Vastaanottaja
Helsingin kaupunki, Kiinteistövirasto

Asiakirjatyyppi
Tutkimusraportti

Päivämäärä
19.4.2016

VIRTARANNAKATU
HAJUT MASSASTABILOIDUSSA TURPEESSA

RAMBOLL

VIRTARANNAKATU

Päivämäärä	**19.4.2016**
Laatija	**Oona Niiranen**
Tarkastaja	**Kimmo Järvinen**
Hyväksyjä	
Kuvaus	**Tutkimusraportti**

Viite	1510015232

Ramboll
Säterinkatu 6
PL 25
02601 Espoo
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	**Johdanto**	**1**
2.	**Tutkimuskohde**	**1**
2.1	Sijainti	1
2.2	Maaperä	2
3.	**Taustatietoa**	**2**
3.1	Massastabilointi	2
3.2	Yleistä hajuista	2
3.3	Hajut turvealueilla	3
4.	**Maaperä- ja hajututkimukset**	**4**
4.1	Koekuopat	4
4.2	Vesinäytteet	5
4.3	Huokoskaasunäytteet	5
5.	**Tulokset**	**5**
5.1	Vesinäytteet	5
5.2	Huokoskaasunäytteet	6
6.	**Johtopäätökset**	**6**
7.	**Jatkotoimenpidesuositukset**	**7**
8.	**Lähteet**	**8**

LIITTEET

Liite 1	Havaintopisteiden sijainti
Liite 2	Kenttähavainnot koekuopituksesta
Liite 3	Valokuvia koekuopituksesta
Liite 4	Vesianalyysien koontitaulukko
Liite 5	Huokoskaasuanalyysien koontitaulukko
Liite 6	Laboratorion analyysitodistukset

1. JOHDANTO

Helsingin kaupunki on vuokrannut Virtarannankadun ja Ranckenintien alueella tontteja omakotitalokäyttöön. Alueella on ollut suo, jossa turpeen alla on savikerros. Esirakentamistoimenpiteenä alueen turvekerros on massastabiloitu vuonna 2011.

Virtarannankadulla ATT:n tontilla havaittiin normaalista poikkeavaa hajua turpeessa. Vastaavia hajuhavaintoja on tehty aikaisemmin kenttätutkimusten yhteydessä myös Kivikon alueella sekä Pohjois-Haagassa. Aiempien selvitysten perusteella haju johtunee orgaanisista rikkiyhdisteistä. Tämän vuoksi haluttiin selvittää, onko omakotitalotonteille varatulla alueella havaittavissa orgaanisiin rikkiyhdisteisiin viittaavia tai muita mahdollisia rakentamista tai alueen käyttöä haittaavia hajuja.

Lisäksi tavoitteena oli selvittää voivatko havaitut hajut aiheuttaa terveys- tai ympäristöhaittaa alueen rakentamiselle tai käytölle.

Tilaaja on Helsingin kaupungin kiinteistövirasto ja tilaajan yhteyshenkilönä on toiminut Johanna Hytönen. Tutkimukset on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, jossa suunnittelijana on toiminut Oona Niiranen ja projektipäällikkönä Kimmo Järvinen. Raportin on asiatarkastanut dosentti Niko Silvan Luonnonvarakeskuksesta.

2. TUTKIMUSKOHDE

2.1 Sijainti

Tutkimuskohde sijaitsee Myllypurossa Itä-Helsingissä Virtarannankadun ja Ranckenintien välisellä alueella. Sijaintikartta on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Tutkimuskohteen sijainti

2.2 Maaperä

Alue on aiemmin ollut suota, jossa turpeen alla on paksu savikerros. Tällä hetkellä 2-3 m paksuista stabiloitua turvekerrosta peittää 0,5-1 metrin paksuinen murskekerros. Alueen maanpinnan taso on +12,1…+14,4.

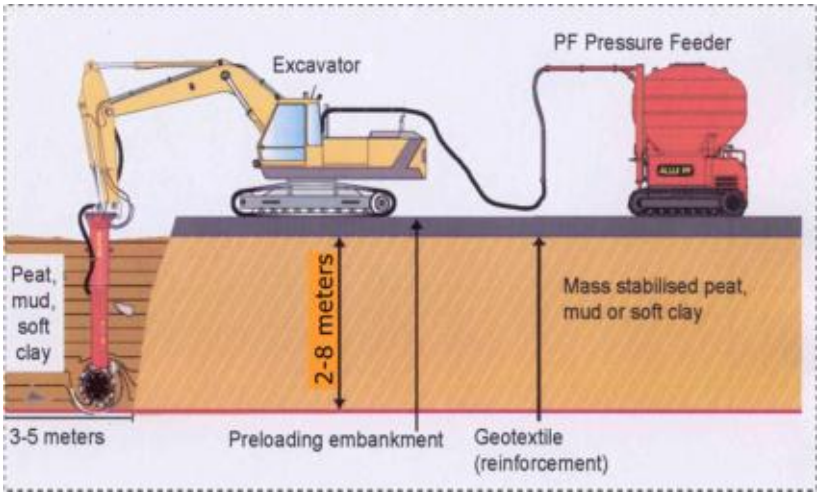
Turve on massastabiloitu suunnitelman mukaan sekoittamalla siihen hiekkaa ja sideaineeksi 120 kg/m^3 sementtiä. Savi on pilaristabiloitu käyttäen läpimitaltaan 600 mm pilareita, sideaineena ollut 50:50 suhteessa kalkkia ja sementtiä (142 kg/m^3 = 40 kg/m). Stabilointi on tehty vuonna 2011. Stabiloinnin jälkeen maan pintaa on nostettu hiekka- ja murskekerroksella.

3. TAUSTATIETOA

3.1 Massastabilointi

Massastabiloinnissa turve- ja savikerroksiin sekoitetaan sideaine mahdollisimman tehokkaasti massastabilointikoneella (kuva 2). Sekoitus tehdään pysty- ja vaakasuunnassa riittävän monta kertaa. Stabiloidun alueen pinta tasataan heti stabiloinnin jälkeen. Massastabilointi tehdään lamelleittain ja välittömästi lamellin stabiloinnin jälkeen levitetään stabiloinnin pinnalle suodatinkangas.

Kankaan levityksen jälkeen rakennetaan n. 0,5-1 metrin paksuinen painopenger/työpeti, jonka päältä stabilointityötä jatketaan. Työpedin avulla massastabiloitu kerros tiivistetään siten, että stabiloituun maahan sekoittunut ilma saadaan puristettua pois ja stabiloitu tiivistetty materiaali lujittuu paremmin. Massastabiloinnin lujituttua riittävästi rakennetaan painopenkereen päälle pengertäyttö ja rakennekerrokset.



Kuva 2. Massastabiloinnin periaatekuva

3.2 Yleistä hajuista

Ihmisen hajuaisti ei ole yleensä luotettava aineiden pitoisuuden arvioimiseen ilmassa. Jotkut yhdisteet, kuten hiilimonoksidi ovat täysin hajuttomia kun taas joidenkin haju on tunnistettavissa hyvinkin pienissä pitoisuuksissa. Ihmisten kyvyssä haistaa ilmassa olevia yhdisteitä on myös suuria yksilöllisiä eroja. Hajuaisti voi myös turtua. Esimerkiksi suuressa rikkivetypitoisuudessa hajuaistimukset häviävät kokonaan, ja monien aineiden hajuaistimukset heikkenevät, kun altistuminen jatkuu useita minuutteja.

Hajukynnys on aineen pienin pitoisuus ilmassa, joka on haistettavissa. Eri lähteissä yhdisteiden hajukynnykselle ilmoitetut arvot vaihtelevat usein hyvinkin paljon. Joskus hajukynnykseksi on voitu ilmoittaa joko pienin pitoisuus, jossa tuntuu hajua, tai pienin pitoisuus, jossa aine on hajun perusteella tunnistettavissa.

