

KIVISTÖN PÄIVÄKOTI
SISÄILMAN VVOC JA VOC JA MATERIAALIN FLEC-TUTKIMUS



Tutkimusraportti 1042511

9.3.2011

Ositum Oy
www.ositum.fi
Fax 010 425 2601

Betonimiehenkuja 4
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31
96200 Rovaniemi
Puh 010 425 2612

1.	YHTEYSTIEDOT	3
2.	YHTEENVETO	3
3.	TOIMENPIDE-EHDOTUS	3
4.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA.....	4
4.1	VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma	4
4.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	4
4.1.2	Tulostaulukko, VVOC/VOC -analyysi	5
4.1.3	Johtopäätös.....	8
4.1.4	Viitearvoja	8
4.1.5	Kirjallisuus	9
5.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA	10
5.1	VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC.....	10
5.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	10
5.1.2	Tulostaulukko, FLEC -analyysi	11
5.1.3	Johtopäätös.....	14
6.	ALLEKIRJOITUKSET	15
7.	TULOKSET GRAAFISESTI.....	16

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Vantaan kaupunki Jouni Räsänen Kielotie 13 01300 Vantaa
Tutkimuskohde	Kivistön päiväkoti Vantaa
Projektinumero	1042511
Perustettu	18.2.2011
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilö	RI, toimialajohtaja, tutkimus Rauno Pakanen Gsm 050 468 0020 Laboratorioanalyttikko (AMK) Anssi Riekki Gsm 050 3306526
Näytteenottaja	Ositum Oy Rauno Pakanen

2. YHTEENVETO

Sekä ilma-, että mattonäytteissä havaittiin mikrobien aineenvaihduntatuotteita epätavanomaisina pitoisuuksina.

3. TOIMENPIDE-EHDOTUS

Suosittelaaan lattioiden pintamateriaalien ja niiden kiinnitysaineiden poistoa seuraavan yleisohjeen mukaan:

Hiottu betonilattia tulee desinfioida tarvittaessa, minkä jälkeen se käsitellään höyrytiiviillä pinnoitteella, esim. Uzin PE460, Betton Oy tai Ardexin EP2000, jolla 2-etyyliheksanoli ja muut yhdisteet suljetaan betoniin. Tämän jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla. Lattian ja seinien liittymäkohdat tiivistetään ilmavuotojen estämiseksi.

4. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA

4.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, ilma

4.1.1 Tutkimusmenetelmä

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

Suosittelava näytteenottoaika määritetty käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositellavat näytteenottoajat on esitetty alla olevassa taulukossa. 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 thermodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD/GC/MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä on käytetty cryo-tekniikkaa, jossa koloniuunin lähtölämpötila on laskettu +10 °C:een, tavanomaisesti analysointi aloitetaan lähtölämpötilasta +40 °C. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia näytteiden sisältämien yhdisteiden tarkkaan erotteluun. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden tavanomaisissa sisälämpötilassa esiintyvien yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet lasketaan vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibraatio-suoraan (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 Wiley7n-kirjaston mallimassaspektreihin.

Laboratoriossa suoritettavan analyysin analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa TVOC:lle on 35 % ja määrittämysraja <10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noin 3.5 l sisäilmanäytteelle. Muille tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen.

Analyysi 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.

Putkityyppi	Adsorbentti	Mitattujen yhdisteiden koko	Näytteenottoaika
1	Tenax TA	n-C7 - n-C26	120 min
2	Tenax TA/Carbograph 1TD	n-C5/6 - n-C20	25 min
3	Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	25 min
4	Tenax GR	n-C7-n-C30	120 min
5	Molecular Sieve 5Å	N2O (typpioksidi)	25 min
6	Carbosieve S111	n-C2 - n-C6	25 min

4.1.2 Tulostaulukko, VVOC/VOC -analyysi

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

	Näytteet 1-3, yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi
1.	VO1. Leikkihuone	µg/m ³	3
2.	VO2. Ryhmähuone	µg/m ³	3
3.	VO3. Ryhmähuone 2	µg/m ³	3

