



**PORLAMMEN LIIKUNTAHALLI  
KOULUPOLKU 8  
07820 PRLAMMI**

**SISÄILMAONGELMAN TUTKIMINEN**

**Tutkimusselostus**

**3.3.2014**

**Työnro: 051421100045**

**Kai Kylliäinen**

**0405623222**

**Kohde:** PORLAMMEN LIIKUNTAHALLI  
KOULUPOLKU 8  
07820 PRLAMMI

**Toimeksianto:** Kuntotutkimus sisäilmaolosuhteiden ja niihin vaikuttavien rakenteiden osalta

**Tilaaaja:** Hannu Niemi / Lapinjärven kunta 044 7208652

**Läsnäolijat:** Kai Kylliäinen / Polygon Finland Oy

**Yhteyshenkilö:** Hannu Niemi / Lapinjärven kunta 044 7208652

**Tutkimus pvm:** 22.1 ja 10.2.2014

**Raportointi pvm:** 3.3.2014

**Tutkijat:** Kai Kylliäinen, puh. 040 5623222

**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ</b> .....	<b>4</b>
1.1	Kohteen yleiskuvaus .....	4
1.2	Tutkimuksen tavoite ja rajaus .....	4
1.3	Tutkimusmenetelmät .....	4
<b>2</b>	<b>SAADUT TIEDOT</b> .....	<b>4</b>
2.1	Tilaaajalta, henkilökunnalta yms. saadut tiedot .....	4
<b>3</b>	<b>HAVAINNOT</b> .....	<b>4</b>
3.1	Ilmanvaihto .....	4
3.2	Rakenteet .....	5
<b>4</b>	<b>Näytteet</b> .....	<b>7</b>
4.1	Sisäilman kuitupitoisuus .....	7
4.2	Sisäilman mikrobipitoisuus .....	7
<b>5</b>	<b>HAVAINTOJEN JA TULOSTEN TULKINTA</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>TOIMENPIDESUOSITUKSET</b> .....	<b>8</b>

Liitteet: Pohjapiirustus tulkintoiheen sekä näytteenottokohtineen.  
Työterveyslaitoksen näytteenotto analysiraportit

## 1 YLEISTÄ

### 1.1 Kohteen yleiskuvas

Tutkimuksen kohteena on Porlammien liikuntahalli. Tutkittavat tilat ovat ympäröivän maanpinnan yläpuolella. Ulkoseinät ovat kivrakenteisia. Väliseinät ovat levy-/tiilirakenteiset. Yläpohjarakenne on puurakenteinen. Ilmanvaihtona on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

### 1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää liikuntasalin kunto sisäilmaolosuhteiden ja niihin vaikuttavien rakenteiden osalta.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi kosteusmittauksia (pintaindikointi), sisäilman mikrobi- ja mineraalivillakuitupitoisuuden määrittystä kahden viikon pölylaskeumasta. Ilmavuotoreittejä paikannettiin lämpökameran ja merkkisavun avulla. Ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin aistinvaraisesti sekä merkkisavun ja paine-eromittausten avulla. Liikuntasalista suoritettiin myös lämpökamerakuvaus, josta on erillinen raportti.

Suhteellinen kosteus: Vaisala HMI41 näyttölaite, mittapää HMP 42

Pintakosteudentunnistin: Gann Hydromette UNI-1 pintaindikaattori

Paine-ero: Testo 510 paine-eromittari

Lämpökamera: FlirP620

## 2 SAADUT TIEDOT

### 2.1 Tilaajalta, henkilökunnalta yms. saadut tiedot

Tilaajalta saatujen tietojen mukaan liikuntasalin ikkunoiden kohdalta on tapahtunut vesivuotoa sisätiloihin sadekelin aikana.

## 3 HAVAINNOT

### 3.1 Ilmanvaihto

Tutkimuksen yhteydessä mitattiin sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde. Sisätilat ovat lievästi alipaineiset (-1 Pa) ulkoilmaan nähden. Mittaus suoritettiin sisäänkäynnin ulko-ovesta lukon korkeudelta. Liikuntasalin osalla huonekorkeus on huomattavasti korkeampi kuin eteisessä, pukuhuoneissa ja varastossa. Liikuntasalin osalla tilan yläosassa vallitsee ylipaine ulkoilmaan nähden.

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

### 3.2 Rakenteet

Rakennuksen kantavarunke on pilari/palkkirakenteinen. Ulkoseinät ovat osittain betonirakenteiset ja osittain tiili/puurankarakenteiset. Lämpökuvauksessa havaittiin ilma- / lämpövuotoa rakenteiden liittymissä ja läpivienneissä. Eteisen, pukuhuoneiden ja varaston osalla tapahtui lievän alipaineen vaikutuksesta ilmavuotoa rakenteiden liittymistä. Käytävän wc ja siivousskomeron tiloissa oli aistittavissa poikkeavaa tuoksua, joka viittaa rakenteen (yläpohjan) läpi tapahtuvasta ilmavuodosta.



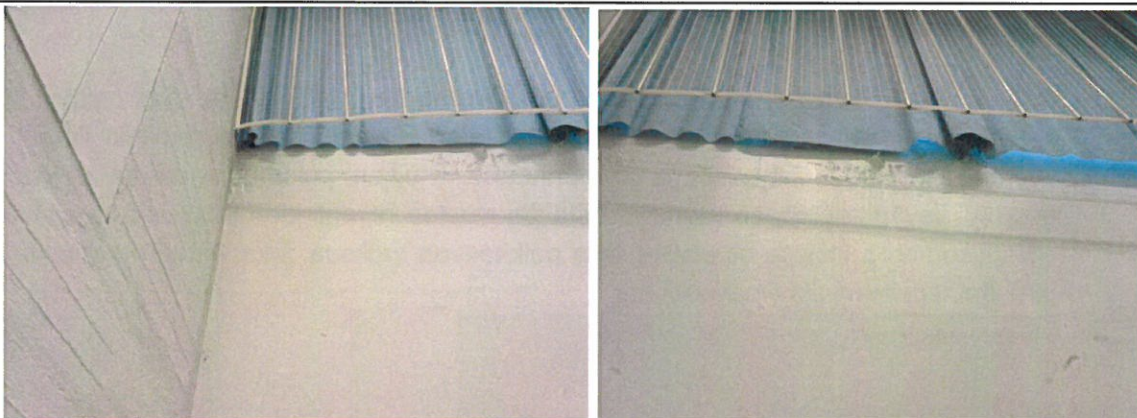
Kuva 1. Viemäroinnin läpivienti, josta tapahtui ilmavuotoa.

Varastossa hormirakenteen ja iv-koneiden läpivienneistä tapahtui ilmavuotoa. Iv-kanavien läpivientien osalla oli ilmansulkukerroksessa epätiiveyttä.



Kuva 2. IV-koneen läpiviennit ovat epätiivitä

Liikuntasalin betonirakenteisen seinän pinnalla on havaittavissa kosteuden aiheuttamaa maalin "kuprailua". Pintaindikaattorin arvot olivat koholla eteisen puoleisen nurkkauksen kohdalla, muualla seinäpinnoilla ei ollut havaittavissa poikkeamia pintaindikaattorin arvoissa. Ulkopuolelta havaittuna ikkunoiden pellityksen kaato on vähäinen. Pellityksen päällä oli poikkeavan paljon linnun ulostetta.



Kuvat 3 ja 4 Valumajälkiä seinän pinnalla



Kuvat 5 ja 6 liikuntasalin ikkunoiden pellitys

Liikuntasalin huopakate on hyvässä kunnossa



Kuva 7. Liikuntasalin huopakate

Alapohjan rakenteiden pinnoilla ei havaittu pintaindikaattorin arvoissa mainittavaa poikkeamaa.

---

## 4 NÄYTTEET

### 4.1 Sisäilman kuitupitoisuus

Sisäilman mineraalivilla kuitupitoisuuden määrittäminen toteutettiin geeliteipillä laskeumalevyille 2:den viikon aikana laskeutuneesta pölystä.

- Kohteeseen vietiin 1 kpl puhdistettuja laskeumalevyjä
- Laskeumalevy annettiin olla kohteessa 2 viikkoa, jolloin saadaan otanta eri sisäilman olosuhteista (paine-ero ulkoilmaan nähden yms.)
- 2:den viikon laskeumasta suoritettiin geeliteippinäyte, jotka lähetettiin Työterveyslaitokselle tutkittavaksi

Työterveyslaitoksen mineraalivillakuituanalyysin mukaan

- Näytteen kuitupitoisuus (1,3 kuitua/ cm<sup>2</sup>) ylitti selvästi Työterveyslaitoksen suositusarvon (0,2 kuitua/ cm<sup>2</sup>)

#### **Kuitunäytteiden tulkintaohje:**

*Työterveyslaitoksen suositus ohjearvoksi kuitutiheydelle kahden viikon pölylaskeumasta on 0,2 kuitua / cm<sup>2</sup>. Ohjearvon ylittyessä on tarpeen selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseksi. (Työterveyslaitos)*

### 4.2 Sisäilman mikrobipitoisuus

Sisäilman mikrobipitoisuuden määrittäminen toteutettiin 6-vaiheimpaktorilla, jolla otettiin ilmanäyte 10 – 15 min aikana. Ilmanäytteitä otettiin eteisestä, tyttöjen pukuhuoneesta ja liikuntasali/varastosta.

Työterveyslaitoksen mikrobianalyysin mukaan

- Kaikkien näytteiden mikrobipitoisuus oli tavanomainen

#### **Mikrobinäytteiden tulkintaohje:**

*Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sienipitoisuudelle ei ole olemassa. Asumisterveysohjeessa annettujen tulkintaohjeiden mukaan taajamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 cfu/m<sup>3</sup> ja aktinobakteeripitoisuudet yli 10 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiäytyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 cfu/m<sup>3</sup>) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.*

*Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa. Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 cfu/m<sup>3</sup> ja aktinobakteeripitoisuudet yli 5 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. suuri bakteeripitoisuus (yli 600 cfu/m<sup>3</sup>) viittaa riittämättömään ilmastointiin rakennuksessa.*

## 5 HAVAINTOJEN JA TULOSTEN TULKINTA

Havaintojen perusteella sisäilman kuitupitoisuus on korkea. Eteisen, pukuhuoneiden ja varastotilan yläpohjarakenne on samankaltainen kuin koulurakennuksen. Rakenteista ja ilmanvaihdon mukana pääsee mineraalivillakuituja sisäilmaan sen laatua heikentäen.

Henkilökunnan kertoman mukaan ajoittain sateisella ilmalla liikuntasalin seinäpinnalla tapahtuu valuu irtovettä. Havainnot huomioiden voidaan olettaa, että ikkunoiden liittymien epätiivyyden ja ikkunapeltien tasaisuuden vuoksi pääsee sadevesi kulkeutumaan rakenteeseen ja sitä kautta sisätiloihin. Ikkunoiden korkeusasema huomioiden tehostuu sateen vaikutus tuulisella ilmalla.

Tutkimuksen aikana tilassa vallitsi lievä alipaine eteisen ulko-oven lukon korkeudella ulkoilmaan nähden. Eteisen osalla varsinkin wc ja siivouskomeron osalla tapahtui ilmavuotoa rakenteiden liittymistä ja läpivienneistä. Wc-tiloissa oli aistittavissa poikkeavaa tuoksua.

Liikuntasalin korkeus huomioiden, vallitsee salin yläosassa ylipaine (huom. lämpökuvausraportti). Ylipaineen vaikutuksesta kosteaa sisäilmaa kulkeutuu rakenteen läpi, jolloin kostealla sisäilmalla on mahdollisuus tiivistyä ulkovaipan kylmän rakennusmateriaalin pintaan. Tiivistymisen yhteydessä muodostuu rakenteeseen mahdollisia vaurioita.

Lämpökamerakuvausten perusteella liikuntasalissa on talotekniikan hormirakenteita, jotka ovat muuta rakennetta kylmempinä. Pystyhormeissa pääsee tapahtumaan ilmavirtausta savupiippuilmion/iv-kanavien mahdollisten vuotojen perusteella. Todennäköisesti hormit ovat yhteydessä ulkoilmaan/uimahalliin (hormin lämpötila on sisälämpötilaa alhaisempi), Jos hormista on yhteys uimahalliin on mahdollista että hormin sisäpinnalle tiivistyy kosteutta. Hormin liittymien kautta on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin.

Edellisistä havainnoista huolimatta sisäilman mikrobimittauksessa ei havaittu kuitenkaan poikkeavia mikrobipitoisuuksia.

## 6 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Yläpohjarakenne (eteinen, varasto, pukuhuoneet)

- Yläpohjan höyryn- ja ilmansulkukerroksen liittymien tiivistäminen
  - o Yläpohjan nykyinen höyryn-/ilmansulku huomioiden: nykyisen höyrinsulkukerroksen uusiminen ja lämmöneristykseen uusiminen/lisäys (huom. kattorakenteen tuuletus)

Ulkoseinärakenne

- Liikuntasalin yläosan ulkoseinärakenteen tarkastaminen ulkopuolelta
  - o Ulkoverhouslevyn avaus ja rakenteen aistinvaraiset havainnot / mahdolliset näytteet
- Ulkoseinärakenteen liittymien ja läpivientien tiivistys.
  - o lämpökuvauksessa havaittujen ilmavuotokohtien avaus ja rakenteen tarkastus
- Ikkunoiden liittymien tiivistys sisä- ja ulkopuolelta
  - o Ikkunarakenteiden /pellityksen tarkastus

Polygon Finland Oy

Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki

etunimi.sukunimi@polygongroup.com

www.polygongroup.fi



#### Hormirakenteet

- Hormien tarkempi tutkimus
  - o Hormien avaus, sisäpuolisen rakenteen/pintojen tutkiminen
  - o Hormien yhteys uimahallitiloihin

Korjausrakentaminen tulee tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaan.



Kai Kylliäinen 0405623222

Rakennusinsinööri (AMK)

Pätevöitynyt kosteudenmittaaja PKM

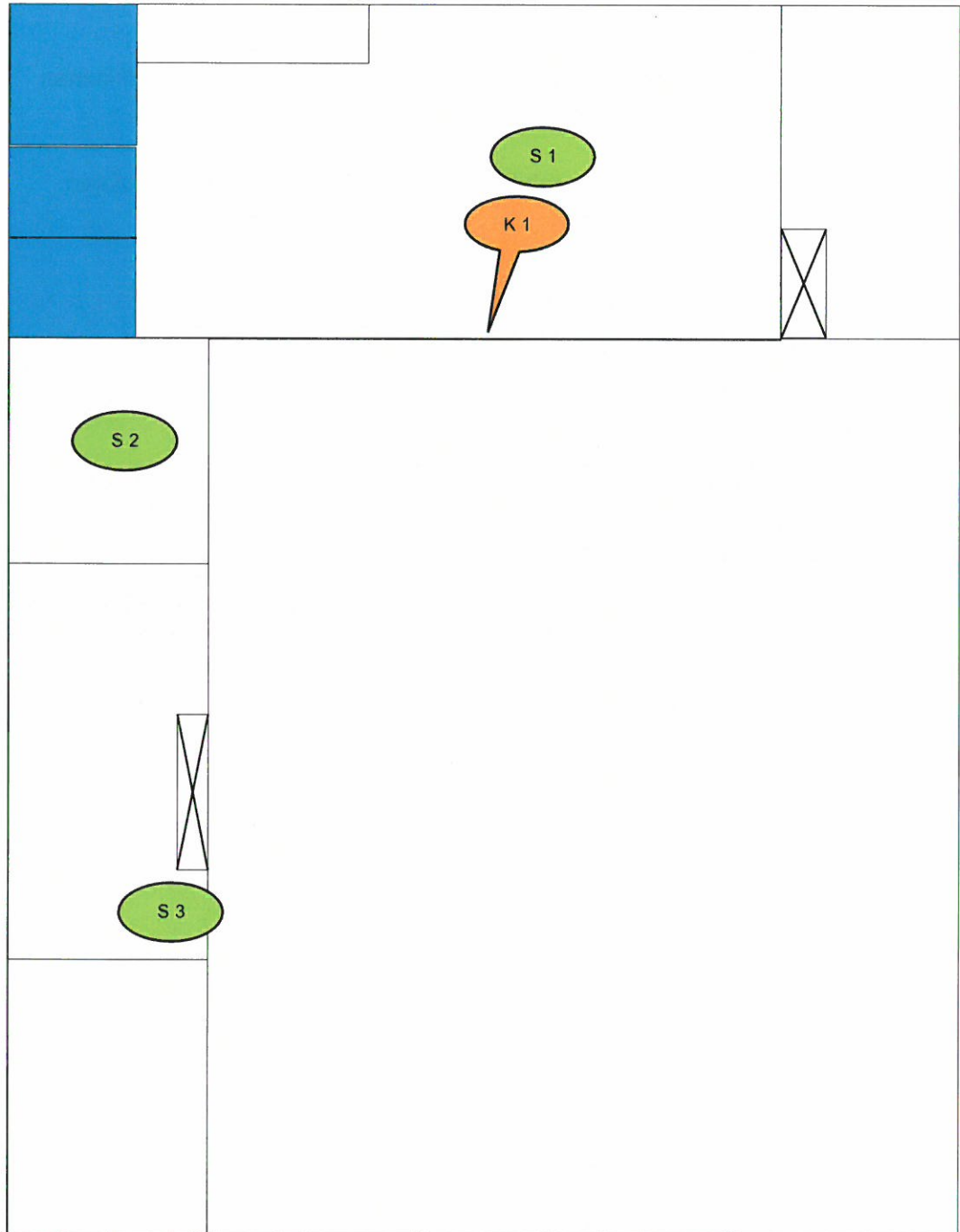
Rakennusterveysasiantuntia VTT-C-5529-26-10




Rakennusten lämpökuvaaja h/lk 009/05

Toimeksiannoissamme noudatamme vahinkosaneeraustöiden yleisiä toimitusehtoja.

Tämän raportin johtopäätökset ja suositukset perustuvat tutkimus- ja mittauspisteistä saatujen tulosten analysointiin. Tutkimus ei sulje pois mahdollisuutta, että muualla rakenteissa olisi piilossa olevia rakennusvirheitä tai vaurioita

Pohjakuva: viitteellinen



-  Kuitunäyte
-  Sisäilmäinäyte (mikrobi)
-  Rakenteista tapahtuva huomattava ilmapuoto

Analyysivastaus  
248320  
MB14-00459  
26.2.2014

1 (2)

Polygon Finland Oy  
Kai Kylliäinen  
Tehontie 16  
45200 KOUVOLA**Ilmanäytteen mikrobianalyysi**

**Näytteenottaja:** Kai Kylliäinen  
**Näytteenottoaika:** Porlammen liikuntahalli, Koulupolku 8, 07820 Porlammi  
**Näytteenottopäivämäärä:** 10.2.2014  
**Vastaanottopäivämäärä:** 12.2.2014  
**Näytemäärä:** 3 kpl

**Analyysimenetelmä:** Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (AR1205-TY-035)  
Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/m<sup>3</sup> (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3. korjattu painos, 2009.  
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä.

**Määrittäjä:** 3 cfu/m<sup>3</sup>

<b>Mikrobiryhmät</b>	<b>Kasvatusalustat</b>	<b>Kasvatus- lämpötila</b>	<b>Kasvatus- aika</b>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

**Tutkitut näytteet**

1. Aula
2. Pukuhuone, tytöt
3. Sali/varasto

**Tulosten tulkinta**tavanomainen  
tavanomainen  
tavanomainen

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos  
Neulanientie 4, PL 310, 70101 Kuopio, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus  
 248320  
 MB14-00459

2 (2)

**Analysitulokset:**

Näyte	Mesofiiliset sienet		Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit		
	Hagem-agar	DG18-agar	THG-agar		
1.	<b>Yhteensä</b>	<b>6</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>9</b>	
	<i>Acrodontium</i>	3	<i>Aphanocladium</i>	3	
	<i>Geotrichum</i>	3	<i>Aureobasidium</i> <sup>o</sup>	3	
			<i>Cladosporium</i>	3	
2.	<b>Yhteensä</b>	<b>24</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>3</b>	
	<i>Aphanocladium</i>	3	<i>A. penicilloides</i> <sup>*</sup>	3	
	basidiomyceetit <sup>o</sup>	3			
	<i>Beauveria</i>	3			
	<i>Geotrichum</i>	9			
	<i>Penicillium</i>	6			
3.	<b>Yhteensä</b>	<b>9</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>12</b>	
	<i>Geotrichum</i>	6	<i>A. versicolor</i> <sup>*</sup>	3	
	<i>Penicillium</i>	3	<i>Cladosporium</i>	3	
			<i>Penicillium</i>	6	
				<b>Yhteensä</b>	<b>1908</b>
				Muut bakteerit	1902
				<i>Streptomyces</i> <sup>*</sup>	4
				<b>Yhteensä</b>	<b>542</b>
				Muut bakteerit	542
				<i>Streptomyces</i> <sup>*</sup>	-
				<b>Yhteensä</b>	<b>474</b>
				Muut bakteerit	474
				<i>Streptomyces</i> <sup>*</sup>	-

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, \* = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä rajat

**Tulkintaohje:**

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaia 2003:1, 2. korjattu painos 2008) annettujen tulkintaohjeldien mukaan taajamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 cfu/m<sup>3</sup> ja aktinobakteeripitoisuudet yli 10 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobin esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 cfu/m<sup>3</sup>) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa. Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 cfu/m<sup>3</sup> ja aktinobakteeripitoisuudet yli 5 cfu/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Suuri bakteeripitoisuus (yli 600 cfu/m<sup>3</sup>) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon rakennuksessa. (Salonen H. ym. Atmospheric Environment 2007, 41:6797-6807).

**Asiakasratkaisut**


Marja Hänninen  
mikrobiologi  
Kuopio



Virpi Turunen  
laboratoriomestari  
Kuopio

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos  
Neulanientie 4, PL 310, 70101 Kuopio, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi