

Analyysivastaus 2112116
VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

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	6.9.2016
Vastaanotettu	6.9.2016
Viitteenne	

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

Analyyssimenetelmä

Näytteet on kerätty Ositum Oy:n tarkkuuspumpulla, joka on kalibroitu Bios International Defender 520 tarkkuuskalibroitilaitteella. Tulokset perustuvat näytteenottajan ilmoittamiin mittaustietoihin.

Suosittelava näytteenottoaika määräytyy käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositellavat näytteenottoajat on esitetty näytteenotto-ohjeessa. Näytteenottoajan merkittävä pidentäminen suositellusta voi johtaa erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden irtoamiseen adsorbentista. Näytteessä havaitut yhdisteet ja niiden pitoisuudet riippuvat käytetystä adsorbentista.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota, kaasukromatografiaa ja massaselektiivistä detektoria (Agilent TD-GC-MS-laitteisto). Analyyssimenetelmässä GC:n lähtölämpötila on +10 °C ja analyysissa käytetään erityispitkää 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 °C. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseistä.

Analyyssi poikkeaa Asumisterveysoppaassa esitellystä menetelmästä siten, että Tenax TA adsorbenttiputken sijaan käytetään kolmen adsorbentin putkea, jossa yksi adsorbenteista on Tenax TA.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Analyyssituloksessa ilmoitettu TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoidujen yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus välillä *n*-heksaani – *n*-heksadekaani.

Laboratorioanalyyssin mittauserävarmuus noin 3,5 litran sisäilmanäytteen TVOC:lle on < 40 % ja määrittämissuure on < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittauserävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Toistettavuus on määritetty yhdisteryhmäkohtaisesti.

Yhdisteryhmä	Toistettavuus (%)
Aldehydit ja ketonit	30
Alkaanit ja alkeenit	30
Alkoholit	20
Aromaattiset yhdisteet	50
Fenolit	30
Eetterit	40
Esterit	30
Halogenoidut yhdisteet	60
Orgaaniset hapot	60
Terpeenit	30
Typpiyhdisteet	50

Yksittäisten yhdisteiden yli 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia ja tällöin myös analyysissä saatu TVOC on suuntaa-antava. Yli 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet on merkitty taulukkoon > 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Alle 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevän 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:lla näytettä ei voi tulkita luotettavasti.

Näytteet VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Näyte	Selite	Pumppu	Näytteenottoaika	Näytetilavuus	Näyteputki
VO1	158 Henkilökunnan työhuone	68 ^b	25,99 min	5,27 dm ³	117418 ^c
VO2	173 Erityisopetus PN	63 ^b	25,14 min	4,82 dm ³	171290 ^d
VO3	156 Käytävän pää	66 ^b	25,96 min	5,29 dm ³	181602 ^d
VO4	155 Sosiaalitoimen eteinen	71 ^b	25,31 min	5,22 dm ³	169994 ^d

^a SKC 222-3 (tarkkaa näytteenottoaikaa ei saatavilla)

^b Gilian LFS-113DC

^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, ilma

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (µg/m³). 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	VO1	VO2	VO3	VO4
Aldehydit					
	Bentsaldehydi	2	ND	2	2
	Butanaali			6	
	Heksanaali	5		2	2
	Nonanaali	3	3	2	4
	Oktanaali	ND			ND
	Yhteensä	10	3	12	8
Alkaanit					
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	4			
	2-Metyylibutaani	5	ND	3	3
	2-Metyyliheksaani	5		2	2
	Dodekaani		2		2
	Heptaani	3		3	2
	Metyylisykloheksaani	12	ND	3	2
	Tetradekaani		ND		
	Yhteensä	29	2	11	11
Alkoholit					
	1-Butanoli	13		3	4
	1-Metoksi-2-propanoli	3		4	4
	2-Etyyliheksanoli				2
	Etanoli	4	3	6	6
	Yhteensä	20	3	13	16
Aromaattiset					
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	1		2	1
	Bentseeni	14	ND	4	4
	Etyylibentseeni	5		1	1
	Isopropyylibentseeni		1		ND
	o-Ksyleeni	6		2	1
	p-Ksyleeni	10	ND	5	3
	Tolueeni	5	ND	5	3
	Yhteensä	41	1	19	13
Esterit					
	Butyyliasetaatti	2		1	
	Yhteensä	2		1	

Ryhmä	Yhdiste	VO1	VO2	VO3	VO4
Glykoleetterit					
	Dietyleeniglykolibutyylieetteri	17	4	2	2
	Yhteensä	17	4	2	2
Halogenoidut					
	1,1,2-Trikloori-1,2,2-trifluorietaani	2	ND	2	2
	Fluoritrikloorimetaani	2	2	2	2
	Yhteensä	4	2	4	4
Ketonit					
	2-Butanoni	10			
	Asetofenoni	1		2	
	Asetoni	5		4	ND
	Yhteensä	16		6	
Orgaaniset hapot					
	Etikkahappo	6			ND
	Nonaanihappo		1		2
	Yhteensä	6	1		2
Rikkiyhdisteet					
	Rikkidioksidi			5	
	Yhteensä			5	
Siloksaanit					
	Dekametyylisyklopentasiloksaani	7	3	5	3
	Dodekametyylisykloheksasiloksaani	4	ND		ND
	Heksametyylisyklotrisiloksaani	2	2	3	3
	Yhteensä	13	5	8	6
Terpeenit					
	alfa-Pineeni	17	2	10	9
	delta-3-Kareeni	11	1	6	3
	Yhteensä	28	3	16	12
Tunnistamattomat					
	Yhteensä	57	8	19	22
TVOC *		220	30	90	80

* 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).

VANTAA 16.9.2016

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

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