

Sisäilman mikrobit

Näytteet otettiin kuusivaihekeräimellä elatusalustoille, jotka olivat 2 % mallasuuteagar homesienille ja tryptoni-hiivauute-glukoosiagar bakteereille ja sädesienille eli aktinomykeeteille. Mikrobit tunnistettiin valomikroskooppisesti. Pitoisuudet on esitetty käyttäen yksikköä cfu/m³ eli pesäkkeen muodostavien yksiköiden määrää kuutiometrissä ilmaa. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- otopiste	Tila	Näytteenotopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktinomykeetit, pitoisuus, cfu/m ³
M1	1169	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä 13 Aspergillus fumigatus 33 % steriilit 67 %	53	9
M2	1170	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä 13 steriilit 100 %	49	0
M3	1172	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä alle 4	9	0
M4	1194	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä 31 Penicillium sp. 14 % steriilit 86 %	18	0
M5	1229	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä 13 Cladosporium sp. 34 % Penicillium sp. 33 % steriilit 33 %	360	5
M6	2041B	Toimistohuone	16.10.2015	Yhteensä alle 4	27	0
M7	2074	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä 9 steriilit 100 %	22	4
M8	2086	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä alle 4	9	0
M9	2111	Luokkahuone	16.10.2015	Yhteensä alle 4	9	4
M10		Ulkoilma	16.10.2015	Yhteensä 85 Cladosporium sp. 17 % steriilit 83 %	21	0

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötilä, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötilä, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
16.10.2015	20,7 – 23,3	33 – 36	14,6	54

Mikrobitulosten arviointiperusteet ovat sosiaali- ja terveysministeriön ohjeiden (Asumisterveysohje 2003, Asumisterveysopas 2008, Kansanterveyslaitoksen Koulujen kosteus- ja homevauriot – opas 2008, Työterveyslaitos 2011) mukaan:

Sieni-itiöt

- pitoisuustaso 100 – 500 cfu/m³ on osoituksena kohonneesta pitoisuudesta asuinhuoneistossa talviaikana, mikäli näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeava,
- pitoisuustaso yli 500 cfu/m³ talviaikana asuinhuoneistossa on kohonnut,
- kivirakenteisten koulurakennusten pitoisuustaso talviaikana on yleensä alle 50 cfu/m³,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 50 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobilajistoissa olevia eroja.

Bakteerit

- pitoisuustaso yli 4 500 cfu/m³ on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 600 cfu/m³,

Aktinomykeetit (Sädesienet)

- pitoisuustaso yli 10 cfu/m³ talviaikana on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 5 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta (mikäli yli 5 tai 10 cfu/m³).

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC -yhdisteiden) ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti MetropoliLab Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Tulokset on esitetty yksikössä µg/m³. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
V1	1169	Luokkahuone	29.10.2015	43
V2	1170	Luokkahuone	29.10.2015	35
V3	1172	Luokkahuone	29.10.2015	52
V4	1194	Luokkahuone	29.10.2015	37
V5	1229	Luokkahuone	29.10.2015	81
V6	2041B	Toimistohuone	29.10.2015	43
V7	2074	Luokkahuone	29.10.2015	33

Edellä mainittujen näytteiden tärkeimmät yksittäiset yhdisteet olivat:

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³				
	V1	V2	V3	V4	V5
Alkaanit:					
Suoraketjuisia ja haaroittuneita hiilivetyjä	4,3 *	3,3 *	10,1 *	3,6 *	12,8 *
Rengasrakteisia hiilivetyjä	0,5 *	0,6 *	1,8 *	1,0 *	2,1 *
Alkaanit yhteensä	4,8	3,9	11,9	4,6	14,9
Alkoholit:					
2-Etyyli-1-heksanoli	1,0		3,7	1,1	2,1
Butanoli	0,5		0,8	0,5	4,7
Fenoli		1,5			
Propyleeniglykoli (1,2-Propanidioli)					11,3 *
Alkoholeja, muita	3,6 *				
Alkoholit yhteensä	5,1	1,5	4,5	1,6	18,1
Aromaattiset yhdisteet:					

