

1 TOIMEKSIANTO

Tutkimuskohde:	Sotungin koulu, päärakennus Sotungintie 19 01200 Vantaa
Tutkimusajankohta:	12.11.2011 – 09.12.2011
Tilaaaja:	Rakennesuunnittelijainsinööri Jouni Räsänen
Vastuhenkilö:	Jarmo Minkkinen, ISS Proko Oy
Muut yhteystiedot:	Rehtori Marjo Mäkinen-Roppola; 040-546 8389 Kouluisäntä Seppo Onkamo 040-750 7320
Tutkimuksen tavoite:	Käyttäjät ovat ilmoittaneet sisäilman huonosta laadusta. Laatu- poikkeamat kohdistuivat muutamiin tiloihin, joihin tutkimukset keskitettiin. Sisäilman laatua arvioitiin lisäksi mikrobi- ilmamittauksin eri puolilta rakennusta., vaan ovat yleensä piha- rakennusta koskevia.

2 TUTKIMUSKOHDE

2.1 Perustiedot

Rakennusvuosi:	1960-luvun puoliväli, laajennus 2000-luvulla
Kerroslukumäärä:	3 kerrosta
Perusrakennetyypit:	
Alapohja	maanvarainen alapohja
Yläpohja	paikallatehty pukitus
Vesikatto	konesaumattu rivipeltikate
Runko	vanha osa paikallavalettu teräsbetoninen pilari-palkkirunko, laa- jennus elementtirakenteinen teräsbetonirunko
Pintamateriaalit:	
lattia	linoleumimatto
seinät	maalattu tiili
katto	maalattu betoni, akustointilevytys
Ilmanvaihtotapa:	koneellinen tulo-poisto, lämmön talteenottojärjestelmä
Lämmönjakotapa:	vesipatterilämmitys

2.2 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset

Aiemmista tutkimuksista ei saatu tietoa.

2.3 Käytössä olleet asiakirjatiedot

Kohteesta oli käytettävissä seuraavat piirustukset ja asiakirjat:

- Arkkitehtipiirustuksia.

2.4 Tilaajalta/tilojen käyttäjiltä saadut tiedot

Tutkimukset kohdistettiin käyttäjähaastattelujen mukaan.

3 OLOSUHTEET, KÄYTETYT MENETELMÄT JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT

Sisäilmamittauksen aikana ulkoilman lämpötila oli n. -0 °C ja suhteellinen kosteus n. 95%. Tutkittavat tilat olivat normaalissa käytössä.

3.1 Aistinvarainen tarkastelu, rakenteiden suhteellisen kosteuden mittaus ja merkkisavulla tehdyt tutkimukset

Tutkimusten aikana rakennuksen sisäilman laatua arvioitiin aistinvaraisesti. Maanvas-
taisten rakenteiden kosteustilaa arvioitiin pintakosteudenosoittimella.

3.2 Mikrobiologiset näytteet

Mikrobi-ilmanäytteet kerättiin Andersen-tyyppisellä kolmivaiheimpaktorilla kasva-
tusalustoille.

Materiaalinäytteet suoraviljeltiin agarmaljoille ja kasvatettiin lämpökaapissa.

3.3 VOC-näytteet

Materiaalinäytteet irrotettiin rakenteesta ja käärittiin folioon. Näytteet analysoitiin ns.
bulk-menetelmällä.

Ilmanäytteet kerättiin TENAX-adsorbenttiputkeen pumpun avulla.

3.4 Asbestinäytteet

Näytteet kerättiin itsesulkeutuviin pusseihin.

3.5 Sisäilman laatu

Sisäilman olosuhdetta mitattiin jatkuvatoimisilla loggereilla n. kahden viikon ajan. Si-
säilman CO₂-pitoisuutta mitattiin SenseAir-mittalaitteella. Loggerit oli säädetty rekis-
teröimään sisäilmassa vallitsevan olosuhteen 5 min. välein.

3.6 Näytteenottopaikat

Näytteenottopaikat ja niissä käytetyt näytteenottomenetelmät on esitetty pohjakuvaliitteessä 1.

Taulukko 1. Näytteenottopaikat

Näytteenottopaikka	Mikrobit ¹ ilmanäyte, [pmy/m ³]	Mikrobit ² materiaalinäyte, [pmy/m ³]	VOC-yhdisteet ³ ilmanäyte [µg/m ³]	VOC-yhdisteet ⁴ materiaalinäyte [µg/m ³ g]	asbesti ⁵
	(9 kpl)	(11 kpl)	(3 kpl)	(3 kpl)	(2 kpl)
tila 180	x				
tila 106	x				
tila 104		2*x			
tila 122	x	4*x	x	x	
tila 205	x	x	x		
tila 204				x	
tila 298	x				
tila 229		x			
tila 221	x				
tila 337	x				
tila 345	x				
tila 305		3*x			x
tila 308	x		x	x	x

1 mikrobinäytteet kerätään ilmasta Andersen 6-vaiheimpaktorilla, sienet tunnistetaan valomikroskooppisesti

2 mikrobinäytteet steriilisti itsesulkeutuvaan pussiin, sienet tunnistetaan valomikroskooppisesti

3 VOC-yhdisteet ilmasta TENAX-adsorbenttiin

4 VOC-materiaalinäytteet folioon, analyysi bulk-menetelmällä

5 asbestinäytteet itsesulkeutuvaan pussiin, analyysi mikroskoipomalla

4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1 Aistinvarainen tarkastelu, pintakosteudenosoittimella tehty arviointi

Aistinvaraisesti rakennuksen sisäilmassa ei havaittu merkittäviä poikkeavuuksia vastaavien koulurakennusten sisäilmaan verrattuna. Käytävällä 180 (liikuntasalin käytävä) havaittiin mikrobiperäistä hajua.

Tiloissa 204 (odotus) ja 205 (rehtori) havaittiin linoleumimattoon liittyvää, tunkkaista, hajua.

Pintakosteudenosoittimella arvioituna maanvastaisissa rakenteissa ei havaittu poikkeamia tavanomaisesta.

4.2 Mikrobiologiset näytteet

Tiloista otettiin yhteensä yhdeksän ilmanäytettä. Kahdessa tutkituista näytteistä oli viite epätavanomaisesta mikrobilähteestä. Näytteissä 1 (liikuntahallin käytävä) ja 4 (rehtorin huone) epätavanomaisuus johtuu kosteusvaurioindikaattoreista.

Tuloksia ei voi suoraan tarkastella viitearvoihin verrattuna, koska varsinainen talvi ei ollut näytteenottoaikana alkanut, eikä vertailunäytettä ulkoa otettu. Kuitenkin näiden kahden näytteen lajisto ja pitoisuus poikkesi muista samasta rakennuksesta otetuista näytteistä.

Näyte 1 on otettu kellarikäytävältä. Käytävällä oli aistittavissa mikrobiperäinen haju näytteenoton aikana. Rehtorin huoneesta otettu näyte edellyttää lisätutkimuksia.

Näytteen 9 (työhuone 308) poikkeavat kosteusvaurioindikaattorimikrobit saattavat johtua huoneessa olleesta suuresta viherkasvista ja sen mullasta.

Yksittäisissä tiloissa koholla olevat bakteeripitoisuudet viittaavat lähinnä ihmisen aiheuttamaan kuormitukseen, puutteelliseen puhtaustasoon toimitilassa tai puutteelliseen ilmanvaihtoon.

Materiaalinäytteiden sienipitoisuudet olivat alhaisia. Otetuista 11 näytteestä kahdessa oli heikko viite tai viite vauriosta. Vaurioviitteen aiheutti kosteusvaurioindikaattorisieni *Aspergillus Versicolor*.

Näytteet otettiin kellarikäytävän alapohjan alla olevasta kanaalista, sen orgaanisista rakennusosista.

4.3 VOC-näytteet

Otetuissa kolmessa ilmanäytteessä TVOC-pitoisuudet olivat alhaiset ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tai vähäisemmät). Hyvä ja tehokas ilmanvaihto laimentaa nopeasti mahdollisesti materiaaleista irtoavat yhdisteet.

Näytteissä oli kuitenkin vähäisiä määriä aldehydejä, joihin liitetään ummehtunut haju

Lattian pinnoitemateriaaleista otettiin kaikkiaan kolme näytettä tiloista 122, 204 ja 308. Näytteissä oli linoleumimattoa, mattoliimaa ja tasoitetta. Kaikkien näytteiden pitoisuudet olivat korkeita ($390\text{-}2800 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$)

Suurimpina yhdisteryhminä esiintyivät aldehydit ja hapot. Nämä aistitaan sisäilman laatua heikentävinä.

Yhdessä näytteessä oli erittäin suuri pitoisuus hiilivetyseoksia, joita on yleensä tasoteissa.

Kaikissa näytteissä oli myös 1-butanolia ja 2-etyyli-heksanolia, joita pidetään sisäilmaongelmien aiheuttajina. Yleensä ne eivät liity linoleumipinnoitteisiin. On mahdollista, että betoniin on imeytynyt vanhojen pinnoitteiden aikana ko. yhdisteitä ja nämä vapautuvat vähitellen betonista ja kertyvät tiiviin mattopinnan alle.

4.4 Asbestinäytteet

Rakennuksesta otettiin kaksi näytettä asbestianalyysiä varten. Näytteet irrotettiin siten, että vanhaa liimaa oli pinnoitenäytteessä mukana. Molemmissa tutkituissa näytteissä oli asbestia.

Pinnoitetta vaihdettaessa vanhaa, asbestipitoista liimaa on jäänyt rakenteisiin. Tämä on huomioitava mahdollisia korjaustöitä tehtäessä.

4.5 Sisäilman laatu

Mittausjakson aikana alhaisin lämpötila oli 20,7 °C ja korkein 24,2 °C. Keskimäärin mittausjakson lämpötila oli 22,0 °C. Lämpötila nousi peruslukemasta koulupäivän alkaessa muutamassa tunnissa maksimiinsa.

Ilman suhteellinen kosteus vaihteli mittausjaksolla 19,2-47,2 % välillä. Keskimäärin ilman suhteellinen kosteus oli mittausjaksolla 31,4 %. Ilmankosteutta voidaan pitää melko hyvänä. Yleensä kouluissa ilman suhteellinen kosteus on lämmityskaudella alle 20 %.

Mittausjakson aikana sisäilman hiilidioksidipitoisuus vaihteli 490...2000 ppm:n välillä. Yli 2000 ppm:n piikki johtuu siitä, että hiilidioksidianturiin on puhallettu.

Tavanomaisena päivänä CO₂-pitoisuus vaihteli n. 420-850 ppm:n välillä.

Hiilidioksidipitoisuus nousi yleensä nopeasti (n. 1 tunnin aikana) päivittäiseen maksimiinsa. Sisäilmastoluokituksen S2-sisäilmaluokan suurin sallittu CO₂-pitoisuus on 900 ppm. Tämä ylitettiin muutamina päivinä. Pitoisuus jäi kuitenkin alle 1200 ppm, joka on sisäilmaluokan S3 maksimi.

Päivittäin lämmin ilma ja kohoava hiilidioksidipitoisuus saavat ilman tuntumaan huonolta. Tehdyn mittausjakson aikana ilman laatua ei voi kuitenkaan pitää huonona. Havaitut ongelmat liittyivät siivouksen tasoon.

6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Käytävän 180 mikrobilähde on paikallistettava ja poistettava. Lähde on todennäköisesti maanvastaisissa rakenteissa käytetty eristemateriaali.

Tilan 205 sisäilman poikkeavan mikrobilajiston (lähinnä aktinobakteerit) lähde on todennäköisesti ulkoseinä. Tilan ikkunoiden liittyminen rakennusrunkoon on selvitettävä ja tiiveys on varmistettava erillisen suunnitelman mukaan.

Tilojen 204, 205 ja 308 linoleumimatot on vaihdettava. Korjaustyö on tehtävä erillisen suunnitelman mukaan, jossa otetaan huomioon rakenteissa olevat epäpuhtaudet.

