



# AMMATTIOPISTON A-RAKENNUSOSAN SISÄILMAONGELMAN SELVITYS

Vantaan ammattiopisto Varia  
Tennistie 1  
01370 Vantaa

## Sisällys

1		
1.	YLEISTÄ.....	3
1.1	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet .....	3
1.2	Rajaukset kohteessa .....	3
1.3	Käytetyt mittalaitteet .....	3
1.4	Yleiset sopimusehdot .....	3
2.	PERUSTIEDOT KOHTEESTA .....	3
2.1	Yleistiedot.....	3
2.2	Kiinteistössä tehdyt korjaus-/muutostoimenpiteet .....	4
2.3	Aikaisemmat tutkimukset / käytettävissä olleet asiakirjat.....	4
2.4	Tutkimuksesta.....	4
2.5	Tehdyt tutkimukset.....	4
2.6	Käyttäjahaastattelu.....	5
3.	YHTEENVETO .....	6
3.1	SISÄILMAHAITTARISKIT .....	6
3.2	VESIKATTOVUODOT .....	7
3.3	PÖLYT .....	7
3.4	TURVALLISUUSPUUTTEET .....	8
3.5	ILMANVAIHTO JA SISÄILMASTO .....	8
4.	TOIMENPIDE-ESITYS .....	9
4.1	Välipohjaan kohdistuvat toimenpiteet .....	9
4.2	Ulkoseinärakenteisiin kohdistuvat toimenpiteet.....	9
4.3	3. ja 4. kerroksen yläpohjaan kohdistuvat toimenpiteet.....	10
4.4	Auditorio-osan yläpohjaan kohdistuvat toimenpiteet .....	10
4.5	Kotelorakenteisiin kohdistuvat toimenpiteet .....	10
4.6	Ikkunoihin kohdistuvat toimenpiteet.....	11
4.7	Tikkaisiin ja portaisiin kohdistuvat toimenpiteet.....	11
4.8	Ilmanvaihtojärjestelmään kohdistuvat toimenpiteet .....	11
4.9	Tilaan A305 kohdistuvat toimenpiteet.....	11
4.10	Korjauksissa huomioitavaa .....	11
5.	RAKENNUSTEKNISET TUTKIMUKSET .....	12
4.11	Alapohja .....	12
4.12	Välipohja .....	12
4.13	Ulkoseinät.....	13
4.14	Yläpohjarakenteet .....	16
5.41	3. ja 4. kerroksen yläpohja .....	16
5.42	Auditorio-osan yläpohja.....	20
4.15	Kotelorakenteet.....	23
4.16	Ikkunat.....	26
4.17	Tikkaat ja portaat .....	28
6.	MUUT .....	28
7.	ILMANVAIHTO.....	30



Kohde:  
Vantaan ammattioppilaitos Varia  
A-rakennusosa  
Tennistie 1  
01370 Vantaa

Tilaaaja:  
Vantaan Tilakeskus  
Ulla Lignell  
Kielotie 13  
01300 Vantaa

## 1. YLEISTÄ

### 1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Sisäilmaongelman selvitys ammattiopiston A-rakennusosassa, jossa on esiintynyt sisäilmaongelmia.

### 1.2 Rajaukset kohteessa

Tutkimukset kohdistuivat pääosin 3. kerroksessa luokkatiloihin A308, A315, A315, A323, opettajien työtiloihin A309, A314, kokoustilaan A305 ja toimistotiloihin A355, A356 sekä 2. kerroksessa kirjastoon ja auditoriotilaan. Lisäksi muilta alueilta tehtiin havaintoja tutkimuksen yhteydessä. Sisäilmaolosuhteita ei mitattu oppilaiden ja opettajien kesälomien vuoksi.

### 1.3 Käytetyt mittalaitteet

Rakennekosteusmittalaite Vaisala HMI 41 – mittalaite ja HMP 42-mittapää  
Tramex pintakosteudenosoitin  
Virtausilmaisin Dräger Ch 216  
Ilmamäärien mittalaitteet Mikor TT 570 SV + Airflow LCA 301

### 1.4 Yleiset sopimusehdot

Noudatamme konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 1995.

## 2. PERUSTIEDOT KOHTEESTA

### 2.1 Yleistiedot

Rakennusvuosi:	1963
Peruskorjaus:	1985, perusparannus ja laajennus 2006
Kerrosluku:	4
Pinta-ala:	Ei tiedossa
Tilavuus:	Ei tiedossa



## 2.2 Kiinteistössä tehdyt korjaus-/muutostoimenpiteet

Vesikatteen uusiminen v. 1990  
Perusparannus ja laajennus v. 2006

## 2.3 Aikaisemmat tutkimukset / käytettävissä olleet asiakirjat

IV-kuntotutkimusraportti ja pöytäkirjat ilmamäärämittauksista 2008 sekä lämpökuvausraportti 22.2.2012.

Käytettävissä oli kohteen pohja-, rakenne- ja ilmanvaihtopiirustuksia.

## 2.4 Tutkimuksesta

Sisäilmaongelmat ovat yleensä aina monen tekijän summa, minkä vuoksi tutkimuksessa otetaan kantaa varsinaisten ongelmatilojen sisäilmaongelmien selvittämisen lisäksi myös muilla alueilla havaittuihin riskitekijöihin, rakenteiden ja järjestelmien kuntoon, huoltohenkilöstön turvallisuuteen jne. Tutkimusraportissa tuodaan esille myös niitä havaintoja, joista katsotaan olevan hyötyä rakennuksen elinkaaren arvioimisessa ja peruskorjaussuunnittelussa.

## 2.5 Tehdyt tutkimukset

Rakenteiden kuntoa selvitettiin aistinvaraisen arvioinnin lisäksi rakenneavauksilla, kosteusmittauksilla, materiaalmikrobinäytteillä sekä rakenneliitosten vuotoilmakartoituksen avulla. Rakennetyyppejä selvitettiin tutustumalla suunnitelmapiirustuksiin.

- Rakenteiden ilmapuotokohtia kartoitettiin merkkisavun avulla.
- Materiaalmikrobinäytteitä otettiin rakennuksen liikuntasauaman kohdalta 4. kerroksen ulkoseinästä ja yläpohjan lämmöneristeistä, 3. kerroksen ulkoseinäeristeestä, tilasta A308 (ikkunan alapuolelta), ikkunan rive-eristeestä ja ikkunan yläpuolisen palkin korkkieristeestä. Näytteenotokohdiksi valittiin ne kohdat, joiden läheisyydestä todettiin tapahtuvan vuotoilmavirtauksia sisäilmaan.
- Rakenteiden kosteusteknistä kuntoa selvitettiin pistokoemaisesti pintakosteuskartoituksella sekä rakennekosteusmittauksella.

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa ja ilmanvaihdon toimivuutta selvitettiin tutustumalla lvi-suunnitelmiin, pistokoeluontoisesti tehdyillä ilmanvaihtomäärien mittauksilla, kanavien ja IV-koneiden visuaalisilla tarkastuksilla sekä tuloilmakanavasta otettujen pöly- ja kuitunäytteiden avulla.

Sisäilmassa esiintyvien pölypölypuhtauksien koostumusta ja mineraalikulutepitoisuutta määritettiin huonepölystä otettujen pöly- ja kuitunäytteiden avulla.



Tutkimuskohdat on esitetty liitteenä olevissa paikantamispöytäkirjoissa ja näytteiden analyysivastaukset esitetty tämän raportin liitteissä. Materiaali- ja kuitunäytteet analysoi Mikrobioni Oy ja pölynkoostumusnäytteet Labroc Oy.

## 2.6 Käyttäjahaastattelu

Tutkimusaikana muutamalta työssä olevalta henkilöltä kyseltiin heidän kokemistaan sisäilmaongelmista. Suurin osa henkilökunnasta ja oppilaat olivat lomalla.

Sisäilmaan liitettävät oireet:

- päänsärky
- nuha
- äänen menetys
- silmien kirvely
- kurkun kuivuus

Koetut sisäilmaongelmat:

- tunkkainen ilma
- kellarimainen haju
- ilmanvaihtoon liitettävät ongelmat
- neuvottelutilan vetoisuus talvella ja kuumuus kesällä

Aikaisemmissa työpaikoissa altistuneella henkilöllä ei ole ollut tässä rakennuksessa mikrobialtistukseen viittaavia oireita 2. kerroksessa työskennellessään tai muissa tiloissa asioidessaan.



### 3. YHTEENVETO

#### 3.1 Sisäilmahaittariskit

Tehdyssä tutkimuksessa havaittiin seuraavasti välitöntä korjausta vaativia vauriota, joista aiheutuu korjaamattomana sisäilmahaittaa ja mahdollisia terveyshaittariskejä:

- Opetustilassa A308, ulkoseinän vieressä sijaitsevassa kattovesiviemäriässä, todettiin vesivuoto, jonka on aiheuttanut viemäriputken läpäissyt jalkalistan kiinnitysruuvi. Lisäksi viemäriin lämmöneristys oli toteutettu puutteellisesti, mikä on mahdollisesti aiheuttanut kosteuden tiivistymistä putken pintaan. Vuodon seurauksena viemäriin kotelorakenteen levytyksen alaosa sekä viemäriin läpiviennin viereisen alueen välipohjan lattiapinnoiterakenne (muovipäällyste) on kosteus- / mikrobivaurioitunut noin 0,5 m<sup>2</sup>:n laajuiselta alueelta. Vuotovesi oli lisäksi kastellut alapuolella olevan kirjaston verhokotelorakennetta paikallisesti. Vauriokohdassa lattiamaton ja välipohjajalaatan välistä mitattu suhteellisen kosteuden (RH) arvo oli 96,8 % ja lämpötila (T) 25,2 °C. Lattiapinnoitteen alapuolella oli aistittavissa voimakas mikrobiperäinen haju sekä pinnoiterakenteen kemialliseen hajoamiseen viittaava hajuhaitta. Viemäriin kotelorakenteen levypinnalla oli silmin havaittavaa pintamikrobikasvua.
- Opetustilan A320 kattovesiviemärikotelon levytyksen alaosassa, jalkalistan takana, todettiin kosteus- ja mikrobivaurio. Kattovesiviemäriässä on em. vauriokohdassa sadevesiviemäriin mansettiliitos, jossa on mahdollisesti vuotoa. Viemäriputken lämmöneriste todettiin puutteelliseksi, mikä voi aiheuttaa sisäilman kosteuden kondensoitumista putken pinnalle kylmänä vuodenaikana.

*Em. vauriokohdista sisäilmaan pääsee leviämään mikrobiperäisiä epäpuhtauksia ja kemiallisia yhdisteitä, mitkä todennäköisesti ovat osaksi aiheuttaneet tilassa A308 sekä A320 koettuja sisäilmaoireita.*

- Rakennuksen ulkoseinä- ja yläpohjaeristeissä todettiin mikrobikasvua (mm. sädesieniä), josta pääsee kulkeutumaan sisäilmaan mikrobi- ja pölyepäpuhtauksia, ulkoseinä- ja ikkunarakenteiden välisten liitosten ja liikuntasauaman kautta tapahtuvien korvausilmavuotojen mukana.
- Rakennusvaipassa todettiin epätiivelyskohtia, joiden kautta tapahtui vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan tutkituissa tiloissa seuraavasti:
- 3. kerroksen yläpohjan eristetilasta alakattotilaan, yläpohjan ja 4. kerroksen ulkoseinän liikuntasauaman kohdalta (linja J-J). Vuotoilmavirtauksia esiintyi 3. kerroksen käytävien sekä eteisen A349 kohdalta. Em. kodissa liikuntasauamasta oli suora yhteys yläpohjan eristetilaan.
- Yleensä ulkoseinä- ja ikkuna-/ikkunan peilirakenteiden liitosrakenteista paikoittaisesti. Mm. opetustilassa A308 korvausilmavirtaus ikkunan peilirakenteen kautta oli voimakasta.



- Auditorion ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liitoksista sekä sadevesiviemärikotelon ja seinän liitoksesta todettiin myös tapahtuvan ilmapuotoja rakenteiden kautta sisäilmaan.

*Rakenteiden kautta tapahtuvien korvausilmavirtausten mukana sisäilmaan pääsee kulkeutumaan rakenteissa todettuja, sisäilmahaittaa aiheuttavia mikrobi-, haju- sekä pölyepäpuhtauksia, jotka ovat todennäköisesti olleet osasyynä tiloissa koettuihin oireisiin.*

### 3.2 Vesikattovuodot

Auditorion A209 ja luokan A208 sisäkattolevytyksissä, on kosteusvauriojälkiä, jotka ovat syntyneet vesikattovuotojen seurauksena. Sulamis- ja sadevedet ovat päässeet kattorakenteeseen, todennäköisesti vesikaton tulviessa viemärien tukkiintumisen vuoksi, huopakatteen saumojen kautta sekä ilmanvaihtopiipun viereiseltä alueelta yläpohjan betoniholvin päälle ja siitä edelleen betonivalussa olleiden, valuaikaisten puuosien kohdilta, sisäkattolevytyksen päälle. Tutkimushetkellä vauriojälkien kohdalla betonirakenne, niiltä osin kuin voitiin tarkastaa, oli kuiva ja kosteusvaurioituneissa levyissä ei ollut havaittavissa viitteitä mikrobivaurioitumisesta.

*Em. vaurioista ei todennäköisesti ole aiheutunut välitöntä sisäilmahaittaa. Korjaamattomana kosteusvaurion aiheuttama sisäilmahaittariski kuitenkin kasvaa.*

### 3.3 Pölyt

*Huonepölyssä ei esiintynyt mineraalivillakuituja, sisäilmaongelmia aiheuttavia pitoisuuksia.*

Pitkäaikaisesta pölykertymässä otetuissa huonepölynäytteet sisälsivät huonepölyn lisäksi kohtalaisesti/runsaasti ulkoilmapölyä, jonkin verran/vähän hienojakoista rakennusmateriaalipölyä ja itiöitä sekä niukasti mineraalivillakuituja. Tuloilmakanavasta (TP2) otetussa näytteessä ulkoilmapölyä esiintyi jonkin verran. Tämä viittaa ulkoilmapölyn kulkeutuneen tiloihin todennäköisesti ikkunatuuletuksen aikana. Pölyssä olleet itiöt ovat kulkeutuneet huonepölyyn todennäköisesti rakenteista tapahtuvien korvausilmavirtausten mukana.

Tutkimusten yhteydessä havaittiin runsasta pölykertymää (ns. yläpölyt) mm. liikuntasalin katossa, ikkunoiden kohdalla olevien ritilöiden, valaisinten ja tasopintojen päällä.

*Tasopinnoilla olevista pölykertymistä pääsee leviämään sisäilmaan, ilmanliikkeiden mukana, sisäilman laatua heikentäviä pölyepäpuhtauksia.*



### 3.4 Turvallisuuspuutteet

4. kerroksen katolle johtavat tikkaat ja 4.kerroksen IV-konehuoneeseen johtavat portaat eivät täytä turvallisuusvaatimuksia. Kattotikkaiden johteiden yläpäässä on teräviä kulmia, minä vuoksi niihin voi tapahtua vaatteiden kiinnitakertumista. Konehuoneeseen johtavista portaista oli irronnut yksi askelma hitsausliitoksen pettämisen vuoksi. Askelmassa havaittiin lisäksi taipumia.

*Todetut puutteet aiheuttavat huoltohenkilöstölle tapaturmariskin ja vaativat välittämiä korjaustoimenpiteitä.*

### 3.5 Ilmanvaihto ja sisäilmasto

Rakennuksen ilmanvaihtomäärät on mitoitettu käytävä-/aulatilojen osalta vajaiksi. Vajasta on pinta-alamitoituksen perusteella noin 1500 l/s, mikä vaikuttaa koko rakennusosan ilmanvaihdon toimivuutta heikentävästi. Ilmamäärien tarkastusmittauksissa ongelmtilojen ilmanvaihdon mitatut tulo- ja poistoilmamäärät vastasivat riittävällä tarkkuudella asetettuja mitoitusarvoja.

Tiloissa A309 ja A314 koetut sisäilmaongelmat (ilmanvaihdon riittämättömyys) johtuu siitä, että tilojen ilmanvaihto on suunniteltu opetusvälinevarastokäyttöä varten. Tilat on varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla. Korvausilma tiloihin tulee siirtoilmana vieraisista luokista ovirakojen ja siirtoilmasäleikön kautta. Rakentamismääräysten mukaan siirtoilmaa ei tulisi käyttää toimistotyyppisten tilojen tuloilmana.

Tutkittavat ongelmatilat sijaitsevat pääosin rakennuksen itäisivulla, minkä vuoksi lämpimänä vuodenaikana auringon aiheuttama lämpökuorma tiloihin, laajojen ikkunapintojen kautta, on merkittävä aamupäivisin. Ikkunoiden sälekaihtimien ollessa kiinni ikkunan sisäpinnan lämpötila aurinkoisella ilmalla on > 40 °C. Nykyisellä ilmanvaihtojärjestelmällä ulkopuolisesta lämpökuormasta johtuvaa lämpötilaongelmaa ei saada hallittua, vaan se vaatisi jäähdytystä ja/tai auringonlämpösäteilyä estäviä rakenteellisia parannuksia (esim. selektiivilasit /kalvotus).

Tutkimuksen aikana havaittiin, että tuloilmanvaihto ei ollut toiminnassa tuloilmakoneen 2 vaikutusalueella hihnarikon vuoksi. Toimintahäiriöajan pituudesta ei ole tietoa. Tuloilmasuodattimen kunnon perusteella toimintahäiriö on voinut kestää useita viikkoja / kuukausia. Tuloilmakone 2 palvelee 3. kerroksen toimisto- ja luokkatiloja moduulivälillä E-K (palo-osasto), 2. kerroksen aulatilaa (tuloilma) sekä 2. kerroksen tiloja A214 ja A227.

Kirjastotilassa on koettu henkilökunnan mukaan ilmanvaihtoon liittyviä ongelmia (ilma ei vaihdu) sekä lämpötilaongelmia (talvella liian lämmintä). Tilan ilmamäärän mitoitus on 2 l/s/m<sup>2</sup>, mikä vastaa nykyistä S3 – sisäilmastoluokituksen mukaista mitoitusta. Ilmamäärämittausten mukaan mitatut tuloilmamäärä vastasivat suunnitteluarvoja. Poistoilmamäärät olivat 10 % mitoitusarvoja suuremmat.





Neuvotteluhuoneessa A305 koetut sisäilman lämpötilaongelmat johtuvat tilan ulkoilmanvastaisten rakenteiden pintalämpötilojen vaihteluista ulkoilmaolosuhteiden mukaan. Tilassa ei ole lämmitystä. Kylmänä vuodenaikana tilan yläosan rakenteiden ja ikkunan pintalämpötilojen aleneminen aiheuttaa vetohaittaa, kun jäähtynyt ilma virtaa alaspäin ulkoseinälinjoja pitkin ja lämmin ilma nousee ylös huonetilan keskialueella. Kesäaikaan auringon lämpösäteily ikkunoiden ja yläpohjarakenteiden kautta tilaan lämpökuormaa, jota ei nykyisellä ilmanvaihtojärjestelmällä saada hallittua. Ilmanvaihdon ilmamäärien tarkastusmittauksissa poistoilmamäärä (126 l/s) oli merkittävästi tuloilmamäärää (190 l/s) pienempi, mikä aiheuttaa tilaan ylipaineisuutta ja heikentää ilmanvaihdon toimivuutta. Poistoilmamäärä säädettiin mittauksen yhteydessä tuloilmamäärää vastaavalle tasolle.

## 4. TOIMENPIDE-ESITYS

Sisäilmaongelmien poistamiseksi / vähentämiseksi rakenteisiin, järjestelmiin ja tiloihin suositellaan kohdistettavaksi seuraavia toimenpiteitä. Toimenpide-esitykset on esitetty tämän lisäksi raportissa kunkin rakennusosan tai tilan tutkimushavaintojen yhteydessä. Ilmanvaihdon toimenpide-esitykset on esitetty ainoastaan kohdassa 7. ILMANVAIHTO.

### 4.1 Välipohjaan kohdistuvat toimenpiteet

- Tilan A308 välipohjan kosteusvaurioalueen muovipinnoite ja tasoitekerros tulee uusia.
  - Korjausalue ulotetaan vähintään 0,5 m vaurioalueen ulkopuolelle.
  - Välipohjan betonirakenne kuivatetaan päällystettävyyssosteuteen ennen uuden pinnoitteen asentamista.
- Ennen välipohjan korjaustoimenpiteitä sadevesiviemärin vuoto tulee korjata.

### 4.2 Ulkoseinä rakenteisiin kohdistuvat toimenpiteet

Välittömät korjaukset:

- Ulkoseinän sisäkuoren ja ikkunan karmi- / peilirakenteiden välisten liitosten tiivistäminen ilmatiiviiksi esim. vedeneristysjärjestelmän tuotteilla. Tiivistyskorjauksilla estetään hiukkasmaisten epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan.

Vuosikorjauksessa huomioitavat korjaukset:

- Tiiliseinässä olevien halkeaminen paikkaus
- Ikkunapeltien kiinnitysten ja tiivistysten korjaus



### 4.3 3. ja 4. kerroksen yläpohjaan kohdistuvat toimenpiteet

Välittömät korjaukset:

- Yläpohjan liikuntasauaman tiivistäminen höyrytiiviksi. Tiivistyskorjauksilla estetään mikrobi- ym. epäpuhtauksien pääsy yläpohjan eristetilasta sisäilmaan ja sisäilman kosteuden pääsy yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa esim. merkkisavun avulla alipainetilanteessa.
- Yläpohjan ja väli- / ulkoseinän seinän liitosrakenteiden tiiveyden varmistaminen liikuntasauaman kohdalla toimistossa A351.

Vuosikorjauksessa huomioitavat korjaukset:

- 3. kerroksen yläpohjan tuulettuvuuden parantaminen

### 4.4 Auditorio-osan yläpohjaan kohdistuvat toimenpiteet

Vesikaton bitumikate on osittain heikkokuntoinen ja vesivuotojen takia kosteusvaurioitunut, minkä vuoksi vesikattorakenteiden ja yläpohjan lämmöneristeiden uusiminen on ajankohtaista mahdollisimman pian (esim. vuoden kuluttua). Kattovesivuotojen uusiutumisen estämiseksi on kuitenkin tehtävä korjauksia vesivuotojen ja sisäilmaongelmien ehkäisemiseksi.

Välittömät korjaukset:

- Ilmanvaihtopiipun poistaminen ja vesikaton paikkaaminen. Samassa yhteydessä uusitaan em. kohdan kosteusvaurioituneet materiaalit ja tarkastetaan yläpohjan tuuletustilan kunto peruskorjausajankohdan arvioimiseksi.
- Bitumikatteen kunnon tarkastus ja saumojen tiiveyskorjaukset vähintään jiirialueiden läheisyydestä.
- Rintataitepellin kiinnityksen korjaus.

Vesikaton sadevesikaivojen siivilät tulee puhdistaa säännöllisesti sadeveden aiheuttaman tulvimisen estämiseksi. Suositeltavaa on myös ohjeistaa vesikaton viereisissä toimitoissa työskentelevää henkilökuntaa, ilmoittamaan talohuollolle, mikäli he havaitsevat veden lammikoitumista katolle.

### 4.5 Kotelarakenteisiin kohdistuvat toimenpiteet

- Sadevesiviemärien kotelarakenteiden ja lämmöneristeiden uusiminen tiloissa A308, A320 sekä kirjastossa, jossa tulee uusia myös kosteusvaurioituneet verholaudat. Mikäli koteloiden purkutyön aikana havaitaan mikrobivaurioita muissa rakenteissa (esim. kirjaston ikkunapalkin korkkieriste), tulee ne uusia samassa yhteydessä.
- Sadevesiviemäreiden eristämässä tulee käyttää esim. solukumieristeitä, jotka estävät sisäilman kosteuden pääsemisen viemäriputken kanssa kosketukseen.



#### 4.6 Ikkunoihin kohdistuvat toimenpiteet

- Työtiloina käytettävien opetusvälinevarastojen (A309, A314) lämpöolosuhteiden parantamiseksi tulee harkita em. tilojen ikkunoiden ulkolasiin pinnoittamista lämpösäteilyä estävällä kalvolla.
- Metallirunkoisten ikkunalasien tiivistyskittien kunnon tarkastus ja tiivistyskorjaus tarvittaessa.
- Ikkunaväliin puhdistaminen vuosisiivouksen yhteydessä.
- Ikkunoiden vesipeltien kiinnityksen tarkastaminen ja korjaaminen.

#### 4.7 Tikkaisiin ja portaisiin kohdistuvat toimenpiteet

- 4. kerroksen vesikatolle ja 4. kerroksen IV-konehuoneeseen johtavien tikkaiden turvallisuuspuutteiden poistaminen esim. tikkaat uusimalla.

#### 4.8 Ilmanvaihtojärjestelmään kohdistuvat toimenpiteet

- Katso kohta 7. ILMANVAIHTO.

#### 4.9 Tilaan A305 kohdistuvat toimenpiteet

- Vetohaitan poistamiseksi tarkoitettujen sähkölämmittimien (listalämmitin) asentaminen tilan yläosaan, yläikkunoiden alapuolelle erillisen sähkösuunnitelman mukaisesti.
- Huonelämpötilan alentamiseksi, nykyisillä järjestelmillä ja rakenteilla, tulevat kysymykseen mm. seuraavat vaihtoehdot:
  - ilmanvaihdon ilmamäärien lisääminen
  - tilan varustaminen tilakohtaisella jäähdytyslaitteella
  - tuuletusikkunan asentaminen (kaukosäätimellä toimiva).

#### 4.10 Korjauksissa huomioitavaa

Kosteus- ja mikrobivaurioituneita sisältävien rakennusosien purkutöissä tulee noudattaa RATU 82-0383 kortin, "Kosteus- ja mikrobivaurioiden purku" -ohjeita.

Sisäilman laatuun vaikuttavista korjaustoimenpiteistä on tehtävä tarvittaessa tarkemmat työohjeet ja korjaustoimenpiteet tulee tarkastaa ja valvoa sisäilma-asiantuntijan toimesta, joka dokumentoi korjaustoimenpiteet osana korjausten laadunvarmistusta mm. suojausten, korjausmenetelmien, kosteusvauriokuivauksien, mikrobivaurioiden rakenteiden puhdistuksen sekä rakenteiden lopputiiveyden osalta.



## 5. RAKENNUSTEKNISET TUTKIMUKSET

### 4.11 Alapohja

Alapohjarakennetta selvitettiin piirustuksista ja rakenteiden kosteusteknistä kuntoa selvitettiin pistokoeluontoisella pintakosteuskartoituksella auditoriotilasta sekä työsalista A214, jossa ikkunoiden alareunan taso on lähellä maanpinnan tasoa.

#### Havainnot ja tulokset

- Em. tilojen alapohjassa ei todettu pintakosteuspoikkeamia.
- Rakennussuunnitelmien mukaan alapohjarakenteena on kaksoisbetonilaattarakenne, joiden välissä lämmöneristeenä on lastuvillalevy (toja). Rakenne on nykytietämyksen mukaan kosteustekniseltä toimivuudeltaan riskirakenne.
- Alapohjarakenteeseen ei kohdistettu muita tutkimuksia.

#### Toimenpide-esitys

- Ei välitöntä korjaustarvetta.
- Mahdollista peruskorjausta varten alapohjarakenteen lämmöneristekerroksen kosteus- ja mikrobiologinen kunto on syytä tarkastaa/tutkia ja samalla on selvitettävä mahdollinen vedeneristeen olemassa olo ja haitta-aineet.

### 4.12 Välipohja

#### Havainnot ja tulokset

- Rakennussuunnitelmien mukaan välipohjarakenteena on kantava betonilaatta + pintalaatta.
- Opetustilassa A308 välipohjan sadevesiviemäriäpiviennin viereisellä alueella välipohjassa havaittiin kosteusvaurio, jonka aiheuttajaksi todettiin sadevesiviemäriputken vuoto. Em. kohdassa välipohjan lattiapinnoiterakenne (muovipäällyste) oli kosteus- / mikrobivaurioitunut noin 0,5 m<sup>2</sup>:n laajuiselta alueelta. Vuotovesi oli lisäksi kastellut alapuolella olevan kirjaston verhokotelorakennetta paikallisesti. Vauriokohdassa lattiamaton ja välipohjalaatan välistä mitattu suhteellisen kosteuden (RH) arvo oli 96,8 %, lämpötilassa (T) 25,2 °C. Lattiapinnoitteen ja välipohjarakenteen välissä oli aistittavissa voimakas mikrobiperäinen haju sekä pinnoiterakenteen kemialliseen hajoamiseen viittaava hajuhaitta.
- Muissa tutkituissa tiloissa ei havaittu välipohjan vaurioita.

#### Yhteenveto

Opetustilassa A308 todetusta pinnoiterakenteen kosteus- ja mikrobivauriosta aiheutuu ko. tilaan terveyshaittariski. Em. vauriokohdasta sisäilmaan leviämää mikrobiperäisiä epäpuhtauksia ja toksiineja sekä kemiallisia VOC-yhdisteitä, mitkä ovat voineet aiheuttaa tilassa A308 koettuja, sisäilmaan liitettäviä oireita.



### Toimenpide-esitys

- Tilan A308 välipohjan kosteusvaurioalueen muovipinnoite ja tasoitekerros tulee uusia.
- Korjausalue ulotetaan vähintään 0,5 m vaurioalueen ulkopuolelle.
- Välipohjan betonirakenne kuivatetaan päällystettävyyssosteuteen ennen uuden pinnoitteen asentamista.
- Ennen välipohjan korjaustoimenpiteitä sadevesiviemärin vuoto tulee korjata.

### 4.13 Ulkoseinät

A-rakennusosan ulkoseinärakenteen sisäkuori on betonirakenteinen (90 mm), ja ulko-verhous tiiltä (130 mm). Lämmöneristeenä on 75 mm:n vuorivillalevy. 2. kerroksessa, sokkelin kohdalla, lämmöneristeenä on käytetty lastuvillalevyä (toja). 4. kerroksen tasolla ulkoseinän sisäkuori on betonia 120 mm, lämmöneristeenä vuorivillalevy 100 mm ja tuulensuojarakenteena on *asbestisementtilevy*. vesikaton yläpuolisena verhouksena on teräslevyprofiili. Ulkoseinärakenteeseen kohdistettiin rakenteellisia kuntotutkimuksia 3. kerroksen, opetustilan A308 kohdalta, sekä 4. kerroksessa liikuntasauaman kohdalta.

### Havainnot ja tulokset

- Tutkituissa tiloissa ulkoseinä- ja ikkuna-/ikkunan peilirakenteiden liitosrakenteista todettiin tapahtuvan ilmapuotoa rakenteista sisäilmaan yleensä paikoitellen. Opetustilassa A308 korvausilmavirtaus ikkunan peilirakenteen kautta oli voimakasta.
- Ikkuna- ja ulkoseinärakenteen liitoksissa on käytetty lämmöneristeenä pellavarivettä. Ikkunan yläpuoleisten leukapalkkien eristemateriaalina on korkkieriste.
- Tilan A308 kohdalta, ikkunan rive-eristeestä (näyte 1.) ja ulkoseinän lämmöneristeestä (näyte 3.), ikkunan alapuolelta, otetuissa materiaalinäytteissä todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Rive-eristeessä esiintyi runsaasti *cladosporium*-mikrobeja ja ulkoseinän mineraalivillieristeessä runsaasti *penicillium*-mikrobeja ja *sädesieniä*. Ikkunan yläpuolisen leukapalkin korkkieristeestä otetussa materiaalinäytteessä (näyte 2.) ei todettu mikrobikasvua. Materiaalimikrobinäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 1, sekä liitteenä olevassa laboratorion tulosraportissa.
- 4. kerroksen ulkoseinän lämmöneristeestä otettiin mikrobimateriaalinäyte (näyte 6.) liikuntasauaman kohdalta. Em. kohdassa eristeissä oli havaittavissa voimakasta pölytumentumaa, mikä viittaa rakenteessa tapahtuviin vuotoilmavirtauksiin. Materiaalissa todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.
- Ikkunoiden vesipeltien kallistukset olivat vähäiset ja peltien kiinnityksessä oli osin puutteita. Pellin alapuolella olevan tiiliverhouksen yläpinta on tasattu betonivalulla.
- Rakennuksen ulkoerhousmuurauksessa havaittiin halkeamia rakennuksen koillisnurkan alueella (liikuntasalipäädystä) seinän yläosassa. Halkeamat ovat mahdollisesti syntyneet laajennustöiden yhteydessä.



Taulukko 1. Ulkoseinän lämmöneristeistä otettujen materiaalmikrobinäytteiden tulokset:

	<b>Näyte:</b>	<b>Tulosyhteenveto:</b>	<b>Johtopäätös:</b>
	1. A308, ikkunan pellavarive	Paljon homeita, indikaattorimikrobia yksittäisenä pesäkkeenä, vähän bakteereita	Selvä mikrobikasvusta materiaalissa
	2. A308, ikkunan leukapalkin korkkieriste	Vähän homeita ja bakteereita	Ei mikrobikasvua materiaalissa
	3. A308, Us-eriste, mineraalivilla, ikkunan alapuoli - 0,15 m	Paljon homeita, bakteereissa sädesieniä	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
	6. US-eriste, 4.kerros, mineraalivilla, liikuntasauaman kohta alaosa	Vähän homeita, indikaattorimikrobia yksittäisenä pesäkkeenä, bakteereissa sädesieniä	Selvä mikrobikasvu materiaalissa

Värien merkitys: Valkoinen = ei mikrobi kasvua, Keltainen = epäily mikrobikasvusta , Punainen = selvä mikrobikasvu



Kuva 1. Ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liitoksesta (auditorio).



Kuva 2. Ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liitoksesta (auditorio).



Kuva 3. Ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liitoksesta (A308).



Kuva 4. Rakenneavaus kuvan 4 kohdasta. Näkyvissä ikkunoiden välinen rakenne ja leukapalkin korkkieristettä.



Kuva 5. Ilmavuotoa ikkunoiden välisen peitelevyn alareunasta.



Kuva 6. Rakenneavaus kuvan 6 kohdasta. Näkyvissä ikkunoiden välinen rakenne.



Kuva 7



Kuva 8. ja (7.) Tiiliverhouksessa halkeamia koillisnurkan itä- ja pohjoissivulla.



Kuva 9. Vesikaton tuulettuvassa tilassa oleva 4. kerroksen ulkoseinärakenteen avauskohta. Vuurivillaeriste on tummunutta. Eristeen takana näkyy avoin liikunta- ja sauma.

### Yhteenveto

Ulkoseinä- ja ikkunarakenteen liitoksissa todettiin vuotoilmakohtia, joiden kautta tapahtuvien korvausilmavirtausten mukana sisäilmaan kulkeutuu ulkoseinän lämmöneristeissä ja ikkunan rive-eristeissä todettuja, sisäilman laatua heikentäviä mikrobi- ja pölyepäpuhauksia, jotka ovat todennäköisesti olleet osasyynä rakennuksessa koettuihin ärsytysoireisiin.

Rakennuksen ulkoverhousmuurauksessa todetuista halkeamista ei aiheudu välitöntä sisäilmahaittaa. Riskinä on sadevesien tunkeutuminen seinärakenteeseen halkeamien kohdalta, mikä muodostaa ulkoseinän ja sokkelin lämmöneristeisiin kosteus- ja mikrobivaurioitumisriskin.



## Toimenpide-esitys

Välittömät korjaukset:

- Ulkoseinän sisäkuoren ja ikkunan karmi- / peilirakenteiden välisten liitosten tiivistäminen ilmatiiviiksi esim. vedeneristysjärjestelmän tuotteilla. Tiivistyskorjauksilla estetään hiukkasmaisten epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan.

Vuosikorjauksessa huomioitavat korjaukset:

- Tiiliseinässä olevien halkeaminen paikkaus
- Ikkunapeltien kiinnitysten ja tiivistysten korjaus

Peruskorjauksessa huomioitavat korjaukset:

- Ulkoseinän ja leukapalkkien lämmöneristeiden uusiminen sekä rakenteen muuttaminen rakennusfysikaalisesti toimivaksi.

### 4.14 Yläpohjarakenteet

Rakennuksen yläpohjarakenteena on kantava betoniholvi + yläpuolinen lämmöneriste (125 mm). Vesikattorakenne on pukitettu kantavan betoniholvin varaan. Vesikatossa ei ole räystäitä. Yläpohjan rakenteet ovat alkuperäisiä. Vesikaton bitumikermikate on uusittu 3. ja 4. kerroksen osalta vuonna 1990 tai 1991. Auditorion katteen uusimisajankohdasta ei ole tietoa.

### 5.41 3. ja 4. kerroksen yläpohja

#### Havainnot ja tulokset

Yläpohja- ja vesikattorakenne oli tutkitussa kohdassa (3. kerroksessa) seuraava:

- bitumikermikate
- ponttilaudoitus
- vesikattokannattajat +
- tuulettuvatila
- irtolautoja (eristeen painoksi)
- vuorauspaperi (tuulensuoja)
- vuorivillaeriste 50 mm
- oksamassa
- vuorivillaeriste 75
- kantava betoniholvi 120 mm

Yläpohjarakenteen laskennallinen U-arvo on n. 0,27 w/m<sup>2</sup>K

- 3. ja 4. kerroksen vesikaton bitumikermikate on pääsääntöisesti hyväkuntoinen. Havaittavissa oli vain yksittäisiä kohtia, joissa bitumikermi oli heikentynyt.
- Rakennuksen yläpohjan liikuntasauaman kautta (linja J-J) todettiin olevan suora ilmayhteys alapuolella oleviin 3. kerroksen alakattotiloihin, molempien käytävien sekä eteisen A349 kohdalta. Merkkisavulla todettiin liikuntasauaman kohdasta tapahtuvan voimakasta ilmapvirtausta alakattotiloihin.





- Yläpohjan vuorivilla-lämmöneristeestä, liikuntasauaman läheisyydestä otetuissa materiaalmikrobinäytteissä (näytteet 4. ja 5.), toisessa todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Näytteessä (5.) esiintyi mm. runsaasti sädesieniä.
- Opetustilan A308 kohdalla liikuntasauama oli tiivistetty alapuolelle asennetulla peltityksellä. Toimiston A351 kohdalla liikuntasauama sijoittuu väliseinän kohdalle. Väliseinän ja yläpohjan liitoksessa em. kohdassa havaittiin lievää vuotoilmavirtausta yksittäisestä kohdasta.
- 3. kerroksen yläpohjan tuulettuvan tilan tuuletus on puutteellinen. Räystäällä on tuuletusraot, mutta vesikatolla ei ole tuuletusputkia ja 4. kerroksen yläikkunoiden vesipellit on asennettu siten, että seinän ilmvälin kautta tuuletusta ei pääse tapahtumaan (kuvat 18 ja 19)
- 4. kerroksen vesikatton tuuletusta varten katolle on asennettu tuuletusputket.
- Yläpohjan kattovasoissa ja 4. kerroksen ulkoseinän tuulensuojalevyn pinnalla oli havaittavissa vanhoja vesivuotojälkiä (kuva 14). Jäljet ovat mahdollisesti peräisin vanhoista vesikattovuodoista ja ikkunan vesipeltien kautta aikaisemmin tapahtuneista vuodoista. Vesipellit on uusittu lähivuosien aikana.

Taulukko 2. Yläpohjan lämmöneristeistä otettujen materiaalmikrobinäytteiden tulokset:

	<b>Näyte:</b>	<b>Tulosyhteenveto:</b>	<b>Johtopäätös:</b>
	4. YP-eriste, liikuntasauaman kohta mineraalivilla, alapinta	Vähän homeita ja bakteereita	Ei mikrobikasvua materiaalissa
	5. YP-eriste, alapinta, vertailunäyte	Vähän homeita, indikaattorimikrobia yksittäisenä pesäkkeenä, bakteereissa sädesieniä	Selvä mikrobikasvu materiaalissa



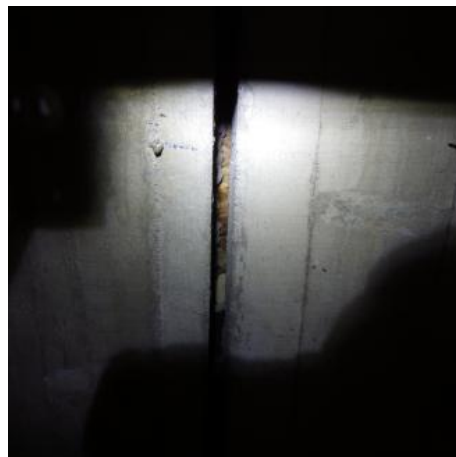
Kuva 10. Kuva otettu yläpohjan tuulettu-tilasta. Yläpohjalaatta liikuntasauaman kohdalla. Lämmöneriste on tummunut, mikä viittaa ilmapuotoihin.



Kuva 11. Liikuntasauamasta on näköyhteys alapuolella, opetustilan A308 kohdalla, olevan käytävän alakattotilaan.



Kuva 12. Alakattotilasta otetussa kuvassa ilmavuotoa yläpohjan liikuntasaumasta.



Kuva 13. Alakattotilasta otetussa kuvassa näköyhteys liikuntasauaman kautta yläpohjan eristetilaan.



Kuva 14. Yleisnäkymä 3. kerroksen yläpohjan tuulettuvasta tilasta. Seinän vieressä olevissa kattovasoissa ja seinälevyn pinnalla on havaittavissa vanhoja kosteusvauriojälkiä.



Kuva 15. Yleisnäkymä 4. kerroksen vesikatosta



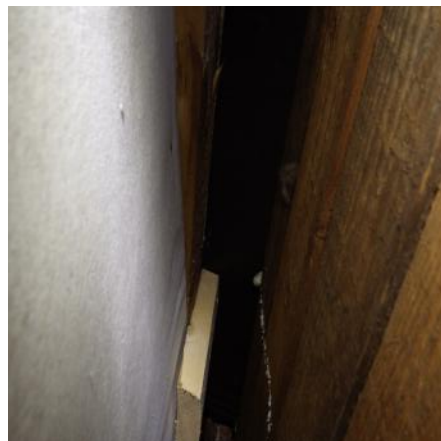
Kuva 16. Yleisnäkymä 4. kerroksen yläpohjan tuulettuvasta tilasta



Kuva 17. 4. kerroksen vesikatolla sammaloitumista, mikä on aiheutunut todennäköisesti antennilla oleskelleiden lintujen ulosteista.



Kuva 18. Yläpohjan tuuletuksen pitäisi tapahtua osaksi 4. kerroksen ikkunoiden alapuolella olevan seinän tuuletusvälin kautta. Ikkunan vesipellitys estää tuuletusvälin toiminnan.



Kuva 19. Tuuletusväli kuvattuna alhaalta yläpäin.

### **Yhteenveto**

3. kerroksen yläpohjan eristetilasta on avoin ilmayhteys rakennuksen liikuntasauaman kautta (linja J-J) alapuolisiin käytäviin, sekä eteiseen A349. Yläpohjan lämmöneristeistä otetussa näytteessä todettiin mikrobikasvua, mm. runsaasti sädesieniä.

Liikuntasauaman kautta tapahtuvien ilmavirtausten mukana em. tilojen sisäilmaan pääsee kulkeutumaan rakenteissa todettuja mikrobi-, haju- sekä pölyepäpuhtauksia, jotka heikentävät sisäilman laatua ja ovat todennäköisesti olleet osasyynä 3. kerroksen tiloissa koettuihin sisäilmaoireisiin.

3. kerroksen yläpohjan tuulettuvan tilan tuuletus on puutteellinen, minkä aiheuttaa keksäaikaan tilan lämpötilan voimakasta kohoamista ja mikä osaltaan lisää sisätiloihin kohdistuvaa lämpökuormaa yläpohjarakenteiden ja 4. kerroksen ulkoseinien kautta.

### **Toimenpide-esitys**

Välittömät korjaukset:

- Yläpohjan liikuntasauaman tiivistäminen höyrytiivisti. Tiivistyskorjauksilla estetään mikrobi- ym. epäpuhtauksien pääsy yläpohjan eristetilasta sisäilmaan ja sisäilman kosteuden pääsy yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa esim. merkkisavun avulla.
- Yläpohjan ja väli- / ulkoseinän seinän liitosrakenteiden tiiveyden varmistaminen liikuntasauaman kohdalla toimistossa A351.

Vuosikorjauksessa huomioitavat korjaukset:

- 3. kerroksen yläpohjan tuulettavuuden parantaminen

## 5.42 Auditorio-osan yläpohja

### Havainnot ja tulokset

- Auditorio-osan vesikatteessa oli havaittavissa vaurioita ilmastointipiipun (käytöstä poistettu huippuimuri) läpiviennin juurialueella sekä osassa bitumikermien liitos-saumoissa mahdollista epätiiveyttä.
- Sadevesikaivojen suojaritiloissa oli roskaa, minkä vuoksi sadevesi oli lammikoitunut sadevesikaivojen ympärille.
- Vesikaton ja A-rakennusosan ulkoseinän liitoksessa oleva rintataitepelti oli osittain irti ulkoseinärakenteesta.
- Auditorion ja luokan A208 sisäkatosissa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä, jotka ovat syntyneet vesikaton sulamis- ja sadevesien pääsemisestä yläpohjarakentee- seen em. vesikatteen epätiiveyskohtien kautta sekä mahdollisesti myös käytöstä poistetun huippuimurikotelon kautta.
- Auditorion ja luokan A208 alakattorakenteen rakennetutkimuksissa havaittiin vau- riojälkien kohdalla betonirakenteen, niiltä osin kuin voitiin tarkastaa, olevan kuiva ja kosteusvaurioituneissa levyissä ei ollut havaittavissa viitteitä mikrobivaurioitumises- ta.
- Luokassa A208 kattovuotovesi oli läpäissyt betoniholvin betonivalussa olevan valu- aikaisten puupalan kohdalta. Em. kohdassa oli havaittavissa pienialaisesti kuivaa pintamikrobistoa.
- Auditorion alakattotilan levyt olivat pölyisiä. Alakattotilan puuosissa ei ollut havaittavissa kosteusvaurioon viittaavia jälkiä, lukuun ottamatta vesivuotojen koh- dalla, betonin pinnalla havaittavia kosteusvauriojälkiä.
- Tutkittujen alakattorakenteiden rakenne on esitetty paikannuspiirroksessa nro 2.



Kuva 20. Auditoriosiiiven vesikattoa. Mustalla katkoviivalla on esitetty tilojen välisten seinien paikat. Punakeltaiset merkit kuvaavat alapuolella havaittuja kosteusvauriojälkiä.





Kuva 21. Vesikaton rintataitepellin kiinnitys tiiliseinäen on irronnut lyhyeltä matkalta.



Kuva 22. Katon sadevesiviemärin suojaritilä on roskainen.



Kuva 23. Käytöstä poistettu poistopuhaltimen läpivientipiippu.



Kuva 24. Piipun juuren bitumikatteessa vaurio.



Kuva 25. Luokan A208 alakaton rakenneaukaisu kosteusvauriojäljen kohdalta.



Kuva 26. Vesikatolta vuotanut vesi on tullut yläpohjan betoniholvin läpi lautapalikan kohdalta. Rakenteen pinnalla on pienialaisesti kuivunutta pinta-mikrobikasvua.



Kuva 27. Auditorion alakaton rakenneavauksesta otettu kuva. Palkissa näkyy kosteusvauriojälki.



Kuva 28. Auditorion alakaton rakenneavauksesta otettu kuva. Betoniholvin alapinnalla näkyy kosteusvauriojälki.

### Yhteenveto

Auditorion kattolevytykseen kosteusvaurioitumisen on aiheuttanut vesikattovuodot. Bitumikatteessa todettiin vaurioita käytöstä poistetun poistoilmapuhaltimen läpivientipiipun juuressa. Myös osassa bitumikermien saumaliimauksissa, vuotojälkien yläpuolella, oli havaittavissa puutteita. Sadevesikaivojen ritilät olivat huollon puutteen vuoksi osittain tukossa, minkä vuoksi sadevesi lammikoituu sadevesikaivojen ympärille. Keväällä lumien sulamisen yhteydessä vesikatolla mahdollisesti tulvinut vesi on päässyt tunkeutumaan bitumikatteen epätiiveyskohdista yläpohjaholvin päälle ja siitä edelleen betoniholvissa olevien huokosten ja valuaikaisten puuosien läpi alakattolevytyksen. Vesivuotoa on voinut tapahtua myös ruostuneen ilmanvaihtopiipun rakenteiden kautta.

Vesikattovuoto ei ole aiheuttanut alakattotilassa merkittäviä kosteusvaurioita eikä silmin havaittavaa mikrobikasvua, lukuun ottamatta havaittua pienialaista aluetta luokan A208 vauriokohdassa. Em. vaurioista ei ole aiheutunut opetustiloihin välitöntä sisäilmahaittaa.

Yläpohjan lämmöneristeiden mikrobiologista kuntoa ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Yläpohjaeristeiden ja holvia vasten olevien puurakenteiden mikrobivaurioitumisen riski on em. vaurioalueiden ympärystässä erittäin suuri jos kosteusrasitus toistuu. Yläpohjan betonirakenteen vuoksi mikrobiepäpuhtauksien leviäminen sisäilmaan on olemassa, mikäli yläpohjarakenne ei pääse kuivumaan.

Vesikaton rintataitepellityksen epätiivisiin kiinnityskohdan kautta voi sadevesiä kulkeutua yläkattorakenteeseen.

### Toimenpide-esitys

Katon bitumikate on osittain heikkokuntainen ja vesivuotojen takia kosteusvaurioitunut, minkä vuoksi vesikattorakenteiden ja yläpohjan lämmöneristeiden uusiminen on ajan-kohtaista mahdollisimman pian (esim. vuoden kuluttua). Kattovesivuotojen uusiutumisen estämiseksi on kuitenkin tehtävä korjauksia vesivuotojen ja sisäilmaongelmien ehkäisemiseksi.

Välittömät korjaukset:

- Ilmanvaihtopiipun poistaminen ja vesikaton paikkaaminen. Samassa yhteydessä uusitaan em. kohdan kosteusvaurioituneet materiaalit ja tarkastetaan yläpohjan tuuletustilan kunto peruskorjausajankohdan arvioimiseksi.
- Bitumikatteen kunnan tarkastus ja saumojen tiiveyskorjaukset vähintään jiirialueiden läheisyydestä.
- Rintataitepellin kiinnityksen korjaus

Vesikaton sadevesikaivojen siivilät tulee puhdistaa säännöllisesti sadeveden aiheuttaman tulvimisen estämiseksi. Suositeltavaa on myös ohjeistaa vesikaton viereisissä toimitoissa työskentelevää henkilökuntaa, ilmoittamaan talohuollolle, mikäli he havaitsevat veden lammikoitumista katolle.

## 4.15 Kotelorakenteet

### Havainnot ja tulokset

- Opetustilassa A308 olevassa kattovesiviemärin levykotelon alaosassa havaittiin kosteus- ja mikrobivaurio, jonka on aiheuttanut kattosadevesiviemärissä oleva vuoto. Vuodon on aiheuttanut Kotelorakenteeseen kiinnitetyn jalkalistan kiinnitysruuvi, joka oli läpäissyt viemäriputken (reikä paikattiin väliaikaisella paikalla tutkimuksen aikana). Lisäksi viemärin lämmöneristys oli toteutettu puutteellisesti, mikä on mahdollisesti aiheuttanut kosteuden tiivistymistä putken pintaan. Viemärin kotelorakenteen levypinnalla oli havaittavissa pintamikrobikasvua. Vuotovesi oli lisäksi kastellut alapuolella olevan kirjaston verhokotelorakennetta paikallisesti.
- Opetustilan A320 kattovesiviemärikotelon levytyksen alaosassa, jalkalistan takana havaittiin kosteus- ja mikrobivaurio. Kattovesiviemärissä on em. vauriokohdassa sadevesiviemärin mansettiiliitos, jossa on mahdollisesti vuotoa. Viemäriputken lämmöneriste todettiin puutteelliseksi, mikä voi aiheuttaa sisäilman kosteuden kondensoitumista putken pinnalle kylmänä vuodenaikana.





Kuva 29. Tilassa A308 sadevesiviemärin kotelon alaosa kosteus- ja mikrobivaurioitunut.



Kuva 30. Sadevesiviemärissä ruuvin tekemä reikä.



Kuva 31. Viemäriputki on eristetty puutteellisesti.



Kuva 32. Kirjaston ikkunan verholaudassa ja -kotelossa kosteusvauriojälkiä.



Kuva 33. Tilassa A320 sadevesiviemärin kotelon jalkalistan takana pintahometta.



Kuva 345. Kotelon levytys kosteusvaurioitunut alaosastaan.





Kuva 35. Välipohjarakenne koteloiden välillä on kuiva.



Kuva 36. Tilan A320 sadevesiviemärissä mansetti-liitos. Putken alaosasta puuttuu eristeet.

### **Yhteenveto**

Sadevesiviemärin vuodot ja sisäilman kosteuden kondensoitumisesta viemäriputken pintaan on aiheutunut viemärikotelon alaosan levyrakenteille ja lämmöneristeille kosteusrasitusta, minkä vuoksi em. materiaalit ovat kosteus- ja mikrobivaurioituneet.

Vaurioituneista materiaaleissa olevia mikrobiepäpuhtauksia pääsee leviämään sisäilmaan, mikä heikentää sisäilman laatua ja voi aiheuttaa em. tiloissa koettuja oireita.

### **Toimenpide-esitys**

- Sadevesiviemärin kotelorakenteiden ja lämmöneristeiden uusiminen tiloissa A308, A320 sekä kirjastossa, jossa tulee uusia myös kosteusvaurioituneet verholaudat. Mikäli koteloiden purkutyön aikana havaitaan mikrobivaurioita muissa rakenteissa (esim. kirjaston ikkunapalkin korkkieriste), tulee ne uusia samassa yhteydessä.
- Sadevesiviemäreiden eristämässä tulee käyttää esim. solukumieristeitä, jotka estävät sisäilman kosteuden pääsemisen viemäriputken kanssa kosketukseen.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneita sisältävien rakennusosien purkutöissä tulee noudattaa RATU 82-0383 kortin, "Kosteus- ja mikrobivaurioiden purku" -ohjeita.

#### 4.16 Ikkunat

##### Havainnot

- Alkuperäiset ikkunat ovat pääosin 3-lasisia puuikkunoita. 2. kerroksen työsalissa A244 osa ikkunoista on metallirunkoisia. 4. kerroksen ikkunat ja ikkunapellitykset on uusittu lähivuosien aikana.
- Puuikkunat ovat heikkokuntoisia ulko-osistaan.
- Ikkunan vesipellit ovat ohutteräslevyä. Peltien kallistukset olivat loivia. Vesipeltien jatkokset on tehty limittämällä. Peltien kiinnityksessä ikkunarakenteisiin todettiin paikoitellen puutteita.
- Puuikkunoiden ulkopokan epätiiveydestä johtuen pokien väliin pääsee kulkeutumaan ulkoilmapölyä ja käyttäjien mukaan talvella myös hienojakoista lunta. Pitkäaikaista pölyä oli havaittavissa mm. auditorion ja liikuntasalin ikkunoissa.



Kuva 37. Puuikkunoiden ulkopuitteet ovat huonokuntoisia. Puitteen ja karmin välisestä raosta pääsee pölyä ja hienojakoista lunta puitteiden väliin.



Kuva 38. Auditorion ikkunan välissä on pölyä ja likaa.



Kuva 39. Ikkunapeltien kallistukset ovat loivat. Vesipeltien saumat epätiivitä



Kuva 40. Osa työsalin A244 ikkunoista on metallirunkoisia. Lasien kiinnitys puitteisiin on epätiivis kiinnityskitin haristumisesta johtuen.



Kuva 41. Auditorion ikkunatiivisteissä on vuotoa. Karmissa on havaittavissa ulkoilmapölykertymää.

### Yhteenveto

Ikkunoiden suurten lasipintojen kautta itä- ja eteläsivun tiloihin kohdistuu lämpimänä vuodenaikana auringon aiheuttamaa lämpökuormaa, joka ei nykyisellä ilmanvaihtojärjestelmällä ole hallittavissa. Tämä heikentää osaltaan em. tilojen sisäilmasto-olosuhteita.

Ikkunapuitteiden välissä todetut pölyepäpuhtaudet ovat esteettinen haitta. Pitkäaikainen pöly toimii lisäksi hyvänä kasvualustana mikrobeille, mikä voi heikentää paikallisesti sisäilman laatua.

Alkuperäiset ikkunat ovat huonokuntoisia ja ovat saavuttaneet teknisen käyttöiän (50 v). Ikkunoiden ulkopokien epätiivisyys, vesipeltien vähäiset kallistukset ja peltien kiinnitysten puutteet aiheuttavat kosteusrasitusta ikkunarakenteille. Lisäksi riskinä on sade- ja sulamisveden kulkeutuminen seinärakenteeseen. Pellin alapuolella oleva betonivalu pienentää em. riskiä.

### Toimenpide-esitys

- Työtiloina käytettävien opetusvälinevarastojen (A309, A314) lämpöolosuhteiden parantamiseksi tulee harkita em. tilojen ikkunoiden ulkolasiin pinnoittamista lämpösäteilyä estävällä kalvolla.
- Metallirunkoisten ikkunalasien tiivistyskittien kunnon tarkastus ja tiivistyskorjaus tarvittaessa.
- Ikkunavälien puhdistaminen vuosisiivouksen yhteydessä.
- Ikkunoiden vesipeltien kiinnityksen tarkastaminen ja korjaaminen.
- Ikkunoiden uusiminen peruskorjauksessa.

#### 4.17 Tikkaat ja portaat

Tutkimusten yhteydessä havaittiin portaissa ja tikkaissa seuraavia turvallisuuspuutteita:

- 4. kerroksen katolle johtavat tikkaat eivät täytä turvallisuusvaatimuksia. Tikkaiden johteiden yläpäässä on teräviä kulmia, minä vuoksi niihin voi tapahtua vaatteiden kiinnitakertumista.
- 4. kerroksen ilmanvaihtokonehuoneeseen on käynti pukuhuonetilassa A338 katossa olevan luukun kautta. Konehuoneeseen johtavista portaista oli irronnut yksi askelma hitsausliitoksen peittämissä vuoksi. Askelmissa havaittiin lisäksi taipumia.



Kuva 42. 4. kerroksen katolle johtavat tikkaat.



Kuva 43. 4. kerroksen iv-konehuoneeseen johtavat portaat. Yksi askelma on irronnut.

#### Yhteenveto ja toimenpide-esitys

- Tikkaiden rakenne ja kunto muodostaa huoltohenkilökunnalle työturvallisuusriskin, minkä vuoksi em. tikkaat tulee kunnostaa tai uusia pikaisesti.

## 6. MUUT

#### Neuvotteluhuoneen A305 Lämpötilaongelmat

Neuvotteluhuoneen A305 lämpötila on koettu talvisin matalaksi ja lämpimänä vuoden aikana korkeaksi. Tilassa ei ole lämmitystä. Tilan korkeus on 5,8 m ja sen sivuseinien yläosa, 4. kerroksen osalla, rajoittuu osaksi 3. kerroksen yläpohjan tuulettuvaan tilaan ja osaksi ulkoilmaan (ikkunoiden osalta). Kylmänä vuodenaikana tilan yläosan rakenteiden ja ikkunan pintalämpötilojen aleneminen aiheuttaa vetohaittaa, kun jäähtynyt ilma virtaa alaspäin ulkoseinälinjoja pitkin ja lämmin ilma nousee ylös huonetilan keskialueella. Yläpohjan ja ulkoseinän lämmöneristyspaksuus on vähäinen, minkä vuoksi tilan yläosan rakenteet lämpenee ja aiheuttaa lämpökuormaa tilassa.

Tilan ilmanvaihdon ilmamäärien tarkastusmittauksissa poistoilmamäärä (126 l/s) oli merkittävästi tuloilmamäärää (190 l/s) pienempi, mikä aiheuttaa tilaan ylipaineisuutta ja

heikentää ilmanvaihdon toimivuutta. Poistoilmamäärä säädettiin mittauksen yhteydessä tuloilmamäärää vastaavalle tasolle.

#### Toimenpide-esitys

- Vetohaitta saadaan poistettua asentamalla sähkölämmittimiä (listalämmitin) tilan yläosaan, yläikkunoiden alapuolelle (erillisen sähkösuunnitelman mukaisesti).
- Huonelämpötilan alentamiseksi, nykyisillä järjestelmillä ja rakenteilla, tulee harkita seuraavia vaihtoehtoja:
  - Yläikkunoiden kalvottaminen lämpösäteilyä estävällä suojakalvolla
  - tilan varustaminen tilakohtaisella jäähdytyslaitteella
  - poistoilman päätelaitteen sijoittaminen tilan yläosaan

#### Yläpölyt

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin runsasta pölykertymää (ns. yläpölyt) mm. liikuntasalin katossa, ikkunoiden kohdalla olevien rutilöiden, valaisinten ja tasopintojen päällä.



Kuva 44. 3. kerroksen käytävän A313 tason päällä runsas pölykertymä.



Kuva 45. Liikuntasalin kattorutilöiden ja valaisinten päällä runsas pölykertymä.



Kuva 46. Liikuntasalin yläikkunan penkillä pölykertymä.

#### Yhteenveto

Tasopinnoilla olevista pölykertymistä pääsee leviämään sisäilmaan, ilmanliikkeiden mukana, sisäilman laatua heikentäviä pölyepäpuhtauksia.

#### Toimenpide-esitys

- Yläpölyjen siivous vähintään kerran vuodessa vuosisiivouksen yhteydessä.

## 7. ILMANVAIHTO

Rakennusosassa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on toteutettu usean ilmanvaihtokoneen ja huippuimureiden avulla. A-siiven tiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet sijaitsevat juhlasalipäädysssä (juhlasalia ja auditoriota palvelevat koneet) sekä 4. kerroksessa olevassa ilmanvaihtokonehuoneessa, jotka palvelevat seuraavia tiloja:

- 1 TP/PP: Kirjastotilat (2. kerros)
- 2 TP/PP: 3. kerroksen toimisto- ja luokkatiloja moduulivälillä E-K (palo-osasto), 2. kerroksen aulatilaa (tuloilma) sekä 2. kerroksen tiloja A214 ja A227.
- 3 TP/PP: 2. kerroksessa etupihan puoleisia luokkatiloja ja käytävää moduulivälillä K-P sekä 3. kerroksen käytävää A313.
- 4 TP/PP: 3. kerroksen luokka- ja toimistotiloja moduulivälillä K-P sekä 2. kerroksen tiloja rakennuksen päädyn puoleisessa palo-osastossa (lukuun ottamatta etupihan puoleisia luokkatiloja).
- 5 TP/PP: Kellaritiloja

Ilmanvaihtokoneisiin 1-4 on uusittu puhaltimet peruskorjauksen yhteydessä v. 2005. IV-kone 5 on jätetty ennalleen. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole säätö- eikä etävalvonta-automaatiikkaa.

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa selvitettiin tarkastamalla tuloilmakanavien ja tuloilma-päätelaitteiden kuntoa visuaalisesti kirjastosta A231, opetustiloista A308 ja A323 sekä toimistosta A355, jonka tuloilmakanavasta otettiin näytteet pölynkoostumuksen ja mineraalikulutepitoisuuden selvittämiseksi. Lisäksi tarkastettiin ilmanvaihtokoneiden 1-4 kunto. Juhlasalin ja auditorion ilmanvaihtokoneen kuntoa ei selvitetty. Ilmanvaihtokonehuoneen kanavat ja kammiot ovat alkuperäisiä.

### Havainnot ja tulokset

- 10.6.2013 tiloissa tehdyn tutkimuksen aikana havaittiin, että luokassa A308, joka on 2 TP vaikutusalueella, tuloilmakanavassa ei ollut tuloilmavirtausta. IV-koneen tarkastuksessa (18.7) todettiin tuloilmapuhaltimen hihnan olevan poikki.
- Pistokoeluontoisesti tehdyssä tuloilmakanavien tarkastuksessa, kanavissa havaittiin kohtalaista pölykertymää. Em. pölyisyys ei vaikuta merkittävästi sisäilman laatuun.
- Kanavasta otetussa pölynkoostumusnäytteessä esiintyi kohtalaisesti erittäin hienojakoista rakennusmateriaalipölyä, jonkin verran ulkoilmapölyä ja metallipölyä sekä niukasti lasikuituja.
- Kanavasta otetussa geeliteippinäytteessä teollisten mineraalikulujen pitoisuus oli 5,6 kuitua/cm<sup>2</sup>, mikä on vähemmän kuin sisäilmasto-ongelmallisissa rakennuksissa yleensä (>9,6 kuitua/cm<sup>2</sup> (Salonen ym. 2011)).





- Työskentelytilojen A309 ja A314 ilmanvaihto on suunniteltu sen alkuperäistä, opetusvälinevarastokäyttöä varten. Tilat on varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla. Korvausilma tiloihin tulee siirtoilmana viereisistä luokista ovirakojen ja siirtoilmäsäleikön kautta. Rakentamismääräysten mukaan siirtoilmaa ei voi käyttää toimistotyypisten tilojen tuloilmana.

#### Ilmanvaihtokoneiden tarkastuksen yhteydessä tehdyt havainnot:

- Puhallinkammioiden luukkujen tiiveydessä oli puutteita. Luukkujen tiivisteitä oli rikki ja tiiveyttä oli yritetty osittain parantaa luukun ja rungon välisen raon päälle asennettujen tiivisteiden avulla.
- Tuloilmasuodattimien ja rungon välissä ei havaittu ohivuotoon viittaavaa epätiiveyttä.
- TK/PP 2 koneen tuloilmapuhaltimen hihna oli poikki.
- TK/PP 3 koneen tuloilmasuodattimien välisessä liitoksessa havaittiin rako, josta pääsee ilmankiertoon suodattamatonta tuloilmaa.
- 3. ja 4 tuloilmakoneen lämmityskennostossa todettiin pienialaiset mekaaniset vauriot, joilla ei ole merkittävää vaikutusta kennon toiminnalle.
- TK/PP 5 tuloilmakone ei ollut toiminnassa. Tuloilmapuhallin kammion luukku oli jätetty auki.
- Osassa tuloilmakoneiden suodatinkammioiden pohjalla oli havaittavissa vanhoja vesijälkiä, jotka ovat aiheutuneet lumen sulamisvesistä.
- Ilmanvaihtokoneiden yhteisen ulkoilmakammion pohjalla oli havaittavissa pölyisyyttä.
- IV-koneiden huoltokortit eivät olleet ajan tasalla. Viimeisimmät merkinnät esim. suodattimen vaihdosta olivat 3 vuoden takaa. Suodattimien kunnon perusteella niitä on vaihdettu em. ajankohdan jälkeenkin.

#### Ilmanvaihtosuunnitelmien tarkastelu:

- Ilmanvaihtopiirustusten tarkastelussa havaittiin, että rakennuksen ilmanvaihtomäärät, käytävä/aulatilojen osalta, on mitoitettu alakanttiin. Linjojen E-K välisellä alueella, 2. ja 3. kerroksessa, aula- ja käytävätilaa (lattiapinta-ala) on noin 400 m<sup>2</sup>, jossa ulkoilmavirran määräksi mitoitettu yhteensä 360 l/s. RakMK D2 ohjeen mukaisen mitoitusohjeen mukaan (4 (l/s)/m<sup>2</sup>) ulkoilmavirran määrä tulisi olla vähintään 1600 l/s. Linjojen K-O välisellä alueella aula- ja käytävätilaa on noin 240 m<sup>2</sup>, jossa ulkoilmavirran määräksi mitoitettu yhteensä 650 l/s. RakMK D2 mitoitusohjeen mukaan ulkoilmavirran määrä tulisi olla noin 950 l/s.
- Neuvottelutilan A305 tuloilmamääräksi on mitoitettu 126 l/s ja poistoilmamääräksi -204 l/s. Tuloilmamäärän tulisi olla sama kuin poistuvan ilman määrä (204 l/s).



#### Ilmamäärien tarkastusmittaukset:

- Ilmamäärien tarkastusmittauksissa ongelmatilojen ilmanvaihdon mitatut tuloilmamäärät vastasivat mittaustoleranssien rajoissa, asetettuja mitoitusarvoja.
- Tilan A305 poistoilmamäärä (126 l/s) oli merkittävästi tuloilmamäärää (190 l/s) pienempi.
- Tiloissa A315, A323, A355 ja A231 (kirjasto) poistoilmamäärät olivat 11 – 20 % suuremmat kuin mitoitusarvot. Tämä aiheuttaa tiloissa alipaineisuutta ulkoilman suhteen, mikä voimistaa rakenteiden kautta sisäilmaan tapahtuvia korvausilmavirtauksia.

#### Muut havainnot:

- A2 rakennusosaa palvelevan ilmanvaihtokoneen ulkoilmalaitteen etäisyys akkuvastaston, muuntamon ja sähköpääkeskuksen jäteilmalaitteista on alle kaksi metriä (kuva 57), mikä ei täytä viranomaisohjeen mukaisia vähimmäisetäisyyksiä (3 – 10 m). Riskinä on jäteilman sisältämien epäpuhtauksien kulkeutuminen tuloilmanvaihtoon. Mm. akkuvastaston jäteilma kuuluu poistoilmaluokkaan 4.
- Wc-tilojen poistoilmanvaihdon vaatima korvausilma on suunniteltu tulevaksi ovien alla olevien virtausaukkojen l. ovirakojen kautta. Pistokoeluntuoisessa tarkastuksessa havaittiin wc-tilojen A346 ja 310 oviraot liian ahtaiksi, mikä vaikuttaa heikentävästi em. tilojen ilmanvaihdon toimivuuteen.



Kuva 47. Tilan A355 tuloilmakanava.



Kuva 48. Tilan A323 tuloilmakanava





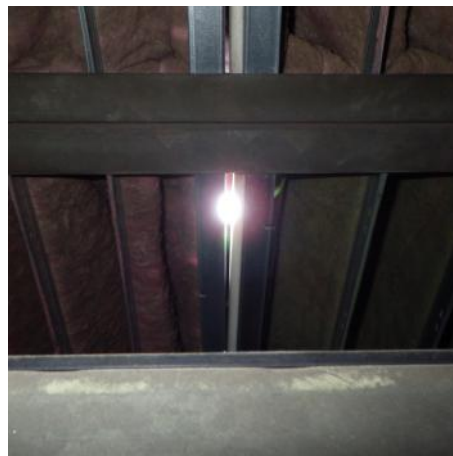
Kuva 49. Tuloilmapuhaltimen (TP2) hihna katkennut.



Kuva 50. Tuloilmakoneen 2 suodatin. Likaantumisesta päätellen hihna on voinut olla poikki pitkiä aikoja.



Kuva 51. IV-kammioiden luukkua on tiivistetty ulkopuolelle asennettujen tiivisteiden avulla.



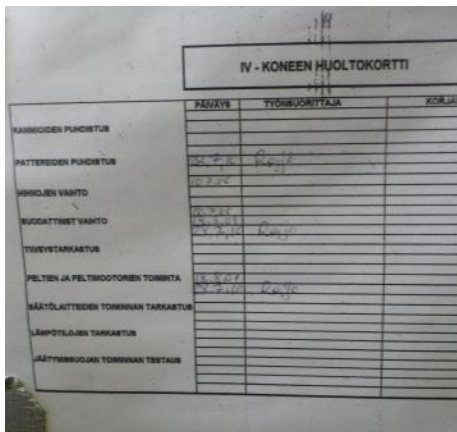
Kuva 52. TP3 suodattimien välissä on ohivuodon mahdollistavaa epätiiveyttä.



Kuva 53. Tuloilmakammion pohjalla on kosteusjälkiä.



Kuva 54. Ulkoilmakammion pohjalla ulkoilmapölyä



IV - KONEEN HUOLTOKORTTI		
	PÄIVÄYS	TYÖSUORITTAJA
KAMMIEN PUHDISTUS		
PATTEREIDEN PUHDISTUS		
REKINEN VAIHTO		
RUOVIKATIN VAIHTO		
TUVEVETARKASTUS		
PELTEN JA FELTTOOTORIEN TARKASTUS		
SÄÄTÖLAITTEIDEN TOIMINNAN TARKASTUS		
LÄMPÖTILAN TARKASTUS		
LÄÄTTEIKUUN TOIMINNAN TESTAUS		

Kuva 55. IV-koneiden huoltokortit eivät ole ajantasalla.



Kuva 56. TP3 IV-koneen kammion kulma on epätiivis.



Kuva 57. Vesikatolla sijaitsevien poistoilmalaitteiden (3 kpl vas. puoleiset) etäisyys tuloilmalaitteesta (oikealla) on liian lyhyt.

### Yhteenveto

Rakennuksen ilmanvaihtomäärät on mitoitettu käytävä-/aulatilojen osalta vajaiksi. Vajasta on pinta-alamitoituksen perusteella noin 1500 l/s, mikä vaikuttaa koko rakennusosan ilmanvaihdon toimivuutta heikentävästi.

Pistokoeluontoisesti tehdyssä ilmapäärien tarkastuksessa mitatut tuloilmamäärät vastasivat annettuja mitoitusarvoja. Poistoilmamäärissä todettiin muutamassa tilassa +11 – +20 % poikkeamia mitoitusarvoihin verrattuna.

Tilan A305 poistoilmamäärä (126 l/s) oli merkittävästi tuloilmamäärää (190 l/s) pienempi, mikä aiheuttaa tilaan ylipaineisuutta ja heikentää ilmanvaihdon toimivuutta. Poistoilmamäärä säädettiin mittauksen yhteydessä tuloilmamäärää vastaavalle tasolle.

Tiloissa A309 ja A314 koettu ilmanvaihdon riittämättömyys johtuu siitä, että tilojen ilmanvaihto on suunniteltu opetusvälinevarastokäyttöä varten. Tilat on varustettu koneellisella poistoilmanvaihdon. Korvausilma tiloihin tulee siirtoilmana viereisistä luokista ovi-

rakojen ja siirtoilmasäleikön kautta. Rakentamismääräysten mukaan siirtoilmaa ei voi käyttää toimistotyyppisten tilojen tuloilmana.

Ongelmatilat sijaitsevat rakennuksen itäisivulla, minkä vuoksi lämpimänä vuodenaikana auringon aiheuttama lämpökuorma tiloihin, laajojen ikkunapintojen kautta, on merkittävä aamupäivisin. Ikkunoiden sälekaihtimien ollessa kiinni ikkunan sisäpinnan lämpötila aurinkoisella ilmalla on  $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nykyisellä ilmanvaihtojärjestelmällä ulkopuolisesta lämpökuormasta johtuvaa lämpötilaongelmaa ei saada hallittua vaan se vaatisi jäädytystä ja/tai auringonlämpösäteilyä estäviä rakenteellisia parannuksia (esim. selektiivilasit /kalvotus).

Tutkimuksen aikana havaittiin, että tuloilmanvaihto ei ollut toiminnassa tuloilmakoneen 2 vaikutusalueella, tuloilmakoneen hihnarikon vuoksi. Toimintahäiriöajan pituudesta ei ole tietoa. Tuloilmasuodattimen kunnon perusteella toimintahäiriö on voinut kestää useita viikkoja / kuukausia. Tuloilmakone 2 palvelee 3. kerroksen toimisto- ja luokkatiloja moduulivälillä E-K (palo-osasto), 2. kerroksen aulatilaa (tuloilma) sekä 2. kerroksen tiloja A214 ja A227. Tuloilmapuhaltimen hihna uusittiin talohuollon toimesta 19.6.2013.

Kirjastotilassa on koettu henkilökunnan mukaan ilmanvaihtoon liittyviä ongelmia (ilma ei vaihdu) sekä lämpötilaongelmia (talvella liian lämmintä). Tilan ilmamäärän mitoitus on  $2\text{ l/s/m}^2$ , mikä vastaa nykyistä S3 – sisäilmastoluokituksen mukaista mitoitusta. Ilmamäärämittausten mukaan mitatut tuloilmamäärät vastasivat suunnitteluarvoja. Poistoilmamäärät olivat 10 % mitoitusarvoja suuremmat.

Ilmanvaihtokonehuoneen kanavat ja kammiot ovat alkuperäisiä ja ovat niiden teknisen käyttöönsä. Tuloilmakanavissa todettiin kohtalaista pölykertymää.

B-rakennusosaa palvelevan ilmanvaihdon tulo- ja poistoilman ulkoilmalaitteet sijaitsevat liian lähellä toisiaan, mikä aiheuttaa riskin jäteilman kiertämisestä takaisin tuloilmanvaihtoon.

Ilmanvaihtokoneiden huoltokortit eivät olleet ajan tasalla, mikä vaikuttaa heikentävästi ilmanvaihtojärjestelmän huoltovarmuuteen.

### Toimenpide-esitys

Välittömät toimenpiteet, joilla parannetaan nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta mm. seuraavilla toimenpiteillä. Ilmanvaihtosuunnittelijan tulisi selvittää seuraavia toimenpiteitä:

- Kirjaston A231 ilmanvaihdon tehostaminen ilmanvaihtomääriä lisäämällä. Mitoitusarvona esim.  $3\text{ l/s/m}^2$ . Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee selvittää, onko puhaltimissa ja kanavissa kapasiteettia em. toimenpiteisiin.
- Tilojen A309 ja A314 varustaminen työpöytien läheisyyteen asennettavien koneellisen tuloilman päätelaitteilla.



- Ilmanvaihtomäärien tasapainottaminen. Asumisterveysohjeen mukainen suositus koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetun rakennuksen paine-ero ulkoilman suhteen tulisi olla 0..-2 Pa. Em. toimenpide on tarkoituksen mukaista toteuttaa ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen yhteydessä, joka on ajankohtainen ensi vuonna (2014). Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus tulee tehdä vähintään 5. vuoden välein.
- Ilmanvaihtoasiantuntijan tulisi selvittää, onko tarkoituksenmukaista ja mahdollista lisätä ilmanvaihtoa aula- ja käytävätilojen alueelle enää nykyisen järjestelmän aikana.

#### Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja kunnostus- ja huoltotoimenpiteet:

- IV-koneen TP2 tuloilmasuodattimien välisen liitoskohdan tiiveyden parantaminen
- IV-kammioiden huoltoluukkujen tiivisteiden parantaminen.
- Ulkoilmakammion puhdistus.
- Poistoilmanvaihdolla varustettujen tilojen siirtoilman virtausaukkojen l. ovirakojen mitoituksen tarkastus ja korjaustoimenpiteet. Oviraon korkeus tulisi olla vähintään 15 mm alle 15 m<sup>2</sup>:n suuruisissa tiloissa.
- Ilmanvaihtokoneen TK/PK 5 toimintakuntoon saattaminen.
- Huoltomiesten ohjeistaminen huoltokorttien täyttämässä

#### Perusparannustoimenpiteet:

- Ilmanvaihtojärjestelmä on ylittänyt teknisen käyttöikänsä, eikä siihen ole taloudellisia / toiminnallisia perusteita kohdistaa laajoja kunnostustoimenpiteitä. Ilmanvaihtojärjestelmään tulisi kohdistaa perusparannustoimenpiteenä vanhan ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen.
- Poistoilmapuhaltimien 32 PP, 33 PP ja 34 PP siirtäminen kauemmaksi B-rakennusosaa palvelevasta tuloilmapuhaltimen ulkoilmalaitteesta.



Joensuussa 31.7.2013  
**Sisäilmatalo Kärki Oy**



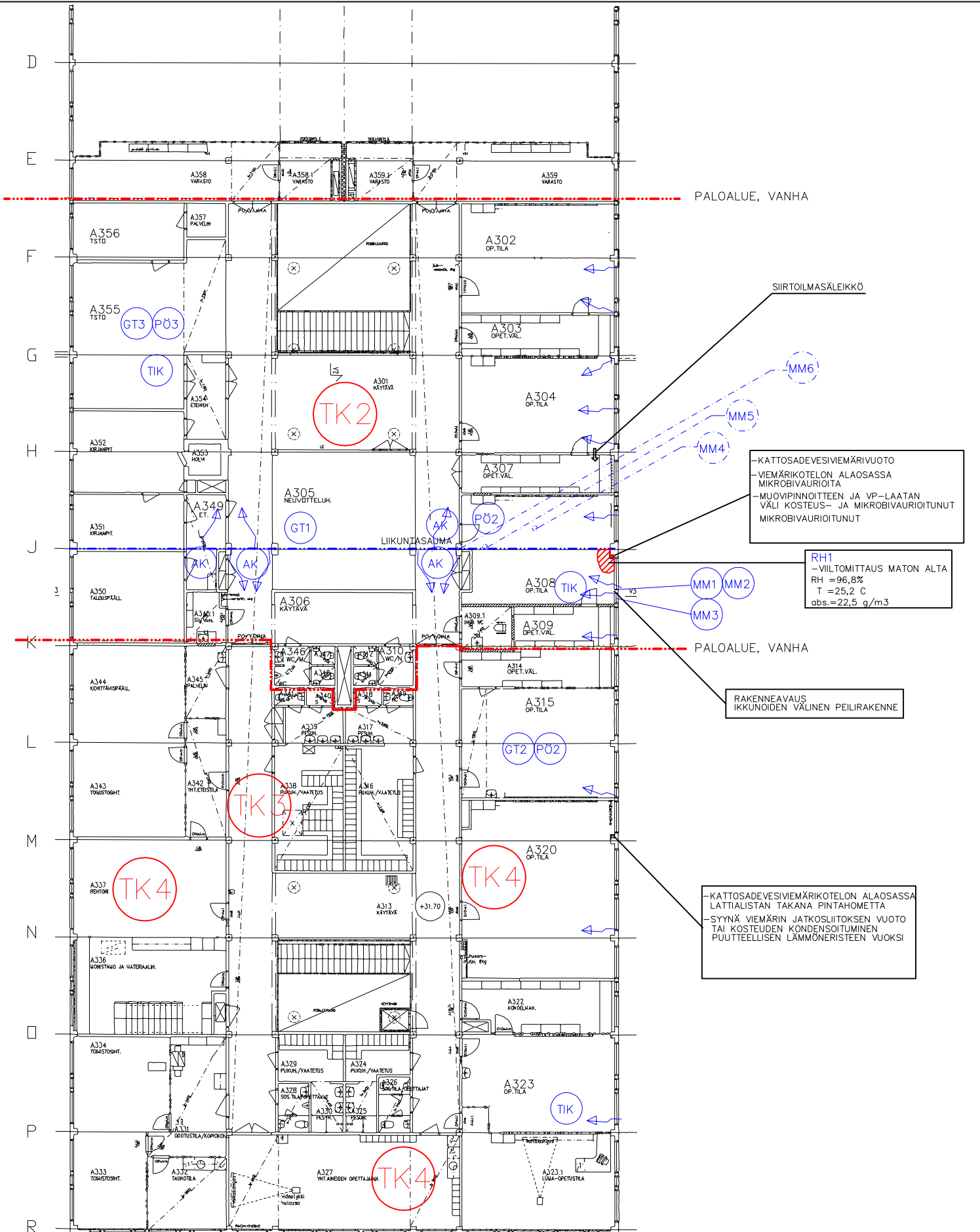
Jouko Alastalo  
vanhempi tutkimusinsinööri  
a-vaativuusluokan kosteustekninen  
kuntotutkija ja suunnittelija (FISE)



Jukka-Pekka Kärki  
rakennusterveysasiantuntija  
VTT-C-1449-26-07  
a-vaativuusluokan kosteustekninen  
kuntotutkija (FISE)

Lähteet	Asumisterveysohje Terveysturvallisuuslaki
Liitteet	Paikannuspiirros 3 kpl Laboratorion tulokset 3 kpl Ilmamäärän mittauspöytäkirjat 2 kpl
Jakelu	Ulla Lignell (s-postilla) Sisäilmatalon arkisto





PALOALUE, VANHA

PALOALUE, VANHA

SIIRTOILMASÄLEIKKÖ

KATTOSADEVESIEMÄRIVUOTO  
 -VIEMÄRIKOTELON ALAOSASSA  
 MIKROBIVAUROITUNUT  
 -MUOVIPINNOITTEEN JA YP-LAATAN  
 VÄLI KOSTEUS- JA MIKROBIVAUROITUNUT  
 MIKROBIVAUROITUNUT

RH1  
 -VIILTOMITTAUS MATON ALTA  
 RH = 96,8%  
 T = 25,2 C  
 abs. = 22,5 g/m<sup>3</sup>

RAKENNEVAUUS  
 IKKUNOIDEN VÄLINEN PEILIRAKENNE

-KATTOSADEVESIEMÄRIKOTELON ALAOSASSA  
 LATTIALISTAN TAKANA PINTAHOMETTA  
 -SYNNÄ VIEMÄRIN JATKOSLITOKSEN VUOTO  
 TAI KOSTEUDEN KONDENSOITUMINEN  
 PUUTTEELLISEN LÄMMÖNERISTEEN VUOKSI

MERKKIEN SELITYS:

- TK2** = TULOILMAKONE / PALVELUALUE
- MM1** = MATERIAALIMIKROBINÄYTE/-NUMERO
- MM4** = MATERIAALIMIKROBINÄYTE/-NUMERO  
-4. KERROKSEN US JA YP-ERISTEET
- PÖ1** = PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTE/-NUMERO
- GT1** = GEELITEIPPINÄYTE/-NUMERO

- = KOSTEUSPOIKKEAMA-ALUE
- RH1** = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS
- TIK** = TULOILMAKANAVAN TARKASTUS
- AK** = ALAKATON TARKASTUS
- = ILMAVUOTOA RAKENTEESTA

PAIKANNUSPIIRROS 1

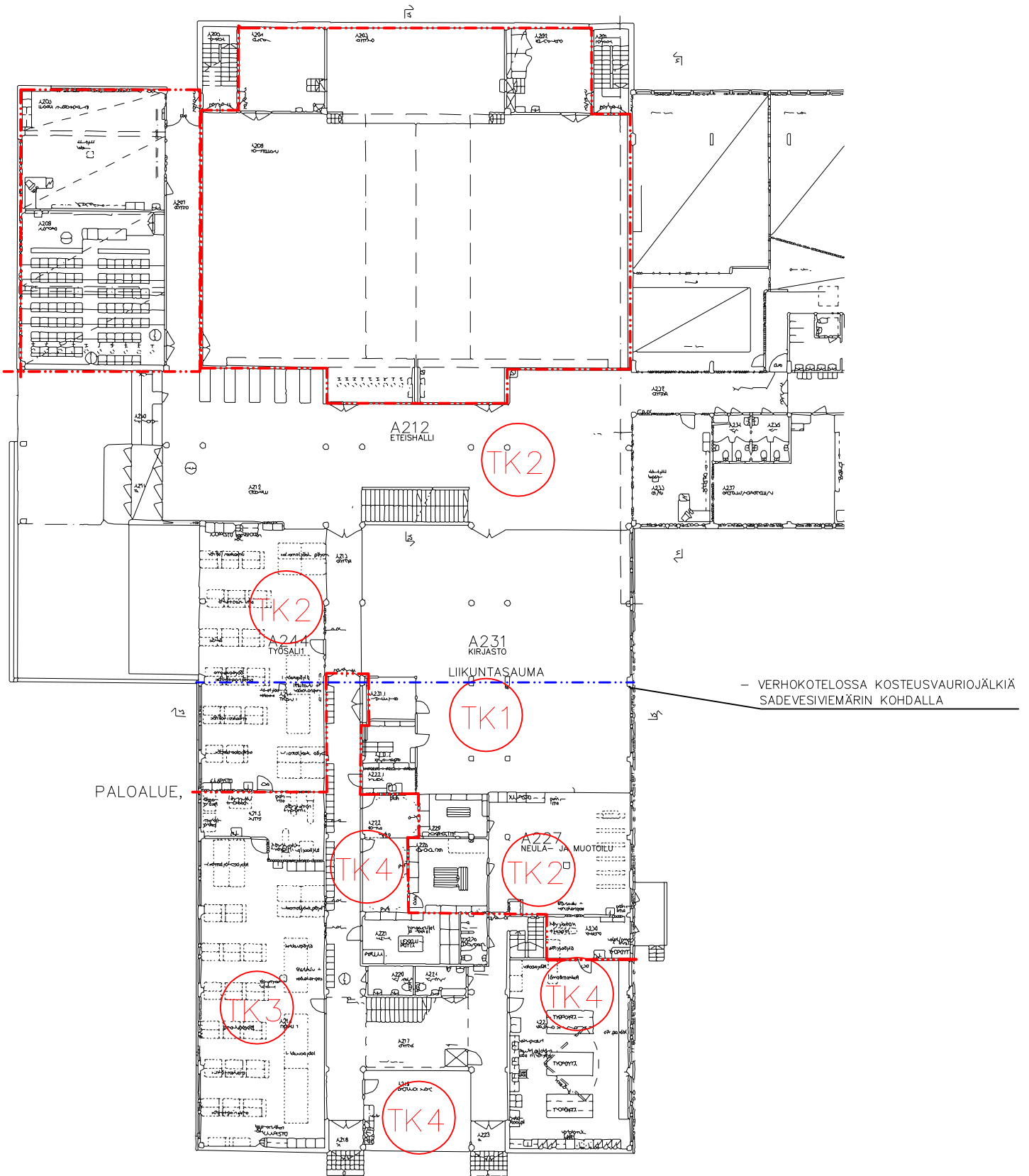
VANTAAN AMMATTIOPISTO, VARIA  
 TENNISTIE 1  
 3. KERROS

SISÄILMATALO KÄRKI OY  
 31.07.2013 / JA





LIIKUNTASALIA JA AUDITORIOSIIPPEÄ PALVELEE ERILLISET TULOILMAKONEET



MERKKIEN SELITYS:

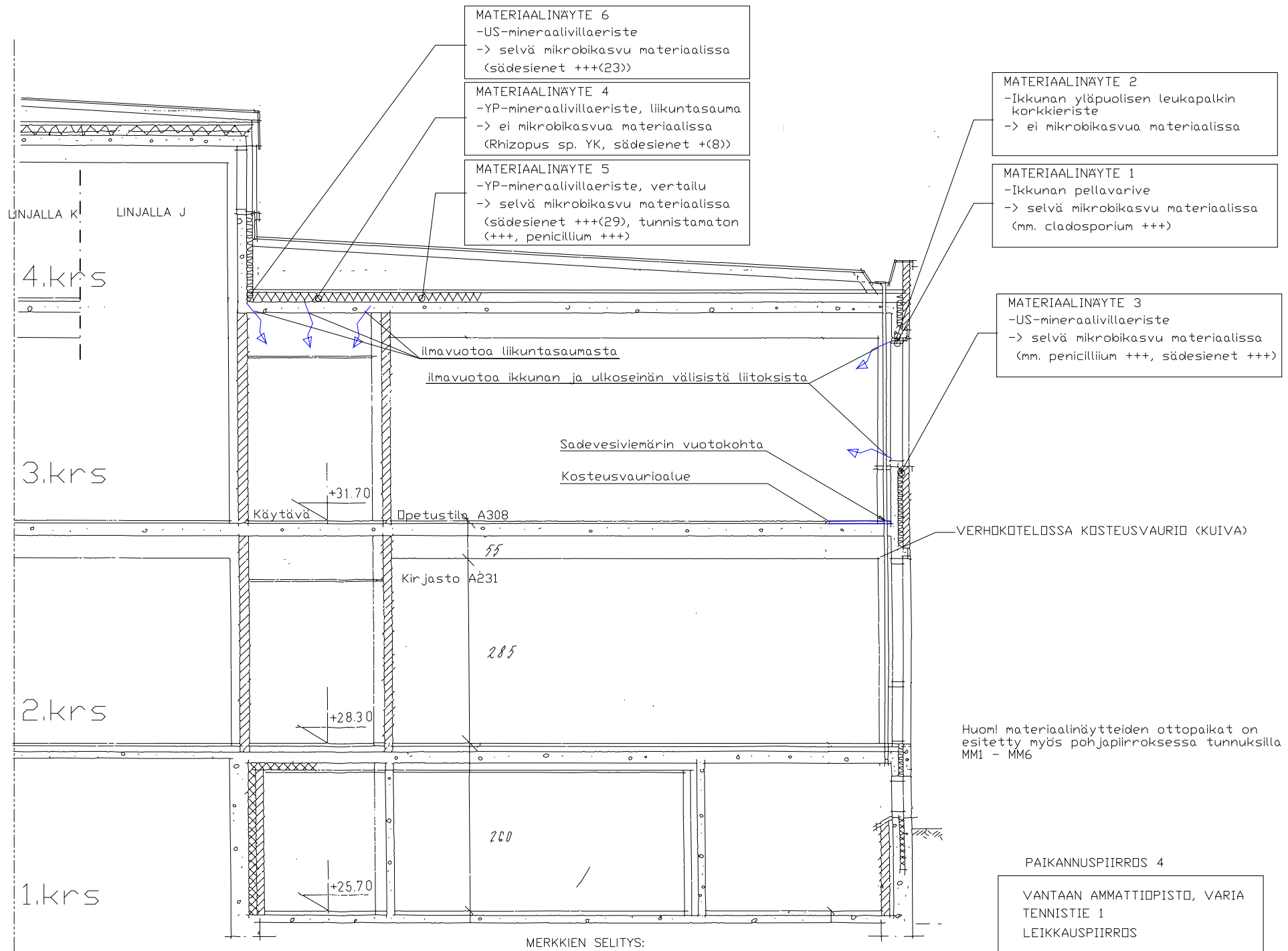
TK2 = TULOILMAKONE / PALVELUALUE

PAIKANNUSPIIRROS 3

VANTAAN AMMATTIOPISTO, VARIA  
TENNISTIE 1  
2. KERROS

SISÄILMATALO KÄRKI OY  
31.07.2013 / JA





MATERIAALINÄYTE 6  
 -US-mineraalivillaeriste  
 -> selvä mikrobikasvu materiaalissa  
 (sädesienet +++(23))

MATERIAALINÄYTE 4  
 -YP-mineraalivillaeriste, liikuntasauva  
 -> ei mikrobikasvua materiaalissa  
 (Rhizopus sp. YK, sädesienet +(8))

MATERIAALINÄYTE 5  
 -YP-mineraalivillaeriste, vertailu  
 -> selvä mikrobikasvu materiaalissa  
 (sädesienet +++(29), tunnistamaton  
 (+++, penicillium ++))

MATERIAALINÄYTE 2  
 -Ikkunan yläpuolisen leukapalkin  
 korkkieriste  
 -> ei mikrobikasvua materiaalissa

MATERIAALINÄYTE 1  
 -Ikkunan pellavarive  
 -> selvä mikrobikasvu materiaalissa  
 (mm. cladosporium ++)

MATERIAALINÄYTE 3  
 -US-mineraalivillaeriste  
 -> selvä mikrobikasvu materiaalissa  
 (mm. penicillium ++, sädesienet ++)

ilmavuotoa liikuntasaumasta

ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän välisistä liitoksista

Sadevesiviemärin vuotokohta

Kosteusvaurioalue

VERHOKOTELOSSA KOSTEUSVAURIO (KUIVA)

Huom! materiaalinäytteiden ottopaikat on esitetty myös pohjapiirroksessa tunnuksilla MM1 - MM6

MERKKIEN SELITYS:

 = ILMAVUOTOA RAKENTEESTA

PAIKANNUSPIIRROS 4

VANTAAN AMMATTIOPISTO, VARIA  
 TENNISTIE 1  
 LEIKKAUSPIIRROS

SISÄILMATALO KARKI OY  
 31.07.2013 / JA

Jouko Alastalo  
Sisäilmatalo Kärki Oy  
Rekkatie 3  
80100 Joensuu

## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Työ 10152

### NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Jouko Alastalo, Sisäilmatalo Kärki Oy, 18.6.2013. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 20.6.2013 ja viljelty 20.6.2013.

### 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. (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopioimalla 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 määrittäysrajan
+	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

### 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:
	1, pellava/hamppu, A308, ikkunan rive yläosa	paljon homeita, indikaattorimikrobia yksittäisenä pesäkkeenä. vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	2, korkki, A308, ikkunan yläpuolisen leukapalkin eriste, alapuoli	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	3, mineraalivilla, A308, US-eriste, ikkunan alapuoli -0.15	paljon homeita, bakteereissa sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	4, mineraalivilla, YP-eriste, alapinta, liikuntasauaman kohta	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	5, mineraalivilla, YP-eriste, alapinta, vertailu	paljon homeita, bakteereissa sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	6, mineraalivilla, 4. kerros, US-eriste, liikuntasauaman kohta, alaosa	vähän homeita, indikaattorimikrobia yksittäisenä pesäkkeenä. bakteereissa sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Kuopiossa, 4.7.2013

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

**ANALYYSITULOKSET:**

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen home, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut homeet 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: 1, pellava/hamppu, A308, ikkunan rive yläosa (tutkimustunnus: RM130727)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/malja)</b>	<b>(pmy/malja)</b>		<b>(pmy/malja)</b>
<b>Kokonaismäärä</b>	<b>+++</b>	<b>+</b>	<b>Kokonaismäärä</b>	<b>+</b>
Cladosporium sp.	+++	+	muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	+	*sädesienet	<mr
steriilit	+	+		
Aspergillus sp.		+		
<b>*Eurotium sp.</b>		<b>+(1)</b>		
Aureobasidium sp.	+			

**Näyte: 2, korkki, A308, ikkunan yläpuolisen leukapalkin eriste, alapuoli (tutkimustunnus: RM130728)**

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

**Näyte: 3, mineraalivilla, A308, US-eriste, ikkunan alapuoli -0.15 (tutkimustunnus: RM130729)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/malja)</b>	<b>(pmy/malja)</b>		<b>(pmy/malja)</b>
<b>Kokonaismäärä</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>Kokonaismäärä</b>	<b>+++</b>
Aspergillus sp.	+	+	muut bakteerit	+
<b>Penicillium sp.</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>*sädesienet</b>	<b>+++ (23)</b>

**Näyte: 4, mineraalivilla, YP-eriste, alapinta, liikuntasauaman kohta (tutkimustunnus: RM130730)**

<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>M2</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>DG18</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>THG</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp. tunnistamaton	+	+	muut bakteerit	+
Rhizopus sp.	(YK)	+	*sädesienet	+(8)

M2-alustalla pesäkkeitä ei voitu tunnistaa niiden kasvaessa Rhizopus-homeen alla.

**Näyte: 5, mineraalivilla, YP-eriste, alapinta, vertailu (tutkimustunnus: RM130731)**

<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>M2</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>DG18</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>THG</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>
<b>Kokonaismäärä</b> tunnistamaton	<b>+++</b> +++	<b>+++</b>	<b>Kokonaismäärä</b> muut bakteerit	<b>+++</b> +
Penicillium sp. Rhizopus sp.		+++ (YK)	<b>*sädesienet</b>	<b>+++ (29)</b>

M"-alustalla pesäkkeitä ei voitu tunnistaa niiden kasvaessa Rhizopus-homeen alla.

**Näyte: 6, mineraalivilla, 4. kerros, US-eriste, liikuntasauaman kohta, alaosa (tutkimustunnus: RM130732)**

<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>M2</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>DG18</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>THG</b> <b>Pitoisuus</b> <b>(pmy/malja)</b>
Kokonaismäärä	+	++	<b>Kokonaismäärä</b>	<b>+++</b>
Penicillium sp. hiivat	+	+	muut bakteerit	+
steriilit	+		<b>*sädesienet</b>	<b>+++ (23)</b>
Aspergillus sp. <b>*Ulocladium sp.</b>	+	+		
		<b>+(1)</b>		

**VIITTEET:**

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.

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.

Jouko Alastalo  
Sisäilmatalo Kärki Oy  
Rekkatie 3  
80100 Joensuu

## TULOSRAPORTTI

**KOHDE:**

10152

**NÄYTTEENOTTAJA:**

Näytteet on ottanut Jouko Alastalo, Sisäilmatalo Kärki Oy, 10.6.2013 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 17.6.2013.

**ANALYYSIT:**

Näytteet on otettu geeliteipille pinnoille laskeutuneesta pölystä. Laboratoriossa näytteistä laskettiin valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm (mikrometriä) pituiset teolliset mineraalikulidut.

**TULOKSET:**

NÄYTE	LASKEUMA-AIKA	KUITUA/CM <sup>2</sup>	MUITA HUOMIOITA	LAB. TUNNUS
1 Neuvottelu A305	ei tiedossa	0.2		MK130276
2 Luokka A315	ei tiedossa	0.2		MK130277

**TULKINTA:**

Työterveyslaitoksen suositus teollisten mineraalikulitujen ohjearvoksi toimistoissa kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Mikäli ohjearvo ylittyy, on tarpeen selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen. (Salonen ym. 2011).

**MÄÄRITYSRAJA:**

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

Kuopiossa, 19.6.2013

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

**VIITTEET:**

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



Jouko Alastalo  
Sisäilmatalo Kärki Oy  
Rekkatie 3  
80100 Joensuu

## TULOSRAPORTTI

**KOHDE:**

10152

**NÄYTTEENOTTAJA:**

Näytteet on ottanut Jouko Alastalo, Sisäilmatalo Kärki Oy, 18.6.2013 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 24.6.2013.

**ANALYYSIT:**

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

**TULOKSET:**

NÄYTE	LASKEUMA-AIKA	KUITUA/CM <sup>2</sup>	MUITA HUOMIOITA	LAB. TUNNUS
1 tuloilmakanava, A355		5.6		MK130286

**TULKINTA:**

Työterveyslaitoksen suositus teollisten mineraalikuitujen ohjearvoksi toimistoissa kahden viikon pölylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Mikäli ohjearvo ylittyy, on tarpeen selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen. (Salonen ym. 2011).

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

Kuopiossa, 25.6.2013

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

**VIITTEET:**

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

PÖLYNKOOSTUMUS		
<b>Tilaaaja:</b> Sisäilmatalo Kärki Oy/ Jouko Alastalo	<b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b> 14.6. ja 20.06.2013 (tilaus)	<b>Kohde/ projektinnumero:</b> 10152
<b>Menetelmät:</b> Tilaaajan toimittamat pölynäytteet (pyyhintäpöly pussissa, näytteenottopäivät 10.6. ja 18.6.2013) tutkittiin Nikon SMZ-745T stereomikroskoopilla ja Oxford X-Act EDS-analysaattorilla varustetulla Zeiss Ultra Plus pyyhkäiselektronimikroskoopilla. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille.		

## TULOKSET:

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen kertymäaika:	Pölyn koostumus:
1.	vanha pöly kaapin päältä/luokka A308	pitkä	runsaasti huonepölyä (mm. tekstiilit, selluloosa, muovi, hilse, fosfaatit, Na-kloridit)  kohtalaisesti ulkoilmapölyä (mm. kiviainespölyä silikaatit ja kvartsi, siitepölyä, lentotuhkaa)  vähän hienojakoista (koko 5-30 µm) rakennusmateriaalipölyä (mm. kipsi), itiöitä  niukasti mineraalivillakuituja (arviolta alle 1 p-% lasivillakuituja) ja metallipölyä (Al-oksidit)
2.	vanha pöly valaisimen päältä/luokka A315	pitkä	runsaasti ulkoilmapölyä (erityisesti siitepölyä, mutta myös kiviainespölyä silikaatit ja kvartsi, Na-kloridit)  jonkin verran hienojakoista (koko 0-40 µm) rakennusmateriaalipölyä (mm. kalkkikivi ja kipsi), metallipölyä (Fe-sulfidit/-sulfaatit) kuten myös huonepölyä (mm. tekstiilit, selluloosa, muovi)  niukasti mineraalivillakuituja (arviolta alle 1 p-% kivi- ja lasivillakuituja), itiöitä

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen kertymäaika:	Pölyn koostumus:
3.	pöly tuloilma-kanava/ tila A305	-	kohtalaisesti erittäin hienojakoista (koko 0-30 µm) rakennusmateriaalipölyä (erityisesti kipsi, mutta myös kalkkikivi)  jonkin verran ulkoilmapölyä (mm. kiviainespölyä silikaatit ja kvartsi, hyönteisten ja kasvien jäänteet), mineraalivillakuituja (arviolta 1-5 p-% kivivillakuituja) ja metallipölyä (Zn-oksidit ja -kloridit)  niukasti lasikuituja (arviolta alle 1 p-%)



Tomi Tolppi  
tutkija, FM  
p. 050 4395 079

## ILMASTOINTIMITTAUS

Jukka Komulainen

Y-tunnus 2014500-4

## ILMAMÄÄRIEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Sivu

1 | 1

**Kohde:** Vantaan ammattiopisto Varia  
**Osoite:** Tennistie 1 01370 Vantaa  
**Kerros:** 3 ja 2 Kerros

**Mittari:** Mikor TT 570 SV + Airflow LCA 301  
**Mittauksen suoritti:** Jukka Komulainen  
**Pvm:** 02.07.2013

Huone n:o tai tila	Tuloilma I / s					Poistoilma I / s					Koneet	
	Venttiili	kpl	Vaadittu	Mitattu	Pa / as	Venttiili	kpl	Vaadittu	Mitattu	Pa / as	TK	PK
A308 Opetustila	IRIS -250 + T10-250 5,0 m (45 Pa)	1	126	136	55/6,0	EHC-500*150	1	106	112	100/3,0		
A309 Opet. väl. var.						KSO-125	1	20	23	155/-7		
A309.1 Inva WC						KSO-125	1	30	29	54/+10		
A314 Opet. väl. var.						KSO-125	1	20	22	138/-7		
A315 Opetustila	IRIS -250 + T10-250 3,0 m (22 Pa)	1	120	117	115/7,5	EHC-500*150	1	100	117	110/3,0		
A320 Opetustila	IRIS -250 + T10-250 3,5 m (11 Pa)	1	120	106	17/4,0	EHC-500*150	1	120	120	46/5,5		
A322 Kokoelmahuone						KSO-125	1	20	20	78/-4		
A323 Opetustila	IRIS -250 + T10-250 3,5 m (12 Pa)	1	110	108	2,20 m/s	EHC-500*150	1	90	108	59/4,0		
A355 Kirjanpit.	STH-125	3	78	72	74/4,0	KSO-160	3	78	87	64/+0		
A356 Toimistosihteri	STH-125	1	24	21	73/3,5	KSO-160	1	24	27	51/+1		
A357 Palvelin	KTS-100	1	5	23	70/+12	URH-100	1	5	9	50/-2		
A231 Kirjasto	ATTA+RSKP-125	11	560	562	15 Pa	EHC-500*150	4	560	623	124/4,0		
A231.1 Informaatikko	KTS-100	1	15	22	79/+10	KSO-100	1	15	19	155/-4		
A231.2 Kirjavarasto						Ei koneellista ilmanvaihtoa!						
A222.1 Siivous kom.						KSO-125	1	20	19	82/-5		
1 TP (Kirjasto)	Mitattu venttiileistä	=	575	584								
2 TP	Raitisilmapelti 800*800 (k= 576)	1		2131	3,70 m/s							
3 TP	Raitisilmapelti 1200*1000 (k= 1080)	1		864	0,80 m/s							
4 TP	Raitisilmapelti 800*800 (k= 576)	1		1901	3,30 m/s							
	Huom! Tuloilmakoneiden kokonaisilmamääriä ei pystynyt mittaamaan kanavasta! Siipipyöränemometri mittaus raitisilmapelliltä on suuntaa antava.											
	Huonekohtaiset venttiilimitaukset ovat hyvin lähellä suunniteltua arvoa joten kokonaisilmamäärienkin on oltava hyvin lähellä suunniteltua ilmamäärää.											

**Osoite:** Risumäentie 18, 11910 Riihimäki

**Puh:** 050-4036489

