

6. Arseenipitoisuudet kallioperässä



SAARIO & RIEKKOLA OY
Konsultointi ja suunnittelu

Muistutus
PROJEKTI 1007-2/2010

Luoja Heta Lampinen <i>Heta Lampinen</i>	Tarkastaja Kari Aikio <i>Kari Aikio</i>	Hyväksyjä Reijo Riekkola <i>Reijo Riekkola</i>
Päivä 20.12.2010	Päivä 20.12.2010	Päivä 21.12.2010

Tampereen Vesi Oy

**Yleissuunnitelman täydennys
Sulkavuoren sijoitusvaihtoehtoon osalta**

Arseenipitoisuudet kallioperästä

Geologian tutkimuskeskuksen toteuttaman RAMAS projektin yhteydessä havaittiin, että varsinkin Pirkanmaalla arseenia esiintyy kallioperässä ongelmallisen korkeina pitoisuuksina. Kallioperästä pohjaveteen liuennut arseeni on terveysriski silloin kun tällaista vettä käytetään pitkiä aikoja juomavetenä (Backman et al. 2006).

Pirkanmaan keskuspuhdistamohankkeessa arseeniriskin suuruuden määrittäminen on osana Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) vaatimaa ympäristövaikutusten arviointia. Kallioperän arseenipitoisuus – mikäli yli raja-arvon – tulee ottaa huomioon tehtäessä ratkaisuja mm. tunneleihin virtaavien vuotovesien ja louheen läjityksen hoitamiseksi.

1.1 ARSEENI KALLIOPERÄSSÄ JA POHJAVEDESSÄ

Arseenipitoisuudet Suomen kallioperässä ovat pieniä, kivilajeista vain 1-2 % sisältää arseenia yli 10 mg/kg. Metasedimenttikivissä arseenipitoisuudet ovat yleisesti korkeampia kuin muissa kivilajeissa. Grafiitti- ja sulfidirikkaissa metasedimenteissä yli 10 mg/kg As -pitoisuudet ovat yleisiä (Backman et al. 2006).

Pirkanmaan keski- ja eteläosan kallioperässä, maaperässä ja pohjavedessä on paikoin runsaasti arseenia. Arseenipitoisia mineraaleja esiintyy luontaisesti kalliossa joko pirotteena tai kallion rakopinnoilla. Luontainen arseeni esiintyy Pirkanmaan alueella pääasiassa kallioperässä arsenikiisuna (FeAsS), mikä on raudan, arseenin ja rikin yhdiste (Loukola-Ruskeeniemi et al. 2007). Kuvassa 1 on esitetty arseenin pitoisuuksia kallioperässä Pirkanmaan alueella. Pirkanmaan kallioperän arseenipitoisuuksia on esitetty myös tilastollisten tunnuslukujen avulla taulukossa 1.

Suomen ympäristökeskuksen julkaisussa maaperälle ehdotettu arseenin kynnsarvo on 10 mg/kg (Reinikainen 2007). Tätä arseenipitoisuutta sovelletaan ympäristöriskien arvioinnissa myös kallioperän ja louheen arseenipitoisuuden kynnsarvona (esimerkiksi Loukola-Ruskeeniemi et al. 2007).

Taulukko 1. Kallioperän arseenipitoisuudet Pirkanmaan alueella kolmessa eri geologisessa yksikössä (esitetty kuvassa 1). Tulokset julkaistu raportissa Lahtinen et al. (2005).

Geologinen yksikkö	Näytämäärä	Keskiarvo (mg/kg)	Mediaani (mg/kg)	Min. (mg/kg)	Max. (mg/kg)
Keski-Suomen Granitoidikompleksi (CFG)	218	1,73	1,00	0,1	84
Tampereen vyöhyke	128	10,41	2,22	0,1	377
Pirkanmaan vyöhyke	257	4,50	1,90	0,1	270

Arseeni liukenee kallion raoissa ja ruhjeissa liikkuvaan pohjaveteen. Jos tällaiseen kohtaan on tehty porakaivo, voi veden arseenipitoisuus kohota korkeaksi. WHO:n (2004a) juomavedelle asettama raja-arvo on 10 µg/l.äffä ylittyy Suomessa eräillä paikkakunnilla, etenkin porakaivovesissä (Loukola-Ruskeeniemi & Lahermo 2004). Sosiaali- ja terveysministeriö on myös asettanut talousveden raja-arvoksi 10 µg/l (STM 1994 ja STM 2001).

RAMAS projektissa määriteltiin alueita, joissa kallion ja maaperän geokemian perusteella voisi olla yli 10 µg/l As pitoisuuksia pohjavedessä. Alueet, joissa geokemian perusteella maaperän As-pitoisuus on yli 50 mg/kg ja kallioperän 50 mg/kg, luokiteltiin riskialueiksi (LIFE04 ENV/FI/00300).

Tampereen keskustan Hämeenkadun alapuolelle rakennettavan Hämppi parkin (P-Hämppi) suunnitteluvaiheessa kallionäytekairaustäytteiden kivinäytteiden As – pitoisuutta selvitettiin. P-Hämppi sijaitsee reilun kilometrin päässä siirtolinjan pohjoisimmasta päästä ja on siten hyvä vertailuaineisto tässä työssä saatuihin analyysituloksiin. Pysäköintilaitoksen alueen kallionäytekairarei’istä otettiin 19 kivinäytettä, joille tehtiin monialkuainemääritys XRF-menetelmällä. Arseenin tarkempaa määrittystä varten kivinäytteet analysoitiin myös ICP-MS-tekniikalla. Lisäksi arseenin liukoisuus analysoitiin myös synteettisessä sadevesiuutossa (pH 4.5). P-Hämppin näytteiden As-pitoisuus oli maksimissaan 0,04 mg/kg ja liukoisuus 3,68 µg/l.

http://www.tampere.fi/material/attachments/p/5jmP7m8Wc/LIITE4_Selvitys_ym_p_hait_aineiden_sis_louheessa.pdf

Arseenia on kaikissa elävissä olennoissa. Ihmisen kehon kokonaisarseenipitoisuus on keskimäärin 3-4 mg/kg, ja tämä lisääntyy yleensä iän myötä. Kynsissä, hampaissa ja hiuksissa arseenia on enemmän kuin ihmisen muissa kudoksissa, joissa on analyysien mukaan keskimäärin 0,3 mg/kg. Ihmisen altistuminen arseenille tapahtuu pääasiassa ruuan ja juoman kautta. Näistä kahdesta juoman kautta saatu altistuminen on selkeästi suurempi (Backman et al. 2006).

Syöpäriski on vakavin juomaveden arseenin aiheuttama terveysriski (WHO 2004b). Juomaveden korkeiden arseenipitoisuuksien on todettu lisäävän riskiä sairastua mm. virtsarakon-, keuhko- ja ihosyöpään. Syöpäriski aiheutuu pitkäaikaisesta ja jatkuvasta altistumisesta korkeille arseenipitoisuuksille (Backman et al. 2006).

Joissain äärimäisissä tapauksissa korkeat juomaveden arseenipitoisuudet ovat aiheuttaneet muutoksia ihossa (pigmentin tummuminen ja ihon paksuuntuminen) (Backman et al. 2006). Taiwanissa hyvin korkeat arseenipitoisuudet (satoja - tuhansia mikrogrammoja) kaivovedessä aiheuttivat myös verisuonien kuolioita jaloissa (Chen et al. 1994).

Suomessa vuosien 1967 - 1980 ajalta tehdyn tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että on olemassa yhteys arseenialtistuksen ja virtsarakonsyövän kanssa. Tutkimuksessa olleet henkilöt joille virtsarakonsyöpä oli diagnosoitu, olivat altistuneet päivittäin konsentroituneille arseenipitoisuuksille n. 3 – 9 vuotta. Yhteyttä munuaissyövän ja arseenin välillä ei ole Suomessa tehdyissä tutkimuksissa todettu (Kurtio et al. 1999). Lisäksi Lounais-Suomessa henkilöiden, jotka ovat altistuneet juomavedessä hyvin korkeille arseenipitoisuuksille (min-max: 17 - 980 µg/l), on raportoitu kärsivän pääasiassa jalkoihin vaikuttavista lihaskrampeista (Kurtio et al. 1998).

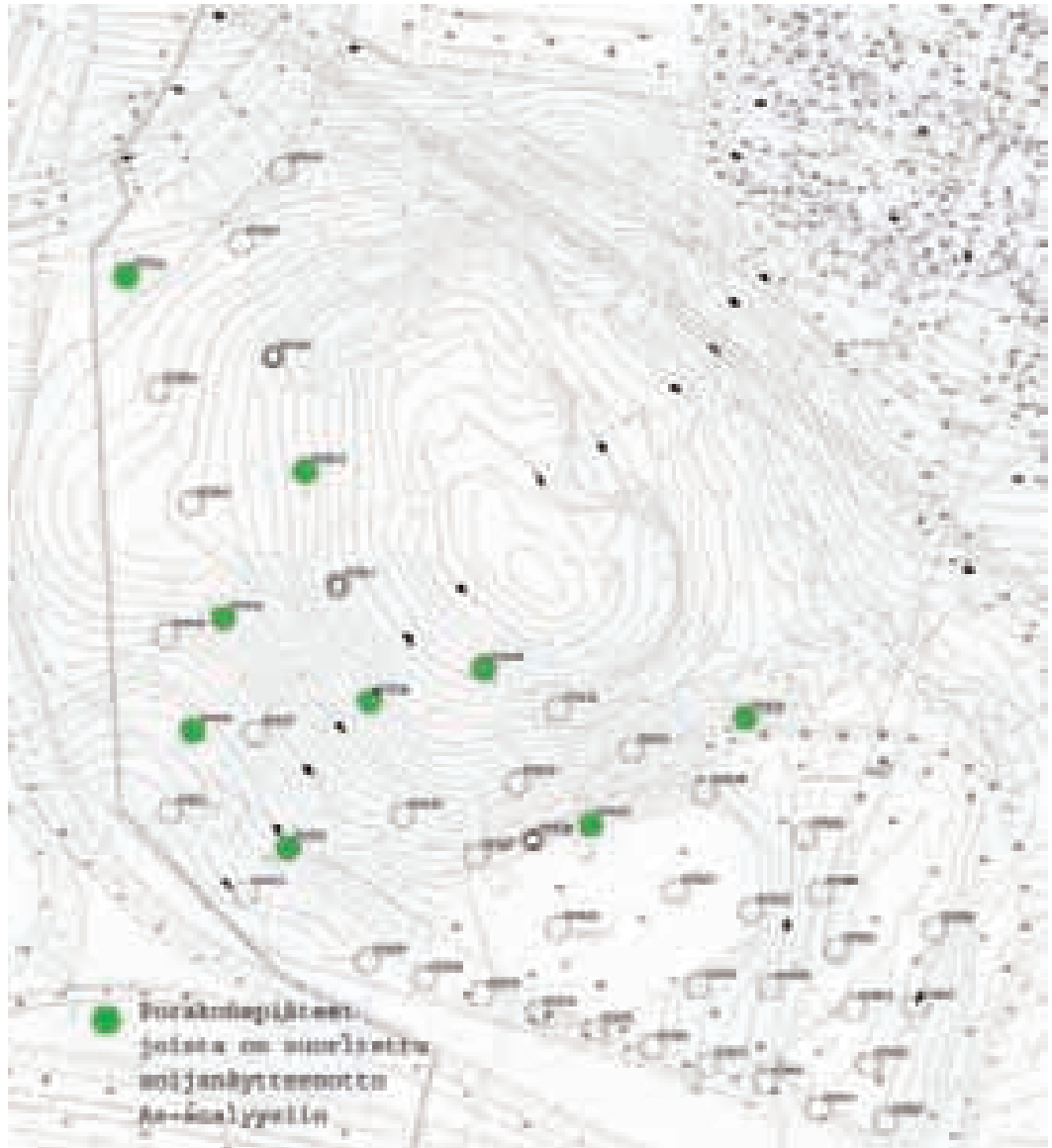
Arseenin imeytyminen ihon kautta esimerkiksi käsienvpesun ja kylpemisen seurauksena on hyvin vähäistä, eikä aiheuta terveysriskiä edes arseenin esiintyessä korkeina konsentraatioina (www.who.int/mediacentre/factsheets/fs210/en).

Arseenipitoisuuksien selvitys Sulkavuoren puhdistamon, sekä siirto- ja purkutunneleiden kallioperässä toteutettiin suorittamalla näytteenotto porakonekairausten poraussoijasta. Soijanäytteet pyrittiin ottamaan reiästä mahdollisimman syvältä. Sulkavuoren puhdistamon laitosalueella kairatuista syvistä porakonekairausrei'istä näytteet otettiin suunnilleen laitosten louhintatasolta. Näytteiden toimitus laboratorioon suoritettiin tutkimusurakoitsijan toimesta.

Analysoituja poraussoijanäytteitä oli yhteensä 23 kappaletta. Näistä kahdessa tapauksessa näytepisteestä (pisteet 1039 ja 1046) otettiin kaksi näytettä eri syvyyksiltä. Analyysit tehtiin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n laboratoriossa Tampereella. Laboratoriossa näytteet, jotka koostuvat lietemäisestä porauksessa jauhaantuneesta kivistä kuivattiin. Kuivatuille näytteille tehtiin kuningasvesi liuotus (SFS-EN ISO 17294-1;2006) ja As-pitoisuuden analysointi ICP-MS menetelmällä (SFS-EN ISO 17294-2;2005). Tulokset raportoitiin kokonaisuudessaan 18.11.2010 ja nämä ovat esitetty raportin lopussa liitteessä 1.

Sulkavuoren As-näytteenotto liittyi tutkimusohjelmaan ”Sulkavuoren sijoitusvaihtoehto, tutkimusohjelma, porakonekairaukset. Pöyry Finland Oy 3.6.2010”. Siirto- ja purkutunneleiden näytteenotto suoritettiin vastaavasti liitettynä tutkimusohjelmaan KAT 1007-1801. Porakonepisteet, joista näytteenotto suoritettiin, näkyy kuvissa 2 ja 3. Kuvassa 2 ovat Sulkavuoren näytteenottopisteet ja kuvassa 3 siirto- ja purkutunneleiden näytteenottopisteet.

Näytteenotto toteutettiin suhteellisen laajalta alueelta, jotta alueelliset vaihtelut koko louhittavalta alueelta saataisiin kattavasti selvitettyksi. Analyysitulosten tulisi täten heijastaa hyvin kallioperän arseenipitoisuuksia. Tämä ei kuitenkaan poissulje paikallisten As konsentraatioiden olemassaoloa esimerkiksi grafiittipitoisissa liuskekerroksissa. Näin ollen tunnelikartoituksen yhteydessä kiisujen ja grafiitin esiintymistä tulee tarkkailla. Oletettavaa kuitenkin on, että suuria, ympäristöhaittaa aiheuttavia konsentraatioita arseenia alueella ei ole.



Kuva 2. Näytteenottopisteet As-analyysiin Sulkavuorella on korostettu vihreällä värillä. Pohjakartta: Copyright Maanmittauslaitos, PISA 003/MM/10. Aineiston kopiointi ilman maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.



Kuva 3. Näytteenottopisteet As-analyysiin siirto- ja purkutunnelien linjoilla on korostettu vihreällä värillä. Pohjakartta: Copyright Maanmittauslaitos, PISA 003/MM/10. Aineiston kopiointi ilman maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.

TULOKSET

Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty näytteessä oleva arseenipitoisuus ICP-MS analyysien perusteella. Taulukossa 2 on esitetty Sulkavuoren porakonenäytepisteistä otettujen näytteiden As-pitoisuudet sekä soijanäytteen ottosyvyys. Nämä tulokset on esitetty kartalla kuvassa 4.

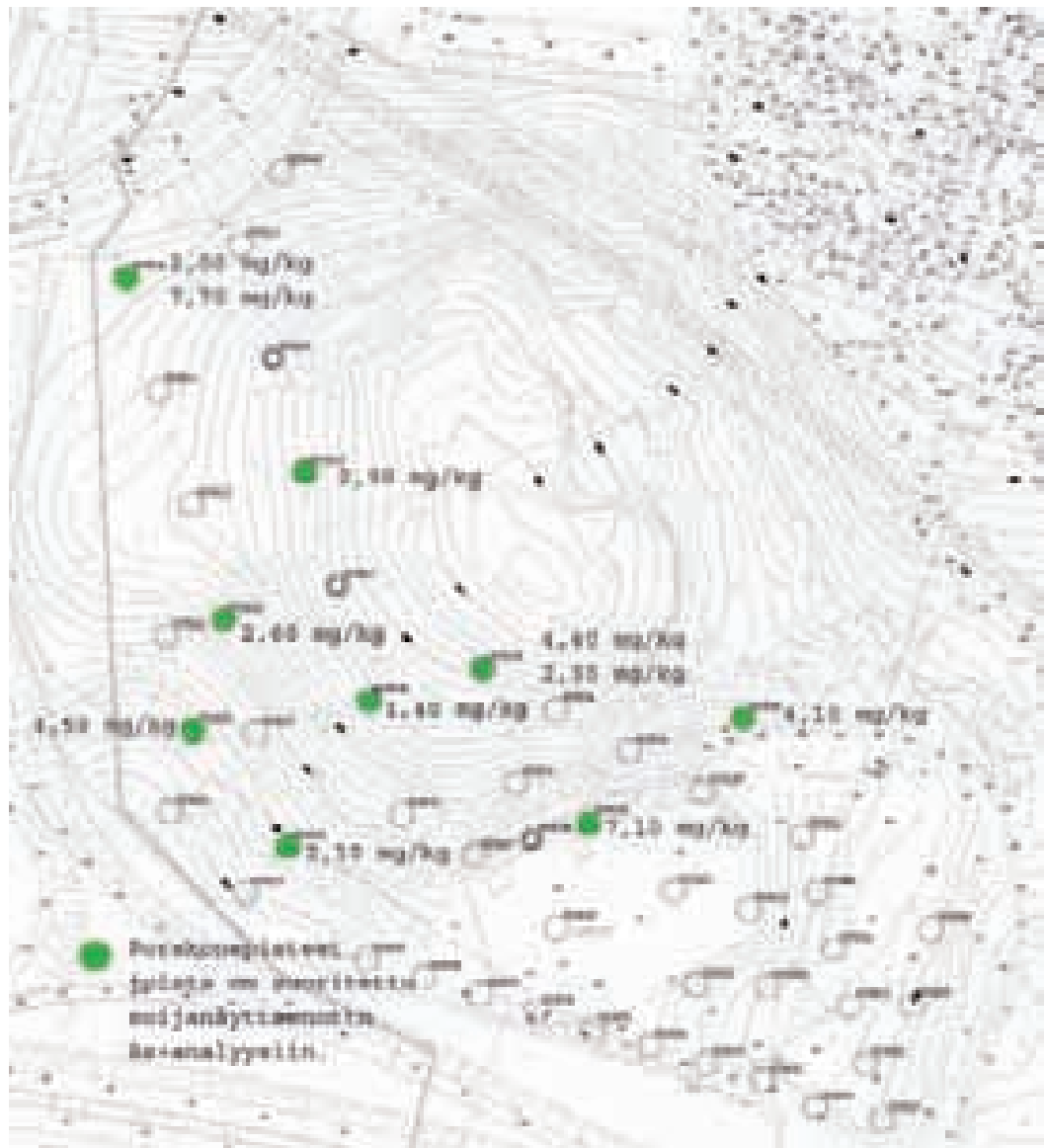
Vastaavasti siirto- ja purkulinjojen As-pitoisuudet on esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 5.

Taulukko 2. Sulkavuoren porakonenäytepisteiden analyysitulokset. Tulokset esitetty myös kuvassa 4.

Näytepiste	Alku	Loppu	As (mg/kg)	Tuotu laboratorioon
1040	4,4	5,4	2,60	21.9.2010
1043	6,0	7,0	2,90	22.9.2010
1031	4,0	5,0	2,10	23.9.2010
1035	4,0	5,0	4,10	24.9.2010
1038	4,0	5,0	1,40	27.9.2010
1039	53,0	56,0	4,40	28.9.2010
1039	65,0	68,8	2,30	28.9.2010
1046	36,0	39,0	2,00	28.9.2010
1046	46,0	49,0	7,70	28.9.2010
1025	4,2	5,2	4,50	28.9.2010
1029	10,2	11,2	7,10	29.9.2010

Taulukko 3. Siirto- ja purkutunneleiden alueella tehtyjen porakonenäytepisteiden analyysitulokset. Tulokset esitetty myös kuvassa 5.

Näytepiste	Alku	Loppu	As (mg/kg)	Tuotu laboratorioon
2014	13,6	16,6	1,70	5.10.2010
2019	8,1	11,1	1,50	6.10.2010
2011	21,0	24,0	1,50	11.10.2010
2009	13,5	16,5	2,30	11.10.2010
2007	15,3	18,3	1,20	12.10.2010
2005	12,2	15,2	1,10	12.10.2010
2008	13,1	14,7	1,00	12.10.2010
2023	8,5	11,5	0,78	18.10.2010
2025	8,0	11,0	0,97	18.10.2010
2022	12,3	15,3	0,64	18.10.2010
2024	10,6	13,6	1,80	19.10.2010
2026	9,0	12,0	2,30	19.10.2010



Kuva 4. Sulkavuoren alueella tehtyjen porakonenäytepisteiden analyysitulokset. Rei'issä (1039 ja 1046), joista on otettu 2 näytettä, on syvemmltä otetun näytteen analyysitulos esitetty kuvassa alimmaisena. Pohjakartta: Copyright Maanmittauslaitos, PISA 003/MM/10. Aineiston kopiointi ilman maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.



Kuva 5. Siirto- ja purkutunneleiden alueella tehtyjen porakonenäytepisteiden analyysitulokset. Copyright Maanmittauslaitos, PISA 003/MM/10. Aineiston kopiointi ilman maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.

ICP-MS analyysien perusteella korkein As-pitoisuus porakonesoijanäytteessä koko Sulkavuoren sekä siirto- ja purkutunneleiden alueella on 7,7 mg/kg, mikä on alempi kuin Suomen ympäristökeskuksen maaperälle antama kynnysarvo, 10 mg/kg (Reinikainen 2007). Analyysien tulosten korkein As-pitoisuus on myös matalampi kuin Tampereen liuskejakson keskiarvo (10,41 mg/kg, taulukot 1 ja 4).

Korkeimmat As-pitoisuudet näytteissä ovat Sulkavuoren alueelta. Näiden näytteiden As-pitoisuuksien keskiarvo on 3,74 mg/kg. Siirto- ja purkulinjailta otettujen näytteiden As-pitoisuuksien keskiarvo oli lähes kolme kertaa pienempi (1,40 mg/kg) kuin Sulkavuorella.

Sulkavuoren sekä siirto- ja purkutunneleiden linjojen analysoidut As-pitoisuudet verrattuna kallioperän arseenipitoisuuksiin Pirkanmaan kolmessa eri geologisessa yksikössä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Sulkavuoren sekä siirto- ja purkutunnelilinjojen analysoidut As-pitoisuudet verrattuna kallioperän arseenipitoisuuksiin Pirkanmaan kolmessa eri geologisessa yksikössä (modifioitu, Lahtinen et al. 2005).

Geologinen yksikkö	Näytemäärä	Keskiarvo (mg/kg)	Mediaani (mg/kg)	Min. (mg/kg)	Max. (mg/kg)
Keski-Suomen Granitoidikompleksi (CFGK)	218	1,73	1,00	0,1	84
Tampereen vyöhyke	128	10,41	2,22	0,1	377
Pirkanmaan vyöhyke	257	4,50	1,90	0,1	270
Sulkavuori	11	3,74	2,90	1,40	7,70
Siirto- ja purkulinjat	12	1,40	1,35	0,64	2,30

Analyysitulosten perusteella voidaan todeta, että Sulkavuoren, sekä' siirto- ja purkutunneleiden kallioperän arseenipitoisuus korkeimmillaankin on alle kynnysarvon (10 mg/kg), eikä louhe täten aiheuta riskiä ympäristölle tai ihmisten terveydelle.

Lähellä (n. 1 km) sijaitsevan P-Hämpin kallioperän arseenipitoisuuksien määrittämiseksi tehtyjen analyysien tulokset tukevat myös sitä käsitystä että Tampereen keskustan alueella As-pitoisuudet eivät ole niin korkealla että aiheuttaisivat ympäristöriskin.

http://www.tampere.fi/material/attachments/p/5jmP7m8Wc/LIITE4_Selvitys_ym_p_hait_aineiden_sis_louheessa.pdf

RAMAS -projektin määrittämien As-pitoisuuksien viitearvojen perusteella (50 mg/kg kallioperälle, LIFE04 ENV/FI/00300) on oletettavaa, että pohjaveden As-pitoisuudet eivät myöskään ole tutkitulla alueella kohonneita, ja siten aiheuta esimerkiksi rakennettavan siirtotunnelin vedenlaatuun haittoja, vaikka tunneleihin vuotovettä kalliosta tihkuisikin.

Backman, B., Luoma, S., Ruskeeniemi, T., Karttunen, V., Talikka, M. & Kaija, J. 2006. Natural Occurrence of Arsenic in the Pirkanmaa region in Finland. Geological Survey of Finland, Miscellaneous Publications, 82 pages, 34 Figures, and 20 Tables.

Chen, S. L., Dzung, S. R., Yang, M. H., Chiu, K. H., Shieh, G. M and Wai, C. M., 1994. Arsenic species in groundwaters of the black foot disease area, Taiwan. Environmental Science and Technology, 28 (5), 877 – 881.

http://www.tampere.fi/material/attachments/p/5jmP7m8Wc/LIITE4_Selvitys_ym_p_hait_aineiden_sis_louheessa.pdf

Kurttio, P., Komulainen, E., Kahelin, H. and Pekkanen, J., 1998. Urinary Excretion of Arsenic Species after Exposure to Arsenic Present in Drinking Water, Environmental Contamination and Toxicology, 34, 297 – 305.

Kurttio, P., Pukkala, E., Kahelin, H., Auvinen, A. and Pekkanen, J., 1999, Arsenic Concentrations in Well Water and Risk of Bladder and Kidney Cancer in Finland, Environmental Health Perspectives, 107 (9), 705 – 710.

Lahtinen, R., Lestinen, P., Korkiakoski, E., Savolainen, H., Kallio, E., Kahelin, H., Hagel-Brunnström, M. and Räisänen, M., 2005A. Rock geochemistry database: Test version 0.7 (2.6.2005). Guide for the users (in Print). Geological Survey of Finland. Espoo.

LIFE04 ENV/FI/00300, Layman's Report RAMAS Project. Arsenic in the Pirkanmaa Region in Finland: Occurrence in the Environment, Risk Assessment and Risk Management.

Loukola-Ruskeeniemi, K., Ruskeeniemi, T., Parviainen, A. ja Backman, B., (toim.) 2007. Arseenin esiintyminen Pirkanmaalla, riskit ja niiden hallinta. RAMAS-hankkeen tärkeimmät tulokset. Teknillinen korkeakoulu. Geoympäristötekniikka. Erikoisjulkaisut, 156 sivua, 64 kuvaa ja 37 taulukkoa.

Reinikainen, J. 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen Ympäristö 23/2007, Suomen Ympäristökeskus.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), 1994a. Päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, nro. 74. Helsingissä 21.01.1994.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), 1994b. Päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, nro. 953. Helsingissä 27.10.1994.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), 2001. Päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, nro. 401. Helsingissä 17.5.2001.

WHO (2004a). Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1. Recommendations. 3rd ed. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

WHO (2004b). Arsenic in drinking water. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol 84. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic, ss. 41-247.

www.who.int/mediacentre/factsheets/fs210/en

LIITE 1: ANALYYSITULOKSET.

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 145337 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 21.9.2010

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
28525	Näyte 1040, 4.40-5.40m 21.9.
28526	Näyte 1043, 6.0-7.0m 22.9.10
28527	Näyte 1031, 4-5m 23.9.10

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittely	Yksikkö	28525	28526	28527
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	2,6	2,9	2,1

Merkitöjen selityksiä: P = määrittely kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, = = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, > = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkit on akkreditoitu menetelmä.



Mattsson Rikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Saario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusraportissa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testetulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Lähteenä menetelmä, mittausperävarmuus- ja määrittelypäivätykset. Tutkimusmenetelmän saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäspvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/28525		16.11.2010
	2010/28526		16.11.2010
	2010/28527		16.11.2010

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 145388 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 24.9.2010, näytteet otettu 24.9.2010

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
28806	Piste 1035 4-5m

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittelys	Yksikkö	28806
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	4,1

Merkintöjen selityksiä: P = määrittely kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, ≤ = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, ≥ = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkintä on akkreditoitu menetelmä.



Mattsson Riikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Gaario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testauks tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Läätenä menetelmä, mittaus epävarmuus- ja määrittelyvälikaudet. Tutkimustulosten saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäjäpvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/28606		16.11.2010

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 145445 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 27.9.2010, näytteet otettu 27.9.2010

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
28897	Piste 1038; 4-5m

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittelys	Yksikkö	28897
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	1,4

Merkintöjen selityksiä: P = määrittely kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, ≤ = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, ≥ = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkintä on akkreditoitu menetelmä.



Mattsson Riikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Gaario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testauks tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Läätenä menetelmä, mittaus epävarmuus- ja määrittelypöytäkirjat. Tutkimustulosten saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäjäpvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/28697		16.11.2010

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 145500 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 28.9.2010, näytteet otettu 27.9.2010

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
28776	PQ 1039 53,0m-56,0m
28777	PQ 1039 65,0m-68,8m
28778	PQ 1046 38,0m-39,0m
28779	PQ 1046 46,0m-49,0m
28783	P. 1025 4,20m-5,20m

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittely	Yksikkö	28776	28777	28778	28779
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	4,4	2,3	2,0	7,7

Määrittely	Yksikkö	28783
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	4,5

Merkitöjen selityksiä: P = määrittely kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, = = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin,
> = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.


Mattsson Riikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Saario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testaukselliset tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Lähteenä menetelmä, mittaus epävarmuus- ja määrittelyvälikaudet. Tutkimustulosten saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäjäpvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/28776		16.11.2010
	2010/28777		16.11.2010
	2010/28778		16.11.2010
	2010/28779		16.11.2010
	2010/28783		16.11.2010

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 145840 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 29.9.2010, näytteet otettu 29.9.2010

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
29041	Näytepiste 1029, 10.20-11.20m

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittelys	Yksikkö	29041
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	7,1

Merkintöjen selityksiä: P = määrittely kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, ≤ = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, ≥ = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkintä on akkreditoitu menetelmä.



Mattsson Riikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Gaario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testaukselliset tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Läätenä menetelmä, mittaus epävarmuus- ja määrittelypäävälehdet. Tutkimustulosten saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäjäpvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/29041		16.11.2010

Tampereen Vesi
PL 487
33101 TAMPERE



Tilausnro 146664 (4SULKA/Kalliosa), saapunut 20.10.2010
Näytteenottaja: VKI, KSO

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
31139	p.2014; 13,6-16,6m, 5.10.2010
31140	p.2019; 8,1-11,1m, 6.10.2010
31141	p.2011; 21-24m, 11.10.2010
31142	p.2009; 13,5-16,5m, 11.10.2010
31143	p.2007; 15,3-18,3m, 12.10.2010
31144	p.2005; 12,2-15,2m, 12.10.2010
31145	p.2008; 13,1-14,7m, 12.10.2010
31146	p.2023; 6,5-11,5m, 18.10.2010
31147	p.2025; 8-11m, 18.10.2010
31148	p.2022; 12,3-15,3m, 18.10.2010
31149	p.2024; 10,6-13,6m, 19.10.2010
31150	p.2026; 9-12m, 19.10.2010

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määritys	Yksikkö	31139	31140	31141	31142
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	1,7	1,5	1,5	2,3
Määritys	Yksikkö	31143	31144	31145	31146
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	1,2	1,1	1,0	0,78
Määritys	Yksikkö	31147	31148	31149	31150
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	mg/kg ka	0,97	0,64	1,8	2,3

Merintöiden selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, < = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, > = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.

Riikka Mattsson
Mattsson Riikka
Kemisti

TIEDOKSI

Lampinen Heta/Saario & Riekkola Oy

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testaukselliset tulokset koskevat ainoastaan testattuja näytteitä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Lillesseä menetelmä, mittaus epävarmuus- ja määrittämisvälikerrat. Tutkimustulosten saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittely	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (sulussa)
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistöön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittely	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäjäpvm.
Arseeni (liete, kuningasvesikä)	2010/31139		16.11.2010
	2010/31140		16.11.2010
	2010/31141		17.11.2010
	2010/31142		17.11.2010
	2010/31143		17.11.2010
	2010/31144		17.11.2010
	2010/31145		17.11.2010
	2010/31146		17.11.2010
	2010/31147		17.11.2010
	2010/31148		17.11.2010
	2010/31149		17.11.2010
	2010/31150		17.11.2010

7. Kaatopaikkaselvitys

Vastaanottaja
Tampereen vesi

Asiakirjatyyppi
Riski- ja toimenpidekartoitus

Päivämäärä
30.8.2012

Projektinumero
82142248

SULKAVUOREN KAATO- PAIKKA **RISKI- JA TOIMENPIDE- KARTOITUS**



SULKAVUOREN KAATOPAIKKA RISKI- JA TOIMENPIDEKARTOITUS

Tarkastus **30.8.2012**
Päivämäärä **29.6.2012**
Laatija **Sanna Pulkkinen, Jenni Haapaniemi**
Tarkastaja **Tomi Pulkkinen**
Hyväksyjä **Heidi Rauhamäki, Pekka Pesonen**

Viite 82142248

TIIVISTELMÄ

Tampereen keskuspuhdistamon Sulkavuorivaihtoehtoa suunnitellaan alueelle, jolla on toiminut Laka-laivan kaatopaikka vuosina 1953-1974. Nykyisin alueella toimii Pelastuslaitoksen harjoitusalue. Alueella harjoittelevat myös rauniokoiraharrastajat. Kaatopaikalle on sijoitettu historiatietojen perusteella teollisuus-, tuotanto- ja yhdyskuntajätettä. Kaatopaikalle on sijoitettu myös nestemäisiä jätteitä ja jätevesilietettä. Tampereen itäistä ohitustietä rakennettaessa 1990-luvulla, siirrettiin noin 145 000 m³ jätettä tien rakennuksen alta Sulkavuoren eteläiselle reunalle, nyt tarkasteltavan kaatopaikka-alueen itäpuolelle.