3.3 Hajut turvealueilla

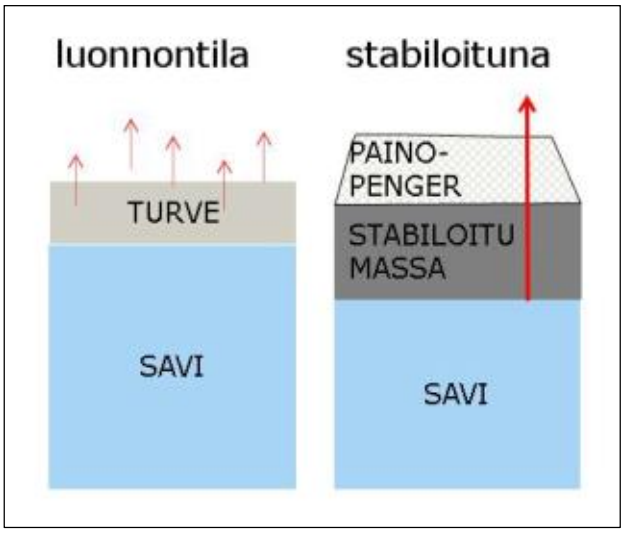
Turvemaat ovat luonnontilaisinakin haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästölähteitä. Yleisimpiä soilta ja turvemailta haihtuvia orgaanisia hiilivetyjä ovat dimetyylisulfidi (DMS), dimetyylidisulfidi (DMDS) ja tolueeni. Näiden yhdisteiden pitoisuudet ovat kuitenkin luontaisesti hyvin pieniä, alle hajukynnyksen. Näin ollen on erittäin harvinaista, että luonnontilaisella suolla haistaisi haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen ummehtuneen, lantamaisen hajun. Sen sijaan esim. soiden metsäojitusten yhteydessä, kun suon syvemmät turvekerrokset äkisti paljastetaan, esiintyy yleisesti ym. kaltaista hajua, joka kuitenkin melko nopeasti (muutamassa tunnissa) tasaantuu ja laimenee ihmisnenällä havaitsemattomaksi.

Massastabiloinnissa stabiloitavaan turvekerrokseen sekoitetaan hiekkaa ja sideaineeksi sementtiä. Hiekan ja sementin mukana turvekerrokseen joutuu runsaasti kalsiumia ja muita kivennäisiä, jotka muuttavat turvekerroksen luontaisia ominaisuuksia olennaisesti:

1) nostavat turpeen pH:ta luontaisesta 3–5,5:stä (= selvästi hapan) jopa yli 12:n (=selvästi emäksinen),
2) lisäävät turvekerroksen kivennäisravinteiden pitoisuutta moninkertaiseksi.

Em. vaikutuksista johtuen turvekerroksen biokemiallinen aktiivisuus lisääntyy. Tämä tarkoittaa mikrobitoiminnan lisääntymistä massastabiloidussa turvekerroksessa, joka samalla johtaa mikrobien kaasumaisten aineenvaihduntatuotteiden (joihin haisevat haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuuluvat) lisääntymiseen.

Verrattuna luonnontilaiseen suohon, hajuhaittoja lisää massastabiloinnin yhteydessä tehtävä maan pintakerroksen tiivistäminen stabiloidun turvekerroksen päälle ajettavalla painopenkereellä ja suodatinkankaalla, jolloin haihtuvat orgaaniset yhdisteet eivät pääse vapautumaan tasaisesti turpeen kautta ilmaan (kts kuva 3). Vaikka haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen (etenkin rikkiyhdisteet) biokemiallinen muodostuminen turvekerroksessa todennäköisesti kiihtyykin massastabiloinnin tuloksena, hajuhaitat johtunevat kuitenkin pääosin "savupiippuefektistä". Savupiippuefektissä maata peittävä lähes kaasutiivis painopenger ja sen alla oleva suodatinkangas rikotaan esimerkiksi rakentamisen takia ja tällöin voi tästä muodostuneesta "savupiipusta" päästä ilmaan kerralla huomattavasti luontaisia pitoisuuksia suurempi pitoisuus haihtuvia yhdisteitä, jotka ovat kerääntyneet laajalta alueelta. Tällöin luontaisesti hajukynnyksen alle jäävien yhdisteiden pitoisuudet nousevat paikallisesti niin korkeiksi, että hajukynnys ylittyy ja syntyy hajuhaittoja.



Kuva 3, Yhdisteiden haihtuminen (punaiset nuolet) luonnontilaisesta turpeesta ja stabiloidusta turpeesta, kun "kansi" puhkaistaan.

Mädäntynyt tai pistävä haju voivat viitata etenkin rikkiyhdisteisiin, joita muodostuu turpeessa mikrobitoiminnan seurauksena. Korkea pH voi myös edistää olosuhteita ammoniakin esiintymisel-

le, joka voi ilmetä pistävänä hajuna. Stabiloiduilla alueilla on yleensä havaittu hapettomat olosuhteet, jotka voivat aiheuttaa ummehtunutta hajua. Vastaavilta alueilta on havaittu myös betoniin viittaavaa hajua, joka johtuu sideaineena käytetystä sementistä.

Aikaisemmin muissa kohteissa todetut haisevat aineet DMS ja DMDS ovat kaasuja, jotka haisevat jo hyvin pieninä pitoisuuksina voimakkaasti. DMS:a käytetään esimerkiksi ODOROX®-hajuhapen merkkiaineena varottamassa kaasuvuodoista. DMS:n ja DMDS:n luontaisia päästölähteitä ovat mm. kasvit, havupuut, orgaaninen maa-aines ja meriympäristö. Ihmisen toiminnasta niitä muodostuu mm. selluteollisuudesta, jätteen käsittelystä (lietteen mädätys), biokaasulaitoksista ja liikenteestä.

On mahdollista, että hajua aiheuttavat myös muut luonnolliset rikkiyhdisteet tai turpeesta peräisin olevat bentseeni tai tolueeni.

Eri lähteissä näiden yhdisteiden hajukynnykset vaihtelevat paljon. Taulukossa 1 on esitetty vaihteluvälejä hajukynnyksille.

Taulukko 1. Eri yhdisteiden hajukynnyksiä

Yhdiste	Hajukynnys, µg/m^3
DMS	0,3 – 160
DMDS	0,1 – 350
tolueeni	80 – 150 000
bentseeni	2 000 - 46 000

Koska DMS ja DMDS haisevat erittäin voimakkaasti jo pieninä pitoisuuksina, on hyvin epätodennäköistä että ne aiheuttaisivat terveyshaittaa. Niiden vastenmielinen haju ohjaa ihmiset välttämään hajua eikä pitkäaikainen altistus ole mahdollista epähuomiossa. DMS:n ja DMDS:n haju voivat aiheuttaa viihtyvyyshaitan.

4. MAAPERÄ- JA HAJUTUTKIMUKSET

4.1 Koekuopat

Alueelle kaivettiin 10.3.2016 kaivinkoneella 14 koekuoppaa. Koekuopista tehtiin aistinvaraista arviointia hajuista, stabiloidun kerroksen maaperästä ja kuoppiin muodostuvasta vedestä. Koekuoppien sijainti on esitetty liitteessä 1.

Soraharjuntien pohjoispuolella mursketta oli 0,5-1 m ja sen alla n. 2 metrin paksuinen stabiloitu turvekerros. Turpeen alla oli pohjasavi/-siltti. Soraharjuntien eteläpuolella kuopissa 112 ja 113 stabiloidun turpeen seassa oli paljon savea ja turpeen päällä oli 1 m kerros hiekkaa.

Aistinvaraisten havaintojen perusteella alueen stabiloidussa turpeessa havaittiin hajua, jota kuvaillaan lannan hajuksi. Lisäksi stabiloitu turve haisi useassa kuopassa heikosti ummehtuneelle. Heikkoa pistävää hajua havaittiin kuopan 111 pohjasiltissä ja kuopan 101 turpeessa. Yleisesti hajut olivat selkeitä, mutta turve haisi ainoastaan koekuopasta kaivetun maakasan välittömässä läheisyydessä. Kaivaessa ilmeni ummehtuneen ja lannan hajuisia pöllähdyksiä useassa kuopassa. Alueella ei havaittu muissa samanlaisissa kohteissa todettua mädäntyneen hajua, joka viittaisi rikkiyhdisteiden muodostumiseen. Tarkemmat aistinvaraiset havainnot on esitetty liitteessä 2 ja valokuvia alueelta liitteessä 3.

Ilmanlaatua mitattiin Dräger-kaatopaikkakaasumittarilla koko koekuopituksen ajan. Mittari ei havainnut ilmassa metaania tai rikkiyhdisteitä. Hapen pitoisuus on luonnollinen. Mittarilla tutkitut arvot ovat esillä taulukossa 2.

Taulukko 2. Dräger-mittauksen maksimiarvot

	Metaani [Vol-%]	Hiilidioksidi [Vol-%]	Happi [Vol-%]	Rikkivety [ppm]	Vetysyanidi [ppm]
Koekuopitus 10.3.2016	0,0	0,03	20,9	0,0	0,0

Koekuoppiin kertyi vettä murskeen ja turpeen rajapinnasta. Veden määrä oli vähäinen kaikissa kuopissa.

4.2 Vesinäytteet

Alueelle asennettiin kolme tarkkailuputkea (RF201, RF202 ja RF203) 22.3.2016. Putket asennettiin lähelle paikkoja, joissa oli koekuoppatutkimuksessa havaittu poikkeavia hajuja. Putkien siivilläosat asennettiin massastabiloituun turvekerrokseen. Tarkkailuputkien sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Putkista otettiin vesinäytteet 30.3.2016. Putkissa vesi oli noussut murskekerrokseen tai jopa nykyisen maanpinnan tasolle. Pumppauksen aikana veden tulo ei ollut jatkuvaa, vaan pumppaus aiheutti veden loppumisen maksimissaan 3 minuutissa. Pumppauksen jälkeen veden pinta oli laskenut 1-2 metriä maanpinnan alapuolelle, eli turvekerroksen tasolle. Vesinäytteenoton aistinvaraiset havainnot on esitetty liitteessä 4.

Kaikissa näytepisteissä pumpattu vesi oli vaahtoavaa ja väriltään rusehtavaa.

Putkien asennuksen yhteydessä ja vesinäytteenoton yhteydessä tehdyt hajuhavainnot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Aistinvaraiset havainnot putkien asennuspäivänä (22.3.) ja näytteenottopäivänä (30.3.)

Tutkimuspiste	pvm	Aistinvaraiset hajuhavainnot
RF201	22.3.2016	Selkeä pistävä haju sekä ummehtuneen ja mädäntyneen haju.
	30.3.2016	Voimakas lannan haju, selvä ummehtuneen haju ja selvä pistävä haju.
RF202	22.3.2016	Selkeä pistävä ja mädäntyneen haju.
	30.3.2016	Voimakas lannan haju, selvä ummehtuneen haju ja selvä pistävä haju.
RF203	22.3.2016	Heikko ja ajoittainen pistävä ja ummehtuneen haju.
	30.3.2016	Voimakas lannan haju, selvä ummehtuneen haju ja heikko pistävä haju.

4.3 Huokoskaasunäytteet

Huokoskaasukeräimet (Tenax TA adsorptioputket) olivat putkissa 30.3.–6.4.2016. Keräimet roikkuivat putkessa 50 cm vedenpinnan yläpuolella. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet analysoitiin Ramboll Analyticsin laboratoriossa Lahdessa.

Keräysviikon aikana ilman lämpötila oli pääosin 0 asteen yläpuolella. Sää vaihteli pilvisestä aurinkoiseen, suurempia sateita ei esiintynyt. Hajuhavainnot on esitetty taulukossa 2.

5. TULOKSET

5.1 Vesinäytteet

Vesinäytteissä todettiin korkeahkot orgaanisen aineen (TOC ja DOC) pitoisuudet sekä sähkönjohtavuuden arvot. Lähes kaikki orgaaninen aines vedessä oli liuenneena. Typen määrä vesinäytteissä oli suhteellisen korkea ja ammonium-typpeä oli typen kokonaismäärästä 33–58 %. Korkea ammoniumin määrä voi selittää mahdollisia pistäviä hajuja.

Vesinäytteiden pH oli 12,0–12,4, joka tarkoittaa selvästi emäksisiä olosuhteita. Pohjaveden emäksisyys selittyy stabiloinnin sideaineena käytetyn sementin sisältämällä kalkilla. Dimetyylisulfidia (DMS) todettiin kaikissa pohjavesinäytteissä. Tolueenin pitoisuus oli koholla erityisesti tut-

kimuspisteissä RF201 ja RF202. Keskeiset analyysitulokset on esitetty taulukossa 4. Vesinäytteiden tutkimustulokset on esitetty liitteessä 4 ja analyysitodistukset liitteessä 6.

DMS:lle annettu ekologinen viitearvo EC_{50} on 14 300 µg/l, ja se kertoo pitoisuuden, joka aiheuttaa vaikutuksia 50 %:lle testieliöistä 24 tunnissa. Vesinäytteissä havaitut DMS:n kohonneet pitoisuudet ovat hyvin pieniä verrattuna DMS:lle määritettyihin ekologisiin viitearvoihin. DMS:n ekologinen viitearvo on yli 70-kertainen verrattuna alueella havaittuun pitoisuuteen.

Tolueenille on annettu ekologiseksi viitearvoksi (EC_{50}) 11 000 µg/l (48 h), joka on yli monisatakertainen alueella havaittuun tolueenin pitoisuuteen (2-48 µg/l).

Taulukko 4. Keskeiset vesinäytteiden analyysitulokset

Näyte	Ajankohta	DMS [µg/l]	DMDS [µg/l]	Tolueeni [µg/l]
RF201	30.3.2016	220	<2	48
RF202	30.3.2016	140	4	18
RF203	30.3.2016	42	<2	2
Ekologinen viitearvo		14 300		11 000

5.2 Huokoskaasunäytteet

Huokoskaasunäytteissä havaittiin rikkiyhdiste dimetyylisulfidin lisäksi useita muita haihtuvia hiilivety-yhdisteitä kuten tolueenia, asetonia ja heksaania. Keskeiset analyysitulokset on esitetty taulukossa 5 ja kaikki analyysitulokset liitteessä 5.

Taulukko 5. Keskeiset huokoskaasunäytteiden analyysitulokset

Näyte	Ajankohta	DMS [µg/m^3]	DMDS [µg/m^3]	Tolueeni [µg/m^3]	TVOC [µg/m^3]
RF201	30.3.2016	13	<1,4	200	470
RF202	30.3.2016	28	<1,4	51	360
RF203	30.3.2016	7,1	<1,4	6,9	290
Hajukynnys [µg/m^3]		0,3 – 160	0,1 – 350	80 – 150 000	
Haitallinen pitoisuus [µg/m^3]		5 600		375 000	

Koska veden pinta nousi tutkimusputkissa yli turvekerroksen ylärajan, huokoskaasunäytteet edustavat lähinnä vedestä haihtuvia yhdisteitä. Täten kaikki huokoset ovat kyllästyneet vedellä, ei turpeessa oletettavasti esiinny huokoskaasua. Myös huokoskaasunäytteissä havaittiin DMS:n ja tolueenin kohonneita pitoisuuksia.

Kaikki huokoskaasunäytteet olivat keskenään samankaltaisia. Niissä todettiin pieniä pitoisuuksia useita VOC-yhdisteitä, joita voi vapautua luontaisesti suoalueilta. Nämä yhdisteet eivät viittaa maaperän tai pohjaveden pilaantumiseen.

WHO:n suositusten mukaan ulkoilman tolueenipitoisuuden tulisi olla alle 1000 µg/m^3, jotta vältytään hajuhaitoilta. Tolueenin terveydelle vaarallinen altistuminen voi toteutua Työterveyslaitoksen mukaan, jos oleskelee tunteja alueella, jonka ilmassa pitoisuus on yli 375 000 µg/m^3. Huokoskaasun tolueenipitoisuudet ovat reilusti WHO:n ja Työterveyslaitoksen suositusten alla.

REACH -rekisteröinnissä dimetyylisulfidille on määritetty pitkäaikaisen hengitystiealtistuksen vaikutukseton pitoisuus (DNEL) ilman kautta ympäristön väestölle (5600 µg/m^3). Tutkimuskohteen pitoisuudet ovat tätä arvoa reilusti pienemmät.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimusalueella todetut hajut stabiloidussa turvekerroksessa johtuvat orgaanisista yhdisteistä, joita muodostuu luontaisesti orgaanisessa maaperässä ja kasvien hajoamistuotteina.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, etenkin rikkiyhdisteet (dimetyylisulfidi ja dimetyylidisulfidi) ovat ihmisnenällä haistettavissa jo erittäin pieninä pitoisuuksina, jopa alle 1 µg/m^3. Todettujen pitoisuuksien perusteella haihtuvista aineista ei aiheudu ympäristö- tai terveyshaittaa. Dimetyylisulfidi laimenee ulkoilmassa nopeasti, joten mahdolliset hajuhaitat alueella ovat todennäköisesti vain lyhytaikaisia.

