



KIVIMÄEN KOULU

SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUS



Tutkimusraportti 1238511

5.1.2012



Ositum Oy:n kemian laboratorion Oulun ja Espoon toimipisteet ovat akkreditoituja testauslaboratorioita T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja Oulun laboratorion FLEC-analyysin näytteenoton.





Sisällysluettelo

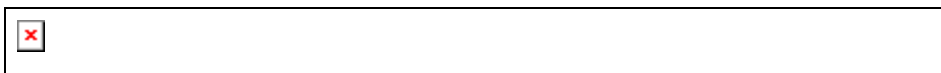
1. YHTEYSTIEDOT	3
2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA.....	4
2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC	4
2.1.1 Analysointimenetelmä	4
2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC.....	5
2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet	5
2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet	7
2.1.5 Johtopäätös	7
3. ALLEKIRJOITUKSET.....	8
4. TULOKSET GRAAFISESTI.....	9





1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Vantaan kaupunki Jouni Räsänen Kielotie 13 01300 Vantaa
Tutkimuskohde	Kivimäen Koulu Lintukallionkuja 6 01620 Vantaa
Projektinumero	1238511
Perustettu	5.12.2011
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Analysoija	Anssi Riekki
Raportoija	Anssi Riekki
Yhteyshenkilö	RI, projektipäällikkö Juha Tuuli Gsm 044 537 9011
Näytteenottaja	Ositum Oy Juha Tuuli
Näytteenottopäivä	1.12.2011





2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

2.1.1 Analysointimenetelmä

Materiaalin emissionäytteiden ottoon käytetään näytteenottovälineitä, jotka eivät kontaminoi näytteitä. Muiden kuin Ositum Oy:n ottamista näytteistä vastaa tilaaja.

Materiaalien emissionäytteiden käsittely tapahtuu standardin ISO 16000-10 mukaan. Materiaalien emissiot määritetään ja ilmoitetaan joko pinta-alaa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$, tai painoa kohden tunnissa, $\text{ng}/(\text{g h})$. Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä. Näytteenkeräyslaitteistolla, The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001, kerätään haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VVOC ja VOC, adsorbentti-putkeen vakioidussa olosuhteissa.

Näytteen keräykseen käytetään kantokaasuna typpikaasua, 5.0-luokka, instrument-laatu, puhtausaste 99.999 % typpeä. Typpikaasu kostutetaan 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus säädetään 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus tarkistetaan Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto aloitetaan, FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä kerätään 4500 ml, adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-terkkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD-GC-MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä kolonniuunin lähtölämpötila on laskettu $+10\text{ }^\circ\text{C}$:een. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia, jotta näytteiden sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden tavanomaisissa sisälämpötilassa esiintyvien yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet lasketaan vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibraatiosuoraan (ns. tolueeniekvivalenttina). Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia ja haihtuvia yhdisteitä kiehumispistealueella $>0 - 260\text{ }^\circ\text{C}$. Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja niiden tunnistus tapahtuu vertaamalla niiden massaspektiriä Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus ilman näytteenottoa noin 3,5 litran näytteen TVOC:lle on 35 % ja määrittäjä on $< 10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Muille tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Yksittäisten yhdisteiden yli $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia. Alle $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevän numeron ja yli $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Putkityyppi	Adsorbentti	Kerättyjen yhdisteiden koko	Vetoaika
7	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003	n-C2/3 - n-C20	30 min





2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

VVOC/VOC -yhdisteiden pitoisuudet ja yksiköt on esitetty alla olevissa taulukoissa.

	Näytteet 1-1 ^a , yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi ^b
1.	FG1. Koulusihteeri	ng/g h	7

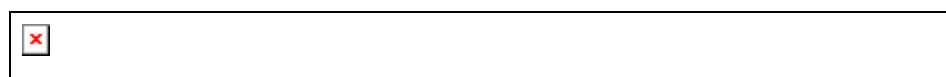
^a VO = ilmanäyte, FG = massaperusteinen materiaalinäyte, FM = pinta-alaperusteinen materiaalinäyte, BVO = BioVOC

^b Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko C_{3/4} – C₂₀

2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueneiekvivalenttina (ng/ g h). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä alittavat pitoisuudet on merkitty x:llä. Lihavoidut ja keltaisella korostetut tulokset ylittävät 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC). Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	Yhdiste	1
Aldehydit		
	2-Etyyliheksanaali	2
	Bentsaldehydi	1
	Butanaali	<1
	Dekanaali	2
	Heksanaali	<1
	Nonanaali	1
	Oktanaali	<1
	Pentanaali	<1
	Yhteensä	8
Alkaanit		
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	<1
	Dodekaani	1
	Heksaani	<1
	Metyylisykloheksaani	<1
	Tetradekaani	<1
	Tridekaani	<1
	Undekaani	<1
	Yhteensä	4
Alkeenit		
	1-Okteeni	<1
	Yhteensä	<1
Alkoholit		
	1-Butanoli	14
	2-Butoksietanoli	<1
	2-Etyyliheksanoli	54
	2-Fenoksietanoli	<1
	2-Metyyli-2-propanoli	16
	Bentsyylialkoholi	5
	Etanoli	120
	Isopropanoli	<1
	Yhteensä	210





Ryhmä	Yhdiste	1
Aromaattiset		
	Bentseeni	<1
	o-Ksyleeni	<1
	Oktahydro-1,4-metano-1H-indeeni	3
	Tolueneeni	<1
	Yhteensä	5
Atsoryhmät		
	Dekahydro-1,2,4-metanoatsuleeni	9
	Yhteensä	9
Glykoleetterit		
	Dietyleeniglykolimonoetyylieetteri	1
	Yhteensä	1
Ketonit		
	2,3-dihydro-1H-inden-1-oni	1
	2-Butanoni	<1
	2-Heptanoni	<1
	3-Heptanoni	10
	4-Metyyli-2-pentanoni	2
	Asetofenoni	1
	Asetoni	7
	N-Metyyli-2-pyrrolidinoni	2
	Sykloheksanoni	<1
	Yhteensä	25
Orgaaniset hapot		
	Etikkahappo	1
	Yhteensä	1
Rikkiyhdisteet		
	Tiourea	<1
	Yhteensä	<1
Siloksaanit		
	Heksametyylisyklotrisiloksaani	<1
	Trimetyylisilanoli	1
	Yhteensä	2
Terpeenit		
	alfa-Pineeni	<1
	alfa-Longipineeni	1
	delta-3-Kareeni	<1
	l-Kamferi	<1
	Longifoleeni	110
	trans-Karyofyleeni	1
	Yhteensä	120
Tunnistamattomat		
	Yhteensä	10
TVOC*		400





2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (ng/g h).

Ryhmä	1
Aldehydit	8
Alkaanit	4
Alkeenit	<1
Alkoholit	210
Aromaattiset	5
Atsoryhmät	9
Glykolieetterit	1
Ketonit	25
Orgaaniset hapot	1
Rikkiyhdisteet	<1
Siloksaanit	2
Terpeenit	120
Tunnistamattomat	10
TVOC*	400

* Ositum Oy:n kemian laboratorion Oulun ja Espoon toimipisteet ovat akkreditoituja testauslaboratorioita T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja Oulun laboratorion FLEC-analyysin näytteenoton.

2.1.5 Johtopäätös

Materiaalin FLEC-näytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin 2-etyyliheksanolia, etanolia ja longifoleenia, joiden pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuudesta.

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliiftalaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

Etanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Longifoleenia käytetään mm. puhdistusaineissa.





3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulkinnat pohjautuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

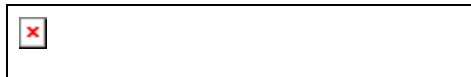
Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa. Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 5.1.2012

Ositum Oy



Anssi Riekki
Laboratorioanalyttikko (AMK) Anssi Riekki

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

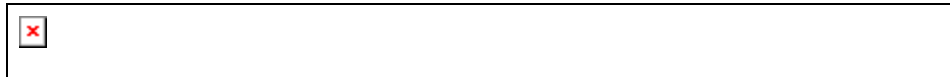
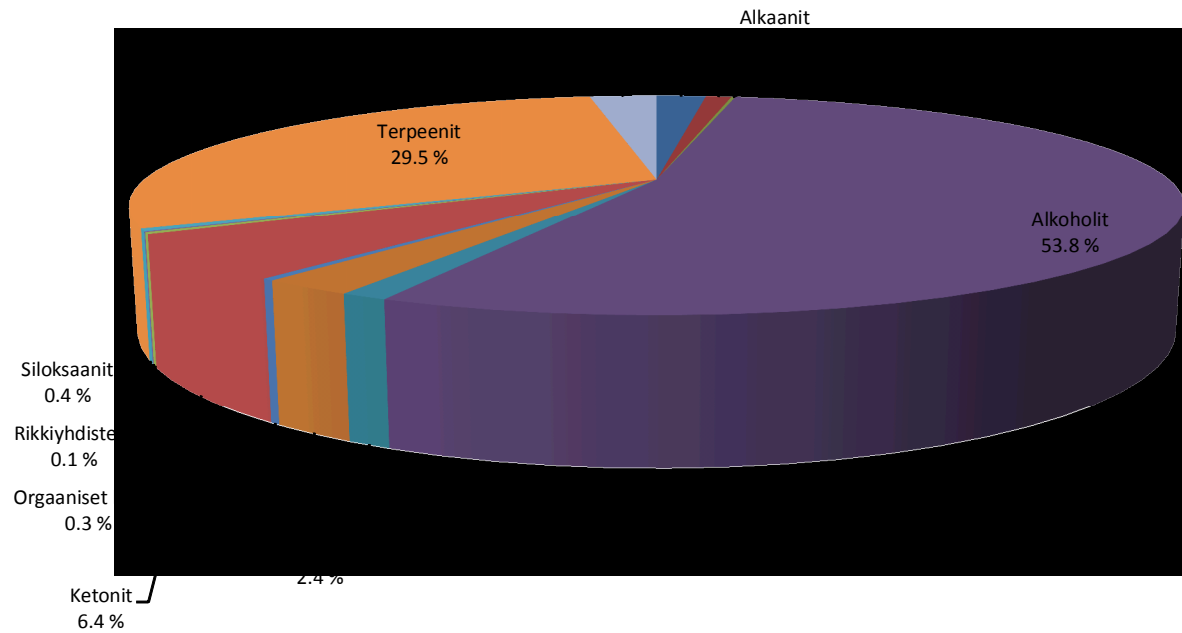




4. TULOKSET GRAAFISESTI

Ryhmiin pitoisuudet

VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC



Yhdisteiden pitoisuudet

VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