Entisen kaatopaikka-alueen maanpinta vaihtelee tasolla n. +127...+138. Tehtyjen tutkimusten perusteella mukaan jätetäytön paksuus on 4...12 m vanhan kaatopaikan alueella. Jätetäytön päällä on täytömaata 0,5...4,5 m kerros. Kohteessa tehtyjen maastohavaintojen perusteella täytön sisäistä vettä purkautuu pintavesiin kaatopaikan eteläpuolelta, Vt:n 9 penkasta. Kaasujen ja vesien purkautuminen kaatopaikka-alueelta ei ole nykytilassa hallittua.

Ramboll on tehnyt Tampereen Veden toimeksiannosta tutkimuksia entisellä kaatopaikka-alueella. Tutkimus sisälsi koekuoppien kaivua, porakonekairausta, pohjavesiputkien asentamista, pohjavesinäytteenottoa, kaatopaikkakaasumittausta ja näytteiden analysointia.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että jätetäyttökerros sisältää suuria haitta-ainepitoisuuksia ja sen alapuolinen maaperä on pilaantunut epäorgaanisilla ja orgaanisilla yhdisteillä. Kaatopaikan sisäisessä vedessä on havaittu korkeita pitoisuuksia vinyylikloridia, dikloorieteeniä, bentseeniä, tolueeniä sekä öljyhiilivetyjen bensiinijakeita, keskitisleitä ja raskaita jakeita.

Kaatopaikkakaasussa on todettu enimmillään 47 % metaania ja 44 % hiilidioksidia. Kaasun mukana jätetäytöstä purkautuu myös haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sekä rikkivetyä ja syaanivetyä.

Riskinarvioinnissa on todettu, että kaatopaikan päälle ei voida sijoittaa mitään Sulkavuoren jätevedenpuhdistamon maanpäällisiä rakennuksia haitta-aineiden sisäilmakulkeutumisen ja räjähdysvaaran vuoksi. Mikäli maapäälliset rakennukset halutaan sijoittaa alkuperäisen suunnitelman mukaan, tulee jätetäyttö poistaa rakennusten alta ja ympäriltä. Toinen vaihtoehto on sijoittaa rakennukset kaatopaikan länsipuolelle ja varmistaa rakenteellisin ratkaisuin, ettei kaatopaikalta pääse virtaamaan haitta-ainepitoisia vesiä rakennusten alle.

Haitta-aineiden kulkeutuminen kalliopohjaveteen on mahdollista, mikä tulee huomioida kalliopuhdistamon ja ajotunneleiden suunnittelussa. Erityisesti vinyylikloridi voi aiheuttaa riskejä työntekijöiden terveydelle, mikäli sitä pääsee haihtumaan kalliopohjavedestä kalliotiloihin.

Alueelle suositellaan laadittavaksi kaatopaikan perustilaselvitys, jossa tehdään tarkemmat selvitykset jätetäytöstä, kaatopaikan aiheuttamista ympäristövaikutuksista ja tarvittavista kunnostustoimenpiteistä

Sisältö

1.	Johdanto	1
2.	Kohde	1
2.1	Sijainti ja omistus	1
2.2	Rajaukset ja koko	1
2.3	Pohjasuhteet	2
2.4	Pohjavesi ja pintavesi	2
2.5	Nykyinen toiminta ja rakennukset	4
2.6	Kaavatilanne ja tuleva käyttö	4
2.7	Naapurusto	5
3.	Alueen toimintahistoria	5
4.	Aikaisemmat tutkimukset	6
5.	Ramboll Finland Oy:n tutkimus 2012	7
5.1	Historiaselvitys ja näytteenottosuunnitelma	7
5.2	Maaperä- ja jätenäytteenotto	7
5.3	Maa- ja jätenäytteiden kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit	7
5.4	Vesinäytteenotto	7
5.5	Vesinäytteiden laboratorioanalyysit	8
5.6	Kaatopaikkakaasumittaukset ja laboratorioanalyysit	8
6.	Tulokset ja niiden tulkinta	8
6.1	Maaperä ja jäte	8
6.2	Täytön sisäinen vesi ja suotovesi	10
6.3	Kaatopaikkakaasu	12
7.	Pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi	13
7.1	Riskinarvioinnin rajaukset ja muut lähtökohdat	13
7.2	Kriittiset haitta-aineet ja niiden esiintyminen	13
7.3	Haitta-aineiden kulkeutuminen	14
7.3.1	Kulkeutumisreitit	14
7.3.2	Kulkeutuminen pohjaveteen ja kalliopohjaveteen	15
7.3.3	Kulkeutuminen pintavesiin	16
7.3.4	Kulkeutuminen ulkoilmaan	16
7.3.5	Kulkeutuminen sisäilmaan	17
7.3.6	Kulkeutuminen maaperässä	17
7.3.7	Kulkeutuminen kasveihin	18
7.3.8	Kulkeutuminen verkostovesiin	18
7.1	Terveysriskit	18
7.1.1	Mahdolliset altistujat	18
7.1.2	Altistuminen hengitysilman kautta	19
7.1.3	Altistuminen veden kautta	19
7.1.4	Altistuminen pintamaan kautta	20
7.1.5	Terveysvaikutukset	20
7.1.6	Muut terveysriskit	20
7.1	Ekologiset riskit	20
7.2	Muut kaatopaikasta aiheutuvat riskit	21
7.3	Epävarmuustarkastelu	21
7.4	Yhteenveto kaatopaikan aiheuttamista riskeistä ja kunnostustarpeesta	23
8.	Kunnostusmenetelmien vertailu	24
8.1	Kunnostusvaihtoehtojen esittely	24
8.2	Jätetäytön poistaminen, Sulkavuoren puhdistamo entisen kaatopaikan kohdalla	24
8.3	Jätetäytön osittainen poistaminen, Sulkavuoren puhdistamo entisen kaatopaikan länsipuolella	24
9.	Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet	25

LIITTEET

Liite 1	Valokuvia alueelta
Liite 2	Vanhat ilmakuvat ja kaatopaikan raja
Liite 3	Maanäytteiden analyysitulosten yhteenvetotaulukko
Liite 4	Koekuoppakortit
Liite 5	Maanäytteiden laboratorioanalyysien tulokset
Liite 6	Vesinäytteiden analyysitulosten yhteenvetotaulukko
Liite 7	Pohjavesipurkikortit
Liite 8	Vesinäytteiden laboratorioanalyysien tulokset
Liite 9	Kaasunäytteiden laboratorioanalyysien tulokset
Liite 10	Haitta-aineiden ominaisuudet

PIIRUSTUKSET

82142248-001	Sijaintikartta
82142248-002	Tutkimuspisteet ja alueen raja
82142248-003	Leikkaus A-A
82142248-004	Leikkaus B-B
82142248-005	Leikkaus B'-B'
82142248-006	Leikkaus C-C
82142248-007	Leikkaus D-D
82142248-008	Kallionpinnan tasot alueella

1. JOHDANTO

Tampereen seudun väestömäärän on arvioitu kasvavan merkittävästi seuraavan kolmenkymmenen vuoden aikana. Samalla on oletettavaa, että jäteveden puhdistusvaatimukset kiristyvät nykyisestä. Puhdistamokapasiteetin lisäystarpeen ja puhdistusvaatimusten kiristymisen vuoksi Pirkanmaalle suunnitellaan uutta keskusjätevedenpuhdistamoa, jossa olisivat Tampereen lisäksi mukana myös Kangasala, Lempäälä, Pirkkala, Tampere, Vesilahti ja Ylöjärvi. Pirkanmaan keskuspuhdistamohankkeen tarkoituksena on luoda jätevedenkäsittelyn perusratkaisu Tampereen seudulle useaksi kymmeneksi vuodeksi eteenpäin.

Pirkanmaan keskuspuhdistamohanke on edennyt ympäristövaikutusten arviointivaiheeseen. Ympäristövaikutusten arvioinnissa vertaillaan sekä keskitettyä, että hajautettua jätevesien käsittelyratkaisua. Vertailtavista vaihtoehdoista hajautetun mallin NYKY+ -vaihtoehdossa nykyiset Viinikanlahden, Raholan ja Lempäälän jätevedenpuhdistamot modernisoidaan vastaamaan kiristyviä puhdistusvaatimuksia ja kasvavia jätevesimääriä. Keskitetyssä Sulkavuori -vaihtoehdossa rakennetaan uusi, entiset puhdistamot korvaava keskuspuhdistamo Sulkavuoren kallion sisään.

Koska valtaosa puhdistamon rakenteista sijoitetaan maan alle, Sulkavuoren maanpäällinen alue säilyy pitkälti nykyisen kaltaisena. Maan pinnalle sijoitetaan ainoastaan hallintorakennus, lietteenkäsittely- ja varastointitilat, ilmastointikonehuone ja poistoilmapiippu sekä ajoteiden suuaukot maanalaisiin tiloihin. Alkuperäisen vaihtoehdon mukaisessa sijoittelussa maanpäälliset rakennukset tulisivat sijaitsemaan Sulkavuoren eteläpuolella sijaitsevan entisen kaatopaikan kohdalla.

Tampereen Sulkavuoressa on toiminut Lakalaivan kaatopaikka vuosina 1953-1974. Kaatopaikalle on sijoitettu historiatietojen perusteella teollisuus-, tuotanto- ja yhdyskuntajätettä. Tämän riski- ja toimenpidekartoituksen tavoitteena oli selvittää entisen kaatopaikan aiheuttamat rajoitteet Sulkavuoren puhdistamon rakentamiselle. Kartoituksen osana tehtiin maastossa maaperätutkimuksia koekuopin sekä kairaamalla. Samalla asennettiin viisi tarkkailuputkea täytön sisäisten vesien ja kaasujen tarkkailua varten.

Työn on tilannut Tampereen Vesi, yhteyshenkilönään Heidi Rauhamäki. Ramboll Finland Oy:ssä työstä ovat vastanneet projektipäällikkö M.Sc. Tomi Pulkkinen, suunnittelijat Ins. (AMK) Sanna Pulkkinen ja DI Jenni Haapaniemi. Maaperänäytteenotosta ovat vastanneet Ins. (AMK) Kalle Putula ja Ins. (AMK) Osmo Jyräväkoski. Vesi- ja kaasunäytteenotosta on vastannut Ins. (AMK) Juha Parviainen.

2. KOHDE

2.1 Sijainti ja omistus

Kohde sijaitsee Tampereen Sulkavuoren eteläpuolella, noin 5 km etäisyydellä Tampereen keskustasta. Kohde sijaitsee Tampereen kaupungin omistamilla alueella, joiden kiinteistörekisteritunnukset ovat 837-306-9903-0, 837-581-1-83 ja 837-585-19-0. Jätetäyttö jatkuu myös liikenneviraston omistamalle alueelle Vt:n 9 varteen kiinteistöille 837-895-2-3 ja 837-895-2-4. Alue on Särkijärvenkadun varrella. Kohteen ETRS-GK:n -tasokoordinaatit ovat N: 6817165; E: 24488121.

Kohteen sijainti on esitetty sijaintikartalla piirustuksessa 82142248-001.

2.2 Rajaukset ja koko

Riski- ja toimenpidekartoituksen kohteena on entisen kaatopaikan alue, jolle on suunniteltu Sulkavuoren keskuspuhdistamon maanpäällisiä rakenteita. Kohde rajautuu etelässä ja lännessä tiealueeseen (Vt 9 ja Vt 3). Idässä on kaatopaikka-aluetta ja metsää, jonka takana on Kurssikeskuksenkatu. Pohjoisessa on Sulkavuori, jonka pohjoispuolella Nirvan asuinalue ja kauppakeskus.

Riski- ja toimenpidekartoitus koskee ainoastaan Sulkavuoren puhdistamon aluetta. Alueen pinta-ala on noin 2,5 ha. Kaatopaikka-alueen itäpuolella sijaitseva täyttöalue, jonne jätetäyttöä on siirretty Vt:n 9 rakentamisen aikana, on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle. Kokonaisuudessaan kaatopaikka-alueen pinta-ala on noin 5,3 ha.

Tutkimusalueen raja on esitetty kuvassa 1 sekä tutkimuspiirustuksessa 82142248-002.



Kuva 1. Kaatopaikan likimääräinen raja ilmakuvassa.

2.3 Pohjasuhteet

Tutkimuksen kohteena olevan alueen maanpinta vaihtelee tasolla n. +127...+138. Tehtyjen tutkimusten perusteella mukaan jätetäytön paksuus on 4...12 m vanhan kaatopaikan alueella. Jätetäytön päällä on täyttömaata 0,5...4,5 m kerros. Jätetäyttö on paksuimmillaan kaatopaikka-alueen keskiosassa. Leikkauspiirustukset kaatopaikka-alueelta on esitetty piirustuksissa 82142248-003...007.

Sulkavuoren alueen kallionpinta laskee entisen kaatopaikan keskelle, ja nousee taas kaatopaikan eteläosissa. Sulkavuoren alueella on paikoin avokalliota ja kallion pinta on korkeimmillaan tasolla +105. Kallionpintakairausten perusteella Sulkavuoren alueen kallion pinta on alimmillaan tutkimusalueen keskellä, entisen kaatopaikan kohdalla (+107). Entisen kaatopaikan alueella kallion pinta on korkeimmillaan pohjois- ja länsiosissa (+125). Tutkimusalueen eteläreunassa kallion pinta nousee taas hieman ylemmäs, tasolle +110...+120. Kallion pinnan tasot on esitetty piirustuksessa 82152248-008.

Oletettavasti kaatopaikalla on vielä jäljellä paljon biohajoavaa orgaanista ainesta ja kaatopaikka-kaasun tuotanto on merkittävää vielä kymmeniä vuosia. Kaatopaikkajätteen hajotessa jätetäyttö saattaa painua kasaan tai tiivistyä vielä pitkienkin aikojen päästä. Painumia saattaa muodostua sattumanvaraisiin paikkoihin sattumanvaraisina ajankohtina.

2.4 Pohjavesi ja pintavesi

Kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue on noin 3,5 km päässä koillisessa oleva Aakkulanharjun (0483701) pohjavesialue.

Kaatopaikalla on täytön sisäistä vettä ja vedenpinta on noin 5...10 m syvyydellä maan pinnasta (kesäkuussa 2012 tasolla +120,52...122,62, N2000). Alueella on viisi havaintoputkea, joista tarkkaillaan täytön sisäisen veden laatua. Lisäksi kaksi pohjavesiputkea on asennettu siirretyn jätetäytön alueelle, arviointikohteen itäpuolelle. Täytön sisäinen vesi on yhteydessä alueen pohjaveeseen.

Täytön sisäinen vesi/pohjavesi virtaa kallionpintatarkastelujen ja pohjaveden pintojen perusteella pohjoisesta etelään. Alueen eteläpuolella kulkevan ohitustien rakenteet ja kuivatukset todennäköisesti katkaisevat mahdollisen pohjaveden virtauksen ja oletettavasti maavedet kulkeutuvat ohitustien suuntaisesti länteen. Pohjavesivirtaukset alueen ympäristössä ovat oletettavasti vähäisiä ohuiden maakerrosten ja moottoritien kuivatuksen vuoksi.



Kuva 2. Pohjavesien arvioitu virtaussuunta alueella. Pohjavedet ja täytön sisäiset vedet purkautuvat ohitustien penkasta pintavedeksi. Ilmakuva 1995, Copyright Blom-kartta Oy 1996.

Kohteessa tehtyjen maastohavaintojen perusteella täytön sisäistä vettä purkautuu pintavesiin kaatopaikan eteläpuolelta, Vt:n 9 penkasta. Valokuvia alueelta on esitetty liitteessä 1. Kaatopaikan itäpuolelle siirretyllä jätetäyttöalueella on suotovesien keräysjärjestelmä, josta vedet johdetaan alueen eteläpuolella sijaitsevaan keräyskaivoon ja edelleen kaupungin viemäriverkostoon. Maastohavaintojen perusteella kaivosta tapahtuu runsasta ylivuotoa maastoon. Kaatopaikan suotovesiä ei tiettävästi ole 1990-luvun alun jälkeen tarkkailtu.

Alueen pintavedet kulkeutuvat moottoritien kuivatusjärjestelmään, josta ne laskevat Härmälän ojan kautta Pyhäjärveen. Pintavesien kulkeutumisreitti on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Pintavesien purkautumisreitti Pyhäjärveen (karttapohja: paikkatietoikkuna.fi)

Aluepelastuslaitoksen harjoitusalueella on paikoin sadevesiviemäröinti.

2.5 Nykyinen toiminta ja rakennukset

Alueella toimii Pelastuslaitoksen harjoitusalue. Harjoitusalue on aidattu ja siellä on muutamia maan päällisiä rakennuksia. Alueella on paljon romua, jota ilmeisesti käytetään apuna pelastuslaitoksen harjoituksissa. Alueen halki kulkee vesijohto ja viemäri. Alueen eteläosassa kulkee Soneran maanalainen kaapeli.

Alueella harjoittelevat myös rauniokoiraharrastajat. Etsittävät henkilöt piiloutuvat osittain maahan kaivettuihin raunioihin, joista koirat heitä etsivät.

2.6 Kaavatilanne ja tuleva käyttö

Yleiskaavassa Sulkavuori on osoitettu maiseman- ja luonnonhoitoalueeksi (VLM). VLM-alueella tulee säilyttää alkuperäinen luonnonympäristö. VLM-alueella sallitaan vähäinen luonnonympäristön huomioonottava yleistä virkistystoimintaa palveleva rakentaminen. Puiden kaataminen, kaivamis-, tasoittamis- ja täyttötöyt tai näihin verrattavat toimenpiteet ovat alueella luvanvaraisia. Kantakaupungin yleiskaavan kartassa 2, Viherverkko ja suojelu Sulkavuori on osoitettu merkittäväksi viheralueena säilytettäväksi alueeksi.

Oikeusvaikutteisen Lahdesjärvi-Lakalaivan osayleiskaavan valmistelu on ollut käynnissä vuodesta 2006. Vuonna 2009 valmistuneessa kaavaehdotuksessa Sulkavuoren puhdistamo sijoittui suojaviheralueelle (EV), maiseman- ja luonnonhoitoalueeksi varatulle lähivirkistysalueelle (VLM-1) ja aluepelastuslaitoksen harjoittelualueeksi varatulle erityisalueelle (E-2). Tarkastelualueena oleva entinen kaatopaikka sijoittuu pääosin alueelle E-2.

Tarkastelualueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa.

Sulkavuoren alueelle on suunnitteilla Pirkanmaan keskuspuhdistamo, joka tulisi sijoittamaan pääosin kallion sisässä.

2.7 Naapurusto

Kohteen välittömässä läheisyydessä ei ole asutusta tai muita herkkiä toimintoja. Lähin asutus on noin 250 metrin päässä koillisessa Nirvan kaupunginosassa. Sulkavuoren alueella kulkee virkistyskäytössä olevia ulkoilureittejä. Kohteen itä-/ koillispuolella on pieneläinten hautausmaa ja länsipuolella lemmikkieläinten uurnaholvi.

3. ALUEEN TOIMINTAHISTORIA

Sulkavuori toimi talvi- ja jatkosodassa ilmatorjunta-asemana, mutta talvisodassa tykit vaurioituivat ensimmäisessä taistelutehtävässä, eikä niitä saatu korjattua talvisodan loppuun mennessä. Jatkosodassa Tampereetta ei pommitettu, joten ilmatorjuntaakaan ei todennäköisesti käytetty. Sotien jälkeen ilmatorjunta-asemaa käytettiin varusmiesten koulutukseen vuosina 1945-50.

Nykyisen kaatopaikan alueella oli vuoden 1946 ilmakuvan perusteella peltoa. Vuoden 1956 ilmakuvassa (kuva 2) näkyy vuonna 1953 perustettu kaatopaikka. Kaatopaikka on toiminut vuoteen 1974 asti ja sinne on sijoitettu Tampereen alueelta kertynyttä yhdyskunta- ja tuotantojätettä. Alueelle sijoitetun jätteen kokonaismääräksi on arvioitu noin 240 000 m³. Kaatopaikan koillisosaan oli padottu lammikot, joihin ajettiin jätevesilietettä. Lietealue on täytetty myöhemmin muilla jätteillä ja täyttömailla.



Kuva 4. Ilmakuva vuodelta 1956. Tummat alueet ovat nestemäisiä jätteitä.

Tampereen itäistä ohitustietä rakentaessa 1990-luvulla, siirrettiin noin 145 000 m³ jätettä tien rakennuksen alta Sulkavuoren eteläiselle reunalle, nyt tarkasteltavan kaatopaikka-alueen itäpuolelle. Alkuperäinen kaatopaikka-alue sijaitsee todennäköisesti osittain tien rakentamisen yhteydessä täytetyn alueen alla.

Sittemmin alueelle perustettiin pelastuslaitoksen harjoitusalue, joka toimii paikalla vielä nykyäänkin. Harjoitusalueella on erilaisia rakennuksia/ rakennelmia ja alueella harjoittelee myös etsintäkoiria.

Vanhoja ilmakuvia ja tarkastelukohteena olevan kaatopaikan osan rajausta on esitetty liitteessä 2.

4. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Jätepenkereen koekaivututkimus 1988, jäte- ja suotovesianalyysit, Vesi- ja ympäristöhallitus, 19.5.1988.

Vesi- ja ympäristöhallitus on tehnyt vuonna 1988 Sulkavuoren kaatopaikalle tutkimuksen *"Jätepenkereen koekaivututkimus, jäte- ja suotovesianalyysi, 19.5.1988"*. Jätepenkereen laatua tutkittiin metallimääritysten osalta 30 kokoomanäytteestä viidestä kaivannosta noin 1 metrin välein. Orgaaniset määritykset tehtiin 20 jätenäytteen viidestä yhdistelmästä. Useissa näytteissä todettiin suuria pitoisuuksia kuparia, kromia, lyijyä ja sinkkiä. Jätenäytteistä on tutkittu myös metallien liukoisuutta (ammoniumasetaattiuutto) ja liukoisuustulosten perusteella kupari, lyijy ja sinkki ovat melko liukoissa muodossa (vähintään noin ¼ kokonaispitoisuudesta liukenee ammoniumasetaattiin). Dikloorieteenien pitoisuus oli huomattavan suuri (keskipitoisuus 7 mg/kg), verrattuna nykyisiin kynnys- ja ohjearvoihin. Dikloorimetaanin keskipitoisuus jätetäytössä ylitti ylemmän ohjearvopitoisuuden.

Vedenlaatua tutkittiin kahdesta pisteestä, P1 (purku) ja K2 (kaivo). Vedessä todettiin kohonneita dikloorieteenien, tolueenin ja kresolien pitoisuuksia.

Lakalaivan vanhan kaatopaikan vesientarkkailu vuodelta 1991, vuosiraportti, Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri, 29.10.1991. (nro 91/773/kuv342)

Tampereen kaupunki on Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin velvoituksesta tarkkaillut Sulkavuoren (Lakalaivan vanhan) kaatopaikan suoto- ja valumavesien määrää ja laatua. Saamamme tarkkailuraportti (*Lakalaivan vanhan kaatopaikan vesientarkkailu vuodelta 1991, vuosiraportti, Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri, 29.10.1991. (nro 91/773/kuv342)*) on vuodelta 1991, jolloin kaatopaikan läntinen osa oli siirretty läntisen ohitustien alta pois kaatopaikan itäreunalle. Suotoveden määrää mitattiin suotovesien tarkkailukaivosta. Vedenlaatua mittaavat näytteet oli otettu suotovesikaivosta ja pohjaveden tarkkailupisteestä 2. Suotovesikaivo on olemassa nykyisellään Vt 9:n varressa. Tämän tarkkailuohjelman mukaisesta pohjavesiputkesta PVP2 ei ole nykyisellään maastohavaintoa. Raportin perusteella pohjaveden pitoisuuksissa näkyy selvästi kaatopaikan vaikutus, mutta pohjaveden laatu on kuitenkin parempi kuin keskimäärin kaatopaikkavesien vaikutuspiirissä olevissa pohjavesissä (Viittaus VYH julkaisuun nro 67, Kaatopaikkojen ongelmajätteiden ympäristövaikutukset). Raportissa esitetään tarkkailun lopettamista tässä laajuudessa.

Pima-selvitys, Pöyry Finland Oy, 17.12.2010

Pöyry Finland Oy on tehnyt Tampereen Veden toimeksiannosta pima-selvityksen osana Pirkanmaan keskuspuhdistamon yleissuunnitelmaa, *PIMA-selvitys. 17.12.2010. Pöyry Finland Oy*. Alueelle kairattiin neljä tutkimuspistettä kallioon asti ja kahteen pisteeseen asennettiin pohjavesiputket (PE2 ja PE3), joista tutkittiin täytön sisäisen veden laatua sekä kaatopaikkakaasun esiintymistä. Kairauksista otettiin jatkuvat maanäytteet koko jätetäyttökerroksesta noin 1 m kokoomina ja niistä tutkittiin mm. raskasmetallit, öljyt ja liuottimet. Vesinäytteestä tutkittiin samat haitta-aineet kuin maanäytteistä ja lisäksi kaatopaikan indikaattoriaineita. Kaasusta analysoitiin metaanin, hiilidioksidin ja hapen pitoisuudet. Jätetäytössä oli korkeita raskasmetallipitoisuuksia (kromi, kupari, sinkki, antimoni ja kadmium). Kaikissa tutkimuspisteissä todettiin öljypitoisuuksia 6000 – 22 000 mg/kg. Bensiinihiilivetyjen (C5-C10) kokonaispitoisuus oli luokkaa 800 – 2600 mg/kg ja kloorieteenien maksimipitoisuus yli 100 mg/kg. Täytön sisäisessä vedessä oli korkeita pitoisuuksia benziinihiilivetyjä (putkessa PE2 tolueenia 1 100 µg/l) ja kloorattuja hiilivetyjä (putkessa PE2 cis-1,2-dikloorieteeniä 17 000 µg/l) sekä kaatopaikalle tyypillisesti korkeahko ammonium- sekä COD_{Cr} pitoisuus.

5. RAMBOLL FINLAND OY:N TUTKIMUS 2012

5.1 Historiaselvitys ja näytteenottosuunnitelma

Ramboll on tehnyt tätä tutkimusta varten historiaselvityksen ja näytteenottosuunnitelman. Tutkimuksen maastotyöt on suoritettu tilaajan hyväksymän näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Tutkimus sisälsi koekuoppien kaivua, porakonekairausta, pohjavesiputkien asentamista, pohjavesinäytteenottoa, kaatopaikkakaasumittauksia ja näytteiden analysointia. Lisäksi otettiin näytteitä kaatopaikan etelän puoleisesta penkasta purkautuvasta suotovedestä sekä siirretyn kaatopaikan suotovesijärjestelmän suotovesikaivosta. Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 82142248-003

5.2 Maaperä- ja jätenäytteenotto

Näytteenotto maaperästä ja jätteestä suoritettiin kaivinkoneella kaivetuista koekuopista sekä raskaalla porakonekairalla kairaamalla. Koekuoppien kaivulla tutkittiin peitemaakerroksen paksuutta ja kaatopaikan rajausta, tehtiin havaintoja maavedestä sekä otettiin näytteitä jätetäytön yläpinnasta ja peitemaakerroksesta. Koekuoppia kaivettiin yhteensä 18 kpl.

Porakonekairauksia tehtiin Tampereen kaupungin toimesta jätetäytön alueella 4 kpl. Kairauksilla määritettiin jätetäytön paksuus ja otettiin maanäytteitä jätetäytön alapuolisesta perusmaasta. Pohjavesiputkia asennettiin viisi kappaletta, joista kolme (PVP2, PVP3 ja PVP4) sijoittui tarkastelualueelle ja kaksi (PVP5 ja PVP6) tarkastelualueen itäpuolelle siirretyn jätetäytön alueelle. Suunnitelman mukaan havaintoputkia piti asentaa kuusi kappaletta, mutta pisteessä PVP1 ei havaittu vettä, eikä putkea asennettu.

Maanäytteitä otettiin tutkimuksen yhteydessä yhteensä 83 kpl. Kenttähavaintojen ja analyysitulosten yhteenvedotaulukko on liitteenä 3 ja koekuoppakortit liitteenä 4.

5.3 Maa- ja jätenäytteiden kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit

Kaikki koekuopista ja kairakoneella otetut maanäytteet tutkittiin epäorgaanisten haitta-aineiden röntgenfluoresenssiin perustuvalla kenttämittarilla.

Laboratoriossa analysoitiin valikoiduista maaperänäytteistä kenttähavaintojen perusteella:

- epäorgaaniset haitta-aineet ja elohopea, 10 kpl
- öljyhiilivedyt (C10-C40), 9 kpl
- öljyhiilivedyt (C5-C10), 4 kpl
- aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit, 5 kpl
- PAH-yhdisteet, 8 kpl
- klooratut alifaattiset hiilivedyt 5 kpl
- PCB, 6 kpl
- dioksiinit ja furaanit (PCDD/DF), 1 kpl
- torjunta-aineet, 1 kpl

Yhteensä laboratorioon toimitettiin näytteitä analysoitavaksi 14 kappaletta.

Maanäytteiden laboratorioanalyysitulokset ovat liitteessä 5.

5.4 Vesinäytteenotto

Tutkimuksen yhteydessä asennettiin maastoon viisi havaintoputkea. Alueella oli ennestään kolme havaintoputkea ja yksi suotovesikaivo. Vesinäytteet saatiin otettua suotovesikaivosta ja kuudesta havaintoputkesta. Yksi uusi havaintoputki (PVP 6) oli kuiva ja vanhan tarkkailuohjelman mukainen PVP 1 oli tukossa tai kuiva. Yhteensä pohjavesinäytteitä on otettu 6 kpl ja suotovesinäytteitä 4 kpl. Suotovesikaivosta on haettu näyte myös myöhemmin ja samalla otettiin vesinäytteet myös

kaatopaikan eteläisen penkan läpi suotautuvasta kaatopaikan sisäisestä vedestä. Vesinäytteiden analyysitulokset ovat liitteessä 6. Pohjavesiputkikortit ovat liitteenä 7.

5.5 Vesinäytteiden laboratorioanalyysit

Vesinäytteet toimitettiin analysoitavaksi Ramboll Finland Oy:n laboratorioon Lahteen. Otetuista vesinäytteistä analysoitiin:

- epäorgaaniset haitta-aineet 10 kpl
- öljyhiilivetyjen bensiinijakeet 9 kpl
- mineraaliöljyt, (C10-C40), 10 kpl
- aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit, 10 kpl
- PAH-yhdisteet, 10 kpl
- klooratut alifaattiset hiilivedyt, 10 kpl
- torjunta-aineet, 7 kpl
- pH
- sähkönjohtavuus
- COD_{Mn}
- BOD₇ATU

Vesinäytteiden laboratorioanalyysitulokset ovat liitteessä 7.

5.6 Kaatopaikkakaasumittaukset ja laboratorioanalyysit

Kaasujen muodostumista ja koostumusta mitattiin huhtikuussa 2012 havaintoputkista kenttämitareilla sekä laboratorionäytteiden avulla. Dräger X-am 7000 -monikaasumittarilla mitattiin maastossa huokoskaasujen rikki- ja syaanivetypitoisuus. Lisäksi käytettiin kaatopaikkakaasumittaria GA2000, jolla mitattiin muodostuvan kaasun metaani-, hiilidioksidi- ja happipitoisuudet. Mittausaika oli noin 10 minuuttia.

Kesäkuussa 2012 kaatopaikkakaasuja mitattiin Dräger X-am -monikaasumittarilla kaikista alueen pohjavesiputkista.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet otettiin metalliseen TENAX-putkeen, joiden läpi imetään kaasua. TENAX-putkista analysoidaan laboratoriossa aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit sekä klooratut alifaattiset hiilivedyt. Vinyylikloridien määrittystä ei analyysiteknisistä syistä tehty.

Tulokset on esitetty taulukossa 3 kappaleessa 6.3.

6. TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

6.1 Maaperä ja jäte

Tutkimuskohteessa on jätetäytön päällä sekalaisesta täytöstä koostuva pilaantumaton maakerros, jonka paksuus vaihtelee välillä 0,5 ja 4,5 m. Tämän kerroksen alapuolella on jätetäyttö, joka koostuu mm. puhdistamolietteestä ja välppäjätteestä. Tehtyjen tutkimusten perusteella mukaan jätetäytön paksuus vaihtelee välillä 4 ja 12 m vanhan kaatopaikan alueella. Jätetäyttö on paksuimmillaan kaatopaikka-alueen keskiosassa. Jätetäyttökerros ja sen alapuolinen maaperä sisältää korkeita pitoisuuksia epäorgaanisia ja orgaanisia haitta-aineita.

