

**VESIKARIN PÄIVÄKOTI
TULKINTA JA TILASTOVERTAILU SISÄILMAN VVOC- JA
VOC-ANALYYSISTÄ**



Projekti 2112116

16.9.2016

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	5
2.5 Johtopäätös	7
2.6 Kirjallisuus	8
3. ALLEKIRJOITUKSET	9

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Limingan Kunta Antti Sangi PL 861 00019 SSC
Tutkimuskohde	Vesikarin päiväkoti Sortavalantie 1 91910 TUPOS
Projektinumero	2112116
Perustettu	6.9.2016
Laboratorio	Ositum Oy Perintötie 8 C 4 01510 VANTAA
Analysoija	FT, kemisti Juhani Kronholm
Raportoinnin ohjaus	FT, kemisti Juhani Kronholm
Yhteyshenkilö	DI, projektipäällikkö Kalevi Ylinampa Gsm 044 537 9004
Näytteenottaja	Ositum Oy Kalevi Ylinampa 044 537 9004
Näytteenottopäivä	6.9.2016

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/m³:n TVOC-pitoisuus on kohonnut. [1]

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 [2].

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 [3]. Jos TVOC on matala, esimerkiksi alle 50 µg/m³, ei yksittäisen yhdisteen 10 % TVOC:sta ylittävä pitoisuus ole merkittävä [4]. Viitearvoa 10 % TVOC:sta ei voida käyttää terveyshaittojen arvioimiseen.

2.3 Näytteet, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Näyte	Selite
VO1	158 Henkilökunnan työhuone
VO2	173 Erityisopetus PN
VO3	156 Käytävän pää
VO4	155 Sosiaalitilojen eteinen

Tarkat näytetiedot ja analyysimenetelmä on selitetty oheisessa tulosraportissa.

2.4 Tilastoverailu, 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 määritysrajan alittavat 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. persenttiili (P90), yhdisteen havaintojen määrä tilastoaineistossa (kpl) sekä yhdisteiden prosentiosuuksien mediaani (Tmed) ja 90. persenttiili (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		Tilastoaineisto (kesäaika)				
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
Aldehydit														
	Bentsaldehydi	2	1	ND		2	3	2	2	2	6	3140	2	4
	Butanaali					6	7			0	1	950	0	1
	Heksanaali	5	2			2	3	2	2	2	12	3312	2	6
	Nonanaali	3	1	3	10	2	2	4	4	3	10	3616	3	8
	Oktanaali	ND						ND		1	3	2604	1	2
	Yhteensä	10	5	3	10	12	15	8	9	10	38	6415	11	23
Alkaanit														
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	4	2							2	13	1438	1	8
	2-Metyylibutaani	5	2	ND		3	3	3	4	1	10	2866	1	7
	2-Metyyliheksaani	5	2			2	2	2	2	1	9	646	1	3
	Dodekaani			2	8			2	2	1	5	1940	1	2
	Heptaani	3	1			3	3	2	3	1	12	1032	1	5
	Metyylisykloheksaani	12	6	ND		3	4	2	3	1	10	751	1	4
	Tetradekaani			ND						1	4	1239	1	2
	Yhteensä	29	13	2	8	11	12	11	14	9	95	6433	10	41
Alkoholit														
	1-Butanoli	13	6			3	3	4	5	2	7	2035	1	4
	1-Metoksi-2-propanoli	3	1			4	4	4	5	3	32	69	1	21
	2-Etyyliheksanoli							2	3	2	14	2118	2	8
	Etanoli	4	2	3	9	6	6	6	8	5	40	3526	5	28
	Yhteensä	20	9	3	9	13	13	16	21	11	90	6460	11	43

