



HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

Kaupungintalo

Palokunnankatu 14 ja Raatihuoneenkatu 11 välisen alueen
öljyvahingon jatkotutkimukset ja alustava kunnostussuunnittelu

Yhteenveto

Pöyry Finland Oy tutki Hämeenlinnassa kiinteistöjen Raatihuoneenkatu 11 ja Palokunnankatu 14 välissä ja alapuolella olevaa öljyllä pilaantunutta maaperää. Piha-alueella tehtiin 3 kpl maakairauksia 10 m syvyydelle ja viereisellä tontilla yksi kairaus 10 metriin. Piha-alueelle asennettiin 3 kpl pohjavesiputkia. Kairauspisteistä tutkittiin öljyhiilivetyjen esiintymissyvyys, pitoisuus ja hiilivetykoostumus eri syvyyksiltä. Pohjavedestä analysoitiin öljypitoisuus ja mitattiin pinnantasot. Hiilivetyjen esiintymisestä tehtiin riskitarkastelu. Maaperän vedenläpäisevyys määritettiin vesimenekikokeilla (slug- testeillä) kolmesta pohjavesiputkesta.

Maaperässä todettiin öljyä syvimmillään 4 - 8 metrissä maan pinnasta pitoisuutena 3000 – 10000 mg/kg vanhojen öljysäiliöiden vieressä (P6). Toisessa kairauspisteessä (P5) pihan keskellä öljyä oli 6 - 9 m syvyydellä 12 000 mg/kg. Maaperässä oli tällä alueella öljyä yli kyllästyspitoisuuden, asennettuun pohjavesiputkeen valui ympäröivästä maasta viikossa noin 0,8 m kerros polttoöljyä. Maaperä oli kairausten perusteella hyvin tiivistä hiekkamoreenia kaikissa pisteissä pinnan täyttökerroksesta yli 10 m syvyydelle asti. Rakennuksen alapuolisesta maasta (P8) saatiin kellaritilasta kairaamalla otettua näytteitä vain 0,5 m syvyydelle asti. Näytteissä ei todettu öljyä.

Riskitarkastelun perusteella pilaantuminen ei aiheuta tällä hetkellä terveydellistä riskiä. Kellarin perusvesikaivoon tulevassa vedessä on öljyä ja öljyn hajua esiintyy kellarin teknisessä tilassa. Tilaan on järjestetty koneellinen ilmanpoisto, mikä estää öljyn hajun leviämisen rakennuksen A-portaan ja hissikuilun alueelle. Sisäilman laatua on tutkittu vuonna 2008 ja tutkimustulosten perusteella hiilivetyjen kokonaispitoisuus (TVOC) ei ylitä yleisissä tiloissa asumisterveyden kannalta säädettyä ylärajaa 600 µg/m³, kun kellarin tuuletus on toiminnassa. Riski laskettiin myös SOILIRISK ohjelman avulla. Laskennan mukaan maaperästä haihtuvien hiilivetyjen pitoisuus ei aiheuta sisätiloissa riskiä.

Öljiesten massojen kaivaminen pois ei ole mahdollista, koska ne sijaitsevat piha-alueella 4 – 8 m syvyydellä sekä rakennuksen Palokunnankatu 14 kiinteistön alapuolisessa maassa. Kunnostus voidaan toteuttaa in-situ menetelmällä, jolloin öljy käsitellään maaperässä kaivamatta. Maaperässä on runsaasti erillistä öljyfaasia, joka poistetaan tekemällä öljyn leviämisyöhykkeen poikki öljynkeräyskaivoja pihan eteläreunalle sekä öljysäiliöiden lähelle. Kaivojen avulla estetään öljyn kulkeutuminen talon alle ja edelleen K-kaivoon. Lisäksi talon alla nyt oleva öljy saadaan ainakin osittain kulkeutumaan kaivoihin, kun niissä pidetään vesipinta pumpaamalla K-kaivoa alemmalla tasolla. Maaperän vedenjohtavuus on mittauksen mukaan pieni, 6-8 cm vrk:ssa.

Seuraavassa vaiheessa tulee tehdä tarkempi kunnostuksen mitoitussuunnittelu vastaavanlaisista kohteista kokemusta omaavan urakoitsijan toimesta. Maaperän kunnostus kestää todennäköisesti useita vuosia. Laitteistojen asennuksen jälkeen toiminta on pääasiassa laitteistojen toiminnan ja kunnostuksen etenemisen tarkkailua.

Sisältö**Yhteenveto**

1	TAUSTA	2
2	TUTKIMUKSET 2013	2
2.1	Työn tarkoitus	2
2.2	Näytteenotto	2
2.3	Analytiikka	3
3	TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI	3
3.1	Maaperän laatu ja kenttähavainnot	3
3.2	Öljypitoisuudet	3
3.3	Maaperän vedenjohtavuus	5
3.4	Öljyn laatu	5
3.5	Pohjaveden liikkuminen ja öljyn kulkeutuminen	6
3.6	Alustava arvio maaperässä olevan öljyn määrästä	7
4	SISÄILMAN LATUMITTAUKSET AS OY JYRKÄNKULMAN KELLARISSA	8
5	RISKINARVIO	9
5.2	Haitta-aine selvitykset	9
5.3	Tutkimusten keskeiset tulokset	9
5.4	Vertailu kynnyks- ja ohjearvoihin sekä muihin pitoisuusrajoihin	10
5.6	Kulkeutuminen ja altistuminen	10
5.7	Kulkeutumis- ja altistusriskin arviointi SoiliRisk 2.0 mallin avulla	11
5.7.1	Lähtötiedot ja laskenta	12
5.7.2	Epävarmuustekijöistä	12
5.8	Pilaantumisesta aiheutuva haitta ja riski	13
6	ÖLJYVAHINGON KUNNOSTAMISEEN SOVELTUVAT MENETELMÄT JA NIIDEN SOVELTAMINEN KOHTEESSA	13
6.1	In-Situ biologinen öljyn hajotuksen tehostaminen	13
6.2	Öljyn kemiallinen hapetus	14
6.3	Öljyfaasin keräys ja talteenotto	14
7	ÖLJYLLÄ PILAANTUNEEN ALUEEN KUNNOSTUS	14

Liitteet

Liite 1	Alueen sijaintikartta
Liite 2	Näytepisteet, öljyn esiintyminen
Liite 3	Analyysitulosten yhteenvetotaulukko
Liite 4	Valokuvat
Liite 5	Laboratorion analyysitodistukset
Liite 6	SOILIRISK laskennan parametrit, kaavat ja tulokset
Liite 7	Pohjavesiputkikortit

1 TAUSTA

Tammikuussa 1976 todettiin As Oy Jyrkänkulman perusvesikaivossa öljyä. Kaivosta poistettiin tällöin öljyistä vettä 2600 litraa mikä sisälsi öljyä n. 1200 litraa. Helmikuussa 1978 poistettiin kaivosta noin 400 l öljyä ja toukokuussa 1978 noin 300 litraa. Öljyisen veden pumpppausta on jatkettu myöhemmin. Kellarissa on myös esiintynyt ilmassa öljyn hajua, mistä syystä perusvesikaivon tilaan on asennettu tuuletus, jossa ilmaa poistetaan tuulettimen avulla ulkoilmaan. Tällä järjestelyllä öljyn hajuhaitat muualla rakennuksessa on voitu estää.

Selvitysten (1970- ja 1980- luvuilla tehdyt) perusteella todennäköisiin öljyn lähde on kiinteistön Raatihuonenkatu 11 maanalaisen öljysäiliön ylitäyttö, joka havaittiin vuonna 1976.

Rakennusten väliseltä alueelta on kairattu maanäytteitä kahdesta pisteestä vuonna 2008. Maaperässä todettiin täyttöhiekkaa 2.5 – 3.5 m kerros, jonka alapuolella oli silttimoreenia. Silttimoreenikerroksessa todettiin voimakas öljyn haju ja kahdessa laboratorioanalyysissä kevyen polttoöljyn pitoisuudet 5800 mg/kg ja 4800 mg/kg. Kairauksessa päästiin 6,5 m syvyyteen, missä tämä maksimipitoisuus todettiin. Tehtyjen kairausten avulla ei voida arvioida öljyn esiintymisen syvyyttä tai laajuutta alueella eikä pilaantuneiden massojen määrää. Maaperä pilaantuneen alueen kohdalla on erittäin tiivistä ja vaikeasti kairattavaa.

2 TUTKIMUKSET 2013

2.1 Työn tarkoitus

Tutkimusten tarkoitus oli selvittää öljyn esiintymisen laajuus ja syvyys sekä öljyn esiintyminen pohjavedessä ja vapaan öljyfaasin esiintyminen silttimoreenikerroksen päällä. Tutkimustulosten perusteella laadittiin riskitarkastelu ja arvioitiin kunnostukseen soveltuvia menetelmiä. Lisäksi kairattiin maanäytteet rakennuksen lämpökeskuksen lattian alta ja tutkittiin Palokunnankatu 14 perusvesikaivosta öljypitoisuus sekä pilaantuneen alueen maaperän laatu rakeisuusanalyysillä.

Lisätyönä mitattiin maaperän vedenjohtavuus kolmesta pohjavesiputkesta.

2.2 Näytteenotto

Maaperästä otettiin näytteet 15.1.2013 – 21.1.2013 keskiraskaalla porakoneella putkikairauskalustolla piha-alueelta ja käsikairalla lämpökeskuksen lattian alta Pöyry Finland Oy:n toimesta. Maanäytteet otettiin putken sisältä ottimella pinnasta pohjaan asti 0.5-1 m kokoomanäytteinä. Kairaus ulotettiin 10 metrin syvyyteen pisteissä P4- P7. Pisteessä P8 näytteet lattian alta saatiin otettua käsikairalla vain 0,7 m syvyydelle tiiviistä maasta johtuen.

Pisteisiin P4-P6 asennettiin ID 50 mm PEH pohjavesiputki 10 m syvyydelle. Näytteet putkista otettiin 1-2 viikon kuluttua niiden asentamisesta. Veden antoisuus oli oletettavasti hyvin huono, joten putkia ei pumpattu enää tyhjiksi ennen näytteenottoa. Öljynäyte otettiin vedestä heti noutimella ja sen jälkeen poistettiin vettä noutimella ennen muiden näytteiden ottamista.

Kellarikaivosta K otettiin näyte noutimella.

2.3 Analytiikka

Kaikista maanäytteistä mitattiin haihtuvien hiilivetyjen esiintyminen (PID-mittaus) lämpötilavakioiduista näytteistä Pöyryn toimiston näytelaboratoriossa. Valikoiduista näytteistä tutkittiin lisäksi:

Maanäytteistä:

- öljypitoisuus, hiilivetyjakeet C₁₀-C₂₀ ja C₂₁-C₄₀, 22 kpl
- hiilivetyfraktiointi yhdestä näytteestä riskinarviointia (SoiliRisk) varten, 1kpl
- silttimoreenikerroksen näytteistä rakeisuusanalyysit, 2kpl
- orgaanisen aineen määrä (hehkutushäviö), 4kpl
- pH, 4kpl

Pohjavedestä:

- öljyhiilivedyt C₁₀-C₂₀ ja C₂₁-C₄₀ 3kpl
- hiilivetyfraktiointi (SoiliRisk) 1kpl
- liukoinen rauta ja mangaani 3kpl
- pH, sähkönjohtavuus 3kpl
- COD_{Mn} 3kpl

Laboratorioanalyysit tehtiin SGS:n Kotkan laboratoriossa.

3 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI

Kaikki analyysitulokset on esitetty Liitteen 3 taulukossa, jossa on myös aiemman tutkimuksen tulokset. Näytepisteiden sijainti on liitteen 2 kuvassa.

3.1 Maaperän laatu ja kenttähavainnot

Maan pintakerroksissa oli pisteissä P4 – P7 täytemaata, kivistä hiekkaa ja hiekkaa 1 – 3,5 m syvyydelle asti. Pisteissä P4 ja P5 oli asfaltin alla 10 cm betonikerros. Pohjamaa oli kenttähavaintojen perusteella pintatäytön alapuolella 10 m syvyydelle asti tasalaatuista ja rakeisuusanalyysien perusteella hiekkamoreenia. Betonilattian alta otetussa näytteessä P8 todettiin kivistä hiekkaa 0,5 m kerros. Tämän alapuolelta ei näytteitä saatu.

Kairausten yhteydessä havaittiin öljyn hajua pisteessä P6 hiekkamoreenikerroksessa 3-8 m syvyydellä sekä pisteessä P5 6-8 m syvyydellä. Pisteissä P4 ja P7 ei ollut öljyn hajua. Kairausten syvimmissä kerroksissa tuli vastaan puhdas maa. Lämpökeskuksen lattian alla pisteessä P8 olevassa huokosilmassa havaittiin öljyn hajua.

Orgaanisen hiilen määrä pilaantuneessa maassa oli alhainen, 0,5 – 0,7 %. pH oli neutraali (7,1 – 7,7).

3.2 Öljypitoisuudet

Maaperästä öljypitoisuus analysoitiin laboratoriossa 22 näytteestä, kaikista näytteistä joissa näytteenoton yhteydessä todettiin öljyn hajua (8 kpl) sekä 14 muusta näytteestä. Öljyllä pilaantunutta maata todettiin kahdessa pisteessä, P5 ja P6. Pisteessä P6 pitoisuus ylitti ylemmän ohjearvon (YO) 1000 mg/kg syvyydellä 4-8 m maan pinnasta. Pisteessä P5 ylempi ohjearvo ylittyi 6-7 m syvyydellä. Kaikki YO:n ylitykset olivat hiekkamoreenikerroksessa. Öljyn alempi ohjearvo (AO) ylittyi voimakkaasti

pilaantuneen kerroksen ylä- ja alapuolisessa hiekkamoreenissa (3-4 m ja 8-9 m) pisteessä P6.

Lattian alla pisteessä P8 öljypitoisuudet olivat alle määritysrajan. Havaittu öljyn haju on ilmeisesti kulkeutunut karkeassa täyttökerroksessa kauempaa ja rikastunut pohjalaatan alle pidemmän ajan kuluessa ja purkautui huoneilmaan betoniin tehdyn reiän kautta. Kellarin lämmönjakohuoneessa on lattiakaivo, josta ei ole yhteyttä maaperään. Kaivoon tulee joskus sadevesiä ulkoportaiden porrastasanteelta ja ne pumpataan pois lattiakaivossa olevan pumpun kautta. Talon asukkaan kertoman mukaan lattiakaivossa ei ole havaittu öljyä 42 vuoden aikana.

Taulukko 1. Maaperätutkimustulokset, öljyhiilivetyjen pitoisuudet

Pöyry 2013	C₁₀-C₂₁ (^{mg} /kg)	C₂₁-C₄₀ (^{mg} /kg)	C₁₀-C₄₀ (^{mg} /kg)
kynnysarvo	-	-	300
alempi ohjearvo	<u>300</u>	<u>600</u>	=
ylempi ohjearvo	<u>1 000</u>	<u>2 000</u>	=
ongelmajäte raja-arvo	-	-	10 000
P5 6-7 m	11000	1100	12100
P6 3-4 m	<u>460</u>	150	
P6 4-5 m	<u>3100</u>	380	
P6 5-6 m	<u>9600</u>	<u>1100</u>	10 700
P6 6-7 m	<u>6100</u>	<u>750</u>	
P6 7-8 m	<u>2700</u>	280	
P6 8-9 m	<u>390</u>	43	
Golder 2008			
S1 5-5,5 m	<u>5200</u>	<u>630</u>	
S2 6-6,5 m	<u>4400</u>	410	

Pohjavesi. Pohjavedessä todettiin öljyä pisteissä P5 ja P6 sekä kaivossa K1. Pisteessä P5 pohjavesiputkeen oli kerääntynyt 13 vrk:n jälkeen noin 0,8 m korkuinen öljykerros (kuva 1).



Kuva 1. Pohjavesiputkesta 5 otettu näyte, jossa pinnalla öljyä.

Öljyfaasin alapuolella olevaan veteen liuenneena oli 31 mg/l polttoöljyä.

Pohjavedessä pisteessä P6 oli vedessä liuenneena 155 mg/l öljyä.

Pisteessä P4 veden öljypitoisuus oli alle määritysrajan (< 20 mg/l).

Kaivon K1 vedessä oli pinnalla ohut öljykalvo ja vesifaasin öljypitoisuus oli 146 mg/l. Vesipinta kaivossa oli (31.1.2013) 1,78 m kaivon kannesta (noin 1,4 m lattian tasosta) ja pohja 2,42 m syvyydellä. Kaivossa oli melko selvä öljyn haju, pinnalla ei ollut öljykalvoa. Vesi oli väritään kellertävää ja sameaa ja siinä oli havaittavissa liuennutta öljyä.

Pohjaveden pH oli 6,7 – 7,1. Pisteessä P6 oli liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuudet kohonneet (rauta 6 mg/l ja mangaani 0,9 mg/l) kun ne pisteessä P5 olivat rauta 0,34 mg/l ja mangaani 0,36 mg/l ja pisteessä P4 rauta 0,14 mg/l ja mangaani 0,57 mg/l. Pisteessä P6 korkea rautapitoisuus viittaa veden alentuneeseen happipitoisuuteen.

3.3

Maaperän vedenjohtavuus

Vedenjohtavuudet mitattiin 17.4.2013 putkista P4, P5 ja P6.

	m/s	m/d	Huom
P4	9.0E-07	0.078	
P5	-	-	Putki toimii huonosti, vesi jäi putkeen
P6	6.9E-07	0.060	

Putkista P4 ja P6 saatiin mittaustulokset, jotka ovat ylläplevassa taulukossa. Putkesta P5 ei saatu mittaustulosta, koska putkeen lisätty vesi ei kulkeutunut maaperään eikä vedenpinnan taso siksi muuttanut. Aiempien sekä mittauksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan maaperässä oli runsaasti erillistä öljyfaasia, joka ilmeisesti haittaa veden liikkumista maaperässä tukkimalla maahuokokset öljyllä.

Tulosten mukaan maaperä läpäisee vettä melko huonosti vedenjohtavuuden ollessa luokkaa 6-8 cm vuorokaudessa.

3.4

Öljyn laatu

Yhdestä maanäytteestä (P6, 6-7m) ja yhdestä pohjavesinäytteestä (P6) analysoitiin tarkemmin öljyn hiilivetykoostumus. Taulukossa 2 on tutkimustulokset.

Koostumuksen perusteella maaperässä oleva öljy on kevyttä polttoöljyä, joka on joutunut maaperään piha-alueella sijaitsevien öljysäiliöiden kohdalla (liite 2) noin 36 vuotta sitten (1976). Maaperään joutuvasta öljystä osa hajoaa biologisesti, osa liikkua veden mukana nopeammin ja osa hitaammin raskaiden jakeiden ollessa hitaimmin liikkuvia. Polttoöljy sisältää bensiiniin verrattuna vähän kevyitä hiilivetyjä, jotka haihtuvat huokosilman kautta ulkoilmaan. Kevyen polttoöljyn jakeeseen luetaan yleensä hiilivedyt C₁₀ – C₂₁. Analyysin mukaan tämän jakeen osuus maanäytteessä P6 (6-7m, taulukko 1) oli 90 % ja raskaamman jakeen noin 10 %. Tuloksen perusteella maaperässä ei ole tapahtunut merkittävässä määrin öljyn hajoamista. Kuvan 1 mukaan pohjavesiputkeen kerääntynyt öljy oli melko ”tuoreen” näköistä. Hajoamisen seurauksena raskaan ja huonommin hajoavan jakeen suhteellinen osuus öljyssä kasvaa, mitä ei tässä ole havaittavissa.

Taulukko 2. Hiilivetyfraktiointi

	P6 6-7 m maanäyte, mg/kg	P6 vesinäyte
Haihtuvat hiilivedyt		
BTEX-yhdisteet		
Bentseeni	<0,02	14 µg/l
Tolueeni	<0,02	3 µg/l
Etyylibentseeni	0,17	<2 µg/l
m+p Xyleeni	0,56	150 µg/l
o Xyleeni	0,24	44 µg/l
MTBE	<0,05	<4 µg/l
TAME	<0,05	<4 µg/l
ETBE	<0,05	<4 µg/l
TAAE	<0,05	<4 µg/l
Alifaattiset hiilivetyfraktiot		
C5-C6	<2,0	0,02 mg/l
>C6-C8	36	0,14 mg/l
>C8-C10	690	2,1 mg/l
>C10-C12	940	16 mg/l
>C12-16	2100	42 mg/l
>C16-C35	1900	36 mg/l
Aromaattiset hiilivetyfraktiot		
<C8	0,98	0,21 mg/l
>C8-C10	150	1,8 mg/l
>C10-C12	150	3,1 mg/l
>C12-16	390	9 mg/l
>C16-C21	580	14 mg/l
>C21-C35	150	2,6 mg/l

3.5

Pohjaveden liikkuminen ja öljyn kulkeutuminen

Maaperä on kairausten perusteella hyvin tiivistä, jossa veden liikkuminen on hidasta. Rakeisuusanalyysin perusteella (Liite 3) maalaji on hiekkamoreenia, näytteessä P6 (5-6 m) maalaji on lähellä siltistä hiekkamoreenia. Siltin osuus maassa on noin 30 % ja kahden eri pisteestä tehdyn rakeisuusanalyysin tulokset olivat lähes identtisiä. Kairaushavaintojen perusteella perusmaa oli 10 m syvyydelle tasalaatuista.

Maaperän vedenjohtavuus, K- arvo, oli 6-8 cm vuorokaudessa eli $6.9...9.0E-7$ m/s. Vedenjohtavuus on tärkeä parametri kunnostusmenetelmää suunniteltaessa.

Tulosten mukaan pisteen P5 alueella hiekkamoreenikerroksessa oli ylikyllästynyt öljystä, jota myös valui asennettuun pohjavesiputkeen. Piste P5 sijaitsee noin 15 m etäisyydellä öljysäiliöistä. Pintamaassa (0-6 m) ei öljyä tässä pisteessä havaittu. Öljysäiliöiden alueella (P6) öljyä oli 4-8 m syvyydellä 2700 – 9600 mg/kg ja pisteessä P5 (6-7 m syvyydellä) 11 000 mg/kg. Korkeimmat öljypitoisuudet olivat pohjaveden pinnan tasolla. Pisteessä P6 pohjavesi oli 5,9 m syvyydellä maan pinnasta ja pisteessä P5 se oli 6,6 m maan pinnasta. Noin 3 metriä pohjaveden pinnan alapuolella maaperän öljypitoisuus oli taustatasoa, < 20 mg/kg pisteessä P6.

Öljyn esiintymissyvyys viittaa siihen, että se olisi painunut öljysäiliöiden alueella siltimoreenikerroksessa alaspäin pohjaveden tuntumaan ja levinnyt siellä vähitellen pohjaveden virtaussuunnassa. Toisaalta tuntuisi luonnolliselta, että maahan joutunut öljy liikkuisi nopeimmin karkeammassa täyttökerroksessa hiekkamoreenin päällä, missä vedenjohtavuus on luokkaa 100 kertaa parempi kuin moreenikerroksessa. Maan pilaantuminen on ilmeisesti ollut hetkellinen ilmiö (ei pitkäaikainen säiliövuoto), jossa kerralla on maahan päässyt suurehko määrä öljyä. Tällöin öljy on levinnyt aluksi

hiekkakerroksessa maanpinnan kaltevuuden mukaisesti etelään päin ja sen jälkeen vuosikymmenten mittaan alaspäin niin, että se on huuhtoutunut pintakerroksista ja päätynyt pohjaveden tuntumaan, missä sen liikkuminen alaspäin on estynyt pohjavedestä johtuen ja liikkuminen pohjaveden suunnassa on tiiviistä maasta johtuen ollut hidasta.

Rakennuksen perustustäytöt ja rakentamisen aikaiset täytöt karkeammilla aineksilla Palokunnankatu 14:ssä ovat mahdollisesti nopeuttaneet öljyn leviämistä. Maan luonnollinen kaltevuus tontin alueella on etelään päin. Alue on asfaltoitu ja sadevedet kerätään salaojituksella viemäriverkkoon. Sadevesiä suotautuu maaperään niukasti, mikä hidastaa öljyn huuhtoutumista maaperästä. Hiekkamoreenikerroksen tiiveys ja alhainen vedenjohtavuus hidastavat moreenikerrokseen sitoutuneen öljyn huuhtoutumista.

Pohjaveden pinnan tasot. Tutkimusalueen ja ympäristön pohjaveden pinnan tasoja:

– pohjavesiputki P6	+ 80,96
– pohjavesiputki P4	+ 80,96
– pohjavesiputki P5	+ 80,28
– kellarikaivo K	+ 79,0
– Vanajaveden pinta	+ 78 ... +80

Tutkitulla alueella pohjavesi virtaa etelä-lounaaseen, öljysäiliöiden alueelta kohti K-kaivoa. Kaivon vedenpinta oli tammikuussa 2013 noin 1,3 m alempana kuin sisäpihan pohjavesiputkessa P5, joka sijaitsee noin 20 m etäisyydellä kaivosta. Kun kaivosta pumpataan vettä, tehostaa toimenpide myös öljyisten vesien liikkumista pihan suunnasta kaivoon. Pisteeseen P5 asennettuun pohjavesiputkeen kertyi tammikuussa 2013 viikossa noin 0,8 m paksuinen öljykerros. Kellarikaivo on toiminut eräänlaisena suojapumppauskaivona, jonka alhainen vedenpinta imee vesiä piha-alueelta. Vedenpintojen gradientti piha-alueen ja kaivon välillä tehostaa öljyisen veden virtausta piha-alueelta kohti kaivoa ja se on ilmeisesti samalla estänyt öljyn leviämistä laajemmalle alueelle. Öljyvahinkoalueen läheltä ei ilmeisesti ole muita kellarikaivoja, joihin öljyä olisi havaittu kertyneen.

3.6

Alustava arvio maaperässä olevan öljyn määrästä

Maaperässä tällä hetkellä olevan öljyn määrää ei voida arvioida luotettavasti. Pisteittäisen päästön sekä tiiviin maan johdosta öljy oletettavasti esiintyy maaperässä epätasaisesti. Tarkempi arviointi edellyttäisi alueen tiiviimpää rajausta ja öljyn analysointia eri syvyyksiltä.

Öljysäiliöiden tuntumassa pisteessä P6 öljyllä pilaantuneen maakerroksen paksuus oli noin 4 metriä ja keskimääräinen öljypitoisuus 5400 mg/kg. Näistä tiedoista voidaan laskea (olettaen maan ominaispainoksi 2) öljyn määräksi: $4 \text{ m}^3 \times 2 \text{ t/m}^3 \times 5,4 \text{ g/kg} = 86 \text{ kg/m}^2$. Vastaavasti pisteen P5 kohdalla maaperään sitoutuneen öljyn määräksi saadaan 44 kg/m^2 . Jos oletetaan öljyn pitoisuuden maaperässä pienevän veden virtaussuunnassa tasaisesti mentäessä kauemmas öljysäiliöistä, olisi öljyn määrä K-kaivon alueella luokkaa 20 kg/m^2 . Jos arvioidaan pilaantuneen maaperän laajuudeksi $200 - 500 \text{ m}^2$ ja keskimääräiseksi öljypitoisuudeksi 50 kg/m^2 , saadaan öljyn kokonaismääräksi maaperässä $10\,000 - 25\,000 \text{ kg}$. Arviota voidaan pitää tässä vaiheessa lähinnä suunta-antavana. Ainakin pisteen P5 alueella maaperä on ylikyllästynyt öljyllä sisältäen vapaana olevaa öljyä jota valui pohjavesiputkeen.

