

# TUTKIMUSSELOSTUS

HIRSILÄN KOULU

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS  
ILMANVAIHTOTEKNINEN SELVITYS

31.3.2021



## Sisällys

Tiivistelmä.....	3
1 Yleistiedot .....	5
1.1 Tutkimuskohde .....	5
1.2 Tutkimuksen tilaaja .....	5
1.3 Tutkimuksen tausta ja tavoite .....	5
1.4 Tutkimuksen ajankohta.....	5
1.5 Tutkimuksen tekijät.....	5
2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötilanne .....	6
2.1 Kohteen yleiskuvaus.....	6
2.2 Korjaushistoria .....	7
2.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset .....	7
3 Lähtötiedot .....	8
4 Tutkimusmenetelmät .....	8
5 Piha-alueet.....	10
5.1 Havainnot .....	10
5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	13
6 Alapohjat ja kellarin seinärakenteet .....	13
6.1 Rakenteet.....	13
6.2 Havainnot .....	16
6.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....	25
6.4 Kosteusmittaukset .....	31
6.5 Merkkiainekoe .....	33
6.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	35
7 Ulkoseinät, väliseinät ja ikkunat.....	37
7.1 Rakenteet.....	37
7.2 Havainnot .....	39
7.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....	45
7.4 Merkkiainekoe .....	52
7.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	54
8 Välipohjat .....	56
8.1 Rakenteet.....	56
8.2 Havainnot .....	57
8.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....	59
8.4 Kosteusmittaukset .....	63
8.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	64
9 Yläpohja- ja vesikattorakenteet .....	65
9.1 Rakenteet.....	65
9.2 Havainnot .....	66
9.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet .....	72
9.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	75
10 Ilmanvaihto.....	76
10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	76
10.2 Havaintoja ilmanvaihdosta.....	76
10.3 Seurantamittaukset.....	83
10.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	90
11 Sisäilman altistumisolosuhteiden arviointi.....	92
12 Yhteenveto toimenpidesuosituksista .....	95
12.1 Kiireelliset ja käyttöä turvaavat toimenpiteet (0...1 vuotta).....	96
12.2 Peruskorjauksessa ja muiden korjausten yhteydessä suoritettavat toimenpiteet.....	97

## Tiivistelmä

Tutkimuskohteena on Oriveden Hirsilässä sijaitseva, vuonna 1937 valmistuneesta alkuperäisosasta ja 1980-luvun lopulla valmistuneesta laajennusosasta muodostuva koulurakennus. Kohteeseen tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus ja ilmanvaihtotekninen selvitys, joilla selvitettiin rakenteiden kosteustekniseen toimintaan ja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa ja kuntoa sisäilman laadun näkökulmasta.

Alkuperäisosan merkittävimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät liittyvät rakenteissa todettuihin kosteus- ja mikrobivaurioihin, epäpuhtauksien kulkeutumiseen rakenteista ja kellarikerroksesta sisäilmaan sekä tilojen käyttöön nähden puutteellinen ilmanvaihto. Laajennusosan sisäilman laatua heikentää paikallinen ilmayhteys alkuperäisosan ryömintätilasta sekä alapohjan ja ulkoseinien ilmatiiviyspuutteet.

Toissijaisessa käytössä olevissa alkuperäisosan kellaritiloissa havaittiin runsaasti epäpuhtauslähteitä, kuten ryömintätiloja, mikrobi- ja kosteusvaurioituneita rakenteita sekä haitta-ainepitoisia materiaaleja, erityisesti PAH-yhdistepitoisia bitumisivelyjä. Kellaritiloista epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan käyttötiloihin mm. avoimien läpivientien ja porrashuoneiden kautta. Kellari- ja ryömintätilat suositellaan osastoimaan ja alipaineistamaan kiireellisesti.

Alkuperäisosan alapohja-, välipohja- ja yläpohjarakenteissa on käytetty kutterilastua, jossa on mikrobinäytteiden ja havaintojen perusteella vähintään paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Yläpohjaan on aiemmassa käytössä kohdistunut voimakasta kosteusrasitusta, ja aistinvaraisesti havaittu sienikasvusto on mahdollisesti levinnyt laajalle alueelle muottilauodoissa ja täyttökerroksissa. Alapohja-, välipohja- ja yläpohjarakenteissa on ilmatiiveyspuutteita erityisesti läpivienneissä ja lattioiden rakenneliittymissä, joiden kautta rakenteista peräisin olevat epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Täyttökerroksellisille ala-, väli- ja yläpohjarakenteille suositellaan kiireellisesti ilmatiiviiden parantamista. Viimeistään peruskorjauksessa täytöt suositellaan poistamaan.

Alkuperäisosan ulkoseinärakenteena on kosteusteknisesti varmatoiminen massiivitiiliseinä ja myös vanhat patterisyvennykset on ummistettu pääosin muuraamalla. Ulkoseinärakenteissa ei todettu merkittäviä kosteusteknisiä puutteita eikä viitteitä kosteus- ja mikrobivaurioista. Ikkunoiden tiivistyksissä ulkoseiniin on käytetty pellavaa, joissa on materiaalinäytteiden perusteella paikallisia, vähäisiä mikrobikasvustoja. Ulkoseinien sisäpuolinen ilmatiiveys todettiin mm. merkkiainekokeen perusteella varsin hyväksi. Alkuperäiset ikkunat havaittiin pinnoiltaan huonokuntoisiksi. Ikkunoiden uusimista tai raskasta huoltokorjausta suositellaan viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

Laajennusosan alapohjan maanvastaisessa kaksoisbetonilaattarakenteessa ei todettu kosteusteknisiä puutteita, mutta rakenne on huomattavan epätiivis ulkoseinien liittymäkohdista. Käytännössä alapohjan ilmatiiviyys on seinäpintoja vasten nostetun muovimatton varassa. Muovimatossa on paikallisia ilmatiiviyspuutteita johtuen ikääntymisen aiheuttamista vaurioista. Lisäksi alkuperäisosan ryömintätilasta on laajennusosaan paikallinen ilmayhteys putkiläpivientien kautta. Alapohjan ilmatiiviyttä suositellaan parantamaan kattavasti peruskorjauksessa. Ryömintätilaan johtavat läpiviennit suositellaan korjaamaan kiireellisesti.

Laajennusosan ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa ei rakenneavausten ja materiaalinäytteiden perusteella todettu viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Ulkoseinärakenteiden (ns. valesokkeli) riskit huomioiden paikalliset mikrobikasvustot ovat mahdollisia erityisesti alapohjan yläpinnan alapuolelle jatkuvissa sisäverhouslevyissä. Ulkoseinissä havaittiin ilmatiiviyspuutteita, jotka suositellaan huomioimaan kattavasti peruskorjauksessa. Laajennusosan märkätilat ovat teknisen käyttöikänsä lopussa ja niissä

havaittiin runsaasti vesitiivyyttä heikentäviä halkeamia. Märkätilat suositellaan peruskorjaamaan viimeistään kahden vuoden sisällä.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on pääosin alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihto, jota on parannettu asentamalla keittiötilaan tulo- ja poistoilmanvaihtokone sekä muuttamalla yksittäisten tilojen poistoilmanvaihto koneelliseksi. Seurantajakson aikana sisäilman hiilidioksiditasot kohosivat paikoitellen korkeiksi ja tilojen sisäilman lämpötilat jäivät seurantajakson rakennuksen käytön aikana suurelta osin heikolle/välttävälle tasolle (n. 16...19 °C). Sisäilman laadun kannalta merkittävin tekijä on rakennuksen ilmanvaihto ja sen puutteellisuus kokonaisuutena, mikä aiheuttaa opetustiloihin mm. riittämätöntä ilmanvaihtuvuutta ja tunkkaisuutta. Suosittelemme ensisijaisesti parantamaan ilmanvaihtoa koko kiinteistön osalta. Korjaustoimissa tulee ilmanvaihto huomioida kokonaisuutena.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on alkuperäisosassa yleisesti **todennäköinen** ja laajennusosalla **mahdollinen**. Alipaineistamalla ja tiivistämällä alkuperäisosan kellari- ja ryömintätilat, parantamalla käyttötilojen ala-, väli- ja yläpohjarakenteiden ilmatiivyyttä sekä suorittamalla muut kohdassa 12.1 luetellut käyttöä turvaavat korjaustoimenpiteet, voidaan alkuperäisosan tavanomaisesta poikkeava olosuhde arvioida alustavasti tasolle **mahdollinen**. Suorittamalla alkuperäisosalla ja laajennusosalla kohdan 12.2 peruskorjaustasoiset korjaustoimenpiteet, voidaan tavanomaisesta poikkeava olosuhde arvioida molemmissa rakennusosissa alustavasti tasolle **epätodennäköinen**.

## 1 Yleistiedot

### 1.1 Tutkimuskohde

Hirsilän koulu  
Harjulantie 15  
35320 Hirsilä

### 1.2 Tutkimuksen tilaaja

Oriveden kaupunki  
Tekniset palvelut  
Keskustie 23  
35301 Orivesi

Yhteyshenkilö:  
Jaana Rajantaus, kiinteistöpäällikkö  
puh. 040 133 9268, [jaana.rajantaus@orivesi.fi](mailto:jaana.rajantaus@orivesi.fi)

### 1.3 Tutkimuksen tausta ja tavoite

Kohteeseen tehdyn kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli määrittää aistivaraisten menetelmien ja mittauksien, rakenneavausten sekä materiaalinäytteiden analysoinnin avulla rakenteet, jotka sisäilman laadun tai rakenteiden kosteusteknisen toiminnan parantamiseksi on korjattava. Ilmanvaihtoteknisessä selvityksessä tarkasteltiin aistinvaraisesti ilmanvaihtojärjestelmän ja ilmanjaon yleistä toimintaa, mitattiin seurantamittauksin rakennuksen painesuhteita sekä sisäilmaolosuhteita. Lisäksi arvioitiin rakennuksen korvausilman saantia ja tarkasteltiin ilmapvirtausten suuntia rakennuksen sisätiloissa merkkisavua apuna käyttäen. Tutkimusten perusteella kohteeseen laadittiin myös sisäilman altistumisolosuhteiden arvio Työterveyslaitoksen julkaisun *Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017* mukaisesti.

### 1.4 Tutkimuksen ajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 1.-4.3.2021. Sisäilman seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 2.3. - 18.3.2021.

Kohteeseen tehtiin myös samanaikaisesti haitta-ainetutkimus, joka on raportoitu omissa tutkimusselostuksissaan (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).

### 1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Tampellan esplanadi 2  
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Natalia Kajava, DI, RTA
- Mika Korpi, RI, RTA
- Pasi Marttila, tekn.

Yhteyshenkilö:  
Natalia Kajava, p. 0447688449, [natalia.kajava@vahanen.com](mailto:natalia.kajava@vahanen.com)

## 2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötilanne

### 2.1 Kohteen yleiskuvaus

Kohde on kivirakenteinen, pääosin kaksikerroksinen ja osittain kellarillinen rakennus. Rakennus on valmistunut vuonna 1937 ja 1980-luvun lopulla on tehty yksikerroksinen laajennus, jossa on WC-, pesu- ja pukeutumistiloja. Alkuperäisosalla ovat opetustilat ja keittiö maanpäällisillä osilla, ja kellarissa ovat tekniset tilat, peseytymistilat sekä varastoja. Kiinteistössä olleet asuinhuoneistot on muutettu opetus- ja päiväkotikäyttöön.

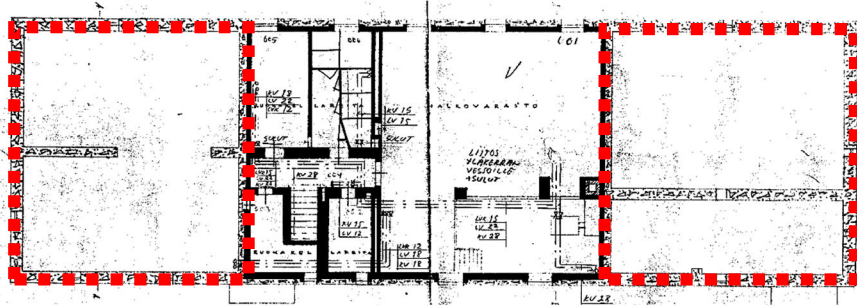
Alapohjat ovat alkuperäisosan kellarin ja laajennusosan osalta maanvastaisia betoni-laattoja ja muilta osin ryömintätalaisia betonirakenteita. Alkuperäisosan ulkoseinät ovat pääosin massiivitiilirakenteisia ja julkisivut rapattuja. Laajennusosan ulkoseinät ovat puurunkoisia julkisivunaan rapattu kevytsoraharkko. Kantavat väliseinät molemmissa osissa ovat pääosin kivirakenteisia. Vesikatot ovat molemmissa osissa tiilikatteisia, ullakollisia harjakattoja. Alkuperäisosan välipohjat ovat puukantisia, kutterilastutäytteisiä alalaattapalkistoja ja yläpohja on kutterilastutäytteinen alalaattapalkisto betonisella palpermannolla. Laajennusosan yläpohjana on puurunkoinen, tuulettuva yläpohja.

Kiinteistössä on pääosin painovoimainen ilmanvaihto. Lähtötietojen perusteella keittiössä on tulo- poistoilmakone ja vesikatolla erillinen huippuimuri, joka palvelee laajennusosan pesutiloja. Kiinteistössä on öljylämmitteinen keskuslämmitys.

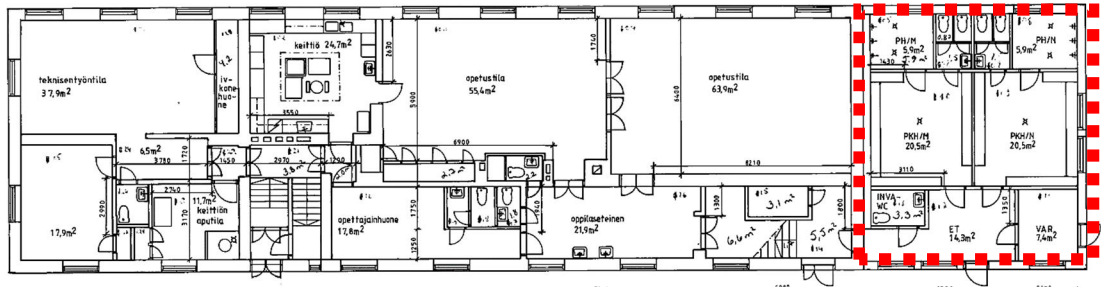
Saatujen tietojen mukaan kohteessa on koettu puutteita sisäilman laadussa. Rakennuksen sijainti ja pohjapiirustukset on esitetty alla olevissa kuvissa.



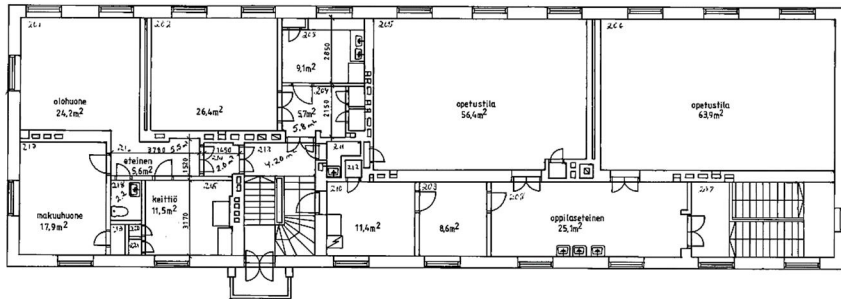
Kuva 1. Ilmakuva tutkimuskohteesta (kuvalähde: Google Maps). Keltaisella nuolella on osoitettu pohjoinen ilmansuunta. Keltaisella värillä on merkitty alkuperäisosa ja punaisella laajennusosa. Piha-alueella on lisäksi kylmä varistorakennus, joka ei kuulunut tutkimusalueeseen.



Kuva 2. Pohjapiirustus, kellarikerros (kouluhallitus, 1936). Päädyissä sijaitsevat ryömintätilat on merkitty punaisella katkoviivalla. Keskiosa on kellaritiloja, joissa on maanvastainen alapohja.



Kuva 3. Pohjapiirustus, ensimmäinen kerros (Oriveden kaupungin tekninen osasto, 1994). Pohjoispään 1980-luvulla valmistunut, yksikerroksinen laajennusosa on merkitty punaisella katkoviivalla.



Kuva 4. Pohjapiirustus, toinen kerros (Oriveden kaupungin tekninen osasto, 1994). Kerroksen päällä on kylmä ullakotila (ei erillistä pohjapiirustusta saatavilla).

## 2.2 Korjaushistoria

Korjaushistoria ei ollut tarkasti tiedossa. Lähtötietojen perusteella on tehty seuraavia korjaus- tai muutostöitä:

- 2013, laajennusosan katon uusiminen ja alkuperäisosan katon korjaaminen
- 2008, alkuperäisosan salaojien ja sokkelin vedeneristysten asentaminen
- 2008, ilotulitteista aiheutuneiden vaurioiden korjaukset sisätiloissa
- 1980-luku, rakennuksen pohjoispään laajennuksen rakentaminen
- 1970-luku, muutostyöt (muun muassa uusien WC-tilojen rakentaminen)

## 2.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

Kohteeseen on tehty kuntoarvio/-tarkastus vuonna 2013 ja PTS-ehdotus vuosille 2014-2023 (Raksystems Anticimex Insinööri-toimisto Oy). Kuntoarviossa on todettu kyseisille

vuosille korjaus-/uusimistarpeita mm. piha-alueisiin, yläpohjaan, ikkunoihin, vanhoihin pesutiloihin ja ilmanvaihtoon liittyen. Alkuperäiset viemärin osat, vesijohdot ja lämmityslaitteisto oli suositeltu uusittavaksi. Merkittävimpiä lisätutkimustarpeita havaittiin vanhan osan keittiöiden välipohjassa olevien kosteuteen viittaavien jälkien osalla ja valmistuskeittiötä palvelevan ilmanvaihtokonehuoneen lattian kosteusjälkien osalla. Havaintojen mukaan pääosaa korjauksista ei ole toistaiseksi toteutettu.

### 3 Lähtötiedot

Käytettävissä oli seuraava tilaajan toimittama lähtötietoaineisto:

- Perustietoja kohteesta, Oriveden kaupunki, 9.11.2020
- Kuntotarkastusraportti ja PTS-taulukko, Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy, 21.1.2014
- Julkisivupiirustuksia, 15.1.2001, Oriveden kaupungin tekninen osasto
- Pohjapiirustukset 1.–2.kerros, Oriveden kaupungin tekninen osasto, 31.10.-3.11.1994
- Laajennusosan pohja- ja leikkauspiirustuksia, Oriveden kaupungin tekninen osasto, 23.9.1987
- Pohja- ja leikkauspiirustuksia, Oriveden kunta, 8.12.1978
- Vesi- ja viemäripohjapiirustus kellarikerroksesta, kouluhallitus, 13.6.1936
- Salaojapiirustus/pihasuunnitelma (ei päivämäärää)

### 4 Tutkimusmenetelmät

#### Aistinvaraiset tarkastukset

Sisätilat, ryömintätilat sekä ullakko- ja yläpohjatilat tarkastettiin aistinvaraisesti niiltä osin, kuin ne olivat kalusteiden ja irtaimiston puolesta tarkastettavissa. Piha-alueet ja vesikatto tarkastettiin sillä tarkkuudella, kun se talviolosuhteet huomioon ottaen oli mahdollista. Aistinvaraisen tarkastuksen yhteydessä kirjattiin näkyvät kosteusvauriot ja muut rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen tai sisäilman laatuun liittyvät havainnot. Myös tilojen sisäilman laatua (hajuja, tunkkaisuutta) arvioitiin aistinvaraisesti.

#### Rakenneavaukset

Rakenteiden toteutustapaa, kuntoa ja korjaustarvetta arvioitiin kuntotutkijan määrittämien ja rakennusurakoitsijan tekemien rakenneavauksien kautta. Lisäksi tehtiin pienempiä tarkastusporauksia kuntotutkijoiden toimesta. Avauksia ja porauksia tehtiin rakennuksen alapohjin, ulkoseiniin, välipohjiin ja väliseiniin. Yläpohjarakenteiden toteutus tarkastettiin ullakko- ja yläpohjatiloissa.

Rakenneavaukset on numeroitu. Nyt tehtyjen tutkimusten yhteydessä tehdyistä rakenneavauksista käytetään jatkossa lyhennettä "RAK" ja tunnuksen perässä on rakennetyypin lyhenne (esim. US=ulkoseinä). Vastaavasti tunnuksella "PR" tarkoitetaan tarkastusporausta. Rakenneavausten sijainnit on esitetty liitteessä 1.

#### Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-179. Pintakosteudenilmaisimien kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteusmittaukset 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 sähköjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi



vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteuskartoitus suoritettiin kaikkiin maanvastaisiin alapohjarakenteisiin sekä märkätiloihin. Lisäksi maanvastaisia seinärakenteita ja kellarin väliseiniä mitattiin pistokoeluontoisesti.

### Viiltomittaukset

Lattiapäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42-mittapäillä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapäälysteen alle päälysteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepätkä, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteseen. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin  $\pm 2\%$ . Viiltomittaus on tarkimmillaan noin  $+20\text{ °C}$  lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

### Puupiikkimittaukset

Rakenteiden puuosien kosteuspitoisuutta (paino-%) mitattiin pistokoeluonteisesti materiaalin sähkönvastuksen muutoksien mittaamiseen perustuvalla piikkimittarilla Testo 606-1. Mitattavan sähkövastuksen suuruuteen vaikuttaa elektrodien välissä olevan materiaalin kosteus. Mittarin näyttölaitteelta voidaan lukea rakenteen kosteuspitoisuus painoprosenteina. Piikkimittarin toiminta perustuu materiaalien sähköjohtavuuteen, ja sen tulos on suuntaa antava. Mittauksella voidaan kuitenkin luotettavasti tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

### Rakennekosteusmittaukset

Alapohjarakenteiden ja maanvastaisen ulkoseinän kosteusmittaukset tehtiin porareikämittausmenetelmällä noudattaen ohjekortin *RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus* ohjeistusta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittausantureita ja HMI41-lukulaitetta. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin, putket imuroitiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä. Mittapisteen annettiin tasaantua 3 vrk, jonka jälkeen mittapää asennettiin mittausreikiin ja putket tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41-lukulaitteella ja kirjattiin ylös tunnin tasaantumisaian jälkeen. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin  $+20\text{ °C}$  lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

### Merkitseaineekokeet

Rakennuksen ulkoseinä ja alapohjarakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5 % H<sub>2</sub> + 95 % N<sub>2</sub>) alkupepärisosan ulkoseinärakenteen ilmvälisiin ja laajennusosalla alapohjarakenteen eristerrokseen. Sensistor 9012 WRS-merkkiaineanalysointilaitteella paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekokeen yhteydessä tila alipaineistettiin tutkittavaan rakenteeseen nähden noin 10 Pa alipaineeseen Retrotec -puhaltimella ja hetkelliset paine-erot mitattiin Testo 512-paine-eromittarilla.

### Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Hetkellisiä paine-eroja mitattiin TSI Velocicalc 9565P -monitoimimittarilla.

### Materiaalinäytteet

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) sen soveltamisohjeen mukaisella laimennossarjaviiljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin myös. em. ohjeistuksen mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskopioitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salliessa. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy / Labroc Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määrittäjäraja menetelmälle on 91 pmy/g tai 910 pmy/g ja mitatausepävarmuus homeille 29 %, bakteereille 40 % ja sädesienille 42 %. Analyysivastaukset ovat liitteenä 2.

### Painesuhteet

Sisäilman ja ulkoilman sekä tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Pro dual- ja Tinytag Plus- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Mittalaitteiden tarkkuus on  $\pm 3$  Pa  $\pm 1$  % (25 °C lämpötilassa).

### Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

Tilojen sisäilman sekä ulkoilman suhteellisen ilmankosteuden ja lämpötilan seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla mittauksilla Testo174H- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Mittalaitteiden tarkkuus on  $\pm 0.5$  °C ja  $\pm 3$  %RH (2...98 %RH välillä).

### Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla Tinytag -mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Mittalaitteiden tarkkuus on  $\pm 50$  ppm.

## 5 Piha-alueet

### 5.1 Havainnot

Rakennuspaikka on Oriveden Hirsilässä. Rakennuksen vierustat ovat pääosin sora- tettuja. Paikoin on myös nurmikkoa ja betonikiveystä (ulkokatoksien kohdalla). Tutki- musten aikaan maassa oli lumipeite, joten piha-alueet tarkasteltiin pintapuolisesti olo- suhteet huomioiden.

Rakennuksen vierustoilla maanpinta vaikuttaa melko tasaiselta. Pohjoispuolella, laa- jennusosan päädyssä maanpinta viettää hyvin rakennuksesta poispäin. Kattovedet oh- jataan pääosin rännikaivojen kautta kiinteään sadevesijärjestelmään. Laajennusosan yhdessä kulmassa ja ulkokatoksien kohdilla kattovedet johdetaan suoraan maanpin- nalle. Itä- ja eteläjulkisivuilla rakennuksen välittömässä läheisyydessä on pensasistu- tksia.

Sokkeleiden alaosissa havaittiin paikallisesti kosteusjälkiä ja maalipinnan hilseilyä rän- nikaivojen kohdilla. Alkuperäisen osan kellarin maanvastaisessa seinässä havaittiin perusmuurilevytys, josta puuttuu reunalista. Laajennusosalla perusmuurilevytystä tai muutakaan ulkopuolista vedeneristystä ei havaittu. Alkuperäisellä osalla rakennuksen vierustalle tehdyistä kaivannoista (h ~500 mm) vierustäytön todettiin olevan hienora- keista hiekkaa/multaa. Laajennusosan kohdalla maanpinta oli jäässä, joten koekuop-

paa ei tutkimushetkellä saatu kaivettua. Salaojakaivoja ei tutkimuksen yhteydessä havaittu maassa olleen lumipeitteen vuoksi. Lähtötietojen perusteella alkuperäisosan salaojitus on uusittu 2000-luvulla (*Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy, kuntotarkastus, Hirsilän koulu 21.1.2014*).

Seuraavissa valokuvissa on esitetty piha-alueista tehtyjä havaintoja.



Kuvat 5 a...d. Maanpinta rakennuksen vierustalla on tasainen, pois lukien laajennusosan pohjoispääty (kuva b), jossa maanpinta viettää melko jyrkästi rakennuksesta poispäin. Kattovedet ohjataan pääosin rännikaivoihin (kuva b) ja yhdessä laajennusosan kulmassa sekä ulkokatoksista suoraan maanpinnalle (kuva c). Itä- ja eteläjulkisivuilla on pensasistutuksia rakennuksen vierustalla (kuva d).



Kuvat 6 a...b. Alkuperäisen osan kellarin maanvastaisen seinän ulkopinnassa on perusmuurilevytys. Perusmuurilevytyksestä puuttuu reunalista. Perusmuurilevyn taakse on päässyt roskia.



Kuvat 7 a...b. Koekuoppa 1, alkuperäisen osan itäpuolelle. Kaivussyvyys noin 500 mm, vierustäyttö on hienorakeista hiekkaa, pinnassa multaa. Lämmöneristeitä ei havaittu.



Kuvat 8 a...b. Koekuoppa 2, alkuperäisen osan länsipuolelle. Kaivussyvyys noin 500 mm, vierustäyttö on hienorakeista hiekkaa. Pinnassa on ohut kerros Ø16 mm sepeliä ja multaa. Lämmöneristeitä ei havaittu.



Kuvat 9 a...b. Rännikaivojen läheisyydessä rakennuksen sokkelin alaosaan havaittiin paikoin vähäisiä kosteuden aiheuttamia jälkiä ja maalipinnan hilseilyä. Laajennusosan pohjoispään varaston kohdalla syöksytorvi kastelee sokkelin alaosaan laajemmin.



Kuvat 10 a...b. Koekuoppa 3, laajennusosan pohjoispuoli. Maanpinta oli tutkimushetkellä jäässä, joten koekuoppaa ei saatu kaivettua. Vedeneristettä ei havaittu.

## 5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Piha-alueen pintavesien ohjaus rakennuksen vierustalla on ainakin paikoin puutteellinen. Maanpinnat rakennuksen vierustalla ovat hyvin tasaiset (pois lukien laajennusosan pohjoispääty), jolloin sade- ja sulamisvedet lisäävät sokkeleiden ja maanvastaisen seinien kosteusrasitusta. Vierustäytöt ovat hienorakeista hiekkaa, jolloin pintavedet eivät kulkeudu salaojajärjestelmään optimaalisesti. Laajennusosan pohjoispäädyssä syöksytorstesta tulevat kattovedet kastelevat paikallisesti sokkeliä.

Rakennuksen vierustalla olevat pensasistutukset voivat lisätä rakenteille aiheutuvaa kosteusrasitusta ja kasvien juuret voivat häiritä salaojien toimintaa tukkimalla tai rikkomalla niitä. Suosittelemme pitämään rakennuksen vierustan vapaana suuremmasta kasvillisuudesta, kuten pensaista ja puista.

Alkuperäisosa salaojajärjestelmään suositellaan huuhtelua ja sen TV-kuvausta, joilla saadaan varmistettuja järjestelmän toimintakunto ja mahdolliset korjaustarpeet. Perusmuurilevytysten reunalistat suositellaan asentamaan paikoilleen kosteusrasituksen vähentämiseksi. Ennen asennusta perusmuurilevyn ja maanvastaisen seinärakenteen väli tulee puhdistaa yläosasta, esim. imuroimalla. Seuraavien piha-alueisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä suositellaan parantamaan maanpinnan kallistuksia.

Laajennusosan mahdollisen ulkopuolisen vedeneristyksen ja salaojituksen olemassaolosta ei saatu varmuutta. Mikäli vedeneriste on, se on todennäköisesti alkuperäinen eli yli 30 vuotta vanha. Perusmuurin vedeneristyksen laskennallinen tekninen käyttöikä on materiaalista riippuen (bitumisively-/kermi) normaalissa rasitusluokassa noin 20...30 vuotta ja salaojien noin 40 vuotta, eli käyttöikä alkaa olla vedeneristysten osalta lopussa. Seuraavassa piha-alueisiin kohdistuvassa korjauksessa tai peruskorjauksen yhteydessä suositellaan ulkopuolisten veden- ja lämmöneristeiden sekä salaojien asennusta/uusimista. Kiireellisenä toimenpiteenä suositellaan laajennusosan pohjoispään syöksytorstesta tulevan kattoveden vedenohjauksen parantamista.

## 6 Alapohjat ja kellarin seinärakenteet

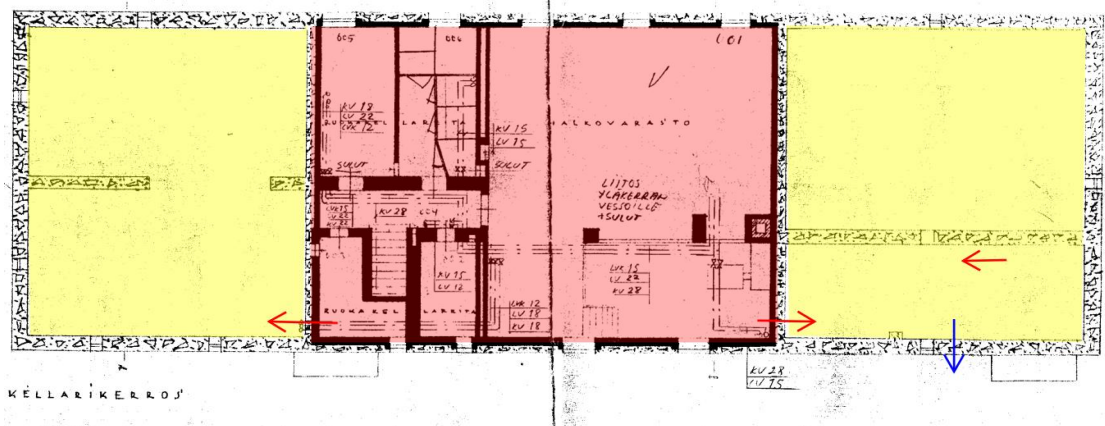
### 6.1 Rakenteet

#### Alkuperäisosa

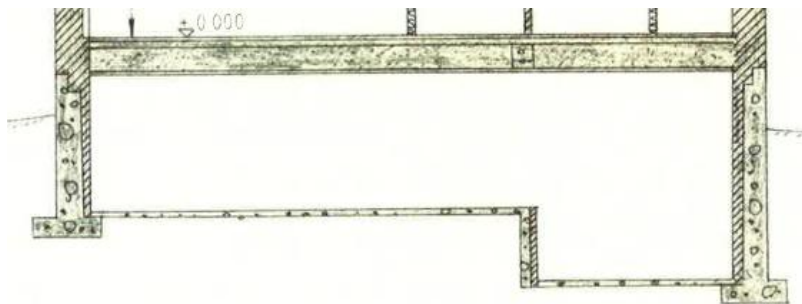
Alkuperäisosa alapohja on kellarin osalta maanvastainen ja ensimmäisen kerroksen päätyjen osalta ryömintätillainen, betonirakenteinen alalaattapalkisto, jonka päällä on

eristetäyttö ja puurakenteinen, muovimattopäällystetty tai puupintainen lattia. Maanvastainen alapohja kellarikerroksessa on pääosin pinnoittamaton/päällystämätön. Kellarikerroksessa on muovimattopäällysteisiä sauna- ja pesutiloja, jotka on rakennettu myöhemmin (arviolta 1970...1980-luvuilla).

Kellarin maanvastaiset ulkoseinät ovat sisäpuolelta verhomuurattuja betoniseiniä, joissa on alkuperäinen bitumisively vedeneristeenä. Kellarin väliseinät ovat pääosin tiiliseiniä, sauna- ja pesutilojen osalta puurunkoisia seiniä. Alapohjien sijainnit rakennuksessa ja ote vanhoista suunnitelmista on esitetty alla.



Kuva 11. Pohjapiirustus, kellarikerros. Alkuperäisosan päädyissä on ryömintätilainen alapohjarakenne (keltaiset alueet) ja keskellä maanvastainen alapohja (punainen alue). Ryömintätiloihin on kulku luukkujen kautta punaisilla nuolilla osoitetuista kohdista. Kuvassa oikeanpuoleisessa tilassa (pohjoispäätty) on kanavapuhallin sinisen nuolen kohdalla.



Kuva 12. Alkuperäisosan kellarin maanvastainen alapohja ja ulkoseinät. Ote alkuperäisosan leikkauspiirustuksesta, Oriveden kunta, 1978.

Kellarin alapohjaan tehtiin 2 kpl rakenneavauksia timanttiporaamalla ( $\varnothing$  16 mm) / piikkaamalla sekä 2 kpl tarkastusporauksia ( $\varnothing$  16 mm). Ensimmäisen kerroksen ryömintätilaisen alapohjan puukorotettuun lattiaan tehtiin 2 kpl rakenneavauksia kooltaan n. 300x300 mm.