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		VO3		VO4		Tilastoaineisto (kesäaika)				
		µg/m³	%	µg/m³	%	µg/m³	%	µg/m³	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
Aromaattiset														
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	1	1			2	2	1	1	1	5	1392	1	3
	Bentseeni	14	6	ND		4	5	4	4	1	2	2976	1	4
	Etyylibentseeni	5	2			1	2	1	1	1	5	2420	1	2
	Isopropyylibentseeni			1	4			ND		2	7	180	1	2
	o-Ksyleeni	6	3			2	3	1	2	1	7	2119	1	3
	p-Ksyleeni	10	5	ND		5	6	3	4	1	11	3234	1	6
	Tolueneeni	5	2	ND		5	5	3	4	2	12	3808	2	9
	Yhteensä	41	19	1	4	19	23	13	16	7	49	6598	8	27
Esterit														
	Butyyliasetatti	2	1			1	2			1	5	1116	1	2
	Yhteensä	2	1	ND	ND	1	2	ND	ND	3	22	4162	2	11
Glykolieetterit														
	Dietyleeniglykolibutyylietteri	17	8	4	12	2	2	2	2	2	17	262	1	5
	Yhteensä	17	8	4	12	2	2	2	2	3	24	1083	2	10
Halogenoidut														
	1,1,2-Trikloori-1,2,2-trifluorietaani	2	1	ND		2	2	2	3	0	1	1501	1	3
	Fluoritrikloorimetaani	2	1	2	6	2	2	2	2	1	2	2729	1	4
	Yhteensä	4	2	2	6	4	4	4	5	1	4	4869	1	8
Ketonit														
	2-Butanoni	10	4							1	5	836	1	2
	Asetofenoni	1	1			2	2			1	3	1235	1	3
	Asetoni	5	2			4	5	ND		4	16	2972	4	12
	Yhteensä	16	7	ND	ND	6	7	ND	ND	4	21	5984	5	13
Orgaaniset hapot														
	Etikkahappo	6	3					ND		7	37	3341	7	23
	Nonaanihappo			1	3			2	2	1	5	383	1	5
	Yhteensä	6	3	1	3	ND	ND	2	2	7	39	5271	7	26
Rikkiyhdisteet														
	Rikkidioksidi					5	5			2	6	242	1	6
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	5	5	ND	ND	1	5	1079	1	6
Siloksaanit														
	Dekametyylisyklopentasiloksaani	7	3	3	8	5	5	3	4	2	25	672	2	13
	Dodekametyylisykloheksasiloksaani	4	2	ND				ND		1	23	431	1	11
	Heksametyylisyklotrisiloksaani	2	1	2	6	3	3	3	3	3	12	1728	2	9
	Yhteensä	13	6	5	14	8	8	6	7	6	27	3268	4	20
Terpeenit														
	alfa-Pineeni	17	8	2	8	10	11	9	11	4	38	3562	4	19
	delta-3-Kareeni	11	5	1	4	6	7	3	4	2	15	2876	2	7
	Yhteensä	28	13	3	12	16	18	12	16	9	70	6088	9	33
Tunnistamattomat														

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		VO3		VO4		Tilastoaineisto (kesäaika)				
		µg/m ³	%	µg/m ³	%	µg/m ³	%	µg/m ³	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
	Yhteensä	57	26	8	26	19	21	22	27	3	19	1418	3	12
TVOC		220	100	30	100	90	100	80	100			5295		

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 selvitettyä 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 seuraavanlainen.[1] STM:n Asumisterveysohjetta (1:2003) [5] voidaan kuitenkin käyttää edelleen soveltuvin osin (ohjetta ei ole kumottu).

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³.

Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. 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 ³
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10 µg/m ³
Naftaleeni*)	10 µg/m ³
Styreeni	40 µg/m ³

*) Vaikka tulos olisi alle 10 µg/m³, 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 – VO4 tehtiin seuraavat johtopäätökset

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteissä VO1, VO2, VO3 ja VO4 yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet tai TVOC eivät ylittäneet STM:n Asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja mittausepävarmuus huomioon otettuna.

Havaintoja perustuen Ositumin tilastoaineistoon:

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO3 butanaalin pitoisuus ylitti tilastoaineiston P90-viitearvon. Butanaalin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi muovit, hartsit ja liuottimet.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO1 1-butanolin pitoisuus ylitti tilastoaineiston P90-viitearvon. 1-Butanolin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi kostunut kipsilevy, lastulevy, tiivisteet, sementtilaatat, lattialakat, maalinpoistoaineet ja teollisuuspesuaineet. 1-Butanoli kuuluu myös MVOC-yhdisteisiin.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO1 bentseenin pitoisuus ylitti tilastoaineiston P90-viitearvon. Bentseenin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi maalit, lakat, liimat ja liuottimet. Bentseeni on myös mahdollista mikrobivauriota ilmaiseva yhdiste.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO1 2-butanonin pitoisuus ylitti tilastoaineiston P90-viitearvon. 2-Butanonin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi epoksihartsipohjaiset liimat, liuottimet, lastu- ja kuitulevy, tiivisteet sekä puhdistus- ja maalinpoistoaineet. 2-Butanoni on myös mahdollista kosteus- ja mikrobivauriota ilmaiseva yhdiste.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO4 havaittiin 2-etyyliheksanolia, mutta sen pitoisuus ei ylittänyt 10 % TVOC:sta eikä tilastoaineiston mediaania. 2-Etyyliheksanoli on mahdollista kosteus- ja mikrobivauriota ilmaiseva yhdiste. Sitä saattaa myös vapautua sisäilmaan kosteuden vaurioittamista muovimatoista.

2.6 Kirjallisuus

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

[2] 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).

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

[4] Valvira, Lausunto Dnro 6195/11.02.02.00/2011, 30.08.2011.

[5] STM:n Asumisterveysohje (1:2003)

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, johtopäätökset ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä 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 lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE).

Vantaa 16.9.2016

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto