

Analyysivastaus 1916416
VVOC- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

Tilaaaja	Limingan Kunta, Antti Sangi, PL 861, 00019 SSC
Tutkimuskohde	Vesikarin päiväkot, Sortavalantie 1, 91910 TUPOS
Näytteenottaja	Ositum Oy Kalevi Ylinampa 044 537 9004
Näytteenottopäivä	23.1.2016
Vastaanotettu	
Viitteenne	

Laboratorio	Ositum Oy, Perintötie 8 C 4, 01510 VANTAA	Puhelin	+358 10 425 2610
Yhteyshenkilö	DI, projektipäällikkö Kalevi Ylinampa		044 537 9004
Analysoija	FM, kemisti Heidi Tiala		
Raportoija	FM, kemisti Heidi Tiala		

Analyysimenetelmä

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

Materiaalien emissionäytteet on käsitelty 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.

Materiaalinäytteestä emittoituvat haihtuvat orgaaniset yhdisteet on kerätty adsorbenttiputkeen vakioidussa olosuhteissa The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001 näytteenkeräyslaitteistolla. Näytteen keräämiseen on käytetty kantokaasuna typpikaasua (instrument-laatu, 5.0-luokka, puhtausaste 99.999 %). Typpikaasu on kostutettu 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus on säädetty 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus on tarkastettu Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto on aloitettu FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä on kerätty 4500 ml adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-tarkkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota, kaasukromatografiaa ja massaselektiivistä detektoria (Agilent TD-GC-MS-laitteisto). Analyysimenetelmässä GC:n lähtölämpötila on $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ ja analyysissa käytetään erityispiikkää 60 metrin kolonna, jotta näytteen sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Menetelmä mahdollistaa erittäin haihtuvien, tavanomaisissa sisälämpötiloissa esiintyvien, yhdisteiden havainnoinnin. Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia (VVOC) ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) kiehumispistealueella $> 0 - 260 \text{ }^\circ\text{C}$. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseistä.

Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on laskettu tolueeniekvivalenttina, eli vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibrointisuoraan. Yhdisteet on tunnistettu vertaamalla niiden massaspekttriä Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin ja niiden pitoisuudet on ilmoitettu mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Analyysituloksessa ilmoitettu TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus välillä *n*-heksaani – *n*-heksadekaani.

FLEC-laboratorioanalyysin mittausepävarmuus TVOC:lle on $< 40 \text{ } \%$ ja määrittäjäraja on $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Toistettavuus on määritetty yhdisteryhmäkohtaisesti.

Yhdisteryhmä	Toistettavuus (%)
Aldehydit, alkaanit, alkeenit, fenolit, esterit, ketonit ja terpeenit	30
Alkoholit	20
Aromaattiset yhdisteet ja typpiyhdisteet	50
Eetterit	40
Halogenoidut yhdisteet ja orgaaniset hapot	60

Yksittäisten yhdisteiden yli $500 \text{ ng}/(\text{g h})$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia ja tällöin myös analyysissä saatu TVOC on suuntaa-antava. Yli $500 \text{ ng}/(\text{g h})$:n pitoisuudet on merkitty taulukkoon $> 500 \text{ ng}/(\text{g h})$. Alle $100 \text{ ng}/(\text{g h})$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevä numeron ja yli $100 \text{ ng}/(\text{g h})$:n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.



Ositum Oy:n kemian laboratorion Vantaan toimipiste on akkreditoitu testauslaboratorio T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

Näytteet VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)

Näyte	Selite	Massa	Näyteputki
FG1	Betonia muovimaton alta, Kaikumetsä, huone 163, 2 m keittiökaapiston edestä	3.2 g	84318 °C
FG2	Betonia muovimaton alta, Kaikumetsän varasto	5.77 g	40259 °C
FG3	Betonia muovimaton alta, Eteinen, keskilattia vanhemman maton alta	4.42 g	40231 °C
FG4	Betonia muovimaton alta, Varasto/Toimisto 159	4.06 g	40254 °C

^c Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{3/4} – C₂₀
^d Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{2/3} – C₂₀

Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (ng/(g h)). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä alittavat pitoisuudet on merkitty lyhenteellä ND. Tällöin yhdiste on havaittu analyysissä, mutta sen pitoisuus on niin pieni, ettei sitä voida määrittää.

Ryhmä	Yhdiste	FG1	FG2	FG3	FG4
Aldehydit					
	2-Etyyliheksanaali		2		3
	Bentsaldehydi	4	1	3	4
	Dekanaali	12	4	8	11
	Heksanaali	2	ND	2	2
	Heptanaali	3		2	
	Nonanaali	19	4	11	13
	Oktanaali	5	ND	3	3
	Yhteensä	45	11	29	36
Alkaanit					
	1,4-dimetyyliisokloheksaani	1	ND		
	2-Metyyliheksaani	11	4	6	3
	2-Metyyliheptaani	3	1	ND	1
	3-Metyyliheksaani	12	5	4	4
	3-Metyyliheptaani	2	1		
	Butaani	3	1		
	cis-1,2-dimetyyliisoklopentaani	3	2	1	ND
	cis-1,3-dimetyyliisoklopentaani	3	1		
	Dodekaani	10	6	6	3
	Etyyliisoklopentaani	3	1	1	ND
	Heksaani	6	2	2	1
	Heptaani	44	16	12	13
	Isopropyliisoklobutaani	3	2	2	2
	Metyyliisokloheksaani	32	16	19	16
	Oktaani	1	ND	ND	ND
	Sykloheksaani	8	4	6	6
	Tetradekaani	3		1	
	Tridekaani	26	6	12	7
	Yhteensä	174	68	72	56
Alkeenit					
	2-Metyyli-1-penteeni	3	2	1	
	Yhteensä	3	2	1	
Alkoholit					
	1,2-Propaanidioli	4	3		
	1-Butanoli		6		
	1-Heptanoli			3	
	1-Oktanoli	2		2	

Ryhmä	Yhdiste	FG1	FG2	FG3	FG4
	2-Etyyliheksanoli	7	463	12	923
	Etanoli		2		
	Isopropanoli				4
	Yhteensä	13	474	17	927
Aromaattiset					
	Bentsotiatsoli		1		2
	p-Ksyleeni	2			
	Tolueneeni	27	10	16	20
	Yhteensä	29	11	16	22
Esterit					
	2-Metyylipropanihapon 3-hydroksi-2,4,4-trimetyyli	7	2		2
	Dietyyliftalaatti		2		
	Yhteensä	7	4		2
Ketonit					
	3-Heptanoni		4	ND	15
	4-Metyyli-2-pentanoni	4	1	2	2
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	3	1	2	3
	Asetoni		9	21	19
	Yhteensä	7	15	25	39
Orgaaniset hapot					
	Etikkahappo	10	5	6	6
	Yhteensä	10	5	6	6
Siloksaanit					
	Dekametyylisyklopentasiloksaani	4	1	2	3
	Heksametyylisyklotrisiloksaani	9	5	4	2
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani	2	1	1	1
	Trimetyylisilanoli		1		
	Yhteensä	15	8	7	6
Terpeenit					
	alfa-Pineeni	5	2	2	4
	delta-3-Kareeni	2	ND	1	2
	dl-Limoneeni	2			
	Yhteensä	9	2	3	6
Tunnistamattomat					
	Yhteensä	27	4	18	33
TVOC *		330	590	180	1100

* Ositum Oy:n kemian laboratorion Vantaan toimipiste on akkreditoitu testauslaboratorio T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

VANTAA 3.2.2016
Ositum Oy

Heidi Tiala

Heidi Tiala
FM, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.