Sen sijaan asumisviihtyvyyttä mahdollisesti alentavia tilapäisiä hajuhaittoja voi alueella esiintyä pitkään. Stabiloidun turvekerroksen sisältämän orgaanisen kerroksen paksuudesta (2–3 m) ja näin ollen sen sisältämän suuren orgaanisen aineksen varastosta johtuen haisevia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä vapauttava mikrobitoiminta alueella voi jatkua kymmeniä vuosia.

Pohjaveden vaahtoaminen johtuu todennäköisesti sekä veden kovuuden lisääntymisestä (sementin kalsium lisää kovuutta), luonnollisista turpeen orgaanisesta aineesta ja kiihtyneestä mikrobitoiminnasta.

7. JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

Tutkimustulosten perusteella suositellaan, että

1) rakennusten alapohjat rakennetaan koneellisesti tuulettuvaksi ja tiiviisti. Erityisesti läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti. Alapohjat suositellaan tehtäväksi RT-kortin 81-11099 periaatteiden mukaan.
2) alueen rakentajille ja asukkaille viestitään, että kaivettaessa maata yli 1 m syvyyteen tai tehtäessä alueelle kairauksia, on hajujen esiintyminen mahdollista. Hajuista ei aiheudu terveyshaittaa.
3) huokoskaasu- ja pohjavesiseurantaa jatketaan asennetuista putkista (RF201, RF202 ja RF203). Näytteet suositellaan otettaviksi kahdesti vuodessa, tammi-helmikuussa ja heinä-elokuussa. Seurannasta vastaa Helsingin kaupunki.

Espoossa 19.4.2016

Ramboll Finland Oy

Oona Niiranen
Suunnittelija

Kimmo Järvinen
Projektipäällikkö

8. LÄHTEET

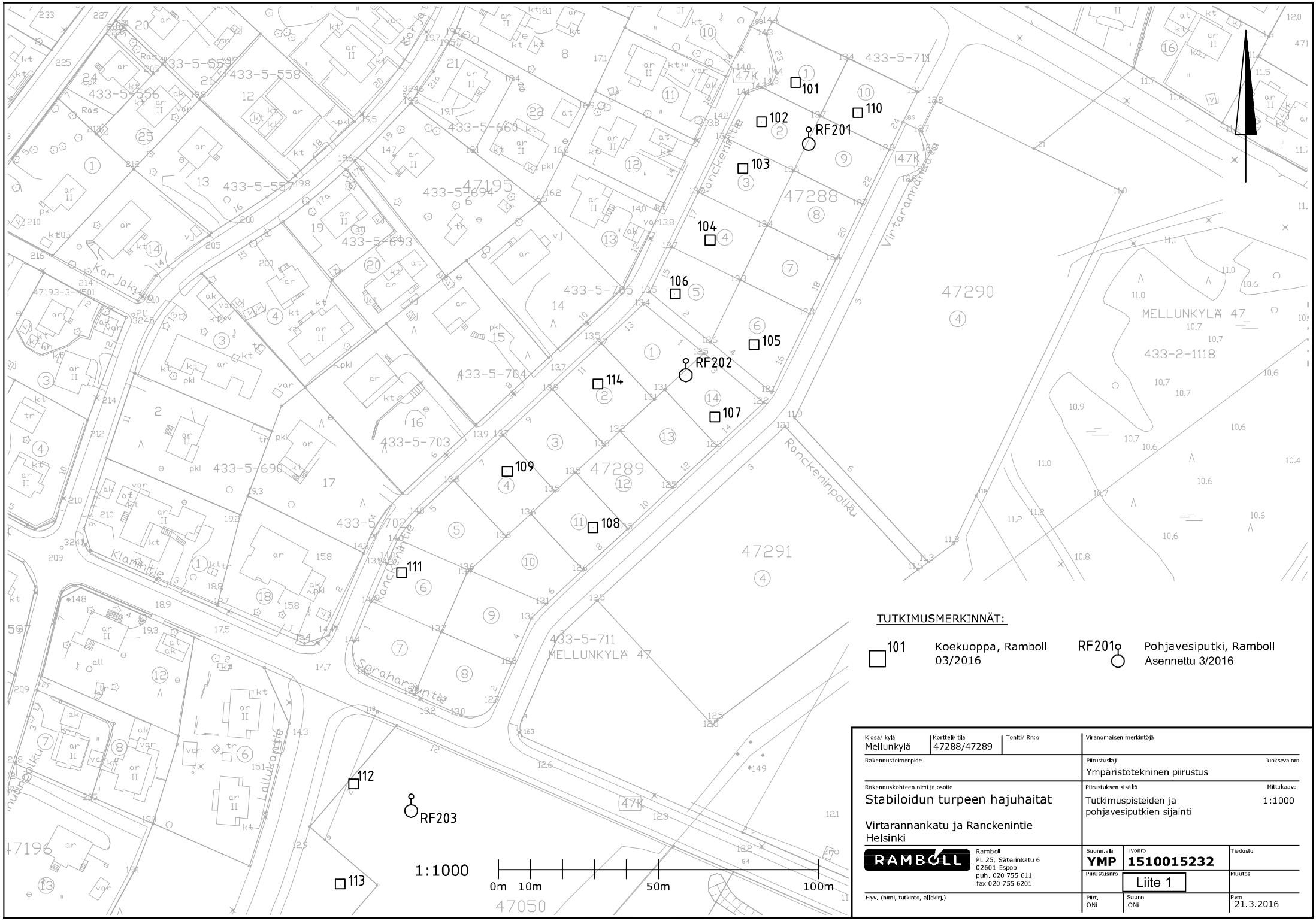
Lisätietoja alueella tavatuista yhdisteistä:

/1/ Haapanala, S., Rinne, J., Pystynen, K-H., Hellen, H., Riutta, T. 2006. Measurements of hydrocarbon emissions from a boreal fen using the REA technique. Biogeosciences 3, pp. 103-112.

/2/ Rinnan, R., Rinnan, Å., Holopainen, T., Holopainen, J.K., Pasanen, P. 2005. Emissions of non-methane volatile organic compounds (VOCs) from boreal peatland microcosms – effects of ozone exposure. Atmospheric Environment 39; pp. 921-930

/3/ Bäckstrand, K., Crill, P.M., Mastepanov, M. Christensen, T., Bastviken, D. 2008. Non-methane volatile organic compound flux from a subarctic mire in Northern Sweden. Tellus (2008), pp. 226-237.

/4/ Janson, R., Serves, C. 1998. Isoprene emissions from boreal wetlands in Scandinavia. Journal of Geophysical Research, Vol. 103, no. D19, pp. 25 513-25 517.


