

## TUTKIMUSRAPORTTI



### Korjausrakentaminen

PÄIVÄYS	14.3.2016
PROJEKTI	Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
TILAAJA	Helsingin kaupunki, Tilakeskus
KOHDE	Tamminiemen taidemuseo, Tamminiementie 6

SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>YHTEYSTIEDOT</b> .....	<b>5</b>
	2.1 Kohde .....	5
	2.2 Tilaaja .....	5
	2.3 Tutkimuksen suorittajat .....	5
<b>3.</b>	<b>TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Toimeksiannon tausta, tavoitteet .....	5
	3.2 Lähtötiedot .....	5
	3.3 Kohteen yleistietoja .....	6
	3.3.1 Aikaisemmin suoritettut tutkimukset ja korjaukset .....	6
<b>4.</b>	<b>YLEISTÄ TUTKIMUKSESTA</b> .....	<b>7</b>
	4.1 Tutkimusten laajuus .....	7
	4.2 Suoritettut tutkimukset ja mittaukset .....	7
	4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet.....	7
<b>5.</b>	<b>ULKOSEINÄ- JA SOKKELIRAKENTEET</b> .....	<b>8</b>
	5.1 Rakenneosat .....	8
	5.2 Rakennetyypit .....	8
	5.3 Rakenteista tehdyt havainnot .....	9
	5.4 Rakenteiden ja materiaalien mikrobitutkimukset .....	11
	5.5 Tiiveystarkastelut, merkkiainekokeet .....	12
	5.6 Johtopäätökset .....	14
	5.7 Toimenpide-ehdotukset .....	14
	5.7.1 Kiireelliset korjaustarpeet .....	14
	5.7.2 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet .....	14
	5.7.3 Korjausvaihto A, siirtävä korjaus.....	15
	5.7.4 Korjausvaihtoehto B, peruskorjaus .....	15
	5.7.5 Muiden hankkeiden yhteydessä huomioitavat asiat .....	15
<b>6.</b>	<b>SISÄILMAN MIKROBITARKASTELU</b> .....	<b>15</b>
	6.1 Johtopäätökset .....	15
	6.2 Toimenpide-ehdotukset .....	15
<b>7.</b>	<b>SISÄILMAN VOC-TARKASTELU</b> .....	<b>16</b>
	7.1 Johtopäätökset .....	16
	7.2 Toimenpide-ehdotukset .....	16
<b>8.</b>	<b>KUITULÄHTEIDEN TARKASTELU</b> .....	<b>16</b>
	8.1 Toimenpide-ehdotukset .....	17

<b>9.</b>	<b>RAKENTEIDEN JA MATERIAALIEN HAITTA-AINEET .....</b>	<b>17</b>
	9.1.1 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet .....	17
<b>10.</b>	<b>SISÄILMASTO-OLOSUHTEIDEN MITTAUKSET .....</b>	<b>17</b>
	<b>10.1 Sisäilman laadun seurantamittaus .....</b>	<b>17</b>
	10.1.1 Valvonta- ja aulatila .....	18
	10.1.2 Näyttelysali 2005 .....	18
	10.1.3 Johtopäätökset .....	18
	<b>10.2 Paine-eromittaus.....</b>	<b>18</b>
	10.2.1 Studio.....	18
	10.2.2 Porrashuone – Aula, väliovi .....	19
	10.2.3 Johtopäätökset .....	19
	<b>10.3 Toimenpide-ehdotus.....</b>	<b>19</b>
	10.3.1 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet .....	19
<b>11.</b>	<b>MUUT HUOMIOT .....</b>	<b>19</b>
<b>12.</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>20</b>
	<b>12.1 Havainnot ja johtopäätökset .....</b>	<b>20</b>
	<b>12.2 Koonti jatkotoimenpide-ehdotuksista .....</b>	<b>20</b>
<b>13.</b>	<b>LIITTEET .....</b>	<b>21</b>

## 1. TIIVISTELMÄ

Tutkimuskohde on vuonna 1976 valmistunut taidemuseo. Aikaisempien kiinteistössä tehtyjen tutkimusten mukaan kellarikerroksen tiloissa ja niiden rakenteissa oli todettu kosteus- ja mikrobivaurioita. Nyt tehty tutkimus kohdennettiin ainoastaan toisen kerroksen tiloihin ja erityisesti sisäilman laadulliseen tarkasteluun. Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella sisäilman laatua ja mahdollisuutta aloittaa toimintaa kiinteistön ylemmän kerroksen tiloissa.

Merkittävimmät sisäilmaan vaikuttavat puutteet ovat ulkoseinärakenteiden sisäkuorien epätiiveydet sekä ulkoseinärakenteen eristekerroksessa todetut kosteus- ja mikrobivauriot. Rakennuksen ulkoseinärakenne on suurimmaksi osaksi tuulettamaton tiili-villa-tiilirakenne. Tiilirakenteisen julkisivun alareunassa on jätetty tiilisaumoja auki julkisivun tuulettumista varten. Kaikki tarkastellut välit olivat käytännössä tukossa hyönteisten koteloiden vuoksi.

Ulkoseinä- ja ikkunarakenteissa olevat vauriot ja puutteet sekä muuratun tiilijulkisivun vettä läpäisevät saumat mahdollistavat kosteuden pääsyn ulkoseinärakenteen eristetilaan ja sitä kautta myös sokkelirakenteen eristetilaan. Ulkoseinän kosteusteknisen toimivuuden kannalta on oleellista, että tuuletusrako on avoin mahdollistaen kosteuden tuulettumisen ja veden johtumisen pois rakenteesta.

Studio-tilan, aulatilán sekä aulatilán yhteydessä olevan näyttelytilán seinärakenteille suoritetuissa merkkiainekokeissa havaittujen ilmavuoreittien perusteella suositellaan kiireellisenä toimenpiteenä kiinteistön 2. kerroksen lievää ylipaineistamista suhteessa ulkoilmaan ja kellarikerrokseen, jolloin ehkäistään ulkoseinärakenteissa olevien ja kellarikerroksessa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien pääseminen 2. kerroksen sisäilmaan.

Todettujen vaurioiden perusteella voidaan rakenteille suositella sisäpuolista tiivistyskorjausta siirtävänä toimenpiteenä ennen raskaampaa peruskorjausta. Tiivistyskorjaus edellyttää suunnittelua, valvontaa ja laadunvarmistusta. Raskaampana toimenpiteenä suositellaan suorittamaan ulkokuoren tiilimuurauksen ja lämmöneristeiden purku ja uusiminen tuulettuvana rakenteena. Ulkoseinärakenteiden peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa uusia sokkelirakenteiden ulkokuori ja lämmöneriste.

Rakennuksen toisen kerroksen studio- sekä aulatilán ikkunarakenteissa havaittiin puutteita sekä vaurioita. Ikkunoiden karmipuut ovat lahoja ja silminnähtävien kosteusvaurioituneita. Studio-tilán ikkunoiden välissä on tuulettamaton tila paneeliverhouksen takana. Ikkunoiden välillä olevassa seinärakenteessa todettiin olevan huomattava määrä hyönteisten toukkien koteloita. Näistä muodostui mattomaisia alueita ko. rakenteeseen.

Rakennuksen toisen kerroksen studio- sekä aulatilán ikkunarakenteiden eristeet on suositeltavaa uusia kokonaisuudessaan. Samassa yhteydessä suositellaan purkamaan aulatilán sisäpuolen metalliset kotelarakenteet, jolloin saadaan määritettyä tarvittavat korjaustoimenpiteet koteloiden peittämille alueille.

Sisäilman laatua tarkasteltiin tuloilmakanavien sisäpintojen mineraalivillakuitunäytteiden sekä sisäilmasta otettujen VOC- ja mikrobinäytteiden avulla. Näytteiden tulokset olivat tavanomaisia eikä niiden osalta ole tarvetta jatkotoimenpiteille. Aulatilán lattian reuna-alueelta otetussa näytteessä ei todettu asbestia tai merkittävästi PAH-yhdisteitä. Aistinvaraisesti ylemmän kerroksen tiloissa ei todettu mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

---

## 2. YHTEYSTIEDOT

### 2.1 Kohde

Tamminiemen taidemuseo  
Tamminiementie 6  
00250 Helsinki

### 2.2 Tilaaja

Helsingin Kaupunki, Tilakeskus  
Jari Pere  
Sörnäistenkatu 1  
00580 HELSINKI

### 2.3 Tutkimuksen suorittajat

Wise Group Finland Oy puh 029 005 9204  
Sinikalliontie 5  
02360 Espoo

Jenni Kotilainen, ins. AMK, RTA  
puh 029 005 9377  
email jenni.kotilainen@wisegroup.fi

Mika Tuukkanen, ins. AMK  
puh 029 005 9422  
email mika.tuukkanen@wisegroup.fi

## 3. TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

### 3.1 Toimeksiannon tausta, tavoitteet

Kiinteistön kellarikerroksessa on aikaisemmissa tutkimuksissa ja selvityksissä todettu sisäilman laatua mahdollisesti heikentäviä vaurioita.

Toimeksiannon tarkoituksena on tarkastella toisen kerroksen sisäilman laatua ja siihen mahdollisesti heikentävästi vaikuttavia tekijöitä. Tilojen mahdollista tulevaa käyttöönottoa halutaan tarkastella sisäilmanlaadullisesta näkökulmasta. Tutkimuksessa suoritetaan mikrobitekninen tutkimus sokkeli- ja ulkoseinärakenteille sekä sisäilman laatuun liittyvät tutkimukset ja mittaukset. Sisäilmanlaatua selvitetään kattavasti kuitujen, VOC-yhdisteiden ja mikrobien osalta eri näyttein. Tavoitteena on selvittää sisäilman tämänhetkinen laatu sekä tutkittavien tilojen soveltuvuus tuleviin käyttötarkoituksiin. Mikäli tutkimuksissa havaitaan sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä, tavoitteena on sisäilmaongelmien aiheuttajien paikantaminen, vaurioiden laajuuden todentaminen ja jatko- sekä korjaustoimenpiteiden määrittäminen.

### 3.2 Lähtötiedot

Tilaaja on toimittanut lähtötiedoiksi muistion tehdyistä tutkimuksista sekä niiden tuloksista.

Käytössä olleet asiakirjat:

- 2010 Kosteus- ja mikrobitutkimusraportti liitteineen (HKR-rakennuttaja)
- 2010 Yhteenveto tehdyistä tutkimuksista ja niiden tuloksista (HKR-rakennuttaja)

### 3.3 Kohteen yleistietoja

Tutkimuskohde on vuonna 1976 valmistunut taidemuseo. Taidemuseon IV-järjestelmä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on kunnostettu 1996. Vesikatto on kunnostettu vuonna 2005. Taidemuseossa on yksi maanpäällinen kerros ja yksi osittain maanalainen kerros. Alapohjana on maanvastainen betonilaatta, runkona kantavat betoniseinät ja -palkit. Välipohjat ovat paikallaan valettuja betonilaattoja. Vesikaton tyyppi on tasakatto. Lämmitysjärjestelmä on öljylämmitteinen vesikiertoinen patteriverkosto. Kiinteistön pohjakerroksessa sijaitsee väestönsuojatiloja. Julkisivut ovat pääosin kalkkiahiekkatiilimuurattuja julkisivuja, sokkelit ovat paikallaan valettua betonimuuria, jotka on maalattu.

Käyttökohteet: Taidemuseo  
Rakennuksia: 1  
Kerros määrä: 2  
Tilavuus: 6393 m<sup>3</sup>  
Bruttoala: 1596 m<sup>2</sup>  
Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä  
Lämmitys: Öljylämmitys, vesikiertoinen patteriverkosto

#### 3.3.1 Aikaisemmin suoritettut tutkimukset ja korjaukset

2010 Kosteus- ja mikrobitutkimus  
2005 Vesikaton peruskorjaus  
1996 IV-järjestelmän peruskorjaus

Vuonna 2010 tehdyn tutkimuksen mukaan kellarin ulkoseinät ovat monin paikoin kastuneet alaosistaan. Tutkimuksen mukaan kellarissa on useita eri ulkoseinätyyppejä, joista voidaan katsoa riskirakenteeksi tuulettumaton tiili-villa-betoni -rakenne, etenkin niiltä osin kuin kyseinen rakenne sijaitsee maan pinnan alapuolella.

Kellarikerroksen osalta on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa sisäilman kosteuden tiivistymisen aiheuttamaa mikrobikasvustoa seinä- ja kattopinnoilla. Tarkemmissa kosteusmittauksissa ko. rakenteiden kosteudet on todettu tavanomaisiksi, joten tällä perusteella on päädytty vaurion aiheutuneen sisäilman kosteudesta.

Kellarikerroksessa on otettu näytteitä seinärakenteen eristeestä. Ulkoseinien villaeristeestä otetuissa näytteissä todettiin kuitenkin mikrobikasvustoa vain yhdessä näytteessä, joten tiili-villa-betoni –seinärakenne todettiin olevan kosteusvaurioitunut ainoastaan paikallisesti.

Poikkeavia kosteuksia on mitattu kellarin osalla paikoitellen seinä- ja lattiarakenteesta. Eri-tyisesti IV-konehuoneen osalla on havaittu poikkeavaa kosteutta ja mikrobivaurioita seinien sisäpintaan asennetuissa mineraalivillalevyissä.

Kellarikerroksen pölynkoostumusnäytteissä on todettu näytteiden sisältäneen tavanomaista huonepölyä ja vähäisesti villakuituja. Ylemmän kerroksen IV-kanavien säleikköjen pinnalta otetuissa näytteissä on esiintynyt villakuituja runsaammin. Ilmanvaihtojärjestelmän on todettu 2010 tehdyssä yhteenvedossa olevan menossa korjaukseen ja tässä yhteydessä kuitulähteet tullaan poistamaan ilmanvaihdosta. Korjausten toteuttamisesta ei ole tarkempaa tietoa.

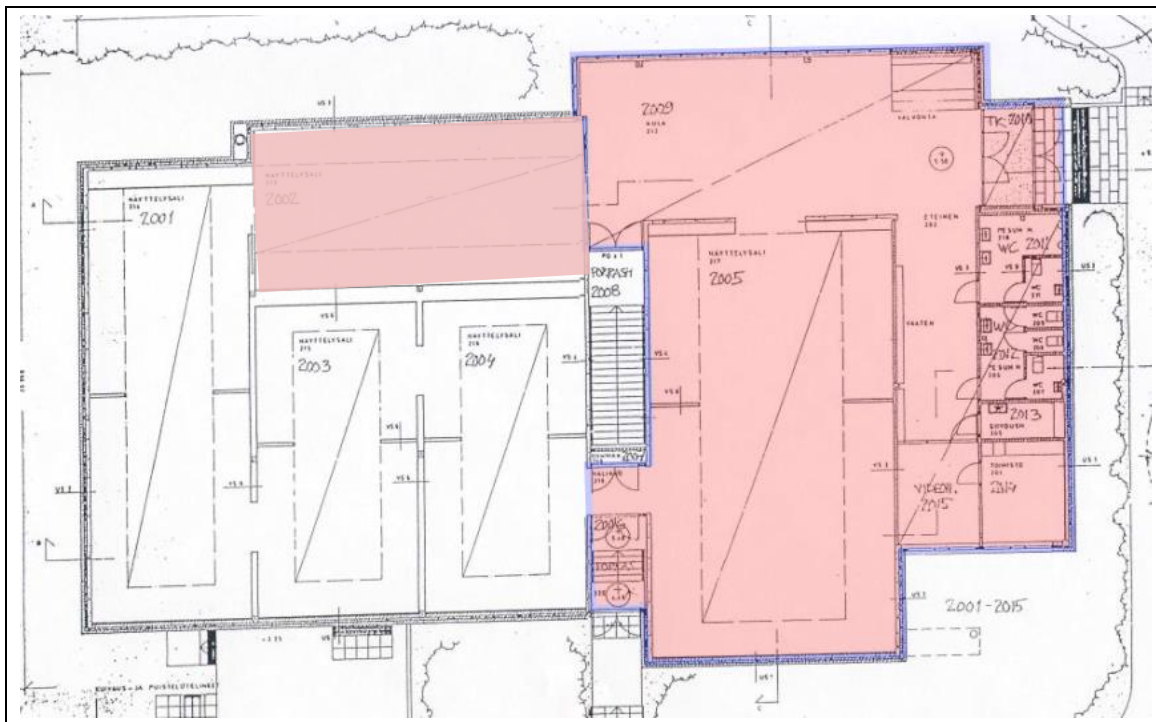
Ylemmän kerroksen osalle ei aikaisempien tutkimusten perusteella ole osoitettu merkittäviä korjaustoimenpiteitä, IV-laitteiston uusimisen lisäksi. Ylemmän kerroksen sokkeli- ja seinärakenteita ei myöskään ole tutkittu aikaisemmin, tästä syystä tutkimuksen painopiste on tällä kertaa ylemmän kerroksen osalla.



## 4. YLEISTÄ TUTKIMUKSESTA

### 4.1 Tutkimusten laajuus

Tutkimus kohdennettiin toisen kerroksen osalle. Tutkimuksessa tarkasteltiin toisen kerroksen studio-, vastaanotto- ja näyttelytilojen osalta seinä- ja sokkelirakenteen eristeen kuntoa näyttein. Lisäksi tarkasteltiin kattavasti toisen kerroksen sisäilmaa ja sen laatua näyttein. Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset ovat raportin liitteenä (Liite 1, sivut 1-6). Tutkittu alue on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1 Tutkimusalue on esitetty kuvassa punaisella

### 4.2 Suoritetut tutkimukset ja mittaukset

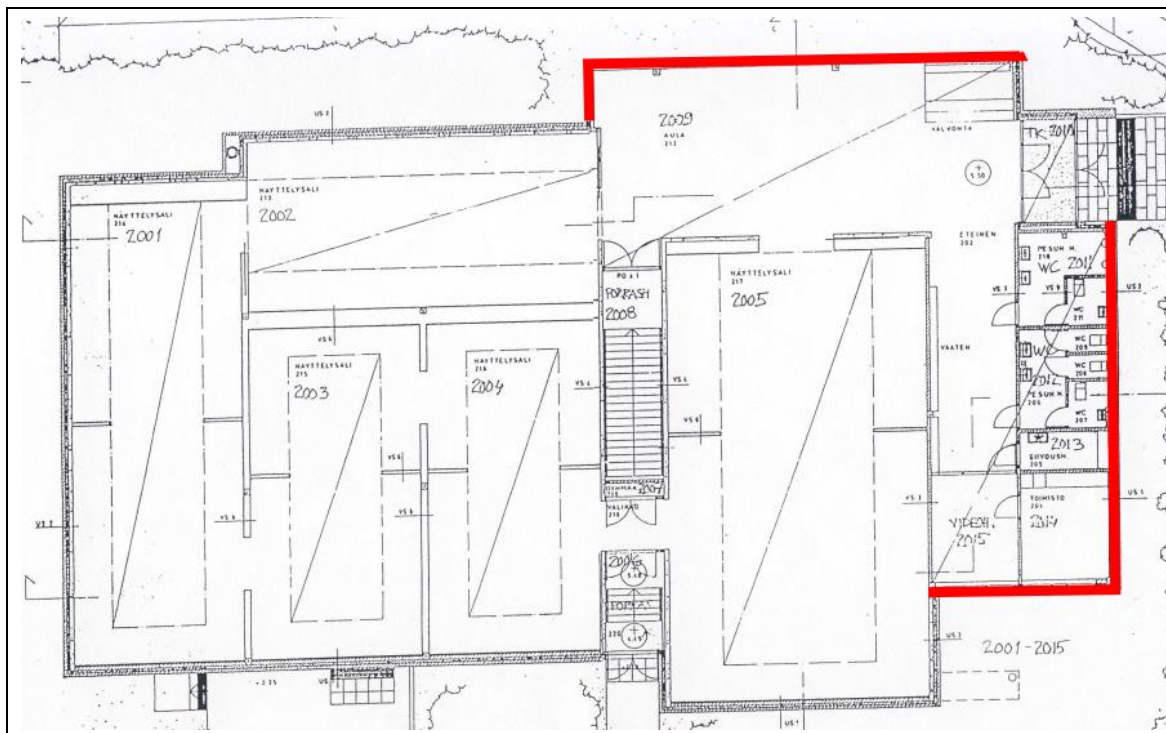
- Pintakosteustarkastelu
- Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset
- Mikrobitutkimus rakenteista ja sisäilmasta
- Kuitulähteiden tarkastelu
- VOC-näytteenotto
- Merkkiainekokeet
- Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

### 4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet

- Pintakosteusilmamaisimet: Gann Hydrotest LG2 -mittari ja LB70 -pinta-anturi.
- Merkkiainekokeet: Typpi-vetyseos ( $H_2 + N_2$ ) ja Kimo DF110 -kaasunilmaisim.
- Paine-eron ja sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus: Tinytag-dataloggeri, Produal PEL-DK pressure transmitter sekä monitoimimittauslaite, Rotronic CP11
- Videoendoskooppi: Ridgid MicroExplorer
- Porauskalusto, Milwaukee, Hilti

## 5. ULKOSEINÄ- JA SOKKELIRAKENTEET

Ulkoseinä- ja sokkelirakenteita tutkittiin kuvassa 5.1 esitetyiltä osin. Tutkimuksessa tarkasteltiin maanpinnan yläpuolisia sokkelirakenteita.



Kuva 5.1 Tutkitut ulkoseinä- ja sokkelirakenteet on esitetty kuvassa punaisella

### 5.1 Rakenneosat

Alapohja	Maanvastainen betoni-laatta
Runko	Kantavat betoniseinät ja palkit
Välipohjat	Betoni-laatta, paikallaanvalettu
Ulkoseinä	Muurattu kalkkihiekkatiili
Yläpohja	Betonirakenteinen TT-laatasto

### 5.2 Rakennetyypit

Sokkelirakenteeseen SOK1 tehtiin yhteensä 6 rakenneavausta (RA.01 - RA.06). Tutkitulla alueella rakennetta SOK1 esiintyy aula- / vastaanottotilan suurten ikkunoiden alapuolisella osalla. Rakenne on rakenneavausten perusteella seuraava:

100 – 185 mm	ulkokuori (betoni)
90 – 140 mm	eriste (EPS-levy)
-	sisäkuori (betoni)

Sokkelirakenteeseen SOK2 tehtiin yhteensä 3 rakenneavausta (RA.09, RA.11, RA.13). Tutkitun alueen sokkelirakenteet ovat aula- ja vastaanottotilan ikkunoiden alapuolista osaa lukuun ottamatta tyyppiä SOK2. Rakenne on rakenneavausten perusteella seuraava:

110 mm	ulkokuori (betoni)
140 - 170 mm	eristevilla (tuuletusraosta ei varmuutta)
-	sisäkuori (betoni)



Ulkoseinärakenteeseen US1 tehtiin yhteensä 4 rakenneavausta (RA.07, RA.08, RA.10, RA.12). Tutkitun alueen kaikki tiiliverhoillut ulkoseinärakenteet ovat tyyppiä US1. Rakenne on rakenneavausten perusteella seuraava:

130 mm	ulkokuori (tiili)
0 – 10 mm	tuuletusrako
140 – 170 mm	eristevilla
-	sisäkuori (tiili)

### 5.3 Rakenteista tehdyt havainnot

Rakennuksen sokkelirakenne on maalattu betoniulkokuori sekä siinä kiinni oleva lämmöneriste, rakenteen sisäkuori on tutkituilta osin betonirakenteinen. Sokkelirakenteen korkeus vaihtelee ympäri rakennusta. Sokkelirakenteen yläpuolinen julkisivurakenne on puhtaaksi muurattu kalkkihiekkatiili. Tiiliverhouksen alimman tiilikerroksen joka kolmas pystysauma on jätetty auki tuuletusraoksi. Rakennuksen julkisivut ovat räystäättömiä.

Toisen kerroksen tutkitulla osalla seinärakenteissa todettiin paikoitellen halkeamia tiilijulkisivuissa. Sokkelirakenteen maalipinnoite on pahoin vaurioitunut koko kiinteistön osalta. Sokkelirakenteessa havaittiin paikallisia pintavaurioita ja näiltä osin on teräksiä näkyvillä. Sokkelirakennetta on paikkakorjattu aikojen saatossa.

Tiilirakenteisen julkisivun alareunassa on jätetty tiilisaumoja auki julkisivun tuulettumista varten. Kaikki tarkastellut välit olivat käytännössä tukossa hyönteisten koteloiden sekä muiden epäpuhtauksien vuoksi. Studio-tilan ikkunoiden karmipuut ovat lahoja ja silminnähten mikrobivaurioituneita ikkunoiden alapuolelta ja niiden välissä.

Ulkoseinä- ja sokkelirakenteita tarkasteltiin sokkeliin ja tiilimuuraukseen ulkopuolelta toteutetuilla rakenneavauksilla. Rakenneavaukset tehtiin poraamalla ( $\varnothing 16-22\text{mm}$ ) sekä avaamalla panelointeja ja pellityksiä. Porauskohdista rakenteita tarkasteltiin videoendoskoopilla mahdollisuuksien mukaan.

Julkisivurakenteisiin tehdyissä rakenneavauksissa ei havaittu tuuletusrakoa lämmöneristerakenteen ja ulkokuoren välissä tai tuuletusrako oli erittäin kapea ( $<10\text{mm}$ ) ja ainakin osittain tukossa laastipurseiden vuoksi. Rakenneavausten kautta havaittiin mikrobivaurioon viittaavaa hajua, erityisesti rakennuksen itäseinustalla. Rakenneavauksessa RA.07 havaittiin, muista rakenteeseen US1 tehdyistä rakenneavauksista poiketen, olevan eristeenä myös uravillaa.

Studio-tilan ikkunoiden välissä olevan paneeliverhouksen takana ei havaittu tuuletustilaa. Ikkunoiden välillä olevassa seinärakenteessa todettiin olevan huomattava määrä hyönteisten toukkien koteloita. Näistä muodostui mattomaisia alueita ko. rakenteeseen. Ikkunapeltien kallistus on tarkasteltujen ikkunoiden osalla loiva. Kuvissa 5.2 – 5.11 on esitetty havainnot ulkoseinärakenteista.



5.2 Yleiskuva tutkimusalueen pohjoisseinustasta.



5.3 Yleiskuva studio-tilan seinustasta.



5.4 Yleiskuva tutkimusalueen itäseinustasta.



5.5 Yleiskuva tutkimusalueen eteläseinustasta



5.6 Sokkelirakennetta on paikkakorjattu aikojen saatossa



5.7 Sokkelirakenteessa paikoitellen raudoitukset näkyvillä.





5.8 Tiilisaumojen tuuletusraot ovat paikoitellen tukossa toukkakoteloiden vuoksi. Ulkoseinässä paikoittain halkeamia.

5.9 Aulatilän ikkunoiden listoissa puutteita ja vaurioita.



5.10 Ikkunapeltien kallistus on loiva

5.11 Studio-tilän ikkunanpuitteissa on runsaasti hyönteisten toukkakoteloita

#### 5.4 Rakenteiden ja materiaalien mikrobitutkimukset

Ulkoseinä- ja sokkelirakenteesta otettiin yhteensä 10 materiaalinäytettä (Taulukko 5.1) mikrobitutkimuksia varten. Otettujen näytteiden sijainnit on esitetty tutkimuskartassa (Liite 2, sivu 1). Laboratorianalyysien vastaukset ovat raportin liitteenä (Liite 6, sivut 1-5).

**Taulukko 5.1 Rakenteiden ja mikrobitutkimusten tulosten yhteenveto**

Tunnus	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MAT.02	RA.02, sokkeli	EPS	ei mikrobikasvua materiaalissa
MAT.03	Aulatila, ikkunan puite	min. villa	selvä mikrobikasvu materiaalissa
MAT.05	RA.07, ulkoseinä	min. villa	ei mikrobikasvua materiaalissa
MAT.06	RA.08, ulkoseinä	min. villa	selvä mikrobikasvu materiaalissa
MAT.07	RA.09, sokkeli	min. villa	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
MAT.08	RA.10, ulkoseinä	min. villa	ei mikrobikasvua materiaalissa
MAT.09	RA.11, sokkeli	min. villa	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
MAT.10	RA.12, ulkoseinä	min. villa	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Tunnus	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MAT.11	RA.13, sokkeli	min. villa	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
MAT.12	Video- / kahviotila, ikkunanpuite	min. villa	ei mikrobikasvua materiaalissa

Materiaalinäytteessä MAT.02 havaittiin vähäisesti bakteereja, tulos ei viittaa vaurioon.

Materiaalinäytteessä MAT.03 havaittiin kahta kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *Acremonium*, *Sphaeropsidales* ja normaalia ulkoilman mikrobia; *Penicillium*, runsaana kasvuna. Näytteen materiaali on selvästi mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.05 havaittiin normaaleja ulkoilman mikrobeja vähäisesti. Näytteen materiaali ei ole mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.06 havaittiin normaaleja ulkoilman mikrobeja ja lisäksi viittä kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *A. Restricti*, *Geomyces*, *Acremonium*, *Paecilomyces* ja *Streptomyces*. Näytteen materiaali on selvästi mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.07 havaittiin normaalia ulkoilman mikrobia ja lisäksi kahta kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *A. Restricti* ja *Streptomyces*. Näytteen materiaali on mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.08 havaittiin normaalia ulkoilman mikrobia vähäisesti ja yksi kosteusvaurioindikaattorilajisto; *Streptomyces*, yksittäisenä pesäkkeenä. Näytteen materiaali ei ole mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.09 havaittiin normaalin ulkoilman mikrobilajiston lisäksi kolmea kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *A. versicolor*, *Acremonium*, ja *Streptomyces*. Näytteen materiaali on selvästi mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.10 havaittiin normaalien ulkoilman mikrobilajistojen lisäksi kolmea kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *A. versicolor*, *A. Restricti* ja *Acremonium*. Näytteen materiaali on selvästi mikrobivaurioitunutta.

Materiaalinäytteessä MAT.11 havaittiin normaalin ulkoilman mikrobilajiston lisäksi yhtä kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *A. versicolor*. Näytteen materiaalianalyysitulokset viittaa mikrobivaurioon.

Materiaalinäytteessä MAT.12 havaittiin normaalin ulkoilman mikrobilajiston lisäksi yhtä kosteusvaurioindikaattorilajistoa; *Ulocladium*. Näytteen materiaalianalyysitulokset ei viittaa mikrobivaurioon, mutta materiaali on pilaantunutta siinä olevien toukkakoteloiden vuoksi.

## 5.5 Tiiveystarkastelut, merkkiainekokeet

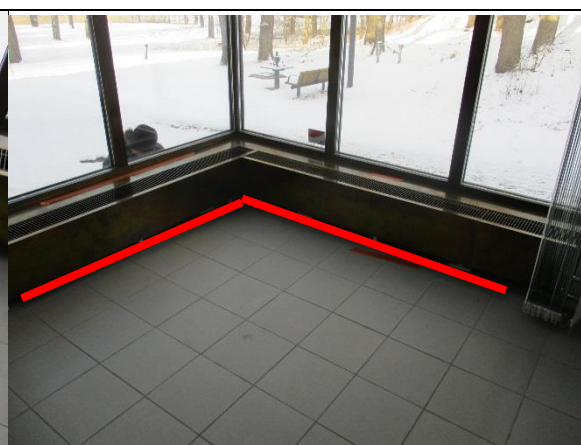
Tiiveystarkastelua tehtiin toisen kerroksen vastaanottotilan ja video- / taukotilan seinä- ja sokkelirakenteen osalle. Merkkiainekokeiden suoritusalueet on merkitty liitteenä olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1). Epätiiveyskohdat on merkitty liitteenä olevaan havaintokarttaan (Liite 2, sivu 2).

Kaasu syötettiin sokkeli- ja ulkoseinärakenteen eristetilaan ulkopuolelta poratusta (Ø16-22mm) reiästä. Kaikissa tarkastelluissa kohdissa ilmavuotoreittejä oli runsaasti sisäilmaan. Eniten vuotoja esiintyi ikkuna- ja seinärakenteiden liittymissä. Ilmavuotoreittejä havaittiin sekä ulkoseinän että sokkelin tiiveystarkasteluissa.

Tiloja ei alipaineistettu tutkimuksen aikana, tarkastelu tehtiin ilmanvaihdon ollessa toiminnassa. Tutkimushetkellä paine-ero ulkoseinärakenteen yli oli +2...+9 Pa, sisätilojen ollessa ylipaineisia. Kuvissa 5.12 – 5.16 on esitetty tiiveystarkastelussa tehtyjä havaintoja. Havaitut ilmavuotokohdat on merkitty kuviin punaisella.



5.12 Ilmavuotokohtia vastaanottotilan kulmauksen ikkuna- ja seinärakenteiden liittymässä



5.13 Ilmavuotokohtia vastaanottotilan kulmauksen lattia- ja seinärakenteiden liittymässä



5.14 Ilmavuotokohtia studio-tilan lattia- sekä kotelorakenteissa.



5.15 Ilmavuotokohtia studio-tilan lattia-, seinä ja ikkunarakenteiden liittymissä



5.16 Ilmavuotokohtia aulatilan ulkoseinä- ja lattia-rakenteen liittymässä



## 5.6 Johtopäätökset

Ulkoseinä- ja sokkelirakenteet eroavat hieman toisistaan jokaisen rakenneavauksen kohdalla. Rakennus on räystäätön ja viistosade rasittaa julkisivua. Ulkoseinä- ja ikkunarakenteissa olevat vauriot ja puutteet sekä muuratun tiilijulkisivun vettä läpäisevät saumat mahdollistavat kosteuden pääsyn ulkoseinä- ja sokkelirakenteen eristetilaan ja sitä kautta myös sokkelirakenteen eristetilaan. Ulkoseinän kosteusteknisen toimivuuden kannalta on oleellista, että tuuletusrako on avoin mahdollistaen kosteuden tuulettumisen ja veden johtumisen pois rakenteesta.

Sokkelirakenteessa havaitut halkeamat edesauttavat karbonatisoitumisen etenemistä betonissa ja lisäävät raudoitteiden korroosiota. Osa raudoituksista on todennäköisesti jäänyt jo rakennusvaiheessa liian lähelle betonirakenteen pintaa. Raudoitteiden korrosio lisää betonin vaurioitumista ja aiheuttaa esteettistä haittaa. Tästä syystä sokkelien maalipinnat tulisi pitää kunnossa, jotta kosteusrasitus on mahdollisimman vähäistä.

Otettujen materiaalinäytteiden ja niistä saatujen tulosten perusteella sokkeli- ja ulkoseinä- rakenteiden mineraalivillaeristeet ovat useilta kohdilta mikrobivaurioituneet. Todetut vauriot voivat vaikuttaa heikentävästi sisäilman laatuun, mikäli niiden osasia tai aineenvaihduntatuotteita pääsee ilmavuotoreittejä pitkin sisäilmaan. Merkkiainekokeissa havaittujen ilmavuotoreittien perusteella suositellaan kiireellisenä toimenpiteenä kiinteistön 2. kerroksen lievä ylipaineistamista suhteessa ulkoilmaan ja kellarikerrokseen, jolloin ehkäistään ulkoseinä- rakenteissa olevien ja kellarikerroksessa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien pääseminen 2. kerroksen sisäilmaan.

Todettujen vaurioiden perusteella voidaan rakenteille suositella sisäpuolista tiivistyskorjausta siirtävänä toimenpiteenä ennen raskaampaa peruskorjausta. Tiivistyskorjaus edellyttää suunnittelua, valvontaa ja laadunvarmistusta.

Raskaampana toimenpiteenä suositellaan suorittamaan ulkokuoren tiilimuurauksen ja lämmöneristeiden purku ja uusiminen tuulettavana rakenteena. Ulkoseinä- rakenteiden peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa uusien sokkelirakenteiden ulkokuori ja lämmöneriste. Sokkelirakenteiden saneerauslaajuus on työtekniisesti ja taloudellisesti järkevintä mitoittaa samalle laajuudelle tiilimuuratuille ulkoseinä- rakenteille tehtävien toimenpiteiden kanssa.

Rakennuksen toisen kerroksen studio- sekä aulatilän ikkunarakenteiden eristeet on suositeltavaa uusien kokonaisuudessaan. Aulatilän pohjoisseinustan ikkunarakenne on suositeltavaa korjata purkamalla sokkelirakenteen yläpuolinen ikkunarakenne kokonaisuudessaan. Samassa yhteydessä suositellaan purkamaan sisäpuolen metalliset kotelarakenteet, jolloin saadaan määritettyä tarvittavat korjaustoimenpiteet koteloiden peittämille alueille.

## 5.7 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Ilmoitetut korjaustyöt edellyttävät suunnittelua. Suunnitteluvaiheessa voidaan myös tarkastella muita korjausvaihtoehtoja.

### 5.7.1 Kiireelliset korjaustarpeet

- kiinteistön 2. kerroksen sisätilojen lievä ylipaineistaminen suhteessa ulkoilmaan ja kellarikerrokseen.

### 5.7.2 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet

- kiinteistön kattava asbesti- ja haitta-ainetutkimus ennen korjaustöiden aloittamista.

- 5.7.3 Korjausvaihto A, siirtävä korjaus
- ulkoseinärakenteiden sisäpuolinen tiivistyskorjaus
    - o samassa yhteydessä puretaan aulatilán sisäpuolen metalliset kotelarakenteet korjaustoimenpiteiden määrittelemiseksi
- 5.7.4 Korjausvaihtoehto B, peruskorjaus
- tiilimuurauksen ja lämmöneristeiden purku ja uusiminen tuulettavana rakenteena
- 5.7.5 Muiden hankkeiden yhteydessä huomioitavat asiat
- ulkoseinärakenteiden korjaustoimenpiteiden ja -laajuuden valitseminen ohjaa myös sokkeli- ja ikkunarakenteiden saneerauksien toteuttamista, sillä työteknisesti edullisinta on toteuttaa kaikkien rakenteiden raskaammat toimenpiteet samanaikaisesti
    - o saneeraustoimenpiteiden yhteydessä otetaan huomioon myös vuoden 2010 tutkimuksessa esitetyt korjaustoimenpiteet (kts. kohta 11).

## 6. SISÄILMAN MIKROBITARKASTELU

Sisäilmassa esiintyvien mikrobien laatua ja määrää tutkittiin Andersen 6-vaiheimpaktorilla otetuilla mikrobinäytteillä. Näytteitä otettiin yhteensä 4 kappaletta (Taulukko 6.1). Näytteenottoaikat on merkitty liitteeseen olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1). Laboratorioanalyysien vastaukset ovat raportin liitteeseen (Liite 8, sivut 1-4).

**Taulukko 6.1 Sisäilman mikrobitalkastelun yhteenveto**

Näyte:	Tulosityhteenveto:	Johtopäätös:
1, Näyttelytila	Home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
2, Aulatala	Homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
3, Aulatilán vastapäinen näyttelytila	Homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
4, Studio	Pienet bakteeri- ja homepitoisuudet	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa

Näytteessä 1 ei todettu mikrobeja. Näytteissä 2, 3 ja 4 todettiin vähäisesti bakteereja. Näytteessä 4 todettiin lisäksi ulkoilman normaaleja mikrobeja.

