

JATKOTUTKIMUSRAPORTTI

Hyrynsalmen yhtenäiskoulu

Kaarnatie 1

89400 Hyrynsalmi



8.12.2016

Saneeraustekniikka Sartek Oy

RI Joonas Koponen

YHTEYSTIEDOT:

Työkohde:	Hyrynsalmen yhtenäiskoulu	
	Kaarnatie 1, 89400 Hyrynsalmi	
Asiakas:	Hyrynsalmen kunta	
Tilaaaja:	Niina Kinnunen (rakennustarkastaja)	Puh: 044 710 4434
Näytteenottoaika:	28.11.2016	
Työn suorittaja:	Joonas Koponen	Puh: 050 564 8220
Läsnäolijat:	Hannu Kyllönen (kiinteistöhoitaja)	Puh: 040 710 4447
Tutkimuksen tarkoitus:	Kohteeseen tehdyn sisäilmatutkimuksen tarkentaminen betonista otettavien VOC-näytteiden (Bulk) avulla tilaajan kanssa sovituista tiloista.	

KIINTEISTÖN TEKNISET TIEDOT:

Rakennustyyppi:	Koulurakennus
Rakennusvuosi:	1960-luku
Peruskorjausvuosi:	1990-luku ja 2010-luku
Kattotyyppi/kate:	Harja, pulpetti/konesaumapelti
Runko:	Betoni
Ulkooverhous:	Tiili/kuitusementtilevy
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto (kanavat nuohottu 2012)
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö
Putkistot:	
Käyttövesiputket:	Kupari/muovi suojaputkessa
Viemärit:	Muovi (mahd. vähäisiltä osin alkup. valurautaputkia edelleen käytössä)
Lämmitys:	Rauta/muovi suojaputkessa

LÄHTÖTIEDOT JA TOIMEKSIANTO:

Kohteessa tehtävien korjaustöiden laajuuden selvittämiseksi lattiabetonista tuli ottaa VOC-näytteitä (Bulk). Näytteiden perusteella voidaan tarkentaa kohteen korjaustoimenpiteiden suunnittelua.

TUTKIMUKSEN SELVITYS:

Mahdollisesti rakennuksen muovimatoista betoniin imeytyneiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää pyrittiin selvittämään muovimattojen alla olevasta betonista VOC-näyttein (Bulk). Yksi näytteistä otettiin kohdalta, josta muovimatto oli aiemmin poistettu näytteenottoa varten. Betonista otettavat näytteet piikattiin noin 5-30 mm syvyydeltä betonista, jotta mahdollinen tasoitteen ja muovimaton aiheuttama virhe saadaan eliminoitua.

2.02 Mediateekki (2. kerros)

Tilasta otettiin 2 näytettä lattiabetonista. Kohdalta, josta muovimatto oli poistettu (FG 1), sekä yhdestä kohtaa muovimaton alta (FG 2). Merkittävimminä yhdisteinä näytteissä havaittiin 2-etyyliheksanolia, 1-butanolia ja asetonia. Näytteessä FG1 2-etyyliheksanolin pitoisuus lattiabetonissa oli 200 ng/(g h) ja 1-butanolin pitoisuus oli 52 ng/(g h). Näytteessä FG2 2-etyyliheksanolin pitoisuus lattiabetonissa oli 421 ng/(g h) ja 1-butanolin pitoisuus oli 184 ng/(g h). Nämä yhdisteet ylittävät 10 % TVOC:sta ja Ositum Oy:n tilastoaineiston (P50), joten näiden yhdisteiden voidaan olettaa imeytyneen betoniin vaurioituneesta muovimatosta. Molemmassa näytteissä havaittiin myös asetonia, joka ylitti 10 % TVOC:sta ja Ositum Oy:n tilastoaineiston (P50). Asetoni voi viitata esim. muovimattoliiman liuotteista irronneiden yhdisteiden imeytyneen betoniin.

