

---

# TUTKIMUSSELOSTUS

---

## SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



### LOVISANEJDENS HÖGSTADIUM PÄÄRAKENNUS JA TYÖPAJASIIPPI

22500680.301

20.5.2016

---

## YHTEENVETO

Lovisanejdens Högstadium toimii vuonna 1969 rakennetussa päärakennuksessa sekä työpajarakennuksessa. Oppilaat ja henkilöstö oli siirretty ennen tutkimusten aloitusta evakkoon sisäilmaan liittyvien oireilujen takia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä arvioida tiloille tehtäviä korjaustoimenpiteitä, mikäli tilat halutaan ottaa käyttöön ennen rakennusten purkamista.

## PÄÄRAKENNUS

Ulkoseinä- ja alapohjarakenteet olivat kuivia. Alapohjan rakennusmateriaaleissa ei havaittu kosteus- tai mikrobivaurioita. Ulkoseinärakenteessa havaittiin mikrobivaurioitunut irrotuskaistapahvi opetuskeittiön tiloissa tiilimuurauksen ja betonilaatan välissä sekä samassa kohtaa vaurioitunut ulkoseinän mineraalivillaeriste. Irrotuspahvi on yhteydessä sisäilmaan, mikä voi aiheuttaa terveyshaittoja tiloissa oleskeleville.

Rakennuksessa on aiemmin tiivistetty osassa tiloista ulkoseinän ja lattian rakenneliittymä. Merkkiainekokeessa havaittiin paikoin tiivistetystä rakenneliittymästä edelleen ilmavuotoja. Ulkoseinän sisäkuori oli epätiivis, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan.

Putkikanaalin luukut ovat epätiivisiä, jolloin epäpuhtaudet voivat siirtyä ilmapirtausten mukana sisäilmaan.

Luokassa 1.19 olevassa nousukuilussa putkiläpiviennit on tiivistämättä alapohjaan. Putkieriste ja kevytsora on päässyt mikrobivaurioitumaan kosteuden vaikutuksesta. Putkikanaali kulkee myös 2. kerroksen luokkiin 2.06 ja 2.07. Mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet pääsevät siirtymään mm. epätiivien luukkujen kautta luokkien 1.18, 1.19, 2.06 ja 2.07 hengitysilmaan, missä voivat aiheuttaa terveyshaittaa tilojen käyttäjille.

Lattiapinnoitteena on käytetty useissa tiloissa asbestipitoista vinyylilaattaa, mikä tulee ottaa huomioon rakennetta purkaessa.

Ruokailutilan lattian alipaineistus toimii suunnitellulla tavalla, jolloin mahdolliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään eristevälistä sisäilmaan.

Luokkatilat olivat lähes tasapainossa ja ruokailu ja keittiötilat lievästi alipaineisia ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa. Mitatut tuloilmavirrat täyttivät Suomen rakentamismääräysten vaatimukset kahdessa luokkatilassa (1.19 ja 1.21). 2. kerroksen luokissa tuloilmavirta oli riittämätöntä, mikä voidaan kokea tunkkaisena sisäilmana opetustuntien aikana.

Sisäilman laatu oli mikrobien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta normaali.

Luokasta 2.03 otetussa pyyhintäpölynäytteessä havaittiin melko paljon lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Tilassa 1.19 todettiin kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä mineraalivillakuituja yli Asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan. Todennäköisesti kuidut ovat peräisin luokassa tehdystä rakenneavauksesta. Luokissa ei ole havaittavissa sisäpinnoilla mineraalivillakuitulähteitä.

---

Mineraalivillakuidut voivat olla peräisin myös ilmanvaihtokanavissa käytetyistä äänieristeistä.

#### Suosittelut korjaustoimenpiteet ennen rakennuksen käyttöönottoa

- Putkikanaalien luukut tulee tiivistää ilmatiiviiksi.
- Luokan 1.19 nousukuilussa olevat mikrobivaurioituneet materiaalit (putkieriste ja kevytsora) tulee poistaa. Putkiläpiviennit tulee tiivistää ilmatiiviisti alapohjarakenteeseen.
- Vaurioitunut irrotuskaistapahvi tulee poistaa ulkoseinän alaosaan opetuskeittiön tiloista.
- Suositellaan tiivistämään seinän ja lattianliitoskohta ilmatiiviiksi koko rakennuksen alueella.
- Suositellaan lisäämään ilmamääriä luokissa 2.03, 2.07, 2.12 ja 2.18.
- Suositellaan tarkastamaan ilmanvaihtolaitteiston äänieristeet ja tarvittaessa uusimaan ne, minkä jälkeen ilmanvaihtokanavat suositellaan puhdistamaan.

#### TYÖPAJASIIPI

Puuverstaan 3.19 lattiassa oleva pahvinen putkieriste on mikrobivaurioitunut. Todennäköisesti putki on jossakin vaiheessa joko hieman vuotanut tai kosteus on kondensoitunut putken pintaan, minkä seurauksena pahvi on päässyt kastumaan ja vaurioitumaan. Muissa rakenneavauskohdissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä tai poikkeavia hajuja.

Ulkoseinärakenteet olivat kuivia. Ulkoseinän mineraalivillaeristeet olivat molemmissa ulkoseinärakennetyypeissä mikrobivaurioituneita. Merkkiainekokeessa havaittiin ilmavuotoja kauttaaltaan ulkoseinän ja lattian liittymissä sekä ikkunaliittymissä. Epäpuhtaudet pääsevät siirtymään ilmanvuotokohtien kautta ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan, missä voivat aiheuttaa terveyshaittoja tilojen käyttäjille.

Rakennus oli lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa.

Lattiarakenne oli IV-konehuoneessa lattiapinnoitteen alapuolella märkä ja lattiapinnoitteen alapuolella havaittiin poikkeavaa hajua. Todennäköisesti vesi on päässyt IV-koneesta lattialle ja edelleen muovimaton epätiiviyyskohdista lattiapinnoitteen alle. Myös wc-tilan 3.07 lattiapinnoitteen alapuolella havaittiin poikkeavaa hajua, vaikka rakenne oli tutkimushetkellä kuiva. Poikkeava haju lattiapinnoitteen alla on viite muovimaton tai sen alapuolisten liima ja tasoiteaineiden kemiallisesta hajoamisesta kosteuden vaikutuksesta. Vaurio ei korjaannu, vaikka rakenne myöhemmin kuivaisikin.

Käytävän 3.21 ja wc-tilan 3.24 vinyylilaatta ja alapuolinen musta liima sisältää asbestia. Tämä tulee ottaa huomioon rakennetta purkaessa.

---

Suosittelut korjaustoimenpiteet ennen rakennuksen käyttöönottoa

- Puuverstaan 3.19 puulattian vaurioituneet putkieristeet tulee uusia.
- Ulkoseinän sisäkuori tulee tiivistää koko rakennuksessa ilmatiiviiksi sisäilmahaittojen poistamiseksi rakennuksesta.
- Suositellaan ohjaamaan IV-koneen kondenssivesi lattiakaivoon ja uusimaan IV-konehuoneen ja wc-tilan 3.07 lattiapinnoite kastuneelta alalta.

---

## Sisältö

1	YLEISTIEDOT	7
2	KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	8
	<b>OSA I PÄÄRAKENNUS</b>	<b>8</b>
3	ALAPOHJAT	8
3.1	RAKENNETYYPIIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	8
3.2	RAKENTEEN KOSTEUS	9
3.3	RAKENTEEN ILMATIIVEYS	9
3.4	RAKENTEIDEN PAINESUHTEET	10
3.5	MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	10
3.6	MATERIAALIEN HAITTA-AINEET	11
3.6.1	ASBESTI	11
3.6.2	PAH-YHDISTEET	12
3.7	JOHTOPÄÄTÖKSET	12
3.8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	13
4	ULKOSEINÄT	13
4.1	RAKENNETYYPIIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	13
4.2	RAKENTEEN KOSTEUS	13
4.3	RAKENTEEN ILMATIIVEYS	13
4.4	RAKENTEIDEN PAINESUHTEET	14
4.5	MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	14
4.6	JOHTOPÄÄTÖKSET	15
4.7	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	15
5	VÄLIPOHJAT	16
5.1	RAKENNETYYPIIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	16
5.2	RAKENTEEN KOSTEUS	16
5.3	JOHTOPÄÄTÖKSET	16
5.4	TOIMENPITEET	16
6	KUILURAKENTEET	16
6.1	JOHTOPÄÄTÖKSET	18
6.2	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	18

---

<b>7</b>	<b>ILMANVAIHTO</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>ILMANVAIHDON ILMAVIRRRAT</b>	<b>18</b>
<b>7.2</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>19</b>
<b>7.3</b>	<b>TOIMENPITEET</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>SISÄILMAN LAATU</b>	<b>19</b>
<b>8.1</b>	<b>SISÄILMAN MIKROBIT</b>	<b>19</b>
<b>8.2</b>	<b>SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET</b>	<b>19</b>
<b>8.3</b>	<b>PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT</b>	<b>19</b>
<b>8.4</b>	<b>PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS</b>	<b>20</b>
<b>8.5</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>20</b>
<b>8.6</b>	<b>TOIMENPIDESUOSITUKSET</b>	<b>20</b>
	<b>OSA II TYÖPAJASIIPI</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>ALAPOHJAT</b>	<b>21</b>
<b>9.1</b>	<b>RAKENNETYYYPIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN</b>	<b>21</b>
<b>9.2</b>	<b>RAKENTEEN KOSTEUS</b>	<b>23</b>
<b>9.3</b>	<b>RAKENTEEN ILMATIIVEYS</b>	<b>24</b>
<b>9.4</b>	<b>MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO</b>	<b>24</b>
<b>9.5</b>	<b>MATERIAALIEN HAITTA-AINEET</b>	<b>25</b>
9.5.1	ASBESTI	25
9.5.2	PAH-YHDISTEET	25
<b>9.6</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>26</b>
<b>9.7</b>	<b>TOIMENPITEET</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>ULKOSEINÄT</b>	<b>26</b>
<b>10.1</b>	<b>RAKENNETYYYPIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN</b>	<b>26</b>
<b>10.2</b>	<b>RAKENTEEN KOSTEUS</b>	<b>27</b>
<b>10.3</b>	<b>RAKENTEEN ILMATIIVEYS</b>	<b>27</b>
<b>10.4</b>	<b>RAKENTEIDEN PAINESUHTEET</b>	<b>28</b>
<b>10.5</b>	<b>MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO</b>	<b>28</b>
<b>10.6</b>	<b>MATERIAALIEN HAITTA-AINEET</b>	<b>28</b>
10.6.1	PAH-YHDISTEET	28
<b>10.7</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>29</b>
<b>10.8</b>	<b>TOIMENPIDE-EHDOTUKSET</b>	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>YLÄPOHJA</b>	<b>29</b>
<b>11.1</b>	<b>RAKENNETYYYPIT</b>	<b>29</b>
<b>11.2</b>	<b>MUUT HAVAINNOT</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>LIITTEET</b>	<b>31</b>

---

# SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

## 1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:  
Lovisanejdens Högstadium  
Brandensteininkatu 27B  
07900 Loviisa

### Lähtötiedot:

Lovisanejdens Högstadium toimii vuonna 1969 rakennetussa päärakennuksessa sekä työpajarakennuksessa, jossa on käsityöluokkien lisäksi myös muita opetustiloja. Päärakennus on kaksikerroksinen ja työpaja yksikerroksinen. Kantavat rakenteet sekä väli-, ylä- ja alapohjarakenteet ovat teräsbetonia. Ulkoverhous ja kevyet väliseinät ovat tiilirakenteisia. Päärakennuksessa on huopakatteella katettu tasakatto, työpajarakennuksessa tasakatto on muutettu myöhemmin harjakatoksi. Päärakennuksessa on maanvarainen alapohjalaatta ja työpajarakennuksessa tuulettuva ryömintätila. Molemmissa rakennuksissa on koneelliset tulo- ja poistoilmanvaihdot. Rakennukset on tarkoitus pitää käytössä siihen asti, kunnes uusi korvaava rakennus on valmistunut (2-3 vuoden päästä), minkä jälkeen rakennukset on tarkoitus purkaa. Ilmanvaihto koetaan rakennuksissa riittämättömänä. Ilmanvaihtokoneet on säädetty olemaan päällä jatkuvasti. Ilmanvaihdon äänieristeissä on käytetty mineraalivillakuituja. Kanavisto on tarkoitus puhdistaa ja ilmamäärät säätää lähiaikoina.

Rakennuksessa on vuosina 2002-2006 tutkittu sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä (Suomen sisäilmaston mittauspalvelu 28.5.2002, 18.9.2002, 29.9.2003, 7.4.2005, 6.2.2006). Työpajasiiven verstaan lattiarakenteessa todettiin paikallisesti kohonneita kosteuslukemia, muutoin rakenteet olivat kuivia. Tiiveyskokeessa ei todettu ilmavuotoja kellari-/pannuhuonetiloista valmistuskeittiöön tai ruokalaan päin. Päärakennuksen ulkoseinän mineraalivillaeristeessä ja käytävän väliseinän tervakreppipaperissa todettiin paikoin mikrobivaurioita. Kohonneita kosteusarvoja todettiin työpajasiivessä alapohjan betonilaatan pinnalta.

Ennen tutkimusten alkua oppilaat, henkilöstö ja osa irtaimistosta oli siirretty evakkoon.

Tilaaaja:  
Antti Kinnunen  
Tekninen keskus, Loviisa

Tutkimusryhmä:  
Tutkimuksen tekijöinä olivat Sanna Pohjola, Hanna Kuitunen, Milla Mattila ja Pirjo Prokkola. Tutkimukset kohteessa tehtiin 11.3-4.5.2016

---

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä arvioida tilojen käytettävyyttä ennen rakennusten purkamista.

Piirrustukset:

Rakennepiirrustuksia ei ollut saatavilla

Muut tutkimukset:

Sisäilmastotutkimus 28.5.2002, 18.9.2002, 29.9.2003, 7.4.2005, 6.2.2006 Suomen sisäilmaston mittauspalvelu

Homekoirakartoitus 12.4.2016, Homekoirat S&S

## 2 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

Mikrobipumppu	Thomas VTE 10 ja Andersen 6-vaihekeräin
VOC pumppu	SKC Model 222-3
Lämpötila- ja kosteusmittari	Vaisala HM40, anturi HMP110
Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer-paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
Pintakosteusilmaisim	Gann hydrotest LG 1
Kosteusmittari	Vaisala HMP41, mittapäät HMP44
Merkkiainelaitteisto	Wika GIR-10
Alipaineistaja	Blowerdoor
Ilmamäärämittari	SwemaFlow 125D

## OSA I PÄÄRAKENNUS

### 3 ALAPOHJAT

#### 3.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Alapohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaukset luokkaan 1.19, opetuskeittiöön 1.35 ja näyttämötilaan. Avauspaikat on merkittynä pohjakuviin liitteeseen 2. Rakennetyypit olivat ylhäältä alaspäin seuraavat:

AP1 (AV3 luokassa 1.19)

vinyyliilaatta + musta liima (ASB1)

musta liima

60 mm betoni

tervapaperi (MR 8)

raudoitusverkko



40 mm kevytsora (MR7)  
50 mm kova mineraalivilla (MR6)  
bitumisively  
betonilaatta (epätasainen)  
hiekk

AP2 (AV5 opetuskeittiössä 1.35)  
vinyylilaatta + musta liima (ASB1)  
100 mm betoni  
tervapahvi  
50 mm styrox  
140 mm kova villa (MR11)  
bitumisively  
betonilaatta  
hiekk

AP3 (AV 1 näyttämö 2.22)  
16 mm vesivaneri  
200 mm koolauspuut ristiin (MR1 alemman  
puun alaosa) + 50 mm mineraalivilla (MR 2)  
bitumisively (PAH1)  
120 mm betonilaatta  
hiekk



**Kuva 1. Rakenneavaus 1  
näyttämön lattiaan**

Ruokailutilan osalla vesivanerin päälle on asennettu kipsitasoite ja muovimatto. Rakenneavauskohdissa ei havaittu materiaaleissa kosteuden aiheuttamia jälkiä eikä poikkeavia hajuja.

### 3.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Alapohjarakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

Lattiapinnoitteiden alapuolinen kosteus tarkastettiin ns. viiltokosteusmenetelmän avulla kuudessa pisteessä eri puolilla rakennusta. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alapuolella oli kaikissa mittauspisteissä normaali (24-53 %, It 19,5-21,6°C).

### 3.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS

Alapohjien ilmatiiveyttä tutkittiin luokassa 1.21, opetuskeittiössä 1.45 ja ruokailu/näyttämötilassa merkkiaineikaasun ja kaasuanalysaattorin avulla. Tilat alipaineistettiin rakenteisiin nähden noin 10 Pascalin alipaineineeseen. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Luokassa 1.21 oli ulkoseinän ja lattianraja tiivistetty aiemmin tiivistysmassalla. Kotitalousluokissa tiivistyskorjauksia ei oltu tehty. Luokassa 1.21 ilmapuotoja havaittiin paikoin ulkoseinän ja lattian liittymässä sekä väliseinän ja lattian

---

liittymässä (liite 4.1). Opetuskeittiössä 1.45 ilmavuotoja havaittiin paikoin ulkoseinän ja lattian liittymässä sekä putkiläpiviennistä (liite 4.3)

Ruokailu/näyttämötilassa 2.22-2.30 ei ilmavuotoja havaittu alapohjalaatan alta lainkaan (liite 4.6)



**Kuva 5.** Luokassa 1.19 ulkoseinän ja lattianraja oli tiivistetty. Saatujen tietojen mukaan tiivistyskorjaukset on tehty 1. kerroksessa lukuunottamatta kotitalousopetuksen tiloja.

### 3.4 RAKENTEIDEN PAINESUHTEET

Ruokailu/näyttämötilan lattiaan on asennettu saatujen tietojen mukaan alipaineistus. Tarkempaa ilmanvaihtosuunnitelmaa ei tästä ollut saatavilla. Lattian eristevälin ja sisätilan välistä paine-eroa seurattiin rakennuksessa jatkuvatoimisen paine-eromittarin avulla ruokailutilassa. Myös alapohjalaatan alla olevan hiekan ja sisäilman välistä paine-eroa seurattiin ruokailutilassa. Painesuhteiden mittauskäyrät on esitetty liitteessä 3.1.

Sisätila oli eristeväliin nähden koko mittausjakson ajan ylipaineinen, mikä kertoo, että alipaineistus lattian eristevälissä toimii. Alapohjalaatan alapuoliseen hiekkatäyttöön nähden sisätila oli alipaineinen. Suoritetussa merkkiainekokeessa todettiin, että alipaineistuksen ollessa toiminnassa alapohjalaatan alta ei pääse epäpuhtauksia huonetilaan.

### 3.5 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Orgaanisista rakennusmateriaaleista otettiin rakenneavauskohdista materiaalinäytteitä (MR) materiaalin mikrobipitoisuuden määrittämiseksi. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Rakenneavauksesta 3 (luokka 1.19) otettiin materiaalinäytteitä tervapaperista, lecapavusta ja kovasta mineraalivillasta (MR6-8). Materiaaleissa havaittiin vain vähäistä sieni-itiö-, bakteri- ja aktinomykeettikasvua. Materiaaleissa ei ole viiteitä kosteus- tai mikrobivauriosta.



**Kuva 2.** Rakenneavaus 3 luokassa 1.19. Rakennusmateriaalit olivat viljelytuloksen perusteella kunnossa.



**Kuva 3.** Rakenneavaus 5 opetuskeittiössä 1.35. Rakennusmateriaalit olivat viljelytuloksen perusteella kunnossa.

Opetusluokkaan 1.35 tehtiin rakenneavaus alapohjalaattaan. Materiaalinäyte otettiin kovasta mineraalivillasta (MR11). Näytteessä kasvoi sieni-itiöitä ja aktinomykettejä alle määrittämissä rajoissa. Viljelytuloksen perusteella materiaalissa ei ole viitettä kosteus- tai mikrobivauriosta.

Ruokailutilan lattiaan tehtiin rakenneavaus 1 (Kuva 1). Rakennusmateriaalit olivat aistinvaraisesti arvioiden kunnossa, eikä avauskohdassa havaittu poikkeavaa hajua. Koolauspuu ja mineraalivilla olivat viljelytuloksen perusteella kunnossa (MR1-2)

## 3.6 MATERIAALIEN HAITTA-AINEET

### 3.6.1 ASBESTI

Osassa tiloista on lattiapinnoitteena 25\*25 cm kokoinen harmaa vinyylilaatta, jonka alla on musta liima. Opetuskeittiöstä 1.35 ja luokasta 1.19 oli samanlainen harmaa vinyylilaatta. Lattiapinnoitteesta ja sen alapuolisesta mustasta liimasta otettiin

---

materiaalinäyte (kokoomanäyte) asbestisisällön määrittämiseksi. Vinyylilaatta ja sen alapuolinen musta liima sisälsi asbestia (krysotiili-asbesti).



**Kuva 4.** Opetuskeittiön 1.35 ja Luokan 1.19 harmaa 25\*25 cm kokoinen vinyylilaatta ja alapuolinen musta liima sisältää asbestia. Vinyylilaattaa on käytetty myös muissa luokkatiloissa.

### 3.6.2 PAH-YHDISTEET

Alemman alapohjalaatan yläpinnassa on bitumisively. Rakenneavauskohdasta 1 (ruokailu/näyttämö) määritettiin bitumisivelyn sisältämät PAH-yhdisteet. PAH-yhdisteet analysoitiin Metropolilabissa GC/MS menetelmällä. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Bitumisively sisälsi PAH-yhdisteitä 100 mg/kg PAH-yhdisteitä, mikä alittaa kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon (150 mg/kg).

## 3.7 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Alapohjarakenteet olivat kuivia.
- Rakennusmateriaaleissa ei havaittu viitteitä mikrobivaurioista.
- Ulkoseinän ja lattian rakenneliittymät on rakennuksessa pääosin tiivistetty, mutta luokassa 1.21 tehdyssä merkkiainekokeessa havaittiin paikoin tiivistetystä rakenneliittymästä ilmavuotoja. Ilmavuotoja havaittiin tutkituissa luokissa myös väliseinän ja lattian liittymässä sekä putkiläpiviennin kohdalta. Ruokailu/näyttämötilan alapohjarakenne oli ilmatiivis.
- Ruokailutilan lattian alipaineistus toimii, jolloin mahdolliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään eristevälistä sisäilmaan.
- Luokissa 1.19 ja 1.35 sekä useissa muissa luokissa on käytetty lattiapinnoitteena asbestia sisältävää vinyylilaattaa. Tämä tulee ottaa huomioon rakennetta purettaessa. Asbestia sisältävien materiaalien

---

purkutoimenpiteissä, purkujätteen käsittelyssä ja loppusijoituksessa noudatetaan ohjetta Ratu 82-0347.

- Bitumisively sisälsi PAH-yhdisteitä alle kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon

### **3.8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET**

- Suositellaan tiivistämään alapohjassa havaitut ilmapuotokohdat.

## **4 ULKOSEINÄT**

### **4.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN**

Ulkoseinärakenteeseen tehtiin kahdelle seinustalle rakenneavaukset rakennetyyppien ja rakenteen kunnon slevittämiseksi. Avaukset tehtiin luokkaan 1.19 ja opetuskeittiöön 1.35. Rakennetyypit ovat avausten perusteella sisältä ulospäin seuraavat:

#### US1

130 mm maalattu tiili  
20 mm ilmapäli  
50 mm mineraalivilla  
bitumisively  
betoni/tiili

Ulkoseinärakenteet olivat molemmissa avauskohdissa samanlaiset. Ulkoseinän eristetila jatkui lattiapinnan alapuolelle 20-25 cm. Opetuskeittiössä ulkoseinän sisämuurauksen sekä lattian betonilaatan väliin oli asennettu irrotuskaistana toimiva pähvi (Kuva 7), jota ei ollut luokassa 1.19.

### **4.2 RAKENTEEN KOSTEUS**

Ulkoseinärakenteiden kosteus kartoitettiin koko rakennuksessa pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

Ulkoseinän eristetilan suhteellinen kosteus tarkastettiin keittiöstä ja luokasta 1.21. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Rakenne oli kuiva.

### **4.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS**

Ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin luokassa 1.21 ja opetuskeittiössä 1.45 merkkiaineakaasun ja kaasuanalysoittorin avulla. Tilat alipaineistettiin rakenteeseen nähden noin 9 – 10 Pascalin alipaineineeseen. Tulokset on esitetty liitteessä 4.

Molemmissa tiloissa havaittiin ilmapuotoja lattian ja ulkoseinän liittymistä, ikkunaliittymistä ja patterin kannakkeista (liitteet 4.2, 4.4 ja 4.5). Luokassa 1.45 ilmapuotoja havaittiin lisäksi pilarin ja seinän liittymässä ja opetuskeittiössä putkiläpiviennistä sekä pistorasiasta.

#### 4.4 RAKENTEIDEN PAINESUHTEET

Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita seurattiin jatkuvatoimisten tallentavien painesuhteiden seurantamittalaitteilla 1-2 viikon ajan viikon ajan eri ilmanvaihtokoneiden toiminta-alueilla. Paine-erojen seurantamittauskäyrät on esitetty graafisesti liitteessä 3.

Ensimmäisen kerroksen luokka 1.19 oli keskimäärin hieman alipaineinen (-5 Pa) ulkoilmaan nähden. Opetuskeittiö 1.45 oli ulkoilmaan nähden keskimäärin tasapainossa (Liite 3.2).

Toisen kerroksen tilat 2.12, ja 2.07 olivat keskimäärin ulkoilmaan nähden lähes tasapainossa. Ruokailutila 2.32 (-3.2 Pa) ja kettiö 2.48 (-1,1 Pa) oli ulkoilmaan nähden lievästi alipaineisia. (Liite 3.3). Painesuhdekäyrissä ei nähdä merkittävää vaihtelua päivä/yöajan tai arkipäivän/viikonlopun välillä. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa.

#### 4.5 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Ulkoseinän alaosan mineraalivillaeristeestä otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyyn molemmista avauskohdista (lattiapinnan alapuolelta). Aistinvaraisesti arvioiden mineraalivillaeristeissä ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä eikä poikkeavaa hajua. Viljelytuloksen perusteella (liite 1) luokasta 1.19 otetussa näytteessä ei ole viitettä mikrobivauriosta (MR5). Opetuskeittiön ulkoseinän mineraalivillassa kasvoi aktinomykeettejä yli ohjearvon (MR10). Irrotuskaistasta (tiilen ja lattian betonilaatan välissä) kasvoi aktinomykeettejä yli ohjearvon ja lisäksi näytteessä kasvoi kosteusvaurioon viittaavia mikrobilajeja (*Acremonium*, *Chaetomium*, MR9).



**Kuva 6.** Rakenneavaus 2 ulkoseinään luokassa 1.19. Ulkoseinän mineraalivillaeriste jatkuu lattiantason alapuolelle n. 20 cm. Betonilaattaa vasten olevasta mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte seinän alaosasta. Materiaali oli viljelytuloksen perusteella kunnossa.



**Kuva 7.** US1 rakenneavaus tilassa A3.26. Tiilen ja lattian betonilaatan välissä pahvinen irrotuskaista. Eristetila jatkui n. 25 cm lattianpinnan alapuolelle.

#### 4.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinärakenteet olivat kuivia.
- Ulkoseinän sisäkuoren ja lattian betonivalun väliin on asennettu opetuskeittiössä 1.35 pahvinen irrotuskaista. Tämä on päässyt mikrobivaurioitumaan kosteuden vaikutuksesta. Samassa avauskohdassa havaittiin mineraalivillaeristeessä aktinomykeettikasvua. Toisessa avauskohdassa (luokka 1.19) ei irrotuskaistaa ollut lainkaan ja ulkoseinän mineraalivillaeriste oli kunnossa. Irrotuspahvi on yhteydessä sisäilmaan, mikä voi aiheuttaa terveyshaittoja tiloissa oleskeleville.
- Ulkoseinärakenteessa havaittiin ilmavuotoja kaikista ulkoseinän ja lattianliittymistä ja ikkunaliittymistä. Epäpuhtaudet pääsevät siirtymään ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan.
- Luokkatilat olivat lähes tasapainossa ja ruokailu ja keittiötilat lievästi alipaineisia ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa.

#### 4.7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Vaurioitunut irrotuskaistapahvi tulee poistaa ulkoseinän alaosasta opetuskeittiön tiloista. Samalla suositellaan tiivistämään ulkoseinän ja lattian liitoskohta.

---

## 5 VÄLIPOHJAT

### 5.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Välipohjaan tehtiin luokkaan 2.03 rakenneavaus. Rakenne on avauksen perusteella ylhäältä alaspäin seuraava:

VP1, luokka 2.03  
vinyylilaatta, liima  
260 mm betoni  
akustiikkalevy

VP2, ruokailu 2.32  
muovimatto, liima  
380 mm betoni  
mineraalivilla  
lujalevy



**Kuva 8.** Välipohjan luokassa 2.03

### 5.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Välipohjarakenteiden kosteus kartoitettiin. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

### 5.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Välipohjarakenteissa ei ole eristeväliä, eikä siten rakenne muodosta riskiä sisäilman laadulle.

### 5.4 TOIMENPITEET

- Ei toimenpiteitä

## 6 KUILURAKENTEET

Luokan 1.19 nurkassa on putkikiuilu. Luukku avattiin ja havaittiin, että putkinousuja ei oltu tiivistetty, vaan tästä oli avoin yhteys alapohjan eristetilaan. Putket oli eristetty mineraalivillalla, joka jatkui kevytsorakerrokseen. Sekä kevytsorasta että



putkieristeestä otettiin materiaalinäytteet mikrobiviljelyä varten (MR3-4). Tulokset on esitetty liitteessä 1. Molemmissa näytteissä kasvoi yli ohjearvojen sieni-itiöitä, bakteereja ja aktinomykeettejä eli materiaalit ovat mikrobivaurioituneita.



**Kuva 9.** Luokan 1.19 nurkassa on luukku putkikuiluun. Luukku avattiin ja havaittiin luukun pohjalla olevan kevytsora ja putkieristeet menivät maapohjaan.



**Kuva 10.** Putkikanaali opetuskeittiöiden ja hallin alapuolella.

Opetuskeittiöiden ja hallin 1.26 alapuolella on putkikanaali, johon on useita tarkastusluukkuja. Luukku avattiin opetuskeittiöstä ja tarkastettiin putkikanaalin kunto aistinvaraisesti. Kanaalissa oli useita eristettyjä putkia. Kanaalin seinät oli tiilimuuratut. Paikoin seinien alaosissa havaittiin kosteutta. Kanaalin pohjalla oli

---

jonkun verran betonimujua ja puusäleitä. Teräsluukku oli epätiivis, jolloin epäpuhtaudet voivat siirtyä kanaalista sisäilmaan.

## 6.1 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Putkikanaalin luukut ovat epätiivitä, jolloin epäpuhtauden voivat siirtyä ilmavirtausten mukana sisäilmaan.
- Luokassa 1.19 olevassa nousukuilussa putkiläpiviennit on tiivistämättä alapohjaan. Putkieriste ja kevytsora on ko. kohdassa päässyt mikrobivaurioitumaan kosteuden vaikutuksesta. Putkikanaali kulkee myös 2. kerroksen luokkiin 2.06 ja 2.07. Mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet pääsevät siirtymään mm. epätiividen luukkujen kautta luokan 1.18, 2.06 ja 2.07 hengitysilmaan, missä voivat aiheuttaa terveyshaittaa tilojen käyttäjille.

## 6.2 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Putkikanaalien luukut tulee tiivistää ilmatiiviiksi.
- Luokan 1.19 nousukuilussa olevat mikrobivaurioituneet materiaalit (putkieriste ja kevytsora) tulee poistaa. Putkiläpiviennit tulee tiivistää ilmatiiviisti alapohjarakenteeseen.

## 7 ILMANVAIHTO

### 7.1 ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

Ilmanvaihdon ilmavirtoja tutkittiin luokissa 1.19, 1.21, 2.03, 2.07, 2.12 ja 2.18, joissa on koettu sisäilman laatu tunkkaisena. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (D2 2012) mukaan opetustiloissa tuloilmavirta tulee olla vähintään 6,0 (l/s)/hlö tai 3,0 (dm<sup>3</sup>/s)/m<sup>2</sup> vuoden 2012 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Tilat olivat tyhjiään, joten mitattuja tuloilmavirtoja verrattiin pinta-alaperusteiseen ohjearvoon.

Tuloilmavirrat täyttivät 1. kerroksen luokissa (1.19, 1.21) nykyisen D2 rakentamismääräyskokoelman vaatimukset. 2. kerroksen luokissa (2.03, 2.07, 2.12 ja 2.18) mitattu tuloilmavirta ei täyttänyt nykyisiä rakentamismääräyksiä. Luokissa 2.03 ja 2.07 mitattu tuloilmavirta oli 60 % vaaditusta tuloilmavirtasta.

Luokissa 2.03, 2.07, 2.12 ja 2.18 mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat lähes tasapainossa. Luokissa 1.19 ja 1.21 tuloilmavirrat olivat lähes kaksinkertaiset verrattuna poistoilmavirtaan.

---

## 7.2 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Mitatut tuloilmavirrat täyttivät Suomen rakentamismääräysten vaatimukset kahdessa luokkatilassa (1.19 ja 1.21). 2. kerroksen luokissa tuloilmavirta oli riittämätöntä, mikä voidaan kokea tunkkaisena sisäilmana opetustuntien aikana.

## 7.3 TOIMENPITEET

- Suositellaan lisäämään ilmamääriä luokissa 2.03, 2.07, 2.12 ja 2.18.

## 8 SISÄILMAN LAATU

### 8.1 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobeja tutkittiin luokahuoneista 1.19, 2.03 ja 2.07 kahdella eri näytteenotokerralla. Tutkimustuloksia verrataan Asumisterveysohjeen ohjearvoihin sekä ulkoilmapitoisuuksiin. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Tutkittujen tilojen sieni-itiö ja aktinomykeettipitoisuudet olivat ulkoilmapitoisuuksiin verrattuna alhaisia ja sieni-itiökoostumus oli normaali. Bakteeripitoisuudet olivat alhaisia.

### 8.2 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin porrashuoneesta 1.23, varastotilasta 1.20 ja luokasta 2.07. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC -arvot olivat 59 -90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nämä alittuivat kaikissa tutkituissa tiloissa.

### 8.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla luokissa 1.19 ja 2.07. Tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Luokassa 2.07 mineraalikuitupitoisuus oli alle 0.07  $\text{kpl}/\text{cm}^2$ . Pitoisuus alittaa Asumisterveysohjeen toimenpiderajan (0,2  $\text{kpl}/\text{cm}^2$ ).

Tilassa 1.19 mineraalikuitupitoisuus oli 0,14-0,21  $\text{kpl}/\text{cm}^2$ , mikä ylittää ohjearvon. Luokassa tehtiin rakenneavauksia näytteenoton aikana. Kuitumaljat peitettiin rakenneavausten tekohetkellä, mutta on todennäköistä, että kuituja on levinnyt avauskohdasta ilmaan ja laskeutunut maljalle myöhemmin, kun kannet on taas avattu.

---

## 8.4 PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS

Pinnoille laskeutuvan pölyn koostumuksen määrittämiseksi otettiin kaappien päältä pyyhintänäytteitä luokista 2.03 ja 2.07. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Kokoomanäytteiden todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista (tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasista yms.). Luokasta 2.03 otetussa näytössä todettiin melko paljon lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja.

## 8.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatu oli mikrobien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta normaali.
- Luokasta 2.03 otetussa pyyhintäpölynäytteessä havaittiin melko paljon lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Tilassa 1.19 todettiin kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä mineraalivillakuituja yli Asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan. Todennäköisesti kuidut ovat peräisin luokassa tehdystä rakenneavauksesta. Luokissa ei ole havaittavissa sisäpinnoilla mineraalivillakuitulähteitä. Nämä voivat olla peräisin myös mahdollisesti ilmanvaihtokanavissa tai -konesissa käytetyistä äänieristeistä.

## 8.6 TOIMENPIDESUOSITUKSET

- Suositellaan tarkastamaan ilmanvaihtolaitteiston mineraalivillakuitulähteet ja tarvittaessa puhdistamaan tuloilmakanavat.

---

## OSA II TYÖPAJASIIPPI

Työpajasiipi on rakennettu vuonna 1969. Tilat ovat yhdessä tasossa. Rakennuksessa on teknisen ja tekstiilityön luokat sekä kolme muuta luokkaa. Tasakatto on muutettu vuonna 2009-10 harjakatoksi. Rakennuksessa on koko rakennuksen alalla ryömintätila, joka on puhdistettu orgaanisesta aineksesta muutamia vuosia sitten.

### 9 ALAPOHJAT

#### 9.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Alapohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaukset luokkaan 3.03, maalaamoon 3.15 ja puuverstaaseen 3.19. Avauspaikat on merkittynä pohjakuviin liitteeseen 2. Rakennetyypit olivat ylhäältä alaspäin seuraavat:

AP1 (AV4 maalaamo 3.15)

70 mm maalattu betoni  
tervapaperi  
50 mm styrox  
bitumisively  
n. 100 mm betonilaatta  
ryömintätila

AP2 (AV2 puuvertas 3.19)

45 mm lauta  
tervapaperi (PAH 2)  
30 mm mineraalivilla, putkieriste (MR13)  
paperi  
bitumisively (PAH3)  
n. 100 mm betonilaatta  
ryömintätila



**Kuva 11.** Rakenneavaus 2 puuverstaan 3.19 lattiaan. Avauskohdassa oli havaittavissa PAH-yhdisteiden hajua.

AP3 (AV 3 luokka 3.03)

vinyylilaatta + musta liima (ASM2)  
18 mm lastulevy  
120 mm koolauspuidut + mineraalivilla  
70 mm maalattu betoni  
tervapaperi  
50 mm styrox  
bitumisively  
n. 100 mm betonilaatta  
ryömintätila



**Kuva 12.** Luokissa 3.02 ja 3.03 on lattian vanhan betonilattian päälle tehty korotettu puulattia. Rakenteet olivat avauskohdassa 3 aistinvaraisesti arvioiden hyvässä kunnossa.



**Kuva 13.** Ryömintätila oli puhdistettu orgaanisesta aineksesta. Ryömintätila on koneellisesti tuulettu. Tilassa ei havaittu aistinvaraisesti kosteutta.

## 9.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Alapohjarakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita pintakosteusarvoja havaittiin IV-konehuoneessa ja wc-tilassa 3.07 (liite 2.3).

---

Lattiapinnoitteiden alapuolinen kosteus tarkastettiin ns. viiltokosteusmenetelmän avulla ko. kohdista sekä vertailuna kahdesta muusta kohdasta. Tulokset on esitetty liitteessä 1. IV-konehuoneessa muovimaton alapuolinen rakenne oli märkä (RH 96 %,  $t$  17,3°C). Tässä kohdassa havaittiin lattiapinnoitteen alla poikkeavaa hajua. Myös wc-tilassa 3.07 havaittiin muovimaton alla poikkeavaa hajua. Rakenne ei ollut tutkimushetkellä märkä, mutta on todennäköisesti ollut jossakin vaiheessa kostea, koska liima on vaurioitunut. Myös vertailupisteissä rakenne oli lattiapinnoitteen alapuolella kuiva.



**Kuva 16.** IV-konehuoneessa havaittiin muovimattolattiapinnoitteen alapuolella kosteutta.

### 9.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS

Alapohjien ilmatiiveyttä tutkittiin luokassa 3.01 ja verstaassa 3.11 merkkiainekaasun ja kaasuanalysointilaitteen avulla. Tilat alipaineistettiin rakenteisiin nähden noin 10 Pascalin alipaineeseen. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Luokassa 3.01 merkkikaasu laskettiin ryömintätilaan ja kaasun leviämistä tutkittiin luokkatilan puolelta. Ilmavuotoja havaittiin paikoin ulkoseinän ja lattian liittymässä, väliseinän ja lattian liittymässä sekä putkiläpiviennin kohdalta (liite 4.7).

Verstaassa 3.11 merkkikaasu syötettiin alapohjalaatan eristeväliin. Ilmavuotoja havaittiin paikoin ulkoseinän ja lattian liittymässä, väliseinän ja lattian liittymässä sekä patteriputkiläpivientien kohdalta (liite 4.10).

### 9.4 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Orgaanisista rakennusmateriaaleista otettiin rakenneavauskohdista materiaalinäytteitä (MR) materiaalin mikrobipitoisuuden määrittämiseksi. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Rakennusavauksesta 2 (puuvertaus 3.19) otettiin materiaalinäyte vanhan vesiputken ympärillä olevasta putkieristepahvissa (MR13). Näytteessä kasvoi erittäin runsaasti mikrobeja. Tutkimushetkellä materiaali oli kuiva.





**Kuva 14.** Puuverstaan lattian putkieriste on mikrobivaurioitunut.

## 9.5 MATERIAALIEN HAITTA-AINEET

### 9.5.1 ASBESTI

Luokissa 3.02 ja 3.03 on lattiapinnoitteena 30\*30 cm kokoinen vinyylilaatta, jonka alla on musta liima. Lattiapinnoitteesta ja sen alapuolisesta mustasta liimasta otettiin näyte asbestisisällön määrittämiseksi. Näyte ei sisältänyt asbestia.

Käytävällä 3.21 sekä sen yhteydessä olevassa wc-tilassa 3.22 on lattiapinnoitteena 25\*25 kokoinen vinyylilaatta. Laatasta ja sen alapuolisesta mustasta liimasta otettiin näyte asbestisisällön määrittämiseksi. Vinyylilaatta ja sen alapuolinen musta liima sisälsi asbestia (antofylliittiasbesti).



**Kuva 15.** Luokissa 3.02 ja 3.03 30\*30cm vinyylilaatta ei sisällä asbestia (vasemmalla). Käytävällä 3.21 ja 3.22 25\*25 cm vinyylilaatta sisältää asbestia (oikealla).

### 9.5.2 PAH-YHDISTEET

Betonilaatan yläpinnassa on bitumisively ja alapohjan eristevälissä on tervapaperi. Rakenneavauskohdasta 2 (puuverstas 3.19) määritettiin bitumisivelyn sisältämät ja

---

rakenneavauskohdasta 4 (maalaamo 3.15) tervapaperin sisältämät PAH-yhdisteet. Alapohjan PAH-yhdisteet analysoitiin Metropolilabissa GC/MS menetelmällä. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Bitumisively sisälsi PAH yhdisteitä 21 mg/kg ja tervapaperi 5 mg/kg. Nämä alittavat kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon (150 mg/kg).

## 9.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Puuverstaan 3.19 lattiassa oleva pahvinen putkieriste on mikrobivaurioitunut. Todennäköisesti putki on aiemmin joko hieman vuotanut tai kosteus on kondensoitunut putken pintaan, minkä seurauksena pahvi on päässyt kastumaan ja vaurioitumaan. Muissa lattiarakenteissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä tai poikkeavia hajuja.
- Lattiarakenne oli IV-konehuoneessa lattiapinnoitteen alapuolella märkä ja lattiapinnoitteen alapuolella havaittiin poikkeavaa hajua. Todennäköisesti vesi on päässyt IV-koneesta lattialle ja edelleen muovimaton epätiiviykskohdista lattiapinnoitteen alle. Myös wc-tilan 3.07 lattiapinnoitteen alapuolella havaittiin poikkeavaa hajua, vaikka rakenne oli tutkimushetkellä kuiva. Poikkeava hajua lattiapinnoitteen alla on viite muovimaton tai sen alapuolisten liima ja tasoiteaineiden kemiallisesta hajoamisesta kosteuden vaikutuksesta. Vaurio ei korjaannu, vaikka rakenne myöhemmin kuivaisikin.
- Käytävän 3.21 ja wc-tilan 3.24 vinyylilaatta ja alapuolinen musta liima sisältää asbestia. Tämä tulee ottaa huomioon rakennetta purettaessa. Asbestia sisältävien materiaalien purkutoimenpiteissä, purkujätteen käsittelyssä ja loppusijoituksessa noudatetaan ohjetta Ratu 82-0347.
- Bitumisively sekä tervapaperi sisälsivät PAH-yhdisteitä alle kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon.

## 9.7 TOIMENPITEET

- Puuverstaan 3.19 puulattian vaurioituneet putkieristeet tulee poistaa.
- Suositellaan ohjaamaan IV-koneen kondenssivesi lattiakaivoon
- Suositellaan uusimaan IV-konehuoneen ja wc-tilan 3.07 lattiapinnoite kastuneelta alalta.

## 10 ULKOSEINÄT

### 10.1 RAKENNETYYPIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Ulkoseinärakenteeseen tehtiin kahdelle seinustalle rakenneavaukset rakennetyyppien ja rakenteen kunnon selvittämiseksi. Avaukset tehtiin

---

puuverstaaseen 3.13 sekä puutyökonetilaan 3.22. Rakennetyypit ovat avausten perusteella sisältä ulospäin seuraavat:

US1 (AV1, puuverstas 3.19)  
130 mm maalattu tiili  
20 mm ilmaväli  
50 mm mineraalivilla (MR12)  
bitumisively (PAH  
betoni/tiili

US2 (AV4, tila 3.22 päätyseinän ikkunan alapuolella)  
13 mm kipsilevy  
höyrynsuolkumuovi  
240 mm mineraalivilla (MR14)  
bitumisively  
100 mm betoni



**Kuva 17.** Ulkoseinän sisäkuori oli purettu aiemmin tilassa 3.22 sattuneen vesivahingon jälkeen ja seinärakenne oli muutettu levyseinäksi ikkunan alapuolella (US2).

## 10.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Ulkoseinärakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuskokemuksia ei havaittu. Eristetilan suhteellinen kosteus mitattiin eri puolilla rakennusta seinän alaosasta. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Rakenteen kosteus oli normaali.

## 10.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS

Ulkoseinien ilmatiiveyttä tutkittiin luokassa 3.01 merkkiaineikaasun ja kaasuanalysaattorin avulla. Tila alipaineistettiin rakenteeseen nähden noin 9 – 10 Pascalin alipaineineeseen.

Ulkoseinän ja lattian liittymä sekä ikkunaliittymät olivat kauttaaltaan epätiivitä. Ilmavuotoja havaittiin myös kotelorakenteen ja ulkoseinän liittymissä,

---

patterinkannakkeista sekä ruuvireikien kohdilta (liitteet 4.8-4.9). Epäpuhtaudet pääsevät siirtymään ilmapuotokohtien kautta eristetilasta sisäilmaan.

## 10.4 RAKENTEIDEN PAINESUHTEET

Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita seurattiin jatkuvatoimisten tallentavien painesuhteiden seurantamittalaitteilla viikon ajan eri puolilla rakennusta.

Tilat olivat seurantamittausten aikana keskimäärin lähes tasapainossa (-2,0 ja -2,5 Pa) ulkoilmaan nähden. Paine-eroissa ei nähdä merkittävää eroa päivä/yöaikana tai arkipäivisin/viikonloppuisin. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa.

## 10.5 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Ulkoseinän alaosan mineraalivillaeristeestä otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyyn molemmista avauskohdista. Aistinvaraisesti arvioiden mineraalivillaeristeissä ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä eikä poikkeavaa hajua. Viljelytuloksen perusteella (liite 1) puuverstaasta 3.19 otetussa näytteessä on viite mikrobivauriosta (MR5). Näytteessä kasvoi homesieni-itiöitä runsaasti, mutta mikrobilajisto oli normaali. Aktinomykettejä näytteessä kasvoi alle määritysrajan.

Tilan 3.22 levyseinärakenteisessa ulkoseinässä (US2) otettiin materiaalinäyte mineraalivillasta, joka oli valesokkeliä vasten (MR14). Materiaali on viljelytuloksen perusteella mikrobivaurioitunut. Näytteessä kasvoi yli ohjearvon homesieniä ja bakteereita ja sieni-itiöiden joukossa kasvoi kosteusvaurioon viittaavaa mikrobilajia (*Acremonium*).



**Kuva 18.** Ulkoseinän US1 eristetila jatkui n. 10 cm lattiapinnan tason alapuolelle. Mineraalivillaeristeestä otettiin näyte mikrobiviljelyyn lattiatason alapuolelta. Materiaalissa on viite mikrobivauriosta.

## 10.6 MATERIAALIEN HAITTA-AINEET

### 10.6.1 PAH-YHDISTEET

Ulkoseinän valesokkelin ja tiilimuurauksen sisäpuolella on bitumisively. Rakenneavauskohdasta 1 (puuverstas 3.19) määritettiin bitumisivelyn sisältämät

---

PAH-yhdisteet. PAH-yhdisteet analysoitiin Metropolilabissa GC/MS menetelmällä. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Bitumisively sisälsi PAH yhdisteitä 35 mg/kg PAH-yhdisteitä, mikä alittaa kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon (150 mg/kg).

## 10.7 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinärakenteet olivat kuivia.
- Ulkoseinän mineraalivillaeristeet olivat molemmissa rakenneavauskohdissa mikrobivaurioituneita. Mikäli ulkoseinän sisäkuori ei ole ilmatiivis, voivat mikrobiperäiset yhdisteet päästä hengitysilmaan, missä voivat aiheuttaa terveyshaittoja tilojen käyttäjille.
- Luokassa 3.01 tehdyssä ulkoseinän ilmatiiveystutkimuksessa havaittiin ilmanvuotoja kauttaaltaan ulkoseinän ja lattian liittymissä sekä ikkunaliittymissä. Epäpuhtaudet pääsevät siirtymään ilmanvuotokohtien kautta ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan.
- Rakennus oli lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihdon säädöt ovat kunnossa.
- Bitumisively sisälsi PAH-yhdisteitä alle kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon

## 10.8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Ulkoseinän sisäkuori tulee tiivistää koko rakennuksessa ilmatiiviiksi sisäilmahaittojen poistamiseksi rakennuksesta.
- Vaurioitunut mineraalivillaeriste tulee tilassa 3.22 ikkunan alapuolisesta levyrakenteisesta seinästä (US2) poistaa.

## 11 YLÄPOHJA

### 11.1 RAKENNETYYPIT

Yläpohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaus puuverstaaseen 3.19. Lisäksi yläpohjan tuuletustila tarkastettiin aistinvaraisesti. Rakennetyypit ovat havaintojen perusteella alhaalta ylöspäin seuraava:

YP1 (AV6)  
215 mm betonilaatta  
250 mm puhallusvilla  
ilmatila  
aluskate  
ruodelaudoitus  
peltikate

Rakennuksen yläpohjarakenne on muutettu tasakatosta harjakatoksi vuonna 2009-10, missä yhteydessä yläpohjan lämmöneristeet ja vesikate on uusittu.



**Kuva 19.** Rakennuksen yläpohjarakenne on uusittu vuonna 2009-10 ja materiaalit olivat hyvässä kunnossa.

## 11.2 MUUT HAVAINNOT



**Kuva 20.** Rakennuksen sokkelin vierustalle on asennettu vedeneriste ja sorakerros. Sadevedet on ohjattu syöksytorstista sadevesikaivoihin.

---

Helsingissä, 20.5.2016

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola  
MML, rakennusterveysasiantuntija



Ilkka Jerkku  
DI, yksikön päällikkö

## 12 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuvissa
Liite 3	Painesuhteiden seurantakuvaajat
Liite 4	Merkitseminenkoetulokset