### 6.1 Johtopäätökset

Yksikään otetuista näytteistä ei viittaa mikrobivaurioon. Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon, että mittaus oli hetkellinen ja tutkimushetkellä sisätilat olivat ylipaineisia suhteessa ulkoilmaan.

### 6.2 Toimenpide-ehdotukset

Tarkasteltujen tilojen osalta ei tarvetta jatkotoimenpiteille

## 7. SISÄILMAN VOC-TARKASTELU

Sisäilmassa esiintyviä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) tutkittiin ilmanäytteiden avulla. Näytteitä otettiin yhteensä 2 kappaletta (Taulukko 7.1). Tilat, joista näytteet otettiin on merkitty liitteenä olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1). Laboratorioanalyysien vastaukset ovat raportin liitteenä (Liite 7, sivut 1-3).

**Taulukko 7.1 VOC-tulosten yhteenveto**

Tunnus	Tila	TVOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Näyttelytila 2002 vastaanotosta rantaan päin	< 10
2	Näyttelytila 2005 vastaanoton vastapäätä	< 10

### 7.1 Johtopäätökset

Kummankin näytteen TVOC oli matala eikä näytteissä esiintynyt poikkeavia yhdisteitä tai pitoisuuksia. Näytteessä 2 esiintyi erittäin vähäisesti puhdistus- ja desinfiointiaineisiin liittyviä yhdisteitä.

### 7.2 Toimenpide-ehdotukset

Tarkasteltujen tilojen osalta ei tarvetta jatkotoimenpiteille.

## 8. KUITULÄHTEIDEN TARKASTELU

Ilmanvaihtojärjestelmästä otettiin kolme kappaletta (Taulukko 8.1) kuitunäytteitä geeliteippi-menetelmällä. Näytteet otettiin tuloilmakanavien sisäpinnoilta. Näyttein haluttiin tarkastella sitä, esiintyykö ilmanvaihdossa edelleen mineraalivillakuituja, jota aikaisemmissa tutkimuksissa oli todettu. Näytteenottoaika on merkitty raportin liitteenä olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1). Laboratorioanalyysien vastaukset ovat raportin liitteenä (Liite 9, sivut 1-2).

**Taulukko 8.1 Kuitunäytteiden tulosten yhteenveto**

Tunnus	Tila	kuitua / $\text{cm}^2$
1	Aula näyttelytilan puoli	0,6
2	Aula pääovien puoli	0,9
3	Studio-tila	6,6

Työterveyslaitoksen tutkimusaineistossa sisäilmasto-ongelmarakennuksissa tuloilmakanavista mitattujen teollisten mineraalikulitujen mediaanipitoisuudet ovat olleet 9,6 kuitua/ $\text{cm}^2$  ja aritmeettinen keskiarvo 28,1 kuitua/ $\text{cm}^2$ . (Salonen ym. 2011).

Tuloilmakanavat olivat visuaalisesti tarkasteltuina puhtaita, merkittäviä pölykertymiä ei tarkasteltujen kanavien osalla havaittu. Studio-tilan tuloilmapääte-elin oli tarkastelluista päättelemistä likaisin.

Tuloilmakanavien sisäpinnoilta otetuissa näytteissä esiintyy vähäisesti kuituja (Näytteet 1 ja 2) Studio-tilan näytteessä (Näyte 3) kuituja esiintyy kahta muuta näytettä enemmän.

Aikaisemmista tutkimuksista tehdyssä yhteenvedossa (HKR-rakennuttaja 2010) todetaan ilmanvaihtokonehuoneessa olevat vauriot seinien osalla. Ilmanvaihtokonehuoneessa on edelleen mineraalivillaeristeet seinien sisäpinnoissa.

## 8.1 Toimenpide-ehdotukset

- Vuoden 2010 kosteus- ja mikrobitutkimusraportissa esitettyjen toimenpiteiden toteuttaminen mikäli niitä ei vielä ole toteutettu (kts. kohta 11).

## 9. RAKENTEIDEN JA MATERIAALIEN HAITTA-AINEET

Asbesti- ja PAH-määryksiä tehtiin yksi kappale kumpaakin. Aulatilassa ikkunoiden alapuolella sijaitsevilla lämmityspatterikoteloinneissa (kuva 9.1) todettiin olevan näkyvillä mustaa, mahdollisesti pikisivelyyn viittaavaa pinnoitetta (kuva 9.2), josta otettiin materiaalinäyte PAH- ja asbestimäärittystä varten.



9.1 Yleiskuva lämmityspatterikoteloinnista



9.2 Koteloinnin alla mustaa pinnoitetta

Materiaalinäytteessä ei havaittu asbestia eikä raja-arvoja ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä. Laboratorioanalyysien vastaukset ovat raportin liitteenä (Liite 4, sivut 1-2).

### 9.1.1 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet

- Kiinteistön kattava asbesti- ja haitta-ainetutkimus ennen korjaustöiden aloittamista.

## 10. SISÄILMASTO-OLOSUHTEIDEN MITTAUKSET

### 10.1 Sisäilman laadun seurantamittaus

Sisäilmasto-olosuhteiden mittaus käsitti taulukkoon 10.1 merkittyjen tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden (CO<sub>2</sub> / °C / RH). Mittaus toteutettiin seitsemän vuorokauden seurantamittauksena. Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittauksesta saadut tulokset ja mittauspaikat ovat merkitty liitteenä olevaan mittauspöytäkirjaan (Liite 3, sivu 1). Mittauspisteet ovat merkitty myös liitteenä olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1).

#### Taulukko 10.1

Mittauspisteiden sijainti ja mittausjakso (huonetila, rakenne, aikaväli)	
1.	SS.01: Valvonta- / aulatila, sisäilmasto, 22.12.2015 klo 12.01 - 5.1.2016 klo 09.01
2.	SS.02: Näyttelysali 2005, sisäilmasto, 22.12.2015 klo 12.08 - 5.1.2016 klo 09.13

### 10.1.1 Valvonta- ja aulatila

Tutkitun tilan sisäilman lämpötila vaihteli 20,5 °C ja 22,4 °C välillä, keskiarvon ollessa 21,2 °C. Tilasta mitattu ilman suhteellinen kosteus pysyi suurimmaksi osaksi tavoitearvojen puitteissa. Suhteellisen ilmankosteuden alin arvo oli 5,6 %, keskiarvon ollessa 17,8 %.

Valvonta- ja aulatilan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 432 ppm. Hiilidioksidipitoisuudessa esiintyi yksittäisiä piikkejä, jotka johtuivat todennäköisesti mittalaitteen läheisyydessä tapahtuneesta työskentelystä.

### 10.1.2 Näyttelysali 2005

Huonetilan sisäilman lämpötila vaihteli 20,6 °C ja 22,6 °C välillä, keskiarvon ollessa 21,3 °C. Tilasta mitattu ilman suhteellinen kosteus pysyi suurimmaksi osaksi tavoitearvojen puitteissa. Suhteellisen ilmankosteuden alin arvo oli 5,1 %, keskiarvon ollessa 17,5 %.

Näyttelytilan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 414 ppm. Hiilidioksidipitoisuudessa esiintyi yksittäisiä piikkejä, jotka johtuivat todennäköisesti mittalaitteen läheisyydessä tapahtuneesta työskentelystä.

### 10.1.3 Johtopäätökset

Sisäilmaston olosuhdemittaustulokset ovat tavanomaisia lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuksien suhteen. Huomioitavaa tuloksissa on, että tiloissa ei ollut käyttäjiä tutkimusten aikana. Näin ollen tulokset eivät välttämättä vastaa täysin käytönaikeista tilannetta.

Asumuksen ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 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. Sisäilman matala suhteellinen kosteuspitoisuus tutkimushetkellä johtui todennäköisesti ulkoilman alhaisesta lämpötilasta ja ilmankosteudesta.

Tutkittujen tilojen sisäilmasto- olosuhteet säilyivät yli 95 % ajasta hyvänä. On kuitenkin huomioitava, että tiloissa ei saatujen tietojen mukaan ollut käyttäjiä tutkimuksen aikana eikä ilmanvaihdon mitoituksesta tai sisäilmasto-olosuhteista käyttötilanteessa saatu tietoa.

## 10.2 Paine-eromittaus

Paine-erojen tarkastelu käsitti taulukkoon 10.2 merkittyjen tilojen paine-erojen mittaukset. Mittaus toteutettiin neljän toista vuorokauden seurantamittauksena. Tuloksia luettaessa (-) merkki tarkoittaa tutkittavan tilan olevan alipaineinen ja (+) merkki ylipaineinen suhteessa verrattavaan tilaan, esimerkiksi ulkoilmaan. Paine-ero-mittauksista saadut tulokset ja mitauspaikat ovat merkitty liitteenä olevaan mittauspöytäkirjaan (Liite 3, sivut 1-3). Mittauspisteet ovat merkitty myös liitteenä olevaan tutkimuskarttaan (Liite 2, sivu 1).

**Taulukko 10.2**

Tunnus	Tila	Mittaus 22.12.2015-5.1.2016	Pa
PE. 01	Studio	Ulkoseinärakenteen ylitse	-11,6...+19
PE. 02	Aula	Aulatilan ja kellariin johtavan portaikon välillä	0,0...+0,2

### 10.2.1 Studio

Tutkimuksessa mitattiin paine-eroa ulkoseinärakenteen yli. Tutkittu tila oli 92,5% tutkimusajasta lievästi ylipaineinen (KA 1,5 Pa) ja 7,5% ajasta lievästi alipaineinen (KA -1,6 Pa). Yksittäiset mittaustulokset vaihtelivat -11,6 Pa:n ja 19 Pa:n välillä.



Paine-eromittauksissa havaittiin normaalia suurempia vaihteluita huonetilan paine-eroissa suhteessa ulkoilmaan ainoastaan yksittäisinä ajankohtina. Paine-erojen vaihtelu johtui todennäköisesti ulkona vallitsevista tuuliolosuhteista.

#### 10.2.2 Porrashuone – Aula, väliovi

Tutkimuksessa mitattiin ylä- ja alakerran välistä paine-eroa. Paine-eromittalaitteisto oli sijoitettu niin, että yläkerran tulkitaan olevan sisätila ja alakerran ulkotila. Mittaustuloksissa ei ollut juurikaan vaihtelua mittausjakson aikana.

#### 10.2.3 Johtopäätökset

Huomioitavaa tuloksissa on, että tiloissa ei ollut käyttäjiä tutkimusten aikana. Näin ollen tulokset ei tältä osin vastaa käytönaikaista tilannetta. Ilmanvaihto oli tutkimusten aikana normaalisti käynnissä.

Huonetilojen ulkoseinärakenteen yli vaikuttava alipaine voi mahdollistaa rakenteissa olevien epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan rakenteiden mahdollisten epätiivetyshaittien kautta.

Huonetilan ulkoseinärakenteiden yli vaikuttava ylipaine puolestaan lisää konvektion seurauksena rakenteisiin kulkeutuvan kosteuden määrää, edistäen rakenteissa olevien mikrobi- ja homevaurioiden syntyä. Huonetilan ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden yli vaikuttava ylipaine kuitenkin estää rakenteisiin syntyvien haitallisten aineenvaihduntatuotteiden siirtymistä sisäilmaan.

Rakenteiden yli vallitseva paine-ero suositellaan pitämään koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdoilla varustetussa rakennuksessa tasapainossa välillä -2 Pa – 0 Pa.

### 10.3 Toimenpide-ehdotus

#### 10.3.1 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet

- ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen mittaus ja säätö tulevan käyttötarpeen mukaiseksi

### 11. MUUT HUOMIOT

Toisen kerroksen tilojen käyttöönotossa tulee huomioida vuoden 2010 kosteus- ja mikrobi-tutkimusraportissa todetut vauriot ja puutteet sekä toimenpide-ehdotukset:

- kanavien sisäiset villalähteet tulee joko poistaa tai pinnoittaa, nuohota IV-kanavat sekä suorittaa pölysiivoustyöt sisääntuloaulassa
- ilmanvaihtokonehuoneen seinien sisäpinnoissa olevien mineraalivillaeristeiden poistaminen
- ilmanvaihtokonehuoneen seinien kosteusvaurioiden korjaaminen

Mikäli ilmanvaihtokoneessa ja -kanavistossa on ohivirtausta, kellarikerroksen epäpuhtaudet voivat kulkeutua ilmanvaihdon kautta toisen kerroksen tiloihin.

Vuoden 2010 tutkimuksessa on korjaustoimenpiteiksi ehdotettu rakennuksen sokkelin ulkopuolista vedeneristämistä ja salaojien rakentamista, mikäli kuin nämä todetaan puutteelliseksi. Mikäli edellä mainitut toimenpiteet ovat suorittamatta, suositellaan korjaukset tekemään ulkoseinärakenteiden saneerauksen yhteydessä.

## 12. YHTEENVETO

### 12.1 Havainnot ja johtopäätökset

- Aistinvaraisesti tarkastelluissa näyttelytiloissa ei havaittu viitteitä vaurioista.
- Sisäilman laadullisessa tarkastelussa mikrobien, VOC-yhdisteiden tai kuitujen osalta ei todettu sisäilmaa heikentäviä vaurioita tai pitoisuuksia.
- Rakenteellisissa tarkasteluissa todettiin mikrobivaurioita sokkeli- ja ulkoseinärakenteiden osalla.
- Sokkeli- ja ulkoseinärakenteesta on ilmavuotoreittejä sisäilmaan.
- Aulatilassa ikkunoiden alapuolella sijaitsevissa lämmityspatterikoteloinneissa näkyvillä olevasta mustasta pinnoitteesta otettiin materiaalinäyte PAH- ja asbestimäärittystä varten. Näytteessä ei havaittu asbestia eikä raja-arvoja ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.
- Julkisivurakenteisiin tehdyissä rakenneavauksissa ei havaittu tuuletusrakoa lämmöneristekerroksen ja ulkokuoren välissä tai tuuletusrako oli erittäin kapea (<10mm) ja ainakin osittain tukossa laastipurseiden vuoksi.
- Rakenneavausten kautta havaittiin mikrobivaurioon viittaavaa hajua, erityisesti rakennuksen itäseinustalla.
- Studio-tilan ikkunoiden välissä olevan paneeliverhouksen takana ei havaittu tuuletustilaa. Ikkunoiden välillä olevassa seinärakenteessa todettiin olevan huomattava määrä hyönteisten toukkien koteloida, joista muodostui mattomaisia alueita ko. rakenteeseen.

### 12.2 Koonti jatkotoimenpide-ehdotuksista

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Puutteiden korjaamiseksi voi olla myös muita mahdollisia ratkaisuja ja pääsääntöisesti käytettävät korjausmenetelmät päätetään korjaussuunnittelun yhteydessä.

#### Kiireelliset korjaustarpeet

- kiinteistön 2. kerroksen sisätilojen lievä ylipaineistaminen suhteessa ulkoilmaan ja kellarikerrokseen.

#### Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet

- kiinteistön kattava asbesti- ja haitta-ainetutkimus ennen saneeraustöiden toteuttamista
- ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen mittaus ja säätö tulevan käyttötarpeen mukaiseksi

#### Ulkoseinä- ja sokkelirakenteet

Korjausvaihtoehto A: siirtävä korjaus

- ulkoseinärakenteiden sisäpuolinen tiivistyskorjaus
  - o samassa yhteydessä puretaan aulatilán sisäpuolen metalliset kotelorakenteet korjaustoimenpiteiden määrittelemiseksi

Korjausvaihtoehto B: peruskorjaus

- tiilimuurauksen ja lämmöneristeiden purku ja uusiminen tuulettavana rakenteena

#### Muiden hankkeiden yhteydessä huomioitavat asiat

- Ulkoseinärakenteiden korjaustoimenpiteiden ja -laajuuden valitseminen ohjaa myös sokkeli- ja ikkunarakenteiden saneerauksien toteuttamista, sillä työteknisesti edullisinta on toteuttaa kaikkien rakenteiden raskaimmat toimenpiteet samanaikaisesti

- saneeraustoimenpiteiden yhteydessä otetaan huomioon myös vuoden 2010 tutkimuksessa esitetyt korjaustoimenpiteet, mikäli niitä ei vielä ole toteutettu:
  - o IV-kanavien sisäiset villalähteet tulee joko poistaa tai pinnoittaa, nuohota IV-kanavat sekä suorittaa pölysiivoustyöt sisääntuloaulassa
  - o ilmanvaihtokonehuoneen seinien sisäpinnoissa olevien mineraalivillaeristeiden poistaminen.
  - o rakennuksen sokkelin ulkopuolinen vedeneristäminen ja salaojien rakentaminen, sikäli kun nämä todetaan puutteellisiksi.
- Ilmanvaihdon toimivuuden varmistaminen liittyen kaikkiin korjauksiin.

### 13. LIITTEET

- Liite 1 Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset (6 sivua)
- Liite 2 Tutkimus- ja havaintokartat (2 sivua)
- Liite 3 Sisäilmaston seurantamittauspöytäkirja (3 sivua)
- Liite 4 Materiaalinäytteen PAH-analyysi, 8561 Tamminiemen taidemuseo PAH (1 sivu)
- Liite 5 Materiaalinäytteen asbestianalyysi, 8561 Tamminiemen taidemuseo ASB (1 sivu)
- Liite 6 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi, raportti RM2016-065 (5 sivua)
- Liite 7 VOC-näytteiden analyysitulokset, 326464VOC (3 sivua)
- Liite 8 Ilmanäytteiden mikrobianalyysi, raportti IA2016-092 (4 sivua)
- Liite 9 Mineraalivillakuituanalyysit, raportti MK2016-016 (2 sivua)

Espoossa 14.3.2016

Wise Group Finland Oy



Jenni Kotilainen, ins. AMK, RTA



Mika Tuukkanen, ins. AMK

Tarkastanut:



Jimmy Sobott, ins. YAMK

## TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

### 1. BETONITUTKIMUKSET

#### 1.1 Aistinvarainen tutkimus

Aistinvaraisella tarkastelulla selvitetään pitkälle edenneiden vaurioiden aiheuttajia, niiden merkitystä korjaustavan valintaan sekä vaurioiden laajuutta ja vaurioiden sijainteja (säännölliset vauriot määräytyissä rakennosissa tai rakenteiden liittymissä ja satunnaiset vauriot, joiden aiheuttajana ei ole systemaattinen virhe tai puute).

### 2. HAITTA-AINEET

#### 2.1 Asbesti

Asbesti on yleisnimi erälle luonnossa esiintyville silikaattimineraalikuuduille. Rakennusmateriaalissa asbestia on käytetty lisäämään materiaalin palonkestoa ja lujuutta, suojaamaan kosteushaitoilta ja kemialliselta rasitukselta, sekä parantamaan akustisia ominaisuuksia. Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. putkieristeissä, ruiskutettuna eristeenä, tasoiteissa, kiinnityslaasteissa, maaleissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, sauma-laasteissa, kaakeleissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä, palo-ovissa, proppausmassoissa, sekä vesikatto- ja julkisivumateriaaleissa.

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990 luvun rakennus sisältää asbestia jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitustuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

##### 2.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

**Krysotiili (valkoinen asbesti).** Käytetty asbestisementtituotteissa, kitkapinnoissa ja tiivisteissä.

**Krokidoliitti (sininen asbesti).** Krokidoliittia pidetään vaarallisimpana asbestityyppinä. Käytetty ruiskutuseristeenä, erityisesti paloneristeissä, ja kohteissa, joissa tarvittiin haponkestävyyttä. Käyttö kiellettiin 1976.

**Amosiitti (ruskea asbesti).** Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeenä ja lämmityskattiloiden eristeenä.

**Antofylliitti.** Louhittiin Suomessa vuoteen 1974 asti. Käytetty tuotteissa, joiden piti olla emäksen- tai haponkestäviä kuten asbestipahveissa, sementtimassoissa ja eristemassoissa.

**Tremoliitti ja aktinoliitti.** Kumpikaan ei ole puhtaana ollut kaupallinen asbestituote, mutta niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa.

##### 2.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

\* Asbestialtistumisvaara tarvikka purettaessa

Tarvikkeet ovat vaarattomia normaalikäytössä ja aiheuttavat vain purettaessa asbestialtistumisvaaran. Tuotteen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan. Vaatimukset suojautumisesta ja työmenetelmistä vaihtelevat työsuojelupiireittäin.

**\*\* Suuri asbestialtistumisvaara tarvikeita purettaessa**

Tarvikkeet ovat normaalikäytössä vaarattomia, mutta aiheuttavat purettaessa suuren asbestialtistumisvaaran. Kahden tähden tarvikkeiden purkua saavat tehdä ainoastaan työsuojeluviranomaisten valtuuttamat asbestipurkajat. Tarvikkeen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan.

**\*\*\* Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista rasitusta**

Tarvikkeet ovat vaarallisia myös käyttötilanteissa. Vaarallisuus perustuu tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa vapautuvan asbestipitoisen pölyn suureen määrään. Vaurioitunut kolmen tähden tarvike tulee heti eristää siten, ettei vauriokohdasta vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

**\*\*\*\* Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina**

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeen katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

**2.1.3 Asbestityön turvallisuus**

Valtioneuvoston asetuksen asbestityön turvallisuudesta (798/2015) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, johon voi sisältyä asbestipurkutyötä, on huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä sekä huolehdittava siitä, että asbestikartoituksen tulokset kirjataan asbestityön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (798/2015) 8 §:ssä tarkoitettuun asiakirjaan.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava *Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015)* ja *laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista (684/2015)* annettuja määräyksiä sekä käytettävä hyväksyttäviä asbestityömenetelmiä.

**2.2 PAH-yhdisteet**

PAH-yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Tyypillisimpiä PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja on mm. kivihiilipiki ja –terva, kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, moottoriöljyt, noki ja asfaltti. Rakenteissa esiintyy ennen yleisesti käytettyjä kivihiilitervaan perustuvia eristeitä, joissa on PAH-yhdisteitä sisältäviä bitumia tai kreosoottia. Lisäksi PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden yhteydessä ja niitä esiintyy monin paikoin ihmisen elinympäristössä, mm. savustetussa ruoassa.

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia ja ne luokitellaan karsinogeenihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdiste ei itsessään aiheuta syöpää, mutta kulkeutuessaan ihmisen elimistöön ne reagoivat mm. elimistön veden kanssa, jolloin syntyy PAH-yhdisteiden aineenvaihduntatuotteita, jotka voivat aiheuttaa syöpää (karsinogeeni) tai vaikuttaa perimään (mutageeni).

PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistön kautta voi imeytyä PAH-yhdisteitä, jos niitä kulkeutuu sinne, esim. tupakoinnin yhteydessä.

Materiaalin PAH-yhdistepitoisuus tutkitaan asiantuntevassa laboratoriossa ammattilaisten toimesta. Menetelmä on kaasukromatografinen, jossa käytetään massaselektiivistä detektoria.



EU-direktiivi 76/769/ETY edellyttää seuraavien yhdisteiden analysointia:

- Asenaftyleeni
- Antraseeni
- Bentso(a)antraseeni
- Bentso(b)fluoranteeni
- Bentso(k)fluoranteeni
- Bentso(ghi)peryleeni
- Bentso(a)pyreeni
- Dibentso(a,h)antraseeni
- Fenantreeni
- Fluoranteeni
- Fluoreeni
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni
- Kryseeni
- Naftaleeni
- Pyreeni

Tulosten tulkinnessa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden yhteispitoisuutta, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa erityisöimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. Materiaalinäytteissä PAH-yhdisteiden sallittu yhteispitoisuus on 200 mg/kg, ja ohjearvo on 20 mg/kg.

### 2.3 VOC-analyysi ilmanäytteestä

Näyte kertoo sisäilmassa olevaista haihtuvista orgaanisista yhdisteistä. Kyseisiä yhdisteitä voi emittoitua sisäilmaan esimerkiksi rakennusmateriaaleista. Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä tarkoitetaan sellaisia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on 50—260 Celsius-astetta.

Näyte kerätään näytteenottopumpulla näytteenottoputkeen ja näytteet analysoidaan laboratoriossa. Näyte on kerätty Tenax TA/Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen.

Analyysivastauksessa Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritetokantaa.

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

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen toimenpiderajan:

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m<sup>3</sup>. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>. Sen estämättä, mitä 2 momentissa säädetään, seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpiderajat ovat:

2,2,4 trimetyyli-1,3-pentaalidiolidi-isobuty-raatti (TXIB)	10 µg/m <sup>3</sup>
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10 µg/m <sup>3</sup>
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, 10 µg/m <sup>3</sup>
Styreeni	40 µg/m <sup>3</sup>

Sisäilman formaldehydipitoisuuden vuosikeskiarvo ei saa ylittää 50 µg/m<sup>3</sup> ja lyhyen ajan keskiarvopitoisuus 30 minuutin mittauksen aikana ei saa ylittää 100 µg/m<sup>3</sup>.

Sisäilman hetkellinen hiilimonoksidipitoisuus ei saa ylittää 7 mg/m<sup>3</sup>.

Sisäilmassa ei saa toistuvasti esiintyä aistinvaraisesti tunnistettavaa tupakansavua, joka on kulkeutunut asuntoon tai muuhun oleskelutilaan ulkoa tai muualta rakennuksesta. Sisäilman tupakansavu ei saa ylittää nikotiinipitoisuutena mitattuna 0,05 µg/m<sup>3</sup>.

## 2.4 Kuitulähteiden tarkastelu

Näytteet voidaan kerätä geeliteipille ilmanvaihtokanavien ja/tai –laitteiden pinnoilla olevasta pölystä tai laskeuma-alustalle kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä. Laboratoriossa näytteistä lasketaan valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm (mikrometriä) pituiset teolliset mineraalikuidut ja tarvittaessa tunnistetaan asbestikuidut.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua / cm<sup>2</sup>. Asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä. Sisäilman asbestikuitujen pitoisuus ei saa ylittää 0,01 kuitua / cm<sup>3</sup>.

Työterveyslaitoksen tutkimusaineistossa sisäilmasto-ongelmarakennuksissa tuloilmakanavista mitattujen teollisten mineraalikuitujen mediaanipitoisuudet ovat olleet 9,6 kuitua/cm<sup>2</sup> ja aritmeettinen keskiarvo 28,1 kuitua / cm<sup>2</sup>. (Salonen ym. 2011).

## 3. MIKROBIANALYYSIT

### 3.1 Materiaalinäytteestä

Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia kosteusvaurioita voidaan tutkia normaalien kosteusmittausten lisäksi mikrobitutkimuksella. Tiedetyt mikrobilajikkeet indikoivat rakenteen kosteusvaurioista, johtuen eri mikrobilajikkeiden vaatimista erilaisista kosteusolosuhteista sekä käytetyistä analysointimenetelmistä. Esimerkiksi aktinobakteerit (sädesienet) vaativat korkean vesiaktiivisuuden (RH > 90...95 %) rakenteessa pesäkkeen kehittymistä varten, mikä viittaa materiaalin kastumiseen ja vaurioitumiseen.

Huomioitavaa on, että mahdolliset mikrobivauriot rakenteissa saattavat vaikuttaa myös tilojen sisäilmaan heikentävästi, mikäli mikrobit, mikrobivaurion aiheuttamat emissiot tai mikrobien osaset pääsevät kulkeutumaan rakennuksen sisäilmaan.

Rakennuksen mikrobeja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä ja näytteenottotavoilla. Tämän kuntotutkimuksen yhteydessä tutkittiin eri rakenteiden mikrobiologista kuntoa, ottamalla rakenteista ja sisäilmasta materiaalinäytteitä.

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiillisten sienien

(homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

Suoraviljelymenetelmän tulos vastaa Asumisterveysoppaan (2009) laimennossarjanäytteiden tulostulkinnan ohjearvoja siten, että suoraviljelytuloksissa +++ merkintä vastaa homeiden ja hiivojen kokonaispitoisuuden osalta pitoisuutta yli 10 000 pmy/g, bakteerien kokonaispitoisuuden osalta pitoisuutta yli 100 000 pmy/g ja sädesienien osalta pitoisuutta yli 500 pmy/g. Merkinnät ++ tai + vastaavat pitoisuuksia alle edellä mainittujen laimennossarjamenetelmän ohjearvojen, jolloin tarkastelussa on huomioitu erityisesti myös mikrobilajisto.

### 3.2 Ilmanäytteestä

Ilmanäytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä käyttäen mallasuute- (M2) ja dikloranglyseroli-18 (DG18)-alustoja homeille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG) bakteereille. Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle.

Toimistotyyppisissä rakennuksissa, joissa ei ole todettu kosteusvaurioita, sisäilman sieniitiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m<sup>3</sup>. Bakteeripitoisuus yli 600 pmy/m<sup>3</sup> viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai epätavanomaiseen mikrobilähteeseen. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienien esiintyminen yli 5 pmy/m<sup>3</sup> pitoisuuksina toimistojen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa. (Salonen ym. 2007, TTL 2011). Kun näytteitä otetaan sulan maan aikana, on tulosten tarkastelussa huomioitava myös mahdollinen mikrobien kulkeutuminen ulkoilmasta sisätiloihin.

## 4. KOSTEUSTEKNISET TUTKIMUKSET

### 4.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmaisimella Gann Hydromete Compact B.

Gann Hydromete Compact B pintakosteudentunnistimen mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mittaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

Pintakosteudenilmaisimella tehtyjen havaintojen tarkastelussa ja tulosten arvioinnissa tulee huomioida, ettei kyseisellä menetelmällä kyetä mittaamaan rakenteen kosteuspitoisuutta vaan ainoastaan arvioimaan materiaalien kosteuspitoisuutta. Saatujen arviointituloksien luotettavuutta on tarkasteltava huomioiden mm. rakennetyyppi, pintamateriaali, vedeneristyskerroksen sijainti ja tyyppi sekä rakenteiden kuivana oloaika (aikaväli, jolloin ei ole suoritettu rakenteita kastelevaa käyttöä).

## 5. RAKENNETYYPPIEN TARKENNUKSET JA RAKENNEAVAUKSET

Suoritettujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kosteuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakennetarkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitelmien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

- rakenteiden ja rakennemittojen kirjaus sekä vertaus vanhoihin suunnitelmiin
- aistinvaraisesti havaittavien vaurioiden kirjaus
- avauskohdan valokuvaus
- analyysinäytteenotto ja kosteusmittaus, mikäli näin on määritetty

Rakenneavausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

## 6. MERKKIAINEKOKEET, TIIVEYSTARKASTELUT

Merkkianekokeilla on mahdollista selvittää rakenteiden ja liittymien epätiiveyttä ja ilmavuotoja. Riittävällä otannalla saadaan selville mitkä vuodoista tai epätiiveyksistä ovat systemaattisia ja mitkä satunnaisia. Lisäksi merkkianekokeella voidaan arvioida rakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasien siirtymistä sisäilmaan.

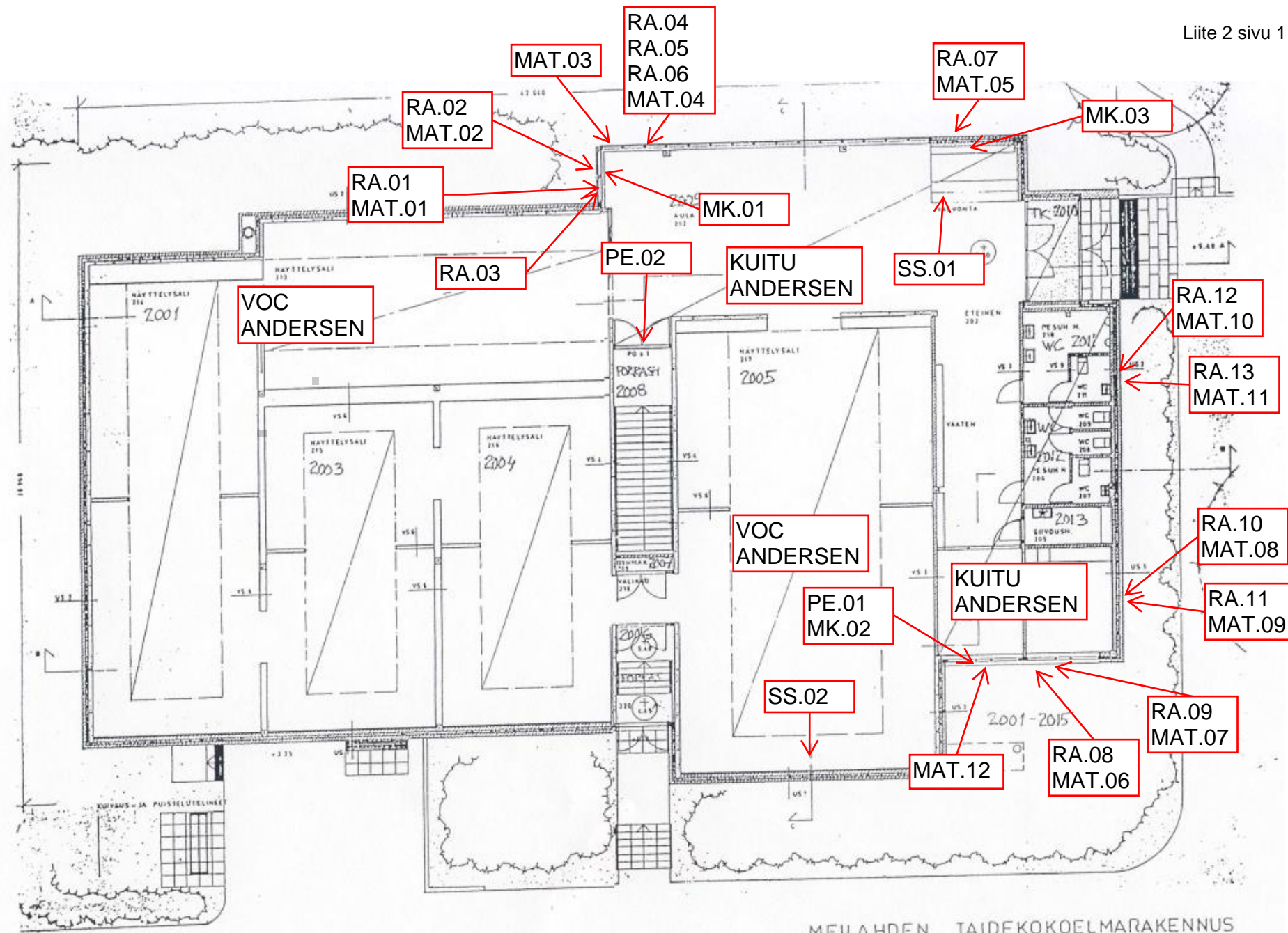
Merkkianekokeiden suorituksen osalta on huomioitava, että suuria huonetiloja ei välttämättä tarkasteta kauttaaltaan vaan merkkianekokeella pyritään ensisijaisesti tarkastamaan eri rakennetyypeissä esiintyvien liittymärakenteiden tiiveyttä.

## 7. SISÄILMASTO-OLOSUHTEIDEN SEURANTAMITTAUS

Asunnon ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olot. Fysikaalisiin oloihin kuuluvat muun muassa sisäilman lämpötila ja kosteus sekä ilmanvaihto (ilman laatu).

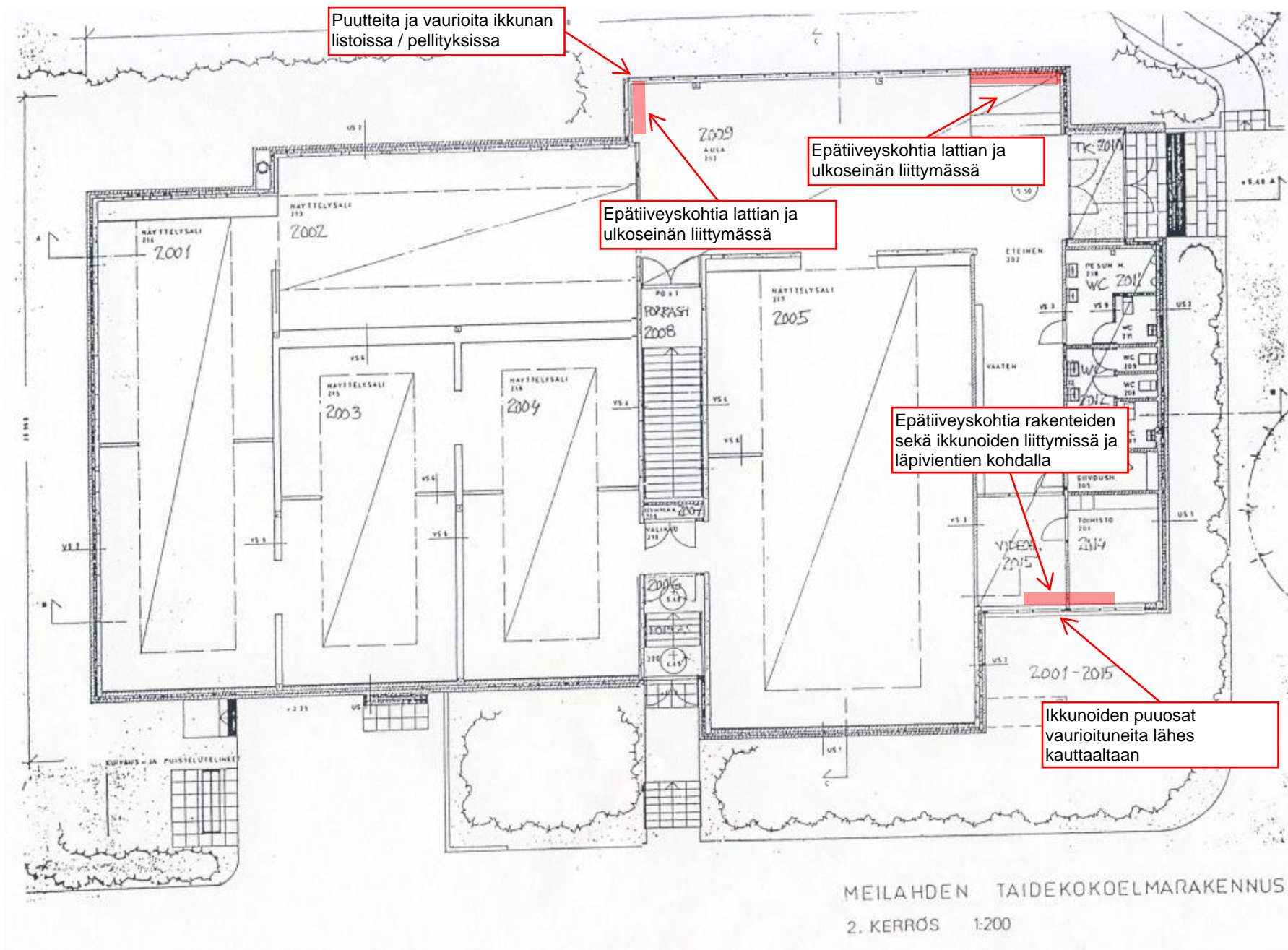
Mittaamalla eri tilojen paine-eroa suhteessa ulkoilmaan voidaan arvioida seinärakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasien siirtymistä sisäilmaan, jos rakenteessa on ilmavuotoreittejä. Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa. Yleisenä ohjeena pidetään, että normaalissa käyttötilanteessa rakenteiden paine-erot tulisi olla tasapainossa.

Mittaukset suoritettiin Rotronic CP11 -monitoimimittalaitteella ja Tinytag Paine-ero dataloggerilla ja siihen liitetyllä Pro dual PEL-DK pressure transmitter -mittalaitteella. Mittausväli oli 5 minuuttia ja mitattavat suureet ovat huoneilman lämpötila (°C), suhteellinen kosteus (RH%), hiilidioksidipitoisuus (ppm) ja paine-ero (Pa). Paine-eromittauksissa (+) -merkki (plusmerkki) on ylipaine (ilmavirta pois päin mitatusta huonetilasta), (-) -merkki (miinusmerkki) alipaine (ilmavirta mitattuun huonetilaan päin).



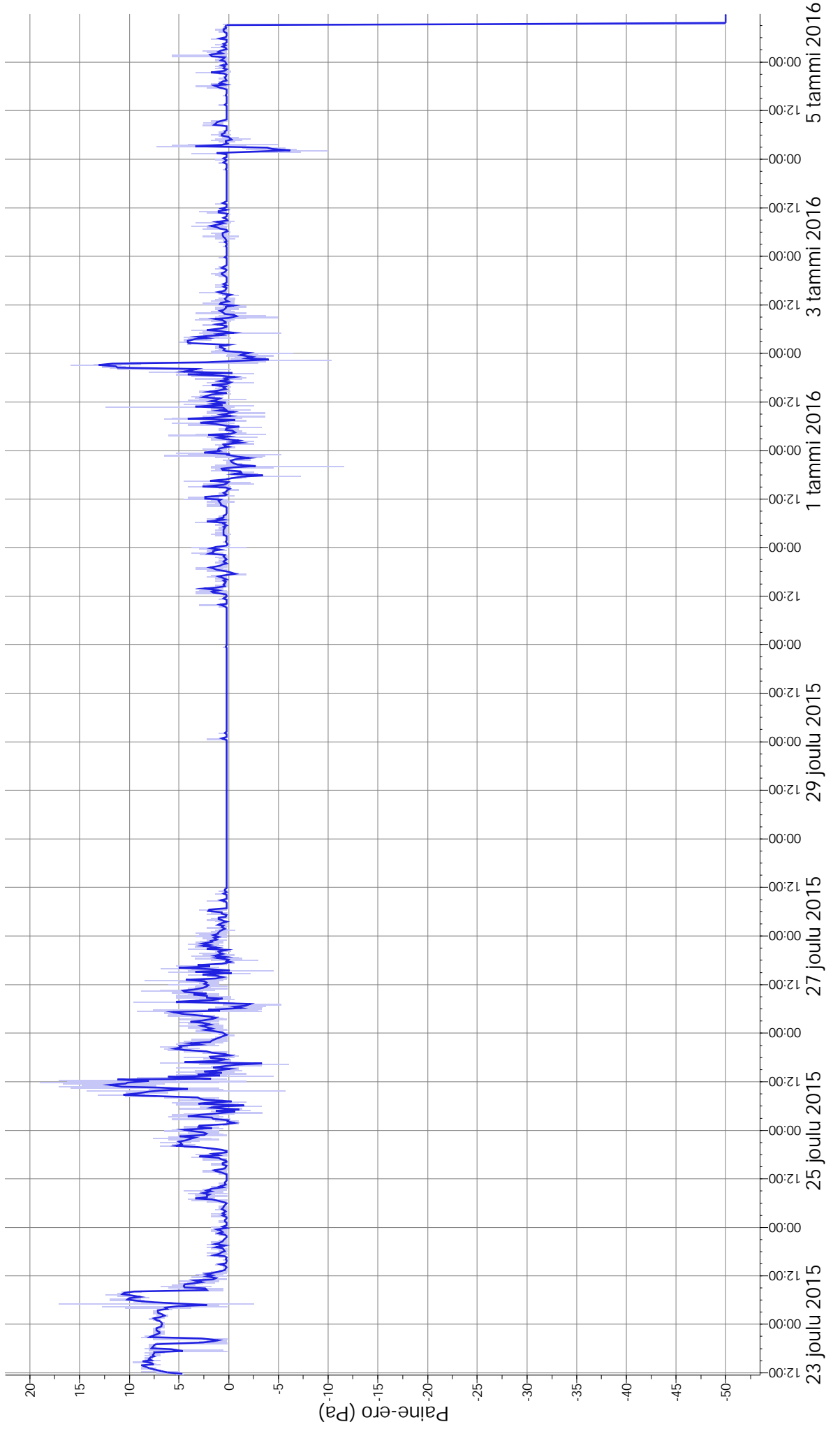
MEILAHDEN TAIDEKOKOELMARAKENNUS  
2. KERRÖS 1:200



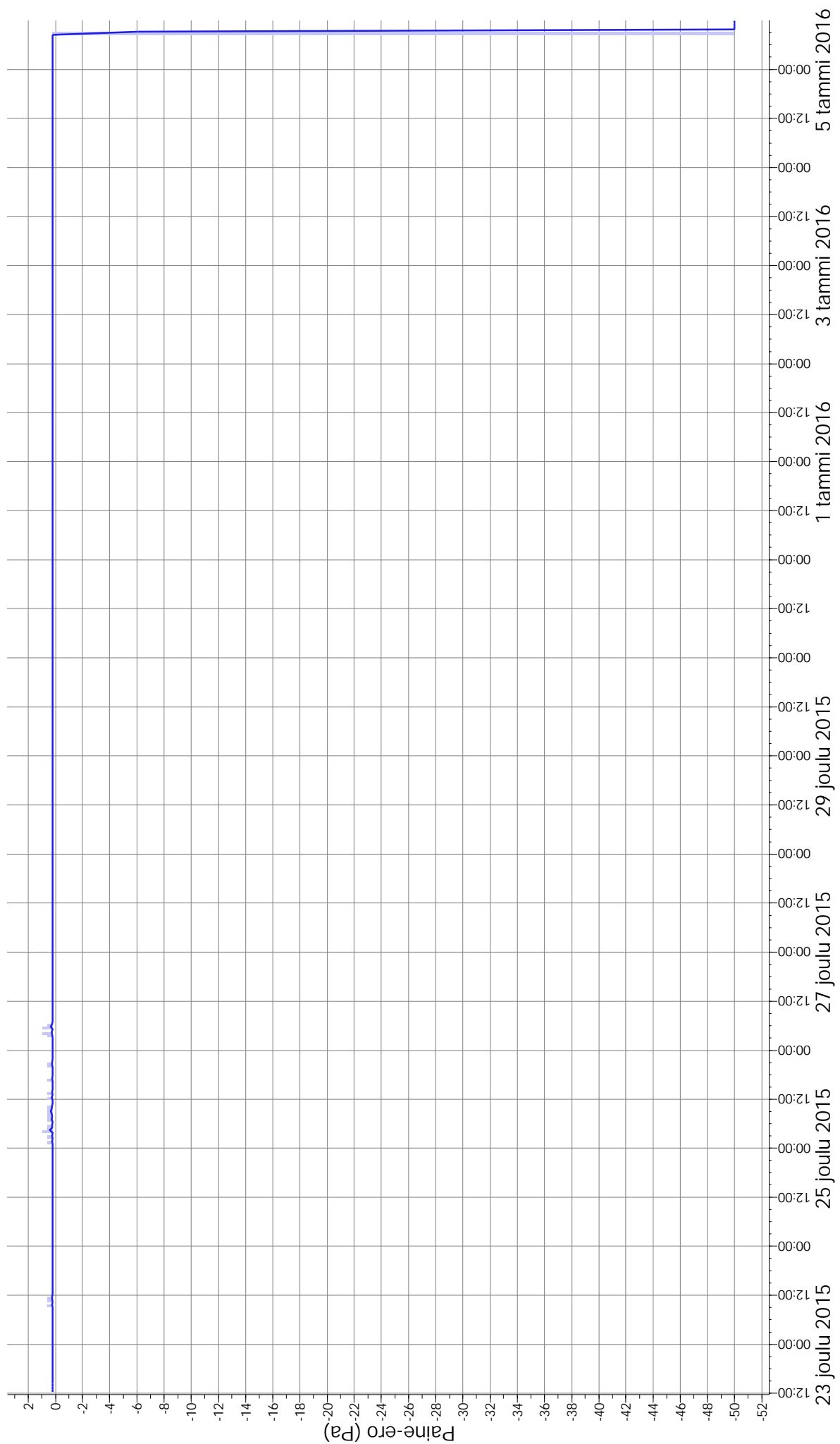




Kohteen tiedot								
<b>Kohde:</b>	Tamminiemen taidemuseo			<b>Mittausjakso/ajankohta</b>	22.12.2015 - 5.1.2016			
<b>Osoite:</b>	Tamminiementie 6, 00250 Helsinki			<b>Mittaja:</b>	Mika Tuukkanen Wise Group Finland Oy			
Mittauskalusto								
Paine-eromittaus (PE)	Produal PEL-DK pressure transmitter + Gemini Tinytag-dataloggeri							
Olosuhdemittaus (SS)	Rotronic CP11 - monitoimilaite (CO <sub>2</sub> + %RH + °C)							
Mittauspisteiden sijainti ja mittausjakso (huonetila, rakenne, aikaväli)								
1.	PE.01: Video- / taukokuone, ulkoseinä, 22.12.2015 klo 11.35 - 5.1.2016 klo 09.15							
2.	PE.02: Porrashuone - Aula, väliovi, 22.12.2015 klo 11.50 - 5.1.2016 klo 09.05							
3.	SS.01: Valvonta- / aulatila, sisäilmasto, 22.12.2015 klo 12.01 - 5.1.2016 klo 09.01							
4.	SS.02: Näyttelysali 2005, sisäilmasto, 22.12.2015 klo 12.08 - 5.1.2016 klo 09.13							
Tarkennukset								
Mittausväli: 5 min, mittausten max. määrä: 4100 kpl.								
Raja-arvot								
Asumisterveysopas 2009, Sisäilmastoluokitus 2008 (RT 07-10946) sekä Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista (545/2015).								
1. Mittaustulokset (PE.01)								
	Alin arvo			Ylin arvo			Keskiarvo	
	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Tavoitearvo
Paine-ero	<b>-11,6</b>	-30 Pa		<b>19</b>	0 Pa		<b>1,2</b>	-2 Pa - 0 Pa
<b>Lisätiedot:</b> Tiloissa ei ollut käyttäjiä tutkimusten aikana. Tutkittu tila oli 92,5% tutkimusajasta lievästi ylipaineinen (KA 1,5 Pa) ja 7,5% ajasta lievästi alipaineinen (KA -1,6 Pa)								
2. Mittaustulokset (PE.02)								
	Alin arvo			Ylin arvo			Keskiarvo	
	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Tavoitearvo
Paine-ero	<b>0,2</b>	-30 Pa		<b>1</b>	0 Pa		<b>0,2</b>	> 0 Pa
<b>Lisätiedot:</b> Tutkimuksessa mitattiin ylä- ja alakerran välistä paine-eroa. Paine-eromittalaitteisto oli sijoitettu niin, että yläkerran tulkitaan olevan sisätila ja alakerran ulkotila.								
3. Mittaustulokset (SS.01)								
	Alin arvo			Ylin arvo			Keskiarvo	
	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Tavoitearvo
Lämpötila	<b>20,5</b>	20	21	<b>22,4</b>	26	21	<b>21,2</b>	21
Suhteellinen kosteus	<b>5,6</b>	20 %		<b>35,0</b>	60 %		<b>17,8</b>	20 - 60 %
Hiilidioksidipitoisuus	<b>412</b>	ei alarajaa		<b>872</b>	<1200	<800	<b>432</b>	<800
<b>Lisätiedot:</b>								
4. Mittaustulokset (SS.02)								
	Alin arvo			Ylin arvo			Keskiarvo	
	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Sallittu taso	Hyvä taso	mitattu	Tavoitearvo
Lämpötila	<b>20,6</b>	20	21	<b>22,6</b>	26	21	<b>21,3</b>	21
Suhteellinen kosteus	<b>5,1</b>	20 %		<b>34,6</b>	60 %		<b>17,5</b>	20 - 60 %
Hiilidioksidipitoisuus	<b>394</b>	ei alarajaa		<b>494</b>	<1200	<800	<b>414</b>	<800
<b>Lisätiedot:</b>								



PE.02, Tamminiementie 6, porrashuone



<b>PAH-ANALYYSI</b>		
<b>Tilaaaja:</b> Wise Group Finland Oy/ Jenni Kotilainen	<b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b> 4.2.2016	<b>Kohde/ projektinnumero:</b> Tamminiemen taidemuseo
<b>Menetelmät:</b> Analyysi suoritettiin tilaaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittaepävarmuus on 24 % ja määrittäysraja on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

**TULOKSET:**

	<b>1</b> <b>Näyttelysali lattia,</b> <b>ikkunan</b> <b>alareunasta</b>
<b>Yhdiste:</b>	[mg/kg]
Naftaleeni	< 2,0
Asenaftaleeni	< 2,0
Asenaftyleeni	< 2,0
Fluoreeni	< 2,0
Fenantreeni	< 2,0
Antraseeni	< 2,0
Fluoranteeni	< 2,0
Pyreeni	< 2,0
Bentso(a)antraseeni	< 2,0
Kryseeni	< 2,0
Bentso(b)fluoranteeni	< 2,0
Bentso(k)fluoranteeni	< 2,0
Bentso(a)pyreeni	< 2,0
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	< 2,0
Dibentso(a,h)antraseeni	< 2,0
Bentso(ghi)peryleeni	< 2,0
PAH-yht.*	< 30

\* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu.

Näytettä 1 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.



Ari Rätty

 tutkija, laborantti  
 p. 040-759 8869



<b>ASBESTIANALYYSI</b>		
<b>Tilaaaja:</b> Wise Group Finland Oy, Jenni Kotilainen	<b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b> 4.2.2016	<b>Kohde/ projektinnumero:</b> Tamminiemen taidemuseo
<b>Menetelmät:</b> Tilaaajan toimittamat näytteet on tutkittu optisella analyysillä käyttäen polarisaatiomikroskooppia Nikon E200POL tai Motic BA310POL ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen läpäisyelektronimikroskooppia Leo 912 sekä alkuaine-analysointia (EDS) Oxford Instruments X-Max. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.		

**TULOKSET:**

<b>Näyte tunnus:</b>	<b>Tila/ materiaali:</b>	<b>Menetelmä: VM/EM*</b>	<b>Asbestipitoisuus:</b>
1	näyttelysali/ lattia ikkunan alareunasta	VM	Ei sisällä asbestia.

\*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Tapani Arola  
tutkija, FM  
puh. 050-4113 779

Jenni Kotilainen  
Wise Group Finland Oy  
Microkatu 1  
70210 Kuopio



## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Tamminiemen Taidemuseo

### NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Jenni Kotilainen, Wise Group Finland Oy, 4.2.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 5.2.2016 ja viljelty 5.2.2016.

### ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

### TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa sekä Työterveyslaitoksen julkaisemia tuloksia (Reiman ym. 1999).

tulosmerkintä	tulkinta	tulos elatusalustalla
<mr	ei mikrobikasvua materiaalissa	- tulos alle menetelmän määrittämissä rajan
+	ei mikrobikasvua materiaalissa	- vähän mikrobeja, sienten pesäkemäärä alustalla <50 - bakteerien pesäkemäärä alustalla <75 - <10 sädesienipesäkettä - korkeintaan 1 indikaattorisieni yksittäisenä pesäkehavaintona
++	epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- vähintään 2 indikaattorisientä, tai yksi indikaattorisieni > 50 % kokonaispesäkemäärästä - sädesienipesäkemäärä 10-20
+++	selvä mikrobikasvu materiaalissa	- paljon mikrobeja, sienten pesäkemäärä alustalla >50 - bakteerien pesäkemäärä >75 - sädesienipesäkemäärä >20

Suoraviljelymenetelmän tulos vastaa Asumisterveysoppaan (2009) laimennossarjanäytteiden tulostulkinnan ohjearvoja siten, että suoraviljelytuloksissa +++ merkintä vastaa homeiden ja hiivojen kokonaispitoisuuden osalta

pitoisuutta yli 10 000 pmy/g, bakteerien kokonaispitoisuuden osalta pitoisuutta yli 100 000 pmy/g ja sädesienien osalta pitoisuutta yli 500 pmy/g. Merkinnät ++ tai + vastaavat pitoisuuksia alle edellä mainittujen laimennossarjamenetelmän ohjearvojen, jolloin tarkastelussa on huomioitu erityisesti myös mikrobilajisto.

**MÄÄRITYSRAJA:**

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

**YHTEENVETO TULOKSISTA:**

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	MAT02, EPS, RA 02	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT3, min. villa, ikkunan puite	paljon homeita, myös indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MAT5, min. villa, RA 07	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT6, min. villa, RA 08	paljon homeita, myös indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MAT7, min. villa, RA 9	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MAT8, min. villa, RA 10	vähän homeita ja bakteereita, sädesientä vain yksittäinen pesäke	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT9, min. villa, RA 11	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MAT10, min. villa, RA 12	paljon homeita, myös indikaattorimikrobeita. Bakteerit alle määrittäysrajan	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MAT11, min. villa, RA 13	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobia	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MAT12, min. villa, ikkunan puite	vähän homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 19.2.2016

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

**ANALYYSITULOKSET:**

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määrittäysrajan

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorit tähdellä. Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on lisäksi ilmoitettu havaittu pesäkemäärä.

**Näyte: MAT02, EPS, RA 02 (tutkimustunnus: RM160284)**

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
steriilit	+	+	muut bakteerit	+
			*sädesienet	<mr

**Näyte: MAT3, min. villa, ikkunan puite (tutkimustunnus: RM160285)**

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Acremonium sp.	+(20)		muut bakteerit	+++
*Sphaeropsidales ryhmä	+(5)		*sädesienet	<mr
Mucor sp.	+(YK)			
Cladosporium sp.	+	+++		
Penicillium sp.	+++	+++		

**Näyte: MAT5, min. villa, RA 07 (tutkimustunnus: RM160286)**

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.		+	*sädesienet	<mr



## Näyte: MAT6, min. villa, RA 08 (tutkimustunnus: RM160287)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(36)	*sädesienet	+(2)
tunnistamaton	+			
Penicillium sp.	+			
steriilit		+		
*Geomyces sp.	+(2)			
*Acremonium sp.		+(1)		
*Paecilomyces sp.	+(1)			

M2-alustalla kaikkia pesäkkeitä ei voitu tunnistaa niiden kasvaessa toisten pesäkkeiden alla.

## Näyte: MAT7, min. villa, RA 9 (tutkimustunnus: RM160288)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(3)	*sädesienet	+(6)

## Näyte: MAT8, min. villa, RA 10 (tutkimustunnus: RM160289)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
			*sädesienet	+(1)

## Näyte: MAT9, min. villa, RA 11 (tutkimustunnus: RM160290)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Acremonium sp.		+(3)	*sädesienet	+(4)
*Aspergillus versicolor	+(1)			

## Näyte: MAT10, min. villa, RA 12 (tutkimustunnus: RM160291)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	<mr
*Acremonium sp. steriilit	+(2) +	+(24)		
Penicillium sp.		+		
*Aspergillus versicolor Cladosporium sp.	+(3)	+(1) +		
*Aspergillus- ryhmä Restricti		+++ (T)		

## Näyte: MAT11, min. villa, RA 13 (tutkimustunnus: RM160292)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Aspergillus sp.		+	*sädesienet	<mr
*Aspergillus versicolor	+(4)	+(1)		

## Näyte: MAT12, min. villa, ikkunan puite (tutkimustunnus: RM160293)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
hiivat	+	+	muut bakteerit	+
steriilit		+	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		
*Ulocladium sp.	+(1)			

## VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

Wise Group Finland Oy  
Jenni Kotilainen  
Microkatu 1  
70210 KUOPIO



## VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: Tamminiemen taidemuseo  
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,  
Tulopvm.: 05.02.2016  
Käsittelijä(t): Hanna Hietala, Arja Valtanen

### Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektrietokannan 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.

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 tolueeniekvivalenttina 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 mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  10  $\text{dm}^3$ :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 326464

12.02.2016

CK16-00527-1                      Näyte/keräin: 253114  
 Mittauspaikka:                      Tamminiemen Taidemuseo  
 Mittauskohde:                      Näyttelytila vastaanotosta rantaan päin  
 Analysointipvm.:                      11.02.2016/AVA4  
 Näytteenottoaika:                      04.02.2016 11:15 - 04.02.2016 11:40  
 Ilmamäärä:                              4,08 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Etanoli	12	µg/m <sup>3</sup>
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	11	µg/m <sup>3</sup>
Dekanaali	1	µg/m <sup>3</sup>
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	< 10	µg/m <sup>3</sup>

1) TVOC-alueen ulkopuolella.  
 Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

CK16-00527-2                      Näyte/keräin: 255082  
 Mittauspaikka:                      Tamminiemen Taidemuseo  
 Mittauskohde:                      Näyttelytila vastaanoton vastapäätä  
 Analysointipvm.:                      11.02.2016/AVA4  
 Näytteenottoaika:                      04.02.2016 11:45 - 04.02.2016 12:10  
 Ilmamäärä:                              4,08 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Etanoli	5	µg/m <sup>3</sup>
Asetoni	2	µg/m <sup>3</sup>
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>

1) TVOC-alueen ulkopuolella.  
 Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

2) TVOC-alueen ulkopuolella.  
 Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 326464

12.02.2016

Tulosten tarkastelu

Näyte on kerätty Tenax TA/Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen.

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 tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

Työterveyslaitos Asiakasratkaisut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.  
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittämispalvelut

---

Hanna Hovi  
asiantuntija  
Helsinki

---

Arja Valtanen  
erityisasiantuntija  
Helsinki

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



Jenni Kotilainen  
Wise Group Finland Oy  
Microkatu 1  
70210 Kuopio



## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Tamminiemen Taidemuseo

### NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Jenni Kotilainen, Wise Group Finland Oy, 5.2.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 8.2.2016.

### ANALYYSIT:

Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä käyttäen mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustoja homeille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG) bakteereille. Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle.

### TULOKSEN TULKINTA:

Toimistotyyppisissä rakennuksissa, joissa ei ole todettu kosteusvaurioita, sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m<sup>3</sup>. Bakteeripitoisuus yli 600 pmy/m<sup>3</sup> viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai epätavanomaiseen mikrobilähteeseen. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienien esiintyminen yli 5 pmy/m<sup>3</sup> pitoisuuksina toimistojen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa. (Salonen ym. 2007, TTL 2011). Kun näytteitä otetaan sulan maan aikana, on tulosten tarkastelussa huomioitava myös mahdollinen mikrobien kulkeutuminen ulkoilmasta sisätiloihin.

### MÄÄRITYSRAJA:

Näytteenottoaika vaikuttaa määritysrajaan. Esimerkiksi 10 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 4 pmy/m<sup>3</sup> ja 15 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 2 pmy/m<sup>3</sup>.

**YHTEENVETO TULOKSISTA:**

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, Näyttelytila	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	2, Aulatila	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	3, Aulatilan vastapäinen näyttelytila	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	4, Studio	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa

Kuopiossa, 19.2.2016

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

**ANALYYSITULOKSET:**

Yksittäisten mikrobisukujen ja/tai lajien osuudet lasketaan osuuksina kokonaispitoisuudesta, joten alla olevassa taulukossa esitetty todellinen kokonaispitoisuus voi laskennallisista syistä poiketa hieman yksittäisten sukujen summasta. Tulokset ilmoitetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Mikrobilähteeseen viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit tähdellä.

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määrittämissä rajat

**Näyte: 1, Näyttelytila (tutkimustunnus: IA160343)**

	M2 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	DG18 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

**Näyte: 2, Aulatila (tutkimustunnus: IA160344)**

	M2 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	DG18 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	2
			muut bakteerit	2
			*sädesienet	<mr

**Näyte: 3, Aulatilän vastapäinen näyttelytila (tutkimustunnus: IA160345)**

	M2 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	DG18 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	2
			muut bakteerit	2
			*sädesienet	<mr

**Näyte: 4, Studio (tutkimustunnus: IA160346)**

	M2 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	DG18 Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m <sup>3</sup> )
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>				
Kokonaispitoisuus	2	<mr	Kokonaispitoisuus	2
Penicillium sp.	2		muut bakteerit	2
			*sädesienet	<mr

**VIITTEET:**

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.

Salonen, Lappalainen, Lindroos, Harju, Reijula. Fungi and bacteria in mould-damaged and non-damaged office environments in a subarctic climate. Atmospheric Environment. 2007:41;6797-6807.

Toimiston sisäilmaston tutkiminen, Työterveyslaitos 2011.

Jenni Kotilainen  
Wise Group Finland Oy  
Microkatu 1  
70210 Kuopio

## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Tamminiemen Taidemuseo

### NÄYTTEENOTTAJA:

Näytteet on ottanut Jenni Kotilainen, Wise Group Finland Oy, 4.2.2016 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 5.2.2016.

### ANALYYSIT:

Näytteet on otettu geeliteipille ilmanvaihtokanavien ja/tai -laitteiden pinnoilla olevasta pölystä. Laboratoriossa näytteistä laskettiin valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm (mikrometriä) pituiset teolliset mineraalikuidut.

### TULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

NÄYTE	LASKEUMA-AIKA	KUITUA/CM <sup>2</sup>	MUITA HUOMIOITA	LAB. TUNNUS
1 IV-kanavan sisäpinta. vastaanotto		0.6		MK160049
2 IV-kanavan sisäpinta. vastaanottotiskin kohdalta		0.9		MK160050
3 IV-kanavan sisäpinta. studiotila		6.6		MK160051

### TULKINTA:

Työterveyslaitoksen tutkimusaineistossa sisäilmasto-ongelmarakennuksissa tuloilmakanavista mitattujen teollisten mineraalikuitujen mediaanipitoisuudet ovat olleet 9,6 kuitua/cm<sup>2</sup> ja aritmeettinen keskiarvo 28,1 kuitua/cm<sup>2</sup>. (Salonen ym. 2011).

### MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 0,1 kuitua /cm<sup>2</sup>.

Kuopiossa, 8.2.2016

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

### VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan



terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Salonen H. ym. Toimiston sisäilman tutkiminen. Työterveyslaitos, Tampere 2011.