Kenttähavaintojen ja analyysitulosten yhteenvetotaulukko on liitteenä 3. Taulukossa on myös aiempien tutkimusten tulokset (Pöyry, 2010). Yhteenvetotaulukossa on esitetty myös vertailu VNa 214/2007 mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin. Kohteessa pilaantuneisuuden arvioinnissa voidaan käyttää ylempiä ohjearvoja.

Kaikkien alueella tehtyjen tutkimusten perusteella entisen kaatopaikan maaperä/jätetäyttökerros on pilaantunut metalleilla ja puolimetalleilla (antimoni, elohopea, kadmium, kromi, kupari, sinkki), öljyhiilivedyillä (C₅.....C₄₀), PAH-yhdisteillä (fenantreeni, fluoranteeni, naftaleeni), PCB-yhdisteillä, klooratuilla alifaattisilla hiilivedyillä (dikloorieteeni, trikloorieteeni, tetrakloorieteeni)

ja aromaattisilla hiilivedyillä (tolueeni ja ksyleenit). Taulukossa 1 on esitetty havaitut haitta-aineet ja yhteenveto tutkimustuloksista. Maaperän/jätteen syanidipitoisuuksia ei ole tutkittu. Tehdyt tutkimukset ja tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kaikki kohteen maaperästä ja jätteestä tehty tutkimukset

Haitta-aine	Analyysien lkm (kenttämittausten lkm)	Kynnysarvon ylityksiä (alemman ohjearvon alituksia)	Alemman ohjearvon ylityksiä (ylemman ohjearvon alituksia)	Ylemmän ohjearvon ylityksiä	Määrittämissuorituksen ylittävien pitoisuuksien keskiarvo, mg/kg	Pitoisuuksien maksimi, mg/kg
Antimoni	29	5	7	3	154	1 314
Arseeni	29(83)	24	1	1	20	200
Kadmium	29	12	1	3	11	110
Koboltti	29	0	0	0	13	32
Kromi	29(83)	6	0	5	176	1 500
Kupari	29(83)	4	2	7	176	1 100
Nikkeli	29(83)	3	0	0	31	87
Lyijy	29(83)	10	4	0	128	598
Vanadiini	29	0	0	0	56	97
Sinkki	29(83)	3	3	9	413	2 100
Elohopea	29	8	4	1	2	6
Öljyhiilivedyt C10-C40	23	16	-	-	6 975	21 800
C5-10	18	-	2	6	684	2 600
C10-21	23	-	3	12	4 381	15 000
C21-C40	23	-	2	13	2 991	8 300
Bentseeni	19	7	0	0	0,11	97
Tolueeni	19	-	1	5	23	110
Etylibentseeni	19	-	3	0	6	36
Ksyleenit	19	-	3	3	24	115
TEX-summa	19	11	-	-	51	208
PAH (summa)	8	0	1	2	90	260
Antraseeni	8	2	0	0	2	5
Bentso(a)antraseeni	8	1	2	0	6	15
Bentso(a)pyreeni	8	0	3	0	4	11
Bentso(k)fluoranteeni	8	2	1	0	2	6
Fenantreeni	8	0	1	2	9	28
Fluoranteeni	8	0	1	2	11	35
Naftaleeni	8	1	0	2	17	74
Dikloorimetaani	19	0	0	0	<mr	<mr
Vinyylilokloridi	5	5	0	0	<mr	<mr
Dikloorieteenit	19	2	2	8	13,5	89
Trikloorieteenit	19	6	0	1	1,1	5,8
Tetrakloorieteeni	19	7	0	2	2,4	18
Triklooribentseenit	14	0	0	0	<mr	<mr
PCDD/F	1	0	0	0	<mr	<mr
Torjunta-aineet	1	-	-	-	<mr	<mr
PCB	6	2	1	1	3,8	9,4
<mr=alle määrittämissuorituksen						

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että jätetäyttökerros sisältää suuria haitta-ainepitoisuuksia ja sen alapuolinen maaperä on pilaantunut epäorgaanisilla ja orgaanisilla yhdisteillä.

Aikaisempien tutkimusten perusteella jätetäytön kupari, lyijy ja sinkki ovat melko liukoissa muodossa. Jätetäytön alapuolisen maaperän on todettu pilaantuneen elohopealla, kadmiumilla, kromilla, kuparilla ja sinkillä, mikä myös viittaa siihen, että jätetäytön metallit ovat liukoissa muodossa.

6.2 Täytön sisäinen vesi ja suotovesi

Vuosina 2012 ja 2010 otettujen vesinäytteiden tulokset on koottu liitteeseen 6. Tehdyt tutkimukset ja tulokset on esitetty taulukossa 2.

Vuonna 2012 (Ramboll) ja vuonna 2010 (Pöyry) tehdyissä tutkimuksissa kaatopaikan sisäisessä vedessä on havaittu korkeita (yli 1 000 µg/l) pitoisuuksia vinyylidikloridia ja diklooriaeteeniä (putket PVP3, PVP4 ja PE2), bentseeniä (PE 2), tolueenia (PE2) sekä öljyhiilivetyjen bensiinijakeita (PVP4, PE2 ja PE3), keskitisleitä (PVP3 ja PE3) ja raskaita jakeita (PE3). Lisäksi tarkastelualueen itäpuolella, siirrettyssä jätetäytössä on havaittu korkeita öljypitoisuuksia putkessa PVP5.

Suurin osa jätetäytön metalleista pidättyy melko hyvin maa-ainekseen, sillä liukoisten metallien todetut pitoisuudet kaatopaikan sisäisessä vedessä ja suotovedessä ovat melko pieniä verrattuna jätetäytöstä todettuihin pitoisuuksiin. Koholla olivat liukoisen arseenin pitoisuus (100 µg/l) pohjavesiputkessa PVP2, liukoisen nikkelin pitoisuus (210 µg/l) suotovesikaivossa maaliskuussa 2012, liukoisen sinkin pitoisuus (150 µg/l) pohjavesiputkessa PE3 ja liukoisen kromin pitoisuus pohjavesiputkissa PVP3 (35 µg/l) ja PE2 (29 µg/l).

Lisäksi alueen täytön sisäisessä vedessä on koko alueella havaittu kohonneita PAH-yhdisteiden, öljyjen, aromaattisten yhdisteiden ja kloorattujen alifaattisten yhdisteiden pitoisuuksia.

Jätetäytön sisäistä vettä suotautuu maastotarkastelujen perusteella pintavedeksi kaatopaikan eteläpuolelta, ohitustien penkasta. Lisäksi kaatopaikkavesiä purkautuu pintavedeksi ylivuotona suotovesikaivosta, johon tiettävästi kerätään ohitustien rakentamisen yhteydessä siirretyn kaatopaikan osan suotovedet. Pintaveteen suotautuvassa vedessä on havaittu kohonneita (yli 100 µg/l) pitoisuuksia kloorattuja alifaattisia yhdistettä. Vesiympäristölle vaarallisiksi luokiteltuja alifaattisia kloorattuja yhdisteitä (trikloorieteeni, tetrakloorieteeni) ei ole kohteen suotovesistä todettu.

Taulukko 2. Kaikki kohteen vesistä tehdyt tutkimukset

Haitta-aine	Analyyseiden lkm	Määrittämissuorituksen ylittävien pitoisuuksien keskiarvo µg/l	Pitoisuuksien maksimi, µg/l
pH	12	6,8	max 9,3 min 6,3
sähkönjohtavuus ms/m	12	240	530
CODMn, mg/l	10	74,5	250
CODCr, mg/l	2	515	800
Cl, mg/l	2	33,2	58,4
SO ₄ , mg/l	2	46	81
NH ₄ , mg/l	2	227,5	390
NO ₃ , mg/l	2	2,7	2,7
P, mg/l	2	3,5	3,8
BOD ₇ ATU, mg/l	12	217,7	900
Antimoni	10	0,9	1,1
Arseeni	12	22,8	100
Kadmium	12	<mr	<mr
Koboltti	12	13,5	47
Kromi	12	6,6	25
Kupari	12	2,5	3
Nikkeli	12	36,9	210
Lyijy	12	0,6	0,6
Vanadiini	12	8,6	27
Sinkki	12	45,3	150
Elohopea	2	0,3	0,3
Öljyhiilivedyt C10-C40	12	5 599	58 000
C5-10	11	1 085	2 700
C10-21	12	4 899	43 000
C21-C40	12	2 251	15 000
Bentseeni	12	351	4 000
Tolueeni	12	263,5	1 100
Etylibentseeni	12	26,9	100
Ksyleenit	12	129,2	670
Antraseeni	10	0,9	5,3
Asenaftteeni	10	0,6	2,7
Asenaftyleeni	10	0,1	0,1
Bentso(a)antraseeni	10	6,1	29
Bentso(a)pyreeni	10	3	14
Bentso(b)fluoranteeni	10	5,4	26
Bentso(k)fluoranteeni	10	2,1	10
Dibentso(a,h)antraseeni	10	0,5	2,4
Fenantreeni	10	6,3	49
Fluoranteeni	10	8,1	76
Indeno(1.2.3-c,d)pyreeni	10	2,6	12
Kryseeni	10	6,3	30
Naftaleeni	10	9,2	26
Pyreeni	10	6,6	55
Dikloorimetaani	12	<mr	<mr
Vinyylidikloridi	10	1 253	8 000
Dikloorieteenit	12	12 780	91 130
Trikloorieteenit	12	32,5	110
Tetrakloorieteeni	12	124,3	640
Torjunta-aineet	7	<mr	<mr
<mr=alle määrittämissuorituksen			

6.3 Kaatopaikkakaasu

Kaatopaikkakaasun tuottomittauksella voidaan arvioida jätekerroksen anaerobisen hajoamisen vaihetta. Kaatopaikkakaasun ominaisuuksia mitattiin viidestä havaintoputkesta (PVP 2-PVP 6). Metaanintuotanto on alhaisinta putkessa PVP 2; 0 %. Suurimmillaan metaanin tuotanto oli havaintoputkessa PVP4; 47 %. Neljästä putkesta purkautui myös myrkyllistä syaanivetyä (HCN). Havaintoputkessa PVP 4 syaanivedyn pitoisuudeksi mitattiin suurimmillaan 40 ppm. Viidestä putkesta purkautui rikkivetyä (H₂S). Korkein hiilidioksidipitoisuus, 38%, havaittiin putkessa PVP 5.

Jätetäytöstä purkautuvasta kaasusta on kaikissa tutkimuksissa mitattu 0...47 % metaania, 0...44 % hiilidioksidia, 0...10 ppm rikkivetyä, 0...40 ppm syaanivetyä ja 41...133 mg/m³ haihtuvia hiilivetyjä (mm. dikloorieteeniä ja toluenia). Analyysiteknisistä syistä kaatopaikalta purkautuvasta kaasusta ei saatu määritettyä vinyylidikloridin pitoisuuksia, mutta kaasun dikloorieteenipitoisuuden perusteella voidaan olettaa myös vinyylidikloridia esiintyvän runsaasti kaasumuodossa. Myös alueen täytön sisäisessä vedessä todetut suuret vinyylidikloridipitoisuudet ja sen herkkä haihtuminen huomioon ottaen on oletettavaa, että purkautuvassa kaasussa on vinyylidikloridia. Oletettavasti kaatopaikalla on vielä jäljellä paljon biohajoavaa orgaanista ainesta ja kaatopaikkakaasun tuotanto on merkittävää vielä kymmeniä vuosia.

Kaasujen kenttämittausten ja laboratorioanalyysien tulokset on koottu taulukkoon 3. Laboratorioanalyysitodistukset ovat liitteenä 9.

Taulukko 3. Kaikkien kaasumittausten tulokset.

PVM		CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S	HCN	Σ TVOC (Tenax-putkeen)	Dikloorieteeni	Tolueni	Ksyleenit	Bentseeni	Etyylibentseeni
		%	%	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Vertailuarvo, sallittu pitoisuus hengitysilmassa (U.S. EPA)			2*		5	10		0,02 ...0,2	5	0,1	0,0013 ... 0,0045	0,1
PVP2	13.4.2012	0	1	19	0	0	41	12,4	2,4	0,6	0,7	0,2
	15.6.2012	0	0	20,9	0	0						
PVP3	13.4.2012	24	14	3	3	0						
	15.6.2012	11,6	23	12,5	0	0						
PVP4	13.4.2012	28	16	0	2	10	133	23,0	7,5	1,9	0,7	0,5
	15.6.2012	47	4	10,5	10	40						
PVP5	13.4.2012	45	26	0	3	3	50	3,6		0,6	1,0	0,2
	15.6.2012	43	38	0,4	0	0						
PVP6	13.4.2012	20	17	2	1	2	94	14,9	2,9		0,5	0,3
	15.6.2012	24,5	29	3,8	0	0						
PE2	26.10.2010	47	44	3								
	15.6.2012	30	33	8,7	0	0						
PE3	26.10.2010	18	24	3								
	15.6.2012	4,3	28	1	10	10						

7. PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI

7.1 Riskinarvioinnin rajaukset ja muut lähtökohdat

Riskinarvioinnin tavoitteena on selvittää kohteen maaperän, jätteen, huokoskaasun ja täytön sisäisen veden haitta-ainepitoisuuksia ja puhdistustarvetta ja sitä kautta kohteen soveltuvuutta nykyiselle ja tulevalle käytölle. Soveltuvuutta arvioidaan haitta-aineiden kulkeutumisen sekä niiden mahdollisesti aiheuttamien terveys- ja ympäristöriskien avulla.

Kaatopaikan kohdalle on suunniteltu rakennettavaksi Pirkanmaan keskuspuhdistamon Sulkavuorivaihtoehtoon maanpäällisiä rakennuksia. Tässä kappaleessa on arvioitu rakentamisen mahdollisuuksia riskiperusteisesti ja todettu, että rakentaminen ei ole mahdollista ilman mittavia kunnostustoimenpiteitä. Tämän vuoksi riskinarvioinnissa on käsitelty myös puhdistamorakennusten vaihtoehtoista sijaintia kaatopaikka-alueen länsipuolella.

Riskinarviointi rajataan koskemaan ainoastaan alkuperäistä Lakalaivan kaatopaikkaa. Kaatopaikan itäpuolelle ohitustien rakentamisen yhteydessä läjitetyt jätettä sisältävät massat rajataan tämän tarkastelun ulkopuolelle.

7.2 Kriittiset haitta-aineet ja niiden esiintyminen

Riskinarvioinnissa on keskitytty arvioimaan kaatopaikan keskeisimpiä haitta-aineita. Tarkasteluun on valittu haitta-aineet seuraavin perustein:

- Haitta-ainepitoisuus maaperässä tai jätteessä ylittää VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvon
- Haitta-ainepitoisuus maaperässä tai jätteessä saattaa olla haitallinen terveydelle tai ympäristölle, mutta haitta-aineelle ei ole määritetty VNa 214/2007 mukaisia kynnysarvoja
- Haitta-ainepitoisuus kaatopaikan sisäisessä vedessä saattaa olla haitallinen terveydelle tai ympäristölle.
- Yhdisteen pitoisuus kaatopaikkakaasussa saattaa olla haitallinen terveydelle tai ympäristölle
- Yhdisteen pitoisuus maaperässä/jätteessä, sisäisessä vedessä tai purkautuvassa kaasussa saattaa kasvaa todettujen yhdisteiden hajoamisen myötä

Tarkastelussa on huomioitu kaikki tiedossa olevat tutkimustulokset alueelta. Kriittiset haitta-aineet, sekä niiden esiintyminen on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 4. Kriittiset haitta-aineet sekä niiden esiintyminen

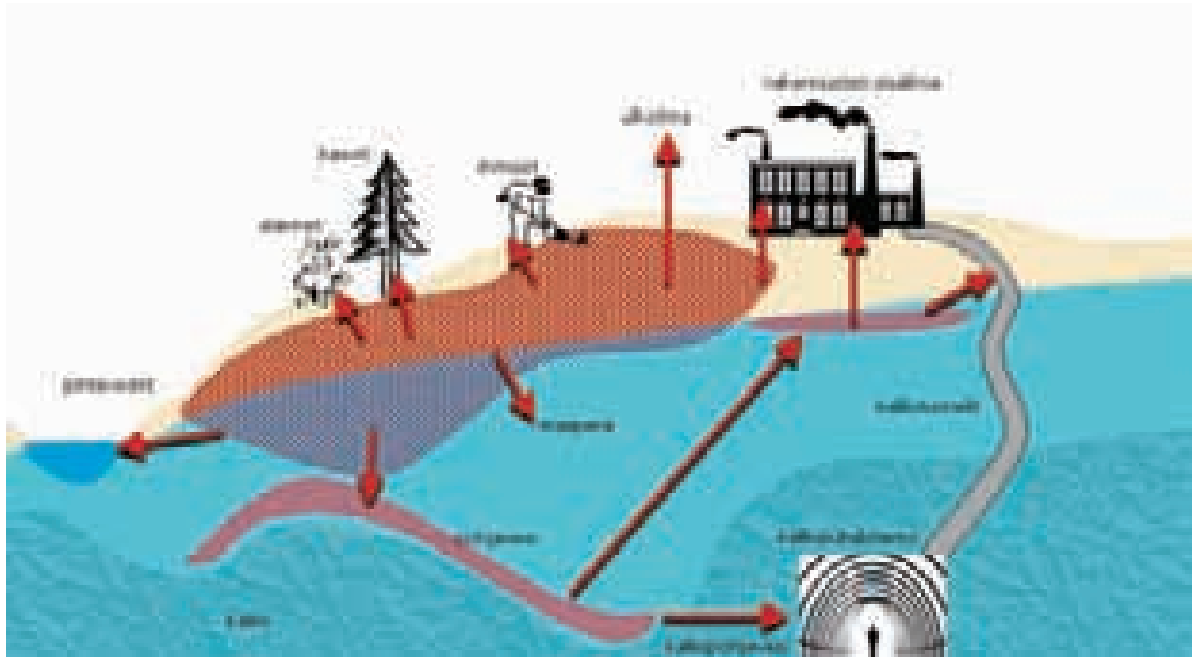
	Maaperä, jäte	Sisäinen vesi	Kaasu	Hajoaminen
Metallit ja puolimetallit				
Antimoni	X			
Elohopea	X			
Kadmium	X			
Kromi	X			
Kupari	X			
Lyijy	X			
Nikkeli		X		
Sinkki	X			
Vanadiini	X			
Syanidi, syaanivety			X	
Öljyhiilivedyt				
Bensiinijakeet C5...C10	X			
Keskitisleet C10...C21	X			
Raskaat jakeet C21...C40	X			
Aromaattiset hiilivedyt				
Bentseeni		X	X	
Tolueeni	X		X	
Etylibentseeni	X		X	
Ksyleenit	X		X	
PAH-yhdisteet				
Bentso(a)antraseeni	X			
Bentso(a)pyreeni	X			
Bentso(b)fluoranteeni	X			
Fenantreeni	X			
Fluoranteeni	X			
Naftaleeni	X			
PAH-summapitoisuus	X			
PCB-yhdisteet	X			
Klooratut alifaattiset hiilivedyt				
Dikloorimetaani	X			
Vinyylikloridi		X	?	X
Dikloorieteenit	X	X	X	
Trikloorieteenit	X			
Tetrakloorieteeni	X			

Kriittisten haitta-aineiden ominaisuuksia on kuvattu liitteessä 10.

7.3 Haitta-aineiden kulkeutuminen

7.3.1 Kulkeutumisreitit

Haitta-aineiden kulkeutumisen käsitteellinen malli on esitetty kuvassa 5. Haitta-aineiden kulkeutumisreittien arvioinnissa on huomioitu haitta-aineiden esiintyminen ja pitoisuudet sekä ominaisuudet.



Kuva 5. Haitta-aineiden kulkeutumisen käsitteellinen malli

Kohteessa merkittävimmät kulkeutumisriskit aiheutuvat sellaisista orgaanisista yhdisteistä, jotka liikkuvat helposti veden mukana tai haihtuvat herkästi ilmaan. Eri kulkeutumisreittejä on tarkasteltu tarkemmin kappaleissa 7.3.2 - 7.3.6.

7.3.2 Kulkeutuminen pohjaveteen ja kalliopohjaveteen

Jätetäytön pinnassa ei ole tiiviitä pintarakenteita, joten alueen sadevedet pääsevät osittain suodautumaan jätetäyttöön täytön sisäiseksi vedeksi. Jätetäytöstä haitta-aineita siirtyy täytön sisäiseen veteen. Jätetäytön sisäinen vesi on käytännössä alueen pohjavettä, joten haitta-aineita katsotaan kulkeutuvan myös pohjaveteen.

Merkittävimmän riskin pohjaveden laadulle aiheuttavat klooratut alifaattiset yhdisteet. Pohjavedestä on todettu suuria vinyylikloridin ja dikloorieteenin pitoisuuksia. Nämä ovat korkeammin kloorattujen tri- ja tetrakloorieteenien hajoamistuotteita ja todennäköisesti pitkän ajan kuluessa vinyylikloridin pitoisuus tulee entisestään kasvamaan dikloorieteenien hajotessa. Klooratut alifaattiset yhdisteet voivat kulkeutua pohjaveden mukana, virtauksista riippuen myös kohteen ulkopuolelle. Pohjavesien todennäköinen virtaussuunta alueella on pohjoisesta etelään.

Dikloorieteenit ja sitä korkeammin klooratut alifaattiset hiilivedyt ovat vettä raskaampia ja painuvat yleensä pohjavesikerroksessa läpäisemättömään maakerrokseen tai kallionpintaan asti. Kohteessa nämä yhdisteet ovat todennäköisesti faasina kallion pinnalla tai kallion raoissa, varsinaisen pohjavesikerroksen alapuolella. Liukoisina yhdisteitä voi esiintyä koko pohjavesikerroksessa. Korkeammin klooratut yhdisteet hajoavat vinyylikloridiksi, joka on vettä kevyempi yhdiste. Vinyylikloridi voi näin ollen nousta pohjavesikerroksen pintaan.

Klooratut alifaattiset yhdisteet painuvat kallion pintaan ja voivat kulkeutua kalliopohjavedessä myös kohteen ulkopuolelle, mikäli kalliolla on rakoja joissa haitta-aineet ja pohjavesi pääsee virtaamaan. Näin ollen on mahdollista että haitta-aineita kulkeutuu myös Sulkavuoreen rakennettavan kalliopuhdistamon alueelle, sillä kalliopuhdistamon alin taso on suunniteltu noin tasolle + 75, kun Sulkavuoren entisen kaatopaikan kalliopinnan taso on alimmillaan noin tasolla + 105. Lisäksi kaatopaikan alapuoliseen kallioon on suunniteltu ajotunneli nostokuilun pumppaamohalliin. Pilaantuneen pohjaveden kulkeutumista ajotunneliin pidetään merkittävänä riskinä.

On myös mahdollista, että kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä kulkeutuu alueen ulkopuolelle rengas- tai porakaivoihin ja edelleen talousvedeksi. Pohjavesien todennäköinen virtaussuunta alueelta on pohjoisesta etelään. Kaatopaikan eteläpuolella pohjavesien virtauksen todennäköisesti katkaisee

ohitustie, jonka rakenteissa ja kuivatusjärjestelmissä virtaus todennäköisesti jatkuu länteen päin. Virtaavan pohjaveden määrä alueen lähiympäristössä oletetaan ohuiden maakerrosten vuoksi vähäiseksi. Haitta-aineiden kulkeutumista talousvesikaivoihin ei pidetä merkittävänä riskinä.

Pohjavedestä on todettu suuria pitoisuuksia myös bentseeniä sekä öljyhiilivetyjen bensiinijakeita, keskitisleitä ja raskaita jakeita. Näistä erityisesti bentseeni ja öljyjen kevyemmät jakeet voivat kulkeutua pohjaveden mukana alueen ulkopuolelle.

Jätetäytössä ja sen alapuolisessa maaperässä on paikoin korkeita metallien ja PAH-yhdisteiden. Täytön sisäisessä vedessä ja alueelta suotautuvassa vedessä havaitut metallien ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet ovat pääosin näihin verrattuna melko pieniä, mikä viittaa siihen, että suurin osa metalleista ja PAH-yhdisteistä pidättyy hyvin maa-ainekseen, eikä kulkeudu vesien mukana. Metalleista kulkeutuvassa muodossa on todennäköisesti nikkeli, arseeni ja sinkki. PAH-yhdisteistä naftaleeni on kulkeutuvassa muodossa. Metallien ja PAH-yhdisteiden kulkeutuminen pohjaveteen ja kohteen ulkopuolelle on huomattavasti pienempi riski, kuin kloorattujen alifaattisten hiilivetyjen tai bentseenin ja öljyhiilivetyjen.

7.3.3 Kulkeutuminen pintavesiin

Kohteesta kulkeutuu pintavesiin jätetäytön sisäistä vettä ainakin kaatopaikan eteläreunalta. Pintavesiin purkautuvassa suotovedessä on huomattavia pitoisuuksia vinyylikloridia, *cis*-1,2-dikloorieteeniä ja tolueenia. Suotatuvan veden määrä toukokuussa oli huomattava, sillä penkan läpi suotautuvasta vedestä voitiin helposti ottaa näytteet.

Haitta-aineita sisältävää suotovettä purkautuu kaatopaikan etelän puoleisesta penkasta ohitustien reunassa pintaveteen. Pintavesien todennäköinen virtaussuunta on länteen Härmälänojaan ja edelleen Pyhäjärveen. Pintavedestä vinyylikloridi, dikloorieteeni ja tolueeni todennäköisesti haihtuvat melko nopeasti ulkoilmaan, mikä vähentää haitta-aineiden päätymistä vesistöön.

Pintavesiin laskevissa vesissä ylittyvät VNa 1002/2006 mukaiset ympäristölaatumormit penkan läpi purkautuvassa vedessä naftaleenin osalta, sekä osittain pintaveteen ylivuotona purkavan suotovesikaivon vedessä naftaleenin sekä nikkelin osalta. Nikkelin osalta ylitys sulamisaikaan maaliskuussa on merkittävä, yli 10-kertainen ympäristölaatumormiin nähden. Ympäristölaatumormeja ei asetuksen mukaan sovelleta noroon tai ojaan, mutta niitä on tässä arvioinnissa käytetty vertailuarvoina.

7.3.4 Kulkeutuminen ulkoilmaan

Maaperästä ja jätetäytöstä voi kulkeutua haitta-aineita alueen ulkoilmaan haihtumalla. Paikoin pintakerrokset ovat melko ohuita (n. 0,5 m), jolloin haihtumista voi merkittävässä määrin tapahtua. Merkittävimpiä haihtuvia yhdisteitä kohteessa ovat klooratut alifaattiset hiilivedyt (vinyylikloridi, dikloorieteenit, trikloorieteenit, tetrakloorieteeni). Myös tolueeni, ksyleenit, naftaleenit ja öljyhiilivetyjen kevyemmät jakeet voivat haihtua jätetäytöstä ulkoilmaan.

Haitta-aineiden lisäksi ilmaan voi kaatopaikalta kulkeutua merkittävästi kaatopaikkakaasuja (metaani, hiilidioksidi, rikkivedyt, syaanivedyt), joita muodostuu jätemateriaalin hajotessa.

Maastohavaintojen perusteella kaatopaikka-alueella on paikoin epämiellyttävä haju, mikä viittaa siihen, että jätetäytöstä kulkeutuu ulkoilmaan kaasuja ja/tai hiilivetyjä.

Vinyylikloridia, dikloorieteeniä ja tolueenia haihtuu todennäköisesti ulkoilmaan myös kaatopaikan suotovesistä, joita suotautuu kaatopaikan etelän puoleisen penkan läpi pintavedeksi. Lisäksi vinyylikloridia voi haihtua ulkoilmaan, mikäli sitä pääsee haihtumaan pohjaveden pinnalta huokosilmaan.

Pintamaasta haitta-aineita voi kulkeutua ulkoilmaan myös maan pölyämisen seurauksena. Kohteen pintamaassa ei kuitenkaan ole todettu merkittäviä pitoisuuksia haitta-aineita, minkä vuoksi pölyämiskäskyä pidetään kohteessa nykytilassaan merkityksettömänä. Mikäli alueelle rakennettaisiin

siin Sulkavuoren puhdistamon maanpäällisiä rakenteita, tulisi maan pintakerros todennäköisesti pinnoitetuksi, eikä kulkeutumisriskiä pölyämisen kautta tällöin olisi.

7.3.5 Kulkeutuminen sisäilmaan

Sisäilmakulkeutumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat haihtuvien haitta-aineiden esiintymissyvyys ja pitoisuus rakennuksen alapuolisessa maaperässä, sekä rakennuksen perustamistapa ja ilmanvaihto.

Mikäli suunnitellulle alueelle rakennetaan puhdistamon maanpäällisiä rakennuksia, on erittäin todennäköistä, että haihtuvimpia haitta-aineita pääsee kulkeutumaan rakennusten sisäilmaan. Suurimman kulkeutumisriskin aiheuttaisivat klooratut alifaattiset hiilivedyt, jotka ovat erittäin helposti haihtuvia. Näistä erityisesti vinyylikloridi aiheuttaa suuren kulkeutumisriskin, sillä vettä kevyempänä sitä voi esiintyä pohjavesikerroksen pinnalla, josta se voi helposti haihtua huokosilmaan ja edelleen rakennusten sisäilmaan. Vinyylikloridia ei ole mitattu kaatopaikkakaasusta, mutta vesinäytetulosten ja kaasussa todettujen korkeiden dikloorieteenin pitoisuuksien perusteella vinyylikloridin esiintyminen on oletettavaa. Myös öljyhiilivetyjen bensiinijakeet, naftaleeni, tolueni ja ksyleenit voivat kulkeutua maaperästä haihtumalla sisäilmaan.

Varsinaisten haitta-aineiden lisäksi myös kaatopaikkakaasuja sekä rikki- ja syaanivetyjä voi kulkeutua maaperästä ja jätetäytöstä merkittävässä määrin rakennusten sisäilmaan.

Haitta-aineiden ja syttyvien kaasujen kulkeutumista rakennusten sisäilmaan pidetään erittäin merkittävänä riskinä, mikäli kaatopaikan päälle rakennetaan. Kulkeutumista ei voida riittävän luotettavasti estää rakenteellisin ratkaisuin.

Jotta kulkeutumista ei tapahtuisi, tulee kaatopaikan jätetäyttö poistaa rakennusten alta ja ympäriltä. Toinen vaihtoehto on muuttaa alueelle suunniteltujen maanpäällisten rakennusten sijoittelua.

Mikäli puhdistamon maanpäälliset rakennukset siirrettäisiin kaatopaikka-alueen länsipuolelle, jossa jätetäyttöä ei ole todettu, on haitta-aineiden kulkeutuminen rakennusten sisäilmaan huomattavasti epätodennäköisempää kuin kaatopaikan päälle sijoitettaessa. Haihtuvia haitta-aineita voi kulkeutua sisäilmaan, mikäli haitta-ainepitoista pohjavettä pääsee virtaamaan rakennusten alle. Kulkeutuminen on estettävä rakenteellisin ratkaisuin.

Haitta-aineita voi kulkeutua myös kallio puhdistamon ja nostokuilun pumppamohalliin johtavan ajotunnelin sisäilmaan, mikäli pilaantunutta pohjavettä pääsee virtaamaan tunneleihin. Suurimman riskin aiheuttaa klooratut alifaattiset hiilivedyt. Haihtuvat haitta-aineet ja niiden aiheuttamat riskit on huomioitava kallioon sijoitettavien rakenteiden suunnittelussa. Nostokuilun pumppamohalliin johtavan ajotunnelin uudelleensijoittelua tulisi tarkastella siten, ettei se kulkisi entisen kaatopaikan alapuolella.

Kaatopaikkakaasujen aiheuttama räjähdysvaara, sekä haitta-aineiden kulkeutumisriski rakennusten sisäilmaan on olemassa alueella nykyiselläänkin, sillä pelastuslaitoksen harjoittelualueella on rakennuksia, joiden sisäilmaan kulkeutumista voi tapahtua. Kaasuja ja haitallisia yhdisteitä voi kerääntyä maaperästä myös rauniokoirien harjoituksissa käytössä oleviin osittain maahan kaivettuihin raunioihin.

Mikäli vinyylikloridia sisältäviä pohjavesiä kulkeutuu alueen ulkopuolelle, on vinyylikloridin haihtuminen pohjavedestä huokosilmaan ja edelleen rakennusten sisäilmaan mahdollista. Riskiä pidetään kuitenkin pienenä, sillä pohjaveden virtaukset alueen ympäristössä katsotaan melko vähäisiksi. Lähimmät rakennukset kohteen eteläpuolella (oletettu pohjavesien virtaussuunta) ovat noin 300 m etäisyydellä.

7.3.6 Kulkeutuminen maaperässä

Sadevedet ja pohjavedet ovat jatkuvasti yhteydessä täytön sisäiseen veteen ja vesi huuhtoo jätetäytöstä haitta-aineita syvemmälle maakerrokseen. Tutkimusten perusteella haitta-aineiden kul-

keutumista jätetäytöstä syvemmälle perusmaahan on jo tapahtunut merkittävässä määrin. On todennäköistä, että kulkeutumista tapahtuu vastakin, sillä haitta-ainepitoisuudet jätetäytössä ovat edelleen suuria, vaikka hajoamista ja kulkeutumista on jo vuosikymmenten ajan tapahtunut.