101
102
103
104
106
105
107
108
109
110
111
112
113
114
RF201
RF202
RF203
Ranckenintie
Virtarannankatu
Ranckenintie
Ranckenintie
Ranckenintie

Liite 2

Virtarannankatu ja Ranckenintie
Stabiloidun turpeen hajut
15.3.2016

Koekuoppa	Syvyys, m	Maalaji	Aistinvaraiset havainnot
101	0-1	murske	Voimakas mädäntyneen ja lannan hajun pöllähdys. Turve haisee selvästi lannalle, heikosti myös pistävää hajua ja suon/turpeen luonnollista hajua.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
102	0-1	murske	Turpeessa selkeä lannan haju, ei pöllähdä, haisee vain turpeen välittömässä läheisyydessä. Heikko ummehtunut ja turpeen luonnollinen haju.
	1-3,5	stab. turve	
	3,5-	savi	
103	0-1	murske	Heikko ja ajoittainen ummehtuneen ja lannan haju. Haisee vain turpeen välittömässä läheisyydessä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
104	0-1	murske	Heikko ja ajoittainen ummehtuneen, lannan ja turpeen haju. Haisee ainoastaan turpeen vieressä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
105	0-1	murske	Vain heikko ja ajoittainen lannan ja turpeen haju. Haisee ainoastaan turpeen vieressä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
106	0-1	murske	Heikko turpeen luonnollinen tuoksu. Heikkoja ummehtuneen ja lannan hajuisia pöllähdyksiä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
107	0-0,5	murske	Heikko turpeen luonnollinen tuoksu. Heikko ja ajoittainen ummehtuneen haju.
	0,5-3	stab. turve	
	3-	savi	
108	0-0,5	murske	Pöllähdyksin heikkoa ummehtuneen hajua. Heikko luonnollinen turpeen tuoksu.
	0,5-2,5	stab. turve	
	2,5-	savi	
109	0-1	murske	Heikko turpeen ja lannan haju turpeen välittömässä läheisyydessä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
110	0-1	murske	Turpeessa selkeä lannan haju. Heikko ummehtuneen ja luonnollisen turpeen haju. Haju jatkuva, haisee vain turpeen vieressä.
	1-3	stab. turve	
	3-	savi	
111	0-1	murske	Turpeessa heikko ummehtuneen ja lannan haju, haisee vain kasan vieressä. Pohjasiltissä heikkoa pistävää hajua.
	1-2,5	stab. turve	
	2,5-	siltti	

112	0-1	hiekka	Vain heikko turpeen luonnollinen tuoksu. Stabiloidun turpeen seassa paljon savea.
	1-3	stab. turve/savi	
	3-	savi	
113	0-1	hiekka	Heikko luonnollinen turpeen tuoksu. Heikko lannan haju. Stabiloidun turpeen seassa paljon savea.
	1-3	stab. turve/savi	
	3-	savi	
114	0-3	hiekka	Ei turvehavaintoja, vain täyttöhiekkaa. Ei hajua.
	3-	siltti	

Kuva 1, KK 101

Kuva 2, KK 106

Kuva 3, KK 112

RAMBOLL

KENTTÄHAVAINTOJEN JA ANALYYSITULOSTEN KOONTITAULUKKO - VESI

Asiakas: Helsingin kaupunki
Kohde: Virtarannankatu
Projektinumero: 1510015232
pvm. 12.4.2016

			Aistinvaraiset havainnot		Perusvesianalyysit									Liukoiset metallit											Haihtuvat orgaaniset yhdisteet									
										-typp																							Rikkiyhdisteet	
Piste	Ajankohta		Haju	Ulkonäkö	pH	sähkön-johtavuus	TOC	DOC	Sulfaatti	kok.-	nitraatti-	nitriitti-	ammonium-	Ca	Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	Bentseeni	Tolueeni	m+p Ksyleeni	Asetoni	Metyylietyyliketon	Etanoli	Isopropanoli	2-butanoli	Dimetyylisulfidi	Dimetyylidisulfidi
			aistinvarainen	istinvarainen		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Virtarannankatu																																		
HK100	*ennen stab.*	27.6.2011			5,7																				ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod
HK101	*ennen stab.*	27.6.2011			5,2																				ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod
Hk Stab 1	*stab. jälkeen*	17.10.2011			12,5																				ei tod	57	ei tod	6	0,8	16	6	ei tod	480	ei tod
	stab. jälkeen	4.8.2015	ei hajua	kirkas	7	38	41	22	<0,5	5,8	0,086	<0,007	3,3	15	<0,5	<1	0,05	<0,5	<1	<1	<0,5	<1	57000	<1	ei tod	2	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod
	stab. jälkeen	19.11.2015	hieman pistävä	rusehtava	7,1	33	27	16	<0,5	4,8	<0,02	<0,007	3,7	11	<0,5	<1	<0,03	<0,5	<1	<	<0,5	<1	46000	<1	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod	ei tod
RF201	*stab. jälkeen*	30.3.2016	selvä pistävä ja ummehtunut haju, voimakas lannan haju	rusehtava, vaahtoaa	12,2	750	1300	1300	16	310	2,1	0,036	110	680	1,3	43	0,05	15	<1	7,8	<0,5	230	21	37	0,2	48	<0,5	9	2	28	6	0,6	220	<2
RF202	*stab. jälkeen*	30.3.2016	selvä pistävä ja ummehtunut haju, voimakas lannan haju	rusehtava, vaahtoaa	12,4	1300	1400	1400	13	330	<1	0,027	110	580	1,7	25	<0,03	16	<1	27	<0,5	410	300	6,3	0,1	18	<0,5	8	1	9	3	<0,5	140	4
RF203	*stab. jälkeen*	30.3.2016	heikko pistävä haju, selvästi ummehtunut ja voimakas lannan haju	ruskea, samea, vaahtoaa	12	460	740	710	14	140	<1	<0,007	81	300	1,6	14	0,06	41	<1	4,7	0,57	380	8	28	0,1	2	ei tod	3	0,4	8	5	0,6	42	<2

Hajut massastabiloidussa turpeessa
Huokoskaasunäytteiden koontitaulukko

Liite 5

Vertailu Virtarannankadun alueelta otetuista kaasunäytteistä tunnistetuista VOC-yhdisteistä
Lihavoidulla suoalueilta kirjallisuustutkimuksissa todettuja luontaisesti vapautuvia
yhdisteitä (Salmisuo: Rinnan et al. 2005 ja Siikaneva: Hellen et al. 2006)
Punaisella värillä esimerkkinä metyloidut yhdisteet, jotka ilmaisevat hajoamista (fermentoitumista)
< alle määritysrajan

Piste		**HK100**	**HK101**	**Hk Stab 1**		**RF201**	**RF202**	**RF203**
Ajankohta		*ennen stab.*	*ennen stab.*	*stab. jälkeen*	*stab. jälkeen*	*stab. jälkeen*	*stab. jälkeen*	*stab. jälkeen*
		27.6.2011	27.6.2011	11.8.2015	4.12.2015	6.4.2016	6.4.2016	6.4.2016
TVOC	µg/m^3	177	180	42	<10	470	360	290
Aromaattiset hiilivedyt								
styreeni	µg/m^3	9,2		<0,45	0,95	<0,42	<0,42	<0,42
etyylibentseeni	µg/m^3	9	3,8	0,35	0,51	1,4	0,95	1,2
bentseeni	µg/m^3			<4,4	<3,4	<4,5	<4,5	<4,5
ksyleenit	µg/m^3	3,7	9,9	1,84	1,52	5,5	3,86	5,6
tolueeni	µg/m^3	2,8	3,8	13	2,1	200	51	6,9
etyylitolueenit	µg/m^3			0,34	0,49	0,84	0,7	0,85
propyylibentseeni	µg/m^3			<0,2	0,19	0,18	<0,16	<0,16
isopropyylibentseeni	µg/m^3			<0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1
n-butyylibentseeni	µg/m^3			<0,15	<0,05	0,16	0,12	<0,12
tert-butyylibentseeni	µg/m^3			<0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1
sec-butyylibentseeni	µg/m^3			<0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1
p-isopropyylitolueeni	µg/m^3			0,42	<0,05	0,62	0,13	<0,12
1,2,3-trimetyylibentseeni	µg/m^3			<0,2	0,18	0,35	0,34	0,38
1,2,4-trimetyylibentseeni	µg/m^3			1	0,72	1,5	1,3	1,5
1,3,5-trimetyylibentseeni	µg/m^3			<0,2	0,13	0,32	0,2	0,25
1,2,3,5-tetrametyylibentseeni	µg/m^3			<0,2	<0,1	<0,18	0,18	<0,18
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	µg/m^3			<0,1	<0,05	0,12	<0,1	<0,1
naftaleeni	µg/m^3			<0,65	<0,3	<0,62	<0,62	<0,62
Alifaattiset hiilivedyt								
metyylibutaani	µg/m^3	6,1	7,5					
heksaani	µg/m^3		19,6		<0,25	12	18	14
metyylipenteeni	µg/m^3		8,7					
2-metyylipentaani	µg/m^3		6,3	<0,3	0,43	3,8	1,9	2,4
3-metyylipentaani	µg/m^3			<0,2	0,23	<0,16	<0,16	<0,16
dimetyyliheptaani	µg/m^3		4,4					
dekaani	µg/m^3				<0,1	4,9	8,1	4,8
1-okteeni	µg/m^3				<0,15	<0,28	<0,28	<0,28
hiilitetrakloridi	µg/m^3				0,25	0,13	0,14	0,14
kloroformi	µg/m^3				<0,05	<0,1	<0,1	<0,1
Sykliset hiilivety-yhdisteet								
metyylisyklopentaani	µg/m^3			<0,35	<0,2	2,1	2,5	2,2
Alkoholit								
etanoli	µg/m^3	6	27,1					
butyylioktanoli	µg/m^3		9,2					
Rikkiyhdisteet								
DMS	µg/m^3	ei tod.	ei tod.	<2	<0,5	13	28	7,1
DMDS	µg/m^3	ei tod.	ei tod.	<2	<0,5	<1,4	<1,4	<1,4
Terpeenit								
alfa-pineeni	µg/m^3			0,75	0,12	3,6	1,8	1,7
beta-pineeni	µg/m^3			0,35	<0,1	0,42	0,42	0,29
delta-3-kareeni	µg/m^3			0,26	0,07	2,9	2	0,88
limoneeni	µg/m^3			<0,1	0,15	0,93	0,52	0,37
Aldehydit ja ketonit								
bentsaldehydi	µg/m^3				<3,2	<6,9	<6,9	<6,9
nonanaali	µg/m^3				<0,5	9,7	11	7,5
metyylipentanoni	µg/m^3	3	3,2					
heksanaali	µg/m^3	2,7	3,2		<0,25	1,9	1,7	1,3
4-metyylipentanoni	µg/m^3		3,8					
asetoni	µg/m^3					15	22	8,7

Ramboll Analytics

Tutkimustodistus

Projekti: 1510015232/12

RAMBOLL

Liite 6

Ramboll Finland Oy / Espoo
Kimmo Järvinen
PL 25
02601 ESPOO

Tutkimuksen nimi:	1386 Turpeen stabilointi, hajut ja muut vaikutukset, orsivesiputket		
Asiakkaan viite:	Virtarannankatu	Näytteenottopvm:	30.3.2016
		Näyte saapui:	30.3.2016
Näytteenottaja:	AHAT	Analysointi aloitettu:	30.3.2016

Vesitutkimus

				Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	RF201	RF202	RF203			
Näytenumero	16SL 01765	16SL 01766	16SL 01767			
MÄÄRITYKSET						
Esikäsittely, suodatus (0,45 µm)	ok	ok	ok			L
pH	12,2	12,4	12,0		RA2000[1]	L
Sähkönjohtavuus	750	1300	460	mS/m	RA2013[1]	L
TOC	1300	1400	740	mg/l	RA2007[1]	L
DOC	1300	1400	710	mg/l	RA2007[1]	L
Sulfaatti (SO4)	16	13	14	mg/l	RA2018[1]	L
Typpi (N), kokonais-	310	330	140	mg/l	RA2021[1]	L
Nitraatti (NO3)	2,1	<1,0	<1,0	mg/l	RA2018[1]	L
Nitriitti (NO2)	0,036	0,027	<0,0070	mg/l	RA2035[1]	L
Ammoniumtyppi (NH4-N)	110	110	81	mg/l	RA2034[1]	L
Metallit (PIMA), liukoiset	ok	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb), liuk.	0,0013	0,0017	0,0016	mg/l	RA3000[1]	L
Arseeni (As), liuk.	0,043	0,025	0,014	mg/l	RA3000[1]	L
Kadmium (Cd), liuk.	0,000054	<0,00003	0,000056	mg/l	RA3000[1]	L
Kalsium (Ca), liuk.	680	580	300	mg/l	RA3000[1]	L
Kobolti (Co), liuk.	0,015	0,016	0,041	mg/l	RA3000[1]	L
Kromi (Cr), liuk.	<0,0010	<0,0010	<0,0010	mg/l	RA3000[1]	L
Kupari (Cu), liuk.	0,0078	0,027	0,0047	mg/l	RA3000[1]	L
Lyijy (Pb), liuk.	<0,00050	<0,00050	0,00057	mg/l	RA3000[1]	L
Nikkeli (Ni), liuk.	0,23	0,41	0,38	mg/l	RA3000[1]	L
Sinkki (Zn), liuk.	0,021	0,30	0,0080	mg/l	RA3000[1]	L
Vanadiini (V), liuk.	0,037	0,0063	0,028	mg/l	RA3000[1]	L
Haihtuvat hiilivedyt, paketti 2	tod.	tod.	tod.	µg/l, mg/l	RA4050[1]	L
Bentseeni	0,2	0,1	0,1	µg/l	RA4050[1]	L
Tolueeni	48	18	2	µg/l	RA4050[1]	L
m+p-ksyleeni	<0,5	<0,5		µg/l	RA4050[1]	L
Asetoni	9	8	3	mg/l	RA4050[1]	L
Metyylietyyliketoni	2	1	0,4	mg/l	RA4050[1]	L
Metyyli-isobutyyliketoni	0,7	<0,1	<0,1	mg/l	RA4050[1]	L
Etanoli	28	9	8	mg/l	RA4050[1]	L
Propanoli	0,7	<0,5	<0,5	mg/l	RA4050[1]	L
Isopropanoli	6	3	5	mg/l	RA4050[1]	L
2-butanoli	0,6	<0,5	0,6	mg/l	RA4050[1]	L
2-etyyli-1-heksanoli		<0,1		mg/l	RA4050[1]	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510015232/12

	16SL 01765	16SL 01766	16SL 01767	Yksikkö	Menetelmä	
DMS (dimetyylisulfidi)	220	140	42	µg/l	RA4050[1]	L
DMDS (dimetyylidisulfidi)	<2	4	<2	µg/l	RA4050[1]	L

[1] FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Ramboll Analytics

Ilpo Lahdelma
FL, kemisti, +358 40 074 5295

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Lisätiedot Näytteiden 16SL01765-16SL01767 määritysrajat ovat normaalia korkeammat näytematriisista johtuen seuraavien analyysien kohdalla: Haihtuvat hiilivedyt/esterit.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu noora.lindroos@ramboll.fi; kimmo.jarvinen@ramboll.fi; oona.niiranen@ramboll.fi

Menetelmien kuvaukset

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet: Näytteestä määritettiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) kaasukromatografisesti käyttäen HS/GC/MS-tekniikkaa. Menetelmän mittausepävarmuus 17-48 % yhdisteestä riippuen. Tuloksissa esim. "tutkittuyhdiste <0,5 µg/l" tarkoittaa, että kyseistä yhdistettä on havaittu alle määritysrajan oleva pitoisuus. Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit sekä klooratut alifaattiset hiilivedyt menetelmissä ei oteta kantaa, onko näytteessä havaittu alle määritysrajan olevia pitoisuuksia analysoituja yhdisteitä. Menetelmä perustuu standardeihin mod. ISO 11423-1 ja mod. EN ISO 10301.

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

RA4050 VOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) 2 *

VESINÄYTE, HS-GC/MS

AROMAATTISET HIILIVEDYT	CAS	Määritysraja µg/l
bentseeni	71-43-2	0,1
tolueeni	108-88-3	1
m+p-ksyleeni	95-47-6	0,5
o-ksyleeni	95-47-6	0,5
etyylibentseeni	100-41-4	0,5
styreeni	100-42-5	0,5
propyylibentseeni	103-65-1	0,5
isopropyylibentseeni	98-82-8	0,5
n-butyylibentseeni	68411-44-9	0,5
tert.butyylibentseeni	98-06-6	0,5
sec.butyylibentseeni	135-98-8	0,5
2-etyylitolueeni	611-14-3	0,5
3-etyylitolueeni	620-14-4	0,5
4-etyylitolueeni	622-96-8	0,5
p-isopropyylitolueeni	99-87-6	0,5
1,2,3-trimetyylibentseeni	526-73-8	0,5
1,2,4-trimetyylibentseeni	95-63-6	0,5
1,3,5-trimetyylibentseeni	108-67-8	0,5
1,2,3,5-tetrametyylibentseeni	527-53-7	1
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	95-93-2	1
naftaleeni	91-20-3	1
bromibentseeni	75-27-4	0,5
klooribentseeni	108-90-7	0,5
1,2-diklooribentseeni	95-50-1	0,1
1,3-diklooribentseeni	541-73-1	0,1
1,4-diklooribentseeni	106-46-7	0,1
1,2,3-trikloori bentseeni	87-61-6	0,3
1,2,4-trikloori bentseeni	120-82-1	0,3
1,3,5-trikloori bentseeni	108-70-3	0,3
2-klooritolueeni	95-49-8	0,5
4-klooritolueeni	106-43-4	0,5

