

Analyysivastaus 2211616  
VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Tilaaja	Limingan Kunta, Antti Sangi, PL 861, 00019 SSC
Tutkimuskohde	Tupoksen alakoulu, Tuiskulanranta 2, 91910 TUPOS
Näytteenottaja	Ositum Oy Kalevi Ylinampa 044 537 9004
Näytteenottopäivä	2.1.2017
Vastaanotettu	2.1.2017
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 erityisipitkää 60 metrin kolonnia, 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.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus noin 3,5 litran sisäilmanäytteen TVOC:lle on < 40 % ja määrittämissuure 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 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 ja kyseisen yhdisteryhmän pitoisuus ovat suuntaa-antavia. 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	Luokka 110	56 <sup>b</sup>	25,25 min	5,47 dm <sup>3</sup>	170967 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> SKC 222-3 (tarkkaa näytteenottoaika ei saatavilla)

<sup>b</sup> Gilian LFS-113DC

<sup>c</sup> Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C<sub>3/4</sub> – C<sub>20</sub>

<sup>d</sup> Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C<sub>2/3</sub> – C<sub>20</sub>

**Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma**

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (µg/m<sup>3</sup>). 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
<b>Alkaanit</b>		
	2-Metyylibutaani	1
	2-Metyylipropaani	ND
	Butaani	ND
	Heptaani	ND
	Pentaani	2
	<b>Yhteensä</b>	3
<b>Alkeenit</b>		
	Isopreeni	ND
	<b>Yhteensä</b>	ND
<b>Alkoholit</b>		
	Etanoli	1
	<b>Yhteensä</b>	1
<b>Aromaattiset</b>		
	Bentseeni	1
	Tolueni	2
	<b>Yhteensä</b>	3
<b>Halogenoidut</b>		
	1,1,2-Trikloori-1,2,2-trifluorietaani	ND
	Fluoritrikloorimetaani	1
	<b>Yhteensä</b>	1
<b>Siloksaanit</b>		
	Dekametyylisyklopentasiloksaani	ND
	Dodekametyylisykloheksasiloksaani	ND
	<b>Yhteensä</b>	ND
<b>Terpeenit</b>		
	alfa-Pineeni	ND
	<b>Yhteensä</b>	ND
<b>Tunnistamattomat</b>		
	<b>Yhteensä</b>	2
TVOC *		10

\* 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 4.1.2017

Ositum Oy



Juhani Kronholm  
FT, kemisti

Jakelu            1 kpl tilaaja  
                     1 kpl Ositum Oy:n arkisto

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

Toimeksiannossa noudatetaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE) mukaisia ehtoja.