $P6 - 101 = 18.50$
 $28 - P5 = 51.65$

$28 + 101 = 60.65m.$



2:123

Vastaanottaja
Taivassalon kunta

Asiakirjatyyppi
Tutkimusraportti

Päivämäärä
23.10.2015

MAAPERÄTUTKIMUS ENTINEN HAKKEENPÄÄN SAHA



MAAPERÄTUTKIMUS ENTINEN HAKKEENPÄÄN SAHA

Päivämäärä 23/10/2015
Laatija Suvi Pekkarinen
Tarkastaja Timo Salmi
Hyväksyjä Jari Nerjanto, Taivassalon kunta

Viite 1510021527

Ramboll
Linnankatu 3 a B
20100 TURKU
P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
www.ramboll.fi

R:\MASU\1_PIMA_työt\TYÖT 2015\1510021527_Hakkeenpään saha_Taivassalo\raportti\Hakkeenpään saha
Pimatutkimusraportti 23102015.docx

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TUTKIMUSKOHDE	1
2.1	Sijainti ja toimintahistoria	1
2.2	Kaavoitus	1
2.3	Aikaisemmat maaperätutkimukset	1
2.4	Maaperäolosuhteet	1
2.5	Pinta- orsi- ja pohjavedet	2
3.	MAAPERÄTUTKIMUKSET	2
3.1	Maaperänäytteenotto 2015	2
3.2	Kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit	2
4.	MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTA	2
4.1	Maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa käytettävät vertailuarvot	2
4.2	Maanäytteiden kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit	3
4.2.1	Epäorgaaniset haitta-aineet	3
4.2.2	Orgaaniset haitta-aineet	3
5.	SEDIMENTTI TUTKIMUKSET	4
5.1	Analyysit	4
5.2	Analysoitujen pitoisuuksien normalisointi	4
6.	SEDIMENTTINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTA	5
6.1	Ruoppausmassan meriläjitys-kelpoisuuden laatu-kriteerit	5
6.2	Fysikaaliset ominaisuudet	6
6.3	Haitta-aineanalyysien tulokset	6
6.4	Normalisoidut haitta-ainepitoisuudet	7
7.	YHTEENVETO ALUEELLA 1990-LUVULLA SUORITETUISTA TUTKIMUKSISTA	7
8.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPIDE- EHDOTUKSET	8
8.1	Maaperä	8
8.2	Sedimentit	9

LIITTEET

Liite 1
Sijaintikartta

Liite 2A
Maanäytteiden kenttähavaintojen ja analyysitulosten koontitaulukko v. 2015

Liite 2B
Sedimenttinäytteiden analyysitulosten koontitaulukko v. 2015

Liite 2C
Sedimenttinäytteiden normalisoidut analyysitulokset

Liite 3A
Laboratorion tutkimustodistukset – maanäytteet

Entinen Hakkeenpään saha

Liite 3B

Laboratorion tutkimustodistukset - sedimenttinäytteet

Liite 4

Valokuvia

Piirustus 1510021527-01

Tutkimuspisteiden sijainti v. 2015

1. JOHDANTO

Taivassalon kunnassa sijaitsevan entisen Hakkeenpään sahan alueella on tehty maaperän haitta-ainetutkimuksia 1990-luvun loppupuolella. Suoritetuissa tutkimuksissa alueen maaperässä havaittiin mm. kohonneita kloorifenolipitoisuuksia.

Syksyllä 2015 suoritettujen maaperätutkimuksen tavoitteena on tarkentaa alueella harjoitetusta toiminnasta mahdollisesti maaperään joutuneiden haitta-aineiden pitoisuustaso maaperässä 1990-luvulla suoritettujen maaperätutkimusten tulokset huomioiden. Lisäksi otettiin sedimenttinäytteet Saha-alueen välittömässä läheisyydessä sijaitsevan pienvenesataman pohjasedimentistä neljästä tutkimuspisteestä.

Tutkimus suoritettiin Taivassalon kunnan toimeksiannosta, tilaajan yhteyshenkilönä työssä on toiminut Jari Nerjanto. Maaperätutkimukset alueella suoritti Ramboll Finland Oy, jossa tutkimuksista vastasi projektipäällikkönä Suvi Pekkarinen.

2. TUTKIMUSKOHDDE

2.1 Sijainti ja toimintahistoria

Tutkimuskohde sijaitsee Taivassalon kunnassa.

Osoite: Hakkeenpäntie, Taivassalo
Kiinteistörekisteritunnus: 833-402-8-1

Tutkimuskohde sijaitsee entisellä saha-alueella, jossa on harjoitettu sahatoimintaa 1900-luvun alusta 1980-luvulle saakka. Tällä hetkellä alueella toimii mm. ravintola- ja majoitustoimintaa sekä pienvenesatama.

2.2 Kaavoitus

Alueella on voimassa oleva rantayleiskaava (1982/tarkistus 1983 ja 1985), jossa tutkimusalueella on voimassa oleva kaavamerkintä T/S (teollisuus- ja varastoalue / suojelualue, rakentaminen sallitaan vain, mikäli alueen suojeluarvoa ei heikennetä).

2.3 Aikaisemmat maaperätutkimukset

Kiinteistön alueella on tehty maaperän haitta-ainetutkimuksia vuosina 1997 (Geo-Master Oy) ja 1998 (Esko Lappalainen Oy).

Suoritetuissa tutkimuksissa alueella havaittiin mm. kohonneita kloorifenolipitoisuuksia.

2.4 Maaperäolosuhteet

Suoritettujen tutkimusten perusteella alueen maaperä koostuu pintaosiltaan n. 1,0 – 1,5 m syvyyteen saakka sekalaisesta täytöstä (Hk, puuparkki, kiviä), jonka alla luonnonmaaksi arvioitu savi tai silttinen hiekkakerros.

Tutkimusalueen itä- ja luoteisosaan hakkeenpäntien läheisyyteen sijoitetuissa koekuopissa havaittiin kallio n. 0,5 m syvyydellä maanpinnasta.

2.5 Pinta- orsi- ja pohjavedet

Tutkimuskohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue (0283301 Koivisto) sijaitsee yli kuuden kilometrin päässä kohteesta. Tutkimusalueen länsipuolella on Hakalanlahti.

Suoritettujen maaperätutkimusten yhteydessä muutamissa tutkimuspisteissä havaittiin orsi-/merivesipinta saven yläpuolisissa kerroksissa.

3. MAAPERÄTUTKIMUKSET

3.1 Maaperänäytteenotto 2015

Tutkimusalueella tehtiin 8.9.2015 kaivinkoneella yhteensä 12 kpl koekuoppia (KK1...KK12). Maanäytteet otettiin pintamaasta maalajikerroksittain ja max. metrin osanäytekerroksina aina luontaiseksi arvioidun maakerroksen pintaan saakka.

Tutkimuspisteiden paikat mitattiin paikalleen GPS-laitteella, pisteiden sijainti on esitetty kartalla piirustuksessa 1510021527-01.

3.2 Kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit

Yhteensä 23 tutkimuspisteistä otetuista maanäytteistä mitattiin yleisimpien alkuaineiden (Cu, Pb, Zn) pitoisuudet. Kenttämittausten tulosten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella valittiin laboratorioanalyysiin lähetettävät näytteet.

Valituista maanäytteistä tehtiin Ramboll Analytics Oy:n laboratoriossa Lahdessa seuraavat analyysit:

- metallit ja puolimetallit: 6 kpl
- kloorifenolit: 18 kpl
- PCDD/F-yhdisteet: 2 kpl
- öljyhiilivedyt: 1 kpl
- pH: 10 kpl

4. MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

4.1 Maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa käytettävät vertailuarvot

Maanäytteistä määritettyjä haitta-ainepitoisuuksia on verrattu valtioneuvoston asetuksessa (214/2007) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista esitettyihin kynnys- ja ohjearvoihin, jotka on määritetty joko ekologisten riskien tai terveysriskien perusteella.

- kynnysarvo, haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka alittuessa maaperän haitta-aineista aiheutuvia ympäristöriskejä voidaan pitää merkityksettöminä maankäytöstä ja muista ympäristön olosuhteista riippumatta. Kynnysarvon ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava
- alempi ohjearvo, haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä alueen maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, ellei aluetta käytetä teollisuus-, varasto- tai liikennealueena tai muuna vastaavana alueena tai ellei kohdekohtaisella riskinarvioinnilla ole toisin osoitettu

- ylempi ohjearvo, haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperää pidetään yleensä pilaantuneena alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto- tai liikennealueena tai muuna vastaavana alueena, ellei kohdekohtaisella riskinarvioinnilla ole toisin osoitettu

Tutkimusaluetta on käytetty teollisuuskäyttöön rinnastettavaan toimintaan, jolloin maaperän haitta-aineiden vertailuarvona käytetään ylempää ohjearvotasoa. Mikäli alueen käyttötarkoitus tulee kaavamuutoksella muuttumaan herkempään maankäyttöön, käytetään maaperän haitta-aineiden vertailuarvona alempaa ohjearvotasoa.

4.2 Maanäytteiden kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit

Tutkimusalueelle tehdyistä tutkimuspisteistä otetuissa maanäytteissä havaittiin laboratorioanalyysien ja kenttämittausten perusteella kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Yhteensä 10 maanäytteestä analysoitiin pH, joka vaihteli välillä 6,2 - 8,4.

Koontitaulukko maanäytteiden kenttämittaus- ja laboratorioanalyysituloksista on esitetty liitteessä 2 A. Laboratorion tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 3 A.

4.2.1 Epäorgaaniset haitta-aineet

Tutkimuspisteessä KK 8 (0,5-1,5 m) havaittiin laboratorioanalyysin perusteella sinkin vaarallisen jätteen raja-arvon (2 500 mg/kg) ylittävä pitoisuus 4 700 mg/kg. Samassa näytteessä analysoitiin myös antimoinin, kadmiumin ja lyijyn kynnysarvotason ylittävät pitoisuudet.

Tutkimuspisteessä KK 9 havaittiin laboratorioanalyysin perusteella lyijyn alemman ohjearvotason (200 mg/kg) ylittävä pitoisuus 210 mg/kg. Samasta näytteestä analysoitiin myös antimoinin kynnysarvotason ylittävä pitoisuus.

Molemmat näytteet kerättiin maanäytössä olevasta puuparkkikerroksesta.

4.2.2 Orgaaniset haitta-aineet

Tutkimuspisteessä KK5 pintanäytteessä (0-0,5 m) havaittiin aistinvaraisesti voimakas öljyhiilivetyjen haju. Näytteestä analysoitiin laboratorioissa öljyhiilivetyjen (C10-C40) kokonaispitoisuus 3 900 mg/kg. Näytteen raskaiden jakeiden (C21-C40) pitoisuus 3 500 mg ylittää niille asetetun ylempään ohjearvotason (2 000 mg/kg).

Näytteestä KK 8 (0-0,5 m) analysoitiin tetrakloorifenoli kynnysarvotason (0,5 mg/kg) ylittävä pitoisuus 1,1 mg/kg.

Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuudet tutkittiin entisen sahan itäpuolelle tehtyjen tutkimuspisteiden KK8-KK12 pintamaasta kerätyistä maanäytteistä yhdistetystä kokoomanäytteestä (kokooma 1) ja tämän lisäksi myös samojen tutkimuspisteiden syvemmästä täyttökerroksesta kootusta kokoomanäytteestä (kokooma 2). Pintamaanäytteiden dioksiinien ja furaanien pitoisuudet ylittävät niille asetetun alemman ohjearvotason, syvemmästä maakerroksesta (havaittiin puuparkkia) kootussa näytteessä dioksiinien ja furaanien pitoisuudet ylittävät ylempään ohjearvotason.

5. SEDI MENTTI TUTKI MUKSET

Sedimenttinäytteenoton suorittivat Rambollin näytteenottajat Kari Skog ja Jukka Hirvonen 8.9.2015. Tutkimusalueelta otettiin sedimenttinäytteitä neljästä tutkimuspisteestä (S1...S4). Tutkimuspisteet paikannettiin GPS-laitteella, ja niiden sijainnit on esitetty liitteenä olevassa piirustuksessa 1.

Sedimenttinäytteet otettiin käsikäyttöisellä putkinäytteenottimella veneestä. Kaikista tutkimuspisteistä otettiin pintanäyte 0-10 cm syvyydeltä, ja sen alapuolelta näytteet syvyydeltä 10-30 cm. Kaikista pintasedimenttinäytteistä muodostettiin laboratoriossa kokoomanäyte PCDD/F-yhdisteiden analyysiä varten.

Sedimenttinäytteitä otettiin yhteensä 8 kpl. Näytteet otettiin lasipurkkeihin, jotka pakattiin kylmälaukkuihin ja toimitettiin analysoitavaksi Ramboll Analytysin laboratorioon Lahteen.

5.1 Analyysit

Sedimenttinäytteiden savipitoisuudet (<2 µm %-osuus kuivapainosta) määritettiin areometrikeella Rambollin maalaboratoriossa Lahdessa. Sedimenttinäytteiden orgaanisen aineksen määrä (hehikutushäviö 550 °C) ja haitta-ainepitoisuudet analysoitiin Ramboll Analytysin laboratoriossa Lahdessa.

Laboratoriossa sedimenttinäytteistä tehtiin seuraavat haitta-aineanalyysit:

- 8 kpl, alkuaineet (Sb, As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn ja V), ei analysoitu elohopeaa (Hg)
- 8 kpl, PCB-yhdisteet
- 8 kpl, orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPT)
- 1 kpl, dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)
- 8 kpl, kloorifenolit

5.2 Analysoitujen pitoisuuksien normalisointi

Sedimenttinäytteiden analyysitulokset normalisoitiin savespitoisuuksien ja orgaanisen aineksen suhteen standardisedimentiksi, jossa saveksen kuivapaino-osuus on 25 % ja orgaanisen aineksen kuivapaino-osuus on 10 %. Normalisoinnin avulla voidaan vertailla fysikaalisilta ominaisuuksiltaan erilaisien sedimenttinäytteiden haitta-ainepitoisuuksia keskenään.

Metallipitoisuudet normalisoitiin standardisedimentin pitoisuuksiksi käyttämällä seuraavaa kaavaa:

$$C_{korj.} = C \cdot \frac{(a+b \cdot 25+c \cdot 10)}{(a+b \cdot \text{savi}+c \cdot \text{orgaaninen aines})}$$

missä	
$C_{korj.}$	= pitoisuus standardisedimentissä
C	= mitattu pitoisuus
savi	= mitattu saven (< 2 µm) osuus prosentteina kuivapainosta
orgaaninen aines	= hehikutushäviö prosentteina kuivapainosta (≤ 30 %)

vakiot a, b, c eri metalleille:

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

Orgaanisten aineiden haittapitoisuudet normalisoitiin standardisedimentin pitoisuuksiksi käyttäen seuraavaa kaavaa:

$$C_{\text{korj.}} = C \cdot \frac{10}{\text{orgaaninen aines}}$$

missä

$C_{\text{korj.}}$ = pitoisuus standardisedimentissä
 C = mitattu pitoisuus
 orgaaninen aines = hehketushäviö prosentteina kuivapainosta (välillä 2 %...30 %)

Näytteiden haitta-ainepitoisuuksia ei normalisoitu, jos analysoitu pitoisuus alitti laboratorion analyysimenetelmän määritysraja-arvon.

6. SEDI-MENTTI NÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

6.1 Ruoppausmassan meriläjityskelpoisuuden laatukriteerit

Ruoppausmassojen meriläjityskelpoisuuden arviointiin on esitetty laatukriteerit sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (Ympäristöministeriö, 19.5.2004). Ohjeessa on esitetty kaksi haitta-ainetasoa: alempi taso (taso 1) ja ylempi taso (taso 2). Ympäristöhallinto on päivittämässä ohjetta, ja sen on tarkoitus valmistua vuoden 2015 aikana. Uuteen ohjeeseen on lisätty tasot 1A, 1B ja 1C, jotka sijoittuvat tasojen 1 ja 2 välille. Alkuperäisen ohjeen mukaan ruoppausmassan läjityskelpoisuus luokitellaan seuraavasti:

- Haitaton ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan alemman tason (taso 1) alittava ruoppausmassa, josta aiheutuvia haittoja voidaan yleisesti pitää kemiallisen laadun puolesta meriympäristölle merkityksettöminä. Ruoppausmassa on mereen läjityskelpoista.
- Mahdollisesti pilaantunut ruoppausmassa, jonka haitta-ainepitoisuudet asettuvat tasojen 1 ja 2 väliin (ns. "harmaalle alueelle"). Mahdollisesti pilaantuneen sedimentin läjityskelpoisuus on arvioitava tapauskohtaisesti.
- Pilaantunut ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan ylemmän tason (taso 2) ylittävä ruoppausmassa, jota pidetään haitallisuuden takia pääsääntöisesti mereen läjityskelvottomana.

na (voidaan sijoittaa mereen, jos maalle sijoittamisen vaihtoehto on ympäristön kannalta huonompi ratkaisu).

Päivitetystä ohjeesta on esitetty näytteenoton kohdentamista ja ruoppausmassan meriläjityskelpoisuuden arviointia varten seuraavat pitoisuustasot:

- Taso 1: luonnontilainen
- Taso 1A: haitta-aineella ei ole vaikutusta läjityskelpoisuuteen
- Taso 1B: läjitettävissä sekä ns. hyvälle että tyydyttävälle läjitysalueelle
- Taso 1C: läjitettävissä ns. hyvälle läjityspaikalle
- Taso 2: pääsääntöisesti läjityskelvoton

Sedimenttinäytteiden normalisoituja haitta-ainepitoisuuksia on tässä tutkimusraportissa verrattu päivitetyn ruoppaus- ja läjitysohjeen laatuksiteereihin.

Ruoppausmassojen maalle sijoitettavuuden arvioinnissa on hyödynnetty valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 "maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi" esitettyjä ohjearvopitoisuuksia. Asetusta ei sovelleta vesistöjen pohjakerrostumien ja puhdistustarpeen arviointiin, mutta sekä TBT-BAT MANUAL menettelytapaohjeessa (VTT tiedotteita 2371) että ympäristöhallinnon ohjeessa 2/2007 on esitetty, että asetusta voidaan hyödyntää arvioitaessa ruoppausmassan tai maa-ainesjätteen sijoituskelpoisuutta maa-alueelle.

6.2 Fysikaaliset ominaisuudet

Tutkimusalueelta otettujen sedimenttinäytteiden orgaanisen aineksen pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,5...14 % ja savespitoisuudet (<2 µm raekoko) välillä 11,7...52,2 %.

6.3 Haitta-aineanalyysien tulokset

Sedimenttinäytteistä analysoitujen haitta-aineanalyysien tulokset on esitetty liitteenä 2 B olevassa taulukossa. Laboratorioanalyysien tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 3 B.

Sedimenttinäytteiden alkuaineanalyyseissä havaittiin pääasiassa kynnysarvon ylittäviä arseenipitoisuuksia. Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella erityisesti savissa esiintyy kuitenkin luontaisesti kynnysarvotasot ylittäviä alkuainepitoisuuksia, minkä voi todeta Geologian tutkimuskeskuksen ylläpitämästä valtakunnallisesta taustapitoisuusrekisteristä (<http://www.gtk.fi/tapir>). Taustapitoisuusrekisterin mukaan arseenin suurin suositeltu taustapitoisuusarvo (SSTP) savelle on 15,0 mg/kg. Tutkimusalueelta otettujen sedimenttinäytteiden arseenipitoisuudet eivät ylitä luontaista taustapitoisuutta, suurimman todetun pitoisuuden ollessa 9,4 mg/kg. Tutkimuspisteestä S2 syvyydeltä 0,1-0,3 m otetussa näytteessä myös koboltti-, nikkeli- ja vanadiinipitoisuudet ylittivät kynnysarvotasoa. Pitoisuudet kuitenkin alittavat TAPIRin mukaiset suurimmat suositellut taustapitoisuudet, jotka ovat koboltille 37 mg/kg, nikkelille 65 mg/kg ja vanadiinille 140 mg/kg.

Orgaanisista haitta-aineista kynnysarvot ylittyivät vain orgaanisten tinayhdisteiden (TBT ja TPT) osalta yhdessä pintasedimenttinäytteessä (S1/0-0,1 m). Lisäksi kaikista pintasedimenttinäytteistä muodostetun kokoomanäytteen PCDD/F-yhdisteiden pitoisuus (340 ng/kg) ylitti sekä kynnysarvon että alemman ohjearvon. Kloorifenolien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet alittivat laboratorion analyysimenetelmän määritysrajat kaikissa näytteissä.

6.4 Normalisoidut haitta-ainepitoisuudet

Sedimenttinäytteiden normalisoidut analyysitulokset on esitetty liitteessä 2 C.

Epäorgaanisista haitta-aineista todettiin kadmiumia, kromia, kuparia ja nikkeliä tason 1A ylittäviä pitoisuuksia tutkimuspisteestä S1 otetuissa näytteissä 0-0,1 m ja 0,3 m sekä näytteissä S2/0-0,1 m ja S3/0-0,1 m. Näytteen S1 pintasedimenttinäytteessä kuparipitoisuus ylittää myös tason 1B.

Kaikista tutkimuspisteistä otetuissa näytteissä todettiin tasojen 1A ja 1B ylittäviä pitoisuuksia orgaanisia tinayhdisteitä (TBT ja TPT). Trifenyylitinapitoisuudet (TPT) ylittivät myös tason 2 näytteissä S1/0-0,1 m ja S4/0,1-0,3 m. Lisäksi kaikista pintasedimenttinäytteistä muodostetun kookonäytteen PCDD/F-yhdisteiden pitoisuus ylitti tason 2.

7. YHTEENVETO ALUEELLA 1990-LUVULLA SUORITETUISTA TUTKIMUKSISTA

Vuosina 1997 ja 1998 Hakkeenpään sahan alueella suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin koho-neita kloorifenolipitoisuuksia. Vuonna 1998 Esko Lappalainen Oy:n toimesta arvioitu pilaantuneen alueen raja-
aus on esitetty rasterilla tutkimuskartassa 1510021527-01.

Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto vuoden 1998 Esko Lappalainen Oy:n tekemien maaperätutkimusten kloorifenolipitoisuuksista. Taulukossa on verrattu analysoituja pitoisuuksia valtioneuvoston asetuksessa (214/2007) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista esitettyihin kynnys- ja ohjearvoihin.

Taulukko 1. Vuoden 1998 (Esko Lappalainen Oy) maaperätutkimusten kloorifenolipitoisuuksien analyysitulokset

Näytetunnus	trikloorifenolit	tetrakloorifenolit	pentakloorifenolit
2/0,3-1,4	<0,05	2,6	7,2
12/0,7-1,4	25	264	46
5/0,5-1,3	0,9	38	12
16/0,6-1,3	<0,05	<0,05	<0,05
19/0,0-1,4	9,8	18	28
25/0,2-0,9	<0,05	<0,05	<0,05
26/0,2-0,9	<0,05	<0,05	<0,05
29/0,0-1,1	<0,05	6,1	11
35/0,4-1,1	<0,05	<0,05	<0,05
436/0,35-1,3	<0,05	60	400
kynnysarvo	0,5	0,5	0,5
alempi ohjearvo	10	10	10
ylempi ohjearvo	40	40	20

8. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Entisen Hakkeenpään sahan alueella suoritettiin syyskuussa 2015 sekä maaperä- että sedimentti-tutkimuksia. Maaperätutkimusten tarkoituksena oli tarkentaa 1990-luvulla alueella suoritettuja maaperätutkimuksia.

Esitämme, että raportti toimitetaan tiedoksi Taivassalon kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

8.1 Maaperä

Kloorifenoleita löytyy vanhoista puunsuoja-aineista (mm. KY5), joita on käytetty puun sinistymisenestosuojana 1980-luvulle saakka. Suoritettujen tutkimusten yhteydessä rantaan sijoitetussa koekuopassa KK11 havaittiin täyttökerroksen joukossa tyhjiä KY5 pusseja. Aineiden käyttö on kielletty vuonna 1984. Kloorifenolit ovat ionisoituvia yhdisteitä, joiden kulkeutuminen maaperässä riippuu maaperän pH:sta. Maaperän pH:n kasvaessa kloorifenolien liukoisuus lisääntyy.

Hakkeenpään entisen saha-alueen maaperässä on suoritettujen tutkimusten perusteella kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Alueella 1990-luvulla suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin ylemmän ohjearvotason ylittäviä kloorifenolipitoisuuksia, arvioitu pilaantunut alue on esitetty kartalla piirustuksessa 1510021527-01.

Kloorifenoleilla pilaantunut alue ei laajentunut vuoden 2015 tutkimuksissa. Vuonna 2015 suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin puuparkkia pintamaan alla syvemmissä maakerroksissa (0,3 – 1,5 m) alueen keski- ja itäosaan sijoitetuissa tutkimuspisteissä KK8, KK9, KK10, KK11 ja KK12. Näiden tutkimuspisteiden pintamaakerroksesta koottiin kokoomanäyte Kokooma 1 ja syvemmistä maakerroksista kokoomanäyte Kokooma 2. Kokoomanäytteistä analysoitiin dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuudet. Analyysitulosten perusteella PCDD/F-yhdisteiden pitoisuudet ylittivät haitta-aineille asetetun alemman ohjearvotason pintamaakerroksessa ja ylemmän ohjearvotason syvemmissä täyttömaakerroksissa (puuparkki).

Lisäksi vuonna 2015 suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin lisäksi sinkin osalta vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä pitoisuus tutkimuspisteessä KK8 (0,5-1,6) ja raskaiden hiilivetyjakeiden (C21-C40) ylemmän ohjearvotason ylittävä pitoisuus tutkimuspisteessä KK 5 0-0,5 m.

Maaperän haitta-ainepitoisuuksia ja niiden mahdollisesti aiheuttamia riskejä sekä mahdollista puhdistustarvetta tulee arvioida alueen tulevan maankäytön perusteella. Esitämme että alueelle laaditaan erillinen riskinarvio tulevan maankäyttömuodon perusteella, jonka tulosten perusteella voidaan esittää mahdollisesti tarvittavia maaperän puhdistustoimenpiteitä. Lisäksi on suositeltavaa tehdä lisätutkimuksia PCDD/F-yhdisteillä pilaantuneen alueen, syvyyden ja pitoisuustason tarkentamiseksi.

Mikäli alueella on nykytilanteessa kaivutarvetta, tulee maaperän haitta-ainepitoisuudet huomioida. Haitta-ainepitoisen maa-aineksen kaivaminen ja loppusijoittaminen on luvanvaraista toimintaa, joka edellyttää Varsinais-Suomen ELY-keskukselle tehtävää ilmoitusta pilaantuneen maaperän puhdistamisesta. Ilmoituksen liitteeksi on laadittava kunnostuksen yleissuunnitelma, jossa esitetään mm. riskinarvio alueen kunnostustavoitteista, pilaantuneen alueen rajaus, kunnostustavoitteet, massamäärän arviointi, kunnostustapa, työsuojelutoimenpiteet sekä ympäristöhaittojen ehkäisy ja valvonta. Ilmoitus on toimitettava käsiteltäväksi viimeistään 45 vuorokautta ennen maaperän puhdistustoimenpiteiden aloittamista.

8.2 Sedimentit

Tutkimusalueelta otetuissa sedimentinäytteissä todettiin tason 2 ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia TPT- ja PCDD/F-yhdisteitä. Tästä johtuen ainakin alueen pintasedimenttien läjittäminen mereen on pääsääntöisesti kiellettyä. Ruoppausmassa voisi olla sijoitettavissa hyvälle läjityspaikalle, jos kohdekohtaisella riskinarviolla voidaan osoittaa, että maalle sijoittaminen on ympäristön kannalta veteen läjittämistä huonompi ratkaisu.

Maalle sijoitettaessa sedimenttien pilaantuneisuus arvioidaan VNa 214/2007 viitearvojen perusteella. Pintasedimenttinäytteistä muodostetussa kokoomanäytteessä todettiin alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus PCDD/F-yhdisteitä. Tästä johtuen massojen sijoittaminen ei ole vapaata, vaan ne on toimitettava asianmukaisen ympäristöluvan omaavalle kaatopaikalle tai pilaantuneen maan vastaanottolaitokselle.

Ruoppaus ja ruoppausmassojen sijoittaminen meriläjitysalueelle edellyttää vesilain mukaista lupaa Etelä-Suomen aluehallintovirastolta. Lupahakemuksessa on kuvattava ruoppaustyön toteuttaminen, massojen kuljettaminen ja massojen loppusijoittaminen. Ennen lupahakemuksen laatimista on tarvittaessa selvitettävä ja tutkittava ruoppausmassojen sijoittamiseen soveltuva alue. Lisäksi vesialueella on suositeltavaa tehdä lisätutkimuksia PCDD/F-yhdisteillä pilaantuneen alueen ja syvyyden tarkentamiseksi.