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aldehydit				
	2-Metyyliibutanaali			<1
	2-Propenaali	<1		
	3-Metyyliibutanaali			1
	Bentsaldehydi	2	2	2
	Dekanaali	1	3	4
	Dodekanaali			<1
	Heksanaali	<1	1	2
	Heptanaali	<1	<1	1
	Nonanaali	5	9	12
	Oktanaali	<1	1	2
	Yhteensä	10	16	24
Alkaanit				
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani			2
	2,2,4-Trimetyylipentaani			<1
	2,2-Dimetyyliheksaani	<1	<1	
	2-Metyylibutaani	1	2	1
	2-Metyyliheksaani	<1		
	2-Metyylipentaani	<1	<1	<1
	2-Metyylipropaani	<1	<1	2
	3-etyyliheksaani	<1		
	3-Metyyliheksaani	<1	<1	
	3-Metyylipentaani	<1		
	Dekaani	<1	<1	<1
	Dodekaani	<1	<1	<1
	Heksaani	<1	<1	
	Heptaani	<1	<1	
	Metyylisykloheksaani	<1	<1	
	Metyylisyklopentaani	<1	<1	
	Nonaani	<1	<1	
	Oktaani		<1	<1
	Tetradekaani	<1	<1	<1
	Tridekaani			<1
	Undekaani	<1	<1	<1
	Yhteensä	6	9	9
Alkeenit				
	2-Metyylipropeni	13	54	10
	Isopreeni	<1	<1	<1
	Yhteensä	13	55	11

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Alkoholit				
	1,8-Sineoli	<1	1	
	1-Butanoli			<1
	1-Metoksi-2-propanoli	<1		
	2-(1,1-dimetyylietyyli)sykloheksanoli	<1		
	2-Etyyliheksanoli	<1	<1	2
	2-Metyyli-2-propanoli	1	6	
	Etanoli	11	99	11
	Isopropanoli	<1	7	7
	Yhteensä	14	114	20
Aromaattiset				
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	<1	<1	<1
	Bentseeni	2	2	2
	Etyylibentseeni	<1	1	<1
	o-Ksyleeni	<1	<1	<1
	p-Ksyleeni	1	2	2
	Styreeni	<1		
	Tolueeni	2	4	3
	Yhteensä	7	10	9
Eetterit				
	2-Etoksi-2-metyylipropaani			1
	Yhteensä			1
Esterit				
	Butyyliasetaatti	<1	<1	2
	Etikkahapon heksyyliesteri			<1
	Etyyliasetaatti		<1	
	Heksaanihapon butyyliesteri			<1
	Yhteensä	<1	<1	3
Halogenoidut				
	Fluoritrikloorimetaani	<1	<1	<1
	Yhteensä	<1	<1	<1
Ketonit				
	6,10-Dimetyyli-5,9-undekadien-2-oni			2
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	<1	1	3
	Asetofenoni	<1	1	<1
	Asetoni	2	6	6
	Isomenthoni			<1
	Yhteensä	4	8	11
Muut				
	Syklopentyyliasetyleeni	<1		1
	Yhteensä	<1		1
Orgaaniset hapot				
	Etikkahappo	2	2	3
	Yhteensä	2	2	3

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Terpeenit				
	alfa-Pineeni	<1	1	<1
	delta-3-Kareeni	<1	<1	
	dl-Limoneeni	2	2	3
	l-Mentholi	<1	2	<1
	Yhteensä	3	5	5
Tunnistamattomat				
	Yhteensä		2	4
TVOC		59	220	101

Näytteet 1-3, ryhmien pitoisuudet

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	10	16	24
Alkaanit	6	9	9
Alkeenit	13	55	11
Alkoholit	14	114	20
Aromaattiset	7	10	9
Eetterit			1
Esterit	<1	<1	3
Halogenoidut	<1	<1	<1
Ketonit	4	8	11
Muut	<1		1
Orgaaniset hapot	2	2	3
Terpeenit	3	5	5
Tunnistamattomat		2	4
TVOC	59	220	101

Yhdisteiden hajukynnysylitykset näytteittäin.

Näyte	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)

4.1.3 Johtopäätös

Sisäilman VVOC ja VOC -näytteissä Leikkihuone ja Ryhmähuone epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin 2-metyylipropeenä ja etanolia, joiden pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista.

Sisäilman VVOC ja VOC -näytteessä Leikkihuone 2 epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin nonanaalia ja etanolia, joiden pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuudesta.

