

KESKUSTAN TERVEYSASEMA
HUONEEN 119 SISÄILMATUTKIMUS



Tutkimusraportti 082105
10.6.2005

SISÄLLYSLUETTELO

1.	YHTEYSTIEDOT	3
2.	TULOS LYHYESTI	3
3.	SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET	3
4.	MIKROBIANALYYSI	4
4.1	Vertailuarvot sisäilmanäytteille	4
4.2	Analyysitulos	5
4.3	Johtopäätös ilmanäytteestä	5
5.	VOC - TUTKIMUS	6
5.1	Johtopäätös VOC -yhdisteistä	7
5.2	Viitearvoja $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9
5.3	Kirjallisuus	10

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaja	Oulun Kaupunki Tekninen keskus / Tilapalvelu Isännöitsijä Ville Sormunen PL 30 90015 OULUN KAUPUNKI
Tutkimuskohde	Keskustan terveysasema Saaristonkatu 22 90100 OULU
Näytteenottopäivä	24.5.2005
Viljelypäivä	24.5.2005
Työn suoritti	Oulun Sisäilmatutkimus Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilöt	FT Laboratoriopäällikkö Merja Mikkonen Puhelin (08) 5425 443 Gsm 044 537 9005 Laboratorioanalyttikko (AMK) Petri Perätalo Puhelin (08) 556 1140 Gsm 044 537 9009 Rakennustekniikan DI Arto Bäck Puhelin (08) 556 1112 Gsm 044 537 9010

2. TULOS LYHYESTI

Tutkitun huoneen sisäilmassa esiintyi *Ulocladium home*. Home on kosteusvaurioindikaattorihome, joka kasvaakseen vaatii korkean vesiaktiiviteetin ($a_w > 0.90 - 0.95$).

Mitatun tilan ilmanlaatu on hyvä VOC-yhdisteiden osalta.

3. SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET

Mikäli tiloissa työskentelevillä ilmenee ärsytysoireita, tulee sisäilman mikrobiologista laatua kartoittaa rakennuksessa laajemmin.

4. MIKROBIANALYYSI

Näytteen viljely ja tulosten tulkinta tehtiin STM Asumisterveysohjeen 2003 (STM:n oppaita 2003:1) mukaisesti. Tutkimusvälineenä käytettiin valomikroskooppia. Tulos on ilmoitettu pesäkkeitä muodostavina yksikköinä (cfu).

Mikäli rakennuksessa työskentelevillä tai muuten oleskelevilla on havaittu oireita ja verestä on mitattu vasta-aineita tietyille mikrobilajeille, voidaan näytteistä löydetty mikrobit tunnistaa lajilleen DNA-määrityksellä. Tällöin voidaan verrata veren vasta-aineita havaittuun lajistoon ja näin todeta onko altistuminen tapahtunut kyseisessä rakennuksessa.

4.1 Vertailuarvot sisäilmanäytteille

Ilmanäyte kuvaa mittauksen aikaista sisäilman tilaa paikallisesti. Mikrokipitoisuudet vaihtelevat sisäilmassa ajallisesti ja olosuhteiden mukaan. Sisäilmanäytteiden itiömääriin vaikuttavat mm. rakennuksen ilmanvaihto ja erityisesti ilmvirtaukset mikrobivaurioituneiden materiaalien välittömässä läheisyydessä.

Rakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet 100 - 500 cfu/m³ voivat olla osoituksena kohonneesta sieni-itiöpitoisuudesta talviaikana (Asumisterveysopas 2005). Jos samalla näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeavaa, voidaan tehdä johtopäätös mikrobikasvuston olemassaolosta rakennuksessa ja sen mahdollisesti aiheuttamasta terveyshaitasta. Jos talviaikana rakennuksessa sieni-itiöpitoisuudet ovat yli 500 cfu/m³, ne voidaan tulkita kohonneiksi ja mahdollista terveyshaittaa aiheuttaviksi.

Rakennuksessa esiintyvään, terveyshaittaa erityisesti aiheuttavaan mikrobikasvustoon viittaavia sienisukuja tai lajeja ovat mm. *Stachybotrys*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor* sekä bakteereista sädesienet.

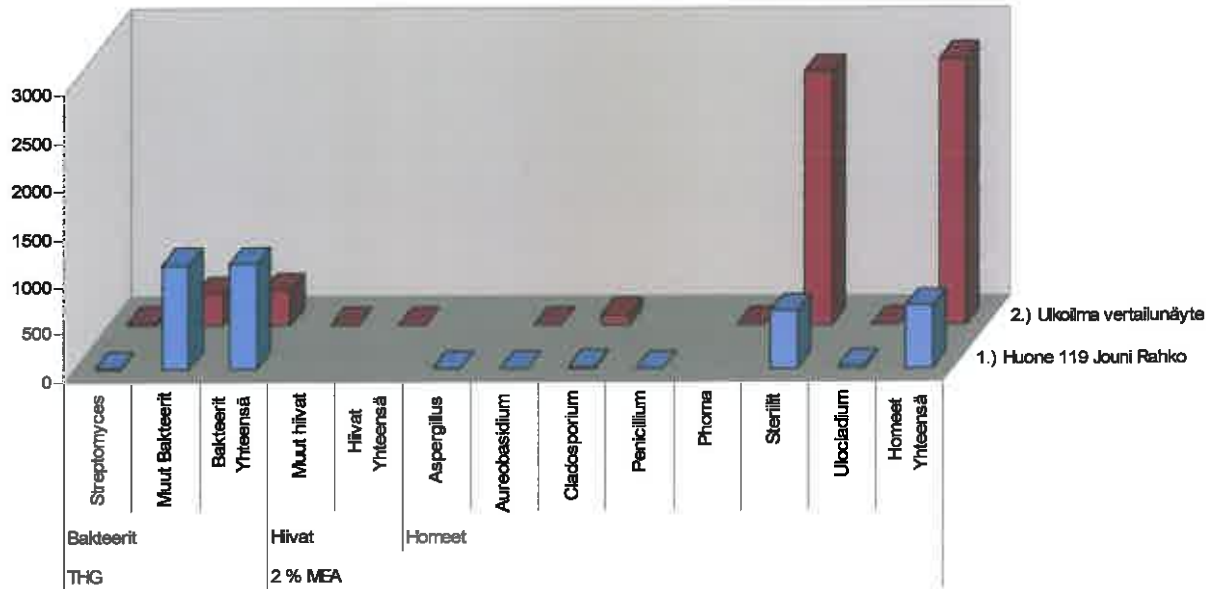
Sädesieni-itiöiden esiintyminen merkittävänä (yli 10 cfu/m³) pitoisuuksina taajamarakennusten sisäilmassa talviaikana viittaa mikrobikasvustoon rakennuksessa ja terveyshaitan olemassaoloon (Asumisterveysopas 2005).

Myös muiden kosteusvauriota indikoivien mikrobien pitoisuutta yli 10 cfu/m³ talviaikana voidaan pitää tavanomaisesta poikkeavana. Poikkeus tästä on *Stachybotrys chartarum*, jonka esiintyminen ilmanäytteessä on aina merkki rakennuksen vakavasta kosteusvauriosta.

Sulanmaanaikana tehdyissä tutkimuksissa sisäilman mikrokipitoisuuksia verrataan ulkoilman mikrokipitoisuuksiin. Yleensä ulkoilman sieni-itiö- ja sädesienipitoisuudet ovat tällöin suurempia kuin asunnon sisäilman pitoisuudet.

Muissa sisätiloissa kuin asunnoissa, esimerkiksi toimistoissa ja kouluissa jne. mikrokipitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asunnoissa, joten Asumisterveysoppaan tulkintaohjeet ei suoraan sovellu näille rakennuksille. Merkittävää tällöin on kuinka hyvään tuloilman suodatustehoon on päästävää esim. sädesienten puolesta < 10 cfu/m³, koska herkistyneillä ihmisillä oireet voivat puhjeta tai pahentua myös tavanomaisina pidettävissä sisäilman mikrokipitoisuuksissa. Lisäksi oireilu, esimerkiksi ärsytys- ja yleisoireet, saattavat liittyä altistumiseen mikrobien kaasumaisille tai toksisille aineenvaihduntatuotteille tai muulle altisteelle kuin mikrobeille.

Kohonnut bakteeripitoisuus (>4500 cfu/m³) viittaa puutteelliseen, terveyden kannalta riittämättömään ilmanvaihtoon.



4.2 Analyysitulokset

Kasvialusta	Analyyssi	Mikrobit	1.) Huone 119 Jouni Rahko	2.) Ulkoilma vertailunäyte
THG	Bakteerit	<i>Streptomyces</i>	5	33
		<i>Muut Bakteerit</i>	1091	339
		Bakteerit Yhteensä	1096	372
2 % mallasuute	Hiivat	Muut hiivat		7
		Hiivat Yhteensä		7
2 % mallasuute	Homeet	<i>Aspergillus</i>	2	
		<i>Aureobasidium</i>	3	5
		<i>Cladosporium</i>	16	113
		<i>Penicillium</i>	3	
		<i>Phoma</i>		8
		<i>Steriilit</i>	605	2650
		<i>Ulocladium</i>	26	5
		Homeet Yhteensä	655	2781

Terveyshaittaa aiheuttavat näytteet on taustavärjätty ja tuloksen kannalta merkitykselliset pitoisuudet lihavoitu.

4.3 Johtopäätös ilmanäytteestä

Ulocladium on kosteusvaurioindikaattorihome, joka kasvaakseen vaatii korkean vesiaktiiviteetin ($a_w > 0.90 - 0.95$).

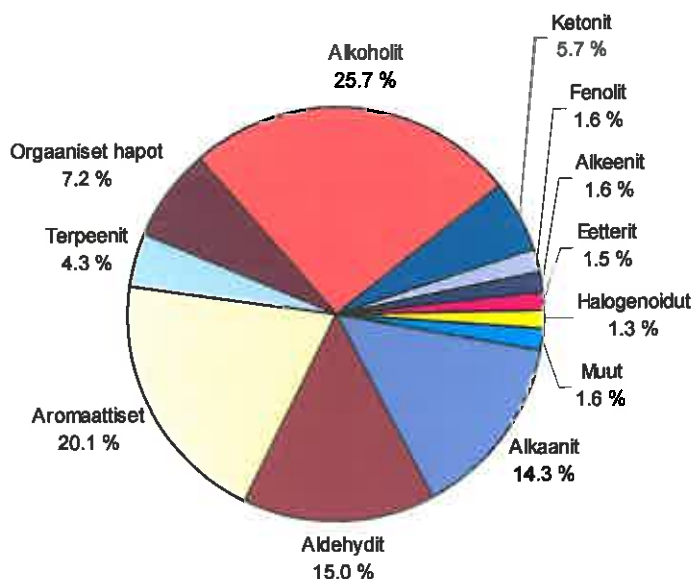
Mikäli tiloissa työskentelevillä ilmenee ärsytysoireita, tulee sisäilman mikrobiologista laatua kartoittaa rakennuksessa laajemmin.

5. VOC - TUTKIMUS

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet kerättiin Tenax/Carboxen 1000 – putkiin ja ajettiin Agilent TD/GC/MS-laitteistolla hiilidioksidijäähdytystä (kryoajo) käyttäen. Yksittäiset yhdisteet tunnistettiin Wiley7n-kirjaston avulla. Tulokset on annettu tolueeniekvivalenteina tai kalibroituina puhtaisiin vertailuaineisiin. TVOC-arvoon on laskettu yhdisteet butaanista (C4) heksadekaaniin (C16).

Sisäilman yhdistepitoisuuksia verrattiin haitalliseksi tunnettuihin pitoisuuksiin (HTP 2002) sekä kirjallisuudessa annettuihin normaali- ja hajukynnysarvoihin. Yhdisteiden ärsytysvaikutusindeksi on laskettu Alarien menetelmällä.

Huone 119 Jouni Rahko



Yhdiste	µg/m³
Huone 119 Jouni Rahko	
Alkaanit	
Heksaani	0.7
Heptaani	0.5
Oktaani	0.7
Dekaani	1.0
Dodekaani	1.9
Tetradekaani	1.4
2-Metyylibutaani	1.0
2-Metyylipentaani	1.1
Alkaanit (yhteensä)	14.3%
Aldehydit	
Heksanaali	1.2
Heptanaali	0.8
Oktanaali	1.1
Nonanaali	2.6

Dekanaali			2.8
	15.0%		8.5
Aromaattiset			
4-Etyylitolueeni			0.6
Bentseeni			1.3
Tolueeni			3.9
Etyylibentseeni			0.8
o-Ksyleeni			0.9
p-Ksyleeni			1.8
1,2,4-Trimetyylibentseeni			1.0
1,2,3-Trimetyylibentseeni			0.8
	20.1%		11.1
Terpeenit			
alfa-Pineeni			1.7
delta-3-Kareeni			0.8
	4.3%		2.5
Orgaaniset hapot			
Etikkahappo			4.1
	7.2%		4.1
Alkoholit			
1,8-Sineoli			0.7
Etanoli			10.6
Isopropanoli			3.2
	25.7%		14.5
Ketonit			
Asetoni			3.2
	5.7%		3.2
Fenolit			
Fenoli			0.9
	1.6%		0.9
Alkeenit			
Isopreeni			0.9
	1.6%		0.9
Eetterit			
2-Metoksi-2-metyylipropaani			0.9
	1.5%		0.9
Halogenoidut			
Fluoritrikloorimetaani			0.8
	1.3%		0.8
Ärsytysindeksi	0.02	Muut	0.9
		TVOC	56.47

5.1 Johtopäätös VOC -yhdisteistä

Sisäilmanäytteen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) oli tavanomainen. Mitattu tila on VOC-yhdisteiden osalta sisäilmaluokan S1 mukainen (< 200 µg/m³).

Näytteessä epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin etanolia, jonka pitoisuus ylitti 10 % kokonaispitoisuudesta. Etanoli on mikrobien aineenvaihduntatuote. Muita kosteus- ja mikrobivauriota indikoivia VOC-yhdisteitä ei havaittu epätavanomaisina pitoisuuksina. Etanolin epätavanomainen pitoisuus on todennäköisesti peräisin desinfiointiaineista.

Mitatun tilan ilmanlaatu on hyvä VOC-yhdisteiden osalta.

Oulun Sisäilmatutkimus Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulussa 10.6.2005

Merja Mikkonen
FT laboratoriopäällikkö

Jakelu:

Oulun Sisäilmatutkimus Oy:n arkisto 1 kpl

Tilaaaja 1 kpl

5.2 Viitearvoja µg/m³

Yhdiste	Hajukynnys	Normaalipitoisuus
2-Metoksi-2-metyylipropaani	110.0	
alfa-Pineeni	700.0	7.70
Asetoni	31500.0	
Bentseeni	28000.0	1.60
Dekaani		4.30
Dekanaali	650.0	
delta-3-Kareeni		6.00
Dodekaani		1.90
Etanoli	55000.0	
Etikkahappo	400.0	
Etyylibentseeni	10100.0	2.00
Fenoli	200.0	1.00
Fluoritrikloorimetaani	92900.0	
Heksaani	470000.0	
Heksanaali	55.0	11.50
Heptaani	40600.0	3.20
Isopropanoli	1100.0	
Nonanaali	13.0	8.30
o-Ksyleeni	4900.0	1.50
Oktaani	27300.0	1.50
Oktanaali		3.90
p-Ksyleeni	4900.0	5.10
Tetradekaani		1.20
Tolueeni	11100.0	14.40

Lihavoitu yhdistepitoisuus = ylitys > 10 kertainen normaalipitoisuudesta.

Lihavoitu yhdistepitoisuus alleviivauksella = ylitys > 50 kertainen normaalipitoisuudesta.

Taustavärjätty yhdistepitoisuus = yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % TVOC pitoisuudesta.

Hajukynnysylitykset

Kirjallisuus	3 / 4 / 3, 5	
Ryhmä	Viitearvoja	Oirearvoja
Alkaanit	100	
Aromaattiset	50	1000
Muut	50	
Halogenoidut	30	
Terpeenit	30	
Aldehydit	20	
Esterit	20	

Lihavoitu yhdisteryhmä = ylittää yhdisteryhmäkohtaisen laadullisen viitearvon.

Lihavoitu yhdisteryhmä alleviivauksella = ylittää yhdisteryhmäkohtaisen oirearvon.

Piste yhdistepitoisuuden edessä = pitoisuus ylittää 50 % yhdisteryhmän viitearvosta.

Kirjallisuus 3 / 5

Yhdisteiden HTP ylitysvertilu

Kirjallisuus 10

HTP enimmäispitoisuussuositus ylitysvertilu

Kirjallisuus 9

Ärsytysindeksivertailu

Ärsytysindeksi alle 1. Tulos on tavanomainen.

Lihavoitu ärsytysindeksi = ärsytysindeksi > 1. Herkät ihmiset voivat oireilla.

Lihavoitu ärsytysindeksi alleviivauksella = ärsytysindeksi > 10, terveetkin ihmiset voivat oireilla.

Kirjallisuus 6, 7

Ärsytysperusteinen TVOC vertailu

Lihavoitu TVOC = TVOC 600 - 3000 saattaa esiintyä oireita.
Lihavoitu TVOC alleviivauksella = TVOC 3000 - 25000 aiheuttaa epämiellyttävän olon.
Taustavärjätty TVOC = TVOC > 25000 ilmaantuu myrkytysoireita.

Kirjallisuus 4

Sisäilman laatuluokkavertailu

TVOC 200 = S1 Sisäilmaluokituksen 2000 enimmäisarvo.
TVOC 300 = S2 Sisäilmaluokituksen 2000 enimmäisarvo.
TVOC 600 = S3 Sisäilmaluokituksen 2000 enimmäisarvo.

Kirjallisuus 8

5.3 Kirjallisuus

/3/

Seifert, B. 1990. Regulating indoor air. Indoor Air'90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

/4/

L. Möllhave, Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health, Indoor Air'90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

/5/

L. A. Wallace, The Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study; Summary and Analysis: EPA-600/19, Volume 1, 1987, 107.

/6/

Ympäristö ja Terveys 7-8/2003

/7/

Scaper M (1993) Development of a database for sensory irritants and its use in establishing occupational exposure limits. American Industrial Hygiene Association Journal, 54:488-544.

/8/

Sisäilmastoluokitus 2000

/9/

Risto Koistinen, Sirpa Nokelainen ja Seppo Ahonen, Haihtuvat Orgaaniset Yhdisteet Huoneilmassa, Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/1994, Helsinki.

/10/

International Chemical Safety Cards (ICSC).