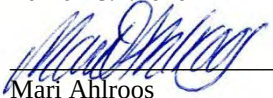


Tilaaajat:	Hämeenlinnan kaupunki, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut / VR -Yhtymä Oy			
Yhdyshenkilö:	Makku Kaila / Markku Iivanainen	Kohteen osoite:	Keinusaari II, Hämeenlinna	
Osoite:	PL 600, 13111 HML / PL 486, 00101 HKI			
YMPÄRISTÖTEKNINEN TUTKIMUS: TIIVISTELMÄ				
Tehtävä: Golder Associates Oy teki Keinusaari II ympäristöteknisen jatkotutkimuksen 13.-15.7. ja 31.8.-1.9.09. Tutkimus liittyy alueen kaavoitukseen ja se toteutettiin tilaajan kanssa sovitun tutkimussuunnitelman mukaisesti. Raportissa on esitetty lisäksi vuonna 2007 toteutetun ympäristöteknisen tutkimuksen tulokset (GA Oy, 20.3.08).				
Analyysit: Kenttätesteillä mitattiin maanäytteistä haihtuvien hiilivetyjen (kaikki näytteet), kokonaishiilivetyjen (45 kpl) ja raskasmetallien määrä (45 kpl). Kenttätestitulosten, aistihavaintojen ja aikaisempien tutkimustulosten perusteella valituista maanäytteistä määritettiin laboratoriossa mineraaliöljy- (21 kpl), liuotina- (5 kpl), PAH- (13 kpl) sekä metallipitoisuudet (15 kpl). Lisäksi tarkennettua riskiarviointi varten maanäytteistä analysoitiin PCB-yhdisteet (2 kpl), TOC-määrä (3 kpl), haitta-aineiden liukoisuus (2 kpl) sekä hiilivetyfraktiointi (2kpl)				
Tulokset: <u>Maanäytteet:</u> Tutkimuksissa (-07 ja -09) todettiin 5 näytepisteen alueella alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia hiilivetyjakeita C ₁₀ -C ₂₁ (maks. 750 mg/kg) ja 5 pisteen alueella jakeita C ₂₂ -C ₃₉ (maks. 2000 mg/kg). PAH-pitoisuus ylitti ylemmän ohjearvotason yhdessä näytepisteessä (220 mg/kg), mutta muissa pitoisuudet alittivat alemman ohjearvon. Metalleista Cu ylitti 2 pisteen alueella ylemmän ohjearvon (maks. 1054 mg/kg) ja 1 näytteessä Pb alemman ohjearvon (611 mg/kg). <u>Vesinäytteet:</u> Öljypitoisuudet ylittivät VNa 341/2009 ympäristölaatumormit kahdessa vesinäytteessä (maks. C ₁₀ -C ₄₀ : 0,22 mg/l). Haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet alittavat ympäristölaatumormit. Pieniä PAH-yhdisteiden pitoisuuksia (maks. 39 µg/l) todettiin 6 näytteessä. As (38 µg/l), Co (22 µg/l), Ni (12 µg/l), Hg (0,25 µg/l) ja Sb (6 µg/l) maksimipitoisuuksien todettiin ylittävän ympäristölaatumormit. Lisäksi kaikissa otetussa orsivesinäytteissä mitattiin laboratorion määrittäysrajat ylittävä pitoisuus bariumia (maks. 115 µg/l).				
ARVIOINTI JA TOIMENPIDE-EHDOTUS				
Johtopäätökset: Maaperän pilaantuneisuuden arviointi on tehty tarkennettuna riskinarviontina. Alueen maaperää on täytetty sekalaisella materiaalilla ja paikoin maa-aineksen joukossa todettiin runsaasti rakennus- ym. jätettä.				
Riskit: Riskitarkastelun perusteella kohteessa todetut haitta-aineet eivät kulkeudu merkittävästi eivätkä aiheuta merkittävää altistumista alueen nykyisellä tai suunnitellulla käyttötarkoituksella. Tulosten perusteella kohteessa ei esiinny terveys- tai ympäristöriskiä eikä näin ollen maaperän puhdistustarvetta. Mikäli kohteen käyttötarkoitus muuttuu nykyisestä tai suunnitellusta, tulee maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve tarkistaa uusi maankäyttömuoto huomioon ottaen. Tarkennettu riskinarvio on esitetty liitteessä 5.				
Toimenpide-ehdotus: Toimenpide-ehdotukset on esitetty kappaleessa 8.				
LÄHTÖTIEDOT, KENTTÄHAVAINNOT JA ANALYYSIT				
Paikkatieto	Peruskarttalehti no: 2131 09, x: 6 767 920, y: 3 364 042 (Hämeenlinnan kaupungin koordinaatisto)			
Kiint. käyttö	Tutkimusalue on osittain sekalaisella materiaalilla täytetyn vanhan järven alueella. Alueen länsiosassa sijaitsee ent. teurastamorakennus ja keskellä Vattenfall Kaukolämpö Oy:n lämpökeskus. Pääosin alue on rakentamatonta sorakenttää, sekä pientä puustoa kasvavaa joutomaata. Alueelle ollaan suunnittelemassa asuin-, liike- ja työpaikkarakentamista.			
Vesivarat ja pintavedet	Tutkimusalue ei sijaitse pohjavesialueella. Alue on pääosin päällystämätöntä. Osa pintavedestä imeytyy maaperään ja osa kulkeutuu pintavaluntana läheisiin avo-ojiin. Avo-ojien vesi kerääntyy Kutalanjokeen, joka purkaa vetensä Vanajaveteen.Vuoden 2009 tutkimuksen aikana otettiin alueen orsi- ja ojavesistä 8 kpl näytteitä. Vesitutkimuksen tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 6.			
Maaperä	Täyttökerrosten paksuus vaihtelee alueella huomattavasti. Sekalainen täyttömateriaali on pääosin hiekkaa, soraa sekä savea ja paikoitellen maa-aineksen joukossa todettiin runsaasti rakennus- ym. jätettä. Täyttökerroksen alapuolella on turvekerros tai savi-/silttikerros.			
LIITTEET	1	Raportti ja toimenpide-ehdotus	3	Yhteenvetotaulukot ja analyysitodistukset
	2	Kohteen sijaintikartta ja tutkimuskartta	4	Valokuvat
	5	Tarkennettu riskinarviointi	6	Hule- ja orsivesiselvitys

Turku 28.1.2010



Mari Ahlroos



Kim Brander

Golder Associates Oy

□ HELSINKI
Ruosilankuja 3 E
00390 Helsinki
Puh. 09 5617 210
Fax 09 5617 2120

□ TAMPERE
Kolmionkatu 5
33900 Tampere
Puh. 03 2346 200
Fax 03 2346 210

□ TURKU
Ratapihankatu 53 C
20100 Turku
Puh. 02 2840 300
Fax 02 2840 301

KOTIPAikka: Helsinki
Y-tunnus: 0982590-6
etunimi_sukunimi@golder.fi
www.golder.fi
www.golder.com

LIITE 1

RAPORTTI JA TOIMENPIDE-EHDOTUS

YMPÄRISTÖTEKNINEN TUTKIMUS

Hämeenlinnan kaupunki

Keinusaari II, Jatkotutkimukset

Projekti 09 502 12 0254

Työn tilaajat:

Hämeenlinnan kaupunki / Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut
ja
VR-Yhtymä Oy

JAKELU:

1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Päivi Saloranta
1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Samuli Alppi
1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Markku Kaila
1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Jukka Salminen
1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Reijo Hemilä
1 kpl Hämeenlinnan kaupunki / Heli Jutila
1 kpl VR -Yhtymä Oy / Markku Iivanainen
1 kpl Golder Associates O

TAMMIKUU

2010

Golder Associates Oy
Ratapihankatu 53 C
20100 Turku

Puh. 02-2840 300
Fax. 02-2840 301

1. TEHTÄVÄN KUVAUS

1.1. Johdanto

Golder Associates Oy on tehnyt vuonna 2007, Hämeenlinnan kaupungin toimeksiannosta, ympäristötekniisiä tutkimuksia Hämeenlinnassa sijaitsevan Keinusaari II alueella (Ympäristöarviointi. Keinusaari II, Hämeenlinna. Golder Associates Oy, 20.3.2008). Alueelle tehtiin tutkimuksen yhteydessä koekuoppia yhteensä 30 kpl (KK1-KK30) ja kairapisteitä 3 kpl (S1-S3). Lisäksi kolmen koekuopan alueella (KK2, KK9 ja KK10) tehtiin täydentäviä kairauksia. Vuoden 2007 tutkimuksen aikana otetuissa maanäytteissä todettiin paikoin sekä Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 alempien että ylempien ohjearvojen ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia.

Vuoden 2007 ja muiden alueella aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tulosten sekä alueen historiatietojen perusteella toteutettiin Keinusaari II ympäristötekniinen jatkotutkimus 13.-15.7. sekä 31.8.-1.9.2009. Tutkimus liittyy alueen kaavoitukseen sekä tulevaan rakentamiseen ja se toteutettiin tilaajan kanssa sovitun jatkotutkimussuunnitelman mukaisesti (Jatkotutkimussuunnitelma, Keinusaari II, Hämeenlinna, Golder Associates Oy, 15.5.2009).

Ympäristötekniisen jatkotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ja saada lisätietoa Keinusaaren II alueella olevan pilaantuneen maa-aineksen määrästä ja laadusta sekä alueen orsi- ja hulevesien laadusta (liite 6). Lisäselvityksissä saadun tutkimustiedon, sekä aikaisemman selvityksen yhteydessä kartoitettujen kohdekohtaisten käyttöhistoria- ja pilaantuneisuustietojen perusteella laadittiin Keinusaari II alueelle VNa 214/2007 mukainen tarkennettu maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Riskinarvioinnissa tarkastellaan kohteen maaperässä ja orsivedessä todettujen haitta-ainneiden aiheuttamia mahdollisia terveys- ja ympäristöriskejä sekä arvioidaan niiden perusteella maaperän ja orsiveden puhdistustarve kohteessa (liite 5). Arviointi tehdään huomioiden alueen nykyinen ja suunnitellun tulevan käytön mukainen tilanne.

Tässä raportissa on esitetty vuoden 2009 ympäristötekniisen tutkimuksen sisältö, tulokset ja niiden perusteella tehdyt johtopäätökset ja jatkotoimenpide-ehdotukset. Johtopäätökset ja jatkotoimenpide-ehdotukset perustuvat sekä nyt että alueella aikaisemmin (vuonna 2007) toteutetun tutkimuksen tuloksiin ja tehtyyn riskinarviointiin. Liitteen 1 kartassa on koekuopista, kaivinkoneella tai kairaamalla, otetut maanäytteet merkitty tunnuksella KK. Pelkästään kairaamalla tehdyistä tutkimuspisteistä otetut maanäytteet on merkitty tunnuksella S ja alueelta otetut vesinäytteet tunnuksella L.

1.2. Haitta-ainepitoisuuksien vertailu

Kohdealueen laajuudesta, käyttöhistoriasta ja sekä tämän että aikaisempien tutkimusten tuloksista johtuen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi on tehty Keinusaari II alueella tarkennettuna arviointina. Tarkennettu riskinarviointi on esitetty liitteessä 5.

Tässä raportissa on maaperässä todettuja haitta-ainepitoisuuksia verrattu VNa 214/2007 mukaisiin viitearvoihin. Alla on esitetty tutkimuksessa analysoitujen yhdisteiden kynnysarvot, sekä alemmat ja ylempät ohjearvot (VNa 214/2007):

	Kynnysarvo:	Alempi ohjearvo:	Ylempi ohjearvo:
Öljyhiilivetyjakeet C ₁₀ -C ₂₁ (keskitisleet):		300 mg/kg	1000 mg/kg
Öljyhiilivetyjakeet C ₂₂ -C ₄₀ (raskaat jakeet):		600 mg/kg	2000 mg/kg
Öljyhiilivetyjakeet C ₅ -C ₁₀ (bensiniijakeet):		100 mg/kg	500 mg/kg
Öljyhiilivetyjakeet C ₁₀ -C ₄₀ :	300 mg/kg		
MTBE-TAME:	0,1 mg/kg		
PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus:	15 mg/kg	30 mg/kg	100 mg/kg
PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuus:	0,1 mg/kg	0,5 mg/kg	5 mg/kg

Metallien kynnysarvot sekä alemmat ja ylempät ohjearvopitoisuudet on esitetty alla olevassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Metallien kynnysarvot sekä alemmat ja ylempät ohjearvot

Metalli	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Kynnysarvo	5		1	20	100	100	50	60	100	200	0,5
Alempi ohjearvo	50		10	100	200	150	100	200	150	250	2
Ylempi ohjearvo	100		20	250	300	200	150	750	250	400	5

Bariumille ei ole määritelty viitearvoja, joten bariumin pitoisuuksia verrataan SAMASE-arvoihin (600 mg/kg).

2. KOHTEEN KUVAUS

2.1 Kohteen tunnistetiedot

Hankkeen nimi: Hämeenlinnan kaupunki, Keinusaari II, jatkotutkimukset
Projektinumero: 09 502 12 0254

2.2 Kohteen sijainti ja omistus

Kohteen omistaja: Hämeenlinnan kaupunki, VR-Yhtymä Oy
Osoite: Keinusaari II, Hämeenlinna
Peruskarttalehden numero: 2131 09
Koordinaatit (HML kaup. koord.): x: 6 767 920 y: 3 364 042

2.3 Aikaisemmat tutkimukset / maaperän kunnostustoimenpiteet

Golder Associates Oy on tehnyt tutkimusalueella ja/tai sen välittömässä läheisyydessä aikaisemmin seuraavat ympäristötekniset selvitykset:

- Ympäristöarviointi, Keinusaaren alue, Hämeenlinna. GA Oy, 14.1.2002.
- Ympäristöarviointi, Keinusaaren alue, Hämeenlinna. Jatkotutkimus. GA Oy, 12.11.2002.
- Ympäristöarviointi, Vanha vaneritehdas, Hämeenlinna. GA Oy, 8.9.2003.

- Toimenpideraportti, Keinusaaren puhdistus, Hämeenlinna, vaihe I. GA Oy, 13.12.2005.
- Toimenpideraportti, Keinusaaren puhdistus, Hämeenlinna, vaihe II. GA Oy, 20.3.2007.
- Ympäristöarviointi, Keinusaari II, Hämeenlinna. GA Oy, 20.3.2008.

Lisäksi alueen maaperän tilasta on tehty seuraavia selvityksiä:

- Hämeenlinnan Energia Oy, Keinusaaren lämpökeskus, maaperän laatuselvitys. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, 6.6.1997.
- Hämeenlinnan ratapihalta poistettavien massojen käyttökelpoisuus selvitys. VesiHydro Oy, 9.1.1996.

2.4 Kohteen käyttöhistoria ja nykytilanne

Tutkimusaluetta, ns. Keinusaari II, rajaa pohjoisessa Monni, Korentokatu ja Viipurintien silta, idässä ja koillisessa rata-alue, lännessä Hilpi Kummilan tie ja Vanajantie sekä etelässä Kutalanjoki. Tutkimusalueen pinta-ala on yhteensä n. 8 ha.

Selvityksen kohteena oleva alue on osittain vanhan järven (Pikkujärvi) alueella. Pikkujärven pinta-ala on vanhan karttamateriaalin perusteella arvioituna ollut yhteensä n. 5,5-6,5 ha ja tästä noin puolet sijoittuu tutkimusalueelle. Järvi on kuivattu ja täytetty pääasiassa 1950-60 -lukujen aikana. Täyttökerroksen paksuus on enimmillään lähes 10 metriä. Täyttöön käytetyn materiaalin laatu ja alkuperä eivät ole tarkkaan tiedossa, mutta alueella toteutettujen tutkimus- ja kunnostustoimenpiteiden perusteella voidaan todeta, että järven täyttöön on käytetty hyvin sekalaista ainesta purkujätteestä ylijäämämaahan. Keinusaaren alueella, tutkimuskohteen pohjoispuolella, vuosina 2005 ja 2006 toteutettujen maaperän kunnostustoimenpiteiden yhteydessä poistettiin alueelta runsaasti haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä, öljyhiilivedyillä, raskasmetalleilla ja PAH -yhdisteillä pilaantunutta maata, sekä jätteen sekaista maa-ainesta.

Tutkimusalueen länsiosassa sijaitsee vanha teurastamorakennus. Teurastamotoiminnan lisäksi on nykyään tyhjiällä olevassa rakennuksessa toiminut mm. rakennusmateriaalien kierrätyskeskus. Teurastamoalueen rakennukset on liitetty kaukolämpöön 1980 -luvun lopulla. Tällöin rakennuksen sisällä ollut, n. 7-10 m³ lämmitysöljysäiliö purettiin.

Alueen keskellä sijaitsee Vattenfall Kaukolämpö Oy:n Keinusaaren lämpökeskus. Voimalan alueella on kaksi maanpäällistä öljysäiliötä, kooltaan 1 000 m³ ja 4 000 m³. Pienemmän säiliön alueella on tapahtunut vuonna 1980 vuoto, jonka yhteydessä alueen maaperä ja pohjavesi on likaantunut öljyhiilivedyillä. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy on tehnyt vuonna 1997 selvityksen öljysäiliön alueen maaperän ja pohjaveden likaantuneisuudesta. Selvityksessä todettiin säiliön vallitilan maaperässä enimmillään 16 000 mg/kg oleva öljyhiilivety pitoisuus. Lisäksi pohjavedessä todettiin olevan paikoitellen öljykalvo.

Tutkimusalue rajoittuu koillis- ja itäreunalla rata-alueeseen. Alueen läpi on kulkenut useita rautatien sivuraiteita. Pääradan varrella sijaitsee 1960 -luvulla rakennettu

entinen tavara-asemarakennus. Ratapiha-alueella on läjitetty raiteiden perusparannustöiden yhteydessä poistettuja maamassoja. Poistettujen massojen likaantuneisuutta on selvitetty ennen niiden läjitystä (VesiHydro Oy).

Keinusaari II alue on tällä hetkellä pääosin rakentamatonta sorakenttää, sekä pientä pensasta ja puustoa kasvavaa vesakkoa ja joutomaata. Alueelle suunnitellaan rakennettavan jatkoa jo toteutuneelle Keinusaari I asuin-, liike- ja työpaikka-alueelle. Pääosan alueesta omistaa Hämeenlinnan kaupunki. Tutkimusalueen pohjoisosa on VR-Yhtymä Oy:n omistuksessa. Tutkimusalueen raja on esitetty liitteessä 1.

3. GEOLOGIA JA HYDROGEOLOGIA

3.1 Topografia

Maan pinta sijoittuu tutkimuskohteen alueella tasolle +80...+82 m.

3.2 Maaperä

Maaperäkartan (1:20 000) perusteella kohde sijaitsee hienorakeisella silttialueella. Osittain tutkimusalue on kartoittamatonta.

Tutkimuksessa todettiin maaperän pintakerrosten olevan alueella pääosin täytemaata. Täyttökerrosten paksuus vaihtelee huomattavasti, ollen paksuimmillaan n. 10 m (täytetyn Pikkujärven alueella). Sekalainen täyttömateriaali on pääosin hiekkaa, soraa ja savea. Paikoitellen maa-aineksen joukossa todettiin runsaastikin rakennus- ym. jätettä (tiiltä, puuta, lasia, talousjätettä yms.).

Täytemaakerroksen alapuolella on turvekerros tai paikoin täytemaa on suoraan savi-/silttikerrosten päällä.

3.3 Pohjavesi/orsivesi

Keinusaari II alue ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella, eikä sen läheisyydessä ole vedenottoa. Lähin pohjavesialue sijaitsee kohteesta n. 2,5 km länteen (Ahvenisto 04 109 02, I -luokan pohjavesialue).

Orsiveden pinta on melko lähellä maan pintaa, sillä karkeampien täyttökerrosten alla on tiivis turve-/savikerros, joka pidättää vettä maaperän pintakerroksissa. Tutkimuspisteisiin asennetuista väliaikaisista pohjavesiputkista (8 kpl) mitattuna on orsiveden pinta tasolla +79,4...+79,7 m eli noin 0,5-2,5 m maanpinnasta.

Alueen orsivesien laatua (painetasot ja haitta-ainepitoisuudet) selvitettiin ympäristötekniikan tutkimuksen yhteydessä (Hule- ja orsivesiselvitys). Selvityksen tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 6.

3.4 Pintavesi

Tutkimusalue on pääosin päällystämätöntä, rakentamatonta sorakenttää sekä joutomaata. Päällystämättömillä alueilla osa pintavedestä (sade- ja sulamisvedet) imeytyy maaperään ja osa kulkeutuu pintavaluntana läheisiin avo-ojiin. Vanhan Pikkujärven alueella on isot, luode-kaakko -suuntaiset avo-ojat, jotka keräävät vedet tutkimusalueen eteläpuolella virtaavaan Kutalanjokeen. Joki purkaa vetensä n. 400 m etäisyydellä sijaitsevaan Vanajaveteen.

Alue on osin päällystetty ja viemäroity. Ainakin osa alueen pintavesiviemäreistä purkaa tutkimusalueella oleviin avo-ojiin.

Alueen hulevesien laatua selvitettiin ympäristöteknisen tutkimuksen yhteydessä (Hule- ja orsivesiselvitys). Tutkimuksen tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 6.

4 KENTTÄTUTKIMUKSET

4.1 Näytteet ja analyysit

4.1.1 Maanäytteet

Tutkimuskohteessa otettiin 13.-15.7.2009 maanäytteitä kaivinkoneella kaivetuista koekuopista ja 31.8.-1.9.2009 keskiraskaalla kairakalustolla kairatuista näytepisteistä. Näytteenottimena kairauksessa käytettiin läpivirtausotinta ja kierrekairaa. Koekuoppia tehtiin alueelle jatkotutkimusten yhteydessä yhteensä 14 kpl (KK31-KK44) ja kairapisteitä 13 kpl (S10-S22).

Tutkimuspisteiden sijoittelussa huomioitiin alueen historiatieto ja aiemmin tehdyt selvitykset. Pilaantuneeksi arvioidun alueen laajuuden ja täyttömaakerroksen ominaisuuksien selvittämiseksi tehtiin vanhan Pikkujärven länsiosaan 3 koekuoppaa (KK38, KK39 ja KK43) ja järven eteläiselle ranta-alueelle 2 kuoppaa (KK40 ja KK44). Vanhan teurastamon piha-alueelle sijoitettiin 2 koekuoppaa (KK41 ja KK42). VR -yhtymän omistuksessa olevalle alueelle tehtiin 7 koekuoppaa (KK31-KK37), joista 3 (KK31-KK33) sijoitettiin entisen tavara-aseman ympäristöön ja 4 tavara-aseman sekä vanhan Pikkujärven väliselle maa-alueelle.

Kairapisteistä 5 kpl tehtiin teurastamoalueen rakennusten lattiapinnan alapuoliseen maaperään (3 kpl vanhaan teurastamorakennukseen ja 2 kpl rakennukseen, jossa on säilytetty/käsitelty nahkoja) ja 6 kpl sijoitettiin Vattenfall Kaukolämpö Oy:n vuokra-alueelle (3 kpl lämpökeskuksen ympäristöön ja 3 kpl suuremman öljysäiliön valli-tilaan). Pienemmän säiliön vallitilaan ei sijoitettu tutkimuspisteitä, koska säiliötä saatetaan vielä käyttää. Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartassa.

Koekuopista otettiin kaivun yhteydessä 2-5 maanäytettä / kuoppa maaperän kerros-rakenne huomioiden. Kairauspisteistä näytteitä otettiin noin 1 m välein, alkaen 0,5 m maanpinnasta ja päättyen pisteestä riippuen 2-7 m syvyyteen. Yhteensä tutkimuksen yhteydessä otettiin 96 kpl maanäytteitä.

Näytteenoton jälkeen kaikki koekuopat täytettiin kerroksittain ennen niiden kaivamista olleeseen tasoon.

Kaikista maanäytteistä mitattiin näytteenoton yhteydessä haihtuvien hiilivetyjen suhteellinen määrä näytepussin kaasutilasta Gastrac-mittarilla. Lisäksi kenttätesteillä analysoitiin 45 näytteestä kokonaishiilivetypitoisuus (THC, Petroflag-kenttätesti) ja 45 näytteestä raskasmetallien pitoisuudet (Innov XRF-analysaattori). Kenttätestien tulosten ja aistihavaintojen perusteella valituista näytteistä analysoitiin laboratoriossa seuraavat haitta-aineet:

- Mineraaliöljypitoisuus jaoteltuna diesel- / kevyt polttoöljyä vastaaviin hiilivetyjakeisiin C₁₀-C₂₁ sekä voiteluöljyä vastaaviin hiilivetyjakeisiin C₂₂-C₃₉ kaasukromatografisesti (GC-FID) liuotinuutosta 21 maanäytteestä,
- PAH-yhdisteiden pitoisuudet 13 maanäytteestä kaasukromatografisesti (GC-MS),
- liutinaaineet kaasukromatografisesti (GC-MS) 5 maanäytteestä ja
- raskasmetallit ja arseeni ICP-AES- ja elohopeapitoisuudet CVAAS-analyysillä 15 maanäytteestä

Lisäksi tarkennettua riskiarviointia varten määritettiin valituista lisätutkimuksen yhteydessä otetuista maanäytteistä seuraavat ominaisuudet tai haitta-ainepitoisuudet:

- PCB-yhdisteet kaasukromatografisesti (GC-MS), 2 kpl
- Orgaanisen aineksen kokonaismäärä (TOC), 3 kpl
- Hiilivetyfraktiointi (GC-MS), 2 kpl
- Haitta-aineiden liukoisuudet 1 -vaiheisella ravistelutestillä, 2 kpl

4.1.2 Vesinäytteet

Alueen orsivesien laatua selvitettiin ympäristöteknisen tutkimuksen yhteydessä alueelta otettujen orsivesinäytteiden (5 kpl) avulla. Lisäksi vesinäytteitä otettiin alueen läpi kulkevista, luode-kaakko-suuntaisista avo-ojista (yht. 2 kpl) sekä Kutalanjoesta (1 kpl). Myös vuoden 2007 tutkimuksen aikana otettiin 4 kpl vesinäytteitä koekuoppiin suotautuneesta vedestä. Näytteenotto ja tulokset on esitetty liitteessä 6; Hule- ja orsivesiselvitys.

4.2 Analyysitulokset

4.2.1 Tutkimus

- Mineraaliöljypitoisuus: Maanäytteistä tehdyissä Petroflag-kenttätesteissä mitattiin kohonneita (>300 mg/kg) öljyhiilivetypitoisuuksia usean näytepisteen alueella (maksimipitoisuus 1 414 mg/kg näytteessä KK34/0,8-1,8 m).

Kenttätestitulosten perusteella valittujen näytteiden laboratorioanalyysissä todettiin valtioneuvoston asetuksen 214/2007 alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia diesel- / kevyt polttoöljyä vastaavia öljyhiilivetyjakeita C₁₀-C₂₁ näyte-

pisteissä KK34 / 0,8-1,8 m (450 mg/kg) ja S11 / 2 m (320 mg/kg). Voiteluöljyjä vastaavia öljyhiilivetyjakeita C₂₂-C₃₉ todettiin yli alemman ohjearvotason näytteissä KK31 / 1,5-2,5 m (1100 mg/kg), S11 / 2 m (2000 mg/kg) ja S14 / 0,5 m (740 mg/kg). Lisäksi näytteissä KK39 / 1,5-4 m, S11 / 2,6 m ja S21 / 1 m todettiin VNa 214/2007 kynnysarvon ylittäviä kokonaisöljyhiilivetypitoisuuksia (C₁₀-C₄₀ >300 mg/kg).

Suurin laboratorioanalyysien todettu kokonaisöljyhiilivetypitoisuus (jakeet C₁₀-C₃₉) oli 2 320 mg/kg, näytteessä S11 / 2 m.

- Liuotinaineet: Kenttämittausten mukaan useissa maanäytteissä todettiin merkittävä vaste mitattaessa haihtuvien hiilivetyjen suhteellista määrää näytepuskin kaasutilasta. Laboratoriossa tutkituissa maanäytteissä ei kuitenkaan todettu kynnysarvot ylittäviä pitoisuuksia haihtuvia tai erittäin haihtuvia yhdisteitä.

Laboratorion analyysimenetelmän määritysrajat ylittäviä pitoisuuksia aromaattisia yhdisteitä todettiin ainoastaan näytteissä S21 / 1 m (tolueeni, etyylibentseeni ja ksyleenit).

- PAH-yhdisteet: Suurin PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus, todettiin laboratorioanalyysissä näytteessä KK42 / 1-2 m (11 mg/kg). Yksittäisistä PAH-yhdisteistä VNa 214/2007 kynnysarvon ylittivät kyseisessä näytteessä fenantreeni (2 mg/kg), fluoranteeni (2,5 mg/kg) ja bentso[a]-pyreeni (0,64 mg/kg). Samoja yhdisteitä todettiin kynnysarvon ylittävinä pitoisuuksina myös näytteissä KK34 / 0,8-1,8 m, KK39 / 1,5-4 m ja KK44 / 0-1 m.

Muissa analysoiduissa maanäytteissä ei todettu VNa 214/2007 kynnysarvopitoisuudet ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

- Raskasmetallit: XRF-kenttäanalysaattorilla mitatuissa maanäytteissä todettiin sinkin alemman tai ylemmän ohjearvon ylityksiä kahden näytepisteen ja kuparin ylemmän ohjearvon ylityksiä yhden näytepisteen alueelta otetuissa maanäytteissä (KK43 ja S11).

Laboratorioanalyysissä mitattiin näytteessä KK43 / 2,5-4 m ylemmän ohjearvon ylittävä kuparipitoisuus (224 mg/kg) ja alemman ohjearvotason ylittävä sinkkipitoisuus (285 mg/kg) sekä näytteessä KK39 / 1,5-4 m alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus lyijyä (611 mg/kg).

Kaikissa laboratoriossa tutkituissa maanäytteissä todettiin kynnysarvon ylittävä arseenipitoisuus (maksimi 39 mg/kg). Lisäksi kynnysarvotaso ylittyi paikoin kuparin, lyijyn sekä sinkin osalta.

4.2.2 Analyysitulokset tarkennettu riskinarviointia varten

- PCB-yhdisteet: Laboratoriossa tutkituissa maanäytteissä ei todettu analyysin määritysrajat ylittäviä pitoisuuksia PCB-yhdisteitä
- Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC): Laboratoriossa mitatut TOC-pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,4-1 %

- Haitta-aineiden liukoisuus ja hiilivetyfraktioiden tulokset on esitetty tarkemmin liitteen 5 tarkennetussa riskinarvioinnissa.

Maanäytteiden kenttä- ja laboratorioanalyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

5. RISKITARKASTELU

Tämän ja alueella aikaisemmin toteutettujen tutkimusten yhteydessä otetuissa maanäytteissä todettiin paikoin Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määritetyt kynnysarvot ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia. Em. huomioiden tulee tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve arvioida. Arviointi on tehty tarkennettuna riskinarviointina, joka on esitetty liitteessä 5.

Riskinarvioinnin tarkoituksena on tarkastella kohteessa todettujen haitta-aineiden mahdollisesti aiheuttamia terveys- ja ympäristöhaittoja. Riskien hyväksyttävyyden arvioinnissa käytettiin hyväksi ohjearvoja, niiden määrittämisperusteita sekä muita viitearvoja.

6. VIRANOMAISKOKOUS

Keinusaaren II alueella tehtyjen ympäristötekniisten selvitysten perusteella laadittu tarkennettu riskinarviointi on toimitettu Hämeen ympäristökeskuksen edustajille (3.11.2009), ja se esiteltiin tarkemmin 20.11.2009 pidetyssä kokouksessa. Kokouksessa käytiin läpi riskinarvioinnin toteutusta ja sisältöä sekä arvioitiin siinä esitettyjä johtopäätöksiä. Ympäristökeskuksen edustajien käsityksen mukaan riskinarviointi on kattavasti laadittu ja se täyttää ne kriteerit, joita tarkennetulle arvioinnille on Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 asetettu.

Kokouksessa esitettiin seuraavia huomioita:

- Riskinarvioinnin mukaan tutkimusalueen maaperä ei ole pilaantunut, eikä laaditun arvioinnin perusteella alueella näin ollen ole tarvetta maaperän puhdistamiselle.
- Alueen täyttöön käytetty materiaali on monin paikoin rakennusjätteen sekaista maa-ainesta, jonka laadussa voi olla huomattavia alueellisia eroja.
- On huomioitava, että vaikka alueen maaperä ei todettujen haitta-ainepitoisuuksien perusteella ole pilaantunut, on alueelta kaivettava maa-aines monin paikoin luokiteltava pilaantuneeksi maa-ainesjätteeksi.
- Maaperässä olevat haitta-aineet ja rakennusjäte on huomioitava alueen tulevaa rakentamista suunniteltaessa ja etenkin rakentamiseen liittyvien kaivutöiden yhteydessä.

Em. perusteella jatkotoimenpiteistä sovittiin alustavasti seuraavaa:

- Koska suunnitellun rakennusalueen maaperä on monin paikoin epähomogeenista, rakennusjätteen sekaista täytemaata, laaditaan alueella tehtävään rakentamiseen liittyen kunnostussuunnitelma, jossa esitetään mm.
 - Haitta-aineita ja/tai rakennusjätettä sisältävän maa-aineksen kaivuuseen liittyvät periaatteet.
 - Periaatteet ja tavoitteet rakennusten ja muiden rakennettavien alueiden rakennekerroksille sekä pintavesien ohjaukselle.
- Kun kunnostussuunnitelma on valmis, se esitellään ympäristökeskuksen edustajille ja sovitaan tarkemmin työn toteuttamisesta.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

7.1 Maaperässä todetut haitta-aineet

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi on tehty tarkennettuna riskinarviointina (liite 5). Riskinarvioinnin kannalta kriittisten aineiden valinta-perusteena käytettiin Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisia alempia ohjearvoja.

Tutkimuksissa (sekä vuoden 2007 että vuoden 2009 lisätutkimus) todettiin 5 näytesteen alueella alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia diesel-/kevyt polttoöljyä vastaavia hiilivetyjakeita C₁₀-C₂₁ (maksimi 750 mg/kg; KK9/2,5-5 m). Myös voiteluöljyä vastaavia jakeita C₂₂-C₃₉ todettiin 5 näytesteen alueella alemman ohjearvon ylittävinä pitoisuuksina (maksimi 2000 mg/kg; S11/2 m). PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus ylitti ylemmän ohjearvotason yhden näytesteen alueella (220 mg/kg; KK11/0,5-2 m), mutta muissa pitoisuudet olivat alle alemman ohjearvon. Metalleista todettiin kahden näytesteen alueella kuparia yli ylemmän ohjearvon pitoisuuksina (maksimi 1054 mg/kg; KK43/2,5-4 m). Lisäksi yhdessä näytteessä oli lyijyä yli alemman ohjearvon (611 mg/kg; 1,5-4 m) ja kahdessa sinkkiä (maksimi 367 mg/kg; KK11/0,5-2 m).

Analysoitujen näytteiden perusteella haitta-aineita todettiin pääosin rakennusjätettä sisältävässä täyttökerroksessa eri puolilla kohdealuetta, osin orsi-/pohjavedenpinnan alapuolella. Haitta-aineista ainoastaan öljyhiilivetyjä (pääosin raskaita jakeita) todettiin muualla kuin rakennusjätettä sisältävässä täyttökerroksessa (näytteet S11/2 m; vanhan teurastamorakennuksen alla ja S14/0,5 m; asfalttipinnan alla).

7.2 Vesinäytteissä todetut haitta-aineet

Orsi- ja ojavesinäytteiden haitta-ainetulosten vertailu kohteessa perustuu Valtioneuvoston 1.6.2009 voimaan tullessa asetuksessa 341/2009 määritettyihin ympäristölaatunormeihin sekä Sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetukseen (STM 431/2000). Osassa näytteitä laboratorion määrittämisraja on em. viitearvoja suurempi.

Öljyhiilivetyjen pitoisuudet ylittivät laboratorion analyysimenetelmän määrittämisrajan ja VNa 341/2009 ympäristölaatunormit kahdessa vesinäytteessä (maks. C₁₀-C₄₀: 0,22

mg/l). Pieniä PAH-yhdisteiden pitoisuuksia (maks. 39 µg/l) todettiin 6 näytteessä. Yksittäisistä yhdisteistä naftaleenin ja bentso(a)pyreenin sekä bentso(b)fluoranteenin, bentso(k)fluoranteenin, bentso(g,h,i)peryleenin ja indeno-(1,2,3-cd)pyreenin summapitoisuus ylittivät ympäristölaatumit. Arseenin (38 µg/l), koboltin (22 µg/l), nikkelin (12 µg/l), elohopean (0,25 µg/l) ja antimonin (6 µg/l) maksimipitoisuuksien todettiin ylittävän pohjavettä pilaavien aineiden ympäristölaatumit. Lisäksi kaikissa otetussa orsivesinäytteissä mitattiin laboratorion määritysrajat ylittävä pitoisuus bariumia (maks. 115 µg/l).

7.3 Rakennus- ym. jäte

Tutkimuskohdetta, varsinkin vanhan Pikkujärven aluetta, on täytetty sekalaisella täyttömateriaalilla. Paikoitellen maa-aineksen joukossa todettiin runsaastikin rakennus- ym. jätettä (tiiltä, puuta, lasia, metalliromua, talousjätettä yms.). Jätettä todettiin runsaasti erityisesti koekuopissa KK5, KK9, KK11-KK13, KK24, KK25, KK28, KK29, KK34, KK35, KK39, KK41 ja S14. Runsaasti rakennus- ym. jätettä sisältävää täytemaata arvioidaan olevan em. koekuoppien alueilla noin 15 000-25 000 m³tr. Esitetty määräarvio on suuntaa antava ja voi vaihdella suuresti, vanhan Pikkujärven laajasta pinta-alasta ja jopa 10 m paksun täyttökerroksen sekalaisesta koostumuksesta johtuen. Pienempiä määriä rakennus- ym. jätettä todettiin myös useiden muiden koekuoppien alueella.

Tutkimusalueen pohjoispuolella (Keinusaari I) toteutetun maaperän puhdistuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella voi Pikkujärven täyttöön käytetty sekalainen materiaali sisältää paikoin hyvinkin korkeita haitta-ainepitoisuuksia. Nyt ja vuonna 2007 toteutetun tutkimuksen yhteydessä Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määritettyjä alempia tai ylempiä ohjearvoja ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia todettiin 11 koekuopan tai näytepisteen alueella. Näistä näytepisteistä 8:n alueella todettiin runsaammin rakennus- ym. jätettä.

7.4 Yhteenveto

Kriittisiksi haitta-aineiksi tarkennetussa riskinarvioinnissa (liite 5) valittiin öljyhiilivetyjen keskitisleet ja raskaat jakeet, PAH-yhdisteistä fenantreeni, fluoranteeni, naftaleeni, bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni. Epäorgaanisista haitta-aineista kriittisiksi valittiin alemman ohjearvon ylittävät kupari, lyijy ja sinkki sekä liukoisuustestien perusteella antimoni. Käsitteellisen mallin avulla arvioitiin mahdollisiksi kulkeutumisreiteiksi haitta-aineiden haihtuminen maaperästä rakennusten sisäilmaan sekä kulkeutuminen orsiveden mukana. Altistujiksi (ja altistumisreiteiksi) todettiin kohteen työntekijät/asukkaat (sisäilman hengitys) sekä maaperän eliöstö (suora kosketus) ja pintavesien vesieliöstö (kulkeutuminen orsivesien mukana pintavesistöön, nieleminen). Riskejä tarkasteltiin todettujen pitoisuuksien, viitearvojen ja liukoisuustestien avulla sekä laskennallisesti.

Kohteen orsivedessä todettiin myös arseenia, elohopeaa, kobolttia ja nikkeliä. Kutakin ainetta on todettu ainoastaan yhdessä kohteesta otetusta näytteestä. Nikkelin ja arseenin pitoisuudet maaperässä ylittävät kynnysarvon, elohopeaa ei ole todettu maaperässä lainkaan. Koska orsivedessä todettujen epäorgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet

maaperässä eivät ylitä ohjearvoja eivätkä ne esiinny kohteen orsivedessä yleisesti, niiden riskin ei katsota olevan merkittävä eikä niitä valittu kriittisiksi haitta-aineiksi.

Riskitarkastelun perusteella kohteessa todetut haitta-aineet eivät kulkeudu merkittävästi eivätkä aiheuta merkittävää altistumista alueen nykyisellä tai suunnitellulla käyttötarkoituksella. Tulosten perusteella kohteessa ei esiinny terveys- tai ympäristöriskiä eikä näin ollen kohteen maaperässä todetuilla haitta-ainepitoisuuksilla esiinny maaperän puhdistustarvetta. Mikäli kohteen käyttötarkoitus muuttuu nykyisestä tai tässä arviossa esitetystä suunnitellusta käyttötarkoituksesta, tulee maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve tarkistaa uusi maankäyttömuoto huomioon ottaen.

Vaikka alueen maaperässä todetut haitta-ainepitoisuudet eivät riskinarvioinnin perusteella aiheuta ympäristö- tai terveysriskejä, eikä tarvetta maaperän puhdistamiselle siten ole, tullaan tulevan rakentamisen yhteydessä alueella tekemään kaivutöitä, joiden yhteydessä käsitellään haitta-ainepitoisia maamassoja. Kyseisiä kaivumassoja ei kaivun jälkeen todennäköisesti voi sijoittaa takaisin kaivantoihin täytemaana. Rakentamisen suunnittelussa tulee siis varautua haitta-ainepitoisten massojen aiheuttamiin kustannuksiin. Vieläkin merkittävämpiä kustannuksia voi aiheutua kaivumassojen sisältämästä sekalaisesta jätteestä. Voidaankin todeta, että maaperän haitta-aineiden ja maamassojen sisältämän rakennusjätteen kustannusvaikutus muuttuu sitä merkittävämmäksi mitä enemmän tuleva rakentaminen edellyttää kaivutöitä.

Keinusaari II alueelle laadittu tarkennettu riskinarviointi on esitelty Hämeen ympäristökeskuksen edustajille.

8. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Riskinarvioinnin mukaan tutkimusalueen maaperä ei ole pilaantunut, eikä tutkimustulosten ja laaditun arvioinnin perusteella alueella näin ollen ole tarvetta maaperän puhdistamiselle.

Mikäli vanha teurastamorakennus puretaan tai sen lattiarakenteita käyttötarkoituksen muuttuessa, tai muusta syystä puretaan, tulee tarkastaa maaperän mahdollinen pilaantuminen ja tässä raportissa todettujen haitta-aineiden esiintymislaajuus lattiarakenteiden alta. Mahdollinen haitta-aineita sisältävä purkubetoni tulee toimittaa asianmukaiseen vastaanottopaikkaan.

Alueella todetut rakennus- yms. jätteet tulee huomioida kiinteistön alueella toteutettavien kaivutöiden yhteydessä. Erityisesti vanhan Pikkujärven alueella kaivettaessa, on huomioitava alueella käytetyn täyttömateriaalin vaihteleva koostumus. Lisäksi alueen laajuudesta johtuen, on tehtävissä kaivutöissä varauduttava haitta-ainepitoisen maa-aineksen esiintymiseen myös nyt tutkittujen alueiden ulkopuolella. Mikäli kaivu- / rakennustöiden yhteydessä todetaan aistinvaraisesti haitta-ainepitoista tai jätettä sisältävää maa-ainesta, tulee ko. massojen haitta-ainepitoisuudet selvittää. Myös orsiveden tilaa on mahdollisten kaivutöiden yhteydessä tarvittaessa seurattava ja haitta-

ainepitoisuudet tarkistettava. Maa-aineksen joukossa oleva rakennusjäte ja sen poistamisesta aiheutuvat kustannukset (esim. mahdollinen seulonta) on huomioitava.

Koska suunnitellun rakennusalueen maaperä on monin paikoin epähomogeenista, rakennusjätteen sekaista täyte- maata, laaditaan alueella tehtävään rakentamiseen liittyen kunnostussuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään mm. haitta-aineita ja/tai rakennusjätettä sisältävän maa-aineksen kaivuuseen liittyvät periaatteet sekä periaatteet ja tavoitteet rakennusten ja muiden rakennettavien alueiden rakennekerroksille sekä pintavesien ohjaukselle.

Laadittu kunnostussuunnitelma esitellään Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) edustajille ja samalla sovitaan tarkemmin työn toteuttamisesta.

Turussa 28.1.2010



Mari Ahlroos
Golder Associates Oy



Kim Brander
Golder Associates Oy

LIITE 2

KOHTEN SIJAINTIKARTTA
JA
TUTKIMUSKARTTA



© Maanmittauslaitos 244/KP/04

MERKKIEN SELITYS



Kohde

Kohde: Keinusaari II Hämeenlinna

PROJEKTI NUMERO
09 502 12 0254

ASIAKKAAN PRO.NRO

PIIR.NRO
1



PROJEKTI
Hämeenlinnan kaupunki
Keinusaari II jatkotutkimukset

SISÄLTÖ
Sijaintikartta

SUHDE
1:16 000

SUUNNITTELIJA
MAh

PIIRTÄJÄ
MAh

ASIAKIRJA
Ympäristöarviointi

ARKKIKOKO
A4

RUOSILANKUJA 3E, 00390 HELSINKI, FINLAND
TEL. 09-5617 210 FAX. 09-5617 2120

TARKASTAJA
KBr

PVM
20.10.2009

LIITE 3

YHTEENVETOTAULUKOT JA ANALYYSITODISTUKSET

YHTEENVETOTAULUKKO
Maanäytteet

18.2.2010
1 (2)

Projektin nimi:		Hämeenlinnan kaupunki Keinusaari II jatkokutkimus				Laboratorioanalyytit:																					
Projektin numero:		09 502 12 0254				Kenttämittaukset:																					
Asiakkaan viite:		xxxxxx																									
Projektipäällikkö:		Kim Brander																									
Kenttähenkilö:		Mari Ahlroos																									
NÄYTTEIEDOT						KENTTÄ- MITTAUKSET						LABORATORIOANALYYSIT												MUUT TIEDOT			
Näytteen- otto pvm.	Näyte numero	Sy- vyys m		Maalaji	Näytteen kuvaus	PID	Petroflag	Innov XRF Zn	Innov XRF Pb	Innov XRF Cu	Innov XRF As	Öljyhiilivedyt			Bensiinihiilivedyt								Muut analysit		HUOM!		
						ppm	mg/kg					C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₂ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	MTBE	TAME	MTBE + TAME	Bent- seeni	Tolu- eeni	Etyyli- bent- seeni	Ksy- leenit	TEX	TVOC C ₅ -C ₁₀	TOC	PCB summa		
												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		
15.7.09	KK31	0,3	0,7	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas. 0-0,3 m asfaltti/murske	<																					
15.7.09		0,7	1,5	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas	<																					
15.7.09		1,5	2,5	tä(Sr)	Vähän rakennusjätettä	<	436	58	11	38	22	< 20	1100	1100													
15.7.09		2,5	3,0	tä(Sr)	Vesi n. 2,7 m, suotautuu öljysäiliön suunnalta	***																					
15.7.09			3,0	tä(Sr)	Puuta yms. suotautuva vesi kirkasta, ei hajua	***	38	37	12	29	< 8																
15.7.09	KK32	0,3	0,7	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas. 0-0,3 m asfaltti/murske	<																					
15.7.09		0,7	2,7	tä(Sr/Ki)	Vähän rakennusjätettä	<	5	76	21	59	30																
15.7.09		2,7	2,9	siSa	Luonnollinen	***	41	60	13	30	< 9																
15.7.09	KK33	0,3	1,0	tä(Sr/Ki)	Aistinvaraisesti puhdas. 0-0,3 m asfaltti/murske	<	2	65	16	64	53																
15.7.09		1,0	2,3	tä(Sr/Si)	Aistinvaraisesti puhdas, vesi n. 2,3 m	<	18	106	10	122	55																
15.7.09		2,3	2,5	siSa	Luonnollinen	***																					
13.7.09	KK34	0,2	0,8	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas	<	777	144	27	27	17	< 20	200	200													
13.7.09		0,8	1,8	tä(Sr)	Rakennus- yms. jätettä (tiiltä, puuta), musta kerros	*	1414	180	44	44	23	450	350	800	0,01	< 0,01	< 0,02	0,02	0,01	< 0,01	0,02	< 0,04	< 2	2			
13.7.09		1,8	2,0	Tv	Luonnollinen	***		< 4	< 4	< 10	< 4																
13.7.09	KK35	0,2	1,8	tä(Sr/Sa)	Rakennus- yms. jätettä (tiiltä, puuta), vesi n. 0,7 m	**	222	52	12	37	< 8															PV-putki L1 (vesi n. 0,7 m)	
13.7.09		1,8	2,0	Tv	Luonnollinen	***																					
13.7.09	KK36	0,2	1,6	tä(Sr/Sa)	Puuta, muuten aistinvaraisesti puhdas	*	242	51	12	32	11	< 20	60	60													
13.7.09		1,6	2,0	Tv	Luonnollinen	***																					
14.7.09	KK37	0,0	0,5	tä(Sr)	Murske	<																					
14.7.09		0,5	1,6	tä(Sr)	Vähän rakennusjätettä, harmaa täyttö	*	478	69	27	52	< 10	< 20	130	130										0,4			
14.7.09			1,6	Tv	Luonnollinen	***																					
13.7.09	KK38	0,0	0,5	tä(Sr)	Pintakerros, ei jätettä, aistinvaraisesti puhdas	<																					
13.7.09		0,5	3,5	tä(Sr/Si/Sa)	Vähän rakennusjätettä, kostea n. 3 m	<	307	54	16	44	15	< 20	50	50													
13.7.09		3,5	4,0	tä(Sr/Sa)	Vähän rakennusjätettä, harmaa täyttö	*	303	68	12	64	23																
13.7.09	KK39	0,0	0,2	tä(Sr)	Pintakerros, ei jätettä, aistinvaraisesti puhdas	<																					
13.7.09		0,2	1,5	tä(Sr)	Vähän rakennusjätettä	<																					
13.7.09		1,5	4,0	tä(Sa/Sr)	Rakennus- yms. jätettä, vesi n. 2 m	***	806	125	40	80	17	240	440	680	0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03	< 2		< 0,01		
13.7.09			4,0	tä(Sr/Ki/Sa)	Jätetäyttö jatkuu	**	48	78	24	50	11																
14.7.09	KK40	0,0	1,8	tä(Sr/Si)	Aistinvaraisesti puhdas, kosteus n. 1,7 m	*	56	42	15	36	17															Pv -putki L2 (ei kunnolla vettä)	
14.7.09		1,8	2,0	Tv	Luonnollinen	***																					
14.7.09	KK41	0,3	0,8	tä(Sr)	Vähän rakennusjätettä. 0-0,3 m asfaltti ja murske	<	503	115	25	56	13	< 20	70	70													
		0,8	3,0	tä(Sr/Sa)	Harmaa täyttö, vesi n. 2,5 m (runsaasti)	<	184	54	12	43	21															PV-putki L3 (vesi n. 2,5 m)	
			3,0	tä(Sr/Sa)	Täyttö jatkuu, ei pääse syvemmmälle	**		54	13	31	18																
14.7.09	KK42	0,2	1,0	tä(Sr)	Vähän rakennusjätettä. 0-0,2 m asfaltti ja murske	<	222	65	16	43	22																
14.7.09		1,0	2,0	tä(Sr)	Tummempi kerros, vanha vesiputki n. 1,7 m	<	282	50	19	81	32	< 20	70	70													
14.7.09			2,2	Tv	Luonnollinen, savi 2-2,2 m	***																					
13.7.09	KK43	0,0	0,5	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas	<																				PV-putki L4 (vesi n. 3 m)	
13.7.09		0,5	2,5	tä(Sr)	Harmaa täyttö	*	263	53	14	30	9																
13.7.09		2,5	4,0	tä(Sa/Sr)	Rakennus- yms. jätettä, vesi n. 3 m	**	581	431	79	775	< 13	50	170	220											< 0,01		
14.7.09	KK44	0,0	1,0	tä(Sr/sepeli)	Raidesepeli, näyte välisorasta, petro kellertävä	*	876	62	14	69	55	< 20	80	80													
14.7.09		1,0	2,0	tä(Sr)	Harmaa täyttö, vesi n. 2 m	**	855	53	28	66	< 10				< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03				PV-putki L5 (vesi n. 2 m, nukast)	
14.7.09		2,0	2,2	Tv	luonnollinen	***																					
14.7.09	Kokooma 1																							1,7			
31.8.09	S10		2,0	Tv	Maan pinta n. 1,75 m lattian (+81,83) pinnasta	***		11	< 4	< 11	< 2																Betoninäyte B1 (laatan paksuus 0,1 m)
31.8.09			2,5	Tv	Luonnollinen	***																					
31.8.09	S11		2,0	tä(Sr)/Tv	Maan pinta n. 1,6 m lattian (+81,76) pinnasta	**	1382	282	43	70	9	320	2000	2320													Betoninäyte B2 (laatan paksuus 0,15 m)
31.8.09			2,6	Tv	Luonnollinen	***						50	370	420													
31.8.09	S12	0,1	0,3	tä(Hk)	Betonikerrosten välihiekkä tms.	*	197	60	14	53	9															Betoninäyte B3 (laatan paksuus n. 0,05 m)	
31.8.09			1,6	Tv	Maan pinta n. 1,1 m. lattian (+80,89) pinnasta	***																					0,3-1,1 tyhjää
31.8.09	S13		0,5	tä(Sr)	Asfaltti 0-0,1 m	<	803					< 20	110	110													PV-putki L6 (1 m siivilä, 1 m nousu), vesi n. 1,75 m
31.8.09			1,0	tä(Sr)	Aistinvaraisesti puhdas	<																					
31.8.09			2,0	tä(Sr)	Vesi n. 1,75 m	**	2	75	15	31	13																
31.8.09			3,0	tä(Sr)/Tv	Osittain luonnollinen	***																					
31.8.09			4,0	Tv	Luonnollinen	***																					
31.8.09	S14		0,5	tä(Sr)	Pintakerros, ei jätettä tms.	***	961	92	16	50	15	< 20	740	740	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03					
31.8.09			1,0	tä(Sr)	Tiiltä	***																					
31.8.09			2,0	tä(Sr/Sa)	Runsaasti tiiltä	***	381	81	22	31	13	20	170	190													
31.8.09			3,0	tä(Sa/Sr/Ki)	Vähän tiiltä, kiviä. Kosteaa	***																					

YHTEENVETOTAUUKKO
Maanäytteet

Näytteen- otto pvm.	Näyte numero	Sy- vyys m	Maalaji	Näytteen kuvaus	PiD	Petroflag	Innov XRF Zn	Innov XRF Pb	Innov XRF Cu	Innov XRF As	C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₂ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	MTBE	TAME	MTBE + TAME	Bent- seeni	Tolu- eeni	Etyyli- bent- seeni	Ksy- leenit	TEX	TVOC C ₅ -C ₁₀	TOC	PCB summa	HUOM!	
					ppm	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		
31.8.09		4,0	tä(Sa/Sr/Ki)	Vähän tiiltä, puuta. Turve?	***																					
31.8.09		5,0	Sa/Sr	täyttö/luonnollinen (?), vettä	**																					
31.8.09		6,0	Sr/Sa	täyttö/luonnollinen (?), vettä	**																					
31.8.09		6,5	Sr/Sa	täyttö/luonnollinen (?), vettä	**	10																				
1.9.09	S15	0,5	tä(Sr/Sa)	Kosteaa	**																					
1.9.09		1,0	tä(Sr)	Vaalea sora, joukossa betonia?, kostea	***	380	76	17	28	11	< 20	120	120													
1.9.09		2,0	Sa/Tv	Luonnollinen	***																					
1.9.09		4,5	Tv	Luonnollinen	***																					
1.9.09		5,0	Sa	Luonnollinen	**																					
1.9.09	S16	0,5	tä(Sr)	Joukossa vähän betonia	<	798	88	9	64	44	< 20	270	270													
1.9.09		1,0	tä(Sr)	Joukossa vähän betonia	<																					
1.9.09		1,5	tä(Sr)	Joukossa kiviä	<																					
1.9.09		3,0	tä(Sr)	Joukossa kiviä	*	408	95	< 8	81	38																
1.9.09		4,0	tä(Sr)	Siltisempää kuin yllä	*																					
1.9.09		5,0	tä(Sr)	Siltisempää kuin yllä	*																					
1.9.09		6,0	Tv	Luonnollinen	***																					
1.9.09	S17	0,5	tä(Sr/Hm)	Osittain org. pinta	**	320	52	11	27	10	< 20	90	90													
1.9.09		1,0	tä(Sr)	Vesi n. 1 m	**																				PV-putki L7 (1 m siivilä, 1 m nousu), vesi n. 1 m	
1.9.09		2,0	Tv	Savi n. 1,5, turve 1,8 m	***																					
1.9.09	S18	0,5	tä(Sr)	Pintakerros, ei jätettä tms.	**																					
1.9.09		1,0	tä(Sr)	Vähän tummempi kerros (org.?), vesi	**	464	42	23	27	22	< 20	< 20	< 40													
1.9.09		2,0	tä(Sa)/Si	Eristekerros, sav/siltti	**																					
1.9.09		3,0	Sa/Sr	Vesi, mahd. luonnollinen	**																				Pv-putki (1 m siivilä, 2 m nousu)	
1.9.09		4,0	Sr/Mr	Vesi, mahd. luonnollinen	**		37	12	21	7																
1.9.09		5,0	Sr/Mr	Kasvien jäänteitä (?), vesi	**																					
1.9.09		6,0	Sr/Mr	Kasvien jäänteitä (?), vesi	**																					
1.9.09		7,0	Sr/Mr	Vesi	**	92																				
1.9.09	S19	0,5	tä(Sr)	kuiva	<		59	12	51	15																
1.9.09		1,0	tä(Sr)	kuiva	*																					
1.9.09		2,0	tä(Sr/Sa)	vesi, savikerros n. 1,8 m	**	203	67	16	27	16																
1.9.09		3,0	Tv/Sa/Sr	Ohut turvekerros ja savisora	**																					
1.9.09		4,0	Mr (?)	Luonnollinen (?)	**	181																				
31.8.09	S20	0,1	0,5	tä(Sr)	Betonikerrosten välisora tms.	**	202	57	16	52	7														Betoninäyte B4 (laatan paksuus 0,05 m)	
1.9.09	S21		0,5	tä(Sr)	Pintakerros, ei jätettä tms.	<		70	15	30	14															
1.9.09			1,0	tä(Sr)	Selvä öljyn haju	*	1296	66	30	42	16	280	150	430	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	0,02	0,02	0,07	0,11				
1.9.09			2,0	tä(Sr)	Vesi, ei öljyn hajua	**	337																			
1.9.09			2,7	Tv	Luonnollinen	***																				
1.9.09	S22		1,8	tä(Sr)	Tarkastusluukun pohja 1,55 m lattian (+81,58) pinnasta	*	276	37	21	19	9															
1.9.09			2,5	Tv	Luonnollinen (?)	***		38	6	< 14	< 4															
31.8.09	B1	0,0	0,1	betoni	Aistinvaraisesti puhdas laatta	<	10																		Teurastamon alueelta	
31.8.09	B2	0,0	0,15	betoni	Aistinvaraisesti öljyntyneet laatta	<	3413																		Lämmönjakuhuone	
31.8.09	B3	0,0	0,05	betoni	Ohut betonikerros, jonka alapuolella hiekka ja raudotus (mahd. toinen betonikerros)																				Pannuhuone	
31.8.09	B4	0,0	0,05	betoni	Betoni "syöpynyt" suolan vaikutuksesta. Ohuen betonikerroksen alapuolella sora ja mahd. toinen betonikerros.																				Nahkojen käsittely	
Kynnysarvo							-	-	-	-	-	-	300			0,1	0,02				1			0,1		
Alempi ohjearvo							-	-	-	-	-	-	300	600		5	0,2	5	10	10		100		0,5		
Ylempi ohjearvo							-	-	-	-	-	-	1000	2000		50	1	25	50	50		500		5		
TILASTOTIEDOT																										
HAVAINTOJEN MÄÄRÄ					98	45	1	45	3	45	3	45	9	45		21	21	21	5	5	5	5	2	3	2	
MIN.																										
MAKS.																										
KESKIARVO																										
MEDIAANI																										
KESKIHAJONTA																										

MERKKIEN SELITYKSET	
	ei analyysia
<	alle analyysin määrittäysrajan
Hk	hiekkä
Sr	sora
Sa	savi
Si	siltti
Mr	moreeni
Hm	humuspitoinen/orgaaninen maa-aines
Tä	täyttömaa
*	Gastrac-mittaus, vähäinen vaste
**	Gastrac-mittaus, keskinertainen vaste
***	Gastrac-mittaus, merkittävä vaste
QA:	KBr
Rev:	A0

Golder Associates Oy

MERKKIIN SELITYKSET	
	ei analyysia
<	alle analyysin määritysrajan
Hk	hiekkä
Sr	sora
Sa	savi
Si	siltti
Mr	moreeni
Hm	humuspitoinen/orgaaninen maa-aines
Tä	tytölmäa
*	Grasrac-mittaus, vähäinen väste
**	Grasrac-mittaus, keskinkertainen väste
***	Grasrac-mittaus, merkittävä väste
QA:	KBr
Rev:	A0

* KORVAA Aiemman 23.7.2009 Päivätyn Analyysitodistuksen *

ANALYYSITODISTUS

No:E99649

29.07.2009

GOLDER ASSOCIATES OY
MARI AHLROOS
RATAPIHANKATU 53C
20100 TURKU

Asiakkaan viite: 09502120254
Näytteet: Maanäytteitä 14 kpl
Saapumispäivämäärä: 16.7.2009

Analyysi / Menetelmä: Mineraaliöljypitoisuus C10-C40 SGSF123
Erittäin haihtuvat yhdisteet SGSF127
PAH-yhdisteet SGSF097
PCB-yhdisteet SGSF118
Kuiva-ainepitoisuus (KA.) ISO11465
Metallit SGSF522

Tulokset: **Mineraaliöljypitoisuus SGSF123:**

Analyysipäivämäärä: 21.7.2009

Näyte	C ₁₀ -C ₂₁ mg/kg KA.	C ₂₂ -C ₄₀ mg/kg KA.	KA. P-%
KK31/1,5-2,5	< 20	1100	92,6
KK34/0,2-0,8	< 20	200	95,6
KK34/0,8-1,8	450	350	79,1
KK36/0,2-1,6	< 20	60	85,4
KK37/0,5-1,6	< 20	130	93,2
KK38/0,5-3,5	< 20	50	89,7
KK39/1,5-4	240	440	73,3
KK41/0,3-0,8	< 20	70	84,6
KK42/1-2	< 20	70	73,4
KK43/2,5-4	50	170	80,2
KK44/0-1	< 20	80	92,7

Tulosliitteet:

Erittäin haihtuvat yhdisteet SGSF127 3 kpl
PAH-yhdisteet SGSF097 2 kpl
PCB-yhdisteet SGSF118 1 kpl
Metallit SGSF522 1 kpl

SGS Inspection Services Oy



Tytti Tuutti
Nuorempi kemisti, laboratoriopalvelut



SGS118: PCB-yhdisteet

Tulosliite analyysitodistukseen: E99649 Asiakkaan viite: 09502120254

Näytetunnus	L9148	L9151
Näyte	KK39/1,5-4	KK43/2,5-4
Analyysi pvm	21.7.2009	21.7.2009
Kuiva-ainepitoisuus	73,7 %	80,2
	mg/kg KA.	mg/kg KA.
#28 (TriCBP)	< 0,01	< 0,01
#52 (TetraCBP)	< 0,01	< 0,01
#101 (PentaCBP)	< 0,01	< 0,01
#118 (PentaCBP)	< 0,01	< 0,01
#153 (HexaCBP)	< 0,01	< 0,01
#138 (HexaCBP)	< 0,01	< 0,01
#180 (HeptaCBP)	< 0,01	< 0,01
PCB-kokonaispitoisuus	< 0,01	< 0,01

SGS Inspection Services Oy 23.07.2009 PCB-kokonaispitoisuus on määritettyjen kongeneerien yhteenlaskettu pitoisuus

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement, samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

METALLIT MAANÄYTYTESTÄ ICP/AES(SGSF522)

LIITE RAPORTTIIN: E99649 Viite: 09 502 12 0254

Näyte	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg
KK31/1.5-2.5	13	<0.4	22	29	51	<10	54	<0.4
KK33/1-2.3	33	<0.4	22	66	14	<10	60	<0.4
KK34/0.8-1.8	18	<0.4	26	147	15	61	199	<0.4
KK39/1.5-4	19	<0.4	23	62	13	611	187	<0.4
KK41/0.3-0.8	15	<0.4	47	45	19	21	90	<0.4
KK42/1-2	20	<0.4	23	56	24	83	131	<0.4
KK43/2.5-4	10	0.9	23	1054	12	73	285	<0.4
KK44/0-1	18	<0.4	24	57	13	<10	48	<0.4

SGS Inspection Services Oy 22.7.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks



SGSF097: PAH-yhdisteet

Tulosliite analyysitodistukseen: E99649

Asiakkaan viite: 09 502 12 0254

	L9143	L9144	L9146	L9147	L9148	L9149
Näytetunnus	KK34/0.8-1.8	KK35/0.2-1.8	KK37/0.5-1.6	KK38/0.5-3.5	KK39/1.5-4	KK41/0.3-0.8
Näyte	21.7.2009	21.7.2009	21.7.2009	21.7.2009	21.7.2009	21.7.2009
Analyysipvm	79.1	88.1	93.2	89.7	73.7	84.6
Kuiva-ainepitoisuus, %						
	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA
Naftaleeni	0.31	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.36	< 0.2
Asenafyleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Asenafteeni	0.22	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.29	< 0.2
Fluoreeni	0.49	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.59	< 0.2
Fenantreeni	2.0	0.22	< 0.2	< 0.2	1.5	< 0.2
Antraseeni	0.53	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.26	< 0.2
Fluoranteeni	1.8	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.96	0.29
Pyreeni	1.3	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.67	0.24
Benzo(a)antraseeni	0.76	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.31	< 0.2
Kryseeni	0.87	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.37	< 0.2
Benzo(b)fluoranteeni	1.2	0.25	< 0.2	< 0.2	0.54	< 0.2
Benzo(k)fluoranteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.26	< 0.2
Benzo(a)pyreeni	0.61	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.24	< 0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Dibenzo(a,h)antraseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Benzo(g,h,i)peryleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Total 16 PAH's	10	0.47	< 0.2	< 0.2	6.4	0.52

SGS Inspection Services Oy

22.07.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Exempt by special arrangement: samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

SGSF097: PAH-yhdisteet

Tulosilite analyysitodistukseen: E99649

Asiakkaan viite: 09 502 12 0254

Näytetunnus	L9150	L9151	L9152
Näyte	KK42/1-2	KK43/2.5-4	KK44/0-1
Analyytipvm	21.7.2009	21.7.2009	21.7.2009
Kuiva-ainepitoisuus, %	73.4	80.2	92.7
	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA
Naftaleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Asenafyoleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Asenafteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Fluoreeni	0.20	< 0.2	< 0.2
Fenantreeni	2.0	0.72	< 0.2
Antraseeni	0.46	< 0.2	< 0.2
Fluoranteeni	2.5	0.76	0.32
Pyreeni	1.9	0.58	0.35
Benzo(a)antraseeni	0.77	0.24	0.22
Kryseeni	1.2	0.32	0.41
Benzo(b)fluoranteeni	1.5	0.41	0.69
Benzo(k)fluoranteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Benzo(a)pyreeni	0.64	0.20	< 0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Dibenzo(a,h)antraseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Benzo(g,h,i)perylenei	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Total 16 PAH's	11	3.2	2.0

SGS Inspection Services Oy

22.07.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

SGSF127: ERITTÄIN HAIHTUVAT YHDISTEET MAANÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E99649

Asiakkaan viite	09 502 12 0254
Näyte	KK34 / 0.8-1.8
Kuiva-ainepitoisuus, %	79.1

Näytetunnus	L9143.D	Analysointi pvm	22.07.2009
-------------	---------	-----------------	------------

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>
Bentseeni	0.02	Kloorimetaani	< 0.01
Tolueeni	0.01	Metyleenikloridi	< 0.01
Etyylibentseeni	< 0.01	Kloroformi	< 0.01
m+p-Xyleeni	0.02	Hiilitetrakloridi	< 0.01
o-Xyleeni	< 0.01	Kloorietaani	< 0.01
Styreeni	< 0.01	1,1-Dikloorietaani	< 0.01
n-Propyylibentseeni	< 0.01	1,2-Dikloorietaani	< 0.01
Isopropyylibentseeni	< 0.01	1,1,1-Trikloorietaani	< 0.01
1,2,4-Trimetyylibentseeni	0.04	1,1,2-Trikloorietaani	< 0.01
1,3,5-Trimetyylibentseeni	0.02	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
Butyylibentseeni	0.09	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
sec-Butyylibentseeni	< 0.01	Vinyylkloridi	< 0.01
tert-Butyylibentseeni	< 0.01	1,1-Dikloorieteeni	< 0.01
4-Isopropyyliolueeni	0.06	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
Naftaleeni	0.14	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
		Trikloorieteeni	< 0.01
		Tetrakloorieteeni	< 0.01
		2,2-Diklooripropaani	< 0.01
		1,1-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,2-Diklooripropaani	< 0.01
		cis1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		trans1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,3-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2,3-Triklooripropaani	< 0.01
		<u>Oxygenaattit</u>	<u>mg/kg KA</u>
		MTBE	0.01
		TAME	< 0.01
		ETBE	< 0.01
		<u>Freonit</u>	<u>mg/kg KA</u>
		Trikloorifluorimetaani	< 0.01
		Diklooridifluorimetaani	< 0.01

SGS Inspection Services Oy

23.07.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF127: ERITTÄIN HAIHTUVAT YHDISTEET MAANÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E99649

Asiakkaan viite	09 502 12 0254
Näyte	KK39 / 1.5-4
Kuiva-ainepitoisuus, %	73.7

Näytetunnus	L9148.D	Analysointi pym	22.07.2009
-------------	---------	-----------------	------------

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>
Bentseeni	< 0.01	Kloorimetaani	< 0.01
Tolueeni	< 0.01	Metyleenikloridi	< 0.01
Etyylibentseeni	< 0.01	Kloroformi	< 0.01
m+p-Xyleeni	< 0.01	Hiilitetrakloridi	< 0.01
o-Xyleeni	< 0.01	Kloorietaani	< 0.01
Styreeni	< 0.01	1,1-Dikloorietaani	< 0.01
n-Propyylibentseeni	< 0.01	1,2-Dikloorietaani	< 0.01
Isopropylibentseeni	< 0.01	1,1,1-Trikloorietaani	< 0.01
1,2,4-Trimetyylibentseeni	0.01	1,1,2-Trikloorietaani	< 0.01
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.01	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
Butyylibentseeni	0.09	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
sec-Butyylibentseeni	< 0.01	Vinyylkloridi	< 0.01
tert-Butyylibentseeni	< 0.01	1,1-Dikloorieteeni	< 0.01
4-Isopropyylitolueeni	0.06	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
Naftaleeni	< 0.10	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
		Trikloorieteeni	< 0.01
		Tetrakloorieteeni	< 0.01
		2,2-Diklooripropaani	< 0.01
		1,1-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,2-Diklooripropaani	< 0.01
		cis 1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		trans 1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,3-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2,3-Triklooripropaani	< 0.01
		<u>Oxygenaatit</u>	<u>mg/kg KA</u>
		MTBE	0.01
		TAME	< 0.01
		ETBE	< 0.01
		<u>Freonit</u>	<u>mg/kg KA</u>
		Trikloorifluorimetaani	< 0.01
		Diklooridifluorimetaani	< 0.01

SGS Inspection Services Oy

23.07.2009

SGSF127: ERITTÄIN HAIHTUVAT YHDISTEET MAANÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E99649

Asiakkaan viite	09 502 12 0254
Näyte	KK44 / 1-2
Kuiva-ainepitoisuus, %	89.1

Näytetunnus	L9153.D	Analysointi pvm	22.07.2009
-------------	---------	-----------------	------------

Aromaattiset yhdisteet	mg/kg KA	Klooratut alifaattiset yhdisteet	mg/kg KA
Bentseeni	< 0,01	Kloorimetaani	< 0,01
Tolueneeni	0,01	Metyleenikloridi	< 0,01
Etyyliibentseeni	< 0,01	Kloroformi	< 0,01
m+p-Xyleeni	< 0,01	Hiilitetrakloridi	< 0,01
o-Xyleeni	< 0,01	Kloorietaani	< 0,01
Styreeni	< 0,01	1,1-Dikloorietaani	< 0,01
n-Propyylibentseeni	< 0,01	1,2-Dikloorietaani	< 0,01
Isopropyylibentseeni	< 0,01	1,1,1-Trikloorietaani	< 0,01
1,2,4-Trimetyyliibentseeni	< 0,01	1,1,2-Trikloorietaani	< 0,01
1,3,5-Trimetyyliibentseeni	< 0,01	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 0,01
Butyylibentseeni	0,05	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 0,01
sec-Butyylibentseeni	< 0,01	Vinyylkloridi	< 0,01
tert-Butyylibentseeni	< 0,01	1,1-Dikloorieteeni	< 0,01
4-Isopropyyliitolueeni	< 0,01	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 0,01
Naftaleeni	< 0,10	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 0,01
		Trikloorieteeni	< 0,01
		Tetrakloorieteeni	< 0,01
		2,2-Diklooripropaani	< 0,01
		1,1-Diklooripropeeni	< 0,01
		1,2-Diklooripropaani	< 0,01
		cis1,3-Diklooripropeeni	< 0,01
		trans1,3-Diklooripropeeni	< 0,01
		1,3-Diklooripropaani	< 0,01
		1,2,3-Triklooripropaani	< 0,01
		Oxygenaattit	mg/kg KA
		MTBE	< 0,01
		TAME	< 0,01
		ETBE	< 0,01
		Freonit	mg/kg KA
		Trikloorifluorimetaani	< 0,01
		Diklooridifluorimetaani	< 0,01

SGS Inspection Services Oy

23.07.2009

ANALYYSITODISTUS

No: E90152
11.09.2009

GOLDER ASSOCIATES OY
MARI AHLROOS
RATAPIHANKATU 53 C
20100 TURKU

Asiakkaan viite: 09502120254
Näytteet: Maanäytteitä 14 kpl
Saapumispäivämäärä: 3.9.2009

Analyysi / Menetelmä: Mineraaliöljypitoisuus C10-C40 SGSF123
Haihtuvat yhdisteet SGSF104
PAH-yhdisteet SGSF097
Kuiva-ainepitoisuus (KA.) ISO11465
Metallit SGSF522

Tulokset: **Mineraaliöljypitoisuus SGSF123:**

Analyysipäivämäärä: 10.9.2009

Näyte	C ₁₀ -C ₂₁ mg/kg KA.	C ₂₂ -C ₄₀ mg/kg KA.	KA. P-%
S11 / 2	320	2000	66,8
S11 / 2,6	50	370	56,9
S13 / 0,5	< 20	110	96,1
S14 / 0,5	< 20	740	94,7
S14 / 2	20	170	82,6
S15 / 1	< 20	120	89,1
S16 / 0,5	< 20	270	96,5
S17 / 0,5	< 20	90	82,9
S18 / 1	< 20	< 20	89,4
S21 / 1	280	150	92,3

Tulosliitteet:

Haihtuvat yhdisteet SGSF104 2 kpl
PAH-yhdisteet SGSF097 1 kpl
Metallit SGSF522 1 kpl

SGS Inspection Services Oy

Anna-Mari Suortti
Anna-Mari Suortti
Koordinaattori, laboratoriopalvelut

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF104: HAIHTUVAT YHDISTEET MAANÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90152

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	S14 / 0.5
Kuiva-ainepitoisuus, %	94.7

Näytetunnus	M957.D	Analysointi pvm	10.09.2009
-------------	--------	-----------------	------------

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>
Bentseeni	< 0.01	Metyleenikloridi	< 0.01
Tolueeni	< 0.01	Kloroformi	< 0.01
Etyylibentseeni	< 0.01	Hiilitetrakloridi	< 0.01
m+p-Xyleeni	< 0.01	1,1-Dikloorietaani	< 0.01
o-Xyleeni	< 0.01	1,2-Dikloorietaani	< 0.01
Styreeni	< 0.01	1,1,1-Trikloorietaani	< 0.01
n-Propyylibentseeni	< 0.01	1,1,2-Trikloorietaani	< 0.01
Isopropylibentseeni	< 0.01	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.01	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.01	1,1-Dikloorieteeni	< 0.01
Butyylibentseeni	< 0.01	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
sec-Butyylibentseeni	< 0.01	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
tert-Butyylibentseeni	< 0.01	Trikloorieteeni	< 0.01
4-Isopropyylitolueeni	< 0.01	Tetrakloorieteeni	< 0.01
Naftaleeni	< 0.10	2,2-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2-Diklooripropaani	< 0.01
		cis-1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		trans-1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,3-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2,3-Triklooripropaani	< 0.01
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>mg/kg KA</u>
Dibromimetaani	< 0.01	MTBE	< 0.01
Tribromimetaani	< 0.01	TAME	< 0.01
1,2-Dibromimetaani	< 0.01	ETBE	< 0.01
Bromikloorimetaani	< 0.01		
Bromidikloorimetaani	< 0.01		
Dibromikloorimetaani	< 0.01		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 0.10		
Bromibentseeni	< 0.01		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>		
Klooribentseeni	< 0.01		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 0.10		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 0.10		
2-Klooritolueeni	< 0.01		
4-Klooritolueeni	< 0.01		

SGS Inspection Services Oy

11.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)
Business ID 0634247-4

SGSF104: HAIHTUVAT YHDISTEET MAANÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90152

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	S21 / 1
Kuiva-ainepitoisuus, %	92.3

Näytetunnus	M965.D	Analysointi pvm	10.09.2009
-------------	--------	-----------------	------------

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>
Bentseeni	< 0.01	Metyleenikloridi	< 0.01
Tolueeni	0.02	Kloroformi	< 0.01
Etyylibentseeni	0.02	Hiilitetrakloridi	< 0.01
m+p-Xyleeni	0.05	1,1-Dikloorietaani	< 0.01
o-Xyleeni	0.02	1,2-Dikloorietaani	< 0.01
Styreeni	< 0.01	1,1,1-Trikloorietaani	< 0.01
n-Propyylibentseeni	< 0.01	1,1,2-Trikloorietaani	< 0.01
Isopropylibentseeni	< 0.01	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
1,2,4-Trimetyylibentseeni	0.36	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 0.01
1,3,5-Trimetyylibentseeni	0.03	1,1-Dikloorieteeni	< 0.01
Butyylibentseeni	0.19	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
sec-Butyylibentseeni	0.18	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 0.01
tert-Butyylibentseeni	< 0.01	Trikloorieteeni	< 0.01
4-Isopropyylitolueeni	0.30	Tetrakloorieteeni	< 0.01
Naftaleeni	< 0.10	2,2-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2-Diklooripropaani	< 0.01
		cis-1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		trans-1,3-Diklooripropeeni	< 0.01
		1,3-Diklooripropaani	< 0.01
		1,2,3-Triklooripropaani	< 0.01
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>mg/kg KA</u>
Dibromimetaani	< 0.01	MTBE	< 0.01
Tribromimetaani	< 0.01	TAME	< 0.01
1,2-Dibromietaani	< 0.01	ETBE	< 0.01
Bromikloorimetaani	< 0.01		
Bromidikloorimetaani	< 0.01		
Dibromikloorimetaani	< 0.01		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 0.10		
Bromibentseeni	< 0.01		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>mg/kg KA</u>		
Klooribentseeni	< 0.01		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.01		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 0.10		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 0.10		
2-Klooritolueeni	< 0.01		
4-Klooritolueeni	< 0.01		

SGS Inspection Services Oy

11.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)
Business ID 0634247-4

SGSF097: PAH-yhdisteet

Tulosliite analyysitodistukseen: E90152

Asiakkaan viite: 09502120254

	M960 S16/O,5 10.9.2009 96.5	M962 S17/O,5 10.9.2009 82.9	M964 S20/O,1-0,5 10.9.2009 87.0	M966 S22/O,5 10.9.2009 87.0
Näytetunnus				
Näyte				
Analyytipvm				
Kuiva-ainepitoisuus, %				
	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA	mg/kg KA
Naftaleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Asenafyoleeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Asenafteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Fluoreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Fenantreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	1.1
Antraseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Fluoranteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	1.0
Pyreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.83
Benzo(a)antraseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.34
Kryseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.45
Benzo(b)fluoranteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Benzo(k)fluoranteeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.46
Benzo(a)pyreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.31
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Dibenzo(a,h)antraseeni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Benzo(g,h,i)perylenei	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Total 16 PAH's	< 0.2	< 0.2	< 0.2	4.6

SGS Inspection Services Oy

11.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syvästamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

METALLIT MAANÄYTTTESTÄ ICP/AES(SGSF522), Hg (CVAAS)

LIITE RAPORTTIIN:

E90152

Viite: 09502120254

<u>Näyte</u>	<u>As</u> mg/kg	<u>Cd</u> mg/kg	<u>Co</u> mg/kg	<u>Cr</u> mg/kg	<u>Cu</u> mg/kg	<u>Ni</u> mg/kg	<u>Pb</u> mg/kg	<u>V</u> mg/kg	<u>Zn</u> mg/kg	<u>Sb</u> mg/kg	<u>Hg</u> mg/kg
S11/2	12	<0.4	<10	37	62	15	25	43	169	<5	<0.1
S12/0.1-0.3	14	<0.4	<10	22	125	11	<10	35	56	<5	<0.1
S14/0.5	18	<0.4	14	39	45	17	<10	63	64	<5	<0.1
S16/3	39	0.5	17	29	69	16	<10	65	53	<5	<0.1
S20/0.1-0.5	11	<0.4	10	23	49	23	24	38	100	<5	<0.1
S22/0.5	10	<0.4	<10	24	25	10	23	42	52	<5	<0.1

SGS Inspection Services Oy

10.9.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks

SGS Inspection Services Oy

Syvästamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

ANALYYSITODISTUS

No: E99702

26.08.2009

GOLDER ASSOCIATES OY
MARI AHLROOS
RATAPIHANKATU 53C
20100 TURKU

Asiakkaan viite: 09502120254
Näytteet: Maanäytteitä 4 kpl
Saapumispäivämäärä: 23.7.2009 (Näytteet saapuneet 16.7.2009)

Analyysi / Menetelmä:	Hiilivetyfraktiointi	SGSF150
	Kuiva-ainepitoisuus (KA.)	ISO11465
	Metallit	SGSF522
	Elohopea	CVAAS
	Liukoisuustesti (1-vaiheinen)	SFS-EN 12457-2
	TOC *	EN 13137

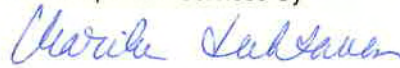
* Määritetty SGS IF Hertenin laboratoriossa akkreditoidulla testausmenetelmällä

Tulokset:

Tulosliitteet:

Metallit SGSF522, elohopea CVAAS	1 kpl
Hiilivetyfraktiointi SGSF150	2 kpl
Liukoisuustesti SFS-EN 12457-2	1 kpl
Analyysitodistus: certificate no. 709382	

SGS Inspection Services Oy



Marika Luhtanen
laboratoriokemisti, laboratoriopalvelut

METALLIT MAANÄYTTEESTÄ ICP/AES(SGSF522), Hg (CVAAS)

LIITE RAPORTTIIN: E99702 Viite: Lisätilaus projektiin 09502120254

Näyte	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	Sb mg/kg	Hg mg/kg
Kokooma 1	7	0.6	11	28	555	15	71	40	226	<5	<0.1

SGS Inspection Services Oy 30.7.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request) Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks

SGS Inspection Services Oy Kotolahdentie 10 FI-48310 Kotka Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 2106 280, www.fi.sgs.com

SGSF150 Hiilivetyfraktiointi

Tulosliite Analyysitodistukseen

E99702

Asiakkaan viite: 09502120254
 Laboratorio näytenumero: L9148
 Näytetunnus: KK39 / 1,5-4m
 Analysointi pvm: 24.7.2009
 Kuiva-ainepitoisuus (%): 73,7

BTEX-yhdisteet: mg/kg KA.

Benzene	< 0,02
Toluene	< 0,02
Ethylbenzene	< 0,02
m+p-Xylene	< 0,04
o-xylene	< 0,02
MTBE	< 0,05
TAME	< 0,05

Alifaattiset hiilivetyfraktiot: mg/kg KA.

EC(equivalent carbon number)

C ₅ ... C ₆	< 2
>C ₆ ...C ₈	< 2
>C ₈ ...C ₁₀	< 2
>C ₁₀ ...C ₁₂	8,1
>C ₁₂ ...C ₁₆	51
>C ₁₆ ...C ₃₅	278

Aromaattiset hiilivetyfraktiot: mg/kg KA.

EC(equivalent carbon number)

≤C ₈	< 0,02
>C ₈ ...C ₁₀	< 2
>C ₁₀ ...C ₁₂	< 2
>C ₁₂ ...C ₁₆	12
>C ₁₆ ...C ₂₁	43
>C ₂₁ ...C ₃₅	73

SGS Inspection Services Oy

30.07.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF150 Hiilivetyfraktiointi

Tulosliite Analyysitodistukseen

E99702

Asiakkaan viite: 09502120254
 Laboratorio näytenumero: L9143
 Näytetunnus: KK34/0,8-1,8m
 Analysointi pvm: 24.7.2009
 Kuiva-ainepitoisuus (%): 79,1

BTEX-yhdisteet: mg/kg KA.

Benzene	0,02
Toluene	0,02
Ethylbenzene	< 0,02
m+p-Xylene	< 0,04
o-xylene	< 0,02
MTBE	< 0,05
TAME	< 0,05

Alifaattiset hiilivetyfraktiot: mg/kg KA.

EC(equivalent carbon number)

C ₅ ... C ₆	< 2
>C ₆ ...C ₈	< 2
>C ₈ ...C ₁₀	< 2
>C ₁₀ ...C ₁₂	6,9
>C ₁₂ ...C ₁₆	94
>C ₁₆ ...C ₃₅	239

Aromaattiset hiilivetyfraktiot: mg/kg KA.

EC(equivalent carbon number)

≤C ₈	0,11
>C ₈ ...C ₁₀	< 2
>C ₁₀ ...C ₁₂	< 2
>C ₁₂ ...C ₁₆	15
>C ₁₆ ...C ₂₁	63
>C ₂₁ ...C ₃₅	63

SGS Inspection Services Oy

30.07.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

Näytetunnus	L9143	L9362
Näyte	KK34/0,8-1,8m	Kokooma 1
pH	8,4	10,4
Sjk, mS/m	34,5	29,2
Kosteuspitoisuus, % w/w	27,9	25,8
Liuttimen tilavuus, l	0,875	0,877
Testinäytteen massa, kg KA.	0,09	0,09

Liuennot, mg/kg KA.

As	<0,2	0,2
Ba	0,4	0,1
Cd	<0,01	<0,01
Cr	<0,1	<0,1
Cu	<0,1	0,2
Mo	0,2	0,5
Pb	<0,1	<0,1
Ni	<0,1	<0,1
Sb	0,1	0,3
Se	<0,01	<0,01
V	<0,1	0,7
Zn	<0,1	<0,1
Hg	<0,002	<0,002
DOC	45	110
Cl	6	12
F	<2	3
SO4	890	540

SGS Inspection Services Oy

26.08.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Am Technologiepark 10 45699 Herten

SGS Inspection Service Oy
F168001
Mr. Olli-Pekka Jaakola
Kotolahdentie 10
48310 KOTKA FINNLAND
FINNLAND

certificate 709382
order no. 1455729
client no. 5977000

Mr. Dipl.-Ing. Paul Rygol
phone +49 2366 305-693
fax +49 2366 305-611



Environmental Services
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Am Technologiepark 10
45699 Herten

Herten, 31.07.2009

your order/project: E99702
your order: .
date of order: 28.07.2009

time of investigation from 28.07.2009 until 31.07.2009
first sample no. 9393155
date of receipt sample 28.07.2009

Dear Mr. Olli-Pekka Jaakola,

may we take this opportunity to thank you for your order.
The final report of your samples is enclosed herewith.

We would be glad to answer any questions you may have.

Best regards

SGS INSTITUT FRESENIUS

Dipl.-Ing. Paul Rygol
Customer Service

page 1 of 2

E99702

certificate no. 709382
order no. 1455729page 2 of 2
31.07.2009

sent from you

sample no.	9393155	9393156	9393157
description	L9362	L9143	L9146
	Kokooma 1	KK34	KK37
	(KK39/1,5-4m ja	0,8-1,8	0,5-1,6
	KK43/2,5-4m)		
date of receipt:	28.07.2009	28.07.2009	28.07.2009

parameter	unit				determination limit	method
Testing of solid :						
Dry substance	mass-%	77,6	81,6	93,5	0,1	DIN ISO 11465
TOC	mass-% DR	1,7	2,0	0,4	0,1	EN 13137

LIITE 4
VALOKUVAT



Kuva 1. Koekuoppaan KK35 suotautunut orsivesi ja veden laadun selvittämiseksi asennettu tarkkailuputki KK35/L1.



Kuva 2. Koekuopan KK43 alueella todettu, jätetäytön sekainen maa-ainekkerros, jossa todettiin alemman ohjearvon ylittävä sinkki- ja ylemmän ohjearvon ylittävä kuparipitoisuus



Kuva 2. Entisen tavara-aseman edustalle tehty koekuoppa KK31, jonka alueella todettiin lämmitysöljysäiliö ja maaperässä alemman ohjearvon ylittävä öljyhiilivetypitoisuus.



Kuva 3. Tutkimusalueelta virtaavan purkuojan ja Kutalanjoen yhtymäkohta. Veden virtausta ei todettu.

LIITE 5

TARKENNETTU RISKINARVIOINTI

Hämeenlinnan kaupunki

KEINUSAARI II

09 50212 0254

**MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN JA KUNNOSTUSTARPEEN
ARVIOINTI**

A0-versio
21.10.2009

TIIVISTELMÄ

Tämän riskinarvion kohteena on Hämeenlinnassa sijaitseva Keinusaari II alue. Kohdealue on osittain vanhan järven alueella, joka on täytetty pääasiassa 1950-60 -lukujen aikana. Täyttöön on käytetty hyvin sekalaista ainesta purkujätteestä ylijäämämaahan. Kohdealueen länsiosassa sijaitsee vanha teurastamorakennus, jossa on 80-luvulla sijainnut lämmitysöljysäiliö. Lisäksi alueella sijaitsee lämpökeskus, jonka alueella on tapahtunut öljyvuohto 1980-luvulla. Alueen läpi on kulkenut myös useita rautatien sivuraiteita. Kohdealue on tällä hetkellä pääosin rakentamattomaa sorakenttää, sekä pientä pensasta ja puustoa kasvavaa vesakkoa ja joutomaata. Alueelle on suunnitteilla mm. asuin-, liike- ja työpaikkarakennuksia. Kohdealue ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella eikä sen läheisyydessä ole vedenottoa. Lähin pohjavesialue sijaitsee kohteesta n. 2,5 km länteen.

Golder Associates Oy on tehnyt kohteessa ympäristötekniisiä tutkimuksia Hämeenlinnan kaupungin toimeksiannosta vuosina 2007 ja 2009. Tutkimuksen yhteydessä otetuissa maanäytteissä todettiin Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määritetyn ylempien ohjearvon ylittäviä PAH-pitoisuuksia sekä alemmat ohjearvot ylittäviä öljyhiilivety-pitoisuuksia. Lisäksi näytteissä todettiin ylempien ohjearvon ylittäviä kuparipitoisuuksia sekä alemmat ohjearvot ylittäviä lyijy- ja sinkkipitoisuuksia. Orsivesiputkista otetuissa vesinäytteissä on todettu Valtioneuvoston asetuksessa 341/2009 määritetyt ympäristölaatu-normit ylittäviä pitoisuuksia öljyhiilivetyjä C₁₀-C₄₀, PAH-yhdisteitä sekä antimonia, arseenia, elohopeaa, kobolttia ja nikkeliä. Liukoisuustestien perusteella jätetäytöstä liukenee hieman antimonia.

Kriittisiksi haitta-aineiksi valittiin öljyhiilivetyjen keskitisleet ja raskaat jakeet, PAH-yhdisteistä fenantreeni, fluoranteeni, naftaleeni, bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni. Epäorgaanisista haitta-aineista kriittisiksi valittiin alemman ohjearvon ylittävät kupari, lyijy ja sinkki sekä liukoisuustestien perusteella antimonin. Käsitteellisen mallin avulla arvioitiin mahdollisiksi kulkeutumisreiteiksi haitta-aineiden haihtuminen maaperästä rakennusten sisäilmaan sekä kulkeutuminen orsiveden mukana. Altistujiksi (ja altistumisreiteiksi) todettiin kohteen työntekijät (sisäilman hengitys) sekä maaperän eliöstö (suora kosketus) ja pintavesien vesieliöstö (kulkeutuminen orsivesien mukana pintavesistöön, nieleminen). Riskejä tarkasteltiin todettujen pitoisuuksien, viitearvojen ja liukoisuustestien avulla sekä laskennallisesti.

Riskinarvion kannalta kriittisiksi haitta-aineiksi valitut orgaaniset yhdisteet ovat pääosin veteen niukkaliukoisia tai hyvin niukkaliukoisia sekä kulkeutumattomia tai heikosti kulkeutuvia. Metallien liikkuvuus maaperässä on yleensä vähäistä. Laskennallisessa tarkastelussa öljypitoisuus (C₁₀-C₄₀) orsivedessä 75 m pilaantumasta (arvioitu etäisyys pilaantumasta avo-ojaan) oli alle Valtioneuvoston asetuksessa 341/2009 öljyhiilivedyille määritetyn ympäristölaatu-normin. PAH-yhdisteiden laskennalliset pitoisuudet jäivät alle ympäristölaatu-normien, kun otettiin huomioon PAH-yhdisteiden esiintymistiheys: ohjearvot ylittäviä PAH-pitoisuuksia todettiin kohteessa ainoastaan yhdessä näytteessä. Epäorgaanisten aineiden kulkeutumista tarkasteltiin liukoisuustestien avulla: kuparin liuennut osuus maaperässä todettuun kuparipitoisuuteen verrattuna oli vähäinen eikä lyijyn ja sinkin todettu liukenevan veteen testiolosuhteissa. Antimonin liuenneet määrät ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon, mutta ylitykset eivät olleet merkittäviä. Antimonia ei myöskään todettu kohteesta otetuissa maaperänäytteissä. Avo-ojista ja Kutalanjoesta otetuissa vesinäytteissä ei todettu kriittisiksi valittuja haitta-aineita ympäristölaatu-normit ylittävinä pitoisuuksina. Tarkastelun perusteella haitta-aineiden kulkeutumisen ei arvioida olevan merkittävää.

PAH-yhdisteillä terveysperusteiset viitearvot (SHPT_{ter}) ylittyivät ainoastaan bentso(a)pyreenin osalta. Bentso(a)pyreenin pääasiallinen altistusreitti on ravintokasvien kautta altistuminen, mikä ei ole tässä kohteessa oleellinen altistusreitti. Metalleilla terveysperusteinen viitearvo ylittyi

ainoastaan lyijyn osalta. Lyijyn pääasiallinen altistusreitti on maan nieleminen, mikä ei ole kohteessa oleellinen altistusreitti, koska haitta-aineet sijaitsevat asfaltin alla tai maan pintakerroksen alapuolella ($>0,5$ m). Öljyhiilivedyille lasketut SHP_{ter} -arvot ylittyivät alifaattien jakeen $\text{C}_{10}\text{-C}_{12}$ osalta. Laskennallisen tarkastelun mukaan riskiä ei kuitenkaan arvioida olevan, kun huomioidaan kohdekohtaiset parametrit, esim. orgaanisen hiilen osuus. Terveysriskiä ei kohteessa arvioida muodostuvan todetuilla haitta-aineiden pitoisuuksilla.

Kohteessa todetut hiilivetyypitoisuudet alittivat pääosin eri fraktioille ekotoksikologisin perustein määritetyt viitearvot (SHP_{eko}) sekä kirjallisuudessa haitallisiksi todetut pitoisuudet. Poikkeuksena on aromaattien jae $\text{C}_{16}\text{-C}_{21}$, jonka maksimipitoisuus ylitti SHP_{eko} -viitearvon. Myös fenantreenin, bentso(a)antraseenin, bentso(a)pyreenin sekä kuparin, lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittivät kyseiset viitearvot. SHP_{eko} -viitearvoja on verrattu kohteen maksimipitoisuuksiin; suurimmassa osassa näytteitä haitta-ainepitoisuus oli selvästi alhaisempi tai haitta-aineita ei todettu lainkaan, eli kohde ei ole kauttaaltaan pilaantunut. Haitta-aineita todettiin pääosin jätetäyttökerroksessa, missä biologinen aktiivisuus voi olla muutenkin vähäistä. Haitta-aineiden sijainnin ja esiintymistiheyden perusteella ekologisten vaikutusten ei arvioida olevan merkittäviä. Vesieliöstön altistumisen ei arvioitu olevan merkittävää, koska kulkeutumisriski orsiveden mukana on vähäinen. Kohteen maaperäeliöstö on toiminnasta aiheutuneiden päästöjen johdosta altistunut maaperässä todetuille haitta-aineille kymmenien vuosien ajan. Ekologisia vaikutuksia vähentävinä tekijöinä kohteessa ovat mm. ajan kuluessa vähenevä haitta-aineiden biosaatavuus, eliöiden sopeutuminen ja pilaantuneiden alueiden välttely.

Tämän riskitarkastelun perusteella kohteessa todetut haitta-aineet eivät kulkeudu merkittävästi eivätkä aiheuta merkittävää altistumista alueen nykyisellä tai suunnitellulla käyttötarkoituksella. Tulosten perusteella kohteessa ei esiinny terveys- tai ympäristöriskiä eikä näin ollen kohteen maaperässä todetuilla haitta-ainepitoisuuksilla esiinny maaperän puhdistustarvetta. Mikäli kohteen käyttötarkoitus muuttuu nykyisestä tai tässä arviossa esitetystä suunnitellusta käyttötarkoituksesta, tulee maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve tarkistaa uusi maankäyttömuoto huomioon ottaen.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	TAUSTAA.....	1
2.	KOHTEEN KUVAUS	1
2.1	KOHTEEN PERUSTIEDOT	1
2.2	TOIMINTAHISTORIA	1
2.3	MAANKÄYTTÖ KOHTEESSA JA LÄHIALUEELLA	2
3.1	MAAPERÄ.....	2
3.2	POHJAVESI/ORSIVESI	2
3.3	PINTAVEDET JA VESISTÖT	2
4.	PILAANTUNEISUUSTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET	3
4.1	MAANÄYTTEET	3
4.2	ORSIVESINÄYTTEET.....	3
4.3	VIITEARVOVERTAILU	3
4.4	KRIITTISTEN AINEIDEN ESIINTYMINEN JA OMINAISUUDET	7
4.4.1	<i>Kriittisten aineiden valinta</i>	7
4.4.2	<i>Esiintyminen</i>	7
4.4.3	<i>Aineiden ominaisuudet</i>	7
5.	KÄSITTEELLINEN MALLI	10
5.1	LÄHDE	10
5.2	KULKEUTUMINEN	10
5.3	ALTISTUMINEN	11
6.	KULKEUTUMISRISKIN ARVIOINTI.....	14
6.1.	KULKEUTUMISRISKIN ARVIOINNIN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	14
6.2.	KULKEUTUMISRISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	16
7.	TERVEYSRISKIEN ARVIOINTI.....	18
7.1.	TERVEYSRISKIEN ARVIOINNIN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	18
7.2.	TERVEYSRISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	18
8.	EKOLOGINEN RISKINARVIO	21
8.1.	EKOLOGISTEN RISKIEN ARVIOINNIN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT.....	21
8.2.	EKOLOGISTEN RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
9.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	23
10.	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET	26

LIITTEET

LIITE 1. SOILIRISK 2.0 –laskennan lähtötiedot ja tulokset

1. JOHDANTO

1.1 TAUSTAA

Golder Associates Oy on tehnyt vuonna 2007 ja 2009 Hämeenlinnan kaupungin toimeksiannosta ympäristötekniisiä tutkimuksia Hämeenlinnassa sijaitsevalla Keinusaari II alueella (Golder Associates Oy, 2008; Golder Associates Oy, 2009). Tutkimukset liittyvät alueen kaavoitukseen sekä tulevaan rakentamiseen.

Tämän riskinarvion tarkoituksena on tarkastella tutkimuksissa todettujen haitta-aineiden mahdollisesti aiheuttamaa riskiä kohteeseen suunnitteilla olevien rakennuksien asukkaiden ja työntekijöiden terveydelle sekä haitta-aineiden mahdollisesti aiheuttamaa haittaa ympäristölle. Riskien hyväksyttävyyden arvioinnissa käytettiin hyväksi ohjearvoja, niiden määrittäisperusteita sekä muita viitearvoja. Lisäksi tarkastellaan todettujen haitta-aineiden mahdollista kulkeutumista orsiveden mukana sekä vaikutusta orsiveden laatuun. Arvioinnin perusteella päätetään tarvittavista jatkotoimenpiteistä (kunnostaminen, mahdolliset riskinhallintatoimenpiteet).

Arvioinnin on tilannut Hämeenlinnan kaupunki ja VR -Yhtymä Oy ja sen on laatinut Golder Associates Oy. Tilaajan yhteyshenkilöinä toimivat Markku Kaila (Hämeenlinnan kaupunki) ja Markku Iivanainen (VR-Yhtymä Oy). Golder Associates Oy:ssä hankkeen projektipäällikkönä toimii Kim Brander. Riskinarvioinnista vastaavat Sonja Suni ja Pekka Lindroos.

2. KOHTEEN KUVAUS

2.1 Kohteen perustiedot

Kohdealue on Hämeenlinnassa sijaitseva nk. Keinusaari II alue. Aluetta rajaa pohjoisessa Monni, Korentokatu ja Viipurintien silta, idässä ja koillisessa rata-alue, lännessä Hilpi Kummilan tie ja Vanajantie sekä etelässä Kutalanjoki. Kohdealueen pinta-ala on yhteensä n. 8 ha.

2.2 Toimintahistoria

Selvityksen kohteena oleva alue on osittain vanhan järven (Pikkujärvi) alueella. Pikkujärven pinta-ala on ollut yhteensä n. 5,5-6,5 ha ja tästä noin puolet sijoittuu kohdealueelle. Järvi on täytetty pääasiassa 1950-60-lukujen aikana. Alueella toteutettujen tutkimus- ja kunnostustoimenpiteiden perusteella järven täyttöön on käytetty hyvin sekalaista ainesta purkujätteestä ylijäämämaahan.

Kohdealueen länsiosassa sijaitsee vanha teurastamorakennus. Teurastamotoiminnan lisäksi rakennuksessa on toiminut mm. rakennusmateriaalien kierrätyskeskus. Teurastamoalueen rakennukset liitettiin kaukolämpöön 1980-luvun lopulla. Tällöin rakennuksen sisällä ollut n. 7-10 m³ lämmitysöljysäiliö purettiin. Alueen keskellä sijaitsee Vattenfall Kaukolämpö Oy:n Keinusaaren lämpökeskus. Voimalan alueella on kaksi maanpäällistä öljysäiliötä, kooltaan 1 000 m³ ja 4 000 m³. Pienemmän säiliön alueella on tapahtunut vuonna 1980 vuoto, jonka yhteydessä alueen maaperä ja orsivesi on likaantunut öljyhiilivedyillä.

Kohdealue rajoittuu koillis- ja itäreunalla rata-alueeseen. Alueen läpi on kulkenut useita rautatien sivuraiteita. Pääradan varrella sijaitsee 1960-luvulla rakennettu entinen tavara-asemarakennus. Ratapiha-alueella on läjitetty raiteiden perusparannustöiden yhteydessä poistettuja maamassoja.

2.3 Maankäyttö kohteessa ja lähialueella

Kohdealue on tällä hetkellä pääosin rakentamatonta sorakenttää, pientä pensasta ja puustoa kasvavaa vesakkoa ja joutomaata. Alueesta suunnitellaan jatkoa jo toteutuneelle Keinusaari I:n asuin-, liike- ja työpaikka-alueelle. Pääosan alueesta omistaa Hämeenlinnan kaupunki. Kohdealueen pohjoisosa on VR-Yhtymä Oy:n omistuksessa.

Kohdealue rajoittuu koillis- ja itäreunalla rata-alueeseen. Kohteen lounais-, länsi- ja pohjoispuolella sijaitsee asuin- ja liikerakennuksia, kaakkois- ja eteläosa rajautuu Kutalan-jokeen.

3. MAAPERÄ-, POHJA-, ORSI- JA PINTAVESITIEDOT

3.1 Maaperä

Maan pinta sijoittuu kohteen alueella tasolle +80...+82 m. Maaperäkartan (1:20 000) perusteella kohde sijaitsee hienorakeisella siltialueella. Osittain kohdealue on kartoittamatonta.

Tutkimuksissa todettiin maaperän pintakerrosten olevan alueella pääosin täytemaata. Täyttökerrosten paksuus vaihtelee huomattavasti olleen paksuimmillaan n. 10 m (täytetyn Pikkujärven alueella). Sekalainen täyttömateriaali on pääosin hiekkaa, soraa ja savea. Paikoitellen maa-aineksen joukossa todettiin runsaastikin rakennus- ym. jätettä (tiiltä, puuta, lasia, talousjätettä yms.). Täytemaakerroksen alapuolella on turvekerros tai paikoin täytemaa on suoraan savi-/silttikerrosten päällä.

3.2 Pohjavesi/orsivesi

Kohdealue ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella eikä sen läheisyydessä ole vedenottoa. Lähin pohjavesialue sijaitsee kohteesta n. 2,5 km länteen (Ahvenisto 04 109 02, I luokan pohjavesialue).

Orsiveden pinta on melko lähellä maan pintaa, sillä karkeampien täyttökerrosten alla on tiivis turve-/savikerros, joka pidättää vettä maaperän pintakerroksissa. Tutkimuspisteisiin asennetuista väliaikaisista orsivesiputkista (8 kpl) mitattuna orsiveden pinta on tasolla +79,4...+79,7 m.

3.3 Pintavedet ja vesistöt

Kohdealue on pääosin päällystämätöntä, rakentamatonta sorakenttää sekä joutomaata. Päällystämättömillä alueilla osa pintavedestä (sade- ja sulamisvedet) imeytyy maaperään ja osa kulkeutuu pintavaluntana läheisiin avo-ojiin. Vanhan Pikkujärven alueella on isot,

luode-kaakko -suuntaiset avo-ojat, jotka keräävät vedet kohdealueen eteläpuolella virtaamaan Kutalanjokeen. Joki purkaa vetensä n. 400 m etäisyydellä sijaitsevaan Vanajaveteen.

Osa alueesta on päällystetty ja viemäroity. Ainakin osa alueen pintavesiviemäreistä purkaa kohdealueella oleviin avo-ojiin. Osa pintavesistä kulkeutuu suoraan avo-ojiin tai imeytyy maahan.

4. PILAANTUNEISUUSTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

4.1 Maanäytteet

Golder Associates Oy on tehnyt vuonna 2007 ja 2009 Hämeenlinnan kaupungin toimeksiannosta ympäristötekniisiä tutkimuksia kohdealueella (Golder Associates Oy, 2008 ja Golder Associates Oy, 2009). Alueelle tehtiin tutkimusten yhteydessä koekuoppia yhteensä 44 kpl ja kairapisteitä 16 kpl.

Maaperänäytteiden analyysitulosten yhteenvetotaulukot on esitetty tutkimusraportin liitteessä 3. Analyysimenetelmät ja analyysitodistukset on esitetty em. tutkimusraporteissa.

4.2 Orsivesinäytteet

Alueen orsivesien laatua selvitettiin vuoden 2009 ympäristötekniisen tutkimuksen yhteydessä alueelta otettujen orsivesinäytteiden (5 kpl) avulla. Lisäksi vesinäytteitä otettiin alueen läpi kulkevista, luode-kaakko-suuntaisista avo-ojista (yht. 2 kpl) sekä Kutalanjoesta (1 kpl) (Golder Associates Oy, 2009). Vuoden 2007 tutkimuksen yhteydessä otettiin vesinäytteitä koekuoppiin suotautuneesta vedestä (4 kpl) (Golder Associates Oy, 2008).

Vesinäytteiden analyysitulosten yhteenvetotaulukot on esitetty tutkimusraportin liitteessä 6. Analyysimenetelmät ja analyysitodistukset on esitetty em. tutkimusraporteissa.

4.3 Viitearvovertailu

Maaperä

Pitoisuustarkastelu tehtiin vertaamalla maanäytteissä todettuja haitta-ainepitoisuuksia PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) esitettyihin kynnys- ja ohjearvoihin. Vertailu tehtiin kohdealueen kriittisten haitta-aineiden tunnistamiseksi. Taulukossa 1 on esitetty pitoisuusvertailu kynnys- ja ohjearvoihin sekä haitta-aineiden todetut minimi-, maksimi-, keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet.

Maaperänäytteistä analysoiduista epäorgaanisista haitta-aineista ylempi ohjearvo ylittyi kuparin maksimipitoisuuden osalta, keskiarvopitoisuus ylitti kynnysarvon. Lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittivät alemman ohjearvon, keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet alittivat kynnysarvon. Arseenin maksimi- ja minimipitoisuudet ylittivät kynnysarvon.

Maaperän orgaanisista haitta-aineista ylempi ohjearvo ylittyi PAH-yhdisteiden summapitoisuuden sekä fenantreenin ja fluoranteenin maksimipitoisuuksien osalta. Alempi ohjearvo ylittyi PAH-yhdisteillä bentso(a)pyreenin, bentso(a)antraseenin ja naftaleenin maksimipitoisuuksien osalta.

Öljyhiilivetyjen keskitisleiden ja raskaiden jakeiden maksimipitoisuudet ylittivät alemmat ohjearvot. Keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet jäivät alle alempien ohjearvojen. BTEX-yhdisteiden maksimipitoisuudet jäivät alle kynnysarvojen.

Taulukko 1. Todetut haitta-ainepitoisuudet (mg/kg) maaperässä sekä viitearvot (VNa 214/2007).

Haitta-aine	n	Max	Ka	Med	Min	Kynnys-arvo	Alempi OA	Ylempi OA
Epäorgaaniset								
Antimoni (Sb)	7	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	2	10	50
Arseeni (As) (p)	30	43,0	17,3	14,0	7	5	50	100
Elohopea (Hg)	30	<0,4	<0,2	<0,1	<0,1	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	30	0,9	0,4	0,4	<0,4	1	10	20
Koboltti (Co) (p)	22	17,0	11,0	10,0	<10	20	100	250
Kromi (Cr)	30	56,0	25,4	23,0	10	100	200	300
Kupari (Cu)	30	1054	107,1	48,5	<10	100	150	200
Lyijy (Pb)	30	611	44,0	12,0	<10	60	200	750
Nikkeli (Ni)	30	51,0	15,4	13,5	<10	50	100	150
Sinkki (Zn)	30	367	105,7	74,0	16	200	250	400
Vanadiini (V)	30	69,0	38,0	35,5	15	100	150	250
Orgaaniset								
MTBE	13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	5	50
TAME	13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Bentseeni	13	0,02	0,011	<0,01	<0,01	0,02	0,2	1
Tolueeni	13	0,03	0,015	<0,01	<0,01		5	25
Etyylibentseeni	13	0,02	0,011	<0,01	<0,01		10	50
Ksyleenit	13	0,07	0,022	<0,02	<0,02		10	50
C ₅ -C ₁₀	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		100	500
PAH-yhdisteet ^a	35	220	8,4	<0,5	<0,2	15	30	100
Antraseeni	35	3,8	0,51	<0,5	<0,2	1	5	15
Bentso(a)antraseeni	35	12	0,77	<0,5	<0,2	1	5	15
Bentso(a)pyreeni	35	11	0,57	<0,20	<0,2	0,2	2	15
Bentso(k)fluoranteeni	35	4,5	0,51	<0,5	<0,2	1	5	15
Fenantreeni	35	48	2,0	<0,5	<0,2	1	5	15
Fluoranteeni	35	43	1,91	<0,5	<0,2	1	5	15
Naftaleeni	35	6,5	0,57	<0,5	<0,2	1	5	15
Keskitisleet (>C ₁₀ -C ₂₁)	40	750	128,5	<50	<20	-	300	1000
Raskaat jakeet (>C ₂₁ -C ₄₀)	40	2000	300,2	130	<20	-	600	2000
Öljyjakeet (>C ₁₀ - C ₄₀)	21	2320	422,2	175	<40	300	-	-

a) summapitoisuus 16 PAH-yhdisteelle

(p) = pohjaveden pilaantumisriski on tavanomaista suurempi alempaa ohjearvoa alhaisemmissa pitoisuuksissa

Orsivesi

Taulukossa 2 on esitetty 2007 ja 2009 otetuissa vesinäytteissä todetut haitta-ainepitoisuudet. Viitearvoina on käytetty Valtioneuvoston 1.6.2009 voimaan tullessa asetuksessa

341/2009 määritettyjä ympäristölaatumormeja. Osassa näytteitä laboratorion määritysraja on ollut viitearvoa suurempi.

Ympäristölaatumormit ylittyivät öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) maksimi- ja keskiarvopitoisuuksien osalta, sekä PAH-yhdisteistä naftaleenin sekä bentso(b)fluoranteenin, bentso(k)fluoranteenin, bentso(ghi)peryleenin ja indeno(123cd)pyreenin maksimipitoisuuksien osalta ja lisäksi bentso(a)pyreenin ja maksimi- ja keskiarvopitoisuuksien osalta.

Epäorgaanisista yhdisteistä ympäristölaatumormit ylittyivät antimonin, arseenin, elohopean, koboltin ja nikkelin osalta.

Taulukko 2. Todetut haitta-ainepitoisuudet orsivedessä 2007 ja 2009.

Haitta-aine	Yksikkö	n	Max	Ka	Med	Min	Viitearvo Vna 341/2009
Orgaaniset							
Bentseeni	mg/l	12	0,0004	0,00023	<0,0002	<0,00020	0,0005
Tolueeni	mg/l	12	0,0009	0,00026	<0,0002	<0,00020	0,012
Etyylibentseeni	mg/l	12	0,0008	0,00025	<0,0002	<0,00020	0,001
Ksyleenit	mg/l	12	0,0028	0,00083	0,0006	<0,00040	0,010
Öljyt >C ₁₀ -C ₄₀	mg/l	12	0,220	0,074	<0,060	<0,060	0,050
PAH-yhdisteet	mg/l	12	0,039	0,00396	0,00045	<0,00010	
Antraseeni	mg/l	12	0,00077	0,00016	<0,0001	<0,00010	0,060
Naftaleeni	mg/l	12	0,017	0,0017	0,00012	<0,00010	0,0013
Bentso(a)pyreeni	mg/l	12	0,00025	0,00011	<0,00010	<0,00010	0,000005
ΣBentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni, indeno(123cd)pyreeni	mg/l	12	0,00067	<0,0004	<0,0004	<0,00004	0,00005
MTBE	mg/l	12	0,0044	0,0012	<0,001	<0,0005	0,0075
TAME	mg/l	12	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,060
Epäorgaaniset							
Antimoni (Sb)	mg/l	4	0,0060	0,0053	<0,0050	<0,0050	0,0025
Arseeni (As) (p)	mg/l	12	0,038	0,0157	<0,010	<0,010	0,005
Elohopea (Hg)	mg/l	4	0,00025	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,00006
Kadmium (Cd)	mg/l	12	<0,001	<0,0008	<0,001	<0,0005	0,0004
Koboltti (Co) (p)	mg/l	12	0,022	0,011	<0,010	<0,010	0,002
Kromi (Cr)	mg/l	12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010
Kupari (Cu)	mg/l	12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,020
Lyijy (Pb)	mg/l	12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,005
Nikkeli (Ni)	mg/l	12	0,012	0,010	<0,010	<0,010	0,010
Sinkki (Zn)	mg/l	12	0,026	0,011	<0,010	<0,010	0,060

Liukoisuustestit

Haitta-aineiden liukoisuutta tutkittiin yksivaiheisella ravistelutestillä (SFS-EN 12457-2). Liukoisuustarkastelu tehtiin kahdesta kohteen maa-aineksia eri syvyyksiltä edustavista maanäytteistä. Liukoisuusominaisuudet tutkittiin yhdestä yksittäisestä näytestä otetusta maanäytteestä (KK34 0,8-1,8 m) sekä yhdestä kokoomanäytteestä (kokooma 1). Kokoomanäyte valmistettiin kahdesta näytestä (KK39/1,5-4 m ja KK43/2,5-4 m) otetuista osanäytteistä siten, että ne edustivat mahdollisimman hyvin kohteen maaperässä todettuja kohonneita epäorgaanisia haitta-ainepitoisuuksia ja maalajiominaisuuksia.

Maaperän haitta-aineiden kulkeutumisriskin arvioimisessa käytettiin apuna maa-aineksesta veteen liukenevien haitta-aineiden liukoisuustestien tuloksia. Liuenneita määriä verrattiin kaatopaikkakelpoisuudelle annettuihin liukoisuusraja-arvoihin (Vna 202/2006). Haitta-aineiden kulkeutumisriskin arvioinnissa käytettiin pysyvän jätteen kaatopaikalle esitettyjä liukoisuusraja-arvoja. Kyseiset liukoisuusraja-arvot vastaavat myös eräiden jätteiden maarakentamishyödyntämiselle esitettyjä kriteerejä (Vna 591/2006). Koska pysyvän jätteen kaatopaikalla ei ole pohjavettä suojaavia rakenteita, tässä arvioinnissa käytettyjen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien voidaan katsoa myös vastaavan tilannetta, jossa arvioidaan maaperässä olevien haitta-aineiden kulkeutumista maaperästä orsiveteen.

Taulukossa 3 on esitetty liukoisuustestien tulokset.

Taulukko 3. Liukoisuustestien maanäytteiden haitta-aineiden kokonaispitoisuudet sekä liukoisuustesteissä liuenneet määrät sekä liukoisuusraja-arvot eri kaatopaikkaluokille (Vna 202/2006).

Haitta- aine	Kokonais- pitoisuus näytteessä	Liuenut määrä, SFS-EN- 12457-2	Kokonais- pitoisuus näytteessä	Liuenut määrä, SFS-EN- 12457-2	Liukoisuusraja-arvot eri kaatopaikkaluokille L/S 10 l/kg, Vna 202/2006		
					pysyvän jätteen kaatopaik- ka	tavanomaisen epäorgaanisen jätteen kaatopaikka	epäorgaanisen ongelmajätteen kaatopaikka
	Kokooma 1	L/S 10, l/kg	KK34 (0,8-1,8 m)	L/S 10, l/kg			
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	7	0.2	18	<0,2	0.5	2	25
Ba	-	0.1	-	0.4	20	100	300
Cd	0.6	<0,01	<0,4	<0,01	0.04	1	5
Cr	28	<0,1	26	<0,1	0.5	10	70
Cu	555	0.2	147	<0,1	2	50	100
Hg	<0,1	<0,002	<0,4	<0,002	0.01	0.2	2
Mo	-	0.5	-	0.2	0.5	10	30
Ni	15	<0,1	15	<0,1	0.4	10	40
Pb	71	<0,1	61	<0,1	0.5	10	50
Sb	<5	0.3	-	0.1	0.06	0.7	5
Se	-	<0,01	-	<0,01	0.1	0.5	7
Zn	226	<0,1	199	<0,1	4	50	200
Cl	-	12	-	6	800	15000	25000
F	-	3	-	<2	10	150	500
SO4	-	540	-	890	1000	20000	50000
DOC	20 000 *	110	17000*	45	500	800	1000
pH,-	-	10.4	-	8.4	-	>6	-
Sähkön- johtavuus, mS/m	-	29.2	-	34.5	-	-	-

- ei määritetty

*TOC kiinteästä maaperänäytteestä

4.4 Kriittisten aineiden esiintyminen ja ominaisuudet

4.4.1 Kriittisten aineiden valinta

Riskinarvioinnin kannalta kriittisten aineiden valintaperusteena voidaan yleensä käyttää alempia ohjearvoja asuinalueella. Kohteessa ei tällä hetkellä sijaitse asuinrakennuksia, mutta kohteeseen on suunnitteilla asuin-, toimisto- ja liiketiloja. Haihtuvia yhdisteitä kohteessa ei ole todettu kynnysarvon ylittävinä pitoisuuksina. Arseenin pitoisuudet ylittivät kaikissa näytteissä kynnysarvon, mikä viittaa kohonneeseen taustapitoisuuteen. Arseenia onkin Suomen maaperässä eniten Tampereen-Hämeenlinnan alueella ja Kittilässä. (http://www.gtk.fi/_system/print.html?from=/_system/PressReleases/news_0118.html)

Kriittisiksi aineiksi valittiin orgaanisista haitta-aineista alemman ohjearvon ylittävät öljyhiilivetyjen keskitisleet sekä raskaat jakeet, PAH-yhdisteistä fenantreeni, fluoranteeni, naftaleeni, bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni. Epäorgaanisista haitta-aineista kriittisiksi aineiksi valittiin alemman ohjearvon ylittävät kupari, lyijy ja sinkki.

Kohteen orsivedessä on todettu myös arseenia, elohopeaa, kobolttia ja nikkeliä. Kutakin ainetta on todettu ainoastaan yhdessä kohteesta otetusta näytteestä. Nikkelin ja arseenin pitoisuudet maaperässä ylittävät kynnysarvon, elohopeaa ei ole todettu maaperässä lainkaan. Koska orsivedessä todettujen epäorgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet maaperässä eivät ylitä ohjearvoja eivätkä ne esiinny kohteen orsivedessä yleisesti, niiden riskin ei katsota olevan merkittävä eikä niitä valita kriittisiksi haitta-aineiksi.

Liukoisuustestien perusteella antimonin liuennut pitoisuus ylittää pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon. Antimonia todettiin myös yhdessä orsivesinäytteessä. Antimoni valittiin kriittiseksi haitta-aineeksi.

4.4.2 Esiintyminen

Haitta-aineita on todettu jätetäytötkerroksessa eri puolilla kohdealuetta osin orsiveden-pinnan alapuolella. Ainoastaan öljyhiilivetyjä (pääosin raskaita jakeita) todettiin kahdessa pisteessä muualla kuin jätetäytötkerroksessa (näytteet S11/2 m (vanhan teurastamorakennuksen alla) ja S14/0,5 m (asfalttipinnan alla)).

4.4.3 Aineiden ominaisuudet

Aineiden ympäristökäyttäytymistä voidaan arvioida niiden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien kuten vesiliukoisuuden (S), höyrynpaineen (V) sekä aineen kiinnittymis- ja kulkeutumispotentiaalia maaperässä kuvaavan jakautumiskertoimen (K_{oc} -arvo) ja aineen rasvaliukoisuutta ja kertyvyyttä kuvaavan jakaantumiskertoimen (K_{ow} -arvo) perusteella. Orgaanisten aineiden osalta kulkeutumista ja ympäristökäyttäytymistä arvioitiin niiden ominaisuustietojen avulla (luokittelu Nikunen 2002 mukaan).

Öljyhiilivedyt

Taulukossa 4 on tarkasteltu öljyhiilivety-yhdisteiden fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat aineiden kulkeutumiseen ympäristössä. Kevyet hiilivetyjakeet ovat esimerkiksi helpommin liukenevia ja haihtuvia kuin raskaat jakeet. Myös aromaattiset ja alifaattiset hiilivedyt eroavat ominaisuuksiltaan toisistaan. Siksi terveys- ja ympäristö-riskien arviointia varten on tärkeä tietää alifaattisten ja aromaattisten jakeiden pitoisuudet.

Hiilivetyjen kulkeutumiseen vaikuttaa merkittävästi myös maaperän orgaanisen aineksen ja hiilen määrä.

Höyrynpaineen (V) perusteella öljyhiilivetyjen keskitisleet luokitellaan kohtalaisen haihtuviksi ($V = 0,01-1$ Pa) tai haihtuviksi ($V = 1-100$ Pa). Raskaista jakeista alifaattinen fraktio luokitellaan kohtalaisen haihtuvaksi ja aromaattinen fraktio hyvin heikosti haihtuvaksi ($V < 0,0001$ Pa). Alifaattisten ja aromaattisten vesiliukoisuus (S) vähenee hiiliekvivalenttiluvun kasvaessa. Keskitisleiden ja raskaiden jakeiden alifaattiset fraktiot ovat veteen hyvin niukkaliukoisia ($S < 0,1$ mg/l). Keskitisleiden aromaattiset jakeet ovat niukkaliukoisia ($S = 0,1-10$ mg/l) tai liukenevia ($S = 10-1000$ mg/l) ja raskaiden jakeiden hyvin niukkaliukoisia.

Jakaantumiskerroin veden ja orgaanisen hiilen välillä (K_{oc}) kuvaa aineiden kulkeutuvuutta maaperässä. Raskaammat alifaattiset ja aromaattiset jakeet luokitellaan ympäristössä kulkeutumattomiksi ($K_{oc} > 5000$, $\log K_{oc} > 3,7$).

K_{ow} -arvo eli n-oktanolivesi -jakaantumiskerroin kuvaa aineen rasvaliukoisuutta ja biokertyvyyttä. Rasvahakuiset aineet ovat yleensä biokertyviä. Tarkasteltavien fraktioiden $\log K_{ow}$ on >3 ($K_{ow} > 1000$), minkä perusteella ne ovat eliöihin hieman kertyviä. Käytännössä öljyhiilivetyjen suuri molekyylikoko rajoittaa niiden biosaatavuutta.

Taulukko 4. Öljyhiilivetyjen fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat aineiden ympäristökäyttäytymiseen (YM 2007).

Hiilivetyfraktio	S mg/l	V_p Pa	$\log K_{oc}$ l/kg	$\log K_{ow}$ -
Alifaattiset >EC5-EC6	28	50007	2,9	3,52
Alifaattiset >EC6-EC8	4,2	8610	3,6	3,60
Alifaattiset >EC8-EC10	0,325	821	4,5	3,69
Alifaattiset >EC10-EC12	0,0261	79	5,4	3,76
Alifaattiset >EC12-EC16	0,00059	3,55	6,7	3,85
Alifaattiset >EC16-EC35	9,99E-9	0,172	8,8	3,97
Aromaattiset >EC8-EC10	65	821	3,2	3,55
Aromaattiset >EC10-EC12	25	79	3,4	3,58
Aromaattiset >EC12-EC16	5,8	3,55	3,7	3,61
Aromaattiset >EC16-EC21	0,65	0,172	4,2	3,66
Aromaattiset >EC21-EC35	0,0066	0,000017	5,1	3,74

S = liukoisuus

V = höyrynpaine

$\log K_{oc}$ = jakautumiskerroin veden ja orgaanisen hiilen välillä

$\log K_{ow}$ = n-oktanolivesi jakautumiskerroin

PAH-yhdisteet

Kriittisiksi valituista PAH-yhdisteistä naftaleeni luokitellaan veteen liukenevaksi, fenantreeni ja fluoranteeni niukkaliukoisiksi, ja bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni hyvin niukkaliukoisiksi (taulukko 5). PAH-yhdisteet sitoutuvat orgaaniseen ainekseen (korkea K_{oc} -arvo), mikä vähentää niiden liikkuvuutta maaperässä. Naftaleeni luokitellaan hieman kulkeutuvaksi, muut kriittisiksi valitut PAH-yhdisteet luokitellaan kulkeutumattomiksi. Höyrynpaineen perusteella naftaleeni on haihtuva, fenantreeni kohtalaisen haihtuva, fluoranteeni heikosti haihtuva ja bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni hyvin heikosti haihtuvia.

PAH-yhdisteet voivat kertyä biologisesti ravintoketjussa. Kertyvyys vaihtelee eri yhdisteillä hieman kertyvistä (naftaleeni) erittäin kertyviin (fluoranteeni, bentso(a)antraseeni ja bentso(a)pyreeni). Fenantreeni luokitellaan kohtalaisen kertyväksi. PAH-yhdisteet ovat yleisesti hitaasti hajoavia maaperässä. Naftaleenin hajoavuus on nopeampaa kuin muiden PAH-yhdisteiden. Myös fenantreenin biologinen hajoaminen maaperässä voi olla suhteellisen nopeaa.

Taulukko 5. PAH-yhdisteiden fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat aineiden ympäristökäyttäytymiseen (YM 2007).

PAH-yhdiste	S mg/l	V _p Pa	logK _{oc} l/kg	logK _{ow}
Naftaleeni	31,8	6,83	2,98	3,30
Fenantreeni	0,85	0,0151	4,23	4,47
Fluoranteeni	0,20	0,0038	5,18	5,16
Bentso(a)antraseeni	0,012	2,1*10 ⁻⁷	5,54	5,54
Bentso(a)pyreeni	0,0008	1,3*10 ⁻⁷	5,82	6,13

Metallit

Metallit voivat esiintyä maaperässä ominaisuuksiltaan hyvin erilaisina yhdisteinä. Saman metallin eri yhdisteet voivat esimerkiksi olla veteen helppoliukoisia tai lähes liukenemattomia. Yleensä metallien liikkuvuus maaperässä on vähäistä. Maaperässä metallien liikkuvuuteen vaikuttaa mm. maaperän orgaaninen aines, savimineraalit sekä raudan ja alumiinin oksidit. Ympäristöolosuhteiden muutokset voivat lisätä metallien liukoisuutta ja haitallisuutta. Monien metallien liikkuvuus lisääntyy esim. hyvin happamissa tai emäksisissä olosuhteissa. Metallien pidättymistä maa-ainekseen voidaan kuvata K_d-arvolla eli maa-vesi -jakautumiskertoimella, jonka arvo voi vaihdella riippuen mm. pH:sta, hapetus-pelkistys -olosuhteista, orgaanisen aineksen pitoisuudesta ja savimineraalien määrästä.

Kupari esiintyy luonnossa hapetusluvuilla 0, +1 ja +2. Kuparin liikkuvuutta lisää maaperän happamoituminen, sitovien komponenttien vähäisyys sekä kompleksoituminen, hapetus-pelkistysolosuhteet ja mikrobitoiminta (saostus). Kupari(II):n kompleksoituminen vaikuttaa selkeästi sen kulkeutumiseen ja vaikutuksiin ympäristössä. Kupari(II)ioni on helpoimmin kulkeutuva kuparin eri esiintymismuodoista. Kupari-ioni on liukoisempi happamassa ympäristössä kuin neutraalissa ja se saostuu emäksisissä oloissa. Kupari-ioni kiinnittyy voimakkaasti savekseen, orgaaniseen ainekseen, karbonaattikivennäisiin sekä hydratoituneisiin raudan ja mangaanin oksideihin.

Lyijy esiintyy luonnossa hapetusasteilla +2 ja +4. Yleensä lyijyn kulkeutuminen maaperässä on heikkoa ja kulkeutuminen maaperästä orsiveteen on vähäistä. Maaperässä lyijyn käyttäytymistä säätelevät pH, sidontakapasiteetti ja hapetus-pelkistysolosuhteet. Orgaaninen aines on tehokas lyijyn sitoja. Hapettavat ja happamat olosuhteet ja lyijyn kompleksoituminen liukoisiin yhdisteisiin voi lisätä lyijyn kulkeutumista. Myös emäksisissä olosuhteissa liukoisuus on korkeampi kuin neutraalilla pH-alueella. Muihin raskasmetalleihin verrattuna lyijyn on todettu olevan vähiten liikkuvia.

Sinkki on luonnossa yleinen metalli ja esiintyy hapetusasteella +2. Maaperässä sinkki voi muodostaa epäorgaanisia ja orgaanisia kompleksi-yhdisteitä, joista monet ovat liukoisia ja helposti liikkuvia. Maaperän happamuus ja alumiinin liukoisuuden kasvu lisäävät sinkin kulkeutumista orsiveteen. Orgaaninen aines, savimineraalit sekä rauta- ja alumiinioksidit-

saostumien runsaus edistävät sinkin sitoutumista. Emäksinen ja voimakkaasti pelkistävä ympäristö heikentää sinkin liukoisuutta.

Antimonilla (Sb) on neljä hapetusastetta: Sb(-3), Sb(0), Sb(+3) ja Sb(+5), joista hapetusaste +3 on yleisin ja pysyvin (ATSDR 1992). Antimonin ja sen yhdisteiden sitoutumisesta maahan tiedetään vähän. Maa-ainekseen kiinnittymisen arvioidaan olevan voimakkainta heikosti happamassa ympäristössä (Rai ja Zachara, 1984). Viisiarvoisen antimonin kohdalla neutraaleissa ja emäksisissä oloissa kiinnittyminen on vähäisempää. Vasta selvästi happamissa oloissa viisiarvoista antimonin pidättyä merkittävässä määrin. Kolmiarvoisen antimonin pidättymisestä ei ole vastaavaa tietoa, mutta analogisesti arseenin ja seleenin kanssa, joilla eri hapetusasteiden pidättymisen pH-riippuvuus on samankaltainen, voidaan olettaa kolmiarvoisen antimonin käyttäytyvän samankaltaisesti kuin viisiarvoinen antimoni.

5. KÄSITTEELLINEN MALLI

Käsitteellinen malli luodaan kuvaamaan pilaantuneen maaperän ja orsiveden mahdollisesti aiheuttamien riskien muodostumista. Käsitteellinen malli on esitys riskien kannalta oleellisista haitta-ainelähteistä, kulkeutumis- ja altistusreiteistä sekä mahdollisista altistujista. Riskinarvioinnissa on tarkoituksenmukaista keskittyä riskien kannalta olennaisiin haitta-aineisiin, kulkeutumisreitteihin ja altistustilanteisiin. Käsitteellisen mallin avulla voidaan keskittyä em. olennaisiin asioihin ja rajata pois sellaiset kulkeutumis- ja altistusreitit sekä altistajat, jotka eivät ole mahdollisia tai todennäköisiä.

Käsitteellinen malli muodostettiin tarkastelemalla mahdolliset lähteet (luku 5.1, kriittiset haitta-aineet, luku 4.4), kulkeutumis- (luku 5.2) ja altistusreitit sekä altistajat (luku 5.3). Käsitteellinen malli on esitetty kuvassa 1.

5.1 Lähde

Kohdealueen maaperässä on todettu haitta-aineita alemman ohjearvon ylittävinä pitoisuuksina vaihtelevalla syvyydellä (pääosin n. 0,5-4 m).

Kohteessa todetut aineet ja pitoisuudet on esitetty luvussa 4.

5.2 Kulkeutuminen

Kulkeutumisreiteinä tarkasteltiin aineiden kulkeutumista haihtumalla, pölyävän maa-aineksen mukana sekä veden mukana (pinta- ja orsivesi). Haitta-aineiden leviämistä ja kulkeutumista ihmistoiminnan vaikutuksesta voi tapahtua esim. kaivuiden ja maansiirtojen yhteydessä. Ihmistoiminnan aiheuttamaa kulkeutumista kohteessa ei tarkastella tässä riskinarvioinnissa.

Suora kosketus

Suora kosketus voi tapahtua maan nielemisen tai ihokosketuksen kautta. Kohteessa haitta-aineita on todettu jätetäytössä pintakerroksen alapuolella (>0,5 m) tai asfalttipinnan alapuolella. Suoraa kosketusta haitta-ainepitoiseen maaperään ei näin ollen pääse syntymään, joten suoraa kosketusta ei tarkastella mahdollisena altistusreittinä. Tässä

riskinarvioinnissa ei käsitellä kaivutöiden yhteydessä mahdollisesti tapahtuvaa suoraa kosketusta, vaan se tulee ottaa huomioon työn suunnittelussa ja toteutuksessa (työsuojelusuunnitelma).

Haihtuminen sisäilmaan

Orgaanisista aineista kriittisiksi valittiin öljyhiilivetyjen keskitisleet ja raskaat jakeet, joista keskitisleet on luokiteltu kohtalaisen haihtuviksi tai haihtuviksi. PAH-yhdisteistä naftaleeni luokitellaan haihtuvaksi ja fenantreeni kohtalaisen haihtuvaksi. Haitta-aineet voivat kulkeutua maaperästä alapohjan vuotojen kautta kohteeseen mahdollisesti rakennettavien rakennusten sisäilmaan. Kulkeutumista sisäilmaan tarkastellaan oleellisena kulkeutumisreittinä.

Haihtuminen ulkoilmaan

Kohteessa haitta-aineita on todettu pohjamaassa (syvyys maanpinnasta yli 0,5 m) tai asfalttipäällysteen alapuolella. Ulkoilmaan mahdollisesti haihtuvat yhdisteet laimenevat nopeasti. Haihtumista ulkoilmaan ei tarkastella oleellisena kulkeutumisreittinä.

Pölyäminen

Mikäli haitta-ainepitoista maa-ainesta on alttiina tuulieroosiolle, haitta-aineita voi kulkeutua ulkoilmaan sitoutuneena maapartikkeleihin. Haitta-aineita ei ole todettu maan pintakerroksissa. Lisäksi alue on osin päällystetty, mikä estää pölyämistä. Pölyämistä ulkoilmaan ei tarkastella oleellisena kulkeutumisreittinä.

Pintavalunta

Kulkeutumista pintavalunnan mukana voi tapahtua, jos haitta-aineita liukenee sade- tai sulamisvesiin tai jos vesi kuljettaa mukanaan haitta-ainepitoista hienoainesta. Kulkeutumista voi tapahtua lähinnä pintaveden kuljettaman hienoaineksen mukana. Kohteessa haitta-aineita ei ole todettu pintamaassa. Lisäksi kohde on osin päällystetty, mikä estää haitta-aineiden kulkeutumista pintavesien mukana. Kulkeutumista pintavesien mukana ei tarkastella oleellisena kulkeutumisreittinä.

Kulkeutuminen orsiveden mukana

Kohteessa on todettu paikoin haitta-aineita orsivedenpinnan tasolla, eli haitta-aineiden voidaan todeta kulkeutuneen paikoin orsiveteen. Kriittisiksi valitut haitta-aineet ovat pääosin veteen niukkaliukoisia tai hyvin niukkaliukoisia, jolloin orsiveteen päässeet haitta-aineet eivät kulkeudu helposti orsiveden mukana. Liukoisia yhdisteitä (esim. naftaleeni) on kuitenkin todettu kohteessa, joten haitta-aineiden kulkeutumista orsiveden mukana on syytä tarkastella. Kulkeutumista orsiveden mukana tarkastellaan oleellisena kulkeutumisreittinä.

5.3 Altistuminen

Ihmiset

Kohteeseen on suunnitteilla asuinkäyttöä sekä liike- ja toimistotiloja, joten kohteen tulevat asukkaat ja työntekijät ovat mahdollisia altistujia. Mahdollisena altistumisreittinä asukkaille ja työntekijöille on haitta-aineiden haihtuminen rakennusten alapuolisesta maaperästä huokoskaasuun ja sieltä alapohjan vuotojen kautta rakennusten sisäilmaan.

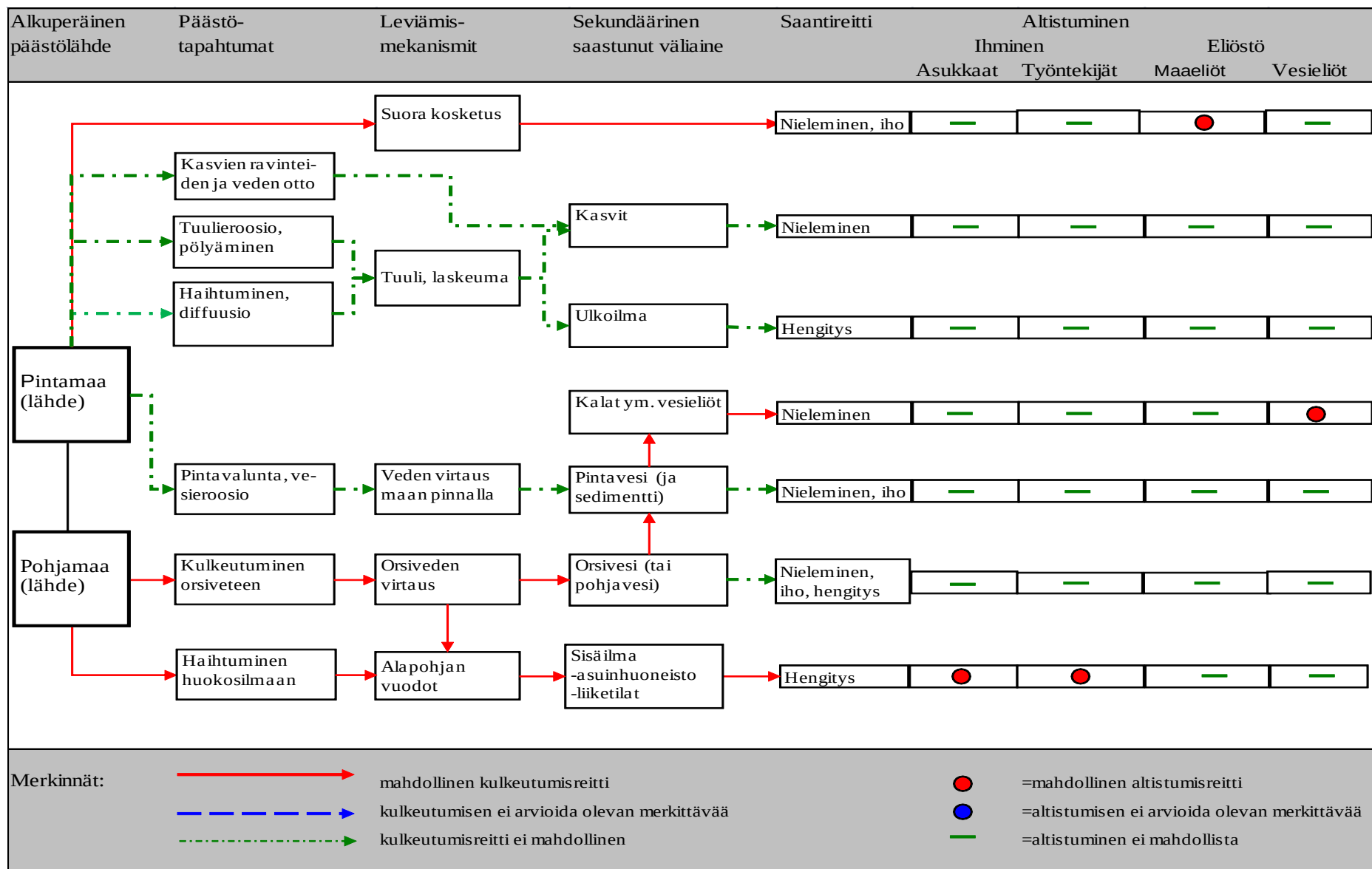
Kohteeseen on suunnitteilla asuinkerrostaloja sekä liike- ja toimistorakennuksia. Kohteessa ei tulla kasvattamaan laajamittaisesti ravintokasveja. Altistusta ravintokasvien kautta ei tarkastella oleellisena altistusreittinä.

Kohteen orsi-/pohjavettä ei käytetä talousvetenä, joten altistumista suoraan veden käytön kautta ei muodostu. Kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, joten altistumista pohjaveden käytön kautta ei voi tapahtua. Altistusta orsi-/pohjaveden kautta ei tarkastella oleellisena altistusreittinä.

Orsiveden mukana haitta-aineet saattavat kulkeutua aluetta rajaavaan Kutalanjokeen ja sitä kautta Vanajaveteen. Kohteen välittömässä läheisyydessä ei Vanajavedellä sijaitse uimarantoja, joten altistusta pintavesien kautta (nieleminen, iho) ei tarkastella oleellisena altistusreittinä.

Eliöstö

Kohdealueella sijaitsee tällä hetkellä mm. pientä pusikkoa ja vesakkoa sekä joutomaata. Kohteeseen on suunnitteilla puisto- ja virkistysalueita, joten alueen ekologistia tekijöitä ovat mm. kasvit, maaperäeliöstö sekä linnut (YM, 2007). Kohteen alueella maaperän eliöstö voi altistua maaperän haitta-aineille suoran kosketuksen kautta, joten altistumista suoran kosketuksen kautta tarkastellaan oleellisena altistusreittinä. Lisäksi haitta-aineita saattaa kulkeutua maaperästä orsiveden kautta Kutalanjokeen ja sitä kautta läheiseen Vanajaveteen, joten myös vesieliöitä tarkastellaan mahdollisina altistujina.



Kuva 1. Käsitteellinen malli kriittisiksi valittujen haitta-aineiden ympäristökäyttäytymiseen vaikuttavista tekijöistä ja prosesseista.

6. KULKEUTUMISRISKIN ARVIOINTI

6.1. KulkeutumISRISKIN arvioinnin lähtötiedot ja menetelmät

KulkeutumISRISKIN arvioinnissa tarkastellaan haitta-aineiden kulkeutumista maaperässä, vedessä tai ilmassa. Luvussa 5 luodun käsitteellisen mallin ja siihen liittyvän tarkastelun perusteella todettiin kulkeutumISRISKIN arvioinnin kannalta oleelliseksi tarkasteltavaksi kulkeutumisreitiksi:

- Liukeneminen orsiveteen ja kulkeutuminen orsiveden mukana

Lähtötietoina käytettiin tutkimustuloksissa todettuja haitta-ainepitoisuuksia (taulukot 1 ja 2). KulkeutumISRISKIN arviointi perustuu vesinäytteiden haitta-ainepitoisuuksiin ja haitta-aineille asetettuihin ympäristölaatuunormeihin (Vna 341/2009) sekä liukoisuustestien tuloksiin (taulukko 3). Lisäksi orgaanisten yhdisteiden osalta kulkeutumista tarkastellaan laskennallisesti SOILIRISK 2.0 –ohjelman avulla.

Vertailussa ja SOILIRISK 2.0 -laskennassa on käytetty näytteen KK9/2,5-5 m hiilivetytypitoisuutta maksimihiilivetytypitoisuuden (2 320 mg/kg, S11/2 m) sijaan, koska näytteessä KK9/2,5-5 m on todettu keskitisleiden maksimipitoisuus 750 mg/kg. Näytteessä S11/2 m keskitisleiden pitoisuus on 320 mg/kg ja raskaiden jakeiden 2 000 mg/kg. Valinta on tehty öljyhiilivetyjen ominaisuuksien perusteella, keskitislefaktiot ovat keskimäärin helpommin haihtuvia, liukenevia ja kulkeutuvia kuin raskaat jakeet. Raskaat jakeet ovat pääosin heikosti haihtuvia, veteen hyvin niukkaliukoisia sekä kulkeutumattomia (luku 4.4.3).

SOILIRISK 2.0 – laskennallinen tarkastelu

Öljyhiilivetyjen terveysriskejä kohteessa arvioitiin kvantitatiivisesti SOILIRISK 2.0 –ohjelmaa käyttäen. SOILIRISK (Öljyalan Palvelukeskus Oy, 2007) on kokonaisvaltainen terveysriskien laskentamalli, joka on laadittu nimenomaan poltto- ja voiteluainehiilivetyjen pilaaman ympäristön muodostamien riskien arvioimiseksi ns. toisen vaiheen kvantitatiivisessa riskinarviossa. Vaiheittainen lähestymistapa on sovellus eurooppalaisten öljyalan yhtiöiden ympäristönsuojeluorganisaation CONCAWE:n esittämästä menettelystä.

SOILIRISK on deterministinen malli, joka siis tuottaa tuloksiksi yksittäisiä lukuarvoja. Mallin rungon muodostavat ASTM:n (American Society for Testing and Materials) suosittelemat RBCA (risk-based corrective action) -laskentayhtälöt täydennyksineen. Malli sisältää laskentajärjestelmän päästölähteiden, päästötapahtumien, leviämismekanismien ja saantireittien sekä itse altistumisen kuvaamiseksi. Altistumisen osalta on mahdollista tarkastella erikseen työpaikan työntekijöitä ja mahdollisia alueen asukkaita. Laskennassa käytetään hyväksi maaperässä ja/tai orsivedessä todettuja haitta-ainepitoisuuksia. Laskenta suoritettiin konservatiivisesti nk. worst case –skenaariona.

Lähtötietoina laskennassa käytettiin kohteessa todettua keskitisleiden maksimipitoisuutta, näyte KK9/2,5-5 m. Kyseisestä näytteestä ei ollut hiilivetyfraktiointia, joten jako fraktioihin suoritettiin näytteen KK39/1,5-4 m jakauman avulla. Taulukossa 6 on esitetty laskennassa käytetyt hiilivetytypitoisuudet. Yksittäisten yhdisteiden kohdalla käytettiin kyseisessä näytteessä todettuja pitoisuuksia. Jos fraktion pitoisuus jäi alle laboratorion määritysrajan, fraktion pitoisuutena käytettiin puolikasta määritysrajapitoisuudesta (<2 mg/kg → 1 mg/kg).

Taulukko 6. SOILIRISK 2.0 –laskennan lähtöpitoisuudet

Alifaattiset	Pitoisuus	Aromaattiset	Pitoisuus
jakeet	mg/kg	jakeet	mg/kg
C5-C6	1		
C6-C8	1		
C8-C10	1	C8-C10	1
C10-C12	20,03	C10-C12	1
C12-C16	126,1	C12-C16	29,67
C16-C35	687,4	C16-C21	106,3
		C21-C35	180,5

Kulkeutumis- ja altistuslaskentaa varten SOILIRISK 2.0 -malliin voidaan syöttää kohdekohtaisia lähtötietoja maaperän, rakennuksen ja altistusolosuhteiden kuvaamiseksi. Taulukossa 7 on kuvattu laskennan lähtöparametreja sekä niiden perusteluja. Maalajiksi oletettiin kenttähavaintojen perusteella hiekka. Orgaanisen hiilen osuutena käytettiin kolmen näytteen analyysitulosten keskiarvoa 1,37 %.

Tutkimuksen mukaan pilaantuma sijaitsee tutkimuspisteessä KK9 (keskitisleiden maksimipitoisuus) syvyydellä 2,5-5 m. Analyysi- ja kenttätulosten perusteella öljyhiilivetyjä on kohteessa todettu syvyyksillä 0,5-5 m keskimäärin n. 1,5 m paksuisena kerroksena. Varovaisuusperiaatteen mukaan sisäilmariskin laskennassa pilaantuma oletettiin mahdollisimman lähelle pintaa eli 0,5 m päähän maanpinnasta, kun taas kulkeutumislaskennassa pilaantuma oletettiin 2,5- 4,5 m syvyydelle eli orsiveden pinnan tasolle (n. 3 m). Pilaantuneen kerroksen paksuudeksi oletettiin 2 m.

Muut arvot olivat oletusarvojen mukaiset (ei saatavilla kohdekohtaista tietoa). Taulukossa on esitetty samalla sisäilmariskin laskentaan liittyvät lähtöparametrit.

Taulukko 7. SOILIRISK 2.0 –laskennan lähtöparametrit ja niiden perustelut

Lähtöparametri	Sisäilmariski	Kulkeutuminen
Vajoveden määrä	36 cm/a (oletusarvo, kun maalaji hiekka)	36 cm/a (oletusarvo, kun maalaji hiekka)
Orgaanisen hiilen määrä	1,37 % (määritetty, keskiarvo)	1,37 % (määritetty, keskiarvo)
Orsiveden pinnan gradientti		0,02 (oletusarvo)
Pilaantuneen pintamaan paksuus	0 cm	0 cm
Etäisyys maan pinnasta pilaantuneen pohjamaan pintaan	50 cm (analyysi- ja kenttätulosten perusteella)	250 cm (analyysi- ja kenttätulosten perusteella)
Pilaantuneen pohjamaan paksuus	200 cm (analyysi- ja kenttätulosten perusteella)	200 cm (analyysi- ja kenttätulosten perusteella)
Etäisyys maan pinnasta orsiveden pintaan		300 cm (arvioitu orsiveden pinnantas)
Etäisyys lähimpään orsiveden käyttö-/tarkailukohteeseen		75 m (arvioitu etäisyys pilaantumasta avo-ojaan)
Pilaantuneen alueen pituus orsiveden virtaussuuntaan		70 m (arvio analyysitulosten perusteella)
Pilaantuneen alueen leveys kohtisuoraan orsiveden virtausta		60 m (arvio analyysitulosten perusteella)
Oletettu haitta-aineiden hajoamisnopeus		Ei hajoamista
Pilaantuneen maan pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta	100 % (varovaisuusperiaatteen mukaan)	
Alapohjasta tulevan korvausilman määrä	140 cm³/s (oletusarvo)	
Altistumisaika sisäilmalle	22,9 h/vrk (oletusarvo, asukas)	
Altistumisen tiheys	350 vrk/a (oletusarvo, asukas)	

6.2. Kulkeutumisriskien arvioinnin tulokset ja johtopäätökset

Vertailu viitearvoihin

Riskinarvion kannalta kriittisiksi haitta-aineiksi valitut öljyhiilivetyjen keskitisleet ja raskaat jakeet ovat veteen niukkaliukoisia tai hyvin niukkaliukoisia. Kohteen kriittisiksi todetut öljyhiilivetyfraktiot on pääosin luokiteltu kulkeutumattomiksi tai heikosti kulkeutuviksi.

Kriittisiksi valituista PAH-yhdisteistä naftaleeni luokitellaan veteen liukenevaksi ja fenantreeni sekä fluoranteeni niukkaliukoisiksi, bentso(a)antraseeni ja bantso(a)pyreeni luokitellaan hyvin niukkaliukoisiksi. Naftaleeni luokitellaan hieman kulkeutuvaksi, muut kriittisiksi valitut PAH-yhdisteet luokitellaan kulkeutumattomiksi.

Metallit voivat esiintyä maaperässä ominaisuuksiltaan hyvin erilaisina yhdisteinä. Saman metallin eri yhdisteet voivat esimerkiksi olla veteen helppoliukoisia tai lähes liukenemattomia. Yleensä metallien liikkuvuus maaperässä on vähäistä.

Kohteesta otetuissa orsivesinäytteissä todettiin öljyhiilivetyjä C₁₀–C₄₀ kahdessa näytteessä, maksimissaan 0,22 mg/l. PAH-yhdisteistä naftaleenia todettiin kuudessa näytteessä, mutta vain kahdessa yli Valtioneuvoston asetuksen 341/2009 ympäristölaatumormin 0,0013 mg/l. Bentso(a)pyreeniä ja bentso(a)antraseenia todettiin molempia yhdessä näytteessä, fenantreenia kolmessa ja fluoranteenia kahdessa näytteessä. Antimonia todettiin yhdessä näytteessä (0,006 mg/l) yli sille asetetun ympäristölaatumormin (0,0025 mg/l). Sinkkiä todettiin yhdessä näytteessä (alle sinkille asetetun ympäristölaatumormin), kupari ja lyijyä ei todettu vesinäytteissä lainkaan.

Kohteen poikki kulkevasta radanpuoleisesta avo-ojasta otetussa näytteessä todettiin naftaleenia ja fluoranteenia (0,0002 mg/l kumpaakin) ja lämpökeskuksen viereisessä avo-ojassa todettiin 0,026 mg/l sinkkiä (Vna 341/2009 ympäristölaatumormi 0,060 mg/l). Muita kriittisiksi valittuja haitta-aineita ei avo-ojista otetuissa näytteissä todettu. Kutalanjoesta otetussa vesinäytteessä ei todettu haitta-aineita.

Edellä esitetyn tarkastelun perusteella haitta-aineiden ei arvioida kulkeutuvan orsiveden mukana sellaisina pitoisuuksina tai määrinä, että niistä aiheutuisi merkittävää kulkeutumisriskiä. Epäorgaanisten yhdisteiden kulkeutumista tarkasteltiin vielä liukoisuustestien avulla ja orgaanisten yhdisteiden laskennallisesti SOILIRISK 2.0 –ohjelman avulla.

Liukoisuustestien tulosten tarkastelu

Liukoisuustestillä tutkitut maanäytteet sisälsivät eniten kuparia, sinkkiä ja lyijyä. Liukoisuustestitulosten perusteella maa-aineksissa todetut haitta-aineet ovat maa-aineksesta veteen niukka-liukoisia emäksisessä ympäristössä (taulukko 3). Maaperä kohteessa on sekalaista täyttömaata (sora, hiekka, savi), jonka seassa on paikoin rakennusjätettä. Tutkituissa näytteissä orgaanisen hiilen määrä vaihteli välillä 1,7–2 %. Liukoisuustestiuutteen pH-arvo määräytyy testissä tutkitun maa-aineksen pH-arvon perusteella. Maanäytteiden liukoisuustestiuutteen pH-arvo oli emäksinen, kokoomanäytteessä vahvasti emäksinen (pH 10,4). Emäksisyys johtuu todennäköisimmin maa-aineksen seassa todetuista rakennusjätteistä. Maa-aineksista liukeni veteen myös sulfaattia, mikä voi olla peräisin emäksistä rakennustuotteista (kuten betoni tms.). Yksittäisestä maanäytteestä (0,8–1,8 m) tehdyssä liukoisuustestissä uutteen pH asettui testauksen aikana arvoon 8,4.

Liukoisuustestituloksista havaitaan, että kriittinen aine liukenemisen kannalta on maaperänäytteistä liukeneva antimoni. Antimonia ei todettu maaperänäytteissä. Kokoomanäytteestä liukeni myös enemmän orgaanista hiiltä veteen kuin syvyydeltä 0,8–1,8 m otetusta maaperänäytteestä. Maaperän sisältämä orgaanisen hiilen määrä tutkituissa näytteissä ei kuitenkaan merkittävästi eronnut toisistaan.

Kohteen maaperän todettiin epäorgaanisten haitta-aineiden kokonaispitoisuusmäärittysten perusteella sisältävän eniten kuparia, sinkkiä ja lyijyä. Näistä kuparin liuenut osuus maaperässä todettuun kuparipitoisuuteen verrattuna oli alhainen (kuparin liuenut osuus kokonaispitoisuudesta oli 0,04 %). Lyijyn ja sinkin ei todettu liukoisuustestissä liukenevan veteen lainkaan. Antimonin kulkeutuminen veden mukana voidaan arvioida vähäiseksi, koska liuenneet määrät eivät merkittävästi ylittäneet arvioinnissa käytettyjä pysyvän jätteen liukoisuuskriteerejä (taulukko 3) eikä antimonia todettu maaperänäytteissä (taulukko 1). Kohteessa todettujen kriittisten epäorgaanisten haitta-aineiden kulkeutumisriski voidaan arvioida vähäiseksi ja riskiä pitää hyväksyttävänä.

Laskennallinen tarkastelu

Laskennassa tarkasteltiin haitta-ainepitoisuuksia orsivedessä 75 m pilaantumasta (arvioitu etäisyys pilaantumasta avo-ojaan). SOILIRISK 2.0 –laskennan lähtöparametrit ja lasketut pitoisuudet on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1. Öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) summapitoisuus ilman hajoamista oli laskelmien mukaan 0,017 mg/l, mikä on alle asetuksessa 341/2009 määritetyn ympäristölaatusnormin (0,050 mg/l).

Naftaleenin pitoisuus on laskennan tulosten perusteella 0,0042 mg/l, mikä ylittää naftaleenille annetun ympäristölaatusnormin (0,0013 mg/l). Samoin bentso(a)pyreenin laskennallinen pitoisuus, 0,000016 mg/l, ylittää sille annetun ympäristölaatusnormin (0,000005 mg/l). PAH-yhdisteiden kohdalla on kuitenkin huomioitava, että laskennassa on käytetty samaa esiintymislaajuutta kuin öljyhiilivedyillä, eli 60 m x 70 m. PAH-yhdisteitä on kuitenkin todettu ohjearvot ylittävinä pitoisuuksina ainoastaan yhdessä näytteessä koko kohteessa. Jos alueen laajuudeksi vaihdetaan 20 m x 20 m, PAH-yhdisteiden laskennalliset pitoisuudet tarkkailupisteessä (75 m pilaantumasta) jäävät alle ympäristölaatusnormien.

Avo-ojista ja Kutalanjoesta otetuissa vesinäytteissä ei todettu öljyhiilivetyjä tai PAH-yhdisteitä ympäristölaatusnormit ylittävinä pitoisuuksina. Haitta-aineiden kulkeutumisen ei arvioida olevan merkittävää.

7. TERVEYSRISKIEN ARVIOINTI

7.1. Terveysriskien arvioinnin lähtötiedot ja menetelmät

Luvussa 5 luodun käsitteellisen mallin ja siihen liittyvän tarkastelun perusteella todettiin terveysriskin arvioinnin kannalta oleelliseksi tarkasteltavaksi kulkeutumis- ja altistusreitiksi:

- Pohjamaa – haihtuminen huokosilmaan – alapohjan vuodot sisäilmaan – hengitys/työntekijät ja asukkaat

Lähtötietoina käytettiin tutkimustuloksissa todettuja haitta-aineiden maksimi-, keskiarvo- ja mediaanipitoisuuksia (Taulukko 1). Terveysriskien arviointi perustuu ohjearvojen määrittämis- perusteisiin (Reinikainen, 2007) sekä laskennalliseen tarkasteluun.

7.2. Terveysriskien arvioinnin tulokset ja johtopäätökset

Vertailu viitearvoihin

Maaperän orgaanisista aineista ylempi ohjearvo ylittyi PAH-yhdisteiden summapitoisuuden sekä fenantreenin ja fluoranteenin maksimipitoisuuksien osalta. Alempi ohjearvo ylittyi PAH-yhdisteillä bentso(a)pyreenin, bentso(a)antraseenin ja naftaleenin maksimipitoisuuksien osalta.

Öljyhiilivetyjen eri jakeille lasketut SHP_{ter}-arvot (suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet) on esitetty taulukossa 8. Taulukon maksimipitoisuudet ovat laskennallisia: näytteen KK9/2,5-5 m hiilivetypitoisuus on jaettu fraktioihin näytteestä KK39/1,5-4 m tehdyn hiilivetyfraktioinnin perusteella. Laskennassa on käytetty näytteen KK9/2,5-5 m hiilivety-pitoisuutta maksimihiilivetypitoisuuden (2 320 mg/kg, S11/2 m) sijasta, koska näytteessä KK9/2,5-5 m on todettu keskittisleiden maksimipitoisuus 750 mg/kg. Näytteessä S11/2 m keskittisleiden pitoisuus on 320 mg/kg ja raskaiden jakeiden 2 000 mg/kg. Kuten taulukosta 6 voidaan

havaita, raskaiden jakeiden osalta pitoisuudet harvoin kohoavat niin korkeiksi, että niille asetetut SHP_{ter}-arvot ylittyisivät.

Öljyhiilivetyjen alifaattisille jakeille lasketut SHP_{ter}-arvot ylittyvät jakeen C₁₀-C₁₂ osalta. Kyseisen jakeen pääasiallinen (99,9 %) altistusreitti on sisäilman hengitys. Tarkastelun perusteella alifaattisen jakeelle C₁₀-C₁₂ altistuminen voi olla merkittävää (tarkistetaan laskennallisesti).

Öljyhiilivetyjen aromaattisille jakeille lasketut SHP_{ter}-arvot eivät ylitä minkään jakeen osalta.

Taulukko 8. Öljyhiilivetyfraktioiden laskennalliset tai todetut maksimipitoisuudet sekä SHP_{ter}-viitearvot.

Alifaattiset	SHP _{ter}	Pitoisuus	Aromaattiset	SHP _{ter}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg
C5-C6	3,1	<2	C5-C7 (bentseeni)	4,3	0,02
C6-C8	7,0	<2	C7-C8 (tolueeni)	9,2	0,03
C8-C10	1,5	<2	C8-C10	5,6	<2
C10-C12	7,6	20,0	C10-C12	28	<2
C12-C16	25 000	126,1	C12-C16	140	29,7
C16-C35	>1 000 000	687,4	C16-C21	4 700	106,3
			C21-C35	18 000	180,5

PAH-yhdisteille lasketut SHP_{ter}-arvot on esitetty taulukossa 9. Viitearvot ylittyvät ainoastaan bentso(a)pyreenin osalta. Kyseisen yhdisteen pääasiallinen (92,3 %) altistusreitti on ravintokasvien kautta altistuminen. Ravintokasvien kautta altistuminen ei kuitenkaan ole tässä kohteessa oleellinen altistusreitti. SHPT_{ter}-arvo (suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueilla, terveysperusteet), jonka laskuperusteissa ravintokasvien kautta altistus ei ole oleellinen reitti, bentso(a)pyreenille on 125 mg/kg. Tämän perusteella bentso(a)pyreenille altistumista ei arvioida merkittäväksi.

Taulukko 9. Kriittisiksi valittujen PAH-yhdisteiden todetut maksimipitoisuudet sekä SHP_{ter}-viitearvot.

PAH-yhdiste	SHP _{ter}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg
Naftaleeni	66	6,5
Fluoranteeni	450	43
Fenantreeni	3 300	48
Bentso(a)antraseeni	30	12
Bentso(a)pyreeni	2,6	11

Maaperänäytteistä analysoiduista epäorgaanisista haitta-aineista ylempi ohjearvo ylittyi kuparin maksimipitoisuuden osalta, keskiarvopitoisuus ylitti kynnysarvon. Lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittivät alemman ohjearvon, keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet alittivat kynnysarvon.

Terveysperusteinen viitearvo ylittyi ainoastaan lyijyn osalta (taulukko 10). Lyijyn pääasiallinen altistusreitti on maan nieleminen. Kyseisen viitearvon ja alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia on kohteessa todettu ainoastaan yhdessä näytteessä, syvyydellä 1,5–4 m. Tällöin maan nieleminen ei kohteessa ole merkittävä altistusreitti lyijylle.

Taulukko 10. Kriittisiksi valittujen epäorgaanisten aineiden todetut maksimipitoisuudet sekä SHP_{ter}-viitearvot.

Metalli	SHP _{ter}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg
Antimoni	8,8	<5
Kupari	>10 000	1 054
Lyijy	212	611
Sinkki	>10 000	367

Laskennallinen tarkastelu

SOILIRISK 2.0 -mallin lähestymistapa on terveysriskin näkökulmasta hyväksyttävien enimmäispitoisuuksien määrittäminen, ja kohteessa havaittujen/laskennallisten pitoisuuksien vertailu näihin määritettyihin enimmäispitoisuuksiin. Laskelma ilmoittaa, kuinka paljon (%) kohteessa todetut/laskennalliset haitta-aineiden pitoisuudet ovat mallin määrittämistä kohdekohtaisista tavoitearvoista (ns. vaarasuhde). Toisin sanoen, kokonaisriski on esitetty prosentteina (%) suurimmasta hyväksyttävänä pidetystä altistumisesta (100 %). Terveyshaitoista tarkastellaan syöpäriskiä sekä muita terveyshaittoja (ei-syöpävaaralliset aineet).

Yhteenvetotaulukoissa esitetään SOILIRISK 2.0 –sovelluksen lähtötiedot ja tulokset (liite 1). Haitta-aineet on niiden vaikutustavan mukaan jaettu ryhmiin, joissa aineiden vaarasuhdeluvut summataan yhteen. Vaarasuhdeluvut (prosenttiset summat) on esitetty summattuina aineryhmittäin (alifaattiset ja aromaattiset fraktiot). Bentseeni ja tolueni tarkastellaan ainekohtaisesti. Etyyli-bentseeni ja ksyleenit sisältyvät aromaattisiin hiilivetyjakeisiin (>C₈-C₁₆), mutta niitä tarkastellaan myös erillisinä aineina. Niitä tarkastellaan rinnakkaisina >C₈-C₁₆ -summan kanssa ilman summaamista tai vähentämistä (laskenta tapahtuu automaattisesti yhteenvetotaulukossa). Syöpävaaralliset aineet tarkastellaan erikseen. Myös syöpävaarallisilla aineilla yhteen laskettujen prosenttilukujen tulee olla alle 100.

Laskennassa tarkasteltiin tilannetta, jossa haitta-ainepitoisen maaperän oletettiin kattavan asuin-kerrostalon alaisen maaperän kokonaan (100 %). Laskennassa käytettiin näytteen KK9/2,5-5 m pitoisuuksia (keskitisleiden maksimipitoisuus), jotka jaettiin fraktioihin näytteen KK39/1,5-4 m jakauman avulla.

Sisäilmariskilaskennan tuloksena saatiin summatuiksi vaarasuhdeluvuiksi 0-82 %, eli laskennan mukaan sisäilmariski on hyväksyttävällä tasolla (>100 %). Öljyhiilivedyille lasketut SHP_{ter}-arvot ylittivät alifaattien jakeen C₁₀-C₁₂ osalta. SHP_{ter}-arvot on määritetty Risc-Human 3.1 –ohjelmalla ja laskennassa on käytetty tiettyjä oletusarvoja, esimerkiksi maaperän orgaanisen hiilen osuutta 1 % (Reinikainen, 2007). Analyysitulosten mukaan keskimääräinen orgaanisen hiilen pitoisuus kohteessa on 1,37 %; laskelmissa on käytetty tätä arvoa. Pilaantuneeksi todetuilla alueilla orgaanisen hiilen pitoisuus on ollut keskiarvoa korkeampi (1,7-2,0 %). Terveysriskiä ei tarkastelun perusteella arvioida todetuilla pitoisuuksilla kohteessa muodostuvan.

8. EKOLOGINEN RISKINARVIO

8.1. Ekologisten riskien arvioinnin lähtötiedot ja menetelmät

Luvussa 5 luodun käsitteellisen mallin ja siihen liittyvän tarkastelun perusteella todettiin ekologisten riskien arvioinnin kannalta oleellisiksi tarkasteltaviksi kulkeutumis- ja altistusreiteiksi seuraavat:

- Suora kosketus – nieleminen, iho / maaperäeliöstö
- Kulkeutuminen orsiveden mukana pintaveteen - nieleminen / vesieliöstö

Kulkeutumisriskiä arvioitaessa (luku 6) haitta-aineiden kulkeutuminen orsiveden mukana arvioitiin vähäiseksi, jolloin haitta-aineiden kulkeutuminen pintavesiin ei ole merkittävää. Näin ollen riskiä vesieliöstölle ei arvioida muodostuvan.

