

Tutkimusselostus

Luhangan kunnantalo

Kuntotutkimus

07.02.2024





## Tiivistelmä

Luhangan kunnantalo on valmistunut saatujen tietojen mukaan 1920-luvulla ja rakennukseen on lisätty toinen kerros 1930-1940-luvulla. Rakennuksessa on tehty laajempia korjauksia toimenpiteitä viimeksi vuonna 2017, jolloin mm. rakennuksen julkisivuverhousta on kunnostettu. Lisäksi osaa toimistotiloja on remontoitu pintarakenteiden osalta viime vuosina.

Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää aistinvaraisien menetelmien, mittauksien, rakenneavausten sekä materiaalinäytteiden analysoinnin avulla rakenteiden kuntoa ja niiden vaikutusta sisäilman laatuun sekä arvioida tulevien korjausten kustannuksia. Rakennukseen on tehty aiemmin tutkimuksia vuonna 2015.

Alapohjarakenteessa on laajoja pitkälle edenneitä lahovaurioita, jotka pääosin johtuvat ryömintätilan puutteellisesta tuuletuksesta. Alapohjarakenteeseen rajautuvat ulkoseinän hirsirakenteet ovat myös lahovaurioituneet puutteellisen tuuletuksen vaikutuksesta. Vaurioituneesta alapohjasta voi päästä mikrobeja ja muita epäpuhtauksia sisäilmaan, jotka on syytä estää.

Kosteusmittausten, rakenneavausten ja havaintojen perusteella välipohjarakenteissa ei ole kosteuspoikkeamia. Purueristeestä otetussa materiaalinäytteessä esiintyi sienikasvustoa, joka viittaa siihen, että jossain vaiheessa rakenteeseen on kohdistunut ylimääräistä kosteutta. Purun seassa oleva sammal on ns. luonnonmateriaali ja siinä itsessään voi esiintyä mikrobi- tai sienikasvustoa. Luonnonmateriaaleilla tehdyissä eristeissä esiintyy tyypillisesti epäpuhtauksia ja hajuja, joiden sisäilmaan siirtyminen on syytä estää hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi. Välipohja on ainakin osittain toiminut yläpohjarakenteena ennen lisäkerroksen rakentamista ja on mahdollista, että entinen yläpohjarakenne on saanut kosteusrasitusta jossain vaiheessa sen elinkaarta. Tehdyillä rakenneavauksilla ei voida varmasti sanoa, ettei välipohjarakenteissa olisi laajempia kosteusvaurioita.

Välipohjassa käytetystä tervapaperista otetun PAH-materiaalinäytteen mukaan tervapaperissa on korkeat PAH-pitoisuudet. Epätiiveyksien kautta PAH-yhdisteiden hajua on mahdollista päästä sisäilmaan.

VOC-ilmanäytteessä esiintyvien yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat matalia, kuten niiden kokonaispitoisuuskin (TVOC). Tulosta voidaan pitää tavanomaisena. PAH-ilmanäytteen kokonaispitoisuus oli pieni ja tuloksissa on nähtävissä vain naftaleenia ja fenantreenia pieninä pitoisuuksia. Samoja yhdisteitä oli myös tervapaperista otetussa materiaalinäytteessä, jonka PAH-yhdistepitoisuudet olivat korkeat. Erityisesti naftaleeni aistitaan helposti myös sisäilmassa. Todennäköisesti ilmanäytteessä havaitut yhdisteet ovat peräisin tervapaperista. Naftaleenille on sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (ns. asumisterveysasetus) asetettu toimenpiderajaksi  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , myöskään hajua ei saa esiintyä. Ensimmäisellä käyntikerralla ensimmäisen kerroksen tiloissa oli aistittavissa selvä PAH-yhdisteisiin viittaava haju. Hajuhavaintojen ja otettujen näytteiden perusteella tiloissa olevat ilmapuhdistimet vaikuttaisivat toimineen ainakin PAH-yhdisteiden osalta.

Toisessa sisäilman mikrobiinäytteessä on kolmea eri kosteusvauriomikrobia ja tulosta voidaan pitää poikkeavana. Sisäilman mikrobiinäytteillä ei yksinomaan voida sanoa mistä mikrobit ovat peräisin. Osassa otetuissa mikrobimateriaalinäytteissä oli poikkeavia määriä kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

Vanhan osan ikkunat ovat huonokuntoisia, lisäksi ikkunoiden tilkkemateriaalissa todettiin poikkeavaa mikrobistoa sekä ilmayhteyksiä sisäilmaan. Ikkunat liittyvine rakenteineen on suositeltavaa uusia peruskorjauksen yhteydessä. Vanhojen ikkunoiden vaihtoa puoltavat myös energiataloudelliset näkökohdat. Myös vanhat ulko-ovet on suositeltavaa uusia.



Vesikattorakenteiden todettiin olevan pääosin hyväkuntoisia, eikä akuutteja puutteita havaittu. Yläpohjatilassa on kuitenkin yksittäisiä puutteita, jotka on syytä kunnostaa lähivuosina.

Rakennuksessa voitiin todeta useita erilaisia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä sekä rakenteellisia riskejä. Kokonaisuutena tarkastellen rakennuksessa on tehtävä varsin laajoja korjaavia toimenpiteitä, jossa on purettava ja uusittava rakenteita. Korjaustoimien kustannukset nousevat rakennuksen kokoon nähden varsin merkittäviksi. Lisäksi korjaustöiden yhteydessä on syytä varautua mahdollisesti esiin tuleviin lisätöihin.

Toimenpide-ehdotukset on esitetty kootusti luvussa 10.



## Sisällys

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Tiivistelmä .....                                | 2  |
| 1 Tutkimuksen yleistiedot.....                   | 6  |
| 2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot .....    | 6  |
| 2.1 Tutkimuksen lähtötiedot .....                | 6  |
| 2.2 Kohteen kuvaus .....                         | 6  |
| 3 Alapohja .....                                 | 7  |
| 3.1 Rakenne .....                                | 7  |
| 3.2 Havainnot ja kosteusmittaukset .....         | 7  |
| 3.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....  | 8  |
| 3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset..... | 11 |
| 4 Välipohjat .....                               | 11 |
| 4.1 Rakenne .....                                | 11 |
| 4.2 Havainnot ja kosteusmittaukset .....         | 12 |
| 4.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....  | 13 |
| 4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset..... | 14 |
| 5 Ulkoseinärakenteet.....                        | 15 |
| 5.1 Rakenne .....                                | 15 |
| 5.2 Havainnot .....                              | 15 |
| 5.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....  | 16 |
| 5.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset..... | 19 |
| 6 Ikkunat ja ulkoseinärakenteet .....            | 20 |
| 6.1 Rakenne .....                                | 20 |
| 6.2 Havainnot .....                              | 20 |
| 6.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....  | 24 |
| 6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset..... | 24 |
| 7 Yläpohjarakenteet ja vesikatto.....            | 25 |

|      |                                                                    |    |
|------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1  | Rakenne .....                                                      | 25 |
| 7.2  | Havainnot .....                                                    | 26 |
| 7.3  | Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....                        | 27 |
| 7.4  | Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....                      | 28 |
| 8    | Sisäilmatutkimukset .....                                          | 29 |
| 8.1  | Sisäilman VOC-näytteet .....                                       | 29 |
| 8.2  | Sisäilman mikrobinäytteet .....                                    | 29 |
| 8.3  | Sisäilman PAH-näytteet .....                                       | 31 |
| 8.4  | Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....                      | 31 |
| 9    | Hetkelliset paine-eromittaukset ja ilmvirtausten selvitykset ..... | 32 |
| 9.1  | Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....                      | 33 |
| 10   | Yhteenveto ja tärkeimmät toimenpidesuosituksset .....              | 35 |
| 10.1 | Yhteenveto .....                                                   | 35 |
| 10.2 | Toimenpidesuosituksset .....                                       | 36 |

## Liitteet

1. Paikannuskuva (2 sivua)
2. Tutkimusvälineet ja menetelmät (2 sivua)
3. Analyysivastaus, mikrobianalyysit Työterveyslaboratorio 09.01.2024 (6 sivua)
4. Analyysivastaus, VOC-analyysit Työterveyslaboratorio 08.01.2024 (9 sivua)
5. Analyysivastaus, PAH-analyysit Työterveyslaboratorio 28.01.2023 (2 sivua)
6. Analyysivastaus, mikrobi-ilma analyysit Työterveyslaboratorio 05.01.2024 (8 sivua)
7. Analyysivastaus, pölynkoostumus analyysit Työterveyslaboratorio 22.12.2023 (2 sivua)
8. Kustannusarvio korjauksista (1 sivu).



## 1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Luhangan kunnantalo

Hakulintie 2, 19950 Luhanka

Tutkimuksen tilaaja

Luhangan kunta

Hakulintie 2, 19950 Luhanka

Yhteyshenkilö: Tekninen johtaja Reijo Koivuniemi, reijo.koivuniemi@luhanka.fi,  
p.0403479212

Tehtävä

Tutkimuksen tarkoituksena on määrittää aistinvaraisten menetelmien, mittauksien, rakennesaavusten sekä materiaalinäytteiden analysoinnin avulla rakenteiden kuntoa ja niiden vaikutusta sisäilman laatuun sekä arvioida tulevien korjausten kustannuksia.

Tutkimusajankohta

Tutkimuksen kenttätöitä tehtiin 14.-15.12.2023. Alustava käynti tehtiin 26.10.2023.

Tutkimuksen tekijät

AFRY Buildings Finland Oy

Piippukatu 11, 40100 Jyväskylä

Tuomo Kollanen

Markus Taipale

Projekti: BP1991

## 2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot

### 2.1 Tutkimuksen lähtötiedot

Tätä tutkimusta tehtäessä ja tätä tutkimusselostusta laadittaessa on ollut käytettävissä seuraavat tilaajan toimittamat asiakirjat:

- Muutos- ja laajennuspiirustus, 1947
- Sisäilmatutkimus, Sirate Oy 22.3.2015

### 2.2 Kohteen kuvaus

Rakennus on valmistunut kahdessa vaiheessa. Saatujen tietojen mukaan ensimmäinen kerros on valmistunut jo 1920-luvulla ja rakennukseen on lisätty toinen kerros 1930-luvulla. Rakennuksesta oli käytettävissä vuonna 1943 laadittuja piirustuksia, joissa oli muutos- ja laajennusehdotus. Laajennuksen toteutuksesta ei ole tarkempia tietoja käytettävissä. Rakennuksen rakenteista ei ole käytettävissä suunnitelmapiirustuksia, joista niiden toteutuksesta voisi vetää jotain johtopäätöksiä. Perustukset on rakennettu lohkokivistä ja alapohjarakenteena on ns. rossipohja, jossa on tuulettuva ryömintätila. Laajennusosan aikaan tehdyissä alapohjarakenteissa on käytetty myös betonirakenteita. Rakennuksen järven puoleisella sivulla on arkistotilan alla betonirakenteinen maakellari. Rakennus on puurakenteinen



ja hirsirunkoinen ensimmäisen kerroksen osalta. Julkisivuissa on peiterimaverhous. Arkistotilaosan ulkoseinä on kivirakenteinen. Valtuustosalissa on sisäpuolella jälkikäteen tehty lisälämmöneristys, jossa lämmöneristeenä on mineraalivilla. Toisen kerroksen osalta ulkoseinät on tehty puurungolla ja eristeenä on puru. Yläpohjarakenteen lämmöneristeenä on puru. Rakennuksen vesikatteena on melko uusi rivipeltikate aluskatteella. Rakennuksessa on pui-set ulko-ovet sekä 3-lasiset MSK-puikkunat.

Rakennuksessa on tehty laajempia korjaavia toimenpiteitä viimeksi vuonna 2017, jolloin mm, rakennuksen julkisivuverhousta on kunnostettu. Julkisivuverhouksen kunnostuksen yhteydessä oli todettu, että ensimmäisen kerroksen alimmissa hirsirakenteissa on lahovaurioita. Kunnostustöiden yhteydessä otetun valokuvan perusteella avauksessa on nähtävissä lahovaurioita ainakin neljässä alimmassa hirressä, saatujen tietojen perusteella lahovauriot eivät ole yhtä pahoja kauttaaltaan rakennuksen ulkoseinissä. Vaurioita esiintyy ilmeisesti erityisesti lounaan ja etelän puoleisilla sivuilla, jotka ovat alttiina voimakkaimmalle säärasitukseksi. Lahovaurioita on havaittu myös kuluvana vuonna, kun pääsisäänkäynnin tuulikaappiin johtava ovi on uusittu: oven alla oleva puurakenne oli täysin lahonnut. Havaittuja lahovaurioita ei ole käytettävissä olevien tietojen perusteella uusittu. Lahovaurioiden tarkempi laajuus sekä mahdollinen vaikutus rakenteiden kantavuuteen ei ole tiedossa.

Tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja välineet liitteessä 1.

### 3 Alapohja

#### 3.1 Rakenne

Alapohjarakenne puurakenteinen, jossa on tuulettuva ryömintätila. Laajennusosalla alapohjassa on käytetty betonirakenteita, joita ei tässä tutkimuksessa tutkittu.

Alapohjan rakennetyyppi on rakenneavausten ja havaintojen perusteella seuraava:

- pintamateriaali (vinyylilaatta tai muovimatto)
- lastulevy 15 mm (vaihteli tiloittain)
- ponttilauta 25 mm
- mineraalivilla 50 mm
- purueriste ja rahkasammal (kantavat puurakenteet) 300 mm
- aluslaudoitus
- ryömintätila <700 mm
- maapohja

#### 3.2 Havainnot ja kosteusmittaukset

Alapohjan lattioiden pintamateriaalina käytetyt vinyylilaatat ja muovimatot ovat huonokuntoisia ja toisessa toimistossa lattiamatto on kupruillut irti alustastaan rakenteiden elämisen seurauksena. Lattian pintamateriaaleissa on normaalia käytöstä aiheutunutta kulumaa.