Turussa 23. päivänä lokakuuta 2015

RAMBOLL FINLAND OY



Timo Salmi
projektipäällikkö



Suvi Pekkarinen
projektipäällikkö

Liite 1
Sijaintikartta



0283301
Koivisto

**Isonvainionvuori-Pirttivuori
KAO020405**

KOHDE

**1510021527
Hakkenpään saha,
Taivalsalo**

Sijaintikartta 1:30 000



0 250 500 1 000 METRIÄ

- pohjavesialueet
- Arvokas kallioalue

Maanäytteiden kenttähavaintojen ja analyysitulosten koontitaulukko v. 2015



KENTTÄHAVAINTOJEN JA ANALYYSITULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Asiakas:

Kohde: Entinen Hakkeenpään saha, Taivassalo

Projektinumero: 1510021527

pvm. 23.10.2015

Pistetunnus	Syvyys	Maalaji arvio	Lisätietoja havainnot	Viitearvot luontainen pit. 1 kynnsarvo alempi ohjearvo ylempi ohjearvo vaarallisen jätteen raja-arvo	Kenttämittaukset					Metallit ja puolimetallit 2										PCDD/F	Kloorifenolit					Jyhiilivetyjakeet ja oksygenat		
					As	Cu	Pb	Zn	Kuiva-aine	Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V		Monokloori-fenolit 3	Dikloori-fenolit 3	Trikloori-fenolit 3	tetra-kloori-fenolit 3	Penta-kloori-fenolit	C10-C21 Keskit.	C21-C40 Raskaat	C10-C40 sum.
					5	100	60	200		2	5	1	20	100	100	60	50	200	100	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	300
					50	150	200	250		10	50	10	100	200	150	200	100	250	150	100	5	5	10	10	10	300	600	-
					100	200	250	400		50	100	20	250	300	200	750	150	400	250	1500	10	40	40	40	20	1000	2000	-
					1 000	2 500	2 500	2 500		2 500	1 000	100	1 000	1 000	2 500	2 500	1 000	2 500	10 000	15 000	25 000	25 000	2 500	2 500	1 000	10 000	10 000	10 000
					(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	%	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
RF	KK	1		0,0 - 0,2 0,2 - 0,5 0,5 -	Sr SiHk kallio			46 33	94,0 %											0	0	0	0,007	<0,005				
RF	KK	2		0,0 - 0,3 0,3 - 0,5 0,5 -	Hk SiHk kallio			30 120	9,0 %	1,7	4,3	<0,2	2,6	9,7	<10	13	4,5	100	12									
RF	KK	3		0,0 - 0,2 0,2 - 0,6 0,6 -	Hm/Hk Mr kallio			42 53	87,0 %											0	0	0	0,053	0,008				
RF	KK	4		0,0 - 0,3 0,3 - 0,6 0,6 - 0,8 0,8 - 1,0	Hm/Hk Hk Hk Sa			24 111 62	87,0 %											0	0	0,008	0,027	<0,005				
RF	KK	5		0,0 - 0,5 0,5 - 1,5 1,5 - 2,0	Hk/Sr puuparkki SiHk	oilhaju		30	94,0 %	<0,5	2,2	0,42	2	8,3	<10	11	4,4	180	9,2	0	0	0	0,007	<0,005	370	3500	3900	
RF	KK	6		0,0 - 0,3 0,3 -	Hk/Sr louhe			116	89,0 %	<0,5	3,7	<0,2	3,4	15	100	40	7,2	180	13									
RF	KK	7		0,0 - 0,5 0,5 - 1,0 1,0 - 2,0 2,0 - 2,2	Hm/Hk Hk, kiviä Hk, kiviä Hk/Si	vetinen		27 19	92																			
RF	KK	8		0,0 - 0,5 0,5 - 1,6 1,6 - 1,8 1,8 - 2,0	SrHk puuparkki SiHk Sa	vetinen		61	95,0 %	2,1	3,2	7,2	3,1	13	28	66	8,3	4700	13	0	0	0,013	1,1	0,16				
RF	KK	9		0,0 - 0,5 0,5 - 1,5 1,5 - 2,0 2,0 -	Hk/Sr puuparkki Hk Sa			84	93,0 %	5,5	3	0,47	4	20	52	210	15	190	15	0	0	0	0,013	0,007				
RF	KK	10		0,0 - 0,3 0,3 - 1,0 1,0 -	SiHk Hk, puunpalasia tukkirivi	vesipinta n. 1,5 m		34	94,0 %											0	0	0	0,011	<0,005				
RF	KK	11		0,0 - 0,3 0,3 - 1,0 1,0 - 1,3	Hk puupuru, Hk Hk, Sa	vesipinta n. 1,1 m		34	94,0 %	<0,5	2,2	<0,2	2,3	9,6	<10	11	5	46	12	0	0	0,018	0,063	0,008				
RF	KK	12		0,0 - 0,3 0,3 - 1,0 1,0 -	SiHk sahanpuru uppotukkeja, eks.	vesipinta n. 0,9 m		37	88,0 %											0	0	0	0	<0,005				
RF	Kokooma 1			KK8, KK9: KK10: KK11, KK12 pinta					94,0 %											380								
RF	Kokooma 2			KK8, KK9: KK10: KK11, KK12 täyttö					67,0 %											2000								

Viitearvovertailu, VnA 214/2007 ja Syke opas 98/2002:

X	tulos ylittää kynnsarvon
XX	tulos ylittää alemman ohjearvon
XXX	tulos ylittää ylempään ohjearvon
XXXX	tulos ylittää suuntaa-antavan vaarallisen jätteen raja-arvon

Huomautukset:

- 1.-12. = kts. VnA 214/2007
 13. = Luvuissa mukana kaikki numeeriset tulokset. Jos tulos alle detektorirajan, on laskennassa tuloksena käytetty detektorirajaa.
 14. = Aistihavainto kosteudesta, kts. oheinen luokitus
 15. = Aistihavainto pilaantuneisuudesta, kts. oheinen luokitus

Kosteus:

- 0 = kuiva
 1 = kostea
 2 = märkä
 3 = pv-tason alla

Aistihavainnot pilaantuneisuudesta:

- 0 = pilaantumaton L = Luonnonmaa
 1 = lievä T = Täyttömaa
 2 = kohtalainen
 3 = voimakas



ANALYYSITULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO
Asiakas: Taivassalon kunta
Kohde: Hakkeenpään saha
Projektinnumero: 1510021527
pvm. 5.10.2015

Pistetunnus	Syvyys	Kerros	Maalaji	Viitearvot	Org.aines	savipit.	Kuiva- aine	Metallit ja puolimetallit ²										PCB ja PCDD/F		Kloorifenolit						TBT- TPT ¹⁰	
								Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	PCB ⁶	PCDD/F/ PCB ⁷	Monokloori- fenolit ³	Dikloori- fenolit ³	Triklloori- fenolit ³	tetrakloori- fenolit ³	Pentakloori- fenoli			
			määritetty	kynnysarvo	Hehkutus- häviö			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
				alempi ohjearvo				2	5	1	20	100	100	60	50	200	100	0,1	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1		
				ylempi ohjearvo				10	50	10	100	200	150	200	100	250	150	0,5	100	5	5	10	10	10	1		
					%	%	%	50	100	20	250	300	200	750	150	400	250	5	1 500	10	40	40	40	20	2		
RF		S1	0,0 - 0,1	0,1	hkSiMr	8,5	18,4	40,0 %	<0,50	8,5	0,29	17	74	47	17	38	130	77	0		0	0	0	0	0	0,716	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	4,5	43,2	44,0 %	<0,50	9,4	0,32	23	100	60	19	53	180	110	0		0	0	0	0	0	<0,001	
			0,3 - e.k.s.																								
RF		S2	0,0 - 0,1	0,1	siHkMr	14	11,7	40,0 %	<0,50	6,6	0,5	12	46	29	44	27	98	44	0		0	0	0	0	0	0,014	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	7,1	52,2	47,0 %	<0,50	7,9	0,28	20	82	47	17	45	130	85	0		0	0	0	0	0	0,002	
			0,3 - e.k.s.																								
RF		S3	0,0 - 0,1	0,1	SiMr	7	36,8	41,0 %	<0,50	8,9	0,37	18	76	47	21	44	140	76	0		0	0	0	0	0	0,035	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	7,3	41,8	54,0 %	<0,50	6,3	0,28	13	53	30	14	31	100	52	0		0	0	0	0	0	0,006	
			0,3 - e.k.s.																								
RF		S4	0,0 - 0,1	0,1	hkSi	13	19,0	44,0 %	<0,50	6,8	0,36	13	47	32	16	29	110	49	0		0	0	0	0	0	0,008	
			0,1 - 0,3	0,2	hkSi	11	22,7	45,0 %	<0,50	6,4	0,39	13	52	33	16	30	110	54	0		0	0	0	0	0	0,039	
			0,3 - e.k.s.																								
RF	Kokoama		0,0 - 0,1	0,1		10,6		41,0 %												340							
					tulosten lukumäärä [n]		9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1	8	8	8	8	8	8	8

Viitearvovertailu. VnA 214/2007 ja Syke opas 98/2002:

X	tulos ylittää kynnysarvon
XX	tulos ylittää alemman ohjearvon
XXX	tulos ylittää ylempään ohjearvon

Huomautukset:

- 1.-12. = kts. VnA 214/2007
13. = Luvuissa mukana kaikki numeeriset tulokset. Jos tulos alle detektiorajan, on laskennassa tuloksena käytetty detektiorajaa.

Sedimenttinäytteiden normalisoidut analyysitulokset



NORMALI SOITUJEN ANALYYSI TULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Asiakas: Taivassalon kunta

Kohde: Hakkeenpään saha

Projektinumero: 1510021527

pvm. 7.10.2015

Pistetunnus	Syvyys	Kerros	Kerros- paksuus	Maalaji	Irtotiheys (kg/dm3)	Ominaisuudet			Viitearvot	Metallit						PCB						Organotina										
						Org. aines- häviö	savipit. mitattu	Kuiva- aine		As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCDD/ ¹ PCDF	TBT	TPT						
						%	%	%	1	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(ng/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)		
RF	S1	0,0 - 0,1	0,1	hkSiMr	1,27	8,5	18,4	40,0 %	1A	15	0,5	65	35	40	45	170	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2			
		0,1 - 0,3	0,2	ljSa	1,37	4,5	43,2	44,0 %	1B	50	2,5	270	50	80	50	360	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	30	10	
		0,3 - e.k.s.							1C	70	2,5	270	70	100	60	500	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	30	100	20	
								2	70	2,5	270	90	200	60	500	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	150	30		
										(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)		
RF	S2	0,0 - 0,1	0,1	siHkMr	1,31	14	11,7	40,0 %		9,6	0,3	85,3	54,3	18,8	46,8	154,3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	30,6	811,8	
		0,1 - 0,3	0,2	ljSa	1,44	7,1	52,2	47,0 %		8,0	0,3	73,3	49,5	16,5	34,9	135,2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
		0,3 - e.k.s.																														
RF	S3	0,0 - 0,1	0,1	SiMr	1,33	7	36,8	41,0 %		7,6	0,5	62,7	34,3	49,4	43,5	129,3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	10,0	<	
		0,1 - 0,3	0,2	ljSa	1,44	7,1	52,2	47,0 %		5,9	0,2	53,1	33,5	13,2	25,3	83,8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
		0,3 - e.k.s.																														
RF	S4	0,0 - 0,1	0,1	hkSi	1,31	13	19	44,0 %		7,9	0,4	61,5	41,0	19,0	32,9	114,7	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	45,7	4,3	
		0,1 - 0,3	0,2	ljSa	1,25	7,3	41,8	54,0 %		5,3	0,3	39,7	24,3	12,0	20,9	75,1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	8,2	<	
		0,3 - e.k.s.																														
RF		0,0 - 0,1	0,1	hkSi	1,31	13	19	44,0 %		7,1	0,4	53,4	33,7	16,6	35,0	121,7	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	6,2	<		
		0,1 - 0,3	0,2	hkSi	1,34	11	22,7	45,0 %		6,5	0,4	54,5	33,7	16,2	32,1	114,4	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	3,6	31,8		
		0,3 - e.k.s.																														
RF	Kokooma	0,0 - 0,1	0,1			10,6		41,0 %																								320,8
						9	8	9	losten lukumäärä [n]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Viitearvovertailu, Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje (2015):

- XX tulos ylittää tason 1A = haitta-aineella ei vaikutustalajityskelpoisuuteen
- XX tulos ylittää tason 1B = läjitettävissä sekä ns. hyvälle että tyydyttävälle läjityspaikalle
- XX tulos ylittää tason 1C = läjitettävissä ns. hyvälle läjityspaikalle
- XXX tulos ylittää tason 2 = pääsääntöisesti läjityskelvoton

Huomautukset:

< = alkuperäinen analysoitu pitoisuus on alittanut laboratorion analyysimenetelmän määrittämissä ja tulosta ei normalisoitu
1 = normalisoinnissa käytetty Lower bound WHO (2005) TEQ arvoa
e.k.s = ei kairattu syvemmälle

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/1

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 10.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 10.9.2015

Maanäytteet

	KK1 0--	KK3	KK4	KK5 0--	KK5	Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	0,2	0,2-0,6	0,3-0,6	0,5	0,5-1,5			
Näyttenumero	15MM 03583	15MM 03584	15MM 03585	15MM 03586	15MM 03587			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	94	87	87	94	68	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä			7,4		6,7		RA2036	L
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa				3900		mg/kg ka	RA4020*	L
Keskitisleet (C10-C21)				370		mg/kg ka	RA4020*	L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)				3500		mg/kg ka	RA4020*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	0,008	0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triokloorifenolit yht.	0	0	0,008	0,005	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,007	0,053	0,027	0,017	0,007	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,007	0,053	0,027	0,017	0,007	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/1

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK5	KK8 0--	KK8	KK8,			
	1,5-2	0,5	0,5-1,6	1,6-1,8			
Näyttenumero	15MM	15MM	15MM	15MM			
	03588	03589	03590	03591			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	87	95	54	71	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä			6,5	8,4		RA2036	L
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa					mg/kg ka	RA4020*	L
Keskitisleet (C10-C21)					mg/kg ka	RA4020*	L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)					mg/kg ka	RA4020*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	0,013	0,013	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triklloorifenolit yht.	0	0,013	0,013	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,005	1,1	0,35	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	1,1	0,35	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	0,16	0,013	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/1

Menetelmien kuvaukset

Kloorifenolit yht. PIMA-maa

Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.

Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).

Öljyhiilivetyjakeet, maa

Öljyhiilivedyt määritettiin asetoni/heksaaniuuton ja florisil-puhdistuksen jälkeen käyttäen GC/FI-tekniikkaa. Menetelmällä määritetään poolittomien hiilivetyjen summa välillä C10H22 - C40H82 (dekaani - tetrakontaani). Määrittäysraja on 10 mg/kg ja mittausepävarmuus 31 %. Menetelmä perustuu standardiohjeisiin ISO 11046 ja ISO 16703. Menetelmässä ei oteta kantaa, onko näytteessä havaittu pitoisuuksia yli toteamisrajan, mutta alle määrittäysrajan.

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 10.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 10.9.2015

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK9, 0-- 0,5	KK9 1,5-2	KK10 0-- 0,3	KK10, 0,3-1	KK11 0-- 0,3			
Näyttenumero	15MM 03592	15MM 03593	15MM 03594	15MM 03595	15MM 03596			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	93	77	94	86	94	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä	6,8	6,9		6,7			RA2036	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0,014	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,013	0,019	0,011	0,008	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,013	0,019	0,011	0,008	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK11 0,3-1	KK12, 0-0,3	KK12, 0,3-1	KK11, 1-1,3			
Näytenumero	15MM 03597	15MM 03598	15MM 03599	15MM 03600			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	74	88	79	67	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä	6,5		6,2	6,7		RA2036	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	0,018	<0,005	0,014	0,015	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triklloorifenolit yht.	0,018	0	0,014	0,015	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,063	<0,005	0,071	0,041	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,063	0	0,071	0,041	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	0,008	<0,005	0,017	0,008	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Menetelmien kuvaukset

Kloorifenolit yht. PIMA-maa

Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.

Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).

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

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 1510021527/4

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 15.9.2015

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 15.9.2015

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	KK 2/0,3-- 0,5m	KK6/0-- 0,3m	KK8/0,5- 1,6m	KK11/0,3- 1,0m			
Näyttenumero	15MM 03710	15MM 03711	15MM 03712	15MM 03713			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	97	86	54	71	m-%	RA4016*	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok		RA3007	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	1,7	<0,50	2,1	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	4,3	3,7	3,2	2,2	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	<0,20	<0,20	7,2	<0,20	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	2,6	3,4	3,1	2,3	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	9,7	15	13	9,6	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	<10	100	28	<10	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	13	40	66	11	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	4,5	7,2	8,3	5,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	100	180	4700	46	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	12	13	13	12	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

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkari@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 1510021527/5

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 24.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 24.9.2015

Maanäytteet

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	KK5/ 0,5-- 1,5m	KK9/ 0,5-1,5			
Näyttenumero	15MM 03903	15MM 03904			
MÄÄRITYKSET					
Kuiva-aine	61	47	m-%	RA4016*	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok		RA3007	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	<0,50	5,5	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	2,2	3,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,42	0,47	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	2,0	4,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	8,3	20	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	<10	52	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	11	210	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	4,4	15	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	180	190	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	9,2	15	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

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510021527/6

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 2.10.2015

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 2.10.2015

Maanäytteet

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	Kokoo- ma 1.	Kokoo- ma 2.			
Näyttenumero	15MM 04077	15MM 04078			
MÄÄRITYKSET					
Kuiva-aine	94	67	m-%	RA4016*	L
PCDD/F maa	ok	ok		RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD	<0,5	0,78	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD	5,6	11	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<2	3,6	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	64	320	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	19	91	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	150	1200	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD	180	1900	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF	2,4	27	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF	11	62	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF	21	100	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	140	880	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	150	850	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	180	790	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	14	120	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	29000	160000	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	86	660	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF	54000	240000	ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L

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

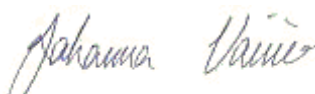
Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510021527/6

	15MM 04077	15MM 04078	Yksikkö	Menetelmä	
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L

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

Ramboll Analytics

Johanna Vainio

FM, kemisti, +358 40 183 0635

Lisätiedot 15MM04077 Kokooma 1. KK8 0-0,5, KK9 0-0,5, KK10 0-0,3, KK11 0-0,3, KK12 0-0,3
15MM04078 Kokooma 2. kk8 0,5-1,6, KK9 0,5-1,6, KK10 0,3-1, KK11 0,3-1, KK12 0,3-1

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Menetelmien kuvaukset

PCDD/F maa/kiinteä

Näyte uutettiin tolueenilla käyttäen ASE-tekniikkaa ja puhdistettiin käyttäen erilaisia pylväspuhdistuksia. Näyte analysoitiin GC/HRMS-tekniikkaa käyttäen. Menetelmän mittausepävarmuus on 18-32 %. Menetelmä perustuu standardeihin mod. EPA 1613, mod. EPA 8280A, ja EN 1948-2.

WHO(1998) ja WHO(2005) TEQ-arvoihin on laskettu sekä planaaristen PCB-yhdisteiden että dioksiinien ja furaanien pitoisuudet yhteen, mikäli molemmat määritykset on suoritettu.

Lower bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määritysrajaa, lasketaan summaan nollana.

Middle bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määritysrajaa, lasketaan summaan 0,5 x määritysraja.

Upper bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määritysrajaa, lasketaan summaan käyttäen pitoisuutena määritysrajaa.

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

Laboratorion tutkimustodistukset - sedimenttinäytteet

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/3

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi:	Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha	Näytteenottopvm:	8.9.2015
		Näyte saapui:	11.9.2015
Näytteenottaja:	Kari Skog/Jukka Hirvonen	Analysointi aloitettu:	11.9.2015

Sedimenttinäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	Sed 1 (0-0,1 m)	Sed 1 (0,1-0,3 m)	Sed 2 (0-0,1 m)	Sed 2 (0,1-0,3 m)	Sed 3 (0-0,1 m)			
Näyttenumero	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	40	44	40	47	41	m-%	RA4016*	L
Hehkutushäviö 550°C	8,5	4,5	14	7,1	7,0	% ka	RA4016	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	8,5	9,4	6,6	7,9	8,9	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,29	0,32	0,50	0,28	0,37	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	17	23	12	20	18	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	74	100	46	82	76	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	47	60	29	47	47	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	17	19	44	17	21	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	38	53	27	45	44	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	130	180	98	130	140	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	77	110	44	85	76	mg/kg ka	RA3000*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

2/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311	Yksikkö	Menetelmä	
Trikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
PCB yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 28	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 52	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 101	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 118	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 138	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 153	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 180	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
Biosidit (TBT-TPT)	ok	ok	ok	ok	ok		RA4024*	L
Tributyylitina	26	<1	14	2	32	µg/kg ka	RA4024*	L
Trifenyyilitina	690	<1	<1	<1	3	µg/kg ka	RA4024*	L
Raekoko	ok	ok	ok	ok	ok		Alihan- k./Subcont- r.	
Alihankinta, savipitoisuus	ok	ok	ok	ok	ok		Alihankinta	
PCDD/F maa							RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)- PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L

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

Tutkimustodistus

3/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311	Yksikkö	Menetelmä	
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L

Sedimenttinäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	SED 3 (0,1-0,3 m)	Sed 4 (0-0,1 m)	Sed 4 (0,1-0,3 m)	Kokoo- ma			
Näyttenumero	15MS 00312	15MS 00313	15MS 00314	15MS 00315			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	54	44	45	41	m-%	RA4016*	L
Hehkutushäviö 550°C	7,3	13	11		% ka	RA4016	L
Esikäsitteily, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok			RA3010	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok				L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50		mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	6,3	6,8	6,4		mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,28	0,36	0,39		mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	13	13	13		mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	53	47	52		mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	30	32	33		mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	14	16	16		mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	31	29	30		mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	100	110	110		mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	52	49	54		mg/kg ka	RA3000*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok		mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Trikloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
PCB yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 28	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 52	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 101	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 118	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L

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

Tutkimustodistus

4/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00312	15MS 00313	15MS 00314	15MS 00315	Yksikkö	Menetelmä	
PCB 138	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 153	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 180	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
Biosidit (TBT-TPT)	ok	ok	ok			RA4024*	L
Tributyylitina	6	8	4		µg/kg ka	RA4024*	L
Trifenyyilitina	<1	<1	35		µg/kg ka	RA4024*	L
Raekoko	ok	ok	ok			Alihan- k./Subcont- r.	
Alihankinta, savipitoisuus	ok	ok	ok			Alihankinta	
PCDD/F maa				ok		RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD				<0,5	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD				2,8	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD				<2	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD				61	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD				16	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD				240	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD				410	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF				5,9	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF				15	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF				9,6	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF				140	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF				190	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF				40	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF				45	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF				27000	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF				110	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF				28000	ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000330	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000330	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)- PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/3

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

Ramboll Analytics


Anri Aallon
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Lisätiedot 15MS03658 Kokooma: SED1 (0-0,1 m)+SED 2 (0-0,1 m)+SED3 (0-0,1 m)+SED 4 (0-0,1 m)**Laboratoriot** L Analysoitu Lahdessa**Jakelu** suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Menetelmien kuvaukset

Kloorifenolit yht. PIMA-maa Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.

Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).

Organotinat Näyte uutettiin HCl-liuoksella ja metanolilla, uutokset derivatisoitiin natriumtetraetyyli-boraatilla ja uutettiin heksaaniin. Yhdisteet analytiini kationina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja on 0,001-0,005 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 31-39 % yhdisteestä riippuen. Menetelmä perustuu standardeihin SFS-EN 17353 ja ISO 23161. Menetelmässä ei oteta kantaa, onko näytteessä havaittu alle määrittäysrajan olevia pitoisuuksia analysoituja yhdisteitä.

PCDD/F maa/kiinteä Näyte uutettiin toluenilla käyttäen ASE-tekniikkaa ja puhdistettiin käyttäen erilaisia pylväspuhdistuksia. Näyte analysoitiin GC/HRMS-tekniikkaa käyttäen. Menetelmän mittausepävarmuus on 18-32 %. Menetelmä perustuu standardeihin mod. EPA 1613, mod. EPA 8280A, ja EN 1948-2.

WHO(1998) ja WHO(2005) TEQ-arvoihin on laskettu sekä planaaristen PCB-yhdisteiden että dioksiinien ja furaanien pitoisuudet yhteen, mikäli molemmat määrittäykset on suoritettu.

Lower bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan nollana.

Middle bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan 0,5 x määrittäysraja.

Upper bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan käyttäen pitoisuutena määrittäysrajaa.

PAH + PCB yht. , kiinteä PAH-yhdisteet määritettiin käyttäen liuotin uuttoa ja GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja on 0,01 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 17-37 %. Menetelmä perustuu Nordtest Report 329.

PCB-yhdisteet määritettiin käyttäen liuotin uuttoa ja GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,001 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 20-34 %. Menetelmä perustuu Nordtest Report 329.

PAH- ja/tai PCB- summa on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014).

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

Liite 4
Valokuvia



Kuva 1. Koekuoppa KK 1



Kuva 2. Koekuoppa KK2



Kuva 3. Koekuoppa KK8



Kuva 4. Koekuoppa KK8



Kuva 5. Koekuoppa KK10



Kuva 6. Koekuoppa KK11

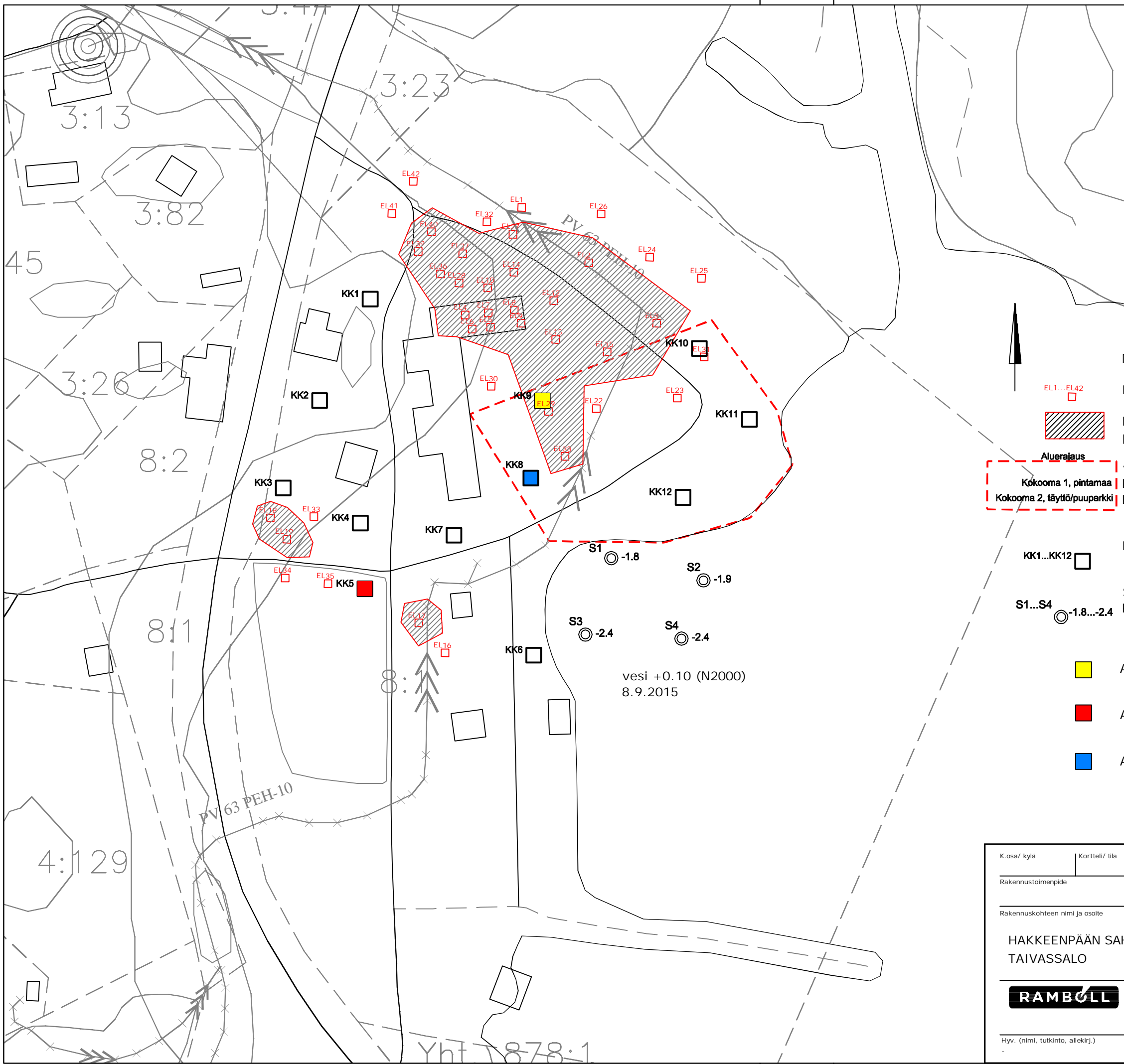


Kuva 7. Koekuoppa KK12



Kuva 8. Sedimenttinäytteenottoa piste S3

Piirustus 1510021527-01
Tutkimuspisteiden sijainti v. 2015



MERKINNÄT:

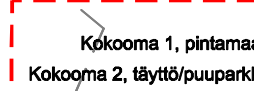
EL1...EL42

Koekuopat v.1998, Ins.tsto Esko Lappalainen



Esko Lappalaisen tutkimusten mukaan alue, missä tetra- ja pentakloorifenolipitoisuudet ovat yli 4 ppm

Aluerajaus



v.2015 tutkimusten perusteella
Kokooma 1, pintamaa PCDD/F- yhdisteiden pitoisuudet > alempi ohjearvotaso
Kokooma 2, täyttö/puuparkki PCDD/F- yhdisteiden pitoisuudet >ylempi ohjearvotaso

KK1...KK12

Koekuopat v.2015, Ramboll Finland Oy

S1...S4

Sedimenttinäytteet v.2015, Ramboll Finland Oy
 Pohjan taso -1.8... -2.4



Analysoidut pitoisuudet > alempi ohjearvotaso



Analysoidut pitoisuudet > ylempi ohjearvotaso



Analysoidut pitoisuudet > vaarallinen jätteen raja-arvo

LUONNOS

K.osa/ kylä	Kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji		Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Ympäristötekniinen tutkimus		Mittakaava
HAKKEENPÄÄN SAHA TAIVASSALO	Piirustuksen sisältö		1: 1000
RAMBOLL	Suunn.ala	Työnro	Tiedosto
Ramboll Linnankatu 3 a B 20100 Turku	YMP	1510021527	
Hyv. (nimi, tutkinto, allekirj.)	Piirustusno	Suunn.	Pvm
-	01	SUVIP	23.10.2015

Vastaanottaja
Taivassalon kunta

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
08/01/2016

Viite
1510023881

HAKKENPÄÄN SAHA, KIINTEISTÖ 833-402-8-1, TAI VASSALO MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDI STUSTARPEEN ARVIOINTI



Revision
Date 8/1/2016
Made by Hanna Tolvanen / Ramboll
Checked by Ari Kolehmainen / Ramboll
Approved by
Description Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi

Ref 1510023881

Kansikuva:

<http://www.taivassalo.fi/fi/sivu.cfm?id=1442>

Vanhat peruskartat (kuvat 3-5):

Maanmittauslaitoksen Vanhat Painetut Kartat-aineistoa (Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston lisenssi - versio 1.0 - 1.5.2012)

Ilmakuvat ja maastokartat:

Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 06/2012 aineistoa (Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston lisenssi, versio 1.0 - 1.5.2012)

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	3
2.	KOHDE	3
2.1	Sijainti ja naapurusto	3
2.2	Kiinteistöt	4
2.3	Toimintahistoria ja nykyinen/tuleva toiminta	5
2.4	Kaavoitus	7
2.5	Suojelualueet	7
2.6	Maaperä	7
2.7	Pinta- ja pohjavedet	8
3.	YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET	8
3.1	Aikaisemmat tutkimukset	8
3.2	Tutkimukset syyskuussa 2015	8
3.3	Havainnot ja analyysitulokset	8
3.3.1	Maaperätutkimukset 1998 ja 2015	8
3.3.2	Sedimenttitutkimukset 2015	9
4.	KOHTEEN MAAPERÄN PILAANTUNEISUUS	9
4.1	Viitearvot	9
4.2	Viitearvotarkastelu ja riskinarvioinnin tarve	10
4.3	Pitoisuuksien vertailu	11
4.4	Maaperän pilaantuneisuus	11
5.	KOHTEEN SEDIMENTIN PILAANTUNEISUUS	12
5.1	Viitearvot	12
5.2	Ruoppausmassan meriläjityskelpoisuuden laatuksiteerit	12
5.3	Sedimentin meriläjityskelpoisuus	13
5.4	Sedimentin pilaantuneisuus maalla	13
6.	KÄSITTEELLINEN MALLI	13
7.	KULKEUTUMISRISKIEN ARVIOINTI	15
8.	TERVEYSRISKIEN ARVIOINTI	16
8.1	Altistumisreitit	16
8.2	Terveysvaikutukset	16
9.	EKOLOGISTEN RISKIEN ARVIOINTI	18
9.1	Altistumisreitit	18
9.2	Maaperäeliöstön altistuminen	18
9.3	Vesieläinten altistuminen	19
10.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	21
10.1	Tutkimukset	21
10.2	Riskinarviointi	21
11.	KUNNOSTUSTARVE JA RISKIENHALLINTA	22
11.1	Yhteenveto riskeistä	22
11.2	Toimenpidetarve	22

LIITTEET

1. Tutkimuskartta
2. Tutkimustulosten yhteenvetotaulukot
3. Laboratorioanalyysitulokset
4. Haitta-aineiden ominaisuudet
5. Terveysriskin laskenta

1. JOHDANTO

Taivassalon kunnassa sijaitsevan Hakkenpään entisellä saha-alueella on tehty maaperän haitta-ainetutkimuksia 1990-luvun lopulla. Tutkimuksissa alueen maaperässä havaittiin mm. kohonneita kloorifenolipitoisuuksia. Ramboll Finland Oy toteutti syksyllä 2015 maaperätutkimuksia, joiden tavoitteena oli tarkentaa alueella harjoitetusta toiminnasta maaperään joutuneiden haitta-aineiden pitoisuustaso. Lisäksi otettiin sedimenttinäytteet saha-alueen välittömässä läheisyydessä sijaitsevan pienvenesataman pohjasedimentistä. Tutkimuksissa todettiin saha-alueille tyypillisistä kloorifenoleista ja niissä epäpuhtautena esiintyvistä polyklooratuista dibentso-dioksiineista aiheutuvaa maaperän pilaantumaa. Lisäksi alueella havaittiin öljyjä ja metalleja.

Kiinteistön toimintaa ollaan kehittämässä uudistamalla ja laajentamalla alueen nykyistä toimintaa pienvenesatamana. Toiminnan suunnittelussa tulee huomioida alueen maaperässä ja sedimentissä kohonneina pitoisuuksina havaitut haitta-aineet. Mikäli näitä haitta-ainepitoisia maita joudutaan laajennussyistä tai terveys-/ympäristöriskiperusteisesti kaivamaan alueelta, aiheutuu niiden käsittelystä ja/tai loppusijoittamisesta kustannuksia. Haitta-aineiden huomioimisella toimintojen suunnitteluvaiheessa voidaan kustannustehokkaasti ohjata niiden sijoittumista alueella ja tarvittaessa suunnittelulla ehkäistä mahdollisia terveys- ja ympäristöriskejä. Koska tutkimuksissa todettiin VNA 214/2007 alempien ohjearvojen ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, on katsottu tarpeelliseksi kohdekohtaisesti tarkastella haitta-aineista aiheutuvia terveys- ja ympäristöriskejä.

Tämä selvitys sisältää Hakkenpään sahan VNA:n 214/2007 mukaisen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin, jossa huomioidaan alueelle suunnitteilla olevat laajennukset. Työn tavoitteena on tunnistaa alueen mahdolliset terveys- ja ympäristöriskit ja antaa suosituksia mahdollisesti pilaantuneista maista aiheutuvien haittojen ehkäisemiseksi huomioiden kohteen laajentuva virkistyskäyttö pienvenesatamana. Riskiarviossa on sovellettu Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014 (Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta) mukaista menetelyä. Työn tilaaja on Taivassalon kunta, jonka yhteyshenkilö on Jari Nerjanto. Ramboll Finland Oyssä työstä on vastannut ryhmäpäällikkö Ari Kolehmainen ja ympäristökemisti Hanna Tolvanen.

2. KOHDE

2.1 Sijainti ja naapurusto

Kohde sijaitsee Taivassalon kunnassa osoitteessa Hakkenpäantie. Kiinteistön rekisteritunnus on 833-402-8-1. Kohdekiinteistö sijaitsee noin 7 km etäisyydellä Taivassalon kuntakeskuksesta etelään Hakalanlahden rannalla (kuva 1).

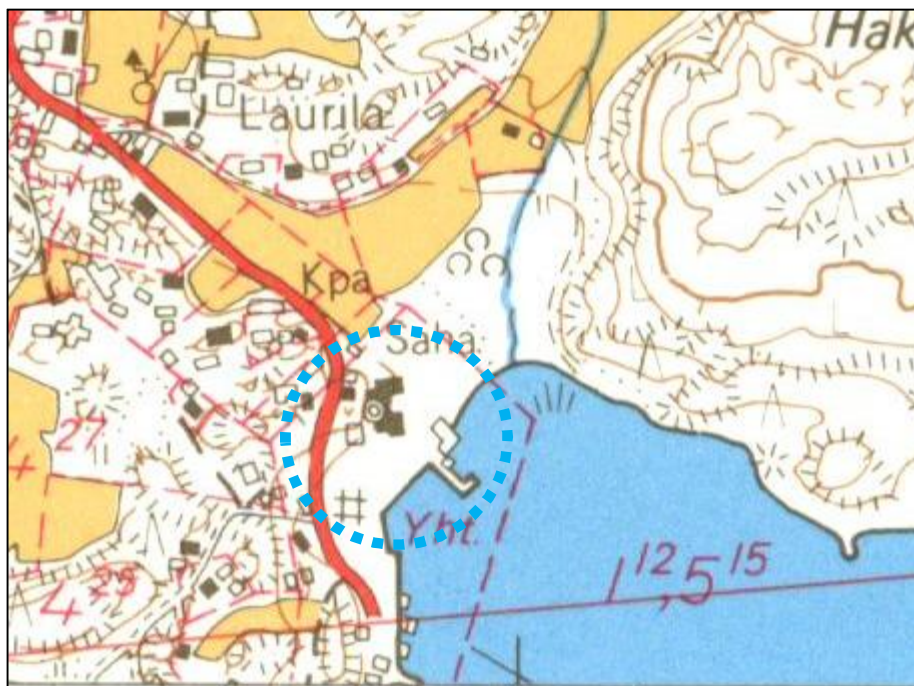


Kuva 1. Kohteen sijainti

Kohdekiinteistö rajautuu lännessä Hakkenpääntiehen ja idässä Hakalanlahteen, josta on yhteys Länsiaukon kautta Saaristomereen. Kohteen länsipuolella Hakkenpääntien toisella puolella on asuinkiinteistöjä ja eteläpuolella Hakkenpään yhteysalussatama.

2.2 Kiinteistöt

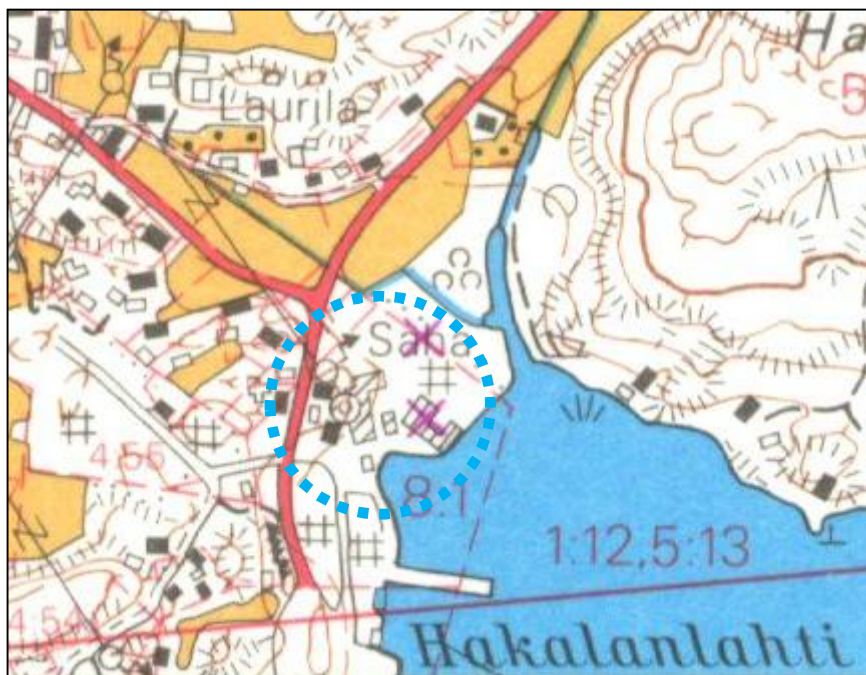
Kohdekiinteistön 833-402-8-1 omistaa Taivassalon kunta. Kiinteistön koko on n. 4,2 ha, josta vesialuetta on noin 1,5 ha. Alueen kiinteistöjako ilmakuvapohjalla on esitetty kuvassa 2.



Kuva 3. Peruskarttaote alueesta vuodelta 1968.



Kuva 4. Peruskarttaote alueesta vuodelta 1983.



Kuva 5. Peruskarttaote alueesta vuodelta 1992.

Tällä hetkellä alueella toimii mm. ravintola- ja majoitustoimintaa sekä pienvenesatama. Vanhaan saharakennukseen ja siihen suunniteltuun laajennukseen on tulossa venehuolto-, säilytys- ja korjaustiloja.

Matkailu- ja ravintolatoiminta on tarkoitus keskittää osaksi nykyisen gasthausin sekä ravintolarakennuksen tiloihin, ja mahdolliset uudisrakennukset on suunnitteilla kiinteistön lounaiskulmaan.

Kiinteistön poikki kulkee lounaasta kiinteistön keskivaiheen kautta pohjoiseen suuntautuva putkilinja (tietävästi viemäri PV 63 PEH-10).

2.4 Kaavoitus

Kohdekiinteistöllä on voimassa oleva rantayleiskaava (1982/tarkistus 1983 ja 1985), jossa tutkimusalueella on voimassa oleva kaavamerkintä T/S (teollisuus- ja varastoalue / suojelualue, rakentaminen sallitaan vain, mikäli alueen suojeluarvoa ei heikennetä).

Alueelle ei ole vireillä eikä tietävästi käynnistymässä kaavoitushankkeita.

2.5 Suojelualueet

Kohde ei sijaitse Natura-alueella tai luonnonsuojelualueella eikä sellaisen välittömässä läheisyydessä. Lähin luonnonsuojelualue on kohteesta noin 7 km länteen sijaitseva Laupusensalmen yksityinen luonnonsuojelualue (YSA203284). Lähin rekisteröity muinaisjäänös (Marjustenranta; kiinteä muinaisjäänös) sijaitsee kohteesta noin 3,6 km koilliseen.

2.6 Maaperä

Karttatarkastelun perusteella kiinteistön korkein kohta on pienialainen mäki kiinteistön luoteisosassa saharakennuksen länsipuolella noin tasolla +5 mpy. Maasto viettää itään kohti Hakalanlahtea.

Tehtyjen tutkimusten perusteella alueen maaperä koostuu pintaosiltaan n. 1,0 – 1,5 m syvyyteen saakka sekalaisesta täytöstä (Hk, puuparkki, kiviä), jonka alla luonnonmaaksi arvioitu savi tai siiltinen hiekkakerros. Tutkimusalueen itä- ja luoteisosaan Hakkenpäätien läheisyyteen sijoitetuissa koekuopissa havaittiin kallio n. 0,5 m syvyydellä maanpinnasta.

2.7 Pinta- ja pohjavedet

Tutkimuskohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue (O283301 Koivisto) sijaitsee yli kuuden kilometrin päässä kohteesta. Tutkimusalueen länsipuolella on Hakalanlahti.

Suoritettujen maaperätutkimusten yhteydessä muutamissa tutkimuspisteissä havaittiin orsi-/pohjavesipinta saven yläpuolisissa kerroksissa, likimäärin meriveden pinnan tasolla

3. YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

3.1 Aikaisemmat tutkimukset

Kiinteistön alueella on tehty maaperän haitta-ainetutkimuksia vuosina 1997 (Geo-Master Oy) ja 1998 (Esko Lappalainen Oy). Vuoden 1998 tutkimuksissa alueelle tehtiin yhteensä 42 koekuoppaa. Kaikista koekuopista tehtiin alustavia kloorifenolimäärityksiä Envitop Oy:n laboratoriossa. Yhteensä 10 maanäytteestä (EL2, EL5, EL12, EL16, EL19, EL25, EL26, EL29, EL35 ja EL36) määritettiin tarkemmat kloorifenolien pitoisuudet laboratoriossa. Muita haitta-aineita ei tutkittu. Tutkimuksissa havaittiin kohonneita kloorifenolipitoisuuksia.

3.2 Tutkimukset syyskuussa 2015

Ramboll Finland Oy:n tutkimuksessa kohteessa tehtiin 8.9.2015 kaivinkoneella yhteensä 12 kpl koekuoppia (KK1...KK12). Maanäytteet otettiin pintamaasta maalajikerroksittain ja enimmillään 1 metrin osanäytekeroiksi aina luontaiseksi arvioidun perusmaakerroksen pintaan saakka.

Tutkimuspisteiden paikat mitattiin paikalleen GPS-laitteella, pisteiden sijainti on esitetty kartalla piirustuksessa 1510023881-01.

Yhteensä 23 maanäytteestä määritettiin yleisimpien alkuaineiden (Cu, Pb, Zn) pitoisuudet XRF-analysaattorilla. XRF-analyysien tulosten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella valittiin laboratorioanalyysiin lähetettävät näytteet.

Valituista maanäytteistä tehtiin Ramboll Analytics:n laboratoriossa Lahdessa seuraavat analyysit:

- metallit ja puolimetallit: 6 kpl
- kloorifenolit: 18 kpl
- PCDD/F-yhdisteet: 2 kpl
- öljyhiilivedyt: 1 kpl
- pH: 10 kpl

Maaperänäytteiden lisäksi saha-alueen edustan vesialueelta otettiin sedimenttinäytteet yhteensä neljästä tutkimuspisteestä (S1-S4). Jokaisesta pisteestä otettiin 0-10 cm ja 10-30 cm kerroksia edustavat näytteet. Näytteistä määritettiin laboratoriossa (Ramboll Analytics) orgaanisen aineksen lisäksi alkuaineiden, PCB-yhdisteiden, orgaanisten tinayhdisteiden, kloorifenolien sekä PCDD/F-yhdisteiden pitoisuuksia.

Yhteenvedo otetuista näytteistä ja niitä koskevista tutkimustuloksista on esitetty liitteessä 2. Syyskuussa 2015 tehdyt tutkimukset on kuvattu kokonaisuudessaan Ramboll Finland oy:n laatimassa tutkimusraportissa (23.10.2015).

3.3 Havainnot ja analyysitulokset

3.3.1 Maaperätutkimukset 1998 ja 2015

Tutkimusalueelle tehdyistä tutkimuspisteistä otetuissa maanäytteissä havaittiin laboratorioanalyysien ja kenttämittausten perusteella kohonneita haitta-ainepitoisuuksia.

Vuoden 1998 tutkimuksien perusteella kuudessa tutkimuspisteessä (EL2, EL5, EL12, EL19, EL29 ja EL36) havaittiin yli määritysrajan olevia kloorifenolipitoisuuksia.

Vuoden 2015 tutkimuksissa (KK1-KK12) pisteissä KK5 ja KK8-KK12 havaittiin 0,3-1,5 metrin syvyydellä noin 0,7-1,0 metrin paksuisissa kerroksissa maansekaisia puuparkki- ja sahanpurutäyttöjä. Rannan tuntumassa koekuopissa KK10-KK12 vesipinta havaittiin noin 1-1,5 m syvyydellä. Yhteensä 10 maanäytteestä analysoitiin pH, joka vaihteli välillä 6,2 - 8,4.

Tutkimuspisteessä KK5 pintanäytteessä (0-0,5 m) havaittiin aistinvaraisesti voimakas öljyhiilivetyjen haju. Näytteestä todettiin laboratoriossa öljyhiilivetyjen (C10-C40) kokonaispitoisuus 3 900 mg/kg.

Tutkimuspisteessä KK8 (0,5-1,5 m) havaittiin kohonnut sinkkipitoisuus 4 700 mg/kg. Samassa näytteessä todettiin myös antimonin, kadmiumin ja lyijyn kohonneet pitoisuudet. Saman pisteen pintamaanäytteestä KK8 (0-0,5 m) havaittiin myös tetrakloorifenolia.

Tutkimuspisteessä KK9 havaittiin laboratorioanalyysissä lyijyä 210 mg/kg.

Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuudet tutkittiin entisen sahan itäpuolelle tehtyjen tutkimuspisteiden KK8-KK12 pintamaasta kerätyistä maanäytteistä yhdistetystä kokoomanäytteestä (kokooma 1) ja tämän lisäksi myös samojen tutkimuspisteiden syvemmästä täyttökerroksesta kootusta kokoomanäytteestä (kokooma 2). Molemmissa näytteissä havaittiin dioksiineja ja furaaneja.

Koontitaulukko maanäytteiden kenttämittaus- ja laboratorioanalyysituloksista on esitetty liitteessä 2 A.

3.3.2 Sedimenttitutkimukset 2015

Sedimenttinäytteissä havaittiin pieniä metallipitoisuuksia. Orgaanisista haitta-aineista kloorifenolien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet alittivat laboratorion analyysimenetelmän määrittämisrajat kaikissa näytteissä. Orgaanisia tinayhdisteitä (TBT ja TPT) todettiin kaikissa näytepisteissä. Lisäksi kaikista sedimenttinäytteistä muodostetun kokoomanäytteen PCDD/F-yhdisteiden ekvivalenttipitoisuus (WHO-TEQ) oli 340 ng/kg.

Yhteenvedo sedimenttinäytteistä tehtyjen haitta-aineanalyysien tuloksista on esitetty liitteenä 2 B olevassa taulukossa.

4. KOHTEEN MAAPERÄN PILAANTUNEISUUS

4.1 Viitearvot

Pima-asetus

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin perusteet on esitetty valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 (ns. PIMA-asetus), joka astui voimaan 1.6.2007. Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen määrittelyyn tulee perustua arvioon maaperässä olevien haitallisten aineiden aiheuttamasta vaarasta tai haitasta terveydelle ja ympäristölle. Asetuksen liitteessä on arvioinnin apuna käytettävät, viimeisimpään kansainväliseen tutkimustietouteen perustuvat, kynnys- ja ohjearvot (ylempi ja alempi ohjearvo; taulukko 1) noin 50: lle maaperänsuojelun kannalta olennaiselle haitalliselle aineelle/aineryhmälle.

Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksessa säädetyn kynnysarvon tai alueen luontaisen taustapitoisuuden, mikäli se on suurempi kuin kynnysarvo. Teollisuus-, varasto-, liikenne- tai muulla vastaavalla alueella maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus ylittää asetuksen liitteessä esitetyn ylemmän ohjearvon. Muilla alueilla sovelletaan pääsääntöisesti alempia ohjearvoja. On huomioitava, että esitetyt ohjearvot eivät ole sitovia, vaan pilaantuneisuuden ja kunnostustarpeen arvioinnin tulee perustua kohdekohtaiseen riskiarvioon, jonka perusteella voidaan määrittää ohjearvoista poikkeavia, tarkasteltavana olevaan kohteeseen paremmin soveltuvia, kohdekohtaisia viitearvoja.

PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot tässä kohteessa tutkittujen haitta-aineiden osalta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaiset kynnys- ja ohjearvot tässä kohteessa tutkituille haitta-aineille.

	Kynnysarvo (mg/kg)	Alempi ohjearvo (mg/kg)	Ylempi ohjearvo (mg/kg)
Raskasmetallit ja alkuaineet:			
Arseeni (As)	5	50	100
Antimoni (Sb)	2	10	50
Kupari (Cu)	100	150	200
Kadmium (Cd)	1	10	20
Kromi (Cr)	100	200	300
Koboltti (Co)	20	100	250
Lyijy (Pb)	60	200	750
Sinkki (Zn)	200	250	400
Nikkeli (Ni)	50	100	150
Vanadiini (V)	100	150	250
Elohopea (Hg)	0,5	2	5
Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaatit:			
Öljyhiilivedyt >C10-C40	300	-	-
Öljyhiilivedyt, keskitisleet >C10-C21	-	300	1000
Öljyhiilivedyt, raskaat jakeet >C21-C40	-	600	2000
Polyklooratut bifenyylit (PCB) ja polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F):			
PCB	0,1	0,5	5
PCDD/F	0,00001 (10 ng/kg)	0,0001 (100 ng/kg)	0,0015 (1500 ng/kg)
Kloorifenolit:			
Monokloorifenolit	0,5	5	10
Dikloorifenolit	0,5	5	40
Triokloorifenolit	0,5	10	40
Tetrakloorifenolit	0,5	10	40
Pentakloorifenolit	0,5	10	20

Vaarallisen jätteen raja-arvot

Suomen ympäristökeskus on julkaissut oppaan (Ympäristöopas 98/2002) jätteen luokittelusta ongelmajätteeksi (nykyisin termi vaarallinen jäte). Oppaassa on esitetty vaarallisen jätteen raja-arvot erälle maaperän pilaantuneisuutta aiheuttaville aineille ja yhdisteille koskien jätteen tiettyjä vaara-ominaisuuksia. Ohjeellisia vaarallisen jätteen raja-arvoja ei käytetä suoranaisesti maaperän pilaantuneisuuden arviointiin, vaan jäteluokittelu otetaan huomioon pilaantuneiden maa-ainesten kuljetuksissa ja käsittelyssä. Vaarallisen jätteen ohjeelliset raja-arvot tässä kohteessa tutkittujen haitta-aineiden osalta on esitetty tutkimustulostaulukoissa liitteessä 2.

4.2 Viitearvotarkastelu ja riskinarvioinnin tarve

Ympäristöhallinnon ohjeen 2/2007 mukaisesti maaperän pilaantuneisuuden perusarviointi voidaan tehdä vertaamalla todettuja pitoisuuksia VN:n 214/2007 mukaisiin ohjearvoihin, mikäli:

- kohde ei sijaitse tärkeällä pohjavesialueella eikä alueen pohjavettä hyödynnetä talousvetenä
- kohteessa ei harjoiteta ravintokasvien tuotantoa tai muuta elintarvikkeiden tuotantoa
- kohteessa ei sijaitse päiväkotia tai leikkipuistoa
- kohteella tai sen lähiympäristöllä ei ole erityistä suojeluarvoa
- kohteessa ei ole asuinrakennuksia ja maaperässä ei esiinny merkittäviä määriä herkästi haihtuvia yhdisteitä
- kohteessa ei esiinny haitta-aineita, joille ei ole esitetty kynnys- ja ohjearvoja
- haitta-aineiden kulkeutuminen alueen ulkopuolelle ei ole merkittävää

Tarkasteltavana olevan kohteen osalta kaikki ym. ehdot täyttyvät. Näin ollen maaperän pilaantuneisuuden perusarviointi voidaan toteuttaa asetuksen mukaisten viitearvojen perusteella, eikä kohdekohtaistenviitearvojen määrittäminen ole tarpeen. Alue on yleiskaavan mukaan

teollisuusaluetta (*teollisuus- ja varastoalue / suojelualue, rakentaminen sallitaan vain, mikäli alueen suojeluarvoa ei heikennetä*), mutta alueen nykyinen ja tuleva maankäyttö on tätä herkempää eli virkistyskäyttöä (pienvenesatama oheistoimintoinen). Näin ollen maaperän pilaantuneisuuden perusarvioinnin viitearvoina käytetään haitta-ainepitoisuuksien alempia ohjearvoja.

Koska alueella on todettu alemman ohjearvotason ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia (kappale 4.3), arvioidaan ko. haitta-aineiden terveys- ja ympäristöriskit tarkennetusti (kohdat 6-10).

4.3 Pitoisuuksien vertailu

Saharakennuksen ympärillä vuoden 1998 tutkimuspisteissä EL12 (0,7-1,4 m) ja EL36 (0,35–1,3 m) todettiin ylemmän ohjearvon ylittävät tetrakloorifenolien ja pentakloorifenolien pitoisuudet. Rakennuksen sisäisessä pisteessä EL5 (0,5-1,3 m) ja rakennuksen ulkopuolisessa pisteessä EL29 (0-1,1 m) pitoisuudet ylittivät alemmat ohjearvot. Kiinteistön länsireunalla pisteessä EL19 (0-1,4 m) pentakloorifenolien pitoisuus ylitti ylemmän ohjearvon ja tetrakloorifenolien pitoisuus ylitti alemman ohjearvon.

Vuoden 2015 tutkimuksessa tutkimuspisteessä KK5 asfalttipinnan alapuolisessa pintanäytteessä (0-0,5 m) havaittiin aistinvaraisesti selvä öljyn haju. Näytteestä todettiin laboratoriossa öljyhiilivetyjen (C10-C40) kokonaispitoisuus 3 900 mg/kg. Näytteen raskaiden jakeiden (C21-C40) pitoisuus 3 500 mg ylittää niille asetetun ylemmän ohjearvon (2 000 mg/kg).

Rannan tuntumassa sahan piha-alueella tutkimuspisteessä KK8 (0,5-1,5 m) havaittiin laboratorioanalyysissä sinkin vaarallisen jätteen raja-arvon (2 500 mg/kg) ylittävä pitoisuus 4 700 mg/kg. Samassa näytteessä todettiin myös antimonin, kadmiumin ja lyijyn kynnysarvotason ylittävät pitoisuudet. Näytteestä KK8 (0-0,5 m) analysoitiin tetrakloorifenolin kynnysarvotason (0,5 mg/kg) ylittävä pitoisuus 1,1 mg/kg.

Samoin rannan tuntumassa tutkimuspisteessä KK9 havaittiin lyijyn alemman ohjearvotason (200 mg/kg) ylittävä pitoisuus 210 mg/kg. Samasta näytteestä todettiin myös antimonin kynnysarvotason ylittävä pitoisuus.

Molemmat em. näytteet tutkimuspisteistä KK8 ja KK9 edustavat maatäytössä olevaa puuparkkikerroksesta.

Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuudet tutkittiin entisen sahan itäpuolelle rannan tuntumaan tehtyjen tutkimuspisteiden KK8-KK12 pintamaasta kerätyistä maanäytteistä yhdistetystä kokoomanäytteestä (kokooma 1) ja tämän lisäksi myös samojen tutkimuspisteiden syvemmästä täyttökerroksesta kootusta kokoomanäytteestä (kokooma 2). Pintamaanäytteen dioksiinien ja furaanien ekvivalenttipitoisuus ylittää alemman ohjearvotason, syvemmästä maakerroksesta (jossa havaittiin puuparkkia) kootussa näytteessä dioksiinien ja furaanien ekvivalenttipitoisuus ylittää ylemmän ohjearvotason.

4.4 Maaperän pilaantuneisuus

Varsinaisten maaperän haitta-ainepitoisuuksien ohella on huomioitava, että alueella esiintyy ainakin noin 8500 m²:n alueella maansekaista puuparkki- ja sahanpurutäyttöä, joka on suurelta osin pilaantunutta kloorifenoleilla ja/tai PCDD/F-yhdisteillä (liite 1).

Tässä kohteessa pilaantuneisuuden perusarvioinnin viitearvotasona käytetyn alemman ohjearvotason ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia on todettu yhteensä seitsemässä koekuopassa sekä yhdessä kokoomanäytteessä, joka on muodostettu viiden näytteen kokoomana.

Vuonna 1998 tehtyjen tutkimuksien perusteella vanhan saharakennuksen pohjoisosan ympärillä olevalla alueella on kloorifenoleilla pilaantunutta maata pintamaan alapuoleisessa kerroksessa. Alue, jolla esiintyy alemman ohjearvotason ylittäviä kloorifenolien pitoisuuksia, pinta-ala on noin 1300 m² (liite 1). Tästä alueesta suurin osa on asfaltoitua tai sijoittuu saharakennuksen pohjoissiiven alueelle. Lisäksi sahan länsi-lounaispuolella alueella esiintyy paikallista pilaantumista, jolla yhdessä pisteessä on todettu kohonnut kloorifenolipitoisuus sekä lisäksi yhdessä pisteessä kohonnut öljyhiilivetypitoisuus.

Vuonna 2015 tehtyjen tutkimuksien perusteella vanhan saharakennuksen itäpuoli, rakennuksen ja rannan välinen alue, on PCDD/F -yhdisteillä pilaantunutta noin 3500 m²:n kokoiselta alueelta (liite 1, punainen katkoviiva). Pilaantuneisuus on voimakkainta puuainesta sisältävässä täyttökerroksessa (0,3-1,6 m), mutta myös pintamaassa (0-0,5 m) esiintyy alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia. Tällä alueella esiintyy paikallisesti myös sinkillä ja lyijyllä pilaantuneita maa-aineksia.

Maaperässä todetut kloorifenolien ja PCDD/F-yhdisteiden pitoisuudet johtuvat sahatoiminnan yhteydessä Ky5-kemikaalilla toteutetusta puutavaran sinistymisenestokäsittelystä. Sinkin ja lyijyn päästölähde ei ole tiedossa, mutta ne voivat johtua esimerkiksi maalattujen veneiden hiomisesta, hiekkapuhalluksesta tms. toiminnasta. Todettu öljyhiilivetypitoisuus johtunee maaperään päässeestä moottoriöljystä.

Maaperän pilaantuneisuuden laajuutta ei tutkimusten perusteella kaikilta osin voida luotettavasti rajata ja pilaantuneisuutta voi esiintyä myös tutkittujen alueiden ulkopuolella. Näin olleen tässä yhteydessä ei ole tarkemmin arvioitu pilaantuneiden maa-ainesten kokonaismääriä, sillä riskien arviointi voidaan toteuttaa olemassa olevalla pitoisuustiedolla.

5. KOHTEEN SEDIMENTIN PILAANTUNEISUUS

5.1 Viitearvot

Sedimenttien haitta-ainepitoisuuksille ei ole vielä olemassa tai asetettu yhteisöllisiä tai kansallisia ympäristölaatu normeja tai raja-arvoja. Sedimenttien haitta-ainepitoisuuksien raja-arvoina sovelletaan usein Ympäristöministeriön ohjetta ruoppaus- ja läjitysmassojen laatu kriteereistä (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015: Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje). Kriteerit koskevat ruoppausmassojen läjityskelpoisuuden arviointia Suomen alue- ja sisävesillä. Ohjeessa ruoppaus- ja läjitystoiminnalla tarkoitetaan sedimenttimassojen irrottamista (kaivamista), liikuttamista tai syrjäyttämistä. Mikäli mahdollisesti ruopattava sedimentti täyttää kappaleessa 5.2 esitetyn mukaiset meriläjityskelpoisuuden laatu kriteerit, voidaan ruopattu sedimentti sijoittaa takaisin mereen. Läjityskelpoisuus tiettyjen kriteerien ylittyessä voidaan sedimentin sijoituskelpoisuutta harkita tapauskohtaisesti tai mereen sijoittaminen voidaan sallia, mikäli maalle sijoittamisen vaihtoehto on ympäristön kannalta huonompi ratkaisu.

Lisäksi sedimentin laadun suunta-antavaan peruserviointiin käytetään usein myös maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointia koskevassa asetuksessa (Vna 214/2007) esitettyjä viitearvoja (kohta 4.1.1). Asetusta ei kuitenkaan virallisesti sovelleta vesistöjen pohjakerrostumien ja puhdistustarpeen arviointiin, mutta sekä TBT-BAT MANUAL menettelytapaohjeessa (VTT tiedotteita 2371) että ympäristöhallinnon ohjeessa 2/2007 on esitetty, että asetusta voidaan hyödyntää arvioitaessa ruoppausmassan tai maa-ainesjätteen sijoituskelpoisuutta maa-alueelle.

5.2 Ruoppausmassan meriläjityskelpoisuuden laatu kriteerit

Ruoppausmassojen meriläjityskelpoisuuden arviointiin on esitetty laatu kriteerit sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (Ympäristöministeriö 2015).

Ohjeessa on esitetty näytteenoton kohdentamista ja ruoppausmassan vesiläjityskelpoisuuden arviointia varten seuraavat pitoisuustasot (koskevat orgaanisen aineksen ja hienoaineksen määrän perusteella normalisoituja pitoisuuksia):

- Taso 1: luonnontilainen
- Taso 1A: haitta-aineella ei ole vaikutusta läjityskelpoisuuteen
- Taso 1B: läjitetävissä sekä ns. hyvälle että tyydyttävälle läjitysalueelle
- Taso 1C: läjitetävissä ns. hyvälle läjityspaikalle
- Taso 2: pääsääntöisesti läjityskelvoton

Sedimenttinäytteiden normalisoituja haitta-ainepitoisuuksia on tässä tutkimusraportissa verrattu päivitetyn ruoppaus- ja läjitysohjeen laatu kriteereihin. Lisäksi ruoppausmassojen maalle sijoitettavuuden arvioinnissa on hyödynnetty valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 esitettyjä kynnys- ja ohjearvoja.

5.3 Sedimentin meriläjityskelpoisuus

Tarkemmat tiedot sedimentin meriläjityskelpoisuuden arviointiin käytettävien normalisoitujen pitoisuuksien laskennasta on esitetty PIMA-tutkimusraportissa (Ramboll Finland Oy; Maaperätutkimus, entinen Hakkenpään saha, 23.10.2015). Sedimenttinäytteiden normalisoidut analyysitulokset on esitetty liitteessä 2 C.

Tutkimusalueelta otettujen sedimenttinäytteiden orgaanisen aineksen pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,5...14 % ja savespitoisuudet (<2 µm raekoko) välillä 11,7...52,2 %.

Epäorgaanisista haitta-aineista todettiin kadmiumia, kromia, kuparia ja nikkeliä tasolla 1A olevia pitoisuuksia tutkimuspisteestä S1 otetuissa näytteissä syvyyksillä 0-0,1 m ja 0,3 m, sekä näytteissä S2/0-0,1 m ja S3/0-0,1 m. Näytepisteen S1 pintaosaa (0-10 cm) edustaneessa näytteessä kuparipitoisuus on tasolla 1B.

Kaikista tutkimuspisteistä otetuissa näytteissä todettiin tasoilla 1A ja 1B olevia pitoisuuksia orgaanisia tinayhdisteitä (TBT ja TPT). Trifenyylitinapitoisuudet (TPT) olivat tasolla 2 näytteissä S1/0-0,1 m ja S4/0,1-0,3 m. Lisäksi kaikista pintasedimenttinäytteistä muodostetun kokoomanäytteen PCDD/F-yhdisteiden pitoisuus on tasolla 2.

Tutkimusalueelta otetuissa sedimenttinäytteissä todettiin tasolla 2 olevia haitta-ainepitoisuuksia siis TPT:n ja PCDD/F-yhdisteiden osalta. Tästä johtuen näytteiden edustaman sedimenttiaineksen läjittäminen mereen on pääsääntöisesti kiellettyä.

5.4 Sedimentin pilaantuneisuus maalla

Maalle sijoitettaessa sedimenttien pilaantuneisuus arvioidaan VNa 214/2007 viitearvojen perusteella, joihin verrattaessa käytetään suoraan analyysissä todettuja normalisoimattomia pitoisuuksia.

Sedimenttinäytteiden alkuaineanalyysissä havaittiin kynnysarvotason ylittävänä pitoisuuksina pääasiassa arseenia. Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella erityisesti savissa esiintyy kuitenkin luontaisesti kynnysarvotason ylittäviä alkuainepitoisuuksia (<http://www.gtk.fi/tapir>). Taustapitoisuusrekisterin mukaan arseenin suurin suositeltu taustapitoisuusarvo (SSTP) savelle on 15,0 mg/kg. Tutkimusalueelta otettujen sedimenttinäytteiden arseenipitoisuudet eivät ylitä luontaista taustapitoisuutta, suurimman todetun pitoisuuden ollessa 9,4 mg/kg. Tutkimuspisteestä S2 syvyydeltä 0,1-0,3 m otetussa näytteessä myös koboltti-, nikkeli- ja vanadiinipitoisuudet ylittivät kynnysarvotason. Pitoisuudet kuitenkin alittavat TAPIRin mukaiset suurimmat suositellut taustapitoisuudet, jotka ovat koboltille 37 mg/kg, nikkelille 65 mg/kg ja vanadiinille 140 mg/kg.

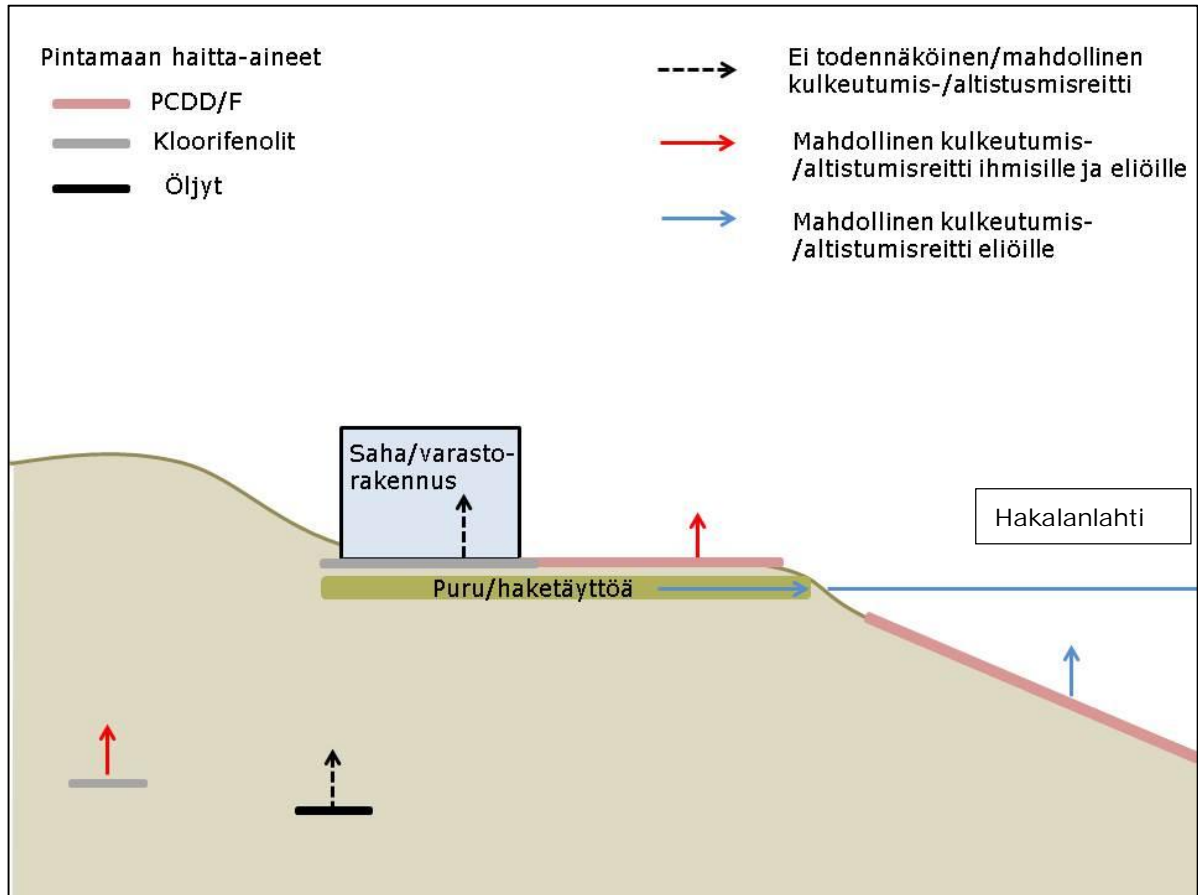
Orgaanisista haitta-aineista kynnysarvot ylittivät vain orgaanisten tinayhdisteiden (TBT ja TPT) summapitoisuuden osalta yhdessä pintasedimenttinäytteessä (S1/0-0,1 m). Lisäksi kaikista pintasedimenttinäytteistä muodostetun kokoomanäytteen PCDD/F-yhdisteiden ekvivalenttipitoisuus (WHO-TEQ) oli 340 ng/kg, mikä ylittää VNA 214/2007 mukaisen alemman ohjearvon (100 ng/kg). Kloorifenolien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet alittivat laboratorion analyysimenetelmän määrittämissä kaikissa näytteissä.

Pintasedimenttinäytteistä muodostetussa kokoomanäytteessä todetun alemman ohjearvon ylittävän PCDD/F-yhdisteiden pitoisuuden vuoksi ruoppausmassojen sijoittaminen ei ole vapaata, vaan ne on toimitettava asianmukaisen ympäristöluvan omaavalle kaatopaikalle tai pilaantuneen maan vastaanottolaitokselle.

6. KÄSITTEELLINEN MALLI

Käsitteellisessä mallissa kuvataan yksinkertaistetusti kohteen olosuhteet ja nykytilanne todettujen haitta-aineiden kulkeutumisen ja altistumisreittien hahmottamiseksi. Käsitteellisen mallin avulla tunnistettuja kulkeutumisen ja altistumismahdollisuuksia tarkastellaan seuraavissa kappaleissa. Käsitteellinen malli on tässä yhteydessä esitetty sanallisesti ja olennaisten kulkeutumisen ja altistumisreittien osalta kuvassa 6.

Tarkasteltavina haitta-aineina ovat alueella alemman ohjearvotason ylittävänä pitoisuuksina maaperässä todetut lyijy, sinkki, öljyhiilivedyt, kloorifenolit ja PCDD/F-yhdisteet sekä sedimentissä todetut PCDD/F-yhdisteet ja TBT-TPT -yhdisteet. Tarkasteltavien haitta-aineiden ominaisuudet on esitetty liitteessä 4.



Kuva 6. Käsitteellinen malli.

Metallien, kohteessa havaittujen kloorifenolien (tri-, tetra- ja pentakloorifenolien) ja PCDD/F-yhdisteiden haihtuminen ei maaperäolosuhteissa ole merkittävää, eikä niiden leviämistä tai niille altistumista haihtumisen kautta tapahdu. Mono- ja dikloorifenolit ovat haihtuvia kloorifenoleita, mutta niitä ei ole tutkimuksissa alueen maaperässä havaittu, eivätkä ne ole KY5-valmisteessa esiintyneitä kloorifenoleita. Siten saharakennuksen ja sen mahdollisen laajennuksen osalta ei ole odotettavissa, että kloorifenoleita päätyisi merkittäviä määriä rakennuksen sisäilmaan. Lisäksi huomioiden rakennuksen käyttötarkoitus veneilytoimintaa tukevana varastorakennuksena, mahdollisen altistumisen kesto on suhteellisen vähäistä verrattuna asuinrakennukseen.

Keveimmät öljy-yhdisteet voivat sen sijaan kulkeutua huokosilman välityksellä maanpinnan tasoon. Tässä kohteessa öljyhiilivedyt olivat pääosin öljyjen raskaita jakeita, joiden haihtuminen ei ole merkittävää. Lisäksi kohteessa ei ole havaitun öljypilaantumien lähistöllä rakennuksia ja alue, jolla öljyhiilivedyt on todettu, on asfaltoitua, joten öljyhiilivedyt eivät haihtumalla muodosta merkittävää altistumisreittiä kohteessa.

Kyseiset haitta-aineet (metallit, raskaat öljyjakeet, PCDD/F-yhdisteet sekä kloorifenolit) tyypillisesti sitoutuvat kiintoainekseen, jolloin niiden leviäminen pölyämisen välityksellä on mahdollista. Alueella esiintyvä kasvillisuus ja osittainen asfalttipinta estävät haitta-aineita sisältävän aineksen pölyämisen. Terveystieteistä haittaa ei arvioida aiheutuvan metallien osalta ihokosketuksen tai maan tahattoman nielemisen perusteella, sillä korkeimmat haitta-ainepitoisuudet sijaitsevat tutkimusten perusteella vähintään 0,5 metrin syvyydellä maanpinnasta. Pintamaassa päällystämättömillä alueilla on havaittu esiintyvän PCDD/F-yhdisteitä sekä kloorifenoleita (pääsääntöisesti tetra- ja pentakloorifenoleita), joille ihokosketuksen ja/tai maa-aineksen tahattoman nielemisen kautta ihmiset ja eliöt voivat altistua.

Maaperän puru- ja haketyöstä haitta-aineiden (kloorifenolit, PCDD/F-yhdisteet ja metallit) kulkeutuminen ympäristöön on mahdollista sadevedestä imeytyviin vajovesiin liuenneena. Vajovesien kulkeutumisuuunta on Hakalanlahteen, jonne vajovedet purkautuvat (kuva 6).

Vesialueella rannan tuntumassa pintasedimentin PCDD/F-yhdisteille ja mahdollisesti haitta-aineita sisältävälle vajovedelle voivat altistua vesieliöt. Kyseisellä ranta-alueella ei ole yleistä uimarantaa, vaan alue toimii pienvenesatamana, joten uimisen välityksellä haitta-aineille ei säännöllisesti arvioida altistuttavan.

Käsitteellisen mallin perusteella mahdolliset haitta-aineiden kulkeutumis- ja altistusreitit ovat:

- Kulkeutuminen vajoveden mukana Hakalanlahteen (lyijy, sinkki, tri-, tetra- ja pentakloorifenolit, PCDD/F-yhdisteet) ja mahdollinen vesieliöiden altistuminen
- Ei kulkeutumista, mutta alueella olevat haitta-aineet voivat aiheuttaa seuraavaa altistumista:
 - ihmisten altistuminen pintamaan PCDD/F-yhdisteille sekä tetra- ja pentakloorifenoleille
 - maaperäeliöstön altistuminen maaperässä oleville haitta-aineille (lyijy, sinkki, tri-, tetra- ja pentakloorifenolit, öljyhiilivedyt, PCDD/F)
 - vesieliöstön altistuminen sedimentin PCDD/F -yhdisteille ja TBT-TPT -yhdisteille

7. KULKEUTUMISRISKIEN ARVIOINTI

Käsitteellisessä mallissa (kohta 6) haitta-aineiden tunnistettu kulkeutumisreitti on kulkeutuminen liuenneena vajoveden mukana Hakalanlahteen.

Maaperän täytössä havaituista haitta-aineista PCDD/F-yhdisteet eivät liukene veteen ja ovat siten käytännössä kulkeutumattomia maaperässä. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä heikkoa. Sinkki puolestaan voi muodostaa liukoisia yhdisteitä kompleksoitumalla epäorgaanisiin ja orgaanisiin yhdisteisiin. Kuitenkin orgaanisen aineksen, savimineraalien sekä rauta- ja alumiinioksidisaostumien runsaus edistävät sinkin sitoutumista maahan. Hapettavat ja happamat olosuhteet sekä kompleksoituminen liukoisiin yhdisteisiin lisäävät sekä lyijyn että sinkin liukoisuutta ja kulkeutuvuutta.

Kohteessa maaperän pH on analysoiduissa näytteissä vaihdellut välillä 6,2-8,4. Vain yhden näytteen pH oli alle 6,5. Suurimmaksi osaksi pH vaihteli välillä 6,7-6,9. Kohteen maaperä on siten neutraalia. Lisäksi alueen maaperäolosuhteisiin vaikuttaa merkittävästi sahan itäpuoleisen alueen puru- ja haketyttö, jossa orgaanisen aineksen määrä on suuri. Orgaaninen aines sitoo haitta-aineita.

Ympäristöolosuhteiden (neutraalit olosuhteet ja orgaanisen aineksen määrä) vuoksi lyijyn ja sinkin kulkeutuminen vajoveden mukana Hakalanlahteen arvioidaan olevan hyvin vähäistä tai sitä ei taphdu ollenkaan. Lisäksi havaitut kohonneet lyijy- ja sinkkipitoisuudet ovat pistemäisiä, pienialaisia, joten metallien kokonaismäärien arvioidaan olevan vähäisiä.

Kloorifenolit ovat ionisoituvia yhdisteitä, joiden kulkeutumiseen maaperässä vaikuttaa maaperän pH. Maaperän pH:n kasvaessa neutraaliksi ja emäksiseksi kloorifenolien liukoisuus lisääntyy. Tri-, tetra- ja pentakloorifenolien ionisoitumisaste ja samalla niiden liukoisuus kasvaa pH:n lähestyessä neutraalia. Esimerkiksi yli 6,5 pH:ssa tetrakloorifenolit esiintyvät ionisoituneessa muodossa. Kloorifenoleiden on todettu hajoavan maaperässä biologisesti. Yhdisteistä riippuen puoliintumisajat vaihtelevat joistakin kuukaudesta vuosiin. Orgaaninen puru- ja haketyttö voivat pidättää orgaanisen koostumuksensa takia kloorifenoleja. Orgaaninen aines saattaa edistää myös kloorifenoleiden biologista hajoamista edesauttaen mikrobitoimintaa. Kohteen olosuhteissa kloorifenolit voivat kulkeutua vajoveteen liuenneena ranta-alueen pohjaveteen, josta ne purkautuvat merenpinnan vaihtelujen mukaan rantaveteen.

Hakalanlahden rantavedessä kloorifenolien arvioidaan laimenevan nopeasti rantaveteen, eikä mitattavia pitoisuuksia arvioida esiintyvän rantavedessä. Kohteen sedimentissä ei havaittu kloorifenolipitoisuuksia, mikä tukee käsitystä nopeasta laimenemisestä ja yhdisteiden hajoamisesta.

Kloorifenoleista ei arvioida aiheutuvan merkittävää kulkeutumisriskiä pintaveteen. Myöskään jätevesiviemäriin ei liukoisia yhdisteitä arvioida kulkeutuvan merkittävässä määrin, mikäli

putkirakenne on ehjä. Lisäksi runkolinjassa oleva paine vähentää yhdisteiden kulkeutumismahdollisuutta muoviputkirakenteen läpi.

8. TERVEYSRISKIEN ARVIOINTI

8.1 Altistumisreitit

Käsitteellisen mallin mukaan terveyteen kohdistuvia haittoja voi aiheutua altistumalla kohteessa pintamaassa todetuille PCDD/F-yhdisteille tai kloorifenoleille maaperän tahattoman nielemisen välityksellä. Tästä aiheutuvaa terveyshaittaa on tarkasteltu laskennallisesti kappaleessa 8.2.

Maa-ainekseen sitoutuneiden haitta-aineiden imeytymisestä ihon läpi ei ole paljon tutkimustietoa, mutta tämän altistumisreitin merkitystä pitkäaikaisessa altistuksessa pidetään yleensä melko pienenä maaperästä aiheutuvaan kokonaisaltistukseen verrattuna (Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2016). Siten tässä yhteydessä pintamaan ihokosketusta ei pidetä merkittävänä altistumislähteenä kohteessa, jossa altistuminen tapahtuu lähinnä käsien pienelle ihopinta-alalle maaperäkosketuksen kautta.

8.2 Terveysvaikutukset

Ei syöpävaaralliset vaikutukset

Kohteessa liikkuvat ihmiset voivat altistua alueen pintamaassa esiintyville haitta-aineille ns. tahattoman maa-aineksen nielemisen seurauksena. Tahattomalla maan nielemisellä viitataan lähinnä käsiin joutuvan maa-aineksen päätymistä suuhun. Lapsilla kyseinen tahattomasti niellyn maa-aineksen määrä on yleisesti arvioitu olevan suurempaa kuin aikuisilla. Lisäksi lasten kasvuvaiheesta ja pienemmästä koosta johtuen haitta-aineiden kokonaismäärä, joka ei vielä aiheuta terveydellistä haittaa, on lapsille pienempi. Siten lapset ovat haitta-aineille aikuisia herkempi altistujaryhmä.

Toinen tekijä terveysvaikutusten ilmenemisessä on haitta-aineiden ominaisuudet eli tapa, jolla haitallinen vaikutus aiheutuu. Esimerkiksi kohteessa havaitut PCDD/F-yhdisteet ovat haitta-aineita, jotka aiheuttavat merkittävimmin haittaa juuri kasvuvaiheessa. Siten niiden terveysvaikutusten arvioinnissa on huomioitu vain lapsuusiän aikainen altistuminen. Tällöin altistumista ei keskiarvoisteta koko eliniälle, eikä lapsuusaikainen altistuminen aliarvioidu (Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014, s. 115). Rasvaliukoisina ja kemiallisesti hyvin pysyvinä yhdisteinä PCDD/F-yhdisteet kertyvät elimistöön iän myötä. Dioksiinien keskeisenä terveysvaikutuksena pidetään kehityshäiriöitä, kuten hampaiden kiilleaurioita ja mahdollisia hormonaalisia ja lisääntymiskykyyn liittyviä häiriöitä.

Lapsuusajan altistuminen PCDD/F-yhdisteiden ei syöpävaarallisille haitoille arvioidaan tässä merkittävämmäksi kuin syöpävaarallisuus. Samalla periaatteella arvioidaan myös pintamaan kloorifenolien ei syöpävaarallisten haittojen terveysriski. Laskennassa on käytetty Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014 (s. 112) mukaista laskentakaavaa ja periaatteita.

Taulukkoon 2 on laskettu haitta-aineittain teoreettinen päivittäissaanti (ADD_{niel}) lapsuusiän ajan. Altistumista arvioidaan laskennassa tapahtuvan 60 päivänä vuodessa (joka 2. päivä kesäkuukausien ajan) ja kerralla niellyn maa-aineksen määräksi arvioidaan 100 mg. Tämän laskennallisen tilanteen arvioidaan jatkuvan kuuden vuoden ajan lapsuusiässä. Laskettua haitta-aineiden päivittäissaantia ADD_{niel} verrataan TDI-arvoon, joka on haitta-ainekohtainen sallittu päivittäinen enimmäissaantiarvo määriteltynä ihmisen painokiloa kohti. TDI-arvo kuvaa ei syöpävaarallisten haitta-aineiden saantitasoa, jolle ihminen voi altistua turvallisesti koko elämänsä ajan. Mikäli päivittäissaantin ja TDI-arvon suhde (vaaraosamäärä HQ) alittaa arvon 1, terveydellistä haittaa ei arvioida aiheutuvan. Haitta-ainekohtaisten vaaraosamäärien lisäksi on laskettu myös laskennallinen yhteisvaikutus (HI-indeksi). Laskenta on esitetty liitteessä 5A.

Taulukko 2. Haitta-aineiden terveysriskin laskenta, ei syöpävaaralliset haitat.