SISÄILMAN LATUMITTAUKSET AS OY JYRKÄNKULMAN KELLARISSA

Öljyvahingosta saatiin ensimmäiset viitteet vuonna 1976, kun kellarin perusvesikaivossa todettiin öljyn hajua. Kaivon etäisyys öljysäiliöistä on noin 35m. Pohjaveden pinta laskee öljysäiliön ja kaivon välillä noin 2m. Kaivosta on poistettu öljyistä vettä useaan otteeseen vuodesta 1976 lähtien ja kellarin tekniseen tilaan, jossa haju on ollut voimakkainta, on rakennettu koneellinen poistopuhallin. Selviä hajuhaittoja oli todettu kellarin lisäksi porraskäytävässä sekä hissikuilussa.

Kellaritilan ilmasta analysoitiin haihtuvien hiilivetyjen pitoisuuksia 6.5 ja 19.8.2008 otetuista näytteistä. Toukokuun mittauksen ajaksi kellarin tuuletus oli pois kytkettynä. Elokuun mittauksessa tuuletus oli toiminnassa. Näytteet kerättiin Tenax- putkiin ja analysoitiin TD-GC-MS menetelmällä. Näytteet keräsi Golder Associates Oy ja analysoi Työterveyslaitos. Näytteistä analysoitiin haihtuvien hiilivetyjen kokonaispitoisuus sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksia.

Näytteet otettiin seuraavista pisteistä:

- Rappu B porraskäytävä 6.5.2008 (näyte G1)
- Rappu A porraskäytävä 6.5.2008 (näyte G2)
- Rappu A porraskäytävä 19.8.2008 (näyte G2)
- Kellari, tekninen tila 6.5.2008 (näyte G3)
- Kellari, liiketilan varasto 6.5.2008 (G4)

Tutkimustulokset. Tutkimustulosten yhteenveto on taulukossa 3. Ympäristö- ja terveystarkastajan lausunnon sekä Asumisterveysohjeen mukaan kohonnut TVOC pitoisuus (yli 600 µg/m³) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa. Pitoisuustaso 600 µg /m³ ylittyi A-rapussa, teknisessä tilassa ja liiketilan varastossa, kun teknisen tilaan tuuletus ei ollut käynnissä. Öljyperäisen hajun esiintyminen asuinkiinteistön rappukäytävässä ja sen mahdollinen kulkeutuminen asuinhuoneisiin ei ole terveydensuojelulain mukaisesti hyväksyttävää.

Haju kellaritilaan tulee ilmeisesti pelkästään teknisen tilan avokaivon kautta, mihin öljyistä pohjavettä purkautuu ja jossa on ajoittain todettu pinnalla öljykalvo. Riittävällä tuuletuksella on mahdollista estää peruskaivon hajun leviäminen muualle kellaritiloihin. 24.8.2008 mitattiin haihtuvat hiilivedyt tilanteessa, jossa teknisen tilan tuuletus oli käynnissä. Tulosten (Taulukko 3, näytteet G2) mukaa TVOC pitoisuus oli tällöin 70 % alempi kuin 6.5.2008 mittauksessa, jolloin tuuletus oli kytketty pois päältä. Pitoisuus alitti tason 600 µg / m³.

Taulukko 3. Haihtuvien hiilivetyjen mittaustulokset kellaritilasta v. 2008.					
Pitoisuudet µg / m³					
	Näytepisteet				
Yhdiste	G1, 6.5	G2, 6.5.	G2, 24.8	G3,6.5	G4, 6.5
	B-rappu	A-rappu	A-rappu	Tekn. tila	Liiket.var.
kokonaispitoisuus TVOC	330	1790	570	5830	740
alifaattiset+alisykliset C9-C15	270	1480	270	4950	420
tolueeni+ksyleeni+etyylibents.	9	24	69	7	18
bentseeni	0,6	1	2	ei todettu	ei todettu
C7 alkaanit					102

Yksittäisille haihtuville hiilivedyille (BTEX) annetut haitallisiksi tunnetut pitoisuusarvot (HTP 8h, STM opas 2005:10) ovat bentseenille 3 mg/m^3 ja TEX yhdisteille $100\text{--}220 \text{ mg / m}^3$. Kellarista mitatut pitoisuudet ovat HTP arvoihin verrattuina selvästi alempia. Bentseenin taustapitoisuus Suomessa on noin $0,5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ ja pääkaupunkiseudun ilmassa taustapitoisuus on tasoa $1\text{--}3 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ (Ilmatieteen laitos 2002, Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa, hiilimonoksidi ja bentseeni, Pietarila *et al.*). Kellarin ilmatilasta mitattu bentseenipitoisuus oli taustatasoa.

5 RISKINARVIO

5.1 Perustiedot

Öljyllä pilaantunutta maata ja pohjavettä on osoitteessa Palokunnankatu 14, Hämeenlinna sijaitsevan kiinteistö Oy Jyrkänkulman tontin piha-alueiden sekä rakennuksen alapuolisessa maassa. Kiinteistössä on liike- sekä asuinhuoneistoja. Öljyä on kulkeutunut pohjaveden virtaussuunnassa vahinkopaikalta kiinteistön pohjakerroksen kellarikaivoon. Öljyn kulkeutumisesta muiden kiinteistöjen alueilla ei ole havaintoja. Itäpuolelta Palokunnankatu 12 tontilta ei maaperästä todettu öljyä eikä Palokunnankatu 14 tontin länsiosasta (P4). Välittömästi Palokunnankadun eteläpuolella sijaitsevalta alueelta ei ole tiedossa öljyn esiintymistä maaperässä tai pohjavedessä. Wetterhoffin tontin itäosassa on tehty pilaantuneisuustutkimus, jossa ei öljyä todettu.

Öljysäilöt, joiden alueelta öljy on peräisin, sijaitsevat Raatihuoneenkatu 11 kiinteistöllä, jonka omistaa Hämeenlinnan kaupunki. Pilaantunutta maata on myös tällä kiinteistöllä.

Alue ei sijaitse pohjaveden muodostumisalueella. Pohjavesi virtaa tonteilta etelään kohti Vanajavettä.

Lähin pintavesi Vanajavesi on noin 200 m etäisyydellä kohteesta eteläkaakkoon. Vanajaveden pinnan taso on lähellä perusvesikaivon veden pinnan tasoa.

5.2 Haitta-aine selvitykset

Toteutetut maaperä-, pohjavesi ja sisäilmatutkimukset ja niiden tulokset on esitetty luvuissa 2, 3 ja 4. Liitteen 3 taulukossa on yhteenveto maaperä- ja pohjavesitutkimusten tuloksista.

5.3 Tutkimusten keskeiset tulokset

Maaperässä on noin 36 vuotta sitten tapahtuneen öljyvahingon jäljiltä öljyä hiekkamoreenikerroksessa pohjaveden ylä- ja alapuolisessa vyöhykkeessä. Osa öljystä esiintyy vapaana öljyfaasina, joka ei ole sitoutunut hiekkamoreeniin. Asennetuista kolmesta pohjavesiputkesta kahdessa oli vettä, jonka öljypitoisuus oli kohonnut. Toiseen putkeen valui myös runsaasti puhdasta öljyä. Öljy on levinnyt pohjaveden liikkumissuunnassa ainakin 35 m etäisyydelle, mistä sitä löytyi rakennuksen kellarissa olevasta kaivosta, josta sitä on pumpattu pois.

Pilaantunut maaperä on kairausten perusteella tasalaatuista hiekkamoreenia, jonka vedenjohtavuus on pieni, $6,9 \dots 9,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Tontilla kairaukset ulotettiin 10 m syvyydelle. Maanpinnan taso pilaantuneella piha-alueella on $+86,80 \dots +87,10 \text{ m}$ ja pohjaveden taso $+80,3 \dots +80,96 \text{ m}$. As Oy Jyrkänkulman kellarin lattian taso on rakennuksen länsipäässä $+80,40 \text{ m}$ ja itäpäässä lämpökeskuksessa $+80,20 \text{ m}$.

Kellarikaivossa, johon öljyä on kertynyt, vedenpinta oli tammikuussa 2013 tasolla noin + 79 m ja kaivon pohja tasolla + 78,30 m. Kellarikaivon vedenpinnan taso on lähellä Vanajaveden pinnan tasoa, joka vaihtelee välillä + 78 ... +80 m.

Maaperään sitoutuneen öljyn määräksi arvioitiin alustavasti ainakin luokkaa 10 m³.

Vuonna 2008 tehtyjen sisäilmatutkimusten mukaan kellarin perusvesikaivoon tulevasta öljyisestä vedestä leviää kellari- ja porrastilaan haihtuvia hiilivetyjä, joiden pitoisuus ilmassa ylittää tason 600 µg / m³, joka on huoneilman TVOC pitoisuudelle suositeltu yläraja. Aromaattisten haihtuvien hiilivetyjen (sis. bentseenin) pitoisuustasot olivat hyvin alhaisia. Kevyessä polttoöljyssä ei ole merkittävää määrää kevyitä hiilivetyjä, kuten bensiinissä on.

5.4 Vertailu kynnys- ja ohjearvoihin sekä muihin pitoisuusrajoihin

Maaperän pilaantuneisuuden ja kunnostustarpeen arviointi perustuu Pima- asetuksen (VnA 214/2007) mukaan riskinarviointiin, jossa apuna käytetään maaperästä mitattuja haitta-aine pitoisuuksia. Kunnostustarpeen arviointiin sopii paremmin riskinarviointiperusteinen arviointi kuin pitoisuuksiin painottuva arviointi. Asetuksen mukainen polttoöljyn ylempi ohjearvo (liite 3) ylittyi näytepisteissä P5, P6, S1 ja S2 sormoreenikerroksessa 4-8 m syvyydellä maan pinnasta.

BTEX yhdisteiden pitoisuudet alittivat kynnysarvotason.

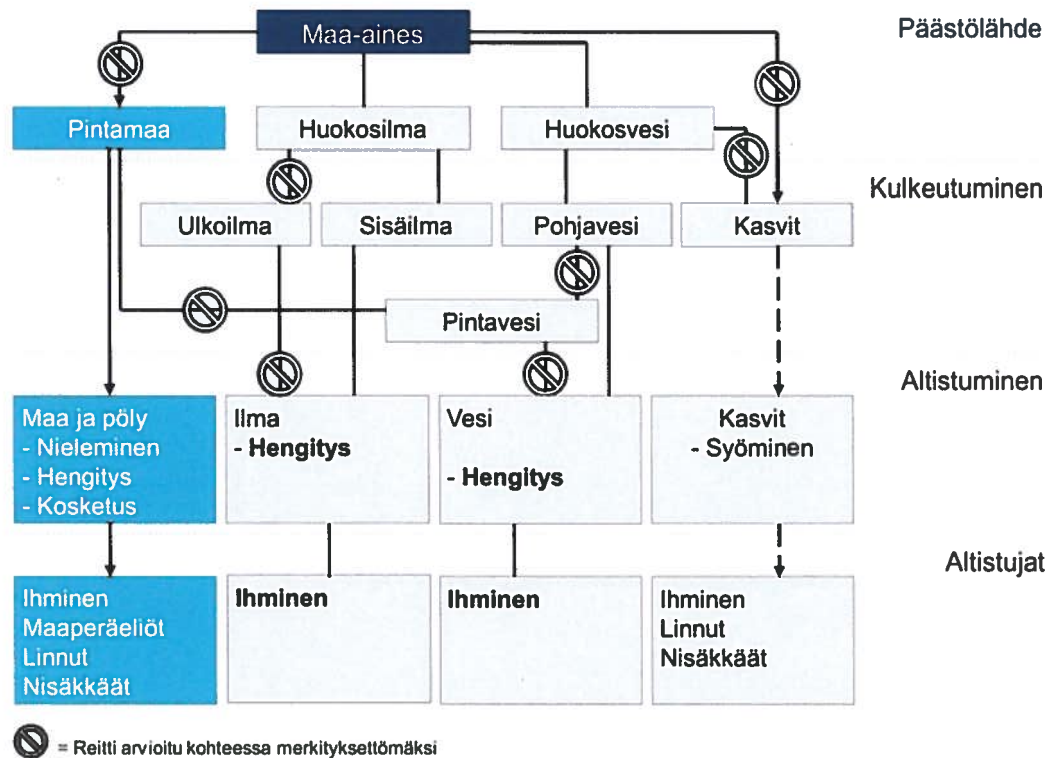
Pohjaveden Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudelle ei ole vesien osalta määritelty ohjearvoja. Tietyille hiilivetykomponenteille on pitoisuusrajoja talousveden laatuvaatimuksissa (STM 461 / 2000), kuten bentseenille 1,0 µg/l. Pintavesien ympäristölaatustandardissa (VnA868/2010) on bentseenille arvo 10 µg/l.

5.5 Kriittisten haitta-aineet

Terveysriskin kannalta merkittävimmät haitta-aineet maaperässä ja pohjavedessä ovat kevyen polttoöljyn sisältämät hiilivedyt, jotka on lueteltu luvun 3.3. taulukossa 2, jossa on hiilivetyfraktioiden tulokset.

5.6 Kulkeutuminen ja altistuminen

Kulkeutumista ja altistumista kuvaava malli kuvaa haitta-aineiden mahdollisia kulkeutumisreittejä päästölähteestä, aineille altistumista sekä altistajat (kuva 2).



Kuva 2. Hiilivetyjen kulkeutuminen ja niille altistuminen

Maaperässä oleva öljy voi levitä huokosveden mukana pohjaveteen ja pohjaveden purkautuessa rakennuksen alapuoliseen kaivoon K. Kaivon vedestä haihtuvat hiilivetyjakeet siirtyvät kellaritilan ilmaan ja voivat hengityksen kautta aiheuttaa altistumista niissä tiloissa, joihin öljy pääsee teknisestä tilasta leviämään.