Pintakosteusmittauksissa rakenteiden pinnoilla ei havaittu kosteuspoikkeamia.

Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 1. Alapohjarakenteeseen tehtiin laajempi rakenneavaus, josta nähtiin rakennekerrokset. Rakennetta on lisäeristetty ilmeisesti kahteen eri otteeseen. Nykyiset pintamateriaalit ja mineraalivillaaeristys on ilmeisesti lisätty 1987 tehdyssä korjauksessa. Purueristeen välissä oli sanomalehtiä jotka oli päivätty vuodelle 1948, tämä viittaisi mahdollisesti silloin tehtyyn lisäeristykseen.*



*Kuva 2. Valtuustosalin lattiassa on huonokuntoinen vinyylilaatta pinnoite. Alakerran toisen toimiston muovimattopinnoite on paikoin kupruillut rakenteiden elämisen seurauksena.*

### 3.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Kerroksellisista alapohjista otettiin rakenneavauksista näytteet mikrobianalyysiin. Rakenneavauskohdat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty alla olevissa kuvissa ja Työtervystaitoksen mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3.

*Taulukko 1. Alapohjan materiaalinäytteen mikrobianalyysin tulokset.*

| Materiaalinäyte | Näytteenotto kohta ja rakenneavaus | Näyttemateriaali | Tulos          |
|-----------------|------------------------------------|------------------|----------------|
| AP1             | toimiston alapohja                 | puru ja sammal   | sienikasvustoa |

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.

Alapohjarakenteeseen tehtiin kaksi rakenneavausta, josta rakenteiden kuntoa tarkasteltiin. Rakenteessa on useita eri rakennekerroksia, joita on lisätty tehtyjen korjauksien yhteydessä.



Alapohjarakenteen puurakenteissa on nähtävissä selkeitä lahovaurioita, jotka ovat syntyneet ryömintätilan puutteellisen tuuletuksen seurauksena.

Ryömintätilan todettiin olevan matala eikä sitä päästy tarkastamaan koko rakennuksen alalta. Ryömintätilassa havaittiin vain kaksi erillistä tuuletusaukkoa rakennuksen sokkelissa.



*Kuva 3. Alapohjarakenteeseen tehtiin laajempi rakenneavaus AP1, josta nähtiin rakennerokot ja päästiin tarkastamaan ryömintätila.*



*Kuva 4. Ryömintä oli matala eikä tilaa päästy kauttaaltaan tarkastamaan. Maaperä oli osittain jäässä tutkimushetkellä.*



*Kuva 5. Aluslaudoituksessa todettiin selkeitä lahovaurioita.*



*Kuva 6. Alapohjarakenteita oli paikoin pudonnut ryömintätien pohjalle.*



Kuva 7. Toisen toimiston alapohjaan tehdyssä avauksessa AP2 oli myös nähtävissä laho-  
vaurioita aluslaudoituksessa ja hirsiseinän alaosissa. Rakennekerrokset vastasivat ensimmäistä avausta.

### 3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta tutkimushetkellä. Näytteiden ja havaintojen perusteella alapohjarakenteet eivät ole kosteusteknisesti toimivia ja rakenteissa on pitkälle edenneitä lahovaurioita, sekä sienikasvustoa. Ryömintätila on matala ja huonosti tuuletettu, joka on aiheuttanut ajan saatossa alapohjarakenteen vaurioitumisen.

Alapohjarakenteissa oli nähtävissä merkkejä rakenteiden elämisestä mikä voi mahdollisesti johtua alapohjarakenteiden osittaisesta lahoamisesta. Ryömintätilassa oli nähtävissä lämmöneristeiden tippuneen ryömintätilan pohjalle. Todennäköisesti lämmöneristeitä on pudonnut myös niiltä alueilta joita ei päästy tarkastelemaan. Puutteelliset lämmöneristeet vaikuttavat rakenteen lämmöneristävyyteen ja vedon tunteeseen. Maapohjalla olevat orgaaniset materiaalit vaurioituvat herkästi ja tuottavat epäpuhtauksia ryömintätilaan.

Alapohjien lattioiden pintamateriaalit ovat ikääntyneitä ja selvästi kuluneita, siten ne ovat käyttöikänsä loppupuolella.

#### Toimenpide-ehdotukset

- o Peruskorjaushankkeen yhteydessä on suositeltavaa alapohjarakenteiden ja ryömintätilan kokonaisvaltainen uusiminen kosteusteknisesti toimivaksi kokonaisuudeksi.
- o Ryömintätila tulisi puhdistaa orgaanisesta materiaalista ja poistaa maa-ainesta maapohjalta niin, että se voidaan eristää ja ryömintätilan tuuletus toteuttaa asianmukaisesti. Lisäksi on syytä parantaa alapohjan tuuletusta
- Alapohjarakenteiden uusimisen yhteydessä pystytään korjaamaan/vaihtamaan vaurioituneet ulkoseinähirret. Myös mahdollisesti vaurioituneet väliseinien alaosat pystytään korjaamaan korjaustöiden yhteydessä.

## 4 Välipohjat

### 4.1 Rakenne

Rakennuksen välipohjarakenne on ainakin osittain entinen yläpohjarakenne. Rakennusta on korotettu 1940-1950 luvulla, jolloin vanha yläpohjarakenne on jäänyt välipohjarakenteeksi. Välipohja on toteutettu puisilla kannattimilla, joiden päällä on laudoitus ja pinnoitteet. Lämmöneristeenä on käytetty pääosin purua.

Välipohjan rakennetyyppi on rakenneavausten ja kosteusmittausten perusteella seuraava:

- muovimatto, mattoliima, kovalevy ja pahvi 4...5 mm
- ponttilaudoitus 25 mm
- kantavat puurakenteet ja purueriste
- alakattorakenteet

Välipohjan lattian pintamateriaalina on yleisesti muovimatto tai vinyylilaatta. Muutamia toimistoja on remontoitu ja niissä on käytetty nykyaikaista vinyylilankkua. Vanhoissa pintamateriaaleissa on normaalia käytöstä aiheutunutta kulumaa.

Kattopintana on käytetty pääosin puukuitulevyä ja puupaneelia.

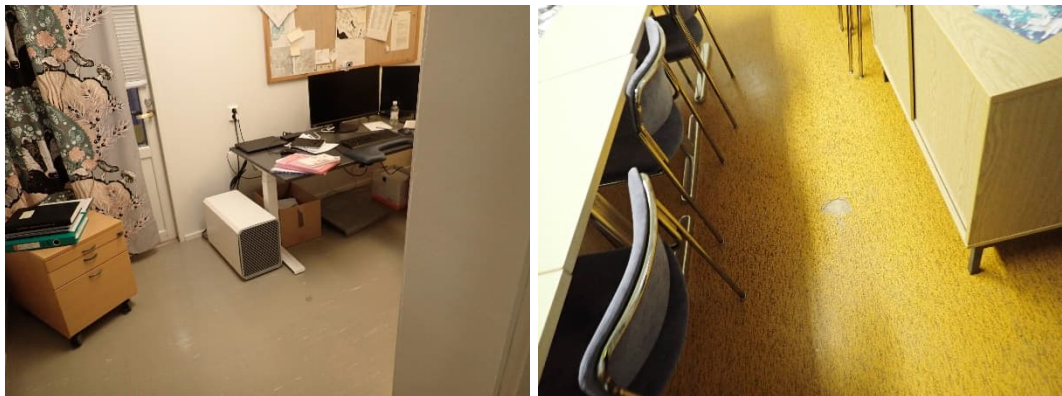
#### 4.2 Havainnot ja kosteusmittaukset

Lattioiden vanhat pintamateriaalit olivat yleisesti kohtuullisen huonokuntoisia. Vanhat pinnoitteet sisältävät todennäköisesti asbestia. Remontoiduissa tiloissa käytetyt uudet pinnoitteet olivat hyväkuntoisia.

Vanhan osan välipohjarakenteen eristetiloiissa ei rakenneavauksien rakennekosteusmittausten perusteella havaittu normaalista poikkeavia kosteuspitoisuuksia. Välipohjan eristemateriaaleissa ei havaittu poikkeavia hajua.

Rakenteita avanneen henkilön kertoman mukaan remontoiduissa toimistohuoneissa välipohjarakenteen eristekerroksia on tarkasteltu remonttien yhteydessä. Eristeissä ei ole korjausten yhteydessä havaittu merkkejä vaurioista tai muista puutteista.

Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 8. Välipohjarakenteen lattiapintana on vinyylilaatta tai muovimatto. Lattiassa on normaalia käytöstä johtuvaa kulumaa ja ne ovat jo huonokuntoisia.*



*Kuva 9. Wc-tiloissa on vanha muovimatto. Remontoiduissa tiloissa on hyväkuntoinen viinyylilankku.*

Välipohjarakenteen lattiapinnoissa ei pintakosteuskartoituksen perusteella havaittu normaalista poikkeavia arvoja (lukemat 25 – 40).



*Kuva 10. Välipohjarakenteessa oli nähtävissä muodonmuutoksia (lattia hieman kupera).*

#### 4.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Kerroksellisista välipohjista otettiin rakenneavauksista näytteet mikrobianalyysiin. Rakenneavauksholat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja Työterveyslaitoksen mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3.



*Taulukko 2. Välipohjien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.*

| Materiaalinäyte | Näytteenotto kohta ja rakenneavaus | Näyttemateriaali     | Tulos          |
|-----------------|------------------------------------|----------------------|----------------|
| VP2             | taukotila välipohja                | puru, sammal, kaarna | sienikasvustoa |

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 11. Välipohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaus rakennekerrosten varmistamiseksi. Vanhan lankkulattian päälle on asennettu pahvi, kovalevy ja muovimatto.*

#### 4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kohonnutta kosteuspitoisuutta ei havaittu missään tutkituissa välipohjarakenteissa. Kosteusmittausten, rakenneavausten ja havaintojen perusteella välipohjarakenteissa ei ole kosteuspoikkeamia. Purueristeestä otetussa materiaalinäytteessä esiintyi sienikasvustoa, joka viittaa siihen, että jossain vaiheessa rakenteeseen on voinut kohdistua ylimääräistä kosteusrasitusta. Purun seassa oleva sammal on ns. luonnonmateriaali ja siinä itsessään voi esiintyä mikrobi- tai sienikasvustoa. Välipohja on ainakin osittain toiminut yläpohjarakenteena ennen lisäkerroksen rakentamista ja on mahdollista että entinen yläpohjarakenne on saanut kosteusrasitusta jossain vaiheessa sen elinkaarta. Tehdyillä rakenneavauksilla ei voida varmuudella päätellä, ettei välipohjarakenteissa olisi laajempia kosteusvaurioita.

Välipohjarakennetta voidaan pitää riskirakenteena, mikäli rakennekerrokseen pääsee ylimääräistä kosteutta. Erityisesti vesipisteiden ympärillä on mahdollista, että jossain vaiheessa rakennuksen elinkaarta välipohjarakenteisiin on päässyt ylimääräistä kosteutta.

Luonnonmateriaaleista tehdyissä eristeissä esiintyy tyypillisesti epäpuhtauksia ja hajuja, joiden sisäilmaan siirtyminen on syytä estää hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi. Eristekerroksista voi päästä hajuja sisäilmaan, joten ilmayhteydet eristetilasta on suositeltavaa estää. Painesuhteiden tasapainottamisella voidaan vaikuttaa merkittävästi siihen, ettei korvausilmaa oteta rakenteista.

Ulkoseinässä käytetystä tervapaperista otetun PAH-materiaalinäytteen mukaan tervapaperissa on korkeat PAH-pitoisuudet. Tervapaperia on käytetty myös nykyisessä yläpohjassa ja on mahdollista että lisärakentamisen aikaan nykyiseen välipohjaan on jäänyt tervapaperia.



Välipohjan keskialueella on nähtävissä lattian olevan hieman kupera. Keskellä rakennusta on kivirakenteinen hormi, johon puiset välipohjarakenteet todennäköisesti tukeutuvat. Ulkoseinälinjoilla rakennus on mahdollisesti hieman painunut ja kun keskialueen tukimuuri on pysynyt paikallaan, se on aiheuttanut välipohjarakenteeseen havaittuja muodonmuutoksia.

#### Toimenpide-ehdotukset

- Mittavan peruskorjaushankkeen yhteydessä on suositeltavaa harkita välipohjien rakennekerrosten uusimista kokonaisuudessaan.
  - o Vaihtoehtoisesti puurakenteilla toteutettujen välipohjarakenteiden eristetilan ilmayhteyksien sulkeminen sisäilmaan nähden.
- Korjaustöiden yhteydessä lattiapinnoitteiden uusiminen.

## 5 Ulkoseinärakenteet

### 5.1 Rakenne

#### Ulkoseinärakenne 1.krs

Ulkoseinärakenne on suunnitelmien ja rakenneavauksesta tehtyjen havaintojen mukaan ensimmäisen kerroksen osalta seuraava:

- valtuustosalin osalla seinät on koolattu ja eristetty 50 mm mineraalivillalla, sekä levytetty lastulevyllä.
- pinkopahvi muiden ulkoseinien osalla (paikoin useampia)
- hirsirunko

#### Ulkoseinärakenne 2.krs

Ulkoseinärakenne on suunnitelmien ja rakenneavauksesta tehtyjen havaintojen mukaan toisen kerroksen osalta seuraava:

- puukuitulevy ja tapetti
- laudoitus 22 mm
- tervapaperi
- puurunko ja purueriste 100 mm
- tervapaperi ja laudoitus

Hirsikehikko jatkuu noin 400 mm välipohjan lattiatasen yläpuolelle, josta puurankarunko alkaa.

### 5.2 Havainnot

Saadun tiedon mukaan julkisivusaneerauksen yhteydessä on havaittu selkeitä lahovaurioita alimpien hirsikertojen osalla. Vastaavia havaintoja on tehty uuden ulko-oven asennuksen yhteydessä jolloin on ollut nähtävissä pitkälle edenneitä lahovaurioita hirsirungon alaosissa. Alapohjarakenteeseen tehdyissä avauksissa tehtiin vastaavia havaintoja.

Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 12. Valtuustosalin seinät on lisäeristetty 50 mm mineraalivillalla.



Kuva 13. Valtuustosalin luoteen puoleisella ulkoseinällä olevassa kivirakenteisessa kaapissa oli nähtävissä maalin hilseilyä. Rakenteissa ei havaittu kosteuspoikkeamia, mutta ulkoseinän liittymästä havaittiin voimakas kylmä ilmavirta joka viittaa rakenteen epätiiveyteen. Lisäksi ulkoseinäeristeessä oli ilmavuotojälkiä.



Kuva 14. Laajennusosan ulkoseinät ovat kivirakenteisia.

### 5.3 Rakennusaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteeseen tehtiin yhteensä 4 rakennusaukusta.

Rakennusaukkuja tehtiin ulkoseiniin rakennustyyppin, toteutuksen ja kunnan varmistamiseksi. Auaukset kohdistettiin sisä- ja ulkopuolelle seinien alaosiin ja ikkunoiden alle potentiaalisii

kosteusteknisiin riskikohtiin. Rakenteet olivat aistinvaraisesti ja puupiikkimittarilla arvioituna kuivia. Rakenneavauksissa ei havaittu poikkeavia hajuja.

Rakenteista otettiin näytteitä mikrobianalyysiin. Rakenneavauskohdat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja Työterveyslaitoksen mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3.

*Taulukko 3. Ulkoseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.*

| Materiaalinäyte | Näytteenotto kohta ja rakenneavaus | Näyttemateriaali                       | Tulos               |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| RA3             | 2.krs taukotila                    | puru ja kaarna                         | ei mikrobikasvustoa |
| RA4             | 2.krs toimisto                     | puru, puu, pahvi                       | sienikasvustoa      |
| RA6             | 1.krs toimisto                     | hirsiseinän alaosa (lahonnut hirsi)    | ei mikrobikasvustoa |
| RA7             | valtuustosali                      | ulkoseinän sisäpuolinen mineraalivilla | ei mikrobikasvustoa |

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 15. Toisen kerroksen taukotilan ulkoseinään tehdyn rakenneavauksen perusteella hirsirunko ulottuu noin 400 mm lattiapinnan yläpuolelle, josta rankarunko alkaa.*



Kuva 16. Valtuustosalin ulkoseinät on koolattu ja lisäeristetty 50 mm mineraalivillalla.



Kuva 17. Hirsiset väliseinät on pinnoitettu pinkopahvilla.



Kuva 18. Hirsirungon alimpia hirsiä tarkasteltiin alapohjarakenteeseen tehdyn rakennearon AP2 kautta. Hirsissä on selkeitä lahovaurioita.



*Kuva 19. Hirsirungon alimpia hirsiiä tarkasteltiin alapohjarakenteeseen tehdyn rakenneavauksen AP1 kautta. Hirsissä on selkeitä lahovaurioita.*

Ulkoseinässä käytetystä tervapaperista otetun PAH-materiaalinäytteen mukaan tervapaperissa on korkeat PAH-yhdistepitoisuudet. Tervapaperia on myös käytetty ainakin nykyisessä yläpohjassa ja väliseinissä. On mahdollista, että lisärakentamisen aikaan myös nykyiseen välipohjaan on jäänyt tervapaperia. Epätiiveyksien kautta PAH-yhdisteiden hajua voi päästä sisäilmaan. Purettaessa tervapaperi on käsiteltävä vaarallisena jätteenä.

#### 5.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen julkisivut ovat pääosin vielä hyvässä kunnossa. Julkisivuverhous on uusittu vuonna 2017. Julkisivuissa on pieniä paikallisia vesitiiveyspuutteita, jotka liittyvät lähinnä ikkunapellityksiin, näillä ei ole kuitenkaan ollut rakenteiden kuntoon merkittävää vaikutusta. Suosittelemme korjaamaan paikalliset puutteet kiertämällä julkisivut läpi ja korjaamaan tai vaihtamaan vaurioituneet/puuttuneet rakenteet. Etupihan puolella julkisivuverhous on melko lähellä maanpintaa lisäten rakenteiden mahdollisen kosteuskuormituksen vaaraa.

Puurankaiseen ulkoseinärakenteeseen tehtyjen rakenneavausten perusteella rakenne toimii kosteusteknisesti, eikä viitteitä laajoista kosteus- ja mikrobivaurioista todettu. Yhdessä ulkoseinän eristekerroksesta otetussa materiaalinäytteessä esiintyi sienikasvustoa, joka viittaa siihen, että jossain vaiheessa rakenteeseen on voinut kohdistua ylimääräistä kosteusrasitusta. Purun seassa oleva puu ja kaarna ovat ns. luonnonmateriaaleja, jossa itsessään voi esiintyä mikrobi- tai sienikasvustoa. Luonnonmateriaaleista tehdyissä eristeissä esiintyy tyypillisesti epäpuhtauksia ja hajuja, joiden sisäilmaan siirtyminen on syytä estää hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi. Eristekerroksista voi päästä hajuja sisäilmaan. Painesuhteiden tasapainottamisella voidaan vaikuttaa merkittävästi siihen, ettei korvausilmaa oteta rakenteista.

Tehdyillä rakenneavauksilla ei voida varmasti sanoa, ettei puurankaisessa ulkoseinärakenteessa olisi laajempia kosteusvaurioita.

Ulkoseinässä käytetystä tervapaperista otetun PAH-materiaalinäytteen mukaan tervapaperissa on korkeat PAH-pitoisuudet. Tervapaperista voi päästä PAH-yhdisteiden hajua sisäilmaan. Purettaessa se on käsiteltävä vaarallisena jätteenä.

Ulkoseinän sisäpinnoissa havaittiin lähinnä rakenteiden elämisestä aiheutuneita muodonmuutoksia, muita selkeitä puutteita ei todettu.

Valtuustosalin ulkoseinärakenne on höyrynsuluttomana kosteusteknisesti riskialtis, eikä mahdollisten vaurioiden olemassaoloa voi täysin sulkea pois. Lisäksi rakenteesta on

mahdollista päästä mineraalivillakuituja sisäilmaan. Sisäpuolinen lämmöneristys on suositeltavaa korvata kosteusteknisesti toimivilla rakenteilla ja materiaaleilla.

Hirsiseinien alaosissa on kokonaisvaltaisia lahovaurioita ja ne ovat laajamittaisten korjausten tarpeessa. Hirsien vauriot ovat pääosin syntyneet ryömintätilan/alapohjarakenteen huonosta tuulettuvuudesta ja ulkopuolisesta kosteusrasituksesta. Tulevien korjaustöiden yhteydessä on varauduttava uusimaan 1-4 hirsikertaa koko rakennuksen osalta.

Peruskorjauksen yhteydessä ulkoseinän ilmatiiveyttä ja julkisivun vesitiiveyttä on suositeltavaa parantaa.

#### Toimenpide-ehdotukset

Suosittellemme seuraavia toimenpiteitä ulkoseinien osalta:

- Lahovaurioituneiden hirsien vaihtaminen alapohjarakenteen korjauksen yhteydessä 1-4 varvia.
- Laajojen korjaustöiden yhteydessä on syytä arvioida vaihtoehtoa jossa puurankarunkoisten ulkoseinien sisäpinnat uusitaan ja eristekerrokset vaihdetaan nykyaikaisiin eristeisiin. Samalla PAH-yhdisteitä sisältävä tervapaperi saadaan poistettua ja mahdolliset vauriokohdat päästään paikantamaan. Myös PAH-yhdisteiden mahdollisesti kyllästämää materiaaleja joudutaan uusimaan.
- Valtuustosalin sisäpuolisen lämmöneristyksen poistaminen.

## 6 Ikkunat ja ulkoseinärakenteet

### 6.1 Rakenne

Ikkunat ovat pääosin 3-lasisia MSk-puuikkunoita, tuulikaapin ikkunat ovat alkuperäisiä kaksi lasisia ikkunoita.

Ulko-ovet ovat puuovia.

### 6.2 Havainnot

Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 20. Yleiskuva ikkunoista.



*Kuva 21. Erityisesti lounaan ja etelän puoleiset ikkunat ovat huonokuntoisia. Ulkopuitteiden ja karmin alaosissa on lahovaurioita.*



*Kuva 22. Erityisesti lounaan ja etelän puoleiset ikkunat ovat huonokuntoisia. Ulkopuitteiden alaosissa on lahovaurioita.*



*Kuva 23. Pohjoisen puolelle sijoittuvat ikkunat ovat hieman parempikuntoisia. Maalipinnat ovat varsin huonokuntoiset.*



*Kuva 24. Karmirakenteissa on maalin hilseilyä ja alkavaa haristumista.*



*Kuva 25. Ikkunoiden ulkopuitteen ja karmin ulkopuolisissa puuosissa maalipinta oli huonokuntoinen. Myös lasituskittaus oli monin paikoin huonokuntoinen/olematon.*



*Kuva 26. Sisäpuitteissa on alkavaa maalin hilseilyä.*



*Kuva 27. Tuulikaapin alkuperäiset ikkunat ovat huonokuntoisia. Puitteiden alaosissa alkaa lahoamista ja haristumista. Maalipinnat monin paikoin kokonaan irti.*



*Kuva 28. Nykyiset ikkunat on asennettu vanhojen karmien väliin. Karmien liitos on eristetty uretaanivaahdolla. Vanhojen karmien tilkermateriaalina käytetystä riveestä otettiin materiaalinäyte.*



*Kuva 29. Rakennuksen pääovi on uusittu ja se on hyvä kuntoinen. Muut ulko-ovet huonokuntoisia ja käyttöikänsä päässä.*

### 6.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteen ja ikkunanpielen liittymäkohtaan tehtiin yhteensä 3 rakenneavausta.

Vanhan osan ikkunoiden tilkemateriaalina eli lämmöneristeenä on käytetty rivettä. Nykyiset ikkunat karmeineen on asennettu vanhojen karmien sisään ja eristetty uretaanivaahdolla. Rakenteet olivat aistinvaraisesti ja puupiikkimittarilla arvioituna kuivia. Rakenneavauksissa ei havaittu poikkeavia hajuja.

Ikkunoiden tilkevälin riveestä otettiin yksi näyte mikrobianalyysiin. Rakenneavauskohdat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja Työterveyslaitoksen mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3.

*Taulukko 4. Ikkunoiden tilkevälien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.*

| Materiaalinäyte | Näytteenottokohta ja rakenneavaus | Näyttemateriaali | Tulos            |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| RA8             | 1.krs toimisto                    | ikkunarive       | mikrobikasvustoa |

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 30. Vanhojen ikkunakarmien tilkkeenä on käytetty rivettä. Uudemmat karmit on eristetty uretaanivaahdolla vanhaan karmiin.*

### 6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Avattavien ikkunoiden tiivisteet olivat jo ikääntyneitä ja käyttöikänsä päässä. Osassa ikkunoista tiivisteet olivat vajaat tai puuttuivat, mikä voi aiheuttaa ilmavuotoja ja talvella myös vedon tunnetta. Ikkunoiden ulkopuitteen lasituskittauksien todettiin paikoin puuttuvan tai olevan huonossa kunnossa. Ulkopuitteissa ja karmirakenteissa todettiin maalin hilseilyä ja erityisesti rasi-tetuimmilla alueilla maalipinta oli hilseillyt irti lähes kokonaan. Etelän puoleisissa ikkunoissa erityisesti ulkopuitteiden alaosissa oli pitkälle edenneitä lahovaurioita ja haristumista. Sisäpuitteiden maali hilseili paikoin, myös sisäpuitteen ja karmin sisäpinnalta. Myös karmin ulko-osissa oli alkavaa haristumista. Puupinnan maalin tarkoitus on suojata puuta haitallisesta määrin kosteusrasitukselta. Ehjä ja hyvä maalipinta ja säännöllinen huoltomaalaus pidentää puuosien käyttöikää.



Ikkunapeltien maalin todettiin alkavaa maalin hilseilevän niiltä osin kuin niitä päästiin lumipeitteeltä tarkastelemaan. Pellityksien liittymissä havaittiin puutteita ja pellityksien liittymistä ikkunoihin sekä ulkoseinärakenteeseen on selkeitä epätiivelyskohtia, joista veden on mahdollista päästä rakenteeseen.

Rakennuksen pääovi on uusittu ja se on hyväkuntoinen. Muut ulko-ovet ovat teknisen käyttökänsä päässä ja huonokuntoisia, niiden uusiminen on suositeltavaa.

Ikkunoiden ja ulko-ovien keskimääräinen tekninen käyttöikä RT 18-10922 *Kiinteistön tekniset käyttöikä ja kunnossapitotaksot* -ohjekortin mukaan kevyessä - tavanomaisessa rasitusluokassa on 50...70 vuotta, minkä perusteella ikkunoilla tekninen käyttöikä on ylittänyt puoli välin. Keskimääräisen teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää säännöllistä kunnossapitoa. Ohjekortin mukaiset huolto- ja kunnossapitovälit ikkunoiden osalta ovat seuraavat:

- sisäpuolinen tarkastus 5 vuoden välein
- ulkopuolinen tarkastus 2 vuoden välein
- ulkomaalaus 5...15 vuoden välein
- sisämaalaus 8...15 vuoden välein
- tiivistäminen 3...12 vuoden välein

Ulkoseinän ja ikkunoiden liittymiin tehtyjen rakenneavausten ja materiaalinäytteiden perusteella ulkoseinärakenteen liittyvät rakenteet olivat vielä kohtuullisen hyvässä kunnossa. Ikkunan tilkevälissä on käytetty eristeenä rivettä, havaintojen perusteella rakenneliittymä ei ole tiivis. Tilkeväleissä ei rakenneavauksissa todettu mitään tavanomaisesta poikkeavaa ja puurakenteet olivat kuivia. Tilkevälin eristeestä otetusta materiaalinäytteessä todettiin mikrobikasvua. Epätiivin rakenneliittymän kautta epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Epätiivin liittymän kautta myös ulkoilman epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Rakennuksen ollessa alipaineinen on tilkevälin epäpuhtauksien, kuten mikrobien mahdollista päästä sisäilmaan, heikentäen sisäilman laatua. Ikkunoiden uusiminen on suositeltavaa myös siksi, että samalla vaurioituneet tilkemateriaalit saadaan uusittua.

Toimenpide-ehdotukset vanhan osan ikkunat

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä ikkunoiden osalta:

- Ikkunoiden uusiminen ulkoseiniin liittyvine rakenteineen.
- Vanhojen ulko-ovien uusiminen.

## 7 Yläpohjarakenteet ja vesikatto

Tutkimukset oli rajattu koskemaan yläpohjarakenteita rakenteita rikkomattomin menetelmin. Rakenteiden tarkastelu tehtiin kylmästä ullakkotilasta käsin.

### 7.1 Rakenne

Koko rakennuksen vesikatteena on rivipeltikate ja sen kantavat rakenteet on toteutettu puurakenteilla. Vesikate on saadun tiedon mukaan uusittu koko rakennukseen vuonna 2017, mutta sitä ei päästy tarkastelemaan lumipeitteen vuoksi.

Yläpohjarakenne on toteutettu kantavilla puupalkeilla, jonka eristeenä on pääosin sahanpuurua. Rakennusta on korotettu jossain vaiheessa sen elinkaarta, jolloin nykyiset yläpohja- ja vesikattorakenteet on tehty.

## 7.2 Havainnot

Vanhassa vesikatteessa on ilmeisesti ollut ongelmia. Ullakolta käsin tarkasteltaessa oli havaittavissa vesivuotojälkiä mm. piippujen ja läpivientien ympärillä, jotka todennäköisesti ovat peräisin vanhoista vuodoista. Vuotokohtia tarkasteltiin piikkikosteusmittarilla ja puurakenteiden todettiin olevan kuivia.

Ullakolla havaittiin olevan asbestisementtikuitukanava, jonka pää oli tulppaamatta. Putken sisällä oli purueristettä. Muiden läpivientien tiiveyttä arvioitiin aistinvaraisesti, läpivientien kohdat eivät ole täysin tiiviitä.

Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 31. Yleisnäkymä ullakotilaan.



Kuva 32. Yleisnäkymä ullakotilaan. Päätykolmioissa on tuuletusventtiilit.



Kuva 33. Ullakotilaan nousi yläpohjarakenteesta asbestisementtikuitukanava, jonka sisällä oli purueristettä.



Kuva 34. Vesikattorakenteissa on vanhoja vuotojälkiä ja osa aluslaudoituksesta oli uusittu. Puurakenteissa ei havaittu kosteuspoikkeamia piikkimittarilla, mikä viittaa siihen, että vuodot ovat vanhoja.

### 7.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteista otettiin rakenneavauksesta näyte mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteen tulokset on esitetty Työterveyslaitoksen mikrobianalyysissä liitteessä 3.

Taulukko 5. Yläpohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

| Materiaalinäyte | Näytteenotto kohta ja rakenneavaus | Näyttemateriaali | Tulos               |
|-----------------|------------------------------------|------------------|---------------------|
| YP1             | yläpohja                           | purueriste       | ei mikrobikasvustoa |

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvin ja niiden kuvateksteissä.



*Kuva 35. Yläpohjarakenne tarkastettiin ullakon kautta. Purueristeen alla on tervapaperi ja aluslaudoitus, jonka alla ovat alakattorakenteet.*

#### 7.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikate on kerrotun mukaan uusittu lähivuosina ja on siten vielä hyväkuntoinen. Vesikatetta ei päästy tarkastelemaan lumipeitteen takia.

Ullakotilassa vesikaton puurakenteissa oli nähtävissä vanhoja vuotojälkiä. Nyt vuotokohdilla ei havaittu puunkosteusmittarilla poikkeavia kosteuksia viitaten siihen, että vuodot ovat peräisin vanhan vesikatteen ajalta. Räystäiden ja tuuletusventtiilien kautta järjestetty yläpohjan tuuletus oli aistinvaraisesti arvioituna hyvin toimiva, eikä viitteitä tuuletuksen puutteista ollut havaittavissa.

Yläpohjan purueristeestä otetussa mikrobimateriaalinäytteessä ei esiintynyt mikrobikasvua. Purueristeen alla on käytetty tervapaperia, jossa todettiin olevan PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Painesuhteiden ollessa normaalitasolla ei yläpohjasta ja ullakolta synny haitallista ilmapuotoa sisätiloihin päin. Ilmavirtaukset sisätiloissa suuntautuvat yleisesti kohti yläpohjaa mm. savupiippuilmion vaikutuksesta. Ullakolle johtavan portaikon oven kohdalla painesuhde oli hieman ylipaineinen (0,5 Pa) ullakotilaan nähden eli ilmavirtaukset olivat ullakolle päin. Ovi ei ole tiivis eikä eristetty, joten lämpöä voi karata sen kautta yläpohjaan. Joissain olosuhteissa ilmavirtaukset voivat suuntautua myös ullakolta sisätiloihin päin kuljettaen epäpuhtauksia ja hajuja sisäilmaan.

Yläpohjan ilmatiiviys on rakenneratkaisujen perusteella lähtökohtaisesti melko heikko. Yläpohjan epäpuhtaudet eivät vaikuta sisäilman laatuun mikäli, painesuhteet pysyvät oikein päin. Yläpohjarakenteessa on käytetty ilmansulkuna tervapaperia, jossa on korkeat PAH-yhdistepitoisuudet (PAH-materiaalinäyte 1).

Laajempien korjaustöiden yhteydessä vesikattorakenteiden vaurioituneet materiaalit on suositeltavaa uusia. Vauriolle alttiissa eristemateriaalissa voi esiintyä vanhoista vesivuodoista aiheutuneita mikrobivaurioita, sekä tervapaperista voi päästä hajuja sisäilmaan. Yläpohjan purueristeiden ja tervapaperin korvaamista uusilla materiaaleilla on suositeltavaa harkita laajempien korjaustöiden yhteydessä. Myös rakenteiden tiiveyttä ja ilmavirtausten kulkureitin hallintaa tulisi parantaa.

Toimenpide-ehdotukset yläpohja ja vesikatto

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä yläpohjan ja vesikaton osalta:



- Vesikattorakenteiden vaurioituneiden rakenteiden uusiminen laajempien korjaustöiden yhteydessä
- Laajempia korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa harkita yläpohjan purueristeiden ja tervapaperin korvaamista nykyaikaisilla rakennusmateriaaleilla.
- Yläpohjan läpivientien tiivistys vähintään alakautta.
- Yläpohjatiljan puhdistus ylimääräisistä tavaroista.

## 8 Sisäilmatutkimukset

### 8.1 Aistinvaraiset havainnot

Alustavalla käynnillä tiloissa oli aistittavissa selkeää PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Tiloihin on alustavan käynnin jälkeen asennettu ilmanpuhdistimia eikä tutkimuksien yhteydessä hajua enää havaittu. Ainakin alakerran toimiston ilmanpuhdistin vaikutti olevan otsonityyppinen puhdistin ja otsonin hajua oli aistittavissa tilan sisäilmassa.

Muutoin tilojen sisäilmassa ei aistittiin lähinnä vähäistä tunkkaisuutta.

### 8.2 Sisäilman VOC-näytteet

Valtuustosalista otettiin VOC-näyte sisäilman laadun todentamiseksi. Näyte otettiin tilan keskeltä noin metrin korkeudelta lattiasta. Tutkimustulokset on esitetty taulukoissa 1 sekä tarkemmin liitteessä 4. Ilmanvaihto toimi tarkastushetkellä normaalisti.

Tutkitun tilan sisäilmanäytteen VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat vähäisiä, eikä niillä ole merkittävää vaikutusta tilojen sisäilman laatuun. Tilojen sisäilmassa esiintyi tavanomaisia VOC-yhdisteitä pieninä pitoisuuksina. Tutkittujen tilojen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on matala ja alle Työterveyslaitoksen viitearvojen.

*Taulukko 1. Taulukossa on esitetty valtuustosalin sisäilmasta otetun VOC-näytteen TVOC-pitoisuus sekä yksittäiset isoimpina pitoisuuksina esiintyneet yhdisteet.*

| Yhdiste       | VOC<br>µg/m <sup>3</sup> | Tulkinta                                          |
|---------------|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Tolueeni      | 0,5                      | Näytteen pitoisuudet ovat alle toimenpiderajojen. |
| Nonanaali     | 0,6                      |                                                   |
| Bentsaldehydi | 0,7                      |                                                   |
| Etikkahappo   | 8                        |                                                   |
| Dekanaali     | 0,6                      |                                                   |
| TVOC          | < 10                     |                                                   |

### 8.3 Sisäilman mikrobinäytteet

Sisäilmanäytteet mikrobiin tutkimuksiin otettiin 14.12.2023. Sisäilmasta mitattujen mikrobiinäytteiden tutkimustulokset ovat taulukossa 5. Tarkemmat analyysivastaukset ovat raportin liitteessä 5.



Taulukko 5. Sisäilman mikrobinäytteiden analyysitulokset 14.12.2023. Ilmanäytteen analysoinnissa käytettävät kasvualustat sienille ovat Hagem- ja DG18-alusta sekä bakteereille THG-alusta. Kosteusvaurioihin viittaavat mikrobilajit/-lajiryhmät on alleiviivattu.

| Näyte<br>nro | Tila             | Viljelyssä tunnistetut mikrobit                                                                                    | Homeiden, hiivojen ja bakteerien kokonaispitoisuus /alustasarja (pmy / m <sup>3</sup> ) |      |     | Tulkinta     |
|--------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|--------------|
|              |                  |                                                                                                                    | Hagem                                                                                   | DG18 | THG |              |
| 1            | 2.krs toimitisto | <u>Engyodontium 2</u><br><u>Penicillium 2</u><br><u>Wallemia 2</u><br><u>Aktinomykeetit 2</u><br>Muut bakteerit 85 | <2                                                                                      | 6    | 87  | Poikkeava    |
| 2            | Valtuustosal     | Acrodontium 2<br>Muut bakteerit 54                                                                                 | 2                                                                                       | 2    | 54  | Tavanomainen |

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole annettu. Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa. Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 pmy/m<sup>3</sup> ja aktinomykeettipitoisuudet yli 5 pmy/m<sup>3</sup> talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Suuri bakteeripitoisuus (yli 600 pmy/m<sup>3</sup>) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon rakennuksessa. Yksinomaan ilmanäytteiden tavanomaisten tulosten perusteella ei voida sulkea pois rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta, eikä sisäilmanäytteitä voida siten käyttää osoittamaan tutkittavan tilan olevan kunnossa. Vaurion varmistamiseksi tarvitaan ilmanäytteiden lisäksi myös rakennusteknisiä selvityksiä.

Rakennusten sisäilmassa yleensä esiintyy yleisimmin *Penicillium*-, *Aspergillus*- ja *Cladosporium*-sienisukuja sekä hiivoja. Yleisin ja runsaimmin esiintyvä sienisuku sisäilmassa on *Penicillium*. Muiden kuin *Penicillium*-sienten esiintymistä valtasukuna sisäilmanäytteissä voidaan pitää talviaikaan epätavanomaisena, kun maa on jäässä ja on lunta. (*Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, 2016*)

Kosteusvaurioindikaattorimikrobit ovat vauriorakennuksissa tai vaurioituneissa materiaaleissa todettuja mikrobeja, joita harvemmin esiintyy vauriottomien vertailurakennusten ilmanäytteissä. Sisäilmanäytteissä voi esiintyä tavanomaisesti yksittäisinä pesäkkeinä lähes mitä tahansa home- tai hiivasientä. Kuitenkin *Stachybotrys*-, *Fusarium*- ja *Chaetomium*-sienten kohdalla yksittäisenkin pesäkkeen esiintymistä ilmanäytteessä voidaan pitää tavanomaisesta poikkeavana. Epätavanomaista on talvella (maa jäässä, lumipeite) myös jonkun muun kuin *Penicillium* -suvun sienen esiintyminen valtasukuna (*Asumisterveysohje 2003, Asumisterveysopas 2009, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, 2016*).

Toisen kerroksen toimistosta otetussa näytteessä 1 esiintyi kolmea eri kosteusvaurioon viittaavia mikrobia pieninä pitoisuuksina. Kolmen eri kosteusvaurioindikaattorimikrobin esiintymistä voidaan pitää poikkeavana.

Valtuustosalin näytteen numero 2 mikrobi- ja bakteeripitoisuudet olivat matalat. Tuloksien tulkinta on tavanomainen.

## 8.4 Sisäilman PAH-näytteet

Valtuustosalista otettiin PAH-ilmanäyte sisäilman laadun todentamiseksi. Näyte otettiin tilan keskeltä noin metrin korkeudelta lattiasta. Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4 sekä tarkemmin liitteessä 6. Ilmanvaihto toimi tarkastushetkellä normaalisti.

Tutkittujen tilojen sisäilmanäytteiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat vähäisiä, eikä niillä ole merkittävää vaikutusta tilojen sisäilman laatuun. Tilan sisäilmanäytteessä esiintyi pieninä pitoisuuksina naftaleenia ja fenantreenia. Tutkitun tilan PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus on matala ja alle Työterveyslaitoksen antaman viitearvon.

*Taulukko 1. Taulukossa on esitetty valtuustosalin sisäilmasta otetun PAH-näytteen tulos ja yksittäiset isoimpina pitoisuuksina esiintyneet yhdisteet.*

| Kaasumaiset PAH-yhdisteet | µg/m <sup>3</sup> | Tulkinta                                          |
|---------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|
| Naftaleeni                | 0,048             | Näytteen pitoisuudet ovat alle toimenpiderajojen. |
| Fenantreeni               | 0,047             |                                                   |
| Yhteensä                  | 0,095             |                                                   |

## 8.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilmanäytteillä selvitettiin valtuustosalissa ajoittain esiintynyttä PAH-yhdisteisiin viittaavan hajun alkuperää. Alustavalla käynnillä tilassa oli aistittavissa selkeä PAH-yhdisteisiin viittaava haju. Tiloihin on alustavan käynnin jälkeen asennettu ilmanpuhdistimia, jotka vaikuttaisivat toimineen siinä määrin, ettei tutkimuskäynnillä hajua ollut enää havaittavissa.

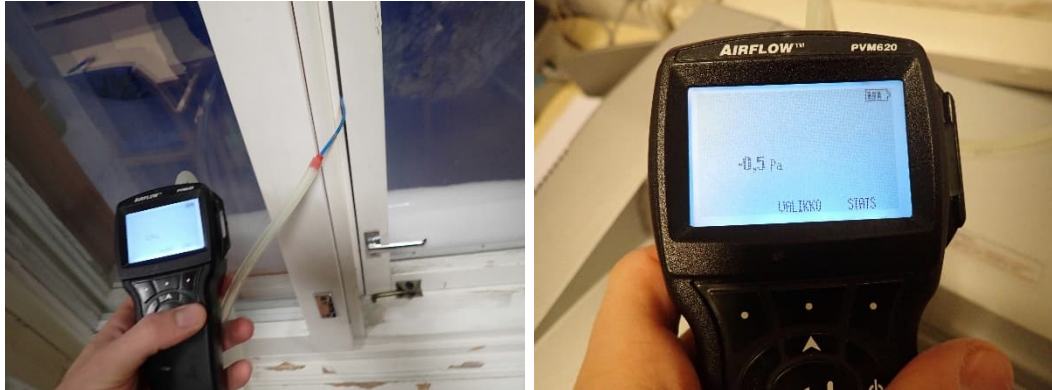
VOC-ilmanäytteen yhdiste- ja TVOC-pitoisuudet olivat matalia. Tulosta voidaan pitää tavanomaisena. PAH-ilmanäytteen kokonaispitoisuus oli pieni ja tuloksissa on nähtävissä vain naftaleenia ja fenantreenia pieninä pitoisuuksia. Samoja yhdisteitä oli myös tervapaperista otetussa materiaalinäytteessä, jonka PAH-yhdistepitoisuudet olivat korkeat. Erityisesti naftaleeni aistitaan helposti myös sisäilmassa. Todennäköisesti ilmanäytteessä havaitut yhdisteet ovat peräisin rakenteissa käytetystä tervapaperista.

Toisessa sisäilman mikrobiinäytteessä on kolmea eri kosteusvauriomikrobia ja tulosta voidaan pitää poikkeavana. Sisäilmanmikrobiinäytteillä ei yksinomaan voida sanoa mistä mikrobit ovat peräisin. Osassa otetuissa mikrobimateriaalinäytteissä oli poikkeavia määriä kosteusvaurioindikaattori mikrobeja.

## 9 Hetkelliset paine-eromittaukset ja ilmapvirtausten selvitykset

Painesuhteita tarkistettiin hetkellisillä paine-eromittauksilla. Lisäksi ilmapvirtauksien suuntia havainnointiin merkkisavun avulla.

Seuraavissa kuvissa on esitetty havaintoja painesuhteista ja ilmapvirtauksista.



Kuva 36. Hetkellisiä paine-eroja mitattiin ulkoilmaan nähden. Ensimmäisessä kerroksessa paine-ero oli noin -4 Pa ja toisessa kerroksessa -0,5 Pa.



Kuva 37. Hetkellinen paine-ero toisesta kerroksesta yläpohjatilaan oli noin 0,5 Pa.



Kuva 38. Poistoilmaventtiileissä todettiin olevan poistoilmavirtaus merkkisavun avulla.



*Kuva 39. Yläkerran serveritilaan on johdettu korvausilmaa kylmältä ullakolta.*



*Kuva 40. Vanhoissa hormoneissa olevissa venttiileissä ja tulisijoissa todettiin olevan poistoilmavirtaus merkkisavun avulla.*



*Kuva 41. Eri puolille rakennusta ulkoseiniin on asennettu korvausilmaventtiileitä. Venttiileistä todettiin tulevan korvausilmaa sisäilmaan.*

## 9.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksessa on erillinen poistoilmakone ja korvausilmaventtiilit seinissä. Lisäksi vanhojen hormien kautta on painovoimainen poistoilmanvaihto.



Rakennuksen hetkelliset paine-erot olivat kohtuullisen hyvällä tasolla. Tilat ovat hieman alipaineisia ulkoilmaan nähden. Tilojen ollessa alipaineisia voi rakenteiden epätiivelyskohdista kulkeutua ilmavirtausten mukana epäpuhtauksia sisäilmaan. Jotta ilmanvaihto toimii oikein, on ilmavirtauksien oltava hallittuja. Korvausilmaventtiilit vaikuttivat toimivan eli venttiileistä tuli ilmaa huonetiloihin.

Paine-erojen ja ilmavirtauksien todettiin hetkellisesti olevan toisen kerroksen tiloista yläpohjatilan suuntaan. Paine-erot ja ilmavirrat voivat vaihdella mm. sään ja lämpötilan vaikutuksesta.

Vanhoissa hormoneissa ja tulisijoissa todettiin olevan vähäinen poistoilmavirtaus eli huoneilmaa poistuu myös hormien kautta. Tulisijat eivät ole käytössä.

Normaalissa käyttöolosuhteessa voi rakenteista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Painesuhteiden vaihdellessa esim. kovalla tuulella ilmavirtaukset voivat voimistua.

Käytettäessä koneellista ilmanvaihtoa tulee rakenteiden tiiviyyteen kiinnittää erityistä huomiota.

Toimenpide-ehdotukset rakenteiden tiiveydelle ja ilmanvaihdolle

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä:

- Järjestämään serveritilan ilmanvaihto vähintään niin että raitis tuloilma on suodattua.
- Laajempien korjaustöiden yhteydessä ulkovaipan rakenteet on suositeltavaa tiivistää.
- Laajojen korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa harkita asentaa rakennukseen nykyaikainen koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla



## 10 Yhteenveto ja tärkeimmät toimenpidesuosituksukset

Peruskorjausväli vastaavan tyyppisissä rakennuksissa on yleensä noin 20-30 vuotta. Tekniseen peruskorjaustarpeeseen vaikuttavat merkittävästi tarkastelujakson aikana tehdyt huoltokorjaukset sekä kunnossapito.

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista tulee laatia erilliset suunnitelmat. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

### 10.1 Yhteenveto

Alapohjarakenteessa todettiin laajoja pitkälle edenneitä lahovaurioita, jotka pääosin johtuvat ryömintätilan puutteellisesta tuuletuksesta. Myös alapohjarakenteeseen rajautuvat ulkoseinän hirsirakenteet ovat lahovaurioituneet puutteellisen tuuletuksen vaikutuksesta. Vaurioituneesta alapohjasta voi päästä sisätiloihin mikrobeja ja muita epäpuhtauksia, jotka heikentävät sisäilman laatua.

Kohonnutta kosteuspitoisuutta ei havaittu tutkituissa välipohjarakenteissa. Kosteusmittausten, rakenneavausten ja havaintojen perusteella välipohjarakenteissa ei ole kosteuspoikkeamia. Välipohjarakennetta voidaan pitää kuitenkin riskirakenteena, mikäli rakennekerrokseen pääsee ylimääräistä kosteutta. Purueristeestä otetussa materiaalinäytteessä esiintyi sienikasvustoa, joka viittaa siihen, että jossain vaiheessa rakenteeseen on kohdistunut ylimääräistä kosteutta. Purun seassa oleva sammal on ns. luonnonmateriaali ja siinä itsessään voi esiintyä mikrobi- tai sienikasvustoa. Välipohja on ainakin osittain toiminut yläpohjarakenteena ennen lisäkerroksen rakentamista ja on mahdollista, että entinen yläpohjarakenne on saanut kosteusrasitusta jossain vaiheessa sen elinkaarta. Tehdyillä rakenneavauksilla ei voida varmasti sanoa, ettei välipohjarakenteissa olisi laajempia kosteusvaurioita. Välipohjassa käytetystä tervapaperista otetun materiaalinäytteen mukaan tervapaperissa on korkeat PAH-pitoisuudet. Epätiiveyksien kautta PAH-yhdisteiden hajua on mahdollista päästä sisäilmaan.

VOC-ilmanäytteessä esiintyvien yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat matalia, kuten niiden kokonaispitoisuuskin (TVOC). Tulosta voidaan pitää tavanomaisena. PAH-ilmanäytteen kokonaispitoisuus oli pieni ja tuloksissa on nähtävissä vain naftaleenia ja fenantreenia pieninä pitoisuuksia. Samoja yhdisteitä oli myös tervapaperista otetussa materiaalinäytteessä, jonka PAH-yhdistepitoisuudet olivat korkeat. Erityisesti naftaleeni aistitaan helposti myös sisäilmassa. Todennäköisesti ilmanäytteessä havaitut yhdisteet ovat peräisin tervapaperista. Naftaleenille on sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (ns. asumisterveysasetus) asetettu toimenpiderajaksi  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , myöskään hajua ei saa esiintyä. Ensimmäisellä käyntikerralla ensimmäisen kerroksen tiloissa oli aistittavissa selvä PAH-yhdisteisiin viittaava haju. Hajuhavaintojen ja otettujen näytteiden perusteella tiloissa olevat ilmanpuhdistimet vaikuttaisivat toimineen ainakin PAH-yhdisteiden osalta. PAH-yhdisteet ovat ilmassa usein hiukkasiin sitoutuneena, mikä voi osaltaan selittää puhdistimien vaikutusta hajuihin.

Sisäilmasta otettiin mikrobinäytteet ensimmäisen kerroksen ja toisen kerroksen tiloista. Ensimmäisen kerroksen tiloista otetussa näytteessä ei havaittu poikkeamia. Sen sijaan toisesta kerroksesta otetussa sisäilman mikrobinäytteessä esiintyi kolmea eri kosteusvauriomikrobia, minkä perusteella tulosta voidaan pitää poikkeavana. Sisäilman mikrobinäytteillä ei yksinomaan voida sanoa mistä mikrobit ovat peräisin eikä puhdas sisäilmanäyte toisaalta varmuudella ilmaise, ettei rakennuksessa ole mikrobikasvustoja. Osassa otetuista mikrobimateriaalinäytteistä voitiin todeta poikkeavia määriä kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Ilmayhteyksien kautta sieni-itiöt pääsevät sisäilmaan, kuten toisen kerroksen näytteestä



voidaan todeta. Itiöiden lisäksi mikrobikasvustoista pääsee myös niiden aineenvaihdunta- ja hajoamistuotteita, joka aiheuttavat sisäilmahaittoja.

Vanhan osan ikkunat ovat huonokuntoisia, ikäänsä nähden normaalia huonokuntoisempia. Ikkunoiden vaurioitumista ovat nopeuttaneet yhdistelmä rankkoja olosuhteita, rakenneratkaisuja sekä huollossa esiintyviä puutteita. Ikkunoiden tilkemateriaalissa puolestaan todettiin poikkeavaa mikrobistoa sekä ilmayhteyksiä sisäilmaan. Ikkunat liittyvine rakenteineen on suositeltavaa uusia peruskorjauksen yhteydessä. Vanhojen ikkunoiden vaihtoa puoltavat myös energiataloudelliset näkökohdat. Myös vanhat ulko-ovet ovat huonokuntoisia ja ne on suositeltavaa uusia.

Vesikattorakenteiden todettiin olevan pääosin hyväkuntoisia, eikä akuutteja puutteita havaittu. Yläpohjan ullakon epäpuhtaudet eivät vaikuta merkittävästi sisäilman laatuun, mikäli painesuhteet pysyvät oikein päin. Myös yläpohjarakenteissa on käytetty tervapaperia, jossa on korkeat PAH-yhdistepitoisuudet. Laajempien korjaustöiden yhteydessä vesikattorakenteiden vaurioituneet materiaalit on suositeltavaa uusia. Yläpohjan purueristeiden ja tervapaperin uusimista laajempien korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa harkita.

Rakennuksessa voitiin todeta useita erilaisia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä sekä rakenteellisia riskejä. Kokonaisuutena tarkastellen rakennuksessa on tehtävä varsin laajoja korjaavia toimenpiteitä, jossa on purettava ja uusittava rakenteita. Korjaustoimien kustannukset nousevat rakennuksen kokoon nähden varsin merkittäviksi. Lisäksi korjaustöiden yhteydessä on syytä varautua mahdollisesti esiin tuleviin lisätöihin.

## 10.2 Toimenpidesuosituksukset

Seuraavassa on listattuna tutkimusten perusteella annettuja toimenpidesuosituksia.

- Peruskorjaushankkeen yhteydessä on suositeltavaa alapohjarakenteiden ja ryömintätilan kokonaisvaltainen uusiminen kosteusteknisesti toimivaksi kokonaisuudeksi.
- Ryömintätila tulee puhdistaa orgaanisesta materiaalista ja poistaa maa-ainesta maa-pohjalta niin, että se voidaan eristää ja ryömintätilan tuuletus toteuttaa asianmukaisesti. Lisäksi on syytä parantaa alapohjan tuuletusta.
- Lahovaurioituneiden hirsien vaihtaminen alapohjarakenteen korjauksen yhteydessä 1-4 varvia. Alapohjarakenteiden uusimisen yhteydessä pystytään korjaamaan/vaihtamaan vaurioituneet ulkoseinähirret. Myös todennäköisesti vastaavasti vaurioituneet väliseinien alaosat pystytään korjaamaan samassa yhteydessä.
- Mittavan peruskorjaushankkeen yhteydessä on suositeltavaa harkita välipohjien rakennekerrosten uusimista kokonaisuudessaan.
  - Vaihtoehtoisesti vähintään puurakenteilla toteutettujen välipohjarakenteiden ilmayhteyksien sulkeminen eristetilaan nähden.
- Korjaustöiden yhteydessä lattiapinnoitteiden uusiminen.
- Laajojen korjaustöiden yhteydessä on syytä arvioida vaihtoehtoa, jossa puurankarunkoisten ulkoseinien (toinen kerros) sisäpinnat uusitaan ja eristekerrokset vaihdetaan nykyaikaisiin eristeisiin. Samalla PAH-yhdisteitä sisältävä tervapaperi saadaan poistettua ja mahdolliset vauriokohdat päästään paikantamaan. Myös PAH-yhdisteiden mahdollisesti kyllästämää materiaaleja joudutaan uusimaan. PAH-yhdisteiden hajut ovat voineet tarttua myös sisätilojen huokosiin materiaaleihin.
- Valtuustosalin sisäpuolisen lämmöneristyksen poistaminen.
- Avattavien ikkunoiden uusiminen liittyvine rakenteineen.
- Vanhojen ulko-ovien uusiminen.



- Ulkoseinien ja ikkunoiden liittyvät rakenteet on suositeltavaa uusida ja tiivistää ikkunoiden uusimisen yhteydessä.
- Vesikattorakenteiden vaurioituneiden rakenteiden uusiminen laajempien korjaustöiden yhteydessä.
- Mittavien korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa harkita yläpohjan purueristeiden ja tervapaperin korvaamista nykyaikaisilla rakennusmateriaaleilla.
- Yläpohjan läpivientien tiivistys vähintään alakautta.
- Yläpohjatilan puhdistus ylimääräisistä tavaroista.
- Järjestämään serveritilan ilmanvaihto vähintään niin että raitis tuloilma on suodatettua.
- Laajempien korjaustöiden yhteydessä ulkovaipan rakenteet on suositeltavaa tiivistää.
- Laajojen korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa harkita asentaa rakennukseen nykyaikainen koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla.
- Koko rakennuksen asbesti- ja haitta-ainetutkimus ennen tehtäviä korjaus- ja purkutoimia.

### 10.3 Korjauskustannukset

Rakenteissa on laajoja pitkälle edenneitä vaurioita ja lähes kaikki rakenneosat ovat ikääntyneitä sekä teknisen käyttöikänsä päässä. Rakennuksen perusteellisessa korjauksessa, jossa vaurioituneet rakenneosat korjataan ja ikääntyneet rakenneosat uusitaan korjausaste nousee hyvin korkeaksi. Tutkimusten perusteella esitettyjen korjausten kustannusarvio on noin 432000€ (alv 0%). Kustannusarvio on esitetty liitteessä 8.

AFRY Buildings Finland Oy

Jyväskylä 7.2.2024

Markus Taipale, RI (AMK)

Tuomo Kollanen, DI, RTA

KUNNANTOIMISTO  
ALAKERTA

Liite 1. Paikannuskuva  
1.krs

17120

Rakenneavavaus 1  
alapohja + ulkoseinä

Rakenneavavaus 1  
väliseinä

Mikrobi-ilma näyte 1

VOC- ja PAH-ilma  
näyte 1

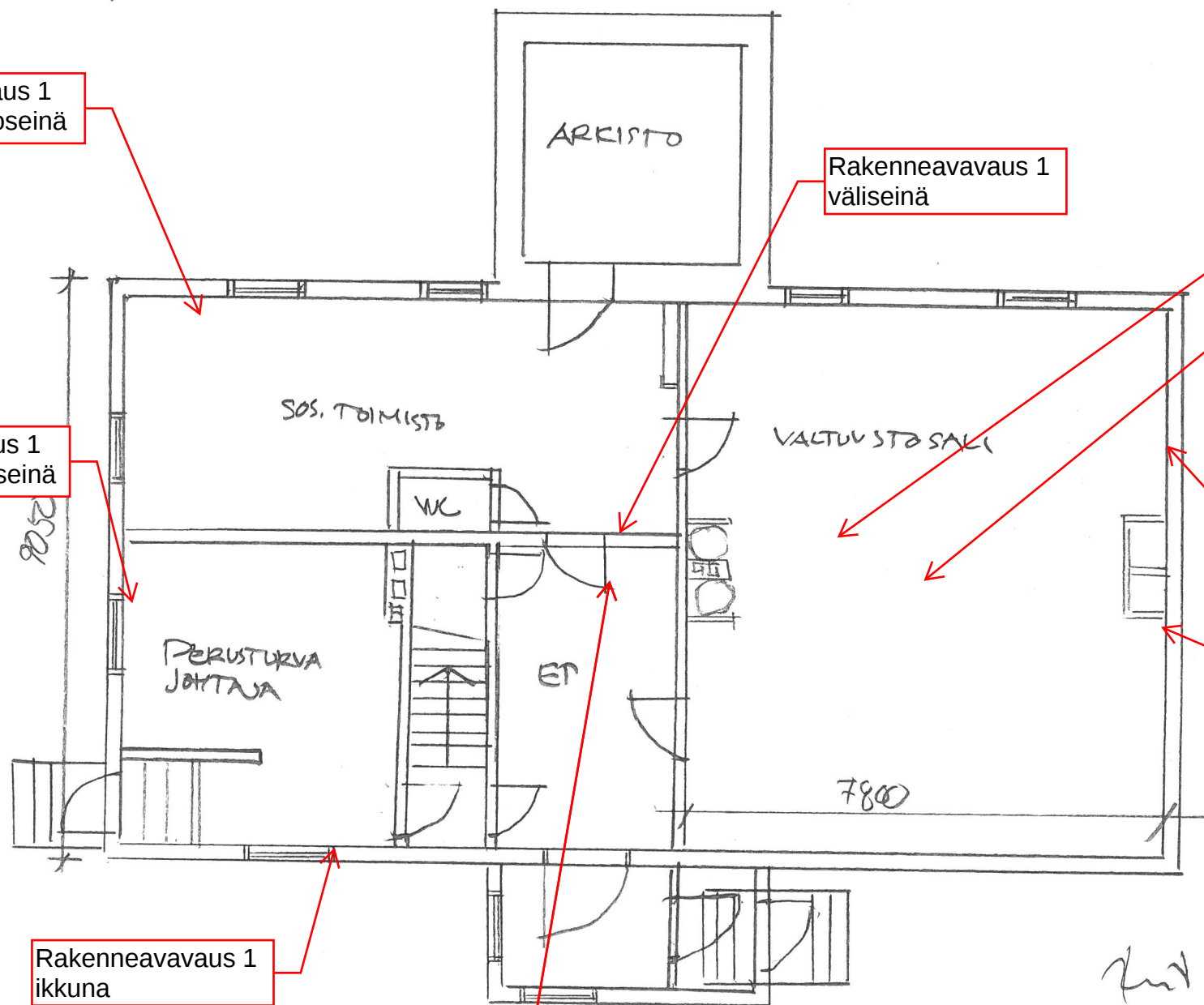
Rakenneavavaus 1  
alapohja + ulkoseinä

Rakenneavavaus 1  
ikkuna

Rakenneavavaus 1  
ulkoseinä

Rakenneavavaus 1  
ikkuna

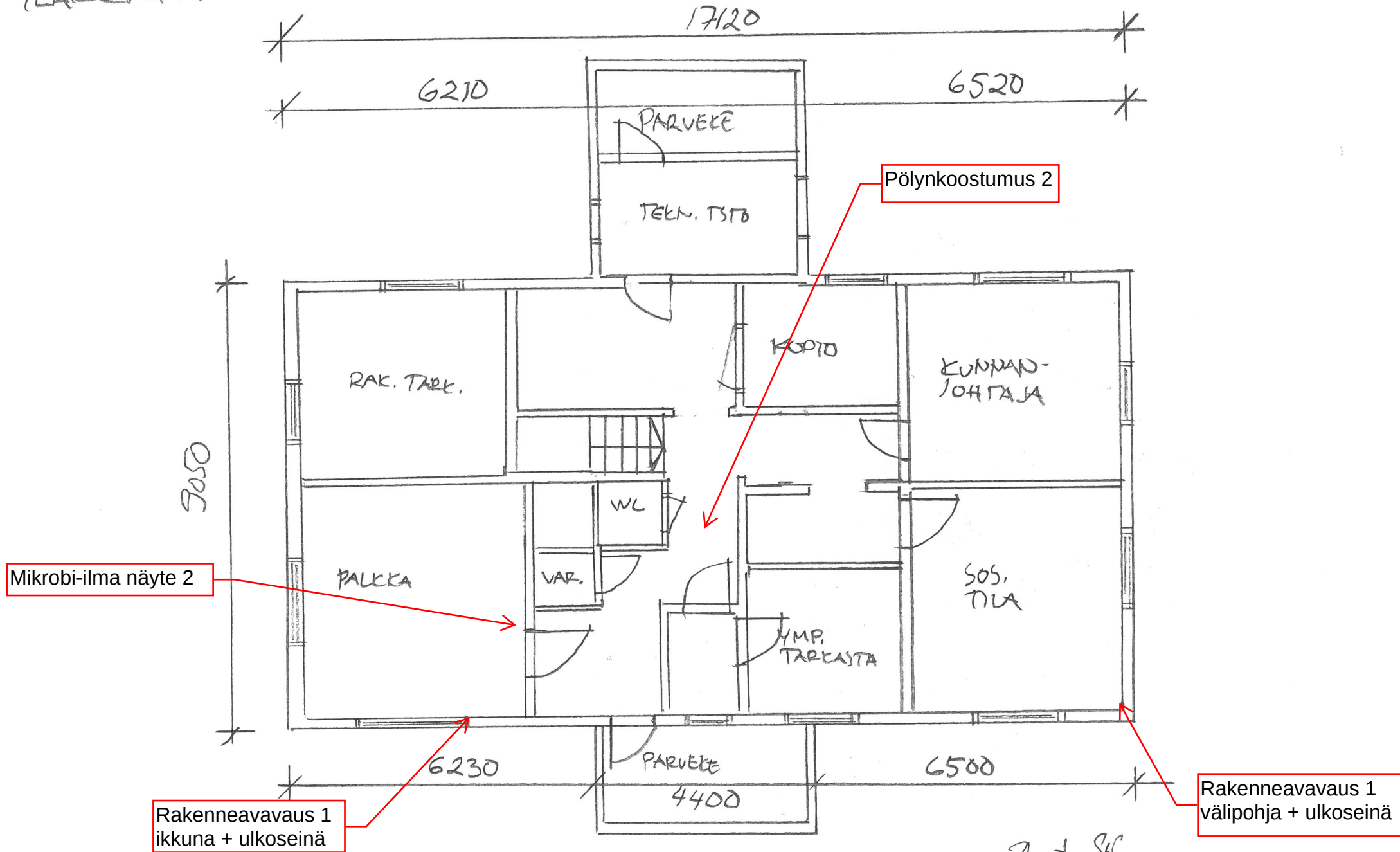
Pölynkoostumus 1



*[Signature]*  
21.3.2019

KUNNANTOIMISTO  
YLÄKERTA

Liite 1. Paikannuskuva  
2.krs



# 1 Tutkimusmenetelmät ja -välineet

## **Pintakosteuskartoitus**

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-175. Pintakosteudenilmaisim kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin pinta-anturiin kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakierrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

## **Ilman liikkeet, ilmavuodot**

Rakenneliittymien ilmatiiviyttä ja rakenteiden ilmapvirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Merkkisavu on valkoista paksua savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

## **Lyhytkestoinen paine-eromittaus**

Sisätilan ja ulkoilman välinen paine-ero mitattiin lyhytkestoisella (noin 1 minuutti) paine-eromittauksella käyttäen Testo 512 paine-eromittaria. Mittaustulokset ovat suuntaa-antavia.

## **Rakenneavaukset**

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin rakenneavauksista. Rakenneavauksista selvitettiin rakenteen toteutus, tehtiin aistinvaraisia havaintoja ja kosteusmittauksia rakenteen kuntoon liittyen, sekä otettiin materiaalinäytteitä mikrobialalyysiä varten.

## **Rakennekosteusmittaukset (puu)**

Puun ja mm. rappaus- ja laastipintojen kosteutta painoprosentteina arvioitiin ns. piikkimittarilla (Tramex Compact Moisture Pin-Meter tai Testo 606-1 Pin-Meter). Laittevalmistajan (Testo) ilmoittama mittaustarkkuus on  $\pm 1$  %. Mittaus kohdistuu materiaalin pintakerrokseen. Piikkimittarin toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, ja sen tulos on suuntaa-antava. Mittauksella voidaan kuitenkin luotettavasti tunnistaa selvästi materiaaliakohtaisia eroja ja mahdollisesti kuiva tai selvästi kastunut materiaali.

## **Viiltomittaukset**

### **Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittaukset**

Rakenteiden eristetilojen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oyj:n valmistamalla HMP42 tai HM42 -mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta n. 200 mm syvyydelle eristetilaan mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin

mahdollisuuksien mukaan rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Tulokset ovat suuntaa-antavia, erityisesti isompien rakenneavausten kautta tehtyinä, sillä rakenteen olosuhteet pääsevät rakenteen avaamisen jälkeen jossain määrin tasapainottumaan huoneilman olosuhteiden kanssa.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44- ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on  $\pm 2$  %RH (0...90 %RH) ja  $\pm 3$  %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus HMP44:llä on  $\pm 0,5$  °C ja HMP42:lla on  $\pm 0,2$  °C. Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP40S- ja HM42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on  $\pm 1,5$  %RH (0...90 %RH) ja  $\pm 2,5$  %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 0,2$  °C. Mittalaittevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapää > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaus-tarkkuuteen  $\pm 1,5$  %RH.

Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan AFRY Buildings Finland Oy:ssä noin neljän kuukauden välein.

### **Materiaalinäytteet mikrobianalyysi (viljely)**

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) sen soveltamisohjeen mukaisella laimennossarjaviljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin myös. em. ohjeistuksen mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskoipoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salliessa. Näytteet analysoi Työterveyslaitos. Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g.

### **Sisäilman mikrobianalyysi**

Sisäilman elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin akkreditoidussa laboratoriossa STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella viljelyanalyysillä asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira 2016) ohjeistusten mukaisesti. Näytteenotossa käytettiin kuusivaiheimpaktoria eli Andersen-keräintä. Tulosten analysointi ja tulkinta tehtiin Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) ja sen soveltamisohjeen sekä Työterveyslaitoksen julkaisun Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (2016) mukaisesti. Ilmanäyte kuvaa tilannetta tutkitussa tilassa näytteenottoajankohtana. Ilmanäytteen tulos on suuntaa antava, eikä tuloksen perusteella voida täysin luotettavasti varmentaa tai poissulkea rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioiden mahdollisuutta. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/m<sup>3</sup>. Näytteet analysoi Työterveyslaitos.

### **Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)**

Sisäilmasta kerättiin aktiivisella keräyksellä näyte VOC-analyysiin. Keräimenä käytettiin Tenax TA-adsorptioputkia. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Laboratorio raportoi yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ns. yhdisteen omalla vasteella määritettynä, sekä lisäksi ns. tolueenivasteella määritettynä, mikäli yhdisteen pitoisuus on lähellä ns. asumisterveysasetuksessa (STMa 545/2015) yhdisteelle annettua toimenpiderajaa. Kaikki asetuksen toimenpiderajat on esitetty tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille.

Saaja:

AFRY Buildings Finland Oy  
Markus Taipale  
Piippukatu 11  
40100 JYVÄSKYLÄ

Analyysi: Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, laimennossarja  
Mittauskohde: Luhangan kunnantalo, Hakulintie 2  
Näytteenottaja: Markus Taipale  
Viite: BP1991/1 Emilia Holopainen  
Näytteenottopvm: 14.12.2023  
Vastaanottopvm: 21.12.2023  
Käsittelijä(t): Haapakoski Mari

**Menetelmä(t):**

MIKROB-TY-030\* Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-030).  
Laimennossarjamenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä pmy/g (pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö). Tuloksissa tähdellä (\*) merkitty mikrobi on kosteusvaurioon viittaava mikrobi tai laji-/sukuryhmä. Suoramikroskopointi soveltuvista näytteistä. Sisäinen menetelmä, Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.

\* Menetelmä on akkreditoitu

**Kasvatusolosuhteet:**

|                                             |        |          |
|---------------------------------------------|--------|----------|
| Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)         | +25 °C | 7 vrk    |
| Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)    | +25 °C | 7 vrk    |
| Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar) | +25 °C | 7-14 vrk |

## Tutkitut näytteet:

TTL23-06321-001

Alapohja (sos.toimisto), puru ja sammal

TTL23-06321-002

Välipohja (taukotila), puru, sammal ja kaarna

TTL23-06321-003

Ulkoseinä (2. krs, taukotila), puru ja kaarna

TTL23-06321-004

Ulkoseinä (2. krs, toimisto), puru, puu, kaarna ja pahvi

TTL23-06321-005

Yläpohja, puru

TTL23-06321-006

Hirsiseinä, alaosa (1. krs johtaja toimisto), puu

TTL23-06321-007

Ulkoseinä (valtuustosali), mineraalivilla, puu, pahvi

TTL23-06321-008

Ikkunarive (1. krs, tsto), rive

## Tulosten tulkinta:

sienikasvustoa

sienikasvustoa

ei mikrobikasvustoa

sienikasvustoa

ei mikrobikasvustoa

ei mikrobikasvustoa

ei mikrobikasvustoa

mikrobikasvustoa

Tulokset:

TTL23-06321-001<sup>1</sup>

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | <100 pmy/g    |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | <100 pmy/g    |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 250 000 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g    |
| Muut bakteerit                                               | 250 000 pmy/g |

<sup>1</sup> Näytteen (puru) suoramikroskopoinnissa havaittiin kattavasti sienirihmasto.

TTL23-06321-002<sup>1</sup>

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | 400 pmy/g     |
| <i>Aureobasidium</i>                                         | 400 pmy/g     |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | <100 pmy/g    |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 530 000 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g    |
| Muut bakteerit                                               | 530 000 pmy/g |

<sup>1</sup> Näytteen (kaarna) suoramikroskopoinnissa havaittiin kattavasti sienirihmasto.

TTL23-06321-003

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | <100 pmy/g  |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | <100 pmy/g  |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 1 100 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g  |
| Muut bakteerit                                               | 1 100 pmy/g |

TTL23-06321-004<sup>1</sup>

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | 100 pmy/g   |
| <i>Aureobasidium</i>                                         | 100 pmy/g   |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | 200 pmy/g   |
| <i>Penicillium</i>                                           | 200 pmy/g   |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 2 800 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g  |
| Muut bakteerit                                               | 2 800 pmy/g |

<sup>1</sup> Näytteen (puu) suoramikroskopoinnissa havaittiin kattavasti sienirihmasto.

TTL23-06321-005

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | 500 pmy/g |
| <i>Alternaria, Ulocladium*</i>                               | 100 pmy/g |
| hiivat, vaalea                                               | 100 pmy/g |
| <i>Penicillium</i>                                           | 100 pmy/g |
| steriilit                                                    | 200 pmy/g |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | 400 pmy/g |
| <i>Penicillium</i>                                           | 100 pmy/g |
| steriilit                                                    | 300 pmy/g |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 800 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | 300 pmy/g |
| Muut bakteerit                                               | 500 pmy/g |

TTL23-06321-006

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | 100 pmy/g   |
| <i>Aureobasidium</i>                                         | 100 pmy/g   |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | <100 pmy/g  |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 8 900 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g  |
| Muut bakteerit                                               | 8 900 pmy/g |

TTL23-06321-007

Määrittäysraja: 100 pmy/g

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | <100 pmy/g  |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | 400 pmy/g   |
| <i>Aspergillus restricti*</i>                                | 100 pmy/g   |
| <i>Penicillium</i>                                           | 200 pmy/g   |
| steriilit                                                    | 100 pmy/g   |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 1 000 pmy/g |
| Aktinomykeetit*                                              | <100 pmy/g  |
| Muut bakteerit                                               | 1 000 pmy/g |

TTL23-06321-008

Määrittäysraja: 1 000 pmy/g

|                                                                     |                      |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä</b>                    | <b>240 000 pmy/g</b> |
| <i>Aureobasidium</i>                                                | 230 000 pmy/g        |
| <i>Penicillium</i>                                                  | 9 000 pmy/g          |
| <b>Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä</b>                     | <b>5 000 pmy/g</b>   |
| <i>Penicillium</i>                                                  | 5 000 pmy/g          |
| <b>Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä</b> | <b>26 000 pmy/g</b>  |
| Aktinomykeetit*                                                     | <1000 pmy/g          |
| Muut bakteerit                                                      | 26 000 pmy/g         |

**Tulosten tarkastelu:**

Materiaalinäytteessä voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, mikäli materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden pitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettipitoisuus on 3000 pmy/g. Viljelyn tulos voi viitata mikrobikasvustoon silloin, kun sienten kokonaispitoisuus on vähintään 5000 pmy/g ja näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavaa mikrobistoa tai lajisto on yksipuolinen. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteessa on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Suoramikroskoppinnalla voidaan mahdollisesti havaita elinkyvyn menettäneen sienikasvuston esiintyminen (Asumisterveysasetuksen soveltamishje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Laboratorion tekninen mittausepävarmuus on otettu huomioon tulosten tulkinnassa ja toimitetaan pyydettyäessä.

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

9.1.2024

Kirsi Maija  
asiakkuuspäällikkö  
Kuopio

Haapakoski Mari  
laboratoriomestari  
Kuopio

Tulokset koskevat vain vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittua vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Työterveyslaitos

PL40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-Tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

Saaja:

AFRY Buildings Finland Oy  
Markus Taipale  
Piippukatu 11  
40100 JYVÄSKYLÄ

Analyysi: VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta  
Viite: BP1991 / Emilia Holopainen  
Näytteenottopvm: 14.12.2023  
Vastaanottopvm: 18.12.2023  
Käsittelijä(t): Kemppainen Juho

**Menetelmä(t):**KEMIA-TY-031\* **VOC-määrittäminen ilmanäytteestä**

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektrietokannan avulla. Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin(C<sub>6</sub>) ja n-heksadekaanin(C<sub>16</sub>) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset (µg/m<sup>3</sup>) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m<sup>3</sup> 10 dm<sup>3</sup>:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

\* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL23-06027-001      418101  
Mittauskohde:      Luhangan kunnantalo  
Mittauspiste:      Valtuustosali VOC-ilma  
Näytteenottoaika:      14.12.2023 8:11 - 8:58  
Ilmamäärä:      9,39 dm³

| Altiste                               | CAS-numero | Tulos     |
|---------------------------------------|------------|-----------|
| Haihtuvat orgaaniset yhdisteet        |            |           |
| Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC) |            | <10 µg/m³ |
| Aromaattiset hiilivedyt               |            |           |
| Tolueeni                              | 108-88-3   | 0,5 µg/m³ |
| Terpeenit ja niiden johdannaiset      |            |           |
| α-Pineeni                             | 80-56-8    | 1 µg/m³   |
| Aldehydit                             |            |           |
| Bentsaldehydi                         | 100-52-7   | 0,7 µg/m³ |
| Dekanaali                             | 112-31-2   | 0,6 µg/m³ |
| Heksanaali                            | 66-25-4    | 0,6 µg/m³ |
| Nonanaali                             | 124-19-6   | 0,6 µg/m³ |
| Hapot                                 |            |           |
| Etikkahappo <sup>1</sup>              | 64-19-7    | 8 µg/m³   |
| Piiyhdisteet                          |            |           |
| Oktametyylisyklotetrasiloksaani       | 556-67-2   | 0,8 µg/m³ |
| Dekametyylisyklopentasiloksaani       | 541-02-6   | 0,5 µg/m³ |

<sup>1</sup> TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

**Tulosten tarkastelu:**

Näyte on kerätty Tenax TA -adsorptioputkeen.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä.

Yhdellä tähdellä (\*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (\*\*\*) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

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

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoritoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

8.1.2024



Hovi Hanna  
erityisasiantuntija  
Helsinki



Kuusisto Kim  
asiantuntija  
Helsinki

Saaja:

AFRY Buildings Finland Oy

Markus Taipale

Piippukatu 11

40100 JYVÄSKYLÄ



Analyysi: PAH-yhdisteet sisäilmasta  
Viite: BP1991 / Emilia Holopainen  
Näytteenottopvm: 14.12.2023  
Vastaanottopvm: 18.12.2023  
Käsittelijä(t): Kemppainen Juho

**Menetelmä(t):**

KEMIA-TY-044\*

Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) mittausten menetelmässä ilmanäytteestä analysoidaan EPA:n (Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto) priorisoimat 16 PAH-yhdistettä sekä 2- ja 1-metyyli-naftaleenit.

PAH-yhdisteet jakautuvat ilmassa sekä kaasuihin että hiukkasmaahan. Tyypillinen jako kaasuihin ja hiukkasmaahan kesken on seuraava:

Naftaleeni, joka on PAH-yhdisteryhmän haihtuvimman, on yleensä kaasujakeen pääkomponentti.

Kaasujakeessa esiintyvät myös 2- ja 1-metyyli-naftaleenit, asenaftyleeni, asenafteeni, fluoreeni, fenantreeni sekä antraseeni. Fluoranteeni ja pyreeni esiintyvät sekä kaasuihin että hiukkasmaajakeessa. Hiukkasmaajakeen yhdisteet ovat vaikeasti huoneen lämpötilassa haihtuvia (kiehumispisteet 375 - 545 °C). Tähän ryhmään kuuluvat: bentso[a]antraseeni, kryseeni, bentso[b]fluoranteeni, bentso[k]fluoranteeni, bentso[a]pyreeni, indeno[1,2,3-cd]pyreeni, dibentso[a,h]antraseeni, bentso[ghi]perylenei sekä lisäksi fluoranteeni ja pyreeni, jotka esiintyvät osittain myös höyrymuodossa.

- Kaasuina esiintyvät PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 0,1 - 1,0 l/min adsorptioputkeen (Orbo 43). Määritysraja 100 l näytteelle n. 0,02 µg/m³.

- Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 1 - 20 l/min PTFE-suodattimelle (Ø 37 mm). Määritysraja 800 l näytteelle on n. 0,006 µg/m³

Analyysiä varten yhdisteet uutetaan keräimestä liuottimella ja määritetään käyttäen GC/MS-laitteistoa.

Menetelmän kokonaismittausepävarmuus on yhdistekohtainen 20 - 32%.

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä eikä laboratorio ole vastuussa näytteenotosta mittaustilanteesta. Tulokset on ilmoitettu yksikössä mikrogrammaa kuutiometriä kohden (µg/m³) ja ne on laskettu laboratoriolle ilmoitetun ilmamäärän tai keräysajan avulla, jos ilmoitettu, muutoin annetaan yksikössä nanogrammaa näytettä kohden (ng/näyte).

Analyysimenetelmä kuuluu akkreditoinnin piiriin.

\* Menetelmä on akkreditoitu

## Tulokset:

TTL23-06027-002 PAH-429  
Mittauskohde: Luhangan kunnantalo  
Mittauspiste: Valtuustosali  
Näytteenottoaika: 14.12.2023 8:11 - 9:51  
Ilmamäärä: 99,7 dm<sup>3</sup>

| Altiste                             | CAS-numero | Tulos                         |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------|
| <b>Kaasumaiset PAH-yhdisteet</b>    |            |                               |
| Naftaleeni                          | 91-20-3    | 0,048 µg/m <sup>3</sup>       |
| 2-Metyyli-naftaleeni                | 91-57-6    | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| 1-Metyyli-naftaleeni                | 90-12-0    | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Asenaftyleeni                       | 208-96-8   | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Asenafteeni                         | 83-32-9    | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Fluoreeni                           | 86-73-7    | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Fenantreeni                         | 85-01-8    | 0,047 µg/m <sup>3</sup>       |
| Antraseeni                          | 120-12-7   | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| <b>Puolihaihtuvat PAH-yhdisteet</b> |            |                               |
| Fluoranteeni                        | 206-44-0   | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Pyreeni                             | 129-00-0   | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| <b>Kiinteät PAH-yhdisteet</b>       |            |                               |
| Bentso[a]antraseeni                 | 56-55-3    | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Kryseeni                            | 218-01-9   | <0,026 µg/m <sup>3</sup>      |
| Bentso[b]fluoranteeni               | 205-99-2   | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| Bentso[k]fluoranteeni               | 207-08-9   | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| Bentso[a]pyreeni                    | 50-32-8    | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| Indeno[1,2,3]pyreeni                | 193-39-5   | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| Dibentso[ah]antraseeni              | 189-64-0   | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| Bentso[ghi]peryleeni                | 191-24-2   | <0,051 µg/m <sup>3</sup>      |
| <b>Yhteensä</b>                     |            | <b>0,095 µg/m<sup>3</sup></b> |

**Tulosten tarkastelu:**

Jos pitoisuus on jäänyt alle määrittäysrajan, tulostaulukkoon on merkitty määrittäysraja ja sen eteen pienempi kuin -merkki (<).

**TAVOITETASOT**

Työterveyslaitoksen asettamat tavoitetasot ovat ala- tai työtehtäväkohtaisia suosituksia, joihin työpaikkojen tulisi työolosuhteita kehitettäessä pyrkiä.

Tavoitetaso naftaleeni

2 µg/m<sup>3</sup> (sisäilma; hajua ei saa esiintyä)

**PITKÄAIKAISEN ALTISTUMISEN VIITEARVOT**

Sisäilmamittauksissa (esim. toimistoympäristöt) sovelletaan yleisesti seuraavia naftaleenin pitkäaikaisen altistumisen terveysterveystasojen viitearvoja:

10 µg/m<sup>3</sup> (Saksan ympäristöministeriö)

3 µg/m<sup>3</sup> Rfc-arvo; USA:n ympäristönsuojeluvirasto EPA)

**ASUNNON JA MUUN OLESKELUTILAN VIITEARVO (STM:n asetus 545/2015)**

Toimenpideraja naftaleenille

10 µg/m<sup>3</sup> (tolueenin vasteella laskettuna; hajua ei saa esiintyä)

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

21.12.2023



---

Kammonen Outi  
asiantuntija  
Helsinki

| PAH-ANALYYSI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      |                                      |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|---------------|-------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|----------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| Tilaja: AFRY Buildings Finland Oy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      | Tilauspäivä: 14.12.2023              |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
| Kohde: Hakulintie 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      | Toimitettu laboratorioon: 27.12.2023 |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
| Projektinnumero: BP1991                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      | Laboratorio: Oulu                    |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
| <b>Menetelmät:</b><br>Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä. PAH-analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287:2006. Materiaalinäytteeseen lisättiin sisäinen standardi ja sitä uutettiin tolueenilla ultraäänihauteessa. Uutos suodatettiin teflon-suodattimen läpi, jonka jälkeen se analysoitiin kaasukromatografialaitteistolla johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori. Näytteestä analysoitiin 16 kpl yleisimpiä PAH-yhdisteitä. Menetelmän yhdistekohtainen määritysraja on 1 mg/kg. Tulokset on ilmoitettu mg/kg tuorepainoa. Menetelmän mittausepävarmuus on keskimäärin 40 % (95 % luottamusväliillä). Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu tulosten tulkinnassa. Mittausepävarmuuslaskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Tulosten raportointi OmaLabroc-järjestelmässä. Sähköpostilla toimitettavat tulokset PDF-muodossa ilman suojausta. |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      |                                      |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
| Näytteenottaja: Markus Taipale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |            |               |             |           |             |            |              |         |                      | [mg/kg]                              |                        |                        |                   |                          |                          |                       |           |
| Näyte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Materiaali / tila tai rakennusosa | Naftaleeni | Asenaftaleeni | Asenafteeni | Fluoreeni | Fenantreeni | Antraseeni | Fluoranteeni | Pyreeni | Bentso(a) antraseeni | Kryseeni                             | Bentso(b) fluoranteeni | Bentso(k) fluoranteeni | Bentso(a) pyreeni | Indeno(1,2,3-cd) pyreeni | Dibentso(a,h) antraseeni | Bentso(ghi) peryleeni | PAH-yht.* |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sosiaalitala, tervapaperi         | 8,8        | 880           | 69          | 420       | 3000        | 860        | 1800         | 2000    | 1300                 | 1700                                 | 2000                   | 720                    | 1400              | 830                      | 47                       | 910                   | 18000     |

\* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu. (Ratu-kortti 82-0381)

Näytettä 1 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.



Anssi Riekkö, Tutkija, Laboratorioanalyytikko  
p. 044 074 0410, anssi.riekki@labroc.fi

Saaja:

AFRY Buildings Finland Oy  
Markus Taipale  
Piippukatu 11  
40100 JYVÄSKYLÄ



Analyysi: Mikrobianalyysi ilmanäytteestä, 6-vaiheimpaktori  
Mittauskohde: Luhangan kunnantalo  
Näytteenottaja: Markus Taipale  
Viite: BP1991 / Emilia Holopainen  
Näytteenottopvm: 14.12.2023  
Vastaanottopvm: 18.12.2023

**Menetelmä(t):**

MIKROB-TY-035\* Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-035). Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä pmy/m<sup>3</sup> (pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö). Tuloksissa tähdellä (\*) merkitty mikrobi on kosteusvaurioon viittaava mikrobi tai laji-/sukuryhmä. Sisäinen menetelmä, Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira. Tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan.

\* Menetelmä on akkreditoitu

**Kasvatusolosuhteet:**

|                                             |        |          |
|---------------------------------------------|--------|----------|
| Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)         | +25 °C | 7 vrk    |
| Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)    | +25 °C | 7 vrk    |
| Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar) | +25 °C | 7-14 vrk |

**Tutkitut näytteet:**

TTL23-06027-003

2. krs tsto

TTL23-06027-004

Valtuustosali

Tulokset:

|                                                              |                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|
| TTL23-06027-003                                              | Määritysraja: 2 pmy/m³ |
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | <2 pmy/m³              |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | 6 pmy/m³               |
| Engyodontium*                                                | 2 pmy/m³               |
| Penicillium                                                  | 2 pmy/m³               |
| Wallemia*                                                    | 2 pmy/m³               |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 87 pmy/m³              |
| Aktinomykeetit*                                              | 2 pmy/m³               |
| Muut bakteerit                                               | 85 pmy/m³              |

|                                                              |                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|
| TTL23-06027-004                                              | Määritysraja: 2 pmy/m³ |
| Mesofiiliset sienet (Hagem-agar) yhteensä                    | 2 pmy/m³               |
| steriilit                                                    | 2 pmy/m³               |
| Mesofiiliset sienet (DG18-agar) yhteensä                     | 2 pmy/m³               |
| Acrodontium                                                  | 2 pmy/m³               |
| Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit (THG-agar) yhteensä | 54 pmy/m³              |
| Aktinomykeetit*                                              | <2 pmy/m³              |
| Muut bakteerit                                               | 54 pmy/m³              |

Tulosten tarkastelu:

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valvira 8/2016) annettujen tulkintaohjeiden mukaan taajamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 pmy/m³ talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 pmy/m³) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa. Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 pmy/m³ ja aktinomykeettipitoisuudet yli 5 pmy/m³ talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Suuri bakteeripitoisuus (yli 600 pmy/m³) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon rakennuksessa. (Salonen H. ym. Atmospheric Environment 2007, 41:6797-6807).

Työterveyslaitoksen Laboratoriotoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

5.1.2024



---

Ahonen Viivi  
vanhempi asiantuntija  
Kuopio



---

Vedenpää Kirsikka  
mikrobiologi  
Kuopio

Saaja:

AFRY Buildings Finland Oy

Markus Taipale

Piippukatu 11

40100 JYVÄSKYLÄ

---

Analyysi: Pölyn koostumuksen määrittäminen elektronimikroskooppilla  
Näytteenottaja: Markus Taipale  
Viite: BP1991/1 Emilia holopainen  
Näytteenottopvm: 14.12.2023  
Vastaanottopvm: 22.12.2023  
Käsittelijä(t): Kämppe Reima

**Menetelmä(t):**

AERO-TY-078

Muovipussiin pyyhintämenetelmällä kerätty pölynäyte tai edustava osa siitä suodatettiin tislattulla vedellä kalvosuodattimella, joka päällystettiin kullalla ja analysoitiin elektronimikroskooppilla ja siihen liitettyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (EDS). Suodattimelta tutkittiin seuraavien hiukkastyypien esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikuidut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimäärittäminen). Analyysiin voitiin analysoida harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan tai tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.

Pintapölynäytteen analyysituloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit siltä osin kun näytteen koostumus poikkeaa tavanomaisen huonepölyn koostumuksesta.

Tuloilmakanavanäytteen tuloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit. Kunkin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähäisiä määriä/sisältää/sisältää runsaasti), poikkeuksena teolliset mineraalikuidut joiden osuus on arvioitu painoprosentteina.

## Tulokset:

**TTL23-06321-009** 1  
Mittauskohde: Hakulintie 2, Luhangan kunnantalo  
Mittauspiste: 1. krs tasopintojen pöly  
Näytteenottoaika: 14.12.2023

## Tulos

## Puupölyä

Arvioitu määrä runsaasti

## Tavanomaista huonepölyä

- pääasiassa tekstiili- ja paperikuidut, hilsehiukkaset

**TTL23-06321-010** 2  
Mittauskohde: Hakulintie 2, Luhangan kunnantalo  
Mittauspiste: 2 krs. tasopintojen pöly  
Näytteenottoaika: 14.12.2023

## Tulos

## Puupölyä

Arvioitu määrä runsaasti

## Tavanomaista huonepölyä

- pääasiassa tekstiili- ja paperikuidut, hilsehiukkaset

## Työympäristölaboratoriot

22.12.2023



Nurkki Annika  
erityisasiantuntija  
Helsinki



Kämppi Reima  
asiantuntija  
Helsinki

Korjauskustannuksien arvio Luhangan kunnantalo

|                                                                                                              | materiaali | työ | Yksikköhinta [€] | Määrä | Yksikkö        | Hinta             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|------------------|-------|----------------|-------------------|
| Hirsirunkoisen ulkoseinän hirsien vaihto/osittainen kunnostus 1-4 varvia (laskettu 2 varvia * rakennuksen ym | 150        | 200 | 350              | 125   | jm             | 43750             |
| Ikkunoiden uusiminen                                                                                         |            |     | 800              | 36    | kpl            | 28800             |
| Telineet ikkunakorjauksiin.                                                                                  |            |     |                  |       |                | 18000             |
| Ovien uusiminen                                                                                              |            |     | 1000             | 4     | kpl            | 4000              |
| Tuulettuvan puurakenteisen alapohjan korjaaminen ja ryömintätilan eristäminen kevytsoralla (sis. Purku)      |            |     | 300              | 173   | m <sup>2</sup> | 51900             |
| Välipohjarakenteiden eristeiden/PAH-materiaalien uusiminen. Rakenteelliset korjaukset/lisäykset              |            |     |                  |       |                |                   |
| PAH-yhdisteitä sisältävän välipohjan purku 70€ + 30 € (laskettu koko välipohjan pinta-ala)                   |            |     | 100              | 163   | m <sup>2</sup> | 16300             |
| Puurakenteinen uusi välipohja (laskettu koko välipohjan pinta-ala)                                           |            |     | 100              | 163   | m <sup>2</sup> | 16300             |
| 2. kerroksen puurankaisen ulkoseinän eristeiden/PAH-materiaalien uusiminen?                                  |            |     |                  |       |                |                   |
| Ulkoseinän PAH-materiaalia sisältävän eristeiden purku 10+20                                                 |            |     | 50               | 210   | m <sup>2</sup> | 10500             |
| Ulkoseinän uudet lämmoneristeet, HS-muovi(?), kipsilevy                                                      | 30         | 30  | 60               | 105   | m <sup>2</sup> | 6300              |
| Yläpohjarakenteiden eristeiden/PAH-materiaalien uusiminen.                                                   |            |     | 80               | 155   | m <sup>2</sup> | 12400             |
| Vesikattorakenteiden vaurioituneiden puumateriaalien vaihto?                                                 |            |     | 80               | 25    | m              | 2000              |
| Korjaussuunnittelu                                                                                           |            |     | 86               | 115   | h              | 9890              |
| AHA-kartoitus                                                                                                |            |     |                  |       |                | 5000              |
| IV-järjestelmän muutos                                                                                       |            |     |                  |       |                | 15000             |
| Yhteensä                                                                                                     |            |     |                  |       |                | 240140 alv 0%     |
| Aluekerroin                                                                                                  |            |     | 1,2              |       |                | 288168            |
| Työnjohto, yleiskulut, jätemaksut, rakennuskustannusindeksin nousu 2022-2024                                 |            |     | 1,5              |       |                | 432252 € alv 0 %  |
|                                                                                                              |            |     |                  |       |                | 535992 € alv 24 % |

Pääasiallinen lähde: Korjausrakentamisen kustannuksia 2022