

JOKIVARREN KOULU

SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUS



Tutkimusraportti 1253911

25.1.2012



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).

Ositum Oy
www.ositum.fi

Otakaari 12
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Hatanpääkatu 3
33900 Tampere
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

1. YHTEYSTIEDOT	3
2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA.....	4
2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma	4
2.1.1 Analysointimenetelmä.....	4
2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma	5
2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet.....	5
2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet.....	6
2.1.5 Johtopäätös.....	8
2.1.6 Viitearvoja	8
2.1.7 Kirjallisuus	9
3. ALLEKIRJOITUKSET	10
4. TULOKSET GRAAFISESTI.....	11

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Vantaan kaupunki Ulla Lignell Kielotie 13 01300 Vantaa
Tutkimuskohde	Jokivarren Koulu Sorvatie 16 Vantaa
Projektinumero	1253911
Perustettu	30.12.2011
Laboratorio	Ositum Oy Otakaari 12 02150 ESPOO
Analysoija	Juhani Kronholm
Raportoija	Juhani Kronholm
Yhteyshenkilö	RI, projektipäällikkö Juha Tuuli Gsm 044 537 9011 RI, tekninen johtaja Rauno Pakanen Gsm 050 468 0020
Näytteenottaja	Ositum Oy Juha Tuuli
Näytteenottopäivä	29.12.2011

2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA

2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma

2.1.1 Analysointimenetelmä

Näytteiden keräyksessä on käytetty Ositum Oy:n SKC 222-3 tarkkuuspumppua, joka on kalibroitu yksilöllisesti analyysiputkityypille Bios International Defreder 520 tarkkuuskalibroitilaitteella. Tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun keräysaikaan.

Suosittelava näytteenottoaika määrittyy käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositeltavat näytteenottoajat on esitetty näytteenotto-ohjeessa. Näytteenottoajan merkittävä pidentäminen suositelluista näytteenottoajoista voi johtaa erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden irtoamiseen adsorbentista näiden yhdisteiden kiinnipysymisajan lyhyden vuoksi. Näytteessä havaitut yhdisteet ja niiden pitoisuudet riippuvat käytetystä adsorbentista.

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 °C:een. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metr in 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 analyyseistä.

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 °C. Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja niiden tunnistus tapahtuu vertaamalla niiden massaspektreihin Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin.

Analyyssi on Asumisterveysoppaan (2009) mukainen. Asumisterveysoppaan kohdassa ”8.8.2 Lyhytaikaiseen näytteenottoon perustuva mittausmenetelmä” todetaan: ”Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittämiseksi voidaan ilmanäyte kerätä pumpulla myös muuhun adsorptiomateriaaliin (kuin Tenax TA).” Tulosten tulkinta perustuu näytteestä tunnistettuihin yhdisteisiin ja niiden pitoisuuksiin.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus noin 3,5 litran sisäilmanäytteen kokonaispitoisuudelle (TVOC) on 35 % ja määrittämissuhteet on < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Muille tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Yksittäisten yhdisteiden yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia. Alle 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevä numeron ja yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Alle 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC:illa näytettä ei voi tulkita luotettavasti.

Putkityyppi	Adsorbentti	Kerättyjen yhdisteiden koko	Vetoaika
3	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	25 min

2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma

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

	Näytteet 1-1 ^a , yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi ^b
1.	VO1. ATK-luokka	µg/m ³	3

^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 tolueeniekvivalenttina (µg/m³). Toteamisrajan ylittävät, mutta määräysrajan alittavat pitoisuudet on merkitty x:llä. Lihavoidut ja keltaisella korostetut tulokset ylittävät 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC), 50 % yhdisteryhmän viitearvosta, tai tulos on yli kymmenkertainen normaalipitoisuuteen verrattuna. Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	Yhdiste	1
Aldehydit		
	Bentsaldehydi	<1
	Yhteensä	<1
Alkaanit		
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	<1
	2-Metyylibutaani	<1
	Oktaani	<1
	Pentaani	<1
	Yhteensä	1
Alkoholit		
	Etanoli	<1
	Syklobutanoli	<1
	Yhteensä	<1
Amiinit		
	5-Metyyli-2-heksanamiini	<1
	Piperatsiini	<1
	Yhteensä	<1
Aromaattiset		
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	<1
	Bentseeni	<1
	Etyylibentseeni	<1
	o-Ksyleeni	<1
	p-Ksyleeni	<1
	Tolueeni	1
	Yhteensä	3
Halogenoidut		
	1,1,2-Trikloori-1,2,2-trifluorietaani	<1
	Fluoritrikloorimetaani	<1
	Yhteensä	<1
Ketonit		

Ryhmä	Yhdiste	1
	Asetofenoni	<1
	Yhteensä	<1
Muut		
	Etyleenioksidi	<1
	Yhteensä	<1
Tunnistamattomat		
	Yhteensä	4
TVOC*		11

2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Lihavoidut ja harmaalla korostetut tulokset ylittävät yhdisteryhmän kokonaispitoisuuden viitearvon. Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	1
Aldehydit	<1
Alkaanit	1
Alkoholit	<1
Amiinit	<1
Aromaattiset	3
Halogenoidut	<1
Ketonit	<1
Muut	<1
Tunnistamattomat	4
TVOC*	11

* 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).

Yhdisteiden hajukynnysylitykset näytteittäin.

Ryhmä	Yhdiste
-----	-----

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP, ylitykset näytteittäin. HTP –arvo ilmoittaa yhdisteen pitoisuuden, jotka työpaikoilla eivät saa ylittyä 8 tunnin tai 15 minuutin työskentelyn aikana. (HTP-arvot 2009, Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet.)

Näyte	8 h - mg/m^3	15 min - mg/m^3
-----	-----	-----

Kirjallisuus (International Chemical Safety Cards (ICSC) 2007)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP/1000, ylitykset näytteittäin. HTP/1000 -arvon ylitys kertoo yhdisteen epätavallisen korkeasta pitoisuudesta asuintiloissa verrattuna tavanomaisena pidettyyn pitoisuuteen sisäilmassa. (HTP-arvot 2009, Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet.)

Näyte	8 h - mg/m ³	15 min - mg/m ³
-----	-----	-----

Kirjallisuus (Kostiainen ja Nokelainen 1994)

2.1.5 Johtopäätös

Sisäilman VVOC ja VOC -näytteessä havaittiin myös vähän 2-etyyliheksanolia. 2-etyyliheksanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Sitä saattaa myös emittoitua, irrota sisäilmaan, kosteuden vaurioittamista muovimatoista.

Sisäilman VVOC ja VOC-näytteen kokonaispitoisuus oli normaalia alhaisempi, joten sitä ei voi tulkita luotettavasti. Matalat pitoisuudet voivat johtua mm. voimakkaasta ilmanvaihdoista tai tuuletuksesta.

2.1.6 Viitearvoja

Yhdisteiden viitearvoja, hajukynnys ja normaalipitoisuusarvot on esitetty $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja HTP -arvot on esitetty mg/m^3 , 1 mg = 1000 μg .

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Normaalipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8 h - mg/m^3	15 min - mg/m^3
Aldehydit	Bentsaldehydi	180	1.7		
Alkaanit	Pentaani	94700		1500	1900
	Oktaani	27300	1.5	1400	1800
Alkoholit	Etanoli	55000		1900	2500
Aromaattiset	Bentseeni	28000	1.6	3.25	
	Tolueneeni	11100	14.4	190	380
	Etyylibentseeni	10100	2.0	220	880
	o-Ksyleeni	4900	1.5	220	440
	p-Ksyleeni	4900	5.1	220	440
Halogenoidut	Fluoritrikloorimetaani	92900		5600	7000
	1,1,2-Trikloori-1,2,2-trifluorietanaani	3790000		7800	10000
Ketonit	Asetofenoni	1810		25	
Muut	Etyleenioksidi	790000		1.8	

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteryhmien yhteenlaskettujen kokonaispitoisuuksien laadullisia viitearvoja.

Ryhmä	Viitearvoja	Oirearvoja
Aldehydit	20	
Alkaanit	100	
Aromaattiset	50	1000
Esterit	20	
Halogenoidut	30	
Muut	50	
Terpeenit	30	

Kirjallisuus (Wallace 1986, Seifert 1990)

Yhdisteiden yhteenlaskettujen pitoisuuksien, TVOC, yleisiä seuraamuksia.

TVOC	Yhdisteiden kokonaispitoisuudelle raportoituja seurauksia
600-3000	saattaa esiintyä oireita
3000-25000	aiheuttaa epämiellyttävän olon
>25000	aiheuttaa myrkytysoireita

Kirjallisuus (Molhave 1990)

2.1.7 Kirjallisuus

International Chemical Safety Cards (ICSC) (2007) The International Programme on Chemical Safety (IPCS) joint programme of the United Nations Environment Programme (UNEP), the International Labour Office (ILO) and the World Health Organization (WHO). Cited January 24th 2007 from: <http://www.who.int/ipcs/publications/icsc/en/index.html>

Kostiainen R, Nokelainen S & Ahonen S (1994) Haihtuvat Orgaaniset Yhdisteet Huoneilmassa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/94, Helsinki.

Molhave L (1990) Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 15-33.

Seifert B (1990) Regulating indoor air. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 35-49.

Sisäilmastoluokitus 2000, Sisäilmayhdistys julkaisu 5 (2001) Sisäilmayhdistys ry, Rakennustietosäätiö, Suomen Arkkitehtiliitto SAFA, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto SKOL. Kirjapaino Verbi, Espoo.

Wallace LA (1986) An overview of the total exposure assessment methodology (TEAM) study. Summary and analysis, Vol. 1. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

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).

Espoo 25.1.2012

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti Juhani Kronholm

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

4. TULOKSET GRAAFISESTI

VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma

