

# TUTKIMUSSELOSTUS

KARPINLAHDEN KOULU  
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

12.6.2020



## Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Orivedellä sijaitseva, vuonna 1958 valmistunut koulurakennus. Kuntotutkimuksella selvitettiin sisäilman laadun näkökulmasta keskeisten rakenteiden toteutustapa, kunto ja merkittävimmät korjaustarpeet sekä arviot korjausten laajuudesta mahdollisen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

Piha-alueiden pintavesien ohjaus on pääosin hyvällä tasolla. Rakennus on koillispuolelta lukuun ottamatta lähivuosina ulkopuolelta vedeneristetty ja salaojitettu. Suosittelemme koillispuolelle salaojituksen, kosteuden- ja lämmöneristyksen asentamista sekä maanpinnan kallistusten parantamista. Luoteen puoleisella sivulla tulisi madaltaa maanpinnan korkoa, jotta ikkunat eivät jäisi maanpinnan tasoon.

Pääasiallisena alapohjana on maanvastainen, lämmöneristämätön betonilaatta. Liikuntasalissa on betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne. Alapohjan betonilaattaan kohdistuu kosteusrasitusta maaperästä, mutta alapohjat toimivat nykyisten pintamateriaalien kanssa pääosin hyvin. Alapohjan ilmatiivyydessä on yleisesti puutteita. Kaikki kellarin puurakenteet sekä vesihöyrytiivit lattiapäällysteet tulisi poistaa viimeistään peruskorjauksen yhteydessä ja varmistaa alapohjarakenteiden ilmatiiviys.

Rakennuksen alla on putkikanaaleja sekä maapohjainen ryömintätila lounaspäädystä. Havaintojen mukaan kanaalien ja ryömintätilan ilmatiivyydessä on puutteita ja nykyiset painesuhteet mahdollistavat epäpuhtauksien kulkeutumisen ajoittain sisäilmaan. Suosittelemme parantamaan putkikanaalin ja ryömintätilan poistoilmanvaihtoa. Putkikanaalit on suositeltavaa poistaa käytöstä viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

Kellarin maanvastaiset ulkoseinät ovat sisäpuolelta verhomuurattuja ja osittain lämmöneristettyjä. Kellarin väliseinät ovat tiilirakenteisia ja osin lämmöneristettyjä. Kellarin seinissä ei pääosin havaittu viitteitä kosteuden noususta seinien alaosiin. Kellarin ulkoseinien mineraalivillaeristeessä ei todettu merkittävää mikrobikasvua, mutta väliseinäeriste on merkittävästi mikrobivaurioitunut. Lämmöneristettyjen seinärakenteiden muuraukset ovat havaintojen perusteella epätiivitä. Suosittelemme kellarin lämmöneristetyille seinille perusteellista korjausta, jossa mineraalivillaeristeet poistetaan.

Maanpäälliset ulkoseinät ovat pääosin massiivitiilirakenteita, joissa ei esiinny kosteusteknisen toimivuuden puutteista aiheutuvaa korjaustarvetta. Alkuperäiset ikkunat ovat kohtalaisessa kunnossa ja pääosin ikääntyneitä. Ikkunoissa on käytetty tiivisteinä pel-lavaa, joka on materiaalinäytteiden perusteella ainakin osittain mikrobivaurioitunut. Ikkunoissa havaittiin merkittäviä ilmatiivisyypuutteita ulkoseinäliittymissä. Suosittelemme alkuperäisten ikkunoiden uusimista tai ikkunoiden laajaa huoltokorjausta peruskorjauksen yhteydessä sekä ikkunaliittymien kattavaa ilmatiivyyden parantamista.

Rakennuksen välipohjarakenteena on osin ylälaattapalkisto ja osin kutterilastutäyttöinen kaksoislaattapalkisto. Täyttökerros on materiaalinäytteiden perusteella ainakin osittain mikrobivaurioitunut. Välipohjan ilmatiivyydessä ylä- ja alapuolisiin tiloihin on puutteita. Kaksoislaattarakenteelle soveltuvia korjausvaihtoehtoja ovat rakenteen ilmatiivyyden parantaminen tai raskaampana korjaustapana kotelorakenteiden täyttökerrosten ja muottilautojen poisto.

Yläpohjana on ylälaattapalkisto, jonka päällä on sementtilastuvillaeristeinen palopermanto. Vesikaton ja yläpohjan rakenteissa ei havaittu laaja-alaisia vaurioita. Tuuletustilan räystäät on muurattu umpeen, mikä heikentää yläpohjan tuulettuvuutta. Suosittelemme yläpohjan tuulettuvuuden parantamista avaamalla tuuletusreitit rakenteisiin tai/ja alipainetuulettimilla. Yläpohjan ilmatiiviys ja mahdollinen tiivistystarve tulisi huomioida peruskorjauksessa.

Alkuperäistä ilmanvaihtoa on muutettu tila- ja aluekohtaisesti, jonka seurauksena kiinteistössä on useita erilaisia ja eri tavalla toimivia ilmanvaihtojärjestelmiä. Sisäilman laadun kannalta merkittävin tekijä on kiinteistön ilmanvaihto ja sen puutteellisuus kokonaisuutena. Eri ilmanvaihtojärjestelmät aiheuttavat kiinteistöön haitallisia painesuhteita, tiloihin riittämätöntä ilmanvaihtoa, tunkkaisuutta ja lämpötilahaittaa. Suosittelemme ensisijaisesti parantamaan ilmanvaihtoa koko kiinteistön osalta. Korjaustoimissa tulee ilmanvaihto huomioida kokonaisuutena.

Suosittelut jatkotutkimustarpeet ja korjaustoimenpiteet listattu tarkemmin luvussa 11.

## Sisällys

Tiivistelmä.....	2
1 Yleistiedot .....	6
1.1 Tutkimuskohde.....	6
1.2 Tutkimuksen tilaaja.....	6
1.3 Tutkimuksen tavoite.....	6
1.4 Tutkimuksen ajankohta.....	6
1.5 Tutkimuksen tekijät.....	6
2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötilanne .....	7
2.1 Kohteen yleiskuvaus.....	7
2.2 Korjaushistoria.....	9
2.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset .....	9
2.4 Lähtötilanne.....	10
3 Lähtötiedot .....	10
4 Tutkimusmenetelmät.....	10
5 Piha-alueet.....	13
5.1 Havainnot .....	13
5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	18
6 Alapohja ja putkikanaalit.....	18
6.1 Rakenteet.....	18
6.2 Havainnot .....	21
6.3 Kosteusmittaukset .....	32
6.4 Materiaalinäytteet .....	33
6.5 Merkkiainekokeet.....	34
6.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	37
7 Maanvastaiset ulkoseinät ja väliseinät.....	38
7.1 Rakenteet.....	38
7.2 Havainnot .....	40
7.3 Kosteusmittaukset .....	45
7.4 Materiaalinäytteet .....	46
7.5 Merkkiainekokeet.....	47
7.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	47
8 Ulkoseinät ja ikkunat .....	49
8.1 Rakenteet.....	49
8.2 Havainnot .....	50
8.3 Materiaalinäytteet .....	56
8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	57
9 Välipohjat .....	58
9.1 Rakenteet.....	58
9.2 Havainnot .....	59
9.3 Materiaalinäytteet .....	68
9.4 Merkkiainekokeet.....	69
9.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	69
Yläpohja ja vesikatto .....	70
9.6 Rakenteet.....	70
9.7 Havainnot .....	71
9.8 Materiaalinäytteet .....	80
9.9 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....	80
10 Ilmanvaihto ja painesuhteet.....	81
10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	81
10.2 Havainnot ja mittaustulokset.....	81
10.2.1 Ilmanvaihtokoneet ja puhaltimet.....	81

10.2.2	Kanavistot ja Ilmanjako .....	90
10.2.3	Painesuhteet.....	92
10.2.4	Muut havainnot .....	95
10.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	97
11	Yhteenveto toimenpidesuosituksista .....	101
11.1	Jatkotutkimustarpeet .....	101
11.2	Kiireelliset korjaustoimenpiteet .....	101
11.3	Korjaustoimenpiteet peruskorjauksen tai muiden korjausten yhteydessä.....	102
11.4	Muut korjaustoimenpiteet, tarkastukset tai huoltokorjaukset .....	104

## 1 Yleistiedot

### 1.1 Tutkimuskohde

Karpinlahden koulu  
Orivedentie 654  
35100 Orivesi

### 1.2 Tutkimuksen tilaaja

Oriveden kaupunki  
Tekniset palvelut  
Keskustie 23  
35301 Orivesi

Yhteyshenkilö:  
Kiinteistöpäällikkö Petri Koivusilta  
puhelin: 040 133 9268  
sähköposti: [petri.koivusilta@orivesi.fi](mailto:petri.koivusilta@orivesi.fi)

### 1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Karpinlahden koulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta. Ilmanvaihtoteknisessä selvityksessä tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden yleistä toimintaa, ilmanvaihtoon liittyviä puutteita ja eri ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa kokonaisuutena. Lisäksi määritettiin ilmavirtausten suuntaa ja paine-eroja sisätiloissa. Tutkimusten perusteella laadittiin korjaustoimenpidesuosituksen kohteen mahdollisen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

### 1.4 Tutkimuksen ajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 14.-16.4.2020, 21.4.2020 sekä 8.5.2020.

### 1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Tampellan esplanadi 2  
33100 Tampere

- Natalia Kajava, DI, RTA, [natalia.kajava@vahanen.com](mailto:natalia.kajava@vahanen.com), 044 7688 449
- Aarni Ala-Korpi, DI, [aarni.ala-korpi@vahanen.com](mailto:aarni.ala-korpi@vahanen.com)
- Pasi Marttila, tekn., [pasi.marttila@vahanen.com](mailto:pasi.marttila@vahanen.com)

Projekti TAFY221

## 2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötilanne

### 2.1 Kohteen yleiskuvaus

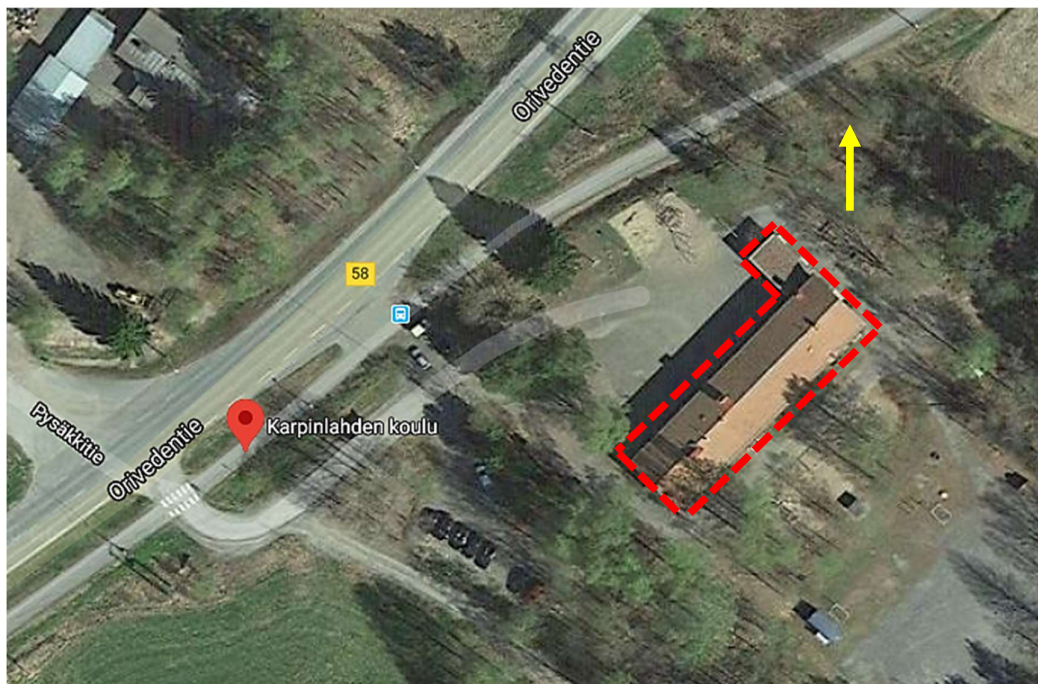
Karpinlahden koulu on Pirkanmaalla Orivedellä sijaitseva kaksikerroksinen, kellarillinen vuonna 1958 valmistunut tiilirunkoinen rakennus.

Rakennuksen ulkoseinät ovat massiivitiilirakenteisia ja julkisivut ovat pääosin rapattuja. Kantavat väliseinät ovat tiili- tai betonirakenteisia. Vesikattona on tiilikatteinen harjakatto, joka on uusittu 2000-luvulla. Alapohjarakenteet ovat maanvastaisia betonirakenteita. Yläpohja sekä pääosa välipohjasta on ylälaattapalkistoa. Lounaspäädyn ns. asunto-osassa välipohjarakenteena on kaksoislaattapalkisto. Rakennuksessa on kylmä ullakko. Lounaspäädystä osa ullakkotilasta on lämmintä tilaa, jossa on opetustiloja. Toisen kerroksen tiloissa yläpohjarakenne noudattaa vesikaton muotoa. Ikkunat ovat alkuperäisiä puuikkunoita.

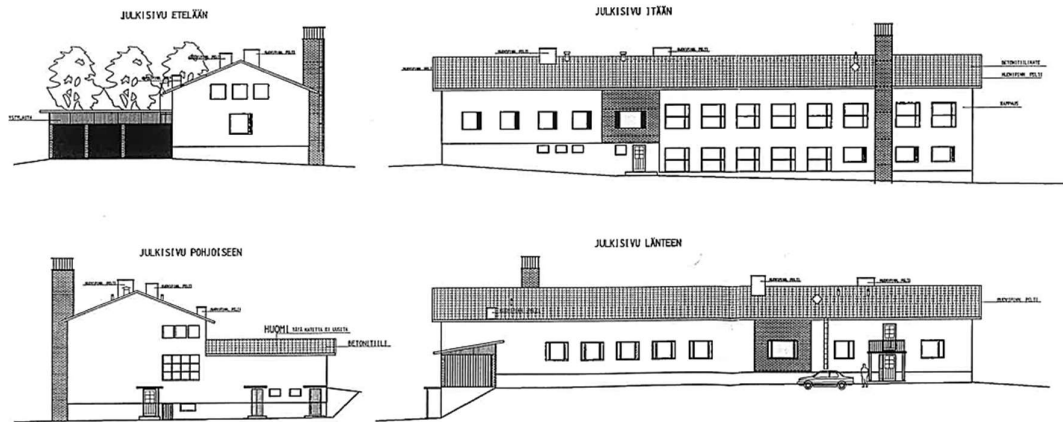
Opetustilat sijaitsevat pääosin ensimmäisessä kerroksessa. Kellarikerroksessa on liikuntasali, pukuhuoneita, varastoja ja teknisiä tiloja sekä alipaineistettu alapohjatila rakennuksen lounaspäädystä. Koillisestä päädystä on pieni alakellari, jossa on teknisiä tiloja ja varastoja. Alakellarin tilat on AVI:n työterveyspalveluksessa asetettu käyttökieltoon joulukuussa 2019.

Kohteessa on pääosin painovoimainen ilmanvaihto. Lisäksi keittiössä ja 2. kerroksen opetustiloissa on koneellinen poistoilmanvaihto.

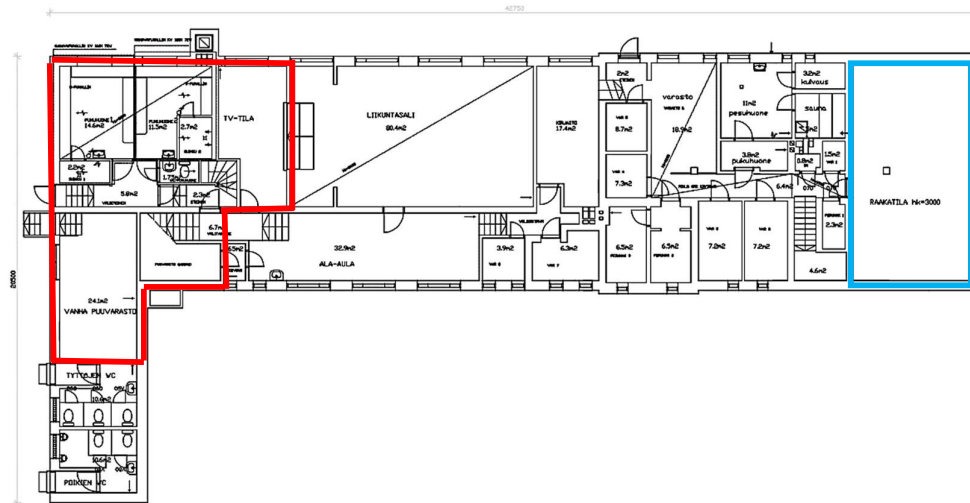
Tutkimuskohteen sijainti kartalla sekä julkisivu- ja pohjapiirustukset on esitetty alla olevissa kuvissa. Alakellarin ja ullakon sijainnit on merkitty pohjakuviin punaisella.



Kuva 1. Satelliittikuva Karpinlahden koulun ympäristöstä. Rakennus on merkitty kuvan punaisella. Keltaisella nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

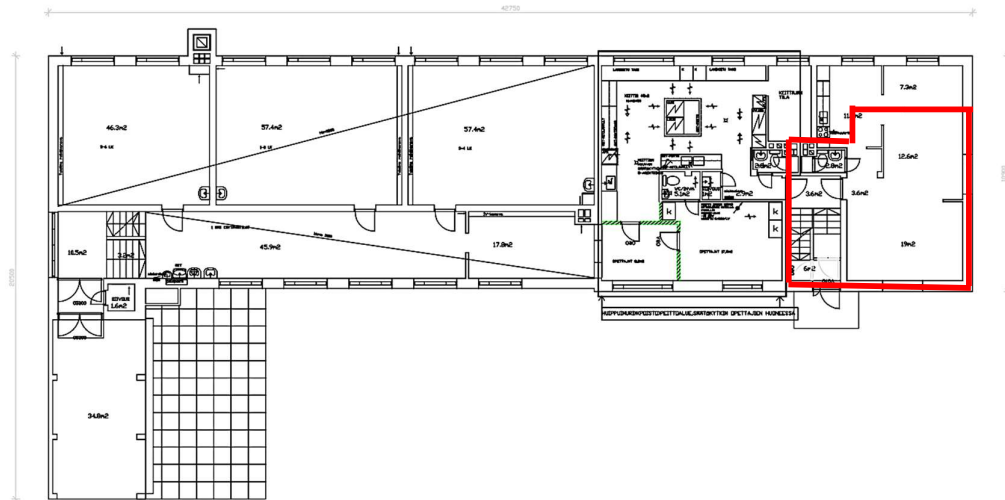


Kuva 2. Tutkimuskohteen julkisivupiirustukset.



Kuva 3. Kohteen kellarikerroksen pohjapiirustus. Punaisella on rajattu alapuolisen kellarin sijainti ja sinisellä alipaineistetun ryömintätilan.





Kuva 4. Kohteen 1. kerroksen pohjapiirustus. Punaisella on rajattu ullakkokerroksen opetustilojen sijainti.

## 2.2 Korjaushistoria

Kohteeseen on suoritettu korjaus- ja muutostöitä vuonna 1992, jolloin mm. asuntoja on muutettu opetus- ja keittiötiloiksi. Samassa yhteydessä kellarin keittiö muutettiin opetustilaksi. Toisen kerroksen vanha asuinhuoneisto on otettu opetuskäyttöön vuonna 2002. Salaojitus ja ulkopuoliset vedeneristykset on asennettu vuonna 2012. Vuonna 2018/2019 sisäänkäyntikatoksen tilalle on tehty lämmintä sisätilaa, jossa sijaitsevat nykyiset wc-tilat. Tarkkaa tietoa näiden korjaus-/muutostöiden laajuudesta tai ajankohdasta ei ole.

Kohteeseen on yllä mainittujen lisäksi tehty mm. seuraavia yksittäisiä/pienempiä korjaus-/muutostöitä:

- Tilojen sisäpuoliset pintakorjaustyöt, 2008
- Putkikanaalin alipaineistus, 2014
- Liikuntasalin tuloilman lisääminen (Mobair 2075), 2014
- Ensimmäisen kerroksen siivouskomeron lattia ja seinät maalattu, 2014
- Kellarikerroksen varastojen lattiat ja osa seinistä maalattu sekä ilmanvaihtoa parannettu (Velco VSR-100N-korvausilmaventtiilit), 2014
- Kellarin eteläpäädyn tila (maapohjainen) alipaineistettu, 2014
- Katolle asennettu kaksi Turbowent-vedonparantajaa.
- Turbowent 200 asennettu keittiön taukotilan hormiin ja Turbowent 400 koulun pohjoispäätyyn, 2014
- Opettajien wc-tilan käyttövesiputkivuodon korjaaminen, 2013

## 2.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

Mahdollisista aiemmista kunto- tai muista tutkimuksista ei ollut tarkempaa tietoa tai tutkimusselostuksia käytettävissä.

## 2.4 Lähtötilanne

Rakennuksen sisäilman laadussa on koettu puutteita erityisesti liikuntasalissa ja sen vieressä sijaitsevassa aulatilassa. Liikuntasalissa on aistittu epätavanomaista hajua. Henkilökunnan mukaan puutteita sisäilman laadussa on koettu myös muissa kellaritiloissa.

Henkilökunta on kokenut sisätilat talviaikaan kylmiksi ja vetoisiksi sekä kesäaikaan kuumiksi. Puutteita sisäilman laadussa koettiin myös piipun purkutöiden jälkeen kesällä 2013. Purkutöiden yhteydessä painovoimaisen ilmanvaihdon poistoilmakanavia muurattiin umpeen. Poistoilmakanavat otettiin uudelleen käyttöön kesällä 2014 ja toimintaa tehostettiin Turbowent-vedonparantajilla.

Henkilökunta on lisäksi aistinut tiloissa viemärimäistä hajua. Viemäreiden aiheuttamia hajuongelmia on pyritty saamaan hallintaan asentamalla keittiön viemäriin BioAmp-järjestelmä.

Opettajien wc-tilan käyttövesiputken liittymässä havaittiin vesivuoto kesällä 2013. Huoltohenkilökunnan mukaan vesivuoto oli vähäinen eikä aiheuttanut rakenteille haittaa.

## 3 Lähtötiedot

Lähtötietoina oli käytettävissä seuraava tilaajan toimittama lähtöaineisto:

- Tarkastuspöytäkirja, Kangasalan kunta, Sosiaali- ja terveyskeskus, 30.9.2013
- Asiakirjoja (2kpl) suositelluista ja suoritetuista toimenpiteistä, Sisäilma Ykköset Oy, 2013 ja 2014
- Lämmitysverkoston kartoitus, Ekonor, 2014
- Energiatodistus, Skapat Energia Oy, 2.5.2013
- Rakennustyöselitys 1957
- Putkityöselitys 1957
- Pohja-, lämpöjohto- ja iv-piirustuksia
- Julkisivupiirustuksia
- Valokuvia, Sisäilma Ykköset Oy

## 4 Tutkimusmenetelmät

### Aistinvaraiset tarkastukset

Sisätilat, ullakotilat ja piha-alueet tarkastettiin aistinvaraisesti. Tarkastuksen yhteydessä kirjattiin näkyvät kosteusvauriot ja muut rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen liittyvät merkittävät havainnot.

### Rakenneavaukset

Rakenteiden toteutustapaa, kuntoa ja korjaustarvetta arvioitiin kuntotutkijan määrittelymien, rakennusurakoitsijan toimesta tehtyjen rakenneavauksien kautta. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjiin, ulkoseiniin, välipohjiin ja yläpohjiin. Lisäksi kaikki tarkastettavissa olevat vanhat rakenneavaukset tarkastettiin.

Rakenneavaukset on numeroitu. Nyt tehtyjen tutkimusten yhteydessä tehdyistä rakenneavauksista käytetään jatkossa lyhennettä "RA". Rakenneavausten sijainnit on esitetty pohjakuvaliitteessä 1.

Numeroitujen rakenneavausten lisäksi tehtiin useita kevyempiä pintarakenteiden avauksia esim. tarkastusluukkujen tarkistuksia ja alakattojen avauksia.

### Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus kattoi kaikki maanvastaiset alapohjat (kellarikerros ja alakellarit) sekä rakennuksen kaikki märkätilat.

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 mittapään 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. suolakorrosumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

### Viilto mittaukset

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 vähintään 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin Vaisala HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin  $\pm 2$  %. Viilto mittaus on tarkimmillaan noin  $+20$  °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

### Porareikämittaukset

Porareikämittaukset tehtiin noudattaen ohjekorttia RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittausta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittapäitä ja HMI41-lukulaitetta. Porauksen jälkeen mittausräjätyt puhdistettiin, putkitettiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä. Mittausreikien annettiin tasaantua vähintään 3 vuorokautta, jonka jälkeen mittapää asennettiin putkitettuihin mittausräjätyihin ja tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41-lukulaitteella vähintään 60 minuutin tasaantumisaian jälkeen. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin  $+20$  °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapää kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein. Porareikämittausten paikat on esitetty pohjakuvaliitteessä 1.

### Puupiikkimittaukset

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

### Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla.

### Ilmatiivystarkastukset merkkiainekokeilla

Rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin pistokoeluentoisesti Sensistor 9012 WRS merkkiaineanalysaattorilla. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5 % H<sub>2</sub> + 95 % N<sub>2</sub>) alapohjarakenteen täyttökerrokseen. Ilmavuotojen suuruutta havainnoitiin merkkiaineanalysaattorilla, jonka herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1...10. Rakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin herkkyyksillä 5...10 siten, että ensin tarkastelu tehtiin korkealla herkkyydellä (10) vuotokohtien paikantamiseksi ja sitten pienemmällä herkkyydellä vuodon suuruuden arvioimiseksi. Merkkiainekokeen yhteydessä hetkelliset paine-erot mitattiin Testo 512-paine-eromittarilla. Merkkiainekokeiden suorituspaikat on esitetty liitteessä 1.

### Materiaalinäytteet

Rakenteista otettiin yhteensä 18 materiaalinäytettä, joista 3 on haitta-aineanalyysejä varten ja 15 mikrobianalyysejä varten. Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella laimennossarjaviljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin myös em. ohjeistuksen mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskoipoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salliessa. Mikrobinäytteet analysoi Mikrobioni 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 näytetyypistä riippuen ja mittausepävarmuus homeille 7-8 %, bakteereille 20 % ja sädesienille 26 %. Materiaalinäytteiden ottopaikat on esitetty liitteessä 1. Analyysivastaukset ovat tutkimusselostuksen liitteessä.

### Painesuhteet

Tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Beck- ja Tinytag View- mittalaitte – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Mittalaitteiden tarkkuus on ±1 % lukemasta.

### Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Hetkellisiä paine-eroja mitattiin Testo 512-/TSI Velocicalc 9565P -paine-eromittareilla.

## 5 Piha-alueet

### 5.1 Havainnot

Piha-alueet rakennuksen vierustalla ovat sepeliä ja kauempana rakennuksesta nurmikkoa. Rakennuksen sisäpihalla osa piha-alueesta on asfaltoitua.

Rakennuspaikka on loivasti koilliseen viettävässä rinteessä. Maanpinta viettää loivasti rakennuksesta pois päin ulkoseinien läheisyydessä. Pintavedet ohjataan sadevesikäivöihin. Rakennuksen koillispäädyssä ja osittain kaakkoissivulla on rakennuksen vierustalla vähäisiä painumia sisäänkäyntien betonitasanteiden ja vanhojen halkoluukujen ympäristössä. Pääosaan rakennuksesta on lähivuosina asennettu salaojitus ja sokkelien patolevyt. Salaojilla havaittiin olevan piha-alueella useita tarkastuskaivoja.

Sokkelien vierustoille tehtiin kaksi kappaletta kaivantoja, joista ensimmäinen luoteen suuntaiselle sivulle ja toinen rakennuksen koillispäätyyn. Ensimmäisessä kaivannossa havaittiin reunalistallinen patolevytys mutta ei lämmöneristystä. Toisen kaivannon havaintojen mukaan salaojitusta ja vedeneristystä ei ole tehty koillissivulle. Salaojituksen korkoasema tarkastettiin pistokoeluoontoisesti kolmesta tarkastuskaivosta. Salaojien korkoasemaa verrattiin viereisen tilan lattiapinnan tasoon ja anturan korkoasema arvioitiin (todellinen korko ei ole tiedossa). Salaojaputkien korko on arvion mukaan anturatasen yläpuolella.

Koillispäädyn kellarin sisäänkäynnin betoniset tukimuurit ovat halkeilleet voimakkaasti. Maanpinnan tason alapuolella sijaitsevan sisäänkäynnin edustalla on sadevesikaivo, jonka havaittiin olleen tukossa sateisella säällä tehdyn tutkimuskäynnin yhteydessä. Kaivon päälle oli kasaantunut runsaasti lehtiä.

Rakennuksen vesikatolta tulevat hulevedet ohjataan syöksytorvien alla sijaitseviin rännikaivöihin. Rännikaivojen asemoinnissa syöksytorviin nähden ei havaittu puutteita. Rännikaivojen sakkapesissä oli paikoin lehtiä ja kiviä.

Havaintoja piha-alueista on esitetty seuraavissa kuvissa.



*Kuvat 5 a ja b. Yleiskuvat rakennuksen kaakon (kuva a) ja luoteen (kuva b) suuntaisilta sivuilta. Sisäpihan sisäänkäynnin edustalla on asfaltoitu alue. Muilla rakennuksen sivuilla piha-alueet ovat nurmikkoa ja soraa.*



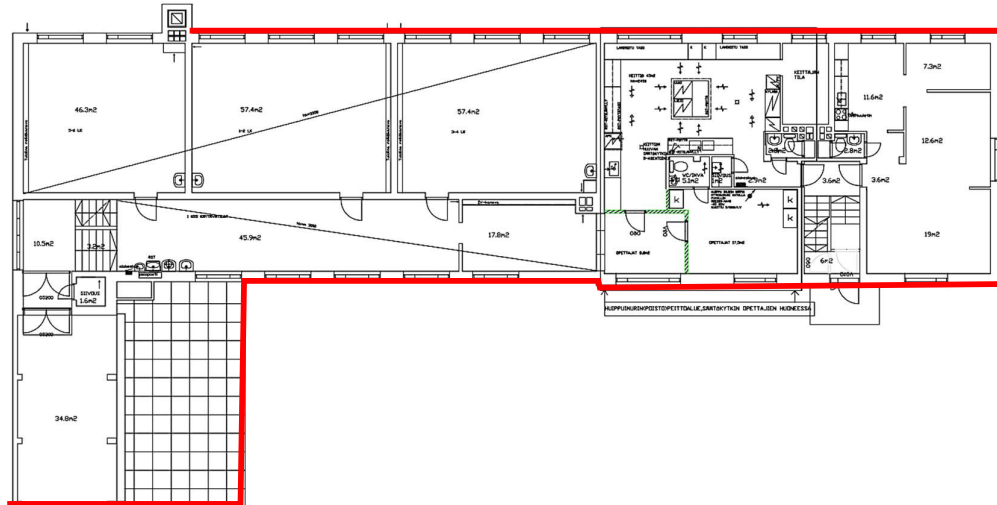
*Kuva 6. Kellarikerroksen ikkunapellit ovat rakennuksen luoteen puoleisella seinustalla maanpinnan tasossa.*



*Kuva 7. Rakennus on loivasti koilliseen viettävässä rinteessä. Koillispäädyn vanha sisäänkäyntikatos on muutettu lämpimäksi tilaksi.*



*Kuva 8. Koillispäädyn seinän vierustalla maanpinta on paikoin painunut betonirakenteiden ympärillä. Vanhan halkoluukun kantta ei ole liitetty vesitiiviisti sokkeli-/ulkoseinä-rakenteeseen. Vastaavia halkoluukkuja on useampia. Rännikaivoissa oli paikoin runsaasti lehtiä.*



Kuvat 9 a...c. Rakennukseen on asennettu salaojitus ja patolevyt lähivuosina. Patolevyn olemassaolo varmistettiin ulkoseinän viereen tehtävän kaivannon avulla (kuva a). Lämmöneristystä ei havaittu. Salaojitusta ja patolevyä ei ole asennettu koillissivulle (kuva b). Seinät, joilla patolevy havaittiin, on merkitty kuvaan punaisella (kuva c). Kaivantojen sijainti on merkitty liitteeseen 1.





*Kuvat 10 a ja b. Salaojaputken korkotaso arvioitiin yhteensä kolmesta salaojakaivosta. Salaojaputken korkotaso on arvion mukaan kellarin anturatasen yläpuolella.*



*Kuvat 11 a ja b. Koillispäädyn alakellarin sisäänkäynnin edustalle lammikoituu vettä sadesäällä. Sadevesikaivo oli tukkeutunut runsaasta määrästä lehtiä. Sisäänkäynnin betoniset tukimuurit ovat halkeilleet voimakkaasti.*



*Kuvat 12 a ja b. Vesikatolta tulevat hulevedet ohjataan syöksytorvien alla sijaitseviin rännikaivoihin. Rännikaivojen sakkapesissä oli paikoin lehtiä ja kiviä. Salaojajärjestelmälle on piha-alueella useita tarkastuskaivoja (kuva b).*

## 5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

Piha-alueiden pintavesien ohjaus sekä katolta tulevien hulevesien ohjaus on pääosin hyvällä tasolla. Koillissivulla esiintyy vähäisissä määrin maanpinnan painumista sisäänkäyntien betonitasanteiden ja halkoluukun ympärillä, mikä voi aiheuttaa ajoittain sadevesien lammikoitumista rakennuksen vierustalle ja lisätä kosteusrasitusta rakenteille. Koillispäätyä ei ole muiden seinustojen lailla vedeneristetty ja salaojitettu eikä mahdollisten vanhojen salaojien olemassaolosta ja kunnosta ole tietoa. Pistokoeluntoisten tarkastusten perusteella lähivuonna asennettujen salaojaputkien korkotaso on nykyohjeistuksesta poiketen anturatasen yläpuolella. Salojien virheellinen korkotaso ei ole havaintojen mukaan kuitenkaan aiheuttanut vaurioita maanvastaisille rakenteille, joten sen korjaamista ei pidetä välttämättömänä.

Suosittellemme vähentämään koillispäädylle tulevaa kosteusrasitusta asentamalla salaojitus perustustason alapinnan alapuolelle, veden- ja lämmöneristämällä maanvastainen ulkoseinä sekä parantamalla maanpinnan kallistuksia. Samassa yhteydessä suosittelemme vähimmäistoimenpiteenä betonisten tukimuurien korjaamista tai vaihtoehtoisesti uusimista sekä kaikkien halkoluukkujen poistamista tai vähintään vesitiiviyyden parantamista, jotta vesi ei lammikoituisi kansien päälle tai ohjautuisi rakenteisiin. Luoteen puoleisella sivulla tulisi mahdollisuuksien mukaan madaltaa maanpinnan korkoa, jotta ikkunat eivät jäisi maanpinnan tasoon. Ikkunoiden nykyisestä sijainnista niille voi aiheutua sadevesirasituksen lisäksi myös kosteusrasitusta maaperästä. Ikkunoita on käsitelty tarkemmin luvussa 8.

Suosittellemme myös rännikaivojen ja kellarin sisäänkäynnin sadevesikaivon puhdistusta seuraavien huoltotöiden yhteydessä.

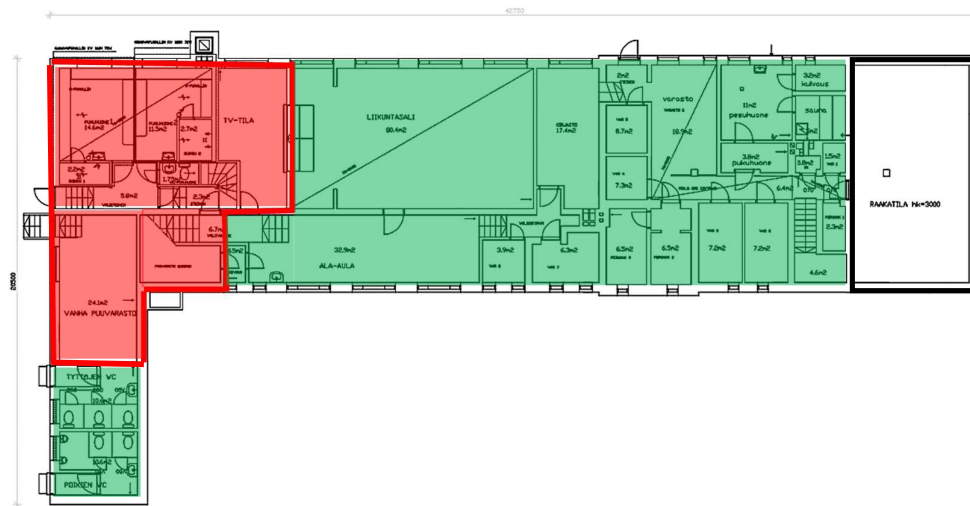
## 6 Alapohja ja putkikanaalit

### 6.1 Rakenteet

#### Alapohjat

Rakennuksen alapohjana on maanvastainen, lämmöneristämätön betonilaatta. Alapohjarakenteita on kahdessa eri kerroksessa, varsinaisessa kellarikerroksessa sekä koillispäädyn alakellarissa (kuva 13, punainen alue).

Alapohjan pääasiallisena pintamateriaalina on maali. Märkätilojen lattioissa on keraaminen laatoitus. Yksittäisissä kellarin tiloissa on lattiapäällysteenä muovimatto ja alaulassa pintamateriaalina on mosaiikkibetoni. Liikuntasalissa on irrotettava muovimatto puulattian päällä.



Kuva 13. Kohteen kellarikerroksen pohjapiirustus. Vihreällä on merkitty maanvastainen alapohjarakenne ja punaisella välipohjarakenne alakellarin päällä. Alakellarin alapohja on myös maanvastainen. Lounaspäädyssä on maapohjainen ryömintätila.

### Kellarikerros

Pääasiallinen alapohjarakenne tarkistettiin timanttiorauksesta (Ø 75 mm) kellarin varastotilassa 4. Rakenne on rakenneavauksen RA1 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- maali
- tasoite ~ 10 mm
- betoni ~ 40 mm
- bitumisively (AHA2)
- betoni ~ 60 mm
- hiekka

Liikuntasalin puukorotettu alapohjarakenne tarkistettiin kahdesta rakenneavauksesta. Kantavan väliseinän vierustalla alapohjan rakennekerrokset ovat rakenneavauksen RA2 (n. 250x250 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- muovimatto
- ponttilauta ~ 45 mm
- tyhjä tila / puurunko ~ 100 mm
- kutterilastu (MAT3) / puurunko ~ 150 mm
- bitumisively
- betoni ~ 40 mm
- hiekka

Liikuntasalin ulkoseinälinjan putkikanaalin vieressä alapohjan rakennekerrokset ovat rakenneavauksen RA3 (n. 250x250 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- muovimatto
- ponttilauta ~ 45 mm
- tyhjä tila / puurunko ~ 100 mm
- kutterilastu (MAT1) / puurunko ~ 250 mm
- bitumisively
- betoni ~ 40 mm
- hiekka

Varastossa 5 rakennekerrokset ovat rakenneporauksen RP1 (Ø 16 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- muovimatto
- betoni (sis. tasoite) ~ 60 mm
- bitumisively
- betoni ~ 40 mm
- hiekka

Kirjastossa alapohjan rakennekerrokset ovat rakenneporauksen RP2 (Ø 16 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- muovimatto
- betoni (sis. tasoite) ~ 65 mm
- bitumisively
- betoni ~ 50 mm
- tyhjä tila ~ 130 mm
- hiekka

#### Alempi kellarikerros (koillispääty)

Alakellarin vanhan sähkökeskuksen korotettu puulattia tarkistettiin rakenneavauksesta RA4 (n. 200x600 mm). Rakennekerrokset ylhäältä alaspäin lueteltuna ovat seuraavat:

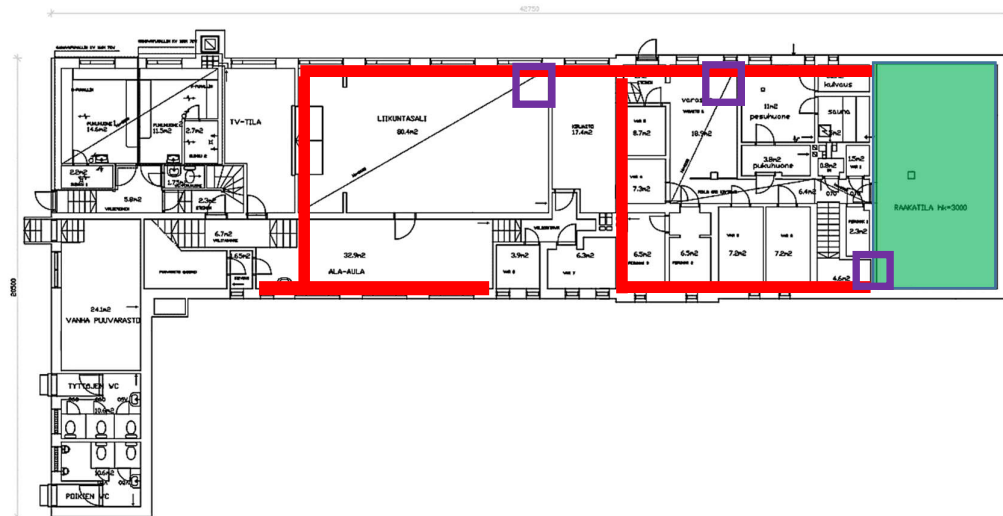
- ponttilauta ~ 35 mm
- tyhjä tila / puurunko ~ 50 mm
- betoni (ei porattu läpi)

Alimman kellarikerroksen vanhassa puuvarastossa alapohjan rakennekerrokset ovat rakenneporauksen RP3 (Ø 16 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- maalipinnoite
- betoni ~ 140 mm
- hiekka

## Putkikanaalit ja ryömintätila

Rakennuksen kellarikerroksessa kulkee putkikanaaleja maanvastaisen alapohjan alla. Vanhoista LVV-piirustuksista sekä kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella putkikanaalit sijoittuvat kaakon ja luoteen suuntaisten ulkoseinien vierustoille ja yhdistyvät liikuntasalin sekä kellarivarastojen alla. Lounaspäädystä on maapohjainen ryömintätila. Putkikanaalien sijainti on merkitty alla olevaan kuvaan punaisella ja ryömintätila vihreällä. Saatujen tietojen mukaan kanaalin kaakon suuntainen osa sekä ryömintätila on alipaineistettu.



Kuva 14. Rakennuksen kellarikerroksen alla kulkevat putkikanaalit, jotka yhdistyvät liikuntasalin alla. Kanaalien sijainti on merkitty punaisella ja tarkastelukohdat violetilla. Yksi tarkastelupisteistä sijaitsee alakellarin lämmönjakohuoneessa (ei näy kuvassa). Vihreällä on merkitty maapohjaisen ryömintätilan sijainti.

## 6.2 Havainnot

### Rakenneavausten havainnot

#### Rakenneavaus RA1 AP, varastotila 4

Isompi alapohjan rakenneavaus kohdistettiin varastotilaan 4, koska tässä tilassa aistittiin selvästi poikkeava, vanhoja bitumivedeneristeitä muistuttava haju. Avauskohdassa ei tätä hajua kuitenkaan havaittu, vaan aistittiin tavanomainen maaperän/täytön haju.

Rakenneavauksessa hiekkatäyttö oli aistinvaraisesti kostea ja paakkuuntuva. Rakenneavauksesta oli tutkimushetkellä heikko ilmavirtaus sisätilaan päin.



Kuvat 15 a ja b. Varaston 4 alapohjan rakennekerrokset avauksessa RA1. Bitumisivelyä otettiin materiaalinäyte PAH- ja asbestianalyysiin (AHA2: ei sisällä asbestia, PAH-pitoisuudet pieniä). Hiekkatäyttö on silmämääräisesti kostea.

### Rakennearaukset RA2-RA3 AP, liikuntasali

Rakennearauksissa bitumisivelyn päällä oleva kutteritäyttö havaittiin aistinvaraisesti kuivaksi. Täytön pohjaosissa havaittiin mikrobiperäinen haju. Pohjabetonilaatan paksuus tarkistettiin  $\varnothing$  16 mm porareijistä. Betonilaatan paksuus oli molempien rakennearauksen kohdalla vain n. 40 mm.



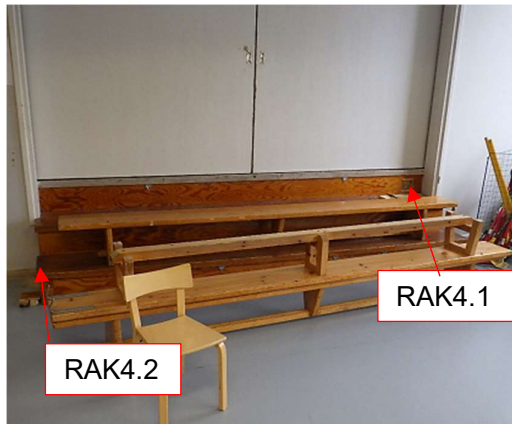
Kuvat 16 a...d. Liikuntasalin alapohjan rakennearaus RA2 kantavan väliseinän viereen. Kutteritäytön pohjalta otetussa materiaalinäytteessä MAT3 ei todettu mikrobikasvua. Täyttökerros on aistinvaraisesti arvioituna kuivaa. Täyttökerroksessa kulkee vesijohdot. Puurungon alaosan kosteuspuiteisuus on normaali (~ 14 paino-%). Alapohjan bitumisively on nostettu seinälle tiiliväliseinän alle (kuva d). Avauskohtaan tehdyn porareikämittauksen perusteella betonilaatassa on korkea kosteuspuiteisuus.



Kuvat 17 a...d. Liikuntasalin alapohjan rakenneavaus RA3 putkikanaalin vierelle. Kutterilastutäytön pohjalta otetussa mikrobimateriaalinäytteessä MAT1 ei todettu mikrobikasvua. Täyttökerros on aistinvaraisesti arvioituna kuivaa. Puurakenteissa ei avauksen kohdalla aistinvaraisesti havaittu viitteitä kosteusvaurioista.

#### Rakenneavaus RA4.1 ja RA4.2, liikuntasalin porras

Liikuntasalissa olevaan puurunkoiseen porraskanteeseen tehtiin kaksi rakennetar- kistusta alla olevassa kuvassa merkittyihin paikkoihin. Rakenneavauksessa RA4.1 osuttiin liikuntasalin viereisen, lattiakoroltaan ylempänä sijaitsevan TV-tilan betoni- laatta-alapohjaan, jonka sisäpuolella havaittiin bitumikermi ja ohut kutterilastukerros. Rakenneavauksessa RA4.2 havaittiin portaiden täyttämätön alustatila puurakentei- neen. Rakenneavauksissa ei havaittu poikkeavia hajuja.



Kuvat 18 a ja b. Rakenneavaukset RA 4.1 ja RA4.2 liikuntasalin porraskäytäväalueeseen. Rakenneavauksessa RA4.1 havaittiin bitumikerros ja ohut kutterilastutäyttö. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai merkkejä kosteusvaurioista.



Kuvat 19 a ja b. Rakenneavaus RA4.2 liikuntasalin portaaseen. Portaan alustatilassa on tyhjä tila ja portaan puisia runkorakenteita. Alustatilassa ei tehty havaintoja poikkeavista hajuista tai merkkejä kosteusvaurioista avauksen kohdalla.

#### Rakenneavaus RA5 AP, alakellarin vanha sähköpääkeskus

Rakenneavauksesta aistittiin lievästi mikrobiperäinen haju. Puulattian sisälle kulkee aistinvaraisen tarkastelun perusteella vanhoja sähköläpivientejä.





*Kuvat 20 a ja b. Rakenneavaus RA5 alakellarin vanhan sähköpääkeskuksen puulatti-  
aan. Puurakenteet on asennettu suoraan alapohjabetonia vasten (betonirakennetta ei  
tarkistettu). Lattian sisällä orgaanista materiaalia, mm. puulastuja. Tilassa aistittiin mik-  
robiperäinen haju.*

#### Rakenneporaukset RP1-RP3 AP

Kosteusmittausten yhteydessä tehdyissä tarkistusporauksissa RP1 ja RP3 havaittiin heikko ilmavirtaus sisälle päin sekä tavanomainen maaperän/täytön haju.

Tarkistusporaus RP2 kirjaston lattiaan tehtiin kohtaan, jossa havaittiin kopoa. Tarkis-  
tuksessa havaittiin, että betonilaatan alle on muodostunut n. 130 mm tyhjätila. Täyttö-  
maa on todennäköisesti painunut/kulkeutunut pois laatan alta tältä alueelta. Avauskoh-  
dan vieressä on vanha painovoimainen ilmanvaihtohormi.

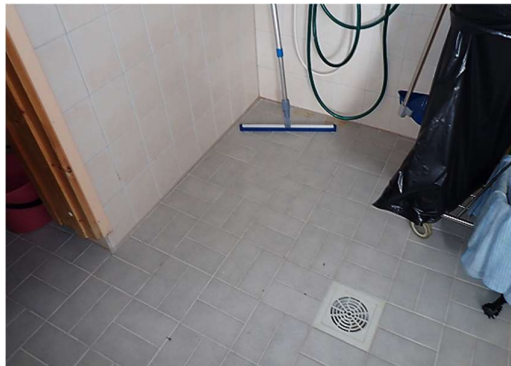
#### **Yleishavainnot**

Alapohjan pääasiallisena pintamateriaalina on maali. Maalipinnoitteissa ei havaittu merkittävää hilseilyä tai lohkeilua. Lattiat on lähtötietojen perusteella maalattu v. 2014. Lounaspäädyssä keraamisella laatoituksella päällystetyt märkätilat on saneerattu arvi-  
olta 2000-luvulla eikä niissä havaittu merkittäviä vaurioita.

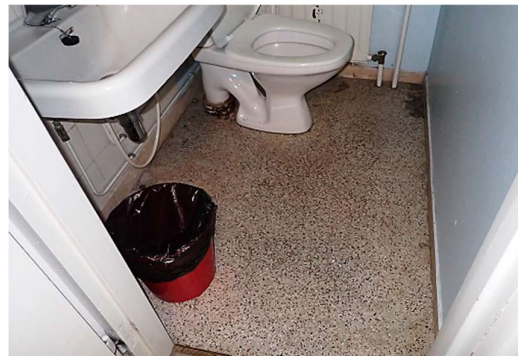
Alakellarin betonipintaiset vanhojen kattilahuoneiden lattiapinnat ovat ikääntyneitä ja kuluneita, ja niihin on aistinvaraisen tarkastelun perusteella paikoin imeytynyt öljyä. Koillispäädyssä on vanhoja mosaiikkibetonipintaisia WC-tiloja, joiden pinnat ovat kulu-  
neita ja joissa aistittiin voimakas viemärin haju. WC-tilat eivät ole käytössä.

Yksittäisissä kellarin tiloissa on lattiapäällysteenä muovimatto ja ala-aulassa pintama-  
teriaalina on mosaiikkibetoni. Liikuntasalissa on irrotettava muovimatto puulattian  
päällä.

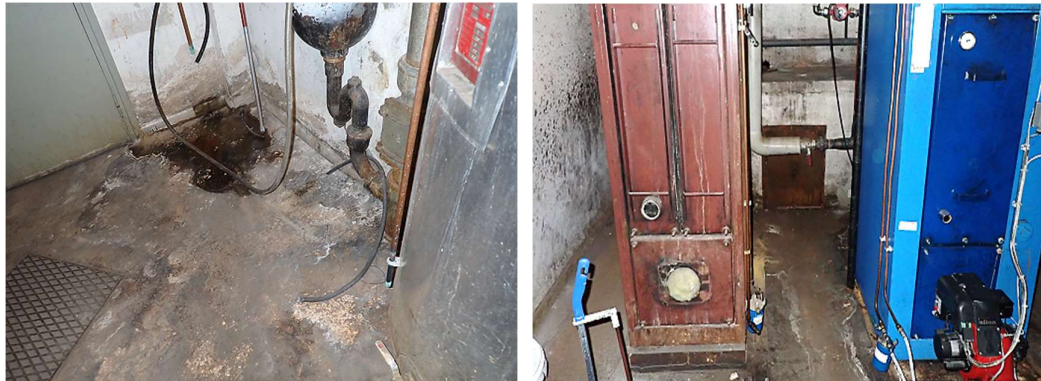
Yleiskuvia alapohjien pintamateriaalien kunnosta on esitetty alla olevissa valokuvissa.



Kuvat 21 a...d. Kellarin lattiapinnoissa ei havaittu merkittäviä vaurioita tai ikääntymisestä johtuvaa kulumista. Lattiat on maalattu vuonna 2014. Yksittäisissä kellarin tiloissa on muovimattopäällyste.



Kuvat 22 a...d. Koillispuolelisen kellaritilojen lattiapinnoissa havaittiin ikääntymisestä johtuvaa kulumista.



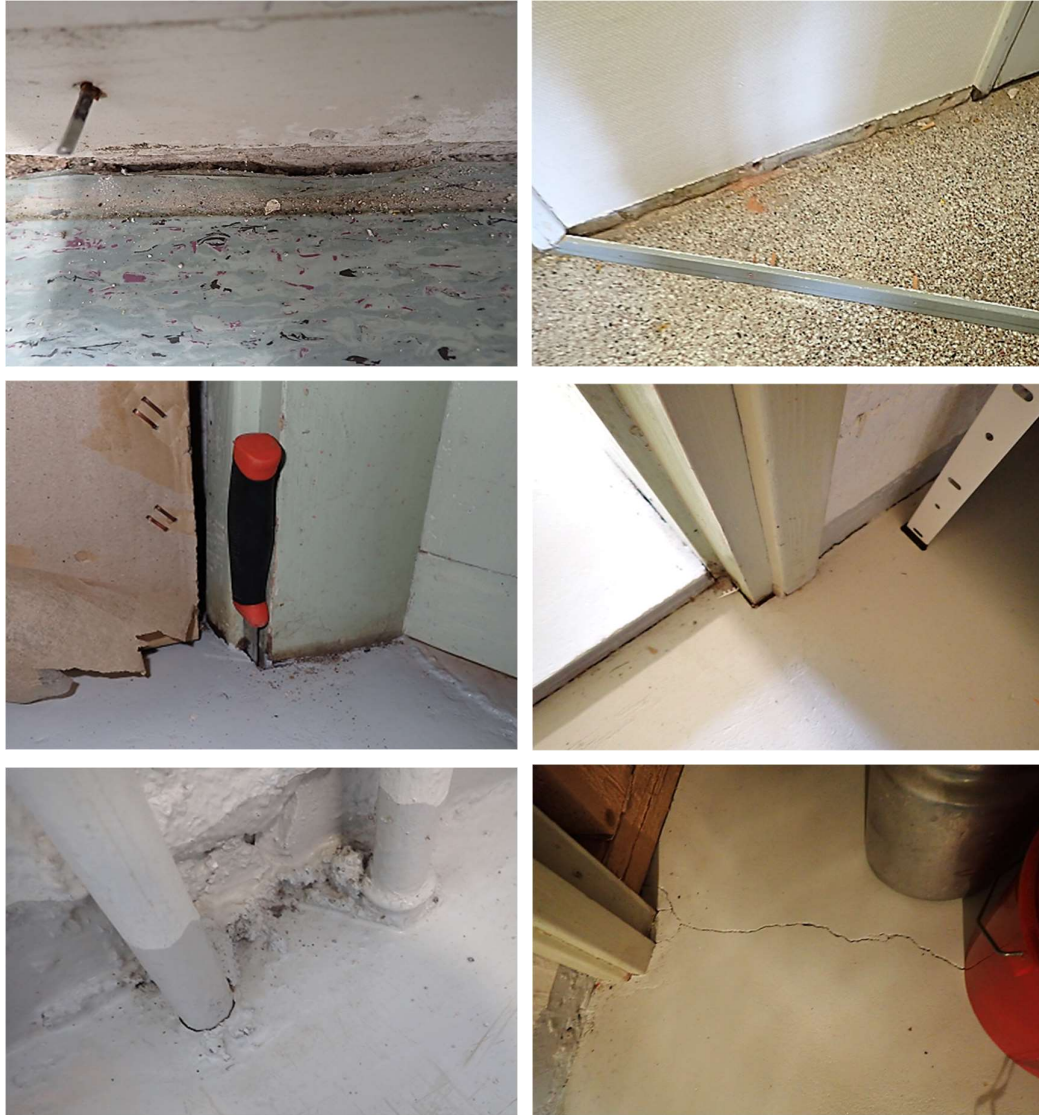
Kuvat 23 a ja b. Koillispäädyn alakellarin kattilahuoneiden pinnat ovat ikääntyneitä ja kuluneita. Öljykattiloiden ympäristössä havaittiin betonilattialle imeytyneen öljyä.

#### Havainnot ilmatiivyydestä

Alapohjan ilmatiivyyttä arvioitiin aistinvaraisesti, merkkisavulla sekä merkkiainekokeilla. Merkkiainekokeiden havainnot on esitetty luvussa 7.5.

Alapohjan ilmatiivyydessä on yleisesti puutteita. Alapohjan ja seinien rajakohdissa sekä väliovien karmien ja kynnysten ympärillä on yleisesti rakoja. Alapohjaan kulkee putki-läpivientejä kanaalin kohdalla. Betonilattiassa on paikoin myös syviä halkeamia.

Kuvia alapohjan ilmatiivyydestä tehdyistä havainnoista on esitetty alla.



*Kuvat 24 a...f. Alapohjan ja seinien liitoskohdissa sekä väliovien karmien ja kynnysten ympärillä on silmin havaittavia rakoja, joiden kautta alapohjasta on ilmayhteys sisätiloihin. Betonilattioissa on paikallisia halkeamia. Epätiiviyttä kohtia tarkasteltiin merkkisavun avulla, ilmavirtauksia ei havaittu.*



Kuvat 25 a ja b. Liikuntasalin jalkalistossa on kauttaaltaan tuuletusrakojen kautta suora ilmayhteys alapohjan kutteritöytäkerrokseen.

### Putkikanaalit ja ryömintätila

Putkikanaaleissa on vanhoja, mahdollisesti asbestipitoisia eristeitä ja muita epäpuhtauksia. Saatujen tietojen mukaan kanaalin kaakon suuntainen osa on alipaineistettu. Kanaaleista havaittiin ilmayhteys sisätiloihin aistinvaraisesti epätiivien tarkastusluukujen ja levykoteloinnin kautta. Merkkiainekokeessa kanaalista havaittiin myös ilmayhteys ulkoseinän ja alapohjalaatan liitoskohdasta. Merkkiainekoetta on tarkemmin käsitelty luvussa 7.5.

Lounaspäädystä sijaitseva ryömintätila on yleisilmeeltään siisti. Ryömintätilan pohja on sorastettu ja tilassa on poistoilmanvaihto, joka oli tarkasteluhetkellä toiminnassa. Ryömintätilasta on yhteys porrashuoneen alustilaan, jossa on lahoavaa puuainesta ja muuta rakennusjätettä. Ryömintätilaan johtava puuovi on silmämääräisesti epätiivis.

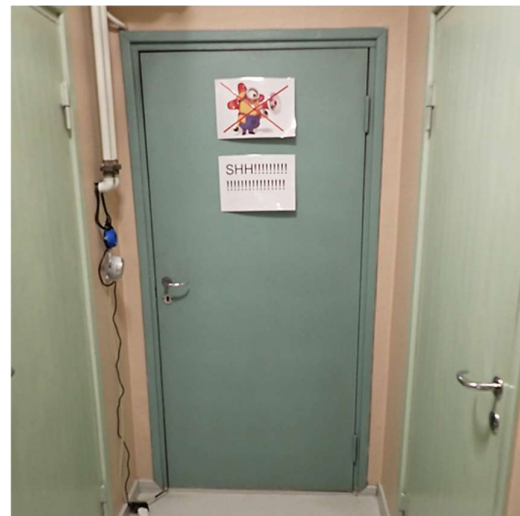
Putkikanaalin ja liikuntasalin sekä ryömintätilan ja kellarikäytävän välistä paine-eroa seurattiin jatkuvatoimisella paine-eron seurantamittalaitteella. Mittausten perusteella ryömintätila ja putkikanaali ovat ajoittain ylipaineisia käyttötiloihin nähden. Paine-eroseurannan tulokset on esitetty luvussa 10.2.3.



Kuvat 26 a ja b. Luoteen suuntaisen sivun putkikanaalin lähtöpiste on lounaspäädyn ryömintätilassa. Muita kanaalin tarkastelupisteitä ei tällä seinälinjalla havaittu. Lounaspäädyn portaan alustilassa on lahoavaa puuainesta ja muuta rakennusjätettä.



*Kuvat 27 a...f. Havaintokuvia kaakon suuntaisen sivun putkikanaalista. Kanaalia pääsee tarkastelemaan alakellarin kattihuoneesta sekä liikuntasalista. Kellarivarastossa (varasto 6) on levyrakenteinen, silmämääräisesti epätiivis kotelointi, josta on suora ilmayhteys putkikanaaliin.*



*Kuvat 28 a...c. Lounaspäädyssä sijaitseva ryömintätila on yleisilmeeltään siisti. Tilan pohjalla oleva sorastus on paikoin silmämääräisesti kosteaa. Välipohjan alapinta on verhottu mineraalivillalevyillä. Ryömintätilan nurkassa on alalaatassa läpivientejä, jotka eivät havaintojen mukaan jatku välipohjarakenteesta läpi yläpuoliseen tilaan. Ryömintätilaan johtava ovi on aistinvaraisesti tarkasteltuna epätiivis.*

### 6.3 Kosteusmittaukset

Alapohjaan tehdyn pintakosteuskartoituksen perusteella pintakosteuslukemat olivat pääosin tavanomaisella tasolla. Alapohjassa ei havaittu laajoja alueita, joissa pintakosteusosoittimen lukemat olisivat muita alueita korkeampia. Kohonneita lukemia alapohjassa todettiin ainoastaan itäpäädyn alakellarin puuvarastossa sekä saman kellarin porrashuoneessa, kantavan seinän vierustalla. Alapohjan pintakosteudenosoittimen lukemat on merkitty tiloittain liitteen 1 pohjakuvaan.

Kellarin muovimattopäällysteiseen varastotilaan (varasto 5) tehtiin varmistusmittauksena viiltomittaus. Kosteuspitoisuus muovimaton alla oli matala. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1. Lattiapäällysteen alapuolelle 14.4.2020 tehdyn viiltomittauksen tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.*

Tila	Mittaus-syvyys	Pinta-kosteus	Mittapää (nro)	°C	%RH	abs [g/m <sup>3</sup> ]
V1, varasto 5	muovimaton alta	50–60	H2	18,8	40,9	6,5
	sisäilma	-	H3	18,0	28,1	4,3



*Kuva 29. Viiltomittaus V1 varastossa 5. Viiltomittauksen tulos 40,9 %RH. Matto oli tiukasti kiinni alustassaan murtopinnan ollessa betonissa. Matto on kiinnitetty suoraan betonin pintaan (välissä ei ole tasoitetta). Avauksesta havaittiin tavanomainen liiman haju.*

Alapohjiin tehtiin neljä porareikämittauspistettä, joista selvitettiin alapohjarakenteen kosteusprofiilia. Alapohjarakenteiden porareikämittaustulokset on esitetty taulukossa 2 ja mittapisteen sijainnit liitteessä 1.



Taulukko 2. Alapohjaan tehtyjen porareikämittausten tulokset 21.4.2020. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattianrajasta kosteusmittauspisteen vierestä. Rakenteessa olevan bitumisivelyn sijainti on merkitty taulukkoon punaisella katkoviivalla.

Mittapiste	Mittausvyvyys/ materiaali	Mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
MP1, varasto 5	30 mm / betoni	TA1	18,0	43,7	6,7
	80 mm / betoni	TA6	18,1	92,3	14,2
	>100 mm / hiekka	TA8	17,7	74,3	11,2
	sisäilma	TA2	18,0	26,8	3,9
MP3, puuva- rasto	30 mm / betoni	TA17	14,7	89,1	11,2
	70 mm / betoni	TA10	14,3	96,1	11,8
	>140 mm / hiekka	TA9	13,7	98,1	11,8
	sisäilma	TA17	15,0	31,5	4,1
MP4, alakella- rin porras- huone	80 mm / betoni	TA15	18,1	95,1	14,7
	190 mm / betoni	TA12	18,2	95,5	14,9
	sisäilma	TA14	18,2	29,8	4,8
MP2, liikunta- sali	20 mm / betoni	TA4	14,4	94,7	11,7
	>40 mm / hiekka	TA5	13,7	100	11,9
	sisäilma	TA4	19,7	24,1	4,1

### Mittausvirhearviointi

Porareikämittaus on tarkimmillaan noin +20 °C lämpötilassa ja mittausta voidaan pitää tarkkana 15...25 °C välillä. Sisäilman ja rakenteessa olevan mittapään lämpötilaero aiheuttaa mittavirhettä, kun lämpötilaero on yli 0,5 °C, mutta sen merkittävyys korostuu lämpötilaeron ollessa yli 2 °C.

Mittauspisteiden MP1, MP3-MP4 mittaustuloksia voidaan täten pitää tarkkoina, mutta MP2:n tuloksissa rakenteen ja sisäilman välinen 6°C lämpötilaero vääristää mittaustuloksia suhteellisen kosteuden osalta. Mittauspisteen MP2 absoluuttiset kosteuspitoisuudet ovat keskenään samalla tasolla ja lähellä MP1, MP3-MP4:n absoluuttisia kosteuspitoisuuksia, joten maanvastaisessa alapohjassa on selvästi korkea kosteuspitoisuus.

## 6.4 Materiaalinäytteet

Liikuntasalin korotetun alapohjan kutterilastutäytöstä otettiin 2 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Näytteet otettiin täytön pohjalta, bitumisivelyn vierestä. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysi laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Materiaalinäytteiden ottopaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2.

Alapohjarakenteesta otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalysien tulokset olivat seuraavat:

- MAT1: RA3 AP (liikuntasali, puukoolattu alapohja, putkikanaalin vierestä), kutteri-/puulastu vedeneristettä vasten: *ei mikrobikasvua materiaalis*
  - Home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan
- MAT3: RA2 AP (liikuntasali, puukoolattu alapohja, putkikanaalin vierestä), kutteri-/puulastu vedeneristettä vasten: *ei mikrobikasvua materiaalis*
  - Pienet home- ja bakteeripitoisuudet

Maanvastaisen alapohjan bitumisivelestystä otettiin materiaalinäyte haitta-aineanalyysejä varten. Materiaalinäytteille suoritettiin asbestianalyysi Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratoriossa. Materiaalinäytteen PAH16-yhdistepitoisuudet määritettiin ALS Finland Oy:n toimesta. Materiaalinäytteen ottopaikka on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysejä kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 3. Materiaalinäytteen haitta-aineanalyysejä tulokset olivat seuraavat:

- AHA2, maanvastaisen alapohjan vedeneristysivele (otettu rakenneavauksen RA1 AP yhteydessä)
  - ei sisällä asbestia
  - PAH16-pitoisuus 13,9 mg/kg: ei ylitä työsuojelullista raja-arvoa 20 mg/kg eikä vaarallisen jätteen raja-arvoa 200 mg/kg

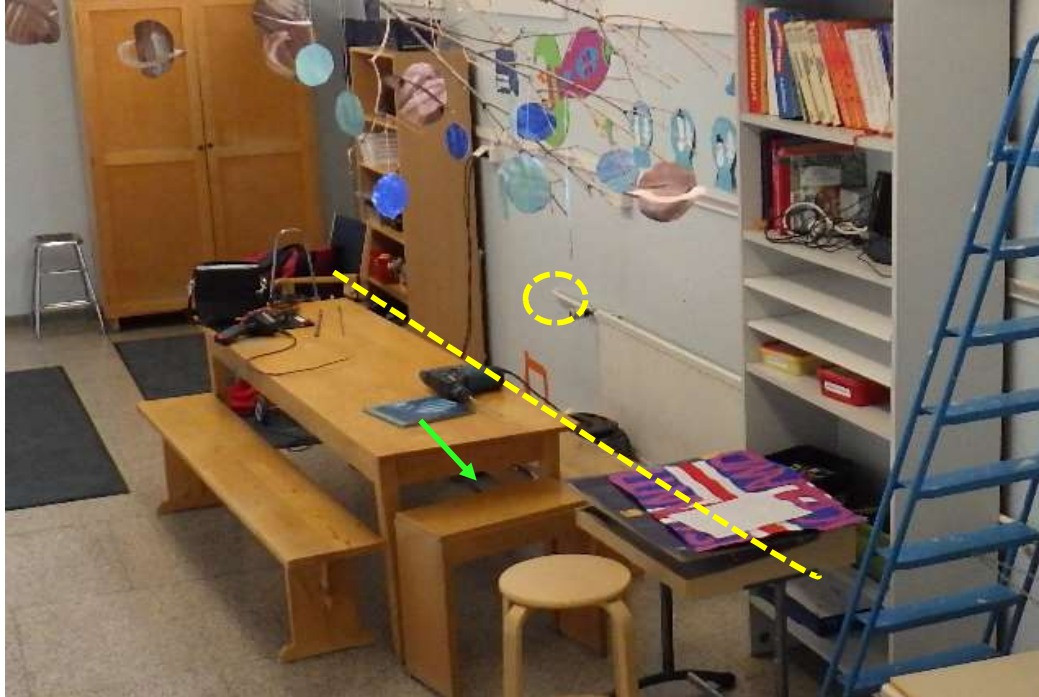
## 6.5 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteeseen tehtiin kaksi merkkiainekoetta ala-aulan kohdalle. Tarkastelut tehtiin kantavan väliseinän ja ulkoseinän vierellä kulkevan putkikanaalin alueilla. Merkkiainekokeissa selvitettiin maaperän/putkikanaalin ja huonetilojen välisiä ilmavuotoreittejä. Kaasu syötettiin alapohjalaatan alle hiekkatäyttökerrokseen/putkikanaaliin laatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 5 l/min virtausnopeudella noin 10 minuutin ajan. Merkkiainekoetta varten tilat alipaineistettiin Blowerdoor-järjestelmällä n. 10 Pa alipaineiseksi alapohjarakenteen alapuoliseen hiekkatäyttöön nähden

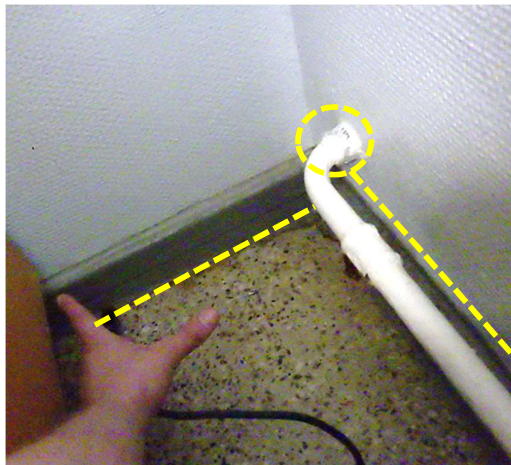
Merkkiainekokeessa MA1 merkkikaasua laskettiin alapohjaan/putkikanaalin kattoon ulkoseinän vieressä. Merkittävää ilmavuotoa todettiin maanvastaisen seinän ja alapohjan rakenneliittymästä sekä maanvastaisen ulkoseinän verhomuurauksen lävistävistä patteriputkista.

Merkkiainekokeessa MA2 havaittiin merkittävää ilmavuotoa alapohjan ja kantavan väliseinän liitoskohdasta sekä ovikyynnyksestä.

### Merkkiainekoe MA1

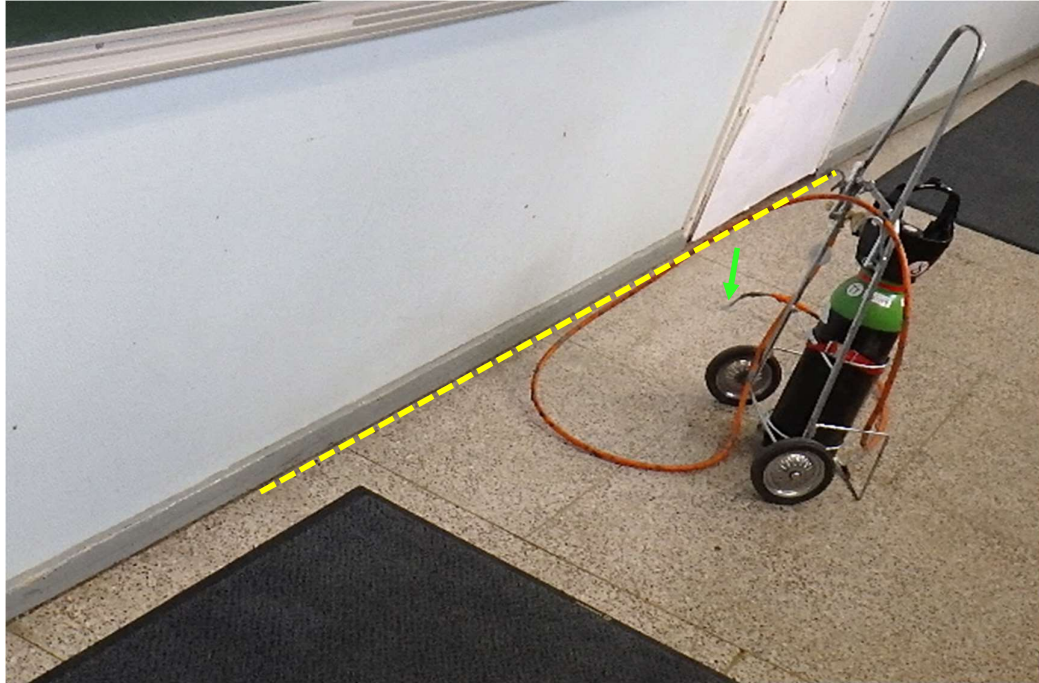


Kuva 30. Yleiskuva alapohjan/putkikanaalin merkkiainekokeen MA1 suorituspaikasta ala-aulassa. Merkkiainekaasun syöttöreikä on merkitty vihreällä nuolella. Merkkiainelaitteiston herkkyydellä 5 havaittiin voimakasta ilmavuotoa alapohjan ja maanvastaisen ulkoseinän liitoskohdasta. Patteriputkien läpiviennistä havaittiin vähäistä ilmavuotoa (keltaiset ympyrät, kaikki läpiviennit eivät näy kuvassa).



Kuvat 31 a ja b. Tarkekuvat kuvaan 28 merkkiainekokeen MA1 yhteydestä todetuista ilmavuotokohdista.

## Merkkiainekoe MA2



Kuva 32. Yleiskuva alapohjan merkkiainekokeen MA2 suorituspaikasta ala-aulassa. Merkkiainekaasun syöttöreikä on merkitty vihreällä nuolella. Merkkiainelaitteiston herkkyydellä 5 havaittiin voimakasta ilmavuotoa alapohjan ja kantavan väliseinän liitoskohdasta sekä ovikynnyksestä (keltaiset katkoviivat).



Kuvat 33 a ja b. Tarkekuvat kuvaan 30 merkkiainekokeen MA2 yhteydestä todetuista ilmavuotokohdista.

## 6.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

Rakennuksen pääasiallisena alapohjarakenteena on maanvastainen, lämmöneristämätön betonilaatta, jossa on pääosin bitumisively pintalaatan alla. Koillispuolelta alakellarin alapohjassa ei bitumisivelyä havaittu. Bitumisivelyssä ei todettu asbestia tai PAH-yhdisteitä. Porareikämittausten perusteella alapohjan betonilaattaan kohdistuu kosteusrasitusta maaperästä. Alapohjarakenteet toimivat nykyisten pintamateriaalien kanssa kuitenkin pääosin hyvin, sillä tiiviitä lattiapäällysteitä on käytetty vain yksittäisissä tiloissa. Pintamateriaalit ovat kattilahuoneiden ja alkuperäisten WC-tilojen osalta teknisen käyttöikänsä päässä. Tiloissa on myös aistittu viemärinhajua ja havaintojen mukaan viemärit ovat vanhoja valurautaviemäreitä. Suosittelemme uusimaan ikääntyneet pintamateriaalit ja kellarin muovimattopäällysteet seuraavassa peruskorjauksessa. Alapohjien uusien pintamateriaalien valinnassa tulisi suosia hyvin kosteutta läpäiseviä ja kestäviä materiaaleja. Ennen peruskorjausta suosittelemme lämpö-, vesi- ja viemäriputkistojen kunnon ja toimivuuden selvittämistä putkistojen kuntotutkimuksella.

Liikuntasalissa on rakennuksen muista alapohjarakenteista poikkeava, bitumisivellyn betonilaatan päälle puukoolattu alapohjarakenne, jossa on täyttökerroksena kutterilas-tua. Kyseessä on kosteusteknisesti riskialtis rakenneratkaisu, sillä orgaanista materiaalia sisältävään eristekerrokseen voi päästä siirtymään kosteutta perustuksien kautta sekä alapohjan läpi riippuen vanhan bitumisivelyn paksuudesta ja kunnosta. Liikuntasalin porareikämittauksissa pohjabetonilaatan kosteuspuiteisuus todettiin korkeaksi. Liikuntasalissa on aistittu poikkeavaa, tunkkaista hajua, jota todettiin myös rakennevausten yhteydessä. Liikuntasalin lattia on rakennettu jalkalistojen kautta tuulet-tuvaksi, joten alapohjan hajut ja epäpuhtaudet voivat kulkeutua helposti sisäilmaan. Kutterilastun materiaalinäytteissä ei todettu merkittävää mikrobikasvua. Tämä ei kuitenkaan sulje pois mikrobivaurioiden esiintymistä muualla rakenteessa, kun otetaan huomioon myös aistinvaraiset havainnot sekä alapohjaan tehdyt rakennekosteusmittaukset. Suosittelemme liikuntasalin alapohjarakenteelle perusteellista korjaustapaa, jossa kaikki orgaaninen aines (kutteritäyttö, puurungot) poistetaan. Ohuen rakennekosteusmittauksen vuoksi suosittelemme harkitsemaan myös salin alapohjalaatan purkua, jolloin alapohja voidaan rakentaa kokonaisuudessaan kosteusteknisesti toimivaksi. Mikä betoni-laatta aiotaan säilyttää, tulee varmistua sen ilmatiivyydestä mm. seinä-lattialiitosten osalta ennen uusien rakennekerrosten asentamista.

Merkkiainekokeen ja aistinvaraisten havaintojen perusteella rakennuksen maanvas-taisten alapohjien ilmatiivyydessä on laaja-alaisia puutteita erityisesti lattia-seinäliitty-missä ja ovenkarmeissa. Lisäksi maalipinnoitetuissa alapohjarakenteissa havaittiin paikoitellen halkeamia, joista on todennäköisesti ilmayhteys maaperään. Ilmavuoto-kohtien kautta rakennuksen sisäilmaan voi kulkeutua sisäilman laatua heikentäviä, maaperässä luonnollisesti esiintyviä mikrobiperäisiä epäpuhtauksia tai radonia. Suosittelemme kattavaa alapohjarakenteiden ilmatiivyyden parantamista muiden korjauk-sen tai viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

Rakennuksen alla kulkee putkikanaaleja, joissa on vanhoja, mahdollisesti asbestipitoi-sia putkieristeitä ja muita epäpuhtauksia. Tutkimusten perusteella kanaalit ovat epätiiviitä ja ajoittain ylipaineisia huoneilmaan nähden, minkä seurauksena epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. Suosittelemme parantamaan koko putkikanaalin poistoi-lmanvaihtoa niin, että järjestelmä on varmatoiminen. Alipaineistusjärjestelmä tulisi va-rustaa automaattisella hälytyksellä. Toimivuuden parantaminen edellyttää putkikanaa-lin ilmavuotokohtien tarkempaa selvittämistä ja tiivistämistä.

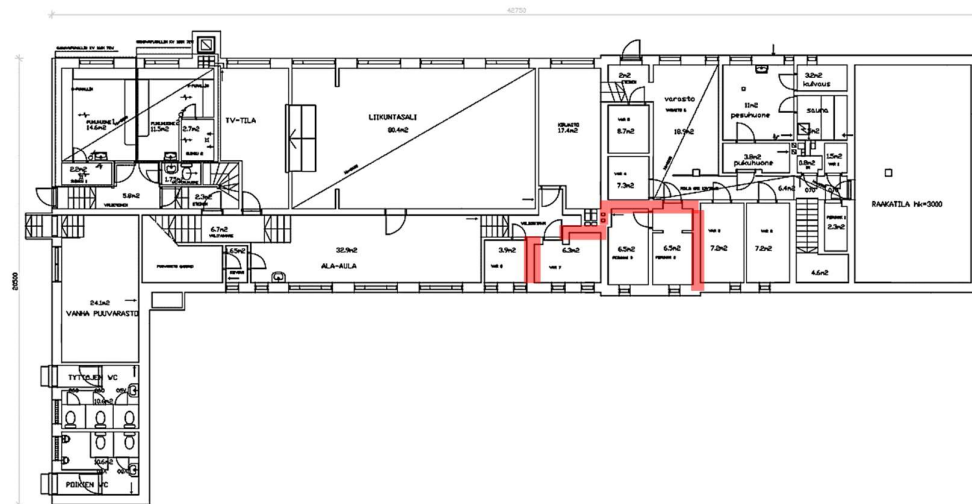
Lounaspäädyssä on maapohjainen ryömintätila, joka on yhteydessä luoteen suuntaisella sivulla olevaan putkikanaaliin sekä portaan alustilaan, jossa on lahoavaa puuainesta ja muuta rakennusjätettä. Ryömintätila on ainakin ajoittain ylipaineinen viereiseen käytävään nähden. Tilaan johtaa silmämääräisesti epätiivis ovi, joka osaltaan heikentää alipaineistuksen toimivuutta ja toimii myös ilmavuotoreittinä sisätiloihin. Putkikanaalien tavoin suosittelemme ryömintätilan poistoilmanvaihdon parantamista ja ilmavuotoreittien tiivistämistä. Portaon alustilasta tulisi poistaa kaikki orgaaninen aines ja muu rakennusjäte sekä sorastaa tilan maapohja ryömintätilan tavoin. Korjaustyössä on huomioitava, että alustilan yhteydessä olevan putkikanaalin vanhat putkieristeet voivat olla asbestipitoisia.

## 7 Maanvastaiset ulkoseinät ja väliseinät

### 7.1 Rakenteet

Rakennuksen maanvastaiset ulkoseinät kellarikerroksessa ovat sisäpuolelta verhomuurattuja, osin lämmöneristettyjä betoniseiniä.

Kellarin väliseinärakenteet ovat pääosin tiilirakenteisia ja osin betonirakenteisia. Vanhojen piirustusten perusteella osa kellarikerroksen tiiliväliseinistä ovat lämmöneristettyjä. Lämmöneristetyt seinät on merkitty alla olevaan pohjapiirustukseen punaisella. Ylempien kerrosten väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia.



Kuva 34. Kohteen kellarikerroksen pohjapiirustus. Punaisella on merkitty kellarin lämmöneristetyt väliseinät. Tieto perustuu kohteen vuoden 1957 pohjapiirustuksiin.

Maanvastainen ulkoseinärakenne on ala-aulan lattianrajaan tehdyn rakenneavauksen RA6 US (n. 250 x 250 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- lasikuitutapetti
- rappaus ~ 5–8 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- mineraalivilla (MAT5) ~ 50 mm
- bitumisively (AHA3)
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
- täyttömaa

Kaakon suuntaisella sivulla maanvastaisen ulkoseinän rakennekerrokset on varastoon 6 lattianrajaan tehdyn rakenneporauksen RP4 US MV (Ø 16 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 130 mm
- ilmaväli ~ 15 mm
- bitumisively
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

Luoteen suuntaisella sivulla maanvastaisen ulkoseinän rakennekerrokset on perunakellariin 2 lattianrajaan tehdyn rakenneporauksen RP5 US MV (Ø 16 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5–8 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- mineraalivilla (MAT7) ~ 60 mm
- bitumisively
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
- täyttömaa

Alakellarin maanvastainen ulkoseinärakenne on puuvaraston avatun rakenteen (RA0) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maali
- rappaus ~ 5–8 mm
- poltettu savitiili ~ 130 mm
- ilmaväli ~ 15–20 mm
- bitumisively
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
- täyttömaa

Kellarin varastotilan 4 väliseinään lattianrajaan tehdyn rakenneavauksen RA10 VS (n. 300 x 150 mm) perusteella lämmöneristetyin väliseinän rakennekerrokset ovat seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- mineraalivilla (MAT6) ~ 120 mm
- poltettu savitiili (rakenneavausta ei jatkettu)
- rappaus
- maali

Kellarin varastotilaan 7 tehdyn tarkistusporauksen RP12 VS (Ø 16 mm) perusteella lämmöneristetyin väliseinän rakennekerrokset ovat seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- mineraalivilla (MAT8) ~ 100 mm
- poltettu savitiili (rakenneavausta ei jatkettu)
- rappaus
- maali

Koillispäädyn alakellarin portaan yhteydessä sijaitsevaan varastoon tehtyjen tarkistusporausten RP13-RP14 VS (Ø 16 mm) perusteella väliseinien rakennekerrokset ovat seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- ilmarako ~ 50 mm
- betoni/poltettu savitiili (rakenneavausta ei jatkettu)

## 7.2 Havainnot

### Rakenneavausten havainnot

#### Rakenneavaus RA6 US MV, ala-aula

Seinän alaosaan, lattianrajaan tehdyssä rakenneavauksessa verhomuurauksen takana mineraalivillaeristeen havaittiin jatkuvan n. 150 mm viereisen lattiapinnan alapuolelle. Mineraalivilla oli aistinvaraisen havainnon perusteella tummunutta ja avauksessa aistittiin tunkkaista, mikrobiperäistä hajua. Seinässä on kosteudeneristeenä bitumisively, jota on myös mineraalivillaeristeen alla seinän alaosassa.





Kuvat 35 a ja b. Ala-aulan maanvastaisen ulkoseinän rakenneavaus RA6 lattia- ja seinärakenteen rajalla. Mineraalivillaeriste jatkuu lattiatason alapuolelle n. 150 mm. Mineraalivillasta otetussa mikrobimateriaalinäytteessä MAT5 ei todettu mikrobikasvua. Näyte otettiin eristetyistä tiloista. Avauksessa aistittiin tunkkainen haju ja mineraalivilla oli tummunutta. Seinän bitumisively jatkuu eristekerroksen alle.

Koillispäädyn alakellarin puuvarastossa maanvastaiseen seinään on sähköteknistä läpiviäntä varten poistettu verhomuurauksesta tiili. Läpiviennit johdetaan bitumisivelyn läpi betoniseinään.



Kuvat 36 a ja b. Maanvastaisen ulkoseinän rakennetarkastelu koillispäädyn alakellarissa avoimena olleesta rakenteesta (RA0). Rakenteesta on havaittu läpiviäntä tiilen takana on ilmaväli. Sähköjohtot johdetaan betoniseinään.

#### Rakennetarkastelu RA10 VS, varastotila 4

Seinän alaosaan, lattia- ja seinärakenteen rajalla tehdyssä rakennetarkastuksessa väliseinän mineraalivillaeristeen havaittiin jatkuvan n. 70 mm lattiapinnan alapuolelle. Seinän alaosaan otettu mineraalivilla oli tummunutta ja avauksessa aistittiin tunkkaista, mikrobiperäistä hajua.



Kuvat 37 a ja b. Varastotila 4:n väliseinän rakenneavaus RA10 lattiaanrajaan. Mineraalivillaeriste jatkuu lattiatason alapuolelle n. 70 mm. Mineraalivillasta otetussa materiaalinäytteessä MAT6 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Näyte otettiin eristetilan alaosasta. Avauksessa aistittiin tunkkainen haju ja mineraalivilla oli tummunutta.

Ulko- ja väliseinärakenteita tarkastettiin isojen rakenneavausten lisäksi myös pienemmistä rakenneporauksista.

Ulkoseinän tarkistusporauksessa RP4 US MV ( $\varnothing$  16 mm) kaakon suuntaisen sivun varastossa (varasto 6) havaittiin vastaava maanvastaisen ulkoseinärakenne kuin alakellarissa (RA0), jossa verhomuurauksen takana on ilmarako ja bitumisively. Rakenneavauksessa ei tehty havaintoja poikkeavasta hajusta.

Luoteen suuntaisen sivun perunakellarin rakenneporauksen (RP5 US MV,  $\varnothing$  16 mm) perusteella ulkoseinän rakenneratkaisu on sama kuin ala-aulan rakenneavauksessa (RA6 US MV) todettu. Rakenteessa on mineraalivillaeriste, josta otettiin materiaalinäyte MAT7 mikrobianalyysiä varten. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua. Rakenneporausreiästä aistittiin lievästi poikkeava, tunkkainen haju.

Kellarin varastotilaan 7 tehdyssä tarkistusporauksessa RP12 VS ( $\varnothing$  16 mm) havaittiin sama rakenneratkaisu kuin rakenneavauksessa RA10 VS varastossa 4. Rakenteessa on mineraalivillaeriste, josta otettiin materiaalinäyte MAT8 mikrobianalyysiä varten. Näytteessä todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Porausreiästä aistittiin lievästi poikkeava, tunkkainen haju.

Tarkistusporauksissa RP13-RP14 VS ( $\varnothing$  16 mm) alakellarin porrashuoneen yhteydessä sijaitsevassa varastossa ei havaittu piirustuksista poiketen lämmöneristyskerrosta. Tarkistukset tehtiin tilan kahteen eri väliseinään ja korkeuteen. Tarkistusreiästä ei havaittu hajuja tai ilmavirtauksia.

### Yleishavainnot ja havainnot ilmatiiviyydestä

Maanvastaisten ulkoseinien ja kellarin väliseinien sisäpinnat ovat rapattuja ja maalattuja. Ulkoseinien sisäpinnoilla ei esiintynyt merkkejä mahdollisista kosteusvaurioista (esim. kalkkihärmää tai maalin kupruilua). Alakellarin porrashuoneessa havaittiin kantavan betoniväliseinän alaosassa yksittäinen kohta, jossa oli kosteusvaurioon viittaavaa tasoitteen ja maalin irtoamista. Koillispäädyn kellarissa kattilahuoneiden seinäpinnat ovat likaantuneita ja niissä on halkeamia, ikkunoita on tukittu mineraalivillalla ja levytyksillä, ja niiden läpi on johdettu tekniikkaa. Kellarissa havaittiin paljon puisia jalkalistoja ja kynnyksiä sekä betonivalun sisälle jatkuvia puisia ovenkarmeja.

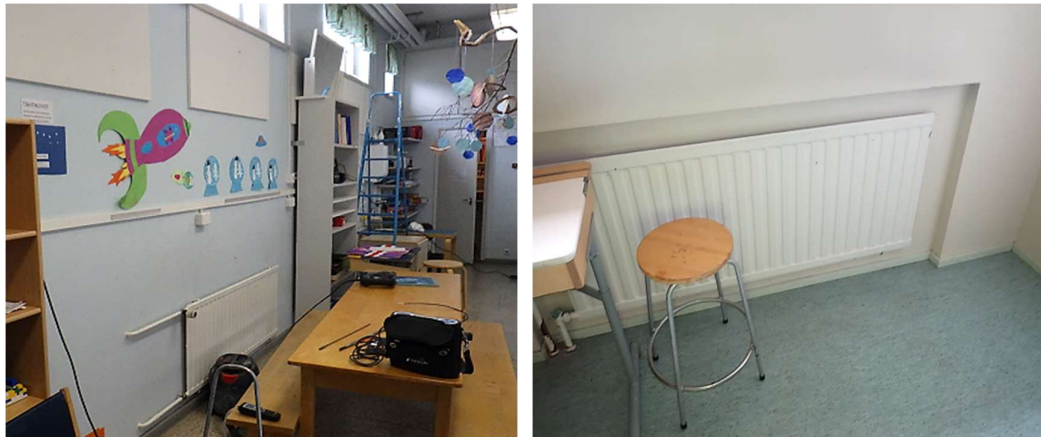
Maanvastaisten ulkoseinien sekä lämmöneristettyjen kellarin väliseinien ilmatiiviys arvioitiin heikoksi niissä tiloissa, joissa seinämuuraus on aistinvaraisesti erotettavissa ta-

soitteen alta (pääosa kellarin tiloista). Ohuessa muurauksessa on silmämääräisen tarkastelun perusteella useita eristetilaan/tuuletusrakoon meneviä reikiä sekä yksittäisiä läpivientejä ja halkeamia. Ulkoseinien ilmatiivyyttä arvioitiin myös merkkiainekokeella. Merkkiainekokeen havainnot on esitetty luvussa 8.5.

Kuvia ulko- ja väliseinien kunto- ja ilmatiiviyshavainnoista on esitetty alla.



Kuvat 38 a ja b. Koillispäädyn alakellarin seinäpinnat ovat likaantuneita. Ikkunoiden läpi johdetaan tekniikkaa ulos ja ne on tukittu levytyksillä ja mineraalivillaeristeillä.



Kuvat 39 a ja b. Kellarin maanvastaisten ulkoseinien sisäpinnoilla ei havaittu merkkejä kosteusvaurioista. Ala-aulan, kirjaston ja liikuntasalin osalta seinäpinnoissa on paksu tasoite, jolloin ilmatiivyyttä näillä seinäosilla heikentävät lähinnä läpiviennit ja seinän rakenneliittymät muihin rakenteisiin.



Kuvat 40 a...d. Yksittäinen kosteusvauriokohta kantavan porrashuoneen väliseinän alaosassa alakellarissa (kuva a). Porareikämittauksen perusteella kosteutta nousee maaperästä seinän alaosiin. Kellarissa on yleisesti käytetty puisia jalkalistoja, kynnyksiä sekä betonilaatan sisälle jatkuvia ovenkarmeja.



Kuvat 41 a ja b. Pääosassa kellarin tiloja ulkoseinien ja lämmöneristettyjen väliseinien muuraus on aistinvaraisesti havaittavissa ohuen tasoitteen alta. Muurauksen ilmatiivyyttä heikentää mm. kiinnikkeet, reiät ja halkeamat.

### 7.3 Kosteusmittaukset

Alakellarin porrashuoneen kantavaan väliseinään tehtiin kaksi porareikämittauspistettä, joista selvitettiin väliseinän kosteusprofiilia. Porareikämittaustulokset on esitetty taulukossa 3 ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1.

Taulukko 3. Porrashuoneen kantavaan väliseinään tehtyjen porareikämittausten tulokset 21.4.2020. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattianrajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys/ materiaali	Mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
MP5, alakellarin porrashuone, 100 mm lattiasta	40 mm / betoni	TA13	18,3	95,6	14,9
	80 mm / betoni	TA11	18,4	94,7	14,9
MP6, alakellarin porrashuone, 250 mm lattiasta	40 mm / betoni	TA19	14,6	77,2	12,3
	80 mm / betoni	TA16	18,8	71,5	11,5
	sisäilma	TA14	18,2	29,8	4,8

### Mittausvirhearviointi

Porareikämittaus on tarkimmillaan noin +20 °C lämpötilassa ja mittausta voidaan pitää tarkkana 15...25 °C välillä. Sisäilman ja rakenteessa olevan mittapään lämpötilaero aiheuttaa mittavirhettä, kun lämpötilaero on yli 0,5 °C, mutta sen merkittävyys korostuu lämpötilaeron ollessa yli 2 °C.

Mittauspisteen MP5 (40 mm, 80 mm) ja MP6 (80mm) mittaustuloksia voidaan täten pitää tarkkoina, mutta MP5, 40 mm:n syvyyden tuloksissa rakenteen ja sisäilman välinen noin 4°C:n lämpötilaero vääristää mittaustulosta hieman suhteellisen kosteuden osalta. Yksittäisen mittaustuloksen virheellisyys ei tässä vaikuta johtopäätökseen, sillä muut tulokset ovat johdonmukaisia.

## 7.4 Materiaalinäytteet

Maanvastaisista ulkoseinärakenteista otettiin 2 kpl materiaalinäytteitä ja lämmöneristetyistä väliseinistä 2 kpl. Näytteenottokohdat on tarkemmin selostettu rakenneavauksen havaintojen yhteydessä.

Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysi laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Materiaalinäytteiden näytteenottoaika on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2.

Ulkoseinärakenteista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset olivat seuraavat:

- MAT5: RA6 US MV (ala-aula, maanvastaisen ulkoseinän alaosa), mineraalivillaeriste: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Pienet home- ja bakteeripitoisuudet
- MAT7: RP5 US MV (perunakellari 2, maanvastaisen ulkoseinän alaosa), mineraalivillaeriste: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Bakteeri- ja homepitoisuudet alle määrittämissä rajoissa
- MAT6: RA10 VS (varasto 4, väliseinän alaosa), mineraalivillaeriste: *selvä mikrobikasvu materiaalissa*
  - Suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeja
  - Pieni bakteeripitoisuus
- MAT8: RP12 VS (varasto 7, väliseinän alaosa), mineraalivillaeriste: *selvä mikrobikasvu materiaalissa*
  - Pieni homepitoisuus, indikaattorimikrobeja
  - Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus

Maanvastaisen ulkoseinän bitumisveljelmästä otettiin materiaalinäyte haitta-aineanalyysia varten. Materiaalinäytteelle suoritettiin asbestianalyysi Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratorioissa. Laboratorioanalyysi kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 3. Materiaalinäytteen haitta-aineanalyysien tulokset olivat seuraavat:

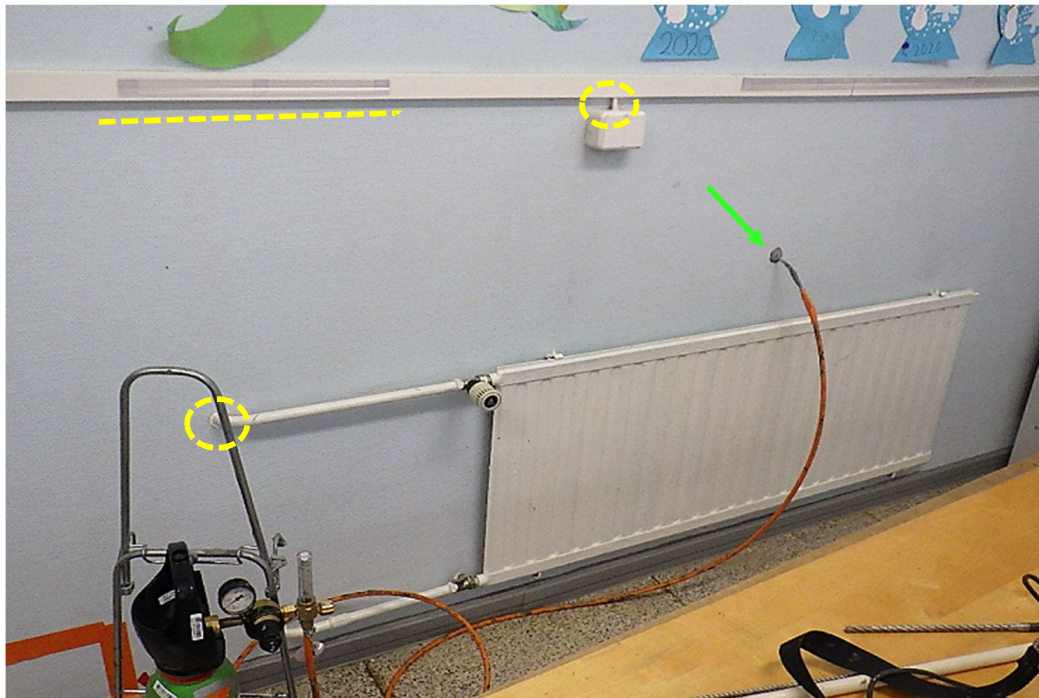
- AHA3, luokkasiiven maanvastaisen ulkoseinän vedeneristysveljelmä (otettu rakenneavauksen RA6 US MV yhteydessä)
  - ei sisällä asbestia

## 7.5 Merkkiainekokeet

Maanvastaiseen ulkoseinään tehtiin yksi merkkiainekoe ala-aulan kohdalle. Merkkiainekokeessa selvitettiin seinän eristetilan ja aulan välisiä ilmvuotoreittejä. Kaasua syötettiin seinän sisäkuoren läpi poratun reiän läpi eristetilaan virtausnopeudella 5 l/min noin 10 minuutin ajan. Merkkiainekoetta varten tilat alipaineistettiin Blowerdoor-järjestelmällä n. 10 Pa alipaineiseksi eristetilaan nähden.

Merkkiainekokeessa MA3 havaittiin merkittävää ilmvuotoa verhomuurauksen patteriputkien läpivienneistä sekä sähkökiskon kiinnikkeistä. Kyseisen kohdan alapohja-ulkoseinäliitos on tarkasteltu jo alapohjien merkkiainekokeiden yhteydessä, jolloin liitoksesta todettiin ilmvuotoa.

Havaintoja merkkiainekokeesta on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 42. Yleiskuva maanvastaisen ulkoseinän merkkiainekokeen MA3 suorituspaikasta ala-aulassa. Merkkiainekaasun syöttöreikä on merkitty vihreällä nuolella. Merkittävää ilmvuotoa verhomuurauksen patteriputkien läpivienneistä sekä sähkökiskon kiinnikkeistä (keltaiset katkoviivat). Lattianrajasta on todettu ilmvuotoa jo alapohjan merkkiainekokeen yhteydessä.

## 7.6 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Kellarin maanvastaisissa ulkoseinissä ei havaittu kosteuden nousuun viittaavia pinnotevaurioita tai kohonneita pintakosteuslukemia. Rakennus on suurimmalta osin salaojitettu ja kosteudeneristetty ulkopuolelta lähivuosina. Suosittelemme tekemään puuttuvat salaojitukset ja ulkopuoliset vedeneristykset myös koillispuolelta seinälinjalle (käsittely tarkemmin luvussa 6).

Kellarin väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia. Tiiliväliseinien alaosien pinnoitteissa ei esiintynyt merkkejä mahdollisista kosteusvaurioista tai kohonneita pintakosteuslukemia. Alakellarin porrashuoneen kantavassa betoniväliseinässä todettiin yksittäinen

kohta, jossa kosteutta nousee porareikämittausten perusteella maaperästä seinän alaosiin, mikä on havaittavissa myös tasoitteen ja maalipinnoitteen irtoamisena. Kellarikerroksen tiiliväliseinien alla todettiin kosteudennousua maaperästä ehkäisevä bitumisively. Alakellarin porrashuoneen väliseinässä ei todennäköisesti ole kosteudeneristystä lainkaan, jolloin maaperästä pääsee anturan kautta nousemaan kosteutta kapillaarisesti ja diffuusiolla seinän alaosaan. Suosittelemme porrashuoneen väliseinän alaosien pintarakenteiden uusimista noin 1 m korkeuteen. Uusina pintamateriaaleina tulee käyttää hyvin kosteutta kestäviä ja vesihöyrynläpäiseviä materiaaleja.

Maanvastainen, sisäpuolelta mineraalivillaeristetty ulkoseinä sekä mineraalivillaeristetty kellarin väliseinä ovat kosteusteknisesti riskialttiita rakenneratkaisuja, sillä herkästi vaurioituvaan eristekerrokseen voi päästä siirtymään kosteutta perustuksien kautta sekä ulkoseinän läpi riippuen vanhan bitumisivelyn paksuudesta ja kunnosta. Erityisen riskialttiita kohtia ovat seinien eristekerrosten alaosat, jotka rakennetutkimusten perusteella jatkuvat lattiapinnan alapuolelle. Kyseisten kohtien kuivumiskyky on heikko, mikä voi luoda mikrobikasvulle otolliset olosuhteet rakenteessa. Tutkimuskohdista otetuissa ulkoseinien materiaalinäytteissä ei todettu merkittävää mikrobikasvua, mutta väliseinäeriste on näytteiden perusteella merkittävästi mikrobivaurioitunut. Ulkoseinissäkään ei voida poissulkea mikrobivaurioiden esiintymistä muualla rakenteessa, kun otetaan huomioon myös aistinvaraiset havainnot sekä alapohjassa todettu maaperän kosteusrasitus. Sekä maanvastaiset ulkoseinät että lämmöneristetyt kellarin väliseinät ovat aistinvaraisesti ja merkkiainekokeen perusteella epätiivittä, joten rakenteellisia epäpuhtauksia (mm. mikrobeja) voi kulkeutua sisätiloihin ja heikentää sisäilman laatua. Ilmatiiveydeltään heikoimpia ulko- ja väliseinäerakenteita havaittiin pääosin käyttötarkoitukseltaan toissijaisissa tiloissa, kuten varastotiloissa. Niissä tiloissa, joiden seinäpinnoilla on paksu maali- ja tasoitekerros, on ilmatiiveys verrattain parempi. Suosittelemme kellarin väliseinille ensisijaisesti perusteellista korjausta, jossa muurausta puretaan ja vaurioituneet mineraalivillaeristeet poistetaan. Väliseinien lopulliseen korjaustapaan vaikuttaa myös seinälle tulevat kuormat (muurauksen mahdollinen kantavuus), mikä tulee ottaa huomioon purkutöiden suunnittelussa. Maanvastaisille, mineraalivillalla lämmöneristetyille ulkoseinille suosittelemme ensisijaisesti kuorimuurauksen ja lämmöneristeen purkamista. Uusi rakenne voidaan toteuttaa esim. kevytsoraharkkomuurauksella tai kalsiumsilikaattilevyillä ja pintarakenteena tulee käyttää hyvin kosteutta kestäviä ja vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja.

Kellarissa on yleisesti käytetty puisia jalkalistoja, kynnyksiä sekä betonilaatan sisälle jatkuvia ovenkarmeja. Kosteudelle herkäät puumateriaalit eivät sovellu kellarikerrokseen niiden vaurioitumisriskin vuoksi. Valun sisällä sijaitsevat puurakenteet eivät myöskään pääse kuivumaan kunnolla, jolloin rakenteisiin voi muodostua mikrobikasvulle otolliset olosuhteet. Suosittelemme kaikkien puujalkalistojen, -kynnysten ja puisien ovenkarmien uusimista seuraavissa lattiapintoihin kohdistuvissa korjauksissa tai viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.



## 8 Ulkoseinät ja ikkunat

### 8.1 Rakenteet

Ylempien kerrosten osalta ulkoseinät ovat massiivitiilirakenteisia, lukuun ottamatta yksittäistä sementtilastuvillaeristeistä patterisyvennystä. Kaakon suuntaisella sivulla tiiliulkoseinässä/sokkelissa on rakenneavausten perusteella sementtilastuvillaeriste ulkopinnassa. Toisen kerroksen luokkatilojen ja kylmän ullakkotilan väliset seinät ovat puurakenteisia.

Ulkoseinä-/sokkelirakenne on kaakkoissivun kirjastoon lattianrajaan tehdyn rakenneavauksen RA7 US (n. 250 x 250 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maali
- rappaus ~ 10 mm
- poltettu savitiili ~ 70 mm
- poltettu savitiili ~ 130 mm
- sementtilastuvillalevy (MAT4) ~ 60 mm
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
- julkisivurappaus

Liikuntasalissa ulkoseinän/sokkelin rakennekerrokset ovat rakenneporauksen RP6 US/sokk. (Ø 16 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 260 mm
- sementtilastuvillalevy (rakenneavausta ei jatkettu)
- betoni
- julkisivurappaus

Ikkunoiden alle, oletettujen patterisyvennysten kohtiin tehtyjen tarkistusporausten RP7-RP10 US (Ø 16 mm) perusteella maanpäällisten ulkoseinien rakennekerrokset sisältä ulospäin lueteltuna ovat seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 5 mm
- poltettu savitiili ~ 280–310 mm  
(rakenneavausta ei jatkettu)

Luoteen suuntaisella sivulla on ulkoseinässä yksittäinen patterisyvennys. Sen rakennekerrokset ovat rakenneporauksen RP11 US (Ø 16 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraavat:

- maali
- rappaus ~ 30 mm
- sementtilastuvillalevy ~ 30 mm
- poltettu savitiili (rakenneavausta ei jatkettu)

Rakenneavauksen RA11 VS (n. 25 x 20 mm) perusteella toisen kerroksen lounaspöydän luokkatilan ja kylmän ullakon välisen seinän rakennekerrokset ovat sisältä ullakolle päin seuraavat:

- maali
- kipsilevy ~ 7 mm
- kipsilevy ~ 13 mm
- lauta ~ 25 mm
- pahvi
- mineraalivilla ~ 100 mm
- tervapaperi
- sementtilastuvillalevy
- rappaus

## 8.2 Havainnot

### Rakenneavausten havainnot

#### Rakenneavaus RA7 US/sokk., kirjasto

Kirjaston ulkoseinän alaosaan, lattianrajaan tehdyssä rakenneavauksessa havaittiin sementtilastuvillaeriste kaksinkertaisen tiilimuurauksen takana. Aistinvaraisesti eristekerros oli kuivaa eikä poikkeavia hajuja aistittu.



*Kuvat 43 a ja b. Rakenneavaus RA7 kirjaston kohdalle ulkoseinään/sokkeliin. Sementtilastuvillaeriste on kaksinkertaisen tiilimuurauksen takana rakenteen ulko-osissa. Eristekerroksesta otetussa mikrobimateriaalinäytteessä MAT4 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Poikkeavia hajuja ei aistittu ja eristekerros oli aistinvaraisesti kuiva.*

#### Rakenneavaukset RA8-RA9 US/ikk., ikkunaliitokset

Ikkunan ja tiiliulkoseinän välistä liitosta avattiin kahdesta kohdasta toteutustavan tarkastelemiseksi ja materiaalinäytteiden ottamiseksi. Tarkastelut tehtiin liikuntasaliin (RA8) sekä toisen kerroksen luokkatilaan (RA9). Molemmissa tarkastelukohdissa havaittiin tiilirungon ja ikkunakarmin välisenä tiivistämateriaalina pellavaa. Rakenteesta oli havaittavissa heikko ilmavirtaus sisätilaan päin. Aistinvaraisesti ei havaittu merkkejä materiaalien vaurioitumisesta.



Kuvat 44 a ja b. Ikkuna-ulkoseinäliitosten tarkastelut rakenneavauksista RA8 (vas.) ja RA9 (oik.). Ulkoseinän ja ikkunakarmin välisenä tiivisteinä on pellavaa. Liitosta ei ole täytetty kokonaan pellavalla vaan siinä esiintyy tyhjiä rakoja. Liikuntasalin pellavatilkkeestä otetussa materiaalinäytteessä MAT2 todettiin epäily mikrobikasvusta ja ullakkokerroksen luokasta otetussa materiaalinäytteessä MAT13 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa. Rakenteesta oli merkittävästi havaittavissa heikko ilmavirtaus.

#### Rakenneavaus RA11 VS, ullakkokerroksen luokkatila

Kylmän ullakkotilan ja toisen kerroksen luokkatilan välinen seinärakenne on puurunkoinen. Seinän ulkopinnassa on ullakon puolella rapattu sementtilastuvillaeristys.

Rakenneavauksessa RA11 VS havaittiin aistinvaraisesti voimakas ilmavirtaus sisälle päin. Lämmöneristeenä on vanhaa lasivillaa, jonka takapinnassa havaittiin ilmavuotoihin viittaavia tummumia. Rakenneavauksessa ei havaittu tavanomaisesta poikkeavia hajuja tai merkkejä materiaalien vaurioitumisesta.



Kuvat 45 a...d. Rakenneavaus RA11 VS kylmän ullakon ja luokkatilan väliseen, puurunkoiseen seinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu normaalista poikkeavaa hajua tai viitteitä vaurioista. Rakenteesta oli voimakas, aistinvaraisesti havaittava ilmavirtaus sisätilaan päin. Lasivillan takapinnassa oli mustia ilmavuotoon viittaavia jälkiä (kuva b). Lasivillasta otetussa materiaalinäytteessä MAT12 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa.

Ulkoseinärakenteita tarkastettiin isojen rakenneavausten lisäksi myös pienemmistä rakenneporauksista.

Liikuntasalin ulkoseinän alaosassa (RP6 US/sokk.,  $\varnothing$  16 mm) havaittiin vastaava rakenne kuin kirjaston isossa rakenneavauksessa. Sementtilastuvillaeriste on rakenteen ulko-osissa kaksinkertaisen tiilimuurauksen takana. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Ikkunoiden alle, oletettujen patterisyvennysten kohtiin tehtiin tarkistusporauksia eri useampaan kohtaan rakennusta (RP7-RP10 US,  $\varnothing$  16 mm). Poraukset lopetettiin n. 280–310 mm syvyyteen sisäpinnasta. Ulkoseinät todettiin massiivitiilirakenteisiksi eikä eristekerroksia tai muita materiaaleja havaittu.

Luoteen suuntaisella sivulla 1.kerroksessa havaittiin ulkoseinässä yksittäinen patterisyvennys, joka oli merkitty myös kohteen alkuperäisiin piirustuksiin. Ohuen rappauksen takana on sementtilastuvillaeriste. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.

### Havainnot ilmatiivyydestä

Ulkoseinien sisäpinnat ovat rapattuja ja maalattuja. Ulkoseinien sisäpinnoilla ei esiintynyt merkkejä mahdollisista kosteusvaurioista. Ikkuna-ulkoseinäliittymät ovat aistinvaraisesti arvioituna epätiivitä. Merkkisavutarkastelujen perusteella ikkunaliitoksista on heikko ilmavirtaus sisään päin tai ei ilmavirtausta.

Rakennukseen on asennettu ulkoseinien lävitse venttiilejä parantamaan korvausilman saantia. Seinärakenne on havaintojen mukaan suorassa yhteydessä sisäilmaan korvausilmasäleikköjen kautta. Rakennuksessa on myös vanhoja yhtä käytössä olevia painovoimaisia ilmanvaihtohormeja, joista osassa havaittiin ilmavirtauksia sisäilmaan päin. Hormien havaintoja on tarkemmin käsitelty luvussa 10.2.4.



*Kuvat 46 a ja b. Ikkunat ovat silmämääräisesti epätiivitä. Useissa ikkunoissa on rakoja ikkunan ja ulkoseinän sekä ikkunan ja ikkunapenkin välissä. Ikkunaliitoksista on merkisavuhavaintojen perusteella heikko ilmavirtaus sisään päin tai ei ilmavirtausta.*

### Julkisivut ja parveke

Rakennuksen julkisivut ovat rapattuja lukuun ottamatta yksittäisiä kohtia, joissa julkisivussa on tiilimuuraus. Julkisivurappauksessa havaittiin yksittäinen vaurio rakennuksen länsinurkassa.

Rakennuksen luoteen suuntaisella sivulla on betonirakenteinen, teräskaiteinen parveke. Parvekkeella ei ole omaa vedenpoistoa, vaan sadevedet ohjautuvat alapuolella sijaitsevan sisäänkäynnin betonitasanteelle. Parvekkeen betonilaatassa havaittiin halkeilua. Parvekkeelle ei ollut pääsyä tutkimuspäivinä.

Kuvia julkisivuista ja parvekkeesta tehdyistä havainnoista on esitetty alla.



Kuvat 47 a...d. Rakennuksen rapatuissa ja muuratuissa julkisivuissa ei silmämääräisen tarkastelun perusteella esiinny laajoja vaurioita. Yksittäinen rappauksen lohkeama havaittiin rakennuksen länsinurkassa (kuva d).



Kuvat 48 a ja b. Luoteen suuntaisella sivulla sijaitsevalla parvekkeella ei ole hallittua sadevedenpoistoa, vaan vedet ohjautuvat sisäänkäynnin betonitasanteelle. Parveke-laatassa on syvä halkeama.

### Ikkunat

Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäisiä kaksilasisia ja -puitteisia puuikkunoita. Ikkunapenkit ovat kivirakenteisia. Ikkunoiden kuntoa arvioitiin tutkimuksessa pintapuolisesti sisäpuolelta. Ikkunoissa havaittiin yleisesti maalipinnan hilseilyä ulkopuitteiden sisäpinoilla sekä ikkunaväleissä, mutta pääosin ikkunat ovat kohtalaisessa kunnossa edellisen huoltomaalauksen jäljiltä. Ikkunoiden tiivisteet ovat ikääntyneitä.

Ikkunoiden ulkopuitteiden ulkopinnoilla sekä vesipellityksissä esiintyy paikoin maalin hilseilyä. Vesipellitykset ovat vaakasuorat ja niiden liittymät julkisivuun ovat osittain puutteelliset. Luoteen puoleisella sivulla ikkunat ovat maanpinnan tasossa (kuva 6).



*Kuvat 49 a...d. Alkuperäisissä puuikkunoissa esiintyy yleisesti maalipintojen hilseilyä ulkopuitteissa ja ikkunaväleissä. Ikkunatiivisteet ovat silmämääräisesti ikääntyneitä.*



Kuvat 50 a...d. Ikkunoiden ulkopuitteissa ja vesipellityksissä esiintyy paikoin maalin hilseilyä. Ikkunoiden vesipellitykset ovat vaakasuorat ja niiden liitokset julkisivuun eivät kaikilta osin ole vesitiiviitä.

### 8.3 Materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteista otettiin yhteensä 4 kpl materiaalinäytteitä. Näytteenottokohdat on tarkemmin selostettu rakenneavausten havaintojen yhteydessä.

Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysi laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2.

Ulkoseinärakenteista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset olivat seuraavat:

- MAT2: RA8 US/ikk. (liikuntasali, ikkunan ja ulkoseinän liitos), pellavatilke: *epäily mikrobikasvusta materiaalissa*
  - Pieni homepitoisuus, suuri bakteeripitoisuus
- MAT4: RA7 US/sokk. (kirjasto, ulkoseinän/sokkeli), sementtilastuvillaeriste seinän alaosa: *selvä mikrobikasvu materiaalissa*
  - Suuret home- ja bakteeripitoisuudet, indikaattorimikrobeja
- MAT13: RA9 US/ikk. (ullakkokerroksen luokka, ikkunan ja ulkoseinän liitos), pellavatilke: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Pienet home- ja bakteeripitoisuudet



- MAT12: RA11 VS (toisen kerroksen luokan ja ullakon välinen seinä) lasivilla: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan

## 8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Rakennuksen ulkoseinät ovat suurimmaksi osaksi massiivitiilirakenteisia. Massiivitiilirakenne toimii kosteusteknisesti hyvin, eikä rakenteessa esiinny kosteusteknisen toimivuuden puutteista aiheutuvaa korjaustarvetta. Massiivitiiliseinän ulkopinnassa on sokkelin kohdalla sementtilastuvillaeristys, joka on materiaalinäytteen perusteella ainakin osittain mikrobivaurioitunut. Eristys on paksun muurauksen takana rakenteen ulkopinnassa, mutta ilmavuodot rakenteesta ovat mahdollisia mm. ikkunaliitosten kohdalla. Sementtilastuvillaeristeen sijainnin vuoksi sen poistaminen on teknisesti haastavaa, minkä vuoksi suosittelemme ensisijaisesti seinärakenteen ilmatiiveyden parantamista epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi.

Ensimmäisessä kerroksessa, luoteen suuntaisella sivulla on yksittäinen, sementtilastuvillaeristeinen patterisyvennys. Massiivitiiliseinän ulkoseinärakenteessa julkisivuun kohdistuva kosteusrasitus voi kulkeutua rakenteen keskellä olevaan orgaaniseen eristekerrokseen. Eristemateriaalin kuivumiskyky rakenteen sisällä on heikko, jolloin rakenne voi päästä kosteusvaurioitumaan. Lisäksi rakenteeseen voi aiheutua paikallista kosteusrasitusta patterisyvennyksien päällä olevien ikkunoiden epätiiveydestä. Yksittäinen patterisyvennys suositellaan korjaamaan uusimalla eristekerros kosteutta kestävään materiaaliin. Korjaukset suositellaan tehtäväksi seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Kylmän ullakkotilan ja toisen kerroksen tilojen välinen seinärakenne on puurunkoinen. Rakenteessa on sisäpuolinen ilmasulkukerros ja lämmöneristeinä alkuperäinen lasivilla. Lasivillaeristeessä olevien jälkien ja aistinvaraisten havaintojen perusteella rakenteen sisällä tapahtuu ilmavuotoja. Rakenteen sisäpuolella ei kuitenkaan havaittu merkkejä mahdollisista ilmavuodoista sisätiloihin. Lasivillasta otetussa materiaalinäytteessä ei esiintynyt mikrobikasvua. Seinärakenteessa ei havaittu välttämätöntä korjausta edellyttäviä puutteita. Seuraavaan peruskorjauksen yhteydessä ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä ja lämmöneristävyttä on suositeltavaa parantaa.

Rakennuksessa on vanhoja käytössä olevia painovoimaisia ilmanvaihtohormeja sekä ulkoseinien läpi johdettuja korvausilmaventtiilejä. Osasta painovoimaisen ilmanvaihdon hormoneja havaittiin ilmavirtauksia sisäilmaan päin. Hormeissa ja seinärakenteissa on aina jonkin verran rakenteellisia epäpuhtauksia, joista ne voivat kulkeutua ilmavirtauksien mukana sisäilmaan. Hormeihin liittyvät toimenpide-ehdotukset ovat pääasiassa ilmanvaihtoteknisiä korjauksia, joita on käsitelty luvussa 10.3.

Rakennuksen julkisivuissa ei aistinvaraisesti havaittu merkittäviä vaurioita. Luoteen suuntaisella sivulla sijaitsevalla parvekkeella ei ole omaa vedenpoistoa, vaan sadevedet kastelevat alapuolisen sisäänkäynnin betonitasannetta. Rapatun julkisivun kunto suositellaan selvittäväksi erillisellä julkisivun kuntotutkimuksella soveltuvien korjaustapojen ja -laajuuden määrittämiseksi. Parvekkeelle tulisi järjestää viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä hallittu sadevedenpoisto.

Rakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat kohtalaisessa kunnossa ja pääosin ikäänntyneitä. Ikkunoiden maalipinta hilseilee paikoitellen, etenkin ulkopuitteissa ja ikkunaväleissä, mutta ikkunoiden puuosat ovat tutkituilta osin hyväkuntoisia. Puuikkunoiden tekninen käyttöikä on normaalirasituksella noin 50 vuotta (RT18-10922), joka on selvästi ylittynyt rakennuksen ikkunoissa.

Ikkunoissa on tutkimusten perusteella käytetty tiivisteinä orgaanista pellavaa. Toisessa kahdesta otetusta materiaalinäytteestä todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Käytännössä orgaanisissa pellavatiilikeissä esiintyy aina jonkin verran mikrobeja. Ikkunoissa on saatettu myös käyttää massiivitiiliseinän sisään upotettuja puisia apukarmeja. Tiiliseinän sisällä olevien puurakenteiden kuivumiskyky on lähtökohtaisesti heikko ja rakenteen kosteusrasitukseen vaikuttaa huomattavasti ikkunan ulkopuolinen sadevedentiiveys. Tutkimuksessa ei selvinnyt, onko ulkoseinärakenteessa apukarmeja.

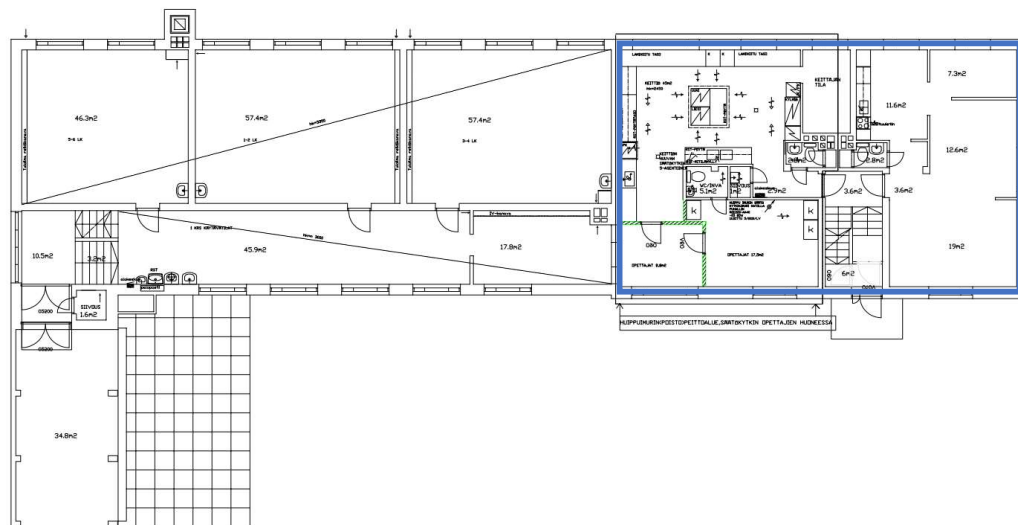
Ikkunoissa havaittiin merkittäviä ilmatiiveyspuutteita ulkoseinäliittymissä. Ikkunaliittymien epätiiveyskohtien kautta ulkoseinärakenteissa olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua ilmapvirtausten mukana sisäilmaan ja heikentää sen laatua.

Suosittelemme alkuperäisten ikkunoiden uusimista tai ikkunoiden laajaa huoltokorjausta laajemman peruskorjauksen yhteydessä ja kaikkien ikkunaliittymien kattavaa ilmatiiveyden parantamista. Vaihtoehtoisesti alkuperäisten ikkunoiden kuntoa ja korjaustarvetta voidaan arvioida tarkemmin erillisellä korjaustarveselvityksellä.

## 9 Välipohjat

### 9.1 Rakenteet

Rakennuksen välipohjarakenne tarkastettiin yhteensä seitsemästä kohdasta (3 rakeneavausta ja 4 pienempää rakenneporausta). Välipohjarakenne on lounaspäädystä kaksoislaattapalkisto, jonka täyttömateriaalina on puulastua. Muilla osilla välipohjana on ylälaattapalkisto tai teräsbetonilaatta (luokkakäytävät).



Kuva 51. Rakennuksen välipohjarakenteena on lounaspäädystä kaksoislaattapalkisto (merkitty sinisellä) ja muualla ylälaattapalkisto tai yksinkertainen teräsbetonilaatta.

Välipohjan rakenne on rakenneavauksen RA12 VP (n. 250 x 250 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto ~ 60 mm
- betoni
- valupaperi
- muottilaudoitus ~ 20 mm
- kutterilastu (MAT10) / betonipalkisto ~ 300 mm
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

Välipohjan rakenne on opettajien huoneen taukotilassa rakenneavauksen RA13 VP (n. 250 x 250 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- betoni ~ 60 mm
- tervapaperi
- muottilaudoitus ~ 20 mm
- kutterilastu (MAT9) / betonipalkisto ~ 360 mm
- bitumisively
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

Toisen kerroksen välipohjan rakenne on rakenneavauksen RA14 VP (n. 250 x 250 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto (uusi)
- muovimatto (vanha)
- betoni ~ 50 mm
- tervapaperi
- muottilaudoitus ~ 20 mm
- kutterilastu (MAT11) / betonipalkisto ~ 330 mm
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

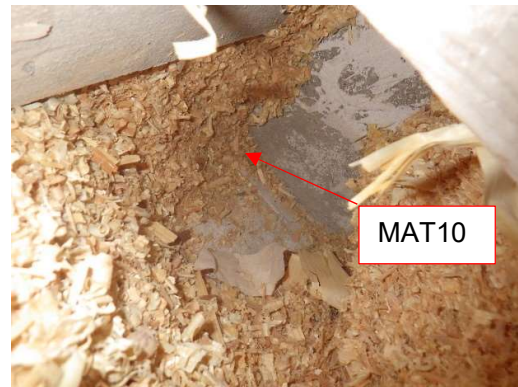
Ylälaatta-/teräsbetonilaattayläpohja tarkistettiin rakenneporauksista. Rakenneporauksen RP16 (Ø 16 mm) perusteella luokan kohdalla ylälaatan paksuus on 130 mm (läpiporaus). Rakennetarkistuksissa RP15, RP17 betonilaattojen poraukset lopetettiin n. 100 mm syvyyteen. Kerroksellisia rakenteita ei havaittu.

## 9.2 Havainnot

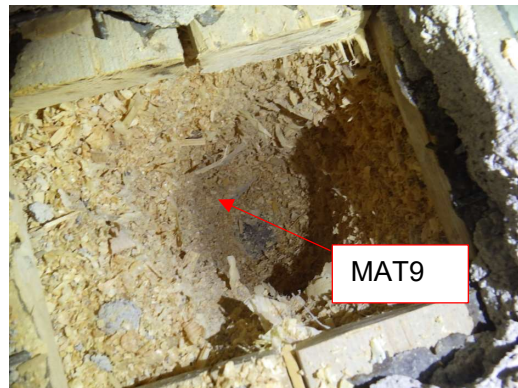
### Rakenneavausten havainnot

#### Rakenneavaukset RA12-RA14 VP

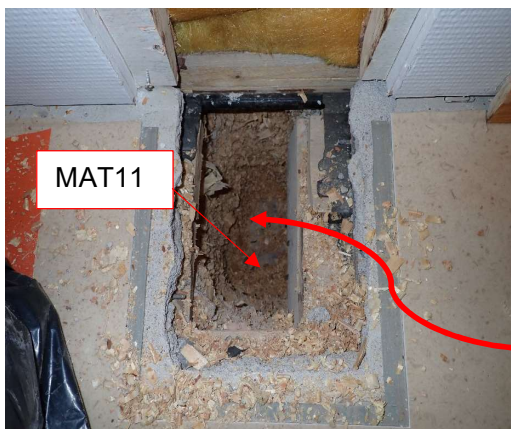
Kaksoislaattapalkistoon tehtiin yhteensä kolme rakenneavausta, joista kaksi ensimmäiseen kerrokseen ja yksi toiseen kerrokseen. Rakenneavausten yhteydessä ei havaittu normaalista poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Kutterilastutäytöistä otettiin kolme materiaalinäytettä, joista yhdessä (MAT 10) havaittiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.



Kuvat 52 a...c. Rakenneavaus RA12 VP tehtiin tilaan 1. kerroksen välipohjaan rakennuksen eteläpäätyyn. Avauksesta ei havaittu normaalista poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Ulkoseinärakenteen liittymä lastutäytön alaosassa tuntui selkeästi muita rakenteita viileämpänä. Ulkoseinän viereltä lastutäytöstä otetusta materiaalinäytteestä (MAT10) havaittiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.



Kuvat 53 a...c. Rakennearkus RA13 VP tehtiin 1. kerroksen välipohjaan opettajienhuoneen taukotilaan keittiön oven viereen. Avauksesta ei havaittu normaalista poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Lastutäytön pohjalta otetusta materiaalinäytteestä (MAT9) ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.



Kuvat 54 a...c. Rakennearaus RA14 VP tehtiin 2. kerroksen välipohjaan opetustilaan rakennuksen eteläpäätyyn ulkoseinän viereen. Avauksesta ei havaittu normaalia poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Lastutäyttö ulottuu eristevillan taakse olevaan sementtilastuvillalevyyn. Lastutäytön pohjalta otetusta materiaalinäytteestä (MAT11) ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.

### Rakenneavaus RA18 1. kerroksen luokan kaapin sokkeliin

Tutkimusten yhteydessä tarkasteltiin tilaajan toiveesta myös toisen kerroksen luokan vanhan puukaapin sokkelin sisältö, koska viereisen luokan vastaavanlaisista kaappia purettaessa oli materiaaleissa havaittu vauriojälkiä. Kaapin alla havaittiin lattiassa vanha vinyylilaatoitus. Avauksessa ei havaittu viitteitä mahdollisista vaurioista tai normaalista poikkeavia hajuja.



*Kuvat 55 a...c. Rakenneavaus RA18 puurakenteisen kaapin sokkeliin. Kaappi on asennettu vanhan vinyylilaatoituksen päälle. Avauksessa ei aistinvaraisesti havaittu viitteitä vaurioista tai normaalista poikkeavia hajuja.*

### Yleishavainnot ja havainnot ilmatiivyydestä

Välipohjan lattiapäällysteenä on käytetty pääosin muovimattoa. Märkätiloissa ja porashuoneissa lattia on osin mosaiikkibetonia. Luokkatilojen lattiapäällysteet ovat pääosin alkuperäistä vinyylilaattaa. Niissä kohdissa, joista on purettu luokkien vanhoja korokkeita, on uudempaa vinyylilaatoitusta. Vanhemmat vinyylilaatat ovat saatujen tietojen mukaan asbestipitoisia.

Vanhaan sisääntulokatokseen on rakennettu hiljattain uudet WC-tilat. Tilojen lattioissa on keraaminen laatoitus. Tilojen pinnat ovat uudenveroisia.

Välipohjarakenteissa ei aistinvaraisella tarkastelulla havaittu näkyviä vaurioita eikä viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Osassa kellarin varastotiloja ja teknisiä tiloja on kattopintaan asennettu sementtilastuvillaeristys, joka on rapattu ja maalattu.

Välipohjarakenteissa on silmämääräisesti tarkasteltuna useita epätiivitä läpivientejä. Myös seinä-välipohjaliittymät ovat kaksoislaattapalkiston osalla pääosin epätiivitä pois lukien keittiö, jossa lattian muovimattopäällyste on nostettu seinien alaosa vasten. Aistinvaraisesti tarkasteltuna ylälaattapalkistojen ja massiivibetonilaattavälipohjien osalla ilmatiivius on liittymien osalta hyvä, mutta puutteita esiintyy läpivientien ilmatiiviydessä.

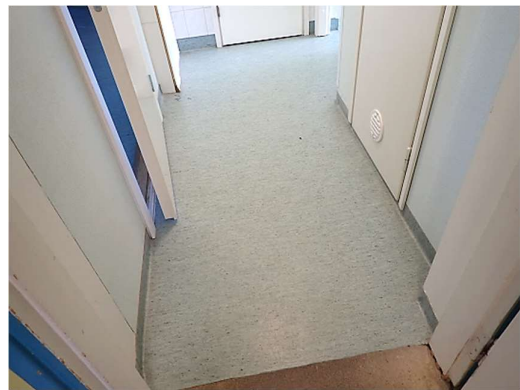
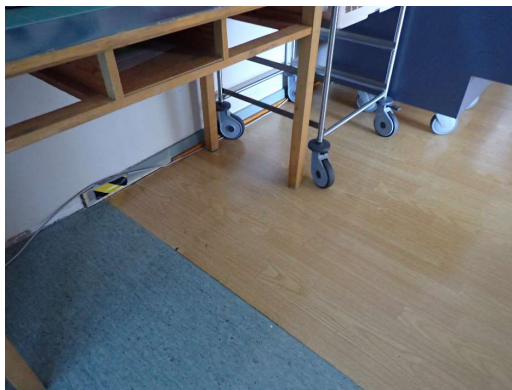
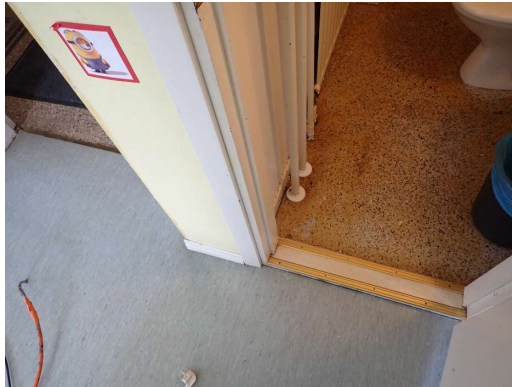
Vanhassa puuvarastossa olleen tiedotteen mukaan kattihuoneiden yhteydessä oleva varasto on asetettu käyttökieltoon joulukuussa 2019 terveydelle vaarallisena. Yleisesti alakellarin tiloissa havaittiin epäpuhtauslähteitä, mm. vanhoja, mahdollisesti asbestipitoisia putkieristeitä, öljyä kattihuoneiden lattioilla sekä epätiivitä lattia- ja halkoluukuja. Alakellarissa ja siihen johtavassa portaikossa on havaittavissa poikkeavaa, öljystä hajua. Alakellarin tilojen katossa on useita yläpuolisiin tiloihin johtavia läpivientejä, joiden ilmatiivius on puutteellinen.

Havaintoja välipohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.

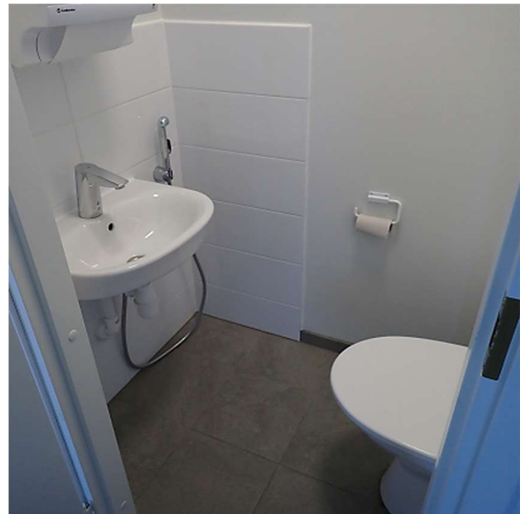


Kuvat 56 a ja b. Välipohjat ovat pääosin ylälaattapalkistoja tai teräsconilaattoja (luokkakäytävät).

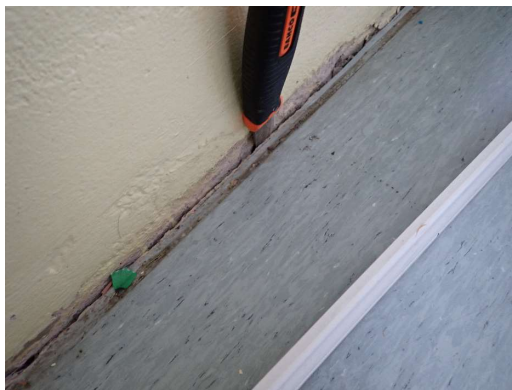




*Kuvat 57 a...d. Yleiskuvia välipohjien pintamateriaaleista. Pääosin pintamateriaalina on muovimatto. Luokkatiloissa pintamateriaalina on vinyylilaatoitusta, joka on saadun tiedon mukaan asbestipitoista. WC-tiloissa pintamateriaalina on mosaiikkibetonilaatta.*



*Kuvat 58 a ja b. Koillispuolel vanhaan sisääntulokatokseen rakennetut uudet WC-tilat. Tiloissa ei aistinvaraisesti havaittu puutteita.*



Kuvat 59 a...d. Alalaattapalkiston osalla välipohja-seinäliittymät ja läpiviennit ovat aistinvaraisesti ja merkisavun avulla tarkasteltuna epätiivitä. Ilmatiiviyys on hyvä keittiössä, jossa muovimatto on nostettu seinää vasten keraamisen laatoituksen taakse.



Kuvat 60 ja b. Myös ylä- ja massiivilaattavälipohjien osalla havaittiin epätiivitä läpivientejä. Ulkoseinien ja välipohjien liittymissä ei sen sijaan aistinvaraisella tarkastelulla havaittu ilmatiiveyspuutteita.



*Kuvat 61 a...f. Alakellarin puuvarasto on asetettu käyttökieltoon joulukuussa 2019 (kuvat a, b, e). Yleisesti alakellarin tiloissa on paljon epäpuhtauslähteitä, mm. vanhoja putkieristeistä pinnoilla ja putkikanaalissa, öljyn hajua (öljyä lattialla), epätiivitä lattia-  
luukkuja ja halkoluukkuja. Kellarin katon läpivientien ilmatiiviydessä on puutteita.*

### 9.3 Materiaalinäytteet

Kaksoislaattavälipohjien kutterilastutäytöstä otettiin 3 kpl materiaalinäytteitä mikrobi-analyysiä varten. Näytteet otettiin täytön pohjalta. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysi laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Materiaalinäytteiden ottopaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2.

Välipohjarakenteista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset olivat seuraavat:

- MAT9: RA13 VP (opettajien huone 1. kerros, väliseinän vierusta), kutteri-/puulastu: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus
- MAT10: RA12 VP (luokka 1. kerros, ulkoseinän vierusta), kutteri-/puulastu: *selvä mikrobikasvu materiaalissa*
  - Suuri homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määrittäysrajan
- MAT11: RA14 VP (luokka 2. kerros, ulkoseinän vierusta), kutteri-/puulastu: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan

Välipohjan tervapaperista otettiin materiaalinäyte haitta-aineanalyysia varten. Materiaalinäytteelle suoritettiin asbestianalyysi Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratoriossa. Materiaalinäytteen PAH16-yhdistepitoisuudet määritettiin ALS Finland Oy:n toimesta. Materiaalinäytteen ottopaikka on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 3. Materiaalinäytteen haitta-aineanalyysien tulokset olivat seuraavat:

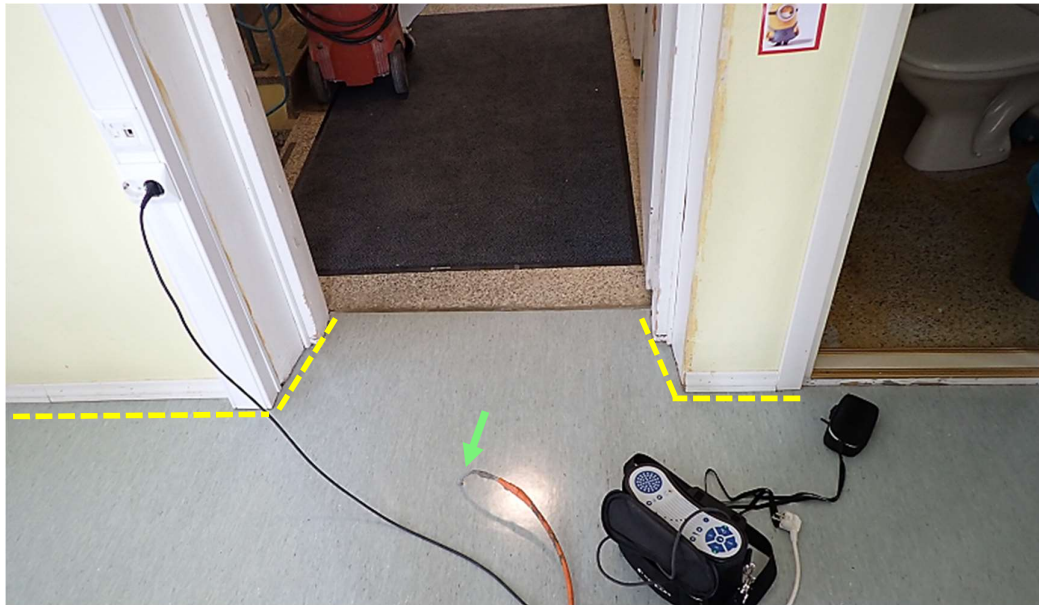
- AHA4, välipohjan tervapaperi (otettu rakenneavauksen RA13 VP yhteydessä)
  - ei sisällä asbestia
  - PAH16-pitoisuus 7,37 mg/kg: ei ylitä työsuojelullista raja-arvoa 20 mg/kg eikä vaarallisen jätteen raja-arvoa 200 mg/kg

## 9.4 Merkkiainekokeet

Kaksoislaattavälipohjaan tehtiin yksi merkkiainekoe ensimmäisen kerroksen luokkaan. Merkkiainekokeessa selvitettiin välipohjan eristetilan ja luokan välisiä ilmapuoteiteitä. Kaasua syötettiin pintalaatan läpi poratun reiän läpi eristetilään virtausnopeudella 5 l/min noin 10 minuutin ajan. Merkkiainekoe tehtiin normaalissa käyttötilassa, jolloin tutkittava tila oli n. -1 Pa alipaineinen täyttöön nähden.

Merkkiainekokeessa MA4 havaittiin merkittävää ilmapuotoa välipohjan pintabetonilaatan ja väliseinien liitoskohdista.

Havaintoja merkkiainekokeesta on esitetty alla olevassa kuvassa.



*Kuva 62. Yleiskuva kaksoislaattavälipohjan merkkiainekokeen MA4 suorituspaikasta lounaspäädyn 1. kerroksen luokkatilassa. Merkkiainekaasun syöttöreikä on merkitty vihreällä nuolella. Merkittävää ilmapuotoa välipohjan ja väliseinien liitoskohdista (keltainen katkoviiva).*

## 9.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Pääasiallinen välipohjarakenne on ylälaattapalkisto ja yksittäisissä tiloissa teräsbetonilaatta. Ylälaattapalkistorakenteissa tai massiivibetonirakenteissa ei ole merkittäviä kosteusteknisiä riskejä.

Välipohjarakenne on lounaspäädystä kaksoislaattapalkisto, jonka täyttömateriaalina on kutterilastua. Kaksoislaattapalkistoissa on orgaaninen täyttökerros sekä vanhat muottilaudat, mikä tekee niistä kosteusteknisesti riskialttiita, mutta pääosin välipohjat ovat kuivien tilojen välisiä rakenteita, joihin ei kohdistu merkittävää kosteusrasitusta. Rakenteisiin on saattanut aikanaan kulkeutua kosteutta esimerkiksi siivousvesistä tai rakennusaikaisesta kosteudesta. Otettujen materiaalinäytteiden perusteella välipohjan kutterilastutäyttö on ainakin osittain mikrobivaurioitunutta. Vaurio todettiin ulkoseinän ja välipohjan liittymässä, jossa kylmään rakennekohtaan on todennäköisesti päässyt tiivistymään sisäilman kosteutta. Kaksoislaattarakenteen ilmatiiveys yläpuolisiin tiloihin nähden on aistinvaraisesti ja merkkiainekokeen perusteella rakenneliittymien osalta

heikko, joten epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista. Myös alapuolisiin tiloihin nähden välipohjarakenteiden ilmatiiveydessä on yleisesti puutteita läpivientien kohdilla.

Lähtökohtaisesti suosittelemme varautumaan kaksoislaattavälipohjarakenteen laajaalaiseen korjaamiseen. Kevyemmässä korjaustavassa estetään ilmavuodot välipohjarakenteesta sisäilmaan tiivistämällä rakenneliitokset, läpiviennit ja muut epätiiviykskohdat soveltuvalla ja teknisesti pitkäikäisellä menetelmällä. Tiivistys tulee toteuttaa ainakin välipohjan yläpinnan (lattiapinnan) tasoon mutta tulisi varautua myös välipohjan alapintojen (kattopinnat) ilmatiiviyden parantamiseen esimerkiksi käsittelemällä pinta kattavasti ilmatiiviyttä parantavalla pinnoitteella.

Raskaammassa kaksoislaattavälipohjien korjausvaihtoehdossa välipohjien täyttökerrokset ja muottilaudat poistetaan, betonipinnat puhdistetaan sekä asennetaan uudet täyttökerrokset ja pintarakenteet. Korjaustapa on raskas ja edellyttää lattioiden pinta-betonilaattojen purkamista.

Kattilahuoneiden yhteydessä oleva vanha puuvarasto on asetettu käyttökieltoon joulukuussa 2019 terveydelle vaarallisena. Yleisesti alakellarin tiloissa havaittiin epäpuhtauslähteitä, mm. vanhoja, mahdollisesti asbestipitoisia putkieristeitä, öljyä kattilahuoneiden latioilla sekä epätiiviyttä lattia- ja halkoluukkuja. Aistinvaraisten ja muiden havaintojen mukaan kellarista pääsee kulkeutumaan hajua yläkertaan porrashuoneen kautta. Alakellarin tilojen katossa on myös useita yläpuolisiin tiloihin johtavia läpivientejä, joiden ilmatiiviyys on puutteellinen. Suosittelemme alakellarin tilojen alipaineistamista sekä kaikkien alakellariin johtavien läpivientien ja muiden epätiiviykskohtien paikantamista ja tiivistämistä, jotta alipaineistusjärjestelmä on mahdollisimman varmatoiminen. Alipaineistusjärjestelmä on suositeltavaa varustaa hälytysjärjestelmällä, joka suositellaan yhdistämään rakennuksen automaatiojärjestelmään. Kattilahuoneen alapohjaan ja mahdollisesti maaperään imeytynyt öljy tulee huomioida viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

## Yläpohja ja vesikatto

### 9.6 Rakenteet

Vesikatto on kattotyypiltään pääosin ullakollinen harjakatto, jonka kaltevuus on lähtötietojen mukaan laskettuna noin 1:3. Laajennusosan vesikatto on pulpettikatto. Vesikatteen molemmilla katto-osilla toimii aluskatteellinen tiilikate. Aluskatteena toimii bitumikermi. Vedenpoisto vesikatolla on toteutettu kattokallistuksilla räystäskouruille ja syöksytorville.

Yläpohjan kantavana rakenteena on ylälaattapalkisto, jonka päällä on sementtilastuvillaeristeinen palopermanto. Vesikaton kantavat rakenteet on toteutettu puurakenteisina yläpohjarakenteiden päältä.

Rakennuksen lämpimissä ullakkotiloissa yläpohjan rakenne eroaa muista osista. Tilojen sisäpuolisena kattopintana on kipsilevytyks, jonka yläpuolella on lämmöneristeenä lasivillaa ja sementtilastuvillalevyä.

Yläpohjan rakenne on lämpimissä ullakkotiloissa rakenneavauksen RA15 YP perusteella sisäpuolelta ulospäin lueteltuna seuraava:

- kipsilevy ~ 13 mm
- laudoitus
- ilmansulkupaperi
- lasivilla ~ 100 mm
- sementtilastuvillalevy (rakenneavausta ei jatkettu)

Yläpohjan rakenne on rakenneavauksen RA16 YP perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni ~ 40 mm
- tervapaperi
- sementtilastuvillalevy ~ 120 mm
- valupaperi
- sementtilastuvillalevy (MAT15) ~ 50 mm
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

Yläpohjan rakenne on rakenneavauksen RA17 YP perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni ~ 40 mm
- valupaperi
- sementtilastuvillalevy ~ 100 mm
- valupaperi
- sementtilastuvillalevy (MAT14) ~ 50 mm
- tasaushiekka ~ 30 mm
- betoni (rakenneavausta ei jatkettu)

## 9.7 Havainnot

### Rakenneavausten havainnot

#### Rakenneavaus RA15 YP

Toisen kerroksen opetustilan ja kylmän ullakkotilan välinen seinärakenne tarkistettiin yhdestä rakenneavauksesta rakennuksen lounaspäädystä. Rakenneavauksesta ei havaittu poikkeavia hajuja tai viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista.

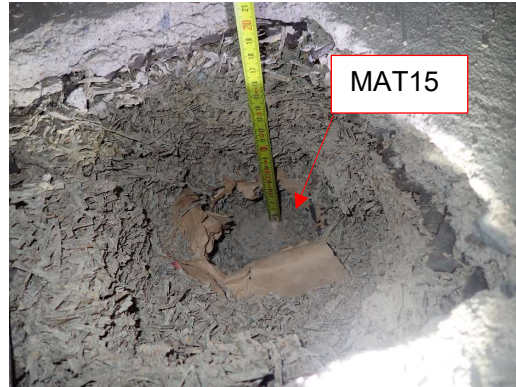


Kuvat 63 a...c. Rakenneavaus RA15 YP tehtiin 2. kerroksen opetustilan kattoon rakennuksen lounaspäättyyn. Rakenneavauksesta ei havaittu aistinvaraisella tarkastelulla viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja.

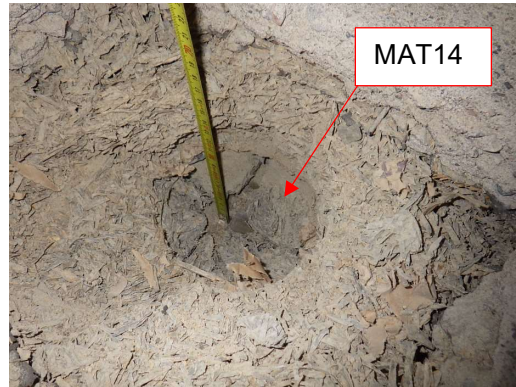
#### Rakenneavaukset RA16-RA17 YP

Pääasialliseen yläpohjarakenteeseen tehtiin kaksi rakenneavausta palopermantoon eri puolille ullakkoa. Todetut rakenteet olivat keskenään samankaltaisia. Avauksissa ei havaittu poikkeavia hajuja tai merkkejä materiaalien vaurioitumisesta.





Kuvat 64 a ja b. Rakennusaukus RA16 YP tehtiin yläpohjarakenteeseen kylmässä ullakotilassa. Aukko tehtiin noin puolen metrin etäisyydellä räystäältä. Aukosta ei havaittu normaalia poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Sementtilastuvillalevystä otetusta materiaalinäytteestä (MAT15) ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta materiaalissa.



Kuvat 65 a ja b. Rakennusaukus RA17 YP tehtiin yläpohjarakenteeseen kylmässä ullakotilassa. Yläpohjarakenteen korotetulle keskiosalle. Aukosta ei havaittu normaalia poikkeavia hajuja. Materiaalit olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia. Sementtilastuvillalevystä otetusta materiaalinäytteestä (MAT14) ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta materiaalissa.

### Yleishavainnot

Rakenteiden kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti havainnoiden sekä ullakolta että vesikatolta käsin. Vesikaton rakenteet ovat hyväkuntoiset. Vesikaton kantavissa rakenteissa havaittiin paikoin tummentumia, mutta aktiivisia vuotokohtia ei havaittu tutkimusten yhteydessä. Aistinvaraisesti arvioituna vesikaton vesitiiveys on hyvä. Pellitettyt ylösnostot ovat uudehkoja ja hyväkuntoisia. Aluskatteen kiinnitystä pellitettyjen ylösnostojen osalta ei päästy tarkastelemaan. Tuuletustilan räystäät on muurattu umpeen, eikä selkeää tuuletusrakoa ole. Aistinvaraisesti arvioituna tuuletustilan ilma kuitenkin vaihtuu jossakin määrin muita reittejä (satunnaiset raot räystäällä ja koillispuolelta ulkoseinässä).

Havaintoja vesikatosta on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 66. Yleiskuva vesikaton tuuletustilasta. Rakenteissa ei silmämääräisesti havaittu merkkejä materiaalien laaja-alaisesta vaurioitumisesta. Ullakolla säilytetään irtaimistoa, mm. pulpetteja.



Kuvat 67 a ja b. Räystäällä ei havaittu selkeää tuuletusrakoa, mutta paikoin räystäältä kajastaa päivänvaloa. Kädellä tunnusteltaessa räystäällä oli havaittavissa heikko ilmavirtaus.



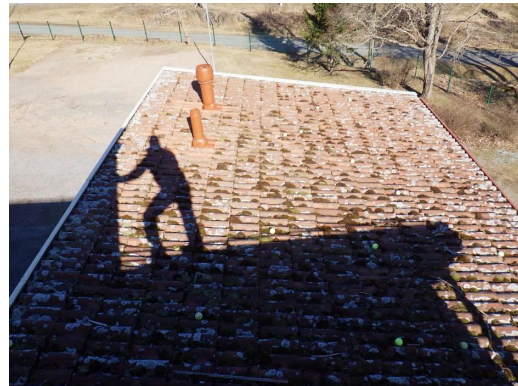
Kuvat 68 a ja b. Vesikaton puurakenteissa havaittiin muutamia kosteuden vaikutuksesta tummentuneita kohtia. Tutkimusten yhteydessä puurakenteet olivat aistinvaraisesti arvioituna kuivia.



Kuvat 69 a ja b. Aluslaudoituksen takaa havaittiin bitumikermi aluskate. Bitumikermiä ei vesikaton yläpuolelta päästy tarkastelemaan, mutta aluskate ei ainakaan kaikkien läpiviientien kohdalta ole täysin yhtenäinen. IV-läpiviennin kohdalla aluskatteessa on n. 30 cm:n epäjatkuvuuskohta punaisella ympyröitynä sähköjohtojen kohdalla (kuva b).



*Kuva 70. Yleiskuva rakennuksen vesikatosta. Rakennuksen kattotyyppi on pääosin harjakatto (keltainen merkintä). Vanhan sisäänkäyntikatoksen osalla kattotyyppi on pulpettikatto (punainen merkintä).*



*Kuvat 71 a...c. Kattotyyppi on pääosin harjakatto. Vanhan sisäänkäyntikatoksen osalta kattotyyppi on pulpettikatto (kuva c). Kattotiilet ovat pääosin hyväkuntoisia. Katon harjan pohjoispuolella on jonkin verran sammalta.*



Kuvat 72 a ja b. Sadevesikourut ovat harjakaton osalla uudehkot ja puhtaat (kuva a). Pulpettikaton osalla sadevesikouruissa on runsaasti sammalta ja irtoainesta (kuva b).



Kuva 73. Ylösnostojen pellitykset ovat uudehkot ja hyväkuntoiset. Pellityksissä ei ole sivuttaissuuntaisia vastakallistuksia. Vastakallistusten puuttuminen ei ole aiheuttanut merkittävää lammikoitumista ylösnoston juureen.



*Kuvat 74 a...c. Tuuletusviemärien läpivienneissä on käytetty muovisia läpivientikappaleita sekä pellitystä ja elastista massausta. Läpivientien toteutuksessa ei havaittu puutteita.*

## 9.8 Materiaalinäytteet

Yläpohjan sementtilastuvillaeristeestä otettiin 2 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Näytteet otettiin eristekerroksen pohjaosista. Materiaalinäytteille suoritettiin mikrobianalyysi laimennossarjamenetelmää käyttäen Mikrobioni Oy:n toimesta. Materiaalinäytteiden ottoapaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 2.

Väliohjarakenteista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset olivat seuraavat:

- MAT14: RA17 YP (ullakko, yläpohja, pääty), sementtilastuvillaeriste: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittämissä rajoissa
- MAT15: RA16 YP (ullakko, yläpohja, ulkoseinän vierusta), sementtilastuvillaeriste: *ei mikrobikasvua materiaalissa*
  - Homepitoisuus alle määrittämissä rajoissa, pieni bakteeripitoisuus

## 9.9 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Vesikattona on kattotyypiltään pääosin ullakollinen harjakatto, jossa on aluskatteellinen tiilikatte. Tiilikatteen ikä ei ole tiedossa. Tiilikatteen tekninen käyttöikä on RT 18-10922 -ohjekortin mukaan keskimäärin 40...50 vuotta. Vesikaton rakenteissa havaittiin yksittäisiä vanhoja kosteusjälkiä mutta ei merkkejä aktiivisista vuotokohdista. Vesikaton vesitiiveys arvioitiin hyväksi ja pellitetut ylösnostot uudehkoiksi ja toimiviksi. Korkean ja melko avoimen ullakkotilan ilmatila on suuri, mutta ullakkotilan tuulettavuudessa on puutteita. Tuuletustilan räystäät on muurattu umpeen, mikä heikentää yläpohjan tuuletusmahdollisuutta. Aistinvaraisesti arvioituna tuuletustilan ilma kuitenkin vaihtuu jossakin määrin muita reittejä. Suosittelemme yläpohjan tuulettavuuden parantamista avaamalla tuuletusreitit ullakolle tai/ja tehostamalla tuulettumista alipainetuulettimilla.

Yläpohjan kantavana rakenteena on ylälaattapalkisto, jonka päällä on sementtilastuvillaeristeinen palopermanto. Materiaalinäytteiden perusteella yläpohjan sementtilastuvillaeristeessä ei tutkituilta osin esiinny mikrobivaurioita. Rakennustyyppi ja rakenteen ikä huomioon ottaen ainakin paikallisia mikrobikasvustoja voi eristekerroksessa kuitenkin esiintyä. Ylälaattapalkisto tai massiivibetonilaatta on yleensä ilmatiiviydeltään riittävä rakennekerros estämään epäpuhtauksien kulkeutumista suoraan rakenteen läpi, mutta laatan rakenneliittymissä ja läpiviennissä voi esiintyä epätiivyyttä. Hormivaikutuksen aiheuttaman paine-eron vuoksi vuoksi ilmavuodot yläpohjasta ovat kuitenkin korkeintaan vähäisiä. Suosittelemme varautumaan yläpohjan sisäpuolisen ilmatiivyyden parantamiseen seuraavassa peruskorjauksessa. Samassa yhteydessä on suositeltavaa parantaa yläpohjan lämmöneristävyyttä.

Rakennuksen lämpimissä ullakkotiloissa yläpohjan rakenne on muista poikkeava. Kyseinen yläpohja noudattaa vesikaton muotoa ja on todennäköisesti heikosti tuuletuva/tuulettumaton. Rakenteessa ei havaittu viitteitä vaurioista tai välittömiä korjaustarpeita. Rakenne tulisi ottaa huomioon peruskorjauksessa.

Vesikattona tiilikatteissa esiintyy jonkin verran sammalta. Sammalkasvusto voi ylläpitää kosteutta tiilikatteessa lisäten pakkasvaurioiden riskiä ja voi siten lyhentää katteen käyttöikää. Suosittelemme vesikatteen puhdistusta seuraavien huoltotöiden yhteydessä.



## 10 Ilmanvaihto ja painesuhteet

### 10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäisesti painovoimainen. Eri osissa kiinteistöä on suoraan ulkoilmaan johtavia ulkoilma-aukkoja sekä pystysuuntaisia ja rakeneaineisia ilmanvaihtohormiryhmiä. Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta on pääasiassa perustunut ulko- ja sisätilan lämpötilaeron sekä tuulen aiheuttamaan paine-eroon.

Painovoimaista ilmanvaihtoa on muutettu vuosien saatossa liittämällä painovoimaisen ilmanvaihdon hormoneja huippumuriin tai Turbovent vedonparantajiin, joilla on pyritty parantamaa eri tilojen ilmanvaihtoa. Korvausilman saantia on parannettu asentamalla ulkoilma-aukkoihin Velco-korvausilmaventtiileitä tai Mobair-korvausilmalaitteita, joita on asennettu 1. kerroksen luokkatiloihin sekä pohjakerroksen liikunta- ja – pesuhuoneisiin. Keittiötilan ilmanvaihtoa on parannettu kahdella erillispoistolla ja asentamalla ullakolle lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihtokone. Paistopisteen rasvahuuvalle on asennettu vesikatolla sijaitseva huippumuri ja astianpesupisteen kondenssihuuvalle keittiötilassa oleva kanavapuhallin. 2. kerroksen opetustilan ilmanvaihtoa on parannettu asentamalla wc-tilaan lämmöntalteenotolla varustettu tulo-poistoilmavaihtokone. Lisäksi pohjakerroksen tiloissa pukuhuone 1, ryömintätila / putkitunneli ja kellarikerroksen kattilahuonetilassa on erillispoistot.

### 10.2 Havainnot ja mittaustulokset

#### 10.2.1 Ilmanvaihtokoneet ja puhaltimet

##### Tulo- ja poistoilmakone, keittiötilat

**Palvelualue:** Keittiö

**Käyntiaika:** 24 h

**Teho-asetus:** Tarkasteluhetkellä nopeudella 2

Tulo- ja poistoilmakone on vuodelta 2010 ja sen valmistaja on Fläkt Group Oy. IV-kone sijaitsee rakennuksen ullakotilassa. IV-kone on varustettu tulo- ja poistosuodattimilla, ristivirtakenno-lämmöntalteenotolla, tuloilman jälkilämmitysvastuksella, sekä tulo- ja poistoilmapuhaltimilla.

Ilmanvaihtokoneen tehoa (tehoasetus 1–5) ohjataan keittiötilassa olevalla muuntajasäätimellä.

Ilmanvaihtokoneen tarkastuksessa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 75–78).



Kuvat 75 a ja b. Fläkt Group Oy:n valmistama iv-kone sijaitsee eristetyssä tilassa rakennuksen ullakolla. Konemalli on ns. kylmän tilan iv-kone, jossa on normaalia parempi eristys. Poistoilmakanava on osin eristämättä.



Kuvat 76 a ja b. Tuloilman suodatuksen suodatinkangas on likainen. Suodatinkankaan suodatusluokka ei ole tiedossa, mutta se on havaintojen ja kankaan paksuuden perusteella oletettavasti G3/G4 tai mahdollisesti M5.



Kuva 77. Tuloilmapuhallin, lämmitysvastus ja ristivirta LTO-kenno. Tuloilma-osa ja LTO-kenno ovat likaiset. Tulo- ja poistoilmapuhaltimissa havaittiin laakerivaurioon viittaavaa sivuääntä. Tuloilman lämmitysvastus oli tarkastushetkellä päällä, eikä sen havaittu reagoivan koneen termostaatin muutoksiin.



Kuvat 78 a ja b. Tuloilman suodatin-osalla on jälkiä kosteudesta. Suodatinkangas on melko puhdas ja sen suodatusluokka on oletettavasti G3 tai G4.

### Tulo-poistoilmakone, 2. krs tilat

**Palvelualue:** 2. kerroksen opetustilat

**Käyntiaika:** klo 08:00 – 24:00

**Teho-asetus:** Tarkasteluhetkellä nopeudella 1

Tulo-poistoilmakone on vuodelta 2010 ja sen valmistaja on Vallox Oy. IV-kone sijaitsee 2. kerroksen huoneiston wc-tilassa. IV-kone on varustettu tulo- ja poistosuodattimilla, ristivirtakenno-lämmöntalteenotolla, tuloilman jälkilämmitysvastuksella, sekä tulo- ja poistoilmapuhaltimilla.

Ilmanvaihtokoneen tehoa (tehoasetus 1–4) ohjataan 2. kerroksen aulatilassa olevalla muuntajasäätimellä.

Ilmanvaihtokoneen tarkastuksessa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 79–81).



Kuvat 79 a ja b. Vallox 130 iv-kone sijaitsee 2. krs wc-tilassa. Tulo- ja poistoilmapuhaltimessa havaittiin laakerivaurioon viittaavaa sivuääntä.



Kuvat 80 a ja b. Ilmanvaihtokone ja lto-kenno on melko pölyisiä.



Kuvat 81 a ja b. Vasemmanpuoleisessa kuvassa oleva tuloilman hienosuodatin on puhdas ja oli suodattimeen kirjatus tiedon mukaan vaihdettu 2.1.2020. Oikeanpuoleisessa kuvassa olevat tulo- ja poistoilman karkeasuodattimet ovat hieman pölyiset, poistosuodatin hieman likaisempi.

### Mobair 2075 korvausilmalaitteet

Korvausilmalaite on suunniteltu tiloihin, joissa on painovoimainen tai koneellinen poistoilmanvaihto. Korvausilmalaite toimii siten, että puhallin imee suodattimen läpi sekoituskammioista korvausilmaa sekä kiertoilmaa huonetilasta. Ulkoilmasta tuleva korvausilma esilämmitetään ensisijaisesti huoneilmasta otettavalla kiertoilmalla ja tarvittaessa termostaattiohjatulla sähkövastuksella.

Mobair korvausilmalaitteen ulkoilmamäärä on laitteen valmistajan mukaan 25...50 dm<sup>3</sup>/s.

Korvausilmalaitteiden tarkastuksissa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 82–83).



*Kuvat 82 a...d. Pistokoemaisesti tarkastetut korvausilmalaitteet ovat havaituilta osin hyvin pölyisiä. Ulkoilmasäleiköissä on tiheäsäleinen metalliverkko, jotka olivat havaituilta osin lähes tukossa.*



*Kuva 83. Korvausilmalaitteiden suodattimet olivat likaisia. Suodattimet olivat merkintöjen mukaan vaihdettu 2.1.2020.*

### **Muut ilmanvaihtokoneet**

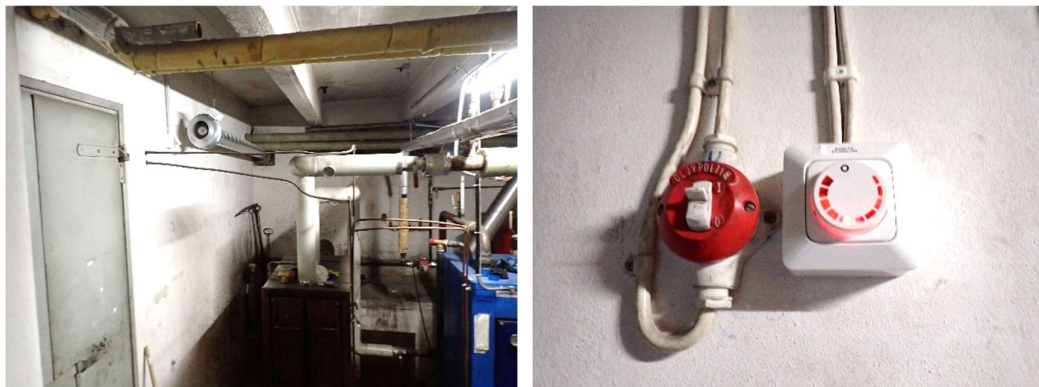
Rakennuksessa havaittuja muita ilmanvaihtokoneita on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 84–92).



*Kuvat 84 a ja b. Keskellä keittiötilaa on rasvahuuva, joka on yhdistetty vesikatolla sijaitsevaan muuntajateho-ohjattuun huippumuriin. Rasvahuuvan poistoilmalle ei havaittu olevan korvausilmakompensointia.*



*Kuvat 85 a...d. Astioidenpesupaikalla on erillinen tyristoriteho-ohjattu kondenssihuuva, joka on yhdistetty keittiötilassa sijaitsevaan poistoilman kanavapuhaltimeen. Kondenssihuuvan korvausilmakompensointi on toteutettu keittiötilassa olevalla moottoriohjatuulla korvausilmaventtiilillä. Kanavapuhaltimen käynnistyessä moottoripelti avautuu.*



*Kuvat 86 a ja b. Kellaritilan kattilahuoneessa on tyristori teho-ohjattu kanavapuhallin.*



*Kuvat 87 a ja b. Pohjakerroksen tilassa pukuhuone 1 on suoraan ulkoilmaan puhaltava kanavapuhallin. Puhaltimen teho-ohjainta ei havaittu.*



*Kuvat 88 a ja b. Pohjakerroksen maapohjaisen ryömintätilan poistoilmanvaihto on toteutettu kanavapuhaltimella. Merkkisavun avulla havainnoituna tilan ilmanvaihto on puutteellinen, merkkisavun ei havaittu liikkuvan tehokkaasti puhaltimen suuntaan. Ilmanvaihtoa tapahtui lähinnä puhaltimen läheisyydessä.*

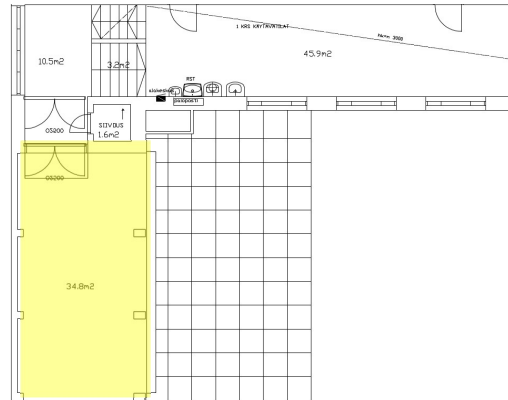


*Kuvat 89 a ja b. Liikuntatilasta on yhteys putkikanaaliin. Putkikanaalissa on tyristori teho-ohjattu kanavapuhallin. Putkikanaaliin johtavan luukun havaittiin olevan merkkisavua apuna käyttäen epätiivis.*





*Kuvat 90 a ja b. Luokkatilojen poistoilma on toteutettu yhdistämällä painovoimaisen ilmanvaihdon hormit vesikatolla sijaitsevaan huippumuriin. Huippumurin teho-ohjainta ei havaittu tarkastelujen yhteydessä.*



*Kuvat 91 a...c. Jälkikäteen rakennetussa lisäsiivessä (korostettu keltaisella värillä) sijaitsevat WC-tilat. Rakennusosa poistoilmanvaihto on toteutettu vesikatolla sijaitsevalla Vilpe huippumurilla. Korvausilmakanavassa on sähkövastuksella varustettu kanavälämmitin.*



Kuvat 92 a ja b. Osa painovoimaisista hormeista on lähtötietojen ja havaintojen perusteella yhdistetty tuulen voimalla toimiviin ja vesikatolla sijaitseviin Turbovent-vedonpantajiin.

### 10.2.2 Kanavistot ja Ilmanjako

Keittiötilan ja 2. kerroksen opetustilan ilmanvaihtokanavistot ovat pyöreää kierresau-makanavaa. Rakennuksessa on myös alkuperäisiä rakenneaineisia painovoimaisen ilmanvaihdon hormeja, jotka toimivat korvausilma- tai poistoilmakanavina.

1.kerroksen Luokkatilojen ilmanjaon toimivuutta ja huuhtelua tutkittiin merkisavun avulla. Mobair-korvausilmalaitteen havaittiin pyörittävän sisäilmaa lähinnä noin 2 metrin alueella korvausilmalaitteen edessä, eikä laitteen tehon säädöllä havaittu olevan merkittävää vaikutusta ilmavirtauksen heittopituuteen. Luokkatiloissa sijaitsevat suuret hormisäleiköt on yhdistetty vanhoihin painovoimaisen ilmanvaihdon hormeihin ja ullakotilassa edelleen vesikatolla sijaitsevaan huippumuriin.

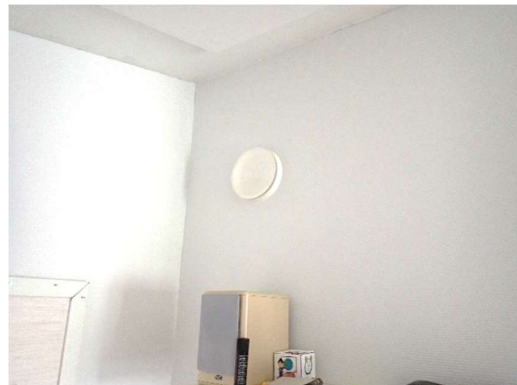
Ilmanvaihtokanavista ja ilmanjaosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 93–95).



Kuvat 93 a ja b. Keittiön ilmanvaihtokanavisto sijaitsee rakennuksen ullakolla. Ilmanvaihtokanavistossa ei havaittu olevan äänenvaimentimia.



Kuvat 94 a ja b. Yleiskuva luokkatilojen ilmanvaihdosta. Ikkunaseinällä sijaitsevat Mobair-korvausilmalaite ja vanha painovoimaisen ilmanvaihdon hormi.



Kuvat 95 a ja b. Toisen kerroksen luokkatilan huuhtelu ei havaintojen perusteella ole optimaalinen. Tuloilmapäätelaitteiden ilmavirtaus ei suuntaudu tehokkaasti oleskeluvyöhykkeelle. Tarkasteluhetkellä tilassa oli myös ummehtunut haju ja samassa yhteydessä havaittiin, ettei tuloilmapäätelaitteista tule huonetilaan korvausilmaa, mikä myös todennettiin paine-eromittauksella (paine-eromittaus päätelaitteelta oli 0 Pa). Puhaltimien testauksen perusteella iv-koneen molemmat puhaltimet pyörivät ja olivat toimivia. Tuloilmakanavassa havaittiin olevan äänenvaimennin, jonka vaimennusmateriaalia ei voitu todentaa.

### Velco-korvausilmaventtiili

Korvausilmaventtiilissä on omavarainen vahatermostaatti, joka säätää automaattisesti venttiililautasen avausta muuttuvan ulkolämpötilan mukaan.

Korvausilmalaitteen tarkastuksessa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavassa kuvissa:

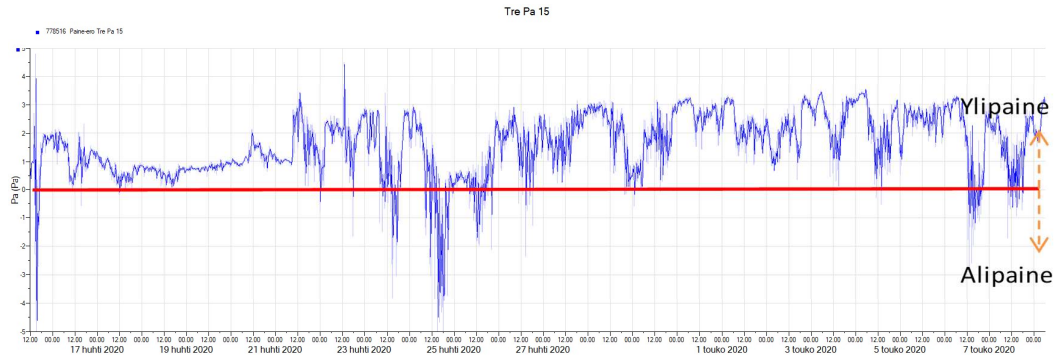


*Kuvat 96 a...c. Velco korvausilmaventtiilit on asennettu suoraan seinäpintaan. Venttiileiden suodattimet olivat likaisia ja korvausilma-aukot olivat avonaisia seinärakenteen sisään.*

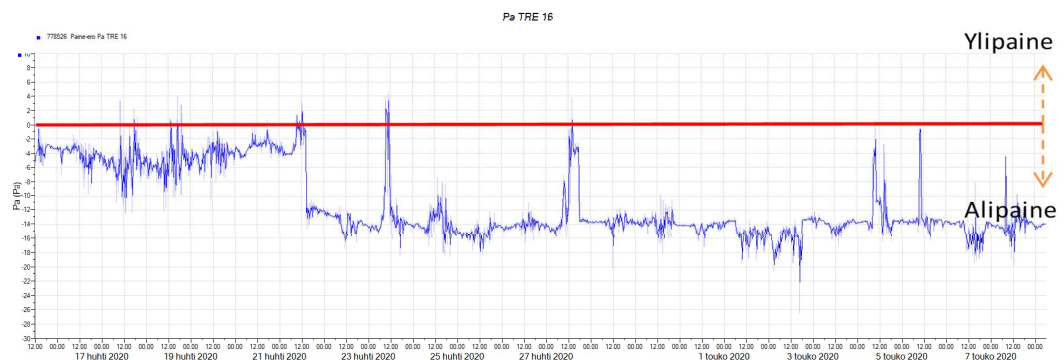
### 10.2.3 Painesuhteet

Sisä- ja ulkoilman sekä sisäilman ja pohjakerroksen ryömintätilan välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena rakennuksen eri osista 14.4. – 8.5.2020. Paine-eron seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 1...Kuvaaja 5).

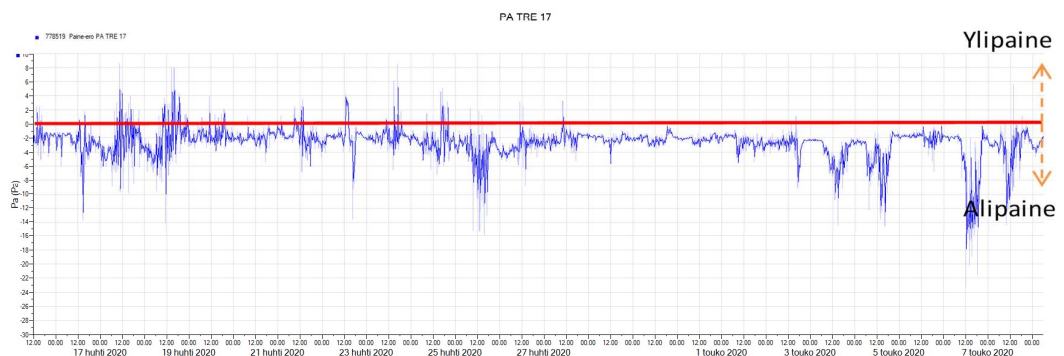
Seurantamittausten mittauspaiikat on esitetty tutkimusselostuksen liitteessä 4.



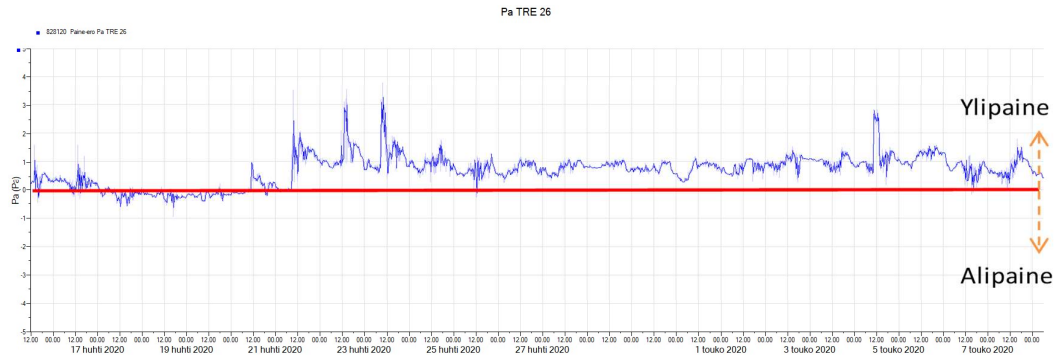
Kuvaaja 1. Liikuntasalin ja putkikanaalin välinen paine-eron seurantamittaus Tre Pa 15 seurantajakson (15.4. – 8.5.2020) aikana. Mittaus on suoritettu liikuntasalista putkikanaaliin päin. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen on liikuntasali alipaineinen putkikanaaliin nähden. Kuvaajan skaalaus on muista kuvaajista poikkeava.



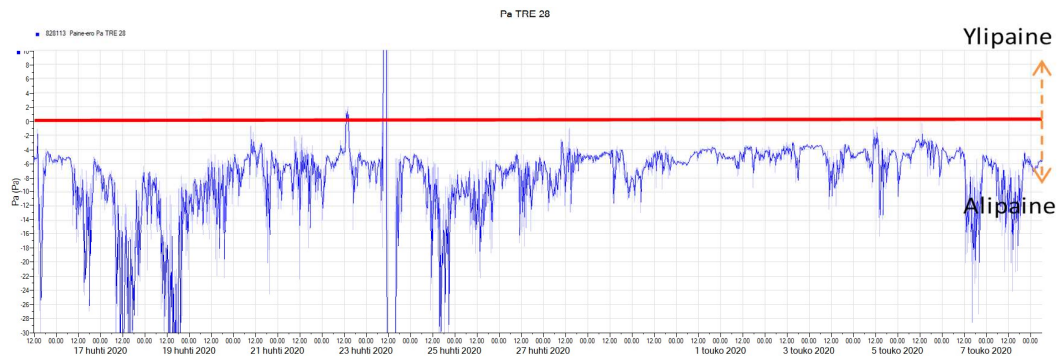
Kuvaaja 2. Luokkatilan (5-6 LK) ja ulkoilman välinen paine-eron seurantamittaus Tre Pa 16 seurantajakson (15.4. – 8.5.2020) aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.



Kuvaaja 3. 2. kerroksen luokkatilan ja ulkoilman välinen paine-eron seurantamittaus Tre Pa 17 seurantajakson (14.4. – 8.5.2020) aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.



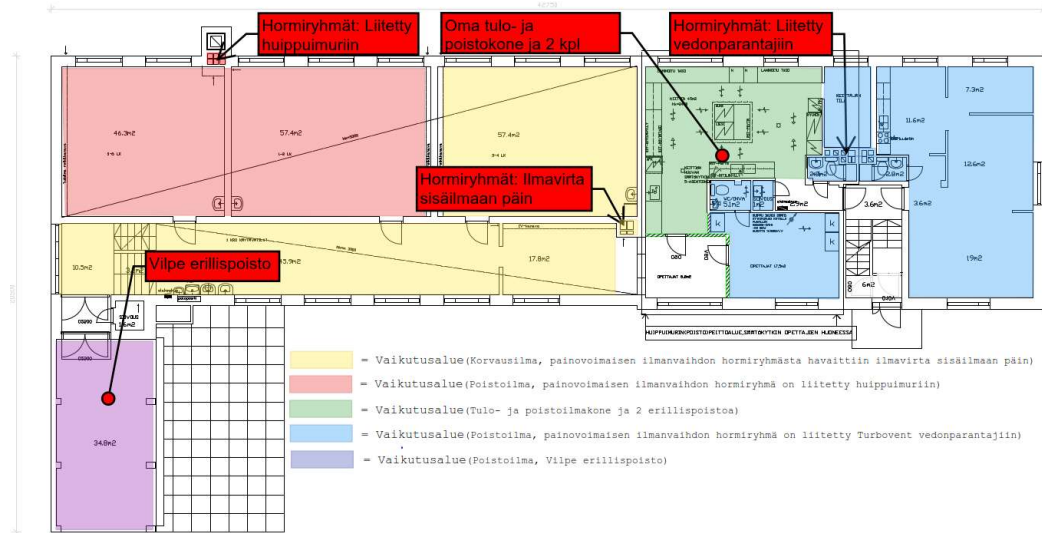
Kuvaaja 4. 0. kerroksen käytävätilan ja maapohjaisen ryömintätilan välinen paine-eron seurantamittaus Pa Tre 26 seurantajakson (14.4. – 8.5.2020) aikana. Mittaus on suoritettu käytävätilasta ryömintätilaan päin. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen on käytävätila alipaineinen ryömintätilaan nähden. Kuvaajan skaalaus on muista kuvaajista poikkeava.



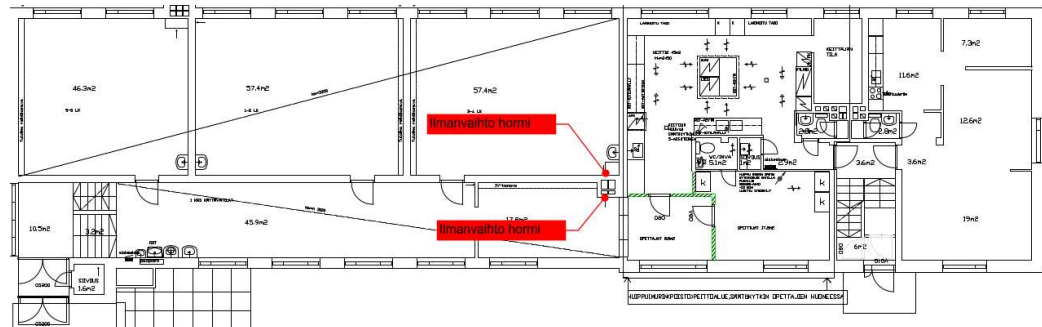
Kuvaaja 5. 0. kerroksen ala-aulan ja ulkoilman välinen paine-eron seurantamittaus Pa Tre 28 seurantajakson (14.4. – 8.5.2020) aikana. Mittaus on suoritettu sisäilmasta ulkoilmaan päin. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.

## 10.2.4 Muut havainnot

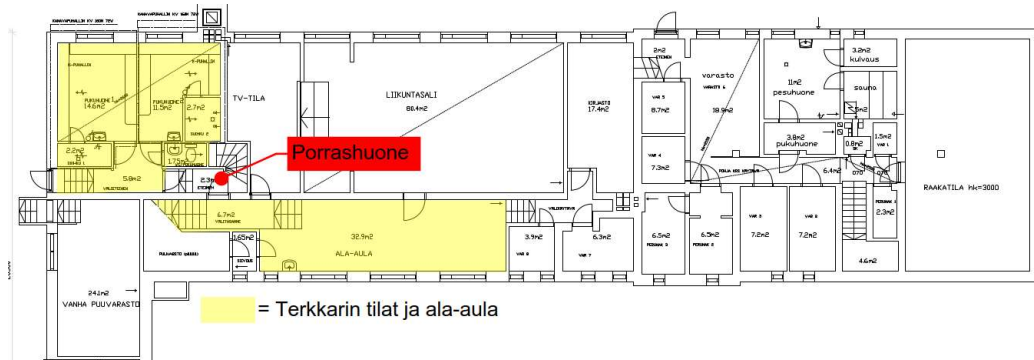
Muita tarkasteluiden yhteydessä tehtyjä ilmanvaihtoon liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 97–102).



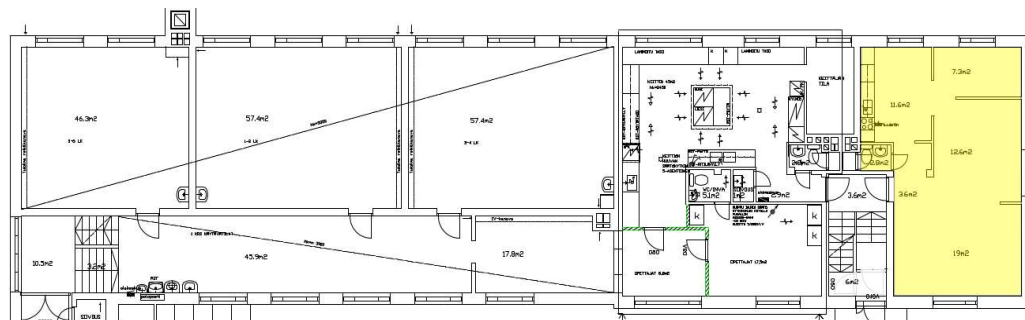
Kuva 97. Yleiskuva 1. kerroksen ilmanvaihtojärjestelmästä ja vaikutusalueista.



Kuva 98. Alkuperäisistä painovoimaisen ilmanvaihdon hormoneista havaittiin merkittävää apuna käyttäen voimakas ilmavirtaus sisäilmaan päin. Samaan hormiryhmään kuuluvasta 0. kerroksen ilmanvaihtohormista havaittiin myös voimakas ilmavirtaus sisäilmaan päin. Keittiön erillispoistoilla havaittiin olevan merkittävä merkitys rakennuksen painesuhteisiin. Kun erillispoistojen tehoa kasvatettiin, lisääntyi samassa suhteessa rakennuksen alipaineisuus ja hormoneista sisäilmaan tuleva ilmavirta. Painesuhteiden muutokset todennettiin hetkellisellä paine-eromittauksella sisä- ja ulkoilman väliltä sekä aulatilaa ja luokkatilojen välisistä oviraioista.

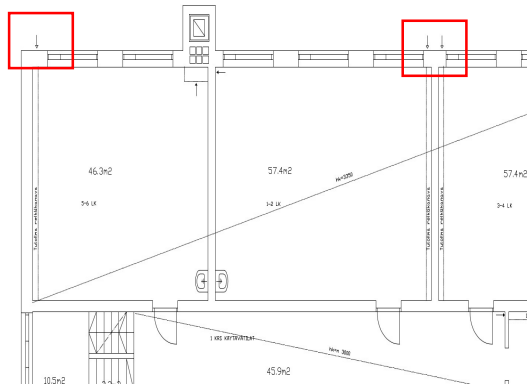


Kuva 99. 0. kerroksen ala-aulassa ja pukuhuonetiloiissa havaittiin aistinvaraisesti voimakasta öljyn hajua. Ala-aulasta ja pukuhuoneista on suora yhteys yhteisen porrashuoneen kautta kellarikerrokseen, jossa sijaitsee mm. kattilahuone. Ala-aula ja pukuhuonetilat olivat hetkellisen paine-eromittauksen ja merkisavun avulla havainnoinut n. 5 Pa alipaineisia porrashuoneeseen nähden. Pukuhuone 1 tilassa havaittiin olevan erillinen poistoilman kanavapuhallin ja pukuhuone 2 tilan poistoilmanvaihtokanava on yhdistetty alkuperäisen painovoimaisen ilmastovaihtohormin kautta vesikatolla sijaitsevaan huippumuriin.



Kuva 100. 1. kerroksen opetustiloissa (korostettu kuvassa keltaisella) ei ole havaintojen perusteella korvausilma-aukkoja ja/tai korvausilmaventtiileitä. WC-tilassa ja liesikuvussa havaittiin olevan poistoilmaventtiilit, jotka on oletettavasti yhdistetty vesikatolla sijaitseviin vedonparantajiin. Merkkisavulla havainnoinut ilmastovaihtaus oli venttiileihin päin. Aistinvaraisesti arvioituna tilan sisäilma oli seisova ja hieman ummehtunut.





Kuvat 101 a ja b. Rakennuksen ulkoseinällä on useita korvausilma-aukkoja (merkattu punaisella), joiden toimivuutta ja merkitystä ei tarkasteluiden yhteydessä voitu todentaa korkean sijaintinsa vuoksi.



Kuvat 102 a ja b. Osa painovoimaisista hormeista on lähtötietojen ja havaintojen perusteella yhdistetty tuulen voimalla toimiviin ja vesikatolla sijaitseviin Turbovent-vedonparantajiin.

## 10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

### Ilmanvaihtojärjestelmät ja muut havainnot

Keittiön ja 2. kerroksen luokkatilan IV-koneet olivat likaisia ja niissä havaittiin toimintaan liittyviä puutteita. Likaiset koneet voivat itsessään toimia epäpuhtauslähteenä, aiheuttaen mm. hajua tuloilmaan. Molempien IV-koneiden puhaltimissa havaittiin laakerivaurioon viittaavia sivuääniä. Laakeri voi kuluessaan leikata kiinni, minkä seurauksena mm. tulo- tai poistoilmavirtaus sammuu, jolloin ilmavirtauspaine ja painesuhteet muuttuvat. Suosittelemme ilmanvaihtokoneiden perusteellista huoltoa. IV-koneet tulee puhdistaa imuroimalla sekä nihkeällä liinalla pyyhkimällä ja LTO-kennot tulee vähintään puhdistaa paineilmalla. Ensisijaisesti molempien koneiden vialliset/kuluneet laakerit tulee vaihtaa tai toissijaisesti puhaltimet uusia kokonaisuudessaan seuraavan huollon yhteydessä.

Keittiön IV-koneen jälkilämmitysvastus oli päällä, eikä sen havaittu reagoivan termostaatin muutoksiin. Liian lämmin tuloilma nostaa huoneilman lämpötilaa, joka voi itsessään aiheuttaa oireilua ja saada käyttäjien kokemaan sisäilman epäviihtyisäksi. Liian korkea sisäilman lämpötila ei myöskään sekoitu kunnolla oleskeluvyöhykkeellä, vaan kerrostuu voimakkaasti kattopintaan. Toimimaton jälkilämmitys aiheuttaa myös turhaa energianhukkaa. Eristämätön poistoilmakanava voi kondensoitua lämmityskaudella ja

kondenssivesi valua koneeseen ja ehkä muuallekin. Tuloilman suodatus on ns. karkeasuodatin, jonka suodatusteho ei riitä suodattamaan ulkoilman pienimpiä hiukkasia, esim. siitepölyä. Suosittelemme IV-koneen jälkilämmitysvastuksen välitöntä korjausta, poistoilmakanavan eristämistä ennen lämmityskautta ja tuloilman suodatuksen parantamista kasvattamalla tuloilman suodatustehoa vähintään luokkaan ePM1 50% (vanha standardi F7). Suodatinkankaan tilalle on mahdollista asentaa ulkoilmankammion mittoihin sopiva paneelisuodatin (suodatinmallin vaihdon yhteydessä tulee paneelisuodatimelle rakentaa tiivis suodatinrunko. Suodatustehon kasvattaminen voi myös vähentää tuloilman määrää).

2. kerroksen esiopetustilojen ilmanvaihdossa havaittiin puutteita. Tuloilmakanavassa havaittiin äänenvaimennin, jonka vaimennusmateriaalia ei voitu varmistaa. IV-koneen vaikutusalueen tuloilmapäätelaitteista ei havaittu ilmavirtausta, minkä vuoksi tilan tehokasta huuhtelua ei tapahdu ja tilan alipaineisuus sekä rakenteiden kautta virtaavan korvausilman määrä lisääntyy, jolloin myös rakenteissa olevia epäpuhtauksia voi siirtyä sisäilmaan. Tuloilman päätelaitteiden malli (Fläkt KTS) ja sijoituspaikka väliseinien ot-sapinnoilla, eivät ole optimaalisia tilan huuhtelun kannalta. Tuloilmavirtaus suuntautuu seinän suuntaisesti, eikä sekoitu kunnolla oleskeluvyöhykkeelle laimentaen huoneilman epäpuhtauksia. Suosittelemme ulkoilma- ja tuloilmakanavan / IV-koneen välitöntä lisätarkastelua, jossa tarkastetaan vähintään ulkoilmasäleikkö ja tuloilmakanavat tulp-pien varalta. Ulkoilmasäleikössä mahdollisesti oleva metalliverkko tulee poistaa. Samassa yhteydessä äänenvaimentimet tulee tarkastaa mineraalivillakuitujen varalta ja vaihtaa tarvittaessa polyesterikuituisiin. Kokemuksemme mukaan yksi 800...1100 mm äänenvaimennin ei riitä vaimentamaan puhallinääniä, jonka vuoksi suosittelemme käyttämään tuloilmakanavassa tuplavaimennusta (esim. kaksi 2 x 800...1100 mm äänenvaimenninta peräkkäin) ja poistoilmakanavassa yhtä vaimenninta (esim. 1100 mm). Suosittelemme myös tuloilmapäätelaitteiden vaihtamista esim. Fläkt STQA malliseksi ja kanavoimista oleskeluvyöhykkeelle (työ vaatii IV-suunnittelua). Suosittelemme myös ilmamäärien mittaus- ja säätötyötä, voimassa olevat ohjeistukset huomioiden (Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa, Finvac ry 30.11.2019). Mittaus- ja säätötyön yhteydessä myös koko ilmanvaihtojärjestelmä tulee puhdistaa ja säätötyö suorittaa siten, että päätelaitteet ovat mahdollisimman auki-asennossa.

Mobair-korvausilmalaitteet olivat hyvin epäpuhtaita ja ulkoilmasäleikköjen havaittiin olevan osin tukossa, jonka vuoksi puhtaan ulkoilman osuus jää vähäiseksi laitteiden pyörittäessä lähinnä likaantunutta sisäilmaa. Suosittelemme ulkoilmasäleikössä olevan metalliverkon poistamista tai vaihtamista harvempisäleiseen metalliverkkoon. Suosittelemme myös laitteen perusteellista puhdistusta ja puhdistustoimenpiteen sisällyttämistä huolto-ohjelmaan (vähintään 1 krt / vuosi) sekä suodattimen vaihtovälien tarkastamista. Suodatin tulee vaihtaa vähintään kaksi kertaa vuodessa tai tarvittaessa useammin. Ilmansuodattimet puhdistavat sisälle tulevaa hengitysilmaa, mutta likaisina ja tukkeutuneina niistä saattaa itsessään tulla epäpuhtauksien lähde, mikä ilmenee usein mm. hajuna.

Velco-korvausilmaventtiilit ovat avoinna seinärakenteen sisään sekä ulkoilmaan, minkä vuoksi rakenteelliset epäpuhtaudet voivat kulkeutua ulkoilman mukana sisäilmaan. Suosittelemme putkittamaan venttiilit suoraan ulkoilmaan ja tiivistämään aukot M1 luokan tiivistysaineella ja/tai polyuretaanivaahdolla. Venttiin suodatinkangas oli melko likainen. Suosittelemme suodattimen vaihtovälien tarkastamista. Suodatin tulee vaihtaa vähintään kaksi kertaa vuodessa tai tarvittaessa useammin.

1. kerroksen erillisen opetustilan ilmanvaihtoa tulee parantaa. Tilassa ei havaittu olevan korvausilma-aukkoja tai -venttiileitä, jolloin korvausilma tulee rakenteiden epätiivius kohtien mm. ikkunat, ovet ja rakenteet kautta sisäilmaan. Suosittelemme ensisijaisesti tilan ilmanvaihdon parantamista lisäämällä suoraan ulkoilmaan olevia korvausilma-aukkoja tai seinä-/ikkuna asenteisia korvausilmaventtiileitä. Tarpeen vaatiessa käyttäjiä on hyvä ohjeistaa ikkunatuuletuksen käyttöön.

Ryömintätilan ilmanvaihto on puutteellista, minkä vuoksi ryömintätila tai tilan yhteydessä olevat putkitunnelit eivät tuuletu tehokkaasti. Huonon ilmanvaihdon vuoksi on mahdollista, että rakennuksen ollessa alipaineinen kulkeutuvat ryömintätilan epäpuhtaudet epätiivien rakenteiden kautta sisäilmaan. Suosittelemme ensisijaisesti ryömintätilan poistoilmanvaihdon parantamista lisäämällä kanavoiteja ja imupisteitä tilan eri osiin (työ vaatii IV-suunnittelua).

Suosittelomme rakennuksen ulkoseinäpinnoilla olevien korvausilma-aukkojen toiminnan lisäselvittelyitä. Kaikkia ulkopuolella olevia aukkoja ei havaittu sisätiloista käsin, eikä ilmanvirtaussuuntia voitu todeta aukkojen korkean sijainnin vuoksi. Mikäli aukot ovat auki rakenteisiin, voi rakenteiden epäpuhtauksia siirtyä sisäilmaan rakennuksen alipaineisuuden vuoksi.

### Kanavistot ja ilmanjako

Painovoimaisen ilmanvaihdon rakenneaineiset kanavat on ainakin osittain yhdistetty huippumuriin tai vedonparantajiin, mutta 1. kerroksen luokka- ja aulatilan horneista havaittiin voimakas ilmavirta sisäilmaan päin, minkä seurauksena epäpuhtaudet hormien sisältä kulkeutuvat sisäilmaan. Suosittelemme rakenneaineisten kanavien käyttöön liittyviä lisäselvityksiä. Kaikki vanhat painovoimaisen ilmanvaihdon kanavat ja niiden kunto tulee selvittää ja tarvittavilta osin liittää vedonparantajiin tai erillisiin poistopuhaltimiin oikean ilman liikesuunnan varmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti painovoimaisen ilmanvaihdon hormit tulee tulpata ja poistaa käytöstä.

Luokkatilojen ilmanjaon arvioidaan toimivan heikosti. Heikon huuhtelun ja ilmanvaihdon riittämättömyyden vuoksi sisäilman epäpuhtaudet eivät laimene tehokkaasti, jolloin mm. sisäilman lämpötila ja hiilidioksidipitoisuus voivat nousta ja sisäilman laatu tuntua käyttäjistä heikolta. Mobair-korvausilmalaitteen ulkoilmavirran osuus on tehoasetuksesta riippuen 25...50 dm<sup>3</sup>/s. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen STM 545/2015 mukaan ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään 6 dm<sup>3</sup>/s henkilöä kohden, jolloin käyttäjämäärä tilojen käyttäjämäärä on 4...8 henkilöä (STM 545/2015, asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista). Suosittelemme luokkatilojen käyttäjämäärien tarkastamista ja ilmanvaihdon parantamista kokonaisuudessaan, mutta vähintään peittämällä hormisäleikköä ja kanavoimalla poistoilmalaitteet luokkatilojen ikkuna-seinän vastaiselle seinälle (työ vaatii LVI-suunnittelua). Toimenpiteellä voidaan parantaa tilan ilmanvaihdon huuhteluvaikutusta.

### Painesuhteet

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa.

Ryömintätila ja putkitunneli olivat seurantajakson aikana muutamaa poikkeuspäivää lukuun ottamatta pääosin 1...2 Pa alipaineisia sisäilmaan nähden. Seurantajaksoilla 24. – 26.4. ja 7. – 8.5.2020 on ilmavirtaus myös ollut hetkittäin sisäilmaan päin, jolloin rakenteellisia epäpuhtauksia voi päästä kulkeutumaan sisäilmaan. Suosittelemme tulevien parannusten jälkeen toiminnan varmentamista seurantamittauksella.

1. kerroksen kahden luokkatilan painovoimaisen ilmanvaihdon hormit on yhdistetty vesikatolla sijaitsevaan huippumuriin. Luokkatilojen havaittiin olevan keskimäärin 15 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden ja alipaineistuvan voimakkaammin, kun keittiön erillispoistojen tehoa kasvatetaan. Hormeissa ja seinärakenteissa on aina jonkin verran rakenteellisia epäpuhtauksia, joista ne voivat kulkeutua ilmavirtauksien mukana sisäilmaan. Suosittelemme luokka- ja aulatilain ilmanvaihtohormien liittämistä muihin luokkatiloihin palvelemaan huippumuriin. Muutostyön yhteydessä tulee riittävä korvausilma varmistaa ja ottaa ilmanvaihto huomioon kokonaisuudessaan (edellyttää LVI-suunnittelua).

Keittiön erillispoistoilla havaittiin olevan merkittävä vaikutus rakennuksen painesuhteisiin. Rakennuksen ja eri tilojen havaittiin alipaineistuvan sitä enemmän, mitä suuremmalla teholla erillispoistot ovat. Rasvahuuvan huippumurille ei tarkasteluiden yhteydessä havaittu olevan korvausilmaa, joka on todennäköisin syy alipaineisuuden kasvamiselle. Astianpesupaikan poistoilmalle on moottoritoiminen korvausilmaventtiili keittiön tilassa, mutta havaintojen perusteella korvausilman määrä ei ole suurempia tehoasetuksia käytettäessä. Suosittelemme painesuhteiden tasapainottamista toimenpiteillä, jossa ilmanvaihto huomioidaan kokonaisuutena. Rakennuksen korvausilmamäärää tulee lisätä rakenteiden kautta tulevien virtausten vähentämiseksi ja välttämiseksi. Vaihtoehtoinen toimenpide olisi muuttaa keittiön IV-koneen toimintaa siten, että poistoilmasta tehtäisiin kierrätysilmaa. Tällöin IV-koneen tuloilmapuoli toimisi normaalisti, mutta poistoilma kierrätettäisiin suodattimen ja lämmöntalteenoton kautta takaisin sisäilmaan.

Edellä mainittujen asioiden huomioimiseksi on suositeltavaa käynnistää hankesuunnittelu, jossa huomioidaan kaikki ilmanvaihtoon liittyvät korjaustarpeet sekä rakennukseen kohdistuvat muut korjaustarpeet.

## 11 Yhteenvedo toimenpidesuosituksista

Suosittelut korjaukset ja muut toimenpiteet on jaoteltu niiden kiireellisyyden mukaan ja niiden merkittävyys sisäilman laadulle vaihtelee. On suositeltavaa toteuttaa korjaukset hyvin suunniteltuina riittävän suurina kokonaisuuksina. Pääosa korjauksista tulee tehdä erillisen suunnitelman mukaan. Kokemuksemme mukaan rakenteiden ilmatiiviyttä parantavien korjausten onnistuminen edellyttää huolellista detaljisuunnittelua sekä työnaikaista valvontaa ja laadunvarmistusta.

### 11.1 Jatkotutkimustarpeet

Suosittelimme seuraavien jatkotutkimusten suorittamista ennen peruskorjausta:

- Rapattujen julkisivujen kuntotutkimus.
- Putkistojen kuntotutkimus.
- Kaikkien vanhojen painovoimaisten ilmanvaihdon kanavien kartoitus ja niiden kunnan selvittäminen.

### 11.2 Kiireelliset korjaustoimenpiteet

Seuraavat korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan **viipymättä**:

- Keittiön IV-koneen jälkilämmitysvastuksen korjaus ja poistoilmakanavan eristys.
- 2. kerroksen opetustilan Vallox IV-koneen tuloilman puuttumisen selvitys ja korjaus.
- Mobair-korvausilmalaitteiden ulkoilmasäleikköjen puhdistus ja/tai vaihto harvempi säleisempään metalliverkkoon.
- Velco-korvausilmalaitteiden putkitus ulkoilmaan. Aukko tulee tiivistää M1 luokan tiivistysaineella tai polyuretaanivaahdolla.
- Aula- ja luokkatilaan vaikuttavan ilmanvaihtohormin lisätarkastelut ilmanvirtaus suunnan varmistamiseksi (ilmavirta tulee olla sisäilmasta pois päin) ja tarvittaessa hormiryhmän liittämisen huippumuriin/vedonparantajiin. Muutostoinnissa tulee huomioida poistettavan ilman korvausilma ja rakennuksen painesuhteet.

Seuraavat korjaustoimenpiteet suositellaan toteutettavaksi **1...2 vuoden sisällä**:

- Lahoavan puuaineksen ja muun rakennusjätteen poisto ryömintätilan yhteydessä olevasta portaasta alustilasta sekä alustilan sorastus.
- Liikuntasalin alapohjan korjaaminen. Suosittelemme perusteellista korjausta, jossa kaikki orgaaninen aines (kutteritäyttö, lattian ja portaasta puurungot) poistetaan. Ohuen rakennepaksuuden vuoksi tulisi harkita myös salin alapohjajalaatan purkua, jolloin alapohja voidaan rakentaa kokonaisuudessaan kosteusteknisesti toimivaksi. Mikä betonilaatta aiotaan säilyttää, tulee varmistua sen ilmatiivyydestä (mm. rakenneliittymät) osalta ennen uusien rakennekerrosten asentamista.
- Alakellarin tilojen alipaineistaminen sekä kaikkien alakellariin johtavien läpivientien ja muiden epätiiviyden kohtien paikantaminen ja tiivistäminen, jotta alipaineistusjärjestelmä on varmatoiminen. Alipaineistusjärjestelmä on suositeltavaa varustaa hälytysjärjestelmällä.

- Kellarin lämmöneristettyjen tiiliväliseinien korjaaminen. Merkittävien mikrobi-vaurioiden vuoksi suosittelemme ensisijaisesti muurauksen purkua ja lämmöneristeen uusimista/poistamista. Väliseinien lopulliseen korjaustapaan vaikuttaa myös seinälle tulevat kuormat (muurauksen mahdollinen kantavuus), mikä tulee ottaa huomioon purkutöiden suunnittelussa.
- Maanvastaisten, mineraalivillalla lämmöneristettyjen ulkoseinien korjaaminen purkamalla kuorimuuraukset ja lämmöneristeet. Uusi rakenne voidaan toteuttaa esim. kevytsoraharkkomuurauksella tai kalsiumsilikaattilevyillä ja pintarakenteena tulee käyttää hyvin kosteutta kestäviä ja vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja.
- 1. kerroksen erillisen opetustilan ilmanvaihdon parantaminen vähintään korvausilmaa lisäämällä.
- Ilmanvaihtojärjestelmien mekaaninen puhdistustyö ja ilmamäärien mittaus- ja säätötyö. Huoltotöiden yhteydessä tulee myös vähintään seuraavat asiat suorittaa:
  - Ilmanvaihtokoneiden vioittuneiden laakereiden vaihto.
  - Suodattimien suodatusluokkien ja suodattimien vaihtovälin tarkastus. Suodatusluokan sekä vaihtovälin tulee vastata käyttötarkoitusta.
  - Ilmanvaihtokanavistoon asennettujen äänenvaimentimien vaimennusmateriaalin tarkastus ja tarvittavilta osin vaihto/lisäys polyesterikuituihin.
- Ryömintätilan ja putkikanaalien poistoilmanvaihdon parantaminen imupisteitä lisäämällä. Poistoilmanvaihdon tulee kattaa putkikanaali kokonaisuudessaan. Samassa yhteydessä kartoitetaan ja tiivistetään kaikki ryömintätilan ja putkitunnelien rakenteelliset ilmapuotokohdat, jotta poistoilmanvaihtojärjestelmä on varmatoiminen.
- Painesuhteiden tasapainottaminen korjaus- ja muutostöiden jälkeen. Laadunvarmistus 1–2 viikkoa kestäväällä jatkuvatoimisella paine-eron seurantamittauksella.

### 11.3 Korjaustoimenpiteet peruskorjauksen tai muiden korjausten yhteydessä

Seuraavat korjaustoimenpiteet voidaan toteuttaa kiireettömästi samaan rakennusosaan kohdistuvan muun korjauksen yhteydessä. Korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa:

#### Laaja-alaiset:

- Maanvastaisten alapohjien ilmatiivyyden parantaminen. Kellarin puujalkalistojen, -kynnysten ja puisten ovenkarmien uusiminen samassa yhteydessä.
- Sementtilastuvillaeristeisen ulkoseinän/sokkelin sisäpuolisen ilmatiivyyden parantaminen.
- Alkuperäisten ikkunoiden uusiminen tai ikkunoiden laaja huoltokorjaus ja kaikkien ikkunaliittymien ilmatiivyyden parantaminen sekä vesipellitusten vesitiivyyden ja kallistusten parantaminen. Ikkunoiden korjauksessa tulee lisäksi huomioida julkisivujen kuntotutkimuksen johtopäätökset ja toimenpidesuositukseset.

- Kaksoislaattavälipohjien korjaaminen. Korjausmenetelmiksi soveltuvat joko a) täyttöjen ja muottilaudoitusten poistaminen tai b) rakenteen merkittävä ilmatiivyyden parantaminen.
- Yläpohjan tuulettavuuden parantaminen avaamalla tuuletusreitit ullakolle tai/ja tehostamalla tuulettumista asentamalla alipainetuulettimia.
- Varautuminen yläpohjan ilmatiivyyden parantamiseen.
- Putkikanaalien käytöstä poisto.
- Kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus. Hankesuunnitelmassa tulee kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä huomioida kokonaisuudessaan. Työ vaatii LVISA-suunnittelua.

#### Paikalliset:

- Koillispäädyn maanvastaisen seinän veden- ja lämmöneristäminen sekä sala-ojittaminen. Samalla muokataan maanpinnan kallistuksia rakennuksesta pois-päin viettäväksi.
- Betonisten tukimuurien korjaaminen tai uusiminen sekä kaikkien halkoluukku- jen poistaminen tai vesitiivyyden parantaminen.
- Luoteen puoleisella sivulla maanpinnan koron madaltaminen, jotta ikkunat eivät jäisi maanpinnan tasoon. Vaihtoehtoisesti ikkuna-aukon madaltaminen nostamalla ikkunoiden alareunoja korkeammalle maanpinnasta.
- Porrashuoneen väliseinän alaosien pintarakenteiden uusiminen noin 1 m korkeuteen. Uusina pintamateriaaleina tulee käyttää hyvin kosteutta kestäviä ja vesihöyrynläpäiseviä materiaaleja. Suositellaan tehtävän alapohjan tiivistysten yhteydessä.
- Hallitun sadevedenpoistojärjestelmän järjestäminen luoteissivun parvekkeelle.
- Muovimatolla päällystettyjen alapohjarakenteiden kosteusteknisen toimivuuden parantaminen purkamalla heikosti vesihöyryä läpäisevät pintamateriaalit ja uusimalla päällyste hyvin vesihöyryä läpäiseväksi pintamateriaaliksi. Suositellaan tehtävän alapohjan tiivistysten yhteydessä.
- Luoteissivun ulkoseinän patterisyvennyksen korjaus uusimalla rakenne.
- Alkuperäisten WC- ja märkätilojen uusiminen. Saneerauksessa otetaan huomioon myös putkiston kuntotutkimuksen toimenpide-ehdotukset.

## 11.4 Muut korjaustoimenpiteet, tarkastukset tai huoltokorjaukset

Seuraavat korjaustoimenpiteet voidaan toteuttaa kiireettömästi samaan rakennusosaan kohdistuvan muun korjauksen yhteydessä.

- Rännikaivojen ja kellarin sisäänkäynnin sadevesikaivon puhdistus.
- Vesikattojen tiilikatteiden puhdistus sammalkasvustosta.

Tampereella 12.6.2020

Vahanen Rakennusfysiikka Oy



Natalia Kajava, DI, RTA  
Asiantuntija



Pasi Marttila, tekn.  
LVI-asiantuntija

Tarkastanut



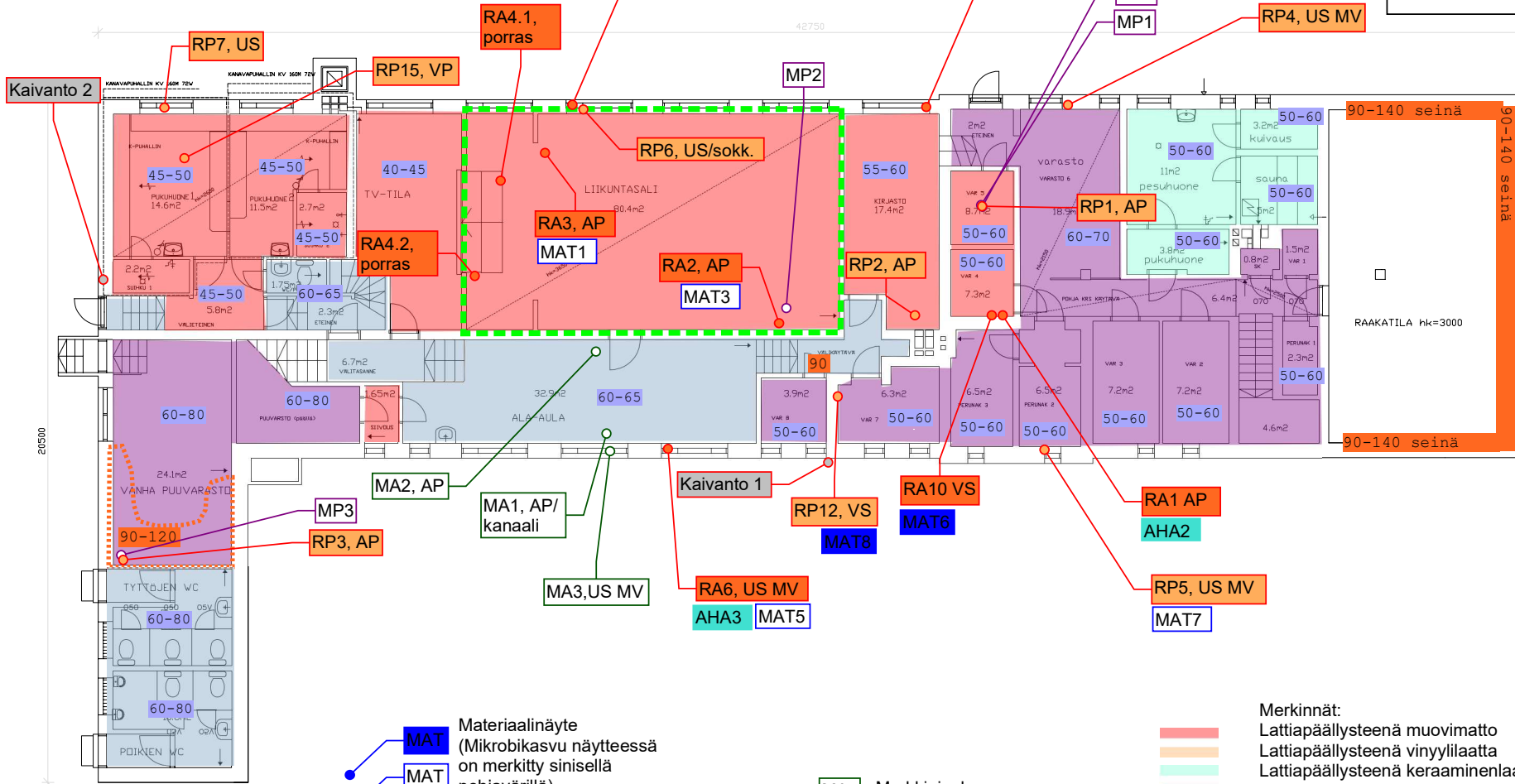
Apeli Räihä  
Tiimipäällikkö

Liitteet	Liite 1: Pohjapiirustus Liite 2: Tulosraportti, Mikrobioni Oy, 30.4.2020 Liite 3: Tutkimusseloste TT 3822, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 8.5.2020 Liite 4: Pohjapiirustus (IV, seurantamittaukset)
Jakelu	Petri Koivusilta, Oriveden kaupunki Antti Jortikka, Oriveden kaupunki

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



## 0. Kerros



**MAT** Materiaalinäyte  
(Mikrobikasvu näytteessä  
on merkitty sinisellä  
pohjavärillä)

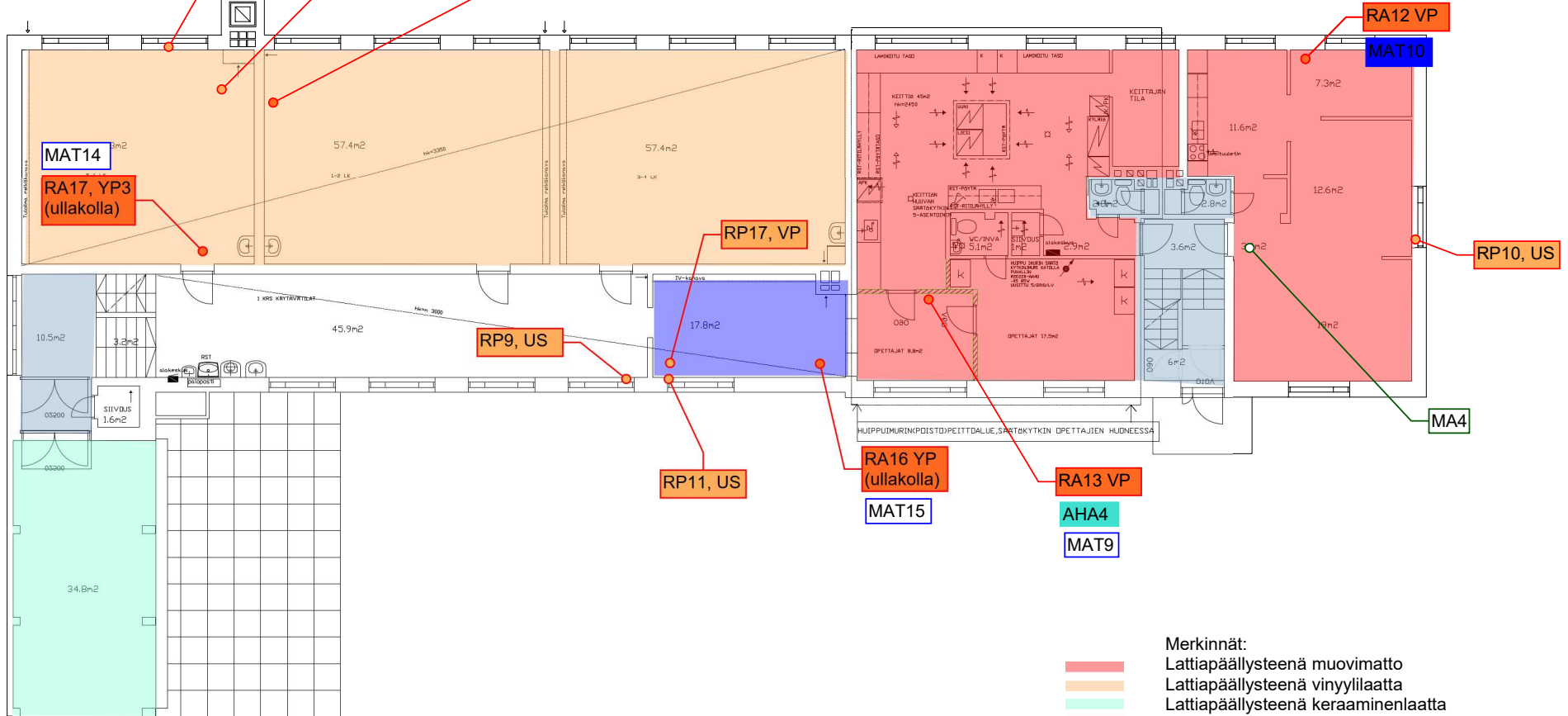
**AHA** AHA-näyte

**V** Viiltomittaus  
**MP** Porareikämittaus

**MA** Merkkiainekoe  
**RP** Rakenneporaus 16 mm  
**RA** Iso rakennearaus

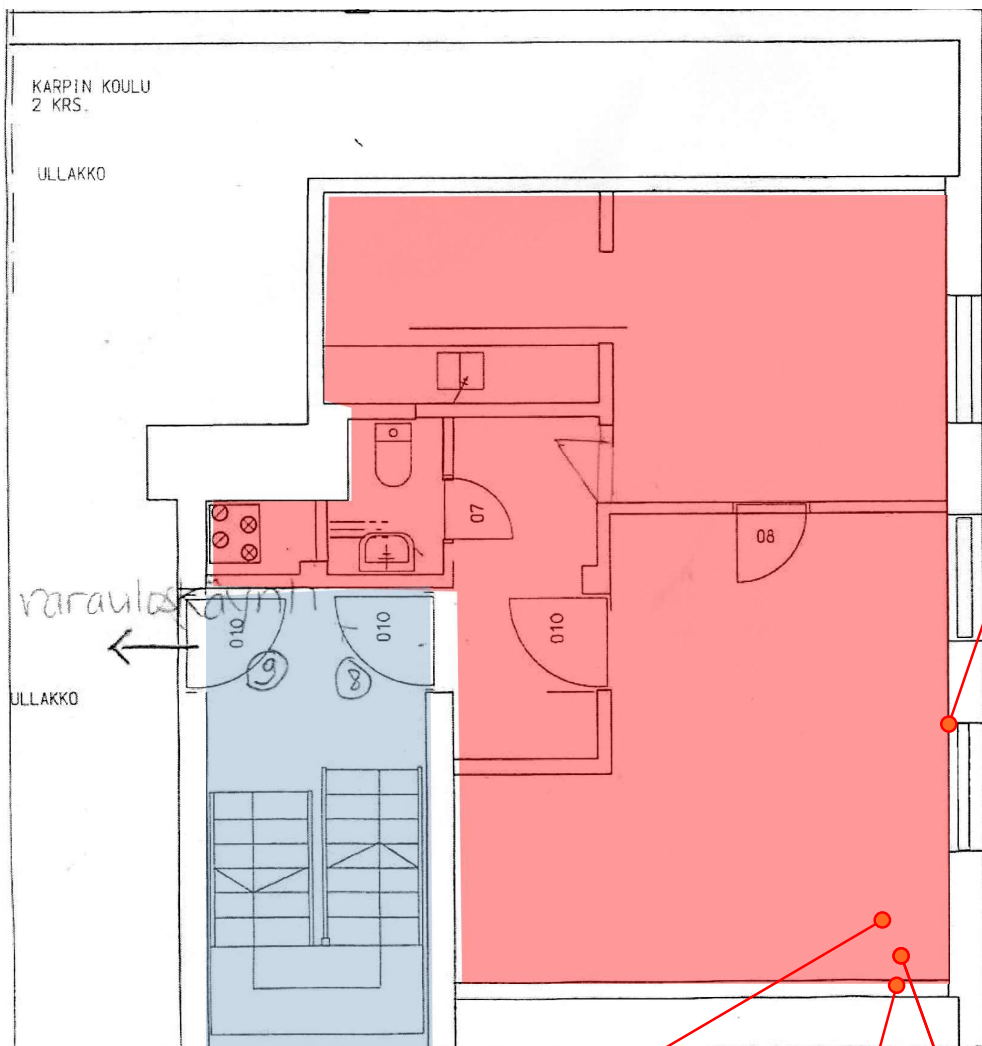
**Merkinnät:**  
 Lattiapäällysteenä muovimatto  
 Lattiapäällysteenä vinyylilaatta  
 Lattiapäällysteenä keraaminenlaatta  
 Mosaikkibetoni  
 Maalattu betoni  
 Puulattia  
 Laminaatti  
 Puukorotettu lattia  
50-60 Pintakosteuden osoittimen lukema tilassa  
90-120 Pintakosteudenosoittimen lukema koholla tilassa

## 1. Kerros



- Merkinnät:**
- Lattiapäällysteenä muovimatto
  - Lattiapäällysteenä vinyylilaatta
  - Lattiapäällysteenä keraaminenlaatta
  - Mosaikkibetoni
  - Maalattu betoni
  - Puulattia
  - Laminaatti
  - Puukorotettu lattia
  - 50-60
  - Pintakosteuden osoittimen lukema tilassa
  - 90-120
  - Pintakosteudenoitoimen lukema koholla tilassa

**Liite 1**  
 Pohjakuva tehdyistä tutkimuksista  
 Rakenne- ja kosteustekninen  
 kuntotutkimus  
 Karpinlahden koulu



RA9, US/ikk.  
 MAT13

RA15 YP

RA11, VS  
 MAT12

RA14 VP  
 MAT11

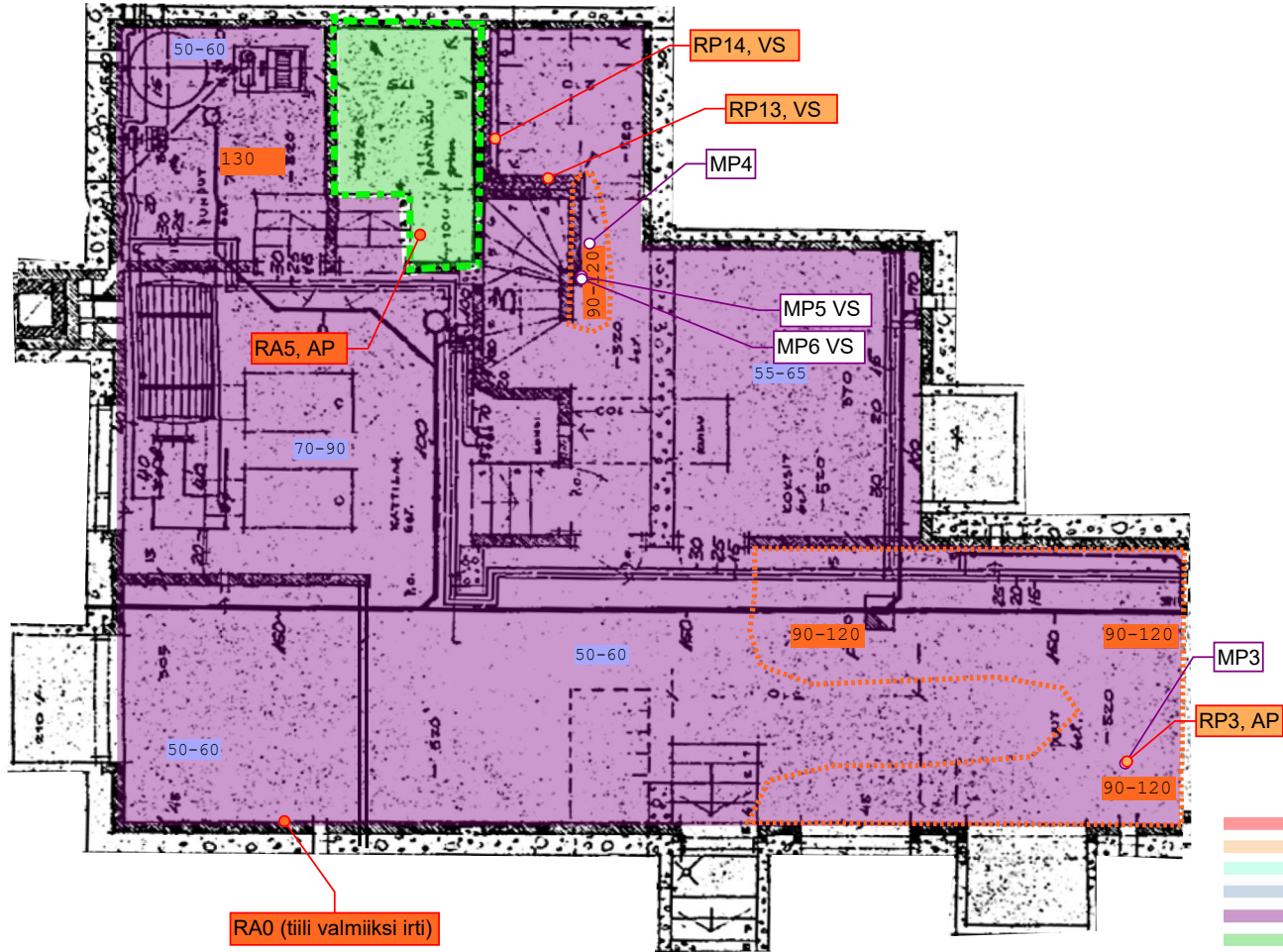
- Merkinnät:**
- Lattiapäällysteenä muovimatto
  - Lattiapäällysteenä vinyylilaatta
  - Lattiapäällysteenä keraaminenlaatta
  - Mosaiikkibetoni
  - Maalattu betoni
  - Puulattia
  - Laminaatti

— — — — —

- Puukorotettu lattia
- 50-60
- 90-120
- .....
- Pintakosteuden osoittimen lukema tilassa
- Pintakosteudenosoittimen lukema koholla tilassa

## Itäpäädyn kellari

**Liite 1**  
 Pohjakuva tehdyistä tutkimuksista  
 Rakenne- ja kosteustekninen  
 kuntotutkimus  
 Karpinlahden koulu



- Merkinnät:
- Lattiapäällysteenä muovimatto
  - Lattiapäällysteenä vinylilaatta
  - Lattiapäällysteenä keraaminenlaatta
  - Mosaiikkibetoni
  - Maalattu betoni
  - Puulattia
  - Laminaatti
  - Puukorotettu lattia
  - 50-60
  - 90-120
  - Pintakosteuden osoittimen lukema tilassa
  - Pintakosteudenosoittimen lukema koholla tilassa

Natalia Kajava  
Vahanan Rakennusfysiikka Oy  
Tampellan Esplanadi 2  
33100 Tampere



## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Karpinlahden koulu, Orivesi (lähete 17479)

### NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Natalia Kajava, Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 16.4.2020. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 17.4.2020 ja viljelty 17.4.2020.

### 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 sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla sukutai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

### MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleille. Määrittäysraja 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 kokonaismittausepävarmuusarviota 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 sädesienille 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 sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteri- ja/tai sädesienikasvuun 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

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, Puulastu, liikuntasali. alapohja	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2, Pellava, liikuntasali. ikkunan ja ulkoseinän liitos	pieni homepitoisuus, suuri bakteripitoisuus (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	3, Puulastu, liikuntasali. alapohja	pienet home- ja bakteripitoisuudet (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	4, Tojalevy, kirjasto. ulkoseinä/sokkeli	suuret home- ja bakteripitoisuudet, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, Mineraalivilla, ala-aula. maanvastainen ulkoseinä	pienet home- ja bakteripitoisuudet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, Mineraalivilla, varasto 4. kellarin väliseinä	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Pieni bakteripitoisuus (kts. lisätiedot)	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	7, Mineraalivilla, perunakellari 2. maanvastainen ulkoseinä	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	8, Mineraalivilla, varasto 7. kellarin väliseinä	pieni homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	9, Puulastu, opettajien huone. 1. kerroksen välipohja	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	10, Puulastu, eteläpäädyn luokka. 1. kerroksen välipohja	suuri homepitoisuus. Bakteripitoisuus alle määritysrajan	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	11, Puulastu, eteläpäädyn luokka. 2. kerroksen välipohja	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

12, Lasivilla, eteläpäädyn luokka. ullakon vastainen seinä	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
13, Pellava, eteläpäädyn luokka. ikkunan ja ulkoseinän liitos	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei mikrobikasvua materiaalissa
14, Tojalevy, ullakko. yläpohja	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
15, Tojalevy, ullakko. yläpohja (eteläpääty)	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa

**Lisätietoja:**

Yksinomaan suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä mikrobikasvusta materiaalissa. Suuri bakteeripitoisuus näytteessä 2 voi olla myös tavanomaista taustakontaminaatiota, jota on kertynyt materiaaliin esimerkiksi likaantumisen seurauksena.

Näytteen 3 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenveetoon ja johtopäätökseen ja näytteen 6 osalla tulosityhteenveetoon.

Näytteestä 14 otettiin myös teippinäyte suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 30.4.2020

Teija Meklin

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

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

**Näyte: 1, Puulastu, liikuntasali. alapohja (tutkimustunnus: RML200384)**

	<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 määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 2, Pellava, liikuntasali. ikkunan ja ulkoseinän liitos (tutkimustunnus: RML200385)**

	<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	2700	3600	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>280000</b>
Penicillium sp.	2700	3600	muut bakteerit	280000
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos THG-alustalla on arvio.

**Näyte: 3, Puulastu, liikuntasali. alapohja (tutkimustunnus: RML200386)**

	<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	5400	Kokonaispitoisuus	35000
Penicillium sp.		3600	muut bakteerit	35000
*Aspergillus-ryhmä Restricti steriilit	910	1800	*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulos DG18-alustalla voi olla &lt; 5 000 pmy/g.



**Näyte: 4, Tojalevy, kirjasto. ulkoseinä/sokkeli (tutkimustunnus: RML200387)**

	<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>
<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>14000</b>	<b>16000</b>	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>500000</b>
* <i>Aspergillus versicolor</i>	<b>9500</b>	<b>12000</b>	muut bakteerit	43000
* <i>Scopulariopsis sp.</i>	<b>1900</b>	<b>4500</b>	*sädesienet	<b>460000</b>
steriilit	1200			
Penicillium sp.	900			
* <i>Engyodontium sp.</i>	<b>270</b>			

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 91 pmy/g

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 5, Mineraalivilla, ala-aula. maanvastainen ulkoseinä (tutkimustunnus: RML200388)**

	<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	1800	Kokonaispitoisuus	910
steriilit		1800	muut bakteerit	910
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 6, Mineraalivilla, varasto 4. kellarin väliseinä (tutkimustunnus: RML200389)**

	<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>
<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>58000</b>	<b>57000</b>	Kokonaispitoisuus	140000
Penicillium sp.	58000	52000	muut bakteerit	140000
steriilit		4500	*sädesienet	<b>400</b>

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 91 pmy/g

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulos THG-alustalla voi olla < 100 000 pmy/g.

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 7, Mineraalivilla, perunakellari 2. maanvastainen ulkoseinä (tutkimustunnus: RML200390)**

	<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 määrittäjärajana näytteelle on 91 pmy/g

**Näyte: 8, Mineraalivilla, varasto 7. kellarin väliseinä (tutkimustunnus: RML200391)**

	<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	180	91	<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>180000</b>
* <i>Aspergillus versicolor</i>	<b>180</b>	<b>91</b>	muut bakteerit	4400
			*sädesienet	<b>180000</b>

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 91 pmy/g

Tulos THG -alustalla on arvio.

**Näyte: 9, Puulastu, opettajien huone. 1. kerroksen välipohja (tutkimustunnus: RML200392)**

	<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	910
			muut bakteerit	910
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 10, Puulastu, eteläpäädyn luokka. 1. kerroksen välipohja (tutkimustunnus: RML200393)**

	<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>
<b>Kokonaispitoisuus</b>	<b>100000</b>	<b>85000</b>	Kokonaispitoisuus	<mr
Penicillium sp.	100000	85000		

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

Tulos M2 -alustalla on arvio.

**Näyte: 11, Puulastu, eteläpäädyn luokka. 2. kerroksen välipohja (tutkimustunnus: RML200394)**

	<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 määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 12, Lasivilla, eteläpään luokka. ullakon vastainen seinä (tutkimustunnus: RML200395)**

	<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 määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 13, Pellava, eteläpään luokka. ikkunan ja ulkoseinän liitos (tutkimustunnus: RML200396)**

	<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	2700	3600	Kokonaispitoisuus	22000
Penicillium sp.	2700	3600	muut bakteerit	22000
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 910 pmy/g

**Näyte: 14, Tojalevy, ullakko. yläpohja (tutkimustunnus: RML200397)**

	<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 määrittäjärajana näytteelle on 91 pmy/g

**Näyte: 15, Tojalevy, ullakko. yläpohja (eteläpää) (tutkimustunnus: RML200398)**

	<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	140
			muut bakteerit	140
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjärajana näytteelle on 91 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.

## Tutkimusseloste TT 3822

Karpinlahden koulu  
Laboratoriotutkimukset

08.05.2020

## Tilaaajan tiedot

Tilaaaja Oriveden kaupunki  
Osoite Keskustie 23  
Postinumero 35300  
Postitoimipaikka Orivesi  
Yhteyshenkilön nimi Petri Koivusilta  
Yhteyshenkilön puhelin 0401339268  
Yhteyshenkilön sähköposti petri.koivusilta@orivesi.fi

## Kohteen tiedot

TT-tunnus 3822  
Nimi Karpinlahden koulu  
Osoite Orivedentie 654  
Postinumero  
Kaupunki Orivesi  
Valmistumisvuosi  
Tilauskoodi  
Tilauspäivämäärä 21.4.2020  
Erityishuomiot

## Tutkimukset

Tutkimus	Näytetunnukset	Tutkimuksia yht.
Asbestianalyysi	AHA2, AHA3, AHA4	3 kpl
PAH		2 kpl
<b>Muita tutkimuksia:</b>	<b>Lisätietoa:</b>	
Liite 1	Asbestianalyysiraportti (1 sivu)	
Liite 2	ALS Finland Oy:n analyysiraportti HL2001584 (3 sivua)	
Tutkimusraportti liitteineen	7 sivua	

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tämän tutkimusselosteen osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa

## Näytteet

#	Tunnus	Rakenneosa	Pituus (min)	Pituus (max)	Leveys	Ilmansuunta	Tarkenne
1	AHA2	alapohja					alapohjan bitumisively, varasto 4
2	AHA3	maanpaineseinä					bitumisively, aula
3	AHA4	välipohja					tervapaperi

## Laboratorion yhteyshenkilöt

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Linnoitustie 5  
FI-02600 Espoo  
Puhelin: 0207 698 698  
Fax: 0207 698 699

Projektinumero	TAFY221
Yhteyshenkilön nimi	Aarni Ala-Korpi
Sähköposti	Aarni.Ala-Korpi@vahanen.com
Tilauksen kirjaajan nimi	Aarni Ala-Korpi
Sähköposti	Aarni.Ala-Korpi@vahanen.com

30.4.2020

Oriveden kaupunki  
Keskustie 23  
35300 Orivesi

## ASBESTIANALYYSI

### Analyysimenetelmä

Analyysit tehdään materiaalista riippuen stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla (VM) ja / tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM), joka on kvalitatiivista alkuaineanalyysiä varten varustettu energiadiispersiivisellä röntgenspektrometrillä (EDS). Tutkimustulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta.

Asbestilla tarkoitetaan Valtioneuvoston asetuksessa 798/2015 seuraavien silikaattimineraalien kuitumaisia muotoja: aktinoliitti, antofylliitti, grüneriitti (amosiitti), krysotiili, krokidoliitti, tremoliitti ja erioniitti.

### Kohde

Karpinlahden koulu,  
Orivedentie 654, Orivesi

### Näytteenottaja

Aarni Ala-Korpi

### Tulokset

Näyte	Materiaali	Asbestia	Tyyppi	Analyysi
AHA2	Alapohjan bitumisively, varasto 4	Ei	—	VM
AHA3	Bitumisively, aula, maanpaineeseinä	Ei	—	VM
AHA4	Välipohjan tervapaperi	Ei	—	VM

Espoossa 30.4.2020

Jaakko Sääntti, FM  
ErityisasiantuntijaMaria Niskanen, FM  
Asiantuntija

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



## ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL2001584	Sivu	: 1 / 3
Laboratorio	: ALS Finland Oy	Asiakas	: Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Yhteyshenkilö	: Asiakaspalvelu	Yhteyshenkilö	: Kyösti Nieminen
Osoite	: Ruosilankuja 3 A 00390 Helsinki Suomi	Osoite	: Linnoitustie 5 02600 Espoo Suomi
Sähköposti	: asiakaspalvelu.hki@alsglobal.com	Sähköposti	: kyosti.nieminen@vahanen.com
Puhelin	: +358 10 470 1200	Puhelin	: —
Faksi	: —	Faksi	: —
Projekti	: TT 3822	Näytteiden vastaanottopäivä	: 2020-04-28 14:39
Ostotilausno / viite	: —	Kirjauspäivä	: 2020-05-07 13:40
Näytelähetteen numero	: —	Vastaanotettujen näytteiden lukumäärä	: 2
Näytteenottaja	: Aarni Ala-Korpi	Analysoitavien näytteiden lukumäärä	: 2
Paikka	: —		
Tarjousnumero	: HL2019FI-VAH-RAK0002 (OF182291)		

### Kommentit

Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratorioilta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvollisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

### Allekirjoitukset

### Asema

Jari Hautala

Maajohtaja





## Analyytitulokset

Näytetriisi: RAKENNUSMATERIAALI

Asiakkaan  
 näytetunnus  
 Laboratorion näytetunnus  
 Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	AHA2		Menetelmä	Laboratorio
				LOR	Analyysipaketti		
				HL2001584001 [ 2020-04-28 ]			
<b>Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)</b>							
naftaleeni	0.259	± 0.078	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
asenaftyleeni	0.194	± 0.058	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
asenaftteeni	0.117	± 0.035	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fluoreeni	<0.050	—	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fenantreeni	4.32	± 1.30	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
antraseeni	0.180	± 0.054	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fluoranteeni	0.961	± 0.288	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
pyreeni	1.26	± 0.380	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)antraseeni	0.597	± 0.179	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
kryseeni	1.27	± 0.382	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(b)fluoranteeni	0.824	± 0.247	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(k)fluoranteeni	0.297	± 0.089	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)pyreeni	1.02	± 0.306	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
indeno(123cd)pyreeni	0.585	± 0.175	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(ghi)peryleeni	1.61	± 0.482	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
dibentso(ah)antraseeni	0.398	± 0.119	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
PAH, 16 yhdisteen summa	13.9	—	mg/kg	0.80	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR

Näytetriisi: RAKENNUSMATERIAALI

Asiakkaan  
 näytetunnus  
 Laboratorion näytetunnus  
 Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	AHA4		Menetelmä	Laboratorio
				LOR	Analyysipaketti		
				HL2001584002 [ 2020-04-28 ]			
<b>Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)</b>							
naftaleeni	0.053	± 0.016	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
asenaftyleeni	0.148	± 0.044	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
asenaftteeni	<0.050	—	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fluoreeni	<0.050	—	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fenantreeni	0.569	± 0.171	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
antraseeni	0.120	± 0.036	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
fluoranteeni	0.447	± 0.134	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
pyreeni	0.301	± 0.090	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)antraseeni	0.203	± 0.061	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
kryseeni	0.638	± 0.191	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(b)fluoranteeni	1.28	± 0.384	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(k)fluoranteeni	0.414	± 0.124	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR



Näyttematriisi: RAKENNUMATERIAALI

Asiakkaan  
näytetunnus

Laboratorion näytetunnus

Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

AHA4

HL2001584002

[ 2020-04-28 ]

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
<b>Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) - jatkuu</b>							
bentso(a)pyreeni	0.525	± 0.157	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
indeno(123cd)pyreeni	1.02	± 0.307	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
bentso(ghi)peryleeni	1.17	± 0.351	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
dibentso(ah)antraseeni	0.482	± 0.145	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR
PAH, 16 yhdisteen summa	7.37	---	mg/kg	0.80	S-BM-PAHL/PR	S-PAHGMS02	PR

Analyysiraportin tulososa päättyy tähän

## Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-PAHGMS02	CZ_SOP_D06_03_161 (US EPA 8270D, US EPA 8082A, CSN EN ISO 6468, US EPA 8000D, näytteiden esikäsittely CZ_SOP_D06_03_P01 kappale 9.1). Puolihaihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen kaasukromatografilla ja MS- tai MS/MS -detektioinnilla. Yhdisteiden summapitoisuudet lasketaan mitatuista arvoista.
Esikäsittelymenetelmät	Menetelmäkuvaukset
*S-PPBM	Rakennusmateriaalien esikäsittely.

**Lyhenteet:** LOR = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalla parametrimellä ja menetelmällä. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näyttemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.

MU = Mittausepävarmuus

\* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

### Mittausepävarmuus:

**Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.**

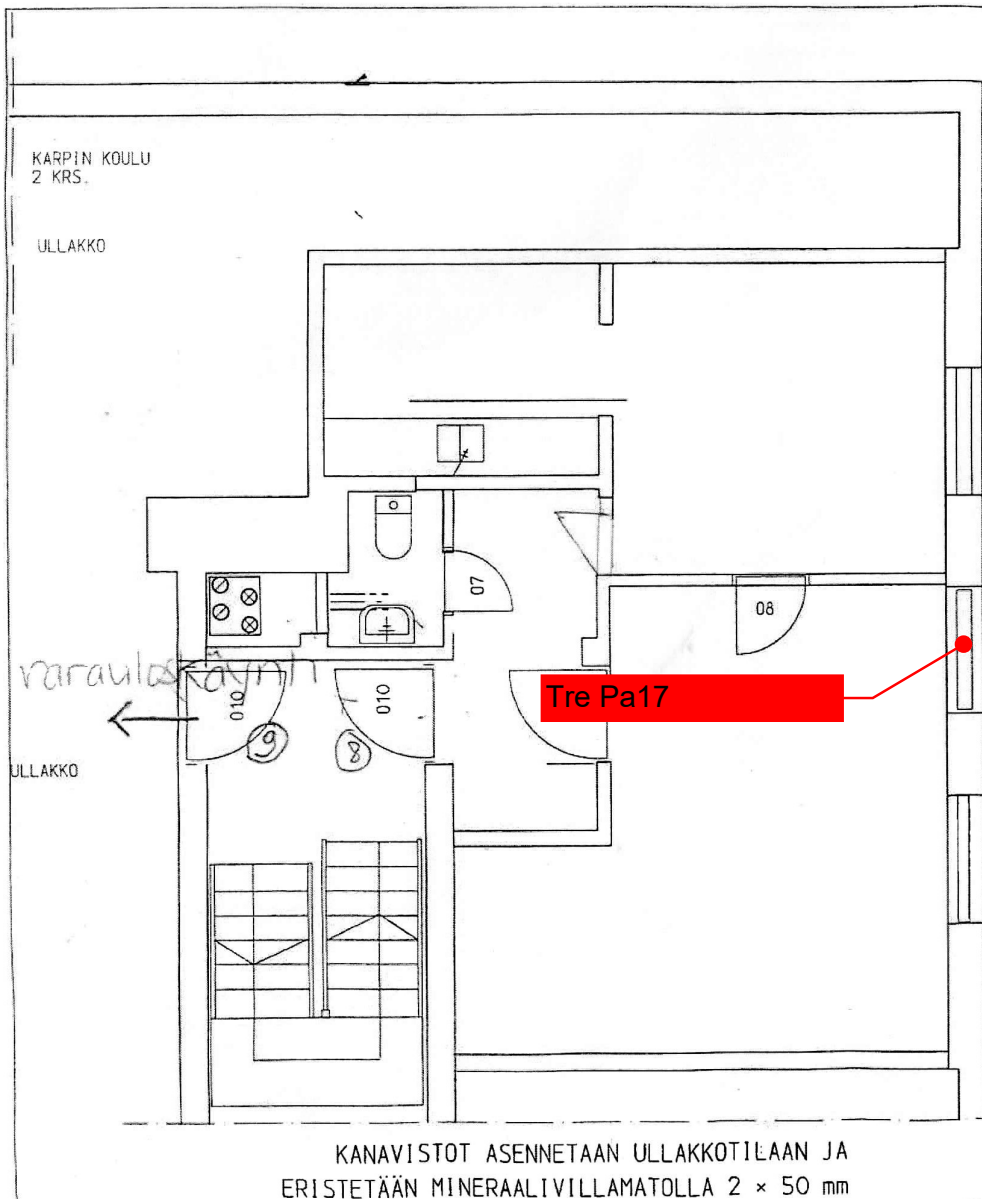
**Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratorioilta saa lisätietoja pyydettäessä.**

## Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
PR	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Praha 9 - Vysocany Tšekki 190 00 Akkreditointielin: CAI Akkreditointinumero: 1163







KARPINWAHDEN KOULU  
SUOJAITETTAVAT OUVET  
2. KERROS

Koskivä	Kortteli/tila	Tontti/kv	Viranomaisen arkistointimerkintä	varten
Toimenpide MUUTOS			Piirustuslaji IV-Tasopiirustus	Juoks. nro
Rakennuskohde KARPIN KOULU			Piirustuksen sisältö ESIKOULUTILAT	Mittakaava 1:50
ORIVEDEN KAUPUNKI TEKNINEN TOIMISTO LVI-tekniikka Esko Mäntysaar			Päiväys 9.9.02	Koodi 1
			Työ nro 02karppi	Piirustus nro LVI 1