Parametri	Yksikkö	PCDD/F	Pentakloorifenoli	Tetrakloorifenoli
C	mg/kg	0,00038	28	18
IR	mg d ⁻¹	100	100	100
EF	d a ⁻¹	60	60	60
ED	a	6	6	6
BW	kg	15	15	15
AT	d	2190	2190	2190
fa	-	1	1	1
CF	kg mg ⁻¹	1,00E-06	1,00E-06	1,00E-06
ADD _{niel}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹	0,0000000004	0,00003	0,00002
ADD _{niel}	µg kg ⁻¹ d ⁻¹	0,0000004	0,03	0,02
TDI	µg kg ⁻¹ d ⁻¹	0,000002	3	30
HQ	-	0,2	0,010	0,001
HI	-	0,211		

C = todettu maksimipitoisuus pintamaassa

IR=Tahattomasti niellyn maan määrä (100 mg/p), ohje 6/2014 s. 113

EF=Altistuspäivien määrä, 60 d, arvio

ED=Lapsen oletetaan altistuvan alueella 6 vuotta

BW=paino 15 kg

AT=Ihmisen oletetaan käyvän alueella 6 vuoden ajan lapsuusiässä (6 *365 päivää = 2190 päivää)

fa=kaikki saatu haitta-aine imeytyy ja pääsee vaikuuttamaan kehossa

CF= muunnoskerroin mg->kg

Laskennan perusteella mahdollisesta haitta-aineille altistumisesta ei aiheudu terveydellistä haittaa, sillä jokaisen haitta-aineen riskiluku HQ alittaa arvon 1. Laskennan mukaan terveydellistä haittaa ei aiheudu myöskään, vaikka haitta-aineiden terveysvaikutukset olisivat keskenään summautuvia, koska laskennallinen summautuva yhteisvaikutus (HI-indeksi) alittaa arvon 1. Todellisuudessa PCDD/F-yhdisteillä ja kloorifenoleilla haitta kohdistuu eri toimintoihin, joten summautuvien yhteisvaikutusten laskenta antaa todellista riskiä korkeamman (eli pahemman) riskiluvun. Todellinen haitta on siten riskilukua alhaisempi.

Laskennan perusteella alueella pintamaassa esiintyvistä PCDD/F-yhdisteistä ja kloorifenoleista ei aiheudu terveydellistä haittaa, vaikka altistuminen kohdistuisi herkimpään altistujaryhmään eli lapsiin.

Syöpävaaralliset vaikutukset

Haitta-aineiden syöpävaikutukset ilmenevät pitkän ajan kuluessa, ja päivittäissaanti keskimääräistetään koko eliniälle. Samoilla haitta-aineilla voi olla muiden terveysvaikutusten ohella myös syöpävaarallisia ominaisuuksia, kuten PCDD/F-yhdisteillä ja pentakloorifenolilla. Kuitenkin esimerkiksi merkittävimmän PCDD/F-yhdisteen eli 2,3,7,8-TCDD:n osalta USEPA on käynnistänyt uudelleen syöpävaarallisuuden arvioinnin, eikä tällä hetkellä syöpävaarallisuutta kuvaavaa viitearvoa ole saatavilla (USEPA IRIS-tietokanta 2015). PCDD/F-yhdisteiden on todettu lisäävän ihmisen syöpäriskiä, mutta ainoastaan suuren, lähinnä työperäisen, altistumisen seurauksena. Nykyisin esimerkiksi ruuan kautta tulevalta altistumistasolla syöpäriskin ei katsota olevan merkittävä terveyshaitta (THL 2014). Näin ollen tässä kohteessa pintamaassa havaituista haitta-aineista ainoastaan pentakloorifenolia tarkastellaan tässä yhteydessä mahdollisesti syöpävaarallisena aineena. Pentakloorifenolin syöpävaara on laskettu USEPA Iris-tietokannasta saatavan haitta-ainekohtaisen slope factor -kertoimen avulla. Laskennassa on painotettu elinikää Age Dependent Adjustment Factor (ADAF) –kertoimen avulla. Tämä mahdollistaa, että ensimmäisten elinvuosien aikana mahdollisesti tapahtuva altistuminen saa suuremman painoarvon.

Pentakloorifenolin aiheuttaman syöpäriskin laskennassa on käytetty muilta osin samoja laskentakaavoja ja periaatteita kuin ei syöpävaarallisten terveysvaikutusten laskennassa. Slope factor ja ADAF-kerroin on huomioitu USEPAn laskentametodin mukaisesti (USEPA 2011).

Taulukossa 3 on esitetty pentakloorifenolin aiheuttamaa syöpäriskiä koskevan laskennan tulokset. Altistumisen arvioidaan laskennassa tapahtuvan 60 päivänä vuodessa (joka 2. päivä kesäkuukausien ajan) ja kerralla niellyn maa-aineksen määräksi arvioidaan 100 mg/päivä 0-16 – vuotiailla ja 50 mg/päivä aikuisilla. Tämän laskennallisen tilanteen arvioidaan jatkuvan 70 vuoden ajan. Laskenta on esitetty liitteessä 5A.

Taulukko 3. Pentakloorifenolin aiheuttamaa syöpäriskiä koskevan laskennan tulokset.

Parametri	Yksikkö	Pentakloorifenoli (aikuinen > 16 v)	Pentakloorifenoli (lapsi 2-16 v)	Pentakloorifenoli (lapsi < 2 v)
C	mg/kg	28	28	28
IR	mg d ⁻¹	50	100	100
EF	d a ⁻¹	60	60	60
ED	a	54	14	2
BW	kg	75	35	10
AT	d	25550	25550	25550
fa	-	1	1	1
CF	kg mg ⁻¹	1,00E-06	1,00E-06	1,00E-06
ADD _{niel}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹	0,000002	0,000003	0,000001
Slope factor	mg kg ⁻¹ d ⁻¹	0,40	0,40	0,40
ADAF	-	1	3	10
Eri elinikien mukaisesti painotettu syöpäriski		9E-07	3E-06	5E-06
Eri elinikien yhteenlaskettu pentakloorifenolin syöpäriski = syöpätapausten määrä 0,9 per 100 000 ihmistä				0,9E-05
Hyväksyttävä syöpäriski ¹ = syöpätapausten määrä 1 per 100 000 ihmistä				1E-05

1) Tämä vastaa tyypillistä terveystarvikkeiden arviointikäytäntöä mm. useimmissa EU-maissa (ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014 s. 83).

C = todettu maksimipitoisuus pintamaassa

IR=Tahattomasti niellyn maan määrä (100 tai 50 mg/p), ohje 6/2014 s. 113

EF=Altistuspäivien määrä, 60 d, arvio

ED=Lapsen oletetaan altistuvan alueella 16 vuotta ja aikuisen 54 vuotta, USEPA 2011

BW=paino 0-2 vuotta 10 kg, 2-16 vuotta 35 kg ja yli 16 vuotta 75 kg, USEPA 2011

AT=Ihmisen oletetaan käyvän alueella 70 vuoden ajan eli 25 550 päivää

fa=kaikki saatu haitta-aine imeytyy ja pääsee vaikuuttamaan kehossa

CF= muunnoskerroin mg->kg

Laskennan perusteella pintamaan pentakloorifenolille altistumisesta ei aiheudu hyväksyttävän syöpäriskirajan (1 syöpätapaus / 100 000 ihmistä) ylittymistä, vaikka altistumista tapahtuisi koko eliniän ajan. Hyväksyttävä syöpäriskiraja 1/100 000 ihmistä on käytössä mm. useimmissa EU-maissa (ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014 s. 83).

9. EKOLOGISTEN RISKIEN ARVIOINTI

9.1 Altistusreitit

Käsitteellisen mallin avulla eliöstön mahdollisiksi altistusreiteiksi alueen maaperässä ja sedimentissä esiintyville haitta-aineille tunnistettiin:

- maaperäeliöstön altistuminen maaperässä oleville haitta-aineille (lyijy, sinkki, tri-, tetra- ja pentakloorifenolit, öljyhiilivedyt, PCDD/F)
- vesieliöstön altistuminen sedimentin PCDD/F- ja TBT- yhdisteille

9.2 Maaperäeliöstön altistuminen

Maaperän eliöiden altistuminen kohteessa todetuille haitta-aineille on mahdollista. Taulukossa 4 on esitetty alueen maaperässä todettujen haitta-aineiden maksimipitoisuuksien vertailu maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisen yhteydessä laskettuihin ekologiin viitearvoihin (Suomen ympäristö 23/2007).

Taulukko 4. Kohteen maksimipitoisuuksien vertailu ohjearvojen perustaksi määritettyihin ekologisiin viitearvoihin: suurin hyväksyttävä pitoisuus asuinalueella (SHP_{eko}) ja suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella ($SHPT_{eko}$). (Suomen ympäristö 23/2007)

Haitta-aine	Havaittu maksimipitoisuus mg/kg	SHP_{eko} (mg/kg)	$SHPT_{eko}$ (mg/kg)
Lyijy	210	490	750
Sinkki	4 700	210	340
Keskiraskaat jakeet C10-C21	370	0,49–9,9	28–560
Raskaat jakeet C21-C49	3500	-	-
PCDD/F	0,002	0,019	0,18
Trikloorifenolit	25	22	44
Tetrakloorifenolit	264	21,5	43
Pentakloorifenoli	400	12	175

Vertailun perusteella havaitut sinkin, öljyhiilivetyjen keskiraskaiden jakeiden sekä tetra- ja pentakloorifenolien maksimipitoisuudet ylittävät epäherkän maankäyttömuodon suurimman hyväksyttävän pitoisuustason ($SHPT_{eko}$). Kuitenkin esimerkiksi pentakloorifenolilla tehtyjen toksisuustestien perusteella aine ei ole erityisen haitallista maaperän mikrobiologisille prosesseille, mutta pentakloorifenoli on kertyvää.

Maaperän herkimmille eliölajeille, kuten mikrobeille tai muille hajottajaeliöille, voi siis esiintyä haittoja, mutta haitta on paikallinen. Eliöiden kannalta puru- ja haketyttö, jossa haitta-aineita on pääosin havaittu, ei ole todennäköinen elinympäristö, kun alueen vieressä on muita elinympäristöjä tarjolla. Eliöiden kannalta alueella pitkään olleet, pienillä alueilla paikallisesti esiintyvät haitta-aineet ovat vähäisempi riski kuin niiden poistaminen, jolloin poistetaan pieneliöstön elinympäristö. Alueen läheisyydessä ei ole merkittäviä suojeltavia eliölajeja tai luonnonsuojelualueita, joille maaperän haitta-aineista aiheutuisi haittaa. Näin ollen, vaikka paikallisesti kohonneet haitta-ainepitoisuudet vaikuttavat eliöiden menestymiseen, eivät haittavaikutukset ulotu pilaantuneen alueen ulkopuolelle, eikä ekologinen haitta siten ole merkittävää.

9.3 Vesieliöiden altistuminen

PCDD/F-yhdisteet

Sahan edustalla Hakalanlahden pohjasedimentin pintakerroksessa todettu PCDD/F-ekvivalenttipitoisuus (WHO-TEQ) oli 340 ng/kg. Erityisesti vesistöissä dioksiinit ovat voimakkaasti kertyviä ja voivat rikastua ravintoketjussa. Pitkäaikaisessa altistuksessa dioksiinit ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille sekä monille nisäkkäille ja linnuille.

Dioksiinien ja furaanien myrkyllisyys vaihtelee yhdisteittäin huomattavasti ja käytännöllisistä syistä pitoisuudet summataan arvioidun myrkyllisyyden suhteen painotettuina ja ilmoitetaan 2,3,7,8-tetraklooridibentsodioksiinin (TCDD) myrkyllisyyteen suhteutettuina toksisuusekvivalentteina (TEQ). Myrkyllisimmissä kongeneereissa kloorit ovat asemassa 2, 3, 7 ja 8, mutta muitakin klooria voi esiintyä lisäksi (esim. 1,2,3,7,8 tai 1,2,3,6,7,8). Sahoilla 1980-luvulle saakka puutavaran sinistymisenestoon käytetty KY5 sisälsi erittäin vähän TCDD:tä ja KY5-peräisissä pilaantumissa toksisuusekvivalentti muodostuu suurimmaksi osaksi 1234678-HpCDF:stä. Toksisuusekvivalentin laskentaan liittyvä epävarmuus on suurimmillaan KY5 –kontaminaatiotyyppisessä tilanteessa, jossa toksisuusekvivalentti muodostuu käytännössä yhdestä (muu kuin TCDD) tai muutamasta kongeneerista (Rossi 2011).

Dioksiinien ja furaanien kertyminen pohjaeläimiin ja kaloihin vaihtelee kongeneereittain, mutta yleisesti ne kertyvät vähemmän kuin niiden Kow -kertoimen perusteella voitaisiin olettaa (Rossi 2011). Hakalanlahden sedimentissä on KY5 sinistymisenestoaineen käytöstä peräisin olevia kohonneita dioksiini- ja furaanipitoisuuksia, joissa 1234678 –HpCDF on vallitseva kongeneeri (liite 3). Hepta- ja oktakloorautuneet furaanit kertyvät kaloihin vielä huonommin kuin vähemmän

kloorautuneet kongeneerit (Rossi 2011). Esimerkiksi Kymijoella, jossa on niin ikään KY5 sinistymisestä aiheutuvaa pilaantumaa (mutta huomattavasti korkeampina pitoisuuksina kuin tässä kohteessa), kalojen 1234678 -HpCDF:än osuus dioksiinien ja furaanien kokonaistoksisuudesta on siellä tehdyissä tutkimuksissa kuitenkin ollut pieni (Koistinen ym. 1995, Korhonen ym 2001). Myös KY5 –päästöille altistuneen Kärkölen Valkjärven kaloissa dioksiinien ja furaanien pitoisuudet osoittautuivat pieniksi (Vartiainen ym. 1995).

Clarke ym. (2004) määrittivät eri kongeneereille biokertymiskertoimet sedimentistä pohjaeläimiin (ts. määrittivät haitta-aineen kertymismäärän sedimentistä eliöihin). Keskimääräiseksi biokertymiskertoimeksi tasaisella kongeneerijakaumalla tuli 0,57 erityisesti pentaklooridioksiinien ja –furaanien voimakkaan biokertyvyyden takia. 1,2,3,4,6,7,8-heptakloorifuraanille em. tutkijat laskivat biokertymiskertoimeksi 0,032, mutta totesivat laskelmaan sisältyvän suurta epävarmuutta.

Käyttämällä keskimääräistä biokertyvyyskerrointa on taulukkoon 5 laskettu arvio Hakalanlahden pohjaeläimiin kertyvästä haitta-ainemäärästä. Taulukossa on esitetty lisäksi kirjallisuudessa esitetyt haitattomiksi määritetyt pitoisuustasot.

Taulukko 5. Arvio Hakalanlahden pohjaeläimiin kertyvästä haitta-ainemäärästä ja vertailu haitattomiin pitoisuustasoihin.

<i>Eliölaji</i>	<i>Pitoisuus Hakalanlahden sedimentissä ng PCDD/F WHO-TEQ /kg</i>	<i>Kertyvyys kerroin</i>	<i>Pitoisuus Hakalanlahden eliöissä ng PCDD/F WHO-TEQ /kg</i>	<i>Vertailuarvo ng TCDD/kg</i>
Pohjaeläimet	340	0,57 ¹	194	Surviaissääski 144 000 ² Harvasukamoto 174 000 ²
Kalat	340	0,16-0,7 ²	54-238	32 – 64 ³

1) Clarke, J., McFarland, V., Lutz, C., Jones, R. & Pickard, S. 2004. Analysis of uncertainty in estimating dioxin bioaccumulation potential in sediment –exposed benthos. DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-R5). U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS

2) Rossi 2011 KYMIJOEN PILAANTUNEET SEDIMENTIT, RISKINARVIO, 10.2.2011 (lähdeviitteet: Endicott & Cook 1994, Kuehl ym. 1987, Loonen ym. 1994)

3) McCarty, L.S. & Mackay, D. 1993. Enhancing ecotoxicological modelling and assessment. Environ. Sci. Technol. 27(9): 1719 – 1728.

Taulukossa 5 esitettyjen vertailuarvojen taustalla on seuraavaa tutkimustietoa. Rossin (2011) mukaan eräässä tutkimuksessa surviaissääsken toukilla TCDD-pitoisuuksilla 144 000 ja harvasukamadoilla 174 000 ng/kg kudoksen tuorepainoa kohden ei aiheuttanut havaittavaa vaikutusta koko elinkierron kestävässä kokeessa. McCarty & Mackay (1993) puolestaan laskivat kirjallisuudessa esitettyjen toksisuustestien tulosten perusteella eläinten (lähinnä kalojen nuoruusasteet) perusteella eläinkudoksen TCDD:n kokonaispitoisuuden haitattomaksi raja-arvoksi 32 – 64 pg/g tuorepainoa.

Tutkimusten perusteella monet selkärangattomat eläimet voivat kerätä kudoksiinsa korkeita dioksiinipitoisuuksia ilman havaittavia vaikutuksia. Selkärangattomilla eläimillä vaikutusmekanismit ovat erilaisia kuin selkärangattomilla, mikä selittää suuremman sietokyvyn. Koska dioksiinit voivat kertyä selkärangattomiin ilman myrkyvaikutusta, kulkeutuminen ravinto- ketjuissa ylöspäin voi olla merkittävää.

Laskennallisten Hakalanlahden pohjaeliöiden pitoisuuksien ja vertailuarvojen (taulukko 5) perusteella pohjaeläimille ei arvioida aiheutuvan merkittävää haittaa Hakalanlahden alueella. Kaloissa PCDD/F-yhdisteet voivat laskennan perusteella teoriassa kohota yli em. tutkimuksissa haitattomaksi havaitun tason. Toisaalta arvioissa käytetty biokertyvyyskerroin perustuu pentaklooridioksiinien ja –furaanien (joiden pitoisuudet Hakalanlahden pohjasedimentissä olivat alhaiset) heptakloorifuraaneja voimakkaampaan biokertyvyyteen. Kymijoen tai Kärkölen vesistöalueella juuri KY5-kongeneerien ei ole todettu kertyvän merkittävästi kaloihin (Rossi 2011). Lisäksi Kymijoella keskimääräiset sedimentin PCDD/F pitoisuudet ovat 260 000 ng l

TEQ/kg, mikä on huomattavasti Hakalanlahden sedimentin PCDD/F pitoisuuksia korkeampia (Kymijoen YVA 2011).

Hakalanlahdella PCDD/F-pitoisuuksia arvioidaan esiintyvän varsin pienellä alueella sataman tuntumassa. Kalat liikkuvat laajalla alueella, joten laajalla alueella merkittävää kertymistä ei arvioida tapahtuvan. Näistä syistä kaloihin ei arvioida kertyvän laskennassa esitettyä pitoisuustasoa.

Merkittävää ekologista haittaa pienialaisesta sedimenttien pilaantumisesta ei arvioida aiheutuvan.

Orgaaniset tinayhdisteet (TBT-TPT)

Tributyylitina (TBT) on orgaaninen tinayhdiste, jota on käytetty eliöiden kiinnittymisenestoon laivojen ja veneiden pohjamaaleissa (antifouling-maalit). Trifenyylitinayhdisteet (TPT) ovat synteettisiä, orgaanisia tinayhdisteitä, jota on käytetty TBT:n tavoin veneiden ja laivojen antifouling-maaleissa. TPT vastaa myös ominaisuuksiltaan TBT:tä, joten sen aiheuttamat ympäristövaikutukset liittyvät niin ikään erityisesti vesistöihin. TBT on rasvaliukoinen ja kertyy tämän vuoksi vesistöissä eliöihin, kuten kaloihin.

Hakalanlahden rantasedimentissä yhden näytteen (S1) TBT-TPT summapitoisuus (716 µg/kg) pintasedimentin ylitti VNA 214/2007 mukaisen maaperän kynnyksarvon (100 µg/kg), mutta allitti alemman ohjearvon (1000 µg/kg). Kanadassa (Golder 2012) eräeseen kohteeseen sedimentin alemmaksi kynnyksarvotasoksi on määritetty 750 µg/kg. Tämä arvo allittuu Hakalanlahden kohteessa.

Muutoin TBT-TPT summapitoisuudet Hakalanlahden sedimenttinäytteissä vaihtelivat välillä <1-39 µg/kg. Edellä esitetyn viitearvovertailun perusteella Hakalanlahden sedimentissä todetuista orgaanisista tinayhdisteistä ei arvioida aiheutuvan merkittävää haittaa alueen vesieliöille, kun vielä huomioidaan, että yhdisteitä esiintyy hyvin suppealla alueella.

10. EPÄVARMUUSTARKASTELU

10.1 Tutkimukset

Maaperätutkimukseen käytetyt menetelmät ovat yleisesti käytettyjä ja tutkimuksessa käytetyt kenttäanalyysit (XRF) on varmennettu laboratorioanalyysillä. Laboratorioanalyysit on toteutettu akkreditoitussa laboratoriossa. Näin ollen näytteenottoon ja analytiikkaan ei liity merkittäviä epävarmuuksia. Kohteen toimintahistoriasta on niukalti tietoa, mikä aiheuttaa jonkin verran epävarmuutta tutkimusten kohdentumiseen. Vuoden 2015 tutkimukset on kuitenkin kohdennettu aiemmat tutkimustiedot huomioiden siten, että saatu aineisto täydentää aiempaa tietoa. Tehdyillä tutkimuksilla pilaantuneisuuden horisontaalista laajuutta ei täysin ole rajattu. Maaperänäytteiden lisäksi alueelta on kuitenkin otettu sedimenttinäytteitä, jonka avulla on voitu arvioida haitta-aineiden kulkeutumista kertymistä vesistöalueelle.

Tutkimuksilla on saatu varsin kattava yleiskuva alueen maaperän tilasta ja puru- ja haketytön laajuudesta. Vanhojen karttakuvien ja tehtyjen tutkimusten perusteella havaitaan, että ranta-alueella on täytetty mm. purulla ja hakkeella. Riskien arvioinnin kannalta epävarmuutta liittyy lähinnä saharakennuksen pohjoispään ympäristön maaperän nykyisiin kloorifenoli- ja PCDD/F yhdisteiden pitoisuustasoihin. Tutkimukset ko. alueen kloorifenolipitoisuuksista ovat lähes 20 vuoden takaa, joten on epävarmaa, onko pitoisuustasoissa tapahtunut muutoksia, lähinnä kloorifenolipitoisuuksien pienemistä. Toisaalta suurimmat kloorifenolipitoisuudet on havaittu juuri kyseisellä alueella, josta ei ole analysoitu PCDD/F -yhdisteiden pitoisuuksia. PCDD/F-pitoisuudet ovat yleisesti korkeimmillaan siellä missä kloorifenolipitoisuudet. Tämä vuoksi on mahdollista, että saharakennuksen pohjoisosan alueella ja lähiympäristössä on korkeampia pitoisuuksia, kuin mitä tutkimuksissa on todettu. Todennäköisesti mahdolliset korkeammat PCDD/F – pitoisuudet kuitenkin esiintyvät syvemmillä puru- ja haketytöissä maa-aineksessa. Lisäksi saharakennuksen pohjoisosan ympäristö on asfaltoitu, eikä alueella siten tapahdu altistumista, vaikka maaperässä esiintyisikin todettua selvästikin korkeampia PCDD/F-yhdisteiden pitoisuuksia.

10.2 Riskinarviointi

Laskenta sisältää aina epävarmuuksia johtuen mallien ja todellisen tilanteen eroista sekä parametrien valinnan vaikutuksesta.

Hakalanlahteen suuntautuvan vajoveden kloorifenolien kulkeutumisen arvioinnissa käytettiin apuna maaperän pH-arvoja alueelta. pH-arvoja oli määritetty kattavasti alueelta. Laadullisen arvioinnin arvioidaan kuvaavan riittäväällä tarkkuudella Hakalanlahden tilannetta, sillä vastaavien sahakohteiden pintavesissä ei ole havaittu merkittävästi kohonneita kloorifenolipitoisuuksia suurista pintavesikohteista tehdyissä analyyseissa. Samaan suuntaiseen tulokseen viittaavat rannan tuntumasta analysoidut sedimenttien kloorifenolipitoisuudet, jotka olivat alle määritysrajan. Muiden haitta-aineiden osalta kulkeutuminen (tai tässä tapauksessa kulkeutumattomuus) on voitu osoittaa haitta-aineiden ympäristökäyttäytymistä koskevan yleisen tietämyksen perusteella.

Laskennallisessa terveysvaikutusten arvioinnissa kohdealueella lasten arvioidaan liikkuvan ja leikkivän 60 päivänä vuodessa. Altistumistiheys on kesäkuukausina joka toinen päivä tai vuoden aikana keskimäärin noin 5 kertaa kuukaudessa. Altistumistason arvioidaan olevan alueelle soveltuva, kuitenkin jossain määrin yliarvio, kuten myöskin syöpävaaran laskennassa käytetty altistumismäärä. Saharakennuksen ympärillä maaperässä saattaa esiintyä korkeampia PCDD/F-pitoisuuksia, mitä kuin rannan tuntumassa tutkimuksin on todennettu. Tämän ei kuitenkaan arvioida nostavan altistumistasoa, koska kyseinen alue on asfaltoitua, joka estää altistumisen. Pentakloorifenolin aiheuttamaa syöpävaara koskevan arvioinnin osalta on huomattava, että pintamaassa pentakloorifenolia on todettu selvästi kohonneena pitoisuutena ainoastaan yhdessä tutkimuspisteessä vuoden 1998 tutkimuksessa. Merkittävin kloorifenolia-alue on pääosin asfaltoitua (liite 1), jolloin altistuminen on todellisuudessa laskennassa arvioitua vähäisempää ja laskennan tulos siten yliarvioi vaikutuksia.

Terveysriskin arviointiin ei arvioida nykyisillä suunnitelluilla käyttömuodoilla liittyvän merkittäviä epävarmuuksia. Sedimentissä esiintyvien haitta-aineiden osalta ei nykyisellään ole osoitettavissa altistumisreittiä ihmiselle. Mikäli alueelle suunnitellaan uimarantaa, tulee sedimentin haitta-aineiden pitoisuudet huomioida. Uimaranta voidaan rakentaa esimerkiksi siten, että päälle tulee kangas ja riittävä hiekkakerros, jolloin altistuminen haitta-aineille sekä haitta-aineiden leviäminen estyy.

Ekologisten riskien arvioinnissa karkeassa laskennassa kalojen teoreettisten PCDD/F-pitoisuuksien todettiin ylittävän kaloilla todettuja haitattomia pitoisuustasoa. Kuitenkin pilaantuneen sedimentin pienialaisuuden ja KY5:n sisältämien PCDD/F kongeneerien vähäisen kertyvyyden perusteella sekä muista kohteista tehtyjen havaintojen perusteella kalastoon kertymisen ei arvioida olevan merkittävää myöskään Hakalanlahdella. Merkittävää epävarmuutta ei arvioida olevan ekologisten riskien arvioinnissa.

11. KUNNOSTUSTARVE JA RISKIENHALLINTA

11.1 Yhteenveto riskeistä

Esitetyn riskiarvion perusteella kohdealueen maaperässä ja sedimentissä esiintyvistä haitta-aineista ei aiheudu merkittävää ympäristö- tai terveyshaittaa alueen nykyisellä tai suunnitellulla käytöllä. Ihmisiin kohdistuvien terveysvaikutusten kannalta olennaisin altistumista aiheuttava tekijä on pintamaassa esiintyvät PCDD/F-yhdisteet sekä pentakloorifenoli, joiden esiintymisestä pintamaassa ei kuitenkaan ole koko aluetta kattavaa tutkimustietoa. Kaiken kaikkiaan arviointi on kuitenkin tehty siinä määrin konservatiivisesti, että edellä mainittu tutkimustiedon puuttuminen ei merkittävästi vaikuta riskiarvioinnin luotettavuuteen.

11.2 Toimenpidetarve

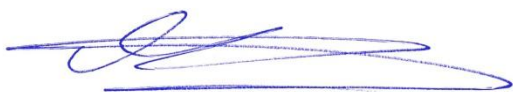
Riskiarvioinnin perusteella kohteessa ei ole tarvetta maaperän kunnostustoimenpiteille tai muille erityisille riskienhallintatoimenpiteille alueen nykyisellä tai suunnitellulla käytöllä. Pilaantuneiden maiden poistaminen on siten tarpeellista ainoastaan siinä laajuudessa, kuin alueella mahdollisesti toteutettavat rakennustoimenpiteet sitä rakennusteknisesti edellyttävät. Pilaantuneet maa-ainekset ja sedimentti luokitellaan kaivettaessa jätteiksi, ja haitta-ainepitoisuuksien ohella alueella esiintyvä orgaaninen aines (puru ja kuorike) rajoittaa maa-ainesten kaatopaikkasijoittamista.

Pilaantuneen maa-aineksen kaivu on erityistyötä, joka vaatii aina ympäristönsuojelulain mukaisen luvan tai YSL 136 §:n mukaisen ilmoituksen tekemistä alueelliselle ELY-keskukselle.

Näin ollen alueella toteutettavat rakennustoimenpiteet suositellaan suunniteltaviksi siten, että ne eivät sijoitu pilaantuneille alueille ja/tai siten että maankaivu jää mahdollisimman vähäiseksi.

Lisäksi alueet, joilla pintamaassa esiintyy tai arvioidaan esiintyvän (liite 1) PCDD/F-yhdisteitä ja/tai kloorifenoleita, suositellaan varmentavana toimenpiteenä verhoiltavan kasvukerroksella tai murskeella tai muutoin pinnoitettavan pilaantumattomalla materiaalilla vähäisenkin altistumisen ehkäisemiseksi.

Ramboll Finland Oy



Ari Kolehmainen
Ryhmäpäällikkö



Hanna Tolvanen
Ympäristökemisti

Kirjallisuuslähteet:

Golder 2012: Development of a Sediment Remedial Action Objective for Tributyltin
http://www.rpic-ibic.ca/documents/2012_fcs_presentations/Jones_E.pdf

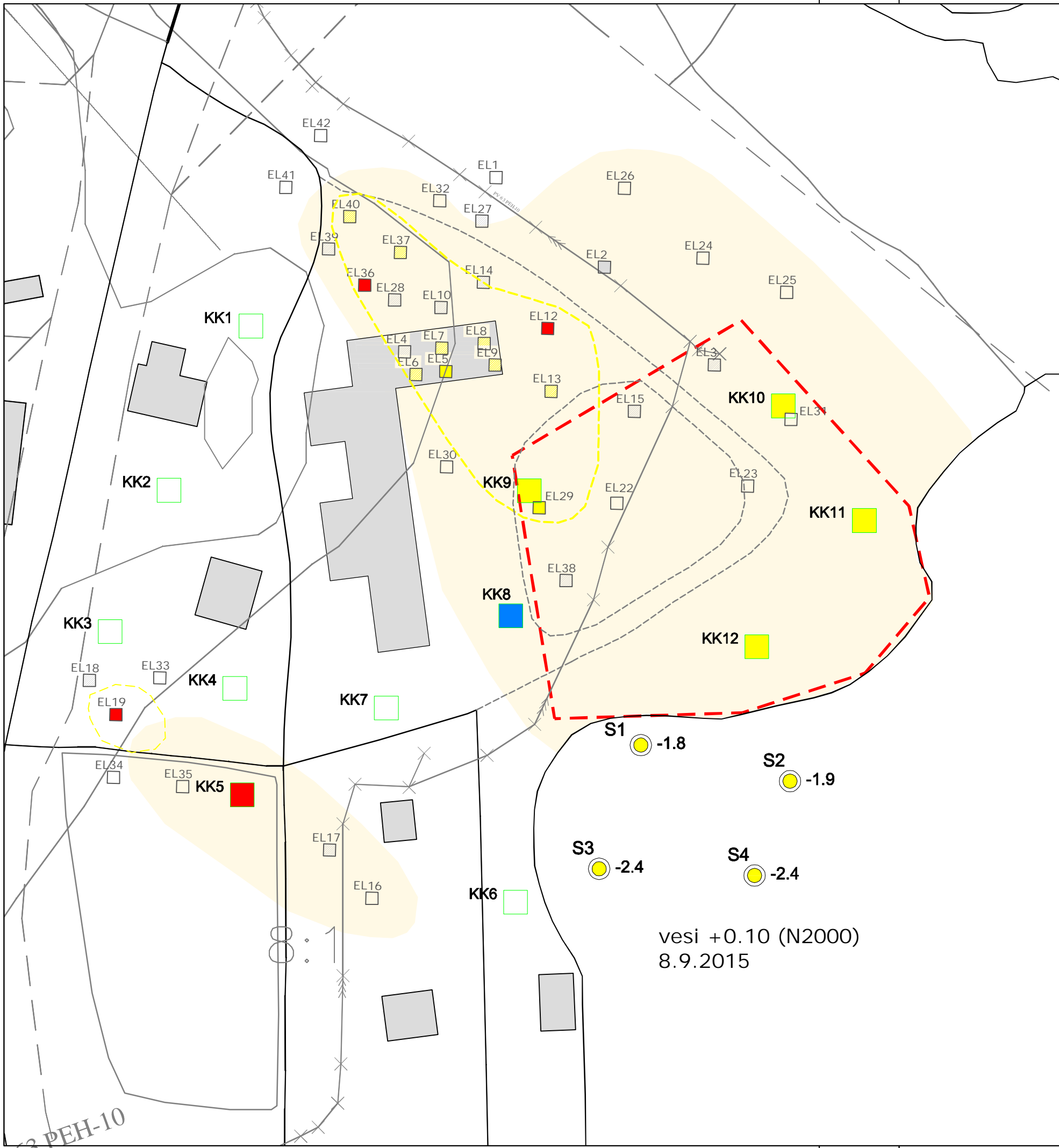
SUOMEN YMPÄRISTÖ 23 | 2007: Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen. Suomen ympäristökeskus.

Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014; Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta; ympäristöministeriö 2014.

Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015; sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje, ympäristöministeriö 2015

W. Nelson Beyer (toim.) Environmental Contaminants in Biota: Interpreting Tissue Concentrations ...edited by, James P. Meador

LIITE 1
Tutkimuskartta



MERKI NNÄT:

- EL1...EL42 □ Koekuopat v.1998, Ins.tsto Esko Lappalainen
- Koekuoppa 1998; kloorifenolipitoisuus 1...10 mg/kg
- Koekuoppa 1998; kloorifenolipitoisuus >10 mg/kg
- Alue, jolla esiintyy puru/kuoritäyttöä (rajaus ohjeellinen)
- v.2015 tutkimusten perusteella PCDD/F- yhdisteiden pitoisuudet > alempi ohjearvotaso
- v.2015 tutkimusten perusteella PCDD/F- yhdisteiden pitoisuudet >ylempi ohjearvotaso
- Kloorifenolien pitoisuudet > alempi ohjearvotaso
- KK1...KK12 □ Koekuopat v.2015, Ramboll Finland Oy
- S1...S4 ○ -1.8...-2.4 Sedimenttinäytteet v.2015, Ramboll Finland Oy Pohjan taso -1.8... -2.4
- Analysoidut pitoisuudet > kynnysarvotaso
- Analysoidut pitoisuudet > alempi ohjearvotaso
- Analysoidut pitoisuudet > ylempi ohjearvotaso
- Analysoidut pitoisuudet > vaarallinen jätteen raja-arvo

vesi +0.10 (N2000)
8.9.2015

63 PEH-10

K.osa/ kylä	Kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide		Piirustuslaji Ympäristötekniinen tutkimus	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö Mittakaava	
HAKKEENPÄÄN SAHA TAIVASSALO		Tutkimuskartta 1:750	
Suunn.ala YMP		Työnro 1510023881	Tiedosto
Ramboll Linnankatu 3 a B 20100 Turku		Piirustusno 01	Muutos
Hyv. (nimi, tutkimus, allekirj.)		Piirt. AKo	Suunn. HTo/AKo
		Pvm 30.12.2015	

LIITE 2

Yhteenvedot maaperä- ja sedimenttitutkimusten ja tuloksista

KENTTÄHAVAINTOJEN JA ANALYYSITULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Asiakas:

Kohde: Entinen Hakkeenpään saha, Taivassalo

Projektinumero: 1510021527

pvm. 23.10.2015

Pistetunnus	Syvyys	Maalaji arvio	Lisätietoja havainnot	Viitearvot luontainen pit. ¹	Kenttämittaukset					Metallit ja puolimetallit ²										PCDD/F	Kloorifenolit					Jyhiilivetyjakeet ja oksygenat											
					As	Cu	Pb	Zn	Kuiva-aine	Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V		Monokloori-fenolit ³	Dikloori-fenolit ³	Trikloori-fenolit ³	tetra-kloori-fenolit ³	pentakloori-fenolit ³	C ₁₀ -C ₂₁ Keskit.	C ₂₁ -C ₄₀ Raskaat	C ₁₀ -C ₄₀ sum.									
				kynnysarvo	5	100	60	200		2	5	1	20	100	100	60	50	200	100	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	300									
				alempi ohjearvo	50	150	200	250		10	50	10	100	200	150	200	100	250	150	100	5	5	10	10	10	300	600	-									
				ylempi ohjearvo	100	200	250	400		50	100	20	250	300	200	750	150	400	250	1500	10	40	40	40	20	1000	2000	-									
				vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	2 500	2 500	2 500		2 500	1 000	100	1 000	1 000	2 500	2 500	1 000	2 500	10 000	15 000	25 000	25 000	2 500	2 500	1 000	10 000	10 000	10 000									
					(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	%	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)									
RF	KK	1		0,0 - 0,2	Sr			46	94,0 %																												
				0,2 - 0,5	SiHk			33																													
				0,5 -	kallio																																
RF	KK	2		0,0 - 0,3	Hk			30																													
				0,3 - 0,5	SiHk			25	9,0 %	1,7	4,3	<0,2	2,6	9,7	<10	13	4,5	100	12																		
				0,5 -	kallio																																
RF	KK	3		0,0 - 0,2	Hm/Hk			42																													
				0,2 - 0,6	Mr			53	87,0 %																												
				0,6 -	kallio																																
RF	KK	4		0,0 - 0,3	Hm/Hk			24																													
				0,3 - 0,6	Hk			111	87,0 %																												
				0,6 - 0,8	Hk			62																													
				0,8 - 1,0	Sa																																
RF	KK	5		0,0 - 0,5	Hk/Sr	oilhaju		30	94,0 %																												
				0,5 - 1,5	puuparkki				61,0 %	<0,5	2,2	0,42	2	8,3	<10	11	4,4	180	9,2																		
				1,5 - 2,0	SiHk	vetinen			87,0 %																												
RF	KK	6		0,0 - 0,3	Hk/Sr			44	89,0 %	<0,5	3,7	<0,2	3,4	15	100	40	7,2	180	13																		
				0,3 -	louhe																																
RF	KK	7		0,0 - 0,5	Hm/Hk			27																													
				0,5 - 1,0	Hk, kiviä			19																													
				1,0 - 2,0	Hk, kiviä																																
				2,0 - 2,2	Hk/Si	vetinen																															
RF	KK	8		0,0 - 0,5	SrHk			61	95,0 %																												
				0,5 - 1,6	puuparkki			34	54,0 %	2,1	3,2	7,2	3,1	13	28	66	8,3	4700	13																		
				1,6 - 1,8	SiHk	vetinen			71,0 %																												
				1,8 - 2,0	Sa																																
RF	KK	9		0,0 - 0,5	Hk/Sr			84	93,0 %																												
				0,5 - 1,5	puuparkki				47,0 %	5,5	3	0,47	4	20	52	210	15	190	15																		
				1,5 - 2,0	Hk				77,0 %																												
				2,0 -	Sa																																
RF	KK	10		0,0 - 0,3	SiHk			34	94,0 %																												
				0,3 - 1,0	Hk, puunpalasia			28	86,0 %																												
				1,0 -	tukkirivi	vesipinta n. 1,5 m																															
RF	KK	11		0,0 - 0,3	Hk			34	94,0 %																												
				0,3 - 1,0	puupuru, Hk			28	71,0 %	<0,5	2,2	<0,2	2,3	9,6	<10	11	5	46	12																		
				1,0 - 1,3	Hk, Sa	vesipinta n. 1,1 m			67,0 %																												
RF	KK	12		0,0 - 0,3	SiHk			37	88,0 %																												
				0,3 - 1,0	sahanpuru	vesipinta n. 0,9 m		28	79,0 %																												
				1,0 -	uppotukkeja, eks.																																
RF	Kokooma 1	KK8, KK9; KK10; KK11, KK12 pinta							94,0 %																												
RF	Kokooma 2	KK8, KK9; KK10; KK11, KK12 täyttö							67,0 %																												

Viitearvovertailu, VnA 214/2007 ja Syke opas 98/2002:

X	tulos ylittää kynnysarvon
XX	tulos ylittää alemman ohjearvon
XXX	tulos ylittää ylempään ohjearvon
XXXX	tulos ylittää suuntaa-antavan vaarallisen jätteen raja-arvon

Huomautukset:

- 1.-12. = kts. VnA 214/2007
13. = Luvuissa mukana kaikki numeeriset tulokset. Jos tulos alle detektorirajan, on laskennassa tuloksena käytetty detektorirajaa.
14. = Aistihavainto kosteudesta, kts. oheinen luokitus
15. = Aistihavainto pilaantuneisuudesta, kts. oheinen luokitus

Kosteus:

- 0 = kuiva
1 = kostea
2 = märkä
3 = pv-tason alla

Aistihavainnot pilaantuneisuudesta:

- 0 = pilaantumaton L = Luonnonmaa
1 = lievä T = Täyttömaa
2 = kohtalainen
3 = voimakas



ANALYYSITULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO
Asiakas: Taivassalon kunta
Kohde: Hakkeenpään saha
Projektinnumero: 1510021527
pvm. 5.10.2015

Pistetunnus	Syvyys	Kerros	Maalaji	Viitearvot	Org.aines	savipit.	Kuiva- aine	Metallit ja puolimetallit ²										PCB ja PCDD/F		Kloorifenolit					TBT- TPT ¹⁰	
								Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	PCB ⁶	PCDD/F/ PCB ⁷	Monokloori- fenolit ³	Dikloori- fenolit ³	Triklloori- fenolit ³	tetrakloori- fenolit ³	Pentakloori- fenoli		
			määritetty	kynnysarvo	Hehkutus- häviö			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
				alempi ohjearvo				2	5	1	20	100	100	60	50	200	100	0,1	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	
				ylempi ohjearvo				10	50	10	100	200	150	200	100	250	150	0,5	100	5	5	10	10	10	1	
					%	%	%	50	100	20	250	300	200	750	150	400	250	5	1 500	10	40	40	40	20	2	
RF		S1	0,0 - 0,1	0,1	hkSiMr	8,5	18,4	40,0 %	<0,50	8,5	0,29	17	74	47	17	38	130	77	0		0	0	0	0	0,716	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	4,5	43,2	44,0 %	<0,50	9,4	0,32	23	100	60	19	53	180	110	0		0	0	0	0	<0,001	
			0,3 - e.k.s.																							
RF		S2	0,0 - 0,1	0,1	siHkMr	14	11,7	40,0 %	<0,50	6,6	0,5	12	46	29	44	27	98	44	0		0	0	0	0	0,014	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	7,1	52,2	47,0 %	<0,50	7,9	0,28	20	82	47	17	45	130	85	0		0	0	0	0	0,002	
			0,3 - e.k.s.																							
RF		S3	0,0 - 0,1	0,1	SiMr	7	36,8	41,0 %	<0,50	8,9	0,37	18	76	47	21	44	140	76	0		0	0	0	0	0,035	
			0,1 - 0,3	0,2	ljSa	7,3	41,8	54,0 %	<0,50	6,3	0,28	13	53	30	14	31	100	52	0		0	0	0	0	0,006	
			0,3 - e.k.s.																							
RF		S4	0,0 - 0,1	0,1	hkSi	13	19,0	44,0 %	<0,50	6,8	0,36	13	47	32	16	29	110	49	0		0	0	0	0	0,008	
			0,1 - 0,3	0,2	hkSi	11	22,7	45,0 %	<0,50	6,4	0,39	13	52	33	16	30	110	54	0		0	0	0	0	0,039	
			0,3 - e.k.s.																							
RF	Kokoama		0,0 - 0,1	0,1		10,6		41,0 %												340						
					tulosten lukumäärä [n]		9	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1	8	8	8	8	8	8

Viitearvovertailu. VnA 214/2007 ja Syke opas 98/2002:

X	tulos ylittää kynnysarvon
XX	tulos ylittää alemman ohjearvon
XXX	tulos ylittää ylempään ohjearvon

Huomautukset:

1.-12. = kts. VnA 214/2007
13. = Luvuissa mukana kaikki numeeriset tulokset. Jos tulos alle detektiorajan, on laskennassa tuloksena käytetty detektiorajaa.

LIITE 3
Laboratoriotutkimusraportit 2015

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/1

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 10.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 10.9.2015

Maanäytteet

	KK1 0--	KK3	KK4	KK5 0--	KK5	Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	0,2	0,2-0,6	0,3-0,6	0,5	0,5-1,5			
Näyttenumero	15MM 03583	15MM 03584	15MM 03585	15MM 03586	15MM 03587			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	94	87	87	94	68	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä			7,4		6,7		RA2036	L
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa				3900		mg/kg ka	RA4020*	L
Keskitisleet (C10-C21)				370		mg/kg ka	RA4020*	L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)				3500		mg/kg ka	RA4020*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	0,008	0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triklloorifenolit yht.	0	0	0,008	0,005	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,007	0,053	0,027	0,017	0,007	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,007	0,053	0,027	0,017	0,007	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

2/3

Projekti: 1510021527/1

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK5	KK8 0--	KK8	KK8,			
	1,5-2	0,5	0,5-1,6	1,6-1,8			
Näyttenumero	15MM	15MM	15MM	15MM			
	03588	03589	03590	03591			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	87	95	54	71	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä			6,5	8,4		RA2036	L
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa					mg/kg ka	RA4020*	L
Keskitisleet (C10-C21)					mg/kg ka	RA4020*	L
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)					mg/kg ka	RA4020*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	0,013	0,013	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triklloorifenolit yht.	0	0,013	0,013	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,005	1,1	0,35	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	1,1	0,35	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	0,16	0,013	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkari@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/1

Menetelmien kuvaukset

Kloorifenolit yht. PIMA-maa

Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.

Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).

Öljyhiilivetyjakeet, maa

Öljyhiilivedyt määritettiin asetonihexaaniuuton ja florisil-puhdistuksen jälkeen käyttäen GC/FI-tekniikkaa. Menetelmällä määritetään poolittomien hiilivetyjen summa välillä C₁₀H₂₂ - C₄₀H₈₂ (dekaani - tetrakontaani). Määrittäysraja on 10 mg/kg ja mittausepävarmuus 31 %. Menetelmä perustuu standardiohjeisiin ISO 11046 ja ISO 16703. Menetelmässä ei oteta kantaa, onko näytteessä havaittu pitoisuuksia yli toteamisrajan, mutta alle määrittäysrajan.

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 10.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 10.9.2015

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK9, 0-- 0,5	KK9 1,5-2	KK10 0-- 0,3	KK10, 0,3-1	KK11 0-- 0,3			
Näyttenumero	15MM 03592	15MM 03593	15MM 03594	15MM 03595	15MM 03596			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	93	77	94	86	94	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä	6,8	6,9		6,7			RA2036	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0,014	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,013	0,019	0,011	0,008	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,013	0,019	0,011	0,008	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KK11 0,3-1	KK12, 0-0,3	KK12, 0,3-1	KK11, 1-1,3			
Näyttenumero	15MM 03597	15MM 03598	15MM 03599	15MM 03600			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	74	88	79	67	m-%	RA4016*	L
pH maa/kiinteä	6,5		6,2	6,7		RA2036	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	0,018	<0,005	0,014	0,015	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Triklloorifenolit yht.	0,018	0	0,014	0,015	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	0,063	<0,005	0,071	0,041	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0,063	0	0,071	0,041	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	0,008	<0,005	0,017	0,008	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/2

Menetelmien kuvaukset

Kloorifenolit yht. PIMA-maa

Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.

Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/4

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 15.9.2015

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 15.9.2015

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	KK 2/0,3-- 0,5m	KK6/0-- 0,3m	KK8/0,5- 1,6m	KK11/0,3- 1,0m			
Näyttenumero	15MM 03710	15MM 03711	15MM 03712	15MM 03713			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	97	86	54	71	m-%	RA4016*	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok		RA3007	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	1,7	<0,50	2,1	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	4,3	3,7	3,2	2,2	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	<0,20	<0,20	7,2	<0,20	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	2,6	3,4	3,1	2,3	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	9,7	15	13	9,6	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	<10	100	28	<10	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	13	40	66	11	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	4,5	7,2	8,3	5,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	100	180	4700	46	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	12	13	13	12	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

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkari@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 1510021527/5

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 24.9.2015

Näytteenottaja: Suvi Pekkarinen

Analysointi aloitettu: 24.9.2015

Maanäytteet

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	KK5/ 0,5-- 1,5m	KK9/ 0,5-1,5			
Näyttenumero	15MM 03903	15MM 03904			
MÄÄRITYKSET					
Kuiva-aine	61	47	m-%	RA4016*	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok		RA3007	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	<0,50	5,5	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	2,2	3,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,42	0,47	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	2,0	4,0	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	8,3	20	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	<10	52	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	11	210	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	4,4	15	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	180	190	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	9,2	15	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

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkari@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510021527/6

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 2.10.2015

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 2.10.2015

Maanäytteet

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	Kokoo- ma 1.	Kokoo- ma 2.			
Näyttenumero	15MM 04077	15MM 04078			
MÄÄRITYKSET					
Kuiva-aine	94	67	m-%	RA4016*	L
PCDD/F maa	ok	ok		RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD	<0,5	0,78	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD	5,6	11	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<2	3,6	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	64	320	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	19	91	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	150	1200	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD	180	1900	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF	2,4	27	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF	11	62	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF	21	100	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	140	880	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	150	850	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	180	790	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	14	120	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	29000	160000	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	86	660	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF	54000	240000	ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ	0,000420	0,002200	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ	0,000370	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L

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

Tutkimustodistus

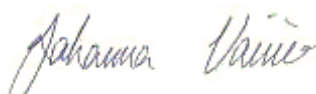
2/2

Projekti: 1510021527/6

	15MM 04077	15MM 04078	Yksikkö	Menetelmä	
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)	0,000380	0,002000	mg/kg ka	RA4035*	L

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

Ramboll Analytics



Johanna Vainio

FM, kemisti, +358 40 183 0635

Lisätiedot 15MM04077 Kokooma 1. KK8 0-0,5, KK9 0-0,5, KK10 0-0,3, KK11 0-0,3, KK12 0-0,3
15MM04078 Kokooma 2. kk8 0,5-1,6, KK9 0,5-1,6, KK10 0,3-1, KK11 0,3-1, KK12 0,3-1

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Menetelmien kuvaukset

PCDD/F maa/kiinteä

Näyte uutettiin tolueenilla käyttäen ASE-tekniikkaa ja puhdistettiin käyttäen erilaisia pylväspuhdistuksia. Näyte analysoitiin GC/HRMS-tekniikkaa käyttäen. Menetelmän mittausepävarmuus on 18-32 %. Menetelmä perustuu standardeihin mod. EPA 1613, mod. EPA 8280A, ja EN 1948-2.

WHO(1998) ja WHO(2005) TEQ-arvoihin on laskettu sekä planaaristen PCB-yhdisteiden että dioksiinien ja furaanien pitoisuudet yhteen, mikäli molemmat määritykset on suoritettu.

Lower bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan nollana.

Middle bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan 0,5 x määrittäysraja.

Upper bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan käyttäen pitoisuutena määrittäysrajaa.

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

Laboratorion tutkimustodistukset - sedimenttinäytteet

Tutkimustodistus

1/5

Projekti: 1510021527/3

Ramboll Finland Oy / Turku

Linnankatu 3 a B
20100 TURKU

Tutkimuksen nimi: Taivassalon kunta, Hakkeenpään saha

Näytteenottopvm: 8.9.2015

Näyte saapui: 11.9.2015

Näytteenottaja: Kari Skog/Jukka Hirvonen

Analysointi aloitettu: 11.9.2015

Sedimenttinäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Sed 1 (0-0,1 m)	Sed 1 (0,1-0,3 m)	Sed 2 (0-0,1 m)	Sed 2 (0,1-0,3 m)	Sed 3 (0-0,1 m)			
Näyttenumero	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	40	44	40	47	41	m-%	RA4016*	L
Hekkutushäviö 550°C	8,5	4,5	14	7,1	7,0	% ka	RA4016	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok	ok	ok			L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	8,5	9,4	6,6	7,9	8,9	mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,29	0,32	0,50	0,28	0,37	mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	17	23	12	20	18	mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	74	100	46	82	76	mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	47	60	29	47	47	mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	17	19	44	17	21	mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	38	53	27	45	44	mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	130	180	98	130	140	mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	77	110	44	85	76	mg/kg ka	RA3000*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L

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

Tutkimustodistus

2/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311	Yksikkö	Menetelmä	
Trikloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,01	mg/kg ka	RA4008*	L
PCB yht.	0	0	0	0	0	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 28	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 52	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 101	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 118	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 138	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 153	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 180	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	mg/kg ka	RA4053*	L
Biosidit (TBT-TPT)	ok	ok	ok	ok	ok		RA4024*	L
Tributyylitina	26	<1	14	2	32	µg/kg ka	RA4024*	L
Trifenyyilitina	690	<1	<1	<1	3	µg/kg ka	RA4024*	L
Raekoko	ok	ok	ok	ok	ok		Alihan- k./Subcont- r.	
Alihankinta, savipitoisuus	ok	ok	ok	ok	ok		Alihankinta	
PCDD/F maa							RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF						ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ						mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)- PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L

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

Tutkimustodistus

3/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00307	15MS 00308	15MS 00309	15MS 00310	15MS 00311	Yksikkö	Menetelmä	
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*	L

Sedimenttinäytteet

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	SED 3 (0,1-0,3 m)	Sed 4 (0-0,1 m)	Sed 4 (0,1-0,3 m)	Kokoo- ma			
Näyttenumero	15MS 00312	15MS 00313	15MS 00314	15MS 00315			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	54	44	45	41	m-%	RA4016*	L
Hehkutushäviö 550°C	7,3	13	11		% ka	RA4016	L
Esikäsitteily, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok			RA3010	L
Metallit (PIMA), maa	ok	ok	ok				L
Antimoni (Sb)	<0,50	<0,50	<0,50		mg/kg ka	RA3000*	L
Arseeni (As)	6,3	6,8	6,4		mg/kg ka	RA3000*	L
Kadmium (Cd)	0,28	0,36	0,39		mg/kg ka	RA3000*	L
Koboltti (Co)	13	13	13		mg/kg ka	RA3000*	L
Kromi (Cr)	53	47	52		mg/kg ka	RA3000*	L
Kupari (Cu)	30	32	33		mg/kg ka	RA3000*	L
Lyijy (Pb)	14	16	16		mg/kg ka	RA3000*	L
Nikkeli (Ni)	31	29	30		mg/kg ka	RA3000*	L
Sinkki (Zn)	100	110	110		mg/kg ka	RA3000*	L
Vanadiini (V)	52	49	54		mg/kg ka	RA3000*	L
Kloorifenolit yht.	ok	ok	ok		mg/kg ka	RA4008*	L
2-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
4-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3-kloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Monokloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,6-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4- ja 2,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,5-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,4-dikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Dikloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,6-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
3,4,5-trikloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Trikloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,6-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
2,3,4,5-tetrakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
Tetrakloorifenolit yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4008*	L
Pentakloorifenoli	<0,005	<0,01	<0,01		mg/kg ka	RA4008*	L
PCB yht.	0	0	0		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 28	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 52	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 101	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 118	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L

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

Tutkimustodistus

4/5

Projekti: 1510021527/3

	15MS 00312	15MS 00313	15MS 00314	15MS 00315	Yksikkö	Menetelmä	
PCB 138	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 153	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
PCB 180	<0,001	<0,001	<0,001		mg/kg ka	RA4053*	L
Biosidit (TBT-TPT)	ok	ok	ok			RA4024*	L
Tributyylitina	6	8	4		µg/kg ka	RA4024*	L
Trifenyyilitina	<1	<1	35		µg/kg ka	RA4024*	L
Raekoko	ok	ok	ok			Alihan- k./Subcont- r.	
Alihankinta, savipitoisuus	ok	ok	ok			Alihankinta	
PCDD/F maa				ok		RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDD				<0,5	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDD				2,8	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDD				<2	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDD				61	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDD				16	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD				240	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDD				410	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,7,8-TetraCDF				5,9	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8-PentaCDF				15	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,7,8-PentaCDF				9,6	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8-HexaCDF				140	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,6,7,8-HexaCDF				190	ng/kg ka	RA4035*	L
2,3,4,6,7,8-HexaCDF				40	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,7,8,9-HexaCDF				45	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF				27000	ng/kg ka	RA4035*	L
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF				110	ng/kg ka	RA4035*	L
OctaCDF				28000	ng/kg ka	RA4035*	L
Lower bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound NATO(1989)-PCDD/F TEQ				0,000360	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000330	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000330	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(1998)-PCDD/F TEQ				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Lower bound WHO(2005)- PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Middle bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L
Upper bound WHO(2005)-PCDD/F TEQ, (Vn 214/2007)				0,000340	mg/kg ka	RA4035*	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510021527/3

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

Ramboll Analytics


Anri Aallon
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Lisätiedot 15MS03658 Kokooma: SED1 (0-0,1 m)+SED 2 (0-0,1 m)+SED3 (0-0,1 m)+SED 4 (0-0,1 m)**Laboratoriot** L Analysoitu Lahdessa**Jakelu** suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Menetelmien kuvaukset

- Kloorifenolit yht. PIMA-maa** Näytteestä määritettiin fenoliset yhdisteet fenoliasetaatteina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,005-0,5 mg/kg yhdisteestä riippuen ja mittausepävarmuus 21-45 % yhdisteestä riippuen. Laboratorion sis. menetelmä, perustuu ohjeeseen Nordtest Report 329.
- Summat on laskettu lower bound-arvoina (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014.).
- Organotinat** Näyte uutettiin HCl-liuoksella ja metanolilla, uutokset derivatisoitiin natriumtetraetyyli-boraatilla ja uutettiin heksaaniin. Yhdisteet analysoitiin kationina käyttäen GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja on 0,001-0,005 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 31-39 % yhdisteestä riippuen. Menetelmä perustuu standardeihin SFS-EN 17353 ja ISO 23161. Menetelmässä ei oteta kantaa, onko näytteessä havaittu alle määrittäysrajan olevia pitoisuuksia analysoituja yhdisteitä.
- PCDD/F maa/kiinteä** Näyte uutettiin toluenilla käyttäen ASE-tekniikkaa ja puhdistettiin käyttäen erilaisia pylväspuhdistuksia. Näyte analysoitiin GC/HRMS-tekniikkaa käyttäen. Menetelmän mittausepävarmuus on 18-32 %. Menetelmä perustuu standardeihin mod. EPA 1613, mod. EPA 8280A, ja EN 1948-2.
- WHO(1998) ja WHO(2005) TEQ-arvoihin on laskettu sekä planaaristen PCB-yhdisteiden että dioksiinien ja furaanien pitoisuudet yhteen, mikäli molemmat määrittäykset on suoritettu.
- Lower bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan nollana.
- Middle bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan 0,5 x määrittäysraja.
- Upper bound-TEQ arvossa yhdisteiden pitoisuus, joka ei ylitä määrittäysrajaa, lasketaan summaan käyttäen pitoisuutena määrittäysrajaa.
- PAH + PCB yht. , kiinteä** PAH-yhdisteet määritettiin käyttäen liuotin uuttoa ja GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja on 0,01 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 17-37 %. Menetelmä perustuu Nordtest Report 329.
- PCB-yhdisteet määritettiin käyttäen liuotin uuttoa ja GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän normaali määrittäysraja 0,001 mg/kg ka ja mittausepävarmuus 20-34 %. Menetelmä perustuu Nordtest Report 329.
- PAH- ja/tai PCB- summa on laskettu lower bound-arvona (huomioidaan vain määrittäysrajalla olevat tai sen ylittävät tulokset. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014).

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

LIITE 4
Haitta-aineiden kuvaukset

Lyijy

Lyijy esiintyy luonnossa hapetusluvulla +2 ja +4. Suomen kallio- ja maaperässä lyijy esiintyy niukkaliukoisina karbonaatti- ja sulfidimineraaleina ja vähäisinä määrinä sitoutuneena silikaattimineraaleihin. Lyijyä esiintyy tavallisesti kertyneenä maaperän orgaaniseen pintakerrokseen. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä heikkoa. Hapettavat ja happamat olosuhteet sekä kompleksoituminen liukoisin yhdisteisiin lisäävät lyijyn liukoisuutta ja kulkeutuvuutta. Lyijy yhdisteeneen (joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta) on luokiteltu terveys- ja ympäristövaaran perusteella seuraavasti: Repr. Cat. 1; R61; Repr. Cat.3; R62; Xn; R20/22; R33; N; R50-53. Lyijy kertyy ihmiseen ravintoketjussa ja on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Lyijyn on todettu olevan erityisen haitallista kehitysiässä oleville lapsille, mikä tulee ottaa huomioon arvioitaessa maaperässä olevan lyijyn mahdollisesti aiheuttamaa terveysriskiä. Lyijyä on käytetty runsaasti mm. elektroniikkateollisuudessa. Suomessa paikallista maaperän lyijykuormitusta ovat aiheuttaneet mm. ampumaratojen haulit ja luodit, kuparisulattojen kuonat sekä autojen akut. Pintamaakerroksissa alueellisesti kohonneet lyijypitoisuudet voivat olla peräisin energiantuotannon polttoprosessien aiheuttamasta ilmalaskeumasta ja lyijyn käytöstä bensiinin lisäaineena.

Lyijy									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	Kd l/kg	NOECterr lajit mg/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja merivesi µg/l
	490 ^{1a} (lajit) 520 ^{1b} (pros.)	55 ^{2a} (pros.) 66 ^{2b} (lajit)	150 ³⁾	11 ⁴⁾	2380	40-1500	15-7700	-	9-2100
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg (Kd = 1000 l/kg)	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	212 (lapset)	5260	1,8 ⁵⁾	-	100	10	3,6 µg/kg/vrk, altistus suun kautta, (WHO) 0,5-1 µg/m ³ , altistus hengitysteitse, (WHO)		

^{1a} Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 13, lajit). 90 % luotettavuusväli: 270-890 mg/kg. HC50aq x Kd: 360 mg/kg.

^{1b} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 39, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 360-750 mg/kg.

^{2a} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n=39, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 29-90 mg/kg.

^{2b} Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 13, lajit). 90 % luotettavuusväli: 20-136 mg/kg. HC50aq x Kd: 26 mg/kg.

³⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=42, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 100-220 µg/l.

⁴⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=42, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 5-18 µg/l.

⁵⁾ Perustana FAO/WHO:n esittämä suurin sallittu viikkoannos 25 µg/kg/vko (TDI: 25 µg/kg/vko / 7 vrk/vko = 3,6 µg/kg/vrk), jonka ei vielä pitäisi nostaa veren lyijypitoisuutta haitalliselle tasolle (> 50 µg/l). Arviossa otettu huomioon erityisesti lapset lyijylle herkkänä ryhmänä. Tähän arvioon (3,6 µg/kg/vrk) käytetty edelleen varmuuskerrointa [2], jolla otettu huomioon uusimpien tutkimusten perusteella todettu epävarmuus lyijyn haitattomasta pitoisuustasosta ja mahdollisesta karsinogeenisuudesta (mm. Selevan ym. 2003; IARC).

Luontainen pitoisuus: **5 (0,1-5) mg/kg**

Kynnysarvo: **60 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **200 (t) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **750 (e) mg/kg**

Sinkki

Sinkki on luonnossa yleinen metalli, joka esiintyy hapetusasteella +2. Suomen kallio- ja maaperässä sinkki esiintyy pääasiassa sulfidimineraaleina ja pienempinä pitoisuuksina silikaattimineraalien kidehilaan sitoutuneena. Maaperässä sinkkiä on luontaisesti runsaasti sulfidipitoisen kallioperän alueilla (mustaliuskealueet) ja sulfidisavimaissa (Pohjanmaa) sekä sulfidipitoisissa turvesoissa. Maaperässä sinkki voi muodostaa erilaisia epäorgaanisia ja orgaanisia kompleksiyhdisteitä, joista monet ovat liukoisia ja siten helposti liikkuvia (esim. $ZnSO_4$ -kompleksi). Maaperän happamoituminen ja alumiinin liukoisuuden kasvu lisäävät sinkin kulkeutuvuutta. Orgaanisen aineksen, savimineraalien sekä rauta- ja alumiinioksidisaostumien runsaus edistävät sinkin sitoutumista maahan. Myös emäksiset ja voimakkaasti pelkistävät olosuhteet heikentävät sinkin liukoisuutta ja liikkuvuutta. Sinkki on tarpeellinen hivenaine kasveille, eliölle ja ihmiselle. Maaperässä mahdollisesti esiintyvistä sinkkiyhdisteistä terveys- ja ympäristövaaran perusteella on luokiteltu mm. sinkkikloridi (Xn; R22; C; R34;N; R50-53), sinkkisulfaatti (Xn; R22; R41; N; R50-53) sekä sinkkikromaatit (Carc. Cat. 1; R45;Xn; R22;R43; N; R50-53). Tietyt sinkkiyhdisteet ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille. Ihmistoiminnan vaikutuksesta maaperään päässyt sinkki on usein liukoisemmassa muodossa kuin maaperässä luontaisesti esiintyvä sinkki. Sinkkiä käytetään runsaasti metalliteollisuudessa, esim. raudan ja teräksen pinnoitukseen, sekä lukuisissa käyttötarkoituksissa messinkiseoksissa.

Sinkki									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	Kd l/kg	NOECterr lajit mg/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja merivesi µg/l
	210^{1a} (pros.) 390^{1b} (lajit)	16^{2a} (pros.) 140^{2b} (lajit)	89³⁾	7,3⁴⁾	250	210-1200	9-3800	-	3,3-2700
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg (Kd =200 l/kg)	RfC _{PV} µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	>10 000	>10 000	500⁵⁾	-	3000	1500	300 µg/kg/vrk, altistuminen suun kautta (U.S.EPA) 300 µg/kg/vrk, altistuminen suun kautta (ATSDR) 300-1000 µg/kg/vrk (WHO)		

^{1a} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 27, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 120-**340** mg/kg.

^{1b} Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 7, lajit). 90 % luotettavuusväli: 250-600 mg/kg. HC50aq x Kd: 22 mg/kg.

^{2a} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 27, lajit). 90 % luotettavuusväli: 6-31 mg/kg.

^{2b} Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 7, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 50-220 mg/kg. HC5aq x Kd: 1,8 mg/kg.

³⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=49, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 62-127 µg/l.

⁴⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=42, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 3,9-11,9 µg/l.

⁵⁾ Johdettu epidemiologisissa tutkimuksissa määritetystä LOAEL-arvosta 1 mg/kg/vrk (ATSDR 1994). Kertoimella 2 ekstrapoloitu vaikutuksettomaan annokseen (NOAEL).

Luontainen pitoisuus: **31 (8-110) mg/kg**

Kynnysarvo: **200 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **250 (e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **400 (e) mg/kg**

Öljyhiilivetyjen ominaisuudet

Öllytuotteiden hiilivetykoostumus ja yksittäisten hiilivetyjen haitallisuus ja käyttäytyminen ympäristössä vaihtelevat, minkä vuoksi öljyjen aiheuttamia ympäristö- ja terveysriskejä ei voi tavallisesti tarkastella pelkän kokonaisöljypitoisuuden perusteella. PIMA-asetuksen ohjearvot öljyhiilivedyille on jaoteltu hiililuvun (C_n) perusteella kolmeen jakeeseen: bensiinijakeet (C_5-C_{10}), keskitysleet ($>C_{10}-C_{21}$) ja raskaat öljyjakeet ($>C_{21}-C_{40}$). Lisäksi asetuksessa on annettu kynnyсарvo öljyhiilivetyjen $>C_{10}-C_{40}$ summapitoisuudelle.

Ölly koostuu useista ominaisuuksiltaan erilaisista yhdisteistä, eikä pelkän keskitysleisiin ja raskaisiin jakeisiin jaottelun perusteella voida riittävän luotettavasti arvioida kulkeutumis-, terveys- ja ympäristöriskejä. Tämän vuoksi öljystä aiheutuvia riskejä arvioidaan yleensä fraktiokohtaisesti, jolloin öljyhiilivedyt jaetaan kuuteen alifaattiseen ja seitsemään aromaattiseen öljyhiilivetyfraktioon hiilikvivalenttien mukaan. Samaan fraktioon kuuluvilla öljy-yhdisteillä oletetaan olevan samankaltaiset ominaisuudet. Eri öljyfraktioiden kemialliset ominaisuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Fraktiokohtaiset öljyhiilivetytitoisuudet ja eri öljyhiilivetyfraktioiden ominaisuuksia.

Ölly- tuotteet	Fraktioväli		Ominaisuudet
	$C_{10}-C_{40}$ yhteensä		
Bensiini Kerosiini	Bensiini jakeet C_5-C_{10}	Alifaattiset	C_5-C_6 : liukeneva, erittäin haihtuva, hieman kulkeutuva, hieman kertyvä $>C_6-C_8$ niukkaliukoinen, erittäin haihtuva, heikosti kulkeutuva, hieman kertyvä $>C_8-C_{10}$ niukkaliukoinen, erittäin haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä
		Aromaattiset	C_6 Fraktioon kuuluu ainoastaan bentseeni $>C_6-C_8$ Fraktioon kuuluu ainoastaan tolueni $>C_8-C_{10}$ liukeneva, erittäin haihtuva, hieman kulkeutuva, hieman kertyvä
Diesel Kevyt polttoölly	Keskitysle et $C_{10}-C_{21}$	Alifaattiset	$>C_{10}-C_{12}$ hyvin niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä $>C_{12}-C_{16}$ hyvin niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä $>C_{16}-C_{35}$ hyvin niukkaliukoinen, kohtalaisen haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä
		Aromaattiset	$>C_{10}-C_{12}$ liukeneva, haihtuva, heikosti kulkeutuva, hieman kertyvä $>C_{12}-C_{16}$ niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä $>C_{16}-C_{21}$ niukkaliukoinen, kohtalaisen haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä
Raskas polttoölly Moottoriölly	Raskaat jakeet $>C_{21}-C_{40}$	Alifaattiset	$>C_{16}-C_{35}$ hyvin niukkaliukoinen, kohtalaisen haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä
		Aromaattiset	$>C_{21}-C_{35}$ hyvin niukkaliukoinen, hyvin heikosti haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä

Erot hiilivetyjen ympäristökäyttäytymisessä eri fraktioiden välillä ovat erittäin suuria. Esimerkiksi ohjearvoille määritellyn keskitysleijakeen ($>C_{10}-C_{21}$) alkupäässä olevat aromaattiset hiilivedyt liukenevat suhteellisen hyvin veteen ja sekä aromaattiset että alifaattiset hiilivedyt haihtuvat herkästi ilmaan. Saman jakeen loppupäässä olevat alifaattiset hiilivedyt sen sijaan ovat käytännössä maaperässä kulkeutumattomia. Raskaat jakeet ($>C_{21}-C_{40}$) puolestaan ovat kaikki maaperässä melko pysyviä.

Öljyhiilivetyjen käyttäytyminen maaperässä

Poltto- ja voiteluaineina käytettävät mineraaliöllyt ovat vettä kevyempiä orgaanisia kemikaaleja, jotka voivat esiintyä maaperässä omana veteen liukenemattomana faasinaan. Öljyjen esiintymiseen ja kulkeutumiseen maaperässä vaikuttavat öljypäästön luonne ja öljyn ominaisuudet (mm. tiheys ja viskositeetti) sekä maaperäolosuhteet (mm. raekoko, huokoisuus, vesipitoisuus ja kerrosrakenne). Veteen liukenemattoman faasin lisäksi öljyn sisältämät hiilivedyt voivat esiintyä maaperässä maa-ainekseen sitoutuneena (adsorptio), huokos- ja pohjaveteen liunneena tai haihtuneena huokoskaasussa. Yksittäisten hiilivetyjen molekyyli rakenne (fysikaalis-kemialliset ominaisuudet) säätelee aineiden

jakautumista eri faasien välillä ja yhdessä maaperän ominaisuuksien kanssa vaikuttaa niiden käyttäytymiseen. (Reinikainen 2007)

Päästessään maaperään öljy kulkeutuu painovoiman vaikutuksesta alaspäin, jolloin öljyä imeytyy maaperän huokosiin. Kapillaarivoimien vaikutuksesta osa öljystä pidättyy pisaroina maan huokostilaan ns. jäännösfaasiksi. Hienorakeisissa maalajeissa (esim. savi ja siltti) kapillaarivoimien vaikutus ja maan pidätyskapasiteetti on suurempi kuin karkearakeisissa maalajeissa. Lisäksi maan pidätyskyky kasvaa suhteessa öljyn viskositeettiin. Esimerkiksi hieno hiekka ja siltti voi pidättää vajovesikerroksen jäännösfaasissa kuutiometriä kohti keskimäärin parikymmentä litraa (7000–8000 mg/kg) bensiiniä ja vajaa 100 litraa (35000–40000 mg/kg) raskasta polttoöljyä, kun taas sorassa maan pidätyskapasiteetti samoille öljytuotteille on lähes kymmenen kertaa pienempi. (Reinikainen 2007)

Maaperässä öljyn koostumus muuttuu lähinnä haihtumisen, liukenemisen ja biologisen hajoamisen seurauksena. Yleisesti öljyhiilivetyjen haihtuvuus ja vesiliukoisuus vähentyvät ja hajoaminen hidastuu molekyylikoon kasvaessa, minkä seurauksena raskaimpien hiilivetyjen suhteellinen osuus maaperän öljypitoisuudesta kasvaa ajan kuluessa.

Öljyhiilivetyjen aiheuttamat pohjaveden pilaantumisriskit

Öljyhiilivetyjen aiheuttamiin pohjaveden pilaantumisriskeihin vaikuttaa merkittävästi se, mitä öljytuotetta maaperässä esiintyy. Raskaiden öljyjakeiden, kuten voiteluöljyn tai raskaan polttoöljyn, sisältämät hiilivedyt pidättyvät voimakkaasti maaperään, eivätkä käytännössä liukene lainkaan veteen. Tämän vuoksi niistä ei myöskään voi yleensä aiheutua laaja-alaista pohjaveden pilaantumista. Suurimmillaan pohjaveden pilaantumisriski on yleensä kohteissa, joissa maaperään on päässyt bensiiniä. Tällöin riskinarvioinnissa selvitetään yleensä vähintään BTEX-yhdisteiden ja MTBE:n esiintyminen maaperässä ja pohjavedessä sekä näiden kulkeutumisesta pohjavedelle aiheutuvat riskit. (Reinikainen 2007)

Viitearvojen määrittämiseen käytetyn laskennan perusteella on todettu, että terveysriskejä pohjaveden kautta tapahtuvassa altistuksessa voi aiheutua lähinnä aromaattisista (\leq EC21) öljyhiilivedyistä. Alifaattisille fraktioille $>$ EC10 lasketut turvalliset juomavesipitoisuudet ylittävät selvästi aineiden teoreettiset enimmäisvesiliukoisuudet, eikä vesiliukoisimpien alifaattisten jakeiden esiintyminen maaperässä riskien kannalta riittävän suurina pitoisuuksina ole yleensä todennäköistä. (Reinikainen 2007)

Öljyhiilivetyjen ekologiset vaikutukset

Yleinen käsitys on, että eliöille helpommin saatavilla olevat vesiliukoiset ja kevyet hiilivedyt ovat maaperässä haitallisempia kuin niukkaliukoiset, raskaat öljyhiilivedyt. Toisaalta maaperässä luontaisesti esiintyvät mikrobit pystyvät hajottamaan helpoiten juuri vesiliukoisia ja kevyitä hiilivetyjä, minkä seurauksena raskaiden jakeiden osuus maaperän öljypitoisuudesta kasvaa ja siten öljyn haitallisuus maaperässä pienenee ajan kuluessa. Koska öljyhiilivetyjen oletetaan vaikuttavan eliöissä pääosin samalla tavalla ja niiden biosaatavuus maaperässä vaihtelee mm. molekyylikoon ja -rakenteen sekä vesiliukoisuuden mukaan, fraktiokohtaista tarkastelua voidaan soveltaa ekologisten riskien arvioinnissa. (Reinikainen 2007)

Maaperässä tai vedessä olevan kokonaispitoisuuden perusteella vaikutuksia ei voi arvioida, koska yksittäisten yhdisteiden biosaatavuudessa eliöille on suuria eroja. Samaan fraktioon kuuluvilla hiilivedyillä biosaatavuus on puolestaan oletettu samanlaiseksi. Lyhytketjuiset alifaattiset hiilivedyt ovat keskimäärin hieman haitallisempia eliöille, kuin näitä molekyylikooltaan vastaavat aromaattiset yhdisteet. Raskaampien jakeiden (alifaatit $>$ EC12 ja aromaattit $>$ EC21) osalta suuri molekyylikoko ja alhainen vesiliukoisuus puolestaan rajoittavat aineiden biosaatavuutta niin paljon, ettei näille jakeille voi määrittää ekologisia viitearvoja tasapainojakautumislaskennan avulla. Tästä huolimatta maaperässä ja vesistöissä

raskaiden öljyhiilivetyjen suuret pitoisuudet saattavat olla haitallisia, mikäli eliöt tahriintuvat öljyyn (esim. öljyvahingot vesistöissä). (Reinikainen 2007)

Kasvien potentiaali ottaa orgaanisia yhdisteitä sisälleen on paljolti riippuvainen yhdisteen oktanoli-vesi – jakaantumiskertoimesta. Helpoiten kasviin siirtyvät yhdisteet, jotka ovat kohtalaisen hydrofobisia. Kasvien sisään ottamat orgaaniset yhdisteet voivat käyttäytyä eri tavoin: ne voivat hajota kokonaan tai osittain, muuntua vähemmän vaarallisiksi yhdisteiksi ja sitoutua epäreaktiivisessa muodossa solukoihin tai vapautua kaasujenvaihdon yhteydessä ilmaan. Mahdollisina riskitekijöinä on esitetty hajoamisprosesseissa syntyvien uusien yhdisteiden kasvanut toksisuus tai haitta-aineiden kulkeutuminen ravintoverkoissa eteenpäin.

Öljy-yhdisteet ovat enimmäkseen hyvin rasvaliukoisia, eikä esim. tuoreenkaan diesel-öljyn ole todettu suuressa määrin siirtyvän kasvin sisälle. Kasveille ja maaperäeliöstölle toksisimpia ovat kevyet yhdisteet, koska ne toimivat liuottimina ja vaurioittavat solukalvoja. Öljy-yhdisteiden biohajoamisessa ei kuitenkaan ole havaittu muodostuvan alkuperäisiä yhdisteitä haitallisempia väli- tai lopputuotteita. Haitta-aineiden vähäisen sisäänoton vuoksi öljyhiilivedyillä saastuneen maan fytoimediaation ei tähänastisten tutkimusten valossa pitäisi olla riskitekijä myöskään eläimille, jotka käyttävät kunnostuskasveja ravinnokseen.

Öljyhiilivetyjen terveysriskit

Yleisesti polttoaineperäiset hiilivedyt luokitellaan terveydelle haitallisiksi, joskin öljyhiilivetyjen akuutti myrkyllisyys on suhteellisen vähäinen. Polttoaineen haitalliset vaikutukset johtuvat usein polttoaineseoksen yksittäisistä yhdisteistä. Hengittäminen korkeissa pitoisuustasoissa ärsyttää ihoa, keuhkoja ja nieltäessä vatsan limakalvoja. Korkeissa pitoisuuksissa hengittäminen lyhyinä jaksoina tai suurten määrien nieleminen vaikuttaa haitallisesti keskushermostoon. Vaikutuksia voivat olla huimaus ja päänsärky tai suurimmissa kerta-altistumisissa hengitysvaikeudet (ATSDR, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp75-c2.pdf>). Öljyhiilivetyjen kvantitatiivisessa terveysriskien arvioinnissa tarkastellaan tavallisesti erikseen syöpäriskiä sekä muihin terveysvaikutuksiin perustuvia riskejä. Syöpäriski arvioidaan maaperässä esiintyvien syöpävaarallisten hiilivetyjen, käytännössä bentseenin ja karsinogeenisten PAH-yhdisteiden perusteella. Koska em. yhdisteitä ei tämän kohteen maaperässä merkittävässä määrin ole todettu, arvioidaan maaperän pilaantuneisuuden terveysvaikutuksia kvalitatiivisena altistumisreittejä koskevana tarkasteluna (kohdat 7.3 ja 7.4).

Polttoaineen haitalliset vaikutukset johtuvat usein polttoaineseoksen yksittäisistä yhdisteistä. Hengittäminen korkeissa pitoisuustasoissa ärsyttää ihoa, keuhkoja ja nieltäessä vatsan limakalvoja. Toistuva ihoaltistuminen voi aiheuttaa ihon kuivumista ja ihottumaa. Työperäisestä altistumisesta arvioidaan aiheutuvan haittaa, mikäli altistumisen määrä ylittää HTP-arvon (haitalliseksi tunnetun pitoisuuden). Työaikana (8 h) öljysumulle altistumisen HTP-arvo on 5 mg/m³. TEX-yhdisteiden 8 tunnin HTP-arvot vaihtelevat 80–220 mg/m³. Bentseenille 8 tunnin sitovaksi raja-arvoksi on määritetty 3,25 mg/m³.

Trikloorifenolit

Trikloorifenolit ovat heikkoja orgaanisia happoja. Maaperässä, jonka pH on noin 6, valtaosa trikloorifenoleista esiintyy vielä ionisoitumattomassa muodossa, mutta jo neutraaleissa olosuhteissa keskimäärin yli puolet trikloorifenoleista ionisoituu. Trikloorifenolit ovat kohtalaisen vesiliukoisia ja jonkin verran kulkeutuvia myös ionisoitumattomina, joten ne voivat päätyä pohjaveteen myös happamassa maaperässä. Maaperässä ja pohjavedessä trikloorifenolit ovat suhteellisen hitaasti hajoavia. Suomessa maaperästä löytyy erityisesti saha-alueilla 2,4,6-trikloorifenoli-isomeeriä seurauksena laajamittaisesta Ky-5 -kloorifenolivalmisteen käytöstä puutavaran käsittelyssä (sinistymisenesto). Ky-5:ttä valmistettiin Suomessa vuosina 1940–1984 ja sen käyttö sinistymisenestoaineena kiellettiin vuonna 1988. Ky-5-valmisteessa kloorifenolit olivat jauhemaisina Na-suoloina. Valmistetta käytettiin 1–5 % vahvana vesiliuoksena. Kloorifenolikoostumus valmisteessa oli seuraava: 70–80 % 2,3,4,6-tetrakloorifenolia, 5–15 % 2,4,6-trikloorifenolia sekä 5–15 % pentakloorifenolia. Valmisteessa esiintyi epäpuhtautena myös polykloorattuja dibentso-*p*-dioksiineja ja -furaaneja sekä difenyylieettereitä (ks. dioksiinien tietokortti). Ympäristö- ja terveysvaaran perusteella trikloorifenoli-isomeereistä on luokiteltu 2,4,5-trikloorifenoli (Xn; R22; Xi; R36/38; N; R50-53) sekä Ky-5:ssä esiintynyt 2,4,6-trikloorifenoli (Carc. Cat. 3; R40; Xn; R22; Xi; R36/38; N; R50-53), jota pidetään ihmiselle mahdollisesti syöpävaarallisena. Trikloorifenolit voivat olla erittäin myrkyllisiä vesieliöille.

Trikloorifenolit									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja/tai merivesi µg/l	L(E)C50aq makea ja/tai merivesi µg/l
2,3,4-TCP	22* 30 ^{1a}	0,17* 0,085 ^{2a}	340* 420 ^{3a}	1,7* 1,2 ^{4a}	3,08	-	-	-	1200-40000
2,3,5-TCP	4,5 ^{1b}	0,045 ^{2b}	260 ^{3b}	0,6 ^{4b}	3,16	16	45	-	600-22000
2,3,6-TCP	110 ^{1c}	0,3 ^{2c}	990 ^{3c}	2,7 ^{4c}	3,28	-	-	-	2700-190000
2,4,5-TCP	22 ^{1d}	0,11 ^{2d}	160 ^{3d}	1,6 ^{4d}	3,36	-	110 ja 540	160	450-24000
2,4,6-TCP	8,1 ^{1e}	2,4 ^{2e}	480 ^{3e}	18 ^{4e}	3,47	120-371	58-110	650-970	360-240000
3,4,5-TCP	39 ^{1f}	0,078 ^{2f}	190 ^{3f}	0,38 ^{4f}	3,54	-	-	-	380-20000
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	CRoral µg/kg/vrk	CRinhal µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämää sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	12	592	0,9 ⁵⁾	-	2	10 ⁶⁾	100 µg/kg/vrk (2,4,5-TCP), altistus suun kautta (U.S.EPA) 0,011 [mg/kg/vrk]-l (2,4,6-TCP), altistus suun kautta, lisäsyöpäriski (slope factor) (U.S.EPA) 200 µg/l (2,4,6-TCP), altistus juomaveden kautta, lisäsyöpäriski 10-5 (WHO)		

* Geometrinen keskiarvo trikloorifenolin isomeerien (2,3,4-TCP; 2,3,5-TCP; 2,3,6-TCP; 2,4,5-TCP; 2,4,6-TCP ja 3,4,5-TCP) SHPeko-arvoista

Trikloorifenolit

- ^{1a} HC50aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{2a} HC5aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{3a} Geom. ka. L(E)C50aq / 10. Ei NOECaq-arvoja.
- ^{4a} L(E)C50aq_{min} / 1000 (EU/TGD: L(E)C50aq-arvot kalalle, levälle ja äyriäiselle, ei NOECaq-arvoja).
- ^{1b} Geom. ka. L(E)C50terr / 10 < geom. ka. NOECterr (16 mg/kg) ja < HC50aq x Koc x 0,0588 (22 mg/kg). Vain yksi NOECterr- ja L(E)C50terr-arvo kasveille.
- ^{2b} L(E)C50terr_{min} / 1000 (EU/TGD: L(E)C50terr_{min} < 10 x L(E)C50terr). HC5aq x Koc x 0,0588 (0,051 mg/kg). Vain yksi NOECterr- ja L(E)C50terr-arvo kasveille.
- ^{3b} Geom. ka. L(E)C50aq / 10. Ei NOECaq-arvoja.
- ^{4b} L(E)C50aq_{min} / 1000 (EU/TGD: ei L(E)C50aq-arvoa levälle, mutta logK_{ow} > 3).
- ^{1c} HC50aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{2c} HC5aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{3c} Geom. ka. L(E)C50aq / 10. Ei NOECaq-arvoja.
- ^{4c} L(E)C50aq_{min} / 1000 (EU/TGD: ei L(E)C50aq-arvoa levälle, mutta logK_{ow} > 3).
- ^{1d} HC50aq x Koc x 0,0588 < geom. ka. L(E)C50terr / 10 (24 mg/kg). Ei NOECterr-arvoja.
- ^{2d} L(E)C50terr_{min} / 1000 (EU/TGD) < HC5aq x Koc x 0,0588 (0,22 mg/kg). Ei NOECterr-arvoja.
- ^{3d} Geom. ka. NOECaq < geom. ka. L(E)C50aq / 10 (230 µg/l). Vain yksi NOECaq.
- ^{4d} L(E)C50aq_{min} / 100 (EU/TGD: L(E)C50aq-arvot kalalle, levälle ja äyriäiselle ja yksi NOECaq samasta ryhmästä kuin L(E)C50aq_{min}).
- ^{1e} Geom. ka. L(E)C50terr / 10 < geom. ka. NOECterr (250 mg/kg) ja < HC50aq x Koc x 0,0588 (80 mg/kg).
- ^{2e} L(E)C50terr_{min} / 50 (EU/TGD: 3 NOECterr-arvoa kasveille, mutta ei samasta ryhmästä kuin L(E)C50terr_{min}). HC5aq x Koc x 0,0588 (3 mg/kg).
- ^{3e} Geom. ka. NOECaq < geom. ka. L(E)C50aq / 10 (740 µg/l).
- ^{4e} NOECaq_{min} / 10 (EU/TGD: L(E)C50aq-arvot kalalle, levälle ja äyriäiselle, 3 NOECaq-arvoa, joista yksi samasta ryhmästä kuin L(E)C50aq_{min}).
- ^{1f} HC50aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{2f} HC5aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.
- ^{3f} Geom. ka. L(E)C50aq / 10. Ei NOECaq-arvoja.
- ^{4f} L(E)C50aq_{min} / 1000 (EU/TGD: ei L(E)C50aq-arvoa levälle, mutta logK_{ow} > 3).
- ⁵ Perustana tutkimus, jossa rotille 105 viikon aikana ruoan mukana annosteltu 2,4,6-trikloorifenoli (258 ja 544 mg/kg/vrk) aiheutti koe-eläimille mm. leukemiaa (NCI 1979). Tämän kokeen tuloksista johdettu lisäsyöpäriskin kulmakerroin 0,011 (mg/kg/vrk)⁻¹ (U.S.EPA, IRIS), joka vastaa annosta 0,9 µg/kg/vrk lisäsyöpäriskitasolla 10⁻⁵.
- ⁶ Tri-, tetra- ja pentaklorifenoli yhteensä.

Kynnysarvo: 0,5 mg/kg

Alempi ohjearvo: 10 (t) mg/kg

Ylempi ohjearvo: 40 (e) mg/kg

Tetrakloorifenolit

Tetrakloorifenolit ovat heikkoja orgaanisia happoja. Happamuudeltaan neutraalissa ja emäksisessä maaperässä (pH > 6,5) tetrakloorifenolit esiintyvät lähes täysin ionisoituneessa muodossa ja ovat siten vesiliukoisia. Ne liukenevat kohtalaisesti veteen myös ionisoitumattomina ja voivat siten kulkeutua pohjaveteen myös happamassa maaperässä. Aineiden on todettu hajoavan maaperässä biologisesti. Puoliintumisajaksi on 2,3,4,6-tetrakloorifenolilla arvioitu aerobisissa olosuhteissa kuukaudesta puoleen vuoteen ja anaerobisissa olosuhteissa muutamasta kuukaudesta kahteen vuoteen. Suomessa maaperässä todetaan useimmin 2,3,4,6-tetrakloorifenoli-isomeeriä, joka oli pääasiallinen komponentti (70–80 %) saha-alueilla yleisesti käytetyssä Ky-5 –kloorifenolivalmisteessa (ks. trikloorifenolien tietokortti). 2,3,4,6-tetrakloorifenolin vaaraluokitus on: T; R25; Xi; R36/38; N; R50-53. Eläinkokeiden perusteella aineen vaikutukset ilmenevät mm. maksassa. Muita tetrakloorifenoli-isomeerejä ei ole luokiteltu. Tietoa aineiden ekotoksikologisista vaikutuksista maaperässä on saatavissa vain vähän. Tetrakloorifenolit voivat olla erittäin myrkyllisiä vesieliöille.

Tetrakloorifenolit									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja/tai merivesi µg/l	L(E)C50aq makea ja/tai merivesi µg/l
2,3,4,5-TeCP	21,5*	0,05*							
2,3,4,6-TeCP	64 ^{1a}	0,092 ^{2a}	150 ^{3a}	0,21 ^{4a}	3,87	-	290 ja 1400	-	210-20000
2,3,5,6-TeCP	13 ^{1b}	0,011 ^{2b}	160 ^{3b}	0,14 ^{4b}	3,10	-	-	650	140-40000
	12 ^{1c}	0,12 ^{2c}	95 ^{1c}	0,95 ^{4c}	3,34	-	-	95	170-54000
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	170	>10 000	30 ⁵⁾	-	2,6	10 ⁶⁾	30 µg/kg/vrk (2,3,4,6-TeCP), altistus suun kautta (U.S.EPA)		

* Geometrinen keskiarvo trikloorifenolin isomeerien (2,3,4,5-TeCP; 2,3,4,6-TeCP ja 2,3,5,6-TeCP) SHPeko-arvoista

^{1a} Geom. ka. $L(E)C50terr / 10 < HC50aq \times Koc \times 0,0588$ (67 mg/kg). Vain kaksi L(E)C50terr-arvoa madolle, ei NOECterr-arvoja.

^{2a} $HC5aq \times Koc \times 0,0588 < EU/TGD:n L(E)C50terr_{min} / 1000$ (0,29 mg/kg). Vain kaksi L(E)C50terr-arvoa, ei NOECterr-arvoja.

^{3a} Geom. ka. $L(E)C50aq / 10$. Ei NOECaq-arvoja.

^{4a} $L(E)C50aq_{min} / 1000$ (EU/TGD: ei L(E)C50aq-arvoa levälle, mutta $\log K_{ow} > 3$).

^{1b} $HC50aq \times Koc \times 0,0588$. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

^{2b} $HC5aq \times Koc \times 0,0588$. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

^{3b} Geom. ka. $L(E)C50aq / 10 < geom. ka. NOECaq$ (650 µg/l). Vain yksi NOECaq.

^{4b} $L(E)C50aq_{min} / 1000$ (EU/TGD: L(E)C50aq-arvot kalalle, levälle ja äyriäiselle, ei NOECaq-arvoja).

^{1c} $HC50aq \times Koc \times 0,0588$. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

^{2c} $HC5aq \times Koc \times 0,0588$. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

^{3c} Geom. ka. $NOECaq < geom. ka. L(E)C50aq / 10$ (260 µg/l). Vain yksi NOECaq.

^{4c} $NOECaq_{min} / 100$ (EU/TGD: ei L(E)C50aq-arvoa levälle, mutta $\log K_{ow} > 3$ ja NOECaq samasta ryhmästä kuin L(EC)50aq_{min}).

⁵⁾ Perustana tutkimus, jossa rotille annosteltiin oliiviöljyssä 2,3,4,6-tetrakloorifenolia (0, 25, 100 tai 200 mg/kg/vrk) 90 vuorokauden ajan (U.S.EPA 1986). Annostasolla 100 mg/kg/vrk havaittiin toksisia vaikutuksia erityisesti koe-eläinten maksassa ja NOAEL-arvoksi määritettiin 25 mg/kg/vrk. Tästä johdettu TDI varmuuskertoimella 1000: lajinväliset ja –sisäiset vaihtelut [10×10] ja kokeen lyhyt kesto [10] (U.S.EPA, IRIS).

⁶⁾ Tri-, tetra- ja pentakloorifenoli yhteensä.

Kynnysarvo: **0,5 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **10 (e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **40 (e) mg/kg**

Pentakloorifenoli

Pentakloorifenoli on muiden kloorifenolien tavoin heikko orgaaninen happo. Kun maaperän pH on yli 6, pentakloorifenoli esiintyy happovakionsa ($pK_a = 4,85$) perusteella ionisoituneessa muodossa ja on siten vesiliukoinen. Aine on suhteellisen vesiliukoinen myös ionisoitumattomana ja voi siten kulkeutua pohjaveteen myös happamassa maaperässä. Pentakloorifenoli hajoaa maaperässä biologisesti. Sen puoliintumisaajoiksi on arvioitu aerobisissa olosuhteissa kuukaudesta puoleen vuoteen ja anaerobisissa olosuhteissa parista kuukaudesta muutamaan vuoteen. Suomessa maaperässä esiintyvä pentakloorifenoli on tavallisesti peräisin sahatavaran sinistymisenestoon yleisesti käytetystä Ky-5 –kloorifenolivalmisteesta, jossa pentakloorifenolin osuus oli 5–15 % (ks. trikloorifenolien tietokortti). Pentakloorifenolin käyttö on kielletty Suomessa vuonna 2000. Pentakloorifenolin vaaraluokitus on: Carc. Cat. 3; R40; T+; R26; T; R24/25; Xi; R36/37/38; N; R50-53. Eläinkokeiden perusteella aine voi aiheuttaa pitkäaikaisessa altistuksessa ihmiselle syöpää. Pentakloorifenolilla tehtyjen toksisuustestien perusteella aine ei ole erityisen haitallista maaperän mikrobiologisille prosesseille, mutta se luokitellaan erittäin myrkylliseksi vesieliöille. Pentakloorifenoli on kertyvä.

Pentakloorifenoli									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr lajit mg/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja merivesi µg/l
	12^{1a} (lajit) 72 ^{1b} (pros.)	0,16^{2a} (lajit) 1,1 ^{2b} (pros.)	85 ³⁾	4,3 ⁴⁾	3,20	1,6-190	2-3800	13-140	3-5800
Terveys	SHPter mg/kg	SHPter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	12	1800	3 ⁵⁾	-	1,58	10 ⁶⁾	30 µg/kg/vrk, altistus suun kautta (U.S.EPA) 0,12 [mg/kg/vrk] ⁻¹ , altistus suun kautta, lisäsyöpäriski (slope factor) (U.S.EPA) 9 µg/l, altistus juomaveden kautta, lisäsyöpäriski 10 ⁻⁵ (WHO)		

^{1a} Geom. ka. L(E)C50terr(lajit) / 10 < geom. ka. NOECterr(lajit) (16 mg/kg). HC50aq x Koc x 0,0588: 8 mg/kg.

^{1b} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 23, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 30-175 mg/kg.

^{2a} NOEC50terr_{min} /10 (EU/TGD: 3 NOECterr-arvoa ja NOECterr samasta ryhmästä kuin L(E)C50terr_{min}).

^{2b} Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 23, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 0,2-3,6 mg/kg.

³⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=33, makea + merivesi). 90 % luotettavuusväli: 50-145 µg/l.

⁴⁾ Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=33, makea + merivesi). 90 % luotettavuusväli: 1,7-8,8 µg/l.

⁵⁾ Perustana lisääntymistutkimus, jossa minkeille ruoan mukana annosteltu pentakloorifenoli 1 mg/kg/vrk aiheutti lieviä toksisia vaikutuksia koe-eläinten kilpirauhasissa (ATSDR 1999d). Tästä johdettu TDI käyttämällä varmuuskerrointa 300: lajinväliset ja -sisäiset vaihtelut [10 x 10] ja LOAEL-arvon käyttö [3] (Baars ym. 2001).

⁶⁾ Tri-, tetra- ja pentakloorifenoli yhteensä.

Kynnysarvo: **0,5 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **10 (t, e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **20 (e) mg/kg**

PCDD-PCDF-PCB (WHO-TEQ)

Polyklooratut dibentso-*p*-dioksiinit ja -furaanit (PCDD/F) ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, joita kutsutaan tavallisesti yleisnimellä dioksiinit. Ne kuuluvat ns. POP-yhdisteisiin. Dioksiineilla voi olla 75 ja furaaneilla 135 eri isomeeriä. Rakenteensa ja myrkyllisyysvaikutustensa vuoksi tähän yhdisteryhmään lasketaan kuuluvaksi myös dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (ks. PCB:n tietokortti). Dioksiineja ei ole valmistettu teollisiin tarkoituksiin, vaan niitä syntyy orgaanisten aineiden ja kloorin reagoidessa poltto- ja teollisuusprosesseissa. Lisäksi niitä esiintyy epäpuhtauksina muissa kemikaaleissa. Suomessa dioksiineja on päässyt maaperään ja vesistöihin erityisesti vanhoilla saha-alueilla, koska yhdisteitä esiintyi sivutuotteena puutavaran käsittelyssä yleisesti käytetyssä Ky-5 -kloorifenolivalmisteessa. Maaperässä PCDD/F-yhdisteet ovat erittäin heikosti kulkeutuvia ja pysyviä. Erityisesti vesistöissä dioksiinit ovat voimakkaasti kertyviä ja voivat rikastua ravintoketjussa. Pitkäaikaisessa altistuksessa dioksiinit ovat erittäin myrkyllisiä vesieläille sekä monille nisäkkäille ja linnuille. Ihmisellä todettuja pitkäaikaisaltistuksen vaikutuksia ovat mm. hermostolliset kehityshäiriöt, hormonitoiminnan muutokset, maksasairaudet ja lisääntymishäiriöt. Eri dioksiini-isomeerien ominaisuuksissa ja myrkyllisyydessä on suuria eroja. Dioksiinien kokonaismyrkyllisyys ja pitoisuudet ilmoitetaan tavallisesti ns. toksisuusekvivalenttina ryhmän myrkyllisimpään yhdisteeseen 2,3,7,8-tetraklooridibentso-dioksiiniin (TCDD) suhteutettuna, käyttämällä esim. WHO:n esittämiä kertoimia (WHO-TEQ). Esimerkiksi Ky-5:ssä TCDD:n osuus kokonaisdioksiinipitoisuudesta on hyvin vähäinen ja sen toksisuusekvivalentti muodostuu suurimmaksi osaksi 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF:sta sekä 1,2,3,6,7,8-HxCDD:sta, jotka eivät ole yhtä myrkyllisiä ja pysyviä kuin TCDD ja esim. poistuvat tätä nopeammin elimistöstä. Dioksiinien merkittävin tausta-altistus aiheutuu kalan syönnistä. Suomessa dioksiinien keskimääräinen tausta-altistus ylittää jo itsessään WHO:n määrittämän siedettävän saannin viitearvon (1–4 pg TEQ/kg/d) alarajan.

PCDD-PCDF-PCB (WHO-TEQ)

Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr mg/kg	NOECAq makea ja/tai merivesi µg/l	L(E)C50aq makea ja/tai merivesi µg/l
2,3,7,8-TCDD	0,091 ¹⁾	0,0000026 ²⁾	0,0038 ³⁾	0,00000011 ⁴⁾	5,61	-	0,000011-1,3	0,000046-0,13
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	RfC _{PV} µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)	
2,3,7,8-TCDD	0,00002	0,0046	2x10 ⁻⁶ ⁵⁾	-	0,00049	0,000012	1x10 ⁻⁶ – 4x10 ⁻⁶ µg/kg/vrk (WHO-TEQ), altistus suun kautta (WHO)	

¹⁾ HC50aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

²⁾ HC5aq x Koc x 0,0588. Ei tietoa maaperäeliötesteistä.

³⁾ Geom. ka. L(E)C50aq / 10 < geom. ka. NOECAq (µg/l).

⁴⁾ NOECAq_{min} / 100 (EU/TGD: L(E)C50aq- ja NOECAq-arvot kalalle, logK_{ow} > 3).

⁵⁾ Perustana rotilla ja apinoilla tehdyt tutkimukset, joissa 2,3,7,8-TCDD:lle annostasolla 28-73 ng TCDD/kg/vrk altistettujen koe-eläinten jälkeläisillä todettiin mm. immuunivasteen ja siittiöiden tuotannon heikentymistä, sukuelinten epämuodostumia ja kehityshäiriöitä (WHO 1998). Tätä LOAEL-tasoa vastaava annos ihmisillä, 14-37 pg TCDD/kg/vrk, laskettu toksikokineettisellä mallilla ja tästä määritetty TDI (1x10⁻⁶– 4x10⁻⁶ µg/kg/vrk) käyttämällä varmuuskerrointa 10: lajinväliset ja -sisäiset vaihtelut, LOAEL-arvon käyttö ja erot dioksiinien puoliintumisajoissa elimistössä (WHO 1998). Terveysperusteisten viitearvojen laskennassa käytetty sallitun enimmäissaannin alarajaa korkeampaa, mutta ylärajaa pienempää annosta.

Kynnysarvo: **0,00001 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **0,0001 mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **0,0015 mg/kg**

Tributyylitina (TBT)

Tributyylitina (TBT) on orgaaninen tinayhdiste, jota on käytetty eliöiden kiinnittymisenestoon laivojen ja veneiden pohjamaaleissa (antifouling-maalit). Siten suurin osa TBT:n ympäristöpäästöistä päätyy vesistöihin, joissa aine sedimentoituu kiintoaineeseen sitoutuneena. TBT:n puoliintumisaika merisedimentissä voi olla useita vuosia. Sedimenttien ruoppauksissa osa sedimentoituneesta TBT:tä vapautuu takaisin vesistöön. Maaperässä oleva TBT on usein peräisin maalle läjitetystä sedimenteistä. TBT:tä voi löytyä myös telakoiden ja pienvenesatamien maaperästä veneiden kunnossapidon seurauksena. Terveys- ja ympäristövaaran perusteella sen luokitus on: T; R25-48/23/25; Xn; R21; Xi; R36/38; N; R50-53. Maaperässä TBT adsorboituu hienoainekseen ja orgaaniseen materiaaliin eikä siten ole helposti kulkeutuvaa. TBT on rasvaliukoinen ja kertyy tämän vuoksi vesistöissä eliöihin, kuten kaloihin. Se on myös hyvin myrkyllistä useimmille vesieliöille ja voi aiheuttaa pitkäaikaisessa altistuksessa mm. hormonaalisia muutoksia ja lisääntymishäiriöitä. TBT hajoaa biologisesti dibutyylitinaksi (DBT) ja edelleen monobutyylitinaksi (MBT) ja lopulta epäorgaaniseksi tinayhdisteiksi (SnO_2). Hajoamistuotteet eivät ole vesistöissä yhtä myrkyllisiä kuin TBT. Maaperässä TBT:n ja sen hajoamistuotteiden vaikutuksia on tutkittu vain vähän, mutta tutkimusten mukaan aine ei ole maassa yhtä haitallinen kuin vesistöissä. Antifouling-maalien lisäksi TBT:tä on käytetty mm. paperiteollisuuden liman- ja homeentorjuntaan, puutavaran suojaukseen sekä kalankasvattamoilla verkkokassien desinfiointiin. Euroopassa TBT valmistetaan ja käytetään tributyyylitinaoksidina (TBTO). Suomessa TBT:tä sisältäviä maaleja ei saa enää myydä ja niiden kansainvälinen käyttökielto tulee voimaan vuonna 2008.

Tributyylitina

Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea vesi µg/l
	0,56 ¹⁾	0,013 ²⁾	0,75 ³⁾	0,017 ⁴⁾	4,10	19	-	0,05-32
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	RfC _{PV} µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäis- saannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)	
	5,3	555	0,3 ⁵⁾	-	1,1	0,9	0,3 µg/kg/vrk, altistus suun kautta (ATSDR)	

1) $\text{HC50aq} \times \text{Koc} \times 0,0588 < \text{geom. ka. NOECterr}$ (19 mg/kg). Vain yksi NOECterr-arvo.

2) $\text{HC5aq} \times \text{Koc} \times 0,0588 < \text{NOECterr}_{\text{min}} / 100$ (0,19 mg/kg, EU/TGD: 1 NOECterr-arvo, ei L(EC)50terr-arvoja). Vain yksi NOECterr-arvo.

3) Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=9, makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 0,18-3,1 µg/l.

4) Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=9, makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 0,0007-0,08 µg/l.

5) Perustana tutkimus, jossa rotille annosteltiin tributyyylitinaoksidia (TBTO) ruoan mukana 18 kk ajan pitoisuuksina 0, 0,5, 5 ja 50 ppm (Vos ym. 1990). Annostasolla 0,25 mg/kg/vrk (5 ppm) havaittiin merkkejä koe-eläinten immuunijärjestelmän heikentymisestä, jota ei todettu alhaisempia annoksia käytettäessä. Kokeen tuloksista laskettu regressiomallilla suurin vaikutukseton annos (BMD10) 0,034 mg/kg/vrk, josta TDI johdettu varmuuskertoimella 100: lajinväliset ja -sisäiset vaihtelut [10×10] (U.S.EPA, IRIS).

Kynnysarvo: **0,1 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **1 (e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **2 (e) mg/kg**

Trifenyylitina (TPT)

Trifenyylitinayhdisteet (TPT) ovat synteettisiä, orgaanisia tinayhdisteitä, jota on käytetty TBT:n tavoin veneiden ja ja laivojen antifouling-maaleissa. TPT vastaa myös ominaisuuksiltaan TBT:tä, joten sen aiheuttamat ympäristövaikutukset liittyvät niin ikään erityisesti vesistöihin. Maaperässä TPT voi olla peräisin maalle läjitetyistä sedimenteistä tai telakoiden ja pienvenesatamien maaperästä veneiden kunnossapidon seurauksena. Maaperässä TPT voi kulkeutua hie-man paremmin kuin TBT, vaikka aine ei olekaan erityisen vesiliukoinen ja pidättyy mm. maan orgaaniseen ainekseen. Terveys- ja ympäristövaaran perusteella sen luokitus on: T; R23/24/25; N R50-53. TPT kertyy vesistöissä eliöihin. Kaloissa sen on todettu kertyvän lähinnä maksaan eikä rasvakudokseen. TPT, kuten TBT, on hyvin myrkyllistä useimmille vesiliöille ja voi aiheuttaa pitkäaikaisessa altistuksessa mm. hormonaalisia muutoksia ja lisääntymishäiriöitä. Maaperässä TPT:n vaikutuksia on tutkittu vain vähän, mutta tutkimusten mukaan aine ei ole maaperässä yhtä haitallinen kuin vesistöissä. TPT:n ja TBT:n aiheuttamia vaikutuksia ympäristössä voidaan yleensä tarkastella summautuvasti.

Trifenyylitina									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	logKoc l/kg	NOECterr mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea vesi µg/l	L(E)C50aq makea vesi µg/l
	0,9¹⁾	0,001²⁾	0,68 ³⁾	0,005 ⁴⁾	4,34	3,3-25	-	0,05-20	11-66
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m ³	SVP _{PV} mg/kg	RfC _{PV} µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäis-saannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	14	338	0,3 ⁵⁾	-	2	0,9	-		

¹⁾ HC50aq x Koc x 0,0588 < geom. ka. NOECterr (9,4 mg/kg). Vain kolme NOECterr-arvoa.

²⁾ HC5aq x Koc x 0,0588 < NOECterr_{min} / 50 (0,066 mg/kg, EU/TGD: 3 NOECterr-arvoa, ei L(EC)50terr-arvoja). Vain kolme NOECterr-arvoa.

³⁾ Geom. ka. NOECaq < geom. ka. L(E)C50aq / 10 (3,1 µg/l).

⁴⁾ NOECaq_{min} / 50 (EU/TGD: L(E)C50aq-arvot kaloille, leville ja äyriäisille, 3 NOECaq-arvoa, ei NOECaq-arvoa samasta ryhmästä kuin L(E)C50aq_{min}).

⁵⁾ Ks. Tributyylitina.

Kynnysarvo: **0,1 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **1 (e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **2 (e) mg/kg**

LIITE 5
Riskilaskennat

Alueen pintamaan tahattoman nielemisen muodostama terveysriski

Maaperän tahattoman nielemisen seurauksena saatu altistumisannos on arvioitu seuraavan kaavan perusteella (mm. U.S.EPA 1989, jota vastaava kaava on esitetty ympäristöhallinnon ohjeessa 6/2014, s. 112):

$$ADD_{niel} = \frac{C \times IR \times f_a \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

ADD_{niel}/ADD_{tot} = tarkasteltavan altistusreitoin kautta elimistöön päätyvä keskimääräinen päivittäisannos [mg/kg/d]

C = haitta-aineen pitoisuus tarkasteltavassa väliaineessa maaperässä [mg/kg]

IR = haitta-ainepitoisen väliaineen otto elimistöön aikayksikössä [mg/d]

f_a = elimistöön absorboituva osuus [-]

CF = yksiköiden muunnoskerroin tarvittaessa

EF = altistustiheys [d/a]

ED = altistuksen kesto [a]

BW = kehon paino [kg]

AT = aika, jonka perusteella keskimääräinen altistus arvioidaan [d].

Laskenta - lapsi - kaikki haitta-aineet

Parametri	Yksikkö	PCDD/F	Pentakloorifenoli	Tetrakloorifenoli
C	mg/kg	0,00038	28	18
IR	mg d-1	100	100	100
EF	d a-1	60	60	60
ED	a	6	6	6
BW	kg	15	15	15
AT	d	2190	2190	2190
f _a	-	1	1	1
CF	kg mg-1	1,00E-06	1,00E-06	1,00E-06
ADD _{niel}	mg kg-1 d-1	0,0000000004	0,00003	0,00002
ADD _{niel}	µg kg-1 d-1	0,0000004	0,03	0,02
TDI	µg kg-1 d-1	0,000002	3	30
HQ	-	0,2	0,010	0,001
HI	-		0,22	

Parametri Perustelu

C	Suurin tutkimuksessa havaittu haitta-aineen pitoisuus
IR	Tahattomasti niellyn maan määrä (100 mg), ohje 6/2014 s. 113
EF	Altistuspäivien määrä, 60 d, arvio
ED	Lapsen oletetaan altistuvan alueella 6 vuotta
BW	Lapsen paino yleensä 15 kg, ohje 6/2014 s.114
AT	Lapsen oletetaan asuvan alueella 6 vuotta eli 2190 päivää
f _a	kaikki saatu haitta-aine imeytyy ja pääsee vaikuttamaan kehossa
CF	muunnoskerroin mg->kg
ADD _{niel}	Haitta-aineannos, Laskettu arvioinnin tuloksena
TDI	Vertailuarvo ohjeesta 6/2014, s. 84-85
HQ	Terveysriskiä kuvaava vaaraosamäärä
HI	Haitta-aineiden yhtenäistä terveysriskiä kuvaava HI-indeksi

Maaperän tahattoman nielemisen seurauksena saatu syöpäriski on arvioitu seuraavan kaavan perusteella (mm. U.S.EPA 1989 ja 2011, jota vastaava kaava on esitetty ympäristöhallinnon ohjeessa 6/2014, s. 112 ja):

$$\text{syöpäriski} = \frac{C \times IR \times f_a \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT} \times SP \times ADAF$$

Laskenta - pentakloorifenolin syöpäriski

Parametri	Yksikkö	Aikuinen	Lapsi	Lapsi
		Pentakloorifenoli	Pentakloorifenoli	Pentakloorifenoli
C	mg/kg	28	28	28
IR	mg d-1	50	100	100
EF	d a-1	60	60	60
ED	a	54	14	2
BW	kg	75	35	10
AT	d	25550	25550	25550
fa	-	1	1	1
CF	kg mg-1	1,00E-06	1,00E-06	1,00E-06
ADD _{niel}	mg kg-1 d-1	0,000002	0,000003	0,000001
Slope factor	mg kg-1 d-1	0,40	0,40	0,40
ADAF	-	1	3	10
Syöpäriski		0,0000009	0,0000032	0,0000053
		9E-07	3E-06	5E-06 9E-06

Parametri Perustelu

C	Suurin tutkimuksessa havaittu haitta-aineen pitoisuus
IR	Tahattomasti niellyn maan määrä (100 tai 50 mg/p), ohje 6/2014 s. 113
EF	Altistuspäivien määrä, 60 d, arvio
ED	Lapsen oletetaan altistuvan alueella 16 vuotta ja aikuisen 54 vuotta, USEPA 2011
BW	paino 0-2 vuotta 10 kg, 2-16 vuotta 35 kg ja yli 16 vuotta 75 kg, USEPA 2011
AT	Ihmisen oletetaan käyvän alueella 70 vuoden ajan eli 25 550 päivää
fa	kaikki saatu haitta-aine imeytyy ja pääsee vaikuuttamaan kehossa
CF	muunnoskerroin mg->kg
ADD _{niel}	Haitta-aineannos, Laskettu arvioinnin tuloksena
Slope factor	Syöpävaarallisuuden kerroin, USEPA IRIS-tietokanta
ADAF	Age Dependent Adjustment Factor, USEPA 2011