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³				
	V1	V2	V3	V4	V5
Bentseeni	2,2	2,3	2,9	1,6	2,1
Tolueneeni	5,6	4,8	6,5	4,5	5,0
Etyyliibentseeni	1,5	1,1	1,5	1,2	1,7
1,4-Ksyleeni	5,1	3,9	5,4	4,0	4,8
Styreeni					0,3
1,2-Ksyleeni	1,7	1,3	1,8	1,3	1,6
Propyylibentseeni	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,3,5-Trimetyyliibentseeni	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Alkyylibentseenejä, muita	4,6 *	3,8 *	5,4 *	3,8 *	3,2 *
Aromaattiset yhdisteet yhteensä	21,2	17,6	24,0	13,0	19,1
Esterit					
Etyyliasettaatti	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2
Butyyliasettaatti	0,6	0,5	0,6	0,6	0,9
Esterit yhteensä	0,8	0,7	1,0	0,8	1,1
Glykolieetterit ja niiden asetaatit					
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri (2-(2-Butoksietoksi)etanoli)		0,5	0,8	0,7	1,1
2-Fenoksietanoli					5,1 *
Glykolieetterit ja niiden asetaatit yhteensä		0,5	0,8	0,7	6,2
Karbonyylit:					
Heksanaali				1,1	
Bentsaldehydi	1,1				2,1
Karbonyylit yhteensä	1,1			1,1	2,1
Orgaaniset hapot:					
Etikkahappo	1,1			1,1 *	3,0 *
Orgaaniset hapot yhteensä	1,1			1,1	3,0
Terpeenit:					
Pineeni	0,7	0,9	1,5	0,9	0,9
delta-3-Kareeni	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3
Terpeenit yhteensä	0,9	1,1	1,8	1,3	1,2
Muut yhdisteet:					
Dekametyyliisoklopentasiloksaani			1,5 *	1,6 *	3,8 *
Muut yhdisteet yhteensä			1,5	1,6	3,8
Tunnistettuja yhdisteitä yhteensä, µg/m³	35,0	25,3	45,5	25,8	69,5

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³	
	V6	V7
Alkaanit:		
Suoraketjuisia ja haaroittuneita hiilivetyjä	5,8 *	5,3 *
Alkaanit yhteensä	5,8	5,3
Alkoholit:		
2-Etyyli-1-heksanoli	2,9	0,7
Alkoholit yhteensä	2,9	0,7
Aromaattiset yhdisteet:		
Bentseeni	1,9	1,1
Tolueeni	6,1	3,5
Etyylibentseeni	1,5	0,9
1,4-Ksyleeni	5,0	3,4
1,2-Ksyleeni	1,7	1,1
Propyylibentseeni	0,2	0,1
1,3,5-Trimetyylibentseeni	0,3	0,2
Alkyylibentseenejä, muita	5,3 *	4,1
Aromaattiset yhdisteet yhteensä	22,0	14,4
Esterit		
Etyyliasetaatti	0,1	
Butyyliasetaatti	0,5	0,7
Estereitä, muita		2,6 *
Esterit yhteensä	0,6	3,3
Glykolieetterit ja niiden asetaatit		
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri (2-(2-Etoksietoksi)etanoli)		
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri (2-(2-Butoksietoksi)etanoli)		1,8
2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyyraatti (TXIB)		1,0
Glykolieetterit ja niiden asetaatit yhteensä		2,8
Karbonyylit:		
Bentsaldehydi	1,0	
Karbonyylit yhteensä	1,0	
Orgaaniset hapot:		
Terpeenit:		
Pineeni	0,9	0,5
delta-3-Kareeni	0,3	0,2
Terpeenit yhteensä	1,2	0,7
Tunnistettuja yhdisteitä yhteensä, µg/m³	33,5	27,2

- * Määritetty tolueenina.
** TVOC -alueen ulkopuolella.

Tunnistettujen yhdisteiden pitoisuudet määritetään puhtaiden vertailuaineiden avulla (aineen omalla vasteella) tai tolueeniekvivalenttina. TVOC -arvo määritetään tolueeniekvivalenttina. Tunnistettujen yhdisteiden joukossa voi olla myös TVOC -alueen ulkopuolisia yhdisteitä. Em. syistä tunnistettujen yhdisteiden yhteenlaskettu kokonaispitoisuus ja TVOC -arvo eivät usein ole yhtä suuret.

Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2011) toimistotyötilojen sisäilman TVOC -pitoisuuden kohonneena arvona pidetään yli 250 µg/m³:n pitoisuutta. Yksittäisen yhdisteen kohonneena arvona pidetään yhdisteestä riippuen yli 5 tai yli 10 µg/m³:n pitoisuutta. Yli 10 µg/m³:n tasoa sovelletaan mm. seuraaville yhdisteille / yhdisteryhmille: glykolit / glykolieetterit, piiyhdisteet, orgaaniset hapot.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukaan asunnon ja muun oleskelutilan 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 lukuun ottamatta seuraavia yksittäisiä yhdisteitä, joiden toimenpiderajat ovat: TXIB – 10 µg/m³ (vastaa tasoa 16 µg/m³ aineen omalla vasteella mitattuna), 2-etyyli-1-heksanoli – 10 µg/m³ (vastaa tasoa 15 µg/m³ aineen omalla vasteella mitattuna), naftaleeni – 10 µg/m³ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni – 40 µg/m³.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvia mineraalikuituja kerättiin tiloihin kahden viikon ajaksi asennettujen geeliteippilevyjen avulla. Näytteet tutkittiin valomikroskooppisesti laboratoriossa. Pinnoilla todettiin mineraalikuituja neliösenttimetriä kohden (yli 20 mikrometrin pituiset kuidut) seuraavasti:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	1 krs D	Käytävä	16.10. – 29.10.2015	0,07 0,07
PPK2	1 krs E	Käytävä	16.10. – 29.10.2015	alle 0,07 0,07
PPK3	1 krs F	Käytävä	16.10. – 29.10.2015	alle 0,07 0,07
PPK4	2 krs D	Käytävä	16.10. – 29.10.2015	alle 0,07 alle 0,07
PPK5	2 krs E	Käytävä	16.10. – 29.10.2015	alle 0,07 alle 0,07

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen ohjearvoksi (säännöllisesti siivottavat pinnat) on ehdotettu 0,2 kpl/cm² (Työterveyslaitos 2011). Tämä on myös 15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukainen teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä.

Sisäilman hiilidioksidin, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

Tutkittavissa tiloissa seurattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Mittaukset tehtiin Telairen ja TSI:n sisäilman laatuanalysointilaitteilla. Tulokset olivat seuraavat:

Mittauspi- ste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %
L1	1169	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	380 – 932 450	20,6 – 24,1 22,2	14 – 47 30
L2	1170	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	460 – 1635 560	21,4 – 24,2 22,6	14 – 47 30
L3	1171	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	460 – 1 030 520	21,7 – 23,3 22,2	15 – 47 30
L4	1172	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	380 – 1 304 480	16,8 – 23,4 22,1	16 – 48 30
L5	1220	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	460 – 940 530	19,1 – 23,5 21,0	20 – 44 33
L6	2031	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	530 – 1 310 610	19,6 – 23,1 20,0	22 – 48 35
L7	2067	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	330 – 1301 400	20,0 – 24,0 22,4	18 – 45 18
L8	2069	Luokkahuone	16.10. – 29.10.2015	340 – 2 000 440	19,5 – 22,7 21,0	18 – 51 33
L9	2074	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	460 – 1 160 550	20,1 – 23,2 21,6	20 – 43 32
L10	2088	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	330 – 890 410	20,8 – 24,0 21,8	20 – 43 32
L11	2091	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	360- 1 020 450	20,0 – 23,1 21,4	20 – 43 33
L12	2109	Luokkahuone	29.10. – 6.11.2015	390 – 810 450	20,7 – 25,6 21,9	19 – 42 31

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 ≤ 750 ppm
- S2 ≤ 900 ppm
- S3 ≤ 1 200 ppm.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen asunnon ja muun oleskelutilan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Huoneilman lämpötilojen tulee täyttää asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon 1 mukaiset toimenpiderajat.

Seurantamittausten graafiset kuvaajat on esitetty erillisissä liitteissä, joista nähdään mitattujen suureiden vaihtelut eri vuorokauden aikoina.