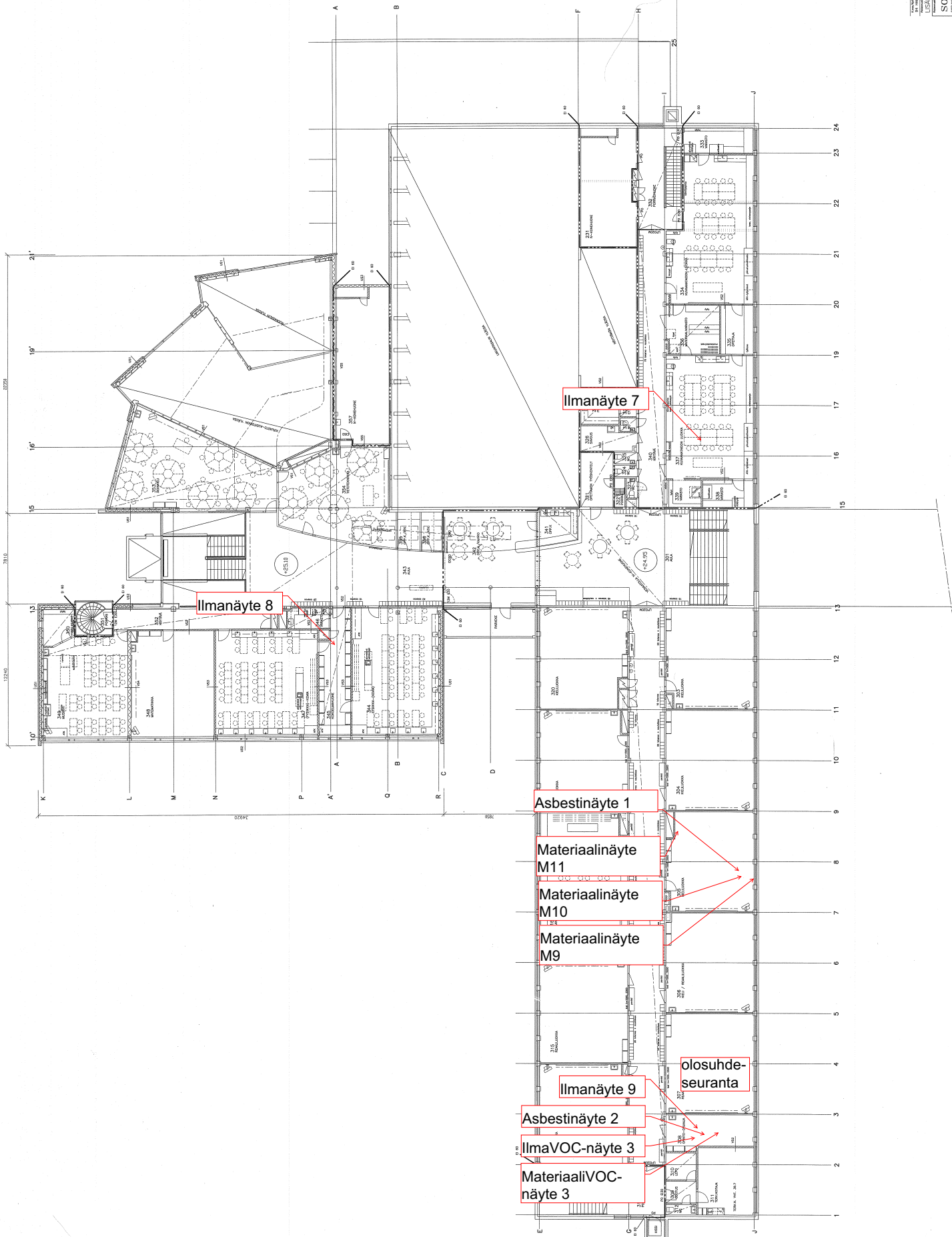
ISS Proko Oy
Kiinteistöjen käytönohjaus



Jarmo Minkkinen
asiantuntija, RI
Pätevöitynyt kuntoarvioija

- LIITTEET
- 1 Pohjapiirros näytteenottopisteistä
 - 2 Ilmanäytteiden analyysivastaus 177211OT, 09.12.2011
 - 3 Materiaalinäytteiden analyysivastaus 174911OTa, 31.01.2012
 - 4 IlmaVOC analyysivastaus til. 183588, 02.12.2011
 - 5 MateriaaliVOC analyysivastaus til. 183588, 02.12.2011
 - 6 Tutkimusraportti 6795/ASB/11
 - 7 Sisäilman olosuhteiden kuvaajat ajan funktiona (T, RH CO₂)
 - 4 Vertailuarvoja

MAKUNNAN KUNNALLINEN JA VALTION KUNNALLINEN KIRJASTO- JA MUSEOVALUOKKA
KUNNALLINEN KIRJASTO- JA MUSEOVALUOKKA
KUNNALLINEN KIRJASTO- JA MUSEOVALUOKKA
KUNNALLINEN KIRJASTO- JA MUSEOVALUOKKA



Tilaaaja: ISS Proko Oy, Jyväskylä
Näytteenottokohde: Sotungin koulu / päärakennus, Sotungintie 19, Vantaa
Näytteenottaja: Jarmo Minkkinen
Näytteenottopäivämäärä: 9.12.2011
Näytteet vastaanotettu laboratorioon: 9.12.2011
Analysointi aloitettu: 9.12.2011

1 NÄYTTEENOTTO JA NÄYTTEIDEN KÄSITTELY

Näytteet otettiin kuusi-vaihe-impaktorilla suoraan seuraaville kasvatusalustoille: 2 % mallasuuteagar (sienet), DG18-agar (sienet) ja THG (tryptoni-hiiva-uute)-agar (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja inkuboitiiin Asumisterveysoppaan (2009) ohjeiden mukaisesti lämpökaapissa +25°C:ssa 7-10 vrk (sienet, kokonaisbakteerit) ja 14 vrk (aktinobakteerit). Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet laskettiin ja sienet tunnistettiin laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

Näytteenottopisteet on esitetty kappaleessa 3 taulukossa 1.

2 OHJE- JA RAJA-ARVOT, TULOSTEN TULKINTA

Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (2003) ja Asumisterveysoppaan (2009) mukaan talviaikaan otettujen asuntojen ja toimistotilojen ilmanäytteiden tuloksia voidaan pitää tavanomaisina, jos sieni-itiöiden kokonaispitoisuus on <100 pmy/m³ ja sädesienten pitoisuus <10 pmy/m³ (pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö).

Tuloksia tulkittaessa on huomioitava sienilajisto. Kosteusvaurioindikaattorisienien pitoisuus on asunnoissa tavallisesti <10 pmy/m³. Yksittäisten kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyminen on tavallista. Mikäli pitoisuus on >10 pmy/m³ tai näytteessä esiintyy useita erilaisia kosteusvaurioindikaattoreita, viittaa tulos epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Asumisterveysohjeen (2003) ja Asumisterveysoppaan (2009) mukaan sieni-itiöpitoisuus 100-500 pmy/m³ viittaa kohonneeseen sieni-itiöpitoisuuteen talviaikana. Sisäilman bakteeripitoisuus on tavanomainen, mikäli se on <4500 pmy/m³. Mikäli bakteeripitoisuus on suurempi, viittaa se tavallisesti puutteelliseen ilmanvaihtoon tutkitussa tilassa.

Työterveyslaitoksen mukaan toimistotiloissa sieni-itiöpitoisuus >50 pmy/m³, aktinobakteeripitoisuus >5 pmy/m³ ja bakteeripitoisuus 600 pmy/m³ viittaavat talvella sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Mikäli kosteusvaurioindikaattorihomoiden pitoisuus on ≥7 pmy/m³ tai näytteessä esiintyy useita erilaisia kosteusvaurioindikaattoreita, viittaa tulos epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Sisäilmanäytteissä voi esiintyä tavanomaisesti yksittäisinä pesäkkeinä lähes mitä tahansa homesientä. Kuitenkin *Stachybotrys*-, *Fusarium*- ja *Chaetomium*-sienien kohdalla yksittäisenkin pesäkkeen esiintymistä ilmanäytteessä voidaan pitää tavanomaisesta poikkeavana.

Lumettomana aikana ilmanäytteiden tuloksia verrataan ulkoilmanäytteeseen.

3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Näytteenottopisteet, tutkittujen tilojen lämpötilat ja ilman suhteelliset kosteudet on esitetty taulukossa 1. Ilmanäytteiden mikrobipitoisuudet on esitetty pesäkkeitä muodostavina yksikköinä kuutiometrissä ilmaa (pmy/m³) taulukossa 2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Taulukko 1. Näytteenottopisteet.

Näytteenottopiste
1. tila 180, käytävä
2. tila 106, erityisopetus
3. tila 122, fysiikka-kemia
4. tila 267, ruokala
5. tila 205, rehtori
6. tila 221, opetustila
7. tila 337, kuvaamataito
8. tila 345, havaintovälinevarasto
9. tila 308, työhuone

Tutkittujen tilojen lämpötila vaihteli mittauspäivänä 21,8-22,3°C ja ilman suhteellinen kosteus 23-24%. Ulkoilman lämpötila oli noin -0°C ja ilman suhteellinen kosteus noin 90%, maassa oli lumihärmää.

Taulukko 2. Ilmanäytteiden mikrobipitoisuudet ja näytteissä esiintyneet sienisuvut ja/tai -lajit.

Näyte	2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
1.	hiivat, vaaleat	2 <i>Penicillium</i>	64 Aktinobakteerit*	2 viittaa
	<i>Penicillium</i>	19 <i>Cladosporium</i>	9 Muut bakteerit	554 epätavan-
	steriilit	40 <i>Aspergillus versicolor</i> *	5	omaiseen
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	7 <i>Wallemia</i> *	2	mikrobi-
		steriilit	2	lähteeseen
	Sieni-itiöt yhteensä 68	Sieni-itiöt yhteensä 82	Bakteerit yhteensä 556	
2.	steriilit	9 <i>Cladosporium</i>	9 Aktinobakteerit*	2 ei
	<i>Cladosporium</i>	2 steriilit	2 Muut bakteerit	24 poikkeavaa
		Sieni-itiöt yhteensä 11	Sieni-itiöt yhteensä 11	Bakteerit yhteensä 26
3.		<i>Wallemia</i> *	2 Aktinobakteerit	<2 ei
			Muut bakteerit	9 poikkeavaa
		Sieni-itiöt yhteensä <2	Sieni-itiöt yhteensä 2	Bakteerit yhteensä 9
4.	steriilit	4	<2 Aktinobakteerit	<2 ei
			51 Muut bakteerit	51 poikkeavaa
		Sieni-itiöt yhteensä 4	Sieni-itiöt yhteensä <2	Bakteerit yhteensä 51
5.	steriilit	8 <i>Acremonium</i> *	3 Aktinobakteerit*	11 viittaa
	<i>Penicillium</i>	3 <i>Aspergillus ustus</i> ^o	3 Muut bakteerit	120 epätavan-
		<i>Penicillium</i>	5	omaiseen
		<i>Cladosporium</i>	5	mikrobi-
		Sieni-itiöt yhteensä 11	Sieni-itiöt yhteensä 16	Bakteerit yhteensä 131
6.	<i>Cladosporium</i>	3 steriilit	3 Aktinobakteerit*	6 ei
			403 Muut bakteerit	403 poikkeavaa
		Sieni-itiöt yhteensä 3	Sieni-itiöt yhteensä 3	Bakteerit yhteensä 409
7.	<i>Acremonium</i> *	2 <i>Cladosporium</i>	12 Aktinobakteerit	<2 ei
	steriilit	7 <i>Penicillium</i>	5 Muut bakteerit	99 poikkeavaa
	<i>Cladosporium</i>	2 steriilit	5	
	<i>Penicillium</i>	2		
		Sieni-itiöt yhteensä 13	Sieni-itiöt yhteensä 22	Bakteerit yhteensä 99
8.	steriilit	12 <i>Cladosporium</i>	9 Aktinobakteerit*	2 ei
	<i>Penicillium</i>	7 <i>Penicillium</i>	2 Muut bakteerit	212 poikkeavaa
	hiivat, punaiset ^o	2 steriilit	2	
		Sieni-itiöt yhteensä 21	Sieni-itiöt yhteensä 13	Bakteerit yhteensä 214
9.	<i>Aspergillus versicolor</i> *	2 <i>Penicillium</i>	4 Aktinobakteerit	<2 ei
	steriilit	16 <i>Cladosporium</i>	2 Muut bakteerit	92 poikkeavaa
	<i>Phialophora</i> *	2		
	muut sienet	8		
	<i>Cladosporium</i>	2		
		Sieni-itiöt yhteensä 30	Sieni-itiöt yhteensä 6	Bakteerit yhteensä 92

<2 = alle määrittämissärajat 2 pmy/m³, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

^o = kosteusvaurioindikaattorimerkitys vielä avoin

steriilit = pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä

Analyysivastauksen osittainen kopioiminen ilman ISS Proko Oy:n sisäilmalaboratorion kirjallista lupaa on kielletty.

30.12.11

4 (4)



Outi Tolvanen
laboratoriopäällikkö, FT

Kirjallisuusviitteet:

Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita, 2003:1. Helsinki.

Asumisterveys Opas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas. Ympäristö- ja terveystieteiden tutkimuskeskus, Pori, 2009.

Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja sisäympäristön ongelmien tunnistamisessa puhtaissa toimistotyöympäristöissä. www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Sisaymparisto/Aihealueet. Viitearvoja sisäympäristöongelmien tunnistamiseen.

(päivitetty 2.9.2011 OT)

Analyysivastauksen osittainen kopioiminen ilman ISS Proko Oy:n sisäilmalaboratorion kirjallista lupaa on kielletty.

ISS Proko Oy**Kiinteistöjen käytönohjaus**

PL 590, 40101 Jyväskylä
Palokankaantie 18, 40320 Jyväskylä

Puhelin
Internet

0205 155
www.iss.fi

Y-tunnus
Kotipaikka

0920253-0
Helsinki

Tilaaja: ISS Proko Oy, Jyväskylä
 Tutkimuskohde: Sotungin koulu, päärakennus
 Näytteenottaja: Jani Vainio & Hannu Kautela
 Näytteenottopäivä: 22.11.2011
 Näytteet vastaanotettu laboratorioon: 24.11.2011
 Analysointi aloitettu: 25.11.2011

1 NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI

Laboratorioon toimitetut materiaalinäytteet on suoraviljelty eli ripoteltu suoraan kasvatusalustoille Työterveyslaitoksen kehittämän menetelmän mukaisesti (Reiman ym.1999, Reiman & Kujanpää 2005). Kasvatukseen on käytetty Asumisterveysoppaan (2009) suosittamia kasvatusalustoja: 2% mallasagar (sienet), DG18-agar (sienet) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agar (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

2 TULOSTEN TULKINTA

Tulosten tulkinnassa on käytetty taulukkoa 1. Bakteeritulokset luokitellaan vain kahteen luokkaan: ei viitettä vauriosta tai viittaa vaurioon. Materiaalinäytteen suoraviljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja mikrobivaurioon, mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on runsas tai erittäin runsas (+++ / +++) tai mikäli näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (vähintään yhteensä kolme pesäkettä käytetyillä kasvatusalustoilla). Yksittäisten kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyminen on tavanomaista.