Alapohjarakenne kellarikerroksen varastotiloissa on rakenneavauksen RAK0.1 AP ( $\varnothing$  50 mm) ja tarkastusporauksen PR0.1 AP ( $\varnothing$  16 mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni/pintavalu, 15...20 mm
- bitumisively
- betoni, 60 mm

- hiekka

Alapohjarakenne kellarikerroksen halkovarastossa on rakenneavauksen RAK0.2 AP (n. 100x50mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni/pintavalu, 55 mm
- bitumisively
- betoni, 60 mm
- hiekka

Alapohjarakenne kellarikerroksen lämmönjakohuoneessa on tarkastusporauksen PR0.2 AP (Ø 16 mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni, ~120 mm
- hiekka

Alapohjarakenne ensimmäisen kerroksen eteläpäädyn käsityöluokan tilassa rakenneavauksen RAK1.1 AP (n. 300x300mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- ponttilauta, 32 mm
- rakennuspahvi
- tervapahvi, kaksinkertainen
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm
- betoni
- ryömintätila

Alapohjarakenne ensimmäisen kerroksen pohjoispäädyn luokkatilassa rakenneavauksen RAK1.2 AP (n. 300x300mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- lastulevy, 22 mm
- puurunko / kutterilastu, ~460 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)
- (ryömintätila)

Maanvastainen ulkoseinärakenne kellarikerroksen itä- ja länsisivujen tiloissa on rakenneavausten RAK0.3 US MV (n. 250 x 150 mm), RAK0.4 UV MV (n. 250 x 75 mm) ja tarkastusporauksen PR0.3 US MV (Ø 16 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

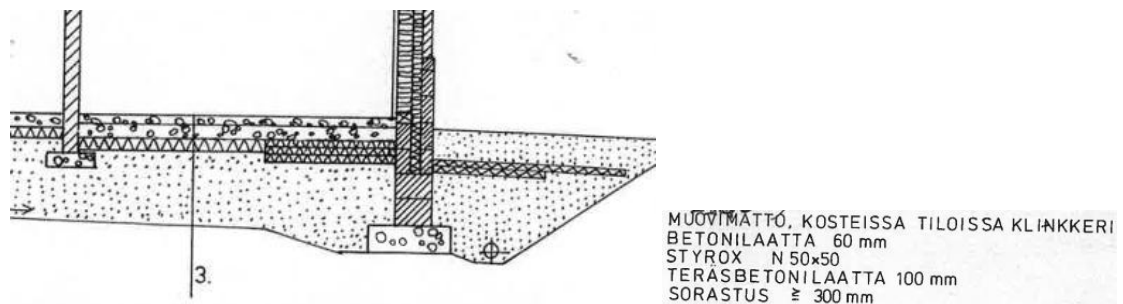
- maali
- poltettu savitiili, 130 mm
- ilmarako (osin laastitäytteinen), 15...20 mm
- bitumisively
- betoni, > 200 mm (avausta ei jatkettu)

Väliseinärakenne kellarikerroksen pukuhuonetilassa on rakenneavauksen RAK0.5 VS (n. 250x250 mm) mukaan pukuhuoneesta suihkutilaan päin lueteltuna seuraava:

- muovimatto (ylösnosto seinälle)
- puukuitulevy, 9 mm
- puurunko/mineraalivilla, 50 mm
- ohut rakennuspaperi
- puukuitulevy (avausta ei jatkettu)
- (muovitaipetti)

### Laajennusosa

Laajennusosan alapohja on maanvastainen, solupolystyreenillä lämmöneristetty kaksoisbetonilaatta. Sokkelit ovat kevytsoraharkkorakenteisia ja niissä on eristehalkaisu polyuretaanista. Väliseinät ovat tiilirakenteisia (130 mm kahi-tiili). Ote vanhoista suunnitelmista on esitetty alla.



Kuva 13. Ote laajennusosan leikkauspiirustuksesta sekä alapohjan rakennekerrokset, Oriveden kaupungin tekninen osasto, 1987. Rakennetyypit ovat keskenään ristiriitaisia. Rakenneavauksissa todettiin kaksoisbetonilaattarakenne.

Alapohjarakenne laajennusosan eteistilassa ja pukuhuoneessa on rakenneavauksen RAK1.3 AP (Ø 50 mm) sekä tarkastusporausten PR1.1 AP-PR1.2 AP (Ø 16 mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- betoni, 90 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- betoni, 70 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- hiekka

Alapohjarakenne laajennusosan WC-tilassa on rakenneavauksen RAK1.4 AP (Ø 50 mm) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- keraaminen laatta, 7 mm
- tasoite, ~3 mm
- betoni, 90 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

## 6.2 Havainnot

### Alkuperäisosa

Kellarin alapohjat ovat pääasiassa pinnoittamattomia/päällystämättömiä. Lattiapinnat ovat kuluneita ja ikääntyneitä, pintarakenteessa on monin paikoin halkeamia ja lämmönjakohuoneen alapohjan pinnalla runsaasti öljyn jälkiä. Kellarin märkätilojen seinä- ja lattiapinnat ovat ikääntyneitä ja muovimaton ylösnostot suihkutilassa eivät ole vesitiiviitä. Saunatilassa havaittiin tutkimusten aikaan kuollut jyrsiä.

Rakennuksen eteläpäädyssä ryömintätilan päällä olevassa puulattiarakenteessa on todennäköisesti alkuperäinen ponttilaudoitus (pl. WC-tila ja keittiön aputila) ja pohjoispäädyn luokka- ja aulatiloissa muovimatto. Pintamateriaalit ovat siistissä kunnossa. Käytävän mosaiikkibetonilaatta on todennäköisesti alkuperäinen ja pinnaltaan hieman kulunut.



Kellarin maanvastaisten ulkoseinien ja tiiliväliseinien alimmissa tiiliriveissä havaittiin yleisesti maalipintojen hilseilyä alustastaan ja paikoin kalkkihärmää. Seinien maalipinnat olivat yleisesti välttävissä kunnossa erityisesti kellarin teknisissä tiloissa. Kellarissa havaittiin tutkimuskäynneillä paikoin PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua.

Alapohjan pintalaatassa on aistinvaraisten havaintojen perusteella runsaasti halkeamia ja ovikynnysten kohdalla on rakoja. Kellarin puiset ovikynnykset jatkuvat osittain betonilattian yläpinnan alapuolelle. Alapohjan ilmatiiviys ulkoseinä- ja väliseinäliittymien kohdalla on aistinvaraisesti tarkasteltuna kohtalainen. Maanvastaisten ulkoseinien sisäpuolinen muuraus on silmämääräisesti epätiivis erityisesti muuraussaumoista sekä erilaisten kiinnikkeiden ja läpivientien kohdalta. Kellarin alkuperäisten ikkunoiden ulkoseinäliittymissä on merkittäviä ilmatiiviyspuutteita.

Ryömintätiloissa on maapohjana hienorakeinen hiekka/savi ja maapohja oli tutkimushetkellä aistinvaraisesti arvioituna kuivaa. Pohjoispäädystä olevassa tilassa on kanavapuhallin, joka oli tutkimushetkellä pois päältä. Eteläpään ryömintätilassa oli puolestaan kolme avointa tuuletusluukua. Kaikki muut alkuperäiset tuuletusluukut olivat tutkimusajankohtana kiinni. Ryömintätilat olivat pääsääntöisesti siistejä. Tiloissa on puurakenteisia koteloita, joiden sisällä on vanhoja lämmitys- ja vesiputkia sekä viemäreitä. Kotelot on täytetty kutterinlastulla ja ne ovat osin kosketuksissa maapohjan kanssa.

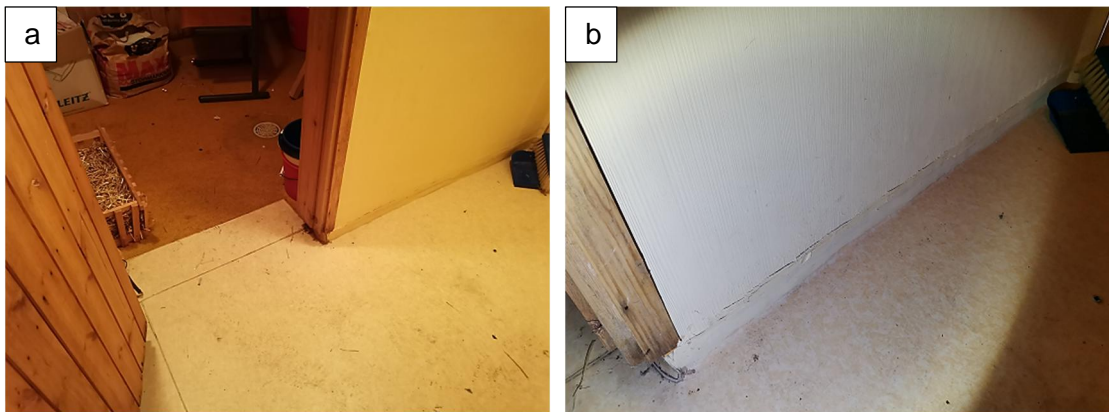
Ryömintätiloissa ja kellarikerroksessa havaittiin useita putkiläpivientejä, jotka ovat silmämääräisesti tarkasteluna epätiivitä. Putket on johdettu rakenteiden läpi ja ne ovat myös ylöspäin epätiivitä. Merkkisavulla läpivienneistä ja lattialiittymistä havaittiin ilmavirtauksia sisätiloihin päin. Eteläpuoleiseen ryömintätilaan ja teknisen työn sivuhuoneen välistä paine-eroa seurattiin jatkuvatoimisella paine-eromittauksella (luku 10.3). Mittauksen mukaan sisätilat ovat ajoittain alipaineisia ryömintätilaan nähden. Pohjoispään porraskäytävän alapuolisessa siivouskomerossa on epätiivis luukku ryömintätilaan. Merkkisavulla havaittiin ilmavirtaus ryömintätilasta siivouskomeroon päin ja hetkellisessä paine-eromittauksessa ryömintätila oli ylipaineinen siivouskomeroon nähden.

Alkuperäisosan pohjoispään ryömintätilasta havaittiin ilmayhteys laajennusosan pukuhuoneen vanhaan, tiilverhottuun ulkoseinään (nyk. väliseinä) ryömintätilan ummistamattomien tuuletusluukkujen ja ryömintätilasta johdettujen putkien kautta. Ryömintätilasta putket tuodaan laajennusosan pukuhuoneen levyrakenteiseen koteloon. Pukuhuoneen puolella vanhan ulkoseinän muuraus on tasoitettu ja maalattu.

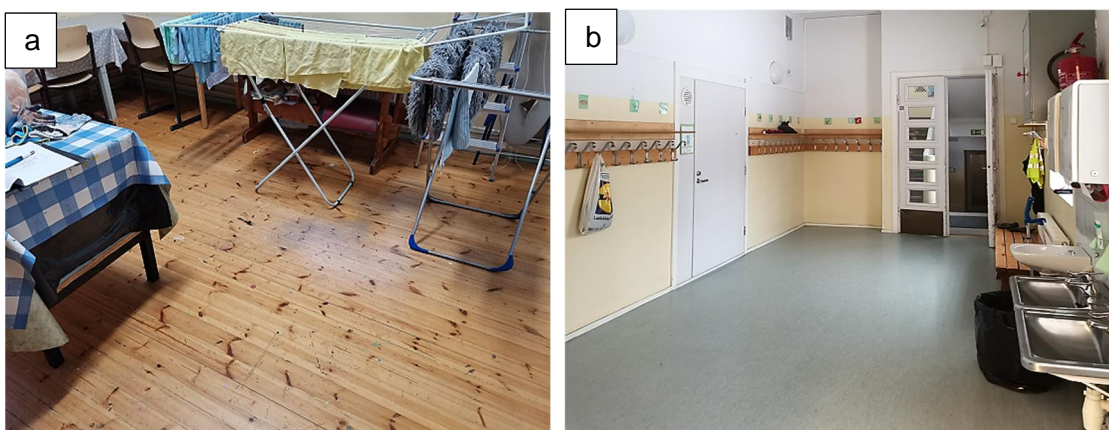
Havaintoja alkuperäisosan alapohjarakenteista ja maanvastaisista rakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.



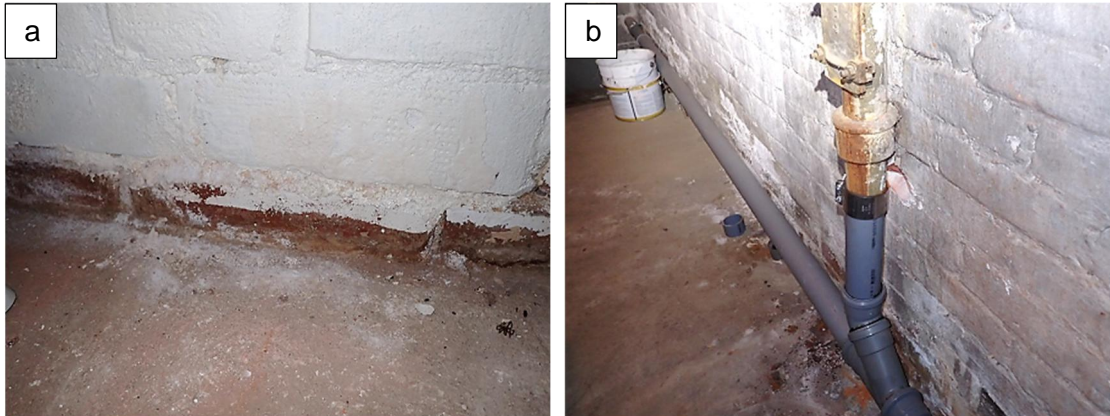
Kuvat 14 a...b. Alkuperäisosan kellarin alapohjien pinnat ovat kuluneita ja lattia halkeilee monin paikoin. Lämmönjakohuoneen lattiassa on laajalla alueella öljyn jälkiä.



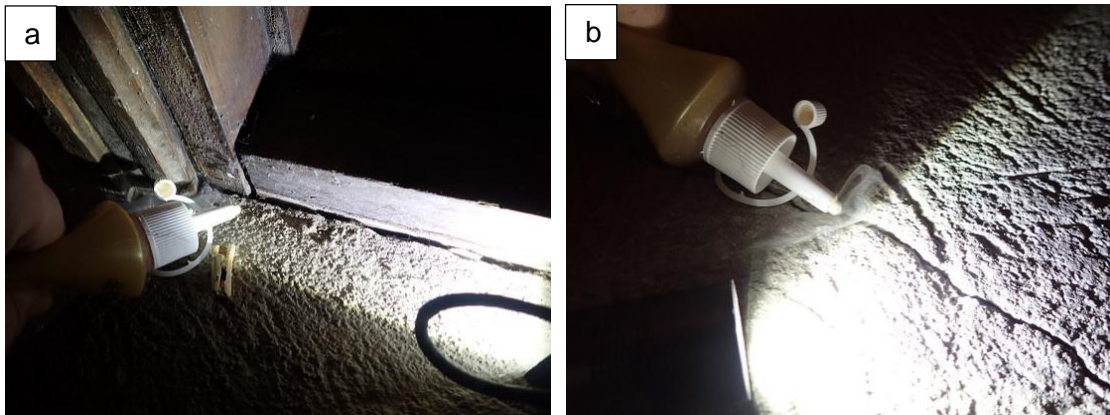
Kuvat 15 a...b. Alkuperäisosan kellarin märkätilojen lattia- ja seinäpinnat ovat ikään-tyneitä ja suihkutilan muovimaton ylösnostot ovat irronneet alustastaan. Havaintojen mukaan ylösnoston kohtaan on tehty todennäköisesti jälkeen päin pintakäsittely, mutta siihen on muodostunut halkeamia lähes koko seinän matkalle.



Kuvat 16 a... b. Ryömintätilan alueen eteläpäädyn tilojen lattioissa on alkuperäinen ponttilaudoituus, jonka pinta on hieman kulunut. Pohjoispäädyn ryömintätilan päällä olevissa tiloissa on siistikuntoinen muovimatto.



Kuvat 17 a...b. Kellarin maanvastaisten ulkoseinien ja tiiliväliseinien alimmissa tiiliriveissä esiintyy maalipintojen hilseilyä alustastaan ja paikoin kalkkihärmää. Kellarin seinien maalipinnat ovat yleisesti välttävässä kunnossa erityisesti teknisissä tiloissa.



Kuvat 18 a...b. Kellarin alapohjan pintalaatassa on runsaasti halkeamia ja ovikynnysten kohdalla on rakoja. Ko. kohdista havaittiin merkisavulla ilmavirtauksia sisätiloihin.



Kuvat 19 a...b. Kellarin maanvastaisissa ulkoseinissä on ilmatiiviyspuutteita verhomuurauksessa (kuva a) ja ikkunaliittymissä (kuva b).



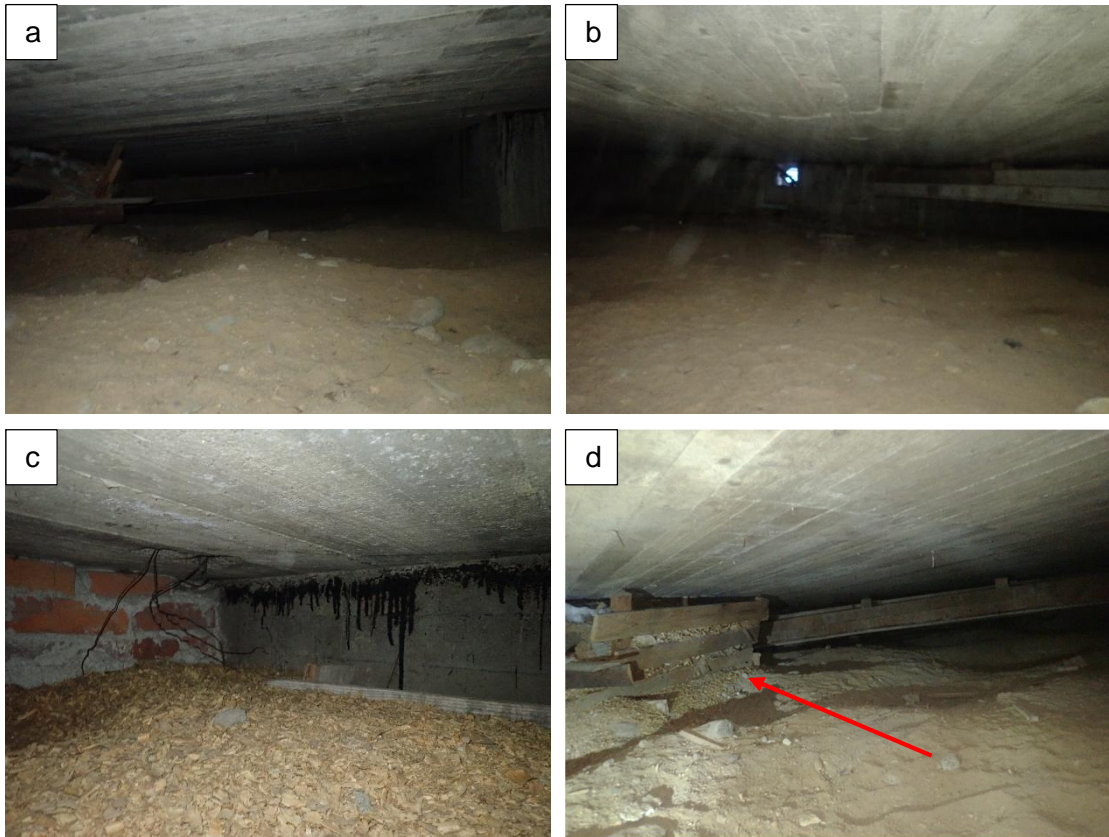
Kuvat 20 a...d. Rakennuksen pohjoispäädyn ryömintätila. Maapohja on kuivaa hienorakeista hiekkaa/savea (kuva a). Ryömintätilassa on kanavapuhallin, joka oli tutkimus-  
hetkellä pois päältä (kuva b). Ryömintätilaan pääsee lämmönjakohuoneesta olevan  
luukun kautta sekä porrashuoneen siivousskomerossa olevan luukun kautta (kuva c).  
Tilassa olevat pinnat on maalattu valkoisiksi. Vanhaa bitumisivelyä on maalipinnan alla  
(kuva d). Kellarin seinä- ja lattiarakenteiden bitumisivelyt ovat PAH-yhdistepitoisia  
(Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).



Kuvat 21 a...b. Pohjoispäädyn ryömintätilassa on vanhoja puurakenteisia putkikote-  
loita, joissa on vanhoja putkia ja kutterinlastutäytöt (kuvat a ja b). Putkieristeet ovat  
asbestipitoisia (Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).



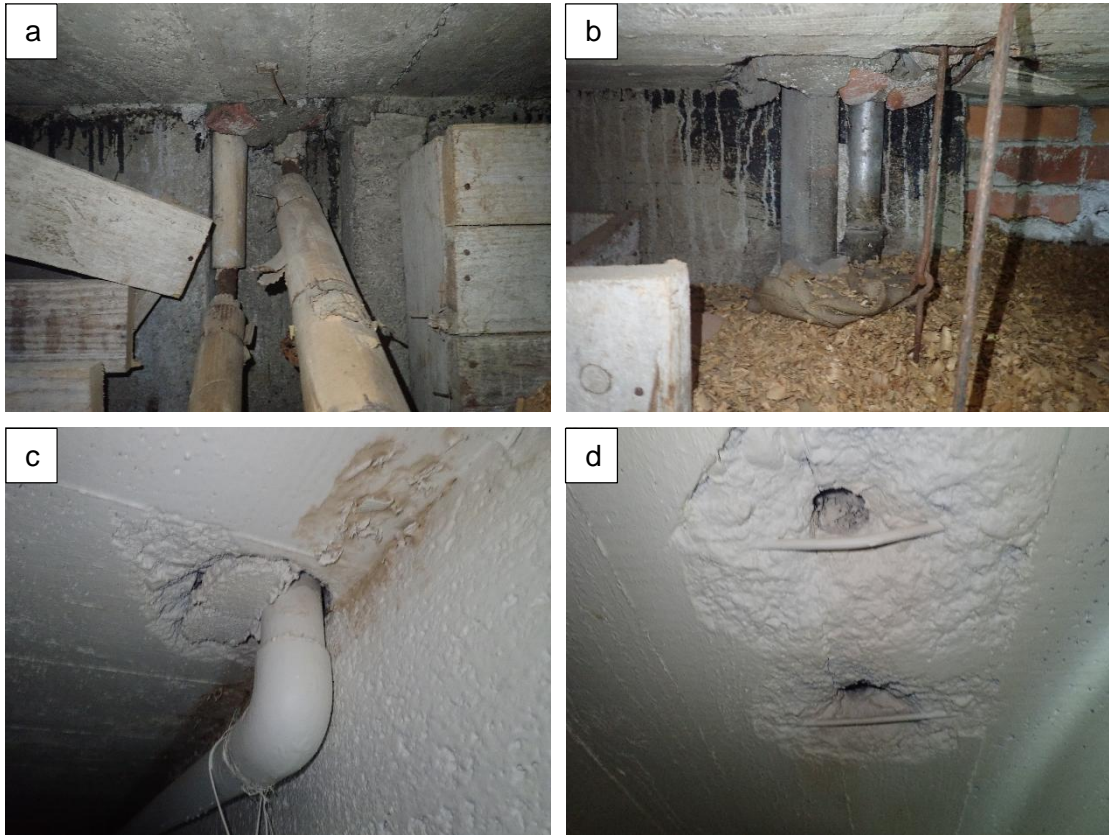
Kuvat 22 a...c. Pohjoispäädyn ryömintätilasta on ilmayhteys laajennusosan pukuhuoneen vanhaan, tiiliverhottuun ulkoseinään (nyk. väliseinä) ryömintätilan ummistamattomien tuuletusluukkujen ja ryömintätilasta johdettujen putkien kautta (kuvat a ja b). Ryömintätilasta putket tuodaan laajennusosan pukuhuoneen kuvan c levyrakenteiseen koteloon. Pukuhuoneen puolella vanhan ulkoseinän muuraus on tasoitettu ja maalattu.



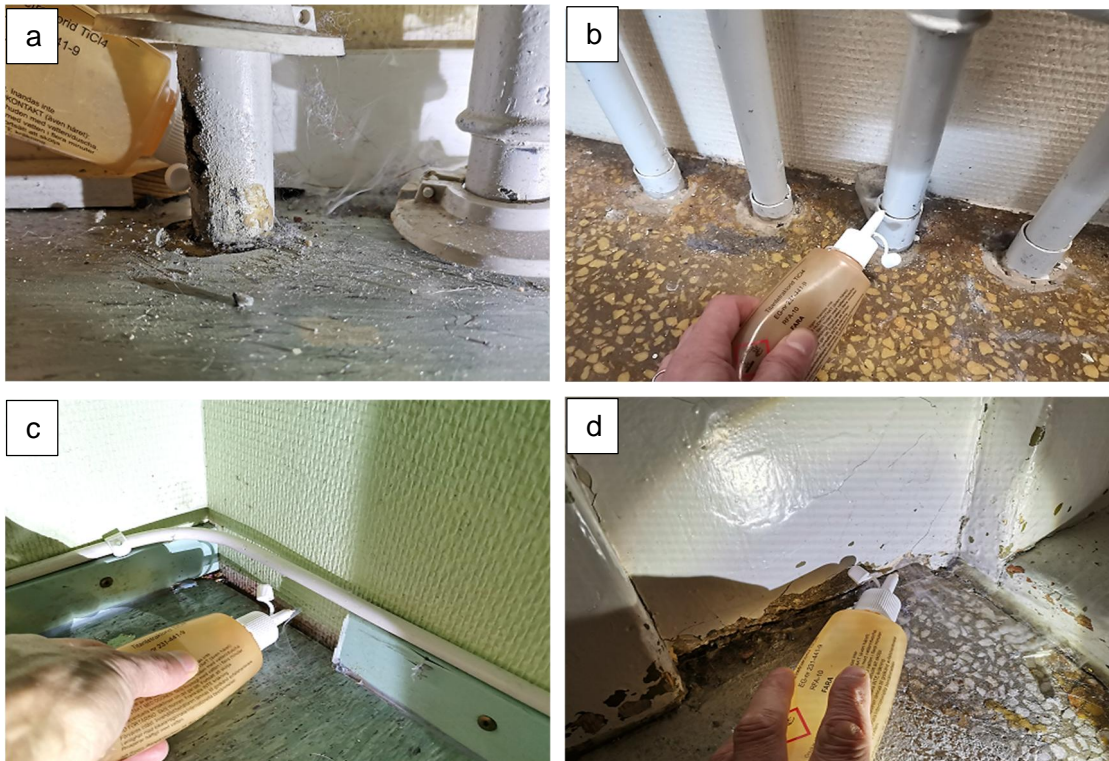
Kuvat 23 a...d. Rakennuksen eteläpäädyn ryömintätila. Maapohja on kuivaa hienora-keista hiekkaa (kuva a). Ryömintätilassa oli kolme avonaista tuuletusluukku (kuva b). Tilassa havaittiin vanhaa bitumisivelyä ja lisäksi tilassa on paljon puurakenteisia putki-koteloita, joissa vanhojen putkieristeiden lisäksi eristeenä on kutterinlastua. Osa kote-loista on kosketuksissa maapohjan kanssa (kuvat c ja d). Vanhat putkieristeet ovat asbestipitoisia (Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).



Kuvat 24 a...b. Eteläpäädyn ryömintätilaan on kulku kellarissa olevan luukun kautta. Tila on paljon matalampi, kuin pohjoispäädyn ryömintätilassa. Heti ryömintätilan luukun läheisyydessä ryömintätilan puurakenteissa havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuvat 25 a...d. Molempien ryömintätilojen katossa on useita epätiivittä läpivientejä sekä myös tiivistämättömiä vanhoja läpivientejä.



Kuvat 26 a...d. Ryömintätilojen ja kellarin päällä sijaitsevista tiloista on useita epätiivittä läpivientejä, joista todettiin merkittäviä ilmavirtauksia sisätiloihin päin. Myös seinä-lattialiittymissä havaittiin epätiivyyttä ja ilmavirtauksia sisälle päin.

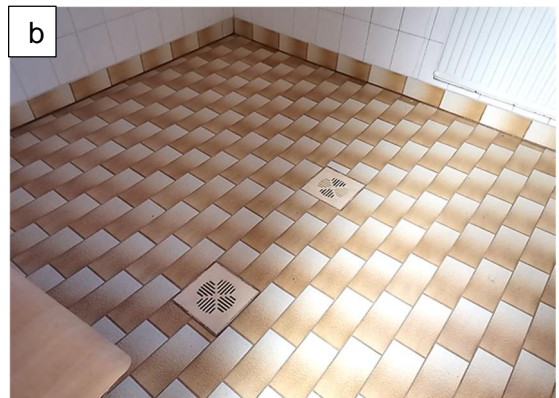
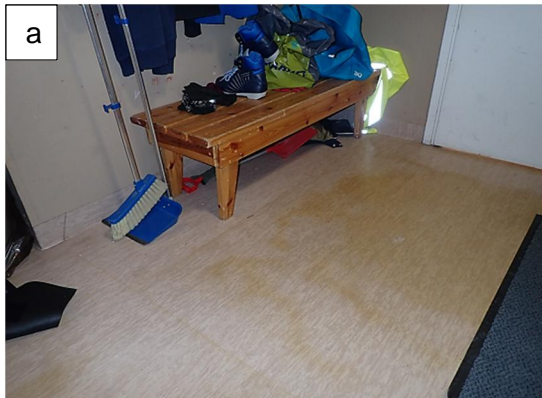


Kuvat 27 a ja b. Pohjoispäädyn siivouskomerosta suoraan ryömintätilaan johtava luukku on silmämääräisesti epätiivis. Merkkisavulla havaittiin ilmavirtaus ryömintätilasta siivouskomeroon päin. Hetkellisessä paine-eromittauksessa ryömintätila oli lievästi ylipaineinen siivouskomeroon nähden (poistoilmapuhaltimen kytkin päällä-asennossa).

### Laajennusosa

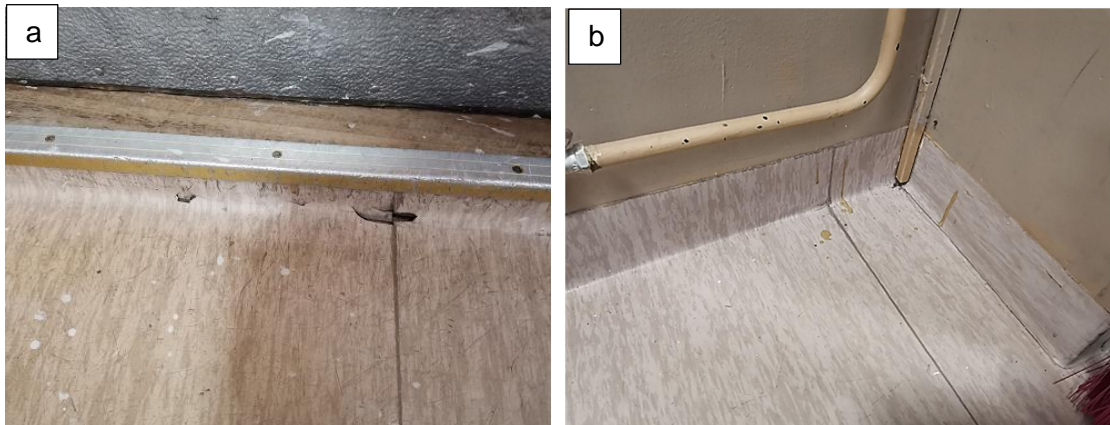
Laajennusosan alapohjan lattiapäällysteenä on osin muovimatto ja osin keraaminen laatoitus. Erityisesti muovimattopäällysteet ovat ikääntyneitä ja kuluneita ja niissä on paikoin värimuutoksia (kellastumia) sekä reikiä. Rakenneavausten perusteella alapohjan ja ulkoseinien rakenneliittymät ovat huomattavan epätiivitä. Aistinvaraisten havaintojen sekä merkkiainekokeen (kohta 6.5) perusteella alapohja on paikoin epätiivis muovimattopäällysteen vauriokohtien vuoksi.

Havaintoja laajennusosan alapohjarakenteesta on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 28 a...b. Alapohjan lattiapäällysteenä on osin muovimatto ja osin keraaminen laatoitus. Muovimattopäällysteessä on paikoin värimuutoksia (kuva a).





Kuvat 29 a...b. Alapohjan ilmatiiviyttä heikentää paikalliset muovimattopäällysteessä olevat vauriokohdat.

### 6.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

#### Alkuperäisosa

Kellarin alapohjaan tehtiin 2 kpl rakenneavauksia timanttiporaamalla ( $\varnothing$  50 mm) / piikkaamalla. Ensimmäisen kerroksen ryömintätillaisen alapohjan puukorotettuun lattiaan tehtiin 2 kpl rakenneavauksia kooltaan n. 300x300 mm. Kellarin maanvastaisiin ulkoseiniin tehtiin 2 kpl ja puurunkoiseen väliseinään 1 kpl rakenneavauksia. Lisäksi alapohjiin ja ulkoseinään tehtiin pienempiä tarkastusporauksia, joiden rakennekerrokset on esitetty kohdassa 6.1.

Rakenneavausten paikat on esitetty pohjapiirustuksissa liitteessä 1. Alla olevissa valokuvissa on selostettu alkuperäisosan rakenneavausten havainnot.



- betoni/pintavalu, 15...20 mm
- bitumisively
- betoni, 60 mm
- hiekka

Kuva 30. Rakenneavaus RAK0.1 AP kellarikerroksen varaston maanvastaiseen alapohjaan. Haitta-ainetutkimuksen (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021) materiaalinäytteen mukaan bitumisively on PAH-yhdistepitoinen ( $PAH(16)=32000$  mg/kg). Avauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavaa hajua.



- betoni/pintavalu, 55 mm
- bitumisively
- betoni, 60 mm
- hiekka

Kuva 31. Rakenneavaus RAK0.2 AP kellarikerroksen halkovaraston maanvastaiseen alapohjaan. Rakenneavauksesta havaittiin maaperäntyyppistä hajua, hiekkatäyttö on aistinvaraisesti kosteaa. Haitta-ainetutkimuksen (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021) materiaalinäytteen mukaan bitumisively on PAH-yhdistepitoinen (PAH(16)=32000 mg/kg).



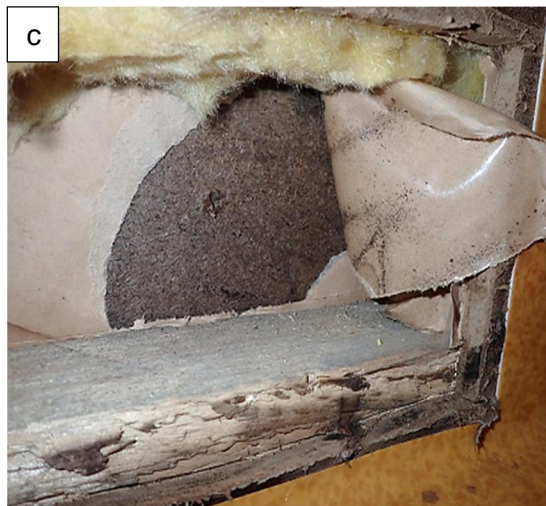
- maali
- poltettu savitiili, 130 mm
- ilmarako (osin laastitäytteinen), 15...20 mm
- bitumisively
- betoni, > 200 mm (avausta ei jatkettu)

Kuvat 32 a...c. Rakenneavaus RAK0.3 kellarikerroksen länsisivun varaston maanvastaiseen ulkoseinään sekä kosteusmittauspiste PR0.3 US MV. Seinän bitumisively jatkuu alimman tiilen alle. Haitta-ainetutkimuksen (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021) materiaalinäytteen mukaan bitumisively on PAH-yhdistepitoinen (PAH(16)=32000 mg/kg). Seinän ilmarako on alimman tiilirivin kohdalla kokonaan ja ylempänä osittain ummussa muurauslaastista. Betoniseinän sisällä havaittiin kosteusvaurioitunut muottilaudan pala. Alapohjan ja seinän liitos on ilmatiivis eikä siinä havaittu rakoa tai halkeamia. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja.



- maali
- poltettu savitiili, 130 mm
- ilmarako (osin laastitäytteinen), 15...20 mm
- bitumisively
- betoni (avausta ei jatkettu)

Kuvat 33 a...c. Rakenneavaus RAK0.4 kellarikerroksen itäisivun varaston maanvastaiseen ulkoseinään. Seinän bitumisively jatkuu alimman tilien alle, bitumin päällä on paksu tasoite-/laastikerros. Haitta-ainetutkimuksen (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021) materiaalinäytteen mukaan bitumisively on PAH-yhdistepitoinen (PAH(16)=32000 mg/kg). Avauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavaa hajua. Seinän ilmarako on alimman tiilirivin kohdalla kokonaan ja ylempänä osittain ummessa muurauslaastista.



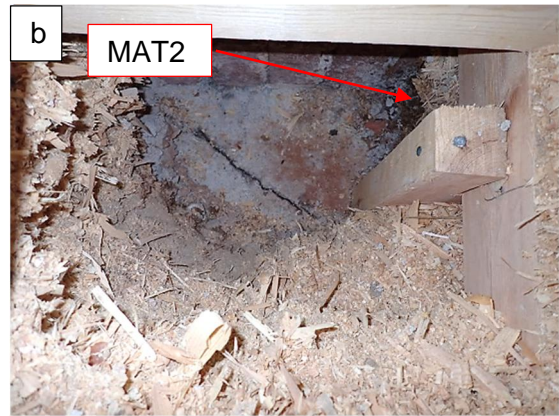
- muovimatto (ylösnosto seinälle)
- puukuitulevy, 9 mm
- puurunko/mineraalivilla, 50 mm
- ohut rakennuspaperi
- puukuitulevy (avausta ei jatkettu)  
(muovitapetti)

*Kuvat 34 a...c. Rakenneavaus RAK0.5 kellarikerroksen pukuhuoneen suihkutilan vastaiseen väliseinään. Puurunko, puukuitulevyt ja rakennuspaperi ovat alaosistaan selvästi kosteusvaurioituneita, rakennuspaperin takapinnalla on myös näkyvää mikrobikasvustoa.*



- ponttilauta, 32 mm
- rakennuspahvi
- tervapahvi, kaksinkertainen
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm
- betoni
- ryömintätila

Kuvat 35 a...c. Rakenneavaus RAK1.1 ryömintätilan yläpuoliseen puulattiarakenteeseen 1. kerroksen eteläpään käsityön luokassa. Ulkoseinän vierustalla kutterilastu on selvästi tummunutta. Puun piikkimittarilla mitattuna puurakenteiden kosteuspitoisuudet ovat normaalit (~12 paino-%). Ponttilaudoituksen aluspahvissa on vanhoja kosteusjälkiä. Paperin alla olevat tervapaperikerrokset jatkuvat avauksen kohdalla ulkoseinän sisäpinnan tasoitteen alle. Rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä MAT1 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Avauksesta ei todettu poikkeavaa hajua.



- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- lastulevy, 22 mm
- puurunko / kutterilastu, ~460 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)
- (ryömintätila)

Kuvat 36 a...c. Rakenneavaus RAK1.2 ryömintätilan yläpuoliseen lattiarakenteeseen 1. kerroksen pohjoispäädyn luokkatilassa. Ulkoseinän vierustalla kutterilastu on selvästi tummunutta. Betonialalaatan pohjalla on leveä halkeama, josta havaittiin merkittävästi ilmavirtaus sisätilaan päin. Rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä MAT2 ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta ei todettu poikkeavaa hajua.

Alkuperäisosan alapohjien täyttökerroksista otettiin 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysit laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Analyysitulokset on taulukossa 1 ja laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 1. Alapohjan materiaalinäytteiden analyysitulokset.

Näyte	Tila ja rakenne	Materiaali	Analyysitulokset ja tarkenne
1	alkuperäisosa, käsityö 1.krs, ryömintätilaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä	kutterilastu	Selvä mikrobikasvu materiaalissa <i>Homepitoisuus alle määritysrajan.</i> <i>Suuri bakteeripitoisuus ja bakteereissa myös suuri aktinomykeettipitoisuus.</i>
2	alkuperäisosa, opetustila 1.krs, ryömintätilaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä	kutterilastu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Pienet home- ja bakteeripitoisuudet</i>

### Laajennusosa

Laajennusosan alapohjaan tehtiin 2 kpl rakenneavauksia timanttiporaamalla ( $\varnothing$  50 mm) / piikkaamalla. Lisäksi alapohjaan tehtiin pienempiä tarkastusporauksia, joiden rakennekerrokset on esitetty kohdassa 6.1.

Rakenneavausten paikat on esitetty pohjapiirustuksissa liitteessä 1. Alla olevissa valokuvissa on selostettu laajennusosan rakenneavausten havainnot.



- muovimatto
- betoni, 90 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- betoni, 70 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- hiekka

Kuva 37. Rakenneavaus RAK1.3 AP pukuhuoneen PKH/N maanvastaiseen alapohjaan. Rakenneavauksessa ei todettu poikkeavia hajuja tai merkkejä vaurioista.



- keraaminen laatta, 7 mm
- tasoite, ~3 mm
- betoni, 90 mm
- solupolystyreeni (EPS), 50 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Kuva 38. Rakenneavaus RAK1.4 AP WC-tilan maanvastaiseen alapohjaan. Rakenneavauksessa ei todettu poikkeavia hajuja tai merkkejä vaurioista.

## 6.4 Kosteusmittaukset

Rakennukseen tehtiin kattava pintakosteuskartoitus alkuperäisosan kellarikerrokseen sekä laajennusosaan. Pintakosteuskartoituksessa todettiin kohonneita pintakosteuslukuja laajasti kellarikerroksen alueella. Maanvastaisten ulkoseinien ja muurattujen väliseinien alaosissa ei todettu kohonneita pintakosteuslukuja.

Liimattavien lattiapäällysteiden alapuolelta suoritettiin kosteusmittauksia (3 kpl) viiltomittausmenetelmällä. Mittauksen yhteydessä tarkasteltiin kiinnitysliiman ja lattiapäällysteen kuntoa aistinvaraisesti. Mittaukset kohdistettiin pintakosteuskartoituksessa todetulle poikkeama-alueille. Viiltomittauksien lisäksi tehtiin rakennekosteusmittauksia kolmessa mittauspisteessä rakenteiden kosteusjakaumien selvittämiseksi.

Viiltomittauksien tulokset on esitetty taulukossa 2 ja porareikämittauksien tulokset taulukossa 3. Mittauspisteiden sijainnit on merkitty liitteen 1 pohjapiirustuksiin. Aistinvaraisia havainnoita viiltomittauksista esitetty alla olevan taulukon jälkeisissä valokuvissa.

Taulukko 2: Alapohjarakenteisiin 1.3.2021 tehtyjen viiltomittausten (V1...V2) tulokset. Taulukossa  $t$  on lämpötila ( $^{\circ}\text{C}$ ), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (%) ja abs on ilman vesihöyrynsisältö ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste, tila	Mittaussyvyys	RH (%)	$t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	abs ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	mittapää (nro)	Gann
<b>V1</b> alkuperäisosa, 0.krs pukuhuone	muovimaton alta	<b>89,9</b>	15,7	12,1	H3	110
	sisäilma	37,0	16,2	5,2	H2	
<b>V2</b> laajennusosa, 1.krs pukuhuone PKH/N	muovimaton alta	74,8	19,7	12,7	H1	90
	sisäilma	26,4	18,4	4,1	H2	



Kuva 39. **V1:** Selvää kemikaalimaista hajua muovimaton tartunta alustaansa heikko. Liimassa värimuutoksia.

Kuva 40. **V2:** Lievää kemikaalimaista hajua. Maton tartunta alustaansa heikko.



Kuva 41. Alapohjan lattiapäällysteen tarkastelu kellarin pukuhuoneen viereisessä suihkutilassa. Poikkeavaa hajua, liimakerros selvästi vaurioitunut ja siinä on värimuutoksia.



Taulukko 3. Alapohjarakenteiden rakennekosteusmittausten tulokset. Porareikämittausten mittapisteeet porattiin 1.3.2021 ja mittaustulokset luettiin 4.3.2021. Taulukossa on esitetty lämpötila (t), suhteellinen kosteus (RH) ja ilman kosteussisältö (abs). Mittauspisteessä PR1.1 alapohjan hiekkatäyttöön tehtiin lisäksi hetkellinen kosteusmittaus, jonka tulokset on esitetty suluissa. Hetkellinen mittausta on suuntaa antava.

Mittapiste	Mittauskohta	RH [%]	t [°C]	Abs [g/m <sup>3</sup> ]	Mittapää (nro)
<b>PR0.1 AP</b> alkuperäisosa, kellarivarasto, maanvastainen alapohja	sisäilma	31,2	14,0	3,8	TA4
	30 mm, betoni	86,5	14,5	10,7	TA1
	60 mm, betoni	91,5	14,3	11,3	TA2
	>85 mm, hiekka	97,0	14,1	11,8	TA3
<b>PR1.1 AP</b> laajennusosa, PKH/N, maanvas- tainen alapohja	sisäilma	19,5	17,8	2,9	TA14
	30 mm, betoni	71,4	19,0	11,7	TA11
	60 mm, betoni	76,0	19,1	12,5	TA12
	130 mm, EPS (~260 mm, hiekka)	84,0 (98,2)	19,1 (18,8)	13,8 (14,8)	TA13 (H2)
<b>PR0.3 US MV</b> alkuperäisosa, kellarivarasto, maanvastainen ulkoseinä	sisäilma	49,9	11,8	5,2	TA8
	50 mm, betoni	89,4	11,6	9,3	TA5
	90 mm, betoni	88,2	11,1	8,9	TA6
	200 mm, betoni	99,1	10,5	9,6	TA7

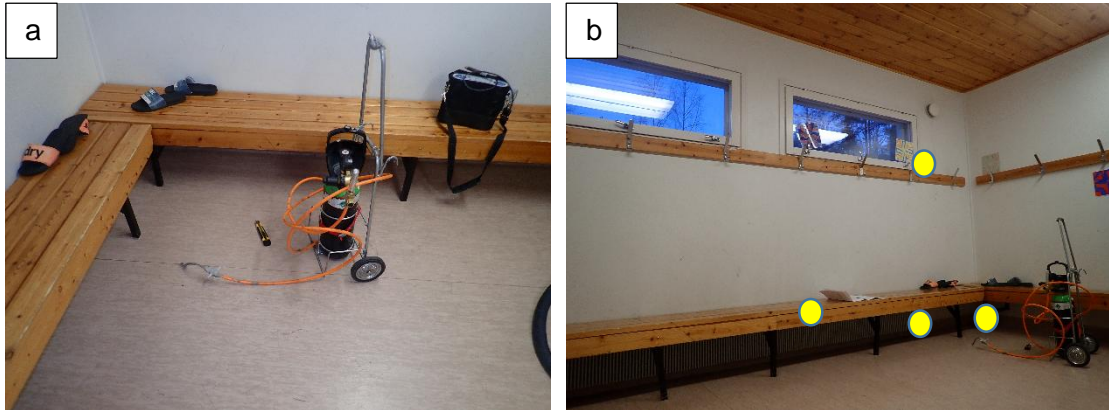
## 6.5 Merkkiainekoe

Merkkiainekoe suoritettiin laajennusosan alapohjarakenteeseen, tyttöjen pukuhuoneeseen. Tarkempi sijainti on esitetty liitteen 1 pohjapiirustuksessa.

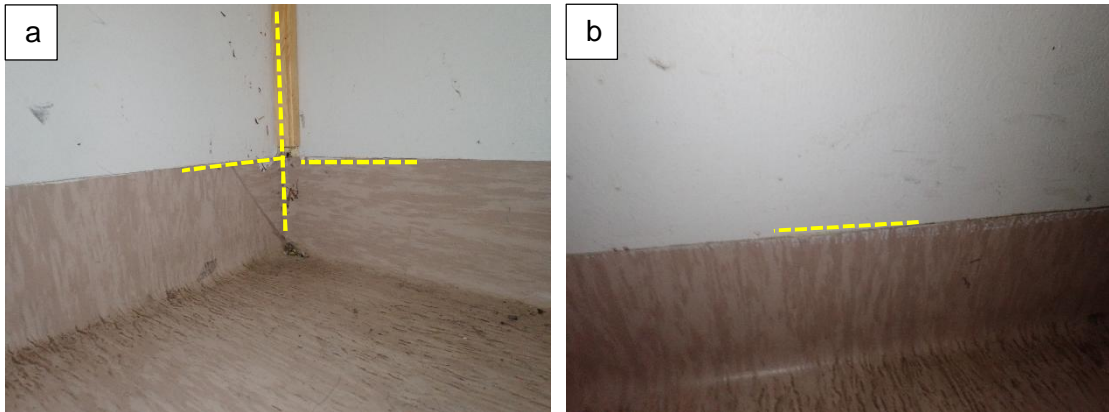
Merkkiainekokeella (MA1 AP) tutkittiin alapohja- ja ulkoseinäarakenteen ilmatiiveyttä. Merkkiainekoetta varten tila alipaineistettiin Retrotec-puhaltimen avulla 10 Pa alipaineeseen alapohjarakenteen eristetilaan nähden. Kokeessa merkkiainekaasua syötettiin alapohjarakenteen eristetilaan virtausnopeudella 5 l/min noin 4 min ajan, jolloin syötetyn kaasun kokonaismäärä eristetilassa oli noin 20 litraa. Merkkiainekokeen toteutustapa, sijainti ja havaitut ilmanvuotokohdat on esitetty seuraavissa kuvissa.



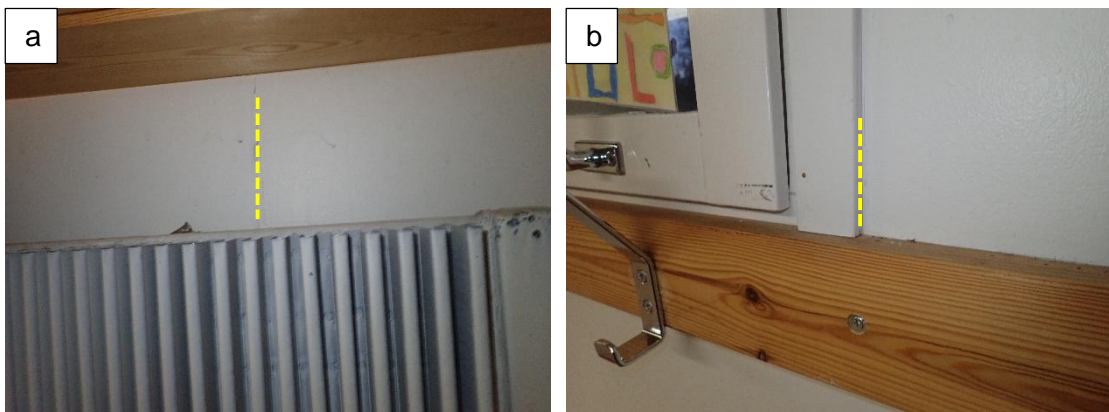
Kuvat 42 a...b. Merkkiainekokeen MA1 AP mittaussjärjestelyt. Tila alipaineistettiin Retrotec-puhaltimen avulla noin 10 Pa alipaineiseksi alapohjarakenteen eristetilaan nähden.



Kuva 43 a...b. Merkkiainekoe MA1 AP. Merkkiainekaasua syötettiin alapohjarakenteen eristetilaan. Ilmavuotoja havaittiin kuvassa (b) keltaisilla pisteillä merkityissä kohdissa. Vuotokohdat on tarkemmin esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 44 a...b. Merkkiainekoe MA1 AP. Ulkoseinän ja väliseinän sekä lattiarakenteen liittymässä havaittiin keltaisella katkoviivalla merkityissä kohdissa merkittävää ja laaja-alaista ilmavuotoa (a). Lattiamaton ylösnostossa havaittiin keltaisella katkoviivalla merkityissä kohdissa vähäistä ilmavuotoa (b).



Kuvat 45 a...d. Merkkiainekoe MK2. Kipsilevyn halkeamassa patterikiinnikkeen kohdalla havaittiin keltaisella katkoviivalla merkityissä kohdissa vähäistä ilmavuotoa (a). Ikkunan ja ulkoseinärakenteen liitoksessa havaittiin keltaisella katkoviivalla merkityissä kohdissa voimakasta ilmavuotoa (b).

## 6.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

### Alkuperäisosan maanvastainen alapohja, kellarin ulkoseinät ja väliseinät

Kellarikerroksen maanvastaiseen alapohjaan kohdistuu tutkimusten perusteella kosteusrasitusta maaperästä, mutta rakenne pääsee pääosin kuivumaan sisätiloihin, sillä kellarissa ei ole laajamittaisesti käytetty vesihöyrytiivittä pintamateriaaleja. Alkuperäinen bitumivedeneriste on ylittänyt teknisen käyttöikänsä eikä sen voida olettaa toimivan luotettavana kosteuden nousua katkaisevana kerroksena. Alapohjan alla oleva hienorakeinen hiekkatäyttö nostaa kosteutta betonilaattaan kapillaarisesti. Kellaritilojen kynnykset ovat puurakenteisia ja ne voivat vaurioitua kosteusrasituksen seurauksena.

Aistinvaraisten ja muiden havaintojen perusteella kellarin alapohjan ilmatiiveys on kohtalainen. Havaintojen mukaan alapohjan pintabetonilaatta on valettu muurattuja ulkoja väliseinärakenteita vasten, mikä parantaa rakenneliittymien ilmatiiviyttä. Lisäksi alapohjalaatan bitumisively jatkuu todennäköisesti pääosin yhtenäisenä ulkoseinille. Kynnyksissä ja halkeamissa havaitut halkeamat ja raot rajoittuvat pintabetonilaattaan. Vaikka ilmayhteys maaperästä kellarikerrokseen todettiin kohtalaisen vähäiseksi, voi rakenteesta kulkeutua PAH-yhdisteitä sisäilmaan, sillä alapohjan (ja ulkoseinän) bitumisively sisältää korkeita pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Lämmönjakohuoneen alapohjaan on lisäksi aistinvaraisen havainnon mukaan imeytynyt öljyä, joten alapohjan rakennekerrokset ovat todennäköisesti ko. alueelta öljyhiilivetyypilaantuneita.

Kellarin sauna- ja pesutilojen seinä- ja lattiarakenteissa havaittiin runsaasti kosteusteknisiä puutteita ja niistä aiheutuneita rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioita. Väliseinien ja lattian vedeneristeenä toimivien muovimattojen- ja tapettien tekninen käyttöikä on ylittynyt ja niissä on vesitiiviyspuutteita, jotka mahdollistavat kosteuden pääsyn rakenteisiin. Lisäksi kellarikerroksessa maaperästä kohdistuu kosteusrasitusta alapohjaan ja kosteus tiivistyy vesihöyrytiivisiin muovimaton alapintaan vaurioittaen lattiapäällysteitä ja -liimoja. Väliseinien puurungot on asennettu suoraan alapohjan betonilaatta vasten, jolloin kosteus pääsee nousemaan seinien alaosiin vaurioittaen niitä.

Rakennuksen maanvastaisiin betoniulkoseiniin kohdistuu mittausten ja havaintojen perusteella kosteusrasitusta todennäköisesti sekä perustuksien kautta nousemalla että ulkopuolelta. Ulkoseinärakenne on vedeneristetty ulkopuolelta perusmuurilevyillä, mutta levyjen asennuksissa todettiin kosteusrasitusta lisääviä puutteita (ks. luku 5). Maanvastaisten ulkoseinien verhomuurausten sekä tiiliväliseinien alaosissa havaitut pinnoitevauriot viittaavat rakenteeseen kohdistuneeseen korkeaan kosteusrasitukseen. 2000-luvulla tehty salaojitus on todennäköisesti jossain määrin vähentänyt ulkoseinien ulkopuolista kosteusrasitusta, sillä verhomuurausten ja väliseinien alaosissa ei todettu tutkimusajankohtana laaja-alaisesti kohonneita pintakosteuslukemia. Lisäksi maalikerrosten rapistuminen on todennäköisesti tehostanut rakenteen kuivumista sisätiloihin.

Maanvastaisessa ulkoseinässä on muurauksen takana vanha bitumisively, jossa on todettu korkeita PAH-yhdistepitoisuuksia. Materiaalista voi kulkeutua sisäilmaan sekä hiukkasmaisia että kaasumaisia epäpuhtauksia, mihin viittaa myös kellaritiloissa tehdyt hajuhavainnot. Maanvastaisten ulkoseinien sisäpuolinen muuraus on yleisesti epätiivis mm. muuraussaumojen kohdalta. Kellaritilat ovat käyttötarkoitukseltaan toissijaisia varasto- ja tekniikkatiloja, mutta tilat ovat ilmayhteydessä ylempien kerrosten sisäilmaan välipohjan epätiivien läpivientien ja porrashuoneiden kautta.

Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä kellaritilojen ilmayhteyden rajoittamista käytössä oleviin tiloihin painesuhteiden hallinnalla ja ilmavuotokohtien tiivistyksellä (ks. myös luku 10). Mikäli kellaritilat ovat vähäisellä tai toissijaisella käytöllä, eikä tiloja ole

tarkoitus ottaa aktiiviseen käyttöön, eivät raskaat korjaustoimenpiteet ole välttämättömiä. Kellaritilojen alapohjan korjaaminen kosteusteknisesti toimivaksi vaatii käytännössä alapohjarakenteiden uusimista kokonaisuudessaan. Maanvastainen ulkoseinärakenne voidaan puolestaan korjata raskaammin purkamalla sisäkuori ja vanhat bitumisivelyt sekä vähentämällä ulkopuolista kosteusrasitusta kappaleen 5 mukaisesti. Korjaustapa suositellaan valitsemaan tilojen käyttötarkoituksen sekä muille rakennosille valitun korjauslaajuuden perusteella. Jos tiloja käytetään aktiivisesti ja/tai rakennus peruskorjataan kauttaaltaan, suosittelemme raskaampaa korjausvaihtoehtoa. Vanhat sauna- ja pesutilat, vaurioituneet seinäpinnoitteet ja puurakenteiset kynnykset suositellaan purkamaan pois viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

### Alkuperäisosan ryömintätilaiset alapohjat

Osa alkuperäisosan alapohjasta on toteutettu tuulettuvana ryömintätilaisena betonirakenteena. Ryömintätilassa vallitseviin olosuhteisiin vaikuttaa erityisesti maapohjan kosteustuotto, ryömintätilan tuulettuvuus sekä ulkoilman olosuhteet (vuodenaika). Tutkimusajankohtana ryömintätilojen maapohjat olivat pääosin siistejä ja kuivia. Ryömintätilan maapohja on havaintojen perusteella hienojakoista ja kapillaarisesti kosteutta nostavaa. Ryömintätiloissa on puurakenteisia, kutterilastulla täytettyjä putkikoteloita, jotka voivat vaurioitua kosteuden seurauksena. Osa koteloista on havaintojen mukaan kosketuksissa maapohjan kanssa. Kokonaisuutena ryömintätilojen kosteustekninen toiminta arvioitiin välttäväksi/tyydyttäväksi.

Pohjoispäädyn ryömintätilassa on kanavapuhallin, joka oli tutkimushetkellä pois päältä. Hetkellisen paine-eromittauksen perusteella ryömintätila oli lievästi ylipaineinen pohjoispäädyn siivouskomeroon nähden. Jatkuvatoimisen paine-eromittauksen mukaan eteläpäädyn ryömintätila on ajoittain ylipaineinen yläpuolisiin tiloihin nähden. Molemmilla ryömintätiloissa havaittiin epätiivittä läpivientejä alapohjarakenteen läpi, jolloin ryömintätilan epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Pohjoispäädyn ryömintätilasta havaittiin ilmayhteys myös laajennusosan pukuhuoneen väliseinään (vanhaan ulkoseinään) ja levyrakenteiseen koteloon vanhojen, ummistamattomien tuuletusluukkujen ja ryömintätilasta johdettujen putkien kautta.

Ryömintätilan päällä on alalaattapalkistoissa täyttökerroksena kutterinlastua. Materiaalinäytteiden perusteella täyttökerroksissa on ainakin paikallisia mikrobikasvustoja. Kosteus- ja mikrobivaurioherkkiin täyttökerrokseen on saattanut aikanaan kulkeutua kosteutta esimerkiksi siivousvesistä tai rakennusaikaisesta kosteudesta. Näytteiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella täyttökerrokseen on todennäköisesti päässyt tiivistymään ajoittain sisäilman kosteutta ulkoseinien vierustoilla. Puulattiarakenteen ilmatiiveys yläpuolisiin tiloihin nähden on rakenneliittymien ja läpivientien osalta heikko, joten epäpuhtauksia voi kulkeutua ryömintätilasta ja täyttökerroksista sisäilmaan. Eteläpäädyn käsityöluokkien ponttilautapintaiset lattiarakenteet ovat muovimatolla päällystettyihin lattioihin verrattuna epätiivimpiä, mutta toisaalta rakenteessa olevat pahvi-kerrokset estävät jossain määrin suoran ilmayhteyden ponttilautojen välistä.

Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä molempien ryömintätilojen ilmayhteyden rajoittamista käytössä oleviin tiloihin painesuhteiden hallinnalla (koneellinen alipaineistus) sekä lattiarakenteiden liittymien ja kaikkien läpivientien tiivistyksellä. Ilmatiiveyden parantaminen ja koneellinen alipaineistus vaativat IV-suunnittelua. Myös vanhat ryömintätilan tuuletusluukut ja tekniikkaläpivienti suositellaan tiivistämään, jotta epäpuhtauksia ei kulkeudu ryömintätilasta laajennusosan puolelle.

Puurakenteiset putkikotelot vanhoine putkieristeineen ja kutterilastutäyttöineen suositellaan poistamaan ryömintätiloista viimeistään peruskorjauksen yhteydessä. Samassa yhteydessä hienojakoiset täyttömaat suositellaan vaihtamaan. Putkikoteloiden purku-työissä on huomioitava, että vanhat putkieristeet sisältävät asbestia.

### Laajennusosan alapohja

Havaintojen ja kosteusmittausten perusteella laajennusosan maanvastaiseen kaksoislaatta-alapohjaan ei kohdistu maaperästä merkittävää kosteusrasitusta eikä alapohjassa todettu viitteitä lattiapäällysteiden kosteusvaurioitumisesta. Runkobetonilaatan alla oleva lämmöneriste vähentää kosteuden siirtymistä kapillaarivoimien ja diffuusion vaikutuksesta, mikä puolestaan vähentää rakenteen vaurioitumisriskiä. Laattojen välissä oleva solupolystyreenieriste ei ole itsessään herkästi mikrobivaurioituva materiaali, mutta eristekerrokseen voi kertyä mikrobeja maaperästä esimerkiksi rakenneliittymien kautta. Tutkimusten perusteella laajennusosan alapohja on epätiivis ulkoseinien ja pintabetonilaatan liitoskohdissa, mikä ilmenee leveinä rakoina ko. rakenneliitoksissa. Alapohjan muovimattopäällyste ylösnostoineen kuitenkin parantaa alapohjan ilmatiiviyttä merkittävästi. Havaintojen ja merkkiainekokeen perusteella alapohjassa on pienialaisia ilmatiiviyyspuutteita kohdissa, joissa muovimattopäällysteessä on ikäänymisen aiheuttamia vaurioita.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tai lattiapäällysteiden uusimisen yhteydessä suositellaan parantamaan laajennusosan alapohjan ilmatiiviyttä kattavasti. Korjauksessa tulisi ottaa huomioon myös ulkoseinille esitetyt toimenpidesuositukset (luku 7).

## 7 Ulkoseinät, väliseinät ja ikkunat

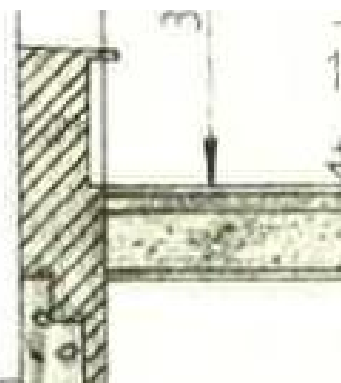
### 7.1 Rakenteet

#### Alkuperäisosa

Ulkoseinät ovat alkuperäisellä osalla massiivitiilirakenteisia. Ulkoseinien kokonaispaksuus on noin 500 mm. Julkisivut ovat rapattuja ja maalattuja.

Väliseinärakenteet ovat pääasiassa alkuperäisiä muurattuja väliseiniä. Osa alkuperäisistä seinistä on ns. kaksoisseinärakenteita, joissa muurausten välissä on ilmarako. Yksittäisten WC-tilojen väliseinät ovat lastulevyrakenteisia väliseiniä.

Ote suunnitelma-asiakirjoista on esitetty alla.



Kuva 46. Alkuperäisosan ulkoseinärakenteen leikkaus. Oriveden kunta, Hirsilän ala-aste muutostyö, 1978.

Alkuperäisen osan ulkoseiniin tehtiin 14 kpl ja väliseiniään 1 kpl rakenneavauksia po-raamalla Ø 16 mm reikiä. Ulkoseinäporaukset lopetettiin n. 400 m syvyyteen sisäpin-nasta. Lisäksi tehtiin 3 kpl isompia rakenneavauksia patterisyyvennyksiin. Avauksia tar-kasteltiin sekä endoskoopilla ja tarpeen mukaan hieman isommista porauksista. Li-säksi ikkuna- ja oviliittymiin tehtiin 4 kpl rakenneavauksia, joista tarkasteltiin rakenne-liittyminen toteutustapaa ulkoseinärakenteeseen.

Ulkoseinärakenne yleisesti ns. normaaleilla seinäosilla on tarkastusporausten PR1.3 US, PR1.6 US, PR1.8 US/VS, PR1.10 US, PR2.2 US, PR2.3 US, PR2.6 US (Ø 16 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- tasoite, ~10...20 mm
- tiili, ~280 mm
- ilmaväli, ~100 mm
- tiili (avausta ei jatkettu)

Ulkoseinärakenne eteläpäädyn 1. kerroksen käsityön tilassa, patterisyvennyksen kohdalla on tarkastusporausten PR1.4...1.5 US (Ø 16 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- tasoite, ~5 mm
- kevytsoraharkko, ~100 mm
- tiili, > 300 mm (avausta ei jatkettu)

Ulkoseinärakenne patterisyvennyksen kohdalla (useat tilat) rakenneavausten RAK1.5 US / PR1.7 US, PR2.1 US, PR2.4 US, PR2.7 US (Ø 16/50 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- tasoite, ~20 mm
- reikätiili, ~80 mm
- ilmaväli, ~40 mm
- tiili (avausta ei jatkettu)

Ulkoseinärakenne 1. kerroksen opettajainhuoneessa, itäisivulla ikkunan alla on tarkastusporausten PR1.9 US (Ø 16 mm, h=68) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- tasoite, ~10 mm
- tiili, > 390 mm (avausta ei jatkettu)

Ulkoseinärakenne eteläpäädyn ummistettujen patterisyvennysten kohdalla rakenneavausten RAK2.1...2.2 US mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- vaneri, 15 mm
- puurunko / tyhjä tila, 90 mm
- solupolystyreeni, 50 mm
- ilmaväli, 25 mm
- tasoite, ~15 mm
- tiili (avausta porattiin 400 mm syvyyteen)

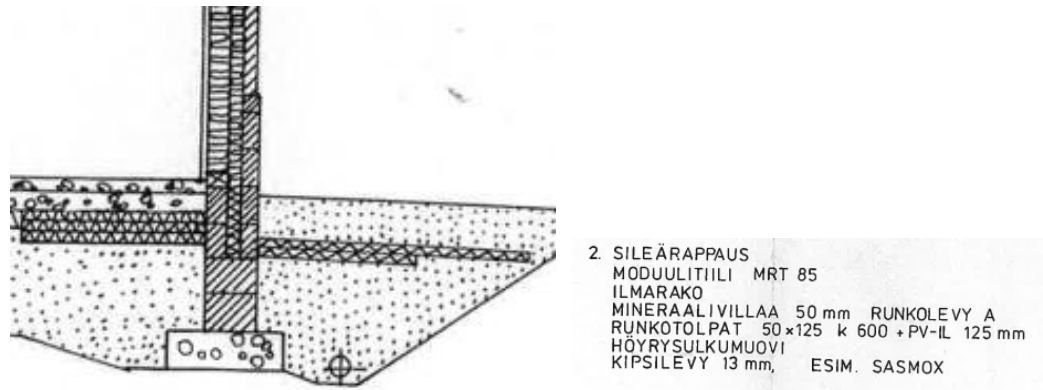
Väliseinärakenne 2. kerroksen luokkatilojen välillä on tarkastusporausten PR2.5 VS (Ø 16 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- tasoite, ~5 mm
- tiili, ~130 mm
- ilmaväli, 160 mm
- tiili, 130 mm
- tasoite

### Laajennusosa

Laajennusosalla ulkoseinät ovat puurakenteisia ja ne tukeutuvat kevytsoraharkkorakenteisten sokkelien varaan. Julkisivumateriaalina on rapattu ja maalattu kevytsoraharkko. Rakenneavausten havaintojen perusteella ulkoseinärakenteen alaohjauspuu sijaitsee lähes maanpinnan tasolla eli on ns. valesokkelirakenteinen. Ulkoseinien sisäpinnat ovat puukuitukipsilevytettyjä.

Ote laajennuksen suunnitelma-asiakirjoista on esitetty alla.



Kuva 47. Laajennusosan ulkoseinärakenteen leikkaus. Oriveden kaupungin tekninen osasto, Hirsilän koulun laajennus, 1987.

Laajennusosan ulkoseiniin tehtiin 2 kpl rakenneavausta kooltaan noin 300x300 mm.

Ulkoseinärakenne itäsivun eteisessä sekä pohjoispäädyn varastotilassa on rakenneavausten RAK1.8...1.9 US (n. 300 x 300 mm) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maalattu puukuitukipsilevy, 10 mm
- höyrynsulkumuovi
- puurunko / kivivilla, 125 mm  
(alaohjauspuun alla mineraalivilla ja sen alla bitumikermi)
- ilmasulkupaperi
- ilmaväli, 20...25 mm
- kevytsoraharkko (avausta ei jatkettu)

## 7.2 Havainnot

### Alkuperäisosa

Alkuperäisen osan julkisivut ovat rapattuja ja maalattuja. Julkisivu on tuulettumaton. Maasta käsin julkisivuissa ei havaittu kosteusjälkiä tai muita merkkejä vaurioitumisesta ja julkisivupinnat ovat silmämääräisesti pääosin hyväkuntoisia. Ulkoseinärakenteen patterisyvennykset on ummistettu pääosin muuraamalla (reikätiili, kevytsoraharkko). Peitemuurausten takana havaittiin paikoin ilmaväli (~20...30 mm) ennen alkuperäistä tiilirakennetta. Osa patterisyvennyksistä on peitetty puukoolauksella ja vanerilevyillä. Lisäksi syvennykseen on liimattu uretaanivaahdolla 50 mm EPS-eristelevy, jonka takana, ennen alkuperäistä pintaa on ~25 mm ilmaväli. Sisäpuolisessa tarkastelussa ulkoseinien sisäpinnat olivat hyväkuntoisia, eikä niissä havaittu viitteitä vaurioista. Sokkelissa havaittiin vähäisiä halkeamia ja paikoin maalipinnan hilseilyä.

Ikkunoiden vesipellitykset ovat vanhoja, mutta niiden kallistukset ja vesitiiviys havaittiin pääosin toimiviksi. Vesipeltien liittymät ovat reunoiltaan julkisivurappausten alla.

Ikkunat ovat alkuperäisiä puurakenteisia, kaksilasisia ja -puitteisia puuikkunoita. Ikkunoiden ja ulkoseinien rakenneliittymien ilmatiiveys arvioitiin aistinvaraisten ja muiden havaintojen perusteella hyväksi. Ikkunatiivisteet ja monin paikoin myös ikkunoiden puurakenteiden pinnat ovat huonokuntoisia, ikkunoiden maalipinta hilseilee ja lohkeilee voimakkaasti. Yksittäisten ikkunoiden ulkopuitteissa on havaittavissa alkavaa puuosien pehmenemistä. Ikkunakarmien ja ulkoseinärakenteen välissä tilkkeenä on rakennevausten perusteella käytetty pellavarivettä. Yksittäisissä toisen kerroksen ikkunapenkeissä havaittiin metallisten tuuletusritilöiden kautta ilmayhteys ulkoseinän sisälle.

Alkuperäisosan ulkoseiniin ja ikkunoihin liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



*Kuvat 48 a...d. Yleiskuvia rakennuksen julkisivuista. Alkuperäisosalla ulkoseinärakenne on massiivitiilirakenteinen ja laajennusosalla puurunkoisen ulkoseinärakenteen julkisivumateriaalina on kevytsoraharkko. Molempien rakennusosien julkisivut ovat rappuja ja maalattuja.*





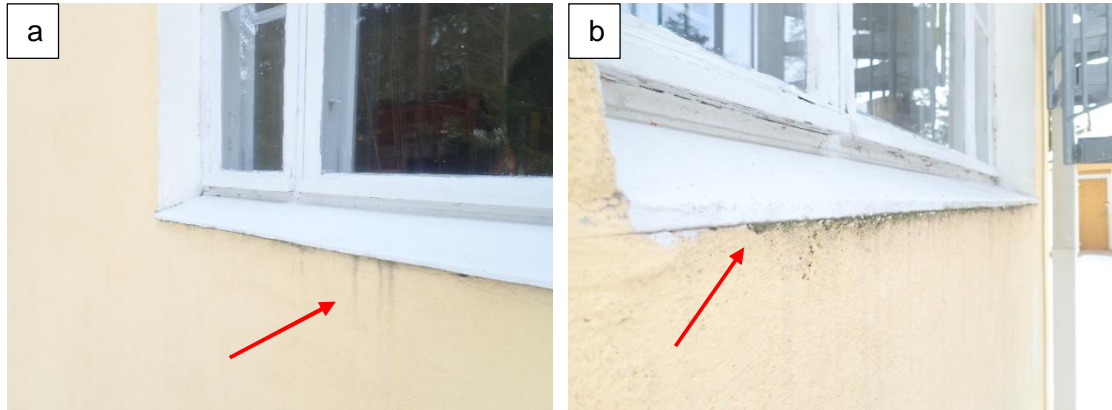
Kuvat 49 a...b. Alkuperäisosan idänpuoleisella julkisivulla oleva parveke. Silmämääräisesti maan tasolta tarkasteluna parvekerakenteiden pinnat vaikuttavat paikoin likaantuneilta ja huonokuntoisilta. Parvekkeen ulko-ovi oli lukossa, joten tutkimushetkellä parvekkeelle ei päästy. Parvekekaiteen yläpinta sekä parvekelaatta ovat myös likaantuneita ja silmämääräisesti tarkasteluna huonokuntoisia.



Kuvat 50 a...b. Alkuperäisellä osalla sokkeli on pääosin hyväkuntoinen. Paikoin on havaittavissa vähäistä värjäytymistä sekä yksittäisiä rappauksen pintahalkeamia ja maapinnan hilseilyä.



Kuvat 51 a...b. Alkuperäisellä osalla ikkunapellitysten kaadot ovat jyrkkiä. Ikkunarakenteissa havaittiin ainoastaan vähäisiä vesitiiviyspuutteita.



Kuvat 52 a...b. Ikkunoiden vesipellitykset ovat paikoin lyhyet, mikä lisää julkisivun kosteusrasitusta.



Kuvat 53 a...d. Ikkunoiden puuosissa havaittiin monin paikoin maalipintojen voimakasta hilseilyä ja ulkopuolteissa paikoin alkavaa puuosien pehmenemistä (kuva c). Ikkunatiivisteet ovat huonokuntoisia. Useissa ikkunoissa oli käytetty tiivistysteippiä ilma-  
vuotojen estämiseen. Ikkunaliittymien ilmatiiveys ulkoseinärakenteeseen on havaintojen, merkkinavutarkasteluiden ja merkkiainekokeen perusteella varsin hyvä.



*Kuvat 54 a...b. Yksittäisissä toisen kerroksen ikkunapenkeissä havaittiin metallisten tuuletusritilöiden kautta ilmayhteys ulkoseinän sisälle. Tutkimushetkellä ei havaittu ilmavirtauksia sisälle päin.*



*Kuva 55. Hätäpoistumistie 2. kerros. Hätäpoistumistien edusta on täynnä tavaraa.*

### **Laajennusosa**

Laajennusosan rapatussa ja maalatussa julkisivussa havaittiin useita pitkiä pystysuuntaisia halkeamia. Myös sisäpintojen levytyksissä havaittiin useita pystysuuntaisia halkeamia, myös märkätilojen laatoitetuissa seinissä. Muilta osin seinäpinnat olivat siistit eikä niissä havaittu vaurioon viittaavia merkkejä.

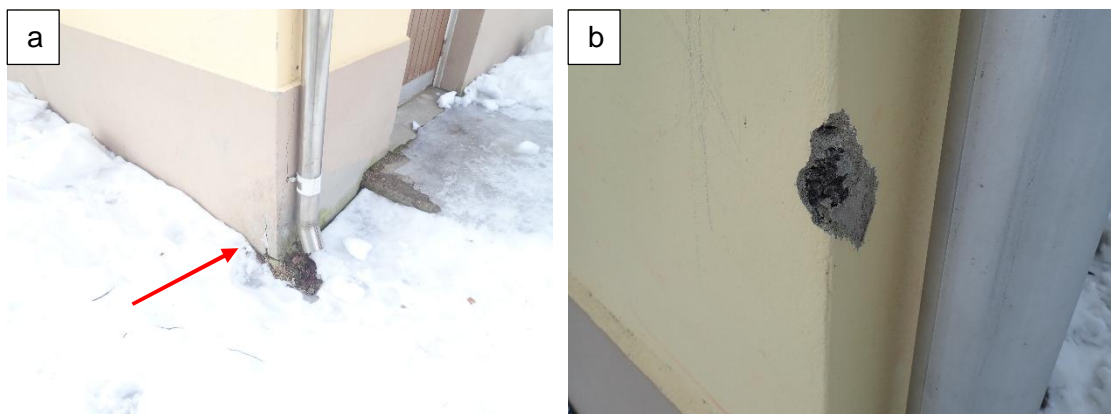
Laajennusosan vesipellitysten kaadot ovat hyvät, mutta pellitysten nurkissa ja paikoin ikkunaliittymissä havaittiin vesitiiviyspuutteita.

Ikkunat ovat puurakenteisia kolmelasisia MSK-tyyppisiä ikkunoita. Ikkunarakenteiden liittymien ilmatiiveydessä on rakenneavausten ja muiden havaintojen perusteella merkittäviä puutteita. Liittymät on tiivistetty uretaanivaahdolla ja vaahdotuksen ylimääräiset purseet on leikattu pois. Ulkoseinän höyrynsulkumuovi katkeaa ikkunakarmin kohdalle eikä sitä ole liitetty ikkunarakenteeseen.

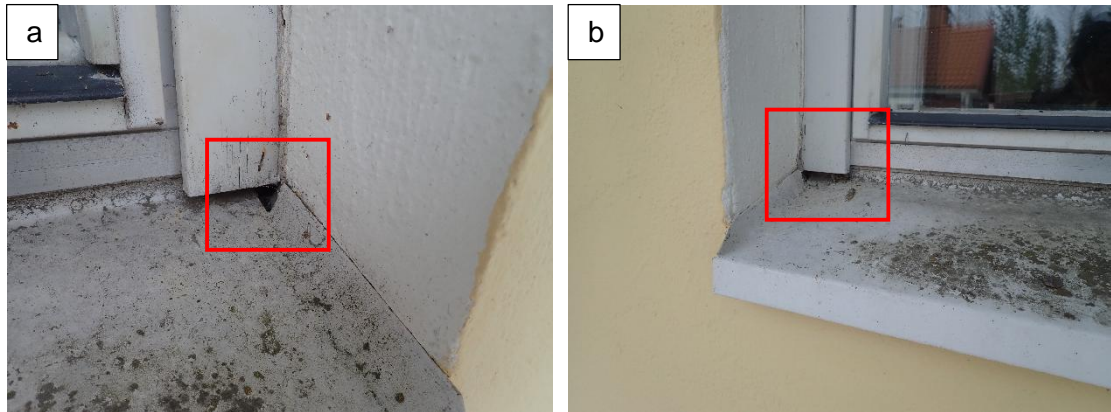
Laajennusosan ulkoseiniin ja ikkunoihin liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



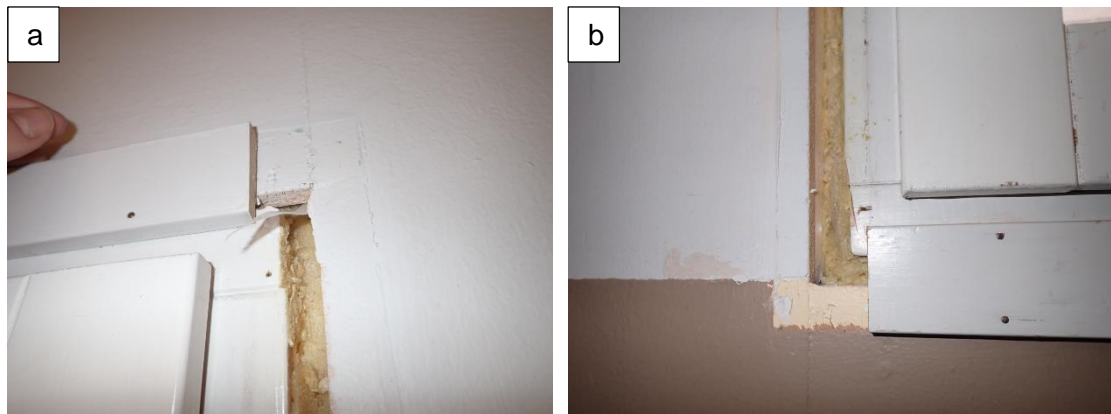
Kuvat 56 a...d. Laajennusosan julkisivussa havaittiin useita pitkiä pystysuuntaisia halkeamia (kuvat a-b). Halkeamia havaittiin myös sisäverhouksissa ja pesuhuoneiden laatoituksissa (kuvat c-d).



Kuvat 57 a...b. Laajennusosan sokkelissa on havaittavissa halkeamia (julkisivuhalkeamat jatkuvat alas asti), erityisesti kuvassa a olevan syöksytorven läheisyydessä on havaittavissa lisäksi rapautumista. Kevytsoraharkkorakenteisen julkisivun yhdestä kulmasta on lohjennut pala (kuva b).



Kuvat 58 a...b. Laajennusosan vesipellitysten kaadot ovat hyvät, mutta pellitysten nurkissa ja paikoin ikkunaliittymissä havaittiin vesitiiviyspuutteita.

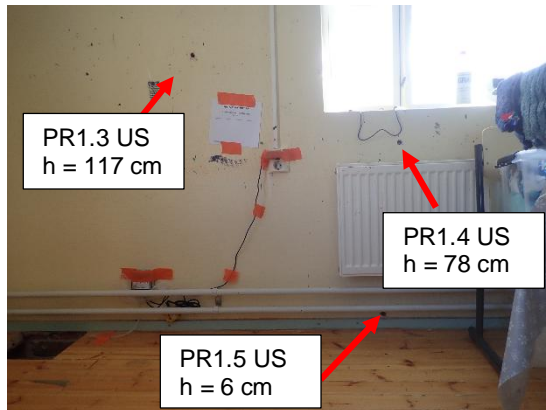


Kuvat 59 a...b. Ikkunarakenteiden liittymien ilmatiivyydessä havaittiin puutteita merkisavutarkasteluissa (liittymissä on leikattu uretaanivaahdotiivistys). Ulkoseinän höyrynsulkumuovi katkeaa ikkunakarmin kohdalle eikä sitä ole liitetty ikkunarakenteeseen.

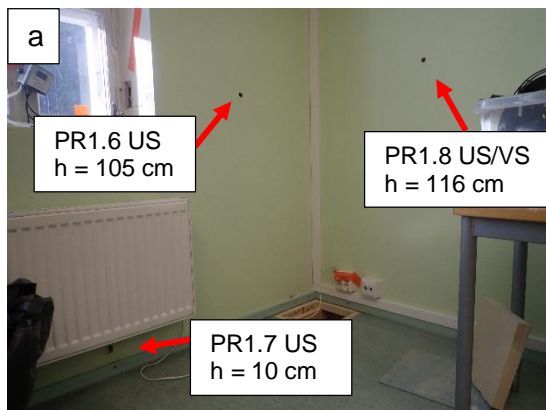
## 7.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

### Alkuperäisosa

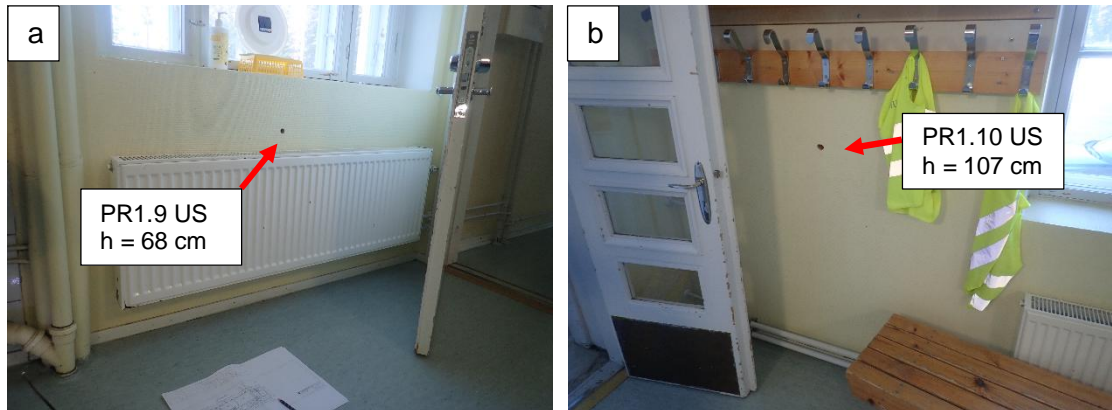
Massiivitiiliulkoseiniin tehdyt rakenneavaukset olivat pääasiassa tarkastusporauksia, jotka ulotettiin noin 400 mm syvyyteen sisäpinnasta. Lisäksi tehtiin isompia rakenneavauksia patterisyvennyksiin sahaamalla levyrakenteita ja timanttiporaamalla. Avauskohdat valittiin edustamaan erityyppisiä ulkoseinien rakenneratkaisuja eri puolilta rakennusta. Rakenneavausten paikat on esitetty pohjapiirustuksissa liitteessä 1. Alla olevissa valokuvissa on selostettu alkuperäisosan rakenneavausten havainnot.



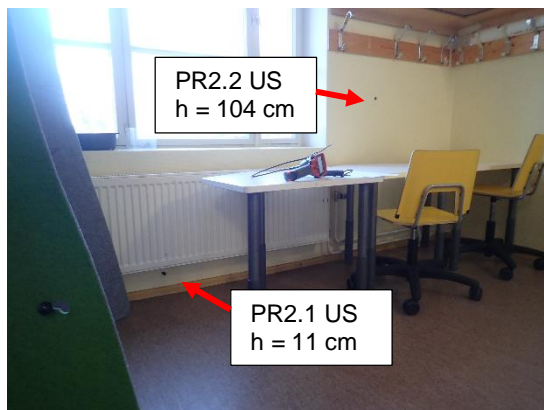
*Kuva 60. Rakenneavaukset PR1.3...1.5 US eteläpäätyyn 1.kerrokseen. Porauksessa PR1.3 US havaittiin noin 100 mm:n ilmapäli noin 280 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolissa porauksissa todettiin vanhan patterisyyvennyksen olevan muurattu umpeen kevytsoraharkoilla. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksesta PR1.3 US todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksista ei havaittu.*



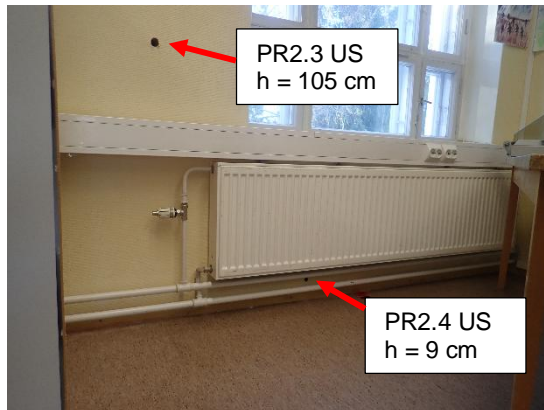
*Kuvat 61 a...c. Rakenneavaukset PR1.6 US, PR1.7 US/RAK1.5 US ja PR1.8 US (vanha ulkoseinä) lännen ja pohjoisen puoleisiin sivuihin 1.kerrokseen. Porauksissa PR1.6 ja PR1.8 US havaittiin noin 100 mm:n ilmapäli noin 280 mm syvyydessä. Ikkunan alapuolissa avauksessa PR1.7 US/RAK1.5 US todettiin vanhan patterisyyvennyksen olevan muurattu umpeen reikätiilillä. Reikätiilen takana on noin 40 mm ilmapäli ennen alkuperäistä rakennetta. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksista PR1.6 ja PR1.8 todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksista ei havaittu.*



Kuvat 62 a...b. Rakenneavaukset PR1.9...1.10 US idänpuoleiseen ulkoseinään 1. kerrokseen. Porauksessa PR1.10 havaittiin noin 100 mm:n ilmaväli noin 280 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolessa porauksessa PR1.9 US todettiin vanhan patterisyvennyksen olevan muurattu umpeen reikätiileillä. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksesta PR1.10 todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksissa ei havaittu.



Kuva 63. Rakenneavaukset PR2.1...2.2 US idänpuoleiseen ulkoseinään toiseen kerrokseen. Porauksessa PR2.2 US havaittiin noin 100 mm:n ilmaväli noin 280 mm syvyydessä. Muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolisessa porauksessa PR2.1 US todettiin vanhan patterisyvennyksen olevan muurattu umpeen reikätiileillä. Reikätiilen ja vanhan rakenteen välissä noin 20 mm ilmaväli. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksesta PR2.2 US todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksissa ei havaittu.

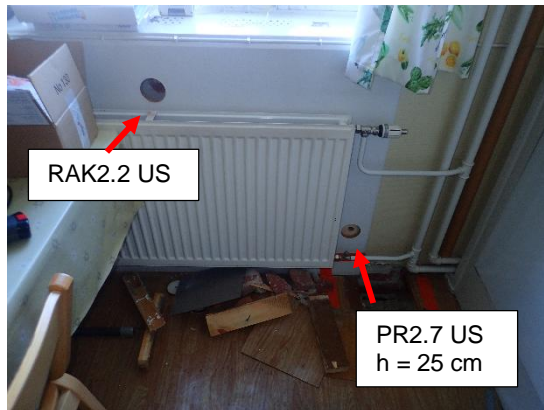


Kuva 64. Rakenneavaukset PR2.3...2.4 US lännenpuoleiseen ulkoseinään, toiseen kerrokseen sekä väliseinään PR2.4 VS. Porauksessa PR2.3 US havaittiin noin 100 mm:n ilmaväli noin 280 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolisessa porauksessa PR2.4 US todettiin vanhan patterisyvennyksen olevan muurattu umpeen reikätiilillä. Reikätiilen ja vanhan rakenteen välissä noin 30 mm ilmaväli. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksesta PR2.3 US todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksissa ei havaittu.

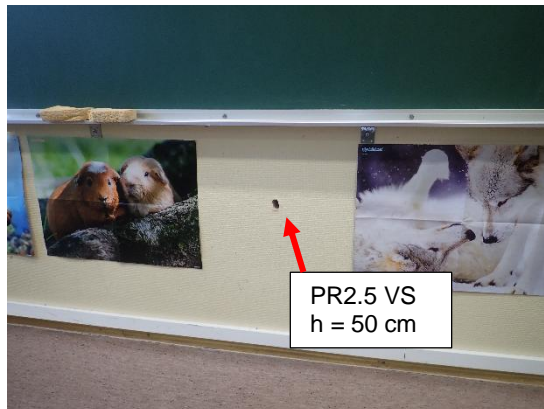


Kuvat 65 a...b. Rakenneavaukset RAK2.1 US ja PR2.6 US eteläpäädyn ulkoseinään 2.kerrokseen. Porauksessa PR2.6 US havaittiin noin 100 mm:n ilmaväli noin 280 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolella ollut patterisyvennyksen on ummistettu puukoolauksella ja vanerilevyllä. Lisäksi syvennykseen on liimattu uretaanivaahdolla 50 mm EPS-eristelevy, jonka takana, ennen alkuperäistä pintaa on noin 25 mm ilmaväli. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Porauksesta PR2.6 todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksissa ei havaittu.

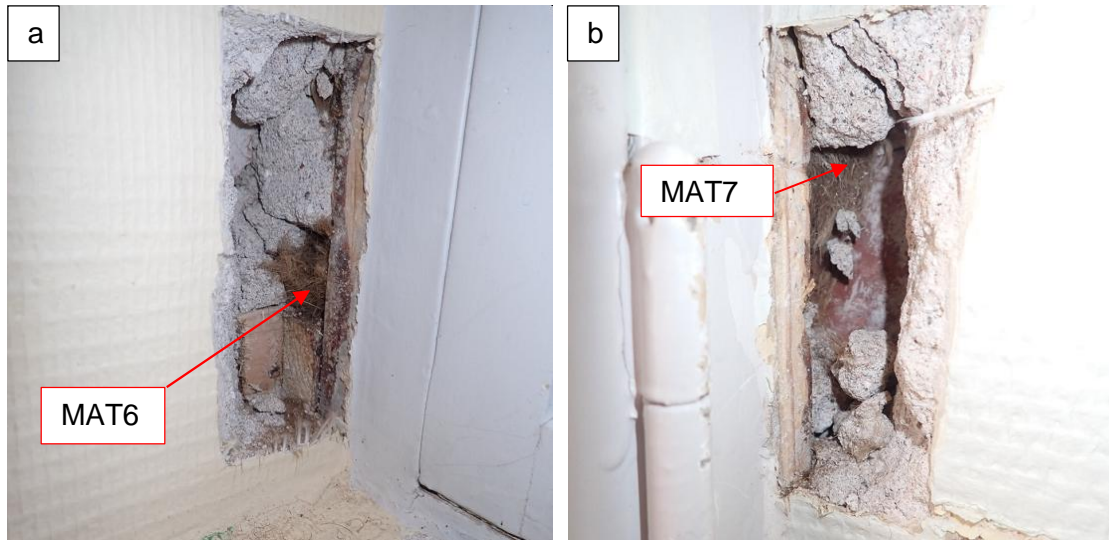




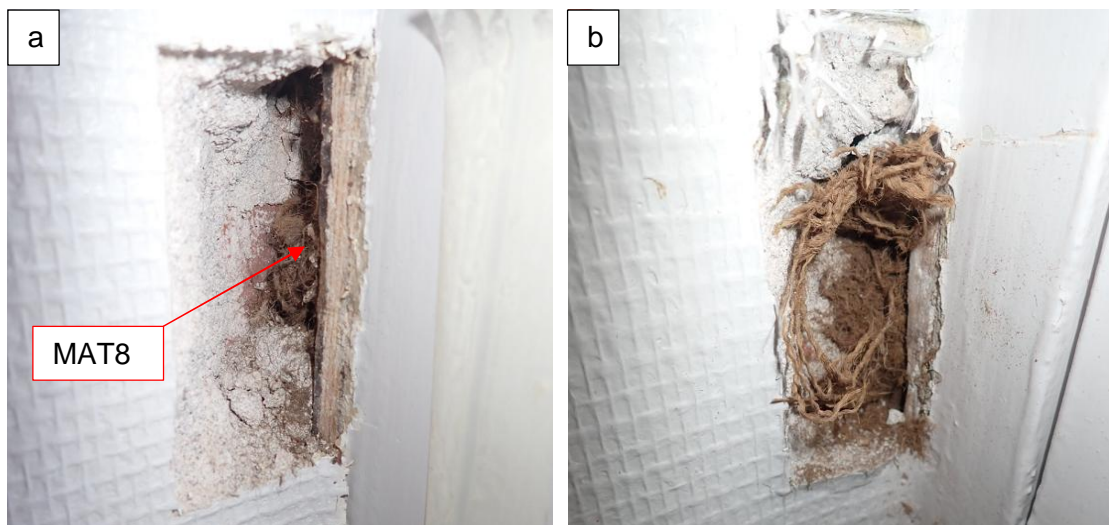
Kuva 66. Rakenneavaukset RAK2.2 US ja PR2.7 US idänpuoleiseen ulkoseinään toiseen kerrokseen. Porauksessa PR2.7 US havaittiin noin 100 mm:n ilmaväli noin 280 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Ikkunan alapuolella ollut patterisyvennys on ummistettu puukoolauksella ja vanerilevyllä. Lisäksi syvennykseen on liimattu uretaanivaahdolla 50 mm EPS-eristelevy, jonka takana, ennen alkuperäistä pintaa on noin 25 mm ilmaväli. Ulkoseinärakenteen kokonaispaksuus on noin 500 mm. Avauksesta RAK2.2 US todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksissa ei havaittu.



Kuva 67. Rakenneavaus PR2.5 VS 2.kerroksen massiivitiiliväliseinään (400 mm syvyyteen). Porauksessa PR2.7 US havaittiin noin 160 mm:n ilmaväli noin 135 mm syvyydessä, muilta osin rakenne on täystiilinen. Avauksesta PR2.5 VS todettiin voimakasta ilmavirtausta sisään päin. Poikkeavaa hajua avauksessa ei havaittu.



Kuvat 68 a...b. Rakenneavaukset RAK1.6 US/ikk. ja RAK1.7 US/ikk. ensimmäisen kerroksen opetustiloihin etelä- ja länsisivuilla. Avauksesta RAK1.6 US/ikk. pellavasta otetussa materiaalinäytteessä MAT6 ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta RAK1.7 US/ikk. pellavasta otetussa materiaalinäytteessä MAT7 todettiin epäily mikrobikasvusta. Avauksissa ei havaittu vaurioon viittaavia merkkejä tai poikkeavia hajuja.



Kuvat 69 a...b. Rakenneavaukset RAK2.3 US/ikk. ja RAK2.4 US/ikk. toisen kerroksen eteiseen ja porrashuoneeseen itäisivulla. Avauksesta RAK2.3 US/ikk. pellavasta otetussa materiaalinäytteessä MAT8 todettiin epäily mikrobikasvusta. Avauksissa ei havaittu vaurioon viittaavia merkkejä tai poikkeavia hajuja.

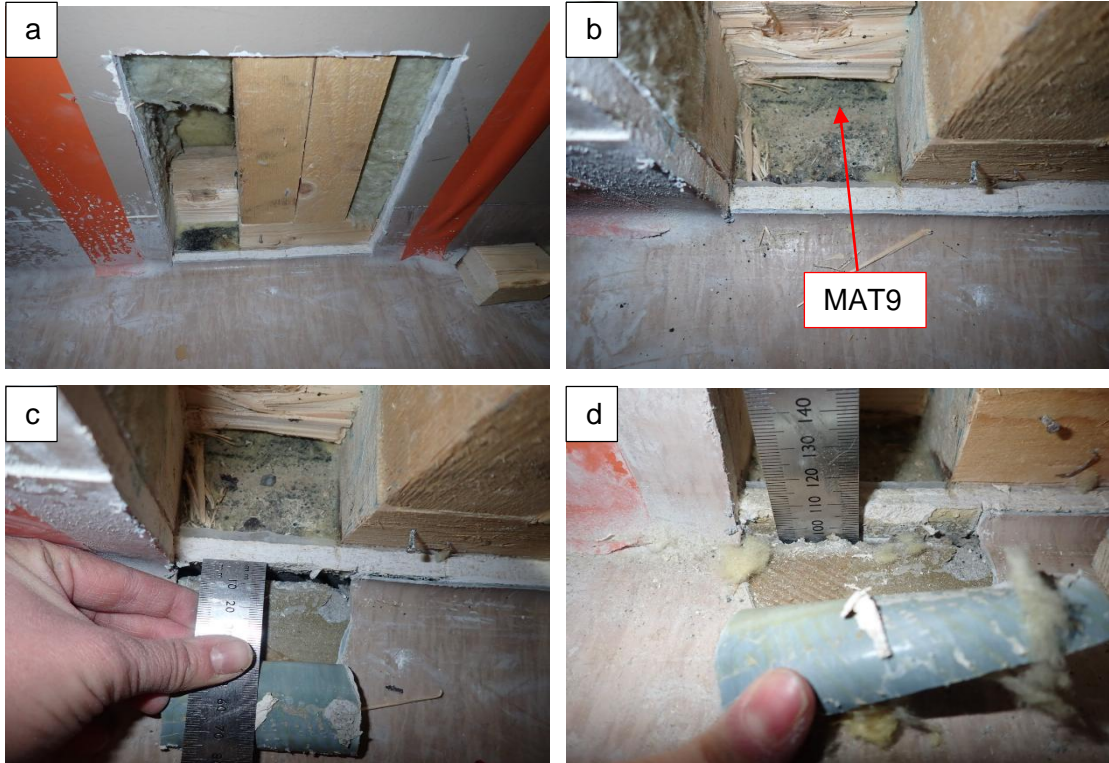
Ulkoseinistä otettiin 3 materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysit laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Analyysitulokset on taulukossa 4 ja laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 4. Alkuperäisosan ulkoseinien materiaalinäytteiden analyysitulokset.

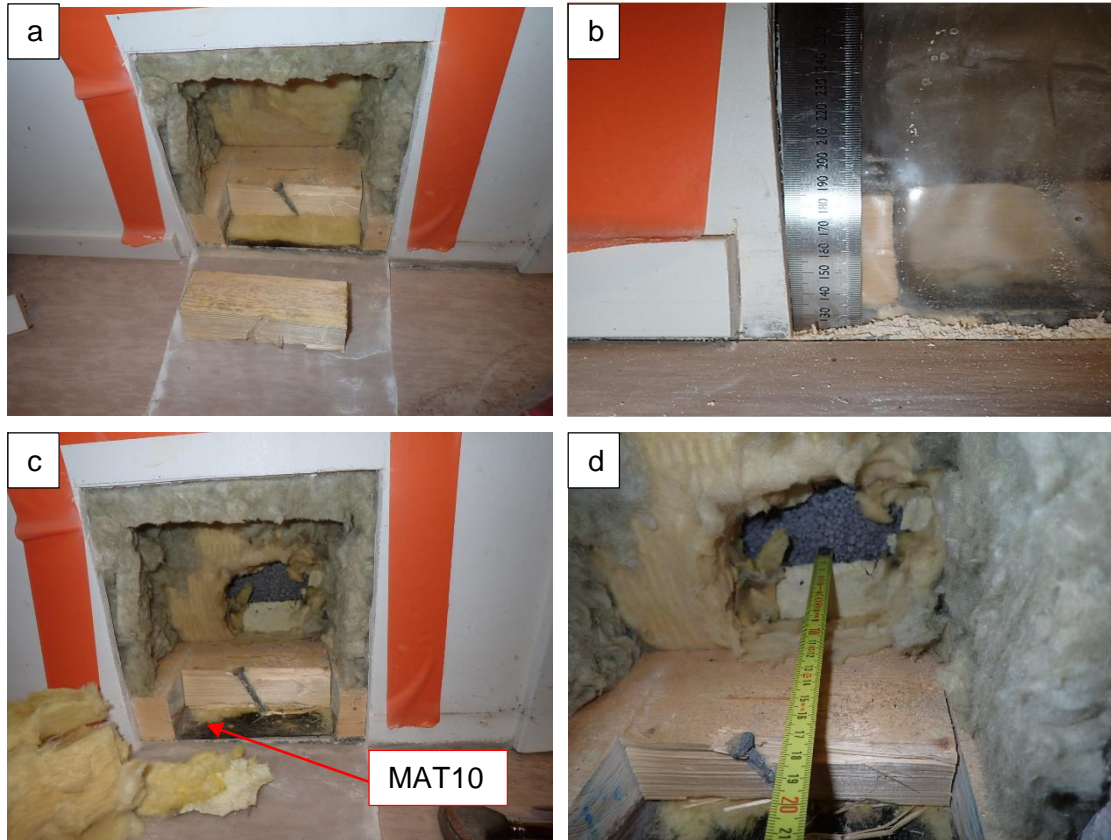
Näyte	Tila ja rakenne	Materiaali	Analyysitulokset ja tarkenne
6	alkuperäisosa, käsi-työ 1.krs, ikkunan ja ulkoseinän välinen tilke	pellava	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus</i>
7	alkuperäisosa, ope-tustila 1.krs, ikkunan ja ulkoseinän väli-nen tilke	pellava	Epäily mikrobikasvusta materiaalissa <i>Homepitoisuus alle määritysrajan, suuri bakteeripitoisuus</i>
8	alkuperäisosa, oppi-laseteinen/käytävä 2.krs, ikkunan ja ulkoseinän välinen tilke	pellava	Epäily mikrobikasvusta materiaalissa <i>Pieni homepitoisuus, suuri bakteeripitoisuus</i>

## Laajennusosa

Laajennusosan ulkoseiniin tehtiin 2 kpl rakenneavauksia kooltaan n. 300x300 mm. Molemmat avaukset tehtiin seinien alaosiin, koska ne arvioitiin kosteusteknisesti riskialt-teimmiksi kohdiksi. Rakenneavausten paikat on esitetty pohjapiirustuksissa liitteessä 1. Alla olevissa valokuvissa on selostettu alkuperäisosan rakenneavausten havainnot.



Kuvat 70 a...d. Rakenneavaus RAK1.8 US itäsivun ulkoseinän alaosaan. Alapohjan pintabetonilaatan ja puukuitukipsilevyn välissä on noin 7 mm rako, josta havaittiin merkisavulla voimakas ilmavirtaus sisäilmaan päin. Aistinvaraisesti ilmasulkupaperin takaa havaittiin voimakas, viileä ilmavirtaus sisälle päin. Puukuitukipsilevy (ja höyryn-sulkumuovi) jatkuvat alapohjan sisään tarkastelukohtassa n. 100 mm syvyydelle. Ala-ohjauspuun alapinnasta ja puun alla olevasta tasausvillasta otettiin kokoomanäyte MAT9, jossa ei todettu mikrobikasvua. Aistinvaraisesti ei havaittu vaurioon viittaavia merkkejä tai poikkeavia hajuja.



Kuvat 71 a...d. Rakenneavaus RAK1.9 US pohjoispäädyn ulkoseinän alaosaan. Alapohjan pintabetonilaatan ja puukuitukipsilevyn välissä on silmin nähtävä rako. Aistinvaraisesti ilmasulkupaperin takaa havaittiin voimakas, viileä ilmavirtaus sisälle päin. Puukuitukipsilevy (ja höyrynsulkumuovi) jatkuvat alapohjan sisään tarkastelukohdassa n. 130 mm syvyydelle. Alaohjauspuun alapinnassa havaittiin vähäistä tummumaa. Alaohjauspuun alapinnasta ja puun alla olevasta tasausvillasta otettiin kokoomanäyte MAT10, jossa ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta ei havaittu poikkeavia hajuja.

Laajennusosan ulkoseinistä otettiin 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysit laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Analyysitulokset ovat taulukossa 5 ja laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan liitteessä 2.

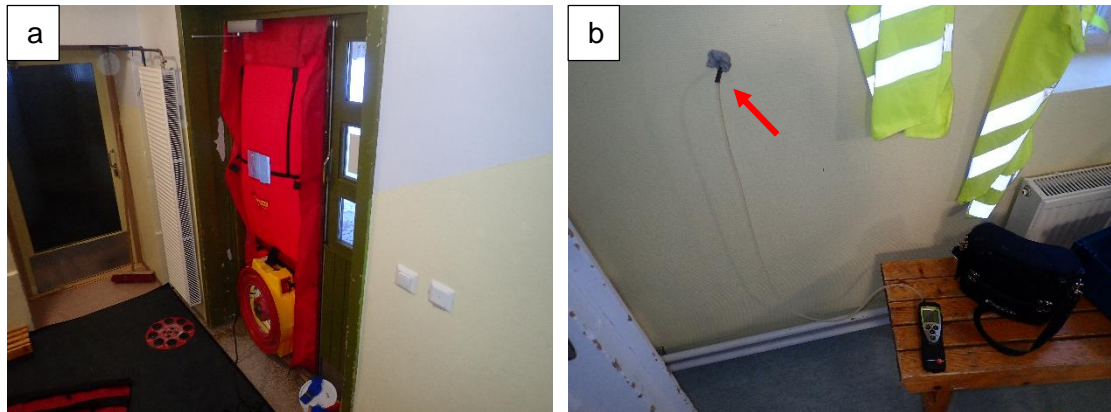
*Taulukko 5. Laajennusosan ulkoseinien materiaalinäytteiden analyysitulokset.*

Näyte	Tila ja rakenne	Materiaali	Analyysitulokset ja tarkenne
9	laajennusosa, eteinen. ulkoseinän alaohjauspuu ja tasausvilla	lasivilla + puu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan</i>
10	laajennusosa, eteinen. ulkoseinän alaohjauspuu ja tasausvilla	lasivilla + puu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan</i>

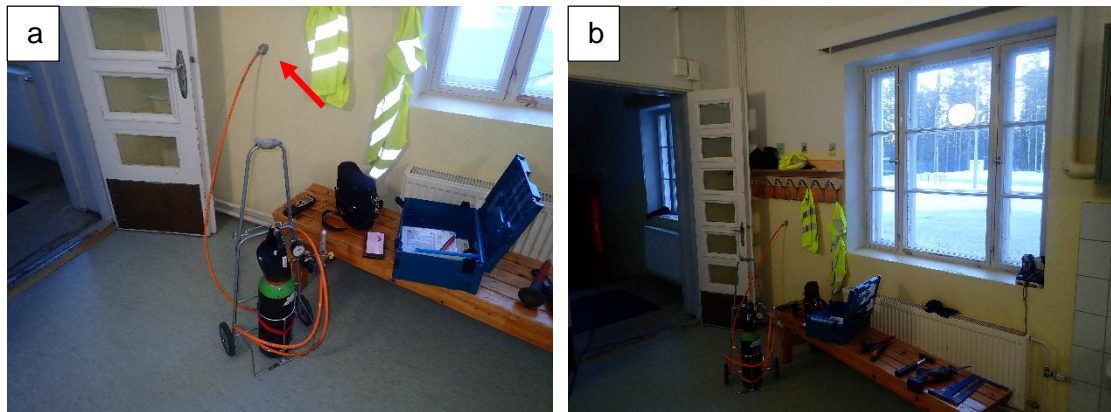
## 7.4 Merkkiainekoe

Merkkiainekoe suoritettiin alkuperäisen osan ulkoseinärakenteeseen, ensimmäisen kerroksen käytävään. Tarkempi sijainti on esitetty liitteen 1 pohjapiirustuksessa.

Merkkiainekokeella (MA2 US) tutkittiin käytävän ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä. Merkkiainekoetta varten tila alipaineistettiin Retrotec puhaltimen avulla (10 Pa alipaineinen ulkoseinärakenteen ilmapäliin nähden). Kokeessa merkkiainekaasua syötettiin alkuperäisen osan tiilirakenteisen ulkoseinän ilmapäliin virtausnopeudella 5 l/min noin 4 min ajan, jolloin syötetyn kaasun kokonaismäärä eristetilassa oli noin 20 litraa. Merkkiainekokeen toteutustapa, sijainti ja havaitut ilmanvuotokohdat on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 72 a...b. Merkkiainekokeen MA2 US mittausjärjestelyt. Tutkittava tila alipaineistettiin Retrotec-puhaltimen avulla noin 10 Pa alipaineiseksi massiivitiiliseinässä olevaan ilmapäliin nähden.



Kuvat 73 a...b. Merkkiainekokeen MA2 US mittausjärjestelyt. Merkkiainekaasua syötettiin massiivitiiliseinässä olevaan ilmapäliin.



Kuvat 74 a...d. Merkkiainekoe MK1. Keltaisella katkoviivalla merkityissä kohdissa havaittiin vähäistä ilmavuotoa.

## 7.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

### Alkuperäisosa

Rakennuksen ulkoseinärakenteena on pääosin massiivitiilliseinä, joka on kosteusteknisesti varmatoiminen rakenne. Vanhat patterisyvennykset on ummistettu pääosin muuraamalla ja osin solupolystyreenieristeellä, jolloin niitäkin voidaan pitää kosteusteknisesti turvallisina rakenteina. Ulkoseinärakenteissa itsessään ei todettu kosteus- ja mikrobivaurioita. Tiiliseinien sisällä olevat ilmarat ovat todennäköisesti yhteydessä ulkoilmaan, joten niissä voi tavanomaisesti olla jonkin verran epäpuhtauksia ulkoilmasta.

Ikkunoiden tiivistyksissä ulkoseiniin on käytetty pellavaa. Vanhoihin karmeihin ja ikkunatilkkeisiin liittyy korkeampi kosteus- ja mikrobivaurioiden riski, sillä ulkoseiniin ja niiden karmitiivistisiin on voinut aiheutua kosteusrasitusta ikkunaliittymien vesitiiviiden puutteista. Maasta käsin ikkunoissa havaittiin vähäisiä vesitiiviyden puutteita. Osassa pelvatilkkeistä pistokoeluontoisesti otetuista materiaalinäytteistä todettiin mikrobikasvua. Näytteissä ei todettu kosteusvaurioon viittaavia lajeja/sukuja, vaan lähes pelkästään bakteereja, mikä viittaa materiaalin likaantumiseen ulkoilmasta rakenteen läpi kulkevien ilmavirtausten mukana. Lisäksi tilkkeissä saattaa esiintyä myös paikallisia, pienialaisia mikrobivaurioita. Rakenteen sisäpuolinen ilmatiiveys on aistinvaraisten havaintojen, merkkisavutarkastelujen ja merkkiainekokeen perusteella varsin hyvä, joskin se on käytännössä ikkunoiden ympärillä olevan maalin ja rappauksen varassa. Yksittäisissä toisen kerroksen ikkunapenkeissä havaittiin ilmayhteys ulkoseinän sisälle metallisten tuuletusrilöiden kautta, jotka suositellaan ummistamaan.

Alkuperäisissä puuikkunoissa esiintyy runsaasti maalin lohkeilua ja hilseilyä, mikä heikentää maalipinnan kykyä suojata ikkunan puurakenteita tarkoituksenmukaisesti. Yksittäisissä ikkunoissa oli jo havaittavissa ulkopuutteissa alkavaa puuosien pehmenemistä.

Huoltoluonteisena toimenpiteenä suositellaan julkisivun/sokkelin maalivaurioiden ja halkeamien korjaamista sekä ikkunoiden vesitiiviiden parantamista. Suosittelemme uusimaan ikkunat tai tekemään niille raskas huoltokorjaus viimeistään peruskorjauksen yhteydessä. Mikäli ikkunat säilytetään, tulee huomioida myös ikkunaliittymien sisäpuolinen ilmatiiviys. Ikkunoiden uusimisen yhteydessä suositellaan poistamaan myös alkuperäiset rive-eristeet. Rakennuksen idänpuoleisella julkisivulla olevalle parvekkeelle suositellaan ensisijaisesti uusimista kokonaisuudessaan peruskorjauksen yhteydessä. Vaihtoehtoisesti parvekkeen kuntoa voidaan tutkia erillisellä betonirakenteiden tutkimuksella, jonka perusteella määritetään tarvittavat korjaustoimenpiteet. Parvekkeiden vähäinen määrä huomioiden ei välttämättä ole taloudellisesti kannattavaa tutkia ja korjata parvekettä.

Toisen kerroksen hätäpoistumistien edusta tulee tyhjentää tavaroista.

### Laajennusosa

Laajennusosalla ulkoseinärakenne ei ole tuulettuva ja kantavan seinärakenteen alaohjauspuu sijaitsee hyvin lähellä maanpinnan tasoa. Rakenteen alaohjauspuusta ja tassaavilla otetuissa materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua eikä rakenneavauksissa havaittu viitteitä ko. materiaalien vaurioitumisesta. Rakenneavauksissa havaittiin sisäpuolisten kuitukipsilevytysten jatkuvan alapohjan yläpinnan alapuolelle, todennäköisesti runkobetonilaatan yläpinnan tasolle saakka. Rakenne on kosteusteknisesti riskialtis, koska materiaalin kuivumiskyky kyseisessä rakennekohtassa on heikko, jolloin levyjen alaosiin voi syntyä mikrobikasvulle otolliset olosuhteet.

Laajennusosan vesipellitusten kaadot ovat hyvät, mutta pellitusten nurkissa ja paikoin ikkunaliittymissä havaittiin vesitiiviyyspuutteita, joista voi aiheutua kosteusrasitusta ulkoseiniin. Lisäksi julkisivussa havaittiin useita pitkiä pystysuuntaisia halkeamia ja muutamia lohkeamia. Ulkoseinien sisäpuolisessa ilmatiiveydessä havaittiin puutteita ikkunaliitoksissa sekä ulkoseinien ja alapohjan liitoksissa (ks. luku 6). Ulkoseinä-yläpohjaliitokset puolestaan todettiin kohtalaisen ilmatiiviiksi.

Seinien sisäpinnoilla havaittiin useita pystysuuntaisia halkeamia, myös märkätilojen laatoitetuissa seinissä. Märkätilojen seinissä halkeamat voivat heikentää rakenteiden vesitiiviyttä ja aiheuttaa pahimmassa tapauksessa laattojen irtoamista seiniltä. Rakentamisajankohdan mukaan seinässä on vedeneristeenä todennäköisesti vain ohut kosteussulkukäsittely. Märkätilojen arvioitiin olevan hyvin vähäisellä/satunnaisella käytöllä, sillä niissä ei tutkimushetkellä havaittu viitteitä kosteusvaurioitumisesta seinien merkittävästä halkeilusta huolimatta. Märkätilat ovat todennäköisesti alkuperäisiä ja niiden laskennallinen tekninen käyttöikä on saavutettu. Suosittelemme saneeraamaan ko. märkätilat viimeistään kahden vuoden sisällä.

Suositlemme avaamaan muurattuun julkisivuun seinän alaosaan riittävästi tuuletusrakoja, parantamaan ikkunoiden vesitiiviyttä sekä korjaamaan julkisivun halkeama- ja lohkeamavauriot. Ennen korjauksia suositellaan selvittämään tarkemmin, mistä halkeamat ovat aiheutuneet. Peruskorjauksessa ulkoseinärakenteille suositellaan vähintään ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämistä maanpinnan kallistuksilla sekä rakenteen sisäpuolisen ilmatiiviiden parantamista. Raskaampana korjausvaihtoehtona suosittelemme sisäpuolisten seinälevytysten purkamista ja rakenteen toteuttamista kosteusteknisesti paremmin toimivaksi yhdessä ulkopuolisten korjausten kanssa. Va-

lesokkelin raskaita purku-/kengitystoimenpiteitä ei ole toimenpidevaihtoehdoissa esitetty, sillä niitä ei nähty tutkimusten perusteella aiheellisiksi. Ulkoseinien korjauksissa tulisi huomioida myös alapohjan korjaustarpeet ilmatiiveyden osalta (ks. kohta 6).

## 8 Välipohjat

### 8.1 Rakenteet

Välipohjarakenteena on alalaattapalkisto, jonka päällä on puukoolattu lattia. Välipohjissa on orgaaninen kutterilastutäyttö. Välipohjien pääasiallisena pintamateriaalina on muovimatto, betoniset alapinnat ovat tasoitettuja ja maalattuja. Välipohjarakenteisiin tehtiin 4 kpl rakenneavauksia kooltaan n. 300x300 mm ja lisäksi 1 kpl piikkauksia keittiön betonilattiaan.

Välipohjarakenne ensimmäisen kerroksen WC-tilassa on rakenneavauksen RAK1.10 VP (n. 300 x 250 mm) mukaan alhaalta ylöspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- lastulevy, 12 mm
- ponttilauta, 30 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Välipohjarakenne ensimmäisen kerroksen valmistuskeittiössä on rakenneavauksen RAK1.11 VP (n. 50 x 50 mm) ja porareian PR0.4 (Ø 16 mm) videoendoskooppitarkastelun mukaan alhaalta ylöspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- betoni, ~120...160 mm
- liittoteräslevy
- kutterilastu, ~390 mm
- betoni, ~40 mm

Välipohjarakenne toisen kerroksen keittiötilassa on rakenneavauksen RAK2.5 VP (n. 300 x 300 mm) mukaan alhaalta ylöspäin lueteltuna seuraava:

- karvapohjainen muovimatto
- linoleumimatto
- huopa/pahvi
- maalattu ponttilauta, 32 mm
- puurunko / kutterilastua ja tiilenkappaleita, ~370 mm (puurungon päällä huopa-/pahvikaistale)
- betoni (avausta ei jatkettu)

Välipohjarakenne toisen kerroksen opetustilassa on rakenneavauksen RAK2.6 VP (n. 300 x 300 mm) mukaan alhaalta ylöspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- harmaa vinyylilaatta ja musta liima
- maalattu ponttilauta, 35 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm (puurungon päällä huopa-/pahvikaistale)
- betoni (avausta ei jatkettu)



Välipohjarakenne toisen kerroksen oppilasteisessä/käytävällä on rakenneavauksen RAK2.7 VP (n. 300 x 300 mm) mukaan alhaalta ylöspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- harmaa vinyylilaatta ja musta liima
- maalattu ponttilauta, 35 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm (puurungon päällä huopa-/pahvikaistale)
- betoni (avausta ei jatkettu)

## 8.2 Havainnot

Välipohjien pääasiallisena pintamateriaalina on muovimatto. Muovimattopäällysteet ovat pääosin edellisten peruskorjausten aikaisia ja siistikuntoisia. Porraskäytävien ja portaiden osuudella pintamateriaalina on alkuperäinen mosaiikkibetonilaatta, joka on ikääntynyt, mutta hyväkuntoinen. Rakennuksessa on useita eri-ikäisenä valmistuneita ja saneerattuja WC-tiloja. Niiden lattioiden pintamateriaaleina on vaihdellen keraaminen laatoitus, muovimatto tai maali. Pintamateriaalit ovat paikoin ikääntyneitä mutta pääosin siistikuntoisia.

Välipohjien betoniset alapinnat ovat käyttötiloissa tasoitettuja ja maalattuja ja kellaritiloissa maalattuja. Alapinnat ovat käyttötiloissa hyväkuntoisia eikä niissä havaittu vaurioon viittaavia merkkejä. Kellaritilojen kattopinnat ovat teknisissä tiloissa likaantuneita/mustuneita aiemmasta lämmitykseen liittyvästä toiminnasta johtuen.

Kellarikerroksessa havaittiin useita välipohjan läpi johdettuja putkiläpivientejä, jotka ovat silmämääräisesti tarkasteluna epätiivitä. Ensimmäisen kerroksen tiloissa merkki-savulla läpivienneistä ja seinä-lattialiittymistä havaittiin ilmavirtauksia sisätiloihin päin (ks. kohta 6.2, kuvat 26 a...d). Vastaavanlaisia epätiiviyiskohtia on havaintojen mukaan myös toisen kerroksen välipohjassa.

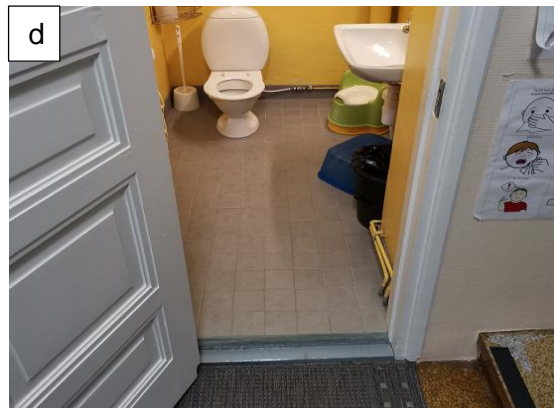
Havaintoja välipohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.



*Kuvat 75 a... b. Välipohjien lattiapäällysteenä on erilaisia muovimattoja. Päällysteet ovat ikääntyneitä mutta yhä siistikuntoisia.*



Kuvat 76 a...b. Porrashuoneiden lattioissa on alkuperäinen mosaiikkibetoni, joka on osin pinnoitettu (kuva b). Pinnoite on monin paikoin kulunut.



Kuvat 77 a...d. Yleiskuvia WC-tilojen lattiapinnoista. WC-tiloja ja niiden pintamateriaaleja on saneerattu eri aikoina. Pintamateriaalit ovat paikoin ikääntyneitä mutta pääosin siistissä kunnossa. Ensimmäisen kerroksen eteläpäädyn WC-tilan maalipinnoite hilseilee lattiakaivon ympäriltä (kuva b).



Kuvat 78 a...d. Yleiskuvia välipohjien alapinnoista. Pinnat ovat pääosin hyväkuntoisia. Kellaritilojen kattopinnat ovat paikoin likaantuneet käyttöön liittyvästä toiminnasta (kuva d).

### 8.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Välipohjarakenteisiin tehtiin 4 kpl rakenneavauksia kooltaan n. 300x300 mm ja lisäksi 1 kpl piikkauksia keittiön betonilattiaan. Avaukset tehtiin ulkoseinien vierustoille ja WC-tilaan, joissa arvioitiin olevan kosteusteknisesti riskialteimmat kohdat.

Alla olevissa valokuvissa on selostettu rakenneavausten havainnot.



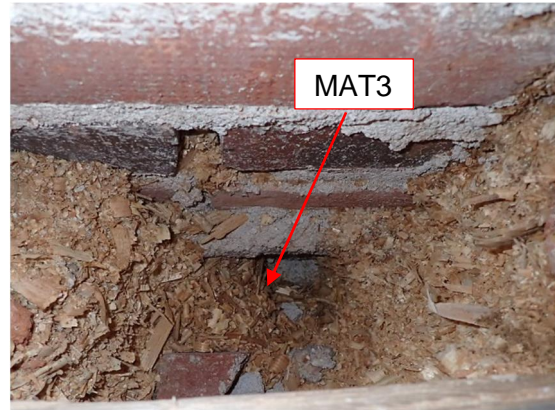
- muovimatto
- lastulevy, 12 mm
- ponttilauta, 30 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Kuvat 79 a...c. Rakenneavaus RAK1.10 ensimmäisen kerroksen WC-tilan välipohjaan. Kutterilastutäytössä havaittiin runsaasti muoviviemäreitä. Aistinvaraisesti materiaaleissa ei havaittu merkkejä vaurioitumisesta tai poikkeavaa hajua.



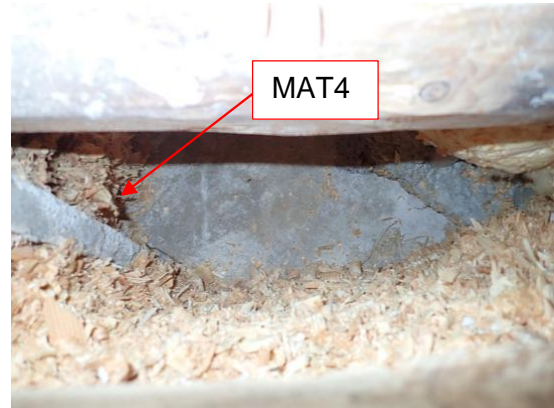
- muovimatto
- betoni, ~120...160 mm
- liittoteräslevy
- kutterilastu, ~390 mm
- betoni, ~40 mm

Kuvat 80 a...b. Rakenneavaus RAK1.11 ensimmäisen kerroksen keittiön välipohjaan sekä rakenteen tarkastelu endoskoopilla alakautta tehdystä porareistä PR0.4 VP. Keittiön lattiaan on saneerauksessa tehty liittorakenne teräsbetonilaatasta ja teräslevystä, levyn alla on vanha kutterilastutäyttö. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua.



- karvapohjainen muovimatto
- linoleumimatto
- huopa/pahvi
- maalattu ponttilauta, 32 mm
- puurunko / kutterilastua ja tiilenkappaleita, ~370 mm  
(puurungon päällä huopa-/pahvikaistale)
- betoni (avausta ei jatkettu)

Kuvat 81 a...c. Rakenneavaus RAK2.5 toisen kerroksen keittiön välipohjaan. Kutterilastutäyttö on hieman tummunutta rakenteen pohjalla, ulkoseinän vierustalla. Puulattian ja ulkoseinän välisessä liittymässä on rako. Rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä MAT3 ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta ei todettu poikkeavaa hajuja.



- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- harmaa vinyylilaatta ja musta liima
- maalattu ponttilauta, 35 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm  
(puurungon päällä huopa-/pahvi-kaistale)
- betoni (avausta ei jatkettu)

Kuvat 82 a...c. Rakenneavaus RAK2.6 toisen kerroksen opetustilan välipohjaan. Kutterilastutäyttö on hieman tummunutta rakenteen pohjalla, ulkoseinän vierustalla. Rakenteen läpi on johdettu uusia lämmitysputkia, jotka on osin eristetty polyuretaanivaahdolla. Rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä MAT4 ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta ei todettu poikkeavaa hajua. Nykyisen muovimattopäällysteen alla on vanha vinyylilaatoitus, jonka musta liima on asbestipitoinen (Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).



- muovimatto
- lastulevy, 11 mm
- harmaa vinyylilaatta ja musta liima
- maalattu ponttilauta, 35 mm
- puurunko / kutterilastu, ~400 mm

Kuvat 83 a...c. Rakenneavaus RAK2.7 toisen kerroksen oppilaseteisen/käytävän välipohjaan. Avauksen kohdalla on betonipalkki, jossa ei havaittu muottilaudoitusta. Kutterilastutäyttö on hieman tummunutta rakenteen pohjalla, ulkoseinän vierustalla. Avauksesta ei todettu poikkeavaa hajua. Nykyisen muovimattopäällysteen alla on vanha vinyylilaatoitus, jonka musta liima on asbestipitoinen (Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).

Välipohjista otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysit laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Analyysitulokset ovat taulukossa 6 ja laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 6. Välipohjien materiaalinäytteiden analyysitulokset.

Näyte	Tila ja rakenne	Materiaali	Analyysitulokset ja tarkenne
3	alkuperäisosa, keittiö. 2.krs, välipohjan täyttö ulkoseinän vierestä	kutterilastu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Pienet home- ja bakteeripitoisuudet</i>
4	alkuperäisosa. opetustila, 2.krs. välipohjan täyttö ulkoseinä vierestä	kutterilastu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus</i>

## 8.4 Kosteusmittaukset

Välipohjien pintakosteusmittauksia tehtiin alkuperäisosan WC-tiloihin sekä valmistuskeittiöön. Pintakosteuskartoituksessa todettiin lievästi kohonneita pintakosteuslukemia

valmistuskeittiön lattiassa. Valmistuskeittiön lattiapäällysteen alapuolelta suoritettiin kosteusmittaus viiltomittausmenetelmällä. Mittauksen yhteydessä tarkasteltiin kiinnitysliiman ja lattiapäällysteen kuntoa aistinvaraisesti. Mittaus kohdistettiin keittiön lievälle kosteuspoikkeama-alueelle.

Viiltomittauksien tulokset on esitetty taulukossa 7 ja mittapisteen sijainnit liitteen 1 pohjapiirustuksissa. Havaintoja viiltomittauksista on taulukon jälkeisessä valokuvassa.

*Taulukko 7: Välipohjaan 1.3.2021 tehdyn viiltomittauksen tulokset. Taulukossa t on lämpötila (°C), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (%) ja abs on ilman vesihöyrynsäältö (g/m<sup>3</sup>). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.*

Mittapiste, tila	Mittaussyvyys	RH (%)	t (°C)	abs (g/m <sup>3</sup> )	mittapää (nro)	Gann
V1 alkuperäisosa, valmistuskeittiö	muovimaton alta	74,9	19,9	12,8	VA-H2	90
	sisäilma	27,3	19,1	4,5	VA-H1	



*Kuva 84. V3: Lievää kemikaalimaista hajua ja muovimaton tartunta alustaansa kohtalainen.*

## 8.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Pääasiallisena välipohjarakenteena on betonisen alalaattapalkiston päälle tehty puinen lattiarakenne, jonka täyttönä on kutterilastua. Pistokoeluoontoisesti otetuissa materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua, mutta rakenteen kosteustekniset riskit huomioiden paikalliset mikrobikasvustot täyttökerroksissa ovat mahdollisia. Kosteus- ja mikrobivaurioherkkiin täyttökerrokseen on saattanut aikanaan kulkeutua kosteutta esimerkiksi siivousvesistä, kun lattiat ovat vielä olleet ponttilautapintaisia. Aistinvaraisten havaintojen perusteella täyttökerrokseen on todennäköisesti päässyt tiivistymään ajoittain sisäilman kosteutta ulkoseinien vierustoilla. Puulattiarakenteen ilmatiiveys yläpuolisiin tiloihin nähden on rakenneliittymien ja läpivientien osalta heikko, joten epäpuhtauksia voi kulkeutua täyttökerroksista sisäilmaan.

Käyttöä turvaavana vähimmäistoimenpiteenä suosittelemme välipohjarakenteiden ilmatiivyyden parantamista liittymien ja läpivientien osalta. Viimeistään peruskorjauksessa suositellaan välipohjarakenteen perusteellista korjaamista poistamalla lattiarakenteesta vanhat orgaaniset eristeet ja uusimalla rakenne erillisen suunnitelman mukaisesti.



## 9 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

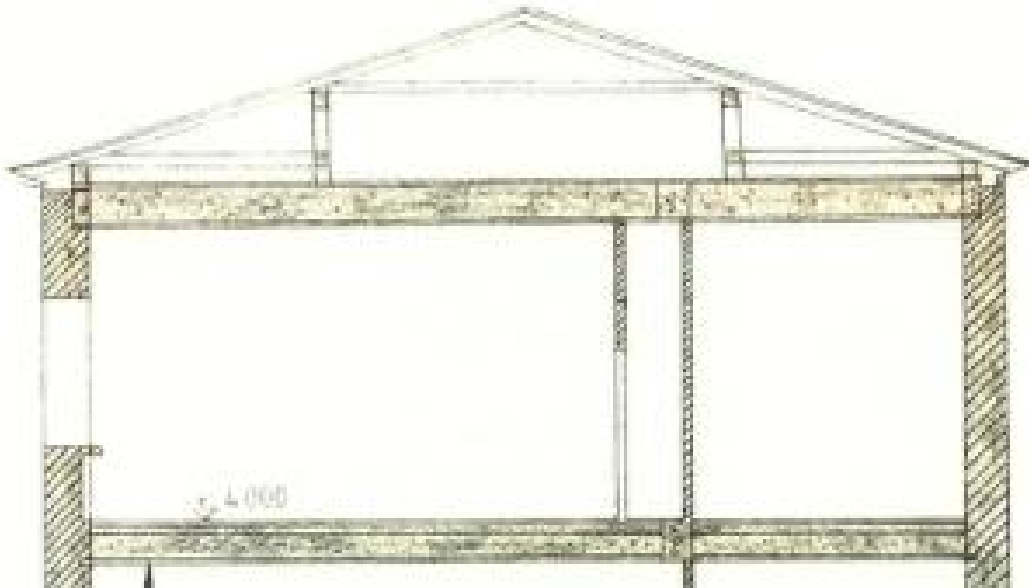
### 9.1 Rakenteet

#### Alkuperäisosa

Yläpohjarakenne on alkuperäisosalla alalaattapalkisto, jossa on alkuperäisenä täytteenä kutterinlastua. Eteläpäädyn alkuperäisiä eristeitä on uusittu puhallusvillaeristeiksi. Rakenteessa on betoninen palopermanto, jossa tutkimushetkellä oli yläpohjan eristeenvaihdon yhteydessä auki piikattuja aukkoja. Tutkimusajankohtana korjaustyöt olivat kesken.

Lähtötietojen mukaan alkuperäisen osan kattoa on korjattu laajennusosalta puretuilla tiilillä (*Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy, kuntotarkastus, Hirsilän koulu 21.1.2014*).

Alkuperäisosan yläpohja tarkastettiin kahdesta kohdasta ullakolla olevista palopermannon aukoista. Tarkastuskohdat on esitetty liitteessä 1. Alla on esitetty ote vanhoista suunnitelma-asiakirjoista.



Kuva 85. Alkuperäisosan yläpohja- ja vesikattorakenteen leikkaus. Oriveden kunta, Hirsilän ala-aste muutostyö, 1978.

Yläpohjarakenne ullakolla, rakennuksen eteläpäädyssä on rakennetarkastelun RAK2.8 YP perusteella ylhäältä alapäin lueteltuna seuraava:

- bitumisively
- betoni, 60...80 mm
- puhallusvilla / betonipalkisto, 250 mm / 350 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

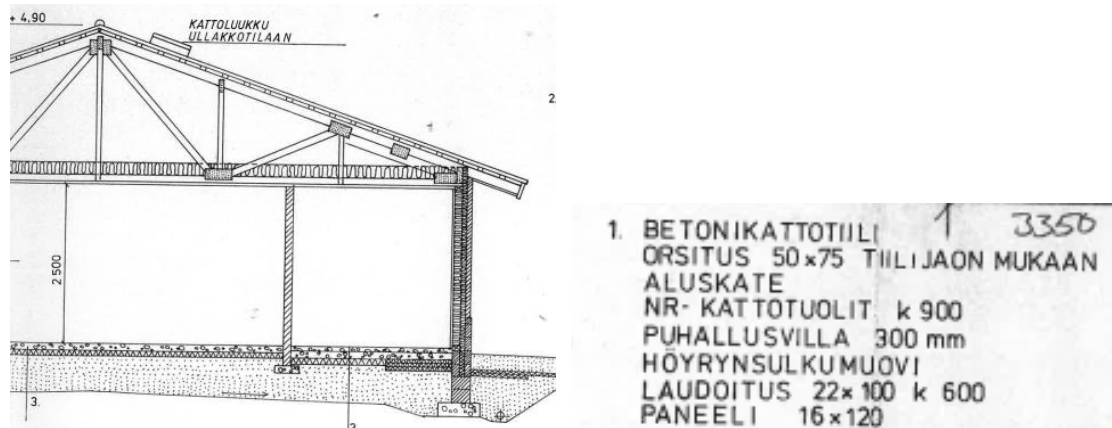
Yläpohjarakenne ullakolla, rakennuksen keskialueella on rakennetarkastelun RAK2.9 YP perusteella ylhäältä alapäin lueteltuna seuraava:

- bitumisively
- betoni, 60...80 mm
- kutterilastu / betonipalkisto, 380 mm / 400 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

## Laajennusosa

Laajennusosan yläpohja on puurakenteinen, höyrynsulullinen ja eristeenä on puhallusvilla. Vesikattorakenteet ovat molemmilla osilla puurakenteisia ja vesikatteenä on aluskatteellinen tiilikate. Otteita suunnitelma-asiakirjoista on esitetty alla. Lähtötietojen mukaan laajennusosan vesikatto on uusittu vuonna 2013 (*Raksystems Anticimex Insinööri-toimisto Oy, kuntotarkastus, Hirsilän koulu 21.1.2014*).

Alla on esitetty otteita vanhoista suunnitelma-asiakirjoista.



Kuva 86. Laajennusosan leikkaus A-A. Oriveden kaupungin tekninen osasto, Hirsilän koulun laajennus, julkisivut, leikkaus A-A, 28.9.1987.

Laajennusosan yläpohja tarkastettiin kahdesta kohdasta ullakolla sekä kahdesta rakenneavauksesta alakautta. Tarkastuskohdat on esitetty liitteessä 1.

Yläpohjarakenne laajennusosalla on yläpohjatilan rakennetarkastelun RAK1.12...13 YP ja alakautta tehtyjen rakenneavausten RAK1.14...15 YP (Ø100 mm) perusteella ylhäältä alapäin lueteltuna seuraava:

- tiilikate
- muovinen aluskate
- tuulettuva yläpohjatila ja puukannattajat
- puhallusvilla, ~200 mm
- höyrynsulkumuovi
- koolaus / ilmaväli, 22 mm
- puupaneeli, 15 mm

## 9.2 Havainnot

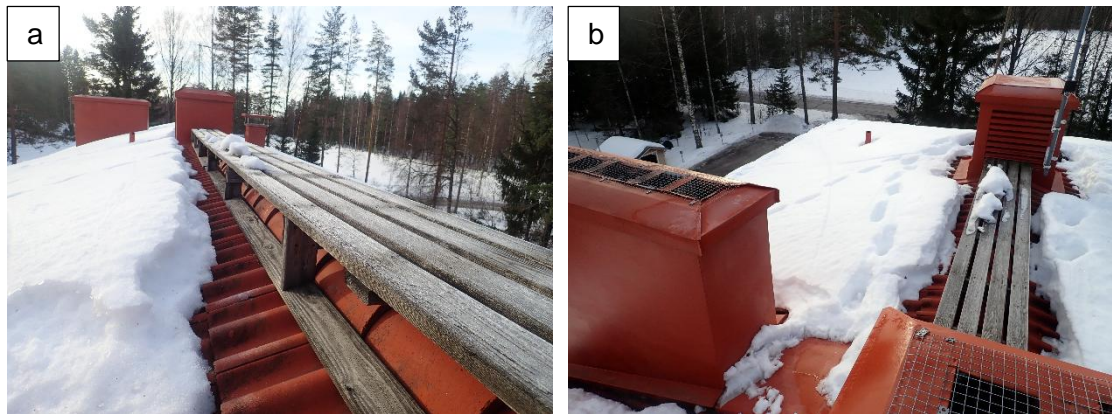
### Alkuperäisosa

Alkuperäisen osan ullakkotiloissa on aloitettu yläpohjarakenteen eristeiden vaihtaminen lähtötietojen perusteella jo useita vuosia sitten. Palopermanton on piikattu reikiä, joiden kautta eteläpäädyn vanhat eristeet on poistettu ja tilalle on puhallettu eristevillaa. Havaintojen perusteella rakenteessa on edelleen paikoin vanhoja muottilautoja ja vähäisiä määriä kutterilastueristettä. Rakennuksen keskialueella ja pohjoispäädyssä uusimistö on jäänyt kesken ja vanhat eristeet ja muottilaudat ovat edelleen yläpohjassa. Muottilauodoissa havaittiin paikoin silmämääräisesti mikrobikasvua ja valkoista sienikasvustoa erityisesti vanhan yläpaisuntasäiliön läheisyydessä. Palopermannon yläpinnassa on bitumisively kauttaaltaan. Ullakkotilassa on vanhoja valurautaisia viemärin tuuletusputkia, joissa yhdessä havaittiin lohkeama. Vesikaton puurakenteissa ei havaittu jälkiä aktiivisista vesivuodoista eikä myöskään merkkejä vanhoista vuodoista.

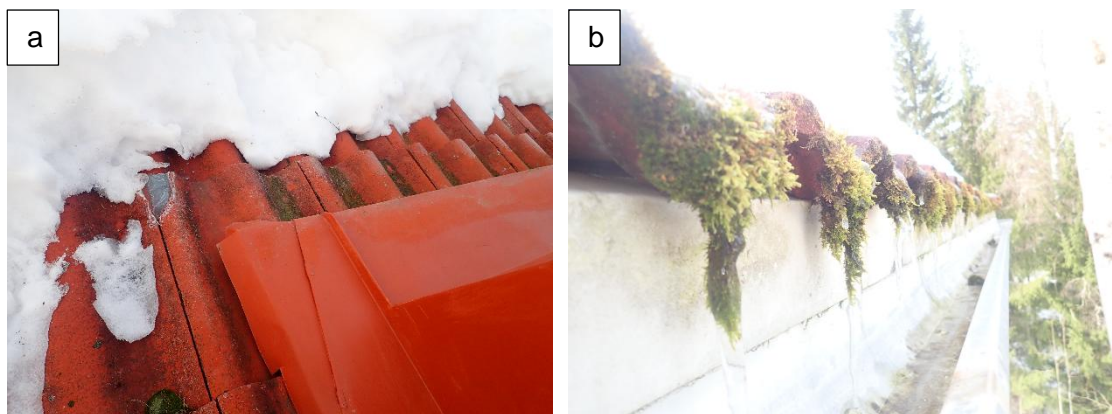
Puurakenteissa havaittiin paikoin tummumaa, rakenteet todettiin pistokoeluentoilla piikkikosteusmittauksilla kuiviksi. Vesikatteena on tiilikate, jonka alla on vanha bitumikermi aluskatteena. Lisäksi läpivientien kohdilla havaittiin paikoin myös muovista aluskatetta. Ullakkotila tuuletuu harjatuuletusventtiilien kautta, räystäät ovat havaintojen mukaan ummessa.

Vesikatetta ei päästy tutkimaan kunnolla vesikatolla olleen lumen vuoksi. Käynti vesikatolle on kattoluukun kautta. Vesikaton harjalla on puurakenteinen kulkusilta. Turvaköyden kiinnityspisteitä ei havaittu. Vesikatolla ei tarkastelluilta osin havaittu puutteita läpivientien pellityksissä. Tiilikatteen pinnassa havaittiin vähäistä sammalkasvustoa. Yhdessä kohdassa tiilikatetta oli korjattu silikonilla. Tiilihormien (poistoilmakanavat) päälle oli asennettu teräsverkot. Betonirakenteisissa räystäissä havaittiin halkeamia.

Alkuperäisosan yläpohjaan ja vesikattoon liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 87 a...b. Yleiskuva alkuperäisen osan vesikatolta. Harjalla on puurakenteinen kulkusilta. Vesikaton läpivientien pellityksissä ei havaittu puutteita (lumipeite esti monin paikoin tarkemman tarkastelun) (a). Poistoilmavaihdon tiilihormeissa on teräsverkot (b).



Kuvat 88 a...b. Tiilikatetta on paikoin korjattu silikonilla (a) Tiilikatteessa havaittiin yleisesti vähän likaa ja sammalkasvustoa, räystäällä hieman enemmän (b).



Kuvat 89 a...b. Yleiskuvat alkuperäisen osan ullakotiloista.



Kuvat 90 a...b. Eteläpäädyssä yläpohjan eristeet on vaihdettu puhallusvillaeristeeseen (a) ja muualla työ on jäänyt kesken. Palopermannon yläpinnassa on kaikkialla PAH-yhdistepitoinen (PAH (16) = 23 800 mg/kg)) bitumisively (Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021). Myös palopermantoa vasten olevien puurakenteiden bitumisively on PAH-yhdistepitoinen (PAH (16) = 50 200 mg/kg)).



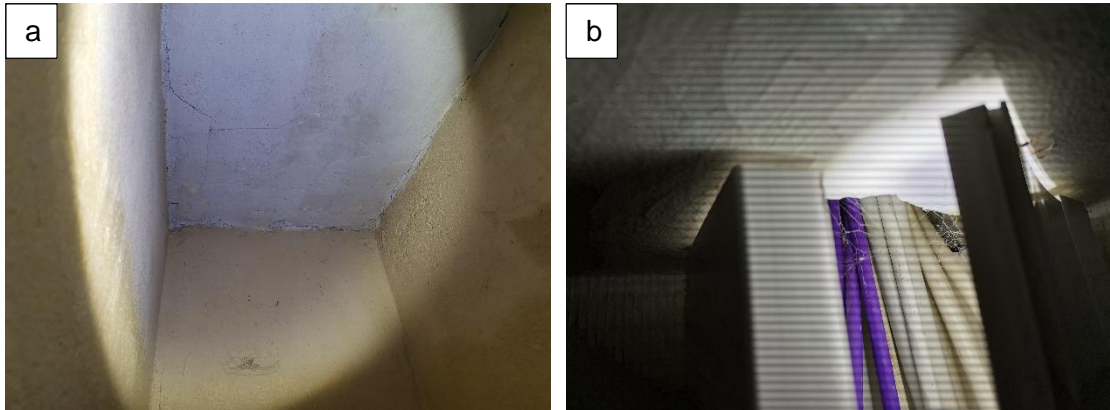
Kuvat 91 a...b. Ullakotila tuulettuu vesikaton harjatuuletusventtiilien kautta. Vanhan aluslaudoituksen päällä näkyy vanha bitumikermi aluskatteena (kuva a). Paikoin rakenteessa on tervapahvi (kuva b).



Kuvat 92 a...c. Rakennuksen keskialueella yläpohjan muottilaudoituksissa havaittiin valkoista sienikasvustoa erityisesti yläpaisuntasäiliön läheisyydessä sekä paisuntasäiliön yläpuolisissa puurakenteissa.



Kuvat 93 a...b. Yläpohjatilassa olevan viemärituuletusputken muhvi on iso lohkeama (kuva a) Yläpohjan puurakenteet todettiin pistokoeluontoisilla piikkimittauksilla kuiviksi (kuva b).

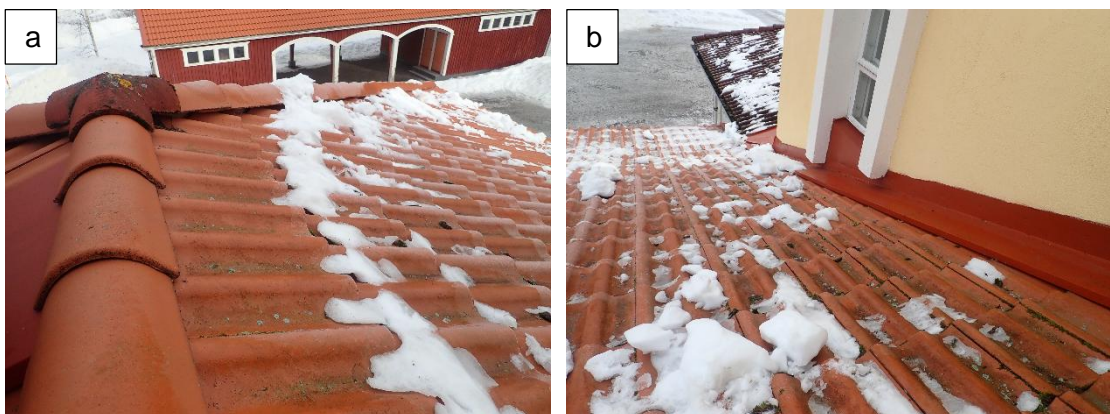


Kuvat 94 a...b. Sisäpuolella yläpohjan alalaattapalkistossa havaittiin halkeamia ja epätiivittä läpivientejä.

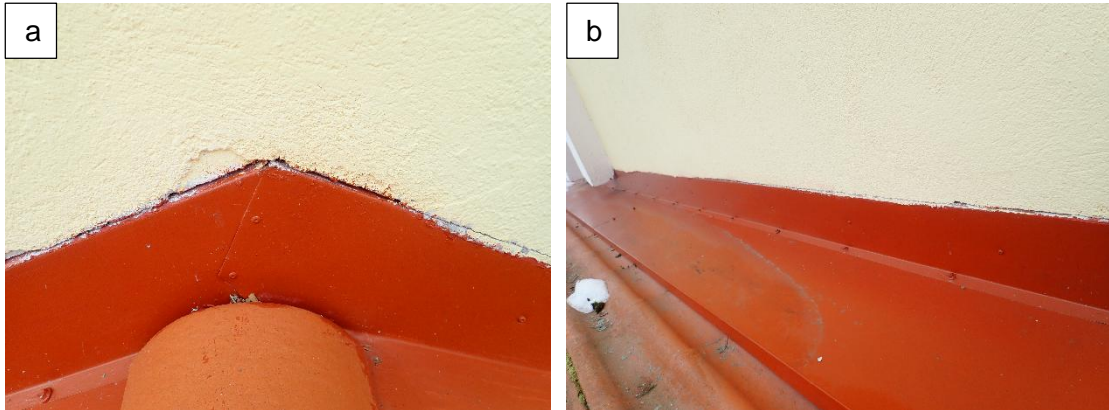
### Laajennusosa

Laajennusosan vesikatolle kulku tapahtuu alkuperäisen osan vesikaton kautta seinätikkaiden avulla (tikkaissa ei ole turvakiskoja) ja yläpohjatilaa on käynti vesikatolla olevan luukun kautta. Laajennusosan vesikatolla ei ole kulkusiltaa. Yläpohjarakenne on rakennetarkastelun perusteella oleellisilta osin kuvassa (Kuva 86) esitetyn mukainen. Puhallusvillaeriste oli noin 100 mm ohuempi kuin suunnitelmissa ja reuna-alueilla oli lisäksi noin 400 mm:n leveydellä 125 mm mineraalivillalevytys. Aluskatteessa havaittiin muutamassa kohdassa epäjatkuvuuskohtia ja roikkumista, mutta aluskate jatkui ehjänä ja tiiviinä havaintokohtien yläpuolella. Aktiivisia vesivuotoja ei vesikatteessa havaittu. Huippumurin läpiviennissä havaittiin vähäisiä kosteusjälkiä. Aluskatteen ja tiilikatteen välissä on 75–100 mm:n tuuletusväli. Yläpohjatilassa olevassa ilmanvaihtokanavassa ei havaittu lämmöneristettä. Yläpohjatilaa tuuletus tapahtuu havaintojen mukaan hyvin räystäiden kautta. Yläpohjan höyrynsulun liittymiä tarkasteltiin sekä yläpohjatilassa että alapuolelta rakenneavausten kautta eikä merkittäviä puutteita havaittu. Tiilikatteen pinnassa havaittiin vähäistä sammalkasvustoa.

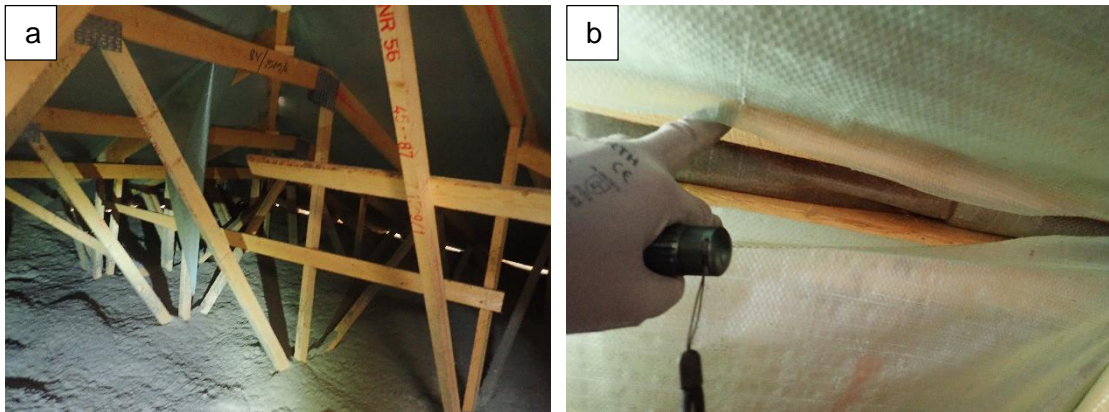
Laajennusosan yläpohjaan ja vesikattoon liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 95 a...b. Yleiskuva laajennusosan vesikatolta. Vesikatteessa on vähäistä likaa ja sammalkasvustoa (kuva a). Liitos alkuperäisen osan ulkoseinärakenteeseen on toteutettu pellityksellä (kuva b).



Kuvat 96 a...b. Liitospellityksessä alkuperäisosaan havaittiin vähäisiä vesitiiviyspuutteita.



Kuvat 97 a...b. Yleiskuva laajennusosan yläpohjatilasta. Yläpohjatila tuulettuu hyvin räystäiden kautta. Aluskatteessa havaittiin epäjatkuvuuskohtia ja roikkumista, mutta aluskate jatkui ehjänä ja tiiviinä havaintokohtien yläpuolella. Aluskate jatkuu yhtenäisenä räystäälle ulkoseinälinjan ulkopuolelle. Aluskatteen päällä ei havaittu roskaantumista.



Kuvat 98 a...c. Yläpohjatilassa on lämmöneristämätön ilmanvaihtokanava (kuva a). Huippumurin läpiviennin liitos aluskatteeseen on puutteellinen. Läpiviennissä havaittiin vähäisiä vesivalumajälkiä (kuva b). Yläpohjan puhallusvillaeristeen paksuus on hieman yli 200 mm (rakennetarkastelu RAK1.13 YP, kuva c).



Kuva 99. Laajennusosan vesikaton harjatiilen alle on kertynyt hieman roskaa.

### 9.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

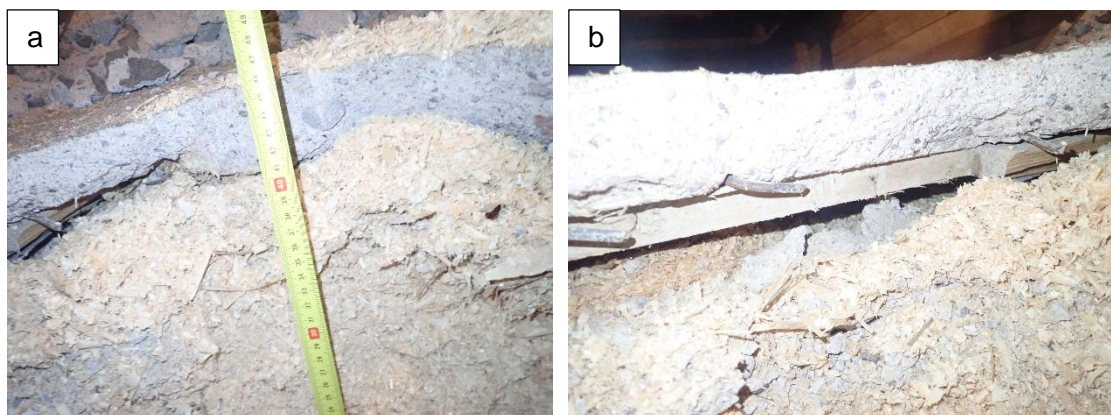
#### Alkuperäisosa

Alkuperäisosan yläpohjan rakennekerrokset tarkastettiin kahdesta kohdasta ullakolla olevista palopermannon aukoista. Tarkastuskohdat on esitetty liitteessä 1 ja tehdyt havainnot alla olevissa valokuvissa.





Kuvat 100 a...d. Eteläpäädyn yläpohjan eristetilaan suoritettiin rakennetarkastus RAK2.8 YP poistamalla puhallusvillaeristettä auki olevasta palopermannon aukosta. Alalaattapalkiston päällä oleva tila on 350 mm korkea. Eristettä yläpohjassa on noin 250 mm. Rakenteesta ei ole korjaustöiden yhteydessä saatu poistettua kaikkea alkuperäistä kutterilastueristettä eikä muottilautoja. Palopermannon paksuus vaihtelee välillä 60–80 mm. Rakenteesta ei havaittu poikkeavaa hajua.



Kuvat 101 a...b. Keskialueen uusimattoman yläpohjan eristetilaan suoritettiin rakennetarkastus RAK2.9 YP poistamalla kutterinlastueristettä auki olevasta palopermannon aukosta. Alalaattapalkiston päällä oleva tila on 400 mm korkea. Eristettä yläpohjassa on noin 380 mm. Palopermannon paksuus vaihtelee välillä 60–80 mm. Rakenteesta ei havaittu poikkeavaa hajua.

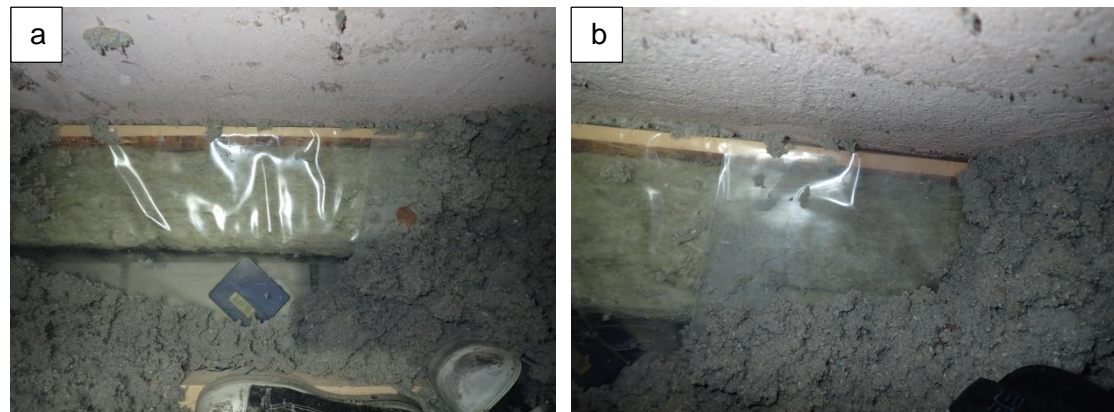
Yläpohjasta otettiin yksi materiaalinäyte mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteelle suoritettiin mikrobianalyysit laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Analyysitulokset on taulukossa 8 ja laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 8. Yläpohjan materiaalinäytteiden analyysitulokset.

Näyte	Tila ja rakenne	Materiaali	Analyysitulokset ja tarkenne
5	alkuperäisosa, ul-lakko, yläpohjan täyttö pohjaosista	kutterinlastu	Ei mikrobikasvua materiaalissa <i>Home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan</i>

## Laajennusosa

Laajennusosan yläpohjan rakennekerrokset ja höyrynsulkumuovin toteutustapa tarkastettiin yläpohjatilasta ja alakautta tehdyistä rakenneavauksista (2 kpl). Tarkastuskohdat on esitetty liitteessä 1.



Kuvat 102 a...b. Yläpohjan rakennetarkastelu RAK1.12 YP, alkuperäisosan ja laajennusosan rajalla. Yläpohjatilassa höyrynsulkumuovi on liitetty alkuperäisen osan ulkoseinärakenteen ulkopintaan rimoituksen avulla. Höyrynsulkumuovit on limitetty noin 200 mm:n matkalta. Limityksessä ei ole käytetty teippiä.



Kuva 103 a...b. Laajennusosan yläpohjan höyrynsulun liittymiä tarkasteltiin myös sisäkautta kahdella rakenneavauksella (RAK1.13...1.14 YP). Höyrynsulkumuovi jatkuu ehjänä tiiliväliseinän yli (kuva a). Ulkoseinän liitoksen toteutusta ei rakenneavauskohdasta saatu tarkemmin selvitettyä, koska avauskohdassa oli koolauspuiden tunnistelulla höyrynsulku todettiin yhtenäiseksi liitoskohdassa. Myöskään ilmavuotoa ei kohdassa havaittu merkkisavutarkastelulla. Yläpohjan höyrynsulku jatkuu limitettynä ulkoseinärakenteen sisään.

## 9.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

### Alkuperäisosa

Alkuperäisosan yläpohjana on betoninen, kutterilastutäytteinen alalaattapalkisto betonisella palopermannolla ja kylmällä ullakkotilalla. Havaintojen perusteella yläpohjatila tuulettuu tuuletusputkien kautta. Yläpohjatila ei pääse todennäköisesti tuulettumaan kauttaaltaan tehokkaasti johtuen räystäiden tuuletuksen puuttumisesta (ovat kauttaaltaan ummessa). Heikko tuulettuvuus erityisesti katvealueilla voi paikoin heikentää vesikaton puurakenteiden ja yläpohjan kuivumiskykyä, jolloin rakenteiden vaurioherkkyys voi kasvaa.

Vesikaton kuntoa ei pystytty täysin arvioimaan vallitsevan lumitilanteen takia. Vesikatteissa ei havaittu tarkastelluilta osin merkittäviä puutteita. Vähäiset puutteet mm. roskien poisto harjatiilen alta ja laajennusosan liitospellityksen vesitiiviiden parantaminen sekä tiilikatteiden pesu suositellaan tekemään huoltoluontoisina toimenpiteinä. Lisäksi suositellaan asentamaan puuttuvien turvaköysien kiinnityspisteet seuraamaan puurakenteisen kulkusillan kuntoa säännöllisesti. Tiilikatteen ikä ei selvinnyt lähtötiedoista. Betonitiilikatteen laskennallinen tekninen käyttöikä normaaleissa rasisolosuhteissa on noin 45 vuotta (RT 18-10922, 2008). Aistinvaraisen arvion mukaan tiilikatteella on vielä paljon teknistä käyttöikää jäljellä. Vesikattorakenteessa ei ole toimivaa/nykykaista aluskatetta, joten suosittelemme seuraamaan säännöllisesti vesikaton alapuolta, etenkin läpivientien kohdalta, mahdollisten vesivuotojen varalta.

Aistinvaraisten havaintojen mukaan yläpohjan kutterilastutäytöissä ja muottilauoissa on kosteus- ja mikrobivaurioita sekä näkyvää sienikasvustoa erityisesti keskialueella sijaitsevan paisuntasäiliön luona. Sienikasvustot viittaavat yläpohjaan aiemmin kohdistuneeseen voimakkaaseen kosteusrasitukseen, jonka arvioidaan aiheutuneen erityisesti paisuntasäiliöstä. Myös mm. aiemmin rakennuksen historian aikana yläpohjaan mahdollisesti kohdistuneet vesikattovuodot ja rakennekosteus ovat osaltaan voineet lisätä vaurioriskiä. Eteläpäädyn täyttöjä on uusittu, mutta korjaustöiden yhteydessä ei ole saatu poistettua kaikkea alkuperäistä kutterilastueristettä eikä muottilautoja. Puutteellisen korjaustyön vuoksi myös uusitulla yläpohja-alueella voi esiintyä ainakin paikallisia mikrobikasvustoja.

Yläpohjan ilmatiiviydessä todettiin puutteita läpivientien ja alapinnan halkeamien osalta. Mikrobin ja muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen yläpohjasta toisen kerroksen tiloihin on vähäisempää kuin välipohjarakenteiden kautta tapahtuva mikrobin kulkeutuminen johtuen savupiippuvaikutuksen muodostamasta sisätilojen ylipaineesta yläpohjatilaa nähden. Ajoittain esimerkiksi tuulen vaikutuksesta voi kuitenkin muodostua olosuhteet, jolloin sisäilma on alipaineinen yläpohjatilaa nähden, jolloin epäpuhtauksia voi kulkeutua yläpohjasta sisäilmaan.

Käyttöä turvaavana korjaustoimenpiteenä suositellaan parantamaan yläpohjan läpivientien ja alapinnan halkeamien ilmatiiveyttä erillisen suunnitelman mukaisesti. Viimeistään peruskorjauksessa suositellaan palopermantojen purkamista ja jäljelle jäävien rakenteiden perusteellista puhdistamista esimerkiksi kuivajääpuhalluksella ennen jälleenrakentamista. Suosittelemme harkitsemaan myös vesikaton uusimista peruskorjauksessa, vaikka tiilikatteella olisi vielä teknistä käyttöikää jäljellä. Raskaalla korjauksella yläpohjarakenne voidaan toteuttaa kokonaisuudessaan kosteusteknisesti toimivaksi ja rakenteelle saadaan pitkä tekninen käyttöikä. Mikäli vesikatto aiotaan säilyttää peruskorjauksessa, suositellaan selvittämään puurakenteiden mikrobiologinen kunto riittävän laajalla näytteenotolla, jotta voidaan varmistua, että sienikasvusto ei ole levinnyt jätettäviin rakenteisiin.

Alkuperäisen osan ullakkotilassa havaittu iso lohkeama valurautaisessa viemärin tuuletusputkessa suositellaan korjaamaan kiireellisesti, jotta putkesta ei kulkeudu ilmaa yläpohjatilaan. Putket suositellaan myös lämmöneristämään.

Ulkopuolisissa betoniräystäissä havaittiin useita halkeamia, jotka suositellaan tarkastamaan tarkemmin ja tarpeen mukaan korjaamaan (jos riskinä palojen irtoaminen, korjaukset pikaisesti).

### Laajennusosa

Laajennusosan yläpohja on puurunkoinen ja tiilikatteinen. Tiilikate on tutkimushetkellä lähtötietojen mukaan vasta noin 8 vuoden ikäinen, eli sillä on vielä runsaasti teknistä käyttöikää jäljellä. Betonitiilikatteen laskennallinen tekninen käyttöikä normaaleissa raitusolosuhteissa on noin 45 vuotta (RT 18-10922, 2008).

Vesikaton puurakenteiden kunnossa eikä yläpohjien tuulettuvuudessa todettu puutteita. Yläpohjan rakenteissa ei aistinvaraisten havaintojen ja rakennetarkastelujen perusteella todettu viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Yläpohjan ilmatiiviyys on vähintään kohtalainen, joten mahdollisten epäpuhtauksien (esimerkiksi ulkoilman) kulkeutuminen sisätiloihin on korkeintaan vähäistä. Tutkimusten perusteella yläpohjan raskaille korjaustoimenpiteille ei nähdä tarvetta peruskorjauksessa. Yläpohjan höyrynsulku-muovien ilmatiiviyttä suositellaan parantamaan peruskorjauksessa, mikäli tilojen alakattorakenteisiin ja ulkoseiniin kohdistetaan esimerkiksi märkätilojen saneerauksissa purkutoimenpiteitä. Paikalliset puutteet aluskatteessa läpiviennin kohdalta suositellaan korjaamaan.

Suosittelimme seuraamaan säännöllisesti vesikaton alapuolta, etenkin läpivientien kohdalta, mahdollisten vesivuotojen varalta. Säännöllisellä seurannalla voidaan ennaltaehkäistä kosteusvaurioiden syntymistä. Suosittelemme järjestämään katolle omat kulkutikkaat ja asentamaan puuttuvat kattoturvatuotteet. Yläpohjassa olevat ilmanvaihtokanavat suositellaan lämmöneristämään, jotta niiden pintaan ei tiivistyisi kosteutta.

## 10 Ilmanvaihto

### 10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäisesti painovoimainen. Korvausilma johdetaan sisätiloihin ulkoilma-aukkojen, -venttiileiden sekä ilmanvaihtohormien kautta, jotka toimivat korvausilma- tai poistoilmakanavina. Painovoimaisen ilmanvaihdon hormit sijaitsee eri puolilla rakennusta ja ne kulkevat pystysuuntaisesti vesikatolle.

Painovoimaista ilmanvaihtoa on vuosien saatossa muutettu muuttamalla kellari-, wc- ja pukuhuonetilojen ilmanvaihto koneelliseksi poistoksi sekä muuttamalla keittiötilan ilmanvaihto koneelliseksi tulo- ja poistoilmavaihdoksi.

### 10.2 Havaintoja ilmanvaihdosta

Puukäsityön luokan ilmanvaihto on pääosin painovoimainen. Ulkoilma johdetaan sisään seinäpintaan asennetuista korvausilma-aukoista tai -venttiileistä ja ilman tulisi poistua painovoimaisesti rakennearineeseen ilmahormiin. Tilan yhteydessä olevaan huoneeseen on asennettu huuvaan yhdistetty kanavapuhallin, jota ohjataan tilassa sijaitsevasta käyttökytkimestä (päälle / pois).

Keittiötilan ilmanvaihtokone sijaitsee varastohuoneessa, johon on käynti puukäsityöluokan kautta. Ilmanvaihtokoneen tuloilma on kanavoitu keittiötilaan ja poistoilma on kanavoitu keittiötilan keskellä sijaitsevaan huuvaan. Ilmanvaihtokonetta ohjataan keittiötilassa sijaitsevalta muuntajasäätimeltä (tehoasetus: 0 - 5)

Opetustilojen ilmanvaihto on painovoimainen. Tiloissa on 1–2 rakenneaineista ilmahormia ja osassa opetustiloista on suoraan ulkoilmaan johtavia korvausilma-aukkoja. Rakennuksen julkisivuilla havaittiin useita korvausilma-aukkoja luokkatilojen kohdalla, mutta sisätiloissa näitä ei kaikilta osin ole. Luokkien oviin on lisätty siirtoilmasäleiköt, joissa äänieristeenä on suojaamatonta mineraalivillaa. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan rakennuksen eri tiloissa on yleisesti käytössä aktiivinen ikkunatuuletus. Tuuletusjaksojen pituus on keskimäärin yksi 15...30 min jakso kerran tunnissa tai tarpeen mukaan pidempi.

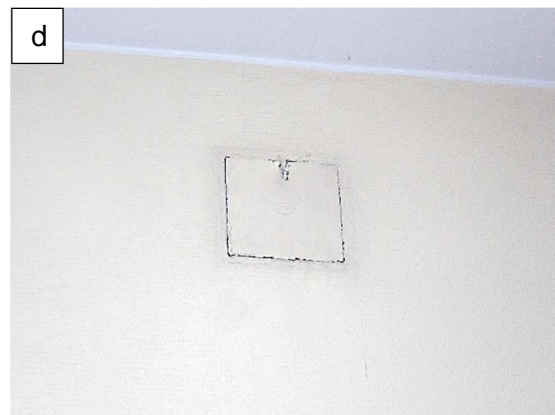
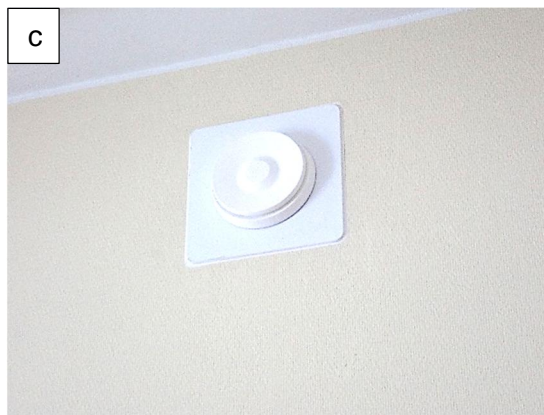
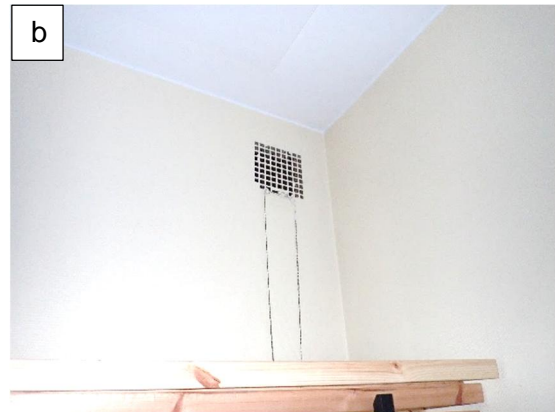
Myöhemmin rakennetun lisäsiiven puku- ja pesuhuonetilojen ilmanvaihto on huippuimurilla toteutettu koneellinen poisto. Huippuimuri sijaitsee rakennuksen vesikatolla. Korvausilma johdetaan tilaan ulkoilmasta erillisten korvausilmaventtiileiden kautta.

Rakennuksen ensimmäisen kerroksessa sijaitsevien wc-tilojen ilmanvaihto on koneellinen poisto, eikä niissä ole korvaus- tai siirtoilmareittejä.

Kellarin ilmanvaihto on osittain painovoimainen ja osittain koneellinen poisto. Käytöstä poistettujen pukuhuone- ja saunatilojen koneellinen poistoilmanvaihto on toteutettu kanavapuhaltimella, jota ohjataan kellarissa sijaitsevalta tyristorisäätimeltä. Kellarin molemmin puolin on maanvastaisia ryömintätiloja, joista ainakin toiseen on asennettu poistoilmapuhallin. Puhaltimen käyntiä ohjataan lämmönjakohuoneessa sijaitsevalta kytkimeltä (päälle / pois).

Rakennuksen eri osien aula- ja käytävätiloissa havaittiin suoraan ulkoilmaan yhteydessä olevia korvausilma-aukkoja sekä aula- ja käytävätiloissa ritiläsäleiköillä varustettuja painovoimaisen ilmanvaihdon ilma-aukkoja, jotka toimivat poisto- tai korvausilmareiteinä. Osa julkisivuilla olevista korvausilma-aukoista on ummistettu sisäpuolelta.

Ilmanvaihdosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 104 a...d. Teknisentyön luokan ilmanvaihto on toteutettu painovoimaisesti. Korvausilma johdetaan suoraan ulkoilmasta korvausilmaventtiilin ja korvausilma-aukon kautta. Huoneessa on myös ilma-hormi, joka toimii poistoilmareittinä (kuva b). Venttiilin avaus säätyy omavaraisesti ulkolämpötilan mukaan (kuva c). Korvausilma-aukko on kiinni (kuva d)). Tilassa ei ole erillistä ilmapuhdistinta tai puupölyn poistojärjestelmää.



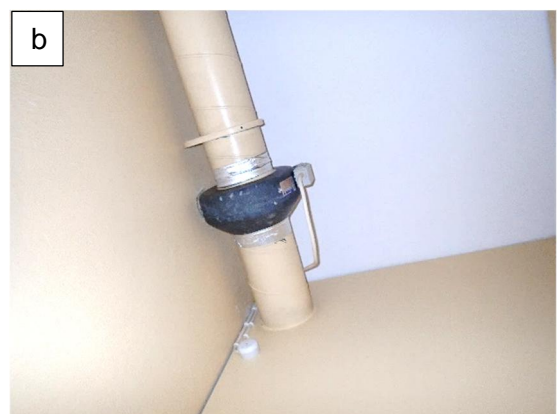
Kuvat 105 a...b. Keittiötilaa palvelee Fläkt Oy:n vuonna 1992 valmistama tulo- ja poistoilmavaihtokone. Ilmanvaihtokone on varustettu tulo- ja poistoilmasuodattimilla, ristivirta lämmöntalteenottokennolla, tuloilman lämmitysvastuksella ja puhaltimilla. Ilmanvaihtokone oli tarkastushetkellä pois päältä ja päälle kytkettäessä sen poistoilmapuhaltin ei käynnistynyt. Tuloilmapuhaltimessa havaittiin laakerivaurioon viittaava sivuääni. Kone itsessään oli hieman likainen. Tulo- ja poistoilmasuodattimet olivat arviolta G4 tai M5 suodatusluokan suodattimia. Ilmanvaihtokanavistossa ei havaittu äänenvaimentimia.



Kuvat 106 a... b. Yleiskuvia keittiön ilmanvaihdosta. Tuloilma johdetaan tilaan neljän KTS-125 -tuloilmaventtiin kautta (punainen nuoli). Keittiön rasvahuuva on yhdistetty ilmanvaihtokoneen poistoilmaan.



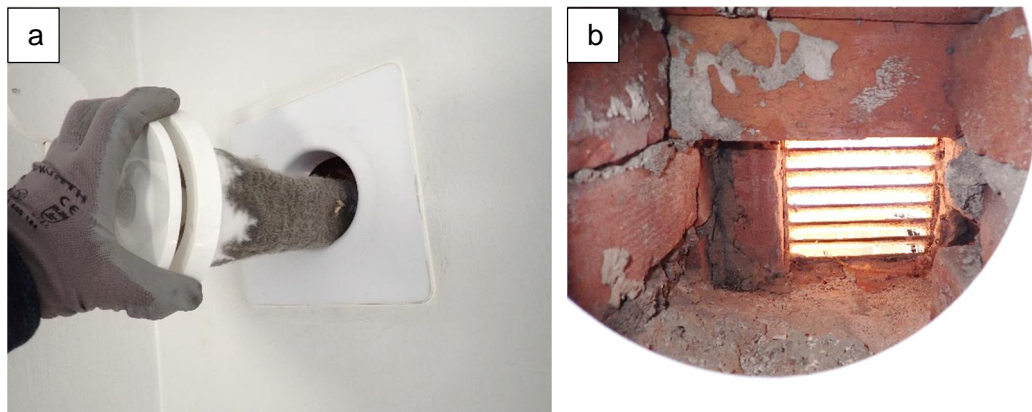
Kuvat 107 a...b. Yleiskuva opetustilan ilmanvaihdosta. Luokissa on -1-2 ilmahormia, jotka ovat suunniteltu poistoilmahormeiksi sekä ovissa siirtoilmäsäleikkö, jonka äänieriste on suojaamaton mineraalivilla. Osassa opetustiloja on ulkoilmaan johtavia korvausilma-aukkoja. Tarkasteluhetkellä, kun ilmanvaihtolaitteet olivat pois päältä, ilmavirtaukset olivat merkittävästi havainnoituna ilmahormeihin päin. Ilmanvaihtolaitteiden ollessa päällä, kääntyi ilmavirtaukset joistain ilmahormeista sisäilmaan päin (kaikkia hormoneja ei tarkasteltu).



Kuvat 108 a...b. Ensimmäisen kerroksen keskiosan WC-tilojen poisto on toteutettu kanavapuhaltimen avulla. Tilojen oviaukoissa ei ole ovirakoa tai tilaan johtavaa korvausilmareittiä. Kanavapuhallin on huomattavan vanha ja siinä havaittiin voimakas laakerivaurioon viittaa sivuääni.



Kuvat 109 a...d. Yleiskuvia rakennuksen eri tilojen ilmanvaihdosta. Punaisilla nuolilla on osoitettu korvausilma-aukkoja ja poistoilmahormeja ja poistoilmaventtiileitä.



Kuvat 110 a...b. Rakennuksen eri osissa on korvausilmaventtiileitä ja suoraan seinärakenteen tai rakenneaineisen ilmahormin kautta ulkoilmaan yhteydessä olevia korvausilma-aukkoja. Kuvassa A olevan Velco -korvausilmaventtiilin suodatin on hyvin liikainen. Korvausilma-aukoissa ei ole suodattimia (kuva b).





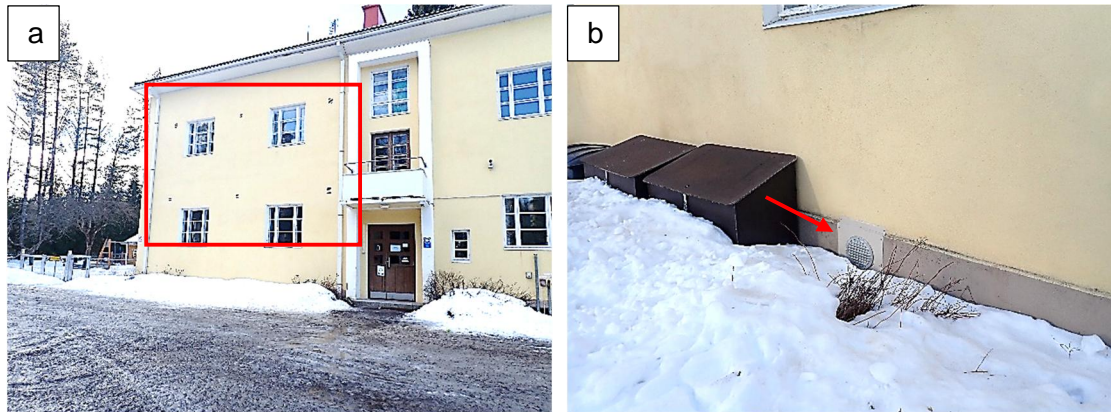
Kuvat 111 a...d. Yleiskuvia kellaritilojen ilmanvaihdosta. Punaisilla nuolilla on osoitettu korvausilma-aukkoja ja poistoilmahormeja ja poistoilmaventtiileitä.



Kuvat 112 a...d. Yleiskuvia kellarikerroksen ryömintätiloista.



Kuva 113. Rakennuksen ullakolla on asbestipitoisesta materiaalista valmistettu ilma-  
vaihtokanava, joka on yhdistetty rakenneaineiseen ilmanvaihtohormiin.

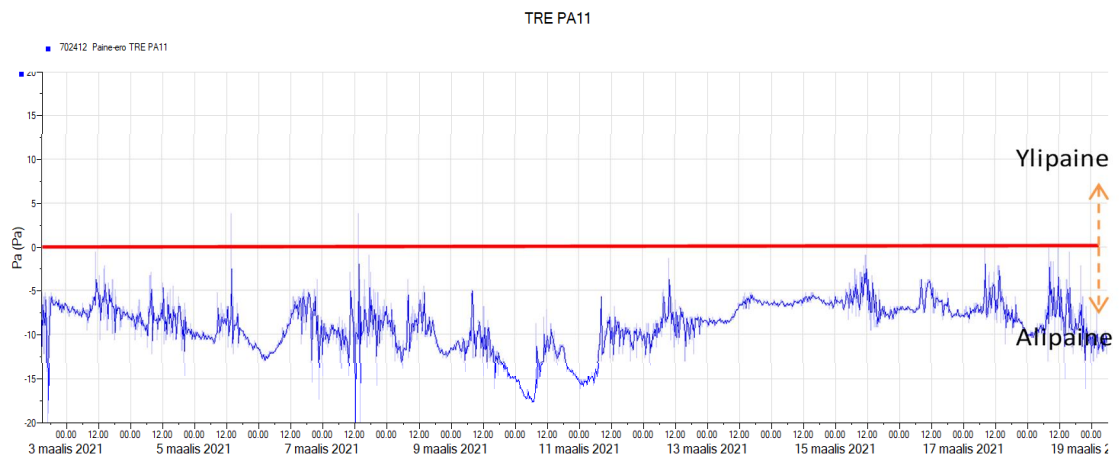


Kuva 114 a...b. Rakennuksen julkisivulla on useita korvausilma-aukkoja, jotka on ummistettu sisätiloista (kuva a). Kellarin ilma-aukot ovat lähellä maanpintaa (kuva b). Kuvan b harvalamellisissa metallisäleiköissä on tiheät metalliverkot, jotka ovat osin tukossa.

## 10.3 Seurantamittaukset

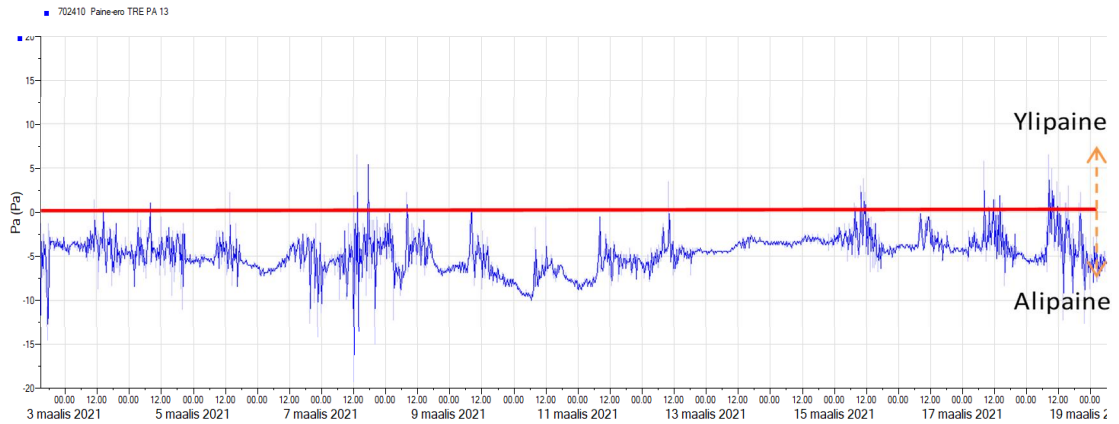
### Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman sekä sisäilman ja kellarin ryömintätilan välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena rakennuksen eri osista aikavälillä 2.3. – 19.3.2021. Paine-eron seurantamittauksen tulokset on esitetty seuraavissa (Kuvaaja 1...Kuvaaja 4). Seurantamittauksen mittaustaikaa on esitetty liitteessä 3.



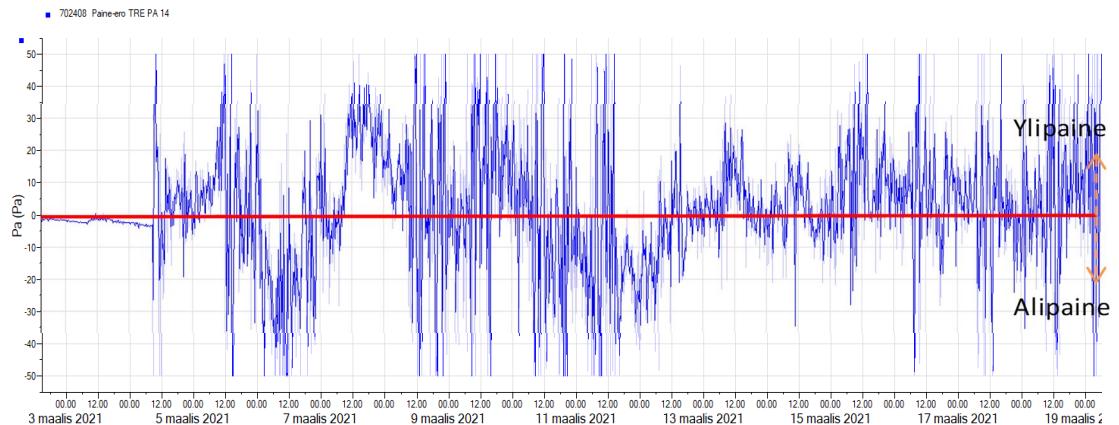
Kuvaaja 1. 1. kerroksen opetustilan ja ulkoilman välinen paine-ero seurantajakson aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Paine-eron ollessa negatiivinen, on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.

TRE PA 13



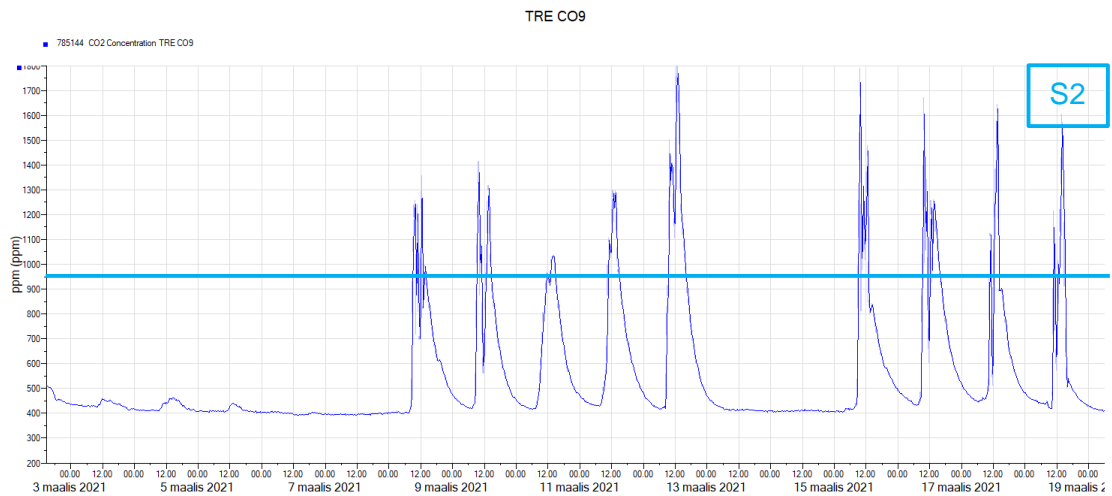
*Kuvaaja 2. 2. kerroksen opetustilan ja ulkoilman välinen paine-ero seurantajakson aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Paine-eron ollessa negatiivinen, on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.*

TRE PA 14

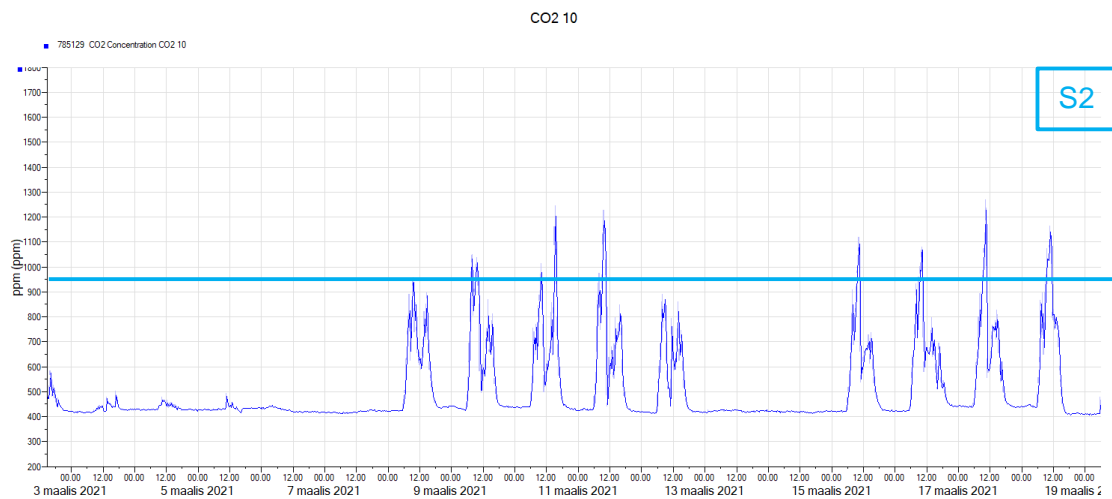


*Kuvaaja 3. 1. kerroksen puukäsityöluokan ja kellarin ryömintätilan välinen paine-ero seurantajakson aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Paine-eron ollessa negatiivinen, on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden. Kuvaajassa esiintyvä "sahaus" viittaa todennäköisesti mittalaitteen mittaushäiriöön. Seurantajakson alun mittaustulos kuvastaa todennäköisesti todellista tilannetta.*

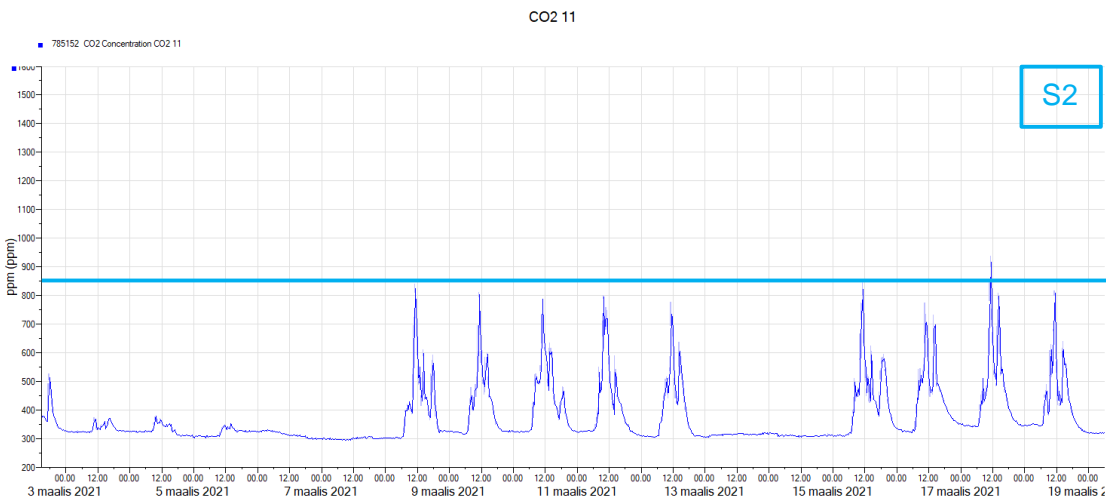




Kuvaaja 6. 2. kerroksen opetustilan sisäilman hiilidioksidipitoisuus seurantajakson aikana.



Kuvaaja 7. 2. kerroksen opetustilan (pohjukuvissa olohuone) sisäilman hiilidioksidipitoisuus seurantajakson aikana.

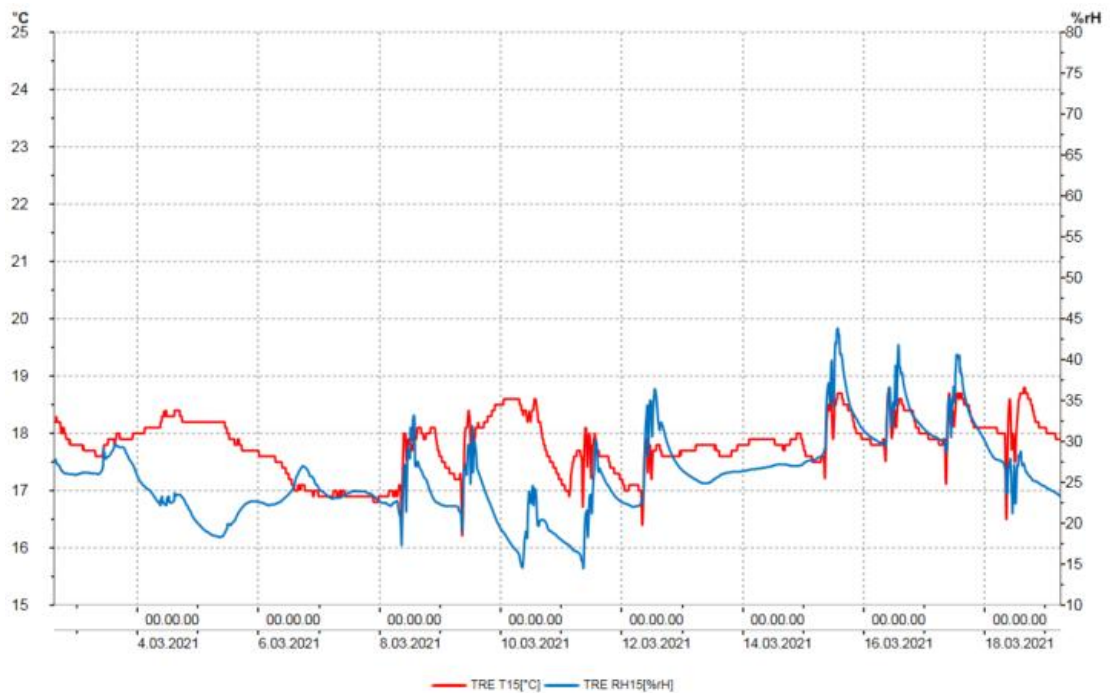


Kuvaaja 8. 1. kerroksen ruokalatalian (pohjukuvissa opetustila) sisäilman hiilidioksidipitoisuus seurantajakson aikana. Käyttöajan ulkopuolinen mittaustulos on n. 100 ppm

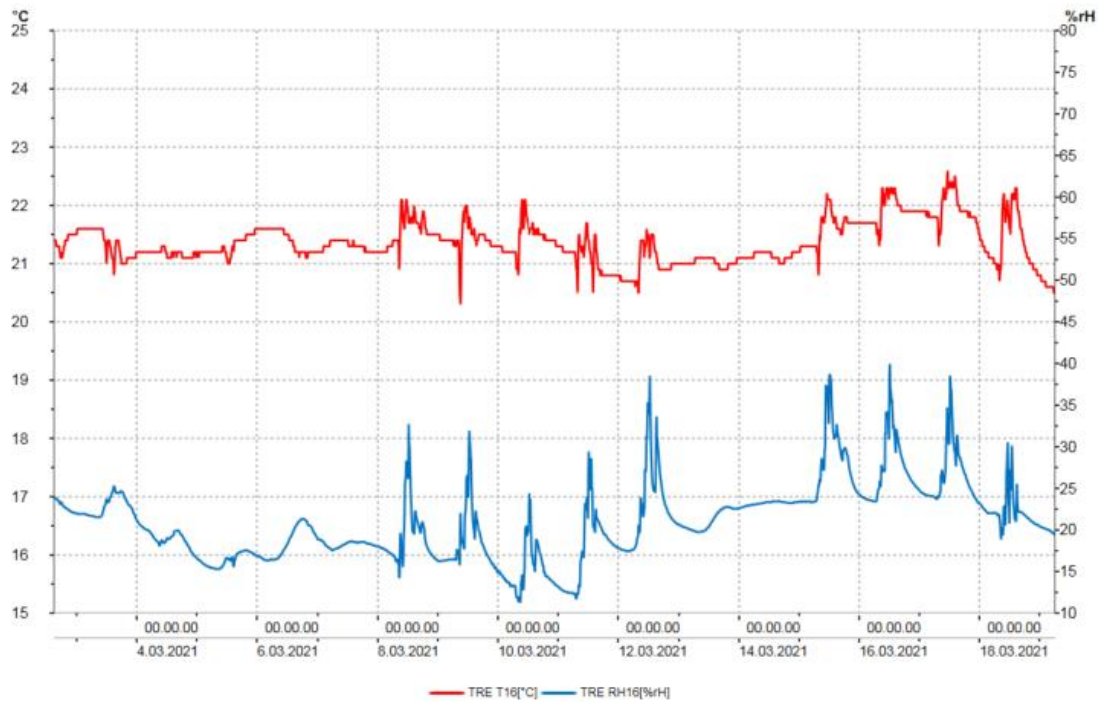
vähemmän, kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden, mikä johtuu mittalaitteen mittausvirheestä. Mittavirhe tulee huomioida tulosten tulkinnassa.

### Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

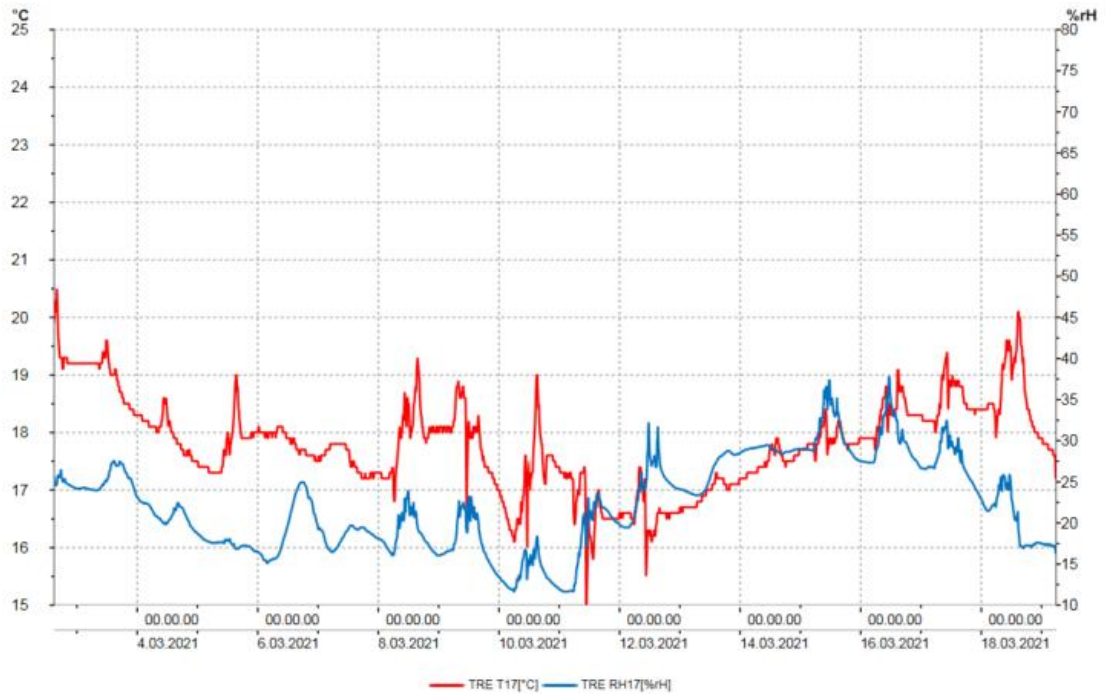
Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena kuudesta tilasta eri puolilta rakennusta ja ulkoilmasta aikavälillä 2.3. – 19.3.2021. Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa ( Kuvaaja 9...Kuvaaja 13). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 3.



Kuvaaja 9. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus seurantajakson aikana 1. kerroksen opetustilassa (TRE T15).

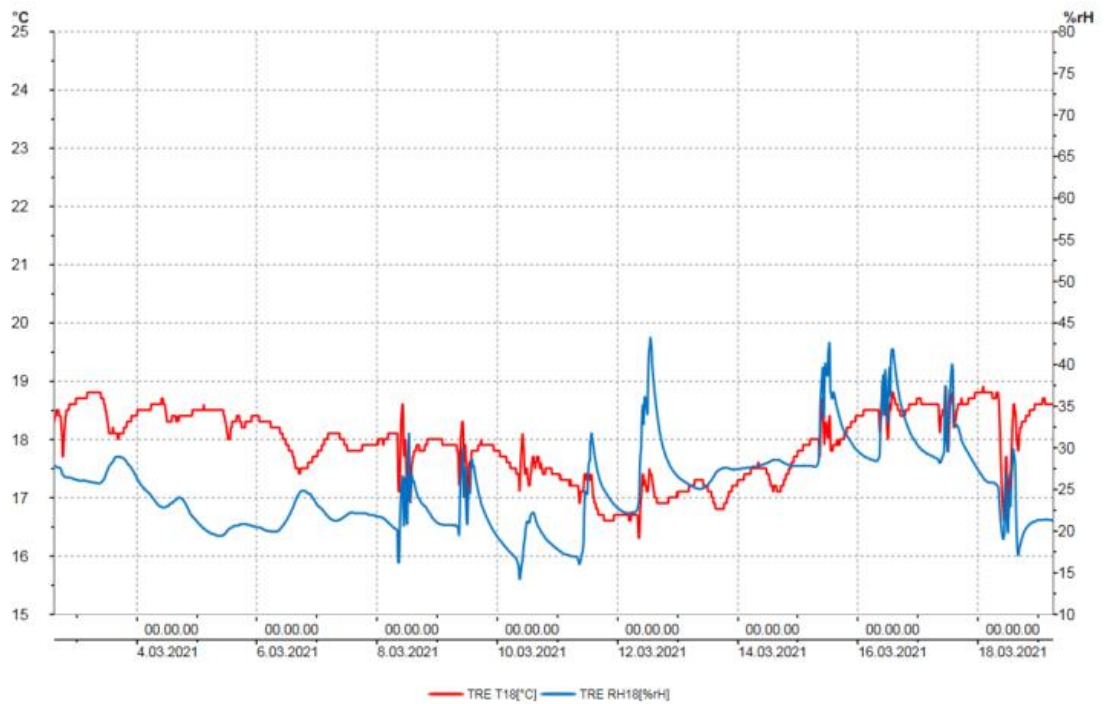


Kuvaaja 10. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus seurantajakson aikana 1. kerroksen opetustilassa (TRE T16).

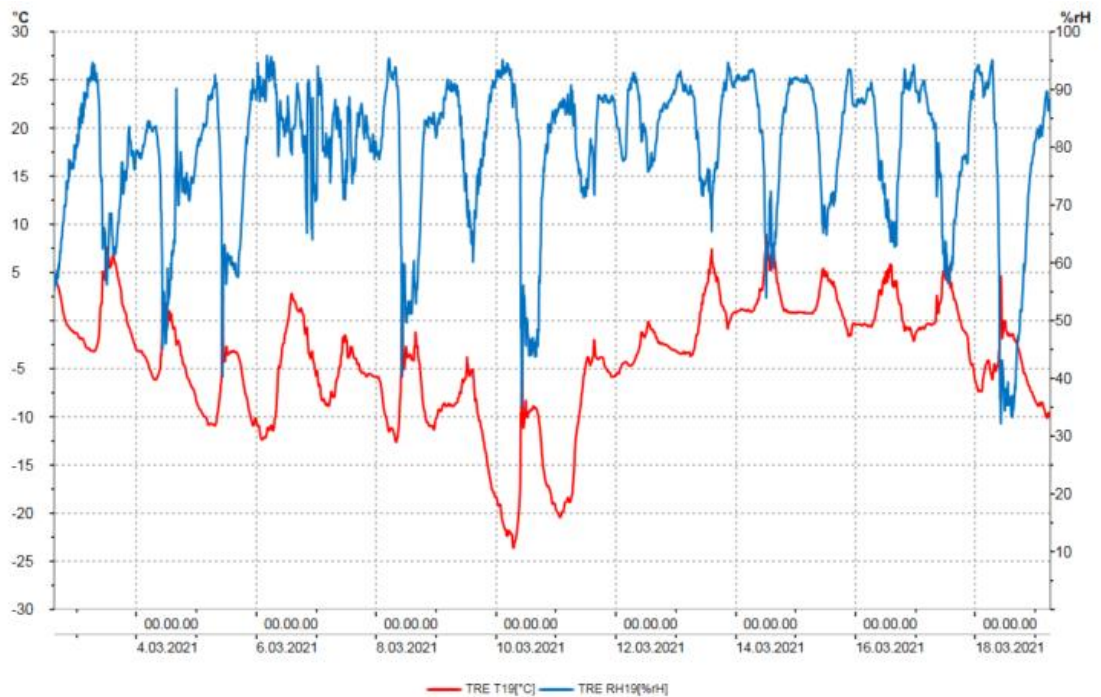


Kuvaaja 11. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus seurantajakson aikana 2. kerroksen opetustilassa (TRE T17).





Kuvaaja 12. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus seurantajakson aikana 2. kerroksen opetustilassa (TRE T18).



Kuvaaja 13. Ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus TRE T19 seurantajakson aikana.

## 10.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

### Ilmanvaihto

Selvityksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen ilmanvaihdon toimivuutta. Merkittävin ilmanvaihtoon ja sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on rakennuksen tilojen käyttöön nähden puutteellinen ilmanvaihto. Opetustilojen ilmanvaihdon arvioidaan toimivan heikosti ja olevan riittämätöntä tilojen käyttäjämääriin nähden. Heikon huuhtelun ja ilmanvaihdon riittämättömyyden vuoksi sisäilman epäpuhtaudet eivät laimene tehokkaasti, jolloin mm. sisäilman lämpötila (kesäaika) ja hiilidioksidipitoisuus pääsee nousemaan ja sisäilma saatetaan aistia tunkkaisena.

Rakennuksen ilmanvaihdon toiminta perustuu pitkälti ulko- ja sisäilman välisen lämpötilaeron sekä tuulen ja ilmanvaihtokoneiden käytön aiheuttamaan paine-eroon. Rakennukseen muodostuvat painesuhteet määräytyvät ilmanvaihtokoneiden käynnin, ilmanvaihtolaitteiden, tuulen, lämpötilaerojen sekä tilojen käytön yhteisvaikutuksesta, joiden vuoksi painesuhteet ja ilmanvaihdon määrä eri tiloissa voivat vaihdella olosuhteiden mukaan voimakkaasti. Painovoimaisen ilmanvaihdon keskeisin riski on ilmanvaihdon riittävyys kaikissa olosuhteissa. Tietyissä olosuhteissa ilma vaihtuu erittäin heikosti, tai ilmavirtaus hormeista voi kääntyä sisäilmaan päin, jolloin hormien epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan.

Keittiön ilmanvaihtokoneen poistoilmapuhallin ei käynnistynyt tarkasteluhetkellä, minkä vuoksi ruuanvalmistamisesta tulevat käryt kulkeutuvat sisäilmaan. Suosittelemme ilmanvaihtokoneen toimintakunnon varmistamista ja tarvittaessa uusimista huomioiden rakennuksen ilmanvaihto kokonaisuudessaan.

Kaikissa opetustiloissa ei havaittu ulkoilmaan johtavia korvausilma-aukkoja tai –venttiileitä, jonka vuoksi korvausilmaa virtaa rakenteiden epätiiveyskohdista sekä tietyissä ulkoilmaolosuhteissa mahdollisesti myös poistoilmahormeista, jolloin riskinä on vedon tunne sekä sisäilman laadun heikentyminen, koska rakenteissa olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan. Rakennuksen julkisivuilla on useita korvausilma-aukkoja, jotka on havaintojen perusteella tukittu sisäpuolelta. Suosittelemme ensisijaisesti rakennuksen ilmanvaihdon parantamista. Suositeltavin vaihtoehto on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä tai harkinnanvaraisesti ilmanvaihdon parantaminen esim. koneellisella poistoilmavaihdolla, jolloin myös korvausilman saanti ja ulkoilman epäpuhtauksien suodatus tulee huomioida. Tilapäisratkaisuna suositeltavaa on jatkaa nykyistä ikkunatuuletuksen käyttöä. Ikkunatuuletuksen riskinä on paikoitellen huomattava vedon tunne sekä lämmityskaudella alhaiset sisäilman lämpötilat.

Luokkatiloihin johtavissa ovissa on siirtoilmasäleikköjä, joiden äänenvaimennusmateriaali on suojaamaton mineraalivilla. Arvioimme niissä olevien mineraalivillakuitujen kulkeutumisen sisäilmaan vähäiseksi, mutta suosittelemme vaimennusmateriaalien korvaamista polyesterimateriaalilla tai vaihtoehtoisesti aukkojen putkittamista. Aukkojen putkittaminen saattaa heikentää äänenvaimennusta.

Puukäsityöluokan ilmanvaihto on hyvin puutteellista, eikä tilaa ole varustettu kohdepoistojärjestelmällä tai erillisillä sisäilmanpuhdistimilla. Luokkien sisäilma voi huonontua esim. puupölyn takia, joka aiheuttaa mm. hengitysteiden, silmien ja ihon ärsytysoireita. Suosittelemme käsityöluokkien ilmanvaihdon parantamista ja pölyn leviämisen estämistä esim. kohdepoistojärjestelmällä. Mikäli käyttäjien altistumista puupölylle ei saada riittävän vähäiseksi, tulee käyttäjiä ohjeistaa suojautumaan vähintään P2 tason hengityssuojaimin.

Korvausilma-aukkoja tai –venttiileitä ei ole putkitettu ulkoilmaan, jonka seurauksena niissä olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan. Suosittelemme epäpuhtauksien

kulkeutumisen estämiseksi korvausilmareittien putkittamista tai niiden käsittelyä sopivalla pinnoiteaineella.

Kellaritilojen ryömintätilojen ilmanvaihto on puutteellinen. Seurantamittausten ja merkisavulla tehtyjen havaintojen perusteella ilmavirtaukset suuntautuvat kellaritiloista muihin tiloihin päin. Suosittelemme kellarin alipaineistusta sekä alipaineistussuunnitelua ja koealipaineistusta.

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän osalta tulee myös huomioida, että tietyissä ulkoilman olosuhteissa on todennäköistä, että ns. asumisterveysasetuksessa STM545/2015 (Sosiaali- ja Terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista 545 / 2015) esitetyt toimenpiderajat ylittyvät.

### **Sisäilman olosuhteet, hiilidioksidi ja painesuhteet**

Ulkoilman lämpötila vaihteli seurantajakson aikana pääosin + 5... - 10 °C välillä. Ajanjaksolla 10.–12.3.2021 ulkoilman lämpötila on ollut matalampi, ollen välillä - 10... - 25 °C.

Tilojen käytön aikana sisäilman lämpötila oli seurantamittausten mukaan sisäilman laadun kannalta yhdessä tilassa hyvä, muissa välttävä (16–19 asteen välillä). Mittausjakson aikana sisäilmalämpötila alitti useina päivinä asumisterveysasetuksen toimenpiderajan 18 °C. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan opetustiloissa käytetään aktiivisesti ikkunatuuletuksia, millä on sisäilman lämpötilaa laskeva vaikutus. 2. kerroksen päiväkodin tiloissa sisäilman lämpötila oli pääosin välillä 17...19 °C ja aikavälillä 10.–14.3. lämpötila oli 16... 18 °C. Suosittelemme lämmitysjärjestelmän toiminnan tarkastamista ja varmistamista. Mahdollisten syiden löytymisen ja korjausten jälkeen, suosittelemme suorittamaan uusintamittaukset viimeistään seuraavan lämmityskauden aikana.

Sisätiloissa tärkein hiilidioksidin lähde on ihmisen hengitysilma. Hiilidioksidipitoisuus on siten hyvä mittari ilmanvaihdon riittävyyden kannalta. Opetustiloissa sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousi seurantajakson aikana paikoin huomattavan korkeaksi, ollen välillä 1200...1800 ppm. Asumisterveysasetuksessa STM545/2015 (Sosiaali- ja Terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista 545 / 2015) esitetty toimenpideraja ylittyy ainakin yhden tilan osalta useasti seurantajakson aikana. Mittaustuloksissa tulee myös huomioida, että samaan aikaan on käytetty ikkunatuuletuksia, joilla on hiilidioksidipitoisuutta laimentava vaikutus. Sisäilman laadun kannalta ilmanlaatua voidaan pitää heikkona. Korkea pitoisuus sisäilmassa aiheuttaa mm. tunkkaisuuden tunteen, väsymystä ja päänsärkyä.

Ilmanvaihdon käytön sekä ulko- ja sisäilman lämpötilaerojen vuoksi rakennukseen muodostuu paine-eroja. 1. kerroksen opetus- ja ruokailutilat olivat seurantamittausjakson aikana pääosin 5...10 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. 2. kerroksen tiloissa paine-erot ovat vähäisempiä (alle 5 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden). Klo 08:00 – 17:00 paine-erot ovat vähäisempiä, mikä olettavasti johtuu aktiivisesta ikkunatuuleuksesta, jolloin rakennukseen virtaa korvausilmaa avoimista ikkunoista tasoittaen paine-eroja.

2. kerroksen opetustila oli muutamina päivinä mittausjakson aikana hieman ylipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin korvausilmaa voi virrata ja epäpuhtauksia kulkeutua rakenteiden epätiivetyiskohtien ja ilmahormien kautta sisäilmaan.

## 11 Sisäilman altistumisolosuhteiden arviointi

Tutkimusten perusteella tehtiin sisäilman altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen julkaisun *Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017* mukaisesti.

Arvioinnissa kiinnitettiin huomiota sisäilman laadun toimenpide-, ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmavuotoreitteihin, kuitulähteisiin, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitoisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Arviointi ei kata alkuperäisosan kellaritiloja, joissa käyttäjät eivät oleskele (vain teknisiä tiloja ja varastoja).

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella:

- A. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa
- B. Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
- C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun
- D. Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet (mm. mineraalivillakuidut, materiaaliemissiot, muovimattojen hajoamistuotteet, kreosootin haju, asbesti)

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

1. Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
2. Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
3. Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
4. Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

Altistumisolosuhteiden arvioinnin ja muiden tehtyjen selvitysten ja tutkimusten perusteella terveysviranomainen tai työterveyshuolto voivat tehdä terveydellisen merkityksen arvioinnin.

### **A. MIKROBIT**

#### **Alkuperäisosa**

Alkuperäisosan merkittävin mikrobiepäpuhtauksien lähde on rakennuksen molemmissa päädyissä sijaitsevat ryömintätilat. Ryömintätiloissa on putkikoteloiden rakenteina orgaanisia, osittain maata vasten olevia materiaaleja, joissa on todennäköisesti ainakin paikallisia mikrobikasvustoja. Lisäksi ryömintätilan maatyttöissä ja pinnoilla on tyypillisesti mikrobeja, sillä olosuhteet ryömintätilassa ovat mikrobikasvulle suotuisat.

Ala-, väli- ja yläpohjassa on käytetty lämmöneristeenä kutterilastua, joka orgaanisena materiaalina vaurioituu herkästi kosteuden seurauksena. Mikrobinäytteiden (5 kpl) ja havaintojen perusteella rakenteiden täyttökerroksissa on vähintään paikallisia, osin myös pitkälle edenneitä kosteus- ja mikrobivaurioita. Yläpohjassa aistinvaraisesti havaittu sienikasvusto on mahdollisesti levinnyt laajalle alueelle muottilauodoissa ja täyttökerroksissa.

Massiivitiilirakenteisissa ulkoseinissä ja pääosin muuraamalla ummistetuissa patterisyvennyksissä ei todettu viitteitä kosteus- ja mikrobivaurioista. Ikkunoiden tiivistyksissä ulkoseiniin on käytetty pellavaa, joissa on materiaalinäytteiden perusteella paikallisia, vähäisiä mikrobikasvustoja.

Rakennuksessa on runsaasti vanhoja, painovoimaisia ilmanvaihtohormeja sekä ulkoilmaan yhteydessä olevia korvausilma-aukkoja. Ulkoilmaan rajoittuvina rakenteina hormien ja seinärakenteiden pinnoilla on aina jonkin verran mikrobiepäpuhtauksia.

## Laajennusosa

Laajennusosan merkittävimmät mikrobiepäpuhtauksien lähteet ovat maanvastaisen alapohjan alapuolinen maaperä sekä alkuperäisosan pohjoissivun ryömintätila, jonka mikrobilähteitä on kuvattu alkuperäisosan yhteydessä edellisessä kappaleessa. Laajennusosan kaksoisbetonilaatta-alapohjassa ei ole herkästi mikrobivaurioituvia materiaaleja, mutta runkobetonilaatan alla olevassa maaperässä on tyypillisesti mikrobeja, joita voi kertyä myös laattojen väliseen eristekerrokseen ilmavuotojen mukana.

Laajennusosan ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa ei rakenneavausten ja materiaalinäytteiden (2 kpl) perusteella todettu viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Ulkoseinärakenteiden (ns. valesokkeli) riskit huomioiden paikalliset mikrobikasvustot ovat mahdollisia erityisesti alapohjan yläpinnan alapuolelle jatkuvissa sisäverhouslevyissä.

## **B. ILMAYHTEYS JA PAINE-EROT**

### Alkuperäisosa

Alapohja- ja välipohjarakenteissa on yleisesti ilmatiiveyspuutteita mm. läpivienneissä ja puulattioiden rakenneliittymissä, joiden kautta rakenteiden epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Yläpohjan paikalla valetun alalaatan liittymät muurattuihin seinärakenteisiin arvioitiin ilmatiiviiksi, mutta yläpohjan ilmatiiviyttä heikentävät yleisesti läpiviennit sekä paikoin alalaataston halkeamat. Myös kellarin epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan käyttötiloihin mm. avoimien läpivientien ja porrashuoneiden kautta. Paine-eron seurantamittauksen sekä hetkellisten paine-ero- ja merkkisavuhavaintojen mukaan ilmavirtaukset suuntautuvat kellaritiloista, ryömintätiloista sekä alaja välipohjien täyttökerroksista käyttötiloihin päin. Tietyissä olosuhteissa korvausilmaa saattaa kulkeutua myös yläpohjasta sekä painovoimaisista hormeista. Ulkoseinien korvausilma-aukkojen kautta massiivitiiliulkoseinärakenteet ovat paikoin suorassa ilmayhteydessä sisätiloihin. Ulkoseinien sisäpuolinen ilmatiiveys mm. ikkunaliittymissä todettiin merkkiainekokeen ja muiden havaintojen perusteella varsin hyväksi.

Seurantamittausten perusteella alkuperäisosan tilat olivat osin 5...10 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden ja toisen kerroksen tilat keskimäärin alle 5 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakennuksen ilmanvaihto on pääosin painovoimainen, jossa paineeroon vaikuttaa merkittävästi sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero sekä tuuli, joka voi lyhytaikaisesti aiheuttaa suuriakin paine-eroja. Suurimman osan ajasta painesuhteet ovat kuitenkin painovoimaisen ilmanvaihdon tiloissa (mm. kaikki luokkatilat) tyypillisesti lähellä tasapainotilaa, jolloin vaipparakenteiden yli ei muodostu kovin suuria paine-eroja. Vaikka paine-ero rakennuksen vaipan yli ei ole erityisen suuri, virtaa rakennuksen heikosta ilmatiiveydestä johtuen rakenteiden läpi merkittävästi vuotoilmaa. Vuotoilman mukana sisäilmaan kulkeutuu epäpuhtauksia rakenteiden sisältä.

### Laajennusosa

Laajennusosan alapohja todettiin rakenneavauksissa epätiiviiksi ulkoseinien liittymäkohdissa. Käytännössä alapohjan ilmatiiviyys on vähintään kohtalainen seinäpintoja vasten nostetun muovimattopäällysteen vuoksi. Merkkiainekokeen ja muiden havaintojen perusteella alapohjassa on pienialaisia ilmatiiviyyspuutteita kohdissa, joissa muovimatossa on ikääntymisen aiheuttamia vaurioita.

Alkuperäisosan pohjoispäädyn ryömintätilasta havaittiin ilmayhteys laajennusosan pukuhuoneen vanhaan, tiiliverhottuun ulkoseinään (nyk. väliseinä) ryömintätilan ummistamattomien tuuletusluukkujen ja ryömintätilasta johdettujen putkien kautta. Pukuhuoneen putkikotelo ei ole ilmatiivis ja seinämuurauksessa on jonkin verran epätiiviyyskohdina toimivia halkeamia.

## **C. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ**

### **Alkuperäisosa**

Rakennuksen pääosin painovoimaisen ilmanvaihdon arvioidaan toimivan heikosti ja olevan riittämätöntä tilojen käyttöön nähden. Heikon huuhtelun vuoksi sisäilman epäpuhtaudet eivät laimene tehokkaasti, jolloin mm. sisäilman lämpötila (kesäaikana) ja hiilidioksidipitoisuus pääsevät nousemaan ja sisäilma saatetaan aistia tunkkaisena. Seurantamittauksissa opetustiloissa sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousi paikoin huomattavan korkeaksi (1200...1800 ppm), ylittäen yhden tilan osalta STM 545/2015:n mukaisen toimenpiderajan (1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) useasti seurantajakson aikana. Mittaustuloksissa tulee myös huomioida, että samaan aikaan on käytetty ikkunatuuletuksia, joilla on hiilidioksidipitoisuutta laimentava vaikutus. Ikkunatuuleuksesta johtuen tilojen sisäilman lämpötilat jäivät seurantajaksoilla rakennuksen käytön aikana suurelta osin heikolle/välttävälle tasolle (n. 16...19 °C).

Alkuperäisosassa on runsaasti vanhoja, painovoimaisia ilmanvaihtohormeja sekä ulkoilmaan yhteydessä olevia korvausilma-aukkoja. Ulkoseinien ja ikkunapenkkin korvausilma-aukkojen ja kautta ulkoseinärakenne on paikoin suorassa ilmayhteydessä sisätiloihin. Tietyissä olosuhteissa korvausilmaa saattaa kulkeutua myös painovoimaisista ilmahormeista sisätiloihin.

Ilmanvaihtojärjestelmän osalta alkuperäisosan sisäilman laatua heikentävät myös keittiön ilmanvaihtokoneen toimintavika ja puukäsityöluokan käyttöön nähden puutteellinen ilmanvaihto, mikä voi aiheuttaa pölyn ja ei-toivottujen hajujen kulkeutumista myös muiden tilojen sisäilmaan.

### **Laajennusosa**

Laajennusosan puku- ja pesuhuonetilojen ilmanvaihto on huippuimurilla toteutettu koneellinen poisto. Korvausilma johdetaan tilaan ulkoilmasta korvausilmaventtiileiden kautta.

Laajennusosan ilmanvaihdossa ei todettu merkittäviä sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita. Tilojen sisäilma saatetaan aistia viileäksi talviaikana, koska kylmää ulkoilmaa johdetaan sisätiloihin. Rakenneavausten ja merkkisavutarkastelujen perusteella sisätilat ovat ainakin ajoittain alipaineisia rakenteisiin nähden, jolloin rakenteiden epätiiviyshkohdista voi kulkeutua jossain määrin korvausilmaa.

## **D. RAKENNUKSESTA PERÄISIN OLEVAT EPÄPUHTAUDET**

### **Alkuperäisosa**

Kellarin alapohjassa ja seinärakenteissa on PAH-yhdistepitoinen bitumisively, josta voi kulkeutua kellarin sisäilmaan sekä hiukkasmaisia että kaasumaisia epäpuhtauksia. Myös ullakon palopermannon ja puuosien bitumisivelyissä todettiin korkeita PAH-yhdistepitoisuuksia. Varsinkin kaasumaiset yhdisteet, joita erityisesti mainituissa bitumituotteissa todettiin korkeina pitoisuuksina, voivat kulkeutua herkästi ilmapvirtausten mukana ja diffuusiolla rakenteen läpi. Kellarin sisäilmassa havaittiin tutkimusten yhteydessä paikoin PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Myös ullakon haitta-aineperäisiä epäpuhtauksia saattaa ajoittain kulkeutua jossain määrin sisätiloihin, jos esimerkiksi tuulen vaikutuksesta sisätilat muuttuvat hetkellisesti alipaineisiksi yläpohjaan nähden.

Kellarissa todettiin bitumisivelyjen lisäksi myös muita haitta-ainepitoisia materiaaleja, erityisesti asbestipitoisia putkieristeitä ja palo-ovia, jotka ovat osin huonokuntoisia, jolloin niistä voi irrota asbestikuituja. Kellarin tilat ovat teknisiä tiloja ja varastoja, mutta

kellarista on ilmayhteys ylempiin tiloihin. Käyttötilojen haitta-ainepitoiset materiaalit ovat ehjiä ja hyväkuntoisia, jolloin niillä ei ole heikentävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Luokkatilojen väliovissa on siirtoilmasäleikköjä, joiden äänenvaimennusmateriaalina on suojaamaton mineraalivilla, josta voi kulkeutua sisäilmaan vähäisiä määriä mineraalikuituja ilmapvirtausten mukana.

### Laajennusosa

Havaintojen ja kosteusmittausten perusteella laajennusosan maanvastainen alapohja on kosteusteknisesti toimiva eikä viitteitä muovimattopäällysteiden vaurioitumisesta ja mahdollisista kemiallisista päästöistä sisäilmaan todettu.

Ulkoseinien mineraalivillaeristeistä voi kulkeutua vähäisiä määriä mineraalikuituja sisäilmaan ilmapvirtausten mukana, sillä ulkoseinien rakenneliittymät ovat epätiivitä.

Laajennusosassa ei havaittu haitta-ainepitoisia materiaaleja, joilla olisi vaikutusta sisäilman laatuun.

## ARVIO ALTISTUMISOLOSUHTEESTA

### Alkuperäisosa

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on rakennuksen alkuperäisosassa yleisesti **todennäköinen**.

Suorittamalla kohdassa 12.1 luetellut, käyttöä turvaavat korjaustoimenpiteet koskien rakenteita ja ilmanvaihtoa, voidaan tavanomaisesta poikkeava olosuhde arvioida alustavasti tasolle **mahdollinen**.

Suorittamalla kohdassa 12.2 luetellut peruskorjaustasoiset korjaustoimenpiteet, voidaan tavanomaisesta poikkeava olosuhde arvioida alustavasti tasolle **epätodennäköinen**.

### Laajennusosa

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on rakennuksen laajennusosassa yleisesti **mahdollinen**.

Suorittamalla kohdassa 12.2 luetellut peruskorjaustasoiset korjaustoimenpiteet, voidaan tavanomaisesta poikkeava olosuhde arvioida alustavasti tasolle **epätodennäköinen**.

Laajennusosan arvioinnissa on otettu huomioon, että tilat ovat pääasiassa puku- ja pesutiloja, joissa ei oletettavasti oleskella pitkiä aikoja kerrallaan.

## 12 Yhteenveto toimenpidesuosituksista

Suosittelut korjaukset ja muut toimenpiteet on jaoteltu niiden kiireellisyyden mukaan ja niiden merkitys sisäilman laadun kannalta vaihtelee. Sisäilman laatuun on otettu kantaa altistumisolosuhteiden arvioinnissa (kappale 11), joka perustuu rakenne- ja ilmanvaihtoteknisiin havaintoihin. On suositeltavaa toteuttaa korjaukset hyvin suunniteltuina riittävän suurina kokonaisuuksina. Pääosa korjauksista tulee tehdä erillisen suunnitelman mukaan. Kokemuksemme mukaan rakenteiden ilmatiivyyttä parantavien korjausten onnistuminen edellyttää huolellista detaljisuunnittelua sekä työnaikaista valvontaa ja laadunvarmistusta.

Korjauksissa tulee myös huomioida rakennusmateriaalien sisältämät haitta-aineet (ks. Haitta-ainetutkimus, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 31.3.2021).

Kaikkien sisäpuolisiin rakenteisiin kohdistuvien korjaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen on suositeltavaa toteuttaa loppusiivous Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaisesti kaksivaiheisena. Siivouslaajuus ja -taso sekä laadunvarmistus on suositeltavaa määrittää korjaussuunnitelmissa.

## 12.1 Kiireelliset ja käyttöä turvaavat toimenpiteet (0...1 vuotta)

Seuraavat **sisäilman laatuun vaikuttavat, käyttöä turvaavat** korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan kiireellisenä:

### Rakenteet

- Täyttökerroksellisten alapohja- ja välipohjarakenteiden liittymien ja läpivientien ilmatiiviuden parantaminen.
- Yläpohjan alapinnan halkeamien ja läpivientien ilmatiiviuden parantaminen.
- Pohjoispäädyn ryömintätilan vanhojen tuuletusluukkujen ja putkiläpivientien tiivistäminen (laajennusosan rajalla).

### Ilmanvaihto ja lämmitys

- Alkuperäisosan kellarikerroksen ja ryömintätilojen alipaineistaminen muuhun rakennukseen nähden.
  - Vaatii IV-suunnittelua ja koealipaineistuksen.
  - Laadunvarmistuksena jatkuvatoiminen paine-eron seurantamittaus.
- Alkuperäisosan nykyisten olemassa olevien korvausilma-aukkojen putkittaminen suoraan ulkoilmaan tai niiden pinnoittaminen.
- Alkuperäisosan siirtoilmasäleikköjen vaimennusmateriaalien korvaaminen polyesterimateriaalilla tai aukkojen putkitus.
- Alkuperäisosan ikkunapenkien ritiläpintaisten aukkojen ummistaminen.
- Keittiön ilmanvaihtokoneen kunto (puhaltimet) tarkastus kiireellisesti ja korjaaminen tarvittavassa laajuudessa.
- Puutyöluokan ilmanvaihdon parantaminen ja mahdollisen puupölyn leviämisen estäminen.
- Lämmitysjärjestelmän toiminnan tarkastus (talvikaudella 2021–2022).
  - Tehtyjen toimenpiteiden jälkeen sisäilman lämpötilan seurantamittaukset tulee uusua viimeistään seuraavan lämmityskauden aikana.

Lisäksi seuraavat **rakenteiden kosteustekniseen toimintaan vaikuttavat** korjaustoimenpiteet/jatkotoimenpiteet suositellaan toteuttamaan kiireellisesti:

- Alkuperäisosan salaojien huuhtelu ja tv-kuvaus.
- Alkuperäisosan ja laajennusosan julkisivun halkeama- ja lohkeamavaurioiden ja maalipinnoitteiden korjaaminen. Laajennusosan seinien runsaan halkeilun syy selvittäminen.
- Alkuperäisosan ja laajennusosan ikkunoiden vesitiiviyspuutteiden korjaaminen.
- Alkuperäisosan ullakon valurautaisen viemäriin lohkeaman korjaus ja viemärien lämmöneristäminen.
- Alkuperäisosan perusmuurilevyjen reunalistojen asennus.



- Laajennusosan pohjoissivun syöksytorven vedeneristämisen parantaminen.
- Laajennusosan vesikaton liitospellityksen vesitiiviiden parantaminen.
- Laajennusosan ullakon ilmanvaihtokanavan lämmöneristäminen ja aluskatteen IV-läpiviennin korjaaminen.
- Laajennusosan märkätilojen saneeraus.
- Laajennusosan ulkoseinien tuulettavuuden parantaminen avaamalla julkisivumuuraukseen tuuletusaukkoja.

#### Muut kiireelliset/huoltoluonteiset toimenpiteet

- Alkuperäisosan toisen kerroksen hätäpoistumistien edustan tyhjennys irtaimistosta.
- Kattoturvatuotteiden asennus alkuperäisosan ja laajennusosan vesikatoille puuttuvilta osin. Kulikutikkaiden asennus laajennusosan katolle.
- Rakennuksen tiilikatteiden pesu.

## 12.2 Peruskorjauksessa ja muiden korjausten yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

### Rakenteet

- Puurakenteisten putkikoteloitten ja kaiken muun orgaanisen materiaalin poisto ryömintätiloista sekä täyttömaan vaihtaminen.
- Alkuperäisosan kellarin vaurioituneiden pesu- ja saunatilojen purkaminen.
- Alkuperäisosan kellarin seinien vaurioituneiden pinnoitteiden ja puurakenteisten kynnysten poistaminen.
- Rakennuksen maanpinnan kallistuksien parantaminen pihakorjausten yhteydessä.
- Laajennusosan perusmuurin ulkopuolinen lämmön- ja vedeneristäminen sekä salaojitus esimerkiksi seuraavissa piha-alueisiin kohdistuvissa korjauksissa.
- Alkuperäisosan kellarin alapohjien ja maanvastaisten ulkoseinien uusiminen mahdollisten käyttötarkoitusten muutosten yhteydessä erillisten suunnitelmien mukaisesti, ottaen huomioon myös ko. rakenteiden sisältämät haitta-aineet. Rakenteiden sisäpuolinen ilmatiiviyys tulee myös huomioida korjauksissa.
- Alkuperäisosan ala-, väli- ja yläpohjien täyttökerrosten poistaminen ja rakenteiden uusiminen erillisten suunnitelmien mukaisesti.
- Varautuminen alkuperäisosan vesikaton uusimiseen.
- Alkuperäisosan ikkunoiden laaja huoltokunnostus tai ikkunoiden uusiminen.
- Alkuperäisosan parvekkeen uusiminen.
- Laajennusosan alapohjan ilmatiiviiden parantaminen.
- Laajennusosan ulkoseinien sisäpuolisen ilmatiiviiden parantaminen tai seinien osittainen uusiminen purkamalla sisäpuoliset, alapohjan sisälle jatkuvat sisäverhouslevyt.
- Varautuminen laajennusosan yläpohjan ilmatiiviiden parantamiseen muiden korjausten yhteydessä.

## Ilmanvaihto

- Rakennuksen ilmanvaihdon parantaminen
  - **Vaihtoehto 1 (suositeltavin):** Rakennuksen ilmanvaihdon parantaminen koneellisella tulo-poistoilmanvaihdolla (työ vaatii LVISA-suunnittelua). Mahdollisessa hankesuunnitelmassa tulee huomioida kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä kokonaisuudessaan.
  - **Vaihtoehto 2:** Ilmanvaihdon parantaminen koneellisella poistolla ja korvausilmaa lisäämällä (huomioiden sen suodatus), huomioiden tilojen käyttäjämäärät.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Tampere ja Vaasa, 31.3.2021



Natalia Kajava, DI  
Rakennusterveysasiantuntija  
C-24135-26-18



Mika Korpi, RI  
Rakennusterveysasiantuntija  
C-25420-26-20



Pasi Marttila, tekn.  
LVI-asiantuntija

## Liitteet

1. Pohjapiirustukset: 0.–1. krs merkintöineen
2. Materiaalinäytteiden tulosraportti RML2021-031, 19.3.2021, Mikrobioni Oy
3. Paine-eron ja sisäilman olosuhteiden mittauskohdat

Jakelu Jaana Rajantaus, [jaana.rajantaus@orivesi.fi](mailto:jaana.rajantaus@orivesi.fi)

Tiedoksi Hannes Timlin, [hannes.timlin@vahanen.com](mailto:hannes.timlin@vahanen.com)

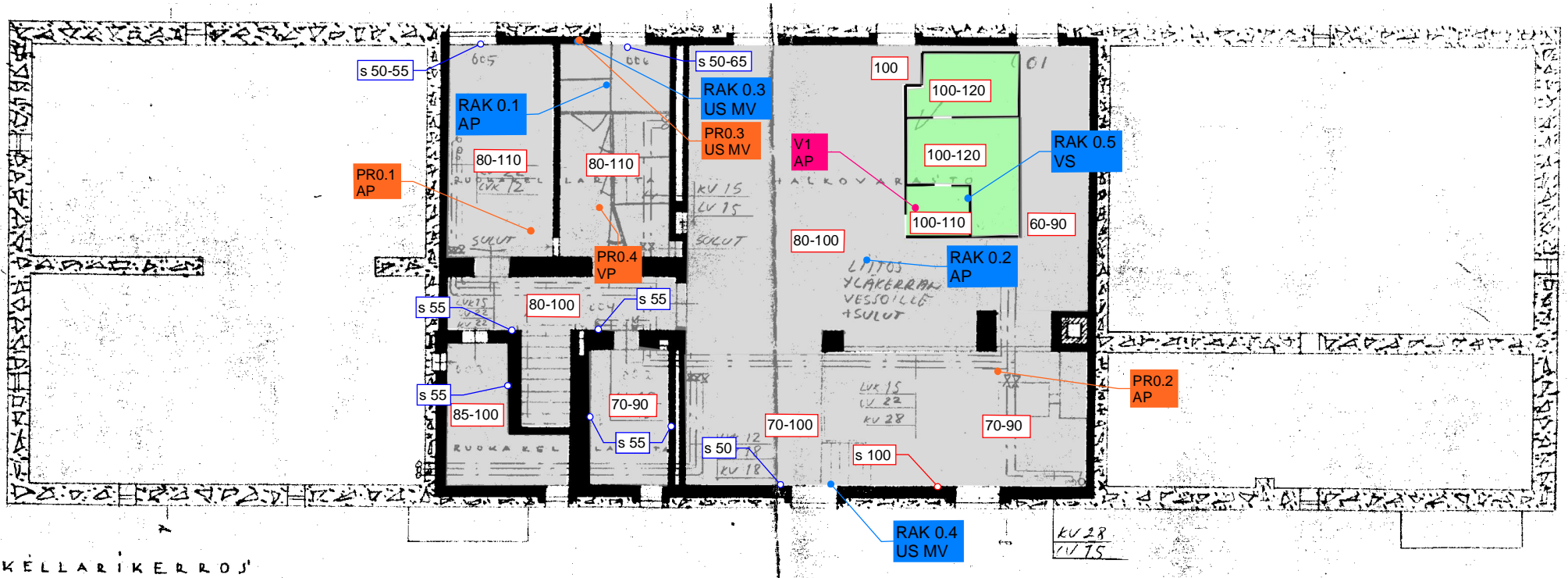
Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

## MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- **PR1** Porareikämittaus/tarkastusporaus
- **RAK** Rakenneavaus
- 50-140 Pintakosteudenosoittimen lukema (s=seinän alaosa)
- **MA** Merkkiainekoe
- **MAT** Materiaalinäyte mikrobianalysiin
- **V** Viiltomittaus

## LATTIOIDEN PINTAMATERIAALIT:

- Muovimatto
- Ei pintamateriaalia
- Mosaiikkibetoni
- Keraaminen laatta
- Puulattiapinta
- Maalipinnoite
- Massapinnoite



KANGASALA 1936  
m. Ojala

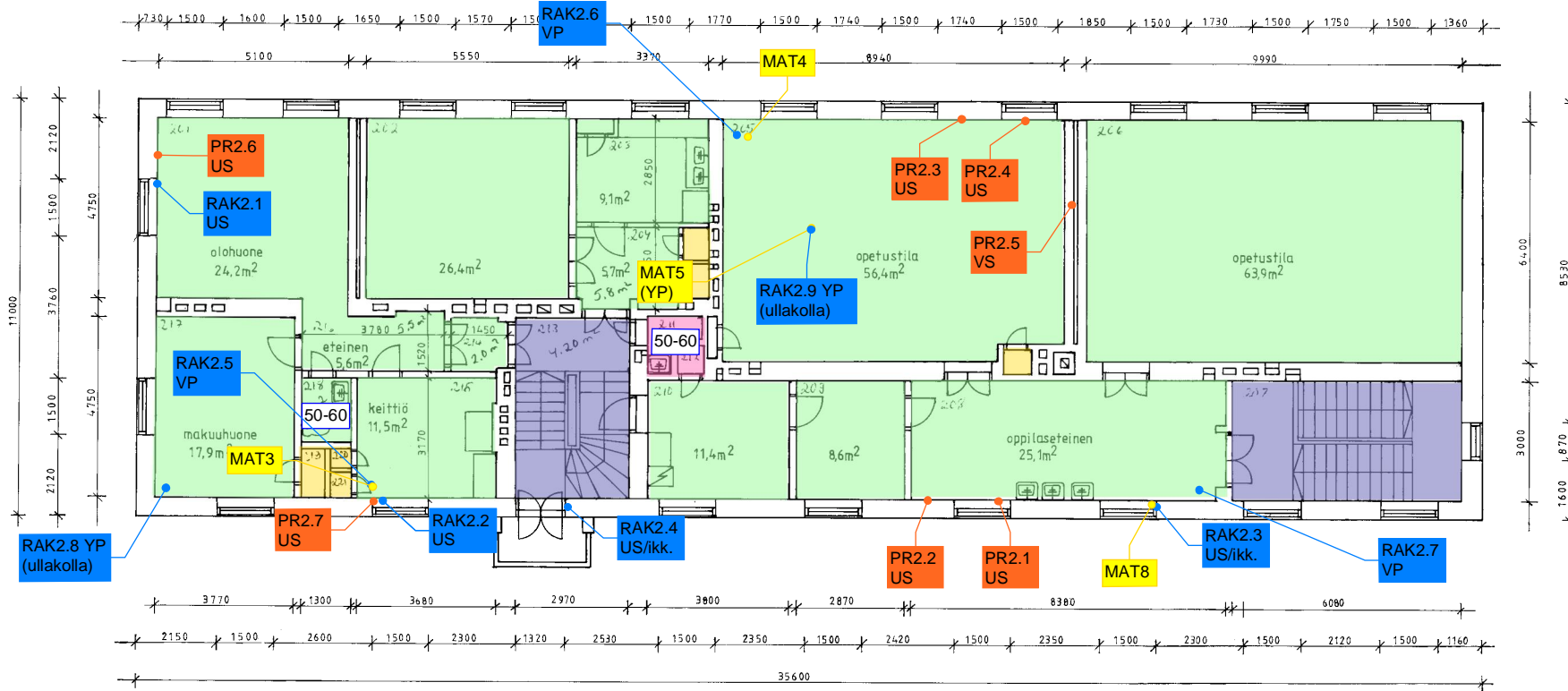


## MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- PR1 Porareikämittauspiste/tarkastusporaus
- RAK Rakenneavaus
- 50-140 Pintakosteudenosoittimen lukema (s=seinän alaosa)
- MA Merkkiainekoe
- MAT Materiaalinäyte mikrobianalysiin
- V Viiltomittaus

## LATTIOIDEN PINTAMATERIAALIT:

- Muovimatto
- Ei pintamateriaalia
- Mosaiikkibetoni
- Keraaminen laatta
- Puulattiapinta
- Maalipinnoite
- Massapinnoite



Natalia Kajava  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Tampellan Esplanadi 2  
33100 Tampere

## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Hirsilän koulu, Orivesi (lähete 22000)

### NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Natalia Kajava, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 2.3.2021 ja 3.3.2021. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 4.3.2021, lisänäytteet 4.3.2021 ja viljelty 5.3.2021.

### ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla sukutai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit.

### MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleille. Määritysraja on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

### MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on laboratorion testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Viljelymenetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse mittaustulos, joten menetelmäkohtaista kokonaisuittain mittausepävarmuusarviota ei voida antaa. Laajennettu teknisen suorituksen mittausepävarmuus laboratoriossa (luottamusväli 95 %) on homeille 29 % (M2-alusta) ja 28 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 40 % ja aktinomykeeteille 42 %. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

**TULOKSEN TULKINTA:**

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja aktinomykeettipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai aktinomykeettikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

**YHTEENVETO TULOKSISTA:**

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	<b>Näyte:</b>	<b>Tulosyhteenveto:</b>	<b>Johtopäätös:</b>
	1, Puulastu, alkuperäisosa. tekninen työ. 1.krs. ryömintätillaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä	homepitoisuus alle määrittäysrajan. Suuri bakteripitoisuus ja bakteereissa myös suuri aktinomykeettipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	2, Puulastu, alkuperäisosa. opetustila. 1.krs. ryömintätillaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä	pienet home- ja bakteripitoisuudet (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	3, Puulastu, alkuperäisosa. keittiö. 2.krs. välipohjan täyttö ulkoseinän vierestä	pienet home- ja bakteripitoisuudet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	4, Puulastu, alkuperäisosa. opetustila. 2.krs. välipohjan täyttö ulkoseinän vierestä	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	5, Puulastu, alkuperäisosa. ullakko. yläpohjan täyttö pohjaosista	home- ja bakteripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, Pellava, alkuperäisosa. tekninen työ. 1.krs. ikkunan tilke	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	7, Pellava, alkuperäisosa. opetustila. 1.krs. ikkunan tilke	homepitoisuus alle määrittäysrajan, suuri bakteripitoisuus (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	8, Pellava, alkuperäisosa. käytävä. 2.krs. ikkunan tilke	pieni homepitoisuus, suuri bakteripitoisuus (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	9, Mineraalivilla, laajennusosa. eteinen. ulkoseinän alaohjauspöytä ja tasausvilla	home- ja bakteripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

	10, Mineraalivilla, laajennusosa. ulkoseinän alaohjauspuu ja tasausvilla	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
--	---	--	--------------------------------

**Lisätietoja:**

Näytteessä 2 indikaattorimikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näyttemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Yksinomaan suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä mikrobikasvusta materiaalissa. Suuri bakteeripitoisuus näytteissä 7 ja 8 voi olla myös tavanomaista taustakontaminaatiota, jota on kertynyt materiaaliin esimerkiksi likaantumisen seurauksena.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 19.3.2021

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy



**ANALYYSITULOKSET:**

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

&lt; mr = alle määritysrajan

\* = kosteusvaurioindikaattori

sr = sukuryhmä

lr = lajiryhmä

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

**Näyte: 1, Puulastu, alkuperäisosa. tekninen työ. 1.krs. ryömintätalaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RML210158)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>190000</b>
			muut bakteerit	320
			<b>*aktinomykeetit</b>	<b>190000</b>

Menetelmän määritysraja näytteelle on 91 pmy/g

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 2, Puulastu, alkuperäisosa. opetustila. 1.krs. ryömintätalaisen alapohjan täyttö ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RML210159)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	91	180	Kokonaispitoisuus	3400
*Wallemia sp.		91	muut bakteerit	1700
Penicillium sp.	91	91	<b>*aktinomykeetit</b>	1800

Menetelmän määritysraja näytteelle on 91 pmy/g

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 3, Puulastu, alkuperäisosa. keittiö. 2.krs. välipohjan täyttö ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RML210160)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	<mr	460	Kokonaispitoisuus	320
Penicillium sp.		460	muut bakteerit	320
			<b>*aktinomykeetit</b>	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

**Näyte: 4, Puulastu, alkuperäisosa. opetustila. 2.krs. välipohjan täyttö ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RML210161)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	230
			muut bakteerit	180
			*aktinomykeetit	45

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

**Näyte: 5, Puulastu, alkuperäisosa. ullakko. yläpohjan täyttö pohjaosista (tutkimustunnus: RML210162)**

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

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 6, Pellava, alkuperäisosa. tekninen työ. 1.krs. ikkunan tilke (tutkimustunnus: RML210163)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	72000
			muut bakteerit	72000
			*aktinomykeetit	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 7, Pellava, alkuperäisosa. opetustila. 1.krs. ikkunan tilke (tutkimustunnus: RML210164)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>250000</b>
			muut bakteerit	250000
			*aktinomykeetit	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 8, Pellava, alkuperäisosa. käytävä. 2.krs. ikkunan tilke (tutkimustunnus: RML210165)**

	<b>M2</b>	<b>DG18</b>		<b>THG</b>
<b>HOMEET JA HIIVAT</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>Pitoisuus</b>	<b>BAKTEERIT</b>	<b>Pitoisuus</b>
	<b>(pmy/g)</b>	<b>(pmy/g)</b>		<b>(pmy/g)</b>
Kokonaispitoisuus	910	<mr	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>310000</b>
Penicillium sp.	910		muut bakteerit	310000
			*aktinomykeetit	<mr

Menetelmän määrittäjärajaksi näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 9, Mineraalivilla, laajennusosa. eteinen. ulkoseinän alaohjauspuu ja tasausvilla (tutkimustunnus: RML210166)**

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

Menetelmän määrittäjärajaksi näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 10, Mineraalivilla, laajennusosa. ulkoseinän alaohjauspuu ja tasausvilla (tutkimustunnus: RML210167)**

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

Menetelmän määrittäjärajaksi näytteelle on 910 pmy/g

**VIITTEET:**

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

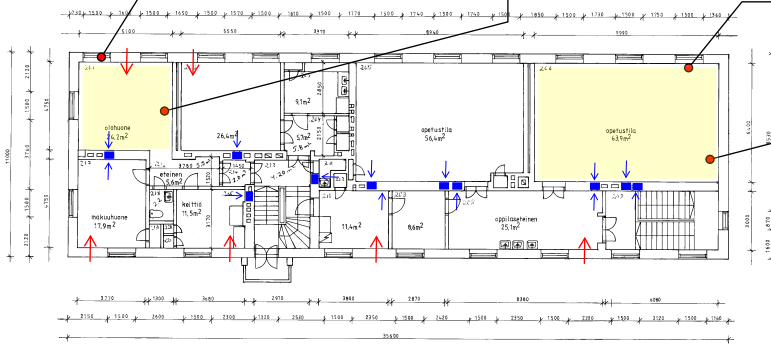


Paine-eromittaus TRE PA15  
- Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin


Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus TRE T17  
Sisäilman hiilidioksidi TRE CO10


Paine-eromittaus TRE PA13  
- Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin

Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus TRE T18  
Sisäilman hiilidioksidi TRE CO9



 = Tila jossa seurantamittauksia on suoritettu

 = Korvausilma-aukko tai -venttiili

 = Ilmahormi