

Näytteenoton vertailukoe 14/2012

Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt

**Katarina Björklöf, Seppo Nikunen, Henrik Westerholm,
Tero Kähkölä, Milja Vepsäläinen, Jari Nuutinen,
Mirja Leivuori ja Outi Pyy**

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 21 | 2013

Näytteenoton vertailukoe 14/2012

Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt

**Katarina Björklöf, Seppo Nikunen, Henrik Westerholm,
Tero Kähkölä, Milja Vepsäläinen, Jari Nuutinen,
Mirja Leivuori ja Outi Pyy**

Helsinki 2013

Suomen ympäristökeskus



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 21 | 2013
Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Vertailukokeen järjestäjä
Profest SYKE, Suomen ympäristökeskus (SYKE)
Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki
Postiosoite:
Suomen ympäristökeskus SYKE, PL 140, 00251 Helsinki

Julkaisun kuvat: Katarina Björklöf ja Tero Kähkölä
Taitto: Liisa Lamminpää

Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä:
www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke

ISBN 978-952-11-4192-8 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

SISÄLLYS

Sisällys	3
1 Johdanto	5
2 Tavoite	6
3 Näytteenottokohde	7
4 Toteutus	9
4.1 Toteuttajat.....	9
4.2 Rahoitus.....	9
4.3 Osallistujat.....	9
4.4 Kairauslaitteisto.....	10
4.5 Osallistujien kenttämittarit.....	10
4.6 Laboratorionäytteiden käsittely ja analysointi.....	11
4.7 Vertailukokeen toteutus.....	12
5 Tulokset	14
5.1 Kenttämittaukset.....	14
5.1.1 Suosituksia koskien kenttämittareiden käyttöä.....	17
5.2 Osallistujien toiminta kentällä.....	18
5.2.1 Suosituksia koskien osallistujien toimintaa kentällä.....	20
5.3 Näytteenottimien vertailu.....	21
5.3.1 Putkiotin (iskuputki).....	21
5.3.2 Sisäputkiotin (Dual Tube).....	22
5.3.3 Kierrekaira (Auger).....	23
5.3.4 Läpivirtausotin.....	24
5.3.5 Näytteenottimen vaikutus.....	25
5.3.6 Suosituksia näytteenottimien käytöstä.....	27
5.4 Metanoliikestävöinnin vaikutus haihtuvien öljyhiilivetyjen VOC tuloksiin.....	27
5.4.1 Suosituksia koskien metanoliikestävöintiä kentällä.....	29
6 Johtopäätökset	30
Lähteet	32
Liitteet	33
Liite 1. Kutsukirje.....	33
Liite 2. Ennakkokysymykset, vastaukset.....	37
Liite 3. Ohjeita näytteenottovertailun osallistujille.....	43
Liite 4. Synteettisen näytteen valmistus ja testaus.....	46
Kuvailulehdet	49
Kuvailulehti.....	48
Presentationsblad.....	49
Documentation page.....	50

1 Johdanto

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin sekä siinä käytettäviin lähtötietoihin liittyy aina epävarmuutta. Epävarmuutta voivat aiheuttaa etenkin

- haitallisten aineiden epätasainen jakautuminen maaperässä,
- maaperän laadun ja pohjaveden korkeuden vaihtelut,
- tutkimuksia suunniteltaessa puutteelliset taustatiedot alueen ja haitallisten aineiden käyttöhistoriasta,
- valittuihin menetelmiin liittyvät virhelähteet (näytteenotto, analysointi, kulkeutumisen ja altistumisen arviointi jne.),
- tutkimusten riittämättömyys ja tulosten huono edustavuus sekä
- näytteenottajien ja suunnittelijoiden vähäinen ammattitaito tai kokemus.

Pätevyyskokeet ja muut vertailumittaukset ovat hyviä keinoja vertailla eri toimijoiden käyttämiä menetelmiä tai toimintatapoja. Niitä on käytetty mm. laboratorioiden kemiallisten määrittystulosten luotettavuuden ja laboratorioiden pätevyyden osoittamisessa. Kansallisesti pätevyyskokeita järjestetään säännöllisesti mm. haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sekä öljyhiilivetyjen analysoimisessa erilaisista näytetyypeissä (Mäkinen et al., 2006, Korhonen et al., 2008). Suomen ympäristökeskus (SYKE) on aikaisemmin järjestänyt kaksi maaperänäytteenoton vertailukoetta:

- Maaperänäytteenotto kasasta (Mäkinen ja Westerholm., 2006)
- Polttoainejakelualan pilaantuneen maa-alueen näytteenotto ja pilaantuneisuuden arviointi (Björklöf et al., 2009)

Näissä vertailukokeissa arvioitiin osallistujien toimintaa kentällä sekä annettiin suosituksia näytteenoton laaduntarkkailuun. Vuoden 2008 maaperänäytteenoton vertailukokeen suosituksia (Björklöf et al., 2009) sovelletaan tällä hetkellä käytännössä mm. SOILI- ohjelman ja JASKA hankkeen toteutuksissa. Siten vertailukokeiden avulla on saatu uudet toimintatavat nopeasti ja hyvin jalkautettua kentälle.

Molemmissa vertailukokeissa todettiin pilaantuneen maaperän ja kaivettujen maa-ainesten näytteenoton lisäohjeistuksen tarve. Polttoainejakelupisteen vertailukokeessa (Björklöf et al., 2009) havaittiin kansainvälisestä näytteenoton standardista ja näytteenottajien sertifiointikursseilla suositelluista toimintatavoista poikkeavia käytäntöjä. Näiden vaikutuksia tulosten ja johtopäätösten luotettavuuden ja oikeellisuuden ei ole Suomen oloissa arvioitu, eikä käsityksemme mukaan muuallakaan. Lisäksi vertailukokeessa havaittiin, että pääosa pilaantuneiden kohteiden maaperänäytteistä tutkittiin aistinvaraisesti ja kenttämittareilla. Mittaritulosten perusteella valikoitiin laboratorioanalyysiin lähetettävät näytteet. Kenttämittauksissa tai -mittareissa havaittiin vaihtelevia käytäntöjä ja puutteita, joiden vaikutuksia mittaustuloksiin ei ole arvioitu.

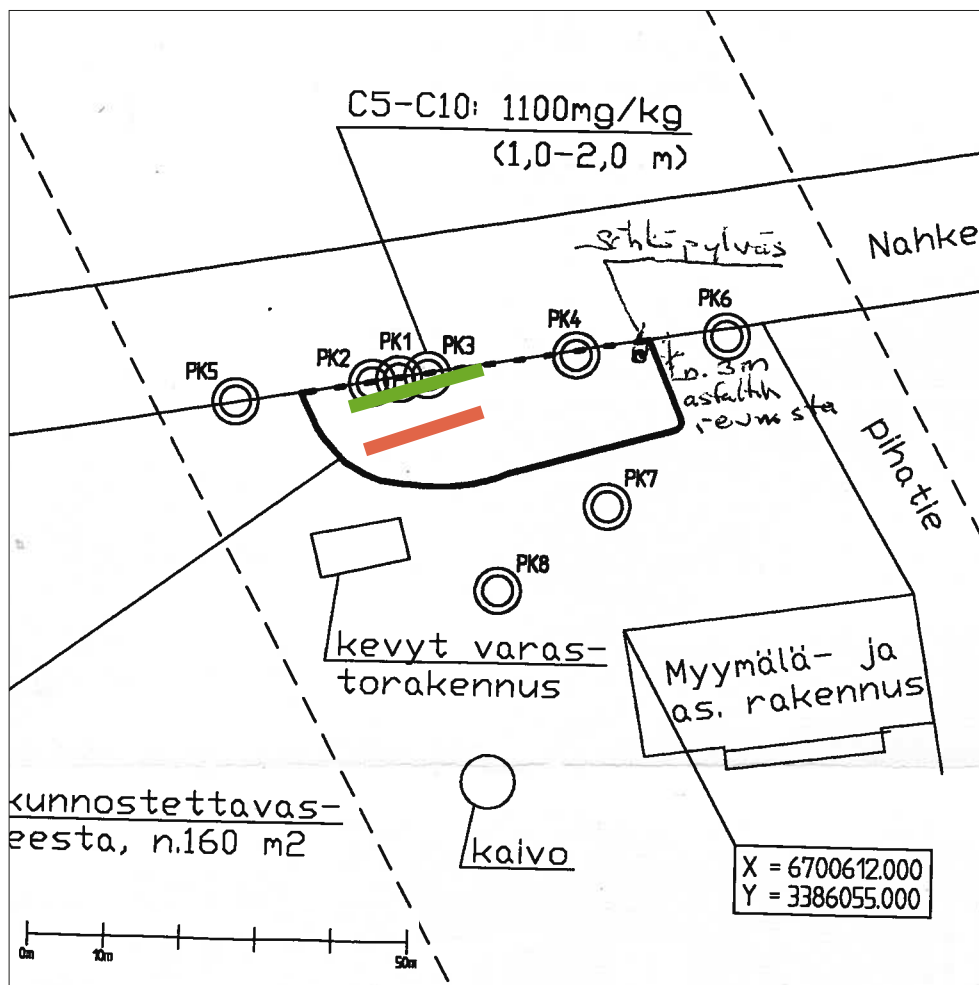
2 Tavoite

Tämän vertailun tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon haihtuvien öljyhiilivetyjen analyysitulokset ovat riippuvaisia näytteenoton käytännöistä sekä, mitkä ovat tärkeimmät asiat, jotka tulee huomioida haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteenotossa. Vertailussa arvioitiin myös kenttämittarien käyttöä ja niiden tulosten luotettavuutta (toistettavuus, kalibroinnit ym). Vertailukokeessa keskityttiin etenkin seuraaviin vaiheisiin kenttätyöskentelyssä:

- kenttämittarien toiminta ja laatutarkastelu
- näytteenottimen sopivuus ja käyttötapa
- näytteen esikäsittely kentällä (sekoitus/homogenointi) ja pakkaus
- kentällä suoritetun metanolikestäväinnin vaikutus haihtuvien öljyhiilivetyjen analyysituloksiin.

3 Näytteenottokohde

Vertailukoe toteutettiin 10.–12. syyskuuta 2012 Tuusulassa sijaitsevalla yksityisomisteisella, SOILI-ohjelmaan haetulla ja hyväksytyllä kiinteistöllä. Osa maaperästä oli bensiinillä pilaantunutta (Kuva 1). Toimintaan liittyvistä mahdollisista onnettomuuksista ei ole tietoa. Kiinteistöllä on asuinrakennus vuodelta 2000 ja entinen myymälärakennus vuodelta 1958. Ennen päivittäistavarakauppatoimintaa kiinteistö oli maatalousmaata. Kohteeseen oli tehty SOILI-ohjelman puitteissa ympäristötekniset tutkimukset ja kunnostussuunnitelma. Kohteen kunnostus aloitettiin huokoskaasukunnostuksena vertailukokeen suorittamisen jälkeen syksyllä 2012.



Kuva 1. Asemapiirros näytteenottokohteesta. Osallistajat R3, R8, R1, R4 ottivat näytteet vihreää linjaa pitkin ja R2, R7, R6, R5 oranssia linjaa pitkin lueteltuna vasemmalta oikealle.

Kohteessa oli harjoitettu polttoainejakelua päivittäistavarakaupan yhteydessä arviolta 1950-luvulta vuoteen 1966 asti. Bensiiniä oli varastoitu yhdessä käsipumpullisessa maanpäällisessä säiliössä. Säiliö sijaitsi jakelutoiminnan ajan ajotien vieressä, pientareella (kuva 1). Säiliö poistettiin jakelutoiminnan päätyttyä. Autojen huolto- tai pesutoimintaa kiinteistöllä ei ole harjoitettu.

Kunnostettavaksi arvioidun alueen pinta-ala on noin 160 m². Kohteessa oli havaittu haihtuvia öljyhiilivetyjä (C5–C10) noin 1 100 mg/kg 1–2 metrin syvyydessä (ylempi ohjearvo = 500 mg/kg). Kohteen haihtuvien öljyhiilivetyjen suhde BTEX-yhdisteisiin poikkeaa tuoreen bensiinin suhteesta. Kohteen maaperään sitoutuneen öljyn koostumus on siis muuntunut: haihtuvimmat yhdisteet ovat pääosin haihtuneet, veteen hyvin liukenevat yhdisteet kulkeutuneet kohteesta ja maaperässä helposti hajoavat yhdisteet ovat hajonneet.

Nurmipintaisen pihan pintamaassa on siltti - hiesukerros, jonka alla on hiekkaa n. 0,5 m. Hiekan alla on silttiä/savea n. 4 metrin syvyyteen, mistä alkaa hiekkainen maaperä. Kallion pinta on 2,8–6 metrin syvyydessä.

Kohteen läheisyydessä ei ole vesistöjä eikä se sijaitse tärkeällä pohjavesialueella. Kiinteistön salaojitukselta ei ollut saatavissa tietoa. Sade- sulamisvesiä varten ei ole erillistä viemärointia vaan ne imeytyvät maaperään. Ajotien laidassa on kunnallinen vesijohto, mihin kiinteistö on nykyisin liitetty. Viereisen kiinteistön kaivosta ei ole löytynyt kohonneita haihtuvien öljyhiilivetyjen pitoisuuksia.

4 Toteutus

4.1

Toteuttajat

Vertailun suunnitteluun ja toteutukseen osallistui seuraava asiantuntijaryhmä:

- Projektipäällikkö Seppo Nikunen, Pöyry Finland Oy, Öljyalan palvelukeskus Soili-ohjelma
- Erikoisasiantuntija Henrik Westerholm, Neste Oil Oy
- Projektipäällikkö Milja Vepsäläinen, Vahanen Environment Oy
- Juhani Tiainen, Senveco Oy
- Yksikön päällikkö Mirja Leivuori, SYKE
- Kemisti Jari Nuutinen, SYKE
- Erikoissuunnittelija Outi Pyy, SYKE
- Erikoistutkija Katarina Björklöf, SYKE

Laboratorionäytteet analysoitiin SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa, jossa määrityksistä vastasivat koordinaattori Anna-Mari Suortti ja laboratoriopäällikkö Olli-Pekka Jaakola. Kokeen järjestäjän PID-vertailumittarina käytettiin RAE Systems Inc, ppbRAE TM 3000 -mittaria, jonka mittausalue on 1 ppb–10 000 ppm.

4.2

Rahoitus

Vertailukokeen kokonaisbudjetti oli 31 000 €. Summassa ei ole kattavasti mukana suunnitteluryhmän ja vertailukokeeseen osallistuneiden ryhmien työpanos. Rahoittajia olivat Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus sekä vertailuun osallistuneet. Osallistumismaksu oli 500 euroa, joka kattoi n. 13 % kokonaiskuluista.

4.3

Osallistujat

Vertailukokeen järjestämisestä tiedotettiin eri alan toimijoille. Alustavan osallistumiskiinnostuksen osoittaneille toimijoille lähetettiin kutsukirje (Liite 1).

Vertailuun ilmoittautui kahdeksan näytteenottoa harjoittavaa yritystä. Raportissa osallistujille käytetään satunnaisesti annettuja tunnuksia R1–R8. Näytteenottoon osallistui yhdestä kahteen yrityksen edustajaa. Vertailukokeen osallistujat olivat:

- Ekokem Oy
- FCG Finnish Consulting Group Oy
- Golder Associates Oy
- PS-Palosaneeraus Oy
- Pöyry Finland Oy
- Ramboll Finland Oy
- WSP Finland Oy
- Vahanen Environment Oy = asiantuntijaorganisaatio

Vahnen Environment Oy toimi vertailukokeessa asiantuntijaorganisaationa. Heidän tunnustuksensa on R5. Vahnen Environment toteutti myös näytteenottimille tehdyn vertailukokeen.

4.4

Kairauslaitteisto

Näytteenotossa käytettiin vertailukokeen järjestäjän Destia Oy Geotutkimukselta vuokraamaa kairauslaitteistoa. Kalusto oli keskiraskas porakonekaira ja kalustoa ohjasi Kimmo Harju (Destia Oy). Käytettävissä oleva näytteenottokalusto oli ilmoitettu osallistujille etukäteen ja valikoima perustui ennakkokyselyssä saatuihin vastauksiin. Kukin osallistuja valitsi näytteenotossa käyttävän näytteenottimen. Tämän lisäksi osallistajat käyttivät järjestäjän valitsemaa sisäputkiotinta. Käytettävissä olivat seuraavat näytteenottimet:

- putkiotin (=iskuputki), koot: 50 mm, 90 mm
- kierrekaira (=auger), koot: 80 mm, 150 mm
- läpivirtausotin: pituus 26 cm, halkaisija 35/55mm (sisä-/ulkomitta)
- sisäputkiotin (=dual tube) koko: 64/50 mm

4.5

Osallistujien kenttämittarit

Vertailukokeen osallistujilla käyttivät seuraavia mittareita:

- Gas Alert, Micro5 PID (6 kpl)
- MiniRAE 2000 (1 kpl)
- Multirae PGM-50 (1 kpl)
- MiniRAE 3000 (1 kpl)

Merkittävin ero laitteissa on se, että osa on tarkoitettu henkilösuojaimiksi (kaasuhälytyn) ja osa varsinaisiksi kenttämittareiksi (taulukko 1).

Taulukko 1. Vertailussa käytettyjen PID-mittareiden ominaisuustietoja. Tiedot on kerätty valmistajien esitteistä.

		haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mitta-alue ja resoluutio (ppm)	haihtuvia orgaanisia yhdisteiden reagointi-aika (s)	Pumpun teho (cc/min)	Käyttö- ja varastointi-lämpötila (°C)	Akun kesto (h)	Paino (g)
Gas Alert Micro 5 PID	kaasuhälytyn	0-1 000: ± 1,0	-	250	-10-40	10	370
Multirae PGM-50		0-200: ± 0,1 200-2 000: ± 1,0	10	200-300	-20-45	10	450
Minirae 2000	kenttämittari	0-99: ± 0,1 100-10 000: ± 1,0	2	450-550	0-45	10	550
Minirae 3000		0-15 000: ± 0,1	2	450-550	-20-50	16	800
ppbRAE 3000		0-9,999: ± 0,001 10-99: ± 0,01 100-999: ± 0,1 1000-9999: ± 1	3	500	-20-50	16	740

Laboratorionäytteiden käsittely ja analysointi

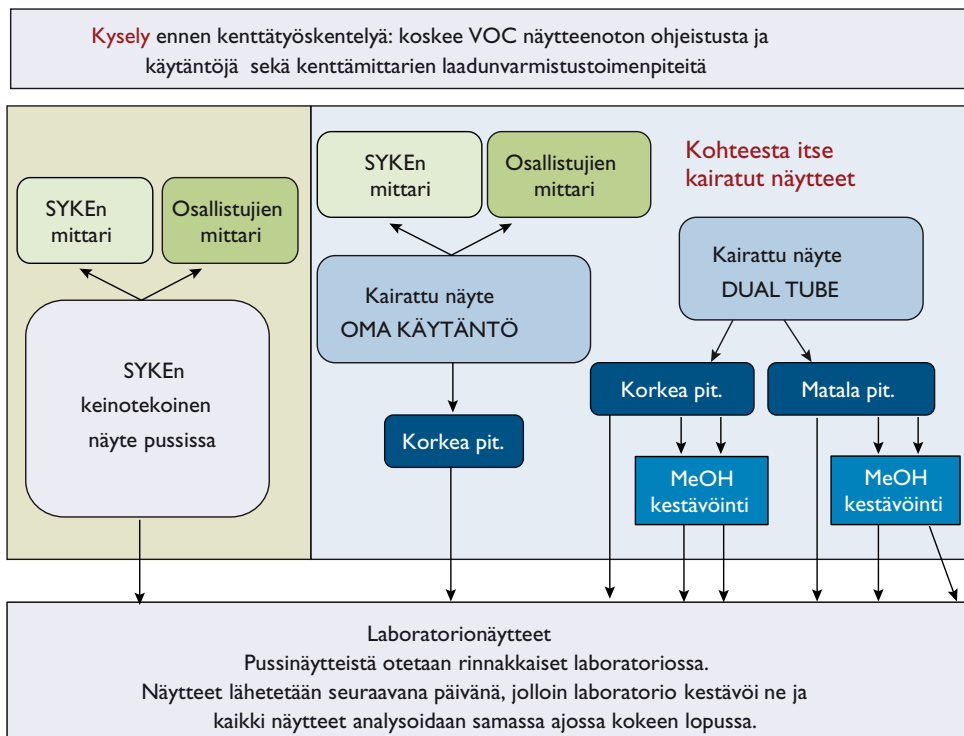
Vertailukokeen järjestäjät vastasivat näytteiden lähettämisestä SGS Inspection Services Oy:n Kotkan laboratorioon, joka vastasi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden laboratoriomäärityksistä. Laboratorio on FINAS- akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T156 (SFS-EN ISO/IEC 17025, www.finas.fi). Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrityksissä käytetty menetelmä perustuu SFS-EN ISO 22155:2007 standardiin.

Yksi osallistujaryhmän määrittämällä kairalla otettu näyte toimitettiin laboratorioon osallistujan omassa näyteastiassa. Lisäksi toimitettiin laboratoriomäärityksiin kaksi maanäytettä (pieni/iso pitoisuus) omassa astiassa sekä vastaavat metanolikestävöidyt näytteet (kuva 2). Myös kenttämittauksissa käytetystä synteettisestä näytteestä tehtiin laboratoriomääritys Jokaisesta näytteestä (yhteensä 8 kpl/osallistuja) määritettiin seuraavat haihtuvat orgaaniset yhdisteet:

- bentseeni
- tolueni
- etyylibentseeni
- ksyleenit
- bensiinijakeet C5-C10

Laboratorioon toimitetut maanäytteet (pussi tai lasiastianäytteet) analysoitiin pääsääntöisesti rinnakkaismäärityksinä. Joka viidennestä metanolikestävöidystä näytteestä tehtiin rinnakkaismääritykset.

Näytteenottokaavio



Kuva 2. Vertailukokeen toteutus ja määritykset.

Vertailukokeen toteutus

Vertailuun kuului kolme testiosiota (kuva 2). Ennen vertailukokeen kenttäosuutta osallistujille toimitettiin ennakkokysely, jossa kartoitettiin osallistujien haihtuvien öljyhiilivetyjen näytteenoton käytäntöjä ja kenttämittarien ohjeistusta sekä laaduntarkkailun käytäntöjä (liite 2). Näitä tietoja verrattiin myöhemmin osallistujien kenttätoimintaan. Lisäksi ennen vertailun kenttäosuutta osallistujille toimitettiin kenttätyöskentelyohjeet (liite 3).

Kenttäosuudessa jokainen osallistuja sai työskennellä kohteessa korkeintaan 2,5 tuntia, mikä osoittautui riittäväksi ajaksi. Jokaisen osallistujan ja SYKEN kenttämittauslaitteen toiminta tarkastettiin isobutyleeni- kalibrintikaasulla (10 ppm). SYKEN valmistamaan synteettisen näytteen (liite 4) pitoisuutta mitattiin osallistujien ja SYKEN mittareilla yhtä aikaa niin, että molempien mittarien letkut olivat pussissa samanaikaisesti. Synteettisessä näytteessä oli 200 g hiekkamaata kaasutiiviissä pussissa. Pussiin oli lisätty tunnettu määrä ksyleeniä. Synteettisen näytteen valmistus ja laaduntarkkailu on kuvattu liitteessä 4. Synteettisestä näytteestä mitattuja kenttämittarilukemia verrattiin samasta näytteestä tehtyyn laboratorioanalyysin tulokseen.

Näytteenotto-osuudessa kairattiin kaksi näytepistettä; toinen osallistujien omien käytäntöjensä ja toinen vertailuun valitun käytännön mukaisesti (ns. sisäputki-menetelmä). Sisäputken käyttöä ohjeistettiin tarvittaessa suullisesti.

Laboratorioanalyysissa käytetyn kansainvälinen standardin SFS-EN ISO 22155:2007 mukaan näyte tulee kestävöidä metanoliin heti näytteenoton jälkeen kentällä. Tästä suosituksesta poiketaan usein Suomessa, koska oletetaan, että huonot sääolot helposti kumoavat saadun hyödyn, kun pieni näytemäärä siirretään kestäväintiastiaan kentällä. Myös metanolikäsittely ja metanolin kuljetus kentälle koetaan hankalaksi.

Vertailussa tutkittiin, vaikuttiko näytteiden metanolikestäväintä kentällä näytteiden haihtuvien öljyhiilivetyjen pitoisuustuloksiin laboratoriossa. Jokainen osallistuja valitsi kenttämittausten perusteella sisäputki-menetelmällä otetuista näytteistä yhden korkean pitoisuuden näytteen ja yhden matalamman pitoisuuden näytteen. Molemmat näytteet jaettiin kentällä kolmeksi osanäytteeksi. Näistä kaksi säilöttiin metanolia sisältäviin astioihin (noin 20 g maata 20 ml metanolia) ja yksi lähetettiin osallistujan käytännön mukaan joko kaasutiiviissä pussissa tai lasipurkissa laboratorioon (ks. kuva 2).

Näytteenottajan itse valitsemalla kairakalustolla otetuista näytteistä valittiin yksi lähetettäväksi laboratorioanalyysiin. Tämä näyte lähetettiin näytteenottajan tavallisesti käyttämässä näyteastiassa. Tarkoituksena oli verrata eri näytteenottimien soveltuvuutta haihtuvien öljyhiilivetyjen näytteenotossa.

Kentällä käytettiin järjestäjän toimesta metanolikestäväinnin nollanäytteitä. Ne olivat metanolikestäväintipulloja, jotka avattiin kentällä mutta astiaan ei lisätty maata. Mikäli nollanäytteessä havaittaisiin laboratorioanalyysissä haihtuvia öljyhiilivetyjä, on syytä olettaa, että näytteet ovat kontaminoituneet. Laboratoriossa pussi- tai lasipurkinäytteistä tehtiin rinnakkaismääritykset. Toistettavuus kahden laboratoriönäytteen välillä vaihteli 1–7 % ja kenttänolla näytteet olivat puhtaat (Taulukko 2).

Taulukko 2. Laboratoriomääritysten toistettavuus (CV%) sekä kenttänäytteen analyysitulokset kuivapainoa kohden.

	Bentseeni	Tolueeni	Etyyli- bentseeni	m+p-Xyleeni	o-Xyleeni	C5-C10
	CV %					
Kahden rinnakkais- näytteen ero (n=10)	7,0	1,7	1,0	2,3	2,8	2,7
	Yhdiste (mg/kg k.a.)					
kenttänäytteen R3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,04	<0,02	<5
kenttänäytteen R8	<0,02	<0,02	<0,02	<0,04	<0,02	<5

5 Tulokset

5.1

Kenttämittaukset

Referenssimittarin nollaus tehtiin kentällä mittauspäivän aluksi nollausputkien avulla (VOC zeroing tube, P/N 025-2000-010, Rae Systems). Referenssimittari kalibroitiin päivittäin kohteessa isobutyleeni 10 ppm -kaasulla (Calgaz). Kalibrointikaasun ilmoitettu tarkkuus on +/- 2 %. Referenssimittarin toistettavuus määritettynä kentällä 14. peräkkäisellä mittauksella oli 10.7 ppm (CV % = 3.1). Referenssimittarin mittaustulokset tallennettiin automaattisesti dataloggeriin, jonka tiedot tallennettiin päivittäin tietokoneelle. Ensimmäisen päivän tuloksien (ma 10.9.) automaattisesti tallennetut tiedot hävisivät yritettäessä tallentaa niitä tietokoneelle.

Ennakkokyselyssä (liite 2) osallistujat esittivät monia kenttätutkimuksissa huomioitavia asioita. Kenttäosuudessa osallistujat nostivat vastaavat huomiot keskusteluissa esiin, kuten

- pumpun tehokkuus vaikuttaa tuloksiin,
- tulokset ovat riippuvaisia sääolosuhteista, kuten lämpötilasta ja ilman-
kosteudesta,
- tuuliolosuhteet häiritsevät mittausta, jos näyte ei ole suljettavassa astiassa
tai pussissa,
- maalajit vaikuttavat siihen, kuinka hyvin maasta irtoaa haihtuvia orgaanisia
yhdisteitä huokoskaasuun,
- lukeman muuttaminen maaperäpitoisuudeksi (mg/kg) on hankalaa sekä
- mittarin akulla on lyhyt käyttöikä kylmässä.

Käytettyjen kenttämittareiden tai hälytyslaitteiden imuletkun materiaali oli usein teflonia (liite 2). Tämä on hyvä, koska jotkut muovit (silikoni, tygon) on todettu absorboivan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Myös laitetoimittajat suosittelivat teflonletkua.

Kenttämittareita käytettiin suuntaa-antavasti, mikä on tarkoituksenmukaista (liite 2). Kaikki osallistujien PID-mittarit tai hälytyslaitteet oli huollettu ja/tai kalibroitu kesän tai syksyn aikana 2012. Kolme osallistujaa (R3, R4, R6) ilmoitti myös kalibrointikaasun hyväksymisrajat. Kolme osallistujaa (R2, R3, R4) suorittivat mittarinsa kalibrointitarkastuksen kentällä. Kalibroinnin tarkastus kenttämittauksesta poikkeavissa olosuhteissa voi aiheuttaa systemaattista virhettä kenttämittauksiin. Sillä esim. lämpötila ja ilman kosteus vaikuttavat mittaustuloksiin. Kaksi osallistujaa testasi kenttämittarin reagoinnin haihtuvin yhdisteisiin spriitussilla. Valmistajien ilmoittama laitteiden pakkasensietokyky (taulukko 1) voi talviolosuhteissa aiheuttaa ongelmia laitteiden toiminnalle.

Kuusi osallistujaa käytti PID mittaukseen Gas Alert, Micro5 PID - mittaria, joka on tarkoitettu kaasuhälyttimeksi (henkilösuojaimeksi). Tämä mittari ei kvantitatiivisesti mittaa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä yli 1000 ppm pitoisuudessa. Vertailukohteen maaperän haihtuvien öljyhiilivetyjen pitoisuudet olivat usein yli 1 000 ppm.

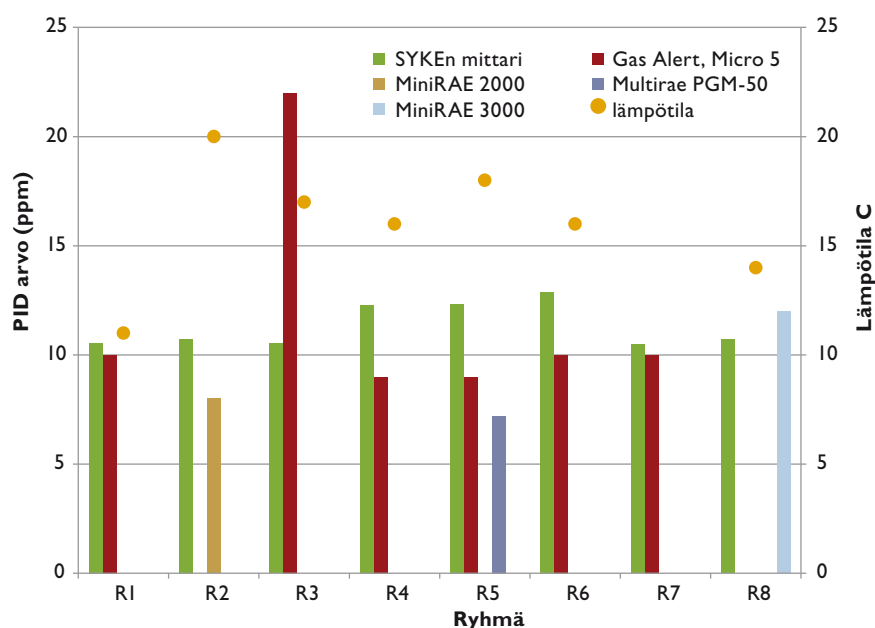
Kenttätyöskentelyssä PID- mittarin lukema kirjattiin tulokseksi, kun mittarilukema oli tasaantunut. Eri mittareita verrattaessa tuli selkeästi esille, että mittarin pumpun teho ja kunto ovat ratkaisevia luotettavan tuloksen saamiseksi. Mittausajan pidentyminen saattaa johtua pumpun toiminnan heikkenemisestä. Myös liian pitkä imuletku vaikeuttaa stabiilin mittarilukeman saamista sekä pidentää huomattavasti mittausaikaa. Myös lamppu ja sensori tulisi puhdistaa luotettavan mittaustuloksen saamiseksi. Henkilösuojaimissa lamppu ja sensori ovat usein pumpun jälkeen, jolloin niiden puhdistaminen kentällä on vaikeaa.

Osallistujien kalibrointikaasujen mittaustulokset vaihtelivat 7,2–22 ppm. Tulosten keskiarvo oli 10,8 ppm (kuva 3). Tuloksissa havaittiin poikkeava tulos osallistujalla R3. Poikkeavuuteen ei löydetty selvää syytä. Sekä kalibrointikaasumittauksissa että synteettisen näytteen kenttämittauksissa osallistujien tulokset olivat usein pienempiä kuin SYKEN käyttämän referenssimittarin tulos (kuva 4). Yksi syy tähän voi olla se, että osallistujien kenttämittarien pumpun teho oli usein pienempi kuin referenssimittarin. Myös pussin imeytyminen letkuun aiheutti pienemmän tuloksen yhdessä referenssimittauksessa (merkitty tähdellä kuvassa 4).

Monella osallistujalla oli ongelmia kenttämittarin nollauksen kanssa mittausten välissä, koska osassa näytteissä pitoisuudet olivat hyvin korkeita. Havaittiin myös, että kairakoneen pakokaasussa oli haihtuvia orgaanisia yhdisteitä noin 20 ppm. Tästä syystä kairakone sammutettiin heti kairauksen jälkeen ja kenttämittareiden nollaukset suoritettiin kauempana kairauskohteesta.

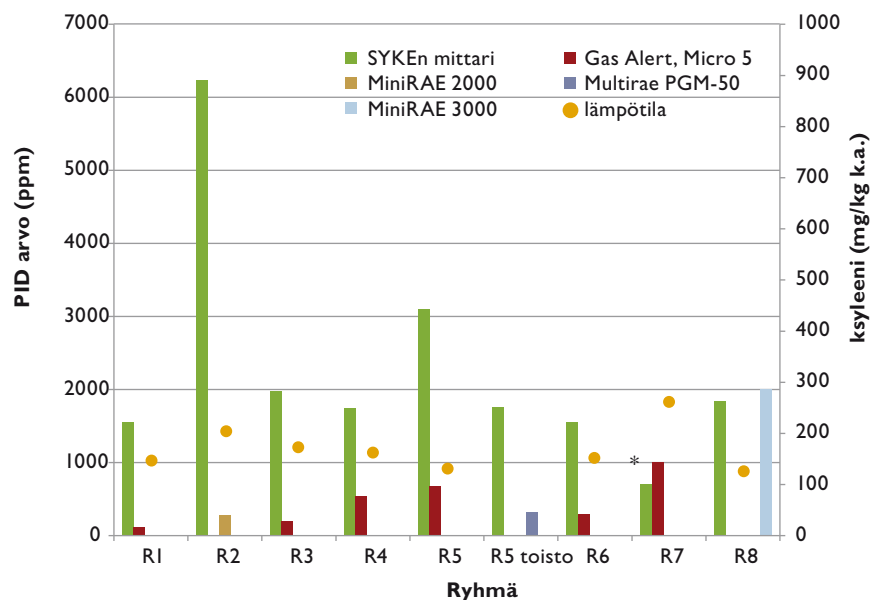
Kenttämittarien tulokset ja synteettisen näytteen kemiallisessa määrittämisessä mitatut ksyleenipitoisuudet eivät korreloi keskenään (kuva 4). Tämä johtuu siitä, että kenttämittarit määrittävät eri olomuodossa (faaseissa) olevia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä kuin laboratoriomääritykset. Laboratoriomäärityksessä määritetään maapartikkeleihin sitoutuneita haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Kenttämittarit tai hälytyslaitteet mittaavat vain huokoskaasussa olevia haihtuvia yhdisteitä.

Vertailussa käytettyjen synteettisten näytteiden ksyleenipitoisuudet vaihtelivat välillä 125–260 mg/kg kuivapainoa kohti (kuva 5). Näytteet R7A (165 mg/kg kuivapainoa kohti) ja R1A (190 mg/kg kuivapainoa kohti) lähetettiin kentältä avamat-

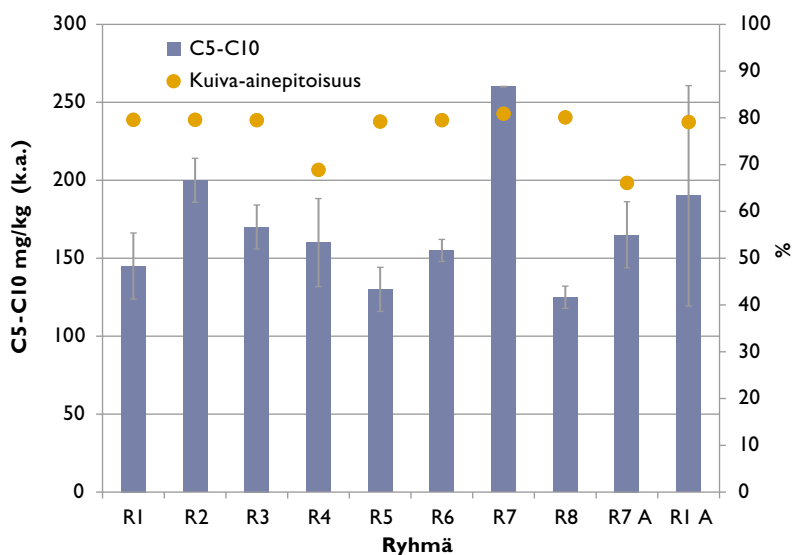


Kuva 3. Ryhmien kenttämittarilla mitatut kalibrointikaasutulokset verrattuna SYKEN referenssimittariin sekä mittaushetken lämpötila.

tomina laboratorioon. Näiden näytteiden ksyleenipitoisuudet eivät merkittävästi eronneet kentällä avattuihin ja kenttämittareilla mitattuihin näytteisiin (keskiarvo = 168 mg/kg kuivapainoa kohti) verrattuna. Tämä viittaa siihen, että kenttämittauksen aikana synteettisestä näytteestä poistunut kaasu ei merkittävästi vaikuta alkuperäiseen näytteen pitoisuuteen. Vaikutus on todennäköisesti suurempi ksyleeniä helpommin haihtuvien yhdisteiden määrittämisessä.

