

**LUKIO, YLIVIESKA**  
**TULKINTA JA TILASTOVERTAILU SISÄILMAN**  
**VVOC- JA VOC-ANALYYSISTÄ**



**Projekti 2908719**

13.3.2019

1. YHTEYSTIEDOT .....	3
2. TILASTOVERTAILU .....	4
2.1 Tilastoaineisto .....	4
2.2 Käsitteitä .....	4
2.3 Näytteet, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma .....	5
2.4 Tilastoverailu, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma.....	6
2.5 Johtopäätös.....	8
2.6 Kirjallisuus .....	9
3. ALLEKIRJOITUKSET .....	10

## 1. YHTEYSTIEDOT

<b>Tilaaaja</b>	Insinööritoimisto Jouni Mikkola Ky Jouni Mikkola Raitatie 8 84100 YLIVIESKA
<b>Tutkimuskohde</b>	Lukio, Ylivieska Ylivieska
<b>Projektinumero</b>	2908719
<b>Perustettu</b>	11.3.2019
<b>Laboratorio</b>	Ositum Oy Perintötie 8 C 4 01510 VANTAA
<b>Analysoija</b>	FT, kemisti Juhani Kronholm
<b>Raportoinnin ohjaus</b>	FT, kemisti Juhani Kronholm
<b>Yhteyshenkilö</b>	FT, kemisti Juhani Kronholm Gsm +358 50 350 9880
<b>Näytteenottaja</b>	Insinööritoimisto Jouni Mikkola Ky Ari Salmela
<b>Näytteenottopäivä</b>	11.3.2019

## 2. TILASTOVERTAILU

### 2.1 Tilastoaineisto

Diagnostic Solutions Chem Diag -yhdistehistoriatietokantaan on tallennettu tilastolliseksi vertailuaineistoksi Ositum Oy:ssä analysoitujen näytteiden tulokset. Vertailutietokantaan on kerätty ne näytetulokset, jotka pohjautuvat nykyisin käytössä olevaan laatujärjestelmään. Tilastovertailutietokanta on jaettu kahteen osaan. Talviajan vertailupitoisuudet on koottu 1.12. - 30.4. ja kesäajan 1.5. - 30.11. väliseltä ajalta. Tilastovertailutietokannassa on eri yhdisteitä noin 1200 kappaletta ja eri analyysimenetelmien yhdistetuloja yhteensä yli 500 000 kappaletta.

### 2.2 Käsitteitä

#### **Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC)**

Analyysituloksessa ilmoitettu TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus välillä n-heksaani – n-heksadekaani. Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaan yli 400 µg/m<sup>3</sup>:n TVOC-pitoisuus on kohonnut. [1, 2]

#### **Mediaani (Med)**

Mediaani on paljon käytetty keskiluku, joka ilmoittaa jakauman tyypillisen arvon. Täsmällisemmin kyseessä on jakauman keskimäinen havaintoarvo, kun havainnot on järjestetty suuruusjärjestykseen. Jos havaintoja on parillinen määrä, on valittava kaksi keskimäistä arvoa, joista otetaan keskiarvo.

Mediaania voidaan pitää (kyseisen yhdisteen) tavanomaisena pitoisuutena [3].

#### **Prosenttiosuuksien mediaani (TMed)**

Prosenttiosuuksien mediaani on yhdisteiden suhteellisista pitoisuuksista (yhdisteen pitoisuus jaettuna TVOC:lla) laskettu vertailuaineiston keskiluku.

#### **90. Persentiili (P90)**

Persentiili eli sadannes- tai prosenttipiste kuuluu ns. fraktiileihin eli jakauman osuuspisteisiin. Se ilmoittaa muuttujan arvon, jonka alapuolelle jakaumassa jää tapauksista esim. 90 % (90. persentiili, P90). P90 kuvaa tasoa, jonka ylittävä muuttujan arvo on selvästi poikkeavan suuri vertailuaineiston jakaumaan nähden.

P90:ä voidaan pitää (kyseisen yhdisteen) tasona, jonka ylittävää pitoisuutta voidaan pitää epätavanomaisen korkeana [2]. Viitearvoa P90 ei voida käyttää terveyshaittojen arvioimiseen.

#### **Prosenttiosuuksien 90. persentiili (TP90)**

Prosenttiosuuksien 90. persentiili on yhdisteiden suhteellisista pitoisuuksista (yhdisteen pitoisuus jaettuna TVOC:lla) laskettu vertailuaineiston 90. persentiili.

#### **10 % TVOC:sta**

Tutkimusten perusteella sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteessä yksittäisen yhdisteen pitoisuuden ei tulisi ylittää 10 % haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudesta (TVOC).

Jos yksittäisen VVOC- ja VOC-yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % TVOC:sta, voidaan sitä pitää epätavanomaisen korkeana. [4] Jos TVOC on matala, esimerkiksi alle 50 µg/m<sup>3</sup>, ei yksittäisen yhdisteen 10 % TVOC:sta ylittävä pitoisuus ole merkittävä.

Viitearvoa 10 % TVOC:sta ei voida käyttää terveyshaittojen arvioimiseen.

### 2.3 Näytteet, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Näyte	Selite
VO1	114 rehtorin huone
VO2	147 luokka
VO3	156 luokka
VO4	161 luokka
VO5	240 kielistudio
VO6	234 luokka
VO7	229 luokka
VO8	164 liikuntasali

Tarkat näytetiedot ja analyysimenetelmä on selitetty oheisessa tulosraportissa.

## 2.4 Tilastovertilau, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Taulukossa on esitetty näytteissä havaittujen yhdisteiden pitoisuudet tolueeniekvivalenteina ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja prosentiosuuksina (%) kyseisen näytteen kokonaispitoisuudesta (TVOC). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä rajoissa olevat pitoisuudet on merkitty lyhenteellä ND. Tällöin yhdiste on havaittu analyysissä, mutta sen pitoisuus on niin pieni, ettei sitä voida määrittää. Lisäksi taulukossa on esitetty Ositum Oy:n tilastoaineistosta laskettu näytteissä havaittujen yhdisteiden pitoisuuksien ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mediaani (Med), 90. persentiili (P90), yhdisteen havaintojen määrä tilastoaineistossa (kpl) sekä yhdisteiden prosentiosuuksien mediaani (Tmed) ja 90. persentiili (TP90).

Jos yhdisteen pitoisuus vähennettynä yhdisteryhmän toistettavuudella ylittää tilastoaineiston P90-arvon, on pitoisuus korostettu lihavoinnilla ja harmaalla taustavärillä. Jos yhdisteen pitoisuus vähennettynä yhdisteryhmän toistettavuudella ylittää 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC) ja mediaanin (P50), on yhdisteen prosentiosuus korostettu lihavoinnilla ja keltaisella taustavärillä.

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		VO3		VO4		VO5		VO6		VO7		VO8		Tilastoaineisto (talviaika)				
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
<b>Aldehydit</b>																						
	dekanaali									ND								2	4	5439	2	6
	Yhteensä									ND	ND							7	24	6415	8	21
<b>Alkaanit</b>																						
	2-metyylibutaani	ND		ND				ND		ND					ND			1	9	5647	2	6
	butaani			ND		ND		ND					ND				ND	1	10	2648	2	8
	pentaani					ND												4	23	1346	4	11
	syklopropani							ND		ND					ND			0	2	75	1	7
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	97	6433	13	43
<b>Alkeenit</b>																						
	isopreeni	ND																1	4	3401	1	3
	Yhteensä	ND	ND															2	8	5203	2	6
<b>Alkoholit</b>																						
	2-etyyliheksanoli					ND												2	11	3099	2	7
	etanoli	1	ND															5	39	6228	5	27
	Yhteensä	1	ND			ND	ND											9	91	6460	11	44
<b>Aromaattiset</b>																						
	bentseeni	ND						ND							ND			1	3	5936	2	5

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		VO3		VO4		VO5		VO6		VO7		VO8		Tilastoaineisto (talviaika)				
		µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
	tolueeni	ND				ND				ND				ND				2	11	6474	2	10
	Yhteensä	ND	ND			ND	ND			ND	ND			ND	ND			8	47	6598	9	32
<b>Halogenoidut</b>																						
	1,1,2-trikloori-1,2,2-trifluorietaani	ND				ND		ND		ND				ND		ND		0	1	3024	1	3
	fluoritrikloorimetaani	ND				ND		ND		ND				ND		ND		1	1	4993	1	4
	Yhteensä	ND	ND			ND	ND			ND	ND			ND	ND			1	3	4869	2	7
<b>Ketonit</b>																						
	asetoni									ND		ND		ND				4	14	5313	5	11
	Yhteensä									ND	ND			ND	ND			5	19	5984	6	14
<b>Rikkiyhdisteet</b>																						
	rikkidioksidi									ND								1	6	351	1	5
	Yhteensä									ND	ND							1	4	1079	1	5
<b>Siloksaanit</b>																						
	heksametyylisyklotrisiloksaani	ND				ND		ND		ND								2	10	3280	2	8
	Yhteensä	ND	ND			ND	ND			ND	ND							6	25	3268	5	20
<b>Tunnistamattomat</b>																						
	Yhteensä	ND	ND			ND	ND			ND	ND					ND	ND	2	11	1418	2	10
<b>TVOC</b>		ND	100			ND	100			ND	100			ND	100							87

## 2.5 Johtopäätös

### Ohjeita johtopäätöksen tulkintaan

Johtopäätös perustuu pelkkään VVOC- ja VOC-analyysitulokseen. Analyysi tuloksen merkitystä pohdittaessa on aina lisäksi huomioitava kohteesta tehdyt havainnot ja muut mittaukset.

Johtopäätöksessä esille tuotujen yhdisteiden lähteitä selvittäessä tulee aina ensisijaisesti selvittää tiloissa olevat ulkoiset lähteet (siivousaineet, hajusteet, polttoaineet, jne.), joista analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaitut yhdisteet voisivat olla peräisin. Vain jos yhdisteiden olemassaoloa selittävää ulkoista lähdettä ei löydy, kannattaa harkita rakenteiden tarkempaa tutkimista, jotta analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittujen yhdisteiden lähde saadaan selvitettyä.

### Sosiaali- ja terveysministeriön asetus

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista (545/2015, lyhyesti asumisterveysasetus) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta on kuvattu viiteissä 1 ja 2.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m<sup>3</sup>.

Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>. Tästä poiketen kuitenkin seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketut pitoisuuden toimenpiderajat ovat:

Yhdiste	Toimenpideraja**)
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)	10 µg/m <sup>3</sup>
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10 µg/m <sup>3</sup>
Naftaleeni*)	10 µg/m <sup>3</sup>
Styreeni	40 µg/m <sup>3</sup>

\*) Vaikka tulos olisi alle 10 µg/m<sup>3</sup>, naftaleenin hajua ei kuitenkaan saa esiintyä

\*\*\*) Toimenpiderajan ylittymiseksi katsotaan tulos, joka on kokonaan toimenpiderajan yläpuolella mittauserävarmuuksineen

Mahdollisen terveyshaitan olemassaolo on arvioitava kokonaisuutena. Toimenpiderajan ylittyminen ei aina välttämättä tarkoita terveyshaitan olemassaoloa. Toimenpiderajan ylittyessä tulisi selvittää ylittymisen syy. Kyseessä voi esimerkiksi olla yhdiste, joka ei ole terveydelle haitallinen havaittuna pitoisuutena.



## Sisäilman VVOC- ja VOC- analyysinäytteistä VO1 – VO8 tehtiin seuraavat johtopäätökset

Sisäilman VVOC- ja VOC- analyysinäytteissä VO1 – VO8 minkään yksittäisen VOC-yhdisteen pitoisuus tai kokonaispitoisuus TVOC ei ylittänyt STM:n Asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja mittaasepävarmuus huomioon otettuna.

### *Havaintoja perustuen Ositumin tilastoaineistoon*

Sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteessä VO3 havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuus ei kuitenkaan ylittänyt tilastoaineiston viitearvoja. 2-Etyyliheksanoli on mahdollista kosteus- ja mikrobivauriota ilmaiseva yhdiste. Sitä saattaa myös vapautua sisäilmaan kosteuden vaurioittamista muovimatoista, liima-aineista ja teipeistä.

Sisäilman VVOC- ja VOC- analyysinäytteissä VO1 – VO8 yhdisteiden lukumäärä ja yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei kyseisiä näytteitä voi tulkita luotettavasti. Alhaiset pitoisuudet voivat johtua tuuletuksesta tai voimakkaasta ilmanvaihdesta. Pitoisuudet voivat olla myös luonnostaan alhaisia.

## 2.6 Kirjallisuus

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015)

[2] STM Asumisterveysasetuksen soveltamisohje (osa III, Asumisterveysasetus § 14-19)

[3] Schleibinger H., Hott U., Braun P. et al. Recommendations for establishing target values and guidance values for volatile organic compounds (VOC) in indoor air. Healthy Buildings, Singapore (2003).

[4] Toimiston sisäilmaston tutkiminen Heidi Salonen, Sanna Lappalainen, Marjaana Lahtinen, Rauno Holopainen ym. Työterveyslaitos 2011.

### 3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitetyt tulokset, johtopäätöksiä 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 ja muita tässä raportissa esitetyt 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 lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE).

Vantaa 13.3.2019

Ositum Oy



Juhani Kronholm  
FT, kemisti

Jakelu           1 kpl tilaaja  
                    1 kpl Ositum Oy:n arkisto