ALDEHYDIT JA KETONIT		mg/l
asetoni	67-64-1	0,1
sykloheksanoni	108-94-1	0,5
2-sykloheksen-1-oni	930-68-7	0,5
metyylietyyliketoni	78-93-3	0,1
metyyli-isobutyyliketoni	108-10-1	0,1
bentsaldehydi	100-52-7	0,1
Propanaali	123-38-6	0,2
Butanaali	123-72-8	0,2
Pentanaali	110-62-3	0,2
Heksanaali	66-25-1	0,2
Heptanaali	111-71-7	0,2
Oktanaali	124-13-0	0,2
Nonanaali	124-19-6	0,2
Dekanaali	112-31-2	0,2

RIKKIYHDISTEET		µg/l
Rikkihiili	75-15-0	2
DMS (dimetyylisulfidi)	75-18-3	2
DMDS (dimetyylidisulfidi)	624-92-0	2

EETTERIT		Määritysraja µg/l
MTBE (metyyli-tert.butyylieetteri)	1634-04-4	0,5
TAME (tert.amyylimetyylieetteri)	994-05-8	0,5
ETBE (etyyli-tert.butyylieetteri)	637-92-3	0,5
etyylibutyylieetteri	628-81-9	0,5
TAEE (tert.amyylietyylieetteri)	919-94-8	0,5
DIPE (di-isopropyylieetteri)	108-20-3	0,5
dietyylieetteri	60-29-7	5

ALIFAATTISET HIILIVEDYT		µg/l
pentaani	109-66-0	5
heksaani	110-54-3	5
heptaani	142-82-5	5
oktaani	111-65-9	5
nonaani	111-84-2	5
dekaani	124-18-5	5
sykloheksaani	110-82-7	1
2-metyylipentaani	107-83-5	5
3-metyylipentaani	96-14-0	5
metyyli-syklopentaani	96-37-7	1

ALKOHOLIT		mg/l
metanoli	67-56-1	10
etanoli	64-17-5	2
propanoli	71-23-8	0,5
isopropanoli	67-63-0	0,5
n-butanoli	71-36-3	0,5
2-butanoli	78-92-2	0,5
isobutanoli	78-83-1	0,5
tert.butanoli	75-65-0	0,02
1-pentanoli	30899-19-5	0,2
2-pentanoli	6032-29-7	0,2
3-pentanoli	584-02-1	0,2
1-etoksi-2-propanoli	1569-02-4	4
3-etoksi-1-propanoli	111-35-3	4
1-metoksi-2-propanoli	107-98-2	4
2-etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,1
2-butoksietanoli (butyyliglykoli)	111-76-2	10

ESTERIT		mg/l
etyyliasetaatti	141-78-6	0,05
propyyliasetaatti	109-60-4	0,05
butyyliasetaatti	123-86-4	0,05
isobutyyliasetaatti	110-19-0	0,05
amyyliasetaatti	628-63-7	0,05
isoamyyliasetaatti	123-92-2	0,05

MUUT		mg/l
tetrahydrofuraani	109-99-9	0,05
1-hekseeni	592-41-6	0,01
1-okteeni	111-66-0	0,01

TERPEENIT		µg/l
alfa-pineeni	2437-95-8	0,5
beta-pineeni	127-91-3	0,5
delta-kareeni	13466-78-9	0,5
limoneeni	138-86-3	0,5

* akkreditoitu menetelmä, mukautuva pätevyysalue

Tutkimustodistus

Projekti: 1510015232/13

Ramboll Finland Oy / Espoo
Kimmo Järvinen
PL 25
02601 ESPOO

Tutkimuksen nimi:	1386 Turpeen stabilointi, hajut ja muut vaikutukset, Virtarannankatu		
Asiakkaan viite:	Virtarannankatu	Näytteenottopvm:	
		Näyte saapui:	6.4.2016
Näytteenottaja:	Laine Jaakko	Analysointi aloitettu:	6.4.2016

Päästömittaus

				Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	RF201	RF202	RF203			
Näytenumero	16PP 00695	16PP 00696	16PP 00697			
MÄÄRITYKSET						
Haihtuvat hiilivedyt, laaja - Termodesorptio	ok	ok	ok	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1-dikloorietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2-dikloorietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1,1-trikloorietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1,2-trikloorietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1,1,2-tetrakloorietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,53	0,21	0,23	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1-dikloorieteeni	<0,14	<0,14	<0,14	µg/m3	RA4048[1]	L
cis-1,2-dikloorieteeni	<0,12	<0,12	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
trans-1,2-dikloorieteeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
trikloorieteeni	<0,12	<0,12	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
tetrakloorieteeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
hiilitetrakloridi	0,13	0,14	0,14	µg/m3	RA4048[1]	L
kloroformi	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
bromidikloorimetaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
dibromikloorimetaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
bromoformi	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
dibromimetaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
bromikloorimetaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2-dibromietaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2-diklooripropaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
2,2-diklooripropaani	<0,16	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
1,3-diklooripropaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,3-triklooripropaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,1-diklooripropeeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
cis-1,3-diklooripropeeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
trans-1,3-diklooripropeeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2-dibromi-3-klooripropaani	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
heksaklooributadieeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
bentseeni	<4,5	<4,5	<4,5	µg/m3	RA4048[1]	L
tolueeni	200 #	51	6,9	µg/m3	RA4048[1]	L
m+p-ksyleeni	4,0	2,9	4,2	µg/m3	RA4048[1]	L
o-ksyleeni	1,5	0,96	1,4	µg/m3	RA4048[1]	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510015232/13

	16PP 00695	16PP 00696	16PP 00697	Yksikkö	Menetelmä	
etyylibentseeni	1,4	0,95	1,2	µg/m3	RA4048[1]	L
styreeni	<0,42	<0,42	<0,42	µg/m3	RA4048[1]	L
propyylibentseeni	0,18	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
isopropyylibentseeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
n-butyylibentseeni	0,16	0,12	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
tert.butyylibentseeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
sec.butyylibentseeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
2-etyylitolueeni	0,22	0,20	0,25	µg/m3	RA4048[1]	L
3-etyylitolueeni	0,54	0,33	0,39	µg/m3	RA4048[1]	L
4-etyylitolueeni	<0,16	0,17	0,21	µg/m3	RA4048[1]	L
p-isopropyylitolueeni	0,62	0,13	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,3-trimetyylibentseeni	0,35	0,34	0,38	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,4-trimetyylibentseeni	1,5	1,3	1,5	µg/m3	RA4048[1]	L
1,3,5-trimetyylibentseeni	0,32	0,20	0,25	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,3,5-tetrametyylibentseeni	<0,18	0,18	<0,18	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,12	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
naftaleeni	<0,62	<0,62	<0,62	µg/m3	RA4048[1]	L
bromibentseeni	<0,16	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
klooribentseeni	<0,16	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2-diklooribentseeni	<0,12	<0,12	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
1,3-diklooribentseeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
1,4-diklooribentseeni	<0,14	<0,14	<0,14	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,3-triklooribentseeni	<0,12	<0,12	<0,12	µg/m3	RA4048[1]	L
1,2,4-triklooribentseeni	<0,22	<0,22	<0,22	µg/m3	RA4048[1]	L
1,3,5-triklooribentseeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
2-klooritolueeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
4-klooritolueeni	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
MTBE	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
TAME	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
ETBE	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
etyylibutyylieetteri	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
TAEE	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
DIPE	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
heksaani	12	18	14	µg/m3	RA4048[1]	L
heptaani	1,6	1,2	2,0	µg/m3	RA4048[1]	L
oktaani	39	55	43	µg/m3	RA4048[1]	L
nonaani	0,64	0,73	0,66	µg/m3	RA4048[1]	L
dekaani	4,9	8,1	4,8	µg/m3	RA4048[1]	L
heksadekaani	<0,16	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
sykloheksaani	<0,18	<0,18	<0,18	µg/m3	RA4048[1]	L
2-metyylipentaani	3,8	1,9	2,4	µg/m3	RA4048[1]	L
3-metyylipentaani	<0,16	<0,16	<0,16	µg/m3	RA4048[1]	L
metyyli-syklopentaani	2,1	2,5	2,2	µg/m3	RA4048[1]	L
alfa-pineeni	3,6	1,8	1,7	µg/m3	RA4048[1]	L
beta-pineeni	0,42	0,42	0,29	µg/m3	RA4048[1]	L
delta-kareeni	2,9	2,0	0,88	µg/m3	RA4048[1]	L
limoneeni	0,93	0,52	0,37	µg/m3	RA4048[1]	L
1-pentanoli	<0,69	0,82	0,93	µg/m3	RA4048[1]	L
2-pentanoli	<0,40	<0,40	<0,40	µg/m3	RA4048[1]	L
3-pentanoli	<0,56	<0,56	<0,56	µg/m3	RA4048[1]	L
1-etoksi-2-propanoli	<0,34	<0,34	<0,34	µg/m3	RA4048[1]	L
3-etoksi-1-propanoli	<3,6	<3,6	<3,6	µg/m3	RA4048[1]	L
1-metoksi-2-propanoli	<2,8	<2,8	<2,8	µg/m3	RA4048[1]	L

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

Tutkimustodistus

Projekti: 1510015232/13

	16PP 00695	16PP 00696	16PP 00697	Yksikkö	Menetelmä	
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	2,4	6,1	2,2	µg/m3	RA4048[1]	L
metyyliasetaatti	<0,79	<0,79	<0,79	µg/m3	RA4048[1]	L
vinyyliasetaatti	<0,20	<0,20	<0,20	µg/m3	RA4048[1]	L
etyyliasetaatti	<0,18	0,31	<0,18	µg/m3	RA4048[1]	L
propyyliasetaatti	<0,28	<0,28	<0,28	µg/m3	RA4048[1]	L
butyyliasetaatti	0,81	0,60	1,3	µg/m3	RA4048[1]	L
isobutyyliasetaatti	<0,26	<0,26	<0,26	µg/m3	RA4048[1]	L
amyyliasetaatti	<0,10	<0,10	<0,10	µg/m3	RA4048[1]	L
isoamyyliasetaatti	<0,20	<0,20	<0,20	µg/m3	RA4048[1]	L
isopropyyliasetaatti	<0,32	<0,32	<0,32	µg/m3	RA4048[1]	L
sykloheksanoni	1,3	<0,81	<0,81	µg/m3	RA4048[1]	L
2-sykloheksen-1-oni	<0,48	<0,48	<0,48	µg/m3	RA4048[1]	L
metyylietyyliketoni	19	28	11	µg/m3	RA4048[1]	L
metyyli-isobutyyliketoni	58	10	21	µg/m3	RA4048[1]	L
bentsaldehydi	<6,9	<6,9	<6,9	µg/m3	RA4048[1]	L
Propanaali	<0,71	<0,71	<0,71	µg/m3	RA4048[1]	L
Butanaali	<1,7	<1,7	<1,7	µg/m3	RA4048[1]	L
Pentanaali	<0,91	<0,91	<0,91	µg/m3	RA4048[1]	L
Heksanaali	1,9	1,7	1,3	µg/m3	RA4048[1]	L
Heptanaali	4,5	2,7	3,4	µg/m3	RA4048[1]	L
Oktanaali	2,7	1,4	1,1	µg/m3	RA4048[1]	L
Nonanaali	9,7	11	7,5	µg/m3	RA4048[1]	L
Dekanaali	<1,4	<1,4	<1,4	µg/m3	RA4048[1]	L
tetrahydrofuraani	<0,69	<0,69	<0,69	µg/m3	RA4048[1]	L
1-hekseeni	<0,56	<0,56	<0,56	µg/m3	RA4048[1]	L
1-okteeni	<0,28	<0,28	<0,28	µg/m3	RA4048[1]	L

[1] FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Ramboll Analytics

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Anri Aallonen
FM, kemisti, +358 50 434 4099

Lisätiedot Näyteputkien tunnuksia ei oltu otettu talteen näytteenotossa, joten näyteputken saattavat olla sekaisin.

Näytteenottoaika: 30.3.-6.4.2016

Putkien tunnistenumeroita ei ollut lähetteessä.
Tulos on yli normaalin mittausalueen, joten se on suuntaa antava.
Näytteet on otettu Tenax TA -putkiin diffuusiolla ja analysoitu ATD-GC/MSD -menetelmällä.
Tutkittavien yhdisteiden pitoisuudet on määritetty yhdistekohtaisiin standardiaineisiin vertaamalla.
Näytetilavuus on laskettu näytteenottoajasta tunnetuilla diffuusiokertoimilla tai niiden puuttuessa on käytetty diffuusiokerrointa 0,5 cm^3/min. TVOC ja muut tunnistetut yhdisteet on laskettu tolueenin vasteena käyttäen diffuusiokerrointa 0,5 cm^3/min.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu kimmo.jarvinen@ramboll.fi; jaakko.laine@ramboll.fi; oona.niiranen@ramboll.fi

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

Menetelmien kuvaukset

VOC, ilma	Tulokset laskettu laboratoriolle ilmoitetusta ilmamäärästä. Näytteet on analysoitu ATD/GC/MS -menetelmällä. Yhdisteiden pitoisuudet on laskettu käyttäen yhdisteen omaa ja / tai tolueenin vastetta. TVOC-pitoisuus määritetään standardin ISO 16000-6 mukaisesti tolueeniekvivalentteina (tolueenin vasteena), joten yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla huomattavasti suurempi kuin TVOC. TVOC pitoisuudessa otetaan huomioon kromatogrammissa n-heksaanin (C6H14) ja n-heksadekaanin (C16H34) väliselle alueelle sijoittuvat hiilivedyt (kiehumispisteväli 69-287 °C). Menetelmän mittausepävarmuus on 15-39 % yhdisteestä riippuen. Menetelmä perustuu standardeihin ISO 16017-1, ISO 16017-2 , ISO 16000-6 ja SFS-EN 14662-1.

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

Näytenumero:	16PP00695

TVOC-pitoisuus[1]:	**470** µg/m³

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 69-287 °C

Muut tunnistetut yhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
n-butaani (977/925)	35*
asetoni (937/931)	15*
2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani	12*

* Yhdisteen pitoisuus on laskettu tolueenin vasteeseen vertaamalla.

Rikkiyhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
Dimetyylisulfidi (DMS)	13
Dimetyylidisulfidi (DMDS)	<1.4
Tetrahydrotiofeeni (THT)	<1.4

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. Yhdisteiden pitoisuudet ovat laskettu tolueenin vasteeseen.

Näytenumero:	16PP00696

TVOC-pitoisuus[1]:	**360** µg/m³

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 69-287 °C

Muut tunnistetut yhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
n-butaani (977/925)	75*
asetoni (937/931)	22*
2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani	7.7*

* Yhdisteen pitoisuus on laskettu tolueenin vasteeseen vertaamalla.

Rikkiyhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
Dimetyylisulfidi (DMS)	28
Dimetyylidisulfidi (DMDS)	<1.4
Tetrahydrotiofeeni (THT)	<1.4

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. Yhdisteiden pitoisuudet ovat laskettu tolueenin vasteeseen.

Näytenumero:	16PP00697

TVOC-pitoisuus[1]:	**290** µg/m³

1)TVOC-pitoisuus on tunnistettujen ja tunnistamattomien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, joiden kiehumispiste on noin 69-287 °C

Muut tunnistetut yhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
n-butaani (977/925)	30*
asetoni (937/931)	8.7*
2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani	7.5*

* Yhdisteen pitoisuus on laskettu tolueenin vasteeseen vertaamalla.

Rikkiyhdisteet	**Pitoisuus (µg/m³)**
Dimetyylisulfidi (DMS)	7,1
Dimetyylidisulfidi (DMDS)	<1.4
Tetrahydrotiofeeni (THT)	<1.4

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. Yhdisteiden pitoisuudet ovat laskettu tolueenin vasteeseen.