

**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/m<sup>3</sup> eli pesäkkeen muodostavien yksiköiden määrää kuutiometrissä ilmaa. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, pitoisuus, cfu/m <sup>3</sup>	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m <sup>3</sup>	Aktinomykeetit, pitoisuus, cfu/m <sup>3</sup>
M1	021	ATK – luokka	23.7.14	Yhteensä 0	40	0
			31.7.14	Yhteensä 18 Cladosporium sp. 25 % steriilit 75 %	390	0
M2	205	Luokka	23.7.14	Yhteensä 170 Aspergillus niger 3 % Cladosporium sp 74 % Penicillium sp 5 % steriilit 18 %	27	0
M3	105	Luokka	31.7.14	Yhteensä 550 Cladosporium sp. 48 % Penicillium spp. 2 % Aspergillus sp. 1 % Aureobasidium sp. 1 % steriilit 48 %	230	0
M4	302	Psykologi	23.7.14	Yhteensä 40 Acremonium sp 11 % Aspergillus sp 11 % Cladosporium sp 56 % Penicillium sp 22 %	100	9
			31.7.14	Yhteensä 230 Cladosporium sp. 52 % Penicillium spp. 27 % hiivat 2 % steriilit 19 %	510	0
M5	114	Luokka	23.7.14	Yhteensä 0	13	0
			31.7.14	Yhteensä 27 Cladosporium sp. 50 % steriilit 50 %	230	0
M6		Ulkoilma	23.7.14	Yhteensä 1 100 Acremonium sp 1 % Aspergillus sp 1 % Cladosporium sp 62 % Fusarium sp 1 % Penicillium sp 8 % Hiivat 2 % steriilit 25 %	120	21
			31.7.14	Yhteensä 1 940 Cladosporium spp. 64 % Penicillium spp. 1 % Chrysosporium sp. 1 % steriilit 34 %	460	0

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittauksen aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötilä, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötilä, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
23.7.14	25,9 – 28,7	33,9 – 41,6	30,8	26,5
31.7.14	24,8 – 29,9	50 – 68	28,9	49,7

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/m<sup>3</sup> on osoituksena kohonneesta pitoisuudesta asuinhuoneistossa talviaikana, mikäli näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeava,
- pitoisuustaso yli 500 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana asuinhuoneistossa on kohonnut,
- kivirakenteisten koulurakennusten pitoisuustaso talviaikana on yleensä alle 50 cfu/m<sup>3</sup>,
- toimistotyyppisten työtilojen viitearvo talviaikana (Työterveyslaitos) on 50 cfu/m<sup>3</sup>,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobilajistoissa olevia eroja,

#### Bakteerit

- pitoisuustaso yli 4 500 cfu/m<sup>3</sup> on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen viitearvo (Työterveyslaitos) on 600 cfu/m<sup>3</sup>,

#### Aktinomykeetit

- pitoisuustaso yli 10 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen viitearvo talviaikana (Työterveyslaitos) on 5 cfu/m<sup>3</sup>,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta (mikäli yli 5 tai 10 cfu/m<sup>3</sup>).

### Rakennusmateriaalien mikrobit, laimennossarjamenetelmä

Rakennusmateriaalien mikrobipitoisuudet määritettiin sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen 2003 mukaan ns. laimennossarjamenetelmällä. Näytteet toimitettiin Metropolilab Oy:n laboratorioon Helsinkiin laimennossarjakäsittelyä ja viljelyä varten. Tulokset on esitetty yksikössä kpl/g:

Näytteen- ottopiste	Tila	Kuvaus	Pvm	Homesienet, kpl/g		Bakteerit, kpl/g	Aktinomykeetti, kpl/g		
				M2	DG18				
MR1	105	Luokka	8.8.14	Yhteensä <i>Aspergillus fumigatus</i> * <i>Penicillium sp.</i>	400	Yhteensä <i>A. fumigatus</i> *	300	alle 100	alle 100

\* kosteusvaurioindikaattori

Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen 2003 ja Asumisterveysoppaan 2009 mukaan rakennusmateriaalissa on

- sienikasvustoa, jos näytteen sieni-itiöpitoisuus on suurempi kuin 10 000 kpl/g,
- bakteerikasvustoa, jos näytteen bakteeripitoisuus on suurempi kuin 100 000 kpl/g ja aktinomykeettikasvustoa, jos aktinomykeettipitoisuus on suurempi kuin 500 kpl/g.

**Rakenteiden kosteudet, porareikämenetelmä**

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, porattiin rakenteiden suhteellisen kosteuden määrittämiseksi reiät (16 mm). Reiät puhdistettiin ja tulpattiin. Suhteellinen kosteus mitattiin olosuhteiltaan tasaantuneissa rei'issä. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP44-mittapäät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspiste	Tila	Rakenne-osa	Mittauspisteen sijainti	Reiän syvyys, mm	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
K1	021 ATK	Lattia	170 mm US, 210 mm VS	215	31.7.14	82,0	22,1
			170 mm US, 165 mm VS	190	31.7.14	82,5	21,8
			280 mm US, 195 mm VS	40	31.7.14	90,6	22,6
			280 mm US, 90 mm VS	40	31.7.14	81,5	22,4
		Huoneilma			31.7.14	57,8	24,1
K2	020 Varasto	Lattia	160 mm US, 155 mm US	200	31.7.14	70,7	20,9
			245 mm US, 120 mm US	250	31.7.14	71,8	20,9
			165 mm US, 280 mm US	40	31.7.14	90,6	19,2
			280 mm US, 280 mm US	40	31.7.14	92,9	19,0
		Huoneilma				77,7	21,5
K3	024 Varasto	Lattia	115 mm US, 155 US	40	31.7.14	97,8	19,4
			255 mm US, 145 mm US	40	31.7.14	97,4	19,7
			170 mm US, 225 mm US	210	31.7.14	95,2	18,2
			260 mm US, 240 mm US	210	31.7.14	96,4	18,3
		Huoneilma				86,9	20,2
K4	021 ATK	Seinä	320 mm L	95	31.7.14	69,0	23,4
			315 mm L	80	31.7.14	69,9	23,3
			310 mm L	230	31.7.14	84,6	22,6
			290 mm L	220	31.7.14	81,3	22,8
		Huoneilma				31.7.14	25,5

**Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä**

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, viillettiin lattiapäällysteeseen reiät suhteellisen kosteuden määrittämiseksi lattiapäällysteen alta. Suhteellinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP42-mittapäät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspi- ste	Tila	Rakennese- osa	Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
Kv1	024 ulkourh.välinevarasto	lattia	72,0 %, 21,5°C	23.7.14	96,0	18,9
Kv2	024 ulkourh. välinevarasto, vertailu	lattia	72,0 %, 21,5°C	23.7.14	94,6	20,7
Kv3	023 kirj.varasto	lattia	74,4 %, 20,4°C	23.7.14	79,3	19,2

### 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), $\mu\text{g}/\text{m}^3$
V1	105	Luokka	24.7.14	294
V2	114	Luokka, laajennusosa	3.7.14	19

Edellä mainittujen näytteiden tärkeimmät yksittäiset yhdisteet olivat:

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	V1	V2
<b>Aromaattiset yhdisteet:</b>		
Tolueeni	1,2	
Etylibentseeni	41,1	
Propyylibentseeni	0,5	
1,4-Ksyleeni	143,2	
1,2-Ksyleeni	33,7	
Bifenyylit	0,4	
1,3,5-Trimetyylibentseeni	2,7	
<b>Aromaattiset yhdisteet yhteensä</b>	<b>222,8</b>	
<b>Alkaanit:</b>		
Suoraketjuisia ja haaroittuneita hiilivetyjä		0,3 *
<b>Alkaanit yhteensä</b>		<b>0,3</b>
<b>Terpeenit:</b>		
Pineeni	0,6	0,5
Delta-3-kareeni	0,4	0,3
<b>Terpeenit yhteensä</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>
<b>Karbonyylit:</b>		

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m <sup>3</sup>	
	V1	V2
Heksanaali	1,5	3,0
Heptanaali		0,3 *
Oktanaali	1,1	1,6
Nonanaali	4,5	4,0
Dekanaali	0,8*	0,8 *
Bentsaldehydi		1,0
Asetofenoni	1,3*	0,7 *
<b>Karbonyylit yhteensä</b>	<b>9,2</b>	<b>11,4</b>
<b>Esterit:</b>		
n-Butyyliasetaatti	0,6	1,5
2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti (TXIB)	1,3	1,7
<b>Esterit yhteensä</b>	<b>1,9</b>	<b>3,2</b>
<b>Alkoholit:</b>		
1-Butanoli	0,8	1,2
2-Etyyli-1-heksanoli		1,5
Fenoli	1,1	1,7
<b>Alkoholit yhteensä</b>	<b>1,9</b>	<b>4,4</b>
<b>Alkoholi- ja fenolieetterit:</b>		
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	5,0	8,9
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	0,5	0,7
2-Fenoksetanoli	0,6*	1,5
<b>Alkoholi- ja fenolieetterit yhteensä</b>	<b>6,1</b>	<b>11,1</b>
<b>Muut yhdisteet:</b>		
Etikkahappo	0,6 *	0,2*
<b>Muut yhdisteet yhteensä</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>
<b>Tunnistettuja yhdisteitä yhteensä, µg/m<sup>3</sup></b>	<b>243,5</b>	<b>31,4</b>

\* Määritetty tolueninä.

\*\* TVOC -alueen ulkopuolella.

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

Sisäilman haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole ohjearvoa. Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2011) toimistotyötilojen sisäilman TVOC -pitoisuuden kohonneena arvona pidetään yli 250 µg/m<sup>3</sup>.

### 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 <sup>2</sup>
PPK1	021	ATK-luokka	24.7. – 8.8.14	alle 0,07
			24.7. – 8.8.14	alle 0,07
PPK2	205	luokka	24.7. – 8.8.14	alle 0,07
			24.7. – 8.8.14	0,07
PPK3	114	luokka, laajennusosa	24.7. – 8.8.14	alle 0,07
			24.7. – 8.8.14	0,07

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen ohjearvoksi (säännöllisesti siivottavat pinnat) on ehdotettu 0,2 kpl/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos 2011).