

## **TUTKIMUSRAPORTTI**

### **Sisäilmatutkimus, mikrobinäytteet ilmasta**

**Karhulan koulu  
Vesivallintie 16  
48600 Kotka**

**Päivitetty 21.2.2018**

## SISÄLLYS

SISÄLLYS .....	1
1 YLEISTIEDOT .....	2
2 KOHTEEN YLEISKUVAUS .....	2
3 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	3
4 SISÄILMAN OLOSUHTEET JA EPÄPUHTAUDET .....	3
4.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus .....	3
4.2 Mikrobit.....	3
LIITTEET.....	5
LÄHTEET .....	5

## 1 YLEISTIEDOT

### Kohde

Karhulan koulu  
Vesivallintie 16  
48600 Kotka

### Tilaaaja/-t ja osoitetiedot

Kotkan kaupunki / Tekniset palvelut  
Kaupunginarkkitehti  
Leila Hietala  
Kauppakatu 3 B 2. krs  
48100 Kotka

### Tutkimuksen tekijä ja vastuhenkilö(t)

Oy Insinööri Studio  
Henna Rämä, tutkimusinsinööri

### Tutkimuksen tarkoitus / tavoite

Tutkimuksella selvitettiin sisäilman mikrobipitoisuuksia. Näytteenotosta on päätetty kohteen sisäilmaryhmässä.

### Tutkimuksen ajankohta

Tammikuu 2018.

## 2 KOHTEEN YLEISKUVAUS

### Rakentamisvuosi

Ensimmäinen vaihe 1954 (päärakennus), toinen vaihe 1957 ja kolmas vaihe 1960.

### Rakennuksen käyttötarkoitus

Koulurakennus

### Pääasiallinen runkomateriaali

- Teräsbetonirunkoinen
- Välipohjat ovat teräsbetoniholveja
- Yläpohja teräsbetonirakenteinen, yläpuolisella lämmöneristyksellä

### Kuvaus ilmanvaihtojärjestelmistä

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

### Tiedossa olevat sisäilmaongelmat

Koulun oppilailta ja henkilökunnalla on ollut sisäilman laatuun viittaavia oireita usean vuoden ajan. Kohteessa on tehty kuntotutkimus vuonna 2015, jonka perusteella kellarin tiloissa on aloitettu korjaustyöt kesällä 2017 ja korjaukset jatkuvat keväeseen 2018 saakka. Yläpohjan korjaustyöt tullaan suorittamaan myöhemmin vuonna 2018.

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Taulukossa 1 on esitetty tiivistetysti tehdyt tutkimukset ja käytetyt menetelmät.

Taulukko 1. Yhteenveto tehdyistä tutkimuksista.

Tutkimus	Menetelmä/laitteet	Ajankohta
Mikrobit ilmasta	6-vaihekeräin (alustat M2, DG18, THG), Kasvatus, laskenta ja tunnistus* Vertailunäytteet ulkoilmasta	30. – 31.2.2018
Sisäilman olosuhteet, lämpötila ja suhteellinen kosteus	Hetkellinen mittaus, Rotronic Hygropalm HP21	30. – 31.2.2018

\* laboratorioanalysoinnista vastasi Työterveyslaitos

Sisäilman mikrobimittauksessa selvitettiin tilojen sisäilman hetkellistä mikrobipitoisuutta sekä -lajistoa. Näytteet otettiin 6-vaihekeräimellä, jonka kautta kerättiin 10 minuutin ajan huoneilmaa kasvatusalustoille. Käytetyt kasvatusalustamateriaalit olivat homeiden suosimat Rose Bengal -mallasuutealusta (Hagem) ja dikloran-glyserolialusta (DG18). Bakteereille ja aktinobakteereille käytettiin tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG). Näytteet on suojattu jäätymiseltä ja lähetetty kasvatettavaksi laboratorio-olosuhteisiin. Näytteiden kasvatuksesta ja analysoinnista vastasi Työterveyslaitos.

Mikrobinäytteitä otettiin yhteensä 14 eri puolilta koulua, kaikista kerroksista. Mittaukset suositellaan otettavaksi talviaikaan maan ollessa lumen ja jään peitossa, jolloin ulkoilman sieni-itiöiden ja aktinobakteerien pitoisuudet ovat pienimmillään ja sisäilmassa esiintyvien mikrobien voidaan olettaa olevan rakennuksen sisälähteistä.

### 4 SISÄILMAN OLOSUHTEET JA EPÄPUHTAUDET

#### 4.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilmanäytteenoton aikana ulkolämpötila oli noin -5 °C. Sisällä näytteenottotiloissa lämpötila vaihteli välillä 20–23 °C ja ilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 12–19 %.

#### 4.2 Mikrobit

##### 4.2.1 Mittaustulokset

Tulokset on esitetty taulukossa 2. Analyysivastaus on liitteenä 2.

Taulukko 2. Yhteenveto sisäilmanäytteiden mikrobituloksista.

	Tila	Homesienet Hagem-agar (pmy/m <sup>3</sup> )	Homesienet DG18-agar (pmy/m <sup>3</sup> )	Bakteerit THG-agar (pmy/m <sup>3</sup> )	Tunnistetut indikaattorimikro- bit
1	Kellari, käytävä 028 (työmaa-alue)	861	968	1391	<i>A. versicolor</i> (10) <i>Eurotium</i> (10) <i>Trichoderma</i> (5) <i>A. penicillioides</i> (5) <i>A. versicolor</i> (5) <i>Chaetomium</i> (5) <i>Eurotium</i> (19) Sphaeropsidales (5) <i>Streptomyces</i> (28)
2	Kellari, käytävä 048	<b>1152</b>	<b>993</b>	361	
3	Kellari, auditorio	19	7	18	
4	Kellari, kuntosali	11	11	4	
5	1. krs, juhla- ja liikuntasali 107	4	-	-	
6	1. krs, luokka 112	4	-	11	
7	1. krs, varasto 121	-	14	35	
8	1. krs, ent. terv. hoitaja	4	-	18	<i>Oidiodendron</i> (4)
9	2. krs, yläasteen rehtori 212	4	-	265	
10	2. krs, luokka 205	-	4	60	
11	2. krs, luokka 209	4	-	-	
12	3. krs, luokka 303	4	4	11	
13	3. krs, luokka 312	-	-	14	
14	3. krs, luokka 315	-	-	28	

Määrittäysraja 2 pmy/m<sup>3</sup>

Näytteet 2-14 on kerätty käytössä olevista tiloista. Näyte 1 on kerätty työmaa-alueelta. Sillä selvitetiin, kulkeutuuko näytteessä esiintyviä mikrobeja muihin tiloihin. Työmaa-alueelta otetun näytteen tulosta ei ole laskettu mukaan alla olevaan tulosten tulkintaan.

Näytteenottohetkellä tiloissa ei havaittu poikkeavaa hajua muualla kuin työmaa-alueella. Työmaa-alueen näyte on otettu viimeisenä, jotta näytteenottovälineet eivät kontaminoidu.

*KTL:n oppaan (C2 / 2008) mukaan tulos viittaa mikrobivaurioon, jos yksikin seuraavista kriteereistä täyttyy:*

- useita 50 - 200 pmy/m<sup>3</sup> pitoisuuksia
- kokonaispitoisuuksien mediaani yli 20 pmy/m<sup>3</sup>
- vain vähän (vähintään 25%) "nolla"-tuloksia

*Talviolosuhteissa koulurakennusten sisäilman tavanomaiset sieni-itiöpitoisuudet ovat alle 50 pmy/m<sup>3</sup>. Vauriotiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50 – 500 pmy/m<sup>3</sup>. (Asumisterveysasetus, 2016). Sieni-itiöpitoisuudet olivat kahta näytettä lukuun ottamatta alle 50 pmy/m<sup>3</sup>, joten pitoisuuksia voidaan pitää normaaleina. Näyte, jossa esiintyi kohonneita sieni-itiöpitoisuuksia, oli otettu käytävältä 048 työmaan läheisyydestä. Mittaushetkellä käynnissä olevilla korjaustoimenpiteillä oli vaikutusta mikrobipitoisuuksiin, sillä rakenteiden avaamisen yleisesti tiedetään vapauttavan mikrobeja sisäilmaan. Työmaa-alueella ei havaittu alipaineistusta, jonka tarkoitus on estää hienojakeisen pölyn ja sitä kautta mahdollisten mikrobien leviäminen osastoinnin ulkopuolelle.*

*Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vaurioituneiden koulurakennusten näytteiden sienien (hiivat, homeet) mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 pmy/m<sup>3</sup> ja vauriottomien rakennusten alle 12 pmy/m<sup>3</sup>. Karhulan koululta otettujen ilmanäytteiden pitoisuuksien mediaani oli 7 pmy/m<sup>3</sup>. "Nolla"-tuloksia näytteissä oli yli 25% (kuusi kappaletta).*

*Suuret (yli 4500 pmy/m<sup>3</sup>) bakteeripitoisuudet luokkatiloissa ovat merkki puutteellisesta ilmanvaihdosta (Asumisterveysasetus, 2016). Koululta otettujen ilmanäytteiden bakteeripitoisuudet olivat pieniä. Tiloissa ei oleskeltu näytteenoton aikana. Bakteeripitoisuus oli korkeimmillaan 361 pmy/m<sup>3</sup>, kellarikäytävällä.*

*Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Muiden kuin Penicillium-sienten esiintymistä valtalajina sisäilmanäytteissä voidaan pitää epätaivomaisena, kun maa on jäässä ja on lunta. Indikaattorimikrobeja voi kuitenkin esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa, mutta mikäli saman kohteen eri näytteissä todetaan toistuvasti samaa indikaattorimikrobia, vahvistaa se epäilyä mahdollisesta lähteestä rakennuksessa. Sädesienien (Streptomyces) esiintyminen yli 10 pmy/m<sup>3</sup> pitoisuuksina koulujen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa.*

Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeita havaittiin työmaalta otetun näytteen lisäksi kahdessa näytteessä pieninä pitoisuuksina. Streptomyces-bakteerin esiintyminen käytävän 048 näytteessä lähellä työmaan purkualuetta viittaa kulkeutumaan työmaa-alueelta.

Verrattaessa tuloksia syyskuussa 2014 otettuihin sisäilman mikrobinäytteisiin (yhteensä neljä näytettä), mikrobipitoisuudet ovat selvästi alhaisemmat. Näytteet eivät ole täysin verrattavissa, sillä aiemmin otetut näytteet on otettu sulan maan aikana ja ulkoilma vaikuttaa sisäilman taustapitoisuuksiin.

#### 4.2.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Mikrobimittaukset ilmasta kuvaavat vain hetkellistä tilannetta. Kohteen sisäilman mikrobipitoisuuden vaurion tyyppin lisäksi vaikuttavat tilojen käyttö, tiloissa oleskelleet henkilöt, ilmanvaihdon painesuhde, ilmanvaihtuvuus, tuulensuunta sekä -nopeus ja ulkoilmassa esiintyvät mikrobit maan ollessa sulana.

Asumisterveysasetuksen ja KTL:n oppaan tulkintaohjeiden perusteella sisäilmanäytteiden tulokset ovat normaaleja.

21.2.2018

Oy Insinööri Studio

---

Henna Rämä  
tutkimusinsinööri

---

Petri Lönnblad  
RI. RTA (VTT HRakterv 003/04)

## LIITTEET

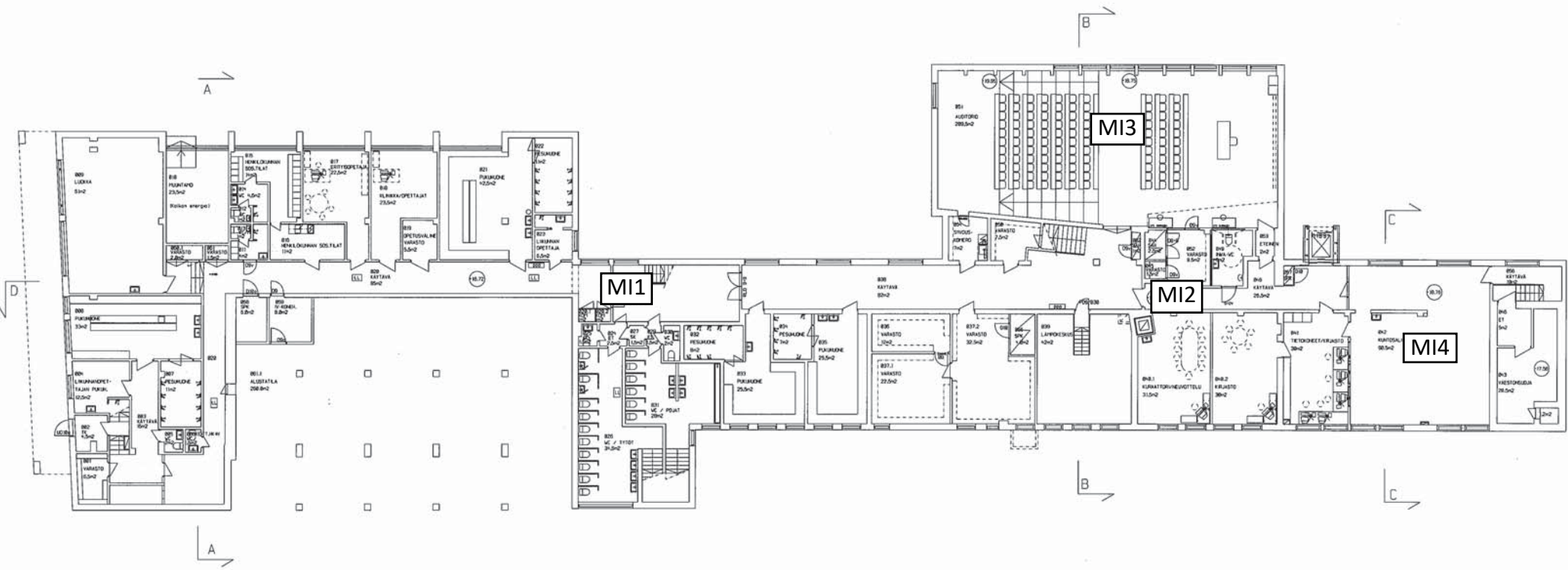
1. Pohjakuva, johon on merkitty näytteenottoaikat
2. Analyysivastaus 372015, ilmanäytteen mikrobianalyysi

## LÄHTEET

KTL. C2 / 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen, 2007.  
Valvira. 26.4.2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV § 20. Dnro 2731/06.10.01/

2016.

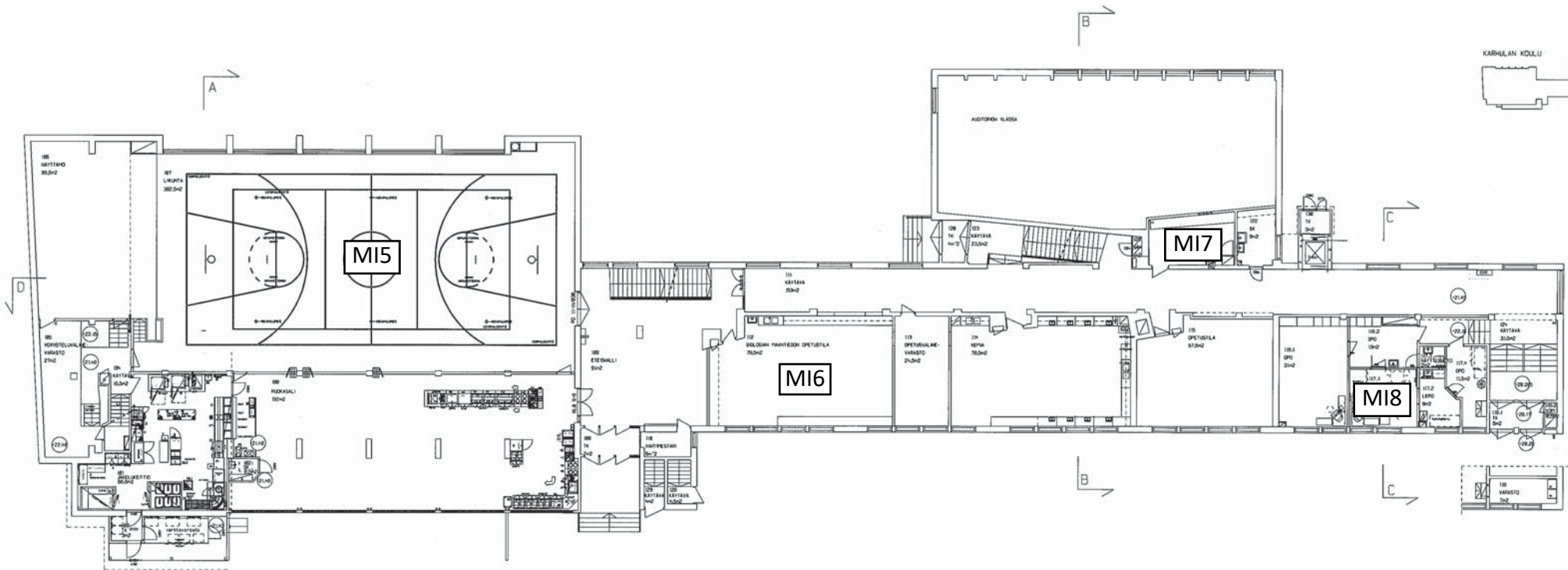
MI = mikrobinäyte ilmasta



SIIVOTTAJAN KÄYTTÖ  
-SUUNNITTELU  
-SUUNNITTELU  
-SUUNNITTELU

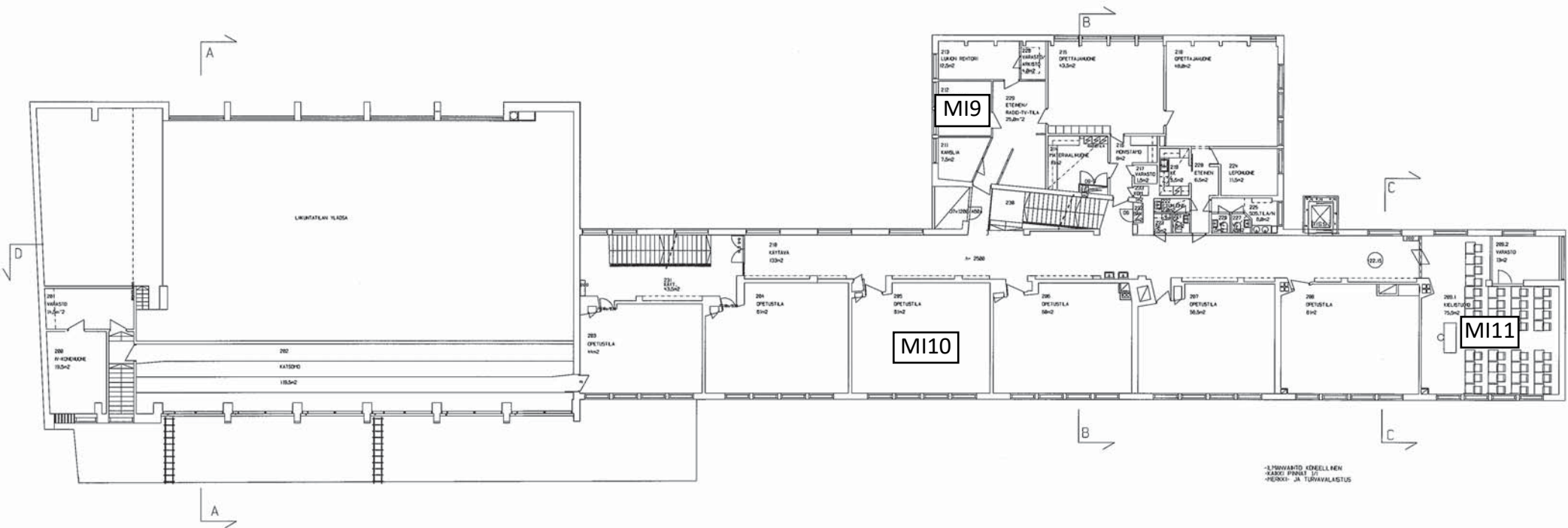


MI = mikrobinäyte ilmastasta

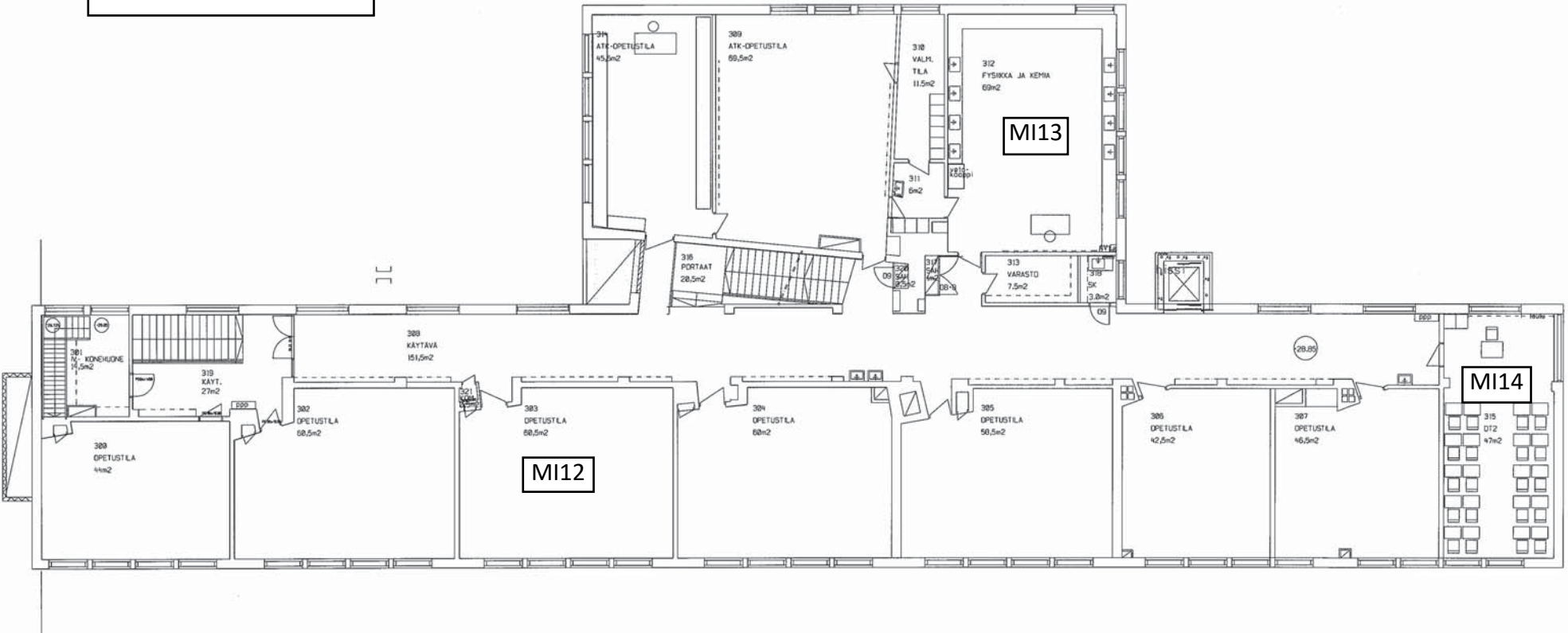


-LÄMÄNVAIHTO KONEELLINEN  
-LÄMMÖN SIIRTO  
-KÄYTTÖVESI  
-KÄYTTÖVESI

MI = mikrobinäyteilmasta



MI = mikrobinäyteilmasta



Osakeyhtiö Insinööri Studio  
 Henna Rämä  
 Tornatorintie 3  
 48100 KOTKA

**Ilmanäytteen mikrobianalyysi**

**Näytteenottaja:** Henna Rämä  
**Näytteenottoaika:** Karhulan koulu, Kotka  
**Näytteenottopäivämäärä:** 30.1.2018 - 31.1.2018  
**Vastaanottopäivämäärä:** 1.2.2018  
**Näytemäärä:** 14 kpl

**Analyysimenetelmä:** Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-035)  
 Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä pmy/m<sup>3</sup> (pmy = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.  
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

**Määrittäjä:** 4 pmy/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. Kellari, käytävä 028 (työmaa-alue)
2. Kellari, käytävä 048
3. Kellari, auditorio
4. Kellari, kuntosali
5. 1. krs, juhla- ja liikuntasali 107
6. 1. krs, luokka 112
7. 1. krs, varasto 121
8. 1. krs, ent. terv.hoitaja 117
9. 2. krs, yläasteen rehtori 212
10. 2. krs, luokka 205
11. 2. krs, luokka 209
12. 3. krs, luokka 303
13. 3. krs, luokka 312
14. 3. krs, luokka 315

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

Työterveyslaitos

Analyysivastaus

372015

2 (4)

MB18-00240

**Analyysitulokset:**

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

**Työterveyslaitos**

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		THG-agar	
1.	<b>Yhteensä</b>	<b>861</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>968</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>1391</b>
	<i>A. versicolor</i> *	10	<i>A. penicillioides</i> *	5	Muut bakteerit	1363
	<i>Eurotium</i> *	10	<i>A. versicolor</i> *	5	<i>Streptomyces</i> *	28
	<i>Penicillium</i>	836	<i>Chaetomium</i> *	5		
	<i>Trichoderma</i> *	5	<i>Cladosporium</i>	10		
			<i>Eurotium</i> *	19		
			<i>Penicillium</i>	919		
			<i>Sphaeropsidales</i> *	5		
2.	<b>Yhteensä</b>	<b>1152</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>993</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>361</b>
	<i>Penicillium</i>	1152	<i>Penicillium</i>	993	Muut bakteerit	357
					<i>Streptomyces</i> *	4
3.	<b>Yhteensä</b>	<b>19</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>7</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>18</b>
	<i>Geotrichum</i>	4	<i>Penicillium</i>	7	Muut bakteerit	18
	<i>Penicillium</i>	11			<i>Streptomyces</i> *	-
	steriilit	4				
4.	<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>
	hiivat, vaalea	4	<i>A. versicolor</i> *	4	Muut bakteerit	4
	<i>Penicillium</i>	7	<i>Penicillium</i>	7	<i>Streptomyces</i> *	-
5.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>
	<i>Penicillium</i>	4			Muut bakteerit	-
					<i>Streptomyces</i> *	-
6.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>
	<i>Penicillium</i>	4			Muut bakteerit	11
					<i>Streptomyces</i> *	-
7.	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>14</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>35</b>
			<i>Penicillium</i>	14	Muut bakteerit	35
					<i>Streptomyces</i> *	-
8.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>18</b>
	<i>Oidiodendron</i> *	4			Muut bakteerit	18
					<i>Streptomyces</i> *	-
9.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>265</b>
	<i>Penicillium</i>	4			Muut bakteerit	265
					<i>Streptomyces</i> *	-
10.	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>60</b>
			<i>Penicillium</i>	4	Muut bakteerit	60
					<i>Streptomyces</i> *	-
11.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>
	steriilit	4			Muut bakteerit	-
					<i>Streptomyces</i> *	-
12.	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>4</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>
	<i>Cladosporium</i>	4	<i>Penicillium</i>	4	Muut bakteerit	11
					<i>Streptomyces</i> *	-
13.	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>14</b>
					Muut bakteerit	14
					<i>Streptomyces</i> *	-
14.	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>-</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>28</b>
					Muut bakteerit	28
					<i>Streptomyces</i> *	-

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

Työterveyslaitos

Analyysivastaus

372015

4 (4)

MB18-00240

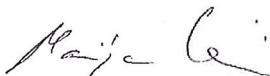
\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määritysrajan

**Tulkintaohje:**

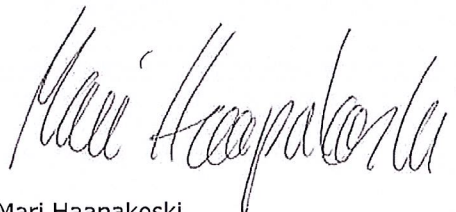
Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valvira 8/2016) annettujen tulkintaohjeiden mukaan taajamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 pmy/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 pmy/m<sup>3</sup>) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

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

Työympäristölaboratoriot



Maija Kirsi  
tuotepäällikkö  
Kuopio



Mari Haapakoski  
laboratoriomestari  
Kuopio