Suoraviljelyssä runsas mikrobipitoisuus (+++) vastaa Asumisterveysohjeessa (2003) esitettyä pitoisuutta > 10 000 pmy/g. Erittäin runsas mikrobipitoisuus (++++) voidaan erityisesti bakteereilla suuntaa antavasti tulkita pitoisuudeksi > 100 000 pmy/g. Materiaalinäytteen laimennossarjaviljelyssä (Asumisterveysohje 2003) sieni-itiöpitoisuus > 10 000 pmy/g ja bakteeripitoisuus > 100 000 pmy/g viittaavat mikrobivaurioon tutkitussa materiaalissa.

Taulukko 1. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.

Tulkinta	Muut bakteerit	Kaikki sienet	Indikaattori-mikrobit	Yhteisvaikutus	
				Kaikki sienet	Indikaattorimikrobit
ei viitettä vauriosta	-, +, ++, +++	-, +	-	-, +	-
heikko viite vauriosta		++	+*	-, +	+*
viittaa vaurioon	++++	+++	++	+	++
				++	+*, ++
				+++	+*
vahva viite vauriosta		++++	+++ , +++++	+++ , +++++	++

* kaikilla alustoilla yhteensä vähintään 3 kpl pesäkkeitä

Analyysivastauksen osittainen kopioiminen ilman ISS Proko Oy:n sisäilmalaboratorion kirjallista lupaa on kielletty.

ISS Proko Oy

Kiinteistöjen käytönhojaus

PL 590, 40101 Jyväskylä
 Palokankaantie 18, 40320 Jyväskylä

Puhelin 0205 155
 Internet www.iss.fi

Y-tunnus 0920253-0
 Kotipaikka Helsinki

3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Näytteenottopaikat ja tutkittu materiaali on esitetty taulukossa 2. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 3 suhteellisella asteikolla, joka on seuraava:

- = alle määrittäjärajan, ei kasvua
- + = niukka kasvusto (1-20 pesäkettä/malja)
- ++ = kohtalainen kasvusto (21-50 pesäkettä/malja)
- +++ = runsas kasvusto (51-200 pesäkettä/malja)
- ++++ = erittäin runsas kasvusto (>200 pesäkettä/malja).

Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Taulukko 2. Näytteenottopaikat ja näytteiden materiaali.

Näytteenottopiste	Näytteen materiaali
M1. alapohjan kanaali	muottilauta
M2. alapohjan kanaali	lastuvillalevy
M3. tila 122, alapohja	linoleumimatto
M4. tila 122, alapohja	rakennuspaperi
M5. tila 122, alapohja	lastuvillalevy
M6. tila 122, ulkoseinä	mineraalivilla
M7. tila 205, ulkoseinä	mineraalivilla
M8. tila 234, ulkoseinä	mineraalivilla
M9. tila 305, ulkoseinä	mineraalivilla
M10. tila 305, välipohja, ulkoseinän varsi	linoleumimatto
M11. tila 305, välipohja, käytävän seinän varsi	linoleumimatto

Taulukko 3. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja sienilajisto suhteellisella asteikolla esitettynä.

Näyte	2 % mallasagar	DG-18 agar	THG agar	Tulkinta
M1.	<i>Penicillium</i> ++	<i>Eurotium</i> * +(2)	Aktinobakteerit -	viittaa vaurioon
	<i>Paecilomyces</i> * +(1)	<i>Paecilomyces</i> * +(1)	Muut bakteerit ++	
		<i>Penicillium</i> +		
	Sieni-itiöt yhteensä ++	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä ++	
M2.	<i>Aspergillus ustus</i> ^o +(7)	<i>Aspergillus ustus</i> ^o +(2)	Aktinobakteerit -	viittaa vaurioon
	<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit ++	
	Sieni-itiöt yhteensä ++	Sieni-itiöt yhteensä ++	Bakteerit yhteensä ++	
M3.			Aktinobakteerit -	ei viitettä vauriosta
			Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä +	
M4.	<i>Aspergillus versicolor</i> * +(3)	<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit -	heikko viite vauriosta
			Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +	
M5.	<i>Aspergillus versicolor</i> * ++(27)	<i>Aspergillus versicolor</i> * ++(25)	Aktinobakteerit* +++(140)	vahva viite vauriosta
	<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit ++	
	Sieni-itiöt yhteensä ++	Sieni-itiöt yhteensä ++	Bakteerit yhteensä +++	
M6.	<i>Aspergillus versicolor</i> * +(2)	<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit -	ei viitettä vauriosta
	<i>Cladosporium</i> +		Muut bakteerit +	
	<i>Penicillium</i> +			
	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +	
M7.	<i>Ulocladium</i> * +(4)	<i>Ulocladium</i> * +(1)	Aktinobakteerit* ++(41)	viittaa vaurioon
	<i>Penicillium</i> ++	<i>Penicillium</i> ++	Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä ++	Sieni-itiöt yhteensä ++	Bakteerit yhteensä ++	
M8.	<i>Penicillium</i> +	<i>Aspergillus versicolor</i> * +(14)	Aktinobakteerit* +(18)	viittaa vaurioon
		<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä ++	Bakteerit yhteensä ++	
M9.	<i>Penicillium</i> +	<i>Aspergillus versicolor</i> * +(4)	Aktinobakteerit* ++(26)	viittaa vaurioon
		<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä ++	
M10.	<i>Aspergillus sydowii</i> * +(1)	<i>Aspergillus sydowii</i> * +(1)	Aktinobakteerit* +(7)	heikko viite vauriosta
		<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +	
M11.			Aktinobakteerit -	ei viitettä vauriosta
			Muut bakteerit +	
	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä	

- = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

° = kosteusvaurioindikaattorimerkitys vielä avoin

steriilit = pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä

Analyysivastauksen osittainen kopioiminen ilman ISS Proko Oy:n sisäilmalaboratorion kirjallista lupaa on kielletty.



31.01.12

4 (4)

Outi Tolvanen
laboratoriopäällikkö, FT

Kirjallisuusviitteet:

Asumisterveys Opas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas. Ympäristö- ja terveystieteiden tutkimuskeskus, Pori, 2009.

Reiman, M., Haatainen, S., Kallunki, H., Kujanpää, L., Laitinen, S. & Rautiala, S. (1999) Laimennossarja- ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari 1999, Dipoli, Espoo 17. - 18.3.1999. s. 337 - 342.

Reiman, M. & Kujanpää, L. (2005) Suoraviljelymenetelmän käytettävyys materiaalinäytteiden mikrobitutkimuksissa. Sisäilmastoseminaari 2005, Dipoli, Espoo 16.-17.2.2005. SIY Raportti 23, s. 255-258.

(päivitetty 2.9.2011 OT)

ISS Proko Oy
Jyväskylä
Jarmo Minkkinen
PL 590
40101 JYVÄSKYLÄ



VOC-analyysi ilmanäytteistä

As.viitenumero: 900.OS5212
Kerääjä/Vastuuhlö: Jarmo Minkkinen
Analysoitavat yhdisteet: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS
Tulo.pvm.: 28.11.2011
Analysoija(t): Hanna Hovi, Kirsi Hack

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvi-valenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvi-valenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämissä raja-arvo on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

2.12.2011

Tulokset

Näyte/keräin: U053
 LIMS numero: CK11-02821-1
 Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, Sotungintie 11. 23.11.2011
 Mittauskohde:
 Analysointipvm: 291111/Hovi
 Ilmamäärä: 9,63 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Bentseeni	1	µg/m ³		
Ksyleenit (p,m)	0,7	µg/m ³		
Tolueeni	0,9	µg/m ³		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
a-Pineeni	0,6	µg/m ³		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	1	µg/m ³		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	10	µg/m ³		

Näyte/keräin: Mi171073
 LIMS numero: CK11-02821-2
 Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, Sotungintie 11. 23.11.2011
 Mittauskohde:
 Analysointipvm: 291111/Hovi
 Ilmamäärä: 9,53 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Bentseeni	0,7	µg/m ³		
Etyylibentseeni	0,3	µg/m ³		
Ksyleenit (p,m)	0,7	µg/m ³		
Ksyleeni (o)	0,3	µg/m ³		
Tolueeni	0,8	µg/m ³		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
a-Pineeni	0,4	µg/m ³		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	0,5	µg/m ³		
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	1	µg/m ³		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

2.12.2011

Näyte/keräin: U109
 LIMS numero: CK11-02821-3
 Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, Sotungintie 11. 23.11.2011
 Mittauskohde:
 Analysointipvm: 291111/Hovi
 Ilmamäärä: 11,9 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Bentseeni	0,8	µg/m ³		
Etyylibentseeni	0,3	µg/m ³		
Ksyleenit (p,m)	0,7	µg/m ³		
Ksyleeni (o)	0,3	µg/m ³		
Tolueni	0,9	µg/m ³		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
a-Pineeni	0,7	µg/m ³		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	0,7	µg/m ³		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	1	µg/m ³		
Heksanaali	0,5	µg/m ³		
Nonanaali	0,7	µg/m ³		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	13	µg/m ³		

Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus

Hanna Hovi
 asiantuntija

Terhi Leiviskä
 asiantuntija

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

ISS Proko Oy
Jyväskylä
Jarmo Minkkinen
PL 590
40101 JYVÄSKYLÄ



VOC-analyysi materiaalinäytteistä

As.viitenumero: 900.OS5212
Kerääjä/Vastuuhlö: Jarmo Minkkinen
Analysoitavat yhdisteet: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla
Tulo.pvm.: 24.11.2011
Analysoija(t): Hanna Hovi

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax-putkeen. Tenax-putkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritetokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

Tulokset

Näyte/keräin: Mi164803
 LIMS numero: CK11-02801-1
 Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, sotungintie 11. 23.11.2011
 Mittauskohde: Tila 122, linoleum, P: 4,27g
 Analysointipvm: 291111/Hovi
 Ilmamäärä: 2,63 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
1-Dekeeni	4	µg/m ³ g		
Heptaani	4	µg/m ³ g		
Nonaani	2	µg/m ³ g		
Oktaani	8	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
Bentsyylialkoholi	2	µg/m ³ g		
1-Butanoli	50	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	15	µg/m ³ g		
1-Heptanoli	1) 12	µg/m ³ g		
1-Heksanoli	5	µg/m ³ g		
1-Oktanoli	7	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	2) 12	µg/m ³ g		
EETTERIT	-			
2-Pentyylifuraani	2	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	39	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	12	µg/m ³ g		
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	34	µg/m ³ g		
2-Fenoksietanoli	6	µg/m ³ g		
1-Metoksi-2-propanoli	2	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
n-Butanaali	3) 10	µg/m ³ g		
Bentsaldehydi	11	µg/m ³ g		
Dekanaali	3	µg/m ³ g		
Heksanaali	34	µg/m ³ g		
Heptanaali	15	µg/m ³ g		
Nonanaali	13	µg/m ³ g		
Oktanaali	20	µg/m ³ g		
Pentanaali	19	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
2-Heksanoni	3	µg/m ³ g		
2-Heptanoni	6	µg/m ³ g		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
3-Metyyli-2-butanoni	4	µg/m ³ g		
2-Butanoni	4) 4	µg/m ³ g		
2-Oktanoni	3	µg/m ³ g		
Syklopentanoni	0,9	µg/m ³ g		
HAPOT	-			
Butaanihappo eli voi-happo	26	µg/m ³ g		
Heksaanihappo, kapronihappo	5) 45	µg/m ³ g		
Pentaanihappo, valeriaanahappo	29	µg/m ³ g		
Propaanihappo	6) 59	µg/m ³ g		
ESTERIT JA LAKTONIT	-			
2-(2-Butoksietoksi)etyyliasettaatti	8	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	390	µg/m ³ g		

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella
- 5) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 6) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Näyte/keräin: Mi172583
 LIMS numero: CK11-02801-2
 Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, sotungintie 11. 23.11.2011
 Mittauskohde: Tila 204, linoleum, P: 4,52g
 Analysointipvm: 291111/Hovi
 Ilmamäärä: 2,60 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Naftaleeni	1	µg/m ³ g		
HIILIVETYSEOKSET	-			
Hiilivetyseos**	1) 2500	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	56	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	93	µg/m ³ g		
1-Heptanoli	2) 11	µg/m ³ g		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
1-Heksanoli	7	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	3) 15	µg/m ³ g		
EETTERIT	-			
2-Pentyylifuraani	4	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	16	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	16	µg/m ³ g		
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	73	µg/m ³ g		
2-Fenoksietanoli	4	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	6	µg/m ³ g		
Heksanaali	36	µg/m ³ g		
Heptanaali	19	µg/m ³ g		
Oktanaali	30	µg/m ³ g		
Pentanaali	14	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
2-Heksanoni	3	µg/m ³ g		
2-Heptanoni	6	µg/m ³ g		
HAPOT	-			
Butaanihappo eli voihappo	26	µg/m ³ g		
Heksaanihappo, kapronihappo	4) 30	µg/m ³ g		
Pentaanihappo, valeriaanahappo	23	µg/m ³ g		
Propaanihappo	5) 65	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	2800	µg/m ³ g		

- 1) Kiehumispiste noin 150-220 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 3) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 4) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 5) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Näyte/keräin: Mi172606
LIMS numero: CK11-02801-3
Mittauspaikka: Sotungin koulu, päärakennus, sotungintie 11. 23.11.2011
Mittauskohde: Tila 308, linoleum, P: 4,93g

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

Analysointipvm: 291111/Hovi

Ilmamäärä: 1,54 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
1-Dekeeni	7	µg/m ³ g		
Oktaani	7	µg/m ³ g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	160	µg/m ³ g		
2-Etyyli-1-heksanoli	41	µg/m ³ g		
1-Heptanoli	1) 21	µg/m ³ g		
1-Heksanoli	10	µg/m ³ g		
1-Oktanoli	11	µg/m ³ g		
1-Pentanoli	2) 29	µg/m ³ g		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	53	µg/m ³ g		
2-Butoksietanoli	28	µg/m ³ g		
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	41	µg/m ³ g		
ALDEHYDIT	-			
n-Butanaali	3) 12	µg/m ³ g		
Bentsaldehydi	7	µg/m ³ g		
Dekanaali	5	µg/m ³ g		
Heksanaali	59	µg/m ³ g		
Heptanaali	34	µg/m ³ g		
Nonanaali	27	µg/m ³ g		
Oktanaali	44	µg/m ³ g		
Pentanaali	23	µg/m ³ g		
KETONIT	-			
2-Heksanoni	6	µg/m ³ g		
2-Heptanoni	4) 16	µg/m ³ g		
2-Butanoni	5) 5	µg/m ³ g		
2-Oktanoni	8	µg/m ³ g		
2-Pentanoni	5	µg/m ³ g		
HAPOT	-			
Butaanihappo eli voihihappo	6) 54	µg/m ³ g		
Heksaanihappo, kapronihappo	7) 70	µg/m ³ g		
Pentaanihappo, valeriaanahappo	8) 50	µg/m ³ g		
Propaanihappo	9) 146	µg/m ³ g		
ESTERIT JA LAKTONIT	-			
2-(2-Butoksietoksi)etyyliasetatti	7	µg/m ³ g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	740	µg/m ³ g		

1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

- 3) TVOC-alueen ulkopuolella
- 4) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella
- 6) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 7) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Omien tutkimuksiemme mukaan tällä menetelmällä analysoitujen vanhojen, vaurioitumattomien materiaalien päästöt (TVOC) ovat olleet alle $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Rajaa ei sellaisenaan voi käyttää linoleumille, sillä vaurioitumattomankin linoleumin päästöt voivat olla tätä suurempia.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 183588

9.12.2011

Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus

Hanna Hovi
asiantuntija

Terhi Leiviskä
asiantuntija

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

25.11.2011

ISS Proko Oy
Kiinteistöjen käytönohjaus
Jarmo Minkkinen
PL 590
40101 JYVÄSKYLÄ

ASBESTIANALYYSI

Kohde Sotungin koulu, Sotungintie 19, Vantaa.

Näytteenottopäivä 23.11.2011, Jarmo Minkkinen.

Analyysimenetelmä Analyysit on tehty tilaajan toimittamista näytteistä valomikroskoopilla (merkintä VM) ja läpivalaisuelektronimikroskoopilla (merkintä EM). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

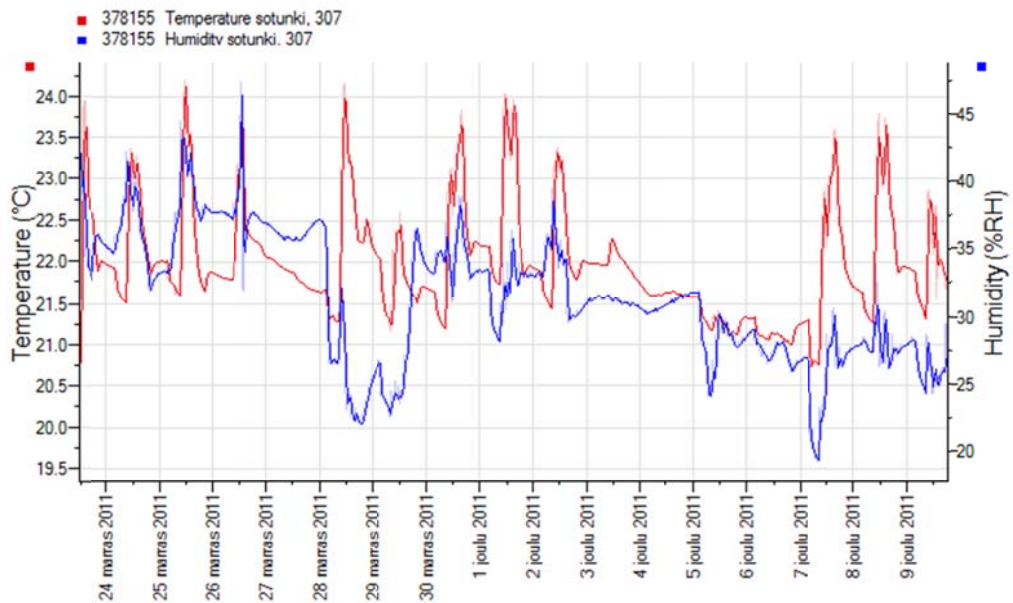
Tulokset

Näyte nro	Materiaali/ ottopaikka	Mene- telmä	Asbestipitoisuus/- laatu
1.	liima ja tasoite, välipohjarakenne, tila 305	VM	Sisältää asbestia, krysotiili.
2.	liima ja tasoite, välipohjarakenne, tila 308	VM	Sisältää asbestia, krysotiili.

WSP FINLAND OY

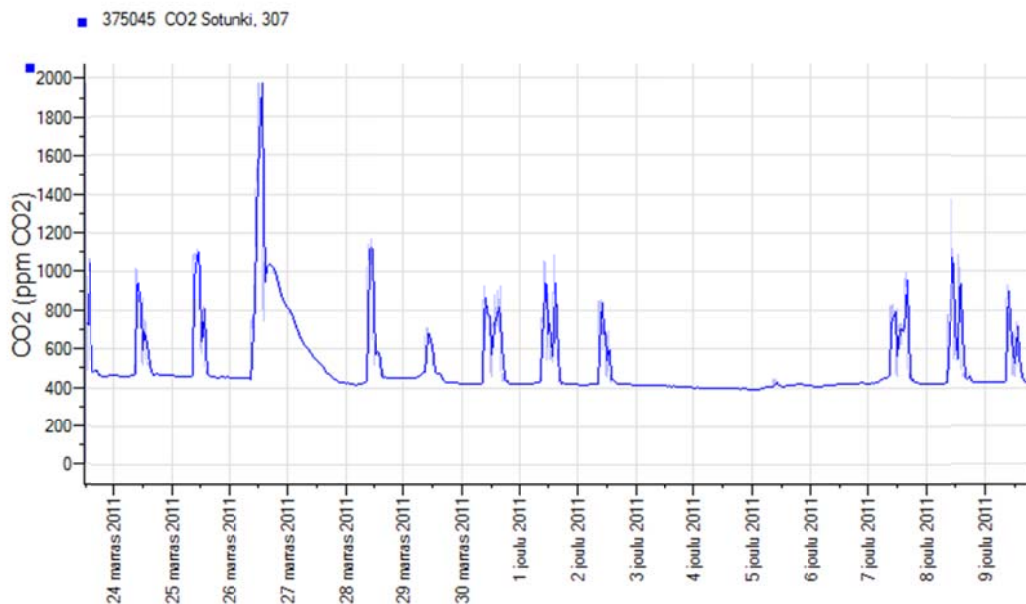
Jussi Myllykangas
tutkija, FM

sotunki, 307



Tilan 307 lämpötila- ja suhteellinen kosteus tarkastelujaksolla. Lämpötila vaihteli 19,6...24,2 °C välillä (jakson KA 22,0 °C). Tilan suhteellinen kosteus vaihteli 19,2...47,4 % välillä (jakson KA 31,4 %).

Sotunki, 307



Tilan 307 CO2-pitoisuus tarkastelujaksolla. N. klo 13.00 CO2-anturiin on puhallettu ja se näkyy voimakkaana piikkinä, joka on tasaantunut nopeasti. Tavanomaisen koulupäivän aikana CO2-pitoisuus vaihteli taustan n. 420 ppm:ästä n.850 ppm:ään. Välitunneilla CO2-pitoisuus laski.

Tavoite -ja ohjearvot

Mikrobit

Ilmanäyte

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Lumettomana vuodenaikana sisäilmanäytteiden mikrobistoa verrataan ulkoilmanäytteiden mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon. Asumisterveysohjeessa 2003 sekä Työterveyslaitoksen internet-sivuilla on annettu suositus- ja ohjearvoja sisäilman tavoitemikrobipitoisuuksiksi erityyppisissä tiloissa.

Pintasively- ja materiaalinäyte

Materiaalinäytteen suoraviljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti tai erittäin runsaasti (+++/++++). Nämä pitoisuudet vastaavat Asumisterveysohjeen (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta. Tulos viittaa mikrobivaurioon myös, mikäli näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja vähintään yhteensä 3 pesäkettä käytetyillä kasvatusalustoilla. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia. Myös pintanäytteessä pidetään epätavanomaisena vähintään yhteensä kolmen kosteusvaurioindikaattorisienipesäkkeen esiintymistä.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Sisäilmanäytteet

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC) ei ole terveysperusteista ohjearvoa. Puhtaassa toimistoympäristössä yli 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ TVOC-pitoisuus viittaa sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin (Työterveyslaitos). Tulosten tulkinnassa kiinnitetään huomiota kokonaispitoisuuksien (TVOC) lisäksi myös yksittäisiin yhdisteisiin, jotka viittaavat poikkeavaan lähteeseen tai joiden esiintyminen sisäilmassa on liitetty tilojen käyttäjien kokemuksiin oireisiin. Yksittäisen yhdisteen pitoisuus sisäilmassa ylittää harvoin 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - tavallisesti se on alle 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Materiaalinäytteet

Vaurioitumattomien materiaalien TVOC-päästöt ovat Työterveyslaitoksen tutkimusten mukaan yleensä alle 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Tätä viitearvoa ei voida sellaisenaan käyttää linoleumimatolle, koska vaurioitumattomanakin linoleumimaton päästöt voivat olla suurempia. Tuloksia ei voi verrata uusien rakennusmateriaalien päästöluokitukseen (M-luokat).

Tulosten tulkinnassa kiinnitetään huomiota kokonaispitoisuuksien (TVOC) lisäksi myös yksittäisiin VOC-yhdisteisiin. Materiaalinäytteistä havaitut yksittäiset yhdisteet voivat viitata sisäilman epätavanomaiseen lähteeseen etenkin, jos samoja yhdisteitä on havaittu tilasta otetusta ilmanäytteestä.

Ilman hiilidioksidipitoisuus, lämpötila, kosteus ja häkä

Sisäilman kohonnut **hiilidioksidipitoisuus** on osoitus ilmanvaihdon riittämättömyydestä, eikä sille voida ilmoittaa mitään erityistä terveydellistä ohjearvoa. Jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus ylittää 1500 ppm (2700 mg/m^3), ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla. Tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena sisäilmassa voidaan pitää arvoa 1200 ppm (2160 mg/m^3) (Asumisterveysohje, 2003).

Sisäilmastoluokitus 2008 mukaiset tavoitearvot sisäilman **hiilidioksidipitoisuudelle** ovat:

- ≤ 750 ppm; luokka S1, yksilöllinen sisäilmasto
- ≤ 900 ppm; luokka S2, hyvä sisäilmasto
- ≤ 1200 ppm; luokka S3, tyydyttävä sisäilmasto

Sisäilman hetkellinen **hiilimonoksidipitoisuus (häkä)** saa olla enintään 8 mg/m³ (6,9 ppm) (Asumisterveysohje, 2003).

Huoneilman **suhteellinen kosteus** tulisi olla välillä 20 - 60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä. Näistä arvoista poikkeamista ei voida pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät (Asumisterveysohje, 2003).

Sisäilmastoluokitus 2008 mukainen yksilöllisen sisäilmaston (S1) tavoitearvo sisäilman **suhteelliselle kosteudelle** on talviaikana 25 %. Ilman suhteellinen kosteus voi lyhytaikaisesti pakkashuippujen aikana laskea alle tavoitearvon. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %.

Huoneilman **lämpötilan** hyvänä tasona pidetään 21 °C. Välttävänä pidetään lämpötilaa 18 °C. Huoneilman lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan välttävä taso on 20°C. (Asumisterveysohje, 2003).

Sisäilmastoluokitus 2008 mukaiset tavoitearvot sisäilman **lämpötilalle** on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Oleskeluvyöhykkeen lämpötilan tavoitearvot tavanomaisissa asuin- ja työtiloissa (Sisäilmastoluokitus 2008)

	S1	S2	S3
t_{op} kun $t_u \leq 10$ °C	21,5	21,5	21
t_{op} kun $10 < t_u < 20$ °C	$21,5+0,3x(t_u-10)^*$	$21,5+0,3x(t_u-10)$	$21+0,4x(t_u-10)$
t_{op} kun $t_u > 20$ °C	24,5*	24,5	25
sallittu poikkeama (°C)	±0,5	±1,0	±1,0
t_{op} enimmäisarvo	$t_{op} + 1,5$	$t_u \leq 10$ °C: $t_{op} + 1,5$ $10 < t_u < 20$ °C: $23+0,4x(t_u-10)$ $t_u > 20$ °C: 27	$t_u \leq 15$ °C: 25 $t_u > 15$ °C: $t_{umax} + 5$
t_{op} vähimmäisarvo	20	20	18

t_u = ulkolämpötila, vuorokauden keskilämpötila, *S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huonekohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C.

Haitta-aineet

Asbesti

Sisäilman asbestipitoisuuden suunnitteluarvo on 0 kuitua/cm³ (RakMK D2, 2010) ja pitoisuus pitää olla alle 0,01 kuitua/cm³ (Asumisterveysohje, STM:n opas 2003:1).

Materiaalinäytteiden asbestipitoisuudelle ei ole terveysperusteisia raja-arvoja, vaan näytteillä todetaan tai pois suljetaan asbestin olemassaolo. Asbesti aiheuttaa sisäilmaan päästessään syöpäsairauden vaaraa. Asbestikuitujen esiintyminen pinnoille laskeutuneessa pölyssä ei ole hyväksyttävää (Asumisterveysohje, STM:n opas 2003:1).