1.28 Opetustila (1. kerros)

Tilasta otettiin 1 näyte lattiabetonista muovimaton alta (FG 3). Merkittävimminä yhdisteinä näytteessä havaittiin 2-etyyliheksanolia, 1-butanolia ja asetonia. Näytteessä FG3 2-etyyliheksanolin pitoisuus lattiabetonissa oli 346 ng/(g h) ja 1-butanolin pitoisuus oli 4 ng/(g h). 2-etyyliheksanoli ylittää 10 % TVOC:sta ja Ositum Oy:n tilastoaineiston (P50), joten yhdisteen voidaan olettaa imeytyneen betoniin vaurioituneesta muovimatosta. 1-butanolin pitoisuus ei ylittänyt edellä mainittuja arvoja, mutta syntyy samassa reaktiossa 2-etyyliheksanolin kanssa. Näytteessä havaittiin myös asetonia, joka ylitti 10 % TVOC:sta ja Ositum Oy:n tilastoaineiston (P50). Asetoni voi viitata esim. muovimattoliiman liuotteista irronneiden yhdisteiden imeytyneen betoniin.

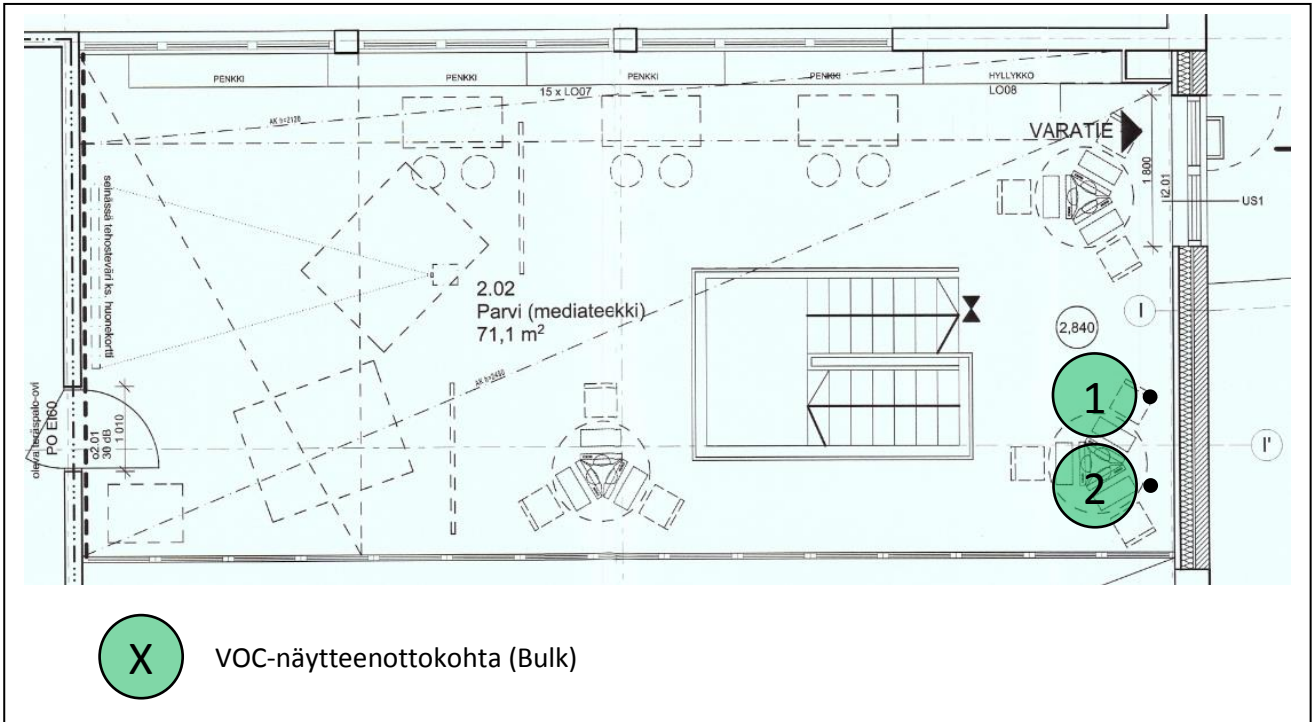
2.11 Opetustila (2. kerros)

Tilasta otettiin 1 näyte lattiabetonista muovimaton alta (FG 4). Merkittävimminä yhdisteinä näytteessä havaittiin 2-etyyliheksanolia ja 1-butanolia. Näytteessä FG4 2-etyyliheksanolin pitoisuus lattiabetonissa oli 196 ng/(g h) ja 1-butanolin pitoisuus oli 34 ng/(g h). 2-etyyliheksanoli ylittää 10 % TVOC:sta ja Ositum Oy:n tilastoaineiston (P50), joten yhdisteen voidaan olettaa imeytyneen betoniin vaurioituneesta muovimatosta. 1-butanolin pitoisuus ei ylittänyt edellä mainittuja arvoja, mutta syntyy samassa reaktiossa 2-etyyliheksanolin kanssa. Näytteessä havaittiin myös asetonia, joka ei ylittänyt edellä mainittuja arvoja. Asetoni voi viitata esim. muovimattoliiman liuotteista irronneiden yhdisteiden imeytyneen betoniin.

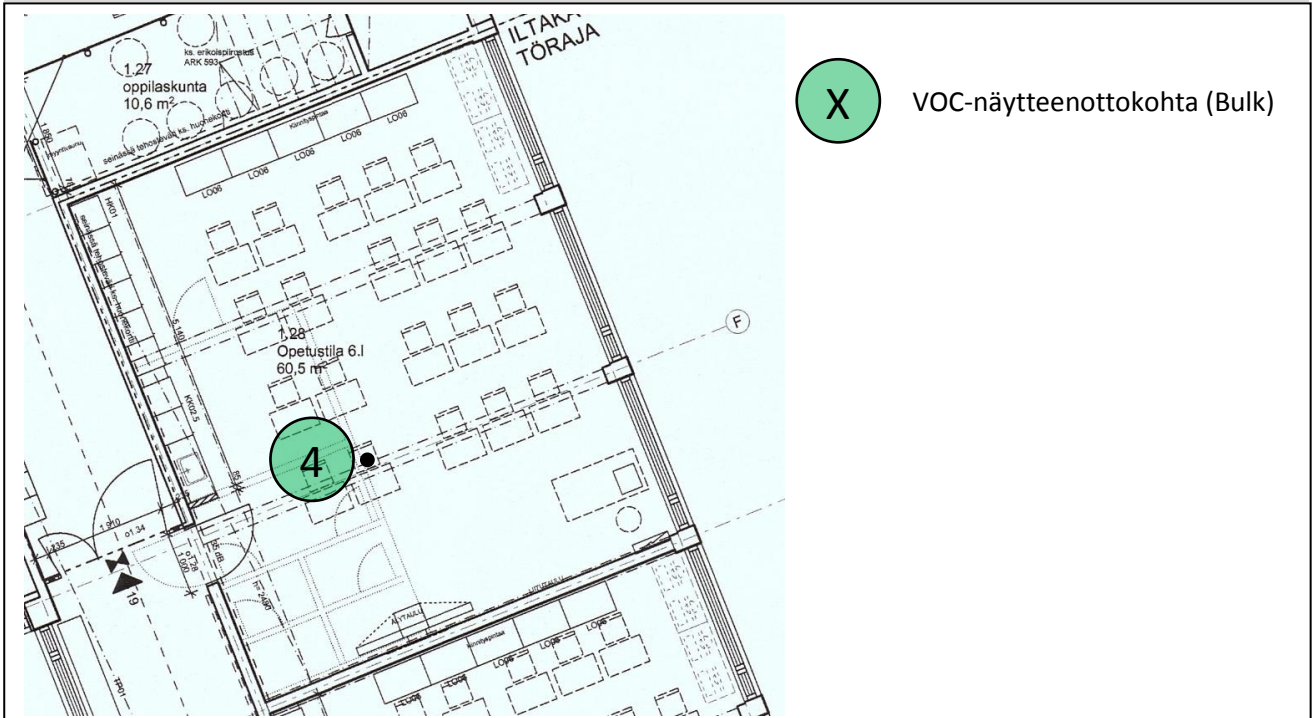
JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET:

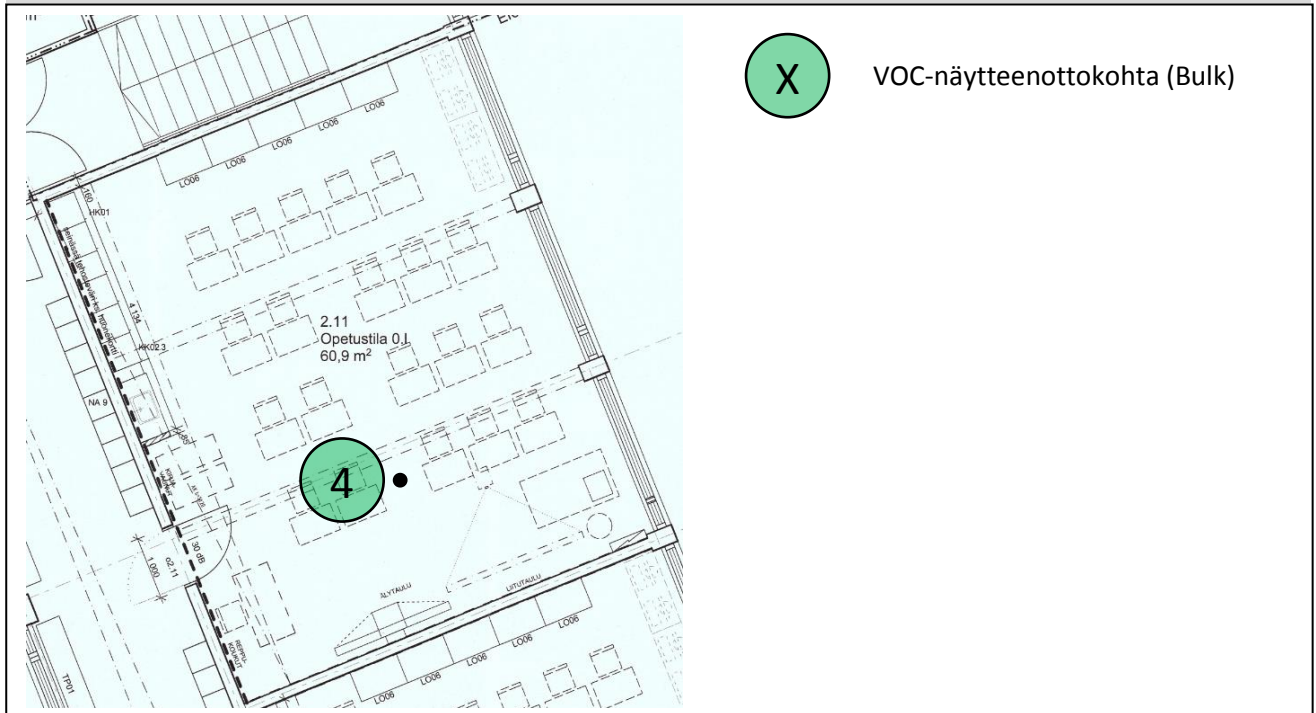
Näytetulosten perusteella betonissa havaittiin orgaanisia yhdisteitä, jotka viittaavat muovimattojen vaurioitumiseen. Yhdisteet ovat imeytyneet muovimaton ja tasoitteen alla olevaan betoniin. Muovimaton ja tasoitteen poistamisen jälkeen vaurioitunut betoni voidaan poistaa piikkaamalla ja/tai kapseloida ennen lopullista pinnoitusta, jotta yhdisteet eivät pääse haihtumaan sisäilmaan. Ennen pinnoitusta betonipintaa on hyvä tuulettaa tai asentaa tilaan altaan tuulettuva lattiapinnoite.

POHJAKUVA MEDIATEEKISTÄ:



POHJAKUVA 1. KERROKSEN NÄYTTEENOTTOKOHDASTA:



POHJAKUVA 2. KERROKSEN NÄYTTEENOTTOKOHDASTA:**ALLEKIRJOITUKSET:**

Raportti on laadittu esitettyjen/ epäiltyjen vahinkojen selvittämiseen, eikä sitä täten saa käyttää kiinteistön kunnan tai sen osan arvon määrittämiseen.

Raporttiin merkityt tiedot ovat tutkimushetkellä tehtyjä havaintoja.

Kajaanissa 8.12.2016

Saneeraustekniikka Sartek Oy

Joonas Koponen

Jakelu 1 kpl Niina Kinnunen
 1 kpl Sartek Oy:n arkisto

Liitteet Liite 1. Ositum Oy. VOC-materiaalinäytteen (Bulk) analyysivastaus 2195416.



Analyysivastaus 2195416
VWOC- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

Tilaaaja	Saneeraustekniikka Sartek Oy, Joonas Koponen, Betonitie 2, 87500 Kajaani		
Tutkimuskohde	Hyrnsalmen yhtenäiskoulu		
Näytteenottaja	Saneeraustekniikka Sartek Oy		
Näytteenottopäivä	28.11.2016		
Vastaanotettu	30.11.2016		
Viitteenne	Hyrnsalmen yhtenäiskoulu		

Laboratorio	Ositum Oy, Perintötie 8 C 4, 01510 VANTAA	Puhelin	+358 10 425 2610
Yhteyshenkilö	FM, kemisti Heidi Tiala		+358 50 349 6130
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 paiknanpäällä.

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 18017-1 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 erityispitkää 60 metrin kolonnaa, jotta näytteen sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Menetelmä mahdollistaa erittäin haihtuvien, tavanomaisissa sisälämpötiloissa esiintyvien, yhdisteiden havainnoinnin. Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia (VWOC) 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 massaspektriä 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 $< 45 \%$ ja määrittäysraja on $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Toistettavuus on määritetty yhdisteryhmäkohtaisesti.

Yhdisteryhmä	Toistettavuus (%)
Aldehydit, alkaanit, alkeenit, fenolit, esterit, ketonit ja terpeenit	30
Alkoholit	20
Aromaattiset yhdisteet ja tyypiyhdisteet	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 ja kyseisen yhdisteryhmän pitoisuus ovat suuntaa-antavia. Alle $100 \text{ ng}/(\text{g h})$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevän numeron ja yli $100 \text{ ng}/(\text{ng h})$: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 VWOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

Ositum Oy	Perintötie 8 C 4	Kiilakiventie 1
www.ositum.fi	01510 Vantaa	90250 Oulu
	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600

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

Näyte	Selite	Massa	Näyteputki
FG1	2.02 Medioteekki (kohta, jossa ei muovimattoa)	30.55 g	84304 ^c
FG2	2.02 Medioteekki	16.776 g	84332 ^c
FG3	1.28 Opetustila	18.454 g	84330 ^c
FG4	2.11 Opetustila	16.55 g	84343 ^c

^c Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C₂₄ – C₂₀

^d Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C₂₃ – 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	1			
	Bentsaldehydi	2			
	Dekanaali				4
	Heksanaali	1			
	trans-2-Heksenaali		10	7	26
	Yhteensä	4	10	7	30
Alkaanit					
	Dekaani	1			
	2,6,11-trimetyylidodekaani	3	10		
	Dodekaani	2	4		
	Pentadekaani	3			
	Tetradekaani	5	11		
	Tridekaani	3	4		
	Yhteensä	17	29		
Alkeenit					
	2,2,4,6,6-Pentametyyli-3-hepteeni		10	6	11
	cis-2-dodekeeni				4
	2-etyyli-1-buteeni				9
	Yhteensä		10	19	11
Alkoholit					
	1-Butanoli	52	184	4	34
	2-Etyyliheksanoli	200	421	346	196
	2-Metyyli-2-propanoli				5
	3-heptanoli	1			
	Bentsyylialkoholi	3	6		
	Etanoli				5
	Isobutanoli	2	7		
	Isopropanoli	7	20		14
	Yhteensä	265	638	350	254
Aromaattiset					
	Bentsotiatoli		6		6
	Styreeni	2	4	4	4
	Tolueeni	3	5	5	5
	Yhteensä	5	15	9	15



Ryhmä	Yhdiste	FG1	FG2	FG3	FG4
Ketonit					
	2,4-Dimetyyli-3-pentanoni	26	83		
	2-Butanoni			3	
	3-Heptanoni	13	50	34	56
	3-Metyyli-2-butanoni	2	4		
	4-Metyyli-2-pentanoni			5	4
	Asetofenoni			3	
	Asetoni	74	163	105	44
	Yhteensä	117	300	150	104
Siloksaanit					
	Heksametyylisyklotrisiloksaani				3
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani			3	
	Yhteensä			3	3
Terpeenit					
	alfa-Pineeni	1			
	Longifoleeni		6		15
	Yhteensä	1	6		15
Tunnistamattomat					
	Yhteensä	3	57	69	125
TVOC *		330	870	500	490

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

VANTAA 7.12.2016

Ositum Oy

Heidi Tiala

Heidi Tiala
FM, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analyyssivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.
Toimeksiannossa noudatetaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE) mukaisia ehtoja.

Ositum Oy
www.ositum.fi

Perintötie 8 C 4
01510 Vantaa
Puh 010 425 2610

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

Analyyssivastaus 2195416 WOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa) 7.12.2016 Sivu 3:3