Lähtötietoina maaperäeliöstön altistumisriskiä arvioitaessa käytettiin tutkimustuloksissa todettuja haitta-aineiden maksimi-, keskiarvo- ja mediaanipitoisuuksia (Taulukko 1). Ekologista riskiä arvioitiin vertaamalla haitta-ainepitoisuuksia kirjallisuudesta saataviin ekotoksikologisiin tutkimustietoihin sekä SHP_{eko}-viitearvoihin (suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet, Reinikainen, 2007).

8.2. Ekologisten riskien arvioinnin tulokset ja johtopäätökset

Öljihiilivetyjen aiheuttaman pilaantumalan laatu vaikuttaa oleellisesti toksisuuteen. Esimerkiksi BTEX-yhdisteet lisäävät haitallisuutta ja vaikutuksia ilmenee alemmissa pitoisuuksissa kuin raskailla öljyjakeilla pilaantuneessa maa-aineksessa. Kohteessa pääosin todettujen öljjihiilivetyjen kohtalaisen suuri molekyylipaino ja alhainen vesiliukoisuus rajoittavat niiden biosaatavuutta.

Öljihiilivetyjen eri jakeille lasketut SHP_{eko}-arvot on esitetty taulukossa 11. Taulukon maksimipitoisuudet ovat laskennallisia, kuten luvuissa 6.1 ja 7.2 on selitetty. Alifaattien jakeelle >C₁₂-C₁₆ ja aromaattien jakeelle >C₂₁-C₃₅ on asetettu viitearvot, mutta Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet –oppaassa (Reinikainen, 2007) on todettu, että näiden jakeiden biosaatavuus on niin alhainen, ettei pitoisuus eliöissä voi todellisuudessa nousta viitearvoa vastaavalle tasolle. SHP_{eko}-arvo ylittyy aromaattien jakeen C₁₆-C₂₁ osalta.

Taulukko 11. Öljjihiilivetyfraktioiden laskennalliset maksimipitoisuudet sekä SHP_{eko}-viitearvot.

Alifaattiset	SHP _{eko}	Pitoisuus	Aromaattiset	SHP _{eko}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg
C5-C6	16	<2	C5-C7 (bentseeni)	39	0,02
C6-C8	15	<2	C7-C8 (tolueeni)	44	0,03
C8-C10	14	<2	C8-C10	49	<2
C10-C12	26	20,0	C10-C12	56	<2
C12-C16	280	126,1	C12-C16	68	229,7
C16-C35	-	687,4	C16-C21	88	106,3
			C21-C35	200	180,5

Mineraaliöljyjen on todettu ikääntyneillä, kauan pilaantuneena olleilla alueilla aiheuttavan akuuttia toksisuutta maaperäeliöiden kuolevuustestissä öljypitoisuuksissa 10 000 mg/kg, kun taas

vain alhaista akuuttia toksisuutta on todettu aiheutuvan pitoisuustasoissa < 4000 mg/kg (Saterbak ym., 1999 ja Wong ym., 1999).

PAH-yhdisteiden SHP_{eko}-arvot ja todetut maksimipitoisuudet on esitetty taulukossa 12. Fenantreenin, bentso(a)antraseenin sekä bentso(a)pyreenin maksimipitoisuudet ylittävät niille asetetut SHP_{eko}-arvot. On kuitenkin huomioitava, että näiden yhdisteiden osalta ainoastaan yhdessä näytteessä pitoisuudet ylittävät ekologiset viitearvot. Suurimmassa osassa näytteitä PAH-yhdisteitä ei todettu lainkaan.

Taulukko 12. Kriittisiksi valittujen PAH-yhdisteiden todetut maksimipitoisuudet sekä SHP_{eko}-viitearvot.

PAH-yhdiste	SHP _{eko}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg
Naftaleeni	17	6,5
Fluoranteeni	260	43
Fenantreeni	31	48
Bentso(a)antraseeni	2,5	12
Bentso(a)pyreeni	7	11

Epäorgaanisten aineiden SHP_{eko}-arvot ja todetut maksimipitoisuudet on esitetty taulukossa 13. Kuparin, lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittävät niille asetetut ekologiset viitearvot. Kyseisten aineiden keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet puolestaan alittavat viitearvot. Kuparin osalta ekologisen viitearvon ylityksiä todettiin neljässä näytteessä, lyijyllä yhdessä näytteessä ja sinkillä kolmessa näytteessä. Kaikki pilaantumat sijaitsivat jätetäyttöä sisältävässä kerroksessa, missä biologinen aktiivisuus voi muutenkin olla vähäistä.

Taulukko 13. Kriittisiksi valittujen epäorgaanisten aineiden todetut maksimipitoisuudet sekä SHP_{eko}-viitearvot.

Metalli	SHP _{eko}	Pitoisuus
	mg/kg	mg/kg
Antimoni	26	<5
Kupari	125	1 054
Lyijy	490	611
Sinkki	210	367

Kohteessa todetut öljyhiilivetypitoisuudet alittivat pääosin eri fraktioille ekotoksikologisin perustein määritetyt viitearvot sekä kirjallisuudessa haitallisiksi todetut pitoisuudet; aromaattien jae C₁₆-C₂₁ ylitti SHP_{eko}-viitearvon. Fenantreenin, bentso(a)antraseenin, bentso(a)pyreenin sekä kuparin, lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittivät kyseiset arvot. SHP_{eko}-viitearvoja on verrattu kohteen maksimipitoisuuksiin; suurimmassa osassa näytteitä haitta-ainepitoisuus oli selvästi alhaisempi tai haitta-aineita ei todettu lainkaan, eli kohde ei ole kauttaaltaan pilaantunut. PAH-yhdisteiden ja lyijyn osalta viitearvojen ylitys todettiin ainoastaan yhdessä näytteessä, sinkillä kolmessa ja kuparilla neljässä näytteessä. Haitta-aineita todettiin pääosin jätetäyttökerroksessa, missä biologinen aktiivisuus voi muutenkin olla vähäistä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että haitta-aineiden sijainnin ja esiintymistiheyden perusteella ekologisten vaikutusten ei arvioida olevan merkittäviä. Kohteen maaperäeliöstö on toiminnasta aiheutuneiden päästöjen johdosta altistunut maaperässä todetuille haitta-aineille kymmenien vuosien ajan. Kohteessa tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole ympäristöriskin perusteella luokiteltavia ns. herkkiä kohteita tai erityistä suojelutarvetta omaavia eliöyhteisöjä. Ekologisia vaikutuksia vähentävinä tekijöinä kohteessa ovat mm. ajan kuluessa vähenevä haitta-aineiden biosaatavuus, eliöiden sopeutuminen ja pilaantuneiden alueiden välttely.

Kohteen käytön jatkuessa nykyisellään ei maaperän puhdistustarvetta ekologisin perustein esiinny.

9. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Riskinarviointiin liittyy yleisesti tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa riskinarvioinnin luotettavuuteen ja epävarmuuteen. Alla on esitetty epävarmuustekijöitä ja niiden vaikutus riskinarvioinnin luotettavuuteen sekä epävarmuustekijöiden ottaminen huomioon arvioinnissa sekä päätettäessä kohteessa tarvittavista riskinhallintatoimenpiteistä.

- Haitta-ainepitoisuudet: Merkittävin riskinarviointiin liittyvä epävarmuustekijä on kriittisten haitta-aineiden pitoisuudet maaperässä ja niiden jakautuminen. Tämä epävarmuus on otettu huomioon käyttämällä haitta-aineiden todettuja maksimipitoisuuksia. Haitta-aineiden keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet ovat alhaisempia, joten kulkeutuminen sekä altistuminen on todennäköisesti arvioitua vähäisempää.
- Maaperän ominaisuudet: Alueella on todettu hiekan lisäksi soraa, silttiä, savea, moreenia ja turvetta. Laskennassa kohdealueen maalajina käytettiin hiekkaa. Oletettua maalajia hienojakoisemmassa maa-aineksessa haitta-aineiden kulkeutuminen on vähäisempää ja toisaalta karkeampirakeisessa maa-aineksessa kulkeutumista voi tapahtua enemmän. Laskennassa kohdealueen maalajina käytetyn hiekan arvioidaan kuvaavan maaperän keskimääräisiä ominaisuuksia. Myös orgaanisen hiilen määrä vaikuttaa oleellisesti haitta-aineiden kulkeutumiseen. Maa-aineksesta määritettiin orgaanisen hiilen osuus kolmesta näytteestä, joista laskelmissa on käytetty keskiarvoa. Öljyhiilivedyillä pilaantuneilta alueilta tehdyissä määrityksissä orgaanisen hiilen pitoisuus oli keskiarvoa korkeampi.
- Sisäilmariskin laskennassa mallin oletama talo on tyyppitalo, joka ei välttämättä vastaa kohteeseen tulevaa rakennusta. Epävarmuustekijät on pyritty ottamaan huomioon suorittamalla riskinarviointi worst case -tarkasteluna eli konservatiivisesti. Laskennassa on pyritty mahdollisimman pitkälle käyttämään kohteelle ja rakennukselle ominaisia parametrien arvoja. Laskennassa oletettiin myös koko rakennuksen alaisen maaperän olevan pilaantunutta.

10. YHTEENVETO

Kohteen kriittisiksi haitta-aineiksi todettiin öljyhiilivetyjen keskitisleet ($>C_{10}-C_{21}$) ja raskaat jakeet ($>C_{21}-C_{40}$), PAH-yhdisteistä naftaleeni, fluoranteeni, fenantreeni, bentso(a)antraseeni sekä bentso(a)pyreeni ja epäorgaanisista aineista antimoni, kupari, lyijy ja sinkki.

Kulkeutumisriskin kannalta mahdolliseksi kulkeutumisreitiksi todettiin käsitteellisen mallin avulla:

- Kulkeutuminen orsiveteen

Riskinarvion kannalta kriittisiksi haitta-aineiksi valitut öljyhiilivetyjen keskitisleet ja raskaat jakeet ovat veteen niukkaliukoisia tai hyvin niukkaliukoisia sekä pääosin kulkeutumattomia tai heikosti kulkeutuvia. Kriittisiksi valituista PAH-yhdisteistä naftaleeni luokitellaan veteen liukenevaksi ja fenantreeni sekä fluorantreeni niukkaliukoisiksi, bentso(a)antraseeni ja bentso(a)pyreeni luokitellaan hyvin niukkaliukoisiksi. Naftaleeni luokitellaan hieman kulkeutuvaksi, muut kriittisiksi valitut PAH-yhdisteet luokitellaan kulkeutumattomiksi. Metallit voivat esiintyä maaperässä liukoisuudeltaan hyvin erilaisina yhdisteinä. Yleensä metallien liikkuvuus maaperässä on vähäistä.

SOILIRISK 2.0 -laskennassa tarkasteltiin haitta-ainepitoisuuksia orsivedessä 75 m pilaantumasta (arvioitu etäisyys pilaantumasta avo-ojaan). Öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) summapitoisuus ilman hajoamista oli alle Valtioneuvoston asetuksessa 341/2009 öljyhiilivedyille määritetyn ympäristölaatunormin. Naftaleenin ja bentso(a)pyreenin laskennalliset pitoisuudet ilman hajoamista ylittivät annetut ympäristölaatunormit, mutta PAH-yhdisteiden kohdalla on huomioitava, että laskennassa on käytetty samaa esiintymislaajuutta kuin öljyhiilivedyillä. PAH-yhdisteitä on kuitenkin todettu ohjearvot ylittävinä pitoisuuksina ainoastaan yhdessä näytteessä koko kohteessa. Jos alueen laajuudeksi vaihdetaan 20 m x 20 m, PAH-yhdisteiden laskennalliset pitoisuudet tarkkailupisteessä (75 m pilaantumasta) jäävät alle ympäristölaatunormien.

Epäorgaanisten aineiden kulkeutumista tarkasteltiin liukoisuustestien avulla. Kohteen maaperän todettiin epäorgaanisten haitta-aineiden kokonaispitoisuusmääritysten perusteella sisältävän eniten kuparia, sinkkiä ja lyijyä. Näistä kuparin liuenut osuus maaperässä todettuun kuparipitoisuuteen verrattuna oli alhainen eikä lyijyn ja sinkin todettu liukenevan veteen testiolosuhteissa. Antimonin lienneet määrät ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikalle annetun raja-arvon, mutta ylitykset eivät olleet merkittäviä. Lisäksi antimonია ei todettu maaperänäytteissä. Kohteessa todettujen kriittisten haitta-aineiden veden mukana kulkeutumisriski voitiin arvioida vähäiseksi ja riskiä pitää hyväksyttävänä.

Avo-ojista ja Kutalanjoesta otetuissa vesinäytteissä ei todettu kriittisiksi valittuja haitta-aineita ympäristölaatunormit ylittävinä pitoisuuksina. Haitta-aineiden kulkeutuminen ei näin ollen arvioida olevan merkittävää.

Terveysriskin kannalta mahdolliseksi altistusreitiksi todettiin:

- Pohjamaa – haihtuminen huokosilmaan – alapohjan vuodot sisäilmaan – hengitys/työntekijät ja asukkaat

PAH-yhdisteillä terveysperusteiset viitearvot ylittyvät ainoastaan bentso(a)pyreenin osalta. Kyseisen yhdisteen pääasiallinen altistusreitti on ravintokasvien kautta altistuminen, joka ei ole tässä kohteessa oleellinen altistusreitti. Bentso(a)pyreenin maksimipitoisuus alittaa selvästi teollisuusalueiden terveysperusteisen viitearvon, jonka laskuperusteissa ravintokasvien kautta altistus ei ole oleellinen reitti.

Metalleilla terveysperusteinen viitearvo SHPter ylittyi ainoastaan lyijyn osalta. Lyijyn pääasiallinen altistusreitti on maan nieleminen. Kyseisen viitearvon ja alemman ohjearvon

ylittäviä pitoisuuksia on kohteessa todettu ainoastaan yhdessä näytteessä, syvyydellä 1,5–4 m. Tällöin maan nieleminen ei kohteessa ole merkittävä altistusreitti lyijylle.

Öljyhiilivedyille lasketut SHP_{ter} -arvot ylittyvät alifaattien jakeen $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{12}$ osalta. Laskennallisen tarkastelun mukaan riskiä ei kuitenkaan arvioida olevan, kun huomioidaan kohdekohtaiset parametrit, kuten orgaanisen hiilen osuus maaperässä. Terveysriskiä ei kohteessa arvioida muodostuvan haitta-aineiden todetuilla pitoisuuksilla.

Ekologista riskiä arvioidessa tarkasteltiin seuraavaa reittiä:

- Suora kosketus – nieleminen/maaeläimet

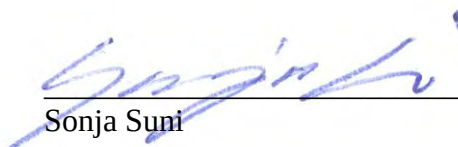
Käsitteellisessä mallissa mahdolliseksi altistusreitiksi todettiin myös haitta-aineiden kulkeutuminen orsiveden mukana pintavesiin, jolloin vesieliöstö olisi mahdollinen altistuja. Kulkeutumisriskiä arvioitaessa haitta-aineiden kulkeutumisriskin ei arvioitu olevan merkittävä, joten myöskään riskiä pintavesien vesieliöstölle ei arvioida muodostuvan.

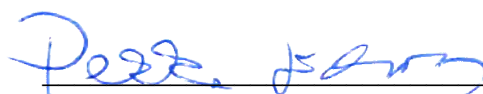
Kohteessa todetut hiilivetypitoisuudet alittivat pääosin eri fraktioille ekotoksikologisin perustein määritetyt viitearvot sekä kirjallisuudessa haitallisiksi todetut pitoisuudet; aromaattien jae $\text{C}_{16}\text{--}\text{C}_{21}$ ylitti SHP_{eko} -viitearvon. Fenantreenin, bentso(a)antraseenin, bentso(a)pyreenin sekä kuparin, lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet ylittivät kyseiset arvot. SHP_{eko} -viitearvoja on verrattu kohteen maksimipitoisuuksiin; suurimmassa osassa näytteitä haitta-ainepitoisuus oli selvästi alhaisempi tai haitta-aineita ei todettu lainkaan, eli kohde ei ole kauttaaltaan pilaantunut. Haitta-aineita todettiin pääosin jätetäytökerroksessa, missä biologinen aktiivisuus voi muutenkin olla vähäistä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että haitta-aineiden sijainnin ja esiintymistiheyden perusteella ekologisten vaikutusten ei arvioida olevan merkittäviä. Kohteen maaperäeliöstö on toiminnasta aiheutuneiden päästöjen johdosta altistunut maaperässä todetuille haitta-aineille kymmenien vuosien ajan. Ekologisia vaikutuksia vähentävinä tekijöinä kohteessa ovat mm. ajan kuluessa vähenevä haitta-aineiden biosaatavuus, eliöiden sopeutuminen ja pilaantuneiden alueiden välttely.

Riskinarvion yhteenvedona voidaan todeta, että kohteessa todetuilla haitta-ainepitoisuuksilla terveys-, ekologista tai kulkeutumisriskiä ei arvioida muodostuvan. Tämä riskinarviointi on tehty nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus huomioon ottaen. Mikäli kohteen käyttötarkoitus muuttuu, on maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve tarkistettava uudelleen.

Helsinki 21.10.2009


Sonja Suni


Pekka Lindroos

QA: PLI

LÄHTEET

- ATSDR 1998: Agency for toxic substances and disease registry. Public Health Assessment, Langley Air Force Base and NASA Langley research Center. 29.12.1998.
- Golder Associates Oy 2008. Hämeenlinna, Keinusaari II. Ympäristöarviointi, 20.3.2008
- Golder Associates Oy 2009. Hämeenlinna, Keinusaari II. Ympäristöarviointi, 21.10.2009
- Nikunen, E. 2002. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit. Kemikaalien ympäristö-vaikutusten arvioiminen, ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokittelu, toiminnanharjoittajien velvoitteet. Kemianteollisuus ry, Chemas Oy.
- Rai, D. ja Zachara, J.M. 1984: Chemical Attenuation Rates, Coefficients, and Constants in Leachate Migration. Volume 1: A Critical Review. EA-3356, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- Reinikainen, J. 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen. Suomen ympäristö 23/2007. Helsinki.
- Saterbak A., Toy RJ, Wong DCL, McMain BJ, Williams MP, Dorn PB, Brzuzy LP, Chai EY, Salanitro JP. 1999. Ecotoxicological and analytical assessment of hydrocarbon-contaminated soils. Environ Sci Technol 18, 1591-1607.
- Valtioneuvoston asetus 2007. Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. Helsinki.
- Wong D.C.L., Chai E.Y., Chu K.K., Dorn P.B. 1999. Prediction of ecotoxicity of hydrocarbon contaminated soils using physicochemical parameters. Environ Toxicol Chem 18, 2611-2621.
- Ympäristöministeriö 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007.
- Öljyalan Palvelukeskus Oy 2007. SOILIRISK 2.0 –laskentaohjelman tietokanta.

Liite 1.

SOILIRISK 2.0 -laskennan lähtötiedot ja tulokset

SOILIRISK 2.0 RISKIPERUSTEISET KUNNOSTUKSEN TAVOITEARVOT
Laskennan lähtötietojen syöttö/muokkaus

Laskennan lähtöarvo	Yksikkö	Asuntoalue		Kaupallinen/ Teollinen
		Lapsi	Aikuinen	Työntekijä
Maan ominaisuudet				
Vajoveden määrä (maahan imeytyvä vesi)	cm/a	sama kuin aikuinen asukas	36	sama kuin aikuinen asukas
Orgaanisen hiilen määrä kyllästymättömässä maakerroksessa	g oc/g maata		0.0137	
Maan kokonaishuokoisuus vedellä kyllästymättömässä kerroksessa	cm ³ /cm ³		0.44	
Maan tilavuuspaino kuivana	g/cm ³		1.48	
Vesipitoisuus vajovesivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.15	
Ilmapitoisuus vajovesivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.29	
Vedenjohtavuus vajovesivöhykkeessä (kyllästyneenä)	cm/s		3.00E-03	
Vedenjohtavuus pohjavesikerroksessa	cm/s		6.00E-03	
Pohjaveden pinnan gradientti			0.02	
Tehollinen huokoisuus pohjavesikerroksessa	cm ³ /cm ³		0.25	
Pohjaveden virtausnopeus	cm/d		41.5	
Sekoittumiskerroksen paksuus pohjavedessä	cm		200	
Vajovesivöhykkeen paksuus	cm		285	
Kapillaarivöhykkeen paksuus	cm		15	
Ilmapitoisuus kapillaarivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.090	
Vesipitoisuus kapillaarivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.35	
Pilaantuneisuutta koskevat, ilmastolliset ja rakennustekniset laskentaparametrit				
Pilaantuneen pintamaan paksuus	cm	sama kuin aikuinen asukas	0	sama kuin aikuinen asukas
Etäisyys maan pinnasta pilaantuneen pohjamaan pintaan	cm		250	
Pilaantuneen pohjamaan paksuus	cm		200	
Etäisyys maan pinnasta pohjaveden pintaan	cm		300	
Etäisyys lähimpään pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteeseen	m		75	
Pilaantuneen alueen pituus pohjaveden virtaussuuntaan	m		70	
Pilaantuneen alueen leveys kohtisuoraan pohjaveden virtausta	m		60	
Ilmaan leviävien maahiukkasten määrä	g/cm ² -s		1.00E-13	1.00E-13
Tuulen keskinopeus ulkoilman sekoittumisvöhykkeessä	m/s		3.0	=aik. as.
Ulkoilman sekoittumiskerroksen paksuus	cm		200	
Rakennuksen lattian pinta-ala	m ²		450	100
Rakennuksen tilavuus	m ³		5000	250
Pilaantuneen maan pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta			1	0.5
Pilaantuneen pohjaveden pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta			1	0.5
Alapohjasta tulevan korvausilman määrä	cm ³ /s		60	60
Sisäilman Ilmanvaihtokerroin	1/s		1.39E-04	1.39E-04
Altistumisen laskentaparametrit				
Keskiarvoistusaika syöpävaarallisille aineille	a	=aik. as.	70	=aik. as.
Keskiarvoistusaika ei-syöpävaarallisille aineille	a	6	24	25
Keskiarvoistusaika haittumiselle	s	=aik. as.	6.31E+07	6.31E+07
Henkilön paino	kg	15	70	70
Altistumisen kesto	a	6	24	25
Altistumisen tiheys	d/a	350	350	250
Altistumisaika sisäilmalle	h/d	21	22.9	9
Altistumisaika ulkoilmalle	h/d	3	1.1	9
Niellyn pohjaveden määrä	l/d	1	2	1
Ihoon tarttuvan maan määrä	mg/cm ²	0.5	0.5	0.5
Hengitetyn sisäilman määrä	m ³ /d	7.7	15	20
Hengitetyn ulkoilman määrä	m ³ /d	10	20	20
Maakosketukselle altistuva ihon pinta-ala	cm ²	2800	1700	1700
Niellyn maan määrä	mg/d	100	50	50
HYVÄKSYTTÄVÄT RISKITASOT				
Hyväksyttävä syöpäriskin lisääntyminen	ei yksikköä	=aikuinen asukas	1.0E-05	1.0E-04
Hyväksyttävä vaaraosamäärä	ei yksikköä		1.0	1.0

Laskelmien lähtökohtana käytetyt pitoisuudet ovat yhteenvetotaulukkoon annettuja pitoisuuksia.

Jos yhteenvetotaulukkoon ei ole annettu pitoisuutta tai annettu pitoisuus on laskettua kyllästymispitoisuutta pienempi, pitoisuuslaskelman lähtökohtana on käytetty kyllästymispitoisuutta. Näin on saatu suurin mahdollinen pitoisuus ko. tilanteessa.

Laskettu pitoisuus

Väliaine	Yksikkö	Laskelman lähtökohta	Kohde	Asenaf-teeni	Asenaf-tyleni	Antra-seeni	Bentso(a)-antraseeni	Bent-seeni	Bentso-(a)-pyreeni	Bentso(b)-fluoran-teeni	Bentso(g,h,i)-perylenei	Bentso(k)-fluoran-teeni	Kryseeni	Dibentso(a,h)-antraseeni
Pitoisuus huokoskaasussa pilaantumassa	µg/m ³	Pohjamaa		1.6E+01		5.2E+00	3.5E-02	1.8E+03	2.0E-03	4.3E-03	1.7E-03	5.8E-04	5.3E-02	1.8E-05
Pitoisuus huokoskaasussa laatan alla	µg/m ³	Pohjamaa	Asuinrakennus	8.36E+00		2.33E+00	2.10E-02	1.27E+03	1.44E-03	2.28E-03	1.17E-03	3.20E-04	2.18E-02	1.39E-05
Pitoisuus huokoskaasussa laatan alla	µg/m ³	Pohjamaa	Liikerakennus	3.10E+00		8.00E-01	8.68E-03	6.09E+02	7.08E-04	8.66E-04	5.66E-04	1.24E-04	7.15E-03	7.74E-06
Pitoisuus huokoskaasussa laatan alla	µg/m ³	Pohjavesi	Asuinrakennus	2.01E+03		5.93E+00	8.41E-02	6.76E+07	2.19E-03	2.13E-03	1.89E-03	8.77E-04	1.98E-02	3.20E-04
Pitoisuus huokoskaasussa laatan alla	µg/m ³	Pohjavesi	Liikerakennus	6.09E+02		1.84E+00	3.29E-02	2.08E+07	1.03E-03	7.75E-04	8.70E-04	3.25E-04	6.23E-03	1.70E-04
Pitoisuus sisäilmassa	µg/m ³	Pohjamaa	Asuinrakennus	7.22E-04		2.02E-04	1.82E-06	1.10E-01	1.24E-07	1.97E-07	1.01E-07	2.76E-08	1.88E-06	1.20E-09
Pitoisuus sisäilmassa	µg/m ³	Pohjamaa	Liikerakennus	2.67E-03		6.90E-04	7.50E-06	5.26E-01	6.11E-07	7.48E-07	4.89E-07	1.07E-07	6.17E-06	6.69E-09
Pitoisuus sisäilmassa	µg/m ³	Pohjavesi	Asuinrakennus	1.74E-01		5.12E-04	7.26E-06	5.84E+03	1.89E-07	1.84E-07	1.63E-07	7.57E-08	1.71E-06	2.76E-08
Pitoisuus sisäilmassa	µg/m ³	Pohjavesi	Liikerakennus	5.25E-01		1.59E-03	2.84E-05	1.80E+04	8.89E-07	6.69E-07	7.51E-07	2.80E-07	5.38E-06	1.47E-07
Pitoisuus ulkoilmassa (hiukkaset+haihtuminen)	µg/m ³	Pintamaa		0.00E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pitoisuus ulkoilmassa (haihtuminen)	µg/m ³	Pohjamaa		2.68E-05		6.62E-06	8.05E-08	6.36E-03	7.60E-09	7.60E-09	5.98E-09	1.10E-09	5.79E-08	9.52E-11
Pitoisuus ulkoilmassa (haihtuminen)	µg/m ³	Pohjavesi		4.75E-03		1.46E-05	2.94E-07	1.64E+02	1.06E-08	6.63E-09	8.79E-09	2.81E-09	4.95E-08	1.98E-09
Pitoisuus huokosvedessä pilaantumassa	mg/l	Pohjamaa		1.08E-02		1.39E-02	2.20E-03	1.72E-02	1.02E-03	1.50E-03	1.54E-04	2.74E-04	1.80E-03	4.21E-05
Pitoisuus pohjavedessä pilaantuman kohdalla, ei hajoamista	mg/l	Pohjamaa		8.27E-04		1.07E-03	1.69E-04	1.33E-03	7.81E-05	1.15E-04	1.18E-05	2.10E-05	1.38E-04	3.24E-06
Pitoisuus pohjavedessä pilaantuman kohdalla, hidas hajoaminen	mg/l	Pohjamaa		8.27E-04		1.07E-03	1.69E-04	1.33E-03	7.81E-05	1.15E-04	1.18E-05	2.10E-05	1.38E-04	3.24E-06
Pitoisuus pohjavedessä pilaantuman kohdalla, nopea hajoaminen	mg/l	Pohjamaa		8.27E-04		1.07E-03	1.69E-04	1.33E-03	7.81E-05	1.15E-04	1.18E-05	2.10E-05	1.38E-04	3.24E-06
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, ei hajoamista	mg/l	Pohjamaa		1.73E-04		2.23E-04	3.54E-05	2.77E-04	1.63E-05	2.41E-05	2.48E-06	4.40E-06	2.89E-05	6.77E-07
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, hidas hajoaminen	mg/l	Pohjamaa		9.67E-05		1.95E-04	3.46E-05	1.66E-04	1.61E-05	2.18E-05	2.25E-06	4.28E-06	2.84E-05	6.34E-07
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, nopea hajoaminen	mg/l	Pohjamaa		4.20E-06		7.15E-05	1.98E-05	3.12E-08	1.03E-05	2.03E-05	2.23E-06	4.10E-06	1.73E-05	5.71E-07
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, ei hajoamista	mg/l	Pohjavesi		8.16E-01		9.08E-03	1.97E-03	3.77E+02	3.39E-04	3.14E-04	5.44E-05	1.67E-04	3.77E-04	2.09E-04
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, hidas hajoaminen	mg/l	Pohjavesi		4.57E-01		7.95E-03	1.93E-03	2.25E+02	3.33E-04	2.84E-04	4.95E-05	1.63E-04	3.70E-04	1.96E-04
Pitoisuus pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteessa, nopea hajoaminen	mg/l	Pohjavesi		1.98E-02		2.91E-03	1.10E-03	4.24E-02	2.13E-04	2.65E-04	4.90E-05	1.56E-04	2.25E-04	1.76E-04

Etyyli- bent-seeni	Fluoran- teeni	Fluoreeni	Indeno- (1,2,3-CD) pyreeni	MTBE	Naftaleeni	Fenantreeni	Pyreeni	Tolueeni	TPH AL_EC >5- 6	TPH AL_EC >6- 8	TPH AL_EC >8-10	TPH AL_EC >10- 12	TPH AL_EC >12- 16	TPH AL_EC >16- 35	TPH AR_EC >8- 10	TPH AR_EC >10-12	TPH AR_EC >12-16	TPH AR_EC >16-21	TPH AR_EC >21-35	Ksyleenit
4.7E+02	2.6E+00	2.9E+01	1.7E-04	4.0E+01	1.3E+03	2.7E+02	1.8E+00	1.3E+03	1.1E+06	3.3E+05	5.2E+04	1.4E+05	4.5E+04	1.2E+04	5.1E+03	9.3E+02	2.3E+04	6.3E+03	4.4E+00	1.1E+03
3.10E+02	1.12E+00	1.39E+01	1.05E-04	2.54E+01	7.96E+02	1.51E+02	7.69E-01	8.89E+02	3.53E+05	2.38E+05	3.70E+04	9.77E+04	3.18E+04	8.76E+03	3.63E+03	6.65E+02	1.64E+04	4.51E+03	3.18E+00	7.22E+02
1.40E+02	3.79E-01	4.94E+00	4.50E-05	1.13E+01	3.31E+02	6.01E+01	2.54E-01	4.24E+02	7.84E+04	7.84E+04	1.85E+04	4.90E+04	1.59E+04	4.39E+03	1.82E+03	3.33E+02	8.21E+03	2.26E+03	1.60E+00	3.22E+02
6.54E+06	7.14E+00	5.61E+02	1.10E-04	1.59E+07	5.29E+04	8.84E+02	3.04E+00	2.12E+07	1.99E+08	4.00E+07	3.74E+06	3.03E+05	1.69E+04	4.66E+03	2.79E+06	2.87E+05	1.25E+05	3.95E+03	2.90E+00	6.09E+06
1.93E+06	2.27E+00	1.73E+02	4.46E-05	5.01E+06	1.59E+04	3.06E+02	9.59E-01	6.49E+06	6.27E+07	1.26E+07	1.18E+06	9.55E+04	5.34E+03	1.47E+03	8.84E+05	9.18E+04	4.07E+04	1.38E+03	1.31E+00	1.79E+06
2.68E-02	9.69E-05	1.20E-03	9.09E-09	2.20E-03	6.88E-02	1.31E-02	6.64E-05	7.67E-02	3.05E+01	2.05E+01	3.19E+00	8.44E+00	2.75E+00	7.56E-01	3.14E-01	5.74E-02	1.42E+00	3.89E-01	2.74E-04	6.23E-02
1.21E-01	3.27E-04	4.26E-03	3.88E-08	9.73E-03	2.85E-01	5.19E-02	2.19E-04	3.66E-01	6.77E+01	6.77E+01	1.60E+01	4.23E+01	1.38E+01	3.79E+00	1.57E+00	2.88E-01	7.09E+00	1.95E+00	1.38E-03	2.78E-01
5.64E+02	6.16E-04	4.84E-02	9.46E-09	1.37E+03	4.57E+00	7.63E-02	2.63E-04	1.83E+03	1.71E+04	3.46E+03	3.23E+02	2.61E+01	1.46E+00	4.02E-01	2.41E+02	2.48E+01	1.08E+01	3.41E-01	2.50E-04	5.26E+02
1.67E+03	1.96E-03	1.50E-01	3.85E-08	4.32E+03	1.37E+01	2.64E-01	8.28E-04	5.60E+03	5.41E+04	1.09E+04	1.02E+03	8.24E+01	4.61E+00	1.27E+00	7.63E+02	7.93E+01	3.52E+01	1.19E+00	1.13E-03	1.54E+03
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.39E-03	3.12E-06	4.16E-05	4.27E-10	1.10E-04	3.08E-03	5.43E-04	2.07E-06	4.40E-03	5.49E-01	5.49E-01	2.02E-01	5.34E-01	1.74E-01	4.79E-02	1.99E-02	3.63E-03	8.96E-02	2.46E-02	1.76E-05	3.16E-03
1.50E+01	1.81E-05	1.36E-03	4.10E-10	3.98E+01	1.24E-01	2.55E-03	7.62E-06	5.09E+01	4.98E+02	1.01E+02	9.40E+00	7.60E-01	4.24E-02	1.17E-02	7.05E+00	7.34E-01	3.29E-01	1.15E-02	1.31E-05	1.38E+01
3.89E-03	2.85E-02	3.71E-02	1.73E-04	3.92E-02	2.62E-01	1.67E-01	3.17E-02	1.13E-02	5.76E-02	1.55E-02	2.20E-03	5.81E-03	7.60E-04	2.50E-06	4.52E-02	3.16E-02	4.32E-01	4.85E-01	6.60E-03	1.13E-02
2.99E-04	2.19E-03	2.85E-03	1.33E-05	3.01E-03	2.02E-02	1.28E-02	2.44E-03	8.71E-04	4.42E-03	1.19E-03	1.69E-04	4.46E-04	5.84E-05	1.92E-07	3.47E-03	2.43E-03	3.32E-02	3.72E-02	5.07E-04	8.70E-04
2.99E-04	2.19E-03	2.85E-03	1.33E-05	3.01E-03	2.02E-02	1.28E-02	2.44E-03	8.71E-04	4.42E-03	1.19E-03	1.69E-04	4.46E-04	5.84E-05	1.92E-07	3.47E-03	2.43E-03	3.32E-02	3.72E-02	5.07E-04	8.70E-04
2.99E-04	2.19E-03	2.85E-03	1.33E-05	3.01E-03	2.02E-02	1.28E-02	2.44E-03	8.71E-04	4.42E-03	1.19E-03	1.69E-04	4.46E-04	5.84E-05	1.92E-07	3.47E-03	2.43E-03	3.32E-02	3.72E-02	5.07E-04	8.70E-04
6.26E-05	4.59E-04	5.97E-04	2.78E-06	6.30E-04	4.22E-03	2.68E-03	5.10E-04	1.82E-04	9.26E-04	2.49E-04	3.54E-05	9.34E-05	1.22E-05	4.02E-08	7.27E-04	5.08E-04	6.95E-03	7.80E-03	1.06E-04	1.82E-04
3.45E-05	4.45E-04	5.43E-04	2.56E-06	6.30E-04	8.84E-04	1.89E-03	4.99E-04	5.85E-05	7.75E-04	2.08E-04	3.24E-05	8.54E-05	1.12E-05	3.68E-08	6.13E-04	4.29E-04	6.73E-03	7.55E-03	9.70E-05	1.31E-04
5.46E-09	2.05E-04	1.91E-06	2.51E-06	1.01E-04	1.94E-11	1.27E-04	2.81E-04	7.80E-11	6.53E-04	1.75E-04	2.96E-05	7.82E-05	1.02E-05	3.37E-08	4.85E-07	3.39E-07	5.16E-03	5.78E-03	8.89E-05	4.19E-07
3.54E+01	4.31E-02	4.14E-01	3.98E-05	8.79E+03	6.49E+00	2.51E-01	2.93E-02	1.11E+02	7.53E+00	1.13E+00	9.00E-02	7.12E-03	1.59E-04	5.23E-07	1.36E+01	5.23E+00	1.21E+00	1.36E-01	1.38E-03	4.14E+01
1.95E+01	4.18E-02	3.77E-01	3.65E-05	8.79E+03	1.36E+00	1.77E-01	2.87E-02	3.56E+01	6.31E+00	9.46E-01	8.23E-02	6.51E-03	1.45E-04	4.78E-07	1.15E+01	4.41E+00	1.18E+00	1.32E-01	1.26E-03	2.97E+01
3.08E-03	1.93E-02	1.33E-03	3.58E-05	1.40E+03	2.98E-08	1.19E-02	1.61E-02	4.75E-05	5.31E+00	7.97E-01	7.53E-02	5.96E-03	1.33E-04	4.38E-07	9.08E-03	3.49E-03	9.01E-01	1.01E-01	1.16E-03	9.53E-02

SOILIRISK 2.0 RISKIPERUSTEISET KUNNOSTUKSEN TAVOITEARVOT

Laskennan lähtötietojen syöttö/muokkaus

Laskennan lähtöarvo	Yksikkö	Asuntoalue		Kaupallinen/ Teollinen
		Lapsi	Aikuinen	Työntekijä
Maan ominaisuudet				
Vajoveden määrä (maahan imeytyvä vesi)	cm/a	sama kuin aikuinen asukas	36	sama kuin aikuinen asukas
Orgaanisen hiilen määrä kyllästymättömässä maakerroksessa	g oc/g maata		0.0137	
Maan kokonaishuokoisuus vedellä kyllästymättömässä kerroksessa	cm ³ /cm ³		0.44	
Maan tilavuuspaino kuivana	g/cm ³		1.48	
Vesipitoisuus vajovesivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.15	
Ilmapitoisuus vajovesivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.29	
Vedenjohtavuus vajovesivöhykkeessä (kyllästyneenä)	cm/s		3.00E-03	
Vedenjohtavuus pohjavesikerroksessa	cm/s		6.00E-03	
Pohjaveden pinnan gradientti			0.02	
Tehollinen huokoisuus pohjavesikerroksessa	cm ³ /cm ³		0.25	
Pohjaveden virtausnopeus	cm/d		41.5	
Sekoittumiskerroksen paksuus pohjavedessä	cm		200	
Vajovesivöhykkeen paksuus	cm		185	
Kapillaarivöhykkeen paksuus	cm		15	
Ilmapitoisuus kapillaarivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.090	
Vesipitoisuus kapillaarivöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0.35	
Pilaantuneisuutta koskevat, ilmastolliset ja rakennustekniset laskentaparametrit				
Pilaantuneen pintamaan paksuus	cm	sama kuin aikuinen asukas	0	sama kuin aikuinen asukas
Etäisyys maan pinnasta pilaantuneen pohjamaan pintaan	cm		50	
Pilaantuneen pohjamaan paksuus	cm		200	
Etäisyys maan pinnasta pohjaveden pintaan	cm		200	
Etäisyys lähimpään pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteeseen	m		75	
Pilaantuneen alueen pituus pohjaveden virtaussuuntaan	m		80	
Pilaantuneen alueen leveys kohtisuoraan pohjaveden virtausta	m		80	
Ilmaan leviävien maahiukkasten määrä	g/cm ² -s		1.00E-13	1.00E-13
Tuulen keskinopeus ulkoilman sekoittumisvöhykkeessä	m/s		3.0	=aik. as.
Ulkoilman sekoittumiskerroksen paksuus	cm		200	
Rakennuksen lattian pinta-ala	m ²		100	100
Rakennuksen tilavuus	m ³		250	250
Pilaantuneen maan pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta			1	0.5
Pilaantuneen pohjaveden pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta			1	0.5
Alapohjasta tulevan korvausilman määrä	cm ³ /s		140	140
Sisäilman Ilmanvaihtokerroin	1/s		1.39E-04	1.39E-04
Altistumisen laskentaparametrit				
Keskiarvoistusaika syöpävaarallisille aineille	a	=aik. as.	70	=aik. as.
Keskiarvoistusaika ei-syöpävaarallisille aineille	a	6	24	25
Keskiarvoistusaika haittumiselle	s	=aik. as.	6.31E+07	6.31E+07
Henkilön paino	kg	15	70	70
Altistumisen kesto	a	6	24	25
Altistumisen tiheys	d/a	350	350	250
Altistumisaika sisäilmalle	h/d	21	22.9	9
Altistumisaika ulkoilmalle	h/d	3	1.1	9
Niellyn pohjaveden määrä	l/d	1	2	1
Ihoon tarttuvan maan määrä	mg/cm ²	0.5	0.5	0.5
Hengitetyn sisäilman määrä	m ³ /d	7.7	15	20
Hengitetyn ulkoilman määrä	m ³ /d	10	20	20
Maakosketukselle altistuva ihon pinta-ala	cm ²	2800	1700	1700
Niellyn maan määrä	mg/d	100	50	50
HYVÄKSYTTÄVÄT RISKITASOT				
Hyväksyttävä syöpäriskin lisääntyminen	ei yksikköä	=aikuinen asukas	1.0E-05	1.0E-04
Hyväksyttävä vaaraosamäärä	ei yksikköä		1.0	1.0

Laskentataulukkoa käytetään SOILI-OHJELMAN kohdekohtaisen riskinarvioinnin 2-vaiheessa. Aloita määrittelemällä laskentaparametrit asianomaiseen taulukkoon.

Maankäyttö	Asuinalue	Työpaikka-alue
	1	1

Mahdolliset kulkeutumis- ja altistumisreitit						
Pintamaa	Sisäilma		Pohjamaa/ pohja- veden käyttö, ei haj	Pohjamaa/ pohja- veden käyttö, ei hidas haj	Pohjavesi/ veden käyttö, ei haj.	Pohjavesi/ veden käyttö, hidas haj.
	Pohjamaa	Pohjavesi				

Mahdolliset kulkeutumis- ja altistumisreitit						
Pintamaa	Sisäilma		Pohjamaa/ pohja- veden käyttö, ei haj.	Pohjamaa/ pohja- veden käyttö, hi- das haj.	Pohjavesi/ veden käyttö, ei haj.	Pohjavesi/ veden käyttö, hi- das haj.
	Pohjamaa	Pohjavesi				
0	1	0	0	0	0	0
Todettu pitoisuus % lasketusta haitattomasta pitoisuudesta						
	1					
	1					
0	2	0	0	0	0	0
	18					
	48					
	16					
0	82	0	0	0	0	0
	9					
	2					
	39					
0	50	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
	6					
	1					

**Kyllästymis-
pitoisuudet**

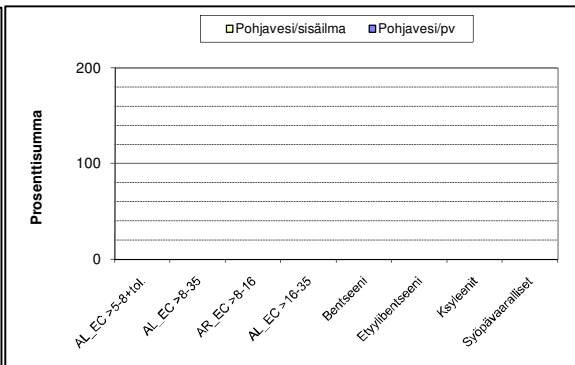
Maa mg/kg	Pohjavesi mg/l
6.25E+02	3.60E+01
3.49E+02	5.40E+00
1.95E+02	4.30E-01
1.17E+02	3.40E-02
5.21E+01	7.60E-04
2.16E+01	2.50E-06
1.44E+03	6.50E+01
7.91E+02	2.50E+01
3.98E+02	5.80E+00
1.43E+02	6.50E-01
1.18E+01	6.60E-03
2.09E+03	1.80E+03
1.40E+03	5.30E+02
8.68E+02	1.69E+02
1.22E+03	1.98E+02

[illegible]

Maa mg/kg	Pohjavesi mg/l
---------------------	--------------------------

1.07E+04	4.20E+04
1.19E+01	4.34E-02
3.26E+02	3.90E+03
9.62E+00	2.60E-04
3.45E+02	1.20E+00
3.10E+02	2.06E-01
2.99E+02	1.98E+00
7.68E+02	3.10E+01
1.32E+02	1.40E-01
5.13E+01	9.40E-03
1.64E+01	1.50E-03
1.32E+01	8.00E-04
1.75E+01	1.62E-03
7.03E+00	1.90E-04
3.56E+01	1.00E-03
9.81E+00	1.80E-03
2.09E+03	1.80E+03

Laskelma pohjavedelle annettujen pitoisuuksien perusteella



SOILI -OHJELMA

LIITE 6

HULE- JA
ORSIVESISELVITYS

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI VR -YHTYMÄ OY

HULE- JA ORSIVESISELVITYS

Keinusaari II, jatkotutkimukset
Hämeenlinna

09 502 12 0254
28.1.2010

Golder Associates Oy

□ HELSINKI
Ruosilankuja 3 E
00390 Helsinki
Puh. 09 5617 210
Fax 09 5617 2120

□ TAMPERE
Kolmionkatu 5
33900 Tampere
Puh. 03 2346 200
Fax 03 2346 210

□ TURKU
Ratapihankatu 53 C
20100 Turku
Puh. 02 2840 300
Fax 02 2840 301

KOTIPAikka: Helsinki
Y-tunnus: 0982590-6
etunimi_sukunimi@golder.fi
www.golder.fi
www.golder.com

SISÄLLYSLUETTELO

1.	TAUSTAA	3
2.	VESIOLOSUHTEET KOHTEEN ALUEELLA	3
2.1	Yleistä	3
2.2.	Sadanta, haihdunta ja valunta.....	4
2.2.1	Sadanta	4
2.2.2	Haihdunta.....	4
2.2.3	Valunta	4
2.3.	Virtaamamittaukset	5
2.4.	Orsiveden muodostuminen tutkimusalueella	5
2.4.1.	Nykytilanne	5
2.4.2.	Suunniteltu kaavoitustilanne	5
2.5	Orsi- ja ojaveden painetasot	6
3.	ORSI- JA HULEVEDEN LAATU.....	6
3.1	Orsi- ja ojaveden havaintopisteet, näytteenotto ja analyysit	6
3.3	Vesinäytteiden analyysitulokset	7
3.3.1	Orsivesi	7
3.3.2	Ojavesi	8
3.3.3	Vesinäytteet 2007	8
4.	JOHTOPÄÄTÖKSET	9
4.1	Muodostuvan orsiveden määrä	9
4.2	Haitta-ainepitoisuudet	9
4.3	Haitta-aineiden kulkeutuminen orsiveden mukana	10
4.4	Huleveden määrä.....	11
5.	JATKOTOIMENPITEET	13
LIITTEET	14	

1. TAUSTAA

Tämän selvityksen tarkoituksena on kerätä perustietoja Keinusaari II alueella syntyvien hulevesien määrästä, sekä alueen orsiveden painetasosta ja haitta-ainepitoisuuksista. Selvityksen tietoja käytetään lähtötietoina arvioitaessa eri hulevesien käsittelyvaihtoehtojen soveltuvuutta alueella. Selvityksen tiedot toimivat myös lähtötietoina tarkemmalle hulevesien käsittelyn suunnittelulle.

Hulevesillä tarkoitetaan kaupunkialueilla sadannan tai sulannan yhteydessä syntyvää pintavaluntaa eli vettä, joka virtaa kohti vesistöä maan pinnalla. Hämeenlinnan kaupungilla on hulevesistrategia, joka määrittelee hulevesien hallinnan tavoitteet ja periaatteet. Strategian tavoitteena on parantaa hulevesien hallintaa edistämällä tarkoituksenmukaisten ja ympäristöön sopivien ratkaisujen käyttöönottoa, tehostamalla hulevesiin liittyviä toimintoja ja poistamalla hulevesistä aiheutuvia haittoja. Lisäksi tavoitteena on lisätä huleveden hyötykäyttöä esim. puistojen ja viheralueiden rakentamisessa sekä pyrkiä vähentämään hulevesien määrää ja niiden vesistöihin aiheuttamaa kuormitusta, ehkäisemään pohjavesien pinnan laskua ja kaupunkitulvia.

Suositusjärjestyksen mukaisesti ensisijaisesti hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan. Toissijaisesti hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä, tai jollei tämä ole mahdollista, ne johdetaan hulevesiputkistossa edelleen laskeutusaltaisiin ja kosteikkoihin ennen vesistöön johtamista. Viimeisenä vaihtoehtona käytetään hulevesien johtamista hulevesiputkistossa suoraan vastaanottavaan vesistöön. Hulevesien hallintaa suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota esim. hulevesien laatuun.

Keinusaari II on hulevesien hallinnan kannalta haasteellinen kohde, jossa rajoituksia asettavat alava sijainti, rakennetut ojat ja haitta-aineita sisältävä maaperä sekä se, että orsiveden pinta on melko lähellä maanpintaa. Tutkimuksen tavoitteena on tarjota edellytykset Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategian mukaiselle hulevesien käsittelyn suunnittelulle.

Hämeenlinnassa sijaitsevaa Keinusaari II aluetta rajaa pohjoisessa Monni, Korentokatu ja Viipurintien silta, idässä ja koillisessa rata-alue, lännessä Hilpi Kummilan tie ja Vanajantie sekä etelässä Kutalanjoki. Tutkimusalueen pinta-ala on yhteensä n. 8 ha. Hule- ja orsivesiselvitys liittyy alueella 13.-15.7. sekä 31.8.-1.9.09 toteutettuun ympäristötekniseen jatkotutkimukseen. Golder Associates Oy on tehnyt tutkimusalueella orsivesiselvityksiä myös vuonna 2007 toteutetun maaperätutkimuksen yhteydessä (Ympäristöarviointi, Keinusaari II, Hämeenlinna. Golder Associates Oy, 20.3.2008). Molempien tutkimusten tulokset on esitetty tässä raportissa.

2. VESIOLOSUHTEET KOHTEEN ALUEELLA

2.1 Yleistä

Keinusaari II -alue ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella, eikä sen läheisyydessä ole vedenottamoita. Lähin pohjavesialue sijaitsee kohteesta n. 2,5 km länteen (Ahvenisto 04 109 02, I -luokan pohjavesialue).

Orsiveden pinta on alueella melko lähellä maan pintaa. Tutkimuspisteisiin asennetuista väliaikaisista pohjavesiputkista (8 kpl) mitattuna on orsiveden pinta tasolla +79,4...+79,7 m, eli noin 0,5-2,5 m maanpinnasta.

Tutkimusalue on pääosin päällystämätöntä, rakentamatonta sorakenttää sekä joutomaata. Päällystämättömillä alueilla osa pintavedestä (sade- ja sulamisvedet) imeytyy maaperään ja osa kulkeutuu pintavaluntana läheisiin avo-ojiin. Vanhan Pikkujärven alueella on isot, luode-kaakko -suuntaiset avo-ojat, jotka keräävät vedet tutkimusalueen eteläpuolella virtaavaan Kutalanjokeen. Joki purkaa vetensä n. 400 m etäisyydellä sijaitsevaan Vanajaveteen.

Vanhan teurastamon ja Vattenfall kaukolämpö Oy:n alue on osin päällystetty ja viemäröity. Ainakin osa alueen pintavesiviemäreistä purkaa tutkimusalueella oleviin avo-ojiin. Päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään.

2.2. Sadanta, haihdunta ja valunta

Hydrologisen kierron perussuureita ovat sadanta, haihdunta ja valunta.

2.2.1 Sadanta

Sadannalla tarkoitetaan aikayksikössä maan pinnalle satanutta vesimäärää (mm). Vuosisadanta Hämeenlinnan Katisten mittausasemalla vuonna 2008 (1.1.-31.12.2008) oli 680,6 mm (tieto: Ilmatieteen laitos, 6.10.2009). Sadannan kannalta huippukuukausia olivat: elokuu (107,9 mm) ja lokakuu (106,8 mm). Em. perusteella 15,85 % vuosisadannasta kertyi elokuussa ja 15,69 % lokakuussa. Elokuussa mitattiin myös vuoden suurin vuorokausisadanta (8.8.2008). Yhden vuorokauden aikana satoi 25,5 mm. Em. perusteella 3,75 % vuosisadannasta kertyi 8.8.2008.

2.2.2 Haihdunta

Haihdunta on valtakunnallisesti noin 300-400 mm/v. Kirjallisuustietojen perusteella vuosisadannasta haihtuu kaupunkiympäristössä keskimäärin 40 %. Haihdunta on suurinta kesäisin.

2.2.3 Valunta

Valunnalla tarkoitetaan sitä osaa sadannasta, joka virtaa kohti vesistöä maan pinnalla, maa- tai kallioperässä. Valunta syntyy valuma-alueelle sataneesta vedestä, jään tai lumen sulamisvesistä ja pohjavesivarastojen luovuttamasta vedestä. Valunnan yksityiskohtainen selvittäminen on vaikeaa ja sen suuruus riippuu ilmastotekijöistä, alueellisista tekijöistä (mm. topografia ja kasvillisuus) ja ihmisen toiminnoista (mm. kuivatus, kastelu, kasvillisuuden karsiminen ja rakentaminen). Keskimääräinen vuosi-valunta on Hämeenlinnan alueella n. 250 mm eli n. 37 % vuosisadannasta. Suurimmat valunnat ovat keväällä ja syksyllä. Kesällä valunta on vähäistä, johtuen haihdunnan suuresta määrästä.

Valunnan kannalta yksi tärkeistä tekijöistä on sadeveden imeytyminen. Imeyntään vaikuttaa mm. maalaji, maaperän kosteus, sadetapahtuman intensiteetti ja kesto, maanpinnan kaltevuus sekä kasvuston olemassaolo. Edellä mainittujen imeyntään

vaikuttavien tekijöiden perusteella voidaan olettaa, että läpäisemättömän pinnan lisääntyminen vähentää veden imeyntää. Läpäisemättömät alueet koostuvat kaupungeissa rakennusten katoista, päällystetyistä piha-alueista, kaduista, parkki-paikoista ja ajoväylistä. Läpäisemättömän pinnan vaikutus valuntaan riippuu paljon siitä, onko läpäisemätön pinta suoraan yhteydessä viemäriverkkoon.

2.3. Virtaamamittaukset

Sekä luode-kaakko-suuntaisen avo-ojan että Kutalanjoen virtausnopeudet uoman poikkileikkauksessa oli tarkoitus määrittää siivikkomittauksen avulla. Virtaukset avo-ojassa ja Kutalanjoessa olivat kuitenkin erittäin vähäisiä, niin orsivesiputkien asennuspäivinä 31.8.-1.9.2009 kuin vesinäytteenottopäivänä 9.9.2009. Näin ollen ei mittauksia ollut mahdollista toteuttaa suunnitellulla järjestelyllä.

2.4. Orsiveden muodostuminen tutkimusalueella

2.4.1. Nykytilanne

Keinusaari II alueen pinta-ala on kokonaisuudessaan noin 8 ha. Alue on pääosin päällystämätöntä, rakentamatonta sorakenttää ja joutomaata, sekä osin päällystettyä ja viemäröityä, entistä varasto-, energiantuotanto- ja ratapiha-aluetta. Rakentamattomien alueiden osuus kokonaispinta-alasta arvioidaan olevan n. 75 % ja vettä läpäisemättömien, päällystettyjen n. 25 %. Päällystämättömillä alueilla valtaosa sadannasta päätyy arvioiden mukaan maaperään orsivedeksi tai pintavaluntana avo-ojiin. Pinta-alat ja määrät ovat arvioita ja perustuvat lähinnä karttatarkasteluihin.

Sadantatietojen perusteella laskettuna kokonaissadanta Keinusaari II alueella oli vuonna 2008 yhteensä 54 448 m³. Tästä määrästä haihdunnan (40 %) jälkeen 75 % päätyy päällystämättömille alueille ja näiltä alueilta maaperään orsivedeksi imeytyvän veden määrä on noin 24 500 m³. Vuoden 2008 suurimman vuorokausisadannan perusteella laskettuna yhden päivän aikana päällystämättömiltä alueilta orsivedeksi imeytyy noin 1 000 m³ (haihdunta ainoastaan 30 %). Määrät ovat teoreettisia eikä niissä ole huomioitu päällystämättömiltä alueilta tapahtuvaa pintavaluntaa tai päällystetyiltä alueilta tapahtuvaa imeytymistä.

2.4.2. Suunniteltu kaavoitustilanne

Keinusaari II suunnitellaan asuin-, liike- ja työpaikka-aluetta. Pääasiassa asuinkerrostaloja käsittävän asuinalueen lisäksi radan ja Vananjantien varteen varataan alueita liike- ja toimitilarakentamiseen. Maankäyttöluonnoksen (14.9.2009) perusteella arvioiduna Keinusaari II alueen pinta-alasta noin 75 % tullaan päällystämään vettä läpäisemättömillä pinnoilla (mm. rakennukset, asfaltoidut piha- ja paikoitusalueet sekä kulkuväylät ja katualueet) ja varustamaan hulevesiputkistoilla. Katoilta tulevat hulevedet tullaan todennäköisesti johtamaan pääosin hulevesiputkistoon. Päällystämätöntä aluetta (mm. puisto- ja viheralueet) arvioidaan tulevassa rakennetussa tilanteessa olevan noin 25 %. Määrät ovat arvioita ja perustuvat lähinnä karttatarkasteluun.

Sadanta- ja pinta-alatietojen perusteella laskettuna päällystämättömiltä alueilta (25 %) maaperään orsivedeksi imeytyvän veden määrä, maankäyttöluonnoksen esittämässä

tilanteessa, on noin 8 167 m³. Yhden vuorokauden aikana päällystämättömillä alueilla muodostuisi maksimisadannan aikana orsivettä n. 350 m³. Määrät ovat noin 30 % siitä orsivesimäärästä, joka edellä esitettyjen laskennallisten arvioiden mukaan alueella muodostuu tämän hetkiselällä maankäytöllä.

Em. perusteella tarkastelualueella syntyvän orsiveden määrä tulee rakennetussa tilanteessa vähenemään merkittävästi samalla, kun alueella syntyvän huleveden määrä lisääntyy. Muutos on normaali ja liittyy ympäristön rakentamiseen. Esitetyt vesimäärät ovat alustavia arvioita, mutta antavat suuntaa siihen minkälaisiin hulevesimääriin alueen suunnittelussa tulee varautua.

2.5 Orsi- ja ojaveden painetasot

Ennen vesinäytteenottoa mitattiin veden painetasot asennetuista orsivesiputkista. Veden painetaso vaihteli putkissa L1/KK35-L8/S18 välillä +79,44...79,74 m.

Purkuojan veden painetaso oli 8.10.2009 tehdyn mittauksen perusteella tasolla +79,25 m. Myös Kutalanjoen ja Vanajaveden pinnat olivat samalla tasolla.

Orsiveden virtaussuunta on veden painetasojen perusteella alueen itäosassa lounaaseen sekä etelään ja alueen länsiosassa koilliseen sekä itään. Virtaussuunnat ovat näin ollen pääosin kohti avo-ojia ja Kutalanjokea. Pintahavaintojen perusteella laadittujen sama-arvokäyrien mukaan voidaan siis arvioida, että suuri osa alueella muodostuvasta orsivedestä kulkeutuu maaperässä avo-ojiin ja edelleen kohti Vanajavettä. Tehtyihin mittauksiin perustuva arvio orsiveden virtaussuunnasta on esitetty liitteen 1 kartassa.

3. ORSI- JA HULEVEDEN LAATU

3.1 Orsi- ja ojaveden havaintopisteet, näytteenotto ja analyysit

Keinusaari II alueen hule- ja orsivesien laatua selvitettiin ympäristöteknisen tutkimuksen yhteydessä otettujen orsi- ja ojavesinäytteiden avulla.

Alueella 13.-15.7. ja 31.8.-1.9.2009 toteutetun maaperänäytteenoton yhteydessä asennettiin tutkimusalueelle 8 kpl väliaikaisia orsivesiputkia seuraavasti:

- 5 kpl (L1/KK35-L5/KK44) sijoitettiin koekuoppiin entisen Pikkujärven alueelle tai sen rantaviivan tuntumaan
- 2 kpl (L7/S17-L8/S18) kairareikiin Vattenfall Kaukolämpö Oy:n alueelle
- 1 kpl (L6/S13) vanhan teurastamorakennuksen alueelle.

Havaintoputkien sijoituspaikat valittiin alueen taustatietojen ja maaperätutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella.

Vesinäytteet (8 kpl) otettiin 9.9.2009 seuraavista havaintopisteistä:

- Orsivesinäytteet L1, L4, L5, L7 ja L8 otettiin asennetuista havaintoputkista

- Ojanäytteet L9 ja L10 alueen läpi kulkevista luode-kaakko-suuntaisista avo-ojista. Näyte L9 otettiin Keinusaari II alueen hulevesiä syöttävän purkuputken suulta.
- Ojanäyte L11 Kutalanjoesta.

Kolmesta havaintoputkesta ei saatu vesinäytteitä. Putkiin L2/KK40 sekä L6/S13 ei suotautunut tarpeeksi vettä laboratorioanalyysia varten ja putki L3/KK41 oli vaurioitunut todennäköisesti koekuopan täyttämisen yhteydessä. Yhteensä vesinäytteitä otettiin 8 kpl. Näytteenottopisteet on esitetty liitteen 1 kartassa.

Näytteenoton yhteydessä havaintoputkista mitattiin veden pinnankorkeus ja poistettiin vettä n. 3-10 kertaa putken vesitilavuus. Vesinäytteet otettiin bailer-noutimella 40 ml headspace- (liuotinaineet) ja 1 l konepestyihin lasipulloihin (öljyhiilivedyt ja PAH - yhdisteet) sekä 0,5 l muovipulloon (metallit).

Otetuista vesinäytteistä tehtiin seuraavat laboratorioanalyysit:

- Öljyhiilivetyjakeet C₁₀-C₂₁ ja C₂₂-C₄₀, GC-menetelmällä
- Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, GC-menetelmällä
- Polyaromaattiset yhdisteet (PAH), GC-menetelmällä
- Metallit (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V ja Zn), ICP-AES ja CVAAS-menetelmillä

Haitta-aineanalyysit tehtiin SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa Kotkassa.

Alueen orsivettä on tutkittu myös vuonna 2007 toteutetun maaperätutkimuksen yhteydessä (Ympäristöarviointi, Keinusaari II, Hämeenlinna. Golder Associates Oy, 20.3.2008). Tällöin otettiin haitta-ainemäärittäystä varten 4 kpl vesinäytteitä (L1/KK8-L4/KK28) alueelle tehtyihin koekuoppiin suotautuneesta vedestä. Pohjaveden pinta oli koekuopissa noin 1,5-3 m maanpinnasta. Vuoden 2007 vesinäytteiden tulokset on esitetty tämän tutkimuksen tulosten yhteydessä.

3.3 Vesinäytteiden analyysitulokset

3.3.1 Orsivesi

- Mineraaliöljypitoisuus: Orsivesinäytteessä L7/S17 todettiin 0,07 mg/l diesel-/kevyt polttoöljyä vastaavia hiilivetyjakeita C₁₀-C₂₁. Voiteluöljyä vastaavia jakeita C₂₂-C₄₀ ei näytteessä todettu laboratorion määrittämissä ylittävissä pitoisuuksissa. Muissa orsivesinäytteissä ei todettu analyysimenetelmän määrittämissä (0,03 mg/kg) ylittävissä pitoisuuksissa öljyhiilivetyjakeita C₁₀-C₂₁ eikä C₂₂-C₄₀.
- Liuotinaineet: Haihtuvista yhdisteistä todettiin bentseeniä (1 näytepisteessä, 0,4 µg/l; L8/S18), tolueenia (1 näytepisteessä, 0,9 µg/l; L5/KK44), etyylibentseeniä (1 näytepisteessä, 0,8 µg/l; L7/S17) ja ksyleenejä (1 näytepisteessä, 2,8 µg/l; L7/S17). Muiden haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet jäivät alle laboratorio-menetelmän määrittämissä.

- PAH-yhdisteet: Korkein orsivesinäytteissä mitattu PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus, 2,1 µg/l, todettiin näytteessä L7/S17. Lisäksi näytteissä L1/KK35 ja L4/KK43 kokonaispitoisuus ylitti laboratoriomenetelmän määritysrajan. Yksittäisistä yhdisteistä todettiin naftaleenia (maksimi 1,7 µg/l; L7/S17), asenafteenia (maksimi 0,79 µg/l; L1/KK35), fluoreenia (maksimi 0,35 µg/l; L1/KK35), fenantreenia (maksimi 0,49 µg/l; L4/KK43), antraseeni (0,2 µg/l; L4/KK43) ja fluoranteenia (0,17 µg/l; L4/KK43).
- Raskasmetallit: Kaikissa otetussa orsivesinäytteissä mitattiin laboratorion määritysrajat ylittävä pitoisuus bariumia (maksimi 115 µg/l; L5/KK44). Kolmessa näytteessä todettiin kohonnut arseenipitoisuus (maksimi 38 µg/l; L4/KK43) sekä yhdessä koboltti- (22 µg/l; L5/KK44) ja yhdessä nikkelipitoisuus 12 µg/l; L5/KK44).

3.3.2 Ojavesi

- Mineraaliöljypitoisuus: Keinusaari II alueelta otetuissa ojavesinäytteissä L9-L11 ei todettu laboratoriomenetelmän määritysrajoja ylittäviä pitoisuuksia öljyhiilivetyjä C₁₀-C₄₀.
- Liutotinaineet: Haihtuvista yhdisteistä todettiin bentseeniä 1 näytepisteessä (0,2 µg/l; L10). Muiden haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet jäivät alle laboratoriomenetelmän määritysrajan.
- PAH-yhdisteet: Ojavesinäytteessä L10 mitattiin 1,5 µg/l PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus. Yksittäisistä yhdisteistä todettiin naftaleenia (0,24 µg/l), asenafteenia (0,57 µg/l), fluoreenia (0,46 µg/l) ja fenantreenia (0,21 µg/l). Muissa ojanäytteissä PAH-pitoisuudet alittivat laboratorion analyysimenetelmän määritysrajat.
- Raskasmetallit: Kahdessa ojavesinäytteissä mitattiin laboratorion määritysrajat ylittävä pitoisuus bariumia (maksimi 110 µg/l; L10). Lisäksi vesinäytteessä L9 todettiin laboratorion määritysrajan ylittävä sinkkipitoisuus (26 µg/l).

3.3.3 Vesinäytteet 2007

- Mineraaliöljypitoisuus: Vuonna 2007 otetuissa vesinäytteissä todettu öljyhiilivetyjen maksimipitoisuus mitattiin näytteessä L2/KK9 (C₁₀-C₂₁: 0,11 mg/l, C₂₂-C₄₀: 0,11 mg/l). Muissa vesinäytteissä mineraaliöljypitoisuus jäi alle laboratoriomenetelmän määritysrajan.
- Liutotinaineet: Aromaattisista yhdisteistä todettiin vuoden 2007 vesinäytteessä L1/KK8 bentseeniä (0,3 µg/l) ja näytteessä L2/KK9 ksyleenejä (1,7 µg/l), 1,2,4 trimetyylibentseeniä (3,1 µg/l), 4-isopropyylitolueenia (1,1 µg/l) sekä naftaleenia (7,6 µg/l). Vesinäytteen L4/KK28 MTBE-pitoisuus oli 4,4 µg/l.
- PAH-yhdisteet: Korkein vesinäytteissä mitattu PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus (39 µg/l) todettiin näytteessä L2/KK9. Yksittäisistä yhdisteistä todettiin mm. naftaleenia (17 µg/l), asenafteenia (4,1 µg/l), fluoranteenia (4,9 µg/l), fenantree-

nia (7,3 µg/l) ja pyreeniä (1,4 µg/l). Vesinäytteessä L4/KK28 todettiin myös naftaleenia (0,45 µg/l), asenafteenia (0,24 µg/l) ja fluoreenia (0,12 µg/l). Muissa vesinäytteissä ei todettu laboratorion määritysrajat ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

- Raskasmetallit: Kaikissa vesinäytteissä todettiin bariumia (maksimi 112 µg/l, näyte L1/KK8). Lisäksi näytteessä L2/KK9 todettiin arseenia (15 µg/l) sekä elohopeaa (0,25 µg/l) ja näytteessä L4/KK28 arseenia (19 µg/l) sekä antimonia (6 µg/l).

Yhteenvedotaulukko vesinäytteistä tehtyjen analyysien tuloksista on esitetty liitteessä 2 ja analyysiraportit on esitetty liitteessä 3.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Muodostuvan orsiveden määrä

Nykytilanteessa orsivettä muodostuu tarkastelualueella teoreettisten laskelmien perusteella n. 24 500 m³ vuodessa. Esitetyn maankäyttöluonnoksen perusteella arvioituna, päällystettyjen alueiden kattaessa noin 75 % alueen kokonaispinta-alasta, orsivettä muodostuisi n. 8 200 m³. Tämä vastaa noin 30 % siitä orsivesimäärästä, joka arvioidaan tämän hetkiselä maankäytöllä muodostuvan. Muodostuvan orsiveden määrän väheneminen todennäköisesti alentaa jonkin verran alueen orsiveden painetasoa.

4.2 Haitta-ainepitoisuudet

Orsi- ja ojavesinäytteiden haitta-ainetulosten vertailu kohteessa perustuu Valtioneuvoston 1.6.2009 voimaan tullessa asetuksessa 341/2009 määritettyihin ympäristölaatunormeihin sekä Sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetukseen (STM 431/2000). Osassa näytteitä laboratorion määritysraja oli viitearvoa suurempi.

Öljyhiilivetyjen pitoisuudet ylittivät laboratorin analyysimenetelmän määritysrajan vesinäytteissä L2/KK9; 28.11.2007 (C₁₀-C₄₀: 0,22 mg/l) ja L7/S17; 9.9.2009 (C₁₀-C₄₀: 0,07 mg/l). Molemmissa näytepisteissä öljyhiilivetyypitoisuus C₁₀-C₄₀ oli yli Valtioneuvoston asetuksen 341/2009 mukaisten ympäristölaatunormien (0,05 mg/l). Vuonna 2009 todetut öljyhiilivetyypitoisuudet olivat kuitenkin selvästi alhaisemmat, kuin vuonna 2007 todetut pitoisuudet.

Vesinäytteissä todetut MTBE:n, bentseenin, tolueenin, etyylibentseenin ja ksyleenien maksimipitoisuudet alittavat VNa 341/2009 mukaiset ympäristölaatunormit.

Kuudessa vesinäytteissä todettiin pieniä PAH-yhdisteiden pitoisuuksia (maksimi kokonaispitoisuus 39 µg/l). Talousveden laatuvaatimuksena PAH-yhdisteille on asetettu enimmäispitoisuudeksi 0,10 µg/l (STM 461/2000). Talousvesiasetuksessa PAH-yhdisteiden pitoisuus on tarkoitettu laskettavaksi seuraavista yhdisteistä:

- bentso(b)fluoranteeni
- bentso(k)fluoranteeni
- bentso(g,h,i)peryleeni
- indeno(1,2,3,4-cd)-pyreeni

Ko. yhdisteitä ei todettu laboratorion analyysimenetelmän ylittäviä pitoisuuksia muissa, kuin yhdessä vesinäytteessä (L2/KK9). Yksittäisistä yhdisteistä naftaleenin maksimipitoisuudet sekä vuonna 2007 (17 µg/l; L2/KK9) että vuonna 2009 (1,7 µg/l; L7/S17) ylittivät VNa 341/2009 mukaisen, pohjavettä pilaaville aineille määritetyn ympäristönormin (1,3 µg/l).

Metalleista arseenin, koboltin, nikkelin ja elohopean pitoisuudet olivat korkeimpia. VNa 341/2009 ympäristölaatumormeihin on arseenin enimmäispitoisuudeksi määritetty 5 µg/l ja STM 461/2000 laatuvaatimuksissa 10 µg/l. Hämeenlinnan alueen maaperässä ja pohjavesissä on todettu kuitenkin luontaisesti runsaasti arseenia, joten mitattujen arseenimäärien (maksimi 38 µg/l) ei katsota aiheuttavan luontaisista pitoisuuksista poikkeavaa riskiä alueen ympäristölle. Koboltin, nikkelin, elohopean ja antimonin maksimipitoisuuksien todettiin ylittävän pohjavettä pilaavien aineiden ympäristölaatumormit. Kutakin ainetta on todettu kuitenkin ainoastaan yhdessä kohteesta otetussa näytteessä.

Kaikki vesinäytteissä todetut haitta-ainepitoisuudet olivat paikallisia ja mitattu yleensä näytepisteistä, joissa myös maaperässä on todettu kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Nikkelin ja arseenin pitoisuudet maaperässä ylittävät kynnysarvon, elohopeaa ei ole todettu maaperässä lainkaan. Koska orsivedessä todettujen epäorgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet maaperässä eivät ylitä alempia ohjearvoja (Ympäristöarviointi. Keinusaari II, jatkotutkimukset) eivätkä ne esiinny kohteen orsivedessä yleisesti, niiden riskin ei katsota olevan merkittävä.

Näytteenotto toteutettiin tutkimuspisteistä ainoastaan kerran, joten pidempiaikaisia seurantatuloksia orsi- ja huleveden laadusta ei ole käytettävissä.

4.3 Haitta-aineiden kulkeutuminen orsiveden mukana

Orsiveden pintahavaintojen perusteella laaditun virtaussuunta-arvion mukaan pääosa alueella muodostuvasta orsivedestä kulkeutuu alueen avo-ojiin. Orsivesinäytteissä todettujen keskimmäisten (mediaani) haitta-ainepitoisuuksien ja orsivedeksi imeytyvän vesimäärän (määritetty teoreettisella laskennalla vuoden 2008 sadantatietojen mukaan) perusteella orsiveden mukana avo-ojiin kulkeutui vuonna 2008 PAH-yhdisteitä n. 13 g, josta naftaleenin osuus oli n. 2,3 g. Vastaavasti raskasmetalleista nikkeliä ja kobolttia kulkeutui orsiveden mukana alle 165 g/vuosi. Mikäli laskennassa käytettäisiin ojavedestä mitattuja pitoisuuksia, olisivat kumulatiiviset haitta-ainemäärät vieläkin alhaisempia.

Haitta-ainemääriä tarkasteltaessa on huomioitava, että käytettävissä on ainoastaan yhden näytteenottokerran analyysitulokset / näytepiste. Kaikki tässä esitetyt laskennat ovat teoreettisia ja perustuvat karttatarkastelun perusteella arvioituihin pinta-aloihin, vuoden 2008 sadantatietoihin sekä kirjallisuudesta saatuihin lukuihin. Laskentoja tehtäessä on käytetty seuraavia periaatteita:

- Kaikki päällystetyille alueille satavat vedet kulkeutuvat viemäröinnin mukana muualle, eli imeytymistä tai valuntaa päällystetyillä alueilla ei tapahdu
- Haihdunta on myös päällystetyillä alueilla 40 %
- Pintavaluntaa avo-ojiin ei ole huomioitu
- Painanteisiin ei jää vettä
- Vettä ei sitoudu maaperään tai suotaudu pohjavedeksi tiiviiden maakerrosten läpi.

Laskentojen perusteella ovat orsiveden mukana kulkeutuvat haitta-ainemäärät pieniä, eikä niiden aiheuttaman haitta-ainekuormituksen arvioida aiheuttavan riskiä tai haittaa ojaveden laadulle, Vanajaveteen tai niiden ympäristölle. Alueen orsi- tai pohjavettä ei käytetä juomavetenä. Tutkimusalue ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella, eikä sen läheisyydessä ole vedenottamoita. Lähin pohjavesialue sijaitsee kohteesta n. 2 km länteen (Ahvenisto 04 109 02, I -luokan pohjavesialue). Lähin pintavesistö on Vanajavesi, n. 400 m alueen länsipuolella.

4.4 Huleveden määrä

Läpäisemättömät pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen orsivedeksi. Tällöin orsiveden pinta saattaa alentua ja virtaus avo-ojiin pienenee. Samanaikaisesti hulevesijärjestelmiin johdettavan huleveden määrä lisääntyy ja yli- sekä alivirtaamien mahdollisuus yleistyy. Huleveden mukana päällystetyiltä alueilta kulkeutuvat pintahuuhtoumat saattavat myös lisääntyä. Huleveden laatu on yleensä huonoimmillaan sadetapahtuman alussa (myös lumen sulantakaudena alussa), kun vesi huuhtoo eri pinnoille kertyneen lian.

Käytettäessä aikaisemmissa kappaleissa esitettyjä sadantatietoja ja haihdunta-arviota, voidaan arvioida, että nykytilanteessa päällystetyillä alueilla (25 % kokonaispinta-alasta) muodostuu hulevettä n. 8 200 m³ vuodessa. Esitetyn maankäyttöluonnoksen perusteella arvioituna, päällystettyjen alueiden kattaessa noin 75 % alueen kokonaispinta-alasta, hulevettä muodostuisi n. 24 500 m³. Esitetty, suuntaa antavat laskelmat perustuvat siis oletukseen, että muodostuvan orsiveden määrän väheneminen lisää samassa suhteessa alueella sadannan kautta syntyvän huleveden määrää. Todellisuudessa muutos ei ole niin suoraviivainen, mutta laskelmat antavat kuitenkin hyvän lähtökohdan tarkemmalle huleveden hallinnan suunnittelulle.

Avo-ojien ja Kutalanjoen virtausmittauksia yritettiin toteuttaa suhteellisen kuivalla ajanjaksolla, joten todettu vähäinen virtaama on todennäköisesti seurausta siitä. Ympäristötekniikan tutkimuksen yhteydessä tehtyjen silmämääraisten virtaamahavaintojen perusteella ei virtaus alueen avo-ojissa tai Kutalanjoessa ollut havaintohetkinä huomattavaa.

Nykytilanteessa lähes koko virtaama purkautuu avo-ojien kautta Kutalanjokeen ja sitä pitkin Vanajaveteen. Heikon virtauksen vuoksi virtausnopeutta avo-ojaan laskevan hulevesien purkuputken päässä ei ollut mitattavissa. Uudessa kaavoitusvaihtoehdossa maaperään imeytyvän ja sitä myötä orsivedeksi muodostuvan veden määrä vähenee huomattavasti. Toisaalta päällystetyiltä alueilta viemäriin johdettavien hulevesien sekä pintavaluntojen määrä lisääntyy selvästi.

Em. perusteella voidaan olettaa, että avo-ojiin purkautuva orsivesi ylläpitää nykytilanteessa myös kuivempina jaksoina ojissa pientä perusvirtaamaa. Mikäli orsiveden pinta laskee, ei vastaava tilanne välttämättä säily, vaan ojat kuivuvat välillä kokonaan. Toisaalta suoraan avo-ojiin johdettavien hulevesien määrä lisääntyy ja synnyttää ajoittaisia virtaamahuippuja, joiden aikana ojissa virtavan veden määrä voi olla hyvinkin suuri. On siis mahdollista ettei nykyisen kaltainen hulevesien käsittely (avo-ojat) toimi toivotulla tavalla tulevassa rakennetussa ympäristössä. Asiaa voidaan korjata syventämällä avo-ojia. Avo-ojine syventäminen voi kuitenkin aiheuttaa tilanteen, jossa syntyy takaisin virtaamaa Vanajaveden suunnasta.

Mainittu suuri virtaamavaihtelu rajoittaa myös mahdollisuuksia hyödyntää alueella laskeutusaltaita (lampia) tai kosteikkoratkaisuja, jotka suunnitellulla tavalla toimiakseen edellyttävät yleensä veden liikettä ylläpitävää perusvirtaamaa. Kasvavat virtaamavaihtelut ja mahdollinen orsiveden pinnan aleneminen voivat aiheuttaa vähäsateisina jaksoina tilanteen, jossa lampi/kosteikko –ratkaisut kuivuvat kokonaan.

4.5 Yhteenveto

Hulevesien käsittely Keinusaari II alueella nykytilanteessa toteutuu monelta osin Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategian periaatteiden mukaisesti. Merkittävä osa hulevesistä imeytyy maaperään muodostaen orsivettä, eli hulevedet hyödynnetään syntymäalueella. Maaperässä vedet kulkeutuvat avo-ojiin, joissa haihtuminen on edelleen mahdollista. Voidaan siis puhua hidastavasta tai viivyttävästä järjestelmästä. Vasta sen jälkeen vedet johdetaan vesistöön (Vanajavesi).

Tulevassa rakennetussa tilanteessa alueen luonne ja olosuhteet muuttuvat merkittävästi ja hulevesien käsittely nykyiseen tapaan ei enää todennäköisesti ole mahdollista. Suoraan maahan imeytyvän veden määrä vähenee merkittävästi ja putkistoihin johdettavien hulevesien määrä kasvaa. Hulevesien käsittelyn jatkosuunnittelussa tulee huomioida seuraavat alueen rakentamisen aiheuttamat muutokset:

- Mahdollinen orsiveden pinnan paikallinen aleneminen
- Orsiveden kulkeutumisen kautta tapahtuvan perusvirtaaman väheneminen avo-ojissa
- Vesimäärien lisääntyminen maksimivirtaamatilanteissa
- Virtaamavaihtelun kasvaminen ja nopeutuminen
- Maaperän haitta-aineet etenkin mahdollisia imeytysratkaisuja suunniteltaessa (haitta-aineiden kulkeutuminen on tämän hetkisten tulosten perusteella melko vähäistä)
- Vähäinen korkeusero alueen orsiveden pinnan ja Vanajaveden pinnan välillä

Mikäli alueen hulevesien käsittelyn jatkosuunnittelussa pyritään noudattamaan Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategian mukaista priorisointia, esitetään keskittyvän seuraaviin vaihtoehtoihin:

- Hulevesien johtaminen kosteikkoon tai laskeutusaltaseen alueen ulkopuolella, lähempänä Vanajavettä (johtaminen putkessa tai avo-ojissa).

- Johtaminen avo-ojiin/-ojaan nykyiseen tapaan (haasteellinen maisemarakentamisen kannalta, koska huomioitava ajoittainen vähäinen virtaama tai kuivuminen).

5. JATKOTOIMENPITEET

Hulevesien käsittelyn jatkosuunnittelun ja tarkasteluvaihtoehtojen valinnan tueksi on alueella tarpeen tehdä lisäselvityksiä. Lisätietoja tarvitaan:

- Avo-ojien virtaamasta ja kapasiteetista sekä tarkastelunalueelle purkavan hulevesiviemärin kautta tulevasta vesimäärästä.
- Orsiveden haitta-ainepitoisuuksien varmentaminen toistetuilla näytteenotoilla esim. eri vuoden aikoina (3-4 lisänäytteenottoa).
- Ojavesien ravinne- ja kiintoainepitoisuuksista
- Tarkempi valuma-alueen määrittäminen
- Päällystettyjen ja päällystämättömien alueiden määrän tarkentaminen tulevassa rakennetussa tilanteessa
- Alueelta nykyään viemäriverkkoon purkautuvien vesien määrän tarkentaminen ja viemäreiden purkupaikkojen selvittäminen

Turussa 28.1.2010



Mari Ahlroos
Golder Associates Oy



Kim Brander
Golder Associates Oy

VIITTEET

Hyvärinen, V. 1986. Valunta. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.) 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry. Helsinki.

Jutila, H. 2009. Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1.

Korkka-Niemi, K., Salonen, V-P. 1996. Maanalaiset vedet-pohjavesigeologian perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A:50.

Kotola, J., Nurminen J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla. Osa 1 ja 2. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7 ja 8.

Melanen, M. 1982. Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen tulokset. Vesitalous 3/1982.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2000. Asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Asetus nro 461/2000.

Vakkilainen, P. 1986. Haihdunta. Teoksessa: Mustonen, S. (toim.) 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry. Helsinki.

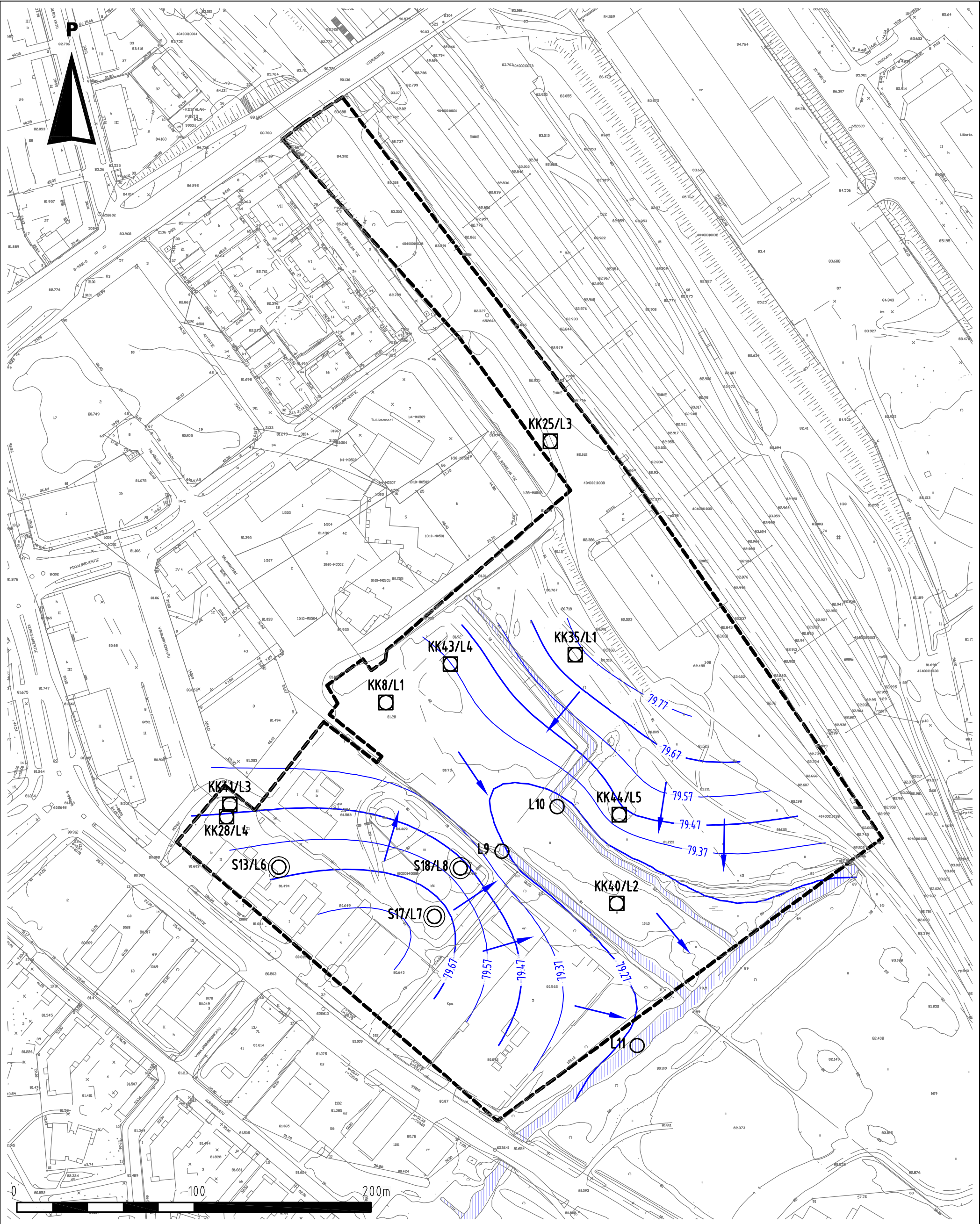
Valtioneuvoston asetus 341/2009 vesihoidon järjestämisestä annetun asetuksen (VNa 1040/2006) muuttamisesta

LIITTEET

1. Näytepisteiden sijaintikartta ja kartta orsiveden virtaussuunnista
2. Vesinäytteiden yhteenvetotaulukko
3. Vesinäytteiden analyysitodistukset

LIITE 1

NÄYTEPISTEIDEN SIJAINTIKARTTA JA ORSIVEDEN VIRTAUSSUUNNAT



MERKINNÄT Tutkimusalueen raja Avo-oja/Kutalanjoki Orsiveden virtaussuunta
--

LIITE 2

VESINÄYTTEIDEN YHTEENVETOTAULUKKO

<

YHTEENVETOTAULUKKO																																	
Vesinäytteet-orgaaniset																																	
Projektin nimi:				Hämeenlinnan kaupunki Keinusaari II jatkotutkimus		Laboratorioanalyytit:																											
Projektin numero:				09 502 12 0254																													
Asiakkaan viite:				xxxxxx		Kenttämittaukset:																											
Projektipäällikkö:				Kim Brander																													
Kenttähenkilö:				Mari Ahlroos																													
NÄYTETIEDOT				KENTTÄ-MITTAUKSET		LABORATORIOANALYYSIT																				MUUT TIEDOT							
Näytteen-otto pvm.	Näyte numero	Veden pinta		Näytepisteen kuvaus	Pv pinnan korko (N60)	Putken pään korko (N60)	Öljyhiilivedyt			Bensiinihiilivedyt					PAH -yhdisteet														Pumpattu	HUOM!			
		C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₂ -C ₄₀				C ₁₀ -C ₄₀	MTBE	TAME	Bent-seeni	Tolu-eeeni	Etyyli-bent-seeni	Ksy-leenit	Nafta-leeni	Ase-nafta-leeni	Ase-naf-teeni	Fluo-reeni	Fenant-reeni	Antra-seeni	Fluo-ran-teeni	Py-reeni	Bentso-(a)antra-seeni	Kry-seeni	Bentso-(b)fluo-ranteeni	Bentso-(k)fluo-ranteeni	Bentso-(a)py-reeni	Indeno(1,2,3-cd)-pyreeni	Bentso-(ghi)-peryleeni			Dibentso-(a,h)-ant-raseeni	TOT PAH	
		m	mit.		m	m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	L		
9.9.09	L1/KK35	0,5	pp	Koekuoppa KK35	79,74	80,24	< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,6	0,14	< 0,1	0,79	0,35	0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,5	25	
9.9.09	L2/KK40			Koekuoppa KK40		81,38																										ei vettä	
9.9.09	L3/KK41	2,45	pp	Koekuoppa KK41	79,44	81,89																										putki vääntynyt, ei näytettä	
9.9.09	L4/KK43	3,07	pp	Koekuoppa KK43	79,37	82,44	< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,6	0,45	< 0,1	0,33	0,24	0,49	0,2	0,17	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2	6
9.9.09	L5/KK44	1,4	pp	Koekuoppa KK44	79,44	80,84	< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	0,9	< 0,2	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7	
9.9.09	L6/S13	1,95	pp	Näytepiste S13	79,46	81,41																										ei näytettä	
9.9.09	L7/S17	0,85	pp	Näytepiste S17	79,72	80,57	0,07	< 0,03	0,07	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	0,8	2,8	1,7	< 0,1	< 0,1	0,19	0,22	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,1	3,4	
9.9.09	L8/S18	0,5	pp	Näytepiste S18	79,51	80,01	< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	0,4	0,2	< 0,2	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,4	
9.9.09	L9			Vattenfallin puoleinen avo-oja			< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		ei virtausta
9.9.09	L10			Radan puoleinen avo-oja			< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,6	0,24	< 0,1	0,57	0,46	0,21	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,5		ei virtausta
9.9.09	L11			Kutalanjoki			< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		ei virtausta
28.11.07	L1/KK8			Koekuoppa KK8			< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	0,3	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
28.11.07	L2/KK9			Koekuoppa KK9			0,11	0,11	0,22	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,7	17	< 0,1	4,1	4,9	7,3	0,77	< 0,1	1,4	0,37	0,48	< 0,1	0,52	0,25	0,15	< 0,1	< 0,1	39	
29.11.07	L3/KK25			Koekuoppa KK25			< 0,03	< 0,03	< 0,06	< 1	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
3.12.07	L4/KK28			Koekuoppa KK28			< 0,03	< 0,03	< 0,06	4,4	< 1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,4	0,45	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,8		
Tavoite- tai viitearvo																																	
TILASTOTIEDOT																																	
HAV. MÄÄRÄ				7	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
MIN.				79,4	80,0	< 0,0	< 0,0	< 0,1	< 1,0	< 1,0	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
MAKS.				79,7	82,4	0,1	0,1	0,2	4,4	< 1,0	0,4	0,9	0,8	2,8	17,0	< 0,1	4,1	4,9	7,3	0,8	0,2	1,4	0,4	0,5	< 0,1	0,5	0,3	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	39,0	
KESKIARVO				79,5	81,1	0,0	0,0	0,1	1,3	< 1,0	0,2	0,3	0,3	0,8	1,7	< 0,1	0,5	0,6	0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	4,0		
MEDIAANI				79,5	81,1	0,0	0,0	0,1	1,0	< 1,0	0,2	0,2	0,2	0,6	0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5		
KESKIAJONTA				0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,7	4,8	0,0	1,1	1,4	2,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1		
MERKKIEN SELITYKSET																																	
	ei analyysiä																																
<	alle analyysin määritysrajan																																
pp	mitattu putken päästä																																
sp	mitattu suojaputken päästä																																
kk	mitattu kaivon kannesta																																
mp	mitattu maan pinnasta																																
m	korko (N60)																																
QA:	KBr																																
Rev:	A0																																

LIITE 3

VESINÄYTTEIDEN ANALYYSTITODISTUKSET

ANALYYSITODISTUS

No: E90199

18.09.2009

GOLDER ASSOCIATES OY
MARI AHLROOS
RATAPIHANKATU 53 C
20100 TURKU

Asiakkaan viite: 09502120254
Näytteet: Vesinäytteitä 8 kpl
Saapumispäivämäärä: 09.09.2009

Analyysi / Menetelmä: Mineraaliöljypitoisuus C10-C40 SGSF124
Haihtuvat yhdisteet vedestä SGSF103
PAH-yhdisteet SGSF098
Metallit SGSF523

Tulokset:

Mineraaliöljypitoisuus SGSF124:

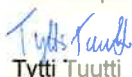
Analyysipäivämäärä: 14.09.2009

Näyte	C ₁₀ -C ₂₁ mg/l	C ₂₂ -C ₄₀ mg/l
L1 / KK35	< 0,03	< 0,03
L4 / KK43	< 0,03	< 0,03
L5 / KK44	< 0,03	< 0,03
L7 / S17	0,07	< 0,03
L8 / S18	< 0,03	< 0,03
L9	< 0,03	< 0,03
L10	< 0,03	< 0,03
L11	< 0,03	< 0,03

Tulosliitteet:

Haihtuvat yhdisteet SGSF103 8 kpl
PAH-yhdisteet SGSF098 2 kpl
Metallit SGSF523 1 kpl

SGS Inspection Services Oy


Tytti Tuutti

Nuorempi kemisti, laboratoriopalvelut

SGSF098: PAH-yhdisteet

Tulosliite analyysitodistukseen: E90199 Asiakkaan viite: 09502120254

Näytetunnus Näyte Analyysipvm	M1144 L1/KK35 14.9.2009	M1145 L4/KK43 14.9.2009	M1146 L5/KK44 14.9.2009	M1147 L7/S17 14.9.2009	M1148 L8/S18 14.9.2009	M1149 L9 14.9.2009
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Naftaleeni	0.14	0.45	< 0.1	1.7	< 0.1	< 0.1
Asenaftyleeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Asenafteeni	0.79	0.33	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Fluoreeni	0.35	0.24	< 0.1	0.19	< 0.1	< 0.1
Fenantreeni	0.17	0.49	< 0.1	0.22	< 0.1	< 0.1
Antraseeni	< 0.1	0.20	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Fluoranteeni	< 0.1	0.17	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Pyreeni	< 0.1	0.10	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Benzo(a)antraseeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Kryseeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Benzo(b)fluoranteeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Benzo(k)fluoranteeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Benzo(a)pyreeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Dibenzo(a,h)antraseeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Benzo(g,h,i)peryleeni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Summa 16 PAH-yhdistettä	1.5	2.0	< 0.1	2.1	< 0.1	< 0.1

SGS Inspection Services Oy 16.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com



SGSF098: PAH-yhdisteet

Tulosliite analyysitodistukseen: E90199 Asiakkaan viite: 09502120254

Näytetunnus Näyte Analyysipvm	M1150 L10 14.9.2009	M1151 L11 14.9.2009
	ug/l	ug/l
Naftaleeni	0.24	< 0.1
Asenaftyleeni	< 0.1	< 0.1
Asenafteeni	0.57	< 0.1
Fluoreeni	0.46	< 0.1
Fenantreeni	0.21	< 0.1
Antraseeni	< 0.1	< 0.1
Fluoranteeni	< 0.1	< 0.1
Pyreeni	< 0.1	< 0.1
Benzo(a)antraseeni	< 0.1	< 0.1
Kryseeni	< 0.1	< 0.1
Benzo(b)fluoranteeni	< 0.1	< 0.1
Benzo(k)fluoranteeni	< 0.1	< 0.1
Benzo(a)pyreeni	< 0.1	< 0.1
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 0.1	< 0.1
Dibenzo(a,h)antraseeni	< 0.1	< 0.1
Benzo(g,h,i)peryleeni	< 0.1	< 0.1
Summa 16 PAH-yhdistettä	1.5	< 0.1

SGS Inspection Services Oy 16.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request) Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks

SGS Inspection Services Oy

Syväsatamantie 24 FI-49460 Hamina Finland
t. +358 5 2106 200, f. +358 5 3453 366, www.fi.sgs.com

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L1 / KK35
Näytetunnus	M1144.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	< 0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L4 / KK43
Näytetunnus	M1145.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	< 0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L5 / KK44
Näytetunnus	M1146.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	0.9	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans-1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis-1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L7 / S17
Näytetunnus	M1147.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	< 0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyyliibentseeni	0.8	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	2.8	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	0.8	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	0.8	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyyliibentseeni	5.0	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyyliibentseeni	1.7	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	3.0	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	0.5	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	0.7	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L8 / S18
Näytetunnus	M1148.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	0.4	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L9
Näytetunnus	M1149.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	< 0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L10
Näytetunnus	M1150.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis 1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromietaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement, samples will not be retained by the Company for more than two weeks.

SGSF103: HAIHTUVAT YHDISTEET VESINÄYTTEESTÄ

Tulosliite analyysitodistukseen

E90199

Asiakkaan viite	09502120254
Näyte	L11
Näytetunnus	M1151.D
Analysointi pvm	14.09.2009

<u>Aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Klooratut alifaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>
Bentseeni	< 0.2	Metyleenikloridi	< 1.0
Tolueeni	< 0.2	Kloroformi	< 1.0
Etyylibentseeni	< 0.2	Hiilitetrakloridi	< 1.0
m+p-Xyleeni	< 0.4	1,1-Dikloorietaani	< 1.0
o-Xyleeni	< 0.2	1,2-Dikloorietaani	< 1.0
Styreeni	< 0.2	1,1,1-Trikloorietaani	< 1.0
n-Propyylibentseeni	< 0.2	1,1,2-Trikloorietaani	< 1.0
Isopropyylibentseeni	< 0.2	1,1,1,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,2,4-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	< 1.0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	< 0.2	1,1-Dikloorieteeni	< 1.0
Butyylibentseeni	< 0.2	trans-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
sec-Butyylibentseeni	< 0.2	cis-1,2-Dikloorieteeni	< 1.0
tert-Butyylibentseeni	< 0.2	Trikloorieteeni	< 1.0
4-Isopropyyliitolueeni	< 0.2	Tetrakloorieteeni	< 1.0
Naftaleeni	< 2.0	1,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,3-Diklooripropaani	< 1.0
		2,2-Diklooripropaani	< 1.0
		1,2,3-Triklooripropaani	< 1.0
		trans1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
		cis1,3-Diklooripropeeni	< 1.0
<u>Bromatut yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>	<u>Oxygenaattit</u>	<u>µg/l</u>
Dibromimetaani	< 1.0	MTBE	< 1.0
Tribromimetaani	< 1.0	TAME	< 1.0
1,2-Dibromimetaani	< 1.0	ETBE	< 1.0
Bromikloorimetaani	< 1.0		
Bromidikloorimetaani	< 1.0		
Dibromikloorimetaani	< 1.0		
1,2-Dibromi-3-klooripropaani	< 2.0		
Bromibentseeni	< 0.5		
<u>Klooratut aromaattiset yhdisteet</u>	<u>µg/l</u>		
Klooribentseeni	< 0.5		
1,2-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,3-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,4-Diklooribentseeni	< 0.5		
1,2,4-Triklooribentseeni	< 2.0		
1,2,3-Triklooribentseeni	< 2.0		
2-Klooritolueeni	< 0.5		
4-Klooritolueeni	< 0.5		

SGS Inspection Services Oy

15.09.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request). Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks.



METALLIT VESINÄYTTEESTÄ ICP/AES(SGSF523), Hg CVAAS

LIITE RAPORTTIIN: E90199 Viite: 09502120254

Näyte	As ug/l	Ba ug/l	Cd ug/l	Co ug/l	Cr ug/l	Cu ug/l	Ni ug/l	Pb ug/l	V ug/l	Zn ug/l
L1/KK35	<10	34	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
L4/KK43	38	66	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
L5/KK44	28	115	<1	22	<10	<10	<10	<10	<10	<10
L7/S17	18	31	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
L8/S18	<10	73	<1	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10
L9	<10	44	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	26
L10	<10	110	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
L11	<10	<10	<1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

SGS Inspection Services Oy 18.9.2009

This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing (copy available upon request) Except by special arrangement samples will not be retained by the Company for more than two weeks