Maaperässä olevasta öljystä voi haihtua jakeita maaperän huokosilmaan, jota on pohjaveden yläpuolisessa vajovesivyöhykkeessä. Huokosilmassa liikkuvat hiilivedyt voivat haihtua ulkoilmaan tai kulkeutua rakennuksen pohjalaatan läpi, jos lattiabetonissa on halkeamia tai läpivientejä. Kulkeutumista rakennuksen lattian läpi kellarin ilmaan ei ole todettu, ainoastaa kulkeutuminen veden mukana perusvesikaivoon on todettu.

Öljyn kulkeutumista pintavesiin ei ole todettu.

Öljyä ei esiinny piha-alueella pintamaassa 0-4 m syvyydellä ja piha-alue on asfaltoitu, joten öljy ei pääse kulkeutumaan maaperästä huokosilman kautta ulkoilmaan eikä myöskään lähempänä pintaa olevan salaojituksen kautta viemäriin.

5.7

Kulkeutumis- ja altistusriskin arviointi SoiliRisk 2.0 mallin avulla

SOILIRISK laskentaohjelma on kehitetty hiilivedyillä pilaantuneiden huoltoasema ym. alueiden riskinarviointiin. Ohjelmalla voidaan laskea hiilivetyjen kulkeutumista pilaantuneelta alueelta (maaperä, pohjavesi) vaikutuskohteeseen huomioiden useat altistusreitit, sekä valituissa vaikutuskohteissa tapahtuvan terveydellisen altistumisen määrä.

Kiinteistö Oy Jyrkänkulman kohteessa ohjelmalla laskettiin pilaantuneesta pohjavedestä sekä pilaantuneesta pohjamaasta aiheutuva terveydellinen altistuminen rakennuksen kellaritiloissa. Kulkeutumis- ja altistumahdollisuuksia arvioitaessa tämä altistustie

osoittautui kohteessa merkittäväksi. Polttoöljyä esiintyy piha-alueella syvemmissä maakerroksissa sekä sitoutuneena hiekkamoreeniin että vapaana faasina öljyllä kyllästyneessä hiekkamoreenissa. Öljy kulkeutuu pohjaveden virtaussuunnassa kohti etelää-lounasta hiekkamoreenikerroksessa. Öljyistä vettä ei ole havaittu purkautuvan muualle kuin rakennuksen kellarikaivoon, josta sitä on ajoittain poistettu.

Kellaritiloista suoraan tehty sisäilman haihtuvien yhdisteiden mittaustulokset (Ks. Kohta 4) antavat riskinlaskentaa luotettavamman kuvan aineiden todellisista pitoisuuksista ja riskeistä. Riskinlaskenta perustuu maaperän ja pohjaveden pitoisuustietoihin sekä useisiin oletusarvoihin, joihin sisältyy eri vaiheissa epävarmuuksia.

SOILIRISK ohjelmaa varten tehtiin pohjavedestä sekä pilaantuneesta maaperästä hiilivetyjakeiden fraktiointi aromaattisiin, alifaattisiin sekä BTEX hiilivetyihin.

5.7.1 Lähtötiedot ja laskenta

Lähtötiedot on esitetty liitteessä 6 (6.1-6.3). Maaperän ja pohjaveden parametrit perustuvat pääosin maaperätutkimuksen tuloksiin. Rakennustekniset parametrit sekä altistusparametrit on pyritty valitsemaan kohdekohtaisesti tai on käytetty ohjelmaan sisältyviä vakioita. Maaperän pitoisuudet laskettiin pisteen 6 näytteestä 6-7 m syvyydeltä ja pohjaveden hiilivedyt fraktiointiin pisteestä P6, jonka vedessä ei ollut erottuvaa öljyfaasia.

Laskennan tulokset ovat liitteissä 6.4- 6.6. Liitteessä 6.4 on syötetyt lähtötiedot sekä ohjelman laskemat prosenttipitoisuudet suurimmasta haitattomasta pitoisuudesta (pohjaveden sekä maaperän osalta erikseen), joka aiheuttaa suurimman hyväksyttävän terveydellisen altistuksen. Liitteessä 6.6. on yhteenveto jae- ja yhdistekohtaisesti diagrammina esitettynä kunkin jakeen %-osuudesta. Altistusten prosenttiosuuksia ei tässä lasketa yhteen, koska kunkin jakeen vaikutuskohde /vaikutusmekanismi on erilainen eikä siksi ole altistusta arvioitaessa kumuloituva.

Tulosten perustella alifaattinen hiilivetyjake (C_8-C_{10}) sekä aromaattinen jake C_8-C_{16} ovat merkittävimmät terveydellisen altistuksen aiheuttajat. Altistus vastasi noin 50 % sallitusta maksimi altistuksesta.

Taulukossa 6.4 pohjamaan öljyjakeiden pitoisuudet ylittivät kyllästyspitoisuuden sekä maaperän että pohjaveden osalta useimpien jakeiden kohdalla. Ohjelma käyttää näiden hiilivetyjen osalta syötettyjen pitoisuuksien sijasta kyllästyspitoisuutta, jotka on mainittu liitteessä 6.4. Yhdisteiden kulkeutumisen laskeminen edellyttää, että mikään aine ei esiinny maaperässä tai vedessä ylikyllästettynä pitoisuutena, jolloin läsnä on erillinen öljyfaasi.

5.7.2 Epävarmuustekijöistä

Riskinlaskentaan sisältyy useita epävarmuuksia. Kellarikaivossa esiintyy ajoittain pinnalla öljykalvo, josta aiheutuvaa haihtumista laskentaohjelma ei huomii. Oletusarvona on, että vedessä ei esiinny öljyä erillisenä jakeena. Öljykalvon pinnalta haihtuminen on tehokkaampaa kuin veteen liuenneesta öljystä. Kellarin tuuletus vaikuttaa öljyn kulkeutumiseen. Ilmanvaihdon määrää kellarissa sekä alapohjan / perusvesikaivon kautta tulevan korvausilman määrää ei voi luotettavasti arvioida. Rakennuksen alapuolella olevan maaperän pilaantuneisuutta ja kerrospaksuutta ei pystytä mittaamaan. Oletusarvona oli, että pilaantuneisuus on samaa luokkaa kuin

öljysäilön alueella. Rakennuksen alapuolella vedenpinnan taso vaihtelee Vanajaveden pinnan vaihtelun johdosta, pinnan noustessa suurempi osa mahdollisesti öljyllä pilaantuneesta maasta rakennuksen alla on pohjaveden alapuolella ja huokostilan kautta haihtuminen on vähäisempää. Rakennuksen alapuolisen maan laatu vaikuttaa öljyn kulkeutumiseen. Siltimoreenin tai siltin (jota mahdollisesti talon alla on) vedenjohtavuus on pienempi kuin laskelmissa käytetyllä hiekkamoreenin, joten todellinen altistus olisi tällöin huomattavasti tässä laskettua vähäisempää.

Kohteen lähtötietojen epävarmuudet ja vaihtelut haitta-aine pitoisuuksien, pilaantumisen laajuuden ja syvyyden osalta tuovat riskinlaskentaan epävarmuutta.

5.8 Pilaantumisesta aiheutuva haitta ja riski

Sisäilmamittausten perusteella kellaritilaan tulee perusvesikaivon kautta haihtuvia hiilivetyjä, joiden kokonaispitoisuus (TVOC) ylittää tason $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on asuintiloissa suositeltu maksimipitoisuus. Teknisen tilan tuuletus on alentanut pitoisuuksia niin, että A-rapusta mitattu pitoisuus on alittanut tason $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuuletuksen ollessa käynnissä. Haitallisimpien yhdisteiden, kuten bentseenin pitoisuus ilmassa on taustatasoa. Teknisen tilan tuuletuksen avulla haihtuvien hiilivetyjen kokonaispitoisuus porraskäytävän ilmassa on pysynyt sallitulla tasolla, joten öljy ei aiheuta tällä hetkellä terveysriskiä. Jos hiilivetyjen pitoisuus alittaa hajukynnyksen ei öljystä myöskään aiheudu viihtyvyyshaittaa.

6 ÖLJYVAHINGON KUNNOSTAMISEEN SOVELTUVAT MENETELMÄT JA NIIDEN SOVELTAMINEN KOHTEESSA

Öljy esiintyy maaperässä 4-8 m syvyydessä sisäpihan alueella sekä osittain Palokunnankatu 14:ssä sijaitsevan rakennuksen alla sekä ilmeisesti myös Raatihuoneenkatu 11 rakennuksen alapuolisessa maassa öljysäiliöiden ympärillä (tässä kohdassa on maan tasolla oleva kerros avonaisena pysäköintitilana). Maaperän kunnostus kaivamalla öljyiset massat pois ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. Erilaiset in-situ menetelmät, jotka toteutetaan ilman maan kaivua, ovat kohteessa mahdollisia. Puhtaan öljyfaasin poistaminen pohjaveden pinnalta yhtenä kunnostusvaiheena on tärkeää ja nopeuttaa maaperään sitoutuneen öljyn puhdistamista.

Maaperän huono vedenjohtavuus ja rakennuksen asettamat esteet kunnostustoimenpiteille hidastavat käsittelyä.

Tutkimusten perusteella voidaan arvioida, että huomattava osa öljystä on edelleen lähellä öljysäiliöitä sekä muualla piha-alueen maaperässä. Tämän alueen kunnostaminen on yksinkertaisempaa kuin talon alla olevien pilaantuneiden massojen kunnostus.

Kunnostuksen tavoite on poistaa öljy maaperästä ja pohjavedestä niin, että sitä ei enää kulkeudu rakennuksen perusvesikaivoon K.

6.1 In-Situ biologinen öljyn hajotuksen tehostaminen

Polttoöljyn sisältämät hiilivedyt ovat mikrobiologisesti hajoavia. Hajoamista voidaan tehostaa syöttämällä maaperään hajotuksessa tarvittavaa happea esim. hapetetun veden mukana. Maaperän vedenläpäisevyydestä riippuen kunnostusaika vaihtelee. Huono vedenjohtavuus hidastaa hajoamista. Samalla kun maaperään injektoidaan hapekasta vettä, pumpataan toisesta pohjavesiputkesta vettä pois (joka käsitellään tarvittaessa öljynerottimessa). Tällä toimenpiteellä voidaan estää öljyisen alueen laajeneminen.

Kunnostusta voidaan nopeuttaa asentamalla alueelle useita pumppaus- ja imeytyskaivoja. Ravinteiden (N,P) lisäys maaperään saattaa nopeuttaa öljyn hajoamista.

Vedenjohtavuudesta riippuen kunnostuksen voidaan tarvita useampia pohjavesiputkia.

Maaperässä oleva puhdas öljyfaasi pitää poistaa ennen kuin in-situ biologinen hajoaminen on mahdollista.

6.2 Öljyn kemiallinen hapetus

Pilaantuneeseen kerrokseen voidaan injektoida peroksidi (H_2O_2) liuosta, joka hapettaa öljyä kemiallisesti. Hapetus voi hajottaa öljyn täydellisesti. Kemikaalien säilytys, käsittely ja annostus asettavat omat vaatimuksensa kunnostusalueelle, väkevä peroksidi on hyvin reaktiivinen ja voimakas hapetin. Hapettimen saaminen kontaktiin pilaantuneen maan sisältämän öljyn kanssa on huonosti läpäisevässä maassa vaikea toteuttaa eivätkä lisätyt hapettimet liiku öljyn kyllästämässä maaperässä. Kemiallisen hapetuksen käyttöä ei suositella pilaantuneen alueen kunnostukseen.

6.3 Öljyfaasin keräys ja talteenotto

Öljyä voidaan ottaa talteen pohjaveden päällisestä kerroksesta, jossa sitä on kyllästyneessä muodossa omana faasinaan. Öljyn tehokas keräys edellyttää useiden pumppauskaivojen rakentamista, koska maan vedenjohtavuus on huono. Kellarikaivosta K on öljyä kerätty nyt noin 36 vuoden ajan ja öljyn kulkeutuminen kaivoon tulee jatkumaan, kunnes toteutettavat kunnostustyöt avopihalla estävät öljyn kulkeutumisen.

Kunnostusmenetelmäksi suositellaan vapaan öljyn poistamista maasta/pohjavedestä ja pumpattavan veden käsittelyä öljynerottimessa. Öljyn poistamisen jälkeen on mahdollista käsitellä maaperää tehostamalla öljyn biologista hajoamista in-situ, mikäli se todetaan tarpeelliseksi. Luvussa 7 on selostettu tarkemmin suositeltavaa kunnostusmenetelmää.

7

ÖLJYLLÄ PILAANTUNEEN ALUEEN KUNNOSTUS

Kunnostuksen periaate on kerätä maassa oleva öljy alueelle rakennettaviin kaivoihin, jotka sijoitetaan sisäpihan eteläosaan sekä öljysäiliöiden tuntumaan (liite 2). Alustavasti kaivoja olisi sisäpihan eteläosassa 5 kpl noin 5 m välein sekä vähintään yksi kaivo öljysäiliöiden lähellä.

Kaivot voivat olla halkaisijaltaan 150 mm teräsputkikaivoja, joihin tehdään siiviläosat öljyn ja veden esiintymissyvyydelle. Kaivoihin tulee pumpput ja niistä putket öljynerottimelle, joka sijoitetaan esim. piha-alueen takaosaan maan pinnalle kontin sisään tai öljynerotin kaivetaan maahan. Kaivot ja putkiyhteydet sijoitetaan maan alle, joten ne eivät estä pihan normaalia käyttöä.

Kaivoihin asennetaan pintakytkimillä varustetut pumpput, jotka pitävät veden pinnan alempana kuin K-kaivon veden pinta. Tällaisessa suojapumppaustilanteessa estetään öljyn kulkeutuminen sisäpihan alueelta (P5) kohti K-kaivoa sekä muutetaan veden virtaussuuntaa talon alla kohti keräyskaivoja.

Kaivot sijaitsevat suhteellisen lähellä toisiaan, koska maan vedenjohtavuus on alhainen. Näin saadaan vaikutus kohdistettua öljyllä pilaantuneeseen vyöhykkeeseen koko sen esiintymisen ja leviämisen leveydeltä. Kaivojen avulla lasketaan pohjaveden pintaa alle

K-kaivon pinnan tason, jolloin virtausgradientin kasvaessa veden/öljyn liikkuminen nopeutuu ja samalla vapaan öljyfaasin talteenotto tehostuu.

Asennettuja laitteistoja on mahdollista käyttää kunnostuksen myöhäisemmässä vaiheessa biologisen hajotuksen tehostamiseen ja myös esim. öljyn tehostettuun pesuun maaperästä.

Kunnostuslaitteistojen tarkempi mitoitus ja yksityiskohtainen toteutussuunnitelma tulee tehdä kunnostusurakoitsijan toimesta.

Pöyry Finland Oy

Ympäristökonsultointi



Risto Valo

Johtava asiantuntija



Esa Salminen

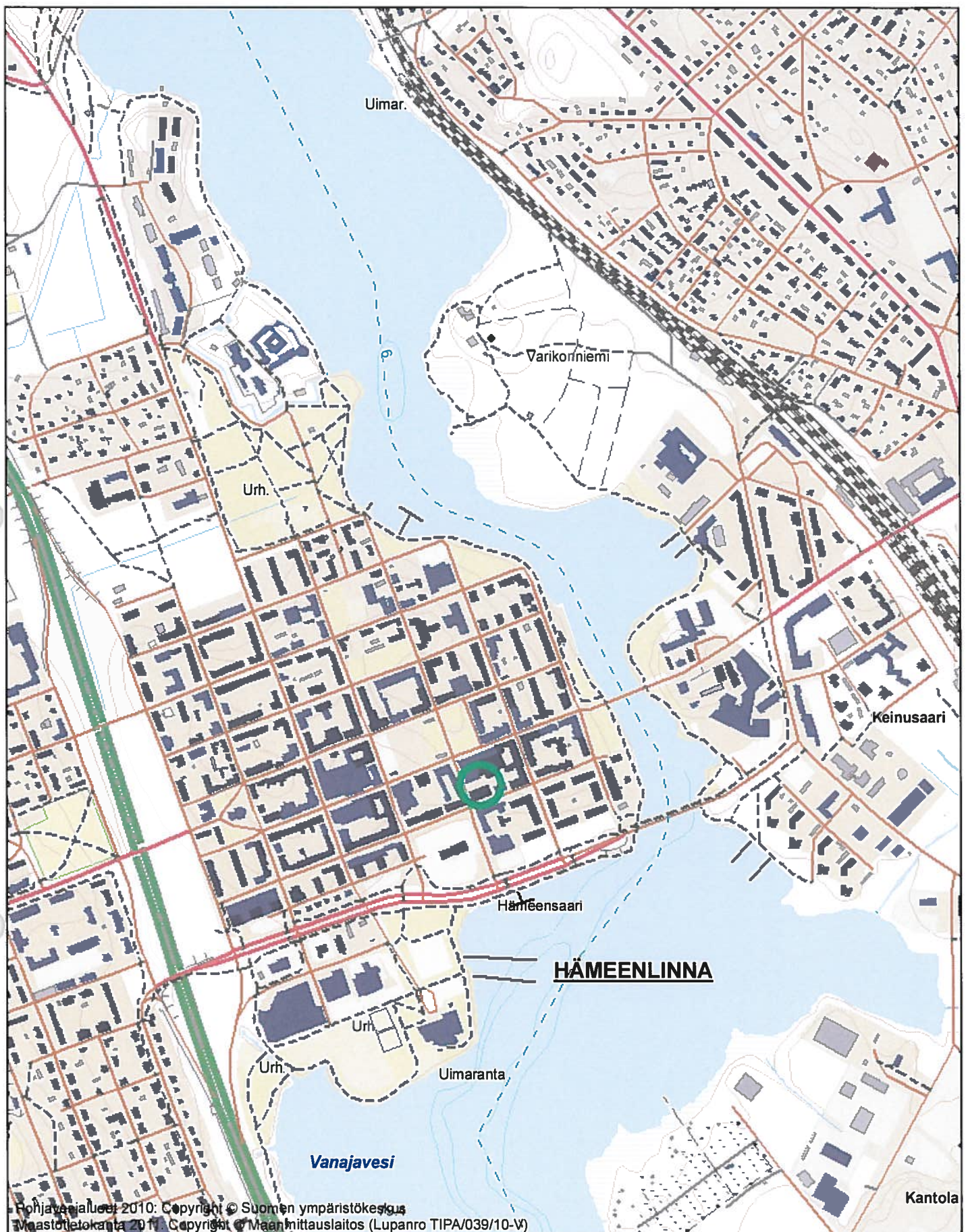
Operatiivinen johtaja

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 1

ALUEEN SIJAINTIKARTTA



Hämeenlinnan kaupunki

Kaupungintalo

Palokunnankatu 14 ja Raatihuoneenkatu 11
välisen alueen öljyvahingon jatkotutkimukset

Sijaintikartta, 1: 10 000 (A4)

20.2.2013 TKAT



HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 2

KARTTA TUTKIMUSPISTEISTÄ



Hämeenlinnan kaupunki

Kaupungintalo

Palokunnankatu 14 ja Raatihuoneenkatu 11
välisen alueen öljyvahingon jatkotutkimukset

6.5.2013 / päivitetty 6.2.2014

Tutkimuspisteet

- alle kynnyssarvon
- yli kynnyssarvon
- yli alemman ohjearvon
- yli ylemmän ohjearvon
- ⊕ pumppauskaivojen alustava sijainti



öljyn todennäköinen päälevinneisyysalue tontilla



öljyn mahdollinen esiintymisalue tontilla



HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 3

ANALYYSITULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Projektnumero:
nvm 12 2 2013

viin: 12.2.2015

								Kenttämitaukset				Öljyhilvetyjakeet ja oksygenaati					Vesinäyte							
Syvyys				Kerospaksuus	Maalaji	Lisätietoja	Koordinaatti	Vuotearvot	hiilivedyt	PID	org. Hiili	pH	C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₁ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₁ -C ₄₀	Liukoiset	metallit	pH	Sähkön-	COD		
					arvio	havainnot		luontainen pit.	Petro			Keskit.	Raskaat	sum.	Keskit.	Raskaat	Rauta	Mangaani		johtavuus	(Mn)			
							Koordinaattijärjestelmä:	kynnysarvo	-	-			300	800	300									
							Korkeusjärjestelmä:	alempi ohjearvo	-	-			1 000	2 000	-									
								ylempi ohjearvo	-	-			-	-	10 000									
								ongelmajäte raja-arvo	(mg/kg)	(mg/kg)	(paine%)		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)		
TUTKIMUKSET Pöyry Finland Oy v. 2013																								
P4	0,0 -	0,1	0,1	Asf																				
	0,1 -	0,2	0,1	Betoni																				
	0,2 -	0,7	0,5	Hk						200			<20	<20										
	0,7 -	0,9	0,2	Betoni/kivi	ei näytettä																			
	0,9 -	2,0	1,1	KiHk						<20														
	2,0 -	3,0	1,0	HkMr						<20														
	3,0 -	4,0	1,0	HkMr						<20	0,4	7,1	<20	<20										
	4,0 -	5,0	1,0	HkMr						<20														
	5,0 -	6,0	1,0	HkMr						<20														
	6,0 -	7,0	1,0	HkMr						<20														
	7,0 -	8,0	1,0	HkMr						<20														
	8,0 -	9,0	1,0	HkMr						<20														
	9,0 -	10,0	1,0	HkMr						<20			<20	<20										
	10,0 -	e.k.s.																						
P4 Vesinäyte																		<0,03	<0,03	142	571	6,7	121	16
P5	0,0 -	0,1	0,1	Asf																				
	0,1 -	0,2	0,1	Betoni																				
	0,2 -	1,0	0,8	KiHk						<20														
	1,0 -	2,0	1,0	HkMr						<20														
	2,0 -	3,0	1,0	HkMr						<20			28	110	138									
	3,0 -	4,0	1,0	HkMr						<20			<20	<20										
	4,0 -	5,0	1,0	HkMr						<20	0,3	7,5												
	5,0 -	6,0	1,0	HkMr						<20														
	6,0 -	7,0	1,0	HkMr	öljyn haju					<20			11000	1100	12100									
	7,0 -	8,0	1,0	HkMr						<20														
	8,0 -	9,0	1,0	HkMr	öljyn haju					<20			77	<20										
	9,0 -	10,0	1,0	HkMr						<20			21	<20										
	10,0 -	e.k.s.																						
P5 Vesinäyte																		28	2,8	344	360	7,1	34,8	46
P6	0,0 -	0,1	0,1	Asf																				
	0,1 -	1,0	0,9	KiHk						<20														
	1,0 -	2,0	1,0	HkMr						40														
	2,0 -	3,0	1,0	HkMr						50			84	52	136									
	3,0 -	4,0	1,0	HkMr	öljyn haju					200			450	150										
	4,0 -	5,0	1,0	HkMr	öljyn haju					85	0,4	7,7	3100	380										
	5,0 -	6,0	1,0	HkMr	öljyn haju					108			9600	1500	10700									
	6,0 -	7,0	1,0	HkMr	öljyn haju					200			6100	700										
	7,0 -	8,0	1,0	HkMr	öljyn haju					210			2700	280										
	8,0 -	9,0	1,0	HkMr	öljyn haju					130	0,4	7,6	330	43										
	9,0 -	10,0	1,0	HkMr						45			<20	<20										
	10,0 -	e.k.s.																						
P6 Vesinäyte																		140	15	6009	935	6,8	37,3	72
P7	0,0 -	1,0	1,0	KiHk						<20														
	1,0 -	2,0	1,0	KiHk						<20														
	2,0 -	3,0	1,0	KiHk						<20			<20	<20										
	3,0 -	4,0	1,0	HkMr						<20			<20	<20										
	4,0 -	5,0	1,0	HkMr						<20			<20	<20										
	5,0 -	6,0	1,0	HkMr						<20														
	6,0 -	7,0	1,0	HkMr						<20														
	7,0 -	8,0	1,0	HkMr						<20			<20	<20										
	8,0 -	9,0	1,0	HkMr						<20														
	9,0 -	10,0	1,0	HkMr						<20														
	10,0 -	e.k.s.																						
K-kaivo, vesinäyte																								
P8	0,0 -	0,2	0,2	Betoni														120	26					
	0,24 -	0,50	0,3	KiHk						<20			<20	<20										
	0,50 -	0,70	0,2	KiHk						<20			<20	<20										
	0,7 -	e.p.s.																						
TUTKIMUKSET Golder Associates Oy v. 2008																								
S1	0,0 -	0,5	0,5	täHk																				
	1,2 -	1,5	0,3	täHk																				
	2,2 -	2,5	0,3	täHk																				
	3,0 -	3,5	0,5	täHk																				
	4,0 -	4,5	0,5	SiMr						1744														
	5,0 -	5,5	0,5	SiMr						>10000			5200	630										
	6,0 -	6,5	0,5	SiMr						>10000														
S2	0,0 -	0,5	0,5	täHk																				
	1,0 -	1,5	0,5	täHk																				
	2,0 -	2,5	0,5	täHk																				
	3,0 -	3,5	0,5	täHk						242														
	4,0 -	4,5	0,5	SiMr						3580														
S3	0,0 -	0,5	0,5	Org																				
	1,0 -	1,5	0,5	täSr																				
	2,0 -	2,5	0,5	täSr																				
	3,0 -	3,5	0,5	Mr						50														

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 4

VALOKUVIA TUTKIMUSALUEELTA



Kaivo K kellarissa



Kaivo K, pumppu ja poistoputki



Kairauspiste P7



Kairauspiste P6



Kairauspiste P5



Kairauspiste P4



Öljysäiliöiden sijaintipaikka rakennuksen alla kahden auton kohdalla.



Näkymä etelään pisteen P4 alueelta



Lämpökeskushuone kellarissa, jossa sijaitsi piste P8

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 5

LABORATORION ANALYYSITODISTUKSET

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Tiia Katajamäki
Osoite PL 50
01621 VANTAA

NAYTE

SGS Refno KE13-00223 R0
Raportointi pvm 07.02.2013
Saapumis pvm 30.01.2013
Aloituspvm 30.01.2013
Valmistumis pvm 07.02.2013

Projekti - -
Asiakkaan viite 16X130262.BA721.KON, Hämeenlinnan kaup.
Näytteiden lkm 24

KOMMENTIT

10) Alihankinta Lemminkäinen Infra Oy:n keskuslaboratoriossa. Liitteenä analyysitodistukset 13K149KL ja 13K150KL.

ALLEKIRJOITUKSET



Anna-Mari Suorti
Koordinaattori

ALAVIITTEET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määritysraja
- Ei analysoitu

Yritys on antanut tämän raportin SGS Palvelujen Yleisten Toimitusehtojensa (SGS General Conditions of Services) mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yritys on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu: (a) tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä ja (b) näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00223.001
P4 0,7-0,9KE13-00223.002
P4 3-4KE13-00223.003
P4 9-10KE13-00223.004
P5 2-3KE13-00223.005
P5 3-4

Analyysi

Yksikkö

DL

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: SFS-ISO 11465

Kuiva-ainepitoisuus *	paino-%	0.1	98.1	91.2	91.2	86.4	96.9
-----------------------	---------	-----	------	------	------	------	------

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA	20	<20	<20	<20	28	<20
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA	20	<20	<20	<20	110	<20

pH (H₂O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390

pH (H ₂ O) *	pH-yksikkö	0.2	-	7.1	-	-	-
-------------------------	------------	-----	---	-----	---	---	---

Hehkutushäviö maanäytteestä Menetelmä: SFS 3008

Hehkutushäviö *	paino-% KA	0.1	-	0.7	-	-	-
-----------------	------------	-----	---	-----	---	---	---

Hiilivetyfraktiointi maanäytteestä Menetelmä: SGSF150

BTEX-yhdisteet *							
Bentseeni *	mg/kg KA	0.02	-	-	-	-	-
Tolueeni *	mg/kg KA	0.02	-	-	-	-	-
Etyylibentseeni *	mg/kg KA	0.02	-	-	-	-	-
m+p-Xyleeni *	mg/kg KA	0.04	-	-	-	-	-
o-Xyleeni *	mg/kg KA	0.02	-	-	-	-	-
MTBE *	mg/kg KA	0.05	-	-	-	-	-
TAME *	mg/kg KA	0.05	-	-	-	-	-
ETBE *	mg/kg KA	0.05	-	-	-	-	-
IAEE *	mg/kg KA	0.05	-	-	-	-	-
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *							
C5-C6 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C6-C8 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C16-C35 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *							
< C8 *	mg/kg KA	0.12	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C16-C21 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-
>C21-C35 *	mg/kg KA	2	-	-	-	-	-

Rakeisuus, pesuseulonta 10) Menetelmä: SFS-EN 933-1

Pesuseulonta < 31 mm, rakeisuuskäyrä *	Läpäisy-%	-	-	-	-	-	-
--	-----------	---	---	---	---	---	---

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00223.006
P5 4-5KE13-00223.007
P5-6KE13-00223.008
P5 6-7KE13-00223.009
P5 8-9KE13-00223.010
P5 9-10

Analyysi

Yksikkö

DL

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: SFS-ISO 11465

Kuiva-ainepitoisuus *	paino-%	0.1	-	-	57.5	90.0	88.1
-----------------------	---------	-----	---	---	------	------	------

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA.	20	-	-	11000	77	21
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA.	20	-	-	1100	<20	<20

(H₂O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390

pH (H ₂ O) *	pH-yksikkö	0.2	7.5	-	-	-	-
-------------------------	------------	-----	-----	---	---	---	---

Hehkutushäviö maanäytteestä Menetelmä: SFS 3008

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	0.5	-	-	-	-
-----------------	-------------	-----	-----	---	---	---	---

Hiilivetyfraktiointi maanäytteestä Menetelmä: SGSF150

BTEX-yhdisteet *							
Bentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
Tolueni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
Etyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
m+p-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.04	-	-	-	-	-
o-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
MTBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
TAME *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
BTBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
MAEE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *							
C5-C6 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C6-C8 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C16-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *							
< C8 *	mg/kg KA.	0.12	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C16-C21 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C21-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-

Rakeisuus, pesuseulonta 10) Menetelmä: SFS-EN 933-1

Pesuseulonta < 31 mm, rakeisuuskäyrä *	Läpäisy-%	-	-	Ks. liite	-	-	-
--	-----------	---	---	-----------	---	---	---

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00223.011
P6 2-3KE13-00223.012
P6 3-4KE13-00223.013
P6 4-5KE13-00223.014
P6 5-6KE13-00223.015
P6 6-7

Analyysi

Yksikkö

DL

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: SFS-ISO 11465

Kuiva-ainepitoisuus *	paino-%	0.1	95.4	92.4	92.1	91.7	92.1
-----------------------	---------	-----	------	------	------	------	------

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA.	20	84	460	3100	9600	6100
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA.	20	52	150	380	1100	750

(H₂O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390

pH (H ₂ O) *	pH-yksikkö	0.2	-	-	7.7	-	-
-------------------------	------------	-----	---	---	-----	---	---

Hehkutushäviö maanäytteestä Menetelmä: SFS 3008

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	-	-	0.7	-	-
-----------------	-------------	-----	---	---	-----	---	---

Hiilivetyfraktiointi maanäytteestä Menetelmä: SGSF150

BTEX-yhdisteet *							
Bentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	<0.02
Tolueneeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	<0.02
Etyyliibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	0.17
m+p-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.04	-	-	-	-	0.56
o-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	0.24
MTBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	<0.05
TAME *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	<0.05
ETBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	<0.05
PAEE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	<0.05
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *							
C5-C6 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	<2.0
>C6-C8 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	36
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	690
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	940
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	2100
>C16-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	1900
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *							
< C8 *	mg/kg KA.	0.12	-	-	-	-	0.98
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	150
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	150
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	390
>C16-C21 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	580
>C21-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	150

Rakeisuus, pesuseulonta 10) Menetelmä: SFS-EN 933-1

Pesuseulonta < 31 mm, rakeisuuskäyrä *	Läpäisy-%	-	-	-	-	Ks. liite	-
--	-----------	---	---	---	---	-----------	---

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00223.016
P6 7-8KE13-00223.017
P6 8-9KE13-00223.018
P6 9-10KE13-00223.019
P7 2-3KE13-00223.020
P7 3-4

Analyysi

Yksikkö

DL

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: SFS-ISO 11465

Kuiva-ainepitoisuus *	paino-%	0.1	88.6	89.8	92.9	95.8	92.6
-----------------------	---------	-----	------	------	------	------	------

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA.	20	2700	390	<20	<20	<20
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA.	20	280	43	<20	<20	<20

(H₂O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390

pH (H ₂ O) *	pH-yksikkö	0.2	7.6	-	-	-	-
-------------------------	------------	-----	-----	---	---	---	---

Hehkutushäviö maanäytteestä Menetelmä: SFS 3008

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	0.5	-	-	-	-
-----------------	-------------	-----	-----	---	---	---	---

Hiilivetyfraktiointi maanäytteestä Menetelmä: SGSF150

BTEX-yhdisteet *							
Bentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
Tolueeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
Etyylibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
m+p-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.04	-	-	-	-	-
o-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-	-
MTBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
TAME *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
ETBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
EAEE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-	-
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *							
C5-C6 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C6-C8 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C16-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *							
< C8 *	mg/kg KA.	0.12	-	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C16-C21 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-
>C21-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-	-

Rakeisuus, pesuseulonta 10) Menetelmä: SFS-EN 933-1

Pesuseulonta < 31 mm, rakeisuuskäyrä *	Läpäisy-%	-	-	-	-	-	-
--	-----------	---	---	---	---	---	---

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00223.021
P7 4-5KE13-00223.022
P7 7-8KE13-00223.023
P8 0,24-0,5KE13-00223.024
P8 0,5-0,7

Analyysi

Yksikkö

DL

Kuiva-ainepitoisuus Menetelmä: SFS-ISO 11465

Kuiva-ainepitoisuus *	paino-%	0.1	92.0	92.3	88.7	85.8
-----------------------	---------	-----	------	------	------	------

Öljyhiilivedyt C10-C40 maanäytteestä Menetelmä: ISO 16703

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/kg KA.	20	<20	<20	<20	<20
Öljyhiilivedyt >C22-C40	mg/kg KA.	20	<20	<20	<20	<20

(H₂O) maanäytteestä Menetelmä: SFS-ISO 10390

pH (H ₂ O) *	pH-yksikkö	0.2	-	-	-	-
-------------------------	------------	-----	---	---	---	---

Hehkutushäviö maanäytteestä Menetelmä: SFS 3008

Hehkutushäviö *	paino-% KA.	0.1	-	-	-	-
-----------------	-------------	-----	---	---	---	---

Hiilivetyfraktiointi maanäytteestä Menetelmä: SGSF150

BTEX-yhdisteet *						
Bentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-
Tolueeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-
Etyyliibentseeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-
m+p-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.04	-	-	-	-
o-Xyleeni *	mg/kg KA.	0.02	-	-	-	-
MTBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-
TAME *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-
ETBE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-
EAEE *	mg/kg KA.	0.05	-	-	-	-
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *						
C5-C6 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C6-C8 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C16-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *						
< C8 *	mg/kg KA.	0.12	-	-	-	-
>C8-C10 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C10-C12 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C12-C16 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C16-C21 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-
>C21-C35 *	mg/kg KA.	2	-	-	-	-

Rakeisuus, pesuseulonta 10) Menetelmä: SFS-EN 933-1

Pesuseulonta < 31 mm, rakeisuuskäyrä *	Läpäisy-%	-	-	-	-	-
--	-----------	---	---	---	---	---

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Risto Valo
Osoite Jaakonkatu 3
01620 Vantaa

NÄYTE

SGS Refno KE13-00242 R0
Raportointi pvm 07.02.2013
Saapumis pvm 31.01.2013
Aloituspvm 31.01.2013
Valmistumis pvm 07.02.2013

Projekti - -
Asiakkaan viite 16X130262 / HML Kaupungintalo
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

Näytteistä P5 ja K-kaivo poistettu pinnalla oleva öljy ja mineraaliöljypitoisuus määritetty sen alla olevasta vesifaasista.

ALLEKIRJOITUKSET



Anna-Mari Suortti
Koordinaattori

ALAVIITTEET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määrittäjä
- Ei analysoitu

Yritys on antanut tämän raportin SGS Palvelujen Yleisten Toimitusehtojensa (SGS General Conditions of Services) mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yritys on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu: (a) tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä ja (b) näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero
Näytteen nimiKE13-00242.001
P4KE13-00242.002
P5KE13-00242.003
P6KE13-00242.004
K-kalvo

Analyysi

Yksikkö

DL

Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/l	0.03	<0.03	28	140	120
Öljyhiilivedyt >C21-C40	mg/l	0.03	<0.03	2.8	15	26

pH vedestä Menetelmä: SFS 3021

pH	pH-yksikkö	0.2	6.7	7.1	6.8	-
----	------------	-----	-----	-----	-----	---

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	121	34.8	37.3	-
-----------------	------	-----	-----	------	------	---

Kemiallinen hapenkulutus COD(Mn) luonnonvedestä Menetelmä: SFS3036

COD(Mn), luonnonvesi	mg/l	1	16	46	72	-
----------------------	------	---	----	----	----	---

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rauta *	µg/l	20	142	344	6009	-
Mangaani *	µg/l	10	571	360	935	-

Hiilivetyfraktiointi vedestä Menetelmä: SGSF175

BTEX-yhdisteet *						
Bentseeni *	µg/l	2	-	-	14	-
Tolueni *	µg/l	2	-	-	3	-
Etyylibentseeni *	µg/l	2	-	-	<2	-
m+p-Xyleeni *	µg/l	4	-	-	150	-
o-Xyleeni *	µg/l	2	-	-	44	-
MTBE *	µg/l	4	-	-	<4	-
TAME *	µg/l	4	-	-	<4	-
ETBE *	µg/l	4	-	-	<4	-
TAEE *	µg/l	4	-	-	<4	-
Alifaattiset hiilivetyfraktiot *						
C5-C6 *	mg/l	0.01	-	-	0.02	-
>C6-C8 *	mg/l	0.01	-	-	0.14	-
>C8-C10 *	mg/l	0.01	-	-	2.1	-
>C10-C12 *	mg/l	0.03	-	-	16	-
>C12-C16 *	mg/l	0.03	-	-	42	-
>C16-C35 *	mg/l	0.03	-	-	36	-
Aromaattiset hiilivetyfraktiot *						
< C8 *	mg/l	0.01	-	-	0.21	-
>C8-C10 *	mg/l	0.01	-	-	1.8	-
>C10-C12 *	mg/l	0.03	-	-	3.1	-
>C12-C16 *	mg/l	0.03	-	-	9.0	-
>C16-C21 *	mg/l	0.03	-	-	14	-
>C21-C35 *	mg/l	0.03	-	-	2.6	-

Keskuslaboratorio

Tutkimuksen tilaaja: 9000 Ulkopuoliset asiakkaat

Työn tilaaja:

Näytelaji:

Maanäyte

Työkohde: P5-6

Ottopvm:

30.01.2013 14:00

Näytteen ottaja: SGS

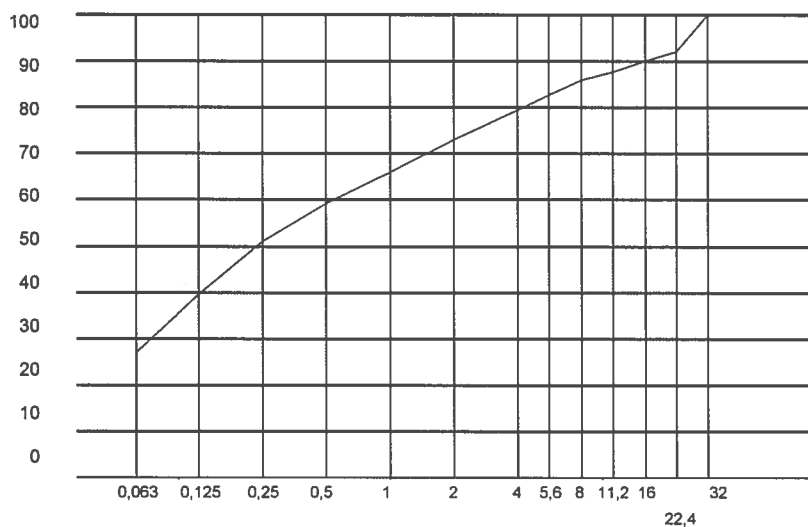
Tilaajan antama nro: KE13-00223.007

Projekti/Tuotantolaitos: SGS:n maanäytteet

Projektinro: 13M15KL

Näytenro: 13KI49KL

Rakeisuus, pesuseulonta, <31 mm	Mitattu 1	Yksikkö %	Ohjearvo	Standardi SFS-EN 933-1
---------------------------------	--------------	--------------	----------	---------------------------



mm	Alaraja	Yläraja	Läpäisy
31.5			100
22.4			92
16			90
11.2			88
8			86
5.6			83
4			79
2			73
1			66
0.5			59
0.25			51
0.125			40
0.063			27,1

Lisätietoja

Raportin jakelu tilaajan lisäksi

marika.luhtanen@sgs.com, anna-mari.suortti@sgs.com, virva-tuuli.kinnunen@sgs.com, envi_kotka@sgs.com

Tehnyt: Pauli Vuori

Tarkastanut: Raili Lappalainen

05.02.2013

Keskuslaboratorio

Tutkimuksen tilaaja: 9000 Ulkopuoliset asiakkaat

Työn tilaaja:

Työkohde: P6 5-6

Näytelaji:

Maanäyte

Ottopvm:

30.01.2013 14:00

Näytteen ottaja: SGS

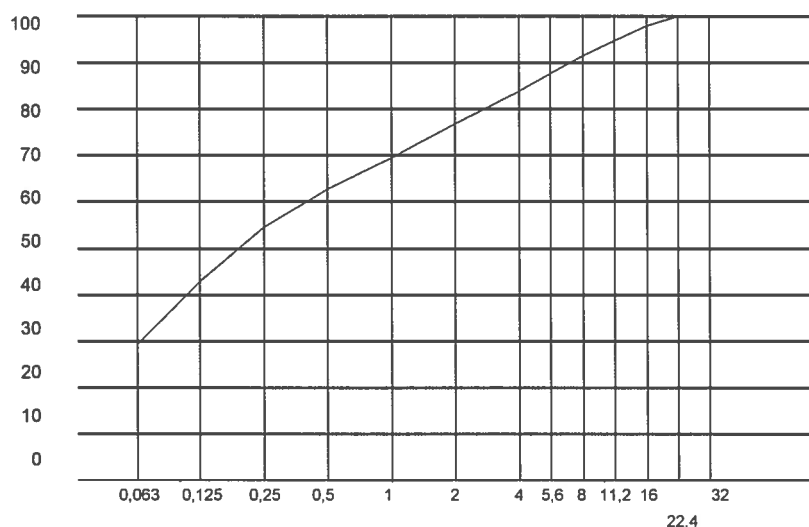
Tilaajan antama nro: KE13-00223.014

Projekti/Tuotantolaitos: SGS:n maanäytteet

Projektinro: 13M15KL

Näytenro: 13KI50KL

Rakeisuus, pesuseulonta, <31 mm	Mitattu 1	Yksikkö %	Ohjearvo	Standardi SFS-EN 933-1
---------------------------------	--------------	--------------	----------	---------------------------



mm	Alaraja	Yläraja	Läpäisy
31.5			100
22.4			100
16			98
11.2			95
8			91
5.6			88
4			84
2			77
1			70
0.5			63
0.25			55
0.125			43
0.063			29,3

Lisätietoja

Raportin jakelu tilaajan lisäksi

marika.luhtanen@sgs.com, anna-mari.suortti@sgs.com, virva-tuuli.kinnunen@sgs.com, envi_kotka@sgs.com

Tehnyt: Pauli Vuori

Tarkastanut: Raili Lappalainen

05.02.2013

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 6

SOILIRISK LASKENNAN YHTEENVETO, LÄHTÖÄRVOT, LASKENTAKAAVAT JA -PARAMETRIT

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	25	sama kuin aikuinen asukas
Orgaanisen hiilen määrä kyllästymättömässä maakerroksessa	g oc/g maata		0,01	
Maan kokonaishuokoisuus vedellä kyllästymättömässä kerroksessa	cm ³ /cm ³		0,35	
Maan tilavuuspaino kuivana	g/cm ³		1,72	
Vesipitoisuus vajovesivyöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0,2	
Ilmapitoisuus vajovesivyöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0,15	
Vedenjohtavuus vajovesivyöhykkeessä (kyllästynenä)	cm/s		1,50E-04	
Vedenjohtavuus pohjavesikerroksessa	cm/s		3,00E-04	
Pohjaveden pinnan gradientti			0,05	
Tehollinen huokoisuus pohjavesikerroksessa	cm ³ /cm ³		0,2	
Pohjaveden virtausnopeus	cm/d		6,5	
Sekoittumiskerroksen paksuus pohjavedessä	cm		200	
Vajovesivyöhykkeen paksuus	cm		550	
Kapillaarivyöhykkeen paksuus	cm		50	
Ilmapitoisuus kapillaarivyöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0,050	
Vesipitoisuus kapillaarivyöhykkeessä	cm ³ /cm ³		0,3	

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		400	
Pilaantuneen pohjamaan paksuus	cm		300	
Etäisyys maan pinnasta pohjaveden pintaan	cm		600	
Etäisyys lähimpään pohjaveden käyttö-/tarkkailukohteeseen	m		30	
Pilaantuneen alueen pituus pohjaveden virtaussuuntaan	m		30	
Pilaantuneen alueen leveys kohtisuoraan pohjaveden virtausta	m		12	
Ilmaan leviävien maahiukkasten määrä	g/cm ² -s		1,00E-13	1,00E-13
Tuulen keskinopeus ulkoilman sekoittumisvyöhykkeessä	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			0,3	0,3
Pilaantuneen pohjaveden pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta			0,3	0,3
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 haihtumiselle	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	1	9
Altistumisaika ulkoilmalle	h/d	3	0	9
Niellyn pohjaveden määrä	l/d	1	0	1
Ihoon tarttuvan maan määrä	mg/cm ²	0,5	0	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

SOILIRISK Versio 2.0

Öljyalan Palvelukeskus Oy

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

Tiivistettyjä ohjeita ja selityksiä on esitetty yksittäisissä soluissa. Tarkempia ohjeita ja mallia koskevia tietoja löytyy riskinarviointiohjeesta.

Kohde:	Hämeenlinna As Oy Jyrkäkulma, Palokunnank. 14
Päivämäärä:	18.2.2013
Tekijä:	Risto Valo

Todetut pitoisuudet	Pintamaa mg/kg	Pohjamaa mg/kg	Pohjavesi mg/l	HUOM !
Alifaattiset öljyhiilivedyt				
AL EC >5-6		2	0,02	
AL EC >6-8		36	0,14	
Yhteensä	0	38	0,16	
AL EC >8-10		690	2,1	!
AL EC >10-12		940	16	!
AL EC >12-16		2100	42	!
AL EC >16-35		1900	36	!
Yhteensä	0	5630	96,1	

Aromaattiset öljyhiilivedyt				
AR EC >8-10		150	1,8	
AR EC >10-12		150	3,1	
AR EC >12-16		390	9	!
Yhteensä	0	690	13,9	
AR EC >16-21		580	14	!
AR EC >21-35		150	2,6	!
Yhteensä	0	730	16,6	

BTEX-aineet				
Bentseeni		0,02	0,014	
Tolueni		0,02	0,003	
Etyylibentseeni		0,17	0,002	
Ksyleenit		0,8	194	

Maankäyttö	Asuinalue		Työpaikka-alue	
	1		0	

Mahdolliset kulkeutumis- ja altistumisreitit					
Pintamaa	Sisäilma		Pohjamaa/ pohjaveden käyttö, ei haj.		Pohjavesi/ veden käyttö, ei haj.
	Pohjamaa	Pohjavesi	Pohjamaa/ pohjaveden käyttö, ei haj.	Pohjamaa/ pohjaveden käyttö, ei haj.	Pohjavesi/ veden käyttö, ei haj.
0	1	1	0	0	0

Todettu pitoisuus % lasketusta haitattomasta pitoisuudesta					
1			#NAME?		#NAME?
4			#NAME?		#NAME?
5	0	0	#NAME?	0	#NAME?
49	8		#NAME?		#NAME?
4	1		#NAME?		#NAME?
			#NAME?		#NAME?
			#NAME?		#NAME?
53	9	0	#NAME?	0	#NAME?

25	1		#NAME?		#NAME?
5			#NAME?		#NAME?
7	2		#NAME?		#NAME?
37	3	0	#NAME?	0	#NAME?
			#NAME?		#NAME?
			#NAME?		#NAME?
0	0	0	#NAME?	0	#NAME?

			#NAME?		#NAME?
			#NAME?		#NAME?
			#NAME?		#NAME?
	14		#NAME?		#NAME?

Kyllästymis- pitoisuudet	Maa mg/kg	Pohjavesi mg/l
	3,92E+02	3,60E+01
	2,40E+02	5,40E+00
	1,41E+02	4,30E-01
	8,54E+01	3,40E-02
	3,80E+01	7,60E-04
	1,58E+01	2,50E-06

	1,05E+03	6,50E+01
	5,78E+02	2,50E+01
	2,91E+02	5,80E+00
	1,04E+02	6,50E-01
	8,58E+00	6,60E-03

	1,58E+03	1,80E+03
	1,04E+03	5,30E+02
	6,38E+02	1,69E+02
	8,99E+02	1,98E+02

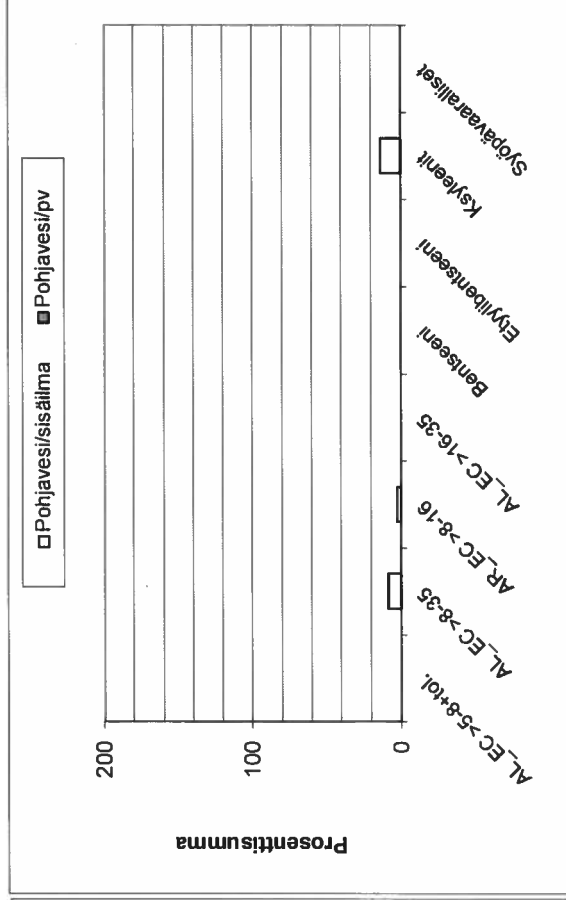
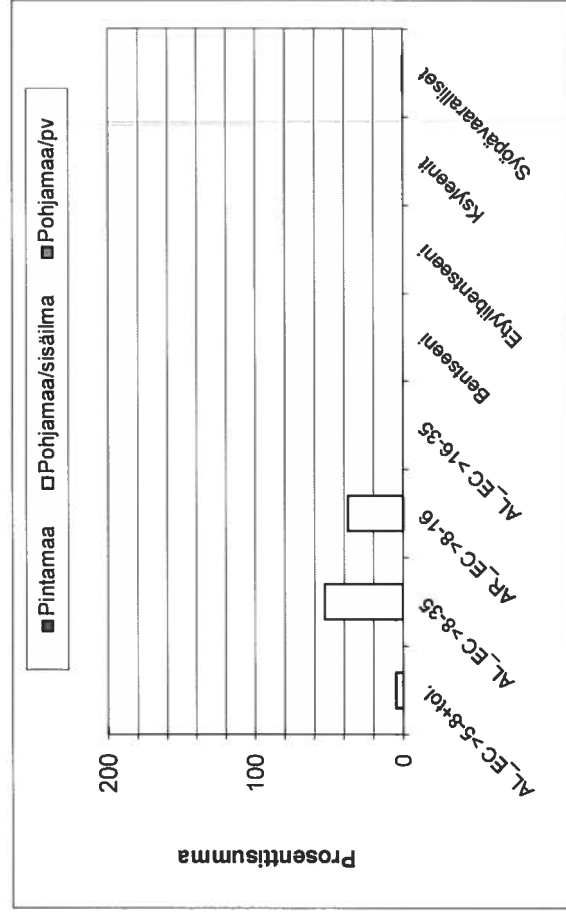
Todetut pitoisuudet	Pintamaa mg/kg	Pohjamaa mg/kg	Pohjavesi mg/l	HUOM !
Muut				
MTBE (ja TAME)		0,05	4,00E-03	
Antraseeni				
Asenafeeni				
Bentso(ghi)peryleeni				
Fenantreeni				
Fluoranteeni				
Fluoreeni				
Naftaleeni				
Pyreeni				
Syöpäriski: Syöpävaaralliset PAH-yhdisteet ja bentseeni				
Bentso(a)antraseeni				
Bentso(b)fluoranteeni				
Bentso(k)fluoranteeni				
Bentso(a)pyreeni				
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni				
Dibentso(a,h)antraseeni				
Kryseeni				
Bentseeni	0	0,02	0,014	
Yhteensä	0	0,02	0,014	

Laskelma maaperälle annettujen pitoisuuksien perusteella

[illegible]

Laskelma pohjavedelle annettujen pitoisuuksien perusteella

Maa mg/kg	Pohjavesi mg/l
9,56E+03	4,20E+04
8,69E+00	4,34E-02
2,38E+02	3,90E+00
7,02E+00	2,60E-04
2,52E+02	1,20E+00
2,27E+02	2,06E-01
2,18E+02	1,98E+00
5,62E+02	3,10E+01
9,66E+01	1,40E-01
3,74E+01	9,40E-03
1,20E+01	1,50E-03
9,60E+00	8,00E-04
1,28E+01	1,62E-03
5,13E+00	1,90E-04
2,60E+01	1,00E-03
7,16E+00	1,80E-03
1,58E+03	1,80E+03



Kokonaisaltistumisen suhde hyväksyttävään altistumiseen (100 %) aineryhmittäin.
 Jos jonkin aineryhmän prosenttiosuma ylittää 100, altistumista ei pidetä hyväksyttävänä
 Eri kaavioiden laskelmat on tehty erikseen maaperälle ja pohjavedelle annetuista pitoisuuksista lähtien ja niitä tulee tarkastella erillisinä (ei yhteenlaskien).
 Pohjavesivaikutus on laskettu hitaan hajoamisen vaihtoehdolla.

HÄMEENLINNAN KAUPUNKI

PALOKUNNANKATU 14 JA RAATIHUONEENKATU 11 ALUEEN ÖLJYVAHINGON JATKOTUTKIMUKSET

LIITE 7

POHJAVESIPUTKIKORTIT



P4

pp+ 86,93

mp+ 87,07

pv+ 81,00

Kalliova putken RAKENNUSTUS; alapää+ 0,00 77,93

Syvyys putken päästä (m)

Kairaustiedot		Näytteet		Huom.
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0,05				
0,20				
0,70	Hk			
0,90				
2,00	KiHk			
10,00	HkMr			
M.S				

PUTKIKORTTI

Tutkimuksen numero

16X130262.BA742

Tutkimuspaikka

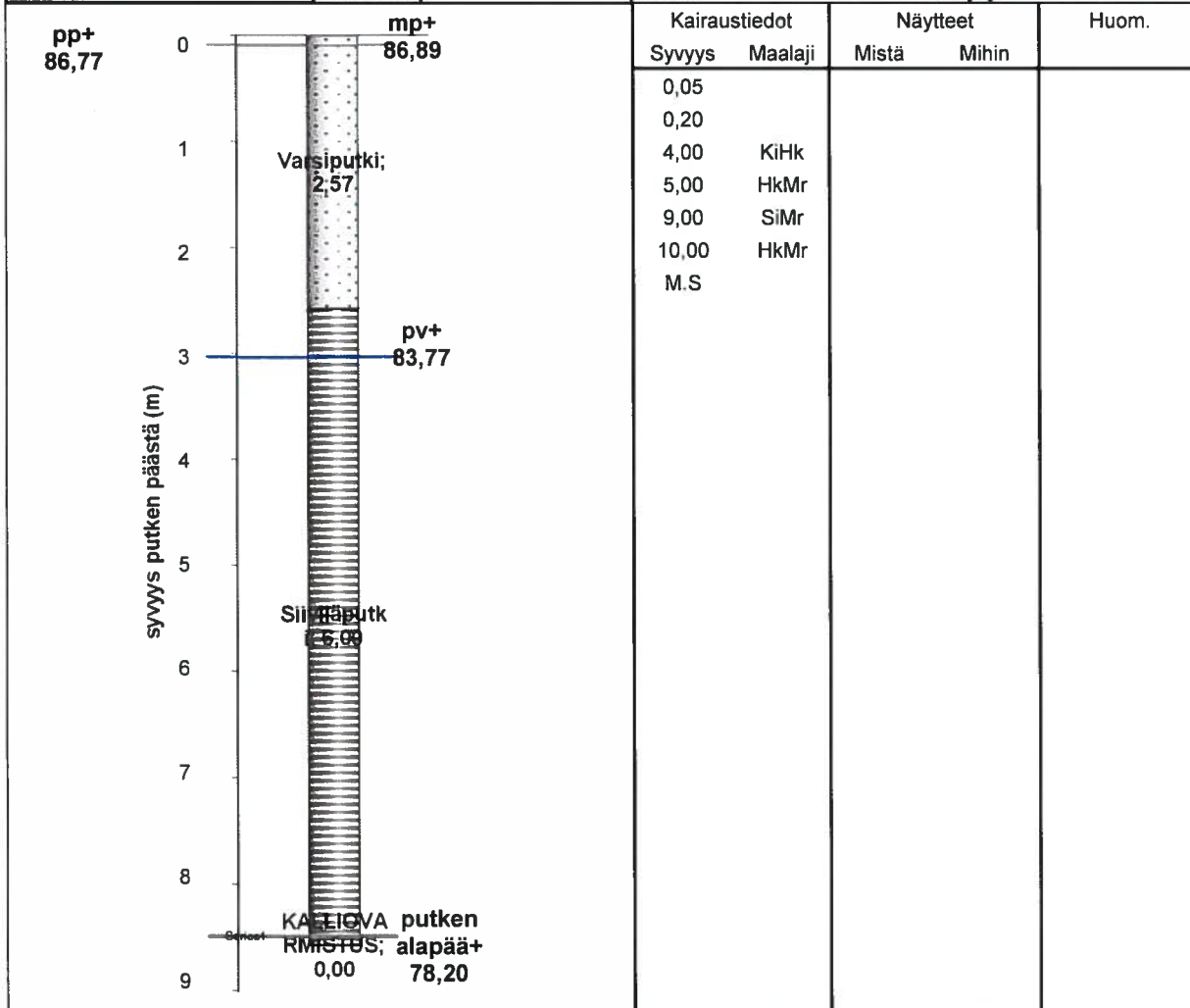
Hämeenlinna, kaupungintalo

Havaintoputken numero

P5

Y	25471190,157	X	6765160,730	Pohjaveden korkeustiedot			
				Putken päästä	Merenpinnasta	Päiväys	
Putkityyppi	PEH	50		3,00 m	83,77 +mmpy	22.1.2013	
Siivilän rakoleveys	0,3		mm	6,49 m	80,28 +mmpy	31.1.2013	
Maanpinnan korkeus	86,89		+ mmpy		#N/A +mmpy		
Putken yläpään korkeus	86,77		+ mmpy		#N/A +mmpy		
Putken alapään korkeus	78,20		+ mmpy		#N/A +mmpy		
Putken kokonaispituus	8,57		m		#N/A +mmpy		

				Muita havaintoja			
Varsiputki	2,57		m	ETRS GK25 N2000			
Siiviläputki	6,00		m				
Varsiputki			m				
			m				
			m				
			m				
				Asennus päivämäärä:	18.1.2013		
KALLIOVARMISTUS	0,00		m	Asentanut:	TLU		
POHJATULPPA	KYLLÄ			Yhtiö:	Pöyry		



PUTKIKORTTI

Tutkimuksen numero

16X130262.BA742

Tutkimuspaikka

Hämeenlinna, kaupungintalo

Havaintoputken numero

P6

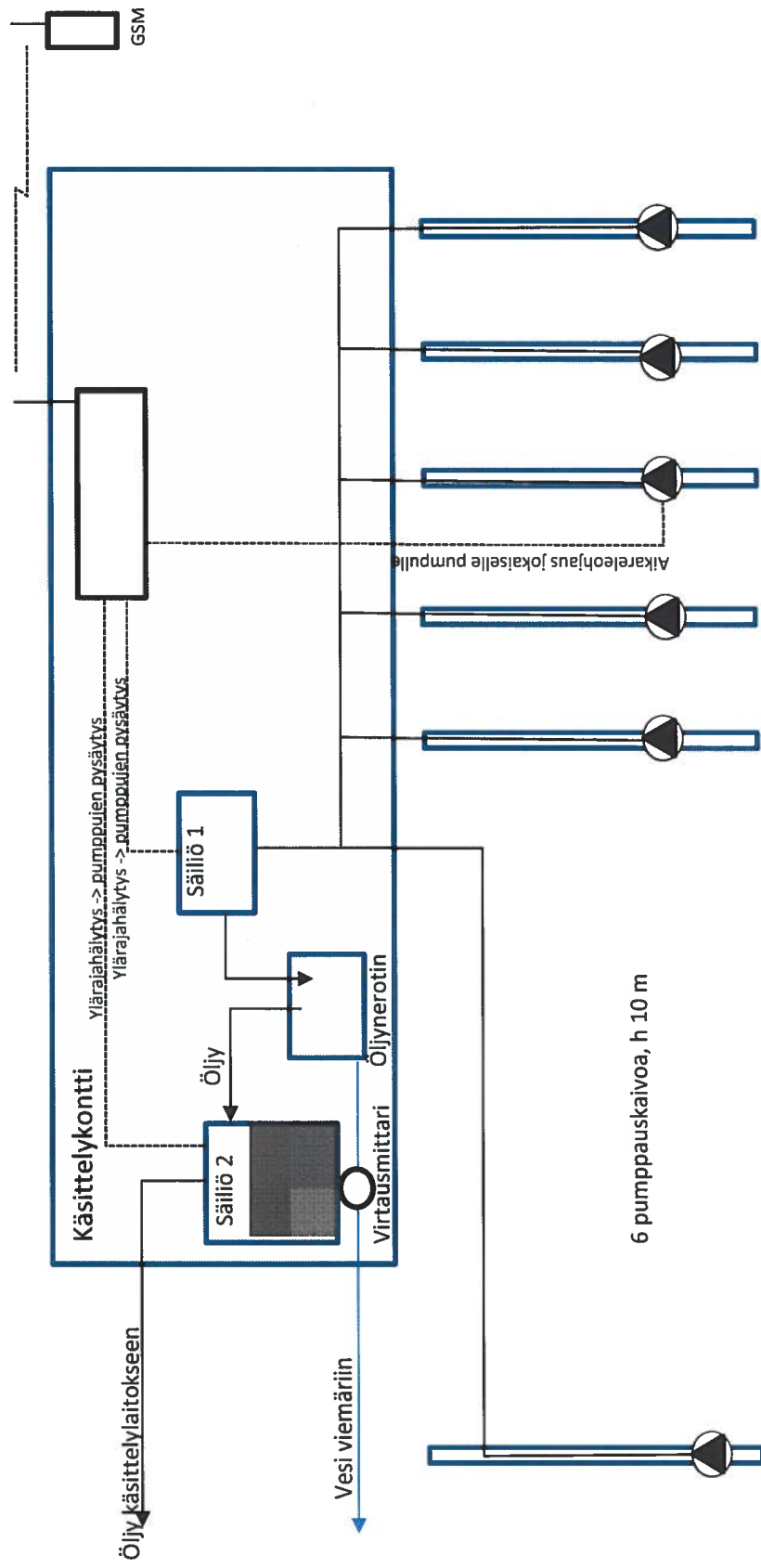
Y	25471195,502	X	6765175,080	Pohjaveden korkeustiedot				
Putkityyppi		PEH	50	Putken päästä		Merenpinnasta		Päiväys
Siivilän rakoleveys		0,3	mm	3,00	m	83,70	+mmpy	24.1.2013
Maanpinnan korkeus		86,82	+ mmpy	5,74	m	80,96	+mmpy	31.1.2013
Putken yläpään korkeus		86,70	+ mmpy		m	#N/A	+mmpy	
Putken alapään korkeus		77,02	+ mmpy		m	#N/A	+mmpy	
Putken kokonaispituus		9,68	m		m	#N/A	+mmpy	
				Muita havaintoja				
Varsiputki		3,68	m	ETRS GK25 N2000				
Siiviläputki		6,00	m					
Varsiputki			m					
			m					
			m					
			m	Asennus päivämäärä: 20.1.2013				
KALLIOVARMISTUS		0,00	m	Asentanut:		TLU		
POHJATULPPA		KYLLÄ		Yhtiö:		Pöyry		
pp+ 86,70 mp+ 86,82 Varsiputki; 3,68 pv+ 83,70 Siiviläputki 6,00 KALLIOVARMISTUS; 0,00 putken alapää+ 77,02 syvyys putken päästä (m) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10				Kairaustiedot		Näytteet		Huom.
				Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
				0,10				
				1,00	KiHk			
				10,00	HkMr			
				M.S				

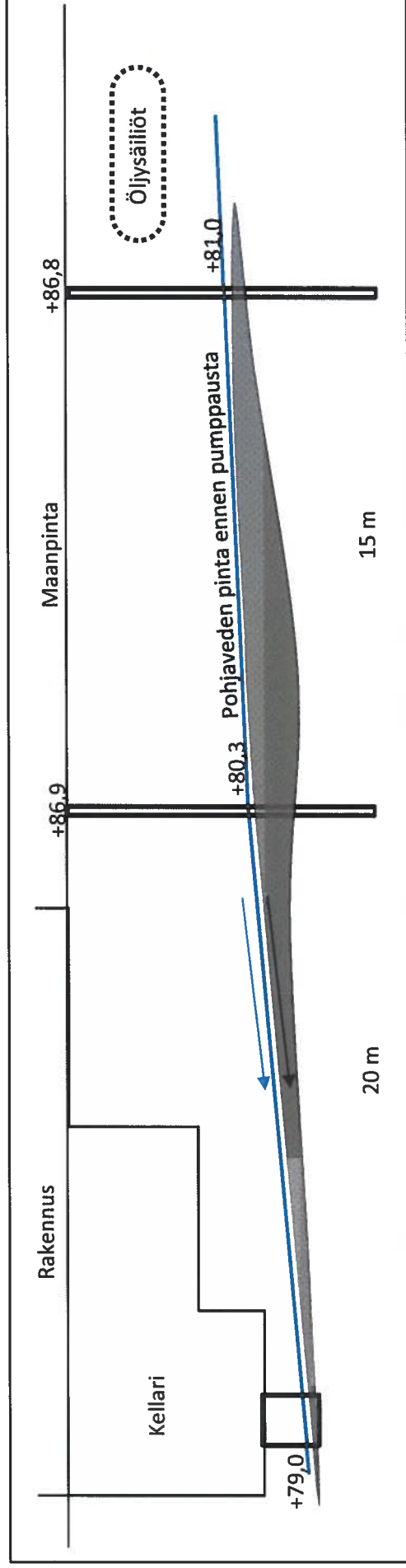
LIITE 4

PERIAATEKUVA KUNNOSTUKSESTA, PROSESSIKAAVIO JA LEIKKAUSKUVA

Hämeenlinnan kaupungintalo
 Öljyvahinkoalueen kunnostus
 Öljyfaasin poisto ja suojapumppaus
 Nordic Envicon Oy
 Mikko Kotro 16.9.2013

PROSESSIKAAVIO





Kellarikaivo
K