Jätetäytöstä kulkeutuu ja on kulkeutunut jätetäytön alapuoliseen maakerrokseen pääasiassa metalleja, PAH-yhdisteitä ja öljyhiilivetyjä. Helpoimmin kulkeutuneet yhdisteet kuten klooratut alifaattiset hiilivedyt eivät ole pidäytyneet perusmaakerrokseen vaan kulkeutuneet syvemmälle kalion pintaan tai kohteen ulkopuolelle pohjavesien ja suotovesien mukana.

Jos alueella tehdään kaivutöitä, voivat haitta-aineet kulkeutua pohjamaasta ja jätetäytöstä pintaamaan maakerrosten sekoittuessa. Haitta-aineet eivät merkittävässä määrin kulkeudu maaperässä ylöspäin ilman maakerrosten sekoittumista.

7.3.7 Kulkeutuminen kasveihin

Kohteessa ei viljellä ravintokasveja. Kaatopaikan päällä kasvaa vähäisessä määrin puustoa, risukkoa ja aluskasvillisuutta, joihin haitta-aineita voi maaperästä ja jätteestä siirtyä, mikäli niiden juuret ulottuvat jätekerrokseen asti.

Pääosin jätetäyttöä peittää yli 0,5 m kerros pilaantumaton maa-ainesta, eikä haitta-aineiden kulkeutumista kasveihin siten pidetä alueella merkittävänä riskinä.

7.3.8 Kulkeutuminen verkostovesiin

Alueen itäpuolisella siirretyllä jätetäyttöalueella on osittaista suotovesien keräystä ja suotovedet päätyvät Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolle. Haitta-aineiden pitoisuudet voivat alueelta johdettavassa vedessä nousta korkeiksi verkostoissa ja kaivoissa kaatopaikan lähialueella. Suotovedestä ei ole tutkittu kaikkia VNa 1022/2006 mukaisia yhdisteitä, joiden päästäminen viemäriin on kiellettyä. Näistä ainoastaan tri- ja tetrakloorieteenien pitoisuudet on tutkittu suotovedestä, ja niiden pitoisuudet alittivat laboratorion määritysrajat.

Tulevaisuudessa haitta-aineita voi kulkeutua kalliopohjavedessä kalliopuhdistamon kuivatusvesiin, mikä tulee huomioida kuivatusvesien käsittelyn ja johtamisen suunnittelussa.

Kohteen läpi kulkee koillis-lounais-suunnassa valurautainen 300 mm vesijohto ja siitä haarautuu keskeltä aluetta 110mm PVC-vesijohto luoteeseen. Oletettavasti vesijohdot sijaitsevat ainakin osittain jätetäyttökerroksessa, sillä paikoin pilaantumaton pintamaata on vain 0,5 m kerros. Orgaanisten haitta-aineiden kulkeutumisriski valurautaisen putkimateriaalin läpi katsotaan vähäiseksi, mutta PVC-putken ja liitosten kautta kulkeutumismahdollisuus on periaatteessa olemassa. Kulkeutumisriskiä vähentää se, että johdossa on korkea paine. Metallien ei katsota kulkeutuvan maaperästä putkimateriaalin läpi talousveeteen. Pahiten pilaantunut liete-kerros on kuitenkin todennäköisesti alempana, kuin vesijohto, joten kulkeutumista ei pidetä merkittävänä.

7.1 Terveysriskit

7.1.1 Mahdolliset altistajat

Mikäli kaatopaikka-alueelle rakennetaan Sulkavuoren puhdistamo, työntekijöiden altistuminen on mahdollista.

Nykytilanteessa haitta-aineille voivat altistua pelastuslaitoksen harjoitusaluetta käyttävät henkilöt sekä rauniokoiraharrastajat. Myös muut alueella mahdollisesti liikkuvat henkilöt, kuten pieneläinten hautausmaalla kävijät ja ulkoilijat voivat altistua haitta-aineille.

Mikäli haitta-aineita pääsee virtaamaan pohjavesien mukana kohteen ulkopuolelle, on myös lähi-alueen asukkaiden ja työntekijöiden altistuminen mahdollista. Lähialueen asukkaiden ja työntekijöiden altistumista pidetään mahdollisena, mutta pienenä.

Myös viemäriverkostojen sekä tulevaisuudessa kalliopuhdistamon kuivatusvesien huoltajat voivat altistua haitta-aineille.

7.1.2 Altistuminen hengitysilman kautta

Suurimman terveysriskin kohteessa aiheuttaa vinyylikloridi, joka voi pohjavedestä haihtuessaan kulkeutua rakennusten sisäilmaan. Vinyylikloridi aiheuttaa terveyshaittaa jo erittäin pienissä pitoisuuksissa. U.S. EPA:n asettama raja hengitysilman enimmäispitoisuudeksi on $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kohteen huokoskaasusta vinyylikloridipitoisuutta ei ole analyysiteknisistä syistä voitu määrittää, mutta muiden VOC-yhdisteiden todettujen (kokonaispitoisuudet pohjavesiputkissa $41\ldots133 \text{ mg}/\text{m}^3$) pitoisuuksien perusteella voidaan myös vinyylikloridin pitoisuuden olettaa olevan korkea ja altistumisen mahdollista. Vinyylikloridin esiintyminen kaasumuodossa on oletettavaa myös suurten pohjaveden pitoisuuksien perusteella.

Dikloorieteenien pitoisuus huokoskaasussa on suuri ($3,6\ldots23 \text{ mg}/\text{m}^3$) verrattuna U.S.EPA:n esittämään enimmäissaannin rajaan ($0,02\ldots0,2 \text{ mg}/\text{m}^2$ riippuen esiintymismuodosta), minkä vuoksi myös dikloorieteenille altistuminen kohteessa on mahdollista.

Muita hengitysilman kautta mahdollisesti altistavia haitta-aineita kohteessa ovat BTEX-yhdisteet (bentseeni, tolueni, etyylibentseeni, ksyleenit) sekä öljyhiilivedyt. Myös kaatopaikasta purkautuville rikkiyhdisteille ja syaanivedylle altistumista voi tapahtua.

Nykytilanteessa haitta-aineille altistuminen voi olla mahdollista ulkoilman kautta, sillä haitta-aineita voi paikoin purkautua jätetäytöstä pintakerrosten läpi huomattavina pitoisuuksina. Myös sisäilman kautta altistuminen on mahdollista nykytilanteessa, sillä alueella on rakennuksia ja rakennelmia. Rauniokoiraharrastajat ja etenkin raunioihin piiloutuvat etsittävät henkilöt voivat altistua haitta-aineille, mikäli raunioihin kerääntyy haihtuvia yhdisteitä. Kaatopaikka-alueella ulkoilman kautta tapahtuvaa altistumista ei voida pitää hyväksyttävänä.

Alueelle mahdollisesti rakennettavan keskuspuhdistamon työntekijät voivat altistua merkittävästi maaperän haihtuville haitta-aineille, mikäli kaatopaikan päälle sijoitetaan puhdistamon maanpäällisiä rakenteita. Altistumista voidaan pitää merkittävänä ja todennäköisenä, minkä vuoksi kaatopaikasta aiheutuvia terveysriskejä ei voida pitää hyväksyttävänä. Kaatopaikka-alueelle ei voida sijoittaa mitään keskuspuhdistamon toimintoja tai rakennuksia ilman kunnostustoimenpiteitä. Keskuspuhdistamon maanpäällisten rakennusten sijoittaminen alueelle edellyttää kaatopaikan poistamista tai maanpäällisten rakennusten uudelleen sijoittelua. Myös nostokuilun pumppaamohalliin johtavan ajotunnelin uudelleensijoittelua tulisi tarkastella siten, ettei se kulkisi entisen kaatopaikan alapuolella.

Mikäli puhdistamorakennukset sijoitetaan kaatopaikan länsipuolelle ja haitta-ainepitoisten pohjavesien kulkeutuminen rakennusten alle estetään, ei työntekijöiden arvioida altistuvan haitta-aineille sisäilman kautta.

Vaikka puhdistamorakennukset sijoitettaisiin kaatopaikka-alueen länsipuolelle, on ulkoilman kautta altistuminen edelleen mahdollista ja kaatopaikalla tarvitaan riskinhallintatoimenpiteitä.

Alueen ulkopuolella altistuminen sisäilman kautta on mahdollista, jos pohjaveden mukana pääsee kulkeutumaan haihtuvia haitta-aineita rakennusten alapuolelle. Riskiä pidetään kuitenkin melko pienenä.

7.1.3 Altistuminen veden kautta

Kohteessa ei ole pohjaveden talouskäyttöä, eikä kohteessa altistumista katsota tapahtuvan. Lähialueella ei tiettävästi ole pohjaveden talouskäyttöä ja pohjaveden kautta tapahtuvaa altistumisriskiä pidetään pienenä.

Haitta-aineita sisältävien pintavesien kautta altistuminen on mahdollista. Pintavesiin kulkeutuu vinyylikloridia, dikloorieteeniä, naftaleenia, toluenia ja nikkeliä. Suurimmat pitoisuudet ovat

suotovesikaivosta ja moottoritien penkasta moottoritien reuna-osaan purkautuvassa vedessä. Todennäköisesti moottoritien reuna-alueella altistumista ei tapahdu, sillä alueella liikkuminen on kiellettyä. Vedet kulkevat alkuosan moottoritien reunaa, putkessa ja teollisuusalueella, eikä altistumista näillä alueilla katsota merkittävästi tapahtuvan. Todennäköisesti haitta-aineet ovat Härmälänojaan päätyessään haihtuneet tai laimenneet muihin vesiin niin, ettei niitä voida enää vedestä todeta eikä niille altistuminen ole merkittävää.

Kalliopuhdistamon kuivatusvedet voivat sisältää merkittäviä määriä haitta-aineita. Haitta-aineille altistuminen voi olla mahdollista esimerkiksi huoltotoimenpiteiden yhteydessä.

7.1.4 Altistuminen pintamaan kautta

Kohteessa pintamaan kautta tapahtuvaa suoraa altistumista ei pidetä nykytilanteessa tai tulevalle käytöllä merkittävänä, sillä kohteen pintamaassa ei ole todettu korkeita haitta-ainepitoisuuksia.

7.1.5 Terveysvaikutukset

Haihtuville orgaanisille yhdisteille altistuminen hengitysteitse on kohteessa merkittävin riski. Mikäli altistumista tapahtuu, voi aiheutua mm. seuraavia terveysvaikutuksia

- syöpä (bentseeni, vinyylikloridi)
- perimävaurioita (bentseeni)
- haitallisia vaikutuksia maksassa, keuhkoissa, ruoansulatuskanavassa (vinyylikloridi)
- vaaraa sikiölle (tolueeni)
- haitallisia vaikutuksia keskushermostossa, maksassa, munuaisissa, keuhkoissa, kiveksissä ja kilpirauhasessa (etylibentseeni)

7.1.6 Muut terveysriskit

Nykytilanteessa maahan kaivetuissa raunioissa voi aiheutua tilanne, jossa hiilidioksidi ja metaanipitoisuudet kasvavat ja syrjäyttävät ilmasta hapen, jolloin voi aiheutua tukehtumisvaaraa etsittäville henkilöille.

7.1 Ekologiset riskit

Merkittävimmät ekologiset riskit katsotaan aiheutuvan siitä, että haitta-aineita pääsee kulkeutumaan suotovesistä pintavesiin. Pintavedeksi suotautuvassa vedessä on todettu korkeita pitoisuuksia kloorattuja alifaattisia yhdisteitä, naftaleenia ja tolueenia ja nikkeliä. Näistä naftaleenin ja nikkelin pitoisuudet ylittävät VNa 1022/2006 mukaiset ympäristölaatumormit pintavesissä.

Pintaveteen purkavasta vedestä on todettu vesiympäristössä mahdollisesti haitallisina pitoisuuksina ($HC5_{aq}$) kadmiumia, nikkeliä, ksyleenejä, MTBE:tä, naftaleenia ja dikloorieteeniä. Näistä ainoastaan dikloorieteenin pitoisuus ylittää selvästi $HC5_{aq}$ -arvon sekä myös $HC50_{aq}$ -pitoisuuden (cis-1,2-dikloorieteenin todettu pitoisuus 290 µg/l) ja sen voidaan katsoa aiheuttavan mahdollisia haitallisia vaikutuksia, mikäli sitä pääsee kulkeutumaan vesistöön alueelta. Cis-1,2-dikloorieteeni on haitallista vesieliöille. Muiden edellä mainittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat niin pieniä, että vaikutukset jäävät laimenemisen vuoksi todennäköisesti melko pieniksi. Dikloorieteenin osalta vaikutuksia vähentää laimenemisen lisäksi myös haihtuminen. Moottoritien penkasta purkautuvalle suotovedelle voivat altistua maaperäeliöt, matelijat, pikkunisäkkäät (mm. myyrät ja jänikset), linnut ja purkautumispaikassa kasvavat kasvit.

Alueella liikkuvat eläimet voivat altistua maaperästä ja jätetäytöstä haihtuville yhdistelle. Kaivautuvat eläimet ja maaperäeliöt voivat altistua haitta-aineille suoraan kosketuksen ja maansyönnin sekä huokosilman kautta.

Alueelta hallitsemattomasti purkautuvat kaatopaikan suotovedet sekä kaatopaikkakaasut ja haihtuvat yhdisteet voivat aiheuttaa haittaa eliöstölle kohteessa ja sen ympäristössä.

Kaatopaikalla kasvien kasvu on heikkoa, sillä niiden juuret todennäköisesti kärsivät hapenpuutteesta kaatopaikalta purkautuvien kaatopaikkakaasujen suurten pitoisuuksien vuoksi.

7.2 Muut kaatopaikasta aiheutuvat riskit

Vanhasta kaatopaikoista saattaa aiheutua myös muita kuin kemiallisen altistuksen aiheuttamia riskejä. Riskit saattavat koskea niin asukkaita, työntekijöitä, alueen virkistyskäyttäjiä, kuin eläimiäkin.

Kaatopaikka-alueella saattaa olla teräviä esineitä, kuten lasia ja metalliesineitä, jotka voivat aiheuttaa naarmuja ja haavoja alueella liikkuville ihmisille ja eläimille. Kaatopaikka-alueella jätetäytön päällä on kuitenkin tutkimuksen perusteella vähintään 0,5 metrin paksuinen täyttömaakerros, joka vähentää riskiä joutua kosketuksiin jätetäytön terävien esineiden kanssa. Alueella tehtävien kaivutöiden yhteydessä terävät esineet saattavat aiheuttaa työtapaturmia ilman asianmukaista suojautumista.

Kun kaatopaikan jätetäyttö hajoaa ikääntyessään, saattaa jätetäyttö painua. Jätetäytön painuessa myös sen päällä olevat maakerrokset saattavat painua ja alueen jätetäytön päällä olevat rakennukset vaurioitua. Painumisen ei oleteta olevan niin äkillistä ja voimakasta, että siitä voisi aiheutua välitöntä vaaraa alueella liikkuville (esimerkiksi äkillisesti syntyneeseen painanteeseen putoamiseen).

Kaatopaikan hajoavasta jätetäytöstä vapautuu kaasuja ja hajuja, jotka eivät välttämättä ole terveydelle haitallisia hengitettynä, mutta aiheuttavat haittaa alueella. Lisäksi jätetäytöstä vapautuva metaani voi etenkin sisäilmaan päästessään aiheuttaa räjähdysvaaran, sillä metaani on syttymisherkkä jo pienissäkin (n. 5 %) pitoisuuksissa.

Nykyisellään syttymis- ja räjähdysriski katsotaan erittäin suureksi, sillä aluepelastuslaitoksen harjoitusalueella sytytetään tulipaloja harjoitustilanteissa.

7.3 Epävarmuustarkastelu

Riskinarviointiin liittyy aina useita tekijöitä, jotka aiheuttavat epävarmuuksia. Epävarmuustekijöiden seurauksena riskit voivat olla joko yli- tai aliarvioituja. Riskinarvioinnissa on pyritty yliarvioimaan riskit aina kun se on ollut mahdollista ja perusteltua. Epävarmuudet ja niiden vaikutukset riskiin on esitetty taulukossa 5. Taulukossa on ilmoitettu tekijän todennäköinen vaikutus riskiin; (+) = yliarvioi riskiä, (-) = aliarvioi riskiä ja (?) = vaikutusta vaikea arvioida.

Taulukko 5. Epävarmuustekijät riskinarvioinnissa

Epävarmuustekijä	Vaikutus riskiin	Perustelut
Yleiset epävarmuutta aiheuttavat tekijät		
Kohteen maaperä	-	Suurimmat epävarmuudet riskinarvioinnissa aiheutuvat kohteen maaperän heterogeenisuudesta. Koska maaperä on sekalaista jätetäyttöä, eikä täyttöhistoriasta ole tarkkaa tietoa, on mahdollista, että kohteen maaperässä, täytön sisäisessä vedessä tai huokoskaasussa on haitta-aineita joita ei ole tutkimuksissa todettu, eikä siten tässä riskinarvioinnissa ole käsitelty. Kaikkien mahdollisten yhdisteiden tutkiminen kaatopaikalta on mahdotonta, minkä vuoksi on päädytty tutkimaan aistinvaraisten havaintojen ja historiatietojen perusteella oleellisia yhdisteitä. Todennäköistä on, että kaatopaikalla on sellaisia merkittäviä haitta-aineita, joita ei tässä tutkimuksessa ole tutkittu eikä niiden aiheuttamia riskejä siten arvioitu. Toisaalta kohteessa on havaittu erittäin helposti kulkeutuvia ja haihtuvia myrkyllisiä yhdisteitä, joiden riskit on arvioitu. Näin ollen merkittävimmät riskit katsotaan tunnistetuiksi, ja epävarmuudet liittyvät lähinnä eri haitta-aineiden aiheuttamiin erilaisiin terveysvaikutuksiin, joita ei välttämättä kaikkia ole tunnistettu.
Analyysimenetelmien epätarkkuus	-/+	Yleensä maanäytteille $\pm 10... \pm 50$ %. Vaihtelee riippuen haitta-aineesta ja pitoisuudesta.
Kenttämittausten epätarkkuus	-/+	Metallien ja puolimetallien osalta maanäytteiden kenttämittaukset on tehty Niton-kenttämittarilla. Niton mittaa metallien ja puolimetallien kokonaispitoisuuksia röntgenfluoresenssiin perustuvalla tekniikalla. Mittauksessa epävarmuuksia aiheuttaa näytteen matriisi ja kosteus. Lisäksi esimerkiksi pienet metallinpalat näytteessä voivat näkyä suurina pitoisuuksina tuloksissa. Mittauksen epävarmuutta on pyritty vähentämään tekemällä jokaisesta näytteestä kolme rinnakkaista mittausta (jokainen eri puolelta näytettä) ja tulos on esitetty näiden kolmen mittauksen keskiarvona. Metallien aistinvarainen arviointi on mahdotonta ja Nitonilla saadaan riittävää tietoa maaperän pilaantuneisuudesta, sillä joka näytteestä laboratorioanalyysien teettäminen ei ole mahdollista. Öljyhiilivetyjä on tutkittu maanäytteistä PetroFlag-kenttämittarilla, jonka toiminta perustuu fotometriaan. Epävarmuuksia menetelmässä aiheuttaa pieni näytemäärä (1...10 g pitoisuudesta riippuen), jolloin näytteen homogenisointi on erittäin tärkeää. Näyte uutetaan metanoliin, jonka jälkeen se suodatetaan reagenssinesteeseen. Öljyhiilivetyjen lisäksi metanoliin uuttuvat myös PAH-yhdisteet ja luonnolliset hiilivedyt, kuten humusyhdisteet, mikä lisää epävarmuuksia ja usein kasvattaa tulosta. Menetelmällä voidaan kuitenkin todeta voimakkaasti pilaantuneet tai täysin pilaantumattomat näytteet melko luotettavasti. Kaatopaikkakaasuja on mitattu GA2000-kenttämittarilla pohjavesiputkista. GA2000 mittaa hiilidioksidi- ja metaanipitoisuuksia sisäisellä kaksikanavaisella IR-anturilla. Happipitoisuus mitataan sisäisellä sähkökemiallisella kennolla. Metaanin ja mittausalue on 0...100 % ja tarkkuus 0-5% vol: $\pm 0,5$ %, 5-15%vol: $\pm 1,0$ % ja 15-100%vol: ± 3 %. Hapen mittausalue on 0...25% ja tarkkuus kaikilla pitoisuustasoilla $\pm 1,0$ %. Kaatopaikkakaasuja on mitattu myös Dräger X-am-kenttämittarilla, jolla on mitattu myös rikkivedyn ja syaanivedyn pitoisuuksia. Dräger on kaasujen mittaus- ja valvontalaite, jolla voi samanaikaisesti mitata kolmella elektrokemiallisella anturilla myrkyllisiä kaasuja (rikkivety, syaanivety) ja happea, sekä kahdella infrapuna-anturilla metaania ja hiilidioksidia. Mittausalue metaanille on 0...100 tilavuus% ja tyypillinen lineaarisuusvirhe alle $\pm 5\%$ mittausarvosta. Mittausalue hiilidioksille on 0...100 tilavuus% ja tyypillinen lineaarisuusvirhe alle $\pm 5\%$ mittausarvosta tai alle 1 tilavuus% CO₂.

Epävarmuustekijä	Vaikutus riskiin	Perustelut
Haikka-aineiden yhteis-vaikutukset	-	Haikka-aineiden mahdollisia yhteisvaikutuksia ei ole arvioitu, mikä voi aiheuttaa epävarmuuksia ja aliarvioida riskejä.
Pohjaveden virtaukset	-/+	Pohjaveden virtauksista ja virtausnopeuksista ei ole tietoa. Kohteessa maakerrokset ovat ohuita ja eteläpuolella moottoritien rakenteet ja kuivatusjärjestelmät todennäköisesti katkaisevat pohjaveden virtauksen, minkä vuoksi pohjaveden virtaus ja haikka-aineiden kulkeutuminen pohjaveden mukana alueen ympäristössä on arvioitu vähäiseksi.
Vesientarkkailun kesto	-	Alueelta purkautuvien vesien tarkkailu on lopetettu 1990-luvun alussa, sillä metallipitoisuuksien ei tarkkailun aikana oltu todettu kasvaneen. Tämän riski- ja toimenpidetarkastelun yhteydessä on otettu yhden näytteet pohjavesiputkista ja moottoritien penkan läpi suotautuvasta vedestä sekä kaksi näytettä (maaliskuussa ja toukokuussa) suotovesikaivosta. Maaliskuun ja toukokuun näytteissä suotoveden laadussa oli suuria vaihteluita, mikä viittaa siihen, että sade- ja sulamisvesien vaikutus veden laatuun on suuri. Tämän vuoksi tutkimustuloksia tulisi olla usean vuoden ajalta, eri vuodenaajoilta, jotta voitaisiin saada luotettava kuva täytön sisäisen veden ja alueelta purkautuvan veden laadusta.
Kulkeutuminen kalliopohjavedessä	-	Mikäli alueen kallio on hyvin rakoillut tai rakoilee kalliopuhdistamon rakentamisen myötä, voi haikka-ainepitoista pohjavettä päätyä myös kalliopohjaveden. Kalliopohjavedestä haikka-aineita voi kulkeutua edelleen kalliotunnelin sisäilmaan tai kuivatusvesiin ja mahdollisesti myös Sulkavuoren alueen ulkopuolelle, jos kallio jatkuu rakoilleena. Kallion rakaisuudesta, rakosysteemeistä ja kalliopohjaveden esiintymisestä tai virtauksista ei ole tietoa, mikä aiheuttaa epävarmuutta arvioitaessa haikka-aineiden kulkeutumista kaatopaikka-alueen ulkopuolelle.

Riskinarviointiin liittyviä epävarmuuksia pidetään tässä perusarvioinnissa hyväksyttävänä ja epävarmuuksista huolimatta on saatu tunnistettua merkittävimmät kulkeutumis-, terveys- ja ympäristöriskit alueella ja sen ympäristössä. Riskinarvioinnin perusteella voidaan jatkaa Sulkavuoren puhdistamon ympäristövaikutusten arviointia ja päättää jatkotoimenpiteistä alueella.

7.4 Yhteenveto kaatopaikan aiheuttamista riskeistä ja kunnostustarpeesta

Entiseltä Lakalaivan kaatopaikalta suotautuu täytönsisäistä vettä hallitsemattomasti pintavedeksi ja pohjavedeksi. Suotovesien mukana ympäristöön kulkeutuu mm. kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä, öljyjä ja BTEX-yhdisteitä.

Kaatopaikka-alueella ei ole kaasujen keräystä, joten kaasuja purkautuu jätetäytöstä hallitsemattomasti ympäristöön. Kaasujen lisäksi jätetäytöstä voi purkautua helposti haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, jotka voivat olla terveydelle haitallisia.

Nykytilanteessa pelastuslaitoksen alueella olevat rakennukset ja rauniokoirien harjoittelun alueen rauniot eivät riskitarkastelun perusteella sovellu lainkaan käytettäväksi, sillä niiden sisätiloissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet voivat nousta terveydelle haitalliselle tasolle. Lisäksi rakennuksissa on räjähdysvaara, sillä kaatopaikkakaasuja voi kerääntyä rakennusten sisäilmaan. Rakennukset tulisi purkaa tai poistaa alueelta.

Kaatopaikan päälle ei voida sijoittaa mitään Sulkavuoren jätevedenpuhdistamon maanpäällisiä rakennuksia haikka-aineiden sisäilmakulkeutuminen ja räjähdysvaaran vuoksi. Mikäli maanpäälliset rakennukset halutaan sijoittaa alkuperäisen suunnitelman mukaan, tulee jätetäyttö poistaa rakennusten alta ja ympäriltä. Toinen vaihtoehto on sijoittaa rakennukset kaatopaikan länsipuolelle ja varmistaa rakenteellisin ratkaisuin, ettei kaatopaikalta pääse virtaamaan haikka-ainepitoisia vesiä rakennusten alle.

Haikka-aineiden kulkeutuminen kalliopohjaveteen on mahdollista, mikä tulee huomioida kallio-puhdistamon ja ajotunneleiden suunnittelussa. Erityisesti vinyylidikloridi voi aiheuttaa riskejä työn-tekijöiden terveydelle, mikäli sitä pääsee haihtumaan kalliopohjavedestä kalliotiloihin.

8. KUNNOSTUSMENETELMIEN VERTAILU

8.1 Kunnostusvaihtoehtojen esittely

Sulkavuoren puhdistamon maanpäällisten rakennusten sijoittaminen alun perin suunnitellulle alu-eelle vaatisi jätetäytön poistamisen entisen Lakalaivan kaatopaikan alueelta. Tämän vuoksi on päädytty tarkastelemaan myös vaihtoehtoa, jossa puhdistamon maanpäällisiä rakennuksia siirret-täisiin kaatopaikan länsipuolelle.

Riippumatta siitä toteutuuko Sulkavuoren puhdistamo kaatopaikan kohdalle vai sen länsipuolelle, edellyttävät ympäristöriskit eristystoimenpiteitä sekä kaasun- ja vesienhallintatoimenpiteitä kaa-topaikka-alueella. Suunnittelualueen itäpuolella on 1990-luvulla siirrettyä jätetäyttöaluetta, jonka alueelta voi edelleen kulkeutua haikka-aineita suunnittelualueelle.

Toisaalta suojaustoimenpiteitä on tehtävä alueella, vaikka Sulkavuoren puhdistamoa ei rakennet-taisikaan. Nykytilannetta, jossa haikka-aineita sisältävät kaatopaikkakaasut ja suotovedet purkau-tuvat ympäristöön hallitsemattomasti, ei voida pitää hyväksyttävänä.

8.2 Jätetäytön poistaminen, Sulkavuoren puhdistamo entisen kaatopaikan kohdalla

Jätetäytön poistaminen ja loppusijoittaminen suunnittelualueelta toiseen paikkaan mahdollistaisi Sulkavuoren jätevedenpuhdistamon sijoittamisen alun perin suunnitellulle alueelle.

Massanvaihtoon liittyy kuitenkin useita työnaikaisiin ympäristövaikutuksiin, työtapaan ja työtur-vallisuuteen liittyviä ongelmia. Jätetäyttö tulisi kuitenkin poistaa noin 13 000 m³:n alueelta ja li-säksi alueelle tulisi rakentaa teknisesti vaativa vesien ja kaasujen keräys- ja käsittelyjärjestelmä. Kunnostustyöntekijät joutuisivat suojautumaan jätetäytössä olevilta ja siitä vapautuvilta haikka-aineilta. Jätetäytön kaivaminen aiheuttaisi myös merkittäviä hajuhaittoja kaatopaikan lähialueilla ja työntekijöiden pitäisi suojautua jätteessä olevilta ja siitä vapautuvilta haikka-aineilta. Jätteen kaivaminen jouduttaisiin ainakin osittain suorittamaan paineistetussa teltassa.

Pelkällä massanvaihdolla ei välttämättä saataisi kaikkia kulkeutumis-, ympäristö- ja terveysriske-jä poistettua, sillä kalliopohjaveteen on saattanut jo kulkeutua haikka-aineita, joiden aiheuttamat riskit eivät massanvaihdolla poistu.

Kokonaiskustannuksiltaan massanvaihto on lähes epärealistinen vaihtoehto. Pelkästään poistet-tavien jätteen jätteenkäsittelymaksuista kertyisi miljoonien eurojen kustannus. Massanvaihdon ongelmista johtuen myös maanrakennuskustannukset nousisivat hyvin korkeiksi. Koska kaivetta-van jätteen laatu vaikuttaa voimakkaasti kustannuksiin, tarvittaisiin mittavia lisätutkimuksia, en-nen kuin edes kohtuullisesti luotettava kustannusarvio voitaisiin laatia.

Massanvaihdon ekologinen jalanjälki olisi myös merkittävä. Suuren poiskaivetun jätemäärän siir-täminen toiseen paikkaa aiheuttaisi merkittävän ekologisen kuormituksen verrattuna vaihtoeh-toon jossa Sulkavuoren puhdistamon maanpäällisiä osia siirretään pois kaatopaikan päältä.

8.3 Jätetäytön osittainen poistaminen, Sulkavuoren puhdistamo entisen kaatopaikan länsipuolella

Maanpäällisten rakennusten uuden sijoittelun mukainen rakentaminen vaatii jätetäytön poistami-sen noin 3 000 m² alueelta. Lisäksi jäljelle jäävän kaatopaikan osalle toteutetaan kaasujen ja ve-sien keräilyjärjestelmä, jolla estetään kaatopaikkakaasujen ja suotovesien hallitsematon purkau-tuminen alueelta.

Kaivettavia massoja ei välttämättä poistettaisi kiinteistöltä kokonaan, vaan ne siirrettäisiin kiinteistön sisällä kokonaan tai osittain. Esimerkiksi ongelmajätteet ja hyödynnettävät jätteet voitaisiin poistaa ja muut jätejakeet jättää. Kaivutyöt tehtäisiin alueella, jolla ongelmajätteitä on tutkimusten perusteella vähän ja jätetäyttökerros ohut.

Kustannuksiltaan kaivamisen ja eristämisen yhdistelmä olisi pelkkää massanvaihtoa huomattavasti edullisempi. Suurin säästö syntyisi jälleen jätteen vastaanottomaksuista, vaikka joitakin jätteitä todennäköisesti jouduttaisiin poistamaan. Maanrakennuskustannukset olisivat myös huomattavasti pienemmät, sillä massanvaihto tehtäisiin maanrakentamisen kannalta suhteellisen helpolle alueelle.

Työnaikaisia ympäristö- ja terveysriskejä aiheutuisi vähemmän, kuin laajassa massanvaihtotyössä, sillä massanvaihtoa ei tehtäisi pahiten pilaantuneella alueella.

Jätteen kaivamisesta ja läjittämisestä aiheutuisi jonkin verran hajuhaittoja kaivukohteen välittömässä läheisyydessä ja työntekijöiden pitäisi suojautua jätteessä olevilta ja siitä vapautuvilta haitta-aineilta.

Osittaisen massanvaihdon ekologinen jalanjälki olisi pienempi kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa. Maanrakentamista ja etenkin kuljetusta tarvittaisiin vähemmän kuin koko alueen massanvaihdossa.

Haitta-ainepitoisen pohjaveden virtaus kaatopaikalta rakennuksen alapuoliseen maaperään on estettävä.

9. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET

Kaatopaikan päälle ei voida haitta-aineiden ja kaatopaikkakaasujen aiheuttamista terveysriskeistä johtuen sijoittaa mitään maanpäällisiä rakennuksia. Mikäli puhdistamo rakennetaan entisen kaatopaikan kohdalle, tulee jätetäyttö ensin poistaa.

Suositeltava vaihtoehto jätetäytön poistamiselle on sijoittaa puhdistamon rakennukset kaatopaikan länsipuolelle, jolloin suurin osa jätetäytöstä voidaan jättää paikoilleen. Tällöin tarvittavat massanvaihdot ovat huomattavasti pienempiä. Kaatopaikalle täytyy kuitenkin tässäkin vaihtoehdossa toteuttaa vesien ja kaasujen hallittu keräys ja käsittely.

Nykyisellään alueen ei katsota soveltuvan aluepelastuslaitoksen harjoitteluun tai rauniokoiraharastukseen. Pelastuslaitoksen harjoittelualueelta rakennukset tulisi poistaa ja sammutusharjoitukset lopettaa. Raunioihin piiloutuminen tulee myös lopettaa alueella.

Alueelle suositellaan laadittavaksi kaatopaikan perustilaselvitys, jossa tehdään tarkemmat selvitykset jätetäytöstä, kaatopaikan aiheuttamista ympäristövaikutuksista ja tarvittavista kunnostustoimenpiteistä. Perustilaselvityksessä tulee huomioida myös 1990-luvulla siirretty kaatopaikan osa.

Alueelta suotautuvasta vedestä suositellaan jatkossa tutkittavaksi aiempien parametrien lisäksi myös elohopea. Veden kemiallinen hapenkulutus tulisi aiempien COD_{Mn}-määritysten sijaan tutkia COD_{Cr}. Jätetäytön syanidipitoisuudet tulisi tutkia.

Kaatopaikalla työskenneltäessä (esimerkiksi näytteenottojen yhteydessä) tulee kiinnittää erityistä huomiota työsuojeluun. Jätetäyttöä kaivettaessa tulee suojautua suojavaatein sekä soveltuvien hengityssuojaimin ja kaivutyön lähistöllä tulee olla käytössä hälyttimellä varustettu monikaasumittari (esim. Dräger).

Ramboll Finland Oy

Tomi Pulkkinen
Ryhmäpäällikkö

Jenni Haapaniemi
Suunnittelija



Kuva 1. Koekuopan KK5 kaivua entisellä kaatopaikalla 1.3.2012



Kuva 2. Kaatopaikkaa ja pohjavesiputki PE2 4.4.2012



Kuva 3. Öljyistä täytön sisäistä vettä pohjavesiputkessa PE3 11.4.2012



Kuva 4. Kaatopaikkakaasujen mittausta putkesta PVP2 13.4.2012



Kuva 5. Kaatopaikalta suotautuvaa vettä moottoritien vieressä 8.5.2012.



Kuva 6. Kaatopaikka-aluetta kuvattuna etelästä koilliseen 8.5.2012.



Kuva 7. Kaatopaikka-alueen pohjoisosaa 8.5.2012



Kuva 8. Suotovesikaivo, josta kaatopaikkavesiä valuu ylivuotona maastoon, sekä penkan läpi suotautuvaa vaahtoista vettä rinteen alareunassa 11.5.2012.



Kuva 1. Ilmakuva vuodelta 1946 ja tarkastelualueen raja. Kaatopaikan alue on peltoa ja metsää, eikä kaatopaikkatoiminta ole vielä alkanut.



Kuva 2. Ilmakuva vuodelta 1956 ja tarkastelualueen raja. Alueelle on ajettu jätteitä ja tarkastelualueen itäosissa on myös nestemäisiä jätteitä.



Kuva 3. Ilmakuva vuodelta 1966 ja tarkastelualueen rajaus. Nestemäisten jätteiden alueen päälle on ajettu maata/kiinteää jätettä ja kaatopaikka on laajentunut myös tarkastelualueen eteläpuolelle.



Kuva 4. Ilmakuva vuodelta 1974 ja tarkastelualueen rajaus. Nestemäisiä jätteitä on ajettu tarkastelualueen eteläpuolelle. Alueen ympäristöön on rakentunut teollisuutta.



Kuva 5. Ilmakuva vuodelta 1984 ja tarkastelualueen raja. Kaatopaikka-aluetta on maisemoitu ja kaatopaikkatoiminta loppunut.



Kuva 6. Ilmakuva vuodelta 1995 ja tarkastelualueen raja. Kaatopaikan eteläiset osat on siirretty ohitustien rakentamisen yhteydessä tarkastelualueen itäpuolelle.

[illegible]

LIITE 4
KOEKUOPPAKORTIT

LAATIJA: KPut

NRO: KK1

PVM: 6.3.2012

Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-0,3	Hk
0,3-3,0	Täyttö
3,0->	Maatunutta jätettä, lietettä, maata

-

-

2*5 m

4,3 m

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-0,3	Hk
	0,3-2,7	Täyttö
	3,0-4,3	Liki mustaa, maatunutta

Kuoppa täytetty



LAATIJA: KPut

NRO: KK2

PVM: 5.3.2012

Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-0,7	Sr
0,7-1,5	Hk
1,7-3,2	Kallio, pinta vaihtelee

-

-

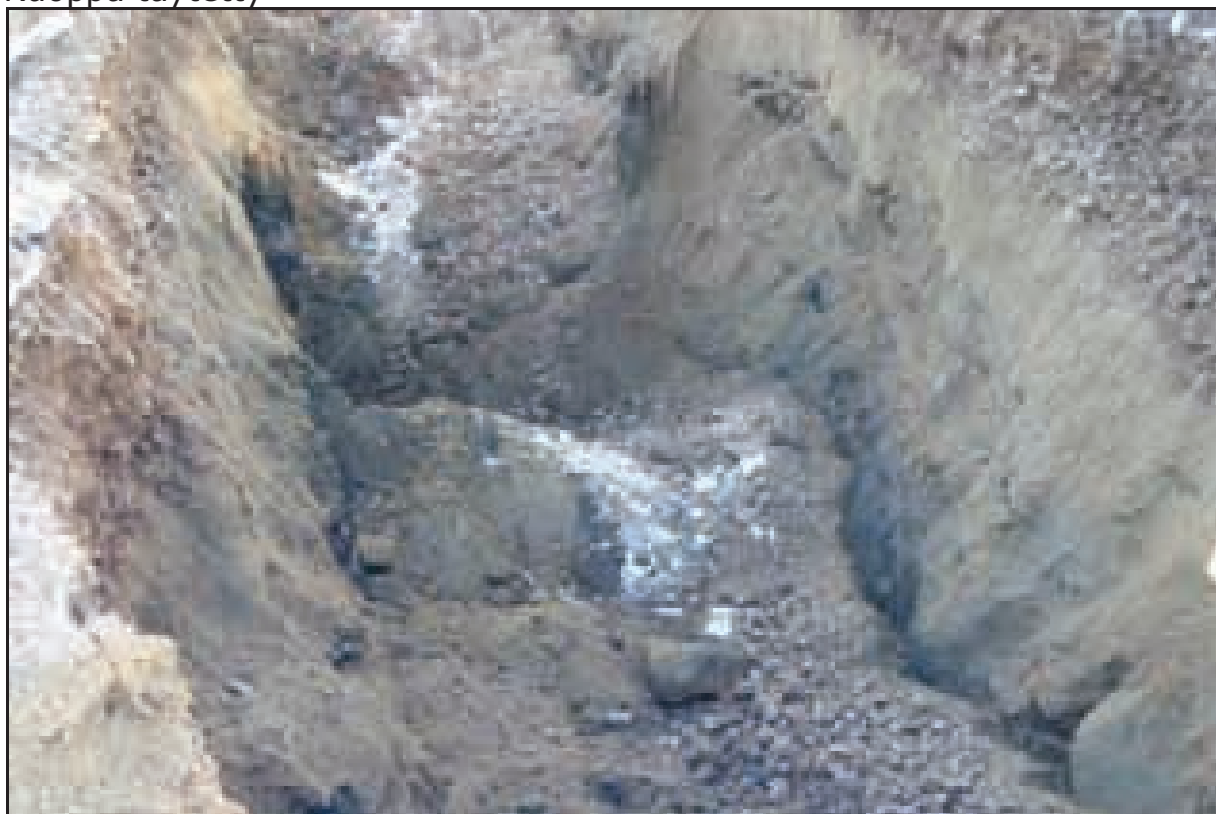
2*7 m

3,2 m

1,7 m, laskee keskelle kenttää päin

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1,5	Sr, Hk
	1,5-3,2	Mustaa hiekkaa, öljyn haju

Kuoppa täytetty



LAATIJA: KPut NRO: KK3 PVM: 5-6.3.12

Työ:	82142248	
Tutkimuskohde:	Sulkavuoren kaatopaikka	
Tilaaja:	Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos	
Sijainti:	x:	Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24
	y:	
Piste/Paalu:		
Maanpinnan taso:	+	m Korkeusjärjestelmä: N2000
Kaivutapa:	kk	
Rakennekerrokset:	syvyys, m	maalaji
	0-0,2	Murske
	0,2-4,0	Täyttö, kiviä, savea
	4,0->	Lietettä, vähän välppäjätettä, savea
Vedenpinta:	-	
Vedentulo:	-	
Koekuopan halkaisija:	2*5 m	
Koekuopan syvyys:	5,0 m	
Kalliopinnan sijainti:	ei hav.	
Näytteet:	nro	syvyys, m kuvaus
	0-0,2	Murskekerros
	0,2-2,5	Täyttö, harmaa
	2,5-4,0	Täyttö, harmaa, SaHk
	4,0-5,0	Savea, lietettä

Kuoppa täytetty



LAATIJA: KPut

NRO: KK4

PVM: 5.3.2012

Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-1,0	Mrs, Hk
n. 1,0	Asfalttia
1,0-3,5	Täyttö, kiviä, puuta
3,5->	Liete

-

-

2*6 m

5,1 m

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1,0	Mrs, Hk, Asf, täyttö
	1,0-3,5	Harmaa täyttö, Sa, si,
	3,5-5,1	Lietettä

Kuoppa täytetty



LAATIJA: KPut

NRO: KK5

PVM: 1.3.2012

Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-0,5	Hk, Ti, Be
0,5-3,3	Täyttöä, louhetta, Hk, Sr
3,3-5,0	Louhetta enemmän

-

-

2*6,5 m

5,0

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-0,5	Hk, Sr, Täytemaata
	0,5-3,3	Harmaata täyttöä, soraa, savea
	3,3-5,0	rusk./harm täyttöä, Hk

Kuoppa täytetty



Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-5,0	Harmaa, kivinen täyttö
n. 1,5	vähän asfalttia

-

2,7

3,5*6,0 m

5,0 m

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-2,0	Tummahko, asf., täyttöä
	2,0-4,0	-"-
	4,0-5,0	-"-, puuta

Kuoppa täytetty



Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-1,5	Rusk. kivinen täyttö
1,5-3,5	Harm. kivinen täyttö, vähäisiä määriä jätettä, Asf, Ti, puuta
3,5	Asfalttia, kaivinkoneella ei päästy läpi

-

-

2*5,0 m

3,70 m

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1,5	Täyttömaa
	1,5-3,0	Täyttöä, jätettä asf. tummaa

Kuoppa täytetty



Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

y:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-4,0	Harmaa täyttömaa,kiviä, pinnassa Hm,
4,0-5,0	Täytön joukossa vähän puuta ja jätettä

3,7 m

3*9 m

5,0 m

ei hav.

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-2,0	Harm. täyttömaa
	2,0-4,0	Harm. täyttömaa
	4,0-5,0	Savisempi täyttö, vähän jätettä, kiviä

Kuoppa täytetty



Työ:	82142248	
Tutkimuskohde:	Sulkavuoren kaatopaikka	
Tilaaja:	Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos	
Sijainti:	x:	Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24
	y:	
Piste/Paalu:		
Maanpinnan taso:	+	m
Kaivutapa:	kk	Korkeusjärjestelmä: N2000
Rakennekerrokset:	syvyys, m	maalaji
	0-4,5 m	Kivinen täyttö
	4,5 ->	vesi, pieni öljykalvo vedessä
Vedenpinta:		
Vedentulo:	4,5 m	
Koekuopan halkaisija:	3*6,5 m	
Koekuopan syvyys:	5,0 m	
Kalliopinnan sijainti:	Ei hav.	
Näytteet:	nro	syvyys, m
		kuvaus
	0-2,0	Täyttöä, tumman harmaa
	2,0-4,5	Täyttöä, tumman harmaa, kostea
		Veden alta ei saanut näytettä

Kuoppa täytetty



Työ:

Tutkimuskohde:

Tilaaja:

Sijainti:

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

Kaivutapa:

Rakennekerrokset:

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x:

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-0,5	Hm, vanhoja KL-putkia
0,5-4,0	Kiviä, täyttömaata
4,0->	Kallio tai todella iso kivi

-

-

2*5 m

4,0 m

ei täyttä varmuutta

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1,5	Hm, kiviä, Hk, ruskea
	1,5-2,2	Hk, vähän tiiltä
	2,2-4,0	Harm. täyttö

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr NRO:KK11
PVM: 22.5.2012

Työ: 82142248
Tutkimuskohde: Sulkavuoren kaatopaikka
Tilaaaja: Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos
Sijainti: x: 6817150 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24
y: 24488063
Piste/Paalu:
Maanpinnan taso: + m Korkeusjärjestelmä: N2000
Kaivutapa: kk
Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-0,5	SrHk
0,5-1,5	SrHm, betoni
1,5-2,5	SiHm, lohkareita, jokunen tiili, hieman jätettä
2,5-3,5	SiHm, lohkareita, hieman jätettä

Vedenpinta: -
Vedentulo: - 2 mmp

Koekuopan halkaisija:
Koekuopan syvyys:
Kalliopinnan sijainti:
Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-0,5	SrHk
	0,5-1,5	SrHm, betoni
	1,5-2,5	SiHm, lohkareita, jokunen tiili, hieman jätettä
	2,5-3,5	SiHm, lohkareita, hieman jätettä

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
22.5.2012

NRO:KK12

PVM:

Työ:

82142248

Tutkimuskohde:

Sulkavuoren kaatopaikka

Tilaaja:

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

Sijainti:

x: 6817133

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:24488077

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

Kaivutapa:

kk

Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-0,5	SrHk
0,5-1,5	SrSa
1,5-2,5	SrHkKi
2,5-3,5	SrHkKi
3,5-	Sa

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-0,5	SrHk
	0,5-1,5	SrSa
	1,5-2,5	SrHkKi
	2,5-3,5	SrHkKi

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
22.5.2012

NRO:KK13

PVM:

Työ:

82142248

Tutkimuskohde:

Sulkavuoren kaatopaikka

Tilaaja:

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

Sijainti:

x: 6817159

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:24488049

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

+ m

Korkeusjärjestelmä: N2000

Kaivutapa:

kk

Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-1	Hk, ki, Sr
1-1,7	Mr
1,7-2	Savi
2-	Kallio

Vedenpinta:

-

Vedentulo:

-

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

- 2m

Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Hk, ki, Sr
	1-1,7	Mr
	1,7-2	Savi

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
PVM:22.5.2012

NRO:KK14

Työ: 82142248
Tutkimuskohde: Sulkavuoren kaatopaikka
Tilaaja: Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos
Sijainti: x: 6817124 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24
y:24488031
Piste/Paalu:
Maanpinnan taso: + m Korkeusjärjestelmä:N2000
Kaivutapa: kk
Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-1	Hk, Sr, Mr
1-1,5	Sa
1,5-2,8	Jätetäyttöä
2,8-4,0	Jätetäyttöä
4-	Kiviä, ehkä moreeni

Vedenpinta:
Vedentulo:
Koekuopan halkaisija:
Koekuopan syvyys:
Kalliopinnan sijainti:
Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Hk, Sr, Mr
	1-1,5	Sa
	1,5-2,8	Jätetäyttöä, normaali jätetäytön haju
	2,8-4,0	Jätetäyttöä, normaali jätetäytön haju

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
PVM:22.5.2012

NRO:KK15

Työ:
Tutkimuskohde:
Tilaaja:
Sijainti:
Piste/Paalu:
Maanpinnan taso:
Kaivutapa:
Rakennekerrokset:

82142248

Sulkavuoren kaatopaikka

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

x: 6817133

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:24488016

+ m

Korkeusjärjestelmä:N2000

kk

syvyys, m	maalaji
0-1	Sr, Ki
1-2	SaSr, vähän jätettä
2-3	SaSr, kiviä
3-	Isoja kiviä, Mr?

Vedenpinta:
Vedentulo:
Koekuopan halkaisija:
Koekuopan syvyys:
Kalliopinnan sijainti:
Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Sr, Ki
	1-2	SaSr, vähän jätettä
	2-3	SaSr, kiviä

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
22.5.2012

NRO:KK16

PVM:

Työ:

82142248

Tutkimuskohde:

Sulkavuoren kaatopaikka

Tilaaja:

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

Sijainti:

x: 6817136

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:24487997

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

+

m

Korkeusjärjestelmä: N2000

Kaivutapa:

kk

Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-1	Sa Sr
1-2	SaSr
2-3	SrSa, puuta, muutama tiili
3-	SaKi, Asf, hiemajätettä

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Sa Sr
	1-2	SaSr
	2-3	SrSa, puuta, muutama tiili

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
22.5.2012

NRO:KK17

PVM:

Työ:

82142248

Tutkimuskohde:

Sulkavuoren kaatopaikka

Tilaaja:

Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos

Sijainti:

x: 6817148

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

y:24487972

Piste/Paalu:

Maanpinnan taso:

+

m

Korkeusjärjestelmä:N2000

Kaivutapa:

kk

Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-1	Sa Sr, tiiltä
1-2	SaSr, Asf
2-3	SaSr, Asf
3-	SaKi

Vedenpinta:

Vedentulo:

Koekuopan halkaisija:

Koekuopan syvyys:

Kalliopinnan sijainti:

Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Sa Sr, tiiltä
	1-2	SaSr, Asf
	2-3	SaSr, Asf

Kuoppa täytetty



LAATIJA: OJyr
22.5.2012

NRO:KK18

PVM:

Työ: 82142248
Tutkimuskohde: Sulkavuoren kaatopaikka
Tilaaja: Tampereen kaupunki / Tampereen Vesi liikelaitos
Sijainti: x: 6817143 Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24
y: 24488035
Piste/Paalu:
Maanpinnan taso: + m Korkeusjärjestelmä: N2000
Kaivutapa: kk
Rakennekerrokset:

syvyys, m	maalaji
0-1	Sr
1-1,5	SrKi, Asf, hieman jätettä
1,5-	Mr

Vedenpinta:
Vedentulo:
Koekuopan halkaisija:
Koekuopan syvyys:
Kalliopinnan sijainti:
Näytteet:

nro	syvyys, m	kuvaus
	0-1	Sr
	1-1,5	SrKi, Asf, hieman jätettä

Kuoppa täytetty



LIITE 5
MAANÄYTTEIDEN
LABORATORIOANALYYSIEN TULOKSET

Tutkimustodistus

1/5

Projekti: 82139965/10

Ramboll Finland Oy, /Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoitus

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 4.4.2012

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 4.4.2012

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	KA 4	KA 3	KK 2	KK 3	KK 4		
Näytenumero	12MM 00663	12MM 00664	12MM 00665	12MM 00666	12MM 00667		
MÄÄRITYKSET							
Näytteenottosyvyys	2,5-3,4	8,7-9,7	1,5-3,2	4,0-5,0	3,5-5,1	m	
Kuiva-aine	78	81	84	61	54	m-%	RA4016
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok		ok	ok	ok		RA3007
Metallit, PIMA maa	ok		ok	ok	ok		
Antimoni (Sb)	<0,5		0,88	9,9	130	mg/kg ka	RA3000*
Arseeni (As)	6,4		11	12	8,5	mg/kg ka	RA3000*
Elohopea (Hg), PIMA	<0,1		0,57	2,2	4,2	mg/kg ka	RA3000*
Kadmium (Cd)	<0,2		1,5	2,1	5,3	mg/kg ka	RA3000*
Koboltti (Co)	18		7,3	8,1	7,3	mg/kg ka	RA3000*
Kromi (Cr)	69		41	170	180	mg/kg ka	RA3000*
Kupari (Cu)	35		51	120	340	mg/kg ka	RA3000*
Lyijy (Pb)	13		120	130	300	mg/kg ka	RA3000*
Nikkeli (Ni)	32		19	60	34	mg/kg ka	RA3000*
Sinkki (Zn)	95		170	540	1200	mg/kg ka	RA3000*
Vanadiini (V)	77		42	33	38	mg/kg ka	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa		18	8000	7500	16000	mg/kg ka	RA4020*
Keskisleeet (C10-C21)		<10	2900	2400	7300	mg/kg ka	RA4020*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)		11	5000	5200	8300	mg/kg ka	RA4020*
VOC-PIMA, maa		ok	ok				RA4049*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit, PIMA		ok	ok				RA4049*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA-maa		ok	ok				RA4049*
Vinyylidikloridi		<0,01	0,01			mg/kg ka	RA4049*
1,1-dikloorieteeni		<0,01	<0,01			mg/kg ka	RA4049*
Cis-1,2-dikloorieteeni		0,26	0,09			mg/kg ka	RA4049*
Trans-1,2-dikloorieteeni		<0,01	<0,01			mg/kg ka	RA4049*
Triklloorieteeni		<0,01	0,21			mg/kg ka	RA4049*
Tetrakloorieteeni		0,02	0,02			mg/kg ka	RA4049*
Dikloorimetaani		<0,01	<0,01			mg/kg ka	RA4049*
Bentseeni		0,03	<0,02			mg/kg ka	RA4049*
Tolueeni		1,4	0,10			mg/kg ka	RA4049*
Etyylibentseeni		<0,05	0,10			mg/kg ka	RA4049*
m+p-ksyleeni		0,06	1,9			mg/kg ka	RA4049*

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

Tutkimustodistus

2/5

Projekti: 82139965/10

	12MM 00663	12MM 00664	12MM 00665	12MM 00666	12MM 00667	Yksikkö	Menetelmä
o-ksyleeni		<0,05	0,08			mg/kg ka	RA4049*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)		<0,05	<0,05			mg/kg ka	RA4049*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)		<0,05	<0,05			mg/kg ka	RA4049*
TAAE (tert.amyylitietylietteri)		<0,05	<0,05			mg/kg ka	RA4049*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)		<0,05	<0,05			mg/kg ka	RA4049*
DIPE (di-isopropylietteri)		<0,05	<0,05			mg/kg ka	RA4049*
Bensiinijakeet C5-C10		1,5	47			mg/kg ka	RA4049C
Polyaromaattiset hiilivedyt yht.		<0,2	3,4	48	140	mg/kg ka	RA4053*
Antraseeni		<0,01	0,09	0,71	1,8	mg/kg ka	RA4053*
Asenaftteeni		<0,01	<0,1	<0,2	<0,5	mg/kg ka	RA4053*
Asenaftyleeni		<0,01	<0,1	<0,2	<0,5	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)antraseeni		<0,01	0,16	3,6	9,7	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)pyreeni		<0,01	0,15	2,4	5,8	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(b)fluoranteeni		<0,01	0,20	3,8	10	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(g,h,i)peryleeni		<0,01	0,16	1,9	6,3	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(k)fluoranteeni		<0,01	0,09	1,3	4,3	mg/kg ka	RA4053*
Dibentso(a,h)antraseeni		<0,01	<0,05	0,36	1,2	mg/kg ka	RA4053*
Fenantreeni		<0,01	0,15	6,2	18	mg/kg ka	RA4053*
Fluoranteeni		<0,01	0,44	10	23	mg/kg ka	RA4053*
Fluoreeni		<0,01	0,10	0,54	2,4	mg/kg ka	RA4053*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni		<0,01	0,13	2,0	6,5	mg/kg ka	RA4053*
Kryseeni		<0,01	0,22	3,5	12	mg/kg ka	RA4053*
Naftaleeni		0,01	0,82	3,8	25	mg/kg ka	RA4053*
Pyreeni		<0,01	0,69	7,8	17	mg/kg ka	RA4053*
PCB yht.			0,41	0,30	9,4	mg/kg ka	RA4053*
PCB 28			0,004	0,046	3,2	mg/kg ka	RA4053*
PCB 52			0,013	0,031	1,3	mg/kg ka	RA4053*
PCB 101			0,058	0,038	0,55	mg/kg ka	RA4053*
PCB 118			0,028	0,017	0,30	mg/kg ka	RA4053*
PCB 138			0,097	0,053	1,0	mg/kg ka	RA4053*
PCB 153			0,12	0,066	1,4	mg/kg ka	RA4053*
PCB 180			0,090	0,044	1,6	mg/kg ka	RA4053*
Torjunta-aineet PIMA	ok					mg/kg ka	RA4036
Atratsiini	<0,01					mg/kg ka	RA4036*
2,4'-DDD	<0,01					mg/kg ka	RA4036
2,4'-DDE	<0,01					mg/kg ka	RA4036
2,4'-DDT	<0,01					mg/kg ka	RA4036
4,4'-DDD	<0,01					mg/kg ka	RA4036*
4,4'-DDE	<0,01					mg/kg ka	RA4036*
4,4'-DDT	<0,01					mg/kg ka	RA4036*
Dieldriini	<0,02					mg/kg ka	RA4036*
a-endosulfaani	<0,02					mg/kg ka	RA4036
b-endosulfaani	<0,02					mg/kg ka	RA4036
gamma-HCH (lindaani)	<0,01					mg/kg ka	RA4036*
Heptakloori	<0,01					mg/kg ka	RA4036
PCDD/F maa	ok						RA4035*
2,3,7,8-TetraCDD	<0,5					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8-PentaCDD	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	9,1					ng/kg ka	RA4035*
OctaCDD	72					ng/kg ka	RA4035*

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

Tutkimustodistus

3/5

Projekti: 82139965/10

	12MM 00663	12MM 00664	12MM 00665	12MM 00666	12MM 00667	Yksikkö	Menetelmä
2,3,7,8-TetraCDF	<0,5					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8-PentaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
2,3,4,7,8-PentaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	84					ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<2					ng/kg ka	RA4035*
OctaCDF	95					ng/kg ka	RA4035*
Lower bound NATO(1989)-TEQ	0,000001					mg/kg ka	RA4035*
Middle bound NATO(1989)-TEQ	0,000003					mg/kg ka	RA4035*
Upper bound NATO(1989)-TEQ	0,000005					mg/kg ka	RA4035*
Lower bound WHO(1998)-TEQ	0,000001					mg/kg ka	RA4035*
Middle bound WHO(1998)-TEQ	0,000004					mg/kg ka	RA4035*
Upper bound WHO(1998)-TEQ, (Vn 214/2007)	0,000004					mg/kg ka	RA4035*
Lower bound WHO(2005)-TEQ	0,000001					mg/kg ka	RA4035*
Middle bound WHO(2005)-TEQ	0,000003					mg/kg ka	RA4035*
Upper bound WHO(2005)-TEQ	0,000004					mg/kg ka	RA4035*

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	KK 6	KA 4	PV 5	KK 5	PV 6		
Näytenumero	12MM 00668	12MM 00669	12MM 00670	12MM 00671	12MM 00672		

MÄÄRITYKSET

Näytteenottosyvyys	0-2,0	9,7-11,0	18,0-18,8	3,3-5,0	11,5-12,2	m	
Kuiva-aine	87	53	94	90	96	m-%	RA4016
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok		ok			RA3007
Metallit, PIMA maa	ok	ok		ok			
Antimoni (Sb)	<0,5	33		<0,5		mg/kg ka	RA3000*
Arseeni (As)	7,1	16		6,9		mg/kg ka	RA3000*
Elohopea (Hg), PIMA	<0,1	5,9		<0,1		mg/kg ka	RA3000*
Kadmium (Cd)	<0,2	110		<0,2		mg/kg ka	RA3000*
Koboltti (Co)	11	10		9,7		mg/kg ka	RA3000*
Kromi (Cr)	42	1500		34		mg/kg ka	RA3000*
Kupari (Cu)	28	420		32		mg/kg ka	RA3000*
Lyijy (Pb)	31	440		6,1		mg/kg ka	RA3000*
Nikkeli (Ni)	20	87		16		mg/kg ka	RA3000*
Sinkki (Zn)	75	2100		66		mg/kg ka	RA3000*
Vanadiini (V)	51	54		47		mg/kg ka	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa	210	4400	950	18	830	mg/kg ka	RA4020*
Keskitisleet (C10-C21)	13	2200	360	<10	59	mg/kg ka	RA4020*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	200	2200	590	16	770	mg/kg ka	RA4020*
VOC-PIMA, maa		ok	ok		ok		RA4049*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit, PIMA		ok	ok		ok		RA4049*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA-maa		ok	ok		ok		RA4049*
Vinyylikloridi		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
1,1-dikloorieteeni		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*

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

Tutkimustodistus

4/5

Projekti: 82139965/10

	12MM 00668	12MM 00669	12MM 00670	12MM 00671	12MM 00672	Yksikkö	Menetelmä
Cis-1,2-dikloorieteeni		<0,01	0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
Trans-1,2-dikloorieteeni		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
Trikloorieteeni		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
Tetrakloorieteeni		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
Dikloorimetaani		<0,01	<0,01		<0,01	mg/kg ka	RA4049*
Bentseeni		<0,02	<0,02		<0,02	mg/kg ka	RA4049*
Tolueeni		0,53	0,45		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
Etylibentseeni		<0,05	0,07		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
m+p-ksyleeni		0,06	0,24		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
o-ksyleeni		<0,05	0,16		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)		<0,05	<0,05		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)		<0,05	<0,05		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
TAAE (tert.amyylitetyylietteri)		<0,05	<0,05		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)		<0,05	<0,05		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
DIPE (di-isopropylietteri)		<0,05	<0,05		<0,05	mg/kg ka	RA4049*
Bensiinijakeet C5-C10		0,6	11		<0,5	mg/kg ka	RA4049C
Polyaromaattiset hiilivedyt yht.	<0,2	260		<0,2		mg/kg ka	RA4053*
Antraseeni	<0,01	4,6		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Asenaftteeni	<0,01	<1		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Asenaftyleeni	<0,01	<1		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)antraseeni	<0,01	15		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)pyreeni	<0,01	11		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Bentso(b)fluoranteeni	<0,01	17		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Bentso(g,h,i)perylenei	0,01	9,9		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Bentso(k)fluoranteeni	<0,01	5,9		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,01	2,0		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Fenantreeni	0,01	28		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Fluoranteeni	0,02	35		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Fluoreeni	<0,01	5,3		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	<0,01	10		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Kryseeni	<0,01	18		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Naftaleeni	<0,01	74		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
Pyreeni	0,02	27		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
PCB yht.	<0,01	5,0		<0,01		mg/kg ka	RA4053*
PCB 28	<0,001	1,3		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 52	<0,001	0,55		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 101	<0,001	0,50		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 118	<0,001	0,26		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 138	<0,001	0,83		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 153	<0,001	0,96		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
PCB 180	<0,001	0,63		<0,001		mg/kg ka	RA4053*
Torjunta-aineet PIMA						mg/kg ka	RA4036
Atratsiini						mg/kg ka	RA4036*
2,4'-DDD						mg/kg ka	RA4036
2,4'-DDE						mg/kg ka	RA4036
2,4'-DDT						mg/kg ka	RA4036
4,4'-DDD						mg/kg ka	RA4036*
4,4'-DDE						mg/kg ka	RA4036*
4,4'-DDT						mg/kg ka	RA4036*
Dieldriini						mg/kg ka	RA4036*
a-endosulfaani						mg/kg ka	RA4036
b-endosulfaani						mg/kg ka	RA4036
gamma-HCH (lindaani)						mg/kg ka	RA4036*

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

Tutkimustodistus

5/5

Projekti: 82139965/10

	12MM 00668	12MM 00669	12MM 00670	12MM 00671	12MM 00672	Yksikkö	Menetelmä
Heptakloori						mg/kg ka	RA4036
PCDD/F maa							RA4035*
2,3,7,8-TetraCDD						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8-PentaCDD						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,6,7,8-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8,9-HexaCDD						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD						ng/kg ka	RA4035*
OctaCDD						ng/kg ka	RA4035*
2,3,7,8-TetraCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*
2,3,4,7,8-PentaCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*
2,3,4,6,7,8-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,7,8,9-HexaCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF						ng/kg ka	RA4035*
OctaCDF						ng/kg ka	RA4035*
Lower bound NATO(1989)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Middle bound NATO(1989)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Upper bound NATO(1989)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Lower bound WHO(1998)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Middle bound WHO(1998)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Upper bound WHO(1998)-TEQ, (Vn 214/2007)						mg/kg ka	RA4035*
Lower bound WHO(2005)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Middle bound WHO(2005)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*
Upper bound WHO(2005)-TEQ						mg/kg ka	RA4035*

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

Ramboll Analytics



Salla Partio
FM, Tutkimuskemisti, +358 20 755 7921

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot Näytteistä 12MM00666, 12MM00667 ja 12MM00669 Asenaftyleenin ja Asenaftenin määrittämisrajoja nostettu näytematriisista johtuen.
Näytteestä 12MM00665 Asenaftyleenin, Asenaftenin, Fluoreenin ja Dibentso(a,h)antraseenin määrittämisrajoja nostettu näytematriisista johtuen.

Jakelu kalle.putula@ramboll.fi; sanna.pukkinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82139965/23

Ramboll Finland Oy / Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoitus

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 30.5.2012

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 30.5.2012

Maanäytteet

					Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	KK 11	KK14	KK14	KK16		
Näyttenumero	12MM	12MM	12MM	12MM		
	01240	01241	01242	01243		
MÄÄRITYKSET						
Näytteenottosyvyys	1,5-2,0	1,5-4,0	1,5-2,5	2,0-3,0	m	
Kuiva-aine	89	81	79	85	m-%	RA4016
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi		ok	ok	ok		RA3007
Metallit, PIMA maa		ok	ok	ok		
Antimoni (Sb)		9,3	20	0,68	mg/kg ka	RA3000*
Arseeni (As)		79	200	9,5	mg/kg ka	RA3000*
Elohopea (Hg), PIMA		0,48	0,95	<0,1	mg/kg ka	RA3000*
Kadmium (Cd)		2,2	1,9	<0,2	mg/kg ka	RA3000*
Koboltti (Co)		19	32	11	mg/kg ka	RA3000*
Kromi (Cr)		44	44	51	mg/kg ka	RA3000*
Kupari (Cu)		400	1100	39	mg/kg ka	RA3000*
Lyijy (Pb)		100	170	50	mg/kg ka	RA3000*
Nikkeli (Ni)		40	63	22	mg/kg ka	RA3000*
Sinkki (Zn)		560	690	98	mg/kg ka	RA3000*
Vanadiini (V)		65	95	59	mg/kg ka	RA3000*
Polyaromaattiset hiilivedyt yht.	0,6				mg/kg ka	RA4053*
Antraseeni	<0,01				mg/kg ka	RA4053*
Asenaftteeni	<0,01				mg/kg ka	RA4053*
Asenaftyleeni	<0,01				mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)antraseeni	0,02				mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)pyreeni	0,03				mg/kg ka	RA4053*
Bentso(b)fluoranteeni	0,03				mg/kg ka	RA4053*
Bentso(g,h,i)perylenei	0,06				mg/kg ka	RA4053*
Bentso(k)fluoranteeni	0,02				mg/kg ka	RA4053*
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,01				mg/kg ka	RA4053*
Fenantreeni	0,09				mg/kg ka	RA4053*
Fluoranteeni	0,11				mg/kg ka	RA4053*
Fluoreeni	<0,01				mg/kg ka	RA4053*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	0,05				mg/kg ka	RA4053*
Kryseeni	0,05				mg/kg ka	RA4053*
Naftaleeni	0,01				mg/kg ka	RA4053*
Pyreeni	0,08				mg/kg ka	RA4053*

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

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

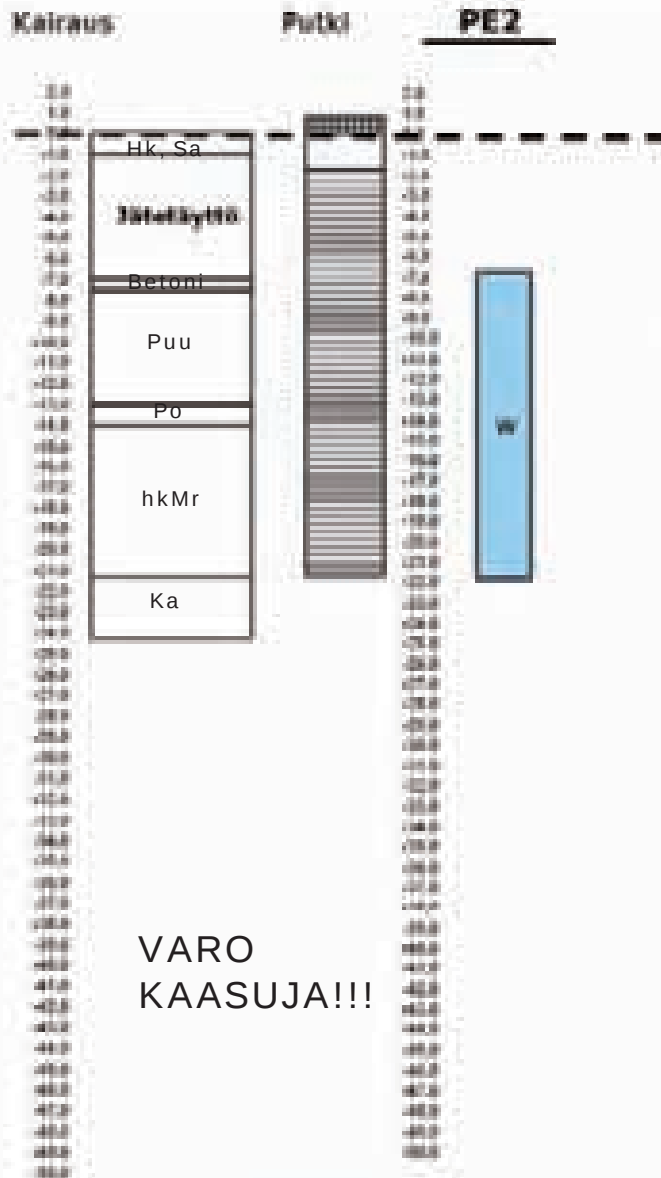
Jakelu sanna.pulkkinen@ramboll.fi; osmo.jyravankoski@ramboll.fi

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

RAMBOLL FINLAND OY
HAVAINTOPISTEKORTTI

Liite 7.1
19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817288.265	Y: 2488350.314
Tilaaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	29.10.2010		
Asentaja	Tampereen kaupunki	vesinäyte	



Korkeusjärjestelmä	N2000
Putken pää, PP	+130,490
Maanpinta, MP	+129,590
Vesipinta, W	+122,620
Siviliän yläpää	+127,890
Siviliän alapää	+107,890
Pohja/Kärki	+107,890
Putken kok.pituus	22,60 m
Putken laatu	PEH
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Siviliäntyyppi	rakosiviliä

Näytteenottolapa (n. 15 m putken päältä)

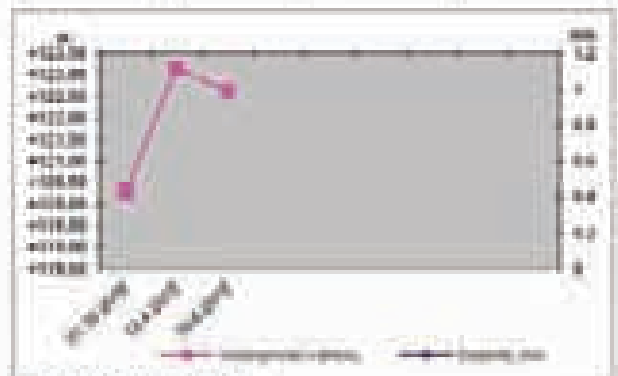
Äänipumppu

Veden esiintymismuoto

Täytin sisäinen vesi

Pohjaveden pinnankorkeus

Pvm	Pinta, m pp	Taso, m	Sedanta, mm
21.10.2010	10,3	+130,39	
13.4.2012	7,35	+123,14	
15.6.2012	7,87	+122,62	



Muut havainnot

Rakoy alustalla: Rakotuslaitos Valtteri Väyrynen

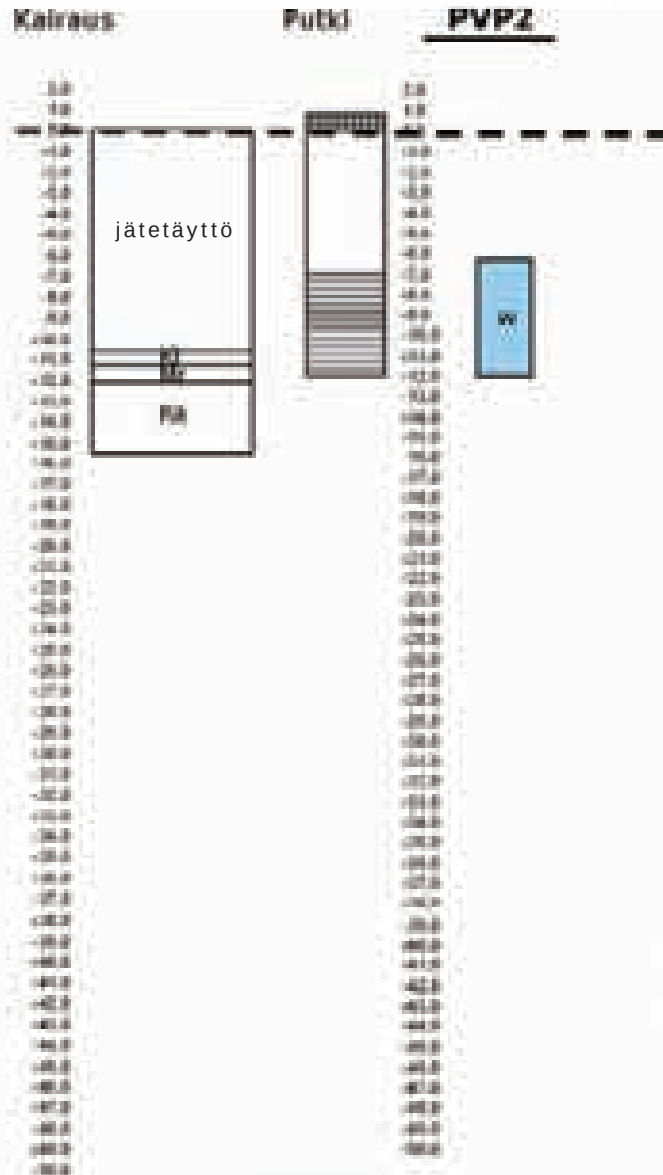
puh. 040 806 2112

Siviliänsäädäntö / pohjakuva

RAMBOLL FINLAND OY
HAVAINTOPISTEKORTTI

Liite 7.3
19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817159.399	Y: 24488096.602
Tilaaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	6.3.2012		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Vesinäyte	



Korkousjärjestelmä	N2000
Putken pää, PP	+129,090
Maanpinta, MP	+128,700
Vesipinta, W	+121,800
Siviliän yläpää	+121,250
Siviliän alapää	+116,250
Pohja/Kärki	+116,250
Putken kok.pituus	12,84 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Siviliäntyyppi	rakosiviliä

Näytteensittolapa (n. 9 m putken päästä)

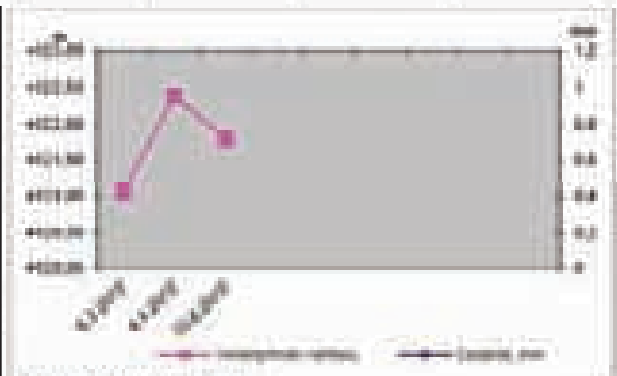
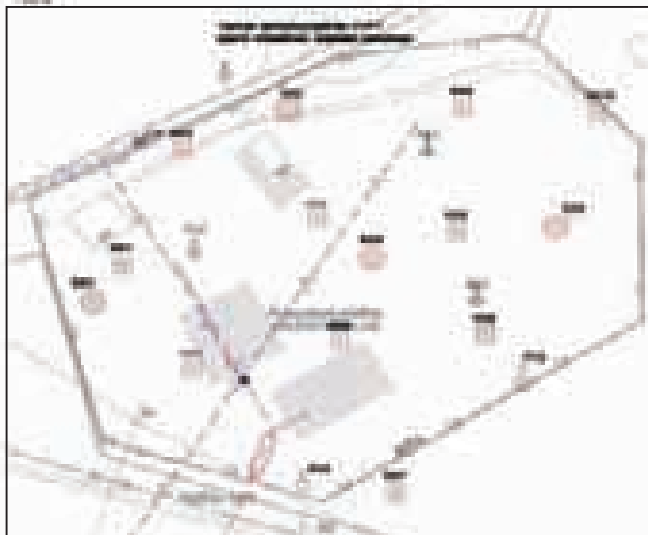
Akkusumpu

Veden esiintymismuoto

Täytin sisäinen vesi

Pohjaveden pinnan korkeus

Pvm	Pinta, m pp	Tasa, m	Sadanta, mm
8.3.2012	8,54	+121,55	
4.4.2012	8,71	+122,38	
15.6.2012	7,29	+121,80	



Muut havainnot

Rasay alustalla: Polttoainelaite Valtteri Väyrynen

puh. 040 809 2113

Siviliäntien avoin Tampereen kaupungin siviliä

Siviliäntien suodatuskissa / pohjatuote

RAMBOLL FINLAND OY
HAVAINTOPISTEKORTTI

Lite 7.2
 19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817331.264	Y: 2488331.315
Tilaaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	25.10.2010		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Vieräkyte	

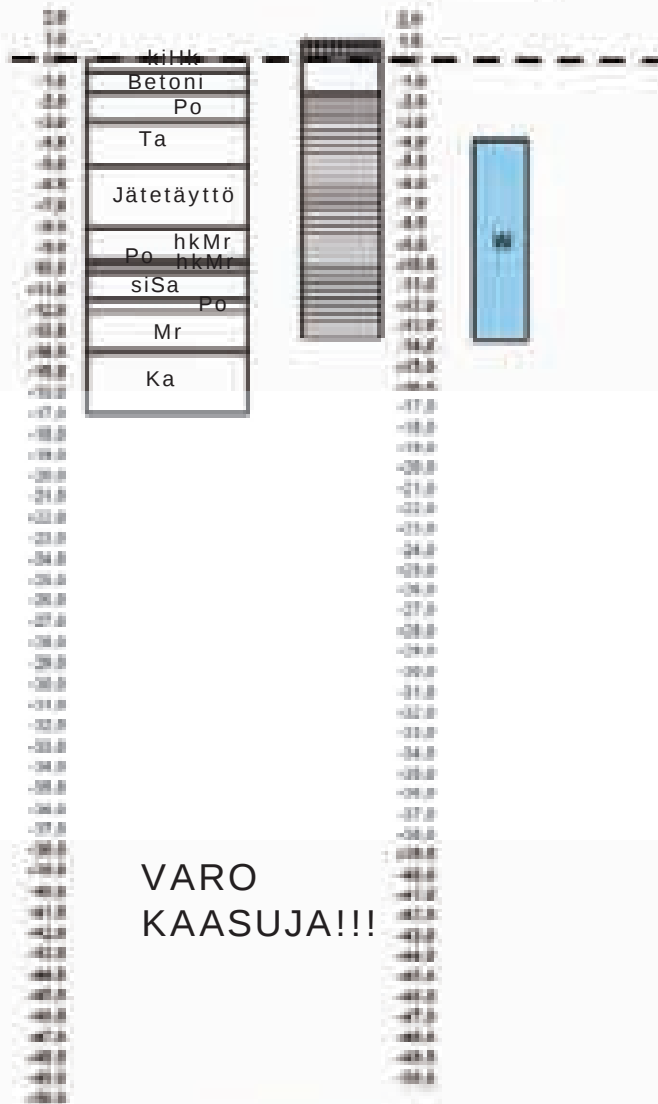
Kalrus

PMW

PE4

Markus J. Milne and Jennifer M. Milne

12000



VARO
KAASUJA!!!

Putken pää, PP	+130,510
Maanpinta, MP	+129,610
Vesipinta, W	+125,510
Sivillän yläpää	+128,010
Sivillän alapää	+116,010
Pohja/Kärki	+116,010
Putken kok.pituus	14,50 m
Putken laatu	PEH
Sisäheikaisija	ø 50 mm
Sivilätyyppi	rakosiviliä

Helyettesítőanyag (v. 15 m puha és puhatlan)

ACKNOWLEDGMENTS

Veden edintymismuoto

Taylorian socialism: 1900-1914

Pohjaveden pinnan korkeus

[illegible]

Mout havalnnot

Major phyla: *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Embryophyta*

1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 26

¹ www.merck.com/medwatch; accessed 10/10/2012.

Salvatore@salvatorejournal.com / salvatorejournal.com

RAMBOLL FINLAND OY
HAYAINTOPISTEKORTTI

Lila 7.4
 19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817133.648	Y: 24488168.227
Tilaaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	9.3.2013		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Verokäyte	

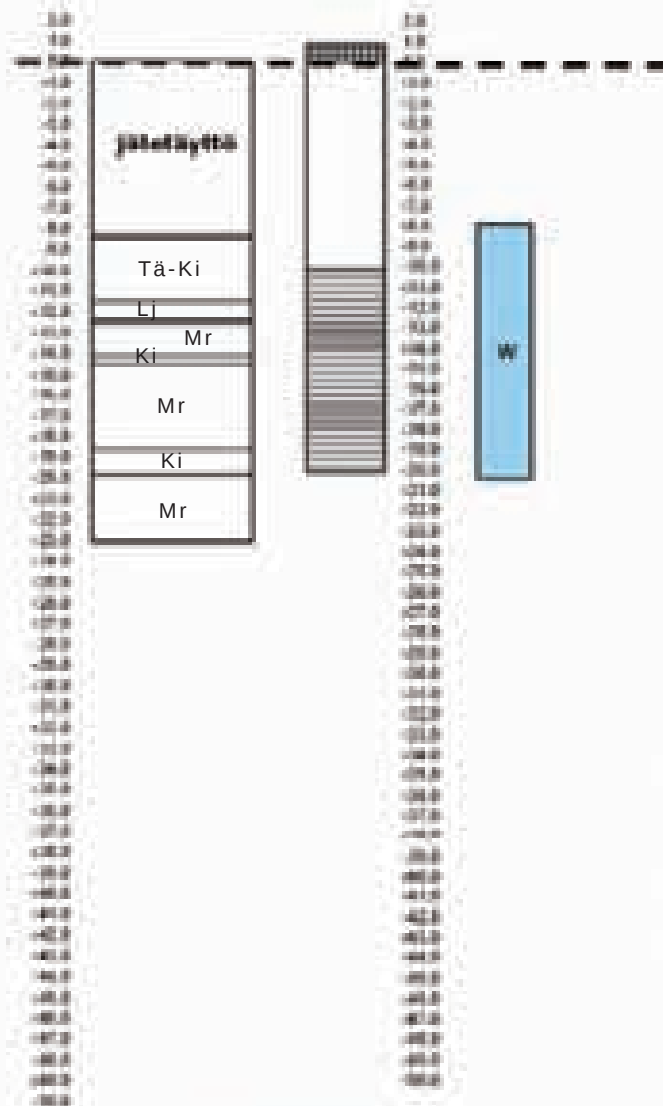
Conclusions

Publi

PVP3

● Conjugate Gradient ●

IN 2000



Putken pää, PP	+130,220
Maanpinta, MP	+129,300
Vesipinta, W	+121,315
Siivolan yläpää	+119,220
Siivolan alapää	+109,220
Pohja/Kärki	+109,220
Putken kok.pituus	21,00 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Siivälätyyppi	rakosiiviliä

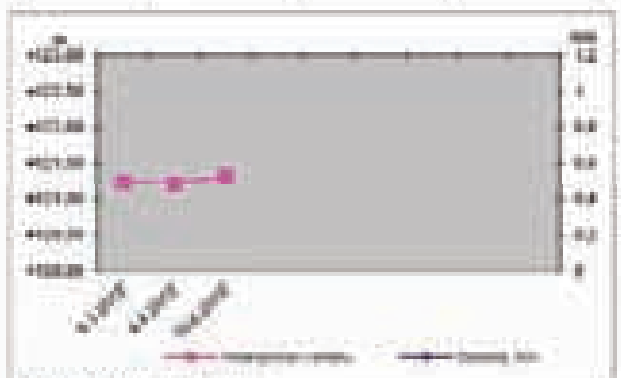
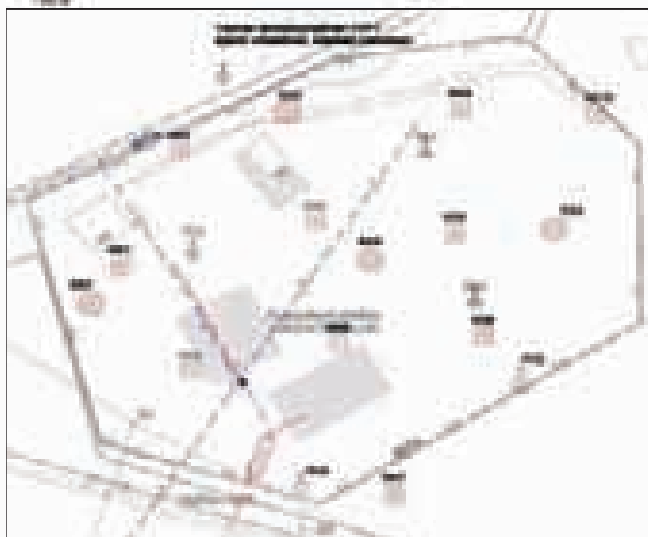
Näytteenselostaja (n. 15 m putken päähän)

Abstract

Veden lämpötilamuutos

Dayton, Indiana 45424

Pohjaveden pinnankorkeus

[illegible]

Haut haalimot

Einige Beispiele: Bedeutungsarten, Vektoren, Überzeugen

1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 26

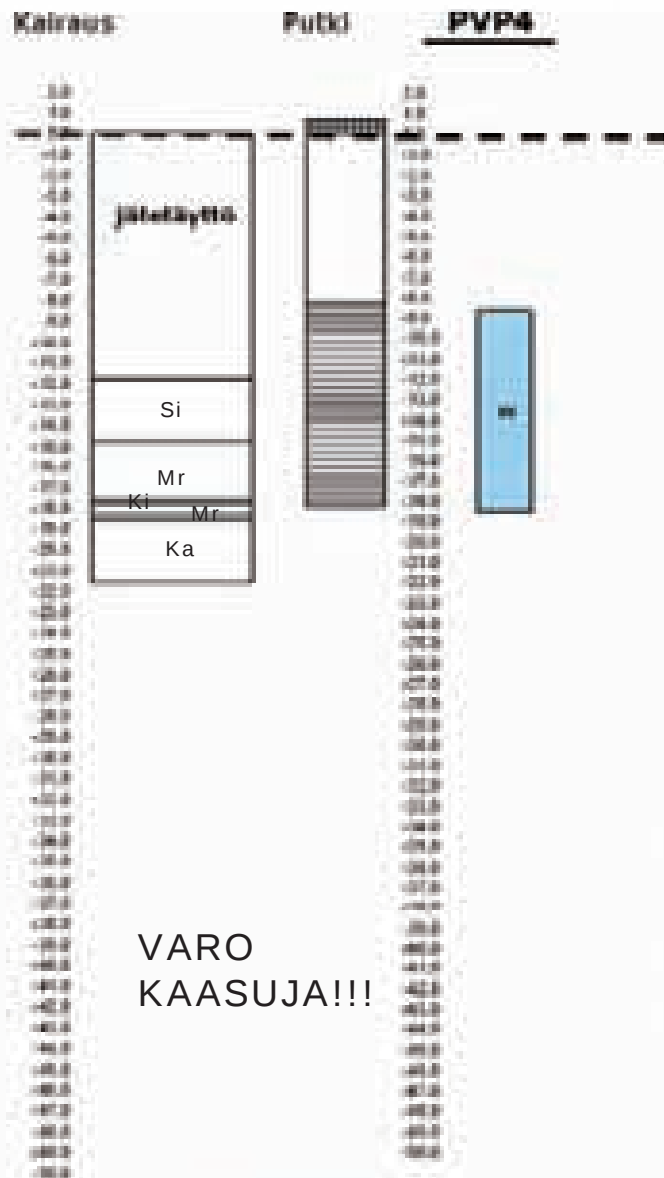
Teşekkürler, benim Targem'in kuyucuları var

Verwendete Materialien / Komponenten

RAMBOLL FINLAND OY
HAVAINTOPISTEKORTTI

Liite 7.5
19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817096.851	Y: 24488125.036
Tilaaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	20.3.2012		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Vesinäyte	



VARO
KAASUJA!!!

Korkousjärjestelmä	N2000
Putken pää, PP	+129,960
Maanpinta, MP	+129,700
Vesipinta, W	+120,520
Siviliän yläpää	+120,960
Siviliän alapää	+110,960
Pohja/Kärki	+110,960
Putken kok.pituus	19,00 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Siviliäntyyppi	rakosiviliä

Näytteensittolapa (n. 15 m putken päästä)

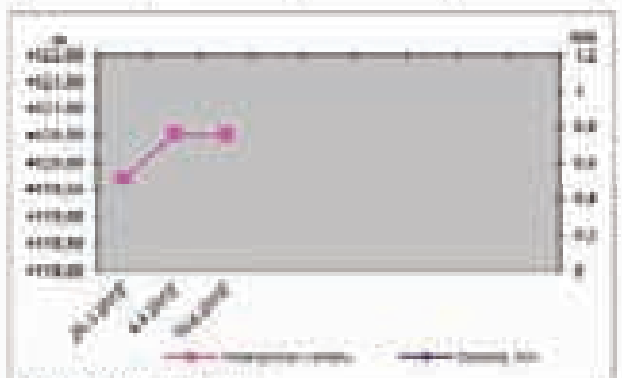
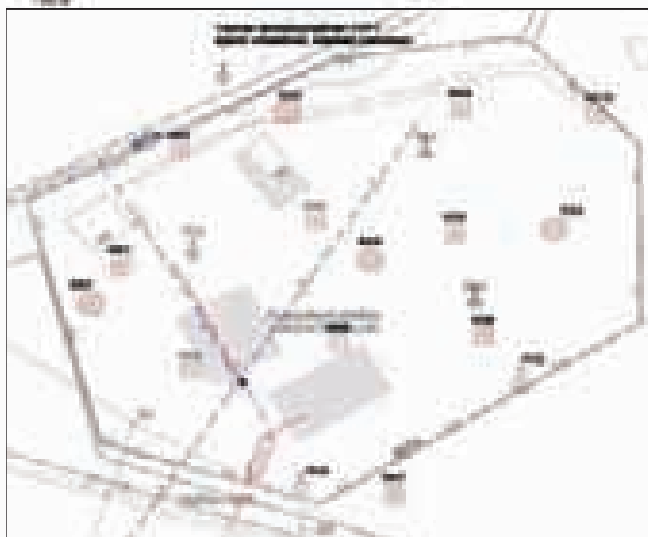
Asiainpinta

Veden esiintymismuoto

Täynnä esiintynyt vesi

Pohjaveden pinnankorkeus

Pvm	Pinta, m pp	Tasoa, m	Sadanta, mm
20.3.2012	10,34	+119,70	
4.4.2012	9,43	+120,53	
15.6.2012	9,44	+120,52	



Muut havainnot

Rakoy alustalla: Rakentamisto Valtteri Väyrynen

puh. 040 809 2113

Suomenpostin avoin Tampereen kaupungin seural

Siviliänsä suodattimissa / pohjatuote

RAMBOLL FINLAND OY
HAYAINTOPISTEKORTTI

Line 7.6
19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817107.446	Y: 24488228.154
Tilaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	21.3.2012		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Vesinäyte	

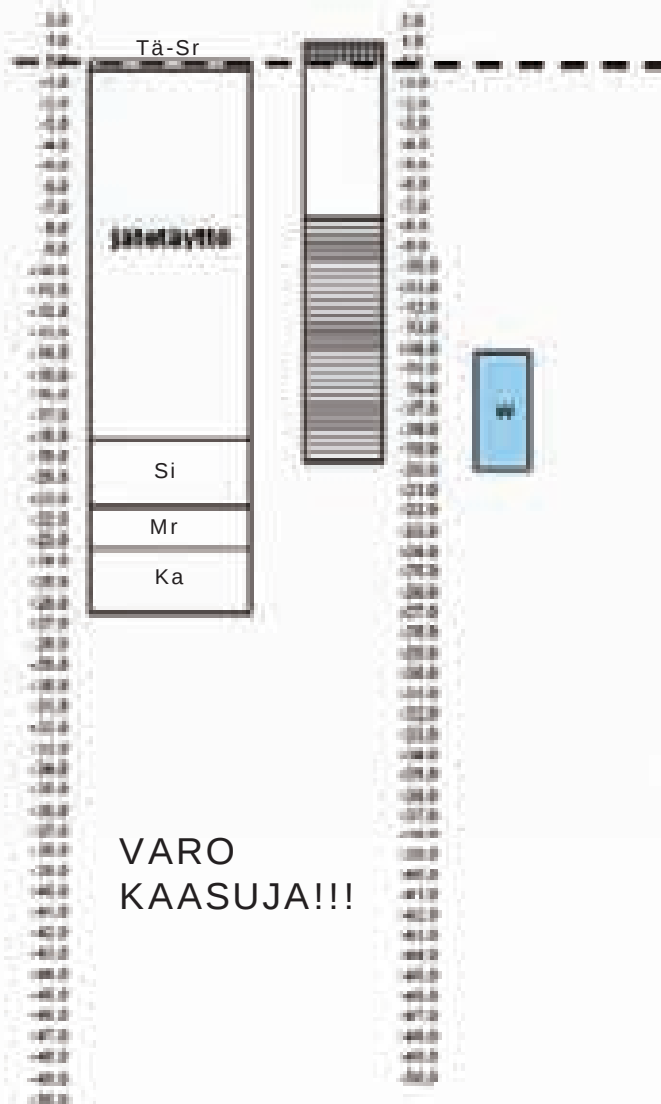
References

Publ

PVPS

References

IN 2000



VARO
KAASUJA!!!

Putken paa, PP	+138,260
Maanpinta, MP	+137,300
Vesipinta, W	+123,235
Sivulan yläpää	+129,660
Sivulan alapää	+117,660
Pohja/Kärki	+117,660
Putken kok.pituus	20,60 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Sivulätyyppi	rakosivuli

Näytteenottoaika (n. 17 m putken päästä)

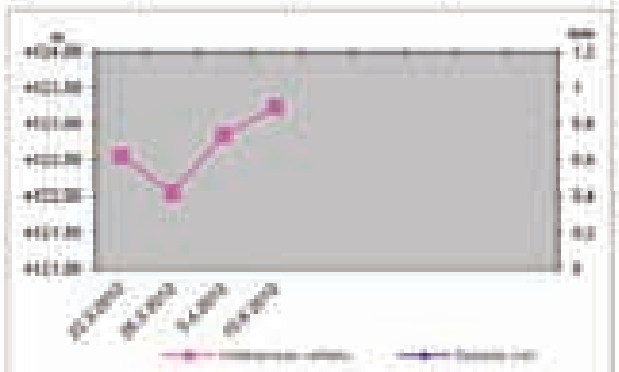
Abstract

Veden lähtömuoto

Twitter [@mattmcclellan](#)

Pohjaveden pinnankorkeus

Year	Price, m pp	Task, m	Expenditure, mm
2013	18,71	+122,88	
2013	18,31	+122,05	
2013	15,42	+122,04	
2012	13,02	+122,28	



Huut hevalinnat

Schulbildung ist ein Thema, das nicht nur Eltern, sondern auch die Politik interessiert

Sordaniella sordaniensis / polystichus

Texte abgefragt: Varnum Hwy / Highway 100/101

08-09

RAMBOLL FINLAND OY
HAYAINTOPISTEKORTTI

Lite 7.7
 19.6.2012

Tutkimuspaikka	Sulkavuoren kaatopaikka	X: 6817107.446	Y: 24488228.154
Tilaaja	Tampereen kaupunki		
Projektinumero	82142248	Havaintoputki	
Asennuspvm	23.3.2012		
Asentaja	Tampereen kaupunki	Vuorokausi	

Kairous	Futki	PVP6
---------	-------	------



VARO
KAASUJA!!!



Korkeusjärjestelmä	N2000
Putken pää, PP	+129,290
Maanpinta, MP	+138,300
Vesipinta, W	+126,110
Sivulan yläpää	+129,890
Sivulan alapää	+121,890
Pohja/Kärki	+121,890
Putken kok.pituus	17,40 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 50 mm
Sivulätyrityppi	rakosivilla

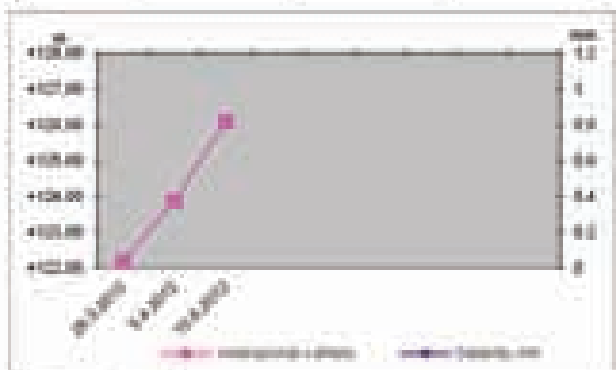
Iläytteenottoaika poikkeaa jos mainit.

Abstract

Veden esittymismuoto

Discretionary income is the amount of money that remains after all taxes and living expenses have been paid. It is the money that can be used for anything the individual chooses.

Poljavenen pinnankorjuus

[illegible]

Huut havainnot

Susutaputkum gawin Tamparibon katupungit sarjak

Synaldisia pseudomulika / polystachya

Team members: Václav Plz / Miroslav Kozubík

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

Sivittäisen koulutuksen, osien ja osastojen tähtäuspöytäkirja

LIITE 8
VESINÄYTTEIDEN
LABORATORIOANALYYSIEN
TULOKSET

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82142248/1

Ramboll Finland Oy, /Tampere

PL 718

33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus	Näytteenottopvm:	7.3.2012
Näytteenottopiste:	Suotovesikaivo	Näyte saapui:	8.3.2012
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	8.3.2012

Vesitutkimus

Määrittäminen	12SL00638	Yksikkö	Menetelmä
Esikäsittely, suodatus	ok		
pH	9,3		RA2000*
Sähkönjohtavuus	240	mS/m	RA2013*
CODMn	250	mg/l	RA2012*
BOD 7-ATU	900	mg/l	RA2006*
Metallit PIMA, liukoiset	ok		
Antimoni (Sb), liuk.	0,001	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,016	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0001	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	0,003	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	0,003	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	0,002	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	<0,0005	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	0,21	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	<0,005	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	0,027	mg/l	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	0,05	mg/l	RA4019*
Keskitysleht (C10-C21)	<0,05	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	<0,05	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	ok		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit, PIMA	ok	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	ok	µg/l	RA4050*
Vinyyliloriidi	<0,1	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Trikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	0,002	mg/l	RA4050*
Tolueeni	0,005	mg/l	RA4050*
Etylibentseeni	0,0005	mg/l	RA4050*
m+p-ksyleeni	0,002	mg/l	RA4050*
o-ksyleeni	0,0007	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylimetyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAEE (tert.amylylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
DIPE (di-isopropylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82142248/1

Bensiinijakeet C5-C10	<0,05	mg/l	RA4050C
Polyaromaattiset hiilivedyt	ok	µg/l	RA4031*
Antraseeni	<0,1	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	0,97	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	<0,1	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)peryleeni	<0,001	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	<0,005	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,001	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	1,5	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	0,034	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	1,4	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	<0,001	µg/l	RA4031*
Kryseeni	<0,01	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	8,1	µg/l	RA4031*
Pyreeni	0,017	µg/l	RA4031*
Torjunta-aineet PIMA	ok	µg/l	RA4038*
Atratsiini	<0,5	µg/l	RA4038*
4,4' -DDD	<1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDE	<1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDT	<1	µg/l	RA4038*
Dieldriini	<2	µg/l	RA4038*
a-endosulfaani	<0,5	µg/l	RA4038*
b-endosulfaani	<0,5	µg/l	RA4038*
Endosulfaanisulfaatti	<0,5	µg/l	RA4038*
gamma-HCH (lindaani)	<1	µg/l	RA4038*
Heptakloori	<1	µg/l	RA4038*

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

Ramboll Analytics



Salla Partio
FM, Tutkimuskemisti, +358 20 755 7921

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot Matriisista johtuen näytteen 12SL00638 torjunta-aineiden sekä Asenaftyleenin, Antraseenin ja Kryseenin määrittämisrajoja jouduttiin nostamaan.

Jakelu sanna.pulkkinen@ramboll.fi; juha.parviainen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82139965/11

Ramboll Finland Oy, /Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoit	Näytteenottopvm:	4.4.2012
		Näyte saapui:	5.4.2012
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	5.4.2012

Pohjavesi

				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	PVP2	PVP3	PVP4		
Näyttenumero	12TP 00466	12TP 00467	12TP 00468		
MÄÄRITYKSET					
Esikäsittely, suodatus	ok	ok	ok		
Esikäsittely, dekantointi (epäorg. analyysit)	ok	ok	ok		
pH	6,5	6,5	6,5		RA2000*
Sähkönjohtavuus	190	380	100	mS/m	RA2013*
CODMn	72	66	32	mg/l	RA2012*
BOD 7-ATU	5,8	680	190	mg/l	RA2006*
Metallit PIMA, liukoiset	ok	ok	ok		
Antimoni (Sb), liuk.	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,10	0,018	0,012	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	0,004	0,035	0,002	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	0,005	<0,001	0,003	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	<0,001	<0,001	<0,001	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	0,0006	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	0,003	0,032	0,007	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	<0,005	0,010	<0,005	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	0,020	<0,001	0,002	mg/l	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	0,17	1,6	0,33	mg/l	RA4019*
Keskitisleet (C10-C21)	0,10	1,1	0,23	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	0,06	0,47	0,09	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	ok	ok	ok		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit, PIMA	ok	ok	ok	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	ok	ok	ok	µg/l	RA4050*
Vinyylikloridi	10	8000	350	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	<0,5	440	3	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	180	90000	14000	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	<0,5	690	29	µg/l	RA4050*
Trikloorieteeni	7	52	8	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	25	53	1	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	<1	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	4	0,059	0,088	mg/l	RA4050*
Tolueeni	0,03	0,69	0,85	mg/l	RA4050*

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82139965/11

	12TP 00466	12TP 00467	12TP 00468	Yksikkö	Menetelmä
Etylibentseeni	0,10	0,029	0,048	mg/l	RA4050*
m+p-ksyleeni	0,15	0,095	0,14	mg/l	RA4050*
o-ksyleeni	0,005	0,026	0,053	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)	0,01	<0,0005	0,0008	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAE (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)	0,0006	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
DIPE (di-isopropylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
Bensiinijakeet C5-C10	0,34	0,91	1,3	mg/l	RA4050C
Polyaromaattiset hiilivedyt	ok	ok	ok	µg/l	RA4031*
Antraseeni	0,043	0,27	0,016	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	0,060	0,34	0,068	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	<0,005	0,019	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	0,063	0,28	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	0,032	0,14	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	0,057	0,20	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)perylenei	0,022	0,093	<0,001	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	0,020	0,076	<0,005	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	0,003	0,010	<0,001	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	0,42	1,8	0,16	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	0,33	0,82	0,018	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	0,12	0,70	0,13	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	0,022	0,087	<0,001	µg/l	RA4031*
Kryseeni	0,073	0,32	<0,005	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	2,6	10	3,6	µg/l	RA4031*
Pyreeni	0,23	0,76	0,017	µg/l	RA4031*
Torjunta-aineet PIMA	ok	ok	ok	µg/l	RA4038*
Atratsiini	<0,05	<0,05	<0,05	µg/l	RA4038*
4,4'-DDD	<0,1	<0,1	<0,1	µg/l	RA4038*
4,4'-DDE	<0,1	<0,1	<0,1	µg/l	RA4038*
4,4'-DDT	<0,1	<0,1	<0,1	µg/l	RA4038*
Dieldriini	<0,2	<0,2	<0,1	µg/l	RA4038*
a-endosulfaani	<0,05	<0,05	<0,05	µg/l	RA4038*
b-endosulfaani	<0,05	<0,05	<0,05	µg/l	RA4038*
Endosulfaanisulfaatti	<0,05	<0,05	<0,05	µg/l	RA4038*
gamma-HCH (lindaani)	<0,1	<0,1	<0,1	µg/l	RA4038*
Heptakloori	<0,1	<0,1	<0,1	µg/l	RA4038*

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

Ramboll Analytics

Sanna Partio

Salla Partio

FM, Tutkimuskemisti, +358 20 755 7921

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Jakelu sanna.pulkkinen@ramboll.fi; juha.parviainen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82139965/12

Ramboll Finland Oy, /Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoit	Näytteenottopvm:	5.4.2012
Näytteenottopiste:	PVP5	Näyte saapui:	5.4.2012
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	5.4.2012

Pohjavesi

Määrittäminen	12TP00469	Yksikkö	Menetelmä
Esikäsittely, suodatus	ok		
pH	7,0		RA2000*
Sähkönjohtavuus	530	mS/m	RA2013*
CODMn	110	mg/l	RA2012*
BOD 7-ATU	13	mg/l	RA2006*
Metallit PIMA, liukoiset	ok		
Antimoni (Sb), liuk.	0,0011	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,005	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0001	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	0,012	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	0,025	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	0,003	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	<0,0005	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	0,025	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	0,010	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	0,004	mg/l	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	2,5	mg/l	RA4019*
Keskitisleat (C10-C21)	1,1	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	1,4	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	ok		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit, PIMA	ok	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	ok	µg/l	RA4050*
Vinyyliloriidi	7	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	0,8	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	100	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	1	µg/l	RA4050*
Trikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	0,010	mg/l	RA4050*
Tolueeni	0,010	mg/l	RA4050*
Etylibentseeni	0,002	mg/l	RA4050*
m+p-ksyleeni	0,026	mg/l	RA4050*
o-ksyleeni	0,003	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAE (tert.amyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylieteteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82139965/12

DIPE (di-isopropyylieetteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
Bensiinijakeet C5-C10	0,06	mg/l	RA4050C
Polyaromaattiset hiilivedyt	ok	µg/l	RA4031*
Antraseeni	1,3	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	2,7	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	0,13	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	1,1	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	0,95	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	0,86	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)peryleeni	0,64	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	0,44	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	0,094	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	9,4	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	3,6	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	2,8	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	0,76	µg/l	RA4031*
Kryseeni	0,97	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	26	µg/l	RA4031*
Pyreeni	2,9	µg/l	RA4031*
Torjunta-aineet PIMA	ok	µg/l	RA4038*
Atratsiini	<0,05	µg/l	RA4038*
4,4' -DDD	<0,1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDE	<0,1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDT	<0,1	µg/l	RA4038*
Dieldriini	<0,1	µg/l	RA4038*
a-endosulfaani	<0,05	µg/l	RA4038*
b-endosulfaani	<0,05	µg/l	RA4038*
Endosulfaanisulfaatti	<0,05	µg/l	RA4038*
gamma-HCH (lindaani)	<0,1	µg/l	RA4038*
Heptakloori	<0,1	µg/l	RA4038*

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Jakelu juha.parviainen@ramboll.fi; sanna.pukkinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82139965/14

Ramboll Finland Oy, /Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoit	Näytteenottopvm:	
		Näyte saapui:	13.4.2012
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	13.4.2012

Pohjavesi

			Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	PE2	PE3		
Näyttenumero	12TP	12TP		
	00491	00492		
MÄÄRITYKSET				
Esikäsittely, suodatus	ok	ok		
pH	6,4	6,3		RA2000*
Sähkönjohtavuus	270	89	mS/m	RA2013*
CODMn	110	37	mg/l	RA2012*
BOD 7-ATU	190	23	mg/l	RA2006*
Metallit PIMA, liukoiset	ok	ok		
Antimoni (Sb), liuk.	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,028	0,003	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0001	<0,0001	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	0,029	0,007	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	0,004	0,002	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	<0,005	<0,005	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	0,034	0,004	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	0,017	0,15	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	0,007	0,001	mg/l	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	0,18	58	mg/l	RA4019*
Keskitisleet (C10-C21)	0,11	43	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	0,07	15	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	ok	ok		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit, PIMA	ok	ok	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	ok	ok	µg/l	RA4050*
Vinyyliloriidi	1500	5	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	15	<0,5	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	4300	23	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	16	<0,5	µg/l	RA4050*
Triklloorieteeni	16	<0,5	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	23	<0,5	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	0,008	0,003	mg/l	RA4050*
Tolueeni	0,10	0,006	mg/l	RA4050*
Etyylibentseeni	0,035	0,005	mg/l	RA4050*
m+p-ksyleeni	0,072	0,016	mg/l	RA4050*

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82139965/14

	12TP 00491	12TP 00492	Yksikkö	Menetelmä
o-ksyleeni	0,014	0,007	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	0,0007	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAAE (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
DIPE (di-isopropylietteri)	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
Bensiinijakeet C5-C10	0,37	1,0	mg/l	RA4050C
Polyaromaattiset hiilivedyt	ok	ok	µg/l	RA4031*
Antraseeni	0,046	5,3	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	<0,1	<0,5	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	<0,005	<0,5	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	0,052	29	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	0,038	14	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	0,056	26	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)perylenei	0,031	10	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	0,022	10	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	0,006	2,4	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	0,37	49	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	0,12	76	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	0,13	5,7	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	0,032	12	µg/l	RA4031*
Kryseeni	0,048	30	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	12	22	µg/l	RA4031*
Pyreeni	0,097	55	µg/l	RA4031*
Torjunta-aineet PIMA	ok	ok	µg/l	RA4038*
Atratsiini	<0,05	<0,5	µg/l	RA4038*
4,4' -DDD	<0,1	<1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDE	<0,1	<1	µg/l	RA4038*
4,4' -DDT	<0,1	<1	µg/l	RA4038*
Dieldriini	<0,2	<2	µg/l	RA4038*
a-endosulfaani	<0,05	<0,5	µg/l	RA4038*
b-endosulfaani	<0,05	<0,5	µg/l	RA4038*
Endosulfaanisulfaatti	<0,05	<0,5	µg/l	RA4038*
gamma-HCH (lindaani)	<0,1	<1	µg/l	RA4038*
Heptakloori	<0,1	<1	µg/l	RA4038*

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot

Näytteenotto 11.-12.4.2012
12TP00492: Asenaftteenin ja asenaftyleenin sekä torjunta-aineiden määrittäminen nostettu näytematriisista johtuen.

Jakelu juha.parviainen@ramboll.fi; sanna.pukkinen@ramboll.fi

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

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82139965/20

Ramboll Finland Oy / Tampere
Sanna Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikka, riski- ja toimenpidekartoitus
Näytteenottopvm: 14.5.2012
Näyte saapui: 14.5.2012
Näytteenottaja: Analysointi aloitettu: 14.5.2012

Vesitutkimus

				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Suoto- vesikai- vo	Penkka 1	Penkka 2		
Näyttenumero	12SL 01613	12SL 01614	12SL 01615		
MÄÄRITYKSET					
Esikäsittely, suodatus	ok	ok	ok		
pH	6,7	6,5	6,4		RA2000*
Sähkönjohtavuus	270	180	93	mS/m	RA2013*
CODMn	2,9	48	17	mg/l	RA2012*
BOD 7-ATU	15	7,5	<3,0	mg/l	RA2006*
Metallit PIMA, liukoiset	ok	ok	ok		
Antimoni (Sb), liuk.	0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,003	0,014	0,008	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	0,005	0,004	0,001	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	0,011	0,005	0,001	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	<0,001	<0,001	<0,001	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	0,009	0,004	0,002	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	<0,005	<0,005	<0,005	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	0,002	0,001	<0,001	mg/l	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40)	0,06	0,09	0,08	mg/l	RA4019*
Keskitisleet (C10-C21)	<0,05	0,08	0,07	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	<0,05	<0,05	<0,05	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	ok	ok	ok		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit, PIMA	ok	ok	ok	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	ok	ok	ok	µg/l	RA4050*
Vinyylikloridi	<0,1	3	150	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	<0,5	<0,5	0,0008	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	<0,5	0,011	290	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	<0,5	<0,5	1	µg/l	RA4050*
Trikloorieteeni	<0,5	<0,5	<0,5	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	<0,5	<0,5	<0,5	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	<1	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	0,003	0,003	0,006	mg/l	RA4050*
Tolueeni	0,001	<0,001	0,028	mg/l	RA4050*
Etyylibentseeni	0,003	0,003	0,005	mg/l	RA4050*

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82139965/20

	12SL 01613	12SL 01614	12SL 01615	Yksikkö	Menetelmä
m+p-ksyleeni	0,019	0,005	0,008	mg/l	RA4050*
o-ksyleeni	0,001	0,0007	0,001	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	<0,0005	0,003	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAAE (tert.amyylitietylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	<0,0005	0,0008	mg/l	RA4050*
DIPE (di-isopropylietteri)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	mg/l	RA4050*
Bensiinijakeet C5-C10	<0,05	<0,05	0,05	mg/l	RA4050C
Polyaromaattiset hiilivedyt	ok	ok	ok	µg/l	RA4031*
Antraseeni	0,015	0,025	<0,005	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	0,37	0,30	0,050	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	<0,005	<0,02	<0,006	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	<0,005	<0,005	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	<0,005	<0,005	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	<0,005	<0,005	<0,005	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)perylenei	0,001	<0,001	<0,001	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	<0,005	<0,005	<0,005	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,001	<0,001	<0,001	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	0,26	0,31	0,071	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	0,019	0,036	0,006	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	0,27	0,28	0,095	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	<0,001	<0,001	<0,001	µg/l	RA4031*
Kryseeni	<0,005	<0,005	<0,005	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	2,8	1,3	3,6	µg/l	RA4031*
Pyreeni	0,016	0,026	<0,005	µg/l	RA4031*

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

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot PAH-yhdisteet: asenaftyleenin määräysrajoja nostettu näytematriisista johtuen.

Jakelu sanna.pulkkinen@ramboll.fi; juha.parviainen@ramboll.fi; tomi.pulkkinen@ramboll.fi

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

**LIITE 9
KAASUNÄYTTEIDEN
LABORATORIOANALYYSIEN
TULOKSET**

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 82139965/17

Ramboll Finland Oy, /Tampere
Tomo Pulkkinen
PL 718
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	82142248 Tampereen kaupunki, Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus, ilmanä	Näytteenottopvm:	13.4.2012
		Näyte saapui:	17.4.2012
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	17.4.2012

Päästömittaus

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	PVP2 / kaasu	PVP3 / kaasu	PVP4 / kaasu	PVP5 / kaasu	PVP6 / kaasu		
Näyttenumero	12PP 00241	12PP 00242	12PP 00243	12PP 00244	12PP 00245		
MÄÄRITYKSET							
Haihtuvahiilivedyt - Termodesorptio	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	µg/m3	RA4048

Lausunto Tulokset liitteenä

Ramboll Analytics



Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot Näyte otettu pumpun avulla Tenax TA adsorptioputkiin ja analysoitu ATD-GC/MSD menetelmällä. Tulokset on laskettu tunnetusta näytemäärästä joko yhdistekohtaisella standardilla tai vertaamalla tolueenin vasteeseen. Yhdisteet on tunnistettu massaspektrien ja Wiley -kirjastohaun avulla.

Näyte 12PP00242 näytestä PVP3 epäonnistui laitevian johdosta.

Jakelu sanna.pulkkinen@ramboll.fi; juha.parviainen@ramboll.fi; toni.pulkkinen@ramboll.fi

Työnumero:	82139965/17
Projektin nimi:	Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus
Näytepiste:	PVP2
Tunnus:	12PP00241

TVOC-pitoisuus¹:	41 mg/m³
------------------------------------	----------------------------

Yhdisteet	mg/m³
Dikloorieteeni (972,904)	12,4
C10-Hiilivety	9,3
Tolueeni*	2,4
Trikloorietaani (906,849)	1,3
Tunnistamaton hiilivety	1,2
Nonaani (967,941)	0,7
Ksyleenit*	0,6
Dikloorietaani (968,801)	0,5
Tunnistamaton hiilivety	0,5
Tetrametyylipentaani (965,965)	0,5
Metyyliheksaani (962,925)	0,4
Tunnistamaton yhdiste	0,3
C8-Hiilivety	0,3
Metyyliheptaani (968,938)	0,3
Etyylibentseeni*	0,2
C8-Hiilivety	0,2
Metyyliisykloheksaani (966,929)	0,2
C8-hiilivety	0,2
Bentseeni*	0,1

Yhdisteen nimen perässä sulussa olevat luvut kuvaavat yhdisteen tunnistuksen todennäköisyyttä. Ensimmäinen luvusta kuvaa, kuinka todennäköisesti analysoitu piikki sisältää spektrikirjaston mukaista yhdistettä (ilmoitettu pitoisuus voi sisältää myös muita yhdisteitä mikäli luku on alhainen). Jälkimmäinen luvusta kuvaa kuinka todennäköisesti näytteestä analysoitu yhdiste on spektrikirjaston mukaista puhdasta yhdistettä. Todennäköisyyden maksimiarvot ovat 1000/1000. *-merkittyjen yhdisteiden tunnistamiseen on käytetty lisäksi standardia, jolloin tunnistus on varmempi.

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 60-280 °C

Työnumero:	82139965/17
Projektin nimi:	Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus
Näytepiste:	PVP4
Tunnus:	12PP00243

TVOC-pitoisuus¹:	133 mg/m³
------------------------------------	-----------------------------

Yhdisteet	mg/m³
Dikloorieteeni (955,711)	23,0
Tunnistamaton yhdiste	13,4
Heptaani (993,993)	8,3
Tolueeni*	7,5
Tunnistamaton terpeeni	6,7
2-metyyliheptaani (980,960)	3,9
Trimetyylisykloheksaani (967,938)	3,7
Nonaani (971,930)	3,3
Oktaani (968,923)	3,2
Metyylisykloheksaani (968,945)	3,1
Heksaani (976,967)	2,5
Ksyleenit*	1,9
Dikloorietaani (970,936)	1,8
C7-Hiilivety	1,3
Metyyliheksaani (974,955)	1,1
Pentaani (984,984)	0,8
Bentseeni*	0,7
Etyylibentseeni*	0,5
Metyylipentaani (981,952)	0,4

Yhdisteen nimen perässä sulussa olevat luvut kuvaavat yhdisteen tunnistuksen todennäköisyyttä. Ensimmäinen luvusta kuvaa, kuinka todennäköisesti analysoitu piikki sisältää spektrikirjaston mukaista yhdistettä (ilmoitettu pitoisuus voi sisältää myös muita yhdisteitä mikäli luku on alhainen). Jälkimmäinen luvusta kuvaa kuinka todennäköisesti näytteestä analysoitu yhdiste on spektrikirjaston mukaista puhdasta yhdistettä. Todennäköisyyden maksimiarvot ovat 1000/1000. *-merkittyjen yhdisteiden tunnistamiseen on käytetty lisäksi standardia, jolloin tunnistus on varmempi.

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 60-280 °C

Työnumero:	82139965/17
Projektin nimi:	Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus
Näytepiste:	PVP5
Tunnus:	12PP00244

TVOC-pitoisuus¹:	50 mg/m³
------------------------------------	----------------------------

Yhdisteet	mg/m³
Tunnistamaton hiilivety	5,8
Dikloorieteeni (979,979)	3,6
Tunnistamaton terpeeni	2,4
Trimetyylisykloheksaani (932,878)	1,8
Tunnistamaton yhdiste	1,7
Heksaani (979,696)	1,4
Heptaani (981,981)	1,3
Metyyliheptaani (978,958)	1,2
Bentseeni*	1,0
Metyyliisykloheksaani (990,990)	0,8
Tunnistamaton hiilivety	0,8
Metyyliheptaani (962,946)	0,8
Tunnistamaton hiilivety	0,8
Dimetyylisykloheksaani (969,937)	0,6
Ksyleenit*	0,6
Tunnistamaton hiilivety	0,6
Oktaani (915,880)	0,5
Metyyliheksaani (978,964)	0,5
Pentaani (986,986)	0,4
Metyyliheksaani (978,964)	0,4
Trikloorietaani (884,780)	0,4
Metyylipentaani (979,955)	0,3
C6-hiilivety	0,3
Etylibentseeni*	0,2

Yhdisteen nimen perässä suluissa olevat luvut kuvaavat yhdisteen tunnistuksen todennäköisyyttä. Ensimmäinen luvuista kuvaa, kuinka todennäköisesti analysoitu piikki sisältää spektrikirjaston mukaista yhdistettä (ilmoitettu pitoisuus voi sisältää myös muita yhdisteitä mikäli luku on alhainen). Jälkimmäinen luvuista kuvaa kuinka todennäköisesti näytteestä analysoitu yhdiste on spektrikirjaston mukaista puhdasta yhdistettä. Todennäköisyyden maksimiarvot ovat 1000/1000. *-merkittyjen yhdisteiden tunnistamiseen on käytetty lisäksi standardia, jolloin tunnistus on varmempi.

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 60-280 °C

Työnumero:	82139965/17
Projektin nimi:	Sulkavuoren kaatopaikan riski- ja toimenpidekartoitus
Näytepiste:	PVP6
Tunnus:	12PP00245

TVOC-pitoisuus¹:	94 mg/m³
------------------------------------	----------------------------

Yhdisteet	mg/m³
Dikloorieteeni (945,755)	14,9
Tunnistamaton hiilivety	13,1
Tunnistamaton terpeeni	6,1
Tolueeni*	2,9
Metyyliisykloheksaani (991,991)	2,8
Heptaani (980,980)	2,7
Trimetyyliisykloheksaani (931,879)	2,4
Metyyliheptaani (978,959)	1,9
Trikloorietaani (921,854)	1,6
Metyyliheptaani (967,956)	1,2
Dimetyyliisykloheksaani (971,952)	1,1
C8-hiilivety	1,1
Tunnistamaton hiilivety	0,9
Metyyliheksaani (980,968)	0,9
Metyyliheksaani (972,957)	0,8
Heksaani (963,927)	0,7
Dikloorietaani (971,936)	0,5
Bentseeni*	0,5
Etyylibentseeni	0,3

Yhdisteen nimen perässä sulussa olevat luvut kuvaavat yhdisteen tunnistuksen todennäköisyyttä. Ensimmäinen luvusta kuvaa, kuinka todennäköisesti analysoitu piikki sisältää spektrikirjaston mukaista yhdistettä (ilmoitettu pitoisuus voi sisältää myös muita yhdisteitä mikäli luku on alhainen). Jälkimmäinen luvusta kuvaa kuinka todennäköisesti näytteestä analysoitu yhdiste on spektrikirjaston mukaista puhdasta yhdistettä. Todennäköisyyden maksimiarvot ovat 1000/1000. *-merkittyjen yhdisteiden tunnistamiseen on käytetty lisäksi standardia, jolloin tunnistus on varmempi.

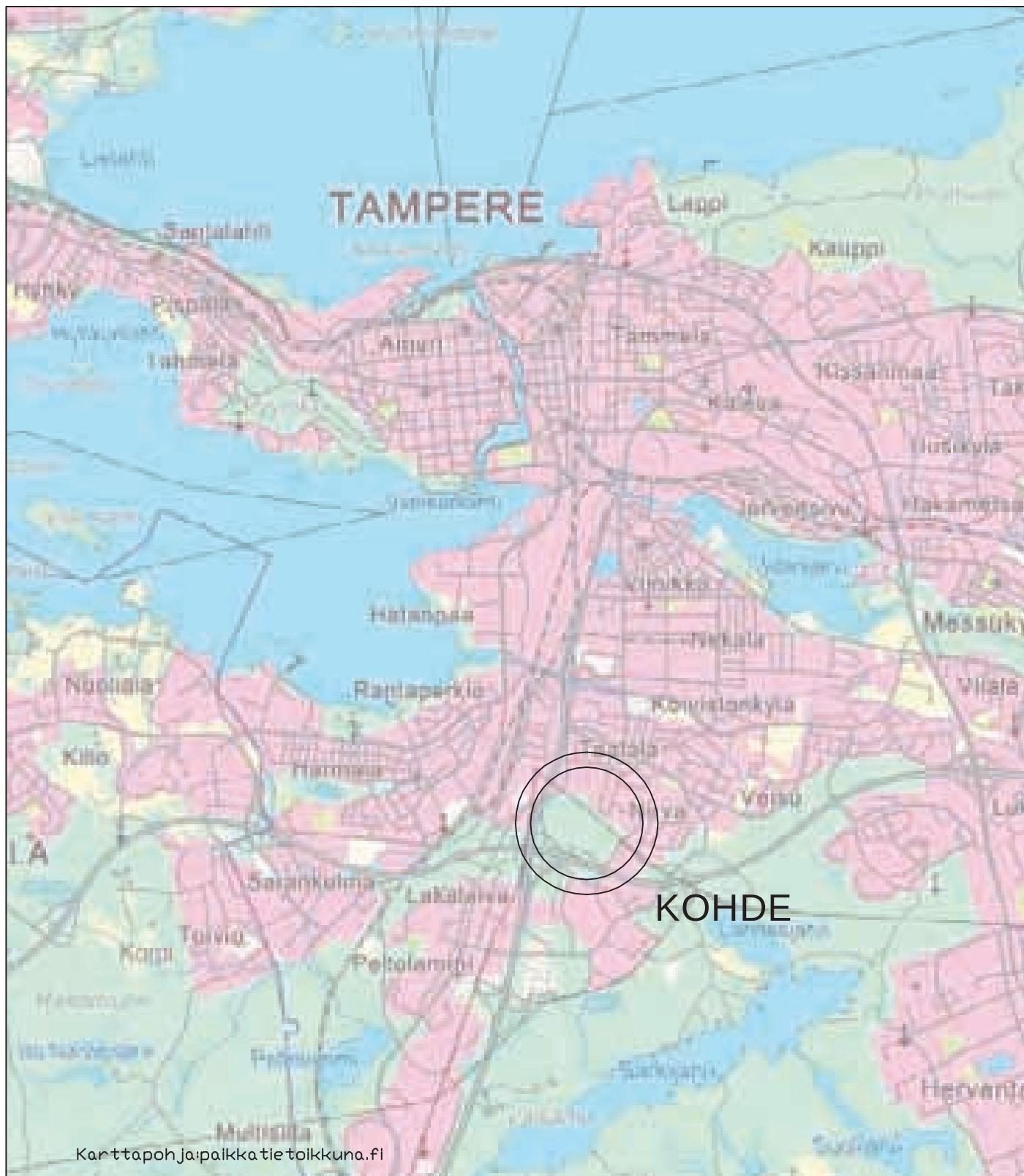
1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 60-280 °C

Haitta-aine	Ominaisuudet
antimoni	Antimoni esiintyy luonnossa yleisimmin hapetusmuodossa +3 ja satunnaisesti muodoissa +5 ja -3. Antimoni ei ole maaperässä hyvin kulkeutuvassa muodossa. Emäksiset olosuhteet voivat lisätä antimonin liukoisuutta. Tietyt yhdisteet ovat syöpävaarallisia ja erittäin myrkyllisiä vesiliöille.
elohopea	Elohopea voi esiintyä luonnossa alkuainemuodossa tai erilaisina epäorgaanisina ja orgaanisina yhdisteinä. Elohopea voi pelkistyä maaperässä haihtuvaan metalliseen muotoon, muodostaa niukkaliukosia sulfideja tai muuntua mikrobiologisesti epäorgaanisesta orgaaniseksi metyylielohopeaksi. Metallinen elohopea on myrkyllistä hengitettynä ja voi aiheuttaa terveyshaittaa pitkäaikaisessa altistuksessa. Elohopeayhdisteet ovat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta erittäin myrkyllisiä hengitettynä, nieltynä sekä iholle joutuessaan ja voivat aiheuttaa terveyshaittaa pitkäaikaisessa altistuksessa. Elohopea ja sen yhdisteet ovat ympäristölle vaarallisia ja myrkyllisiä vesiliöille.
kadmium	Kadmium on maaperässä suhteellisen helposti kulkeutuvaa. Kadmium kertyy eläimiin ja kasveihin maaperästä ja voi aiheuttaa vaikutuksia ravintoketjussa jo suhteellisen pienissäkin pitoisuuksissa. Ihmisessä kadmium kertyy ensisijaisesti munuaisiin ja jatkuva altistuminen voi johtaa munuaisvaurioihin. Kadmiumyhdisteet ovat haitallisia hengitettynä, nieltynä ja iholle joutuessaan, sekä ympäristölle vaarallisia ja myrkyllisiä vesiliöille. Tietyt yhdisteet (kadmiumkloridi, kadmiumoksidi, kadmiumsulfaatti ja kadmiumsulfidi) ovat kuitenkin vaarallisempia ja aiheuttavat mm. syöpää, vaaraa sikiölle ja heikentävät hedelmällisyyttä.
kromi	Kromi esiintyy luonnossa hapetusasteilla +3 ja +6. Suomen maaperässä ei ole tavattu luontaisesti kuudenarvoista kromia. Kromi on maaperässä yleensä melko pysyvässä ja niukkaliukoisessa muodossa. Emäksisissä tai happamissa olosuhteissa kolmenarvoinen kromi hapettuu kuudenarvoiseksi, joka on huomattavasti liikkuvampaa kuin kolmenarvoinen. Kolmenarvoisen kromin haitallisuus lisääntyy liukoisuuden kasvaessa. Kolmenarvoinen kromi on ihmiselle välttämätön hivenaine. Kuudenarvoinen kromi puolestaan on syöpävaarallinen ja eliöille haitallisempi muoto. Kuudenarvoinen kromi imeytyy elimistöön kolmenarvoista helpommin.
kupari	Kupari esiintyy maaperässä hapetusluvuilla 0, +1 ja +2. Kuparin kulkeutuvuus kasvaa happamissa olosuhteissa. Ihmistoiminnan seurauksena maaperään päässyt kupari on usein liukoisemmassa muodossa, kuin maaperän mineraaleihin sitoutunut kupari. Kupari on erittäin myrkyllistä vesiliöille ja tietyt yhdisteet voivat olla terveydelle haitallisia. Pieninä pitoisuuksina kupari on ihmiselle välttämätön hivenaine.
lyijy	Lyijy esiintyy luonnossa hapetusluvuilla +2 ja +4. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä heikkoa. Happamat ja hapettavat olosuhteet sekä kompleksoituminen liukosiin yhdisteisiin lisäävät lyijyn liukoisuutta. Lyijy ja sen yhdisteet on luokiteltu vaaralliseksi sikiölle, ja lyijy voi alentaa hedelmällisyyttä. Lyijy voi myös aiheuttaa terveyshaittaa pitkäaikaisessa altistuksessa. Lyijy on erittäin myrkyllistä vesiliöille.
nikkeli	Nikkeliä esiintyy luonnossa useilla hapetusasteilla, joista tavallisin on +2. Metallinen nikkeli ja jotkut nikkeliyhdisteet saattavat aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa. Jotkut nikkeliyhdisteet ovat erittäin myrkyllisiä vesiliöille. Pieninä annoksina nikkeli on ihmiselle välttämätön hivenaine.
sinkki	Sinkki on luonnossa yleinen metalli, joka esiintyy hapetusasteella +2. Maaperässä sinkki voi muodostaa erilaisia epäorgaanisia ja orgaanisia kompleksiyhdisteitä, joista monet ovat liukoisia ja helposti liikkuvia. Emäksiset ja voimakkaasti pelkistävät olosuhteet heikentävät sinkkiyhdisteiden liukoisuutta. Ihmistoiminnan myötä maaperään päässyt sinkki on yleensä liukoisemmassa muodossa, kuin luontainen. Sinkki on tarpeellinen hivenaine kasveille, eliöille ja ihmisille. Eräät sinkin yhdisteet voivat olla haitallisia terveydelle ja erittäin myrkyllisiä vesiliöille.
vanadiini	Vanadiinia esiintyy luonnossa hapetusluvuilla +2, +3, +4 ja +5. Pelkistävässä oloissa vanadiini esiintyy kolmenarvoisena ja on hyvin heikosti liikkuva. Hapettavassa ympäristössä vanadiini esiintyy hapetusasteilla +4 ja +5. Viidenarvoisena vanadiini on hyvin kulkeutuvaa laajalla pH-alueella. Vanadiinin yhdisteistä eräät voivat olla pysyviä vaurioita aiheuttavia, sikiölle vaarallisia, terveydelle haitallisia tai myrkyllisiä vesiliöille. Vanadiinin myrkyllisyys kasvaa tyypillisesti suhteessa sen hapetuslukuun. Ihmiselle vanadiini on välttämätön hivenaine, jonka tarve on kuitenkin hyvin pieni.
syaniidi, syaanivety	- Syaniidi on herkkä pH muutoksille, syaanivedyn muodostuminen on mahdollista hyvin happamissa ja emäksisissä olosuhteissa - Altistuminen pääasiassa hengitysteitse - syaanivety on heikosti haiseva - Syaanivety on myrkyllistä (HTP15 min 10 ppm) - Syaanivety kulkeutuu hengitysketjuun eli muutama hengenveto korkeassa pitoisuudessa voi tappaa. - Välttömästi vaarallinen pitoisuus (IDLH-arvo) syaanivedylle 50 ppm (55mg/m³)/ 30 min - Syaanivety aiheuttaa palovaaran - Syaanivety ärsyttävää silmiä, ihoa ja hengitysteitä - Saattavaa aiheuttaa huimausta, päänsärkyä, hengitysvaikeuksia, poltetta suussa, pulssin nopeutumista, tajuttomuutta, altistuminen saattaa johtaa kuolemaan

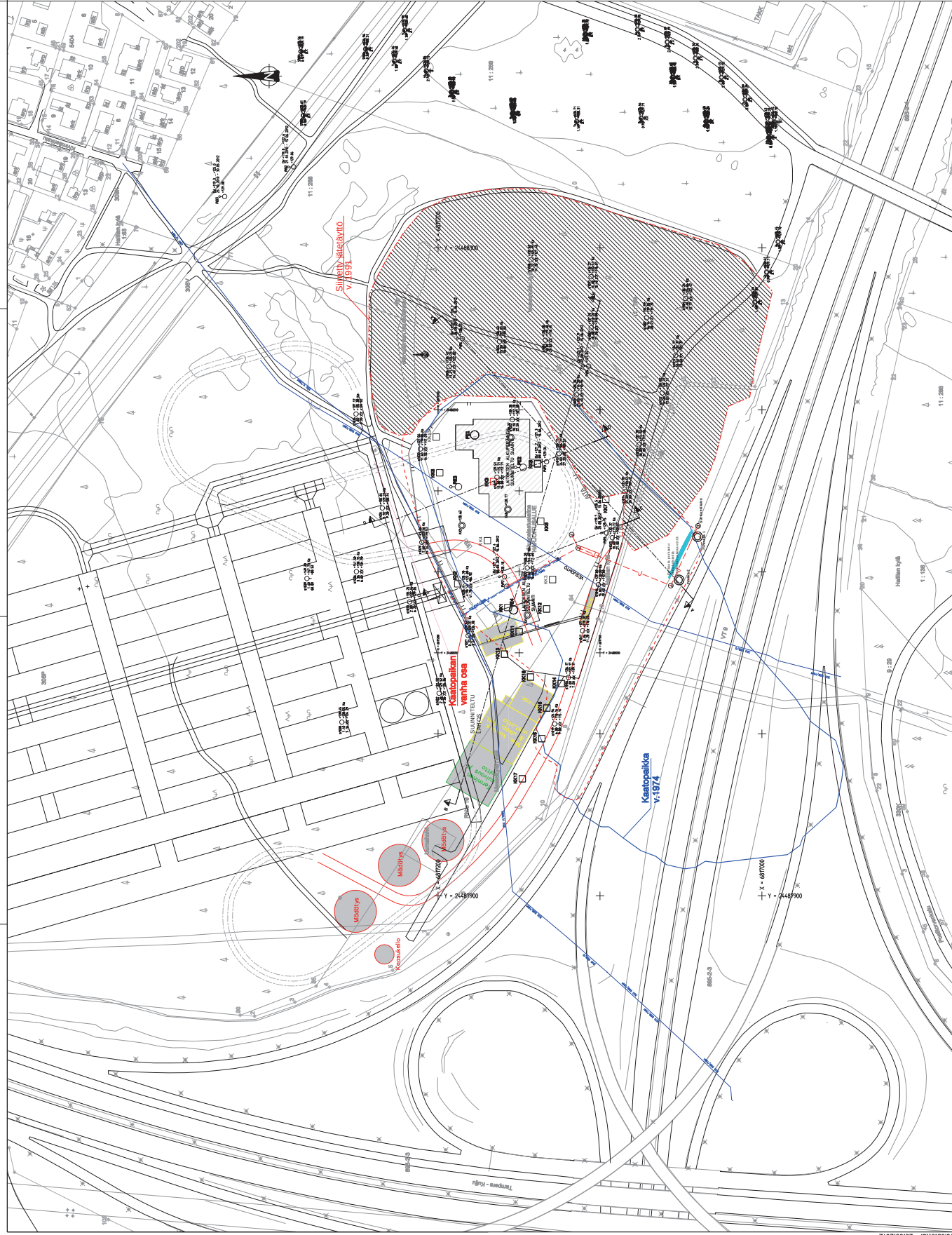
öljyhiilivedyt (C5-C40)	Öljytuotteiden hiilivetykoostumus ja yksittäisten hiilivetyjen myrkyllisyys ja käyttäytymisominaisuudet vaihtelevat, minkä vuoksi öljyjen aiheuttamia ympäristö- ja terveysriskejä ei voi tavallisesti tarkastella kokonaisöljypitoisuuksien perusteella. Siksi maaperän öljyhiilivetykoostumuksen tarkempaan selvittämiseen ja öljystä aiheutuvien ympäristö- ja terveysriskien arviointiin suositellaan käytettäväksi avainyhdisteiden lisäksi ns. fraktiokohtaista lähestymistapaa. Erot hiilivetyjen ympäristökäyttäytymisessä kevyiden ja raskaiden jakeiden välillä ovat erittäin suuria. Esimerkiksi ohjearvoille määritellyn keskitislejakeen (>C10-C21) alkupäässä olevat aromaattiset hiilivedyt liukenevat suhteellisen hyvin veteen ja sekä aromaattiset että alifaattiset hiilivedyt haihtuvat herkästi ilmaan. Saman jakeen loppupäässä olevat alifaattiset hiilivedyt sen sijaan ovat käytännössä maaperässä kulkeutumattomia. Raskaammat jakeet puolestaan ovat kaikki maaperässä melko pysyviä. Kevyen polttoöljyn/dieselöljyn kevyemmät (C8 - C16) alifaattiset jakeet vaikuttavat elimistössä maksaan ja vereen ja raskaammat jakeet (C16 – C35) vaikuttavat maksaan. Aromaattiset kevyet jakeet vaikuttavat kehon, maksan ja munuaisten painoon ja raskaat jakeet munuaisiin. Maaperän ekologia riskitasoja ei ole määritetty öljyhiilivetyjakeille. Nimetyt öljyhiilivetyjakeet (C4-C10, C10-C21 ja >C21-C40) sisältävät kukin lukuisia ominaisuuksiltaan vaihtelevia ja suurelta osin vielä tuntemattomia aineita, joiden haitallisuutta maaperässä ei voi arvioida summautuvasti. Kirjallisuudessa ekotoksikologista tietoa öljyhiilivetyjen osalta on saatavissa vain vähän, eivätkä terveydelle vaaralliset karsinogeenit (mm. bentseeni ja tietyt PAH-yhdisteet) välttämättä edusta maaperäeliöstön suhteen haitallisimpia öljyhiilivetykomponentteja. Tunnettujen öljyhiilivetyjen haitallisuutta moniin muihin orgaanisiin yhdisteisiin verrattuna pidetään kuitenkin yleisesti melko alhaisena ja öljyhiilivedyt toimivat maaperässä usein myös mikrobien ravintolähteenä.
bentseeni	Bentseeni on vesiliukoinen ja helposti haihtuva aromaattinen neste. Maaperässä bentseeni kulkeutuu hyvin ja päättyy helposti pohjaveteen. Maaperässä ja pohjavedessä bentseeni hajoaa helposti sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. Bentseeni on syöpävaarallinen yhdiste ja voi aiheuttaa periytyviä perimävaurioita. Se on myrkyllistä hengitettynä ja joutuessaan iholle sekä voi aiheuttaa terveydelle haittaa nieltynä. Bentseeni on helposti syttyvää. Bentseeni aiheuttaa terveysriskejä pääasiassa pohjaveden ja sisäilman välityksellä. Bentseeni on myrkyllistä vesieliöille.
tolueeni	Tolueeni on aromaattinen neste, jota esiintyy luontaisesti maaöljyssä. Se on helposti haihtuvaa ja suhteellisen vesiliukoista ja maaperässä helposti kulkeutuvaa. Tolueeni on helposti syttyvää, terveydelle haitallista ja voi olla vaarallista sikiöille. Tolueeni on myrkyllistä vesieliöille, mutta ei todennäköisesti ole erityisen myrkyllistä maaperäeliöille.
etylibentseeni	Etylibentseeni on tolueenin kaltainen aromaattinen neste. Se pidättyy tolueenia paremmin maaperän orgaaniseen ainekseen, eikä ole ominaisuuksiltaan yhtä liikkuvaa. Etylibentseeni haihtuu tolueenia heikommin kemikaalifaasista, mutta herkemmin vesifaasista. Tolueeni on helposti syttyvää ja terveydelle haitallista. Etylibentseeni ärsyttää silmiä ja limakalvoja. Eläinkokeiden perusteella sen vaikutusten kohde-elimiä ovat keskushermosto, maksa, munuaiset, keuhkot, kivekset ja kilpirauhanen. Etylibentseeni on myrkyllistä vesieliöille, mutta ei todennäköisesti ole erityisen myrkyllistä maaperäeliöille.
ksyleeni	Ksyleenit tuotetaan muiden BTEX-yhdisteiden tavoin maaöljystä. Ksyleenillä on kolme eri isomeeriä; o-ksyleeni, m-ksyleeni ja p-ksyleeni. Eri isomeerit ovat ominaisuuksiltaan saman kaltaisia. Ksyleenit ovat maaperässä helposti tai kohtalaisesti kulkeutuvia, riippuen maaperän laadusta ja pH:sta. Bentseeniin ja tolueeniin verrattuna kulkeutuvuus maaperässä, haihtuvuus ja vesiliukoisuus on astetta heikompaa. Ksyleenit vaikuttavat elimistössä huumavasti. Ksyleenit ovat syttyviä, terveydelle haitallisia hengitettynä tai iholle joutuessaan sekä myrkyllisiä vesieliöille. Ksyleenit eivät todennäköisesti ole erityisen myrkyllisiä maaperäeliöille.
PAH-yhdisteet:	
bentso(a)antraseeni	Bentso(a)antraseeni koostuu neljästä bentseenirenkaasta. Bentso(a)antraseeni on kohtalaisen haihtuvaa. Yhdiste sitoutuu maaperässä orgaaniseen ainekseen, minkä vuoksi sen liikkuvuus maaperässä on vähäistä ja biologinen hajoaminen hidasta. Yhdiste voi kertyä biologisesti. Bentso(a)antraseenin on arvioitu aiheuttavan syöpävaaraa, sen syöpävaarallisuuden on arvioitu olevan noin 1/10 bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuudesta. Yhdiste on erittäin myrkyllistä vesieliöille.
bentso(a)pyreeni	Bentso(a)pyreeni on viisirenkainen yhdiste, joka maaperässä pysyy tavallisesti orgaaniseen ainekseen sitoutuneena eikä merkittävässä määrin haihdu ilmakehään tai kulkeudu pohjaveteen. Biologinen kertyvyys on mahdollista ja biologinen hajoavuus hidasta. Tunnetuista PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeni on herkimmin syöpää aiheuttava yhdiste, mistä johtuen muiden PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuus ilmoitetaan usein suhteutettuna bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuuteen. Yhdiste on vesieliöille erittäin myrkyllistä.
bentso(k)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni on viisirenkainen yhdiste, joka maaperässä hyvin heikosti liikkuvaa alhaisen vesiliukoisuutensa ja haihtuvuutensa vuoksi. Bentso(k)fluoranteeni sitoutuu tiukasti maaperän orgaaniseen ainekseen. Bentso(k)fluoranteenin hajoavuus maaperässä on hidasta. Yhdiste on hydrofobinen, minkä vuoksi se on kertyvää. Bentso(k)fluoranteenin on todettu olevan syöpävaarallinen (syöpävaarallisuus noin 1/10 bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuudesta). Yhdiste on erittäin myrkyllistä vesieliöille.
fenantreeni	Fenantreeni muodostuu kolmesta bentseenirenkaasta. Fenantreeni on niukasti vesiliukoinen ja sen kulkeutuvuus raskaampiin PAH-yhdisteisiin verrattuna on parempaa. Fenantreenia voi kulkeutua pohjaveteen. Fenantreeni voi hajota biologisesti ja se on myrkyllistä vesieliöille. Fenantreenin on todettu olevan syöpävaarallista.

fluoranteeni	Fluoranteeni on nelirenkainen PAH-yhdiste, joka on niukasti vesiliukoinen, mutta ei kulkeudu helposti maaperässä. Fluoranteenin biologinen hajoaminen on hidasta. Pitkäaikainen altistuminen fluoranteenille voi aiheuttaa syöpää, vaikka syöpävaarallisuuden on arvioitu olevan vain noin 1/100 bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuudesta. Fluoranteeni on myrkyllistä vesieliöille.
naftaleeni	Naftaleeni muodostuu kahdesta bentseenirenkaasta ja on rakenteeltaan yksinkertaisin PAH-yhdiste. Yksinkertaisesta rakenteestaan johtuen se on PAH-yhdisteistä vesiliukoisin ja herkimmin haihtuva. Yhdiste voi siksi kulkeutua maaperässä ja päätyä pohjaveteen tai hengitysilmaan. Naftaleenin biologinen hajoavuus on nopeampaa kuin muiden PAH-yhdisteiden. Naftaleenin epäillään aiheuttavan syöpäsairauden vaaraa. Pitkäaikainen altistuminen naftaleenille voi aiheuttaa vaikutuksia mm. silmissä ja verisoluissa. Naftaleeni on erittäin myrkyllistä vesieliöille.
PCB-yhdisteet	Polykloorattuja bifenyylejä on tiedossa 209 yhdistettä (kogneeria). Näistä yli 130 yhdistettä on ollut käytössä kaupallisissa tuotteissa, joita on käytetty mm. muuntajissa, kondensaattoreissa ja saumaussmassoissa. Maaperässä PCB-yhdisteet ovat heikosti kulkeutuvia ja hyvin hitaasti hajoavia. Vesiliukoisuus ja haihtuvuus pienenee ja pysyvyys lisääntyy kloorautumisen asteen kasvaessa. Penta- ja sitä korkeammin kloorautuneet PCB-yhdisteet luokitellaan ympäristössä pysyviksi. PCB-yhdisteet ovat vesiympäristössä erittäin kertyviä ja voivat rikastua ravintoketjussa. Pitkäaikainen altistuminen on aiheuttanut kehityshäiriöitä mm. hylkeillä ja linnuilla. Ihmisillä pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa mm. neurologisia oireita ja ihomuutoksia, sekä mahdollisesti syöpää. PCB-yhdisteiden myrkyllisyys vaihtelee yhdisteittäin, myrkyllisimpiä ovat dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet. PCB-yhdisteitä tarkastellaan yleensä nimettyjen indikaattoriyhdisteiden avulla (kongeneerit 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180). PCB-yhdisteille tausta-altistusta tapahtuu kalan ja maitotuotteiden syönnin sekä hengitysilman kautta.
dikloorimetaani	Dikloorimetaani on helposti haihtuva neste. Suurin osa päästöistä haihtuu ilmakehään. Maaperässä se haihtuu helposti, mutta veteen liuettuaan kulkeutuu helposti pohjaveteen eikä pidäty maa-ainekseen. Aine voi kulkeutua maaperässä myös omana vettä raskaampaa faasinaan. Biologinen hajoavuus on hidasta ja heikko liukeneminen nestefaasista voi aiheuttaa pitkäaikaisen riskin pohjaveden laadulle. Pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa vaikutuksia keskushermostossa, maksassa ja munuaisissa.
vinyylikloridi	Vinyylikloridi on erittäin helposti haihtuva ja reaktiivinen kloorieteeni. Maaperään päässyt vinyylikloridi haihtuu helposti sekä kuivasta että kosteasta maasta. Vinyylikloridi on vettä kevyempää, toisin kuin korkeammin klooratut Veteen liuettuaan vinyylikloridi voi kulkeutua helposti pohjaveteen, koska se ei pidäty merkittävästi maa-ainekseen. Maaperässä ja pohjavedessä hajoaminen on hidasta, mutta haihtuminen voi olla merkittävää. Maaperässä vinyylikloridia voi syntyä muiden kloorattujen hiilivetyjen biologisen hajoamisen seurauksena. Vinyylikloridi on erittäin helposti syttyvää ja se aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa. Lisäksi se voi aiheuttaa muita toksisia vaikutuksia maksassa, keuhkoissa ja ruoansulatuskanavassa jo varsin alhaisina annoksina. Yleensä määräytyy maaperästä ei voimakkaan haihtumisen vuoksi onnistu, minkä vuoksi mittauksia on syytä tehdä pohjavedestä ja huokoskaasusta, kun epäillään vinyylikloridin esiintymistä maaperässä.
dikloorieteeni	Dikloorieteeniin kuuluvat 1,1-DCE, cis-1,2-DCE ja trans-1,2-DCE. Dikloorieteenit ovat helposti haihtuvia. Eri isomeerit ovat keskenään samankaltaisia ympäristövaikutuksiltaan ja ominaisuuksiltaan. Maaperästä DCE haihtuu ja liukenee helposti eikä pidäty hyvin maa-ainekseen. Dikloorieteeniä voi muodostua korkeammin kloorautuneiden eteenien (TCE ja PCE) biologisen hajoamisen seurauksena. 1,2-DCE on biologisesti huonosti hajoavaa. 1,2-DCE on luokiteltu helposti syttyväksi, terveydelle haitalliseksi hengitettynä ja haitalliseksi vesieliöille. 1,1-DCE on erittäin helposti syttyvää ja terveydelle haitallista hengitettynä.
trikloorieteeni	Trikloorieteeni (TCE) on syntetttinen orgaaninen liuotin. TCE on helposti haihtuva yhdiste. Maaperässä TCE voi kulkeutua haihtuneena huokosilmassa tai kulkeutua pohjaveteen liukoisena. Veteen liuenneena TCE on helposti kulkeutuva eikä sitoudu merkittävästi maa-ainekseen. TCE on liuottimien tapaan vettä raskaampaa ja painuu maakerroksessa alaspäin. TCE voi kulkeutua maaperästä rakennusten sisäilmaan haihtumalla. TCE on biologisesti hajoavaa, mutta hajoaminen on hidasta. Hajoamisen välituotteina syntyy dikloorieteeniä ja vinyylikloridia. TCE:n on todettu eläinkokeissa aiheuttavan syöpää, mutta sen syöpävaarallisuutta ihmiselle ei ole osoitettu. Pitkäaikaisen altistuksen vaikutukset kohdistuvat todennäköisimmin keskushermostoon, maksaan ja munuaisiin. TCE on vesieliöille haitallista.
tetrakloorieteeni	Tetrakloorieteeni (PCE) on syntetttinen kloorattu hiilivety, jonka päästöistä suurin osa haihtuu ilmakehään. Naaoerössö PCE voi haihtua huokosilmaan tai kulkeutua pohjavesiin. Pohjavedessä PCE liikkuu helposti veden mukana, mutta sitoutuminen maaperään on hieman parempaa, kuin TCE:llä. Liukenemattomassa erillisfaasissa PCE kulkeutuu maaperässä alaspäin ja pidättyy jäännösfasiksi maaperän huokosiin. Suuret päästöt voivat aiheuttaa kemikaalifaasin pysähtyvän vasta läpäisemättömään maakerrokseen tai kalliioon, jonka pinnalle kerääntyy vapaa kemikaalifaasi. PCE:n hajoavuus maaperässä on hidasta. Aine hajoaa ainoastaan hapettomissa olosuhteissa, jolloin hajoamisen välituotteina syntyy TCE:tä, dikloorieteeniä ja vinyylikloridia. Pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa vaikutuksia keskushermostossa, maksassa ja munuaisissa. Suurina annoksina PCE aiheuttaa syöpää. PCE on myrkyllistä vesieliöille.

Tiedot ovat pääosin peräisin julkaisusta Suomen ympäristö 23/2007. Poikkeukset esitetty tekstissä.



k.osa/ kylä	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	
Rakennuskohteen nimi ja osoite SULKAVUOREN KAASTOPAIKKA TAMPERE			Piirustuksen sisältö Sijaintikartta	
 Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 6800 fax 020 755 6801 www.ramboll.fi			Suunn. ala YMP	Työnro 82142248
			Piirustusno 001	Tiedosto
Suunn. (nimi, tutkinto, allekirj.) Jenni Haapaniemi			Piirt. JHa	Hyv. Tomi Pulkkinen
				Muutos
				Pvm 19.6.2012

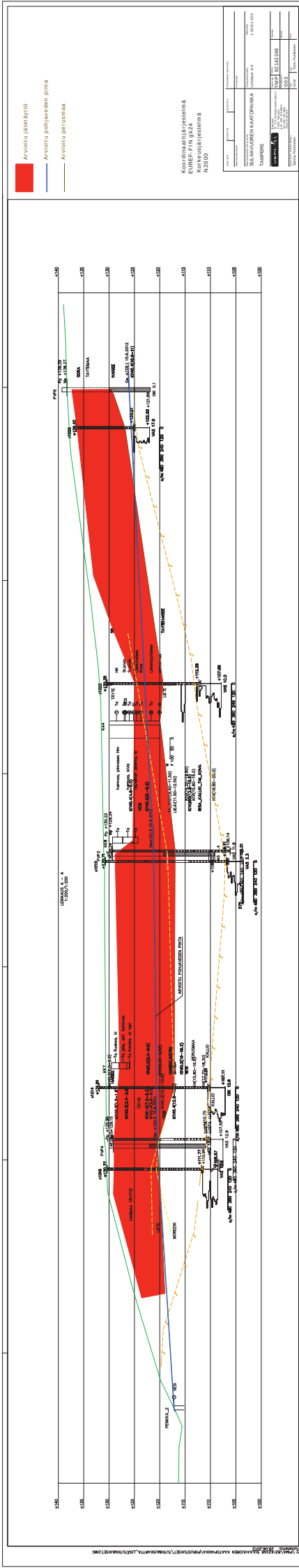


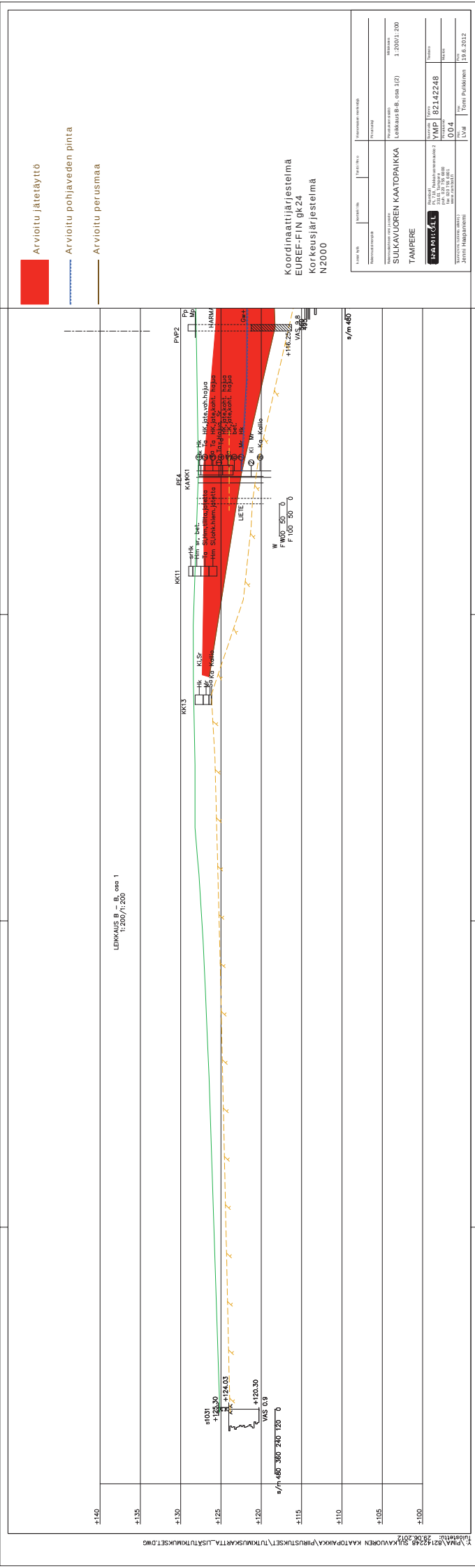
KA1 - KA4	Rambolin karauspeisteet 2012
PVP2 - PVP6	Rambolin pohjavesiputket 2012
PE2 - PE3	Pöyryyn pohjavesiputket 2010
PE1 - PE4	Pöyryyn karauspeisteet 2010
KK1 - KK18	Rambolin koekupat 2012
Penkka 1-2	Rambolin vesinäyttopisteet 2012

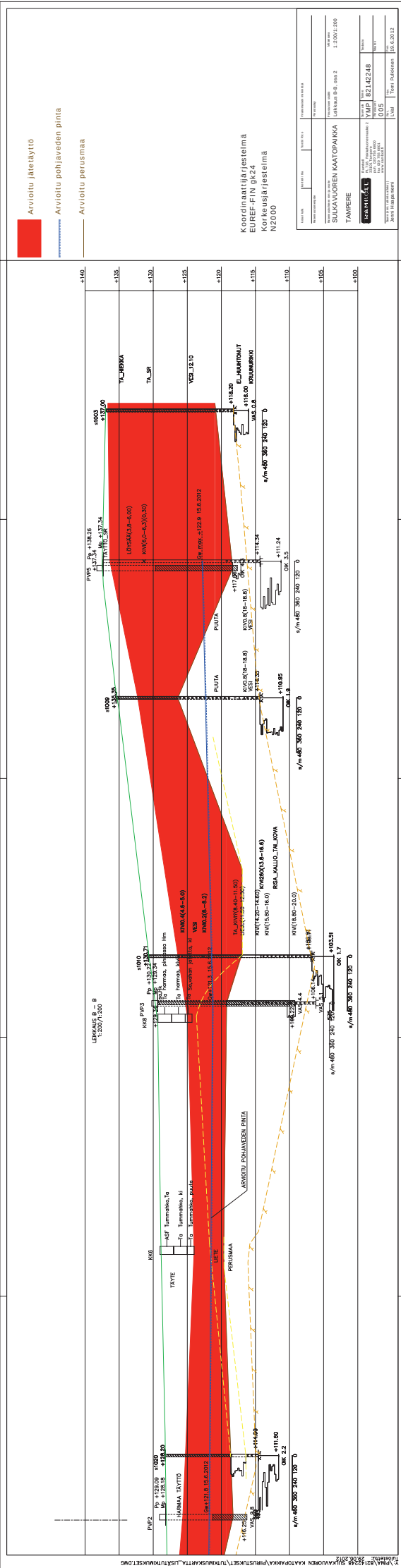


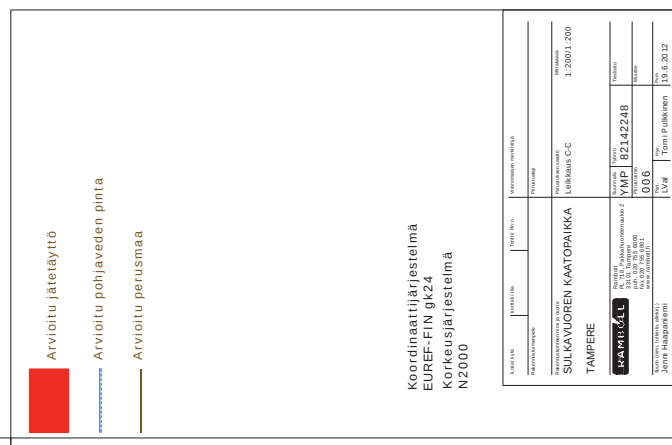
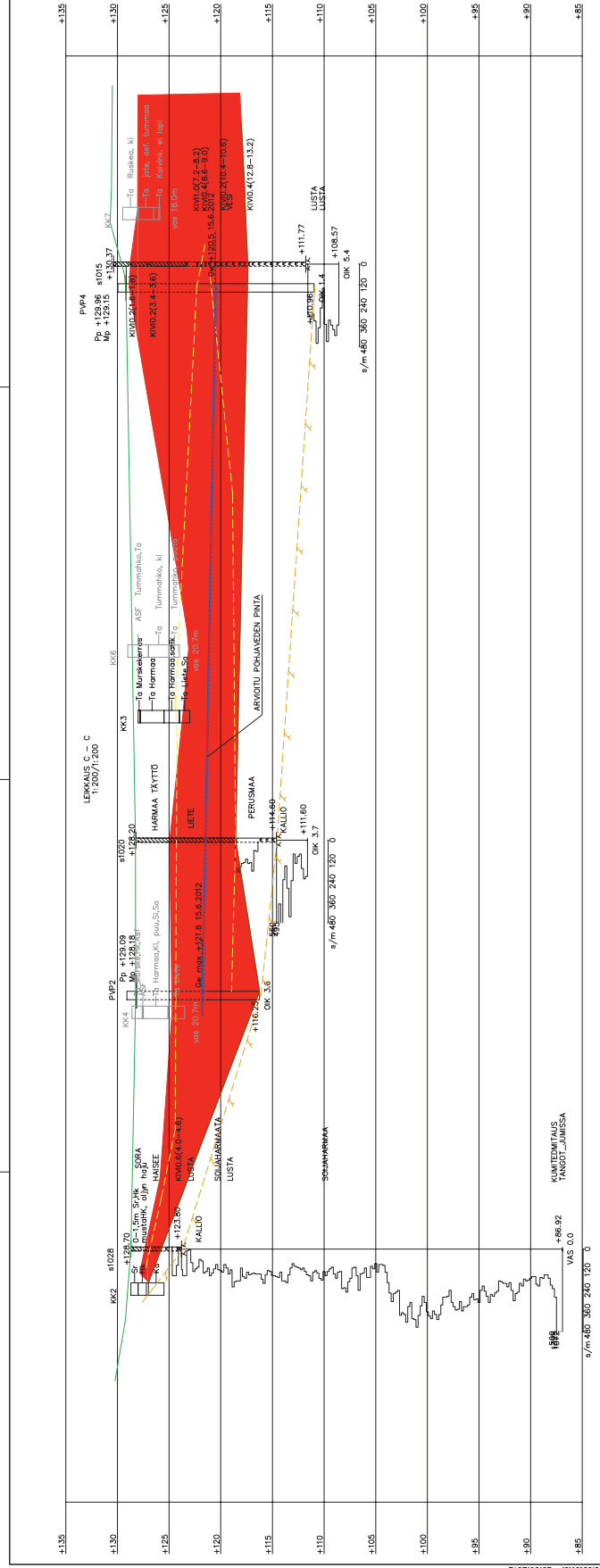
Koordinaattijärjestelmä
EUREF-FIN GK24
Korkeusjärjestelmä
N2000

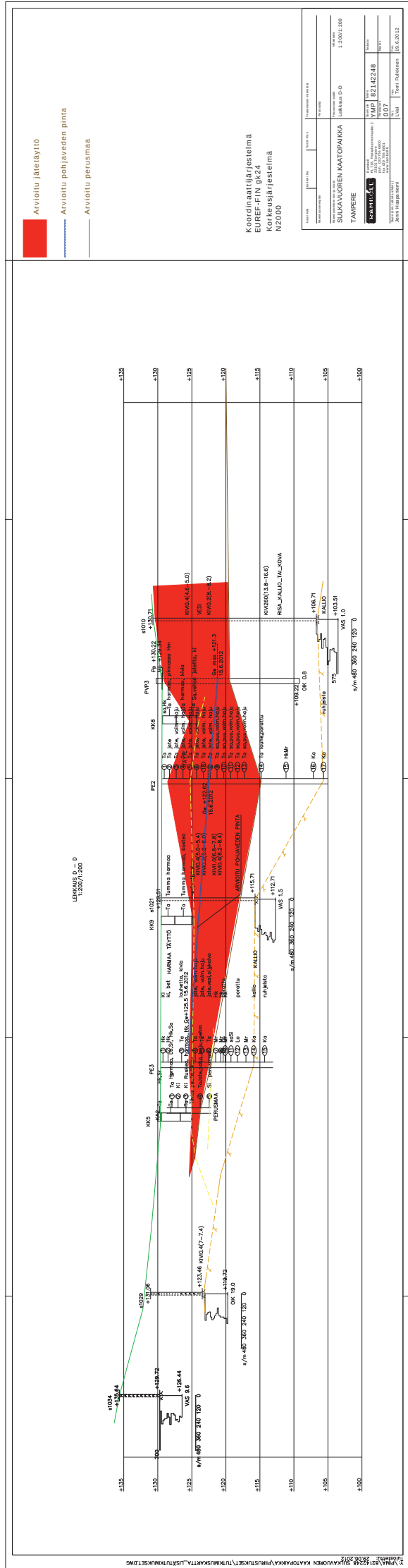
[illegible]









[illegible]



A