Nonanaali ja etanoli ovat kosteus- ja mikrobivauriota indikoivia yhdisteitä. 2-metyylipropeenä käytetään mm. ponneaineena aerosolipakkauksissa.

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

4.1.4 Viitearvoja

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

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Normaalipitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HTP 8 h - mg/m^3	HTP 15 min - mg/m^3
Aldehydit	2-Propenaali	400			0.23
	3-Metyylibutanaali	8			
	Bentsaldehydi	180	1.7		
	Dekanaali	650			
	Heksanaali	55	11.5		
	Nonanaali	13	5.0		
	Oktanaali		3.9		
Alkaanit	Dekaani		4.3		
	Dodekaani		1.9		
	Heksaani	470000		72	
	Heptaani	40600	3.2	1200	2100
	Metyylisykloheksaani	2037000	1.4	1600	2000
	Nonaani	6700	1.2	1100	1300
	Oktaani	27300	1.5	1400	1800
	Tetradekaani		1.2		
Alkoholit	Tridekaani		0.8		
	Undekaani		4.5		
	1-Butanoli	5200		150	230
	1-Metoksi-2-propanoli	10		370	560
	2-Metyyli-2-propanoli	66100		150	230
	Etanoli	55000		1900	2500
Aromaattiset	Isopropanoli	1100		500	620
	Bentseeni	28000	1.6	3.25	
	Etylibentseeni	10100	2.0	220	880
	o-Ksyleeni	4900	1.5	220	440
	p-Ksyleeni	4900	5.1	220	440
	Styreeni	75	0.8	86	430
	Tolueeni	11100	14.4	190	380
Esterit	Butyliasetaatti	30	4.1	720	960
	Etyliasetaatti	2230		1100	1800
Halogenoidut	Fluoritrikloorimetaani	92900		5600	7000

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys µg/m ³	Normaalipitoisuus µg/m ³	HTP 8 h - mg/m ³	HTP 15 min - mg/m ³
Ketonit	6-Metyyli-5-hepten-2-oni		1.6		
	Asetofenoni	1810		25	
	Asetoni	31500		1200	1500
Orgaaniset hapot	Etikkahappo	400		13	25
Terpeenit	alfa-Pineeni	700	7.7		
	delta-3-Kareeni		6.0		
	dl-Limoneeni	2400	13.5		

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)

4.1.5 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 julkaisu 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.

5. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

5.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

5.1.1 Tutkimusmenetelmä

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

Materiaalien emissionäytteiden käsittely tapahtuu 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, $\mu\text{g}/\text{g h}$. Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä. Näytteenkeräyslaitteistolla, The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001, kerätään haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VVOC ja VOC, adsorbentti-putkeen vakioidussa olosuhteissa.

Näytteen keräykseen käytetään kantokaasuna typpikaasua, 5.0-luokka, instrument-laatu, puhtausaste 99.999 % typpeä. Typpikaasu kostutetaan 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus säädetään 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus tarkistetaan Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto aloitetaan, FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä kerätään 500 ml, adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-terkkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen thermodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD/GC/MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä on käytetty cryo-tekniikkaa, jossa koloniuunin lähtölämpötila on laskettu $+10 \text{ }^\circ\text{C}$:een, tavanomaisesti analysointi aloitetaan lähtölämpötilasta $+40 \text{ }^\circ\text{C}$. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia näytteiden sisältämien yhdisteiden tarkkaan erotteluun. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän ja pitoisuuksien suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC on käytetystä putkityypistä mitattujen yhdisteiden yhteenlaskettupitoisuus tolueeniekvivalenttina. Kullakin putkityypillä mitataan yhdisteitä, joiden koko vastaa taulukossa olevaa suoraketjuisen yhdisteen kokoa ilmoitettuna hiiliatomien lukumääränä. Yksittäiset yhdisteet on tunnistettu Wiley7n-kirjastosta. Yhdisteiden pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenteina tai puhtaaseen vertailuaineeseen laskettuna.

Analyysimenetelmän mittaepävarmuus ilman näytteenottoa tolueenille (luottamusväli 95 %) on keskimäärin 17 % ja määrittäysraja on keskimäärin $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3.5 litran näytteellä (n. 5 ng/näyte). Muille tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden mittaepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen.

Putkityyppi	Adsorbentti	Mitattujen yhdisteiden koko	Näytteenottoaika
1	Tenax TA	n-C7 - n-C26	30 min
2	Tenax TA/Carbograph 1TD	n-C5/6 - n-C20	30 min
3	Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	30 min
4	Tenax GR	n-C7-n-C30	30 min
5	Molecular Sieve 5Å	N2O (typpioksidi)	30 min
6	Carbosieve S111	n-C2 - n-C6	30 min

5.1.2 Tulostaulukko, FLEC -analyysi

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

	Näytteet 1-3, yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi
1.	FG1. Ryhmähuone	ng/g h	3
2.	FG2. Ryhmähuone 2	ng/g h	3
3.	FG3. Ryhmähuoneen varasto	ng/g h	3

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aldehydit				
	Bentsaldehydi		2	
	Dekanaali	5	5	6
	Heksanaali	3	3	5
	Heptanaali	3	3	6
	Nonanaali	16	16	30
	Oktanaali	7	9	24
	trans-2-Dekanaali	4	2	
	Yhteensä	38	41	71
Alkaanit				
	1,1-Dimetyylisyklopentaani			8
	2-Metyylitridekaani	3		
	3-Metyylitridekaani	4		
	Dodekaani	3	2	
	Heksaani	3	2	3
	Heksadekaani	8	5	11
	Pentadekaani	9	4	8
	Tetradekaani	17	3	7
	Tridekaani	20	2	
	Undekaani	2	4	5
	Yhteensä	69	19	42
Alkeenit				
	2,4,4-Trimetyyli-1-hekseeni	4		
	2-Metyylipropeni	5	3	13
	Yhteensä	9	3	13
Alkoholit				
	1-Butanoli	22	27	17
	1-Heksanoli	3	3	6
	1-Heptanoli	10	6	18
	1-Oktanoli	13	7	20
	1-Pentanoli	2	3	13
	1-Propanoli			5
	2-Butoksietanoli			18
	2-Etyyliheksanoli	4	2	170
	2-Metyyli-2,4-pentaanidioli			3
	2-Metyyli-2-propanoli	10	5	4
	Etanoli	89	40	70
	Isopropanoli	5	1	
	Yhteensä	158	95	344

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aromaattiset				
	1-Metyyli-naftaleeni	3		
	2-Metyyli-naftaleeni	2		
	Naftaleeni		2	
	Oktahydro-1,2,4-metano-1H-indeeni	16	11	
	Oktahydro-1,4-metano-1H-indeeni	24	15	
	Tolueneeni	2	2	15
	Yhteensä	47	29	15
Atsoryhmät				
	Dekahydro-1,2,4-metanoatsuleeni	57	40	
	Yhteensä	57	40	
Eetterit				
	2-Pentyyli-furaani	2		
	Yhteensä	2		
Esterit				
	2-Metyylipropaanin 3-hydroksi-2,4,4-trimetyyli			6
	Dietyleeniglykolimonobutyylietteriasetaatti	2	2	64
	Etikkahapon 2-etyyliheksyyliesteri			10
	Yhteensä	2	2	79
Glykolieetterit				
	Dietyleeniglykolibutyylietteri			112
	Yhteensä			112
Ketonit				
	2-dekanoni	5	4	24
	2-Heptanoni		2	
	2-Nonanoni	3	3	9
	2-oktanoni		2	4
	5-Etyyldihydro-2(3H)-furanoni		1	9
	Asetoni	12	6	8
	Dihydro-5-metyyli-2(3H)-furanoni			6
	N-Metyyli-2-pyrrolidinoni			19
	Yhteensä	21	17	79
Muut				
	Syklopentyyliasetyleeni		1	2
	Yhteensä		1	2
Orgaaniset hapot				
	Butaanihappo			30
	Etikkahappo	6	17	111
	Heksaanihappo		5	82
	Heptaanihappo			6
	Pentaanihappo		2	26
	Propionihappo		4	37
	Yhteensä	6	29	293

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Siloksaanit				
	Trimetyylisilanoli	2	2	5
	Yhteensä	2	2	5
Terpeenit				
	alfa-Longipineeni	5	2	
	alfa-Pineeni	1	1	
	Borneoli	2	2	7
	Longifoleeni	626	418	32
	Yhteensä	634	423	38
Tunnistamattomat				
	Yhteensä	41	9	38
TVOC		1086	709	1130

Näytteet 1-3, ryhmien pitoisuudet

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	38	41	71
Alkaanit	69	19	42
Alkeenit	9	3	13
Alkoholit	158	95	344
Aromaattiset	47	29	15
Atsoryhmät	57	40	
Eetterit	2		
Esterit	2	2	79
Glykolieetterit			112
Ketonit	21	17	79
Muut		1	2
Orgaaniset hapot	6	29	293
Siloksaanit	2	2	5
Terpeenit	634	423	38
Tunnistamattomat	41	9	38
TVOC	1086	709	1130

5.1.3 Johtopäätös

Materiaalin FLEC-näytteessä Ryhmähuoneen varasto epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuus ylitti 10 % kokonaispitoisuudesta.

Materiaalien FLEC-näytteissä Ryhmähuone ja Ryhmähuone 2 epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin longifoleenia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista.

Kaikissa näytteissä havaittiin mikrobien aineenvaihduntatuotteita esim. nonanaalia, etanolia ja etikkahappoa. Kaikki nämä ovat myös havaittavissa ilmanäytteissä.

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliftalaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

Longifoleeni voi olla peräisin mm. puumateriaaleista ja puhdistusaineista.

6. 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 launnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 9.3.2011

Ositum Oy

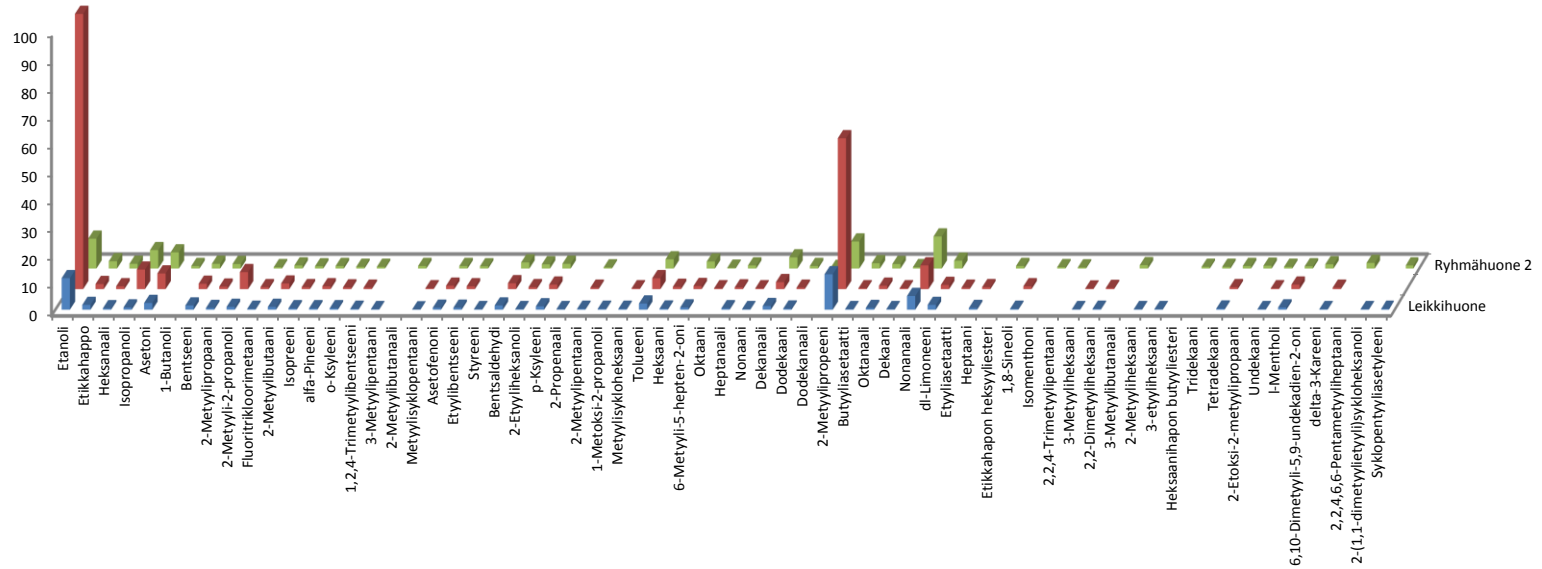


Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

7. TULOKSET GRAAFISESTI

VVOC/VOC -analyysi $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h