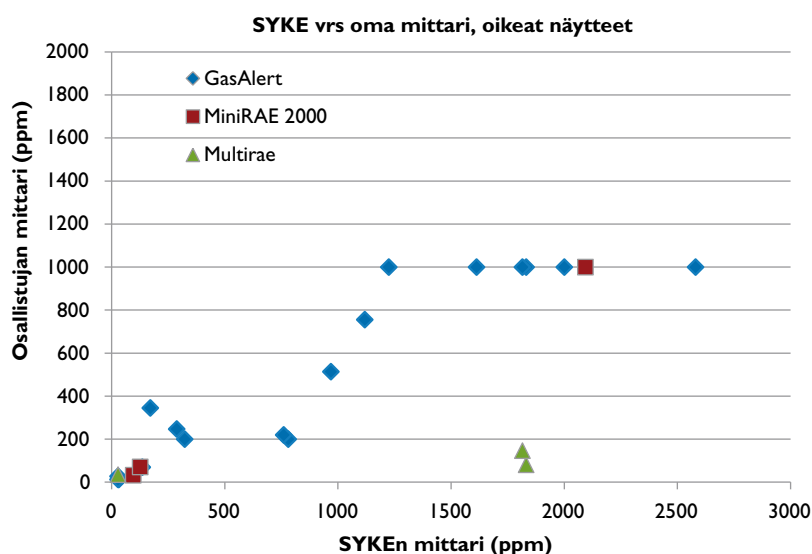


Kuva 4. Ryhmien kenttämittarilla mitatut synteettisen näytteen kenttämittaustulokset verrattuna SYKE:n referenssimittariin sekä kemiallisesti määritettyyn pitoisuuteen.



Kuva 5. Kemiallisesti määritetyt haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet yksittäisissä synteettisissä näytteissä (säilytetty kaasutiiviissä pusseissa kenttämittaukset jälkeen). R7A ja R1A näytteet ovat avaamattomia näytteitä, joista pitoisuuksia ei ole mitattu kenttämittarilla. Rinnakkaismääritysten hajonta on esitetty virhepalkkina.

Myös kairattujen näytteiden haihtuvien aineiden pitoisuuksia mitattiin osallistujien kenttämittareilla rinnakkain SYKEN referenssimittarilla kanssa. Tulospöytäkirjasta havaitaan, että kaikkien osallistujien tulokset olivat aina pienempiä kuin referenssimittarilla mitattuina (kuva 6). Usein osallistujien keräämät pienen pitoisuuden maanäytteet sisälsivät huomattavia määriä haihtuvia yhdisteitä (yli 1 000 mg/kg kuivapainoa kohti; kuva 17). Kentällä keskusteltiin siitä, miten mittaus tulisi pussista tehdä. Mittari antaa eri tulokset eri mittaustavoilla. Jos pussi imetään tyhjäksi, nousee tulos isommaksi kuin jos pussiin pääsee kulkeutumaan korvausilmaa. Tällöin mittarinnollaantuminen voi kestää kauemmin. Lisäksi riski lampun likaantumisen suuren pitkäaikaisesta pitoisuudesta ja kosteudesta kasvaa.



Kuva 6. Osallistujien mittaustulokset verrattuna SYKEN referenssimittarin tulokseen kohteessa.

5.1.1

Suosituksia koskien kenttämittareiden käyttöä:

- *Minimivaatimus:* Laitevalmistajien kalibrointi ja kalibrointitarkastuksen ohjeita pitää noudattaa. Spriitussi ei korvaa kalibrointikaasua.
 - Kalibrointi tulisi suorittaa sillä pitoisuusalueella, jolla kenttätulosten oletetaan olevan. Kentällä kalibrointitarkistus tehdään samalla kaasulla.
 - Suositellaan kolmepistekalibrointia, sillä se parantaa kalibroinnin lineaarisuutta ja tulosten luotettavuutta.
- Suositellaan käytettäväksi muita kuin henkilösuojaimiksi tarkoitettuja kenttälaitteita haihtuvien öljyhiilivetyjen mittaamiseen.
 - Jos käytetään henkilösuojaimiksi tarkoitettuja kenttälaitteita, tulee huomioida niiden toimintarajoitukset (mm. määritysalueeseen).
- Organisaatioissa nimetään kenttämittareille vastuuhenkilöt, määritetään huolto- ja kalibrointivälit sekä ohjeistetaan käyttäjiä mittareiden käyttöön mm. kalibroinnin tarkistamiseen.
 - Ohjeiden tulee kattaa myös lampun ja sensorin säännöllinen puhdistus.
- Tutkimusraporteissa tulee dokumentoida tiedot kenttälaitteiden laadunvarmistustoimenpiteistä.

- Jokainen laboratorioon lähetettävä näyte mitataan kenttämittarilla. Kenttämittausten avulla mm. valitaan laboratorioon lähetettävät näytteet. Näiden tulosparien avulla pystytään arvioimaan luotettavammin maaperäpitoisuustasoa kenttälaitteiden näyttämän lukeman perusteella myös niiden näytteiden osalta, joista ei tehdä laboratorioanalyyssejä.
- Kentällä tulee välttää tilanteita, jossa mittauksissa imetään näytepussityhjiin vakuumiksi. Hyvän PID mittarin vasteaika on lyhyt.

5.2

Osallistujien toiminta kentällä

Vertailukokeen toteutuksen yhteydessä havaittiin, että osallistujien toiminta kentällä erosi usein ennakokyselyssä kuvatuista käytännöistä. Tämä johtuu osallistujien mukaan siitä, että eri näytteenottajilla on usein omat käytännöt, jotka hän päättää kohdekohtaisesti esim. alueen maalajin mukaan. Siksi yleispätevän yksityiskohtaisen ohjeistuksen laadinta koetaan vaikeaksi.

Jo aiemmissa maaperänäytteenoton vertailukokeissa havaittiin puutteita näytteenottajien kenttätyöskentelyn työturvallisuudessa. Nyt toteutetussa vertailussa havaittiin edelleen työturvallisuudessa ongelmia. Kaikki osallistajat eivät käyttäneet turvakypärää ja suojakäsineiden käyttö oli puutteellista. Käytettyjen suojakäsineiden materiaaleissa oli suuria eroja eivätkä ne aina vastanneet tarkoitusta (esim. aseptiseen työskentelyyn tarkoitettuja suojakäsineitä).

Vertailuun osallistuneista organisaatioista osallistui kenttäosuuteen yksi tai kaksi henkilöä. Osallistujista muut paitsi osallistuja R8 olivat sertifioituja näytteenottajia.

Putkiottimista ja läpivirtausottimesta osallistajat keräsivät näytteet yleensä ämpäriin, mistä osanäyte otettiin Minigrip- tai Rilsan- pussiin (kuva 7A). Pussista suoritettiin kenttämittaus ja tarvittaessa otettiin osanäyte laboratorioon. Muutamat osallistajat ottivat näytteet suoraan näytteenottimesta kaasutiiviisiin pusseihin. Koko pussissa oleva näyte-erä lähetettiin laboratorioon kenttämittauksen jälkeen (kuva 7B). Näytteenottajan tulee lähettää laboratorioon edustava näyte, josta labora-



Kuva 7. Näytteet otettiin useimmin ämpäriin, josta kerättiin osanäyte astiaan. Astiassa olevasta näytteestä tehtiin kenttämittaus ja otettiin edustava osanäyte laboratorioon (A). Muutamat osallistajat ottivat laboratorioon näytteet suoraan näytteenottimesta kaasutiiviisiin pusseihin, joka oli suoraan laboratorioonäyte tai pussista otettiin vielä edustava osanäyte laboratorioon (B).

torion henkilökunta ottaa analysoitavan näytteen. Kierrekairassa olevasta maanäytteestä tutkittiin suoraan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet kenttämittarilla ja pitoisuusmittauksien perusteella valittiin edustavat näytteet laboratorioon lähetettäväksi (kuva 8).

Osallistujat R4 ja R7 siirsivät laboratorio näytteet lasipurkkeihin kaasutiiviistä pussista kenttämittauksen jälkeen. Osallistujat R1 ja R8 kestävöivät laboratorio näytteet metanoliin rutiininomaisesti kentällä ja toimittivat toisen näytteen lasipurkissa kuivapainomääritystä varten. Kaksi osallistujaa (R1, R4) käyttivät alumiinifoliota näytenpurkin ja kannen välillä parantamaan purkin tiivyyttä. Osallistuja R8 siirsi näytteen iskuputkesta ja sisäputkesta muovisukkaan. Muovisukka avattiin kenttämittauksia varten ja samalla kerättiin laboratorioon lähetettävä näyte kaasutiiviiseen pussiin (kuva 9). Muovisukassa maalajit pysyivät suhteellisen sekoittumatta toisiinsa. Osallistuja R2 jakoi näytteet kahteen eri pussiin nostamalla osanäytteet ämpäristä systemaattisesti vuorotellen kenttämittaukseen ja laboratorio näytteeksi.

Vertailukoe osoitti, että näytteiden kenttäkäsitelyssä on eroja ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteitä säilytetään suojaamattomina avoimessa astiassa huolimatta aiempien vertailukokeiden suosituksista. Tällöin haihtuvat helposti haihtuvat yhdisteet mm. tuulen ja lämpötilan vaikutuksesta. Vaikka osallistujilla oli kylmälaukkuja, niitä ei aina käytetty tai niissä ei ollut kylmävaraajia. Lisäksi havaittiin, että käytettyjä lusikoita sekoitettiin puhtaiden kanssa. Ristikontaminaatiota ehkäistiin pyyhkimällä näytteenottovälineet nostojen välissä. Osallistuja R2 käytti vettä puhdistuksessa. Lusikat pyyhittiin usein puhtaalla paperilla tai käytettiin kertakäyttöisiä lusikoita. Järjestäjän palaute osallistujien kenttätoiminnasta on kuvattu taulukossa 4.

Vertailukokeen aikana otetut nollanäytteet (näytteet R3 ja R8, taulukko 2) olivat kemiallisten määritysten perusteella puhtaita, joten kenttä näytteenoton ympäristö pysyi vertailukokeen aikana puhtana.

Osallistujat R4 ja R7 keräsivät laboratorioon lähetettävät maanäytteet lasipurkkeihin. Näiden osallistujien metanoliin kestävöityjen osanäytteiden pitoisuudet olivat usein korkeammat kuin laboratorioissa käsitellyissä näytteissä. Vaikka vertailtavana on vain muutama lasipurkissa toimitettu näyte, voidaan tuloksista arvioida, että haihtuvat yhdisteet saattavat hävitä lasipurkin täytön aikana, ne säilyvät huonommin lasipurkissa kuin kentällä metanoliin kestävöity näyte tai edustavan osanäytteen otto laboratorioissa on vaikeaa.



Kuva 8. Kierrenäytteenottimessa olevan maanäytteen haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet mitattiin usein suoraan näytteenottimessa olevasta näytteestä kenttämittarilla.



Kuva 9. Osallistuja R8 keräsi putkiottimesta näytteen muovisukkaan, jolloin maanäytteen maalajit voitiin hyvin kartoittaa.

Taulukko 4. Järjestäjän palaute osallistujien kenttötoiminnasta.

Osallistuja	Vahvuus	Kehittämiskohde
R1	<ul style="list-style-type: none"> • Siistit työvälineet; kylmävaraajat, imeytystyyny reagensseille sekä suojana kuljetusastiassa • Huolellinen työskentely 	<ul style="list-style-type: none"> • Näytteitä ei säilytetty kylmässä ennen näyteasioihin siirtämistä. • Suojakäsineiden käyttö, kuulosuojaimet puuttuivat toiselta näytteenottajalta.
R2	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnistivat hyvin kenttämittariin liittyvät epävarmuudet; pumpun toiminta, huoltotarve, akun huono kestävyys, kalibrointi eri olosuhteissa. • Hyvät suojarusteet. • Näytteet kerättiin edustavasti kahteen kokoomanäytteeseen, josta toinen suljettiin tiiviisti heti ja toinen käytettiin kenttämittauksiin. 	
R3	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvät suojarusteet. • Näytteiden käsittely huomioiden haihtuvien yhdisteiden erikoispiirteet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorionäytteen määrän arviointi.
R4	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvät suojarusteet. • Ripeä toiminta, huomioiden haihtuvien yhdisteiden erikoisvaatimukset. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kenttämuistiinpanojen luetavuus • Pitkä PID-mittarin letku.
R5	<ul style="list-style-type: none"> • Huolellinen työskentely huomioiden haihtuvien yhdisteiden erikoispiirteet. • Tarkka kenttähavainnointi (mm. dokumentoitu alkanut sade, paineilman käyttö). 	<ul style="list-style-type: none"> • kenttämittarin (Multirae) toiminta epäluotettava? Pitkä lukeman tasoittumisaika.
R6	<ul style="list-style-type: none"> • Näytteenotto on osa laatujärjestelmää, jota valvoo laatupäällikkö. Laatupäällikkö oli osan aikaa mukana kenttäosiossa. • Siistit työvälineet ja järjestelmällinen työskentely 	<ul style="list-style-type: none"> • Työturvallisuudessa puutteita (puuttuva kypärä). • Näytteenotto ei noudattanut ennakkokyselyssä kuvattua esitettyä toimintaa.
R7	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkä kokemus näkyi toiminnassa, esim. sisäputken tyhjennyksessä. • Selkeät ja huolelliset kenttämuistiinpanot 	<ul style="list-style-type: none"> • Työturvallisuudessa puutteita (puuttuva kypärä, suojakäsineiden laatu). • Voisi kiinnittää enemmän huomiota ristikontaminaation ehkäisemiseksi.
R8	<ul style="list-style-type: none"> • Osallistujalla hyvät perustiedot • Näyte otettiin putkiottimesta muovisukkaan, jolloin maakerrokset eivät sekoittuneet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Näytteet pidettiin liian pitkään suojaamattomina ennen näyteasioihin laittamista. • Suojakäsineiden laatu.

5.2.1

Suosituksia koskien osallistujien toimintaa kentällä

- *Minimivaatimus:* Suunnitellaan ja toteutetaan kenttötoiminta niin, että näytteet pysyvät muuttumattomana koko näytteenottokehtun aikana (esim. vältetään haihtumista ja pidetään näytteet kylminä).
- Organisaation sisällä järjestetään tilaisuuksia, joissa verrataan eri näytteenottajien käytäntöjä ja kokemuksia sekä pyritään yhtenäistämään toimintatapoja parhaimpien käytäntöjen mukaisiksi. Toimintatavat kuvataan organisaation kirjallisessa ohjeistuksessa. Yksityiskohtaisia ohjeita pussien käsittelystä, sulkemisesta ja toiminnat erityyppiselle näytteenotolle tulisi olla.
- Organisaatioiden tulee järjestää riittävästi työturvallisuuskoulutusta, niin että henkilöstö ymmärtää asian tärkeyden ja noudattaa työturvallisuusohjeita. Hyödynnetään olemassa olevia oppaita esim. Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas (Työryhmä, 2006).
- Sovitaan laboratorion kanssa etukäteen miten paljon näytettä toimitetaan laboratorioon, mitä näyteastiaa ja kuljetusolosuhteita käytetään.

- Kenttätöskentelyssä kiinnitetään erityistä huomiota siihen, ettei näytteitä altisteta ilmalle haihtumisen välttämiseksi
 - Haihtuvien näytteiden näytteenotossa ei homogenoida maata vaan laboratorionäyte tulee kerätä useasta osanäytteestä (esim. 10) nostetun maapylvään sisältä edustavan haihtuvia öljyhiilivetyjä sisältävän näytteen saamiseksi.
 - Käytetään kaasutiiviitä pusseja haihtuvien yhdisteiden lähettämässä laboratorioon.
- Kiinnitetään huomiota kenttätöskentelyssä kontaminaation välttämiseen: puhtaat tavarat ja likaiset tavarat eivät sekoitu (esim. kylmälaukussa). Käytetään nollanäytettä aina tehtäessä metanoliikestävöintiä kentällä.

5.3

Näytteenottimien vertailu

Vertailussa tutkittiin neljän eri näytteenottimen mahdollisia vaikutuksia haihtuvien orgaanisten yhdisteiden analyysituloksiin. Tarkasteltava oli myös näytteenottimien käyttökelpoisuus ja käytännöllisyys kenttäolosuhteissa.

5.3.1

Putkiotin (iskuputki)

Putkiotin oli eniten käytetty näytteenotin tässä vertailussa. Putkiotin toimii siten, että teräksinen kruunupäinen putki isketään maahan kairakoneen avulla (kuva 10), jolloin maahan työntyvän putken sisälle virtaa maa-ainesta. Maalajista riippuen näyte tyhjennetään putkiottimesta mekaanisesti ravistelemalla, hakkaamalla tai paineilmaa



← Kuva 10. Yleisimmin käytetty näytteenotin oli tässä vertailussa putkiotin.

↑ Kuva 11. Putkiottimesta voidaan käyttää siivilää, joka vähentää näytteen huuhtoutumista ylösnoston aikana. (©Tero Kähkölä).

käyttäen. Tiheät maalajit, kuten tässä kohteessa oleva kuiva savi, eivät välttämättä valu putkesta ulos ravistelemalla, jolloin joudutaan käyttämään paineilmaa putken tyhjentämisessä. Näytteen tyhjentäminen paineilmalla voi vaikuttaa haihtuvien yhdisteiden pitoisuuteen näytteessä, koska paineilma todennäköisesti huuhtelee helposti haihtuvia yhdisteitä ulos näytteestä. Vertailussa kolmen osallistujan putkinäytteiden tyhjentämisessä jouduttiin käyttämään paineilmaa (R5, R6, R8). Paineilmaa savimaassa ei välttämättä näyttäisi vaikuttavan haihtuvien öljyhiilivetyjen mittaustuloksiin, koska osallistujilla R5 ja R6 putkinäytteenottimella otettu näyte sisälsi korkeampia haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia kuin sisäputkella otetut näytteet (kuva 14).

Vertailussa käytetty putkiottimen halkaisija oli 90 mm, mikä kasvattaa näytekoko huomattavasti verrattuna 50 mm putkihalkaisijaan. Käytettäessä pienemmän halkaisijan putkiotinta näyte lämpiää enemmän ja putki tukkeutuu maalajista riippuen helpommin. Halkaisijaltaan pienemmässä näytteenottimessa pysyvät kuitenkin löyhät maalajit paremmin.

Käytettäessä putkiotinta etenkin veden kyllästämissä maissa, hienoaines huuhtoutuu helposti pois näytteenottimesta. Tällöin voidaan käyttää putkiottimessa siivilää, joka vähentää näytteen huuhtoutumista ylösnoston aikana (kuva 11). Iskuputken päähän liitettävä siiviläosa koostuu sahanterätyyppisistä väkäisistä, jotka taittavat putkiottimen sisään iskettäessä putkea maahan. Väkäset taittavat takaisin putken suulle putkessa olevan maa-aineksen painaessa niitä alaspäin ylösnoston aikana. Tällöin näytteen huuhtoutuminen heikkenee. Osan irrottamisen jälkeen putki voidaan tyhjentää normaaliin tapaan. Siiviläosan mahdollisesta käyttötärpeestä tulee mainita kairauskaluston toimittajalle ennen näytteenottoa, sillä se ei tavanomaisesti kuulu kaluston vakiovarusteisiin.

5.3.2

Sisäputkiotin (Dual Tube)

Sisäputkiottimen toimintaperiaatteena on teräksisen ulkoputken sisälle asetettava kertakäyttöinen muoviputki, joka täyttyy maa-aineksella teräsputkea iskettäessä maahan. Muoviputket ovat kertakäyttöisiä ja maksavat joitakin kymmeniä euroja. Muoviputki pysyy teräsputkessa erillisen lukon avulla (kuva 12 A). Kun näyte on nostettu, sisäputkien päät suljetaan muovitulpilla.

Vertailukokeen järjestäjäryhmä päätti käyttää sisäputkea suositeltavana käytäntönä. Aikaisemman käsityksen mukaan tämä näytteenotin on ylivertainen haihtuvien yhdisteiden näytteenotossa pääasiassa siksi, että haihtuvat yhdisteet pysyvät näytteenottimen muoviputkessa hyvin (kuva 12 B). Muoviputki voitaisiin kentällä helposti halkaista pituussuunnassa näytteen ottamista varten. Käytäntö kuitenkin osoitti, että muoviputki on liian paksu leikattavaksi vahvalla mattoleikkurilla ja mattoleikkurin käyttö aiheutti turvallisuusriskin kentällä. Sisäputkiottimen sisäputken avaamiseen olisi pitänyt käyttää sille suunniteltua erillistä leikkuupöytää, mikä ei tässä vertailussa ollut käytettävissä. Tästä syystä osallistajat tyhjänsivät putket ravistelemalla tai naputtelemalla. Usein tämä ei onnistunut savisen maan takia ja käytännössä sisäputki oli hidas ja vaikea tyhjentää. Sisäputken tyhjentäminen savisesta maanäytteestä vaati lisätyökaluja, kuten vasaraa, lekaa tai harjanvartta (kuva 12 C). Jos sisäputki olisi hajonnut, terävät sirpaleet olisivat voineet hajottaa näytteenotopussin. Vetinen näyte valui muoviputkesta helposti ulos, mutta itse muoviputki jäi kiinni metalliseen ulkoputkeeseen. Rajoittavaksi tekijäksi katsottiin myös muoviputken pienen halkaisijan takia pintamaassa oleva kivinen maaperä, mikä voisi kairattaessa johtaa putken tukkeutumiseen. Tässä vertailukokeessa sisäputkiottimen edut eivät tulleet selvästi ilmi.

Vertailukokeen tavoin käytettynä sisänäytteenottimen etu on, että maalajeja pystyy hyvin tarkastelemaan muoviputkessa ja näyte voidaan rajata tiettyyn maalajiin. Osallistujien keskuudessa yhdeksi muoviputken eduksi havaittiin, että muoviputkessa oleva näyte voitaisiin sahata esimerkiksi maalajien mukaisiksi osanäytteiksi, jolloin osanäytteet voitaisiin lähettää tulpattuina laboratorioon haihtumisen ehkäisemiseksi. Näin toimien näytteistä ei kuitenkaan voida tehdä kenttämittauksia pitoisuustason arvioimiseksi.

5.3.3

Kierrekaira (Auger)

Kierrekaira sopii erityisesti hienojakoisten maalajien tutkimiseen. Kierrekaira ei lämmitä maa-ainesta näytteenoton aikana yhtä paljon kuin muut porakonekairalla käytettävät näytteenottimet. Kierrekairalla näytteenotto tapahtuu kairaamalla näytteenottimen kierreosa maahan, jolloin kierteiden väliin kertynyt näyte nostetaan ylös kairakoneen avulla. Kierrenäytteenottimessa olevan maanäytteen maakerrosprofiilia on helppo tutkia ja haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet mitattiin kenttämittareilla usein suoraan näytteenottimessa olevasta näytteestä (kuva 8). Pintakerros poistetaan,



Kuva 12. Sisäputkinäytteenotin oli suositeltava käytäntö tässä vertailussa. Putki kiinnitettiin teräksiseen näytteenottoputken erillisen lukon avulla (A). Näyte otetaan näytteenottimesta siististi muoviputkessa, josta näkee selvästi maalajit (B). Käytännössä sisäputken tyhjentäminen vaatii työkaluja (C).

jotta ylösnoston aikana avoimeen näytteeseen mahdollisesti sekoittunut maa-aines saadaan poistettua. Lisäksi näin maa-aineesta saadaan otettua näyte, joka ei juurikaan altistu ilmalle.

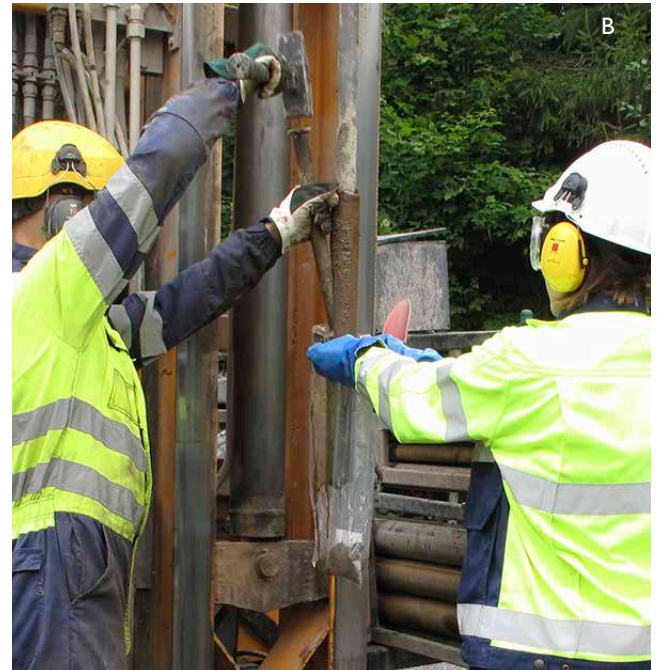
Tässä vertailukokeessa kolme osallistujaa (R1, R5, R8) käytti kierrekairaa. Savinen maa pysyi hyvin halkaisijaltaan 80 mm:ssä näytteenottimessa. Käytetyn näytteenottimen kierreosuuden pituus oli alle yhden metrin, jolloin yhden metrin kerrospaksuutta kuvaavaan näytteeseen jouduttiin ottamaan kahden noston osanäytteet. Näytteet otettiin lusikoimalla maa-ainesta suoraan näyteastiaan tai pussiin. Osa osallistujista piti näytteet pitkään suojaamattomina näytteenottimessa, maalajien tunnistamista tai kenttämittauksien tekemistä varten, ennen varsinaisen näytteen ottamista. Tämä lisää riskiä, että osa tutkittavista yhdisteistä ehtii haihtua. Vertailukokeen kemialliset analyysitulokset eivät kuitenkaan tue tätä oletusta (kuva 14). Kaasunvaihto hienojakoisessa maalajissa on hidasta ja siksi näytteen sisäosista ei todennäköisesti haihtunut orgaanisia yhdisteitä merkittävästi. Toisaalta vertailussa käytetyn kohteen maaperä oli pilaantunut 1950–60 luvulla, jolloin kaikkein helpoimmin haihtuvat öljyhiilivedyt ovat jo todennäköisesti haihtuneet ja haihtumisriski näytteiden käsittelyssä pienenee.

5.3.4

Läpivirtausotin

Läpivirtausotinta käytetään kuten putkiotinta. Läpivirtausotimen tyhjennys toimii siten, että näyte työnnetään alakautta metallitangon tai muun työkalun avulla ulos läpivirtausotimen sivussa sijaitsevasta aukkokohdasta (kuva 13 A). Näytteenotin soveltuu hyvin haihtuvien yhdisteiden näytteenottoon, koska tyhjennys työkalun avulla mahdollistaa näytteenoton ilman paineilmaa myös hienojakoisesta maasta.

Kaksi osallistujaa (R4, R5) käytti läpivirtausnäytteenotinta. Savinen maaperä aiheutti myös tämän näytteenottimen kohdalla ongelmia. Näyte jouduttiin tyhjentämään käyttäen erilaisia työkaluja (kuva 13 B). Osallistajat totesivat, että läpivirtausotin oli hidas, koska käytettävän putken pituus tässä vertailussa oli vain 0,3 m. Yksi nostoker-



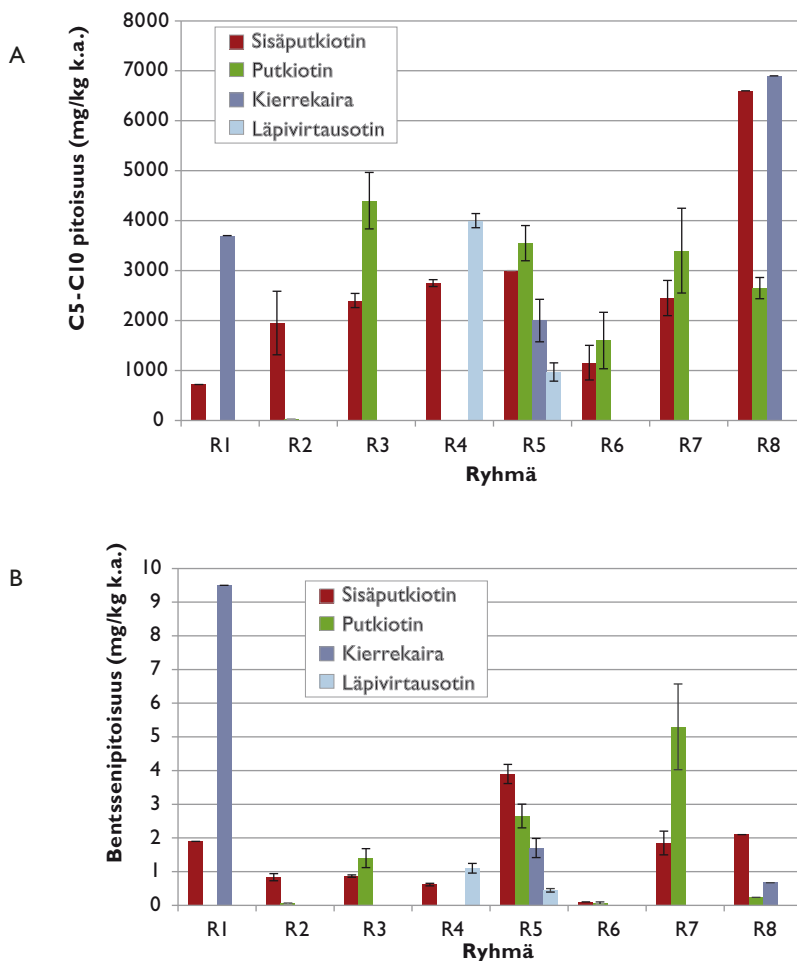
Kuva 13. Läpivirtausotin toimii niin, että näyte työnnetään alakautta metallitangon avulla ulos läpivirtausotimen aukkokohdasta (A). Maaperän laadusta riippuen näytteenottimen tyhjentämisessä joudutaan käyttämään erilaisia työkaluja läpivirtausotimen tyhjentämiseen (B).

ta tuotti vain vähän näytettä, joten riittävän näyttemateriaalin saamiseksi jouduttiin yhdistämään useamman nostokerran näytteet kokoomanäytteeksi. Vertailussa käytetty 30 cm:n pituinen otin ei mahdollistanut edustavaa näytteenottoa. Myöskään pilaantuneisuuden toteaminen oikeasta kerroksesta lyhyiden näytteenottovälien vuoksi ei välttämättä onnistunut. Lisäksi pilaantuneessa maassa läpivirtausotin voi aiheuttaa puhtaampien kerrosten kontaminaatiota.

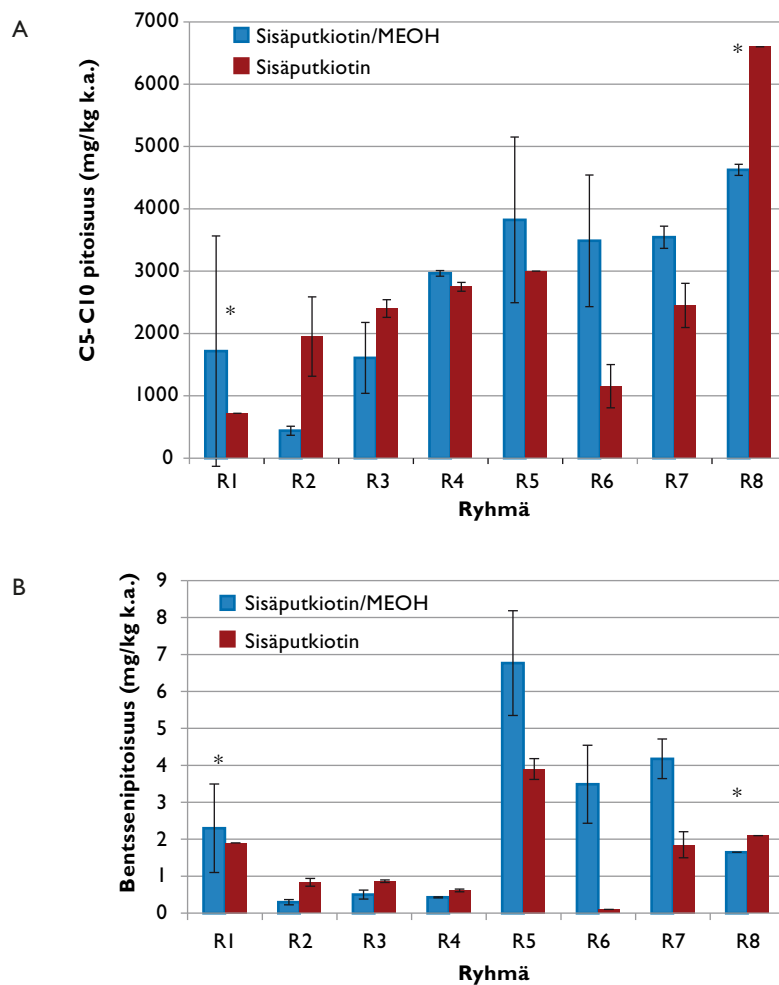
5.3.5

Näytteenottimen vaikutus

Tutkimuksessa vertailtavana olleiden näytteenottimien eroavaisuuksien todettiin liittyvän lähinnä soveltuvuuteen hienojakoisiin maa-aineksiin sekä näytteenoton sujuvuuteen (mm. nopeus). Tutkimustulosten kannalta näytteenottimien välillä ei havaittu systemaattisia eroja (kuva 14), joten kaikki tässä vertailussa käytetyt näytteenottimet ovat käyttökelpoisia haihtuvia yhdisteitä tutkittaessa vastaavanlaisissa tilanteissa. Tulokset viittaavat siihen, että maaperän heterogeenisuus ja muut näytteenottoon liittyvät toimenpiteet todennäköisesti vaikuttavat tässä tutkimuskohteessa enemmän C5-C10- ja bentseenipitoisuuksiin kuin käytetty näytteenotin. Taulukossa 5 on esitetty yhteenvetona näytteenottimista tehdyt havainnot.



Kuva 14. Viereisten kairausreikien C5-C10 - (A) ja bentseenipitoisuudet (B) käytettäessä kairauksessa eri näytteenottimia.



Kuva 15. Metanolikestävännin vaikutus C5-C10 (A) ja bentseenitulokseen (B) isommissa pitoisuuksissa.* R1 ja R8 osallistujien molemmat näytteet ovat metanolissa.

Taulukko 5. Yhteenveto näytteenottimista tehdyistä havainnoista.

	Hyvää	Huonoa	Huomioita
Iskuputki	Soveltuvuus kaikille maalajeille, helppo tyhjennys, näytteenotto myös pohjaveden pinnan alapuolelta	Paineilman käyttö saattaa olla välttämätöntä (mm. hienoaines), vaikea puhdistaa, näytteen lämpeneminen	Lämpenemistä tapahtuu lähinnä iskettäessä kiviseen maaperään. Mahdollisuus käyttää tarvittaessa valumista estävä siivilä.
DuaL Tube	Kertakäyttöinen muoviputki (puhdas ja tiivis), maalajien tarkkailtavuus	Tyhjennys, rikkoutumisvaara, muoviputken hinta	Pitäisi olla halkaisupöytä, että näytteenotossa saataisiin etua.
Läpivirtausotin	Tyhjennys ilman paineilmaa tiheistäkin maalajeista, tyhjennys ei vaadi väliaikaista näyteastiaa (mm. ämpäri).	Vaatii apuvälinettä tyhjentämiseen, näytteenottimen lyhyys (näytepituus 32–35 cm).	Apuvälineen käyttö saattaa hidastaa ja hankaloittaa putken tyhjentämistä. Saatavilla on myös pidempiä läpivirtausottimia.
Auger	Soveltuu hyvin hienoaineksesta koostuvaan maaperään, maakerrosprofiilin tarkkailtavuus, ei lämmitä näytettä	Näytteen pitkäaikainen altistuminen ilmalle, kontaminaatio-riski putkea ylösnostettaessa, näytesyvyyden epätarkkuus, ei sovellu kiviseen, löyhään tai vetiseen maaperään	Kierrekairaa voidaan käyttää yhdessä suojaputken kanssa, joka estää maa-aineksen sekoittumisen ylösnoston aikana. Edustava näyte saadaan nostetun näytepylvään sisältä.

5.3.6

Suosituksia näytteenottimien käytöstä.

- Näytteenottosuunnitelmassa kuvataan kohteessa parhaiten sopiva näytteenotin.
- Haihtuvien yhdisteiden näytteenotossa käytetään paineilmaa vain silloin kun näytettä ei muilla keinoilla saa putkesta ulos.
- Edellytetään kairausurakoitsijaa sisällyttämään kairauslaitteistoon siiviläosan.
- Läpivirtausottimen olisi oltava riittävän pitkä edustavan näytteen saamiseksi.

5.4

Metanolikestäväinnin vaikutus haihtuvien öljyhiilivetyjen VOC tuloksiin

Kaksi osallistujaa (R1, R8) ilmoittivat ennakkokyselyssä käyttävänsä vakio toimintana metanolikestäväintä näytteenotossa. Molemmat osallistujat käyttivät näytteenotossa isoaukkoisia pulloja, johon maanäyte oli helppo lusikoida (kuva 16). Pulloissa oli 50 ml metanolia ja niihin lisättiin noin 20 g maata. Kun näyte kestäväidään kentällä, otetaan toinen osanäyte kuivapainomäärityksiä varten (kuva 16A). Osallistuja R1 otti metanolinäytteet huomioiden työturvallisuuden käyttäen imeytystyynyä näytepullojen alla (kuva 16B) ja osallistujalla R8 oli käytössä kenttänä pullo. Metanolinäytepullojen taarauspainot oli kirjattu pullojen kylkeen. Taarauspainojen suhteen pitää muistaa, että metanoli haihtuu pikkuhiljaa pulloista.

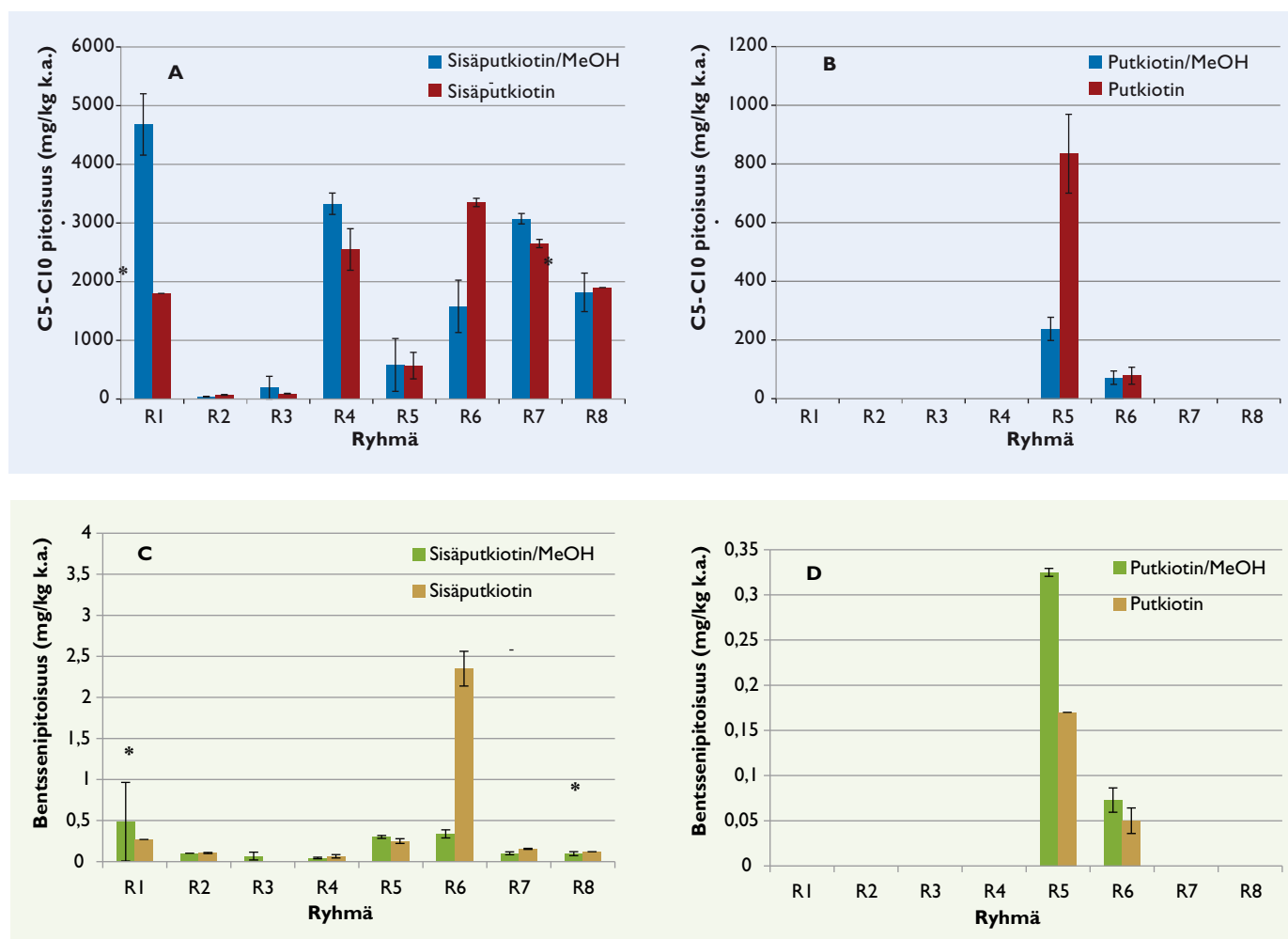
Kentällä kestäväietyjen ja laboratoriossa kestäväietyjen osanäytteiden C5-C10- ja bentseenitulokset eivät systemaattisesti eronneet toisistaan isoissa näytepitoisuuksissa (kuva 15) tai pienissä pitoisuuksissa (kuva 15). Huomioitavaa on, että kaikki osallistujien R1 ja R8 näytteet kestäväiettiin kentällä metanoliin. Näytteissä, joissa C5-C10-pitoisuus oli yli 1 000 mg/kg kuivapainoa kohti, kuudessa näytteessä C5-C10- pitoisuus oli korkeampi kentällä kestäväidössä näytteessä kuin laboratoriossa kestäväidössä näytteessä. Vastaavasti kolmessa kentällä metanolikestäväidössä näytteessä oli pienempi pitoisuus (taulukko 6). Kun C5-C10- pitoisuus oli alle 1 000 mg/kg, kentällä tehty metanolikestäväinti ei yhdessäkään näytteessä nostanut pitoisuuksia verrattuna laboratoriossa tehtyyn kestäväiintiin. Bentseenipitoisuudet erosivat toisistaan siten, että kuudessa näytteessä pitoisuus oli korkeampi ja kuudessa näytteessä matalampi kentällä kestäväidössä näytteessä kuin laboratoriossa käsitellyissä näytteissä (taulukko 6).



Kuva 16. Kaksi osallistujaa kestäväi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteensä jo kentällä. Kun näyte kestäväidään kentällä, otetaan toinen osanäyte kuivapainomäärityksiä varten (A). Pullon täyttö onnistuu hyvin sopivilla välineillä ja työturvallisuudesta huolehditaan imeytystyynyllä (B).

Taulukko 6. C5-C10 -yhdisteiden- ja bentseenipitoisuuksien erot rinnakkaisnäytteiden välillä käsittelytavan mukaisesti (kentällä tehty metanolikestäväointi ja laboratoriossa tehty kestäväointi).

Aine	Pitoisuus, mg/kg k.a.	Metanolikestäväointi kentällä korkeampi pitoisuus	Metanolikestäväointi kentällä matalampi pitoisuus
C5-C10	>1000	6 kpl (R4 kaksi näytettä, R5, R6 ja R7 kaksi näytettä)	3 kpl (R2, R3, R6)
	<1000	0 kpl	1 kpl (putkiotin R5)
Bentseeni	>1	3 kpl (R5, R6, R7)	1 kpl (R6)
	< 1	3 kpl (R5, R5 putkiotin, R6 putkiotin)	4 kpl (R2, R3, R4, R7)



Kuva 17. Metanolikestäväöinnin vaikutus C5-C10- ja bentseenitulokseen pienemmissä pitoisuuksissa. C5-C10-pitoisuudet sisäottimesta (DT) kerätyistä näytteistä (A), C5-C10-pitoisuudet putkiottimesta (P) kerätyistä näytteistä (B), bentseenipitoisuudet sisäottimesta kerätyistä näytteistä (C) ja bentseenipitoisuudet putkiottimesta kerätyistä näytteistä (D).

* R1 ja R8 osallistujien molemmat näytteet ovat metanolissa.

Suosituksia koskien metanolikestäväointiä kentällä

- Jos kestäväi kentällä, tulee käyttää leveäsuisia pulloja ja kokoomanäytteen yhteispainon tulee olla vähintään 25 g edustavan näytteen saamiseksi. Metanolia tulee olla tarpeeksi (näytteen tulla olla kokonaan metanolin alla).
- Jos käytetään metanolikestäväointiä kentällä, näytteen pitää koostua riittävän monesta (4–5) osanäytteestä näytteen edustavuuden takaamiseksi.
- Metanoliastiat hankitaan mieluiten laboratorion, jossa näytteet analysoidaan.

6 Johtopäätökset

Kirjoittajien yksityiskohtaiset suositukset on kirjoitettu tulos-osioon kurssiivilla.

Vertailukokeen tuloksista havaitaan, että haihtuvien yhdisteiden näytteenotto-käytännöt ovat tällä hetkellä kirjavia. Kenttätoiminnassa näytteenottajilla on suuri henkilökohtainen vastuu luotettavasta näytteenotosta, koska usein organisaatioiden ohjeet ovat yleisellä tasolla. Käytännön kenttätoiminta ei aina vastaa organisaation oheistusta vaan näytteenottajilla on omaan kokemukseen perustuvat toimintatavat. Toimintatapojen harmonisointia organisaation sisäisesti ei juuri ole tehty esimerkiksi sisäisten koulutuksien avulla. Yleispätevän ohjeistuksen laatimista pidetään vaikeana, koska koetaan, että näytteenottotoiminta on hyvin maalaji- ja olosuhderiippuvaista.

Tärkeä havainto vertailukokeessa oli, että henkilösuojainten käyttö kenttätöskentelyssä on edelleen puutteellista. Erityisesti suojakypärän poisjättäminen kairakoneen lähistöllä liikuttaessa sekä puutteet suojakäsineiden laadussa aiheuttavat työsuojeluriskin kenttätöskentelyssä. Lisäksi suojalasien ja kuulosuojainten käyttö kairakoneen lähistöllä työskennellessä on välttämätöntä. On erityisen tärkeää, että työnantaja tarjoaa työntekijöilleen riittävästi tietoja työturvallisuudesta esimerkiksi koulutustilaisuuksilla, jolloin työntekijällä on motivaatiota käyttää suojavälineitä itsenäisessä kenttätöskentelyssä.

Haihtuvia yhdisteitä mitataan kentällä maaperänäytteiden ilmatilasta käyttäen kenttämittareita tai kaasuhälyttimiä. Nämä mittaustulokset eivät ole suoraan verrannollisia maaperän haihtuvien yhdisteiden pitoisuuteen (mg/kg) ja mittaukset ovat käytännössä vain suuntaa antavia. Kenttämittaustulosten perusteella valitaan yleisesti ne näytteet, jotka lähetetään laboratorioon maaperäpitoisuusmäärittystä varten. Vertailukokeen tulosten mukaan kenttämittarit toimivat pääosin hyvin. Usein käytetään lähinnä henkilösuojaimiksi tarkoitettuja laitteita. Henkilösuojaimiksi tarkoitettujen laitteiden pumpputeho on usein huono ja niiden mittausero on liian suppea eikä aina vastaa kohdetutkimuksen tarkoituksia. Kaikki laboratorioon lähetettävät näytteet on mitattava myös kenttämittarilla. Näin voidaan verrata kenttämittari kohdekohtaisesti laboratorioanalyysien tuloksiin. Organisaatioiden tulisi varmistaa kenttämittarien toimintaa laatimalla mittareille laadunvarmistustoimenpiteitä, joihin kuuluu vähintään riittävän usein toistuva asianmukainen kalibrointi ja huolto sekä riittävät laadunvarmistustoimenpiteet kentällä.

Kansainvälisen haihtuvien hiilivetyjen määritysstandardin (SFS-EN ISO 22155:2007) mukaan maaperänäytteet tulisi kestävöidä metanoliin heti näytteenoton jälkeen kentällä. Vertailussa selvitettiin, vaikuttaako näytteiden metanoliikestävöinti kentällä näytteiden haihtuvien öljyhiilivetyjen pitoisuustuloksiin. Tuloksien perusteella ei saatu selvää näyttöä siitä, että kentällä kestävöinti olisi parempi tai huonompi menetelmä kuin näytteiden kerääminen kaasutiivisiin pusseihin, joten toimintatavan valinta voidaan vertailun tuloksien perusteella jättää organisaatioiden harkintaan. Molemmissa menetelmissä huolellisuus edustavan näytteen saamiseksi on ensisijaista. Vertailukokeessa saatiin lievää näyttöä siitä, että näytteen lähettäminen lasipurkissa laboratoriomäärittelyksiin saattaa pienentää haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksia.

Kaasutiiviiden pussien käyttöä suositellaan myös siksi, että ne vievät vähemmän tilaa ja ne painavat vähemmän kuin lasipurkit. Lisäksi edustava näytteenotto kaasutiiviistä pussista on laboratoriossa helpompaa kuin tiukkaan täytetystä lasipurkista.

Vertailukokeessa verrattiin putkiottimella, sisäputkiottimella, kierrekairalla ja läpivirtausottimella tehdyn näytteenoton vaikutuksia haihtuvien yhdisteiden saantoon maaperänäytteenotossa. Haihtuvien yhdisteiden saannossa ei havaittu näytteenotimesta johtuvia systemaattisia eroja. Tähän voi vaikuttaa se, että vertailussa tehtyjen kairausten määrä oli rajallinen. Sisäputkiottimen paremmuudesta ei saatu selkeää näyttöä. Näyte jouduttiin tyhjentämään putkesta ravistelemalla tai hakkaamalla, mikä vaikuttanee mittaustuloksiin. Jos muovisen näyteputken halkaisuun olisi käytettävissä halkaisupöytää, mikä mahdollistaisi näytteenottoa mm. maalajin mukaan, tämä voisi paremmin edistää edustavan näytteen ottamista. Vertailun aineiston perusteella näyttää siltä, että muut näytteenottoon liittyvät toimenpiteet kuin käytetty näytteenotin vaikuttavat todennäköisesti enemmän C5-C10- ja bentseenipitoisuuksien eroihin.

Vertailukokeen tulosten tarkastelussa tulee huomioida, että aineisto on hyvin pieni tilastollista tarkastelua varten ja että yksiselitteisiä johtopäätöksiä on vaikea tehdä. Näytteenottokohteen polttoaineperäiset öljyhiilivedyt ovat olleet maaperässä jo 1960-luvulta lähtien. Siksi helpommin haihtuvat yhdisteet ovat todennäköisesti haihtuneet, hajonneet tai kulkeutumalla laimentuneet, kuten yleensäkin pilaantuneissa kohteissa on tapahtunut. Tämä näkyy C5-C10/BTEX-yhdisteiden suhteesta, joka poikkeaa tuoreen bensiinin vastaavasta suhteesta. Kohteissa, joissa pilaantuminen on tuoreempaa, tulee tämän vertailukokeen tuloksia soveltaa sillä oletuksella, että herkästi haihtuvien yhdisteiden osuus on suurempi ja työskentelykäytäntöjen tulee siksi olla entistä huolellisempia.

Maaperän pilaantuneisuuden tutkimisessa ja arvioinnissa sekä luotettavien tulosten saamisessa ja johtopäätösten tekemisessä korostuu näytteenottajan rooli ja vastuu. Edustavien näytteiden ottaminen edellyttää haitta-aineiden käyttäytymisen tuntemisen lisäksi ymmärrystä menetelmien ja toimintatapojen vaikutuksesta tutkimustuloksiin sekä virhelähteiden tunnistamista. Tämä edellyttää että näytteenottajalta jatkuvaa koulutustautumista ja kenttäkokemusta tehtävään. Hänellä pitää myös olla riittävästi taustatietoja kohteesta sekä tutkimusten tavoitteista riittävien ja edustavien näytteiden saamiseksi.

Lähteet

- Björklöf, K., Mäkinen, M., Westerholm, H., Nikunen, N., Jörgensen, K., Korhonen, K., Jaakkonen, S., Pyy, O. 2009. SYKE:n vertailu 10/2008. Näytteenotto polttoaineella pilaantuneesta maaperästä. Suomen Ympäristö 35/2009;
- Mäkinen, I. ja Westerholm, H. 2006. Maaperänäytteenoton vertailu- näytteenotto kasasta. SYKE:n vertailu 5/2006. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4/2007.
- Mäkinen, I., Sainio, P., Nuutinen, J. 2006. Proficiency test SYKE 2/2006. Volatile organic compounds and mineral oils from water and polluted soil. Reports of Finnish Environment Institute SYKEra 4/2006 Laboratorioiden välinen pätevyyskoe 10/2006
- Korhonen K., Sainio, P., Nuutinen, J., Markkanen, A., Tantt, H., Ilmakunnas, M., 2008. Proficiency test SYKE 2/2006: Oil hydrocarbons and volatile compounds in water and soil. Reports of Finnish Environment Institute, 12/2008.
- Työryhmä, 2006. Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006, Ympäristönsuojelu, s. 103. Ympäristöministeriö. URN:ISBN:952-11-2464-4. ISBN 952-11-2464-4 (PDF). Julkaisu on saatavana myös painetussa muodossa ISBN 952-11-2463-6 (nid.)

Liite I. Kutsukirje

Päiväys
30.5.2012

Maaperänäytteenottoa tekevät tutkimuslaitokset ja yritykset

Proftest SYKEN vertailu – Näytteenotto haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneesta maaperästä

I

Yleistä

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laboratorio järjestää vertailun haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneen maa-alueen näytteenotosta syykussa 2012.

Vertailuun voi osallistua enintään kymmenen tutkimuslaitosta tai yritystä. Osallistujat valitaan ilmoittautumisjärjestyksessä, kuitenkin niin, että aikaisemmin kiinnostuksensa ilmoittaneet ovat etusijalla.

Vertailun järjestäjä:

Proftest SYKE, Suomen ympäristökeskus, laboratorionkeskus
Hakuninmaantie 6
00430 Helsinki
Proftest telekopio: 09448320

Vertailun suunnittelu- ja asiantuntijaryhmä:

Erikoisasiantuntija Henrik Westerholm, Neste Oil Oy
Projektipäällikkö Seppo Nikunen, Pöyry Finland OY
Projektipäällikkö Milja Vepsäläinen, Vahanen Environment Oy
Suunnitteluinsinööri Outi Pyy, SYKE
Tutkimusinsinööri Jussi Reinikainen, SYKE
Yksikön päällikkö Mirja Leivuori, SYKE
Kemisti Jari Nuutinen, SYKE
Erikoistutkija Katarina Björklöf, SYKE

Yhdysesikö: Katarina Björklöf, GSM 040 0148596,
etunimi.sukunimi@ymparisto.fi [katarina bjorklof]

Rahoitustahot:

Ympäristöministeriö, SYKE ja osallistujat

2

Vertailun tavoite

Luotettavassa pilaantuneisuuden arvioinnissa näytteenoton suunnittelu ja toteutus ovat ratkaisevassa asemassa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä helposti haihtuvia yhdisteitä sisältävien näytteiden käsittelyyn. On tarkoituksenmukaista yhdenmukaistaa käytäntöjä niin, että lopputulos olisi luotettava ja riippumaton kohteen pilaantuneisuutta arvioineesta tahosta.

Tämän vertailun tarkoitus on selvittää, kuinka paljon analyysitulokset ovat riippuvaisia VOC-näytteenoton käytännöistä. Lisäksi arvioidaan, mitkä ovat tärkeimmät ja kriittisimmät asiat, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteenotossa. Myös kenttämittarien luotettavuutta ja laadunvarmistustoimenpiteitä tutkitaan.

Toteuttamalla hanke vertailukokeen muodossa saadaan tietoa nykyisistä toimintatavoista ja sitoutetaan näytteenottajat toimintatapojensa kehittämiseen. Vertailukoe toimii myös tehokkaana keinona kouluttaa alalla toimivia hyviin käytäntöihin. Vertailussa kiinnitetään huomiota seuraaviin asioihin:

- näytteenottimen valinta ja käyttö
- kenttämittarien käyttö, laadunvarmistus ja tulosten luotettavuus
- näytteen esikäsittely kentällä
- kentällä suoritettujen näytteen kestävännin vaikutus tuloksiin

Osallistuvat tahot saavat puolueettoman arvioinnin toiminnastaan, mahdollisuuden kehittää omaa toimintaansa sekä kasvattavat kilpailukykyään laadukkaana toimintansa ansiosta. Osallistumalla vertailuun yritys osoittaa myös asiakkailleen panostavansa laatuun.

3

Vertailun toteutus

3.1

Yleiskuvaus toteutuksesta

Tutkittava PIMA-kohde on toimintansa lopettanut polttoaineen jakelupiste, jossa poltto-aineen jakelu on tapahtunut maanpäällisistä säiliöistä. Jakelupisteen toiminta on lopetettu vuonna 1966 ja polttoainesäiliöt on poistettu. Nykyään kiinteistöllä on asuinrakennus ja varastokäytössä oleva entinen myymälärakennus. Tuusulassa sijaitseva kohde on tutkittu etukäteen ja siellä on todettu esiintyvän joitakin haitta-aineita. Kohteen sijaintitiedot ilmoitetaan näytteenottoa edeltävällä viikolla (36 viikko). Vertailuissa testattavat VOC yhdisteet ovat bensiinihiilivedyt C_5 - C_{10} sekä yksittäisistä yhdisteistä monoaromaatit (BTEX sekä mahdollisesti muita alkyloituja monoaromaatteja). Lisäksi testataan PID-mittarin käyttökelpoisuutta maaperän haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksien selvittämisessä.

Vertailu toteutetaan siten, että osallistujat käyvät kohteessa arvotussa järjestyksessä. Näytteet valitaan kenttämittaritulosten perusteella (suuri pitoisuus/ pieni pitoisuus). Puolet näytteistä käsitellään osallistujien omien toimintaohjeiden mukaan. Toinen puoli näytteistä käsitellään järjestäjän antamien ohjeiden mukaan. Ottamalla riittävästi rinnakkaisnäytteitä saadaan käsitys, mikä osa tulosten poikkeamasta johtuu maaperän heterogeenisuudesta ja mikä osa erilaisista tavoista ottaa näyte sekä sen esikäsittelytavoista. Näiden lisäksi pätevyyskokeen järjestäjä valmistaa osallistujille mahdollisimman samankaltaisen, homogeenisen, vertailunäytteen, jonka VOC-pitoisuus tunnetaan. Tämän näytteen VOC-pitoisuus mitataan osallistujan PID-mittarilla

sekä järjestäjän kenttämittarilla. Osallistujien kenttämittarin luotettavuutta arvioidaan vertaamalla mittaustuloksia järjestäjien kenttämittarin lukemaan.

Osallistujat käyvät testialueella vuorotellen siten, että kolme ryhmää ehtii otamaan näytteet yhden päivän aikana. Paikalla on koko ajan järjestäjien edustaja, joka valvoo ja dokumentoi toimintaa kentällä mm. videokuvaamalla sekä auttaa ongelmatilanteissa.

Näytteet luovutetaan paikalla olevalle SYKEN edustajalle, joka toimittaa ne analysoitavaksi akkreditoituun laboratorioon. Siten kuljetus- ja analysointivaiheen aiheuttama hajonta minimoidaan ja tulosten mahdolliset erot johtuvat lähinnä näytteenotosta sekä näytteiden eri käsittelyistä. Näytteistä analysoidaan VOC-yhdisteet järjestäjän kustannuksella. Kullekin osallistujalle toimitetaan ottamiensa näytteiden analyysitulokset. Asiantuntijaryhmä käsittelee tulosaineiston ja raportoi vertailun tulokset osallistujille.

3.2

Näytteenotto

Näytteenottotilanne ohjeistetaan tarkemmin ennen vertailukoetta. Kyselyn avulla selvitetään etukäteen mitä käytäntöjä tämäläisissä näytteenottotilanteissa yleensä käytetään.

SYKE vuokraa näytteenottoa varten näytteenottimet ja keskiraskaan kairauslaitteiston kairajineen, jotka ovat kaikkien käytettävissä näytteenottopaikalla. Osallistujilta kartoitetaan etukäteen, mitä näytteenotinta kukin haluaa käyttää. Käytössä tulee olemaan kaikki tavallisimman näytteenottimet kuten putkiotin, kierrekaira, mäntäkaira, läpivirtausotinta jne. Osallistujia pyydetään käyttämään normaalissa näytteenotossa käyttämäänsä näytteenotinta. Omia kenttämittareita toivotaan myös käytettävän.

Osa näytteistä kerätään osallistujien omiin astioihin ja osalle näytteistä SYKE toimittaa näyteasiat metanolilla kestäväintä varten kentällä. SYKEN edustaja on paikalla koko ajan ja näytteenoton jälkeen näytteet, kenttälomakkeet sekä tehdyt kenttämittaustulokset luovutetaan hänelle. Osallistujan kenttälomakkeesta otetaan SYKEssä kopio, joka toimitetaan osallistujalle.

Näytteenotossa osallistuja ja SYKE vastaavat kumpikin omien työntekijöidensä työsuojelusta.

3.3

Tulosaineiston käsittely ja luottamuksellisuus

Tulostenkäsittelyssä käytettävä aineisto on kyselyn vastukset, kenttälomakkeet, analyysitulokset sekä johtopäätökset.

Aineistoja vertailemalla saadaan käsitys siitä,

- kuinka paljon tulokset ovat riippuvaisia VOC-näytteenoton käytännöistä
- mitkä ovat tärkeimmät huomioitavat asiat VOC-yhdisteitä sisältävän maaperän näytteenotossa.
- miten kenttämittarien tulokset eroavat toisistaan ja mitä laadunvarmistustoimenpiteitä kenttämittareihin tulisi soveltaa,
- mitkä ovat suositeltavat käytännöt VOC näytteenotossa.

Osallistumalla saat puolueettoman arvioinnin toiminnastasi, kehität omaa toimintaasi sekä kasvatat kilpailukykyäsi laadukkaan toiminnan ansiosta. Osallistuvien tahojen nimet mainitaan raportissa, kuitenkin niin ettei yksittäisen organisaation suoritusta pystytä jäljittämään. Vertailun järjestäjien taholta osallistujien tunnukset ovat luottamuksellisia ja niitä ei ilmoiteta myöskään viranomaisille. Osallistujilla itsellään on mahdollisuus antaa asiakkailleen tietoa osallistumisestaan vertailuun.

4

Aikataulu

Viikko 31, SYKE lähettää osallistujille tausta-aineiston ja kyselyn kenttätyöskentelystä.

Mikäli tarvetta ilmenee, SYKE järjestää vertailuun osallistuville keskustelutilaisuuden elokuussa (os. Mechelininkatu 34 a, Helsinki).

Viikko 33, Osallistujat palauttavat kyselyn vertailun järjestäjälle.

Viikko 36, Kohteen tarkka sijainti ilmoitetaan.

Viikko 37, Näytteenotto toteutetaan alustavasti 10.9.-13.9.2012. Jokaiselle osallistujalle varataan 2,5 tuntia näytteenottoon.

Viikko 41, SYKE toimittaa laboratorioon toimitettujen näytteiden analyysitulokset osallistujille.

Vertailun jälkeen järjestämme mahdollisesti yhteisen keskustelutilaisuuden viimeistään alkuvuodesta 2013 ennen lopullista tulosten käsittelyä ja loppuraportin kirjoittamista. Tilaisuudessa järjestäjä ja osallistujat pohtivat yhdessä tuloksia sekä mahdollisia johtopäätöksiä. Myös muut asiasta kiinnostuneet voivat osallistua tilaisuuteen. Tilaisuus on vertailuun osallistuneille maksuton (sisältyy osallistumismaksuun), muille maksullinen.

Loppuraportti vertailusta julkaistaan SYKEN vertailulaboratoriosivulla keväällä 2013.

5

Ilmoittautuminen

Vertailuun ilmoittaudutaan oheisella lomakkeella (liite 1) 15.6.2012 mennessä sähköpostitse Katarina Björklöfille, etunimi.sukunimi@ymparisto.fi [katarina bjorklof]

6

Osallistumismaksu

Vertailuun osallistuminen maksaa 500 €, joka maksetaan ennen kenttäosuutta.

Yksikön päällikkö

Mirja Leivuori

Erikoistutkija

Katarina Björklöf

Liite 1. Ilmoittautumislomake.

Liite 2. Ennakkokysymykset, vastaukset

VOC näytteenotto

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Kairan valinta kohteesta	auger 150 mm	Iskuputki, (putkiotin) koko: työputki 68 / 89mm, kruunu 105mm, näytteenotin 50 / 60 mm 2. putkiotin (dual tube)	putkiotin (dual tube) Koko: n. 50 mm auger Koko: n. 100 mm	Läpivirtausotin.	iskuputki, (putkiotin, putkiotin (dual tube)	putkiotin (dual tube) Koko: 64/50 mm	iskuputki, (putkiotin) Koko: 90 auger Koko: 80	iskuputki (90) ikkunaotin (63/50)
Perustelut näytteenotimen valintaan:	Ei lämmitä näytettä.	riittävä näytemäärä, soveltuvat todennäköisesti ko. maaperään (perustuu kuvaukseen varauduttu, että maaperässä voi olla kiviä, jotka estää dual tuben käytön), saadaan näyte suhteellisen varmasti pvpinnankin alapuolelta (jos löysää savea tms.), saadaan näyte mahd. tiiviin kerroksen jälkeisestä mahd. löysästä savestakin, putkinäytteenotimella saadaan hyvin todennäköisesti hienorakeisemmasta maasta (vaikka käytetään paineilmaa näytteen poistamiseen näytteenottimesta) edustava näyte	Putkiotimella saadaan otettua edustavia näytteitä useimmista kohteista. Mikäli otin havaitaan lämpenevän liikaa, käytetään kierreotinta.	Läpivirtausotinta olemme käyttäneet kairauskohteissa aiemmin. (Kierrekaira, auger (oikein käytettynä esim. suojaputken kanssa yhdistettynä) olisi varmaan paras tähän näytteenottoon, koska kierrekaira ei lämmitä näytettä.)	Iskuputki on käytetty näytteenotin, kokeilemme mielellämme kuinka Dual tube toimii.	Dual tube –näytteenotimella saadaan parhaat näytteet, koska näyte otetaan kertakäyttöiseen, läpinäkyvään muoviseen näyteputkeen jatkuvana näytteenä. Näytteen väriä ja koostumusta voidaan tarkastella.	Iskuputki jos maa on kovin kivistä. Auger josta maakerrokset helposti havaittavissa.	Iskuputki on yleisimmin käytetty. Käyttö on nopeaa toimii monenlaisessa ympäristössä. Ikkunaotimessa näyteprofiili on hyvin esillä. Jos käytetään läpivirtausotinta voidaan käyttää kertakäyttöisiä muovisukka, jolloin kontaminaatoriski pienenee
Miten otatte näytteet näytteenottimesta?	Käsin lohkaistaan näyte kairasta huomioiden mahdollinen ylösnotossa tullut kontaminaatio.		Putkiotimesta paineilma-astiaan, josta kaasutiiviiseen pussiin. Augerista suoraan kaasutiiviiseen pussiin.	Läpivirtausottimeen työnnetään metallitanko alakautta sisään, jolloin näyte työntry ulos läpivirtausotimen aukkokohdasta. Näyte otetaan suoraan kaasutiiviiseen pussiin käsilapiolla tai muulla työkalulla avittaen. Tarvittaessa samaan kokoomanäytteeseen joudutaan ottamaan useampia nostoja ottimeella	VOC-näytteenotossa ilman paineilmaa, koputtelemalla putkea. Muuten paineilmaalla tarvittaessa. Mielellään suoraan näyteastian (pussi) riippuotetaan suoraan kaasutiiviiseen pussiin käsilapiolla tai muulla työkalulla avittaen. Tarvittaessa samaan kokoomanäytteeseen joudutaan ottamaan useampia nostoja ottimeella	Putkesta leikataan haluttu osuus näytteeksi.	Osa suoraan lasiastiaan ja osa pussiin kenttähavaintojen tekoa varten	Kertakäyttöisellä lusikalla tai puhtaalla kauhalla. Kivisemmistä näytteistä joskus käsin kertakäyttö hanskalla.

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
1. Mitä erityispiirteitä pitää ottaa huomioon VOC näytteenotossa?	haitta-aineiden haihtuvuus.	Kohteessa kenttämittarin päivittäinen kalibrointi. Henkilökohtaisten suojausten käyttö, esim. hengityssuojaimet pitoisuuksien mukaisesti. Käytettävän laboratorion ohjeistus, huomioitava kylmäkuljetus (n. +4°C), valolta suojaaminen, mahdollinen kestäväointi. Kontaminaatioriskien minimointi; kuljetus erillään muista näytteistä, kuljettavassa tilassa ei tule säilyttää esim. polttomoottori-käyttöistä aggregaattia, näytteenottimien huolellinen puhdistus jokaisella näytevälillä. Ennakkotieto pilaantumisen aiheuttajasta.	Näytteenotin vaihdetaan toisen tyyppiseen mikäli sen havaitaan lämpenevän liikaa. Vältetään tarpeetonta näytteen käsittelyä ja näyte laitetaan mahdollisimman pian kaasutiiviiseen pussiin. Näytettä säilytetään kylmässä ja se toimitetaan mahdollisimman pian laboratorioon, erityisesti vesinäytteet.	Haihtuvat hiilivedyt pyrkivät haihtumaan näytteenottotilanteessa ympäröivään kaasufaasiin. Haihtumista nopeuttaa ja helpottaa lämpö. Näytemateriaali ei saisi lämmetä näytteenoton yhteydessä. Näytemateriaali siirretään mahdollisimman nopeasti lasiastiaan, johon materiaali tiivistetään ja täytetään. Ilmakuuplia ei saisi jäädä näyteastian. VOC-näyte lähetetään labraan mahdollisimman pikaisesti ja kylmässä. Labraan lähetävä VOC-näyte otetaan aina erikseen ja kenttämittauksia varten näytettä otetaan eri astiaan tai pussiin.	Haihtuvien yhdisteiden aiheuttama terveysriski, käytetään tarvittaessa maskia mutta harvoin tarpeen kairanäytteenotossa. Pyritään estämään näytteiden lämpeneminen sekä kairauksen yhteydessä että näytteen säilytyksen aikana. Säilytys ja kuljetus kylmälaukuissa, näytteet pyritään toimittamaan 24 h sisällä näytteenotosta laboratorioon. Näyte pitää saada mahdollisimman nopeasti näytteesäilytyspussiin haihtuvien yhdisteiden karkaamisen estämiseksi. Pussi suljetaan siten, että siinä on mahdollisimman pieni ilmatila, eikä sitä avata tarpeettomasti ennen lähetystä laboratorioon. Jos näytteestä tehdään muita kenttämittauksia, niitä varten otetaan rinnakkaisnäyte, jottei pussia tarvitse avata uudelleen ennen laboratorioanalyysiä. PID-kenttämittaus suoritetaan aina kentällä.	VOC näytteenotossa tulee erityisesti ottaa huomioon haihtuvien yhdisteiden luonne eli näytteet tulee saada näytepussiin mahdollisimman nopeasti ja pussi sitten kylmälaukkuun / pakastimeen ja laboratorioon mahdollisimman nopeasti. Näytepussista saa mitatuksi PID:llä haihtuvat yhdisteet mahdollisimman tarkasti, ettei yhdisteitä pääse karkuun.	Näyte saatava mahdollisimman pian tiiviiseen astiaan haihtuvuuden takia	Näytteen kestäväointi (MEOH). Näyte ei saa lämmetä liikaa eikä sitä ei saa ravistella turhaan, muuten VOC haihtuvat.
2. Miten VOC yhdisteiden näytteenottoa on ohjeistettu teidän organisaatiossa?? Miten ohjeet on dokumentoitu? Koskevatko ohjeet koko organisaatiota vai onko eri toimipisteissä eri ohjeet?	Toimintajärjestelmässä toimintaohjeet käsitteilykeskusten näytteenotolle. Kaikki pyrkivät toimimaan niiden mukaisesti.	Näytteenotto-ohjeistus sisäinen koulutus. Ohjeet ovat tallennettu tietokantaan. Ohjeet koskevat koko organisaatiota	Käytössä menetelmäkuvaus jota kaikki näytteenottajat noudattavat. Samat ohjeet käytössä kaikissa toimipisteissä.	Ympäristövahinkopuolen organisaatiomme kuuluu 4-5 henkilöä. Tällainen perustavaa laatua oleva tieto 3-4 näytteenottajan kesken jaetaan suullisesti ja opetetaan uusille näytteenottajille kenttä-olosuhteissa käytännössä. Näytteenoton perusohjeet koskevat kaikkia näytteenottajia. Jokaisen tulisi ottaa VOC-näyte samalla tavalla.	VOC-näytteenotto on omana kohtanaan osana yleistä kirjallista näytteenotto-ohjetta. Lisäksi aina ennen näytteenottoa kohteen erityispiirteet käydään läpi projektipäällikön ja kenttätyöntekijän kesken. Ohjeistus on sama koko organisaatiolle.	Yrityksellämme on näytteenotto-ohjekirja, jossa on erikseen ohjeet erityyppisille haitta-aineille, myös haihtuville yhdisteille. Ohjeet on dokumentoitu serverille ja ohjeet koskevat koko organisaatiotamme.	Näytteenottokäsikirjan (sisäinen) mukaisesti. Suunnittelija ilmoittaa erikseen jos tarvitaan kestäväointiä.	Näytteenotosta ja näyteastian valinnasta eri yhdisteille on omat kirjalliset ohjeet. Ohjeet koskevat koko organisaatiota. Lisäksi näytteenotosta pidetään koulutuksia (vähintään vuosittain) sekä projektipäälliköille että kenttähenkilöstölle.
3. Millä perusteella teillä valitaan näytteenotin VOC näytteenotossa??	Näytteenotto lähes poikkeuksetta kasalta, kaivinkoneen ja lapion avulla.	Näytteenottimien soveltuvuus maala-jeihin. Urakoitsijan näytteenottimien repertuaari vaikuttaa myös osaltaan näytteenottimien valintaan. Parhaalla mahdollisella tekniikalla huomioiden aikaisemmat kokemukset VOC näytteenotosta.	Putkiotin on todettu toimivaksi ja sitä käytetään lähtökohtaisesti, mutta vaihdetaan toiseen mikäli todetaan että se ei paikallisista olosuhteista johtuen toimi.	Suosimme VOC- näytteenottoa kunnostusvaiheessa kaivannon tai koekuoppien seinämästä tai pohjalta välittömästi kaivutyön jälkeen, jolloin VOC- yhdisteet eivät ole vielä ehtineet juuri haihtua ja maamassa ei ole joutunut kaivinkoneen kauden työstämänä kovin suurelle hankauslämmölle alttiiksi. Kairaamalla otettujen näytteiden osalta on käytetty läpivirtausotinta. Tämä on lähinnä kairaajan paikalle tuoma näytteenoton, jota emme ole itse valinneet	Maaperän laadun mukaan ja saatavissa olevan kaluston perusteella, aina ei ole parhaita kairaajia käytettävissä hinnan/aikataulun vuoksi, näytteet saadaan parhaimmin maasta ylös iskuputkella. Emme ole käyttäneet dual tubea, joka saattaa olla hyvä VOC- näytteenotossa.	Näytteenottimien helppokäyttöisyys, näytteenoton helppokäyttöisyys ja näytteenottamisen helppous näytteenottimesta.	Maalajin perusteella.	Tutkittavien aineiden ja maaperäolosuhteiden mukaan sekä tutkimuksen tavoitteiden mukaan

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
4. Mitä näytteenotinta te käytätte yleisimmin VOC näytteenotossa? Miten te otatte näytteet kairasta?	Pieni lapio. Ei kairaa käytössä.	Paineilmalla putki-näytteenottimesta tai läpivirtausottimella käyttäen vasaraa. Näytteet kerätään erillisestä astiasta näytepussiin tai näyte otetaan suoraan pussiin.	kts. edellä	Läpivirtausotin. Näytemateriaali työnnetään ulos metalliputkella, joka pakotetaan näytteenottimen alapäästä sisään. Tällöin näyte työn-tyy putken sivulla olevasta aukosta ulos ja autetaan työkaluilla suoraan kaasutiiviiseen pussiin.	Iskuputkea. Näytteet otetaan kairas-ta ilman paineilmaa, mahdollisuuk-sien mukaan suoraan näytepussiin. Jos kairasta tuleva näyte on liian suuri, se otetaan väliastian ja mahdollisimman nopeasti näyte-pussiin sekoittamatta näytemassaa. Näytepussiin materiaali kerätään mahdollisimman edustavasti väli-astiasta.	Jatkuvatoiminen näytteen-otin tai Dual tube näyt-teenotin. Jatkuvatoimisesta näyte otetaan välittömästi näytepussiin; Dual tubesta näyte leikataan näytteenot-imesta ja otetaan pussiin.	Putkiotin ja kierrekaira. Näyte otetaan kairasta pie-nellä näytteenottolapiolla/-lusikalla.	Iskuputki ja läpivirtausotin. Joskus myös dualtube. Iskuputkesta näyte poiste-taan täryttämällä putkea, jolloin maa-aines tippuu muovipussiin tai PE suk-kaan. PE sukasta leikataan sukka auki ja näyte kerä-tään näytekuuhalla.
5. Mitä te huomioitte kun näyte siirretään näyteastiaan? Mitä näyteastiaa käytätte VOC näytteille? Miten varmistat että VOC näyte pysyy muuttu-mattomana kuljetuksen aikana laboratorioon?	Näyte otetaan suo-raan laboratoriosta etukäteen varattuun (punnittuun) metanoliin (kylmäkuljetus).	Näyte pyritään otta-maan mahdollisimman nopeasti erillisestä astiasta pussiin. Jos mahdollista, pyritään näytepussiin ottamaan tiivistä näytettä, josta oletettavasti ei ole päässyt haihtumaan hiilivetyjä ilmaan. Näyte pakataan tiiviisti ilman ilmatilaa kaasu-tiiviiseen näytepussiin, pussiin sulkemiseen käytetään nippusiteitä. Näytteitä ei avata sulkemisen jälkeen. Käytämme kaasutiiviitä Rilsan- näytopusseja.	Vältetään näytteen turhaa tuulettamista. Näytteet laitetaan kaasutiiviiseen pussiin, paitsi mikäli näytteessä on kloorat-tuja yhdisteitä jolloin käytetään lasipulloa. Pussista poistetaan ilma mahdollisimman hyvin ja pussi suljetaan ilmatiiviis-ti. Näytteet säilytetään viileässä.	Kaasutiiviiseen pussiin otettu näyte homogenisoidaan pussissa nopeasti. Homogenisointi tapahtuu pussia mekaanisesti kääntelemällä, jolloin näytemassa sekoittuu. Näytettä siirretään lasiastian, johon näyte painamalla tiivistetään. Astia täytetään ihan ripipintaan. Näyte-astian ei saisi jäädä ilmataskuja. Tiivisteeksi kannen ja lasipurkin vä-liin laitamme alumiinifoliota. Näyte kuljetetaan laboratorioon kylmänä ja mahdollisimman nopeasti. Näyte lähetetään siis näytteenottopäivänä laboratorioon	Siirto mahdollisimman nopeasti se-koittamatta näytettä mutta huomi-oimalla sen edustavuus. Näyteastia-na Rilsan-pussit, joista puristetaan kaikki ilmat pois ja jotka suljetaan mahdollisimman tiiviisti. Näytteet kuljetetaan kylmälaukussa mahdollisimman nopeasti laboratorioon.	Näyte siirretään mah-dollisimman nopeasti näytepussiin, (nitriilipussit). Näyte laitetaan välittömästi kylmälaukkuun ja toimi-tetaan mahdollisimman nopeasti ja mahdollisimman kylmässä (pakastettuna) laboratorioon.	Lasiastia mahdollisimman tiiviisti täytettynä ja kuljetus kylmälaukussa.	Kiviä ei oteta näytteeseen. Näytettä ei tarpeettomasti ravistella, sekoitella tms. Laboratoriossa esipunnittua ja metanolilla täytettyä astiaa sekä erillinen purkki kuiva-aine määrittelykselle. Näyte säilytetään kestä-vöitynä ja kylmälaukussa kuljetuksen ajan. Kenttä kontaminaation tutkimiseksi otamme myös ns. kenttä nollanäytteen

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
6. Miten te otatte VOC näytteitä koekuopasta?	Pinta kaivetaan seinämästä pois, ja siitä näyte metanoliin (huomioiden työturvallisuus).	Näytteistettävästä kohdasta poistetaan pinta, tämän jälkeen tarvittava näytemäärä (kokoomanäyte, osanäytteitä useasta paikasta seinämää) otetaan näyteottoon tarkoitettulla lapiolla suoraan pussiin.	Koekuopan syvyydestä ja olosuhteista riippuen joko kaivonkoneella kasalle kaivetuista massoista lapiolla, kaivinkoneen kauhalla kaivannon seinämästä tai lapiolla suoraan kuopan seinämästä/ pohjalta (alle 1m syvyinen kuoppa).	Välttömästi kaivun jälkeen tutkime koekuopan seinämät ja pohjan. Näyte otetaan seinämistä tai pohjalta kaapimalla ihan pinta ensin pois käsilapiolla (, jos tämä on mahdollista maalajista riippuen). Tämän jälkeen samoista kaavintaurista otetaan näyte kaapimalla näyte käsilapiolla kaasutiiviiseen pussiin. Pussissa oleva näyte homogenisoidaan nopeasti. Pussin suusta kiinni pitäen pussia käännellään, jolloin näytemassaa sekoittuu pussissa. Pussista näytemateriaalia siirretään lasipurkkiin. Näytemassa pyritään painelemalla tiivistämään purkkiin. Purkki täytetään piri pintaan. Yritetään välttää ilmataskujen muodostumista näytteen joukkoon. Kannen ja purkin väliin laitetaan alumiinifolio.	Koekuoppatutkimuksissa pyritään alustamaan näytemateriaali mahdollisimman vähän ilmalle ja se otetaan nopeasti puhtaasta näytteistyspinnasta pussiin. Jos näytteenottaja voi mennä koekuoppaan, hän raaputtaa näytteistystä varten tuoreen pinnan maamateriaaliin ja ottaa näytteen edustavasti suoraan pussiin. Otettaessa näyte syvästä koekuopasta se otetaan kaivinkoneen kauhassa olevasta maa-aineksesta siten, että raaputetaan tuore pinta esiin ja otetaan näyte mahdollisimman edustavasti pussiin. Näytteet otetaan kokoomanäytteinä.	Näytteet otetaan näytepussiin samoin kuin kairanäytteet ja näytteiden käsittely on samanlaista kuin kairanäytteenotossa	Muovisella näytteenotto-lapiolla lasipurkkiin sekä muovipussiin.	Riippuu tilanteesta. Jos koekuoppa on riittävän laaja ja matala voidaan näyte kerätä koe-kuopan seinämistä. Syvemmistä kuopista näytteet otetaan kaivinkoneen kauhasta. Työturvallisuus-syistä syvään koekuoppaan ei saa mennä.

VOC kenttämittari

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
7. Mikä on tässä vertailussa käytettävien kenttämittarien valmistaja(t): 8. Malli(t):	HNU Nordia, PID Gas Alert Micro5 PID	Rae Systems Inc. (1339 Moffet Park Drive Sunnyvale, California 99089 USA) Mini RAE 2000	RAE Systems MiniRAE2000 ja QRAE	PID-kenttämittari, GasAlert Micro-5PID, HNU-Nordion Ltd Oy, Suomi Katso vastaus kohdassa 7.	(1) RAE Systems (2) BW Technologies by Honeywell (1) Multi Gas Monitor PGM-50 (2) GasAlertMicro 5 PID	MultiRAE ja BW Technologies MultiRAE PLUS, Multi Gas Monitor PGM-50-5P ja GasAlertMicro-5	BW Technologies GasAlertMicro 5	RAE Systems Inc MiniRae 3000
9. Mikä on mittarin ionisaatioenergia(t) ja mitä yhdisteitä mittaamalla voi mitata?	10,6 eV, haihtuvat org. yhd. + LEL (KB?)	Ionisaatioenergia: 10,6 eV. Haihtuvat yhdisteet, standardin mukaista listausta ei ole mahdollista esittää vastauksessa.	10,4 eV, voidaan mitata esim. öljyhiilivetyjä mutta ei esim kloorattuja yhdisteitä tai metaania	10,6 eV	(1) 10,6 eV tai 11,7 eV. Mitattavat yhdisteet: CO, H2S, O2, VOC, LEL (2) 10,6 eV, Mitattavat yhdisteet: O2, LEL (palavat kaasut), HCN (Syaanivety), VOC	7-15 eV (riippuen mitattavasta yhdisteestä); (MultiRAE: CO, H2S, SO2, NO, NO2, Cl2, O2, CH4, HCN, NH3, PH3 tai VOC); (GasAlert: H2S, CO, O2, SO2, NH3, PH3, Cl2, ClO2, NO, NO2, HCN, ETO tai O3)	Sähkökemiallinen kenno	Yleisin 10,6 eV, tutkittavien yhdisteiden mukaan voidaan valita eri ionisaatioenergian lamppu.
10. Mistä aineesta mittarin letku on valmistettu?	Teflon pinnoitettu sisäpuoli.	Tygon laboratorioletku. Letkussa on kaksiosainen FEP-sisus ja tygonpäällyys.	(PE) muovista, laitteen ja letkun välissä vaihdettava muovinen suodatin.	Teflon mittarista suodattimelle ja suodattimesta eteenpäin polyeteeniletkaa	Sisäosa teflonia	Teflonista	Muovista	Ei tietoa
11. Mihin teillä käytetään VOC kenttämittaria?	Huokoskaasu-imujen pitoisuuksien seurantaan.	Maanäytteiden VOC-pitoisuuden alustava arviointi. Veden VOC-pitoisuus (esim. viemäröinti). Pohjavesiputkien huokoskaasujen tarkkailuun.	Haihtuvien hiilivetyjen kenttämittauksiin, laboratorioon lähetettävien näytteiden valintaan ja pilaantuneisuuden laajuuden arviointiin.	Helposti haihtuvien hiilivetyjen mittaukset, lähinnä öljyhiilivetyjen vahingot ja pilaantumukset ympäristövahinkokohteissa. Uutena mittarilla pystyi mittaamaan myös happipitoisuutta, jolloin mittaria olisi voinut käyttää ahtaiden tilojen riittävän happipitoisuuden ilmoittamiseen	Ympäristötieteellisissä tutkimuksissa todentamaan maanäytteissä/maaperässä mahdollisesti olevia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja ohjaamaan näytteiden valintaa laboratorioanalyysiin. Kunnostuskohteissa myös ohjaamaan massoja vastaanottoaikoihin (yhdessä PetroFLAG-tulosten kanssa).	VOC-yhdisteiden mittaamiseen kentällä.	Valittaessa laboratorioon lähetettäviä näytteitä.	Haihtuvien yhdisteiden seulontaan. Tunnistetaan onko suuntaa-antava pitoisuustaso. Kunnostustyössä massojen lajitteluun pitoisuustasojen mukaan (laboratoriomäärityksiä tehdään rinnakkaisista näytteistä pitoisuustasojen varmistamiseksi).
12. Mitä rajoituksia olette tunnistaneet kenttämittarin käytössä?	Kovassa alipaineessa pumput eivät jaksane.	Kosteus saattaa häiritä mittarin toimintaa. PID-mittaukset ovat suuntaa antavia, käytetään pitoisuuden alustavaan arviointiin. Pitoisuudet todetaan laboratorioanalyysin.	Tulokset riippuvat olosuhteista riippuen (kosteus, lämpötila), joten tulokset ovat vain suuntaa-antavia ja kohdekohtaisia	*Öljytuotteesta riippuen (esim. kun haihtuvia yhdisteitä ei ole helposti saatavissa ulos näytteistä) mittari on hidas ja ryömii. *Mittaria ei voi käyttää tekonaanä massojen nopeaan arviointiin. Ihminen eli aistinvarainen arvio on nopeampi ja kätevämpi... mutta epäterveellinen ja jopa vaarallinen tapa! *Näyte tulee olla pussissa, jotta mittauksen voi tehdä. Kaivinkoneen mittauksessa ei voi oikein PID:llä mitata. Tuoliolosuhteet häiritsevät mittausta.	Sateella antaa vääristyneitä tuloksia. Mittari antaa tuloksen head spacen haihtuvista yhdisteistä, ei maan haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksista. Antaa summatuloksen. Vääränlaisella letkulla mittaus ei onnistu. Lukema vaihtelee mittauksen kuluessa: ilmoitamme aina maksimilukeman noin 1 min mittauksesta tai mittauksesta, jossa maksimi on saavutettu. Lukeman muuntaminen pitoisuudeksi (suuruusluokan arvioiminen kunnostuksessa massojen ohjauksessa).	Akun lyhyt käyttöaika kylmissä olosuhteissa	Näytteet joissa on hyvin suuret pitoisuudet tai hyvin mätät näytteet.	Reagoi kosteuteen helposti. Mittaustapa olosuhteet, mitattavat aineet vaikuttavat tulokseen. Myös maalaji vaikuttaa siihen kuinka helposti maasta irtoaa haitta-ainepitoista huokoskaasua.

Kysymys	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
13. Minkälaisia laadunvarmistustoimenpiteitä on käytössä ja missä ne suoritetaan (kalibrointikaasut, pitoisuus, tiheys ja toimenpiteen kuvaus):	Mittareiden lähdössä työmaalle on kalibrointi suoritettu. Kalibrointikaasuna isobutyleeni 100 ppm. Kalibrointitiheys = kun mittari ei palaudu nolnaan.	Kenttälaitteiden huollot ja kalibroinnit laitevalmistajan maahantuojaan toimesta. Omat huollot mm. lampun puhdistus, letkujen vaihdot yms. Normaali kalibrointi suoritetaan isobutyleenikaasulla 100 ppm ennen laitteen käyttöönottoa.	Laitteet kalibroidaan säännöllisesti kalibrointiohjelman mukaisesti. Ennen käyttöä laite tarkastetaan 100 ppm isobuteenikaasulla.	Iso-butyleeni –kaasu, konsentraatio on 100 ppm, pullossa on 20 Celsiusasteessa 500 PSI:n paine. Kalibroinneista ja kalibroinnin tarkistuksista pidetään kirjaa. Kalibroinnin tarkistus pyritään suorittamaan kentällä mittausolosuhteissa. Jos tarkistuksesta saatu lukema ei ole hyväksyttävä, suoritetaan laitteelle kalibrointi. Käytännössä laite on pystytty kalibroimaan varastolla ja käyttämään tätä kalibrointi myös kentällä, jos kalibrointihetkellä lämpötila varastolla on ollut lähes sama kuin kenttäolosuhteiden lämpötila. Laite kalibroidaan automaattisen kalibrointiohjelman avulla syötettävällä laitteelle kalibrointikaasua.	(1) Mittari käytetään normaaleissa huolto-ohjelman mukaisissa huolloissa Senweco Oy:ssä, jossa mittari kalibroidaan ja sen toiminta tarkastetaan. VOC anturi kalibroidaan isobutyleenillä (100 ppm) mittauspäivänä laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti (2) Mittari käytetään normaaleissa huolto-ohjelman mukaisissa huolloissa HNU-Nordion Oy:ssä, jossa mittari kalibroidaan ja sen toiminta tarkastetaan. Käytettävät kalibrointikaasut: HCN anturi kalibroidaan tyypellä (5-20 ppm) VOC anturi kalibroidaan isobutyleenillä (100 ppm) LEL anturi kalibroidaan 50 % LEL tai 2,5 til.% metaania sisältävällä ilmalla	Kenttätestilaboratoriossa max 30 päivän kalibroidaan 4-kaasu kalibrointiseoksella (50 % LEL metaani, 20,9 % happi, 25 ppm H2S, 50 ppm CO) LEL kalibrointiin ja isobutyleeni (100 ppm) PID kalibrointiin. Kalibrointi suoritetaan laitteen ohjekirjan mukaisesti (laite ohjaa itse kalibrointia ja antaa ohjeet miten jatketaan). Kalibrointi tehdään tasaisin välein myös ilman kanssa. Joka toinen vuosi laite huollatetaan maahantuojaan laitehuollossa.	Maahantuoja hnuNORDION suorittaa kalibroinnit laitteen huolto-ohjeiden mukaisesti. Tarvittaessa mahdollisuus tarkistukseen kentällä isobutyleenikaasulla.	Vuositarkastus sisältäen kalibroinnin. Tämän lisäksi nollatason tarkistukset, tarkastukset kalibrointikaasulla ja rinnakkaisanalyysit laboratorionäytteistä.
14. Miten 0-pisteen kalibrointi suoritetaan?	automaatti 0.	Puhtaalla ilmalla pitoisuuden ollessa 0	MiniRAE2000 nollapisteen kalibrointi tarvittaessa itse, QRAE kalibroinnin yhteydessä automaattisesti.	Laite suorittaa automaattisesti 0-pisteen kalibroinnin	Ympäroivällä ilmalla. Tarvittaessa aistinvaraisesti arvioiden puhdas ilma haetaan kunnostuskohteen ulkopuolelta, jos kohteessa käryää kovasti.	0-pisteen kalibrointi suoritetaan laitteen ohjeistuksen mukaisesti, laite ohjaa itse kalibrointia ja antaa ohjeet miten jatketaan.	Laite suorittaa kalibroinnin automaattisesti käynnistyessä.	Mittarin ohjeen mukaisesti.
15. Onko mittarissa lämpötila- ja kosteuskompensointi? Jos on, miten sen toimivuutta varmistetaan?	ei ole.	Ei	Ei ole.	Ei ole.	Ei ole.	Mittarit ottavat automaattisesti lämpötilan ja kosteusolosuhteet huomioon. Ko. toiminnon toimivuutta emme pysty varmistamaan.	On	On. Mittaajan tekee asi- antuntumuksellaan arvon tuloksen luotettavuudesta.
16. Käyttekö korjauskertoimia eri aineille?	Ei.	Ei	Ei.	PID-mittalukema ei anna tulosta mg/kg ka vaan ppm ilmatilavuutta kohden. PID-mittari näyttää, onko näytteessä vähän tai paljon helposti haihtuvia hiilivetyjä. Käytännössä PID-mittarin näyttäessä muutamaa kymmentä yksikköä ppm:nä pitoisuutta, vasta silloin voimme arvela, että laboratorionäytteessä on C5-C10 öljyhiilivetyjä lähelle 100 mg/kg ka	Ei käytetä korjauskertoimia vaan summaa. Mittausta käytetään antamaan suuntaa-antavaa tietoa.	Mittarit tekevät tarvittavat korjaukset automaattisesti.	Ei	Yleensä emme. PID on suuntaa-antava mittari maanäytteen pitoisuustason arviointiin. Tärkeät analyysit, kuten kunnostustyön jäännöspitoisuudet analysoidaan maanäytteistä laboratoriossa.

Liite 3. Ohjeita näytteenottovertailun osallistujille



4.9.2012/kb

Profstest SYKE:n vertailu – Näytteenotto haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneesta maaperästä

Ohjeita näytteenottovertailun osallistujille

1

Näytteenottokohde

Kohteen tarkka osoite on: Nahkelanraitti 22, 04350 Nahkela. Katso kartat liitteessä 1. Näytteenottopaikalla ei saa käydä ennen näytteenottoa. Paikalle voi saapua noin 10 min etuajassa. Tällöin järjestäjä voi antaa tarpeellisia lisäohjeita.

Näytteenottpisteet on jaettu etukäteen, niin että näytteet otetaan systemaattisesti kahdelta linjalta työskentelyjärjestyksessä. Kairauspisteiden minimiväli on 25 cm ja maksimi 50 cm. Maksimisyvyys on 5 m.

Näytteenottopaikan yläpuolella on sähkölinja noin 7 m korkeudella ja näytteenottpaikan halki on vedetty vesijohto ja viemäriputkisto. Siksi on tärkeää, että ei poiketa osoitetusta näytteenottopaikasta.

2

Yleistä

Näytteenoton tulee noudattaa organisaation tavallisia rutiineja ja näytteenottoon ei saa osallistua normaalista poikkeavaa määrää näytteenottajia.

Näytteenotossa osallistuja ja SYKE vastaavat kumpikin omien työntekijöidensä työsuojelusta.

Osallistujilla on peseytymismahdollisuus näytteenoton jälkeen noin 10 km päässä olevassa hotellissa Krapihovissa. Pikkusaunan vuokraus 1,5 h maksaa 24 €, sisältäen pyyhkeet. Ilmoittakaa Katarina Björklöfille jos tarvitsette pesutilan käyttööne.

Osallistumismaksut peritään viikolla 38.

3

Näytteenotto

Näytteenotossa on noudatettava aikataulua (2,5 h tuntia/ryhmä).

Näytteenotto suoritetaan liitteessä 2 olevan kaavakuvan mukaisesti. Näytteenottojärjestys:

1. Synteettinen näyte (kenttämittaus)
2. Omavalintainen näytteenotin
3. Järjestäjien näytteenotin

Käytössä olevat näytteenottimet:

- iskuputki (= putkiotin) koot: 50 mm, 90 mm
- auger, koot: 80 mm, 150 mm
- läpivirtausotin
- dual tube putkiotin Koko: 64/50 mm

Järjestäjä on valmistanut jokaiselle oman synteettisen näytteen, joka säilytetään kylmässä. Synteettisestä näytteestä mitataan VOC-pitoisuus kenttämittarilla ja sen jälkeen lähetetään synteettinen näyte omassa näytepussissaan laboratorioon.

Osallistujille jaetaan näytteenottoaikalla 40 ml:n lasiset näyteastiat VOC-yhdisteiden kestäväntä varten. Astiat sisältävät 20 ml metanolia. Astiaan lisätään noin 20 g maanäytettä. Järjestäjällä on malliksi valmiiksi täytettyjä pulloja, josta selviää sopiva näytemäärä ilman punnitusta. Kentällä ei ole vaakaa. Kun näyteastia suljetaan, on tärkeää, että korkin alle ei jää hiekkaa. Korkkeja ei ruuvata liian kireälle, koska tiivisteet saattavat vaurioitua.

Näytteenotto kairaamalla suoritetaan omassa koeruudussa, joka on merkitty spraymaalilla. Kairapisteiden tulee olla noin 25-50 cm:n etäisyydellä toisistaan. Ensimmäinen kairaus tehdään esikyselyssä todetulla tavalla (omavalintainen näytteenotin). Kairauspisteestä määritetään kenttämittarin avulla maanäyte, jossa on korkein VOC pitoisuus ja tämä näyte lähetetään osallistujan omassa näyteastiassa laboratorioon. Toinen kairaus tehdään järjestäjien valitsemalla näytteenottimella ja järjestäjien ohjeen mukaisesti. Tästä pisteestä valitaan jälleen maanäyte, jossa on korkein VOC-pitoisuus kenttämittarilla. Tämä näyte lähetetään laboratorioon sekä osallistujan omassa näyteastiassa että kahdessa järjestäjän tuomassa metanoliastiassa. Toisesta kairauspisteestä valitaan kenttämittausten avulla myös toinen näyte, jossa on matalampi VOC-pitoisuus. Tästäkin näytteestä lähetetään laboratorioanalyysiin osanäyte omassa näyteastiassa ja kaksi rinnakkaisnäytettä kestäväntä metanoliin.

- kairauspiste 1 (= oma käytäntö). Yksi maaperänäyte osallistujan näyteastiassa laboratorioon (korkea VOC-pitoisuus).
- kairauspiste 2 (= suositeltu käytäntö). Kaksi maaperänäytettä (korkea ja matalampi VOC-pitoisuus) osallistujan näyteastioissa laboratorioon. Molemmista näistä osanäytteet myös kahteen metanoliastiassa.

Näytteenoton jälkeen pyydetään suullista palautetta siitä, mitkä olivat kokemukset kahdella eri näytteenottimella toteutetusta kairauksesta. Eli mitkä olivat edut ja haitat eri näytteenottimilla?

Osallistujat täyttävät ja tiivistävät omat kairausreikänsä näytteenoton jälkeen. Maakerrokset tulisi pyrkiä täyttämään siinä järjestyksessä kuin ne on nostettu.

Näytteenottotilanteet videokuvataan riittävien havaintojen keräämiseksi.

4

Laboratorionäytteet ja niiden koodaus

Järjestäjä toimittaa kaikki laboratorionäytteet laboratorioon. Maanäytteet jaetaan laboratoriossa ja määritetään rinnakkaisina. Metanoliastioissa olevia näytteitä ei määritetä rinnakkaisina.

Laboratorioon lähetettävät näytteet koodataan seuraavasti (RX= osallistujan koodi):

- RX_1-6 (metanolikestäväidut näytteet)
- RX_11-16 (omassa astiassa olevat näytteet)

Näytteestä määritetään bensiinijakeet (C₅-C₁₀, BTEX yhdisteet) SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa. Järjestäjä antaa tarrat näyteastioiden merkitsemistä varten. Tulokset ilmoitetaan kuivapainoa kohti. Proftest toimittaa laboratorioon toimitettujen näytteiden analyysitulokset osallistujille viikolla 41.

5

Mukaan otettavat tarvikkeet

Kaikki näytteenotossa tarvittavat tarvikkeet paitsi metanolipullot mukaan lukien seuraavat asiat:

- **Kenttätyöskentelyssä tarvittavat henkilösuojaimet (myös kuulosuojaimet) sekä ensiapulaukku.**
- **Kenttälomakkeet.** Tulosta omat kenttälomakkeet, mihin kirjaat näytetiedot ja koodit.
- **Kenttämittari.** Suunnitelmassa mainitut kenttämittarit sekä mittareiden viimeisimmät laadunvarmistustiedot.
- **Näyteastiat VOC-näytteenottoa varten.** Laboratorionäytteitä otetaan 8 kpl, joista yksi on kenttämittarilla mitattu synteettinen näyte omassa näytepussissaan, 3 kpl omaan näytteenottoastiaan ja 4 kpl järjestäjien toimittamiin metanoliastioihin. Varaa mukaan lusikoita tai vastaavia näytteen siirtämiseksi Head Space pulloihin (pullon suuaukon halkaisija noin 18 mm).
- **Työkalut ja tarvikkeet näytteiden ottamiseen ja näytteenottimien puhdistamiseen.**

6

Järjestäjille luovutettava materiaali

- näytteet asianmukaisine merkintöineen
- kenttämittareiden viimeisimmät laadunvarmistustiedot.

7

Liitteet:

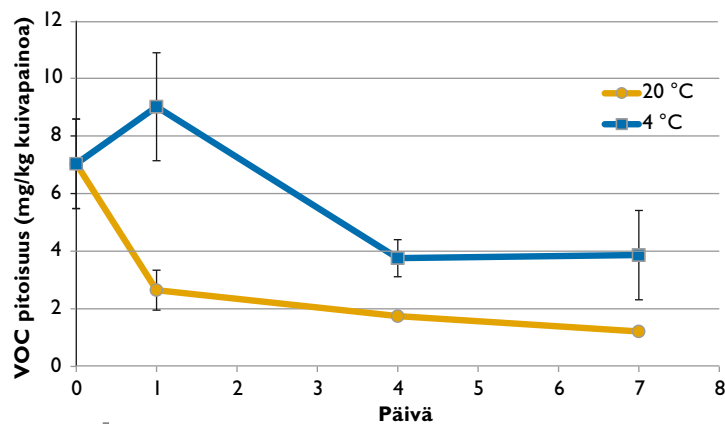
- kartat kohteesta
- näytteenottokaavio

Liite 4. Synteettisen näytteen valmistus ja testaus

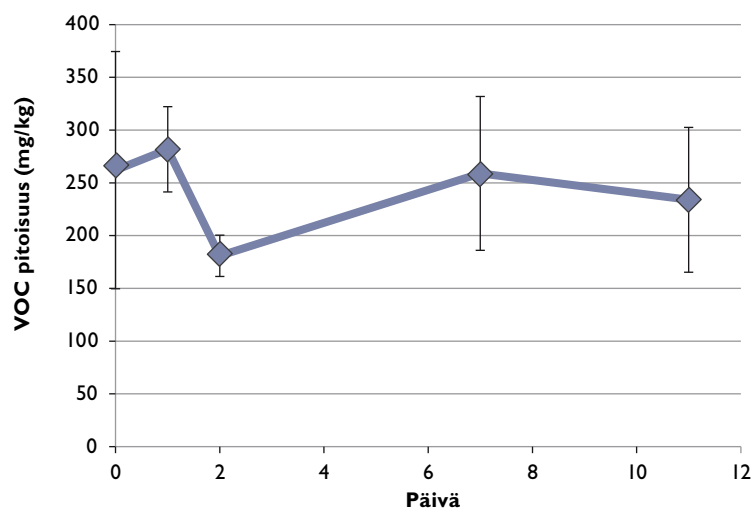
Vertailussa käytettyjä kenttämittareita verrattiin mittaamalla 200 g maanäytteitä, joihin oli lisätty tunnettua määrää synteettistä o-, m-, p- ksyleeniseosta. Näytteet säilytettiin kaasutiivissä pusseissa ja näytteiden homogeenisuutta sekä säilymistä testattiin kahdessa esikokeessa, jossa ksyleenipitoisuus oli eri. Esikokeiden tulokset perustuvat kolmeen rinnakkaispussin tulokseen. VOC- pitoisuudet mitattiin kaasukromatografisesti SYKEN laboratoriossa.

Esikokeista kävi selvästi ilmi, että haihtuvat orgaaniset yhdisteet säilyvät paremmin viileässä lämpötilassa (+4 °C) kuin huoneenlämmössä (+20 °C). Näytteisiin lisätystä pitoisuudesta ($7,0 \pm 1,6$ mg/kg kuivapainoa kohti) hieman alle neljäsosa ($1,7 \pm 0,1$ mg/kg kuivapainoa kohti) oli jäljellä viikon päästä huoneenlämmössä pidetyissä pusseissa. Vastaavasti hieman yli puolet ($3,9 \pm 1,6$ mg/kg kuivapainoa kohti) oli jäljellä kylmässä pidetyissä pusseissa (kuva 18). Kahden viikon säilytyksen aikana +4 °C:ssa korkeampi lisäyspitoisuus (262 mg/kg kuivapainoa kohti) pysyi lähes ennallaan tai pieneni korkeintaan 30 % (pienin mitattu pitoisuus 14 pv jälkeen 180 mg/kg kuivapainoa kohti); (kuva 19).

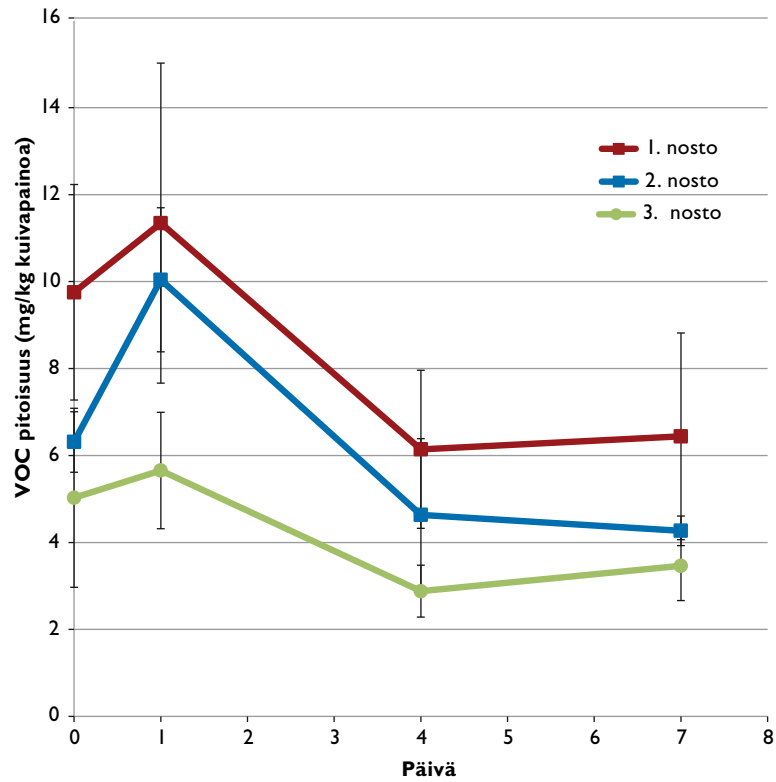
Jokaisesta pussista otettiin kolme osanäytettä niin, että pussin sisältöä sekoitettiin osanäytteenottojen välillä. Osanäytteenoton järjestys (?) ja pussin avoinna olemisen pituus vaikutti huomattavasti xyleenipitoisuuteen. Pitoisuusero ensimmäisen ja kolmannen välissä saattoi olla jopa 50 % (kuva 20).



Kuva 18. Xyleenin pysyvyys kaasutiivissä pusseissa lämpötilan mukaan.



Kuva 19. Isompi xyleenipitoisuus (tavoitepitoisuus) säilyi muuttumattomana kylmässä kaksi viikkoa.



Kuva 20. Xyleenin pysyvyys kaasutiiviissä pusseissa osanäytteenottojen välissä. Avatusta pussista otettiin kolme osanäytettä ja pussin sisältöä sekoitettiin osanäytteiden välissä.

KUVAILEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			Julkaisu-aika Toukokuu 2013
Tekijä(t)	Katarina Björklöf, Seppo Nikunen, Henrik Westerholm, Tero Kähkölä, Milja Vepsäläinen, Jari Nuutinen, Mirja Leivuori ja Outi Pyy			
Julkaisun nimi	Näytteenoton vertailukoe 14/2012 Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21 /2013			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä : www.syke.fi/julkaisut helda.helsinki.fi/syke			
Tiivistelmä	<p>Näytteenotokäytännöt vaikuttavat tuloksen luotettavuuteen ja ovat siksi tärkeä osa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointia. Tämän vertailun tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon haihtuvien öljyhiilivetyjen analyysitulokset (VOC) ovat riippuvaisia näytteenoton käytännöistä sekä, mitkä ovat tärkeimmät haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteenotossa huomioitavat asiat. Vertailussa arvioitiin myös kenttämittarien (PID) käyttöä ja niiden tulosten luotettavuutta. Vertailu toteutettiin haihtuvilla öljyhiilivedyillä pilaantuneessa kohteessa, jossa vertailuun osallistujat suorittivat kenttänäytteenoton omalla vuorollaan. Osallistujien kenttämittaritulosia verrattiin referenssimittarin tuloksiin sekä osallistujien keräämät maanäytteet toimitettiin analysoitavaksi samaan laboratorioon.</p> <p>Vertailukokeeseen osallistui kahdeksan osallistujaa ja heidän toimintaa kentällä arvioitiin sekä annettiin suosituksia näytteenoton laadun parantamiseksi. Vaikka osallistujien kenttätoiminta pääosin oli hyvä, tulisi edelleen kiinnittää enemmän huomiota haihtuvien yhdisteiden haihtumisen ehkäisemiseen näytteenoton ja käsittelyn yhteydessä sekä työsuojelussa. Henkilösuojaimiksi tarkoitettuja kaasuhälyttimiä ei suositella käytettäväksi kenttämittarina maanäytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuden määrittämisessä.</p> <p>Vertailun tuloksien perusteella ei saatu selvää näyttöä siitä, että haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteiden kestävänti kentällä verrattuna näytteiden kestäväntiin laboratoriossa vaikuttaisi näytepitoisuuksiin. Haihtuvien yhdisteiden saannoissa ei myöskään havaittu näytteenotimesta johtuvia systemaattisia eroja.</p>			
Asiasanat	haihtuvat öljyhiilivedyt, haihtuvat orgaaniset yhdisteet, vertailukoe, näytteenotto, pilaantuneet maat (PIMA), maaperä, ympäristöhaitat, kenttämittarit, PID, kairaus			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			
	ISBN	ISBN 978-952-11-4192-8 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1726 (verkkoy.)
	Sivuja 50	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja				
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE) PL 140, 00251 HELSINKI			
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			Datum Maj 2013
Författare	Katarina Björklöf, Seppo Nikunen, Henrik Westerholm, Tero Kähkölä, Milja Vepsäläinen, Jari Nuutinen, Mirja Leivuori och Outi Pyy			
Publikationens titel	Näytteenoton vertailukoe 14/2012 Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt (Kompetensprövning för provtagning 14/2012) Flyktiga petroleumkolväten i mark)			
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentrals rapporter /2013			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig bara på internet: www.syke.fi/publikationer helda.helsinki.fi/syke			
Sammandrag	<p>Provtagningsrutinerna av förorenad mark påverkar avsevärt pålitligheten av mätresultaten och därför är provtagningen en viktig del av undersökningsprocesserna av förorenad mark. I denna jämförelseprövning undersöktes hur mycket mätresultaten för flyktiga oljekolväten (VOC) beror på provtagningsprocedurerna och vilka är de viktigaste faktorer som bör beaktas i provtagning av flyktiga oljekolväten. I jämförelseprövningen utvärderades också användningen och tillförlitligheten av PID-mätarens resultat.</p> <p>Jämförelseprövningen utfördes på en fastighet som kontaminerats med flyktiga petroleumkolväten, så att varje deltagare utförde fältarbetet turvis. Mätresultaten från deltagarnas PID-mätare jämfördes med en referensmätare och de tagna proverna skickades alla till samma laboratorium.</p> <p>I jämförelseprövningen bedömdes deltagarnas provtagningsprocedurer i fält, och rekommendationer för att förbättra kvaliteten på provtagningen gavs. På basen av resultaten var provtagningsprocedurerna i huvudsak goda, men mera uppmärksamhet för att förhindra avdunstning av flyktiga föreningar och för arbets säkerheten behövs. Gasvarnare, som används som personlig skyddsutrustning, ska inte användas i undersökningarna. Resultaten hittade kunde inte påvisa att fixering av proverna i fält skulle vara bättre än fixering i laboratoriet. Inte heller borrningsutrustningen verkade ha någon effekt på resultaten.</p>			
Nyckelord	flyktiga kolväten, jämförelseprövning, provtagning, förorenad mark, PID-mätare, borrning.			
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			
	ISBN	ISBN 978-952-11-4192-8 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1726 (online)
	Sidantal 50	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution				
Förläggare	Finland miljöcentral (SYKE) PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckningsort -år				

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> May 2013
<i>Author(s)</i>	Katarina Björklöf, Seppo Nikunen, Henrik Westerholm, Tero Kähkölä, Milja Vepsäläinen, Jari Nuutinen, Mirja Leivuori and Outi Pyy			
<i>Title of publication</i>	Näytteenoton vertailukoe 14/2012 Maaperän haihtuvat öljyhiilivedyt (Comparison test on sampling 14/2012 Volatile petroleum hydrocarbons in soil)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of the Finnish Environment Institute /2013			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available only on the internet: www.syke.fi/publications helda.helsinki.fi/syke			
<i>Abstract</i>	<p>Sampling practices affect the reliability of the results and sampling is therefore an important part of contamination assessment and remediation needs of contaminated soils. The aim of this comparison test was to clarify how much the measured concentrations of volatile oil hydrocarbons depend on sampling practices and which are the most important factors to take into account in sampling of volatile organic compounds (VOC). Also the reliability of field meters (PID) was evaluated. The comparison test was performed at a VOC-contaminated site, where each participant did the field work separately. The field meters were compared to a reference meter and the samples taken by each participant were sent to the same laboratory for analyses.</p> <p>The field working practices of all eight participants were evaluated and recommendations for improvement of sampling quality were made. Practices were in general good, but more attention on preventing evaporation of volatile organic compounds and safety matters is needed. Field meters designed for safety alerts should not be used in measuring of organic compounds concentration in field investigations.</p> <p>No indication that preservation of sampling immediately in the field is better than preservation in the laboratory was found. Also no differences in the sampling devices used in drilling were found.</p>			
<i>Keywords</i>	volatile oil hydrocarbons, volatile organic compounds, comparison test, soil sampling, contaminated soil, contaminant, field meter, PID, drilling			
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			
	ISBN	ISBN 978-952-11-4192-8 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1726 (online)
	No. of pages 50	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) -
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environmental Institute (SYKE) P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>				



ISBN 978-952-11-4192-8 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkko)