A-INSINÖÖRIT

Valkeakosken kirkko

Kirkkotie 1, Valkeakoski

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

31.10.2023

Työnro 3223108.1

Ins. amk, RTA Saija Korpi



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Valkeakoskella sijaitseva vuodesta 2018 lähtien tyhjillään ollut Valkeakosken kirkko. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden toteutustapaa ja kuntoa, rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen tarkoituksena oli lisäksi arvioida, mitä toimenpiteitä rakennuksessa tulee tehdä, jos rakennus otetaan uudelleen käyttöön ennen rakennuksessa tehtäviä peruskorjaustasoisia korjaustoimenpiteitä.

Tutkimukset koostuivat aistinvaraisista havainnoista, ilmanvaihdon tutkimuksista, rakennekosteusmittauksista, rakenneavauksista ja niiden kautta otetuista materiaalinäytteistä. Lisäksi rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla, seurattiin painesuhteita ulkoseinärakenteen yli ja seurattiin sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta. Sisäilman mineraalivillakuitujen pitoisuuksia tutkittiin kirkkosalissa ja rippikoulusiivessä.

Tutkimustulosten perusteella rakennuksessa esiintyy useita sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Tutkimushetkellä kellarikerroksen sisäilman laatua voivat heikentää kellarikerroksen alapohjissa, maanvastaisissa ulkoseinissä ja väliseinissä esiintyy poikkeava kosteus, maanvastaisten ulkoseinien lämmöneristeissä esiintyvät mikrobivauriot sekä maanvastaisista seinärakenteista tapahtuvat ilmavuodot.

Rakennuksen 1. kerroksen sisäilman laatua voivat heikentää kellarikerroksesta ja kirkkosalin alla olevasta ryömintätilasta 1. kerroksen sisäilmaan tapahtuvat ilmavuodot sekä ulkoseinien lämmöneristeissä todetut paikalliset kosteus- ja mikrobivauriot sekä ulkoseinien lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot. Rakennuksen ulkopuolisen kosteudenhallinnan puutteista johtuen ulkoseinärakenteisiin kohdistuu paikoin poikkeavaa kosteusrasitusta.

Rippikoulusiiven sisäilmassa esiintyy selvää mikrobiperäistä hajua. Rippikoulusiiven ulkoseinän mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä ja alapohjarakenteen leca-soraeristeestä tapahtuu selviä ilmavuotoja sisäilmaan päin. Myös rippikoulusalin yläpohjassa esiintyy selviä ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Sisäilman lämpötila on alhainen, erityisesti Sakaristosiivessä. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttama

alipaineisuus ja ilmanvaihtojärjestelmien sisältämät epäpuhtaudet voivat osaltaan heikentää sisäilmasto-olosuhteita.

Tutkimusten perusteella rakennuksen käyttöönotto vaatii laaja-alaisia korjaustoimenpiteitä sisäilman laatua heikentävien tekijöiden poistamiseksi ja hyvien sisäilmasto-olosuhteiden varmistamiseksi (esim. tilojen osastointi ja rakenteiden tiivistyskorjaukset). Korjaustoimenpiteiden luotettavuutta ja kannattavuutta heikentää kuitenkin merkittävästi esimerkiksi ikkuna- ja ulko-ovirakenteiden huono kunto sekä kellarikerroksen rakenteissa esiintyvät selkeät kosteus- ja mikrobivauriot.

Peruskorjaustasoiset jatkotoimenpidesuositukset on esitetty kappaleessa 7.3.

Valkeakosken kirkko

SISÄLLYSLUETTELO

1 Yleistiedot 7
1.1 Tutkimuskohde 7
1.2 Tilaaja 7
1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat 7
1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt 7
1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus 8
1.6 Tutkimuksen ajankohta 8
2 Kohteen yleiskuvaus 8
3 Lähtötiedot 10
3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot 10
3.2 Tutkimusten aikana saadut tiedot 11
3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria 11
3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset 11
4 Tutkimusmenetelmät 11
5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset 12
5.1 Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät 12
5.1.1 Havainnot 12
5.1.2 Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuositukset 13
5.2 Perustukset, maanvaraiset seinärakenteet 14
5.2.1 Havainnot ja kosteusmittaukset 15
5.2.2 Mikrobianalyysit 19
5.2.3 Merkkiainekokeet 19
5.2.4 Johtopäätökset 21
5.2.5 Toimenpide-ehdotukset 21
5.3 Alapohjarakenteet 22
5.3.1 Rakenne ja sijainti 22
5.3.2 Havainnot ja kosteusmittaukset 23

5.3.3 Painesuhdemittaukset ja merkkiainekokeet....28
5.3.4 Johtopäätökset....31
5.3.5 Toimenpide-ehdotukset....32
5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet....33
5.4.1 Rakenne ja sijainti....33
5.4.2 Havainnot....34
5.4.3 Kosteusmittaukset....38
5.4.4 Mikrobianalyysit....39
5.4.5 Merkkiainekokeet....39
5.4.6 Johtopäätökset....41
5.4.7 Toimenpide-ehdotukset....41
5.5 Välipohjarakenteet....42
5.5.1 Rakenne ja sijainti....42
5.5.2 Havainnot....43
5.5.3 Johtopäätökset....45
5.5.4 Toimenpide-ehdotukset....45
5.6 Väliseinät....46
5.6.1 Rakenne ja havainnot....46
5.6.2 Johtopäätökset....47
5.6.3 Toimenpidesuositukset....47
5.7 Yläpohjat ja vesikatot....48
5.7.1 Rakenne ja sijainti....48
5.7.2 Havainnot....49
5.7.3 Mikrobianalyysit....54
5.7.4 Johtopäätökset....55
5.7.5 Toimenpidesuositukset....55
6 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset....56
6.1 Paine-ero....56
6.1.1 Mittaustulokset....56
6.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset....57
6.2 Hiilidioksidipitoisuus....57
6.2.1 Mittaustulokset....57

6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 57
6.3.1 Mittaustulokset 57
6.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset 59
6.4 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt 59
6.4.1 Mittaustulokset 59
6.4.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset 60

7 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä 60
7.1 Johtopäätökset 60
7.2 Heti tehtävät toimenpiteet 61
7.3 Suositeltavat toimenpiteet rakenneosittain 63
7.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa 65

8 Päiväys ja allekirjoitukset 66

LIITTEET:

Liite 1 Pohjapiirustukset
Liite 2 Kosteusmittauspöytäkirja
Liite 3 Analyysivastaukset
Liite 4 Tutkimusmenetelmät ja viitearvot
Liite 5 Ilmanvaihdon katselmusraportti

JAKELU:

Karri Koivusilta, kiinteistöpäällikkö karri.koivusilta@evl.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Valkeakosken kirkko
Osoite:	Kirkkotie 1, 37600 Valkeakoski
Kiinteistötunnus:	908-2-26-1
Tehtävä:	Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus
Työnumero:	3223108.1

1.2 Tilaaja

Nimi:	Lempäälän ja Sääksmäen seurakunnat
Osoite:	Manttaalitie 15, 37500 Lempäälä
Yhteyshenkilö:	Koivusilta Karri, kiinteistöpäällikkö
Puhelin:	040 649 5440
Sähköposti:	karri.koivusilta@evl.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Saija Korpi
Puhelin:	040 190 8765
Tutkimushenkilöt:	RI, RTA Tero Mantela
	Ins., RTA Saija Korpi

1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

Kohteessa pääasialliset rakenneavaukset ja rakennuksen ulkopuolelle tehtyjen rakenneavausten paikkaukset suoritti Rakennusliike Rauno Salo Oy.

1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kirkkorakennuksen nykyistä sisäilman laatua, rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa sekä arvioida mahdollisia sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimukset suoritettiin 30.6.2023 päivätyn tarjouksen mukaisesti.

Kirkkorakennus on ollut pois käytöstä vuodesta 2018 lähtien. Kellarikerroksessa on todettu jo aiemmin kosteusongelmia, minkä seurauksena kellarikerroksen rakenteista on poistettu lattiapinnoitteet ja tasoitteet sekä ulko- ja väliseinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli erityisesti arvioida niitä toimenpiteitä, jotka tulisi tehdä, jotta rakennuksen käyttöönotto olisi mahdollista.

1.6 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimuksia suoritettiin 24.8. ja 10.10.2023 välisenä aikana.

2 Kohteen yleiskuvaus

Rakennus on Arkkitehti Veikko Larkaksen suunnittelema vuonna 1969 käyttöön vihitty kirkkorakennus.

Kohde	Valkeakosken kirkko
Osoite	Kirkkotie 1, 37600 Valkeakoski
Kiinteistötunnus	908-2-26-1
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni
Rakennusvuosi	1969
Peruskorjaus-/laajennusvuosi	IV uusittu vuonna 2000
Kerrosluku	2, osittainen kellarikerros
Tilavuus	22 000 m^3
Kerrosala	2 120 m^2
Ilmanvaihtojärjestelmät	paikoin koneellinen poisto, paikoin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysjärjestelmät	Kaukolämpö, vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys



Kuva 1
Tutkimusalue korostettuna kuvassa (lähde: Open Street Map).



Kuva 2
Yleiskuva etelän puoleisesta julkisivusta.



Kuva 3
Yleiskuva pohjoisen puoleisesta julkisivusta.



Kuva 4
Yleiskuva kirkkorakennuksesta sisäpihan puolelta.



Kuva 5
Yleiskuva kirkkosalista.



Kuva 6
Yleiskuva rippikoulusalista 1.11.



Kuva 7
Yleiskuva sakaristosta 1.23

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

Lähtötietona käytössä oli seuraavat asiakirjat:

- Pohjapiirustukset
- Arkkitehdin leikkauspiirustukset
- Lämpötilan hallinta sekä mikrobitutkimukset Valkeakosken kirkolla, raportti, Finvenit Oy, 11.2.2008
- Asbestikartoitus, Pirkanmaan KH-yhtiöt, 03.2014
- Mikrobi- ja haitta-ainetutkimukset Valkeakosken kirkon tiloissa, Pirkanmaan KH-yhtiöt, 28.4.2014
- Valkeakosken kirkon sisäilmaongelma, Työterveyshuollon arvio siihen liittyvistä terveyshaitoista, Atterno Terveyspalvelut Oy, 30.10.2014
- Sisäilman radon, alphaRadon, 3.2.2017
- Ulkorakenteiden kuntotutkimus, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 31.7.2017
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 30.8.2017
- Kevennetty kuntoarvio, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 31.8.2017

3.2 Tutkimusten aikana saadut tiedot

Kirkkosalin sisäilman lämpötila laskee talviaikana todella alhaiseksi.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Lähtötietojen perusteella rakennuksessa ei ole tehty mittavia peruskorjaustasoisia korjauksia. Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit on uusittu vuonna 2002. Lämmönsiirtimet oheislaitteineen ovat vuodelta 2001.

Kirkkosalin alla olevaa ryömintätilaa on puhdistettu ja ryömintätilassa olevat tuloilmakanavat on lämmöneristetty. Ryömintätilaan on asennettu erillinen alipainetuuletin, sokkelirakenteissa oleva korvausilmaventtiilejä on laitettu umpeen ja ryömintätilan betonirakenteita on lisälämmöneristetty sisäpuolelta. Tarkemmat korjausajankohdat eivät ole tiedossa.

Lähtötietojen perusteella Sakariston alapuolella oleva kellarikerroksen on otettu pois käytöstä vuonna 2014 ja kellarikerrokseen johtavaan porrashuoneeseen on rakennettu osastoiva seinä (havaintojen perusteella seinä on epätiivis).

3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset

Rakennuksessa on suoritettu vuosina 2008 ja 2014 sisäilman laatuun liittyneitä tutkimuksia. Tutkimuksissa on erityisesti tutkittu mikrobiepäpuhtauksien esiintymistä ns. sivelynäytteiden ja pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimusten avulla. Tutkimuksissa on havaittu mikrobiepäpuhtauksia erityisesti kirkkosalin alla olevassa ryömintätilassa ja kellarikerroksen käytävätiloissa.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Aistinvaraiset arviot rakennuksen ulkopuolelta, sisäilmasta, tilapinnoilta ja rakenneavauksista
- Pintakosteuskartoitus
- Rakennekosteusmittaus (9 kpl)

- Rakenneavaukset (US 6 kpl, AP 3 kpl, YP 3 kpl)
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi (yht. 7 kpl)
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, yht. 5 tutkittua tilaa/rakennetta)
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset (yht. 5 kpl)
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset (yht. 5 kpl/ eri tilaa)
- Sisäilman mineraalivillakuidut (yht. 2 tilaa)

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibrointitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 4.

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät

5.1.1 Havainnot

Piha-alueet ovat pääosin nurmikkopintaisia. Etelän puolella pääsisäänkäynnin kohdalla ja sakaristosiiven edustalla on pihakivetystä. Nurmikkopintaisilla piha-alueilla hienojakoinen maa-aines on ulkoseinä- ja sokkelirakenteita vasten eikä ulkopuolista kosteuseristettä ole, mikä aiheuttaa rakenteisiin merkittävää kosteusrasitusta. Kirkon eteläosassa, nurmialueella on tapahtunut osittaista maanpinnan painumaa.

Lähtötietojen perustella salaojitukset ovat alkuperäisiä savitiiliputkia. Alkuperäisten savitiiliputkien tekninen käyttöikä on ylittynyt. Rakennuksen ulkopuolella ei havaittu salaojien tarkastuskaivoja, joiden kautta salaojien toimivuutta olisi voitu tarkastaa. Kellarikerroksesta tehtyjen havaintojen perusteella salaojitukset eivät enää toimi suunnitellusti, koska maanvastaisissa rakenteissa esiintyy selvästi poikkeavaa kosteutta. Kellarikerroksen alapohjassa olevan rakenneavauksen kohdalla olevat tiilisalaojaputket ovat rikkoutuneet.

Pinta- ja valumavesien ohjaus on silmämääräisten havaintojen perusteella toimivaa. Lähtötietojen perusteella sisäpihan puolelle on lisätty sadevesikaitoja ja piha-aluetta on asfaltoitu kirkkosalin verestä kirkkosalin vesikatolta valuvien sadevesien hallitsemiseksi.



Kuva 8
Kirkkorakennuksen piha-alueet ovat pääsääntöisesti nurmikkopintaisia.



Kuva 9
Kirkkorakennuksen piha-alueet ovat pääsääntöisesti nurmikkopintaisia.



Kuva 10
Sisäpihan puolella on nurmikkopinta. Rippikoulusiivessä sokkelia vasen on hieno maa-aines.



Kuva 11
Sisäpihalle kirkkosalin viereen on lisätty sadevesikaivoja ja piha-alueetta on asfaltoitu.

5.1.2 Johtopäätökset ja jatkotoimenpidesuositukset

Tutkimusten perusteella rakennuksen ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa esiintyy puutteita. Alkuperäisten tiilisalaojaputkien tekninen käyttöikä on ylittynyt ja tutkimusten perusteella salaojat eivät toimi suunnitellusti, koska kellarikerroksen maavastaisissa seinärakenteissa esiintyy selvästi poikkeaa kosteutta.

Seuraavassa peruskorjauksessa sokkelirakenteiden ja maanvastaisten ulkoseinärakenteiden ulkopintaan asennetaan uudet lämmön- ja vedeneristykset. Samassa yhteydessä uusitaan salaojat ja sadevesijärjestelmät. Rakennuksen ulkopuolisia maanpintoja muokataan rakennuksesta poispäin viettäviksi.

5.2 Perustukset, maanvaraiset seinärakenteet

Rakennuksen perustamistavoista ei ole tarkkaa tietoa, koska rakennesuunnitelmia ei ole käytettävissä. Vuonna 2017 päivätyssä kevennetyssä kuntoarvioraportissa on esitetty, että rakennuksen perustamisolosuhteina on moreeni/kallio sekä osittain myös kivinen savikerros. Täten kirkkosalin perustukset ovat paalutettuja ja loput länsiosan tiloista ovat perustettu maanvaraisesti.

Rakennuksessa on osittainen, pääosin ulkopuolista maanpintaa alempana oleva kellarikerros. Lähtötietoina käytettävissä olevien arkkitehtipiirustusten perusteella maanvastaiset seinärakenteet ovat pääosin betoni-villa-betoni-rakenteisia. IV-konehuoneessa 0.09 ja konehuoneen viereisessä varastotilassa 0.08 maanvastaisen seinän sisäpinnassa on tiilikuorimuuraus. Ryömintätilan kohdalla olevat maanvastaiset seinärakenteet on sisäpuolelta XPS-eristeillä eristettyjä betonirakenteita. Väestönsuojan kohdalla maanvastaiset seinät ovat massiivisia betonirakenteita (paksuus ei ole tiedossa).

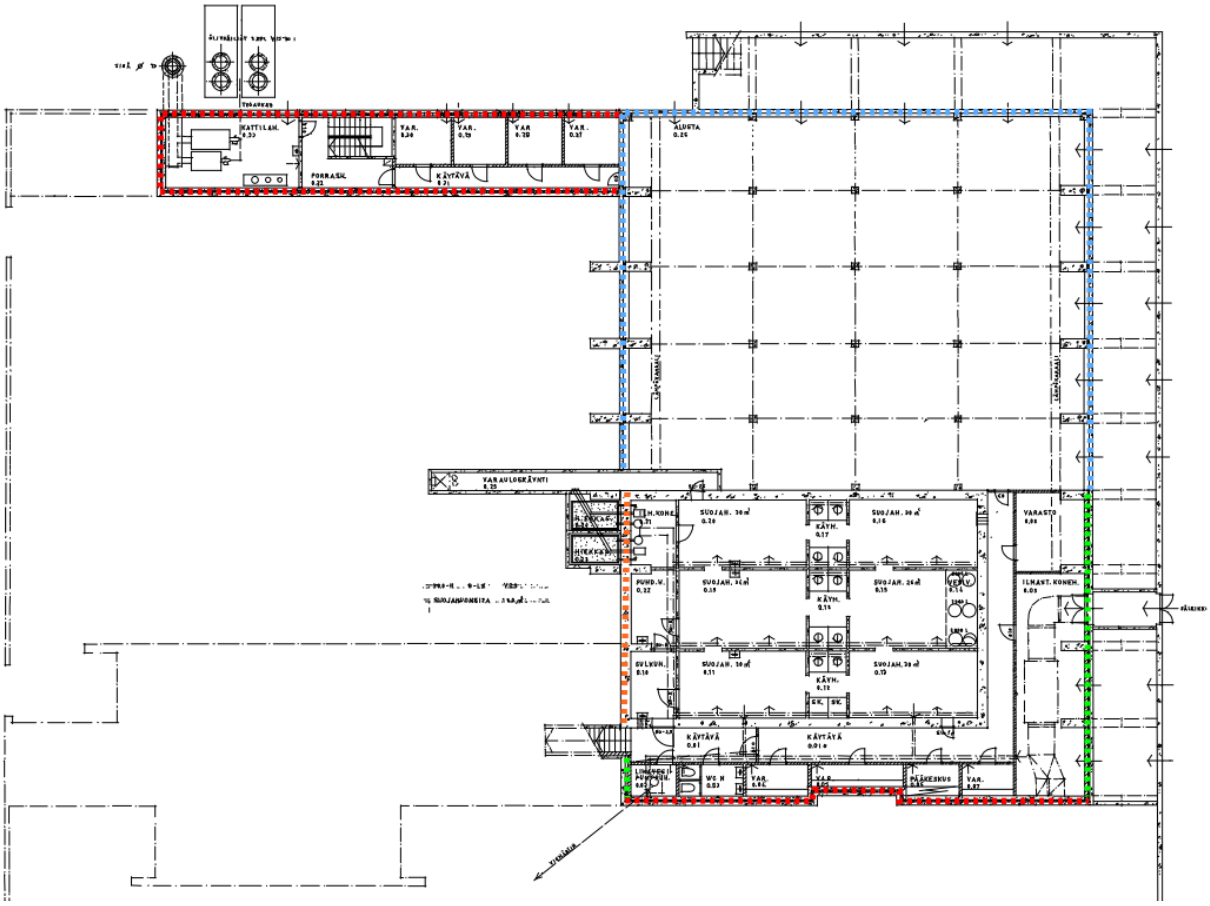
Rakennetarkastusten MVS1 ja MVS3 perusteella betonirakenteisten maanvastaisten seinien rakenne on seuraava sisältä ulospäin katsottaessa:

- maali ja rappaus 10…20 mm
- betoni 140…240 mm
- mineraalivilla 30…100 mm
- betoni (ei läpiporausta)

Sisäpuolelta kuorimuuratun maanvastaisen seinän rakenne (avaus MVS2) on seuraava sisältä ulospäin katsottuna seuraava:

- tiilisisäkuori 130 mm
- mineraalivilla 100 mm
- bitumisively
- betoni (ei läpiporausta)

Maanvastaisissa seinärakenteissa ei ole ulkopuolisia vedeneristeitä, ja rakenteissa mahdollisesti olevan alkuperäisen vedeneristeen (bitumisively) tekninen käyttöikä on ylittynyt. Bitumisivelyä ei kuitenkaan kaikissa maanvastaisiin seinärakenteisiin tehdyissä rakenneavauspisteissä havaittu.



Kuva 12
Maanvastaisten seinärakenteiden rakennetyypit pohjapiirustuksessa:
- Ryömintätilan maanvastaiset seinärakenteet (sisäpinnassa XPS-eriste)
- Kellarikerroksen maanvastaiset seinät (betoni – villa – betoni)
- Väestönsuojan maanvastainen seinä (paksuus ei tiedossa)
- Kuorimuurattu maanvastainen seinä (tiili – villa – betoni)

5.2.1 Havainnot ja kosteusmittaukset

Kellarikerroksen maanvastaisten seinärakenteiden alaosista on poistettu vanhat maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia. Tutkimusten perusteella maanvastaisten seinärakenteiden alaosissa esiintyy edelleen poikkeavaa kosteutta pintakosteudenilmaisimen sekä lämmöneristekerrokseen kohdistettujen rakennekosteusmittausten perusteella.

Aistinvaraisten arvioiden perusteella maanvastaisten seinärakenteiden lämmöneristeet ovat kosteusvaurioituneet. Kellarikerroksen maanvastaisiin seiniin kohdistuu merkittävää ulkopuolista kosteusrasitusta ja rakenteissa esiintyy paikoin kosteusvauriojälkiä (kalkkihärmää), vaikka rakenteiden sisäpinnasta on jo poistettu maali- ja

rappauspinnat. Ryömintätilan puolelta tehtyjen havaintojen perusteella myös ryömintätilaan pääsee kulkeutumaan ulkopuolista kosteutta maanvastaisten seinien alitse.



Kuva 13
Kirkkosalin alapuolella olevan kellarikerroksen maanvastaisten seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia (kuva tilasta 0.08).



Kuva 14
Kellarikerroksen maanvastaisten seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia (tila 0.06).



Kuva 15
Sakaristosiiven kellarikerroksen maanvastaisten seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia.



Kuva 16
Sakaristosiiven kellarikerroksen maanvastaisten seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia.



Kuva 17
Sakaristosiiven kellarikerroksen käytävällä 0.31 ja varastotilassa 0. 27 maanvastaisessa seinässä kosteusvauriojälkiä (kalkkihärmää), mikä kertoo merkittävästä rakenteeseen kohdistuvasta kosteusrasituksesta.



Kuva 18
Ryömintätilassa maanvastaiset seinät on lämmöneristetty sisäpuolelta XPS-eristelevyin.



Kuva 19
Ryömintätilaan pääsee kulkeutumaan rakennuksen ulkopuolista kosteutta maanvastaisten seinärakenteiden alitse.



Kuva 20
Väestönsuojan kohdalla oleva maanvastainen seinärakenne (tila 0.22). Väestönsuojan maanvastaisissa seinissä ei todettu selvästi poikkeavaa kosteutta pintakosteudenilmaisimella.



Kuva 21
Sakaristosiiven kellarin käytävälle 0.31 maanvastaiseen seinään tehty rakenneavaus MVS1.



Kuva 22
Maanvastaisen seinän eristemateriaalit ovat kosteusvaurioituneet. Ulkopinnassa olevan betonirakenteen sisäpinnassa ei todettu bitumisivelyä.



Kuva 23
Varastotilan 0.08 tehtiin rakenneavaus MVS2.



Kuva 24
Kuorimuurauksen takana on mineraalivillalämmöneriste ja bitumisively.

Kosteusmittausten perusteella maanvastaisten seinärakenteiden eristekerroksessa esiintyy selvästi poikkeavaa kosteutta. Kosteusmittausten sijainnit ja tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 1 olevissa pohjapiirustuksissa ja liitteessä 2 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Taulukko 1
Maanvastaisten seinärakenteiden eristekerroksen kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Tila	Rakenne	RH%	°C	Tulkinta
MP1	Varasto 0.04	VM3, eristetila Sisäilma	99,7 70,6	18,0 18,3	Eristetila märkä
MP2	Varasto 0.08	VMS, eristetila	92,2	16,3	Eristetila märkä

Mitta-piste	Tila	Rakenne	RH%	°C	Tulkinta
		Sisäilma	66,6	18,9	
MP3	Käytävä 0.31	VMS, eristetila Sisäilma	96,0 68,8	16,2 18,0	Eristetila märkä
MP4	Varasto 0.27	VMS, eristetila Sisäilma	96,0 68,8	15,4 18,0	Eristetila märkä

5.2.2 Mikrobianalyysit

Maanvastaisten seinärakenteiden rakenneavausten yhteydessä otettiin kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmat tulokset on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2
Maanvastaisten seinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Avaus-piste	Materiaali	Tulkinta
US3	Sakaristosiipi, käytävä 0.31	MVS1	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
US4	Varasto 0.08	MVS2	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
US5	Varasto 0.04	MVS3	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa

Analyysitulosten perusteella maanvastaisten ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy paikoin selviä viitteitä mikrobivaurioista.

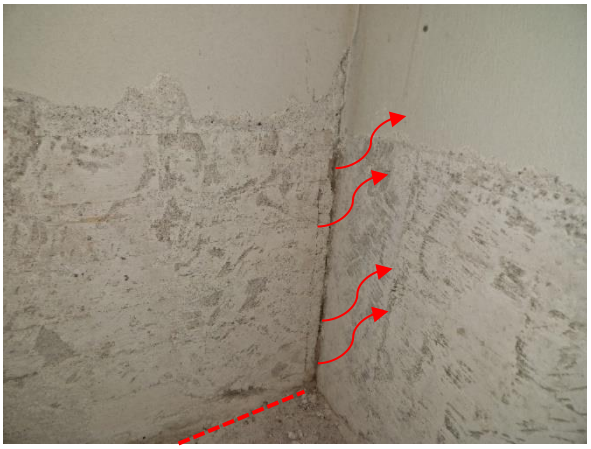
5.2.3 Merkkiainekokeet

Merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta) laskettiin varastotilan 0.27 maanvastaisen seinärakenteen eristekerrokseen sisäkuoreen porattujen reikien kautta, jotka tiivistettiin huolellisesti. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa ja alla olevissa valokuvissa. Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavan tilan ollessa noin -3 Pa alipaineinen maanvastaisen seinän eristetilaan nähden.

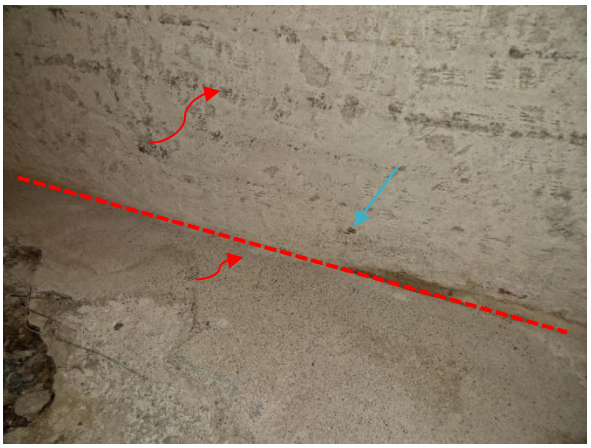
Merkkiainekokeiden perusteella maanvastaisissa ulkoseinärakenteissa esiintyy selviä ja toistuvia ilmavuotokohtia, joiden kautta maanvastaisten ulkoseinärakenteisen lämmöneristeistä tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin. Ilmavuotokohtina toimivat erityisesti alapohjan ja maanvastaisen ulkoseinän liitoskohta, maanvastaisen seinän ja väliseinien liitoskohdat, betonisisäkuoressa ja alapohjarakenteessa olevat halkeamat sekä maanvastaisissa seinissä olevat vanhat lämpöpatterien kiinnikkeiden kohdat.



Kuva 25
Merkkiaineen syöttöpiste esitetty kuvassa sinisellä nuolella. Ilmavuotokohdat esitetty tarkemmin seuraavissa kuvissa.



Kuva 26
Maanvastaisen seinän eristetilasta tapahtui ilmavuotoja väliseinän ja maanvastaisen seinän rakenneliittymästä ja liittymissä olevasta halkeamasta.



Kuva 27
Merkkiaineen syöttöpiste esitetty kuvassa sinisellä nuolella. Maanvastaisen seinän eristetilasta tapahtui ilmavuotoja alapohjan ja maanvastaisen seinän liittymästä, vanhojen patterikiinnikkeiden kohdista ja alapohjan betonilaatassa olevasta halkeamasta.



Kuva 28
Maanvastaisen seinän eristetilasta tapahtui ilmavuotoja väliseinän ja maanvastaisen seinän rakenneliittymästä ja vanhojen patterikiinnikkeiden kohdista.

5.2.4 Johtopäätökset

Kosteusmittausten perusteella kellarikerroksen maanvastaisissa ulkoseinärakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta, maanvastaisten seinien lämmöneristekerroksissa esiintyy paikoin mikrobivaurioita ja merkkiainekokeiden perusteella eristekerroksesta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin. Rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden johdosta, maanvastaisten seinien alaosista on jo aiemmin poistettu maali- ja rappauspinnat.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot heikentävät kellarikerroksen sisäilman laatua. Kellarikerroksesta esiintyy tutkimusten perusteella ilmavuotoja myös 1. kerrokseen, jotka heikentävät 1. kerroksen sisäilman laatua. Esimerkiksi Sakaristosiiven 1. kerroksen sisäilmassa esiintyy selvää öljyhiilivetyjen hajua, joka kulkeutuu kellarikerroksessa sijaitsevasta lämmönjakohuoneesta.

5.2.5 Toimenpide-ehdotukset

Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavaa peruskorjausta, suositellaan että kellarikerrokset jätetään pois käytöstä ja ne eristetään / osastoidaan luotettavasti yläpuolisista käyttötiloista ja alipaineistetaan luotettavasti koneellisesti.

Seuraavassa peruskorjauksessa maanvastaisiin ulkoseinärakenteisiin asennetaan ulkopuoliset lämpö- ja vedeneristykset ja samassa yhteydessä uusitaan salaojat. Maanvastaisten seinien kosteus- ja mikrobivaurioituneiden lämmöneristeiden uusinta on käytännössä teknisesti mahdotonta (pl. kuorimuurattujen ulkoseinien lämmöneristeet), joten maanvastaisten ulkoseinärakenteiden sisäkuoren tiivistys luotettavilla menetelmillä on suositeltavaa rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Tiivistyskorjauksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon rakenteissa esiintyvä poikkeava kosteus.

5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Rakenne ja sijainti

Kellarikerroksen alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti riskialttiita lämpö- ja kosteuseristämättömiä teräsbetonilaattoja (pintalaatta 40 mm, pohjalaatta 80 mm). Kellarikerroksen alapohjarakenteista on jo aiemmin poistettu lattiapinnoitteet ja tasoitteet alapohjarakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden johdosta.

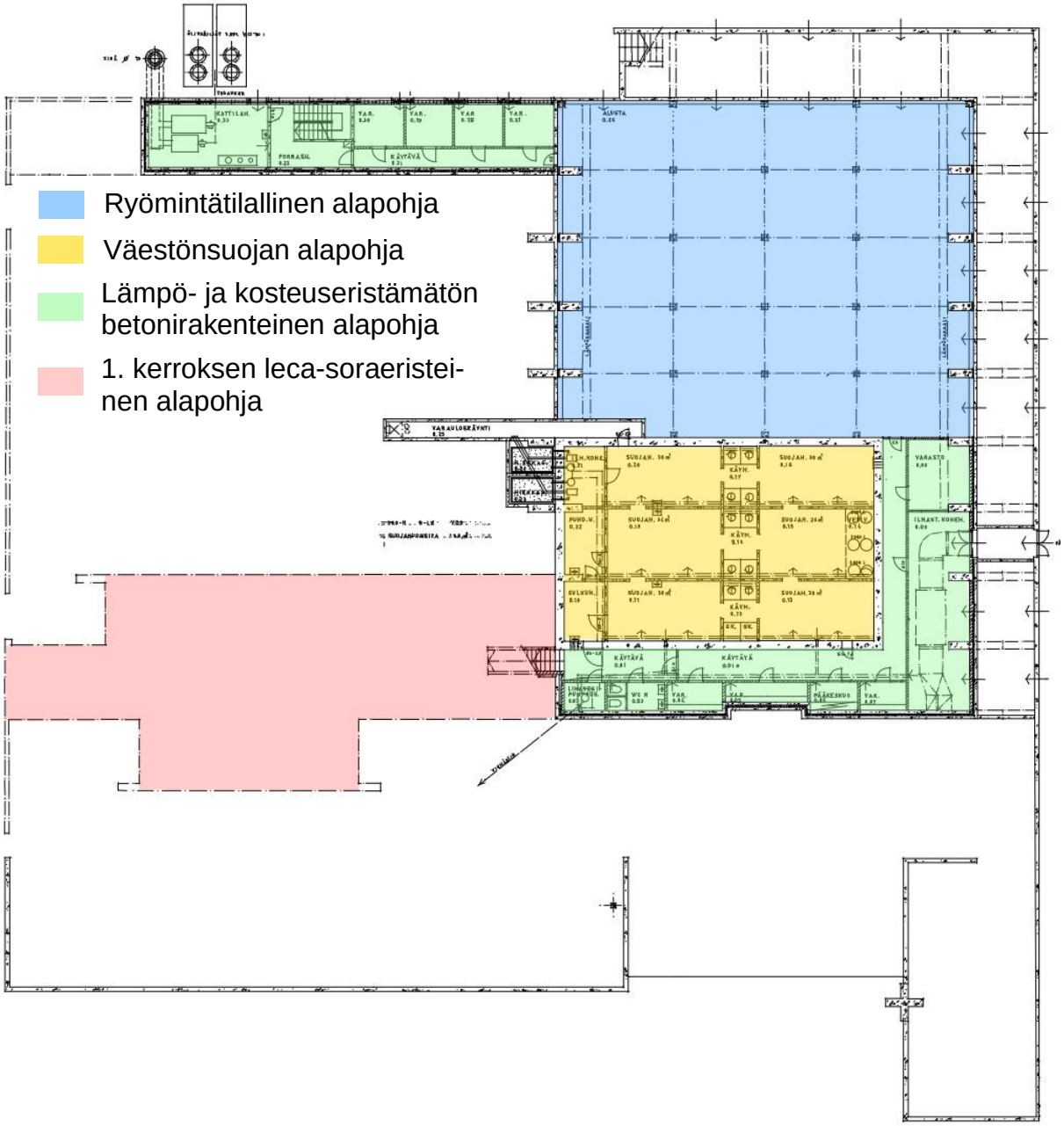
Kellarikerroksessa on väestönsuojatiloja. Väestönsuojien kohdalla alapohjarakenteena on todennäköisesti vesipaine-eristetty lämpöeristämätön betonilaatta. Betonilaatan kokonaispaksuus ei ole tiedossa.

Kirkkosalin kohdalla alapohjarakenteena on ryömintätilallinen alapohja. Lähtötietojen perusteella ryömintätilasta on aiemmin poistettu rakennusjätteitä ja puumateriaaleja. Ryömintätilassa ei ole enää betonirakenteiden muottimateriaaleja. Ryömintätilaan on asennettu kanavapuhallin ryömintätilan tuulettumisen parantamiseksi. Ryömintätilaa vasten olevan kirkkosalin alapohjarakenteen tarkka rakenne ei ole tiedossa, eikä rakenteeseen tehty rakenneavauksia tämänkään tutkimuksen yhteydessä, koska alapohjarakenteessa on vesikiertoinen lattialämmitys.

1. kerroksen rippikoulusiivessä on maanvarainen alapohjarakenne. Alapohjarakenteeseen tehtiin yksi rakenneavaus rakenteen tarkastamiseksi. Rakennetarkastuksen perusteella rippikoulusalin 1.11 alapohjan rakenne on seuraava ylhäältä alaspäin katsottaessa:

- vinyylilaatta
- tasoite 5…10 mm
- betonilaatta n. 70 mm
- kovalevy x 2, 10 mm
- lecasora-eriste 160 mm
- betoni (ei läpiporausta)

Rippikoulusalin alapohjarakenteessa kulkee putkikanaali.



Kuva 29
Alapohjarakenteiden sijainnit pohjakuvassa esitettynä.

5.3.2 Havainnot ja kosteusmittaukset

Kellarikerroksen alapohjien rakenteita tarkasteltiin Sakaristosiiven kellarikerroksessa olevan vanhan rakenneavauskohdan (varasto 0.27) ja IV-konehuoneen viereisen varastotilan 0.08 alapohjarakenteeseen tehtyjen rakenneavausten kautta. Rakennetarkastusten perusteella kellarikerroksen alapohjarakenteet ovat n. 120 mm paksuja (pintalaatta n. 40 mm, pohjalaatta 80 mm) kosteusteknisesti riskialttiita lämpö- ja

kosteuseristämättömiä teräsbetonilaattoja, joiden alla on märkä hieno hiekka. Pintakosteusmittausten perusteella kellarikerroksen alapohjarakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta. Kellarikerroksen alapohjarakenteista on jo poistettu lattiapinnoitteet ja tasoitteet rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden johdosta.

Väestönsuojien alueella alapohjarakenteissa ei ollut havaittavissa selvästi poikkeavaa kostetta pintakosteudenilmaisimella, pl. sulkuhuoneen 0.10 kohdalla alapohjassa olevan padotusventtiilikaivon ympäristö. Väestönsuojien alapohjarakenteiden lattiapinnoitteet olivat paikoin kuluneet.

Kirkkosalin alapuolella olevan ryömintätilan sisäilmassa esiintyy selvää mikrobiperäistä hajua. Ryömintätilassa täyttömaana on käytetty hienojakoista hiekkaa, hiekkatäyttö on aistinvaraisesti märkää ja täyttömaan päällä esiintyy runsaasti poikkeavan kosteuden aiheuttamaa kalkkihärmää. Havaintojen perusteella ryömintätilan maanvastaisiin seiniin on asennettu XPS-lämmöneristeet ja ryömintätilaan on asennettu yksi kanavapuhallin ryömintätilan tuulettumisen parantamiseksi. Ryömintätilaan johdetaan korvausilmaa yhdestä maanvastaisessa seinässä olevasta korvausilmaventtiilistä. Havaintojen perusteella ryömintätilaan pääsee kulkeutumaan ulkopuolista kosteutta maanvastaisten seinärakenteiden alitse.

Rippikoulusalin alapohjarakenteeseen tehtiin yksi rakenneavaus rakenteen toteutustavan kartoittamiseksi. Rakenneavauksen perusteella alapohjassa betonilaatan ja lecasora-eristeen välissä on kaksi kovalevyä. Kovalevyt olivat tutkimuspisteessä aistinvaraisesti hyväkuntoisia ja kovia, eikä niissä ollut havaittavissa kosteusvaurioita.

Pintakosteusmittausten perusteella rippikoulusiiven alapohjarakenteissa ei esiinny poikkeavaa kosteutta. Rippikoulusalin lecasora-eristekerroksen suhteellinen kosteus mitattiin neljästä eri pisteestä. Mittapisteet porattiin ulkoseinärakenteiden läheisyyteen alapohjassa olevan lattialämmityksen takia, minkä johdosta mittarei'istä mitattu lämpötila-arvo on alhainen, ollen välillä 11…15 °C. Mittaustulosten perusteella lecasora-kerroksessa ei esiinny merkittävästi poikkeavaa kosteutta.

Taulukko 3
Rippikoulusiiven maanvastaisen alapohjarakenteen eristekerroksen kosteusmittausten tulokset.

Mitta-piste	Tila	Rakenne	RH%	°C	Tulkinta
MP6	Käytävä 1.17	AP, lecasora-eris-tekerros	55,3	14,5	Kosteus normaali
MP7	Käytävä 1.17	AP, lecasora-eris-tekerros	53,2	13,2	Kosteus normaali
MP8	Rippikoulusali 1.11	AP, lecasora-eris-tekerros	83,8	11,0	Kosteus normaali
MP9	Rippikoulusali 1.11	AP, lecasora-eris-tekerros	63,9	14,9	Kosteus normaali
		Sisäilma	29,7	19,7	

Rippikoulusalin 1.11 alapohjassa kulkee putkikanaali. Havaintojen perusteella kanaalin tarkastusluukku on epätiivis, joten ilmavuodot kanaalista ovat mahdollisia. Kanaalissa kulkee mineraalivillalla eristettyjä lämmitysputkia, kanaalissa esiintyy myös rakennus-jätteitä ja muita epäpuhtauksia.



Kuva 30
Varastotilan 0.08 alapohjaan tehty rakenneavaus AP1. Kellarikerroksen alapohjarakenteissa esiintyi laajasti poikkeavaa kosteutta.



Kuva 31
Kellarikerroksen alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita. Betonilaatan alla on märkä hieno hiekka.



Kuva 32
Varaston 0.27 kohdalla alapohjassa on aukko. Aukon kohdalla on muovilla peitetyt rikkoutuneet tiilisalaojaputket.



Kuva 33
Sakaristosiiven kellarin alapohjissa ei ole kosteus- tai lämmöneristeitä. Alapohjissa esiintyy poikkeavaa kosteutta.



Kuva 34
Yleiskuva väestönsuojasta.



Kuva 35
Väestönsuojan lattiapinnoitteet ovat paikoin kuluneet.



Kuva 36
Kirkkosalin alapuolella on ryömintätilallinen alapohjarakenne.



Kuva 37
Ryömintätilan sisäilmassa esiintyy selvää mikrobiperäistä hajua.



Kuva 38
Ryömintätilassa täyttömaana on märkä hieno hiekka. Märkä hiekka tarttuu kenkiin kiinni ryömintätilassa liikuttaessa.



Kuva 39
Ryömintätilassa täyttömaan päällä esiintyy runsaasti poikkeavan kosteuden aiheuttamaa kalkkihärmää.



Kuva 40
Rippikoulusalin 1.11 maanvastaiseen leca-soraeristeiseen alapohjaan tehtiin yksi rakenneavaus.



Kuva 41
Leca-soraeristeen ja betonilaatan välissä olevissa kovalevyissä ei havaittu aistinvaraisesti vaurioita.



Kuva 42
Rippikoulusalin 1.11 alapohjassa on epätiivis putkikanaalin luukku.



Kuva 43
Kanaalissa on mineraalivillalla eristettyjä lämmitysputkia, rakennusjätteitä ja muita epäpuhtauksia.

5.3.3 Painesuhdemittaukset ja merkkiainekokeet

Kirkkosalin alapuolella olevaan ryömintätilaan on asennettu yksi kanavapuhallin, jonka tavoitteena on todennäköisesti alipaineistaa ryömintätila ympäröiviin tiloihin nähden. Korvausilma johdetaan ryömintätilaan yhden maanvastaisessa seinässä olevan korvausilmaventtiilin kautta.

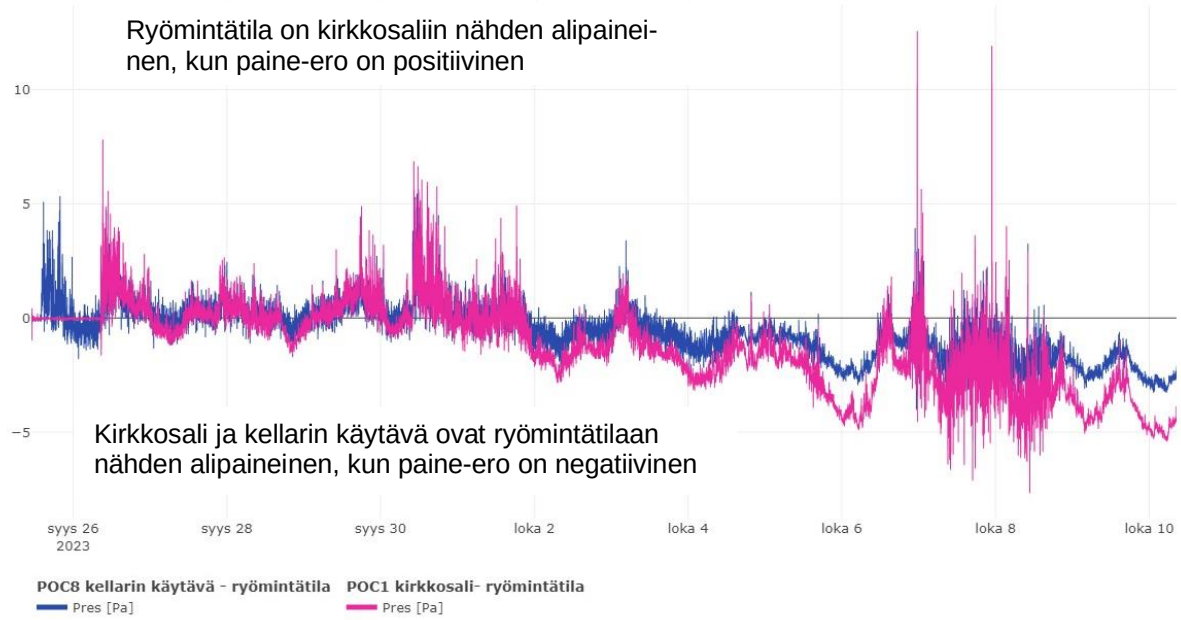
Kirkkosalin ja ryömintätilan välisiä painesuhteita seurattiin kahdessa pisteessä kahden viikon ajan jatkuvatoimisten etäluettavien mittalaitteiden avulla. Toinen painesuhdemittalaite seurasi kirkkosalin ja ryömintätilan välisiä painesuhteita ja toinen seurasi kellarikerroksen käytävän 0.010 ja ryömintätilan välisiä painesuhteita. Painesuhdemittausten perusteella ryömintätila ei pysy jatkuvasti alipaineisena kirkkosaliin tai kellarin käytävätilaan nähden, joten mittausten perusteella ilmavuodot ryömintätilasta sisäilmaan päin ovat mahdollisia. Ryömintätilan ja sisäilman väliset painesuhteet vaihtelivat -2…+2 Pascalin välillä.



Kuva 44
Ryömintätilassa Sakaristosiiven puoleisessa kulmassa oleva kanavapuhallin.



Kuva 45
Ryömintätilassa (varaston 0.08 puoleisessa kulmassa) oleva korvausilmaventtiili.



Kuva 46
Sisätilojen ja ryömintätilan välisen paine-eromittauksen tulokset. Painesuhdemittausten perusteella ryömintätila ei ole jatkuvasti ympäröiviin tiloihin nähden alipaineinen, joten ilmavuodot ryömintätilasta kirkkosalin ja kellarikerroksen käytävätilojen puolelle ovat mahdollisia.

Koska painesuhdemittausten perusteella ryömintätila ei pysy jatkuvasti alipaineisena kirkkosaliin 1.18 nähden, suoritettiin kirkkosalin alapohjaan merkkiainekoe alapohjan ilmatiiveyden selvittämiseksi. Merkkiainekokeessa ryömintätilan sisäilmaan laskettiin merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta) ja merkkiaineen kulkeutumista kirkkosalin sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysaattorin avulla. Merkkiainetta johdettiin ryömintätilan sisäilmaan kahdelle eri alueelle; alttarikorokkeen viereiselle alueelle maanvastaisen seinän läheisyyteen sekä väestönsuojatiloja vasten olevan väliseinän ja maanvastaisen seinän läheiselle alueelle. Tutkimushetkellä, ns. normaalitilanteessa (IV-koneet kävivät ns. automaatiolla/ puolikkaalla), kirkkosali oli noin 4 Pascalia alipaineinen ryömintätilaan nähden.

Merkkiainekokeiden perusteella ryömintätilaa vasten olevassa alapohjarakenteessa esiintyy merkittäviä, systemaattisia ilmavuotokohtia, joiden kautta ryömintätilasta sekoittui ilmaa kirkkosalin puolelle. Merkkiainekokeiden perusteella merkittäviä ilmavuotoreittejä olivat alapohjassa olevat sähköjohtojen ja lattialämmitysputkien läpiviennit, alapohjassa olevien tuloilman päätelaitteiden liittymät sekä paikallisesti ulkoseinien ja alapohjarakenteen liittymät.



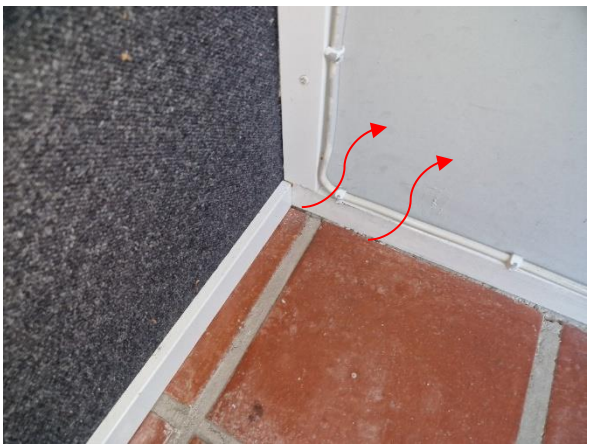
Kuva 47
Merkkiainetta johdettiin ryömintätilan sisäilmaan alttarin alapuolelle, maanvastaisen seinän läheisyyteen.



Kuva 48
Ryömintätilasta tapahtui merkittäviä ilmavuotoja sähköläpivientien, lattialämmitysputkien läpivientien ja tuloilman päätelaitteiden läpivientien kautta.



Kuva 49
Ryömintätilasta tapahtui merkittäviä ilmavuotoja tuloilman päätelaitteiden läpivientien kautta sekä paikallisesti ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymästä.



Kuva 50
Ilmavuotoja tapahtui paikallisesti myös ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymästä. Ilmavuotokohta voi jatkua alttarikorokkeen alle.



Kuva 51
Merkkiainetta johdettiin ryömintätilan sisäilmaan myös sisäpihan puoleisen maanvastaisen seinän ja väestönsuojaa vasten olevan väliseinän läheisyyteen.



Kuva 52
Ryömintätilasta tapahtui merkittäviä ilmavuotoja tuloilman päätelaitteiden läpivientien kautta.

Rippikoulusiiven käytävän 1.17 alapohjarakenteeseen tehtiin yksi merkkiainekoe kosteusmittausten yhteydessä. Merkkiainekokeessa merkkiainetta syötettiin alapohjan leca-sorakerrokseen ja merkkiaineen kulkeutumista tutkittiin kaasuanalysaattorin avulla käytävällä 1.17. Merkkiainekoe tehtiin ns. ilmanvaihdon normaalitilanteessa (IV-koneet kävivät ns. automaatiolla/ puolikkaalla). Tutkimushetkellä rippikoulusiipi oli noin -8 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Merkkiainekokeiden perusteella alapohjan leca-sorakerroksesta tapahtuu merkittäviä ilmavuotoja ikkunarakenteen ja alapohjarakenteen liittymäkohdasta. Samat ilmavuotokohdat oli havaittavissa ulkoseinän alaosaan tehdyssä merkkiainekokeessa (kts. Kuva 70).

5.3.4 Johtopäätökset

Kellarikerroksen maanvastaiset alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti toimimattomia lämpö- ja kosteuseristämättömiä teräsbetonilaattoja, minkä johdosta alapohjarakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta (pl. väestönsuojan alapohjarakenteet, joissa ei selvästi poikkeavaa kosteutta todettu). Alapohjarakenteiden alla on märkä, hieno hiekka. Rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden takia kellarikerroksen maanvastaisista alapohjista on jo aiemmin poistettu tiiviit lattapinnoitteet ja tasoitteet.

Kirkkosali on ajoittain alipaineinen ryömintätilalliseen alapohjarakenteeseen nähden ja merkkiainekokeiden perusteella ryömintätilasta tapahtuu merkittäviä ilmavuotoja kirkkosalin puolelle. Ryömintätilasta tapahtuvat ilmavuodot heikentävät kirkkosalin sisäilman laatua.

Rippikoulusiiven maanvastaisessa lecasora-eristeisessä alapohjarakenteessa ei esiinny poikkeavaa kosteutta. Alapohjan eristekerroksesta todettiin kuitenkin tapahtuvan merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan päin. Alapohjassa kulkee myös epäpuhtauksia sisältävä tekniikkakanaali, josta voi tapahtua ilmavuotoja rippikoulusalin sisäilmaan.

5.3.5 Toimenpide-ehdotukset

Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavaa peruskorjausta, suositellaan että kellarikerrokset jätetään pois käytöstä ja ne eristetään / osastoidaan luotettavasti yläpuolisista käyttötiloista ja alipaineistetaan luotettavasti koneellisesti.

Ryömintätilaa vasten olevan alapohjarakenteen ilmatiiveyttä tulee parantaa ryömintätilasta tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Tiivistykset tulee tehdä alapohjassa oleviin tuloilman päätelaitteiden liittymiin, läpivienteihin sekä seinä- ja alapohjarakenteiden liittymiin. Tiivistysten luotettava toteuttaminen voi vaatia myös kirkkosalin alttarikorokkeen osittaista purkamista, koska ilmavuotoja todettiin tapahtuvan myös korokkeen alta alapohja- ja ulkoseinärakenteen liittymästä. Lisäksi ryömintätilan alipaineisuus kirkkosaliin nähden tulee varmistaa koneellista poistoilmanvaihtoa tehostamalla.

Rippikoulusiiven maanvaraisen lecasora-eristeisen alapohjarakenteen ilmatiiveyttä tulee parantaa rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Tiivistysten luotettavuutta ja kannattavuutta vähentävät huonokuntoiset ikkuna- ja ulko-ovirakenteet. Alapohjassa oleva putkikanaali tulee alipaineistaa ja kanaalin luukku tiivistää ilmatiiviiksi.

Seuraavassa peruskorjauksessa kellarikerroksen maanvaraiset alapohjarakenteet suositellaan uusittavaksi kokonaisuudessaan kosteusteknisesti toimivilla rakennekaisuilla. Alapohjarakenteiden uusinnan yhteydessä joudutaan purkamaan myös kellarikerroksen väliseinärakenteita. Kirkkosalin ryömintätilaa vasten oleva alapohjarakenne joudutaan peruskorjauksessa uusimaan kantavaa teräsbetonirakennetta lukuun ottamatta, mikäli lattian vesikiertoinen lattialämmitysputkisto uusitaan.

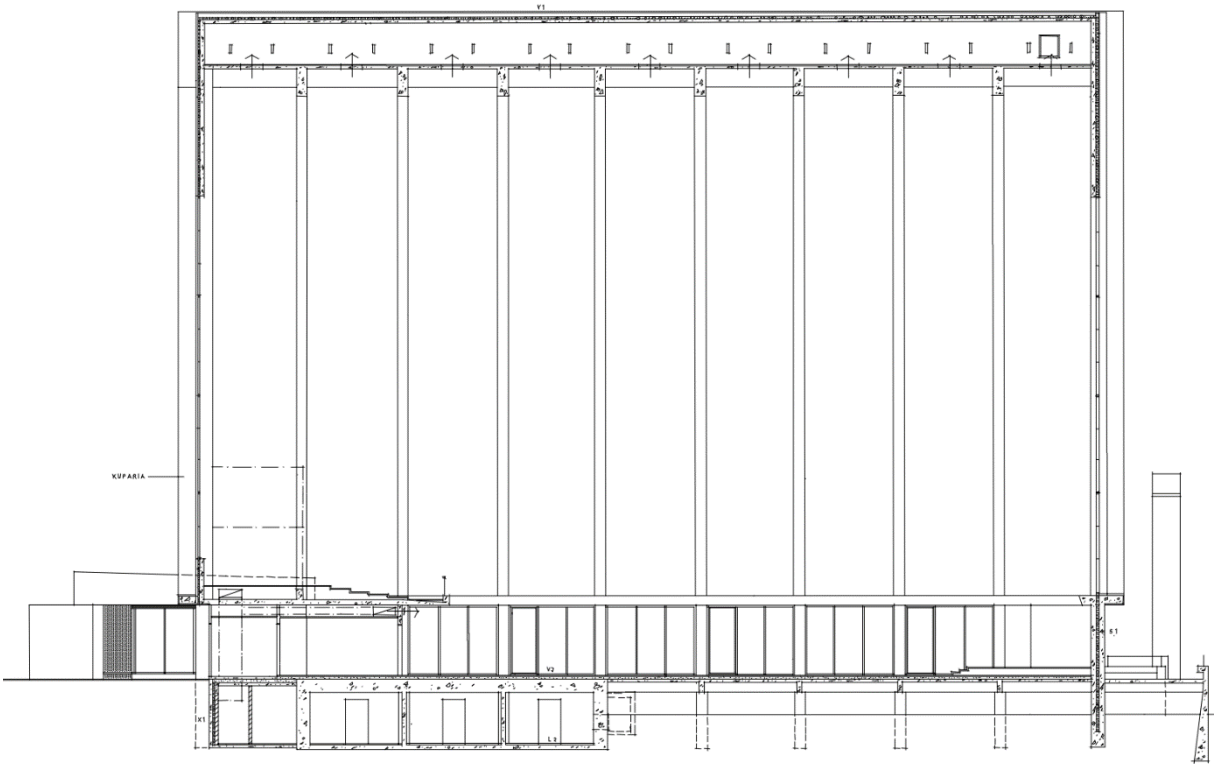
Peruskorjauksen yhteydessä ryömintätilan hienojakoiset täyttömaat poistetaan ja korvaaminen kapillaarisen kosteuden nousun estävillä materiaaleilla. Ryömintätilan ilmanvaihtoa parannetaan.

Viimeistään peruskorjauksessa uusitaan rippikoulusiiven lattiapinnoitteet ja alapohjarakenteeseen tehdään tiivistyskorjaukset ja kanaalin alipaineistus.

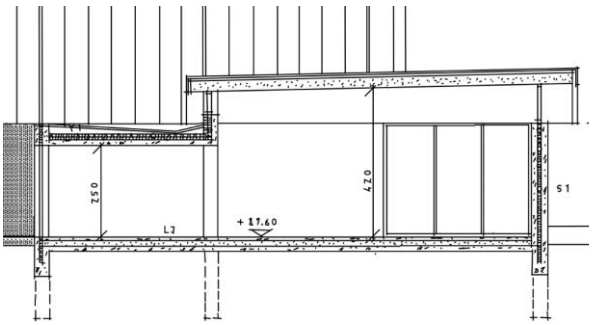
5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Rakenne ja sijainti

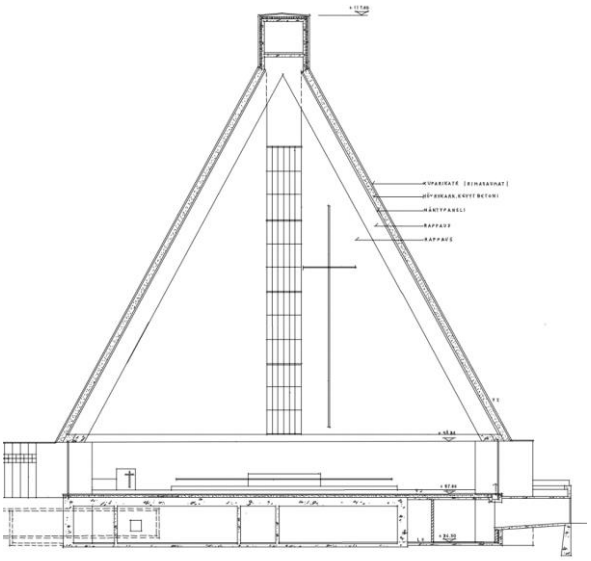
Alkuperäisten arkkitehtisuunnitelmien mukaan rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat betoni -villa- betoni -rakenteisia. Korkean kirkkosalin vesikaton suuntaiset rakenteet ovat kevytbetonia. Kirkkosalissa on myös runsaasti lasijulkisivuja. Kirkkosalin päätykolmioissa ulkoseininä on paikallavaletut sisäkuoret, jotka on verhottu ulkopuolelta klinkkeripintaisilla kuorielementeillä.



Kuva 53
Arkkitehdin rakenneleikkausten perusteella ulkoseinärakenteet ovat betoni-villa-betonirakenteisia.



Kuva 54
Rakenneleikkaus rippikoulusiivestä. Ulkoseinät ovat betoni-villa-betonirakenteisia.



Kuva 55
Rakenneleikkausten perusteella kirkkosalin vesikaton suuntaiset rakenteet ovat kevytbetonia.

5.4.2 Havainnot

Tämän tutkimuksen yhteydessä kirkkorakennukseen on suoritettu julkisivujen kuntotutkimus, ja ko. raportissa esitetään tarkemmin julkisivujen betonirakenteiden sekä kirkkosalin kuparikaton kuntotutkimuksen tulokset.

Havaintojen perusteella kirkkorakennuksen julkisivuissa esiintyy paikoin ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vesivaluma- ja vauriojälkiä sekä maalipintojen värjäytymistä, kulumista ja irtoamista. Kuparikatoilta ja vesipelleiltä julkisivujen pintaan valuva vesi on värjännyt rakenteita vihreäksi. Ulkopuolisen maanpinnan läheisyydessä ulkoseinärakenteiden alaosissa esiintyy kosteusvauriojälkiä.

Kirkkorakennuksen ikkunarakenteet ovat paikoin erittäin huonokuntoisia. Ikkunoiden maalipinnat hilseilevät irti alustastaan, ja ikkunoiden puulistat irtoavat paikoin ikkunakarmeista. Ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymissä esiintyy monin paikoin ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia.

1. kerroksessa ulkoseinärakenteiden kuntoa pyrittiin tutkimaan kolmesta rakenneavauspisteestä. Rakenneavaus US1 tehtiin rippikoulusalin sisäpihan puoleiseen ulkoseinärakenteeseen (käytävä 1.17), US2 tehtiin Sakaristosiiven sisäpihan puoleiseen

ulkoseinään ja US3 tehtiin Kirkkosalin 1.18 pohjoisen puoleiseen ulkoseinään. Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyyseihin.

Rippikoulusiiven ulkoseinien alaosissa esiintyy paikoin poikkeavan kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä (maalipintojen irtoamista). Seinärakenteen alaosaan ikkunoiden alapuolelle tehdyn rakenneavauksen US1 perusteella ulkoseinän lämmöneriste on yhteydessä alapohjarakenteen leca-sora-eristekerrokseen (rakenneavauspisteessä näkyi leca-soraeristeet). Aistinvaraisten arvioiden perusteella rippikoulusiiven käytävällä 1.17 ulkoseinän/ikkunarakenteen ja alapohjarakenteen liittymässä on aistittavissa mikrobiperäistä hajua.

Sakaristosiivessä sisäpihan puoleisen ulkoseinärakenteen alaosaan tehdyssä rakenneavauspisteessä US2 ulkoseinän lämmöneristeet olivat aistinvaraisen arvioiden perusteella kosteusvaurioituneet ja seinän ulkopinnassa oli havaittavissa ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vauriojälkiä.

Kirkkosalin 1.18 pohjoisen puoleiseen ulkoseinään tehdyssä rakenneavauksessa US3 ei todettu lämmöneristekerroksia, joista seinän kuntoa olisi voitu tutkia. Rakenneavauskohdassa betonirakenteen koko paksuus ei ole tiedossa.



Kuva 56
Yleiskuva pohjoisen puoleisesta julkisivusta.



Kuva 57
Yleiskuva etelän puoleisista julkisivuista.



Kuva 58
Kirkkosalin idän puoleisella julkisivulla vesikatolta julkisivujen pintaan valuva vesi aiheuttaa betonipintojen pistemäistä kosteusrasitusta ja värjäytymistä.



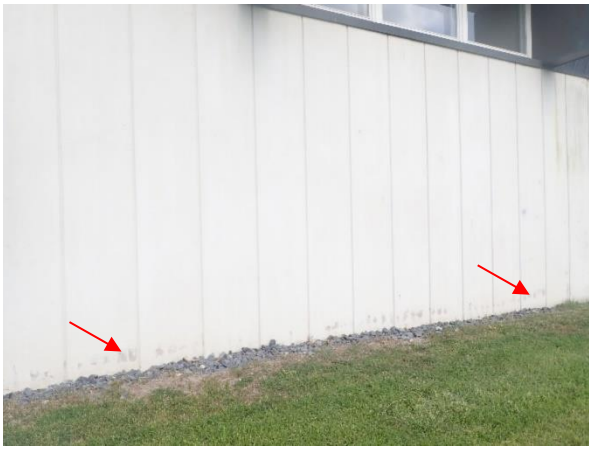
Kuva 59
Yleiskuva Sakaristosiiven sisäpihan puoleisesta julkisivusta. Julkisivun pinnassa kasvaa köynnöskasvi.



Kuva 60
Kuva kirkkosalin sisäpihan puoleisista ulkoseinistä.



Kuva 61
Rippikoulusiiven sisäpihalla ulkoseinien alaosissa esiintyy kosteusvauriojälkiä.



Kuva 62
Rippikoulusiiven etelän puoleisen seinän alaosissa esiintyy ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vauriojälkiä



Kuva 63
Sakaristosiiven sisäpihan puoleisen seinän alaosassa esiintyy ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vauriojälkiä.



Kuva 64
Ikkunarakenteista irtoaa paikoin puulistoja. Ikkunapellitysten kaadot ovat monin paikoin puutteellisia.



Kuva 65
Ikkunat ja ikkunapellitykset ovat yleisesti huonokuntoisia. Ikkunapellitysten kaadot ovat monin paikoin puutteellisia.



Kuva 66
Rakenneavauspiste US1 rippikoulusiiven ulkoseinässä.



Kuva 67
Rippikoulusiivessä ulkoseinän alaosan /sokkelin lämmöneriset on yhteydessä alapohjan lecasora-eristekerrokseen.



Kuva 68
Rakenneavauspiste US2 Sakaristosiiven ulkoseinän alaosassa.



Kuva 69
Ulkoseinän alaosassa esiintyy ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vaurioita ja aistinvaraisten arvioiden perusteella lämmöneristeet ovat kosteusvaurioituneet.



Kuva 70
US3 tehtiin kirkkosalin pohjoisen puoleiseen ulkoseinään. Rakenneavauspisteessä ei kuitenkaan havaittu lämmöneristemateriaaleja (kohdassa paksu betonirakenne).



Kuva 71
Ikkuna- ja ulkoseinä-/ yläpohjarakenteiden liittymissä on monin paikoin havaittavissa ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia.

5.4.3 Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksia suoritettiin Sakaristosiiven ulkoseinän alaosaa sisäpuolelta (mittapiste MP5). Kosteusmittausten sijainnit ja tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 1 olevissa pohjapiirustuksissa ja liitteessä 2 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Taulukko 4
Ulkoseinärakenteiden eristekerroksen kosteusmittausten tulokset.

Mitta-piste	Tila	Rakenne	RH%	°C	Tulkinta
MP5	Sakaristosiipi, käytävä 1.24	US, eristetila	69,4	18,2	Kosteus normaali
		Sisäilma	61,2	18,3	

5.4.4 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 3 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin ulkoseinän mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 5
Ulkoseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
US1	Rippikoulusiipi, käytävä 1.17	Ulkoseinä	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
US2	Sakaristosiipi, käytävä 1.24	Ulkoseinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Analyysitulosten perusteella rippikoulusiiven käytävällä 1.17 ulkoseinän alaosan mineraalivillaeristeissä esiintyy mikrobivaurioita.

5.4.5 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella rippikoulusiiven käytävälle 1.17 ja sakaristosiiven käytävälle 1.24. Merkkiainekaasua syötettiin ulkokuoreen tai sisäkuoreen tehdyn reiän kautta ulkoseinärakenteet eristetilaan ja kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeen aikana

Sakaristosiipi oli -5 Pa alipaineinen ulkoseinärakenteen eristetilaan nähden ja käytävä 1.17 oli -7 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy merkittäviä ja systemaattisia ilmavuotokohtia, joiden kautta ulkoseinärakenteiden lämmöneristeistä tapahtui ilmavuotoja sisäilmaan päin. Merkittäviä ilmavuotokohtia olivat ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden liittymät, sekä ikkuna- ja alapohjarakenteiden liittymät.



Kuva 72
Merkkiaineen laskupaikka esitetty sinisellä nuolella (käytävä 1.17).



Kuva 73
Selviä ilmavuotoja tapahtui ikkunan ja alapohjan liittymistä. Ko. liittymässä oli havaittavissa mikrobiperäistä hajua.



Kuva 74
Merkkiaineen laskupaikka esitetty sinisellä nuolella. Eteisen 1.24 puolella olevat ilmavuotokohdat esitetty punaisilla nuolilla.



Kuva 75
Sakariston 1.23 ulkoseinässä todetut ilmavuotoreitit osoitettu punaisilla nuolilla.



Kuva 76
Sakariston 1.23 ulkoseinässä todettiin selvä ilmavuotokohta myös ikkunarakenteen yläosassa.



Kuva 77
Kuva Sakaristosiiven ikkunarakenteen kosteusvaurioista.

5.4.6 Johtopäätökset

Julkisivuissa esiintyy paikoin selviä ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia vauriojälkiä, vesikatoilta vesi johdetaan paikoin alas julkisivupintoja pitkin, ikkunarakenteet ja ikkunapellitykset ovat monin paikoin huonokuntoisia.

Maanpinnan tason yläpuolelta ulkoseinän lämmöneristeistä otetuissa näytteissä esiintyi aistinvaraisesti kosteusvaurioita, ja ulkoseinän lämmöneristeissä esiintyi paikoin mikrobivaurioita. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinän lämmöneristeistä tapahtuu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan päin. Ulkoseinärakenteiden lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua.

5.4.7 Toimenpide-ehdotukset

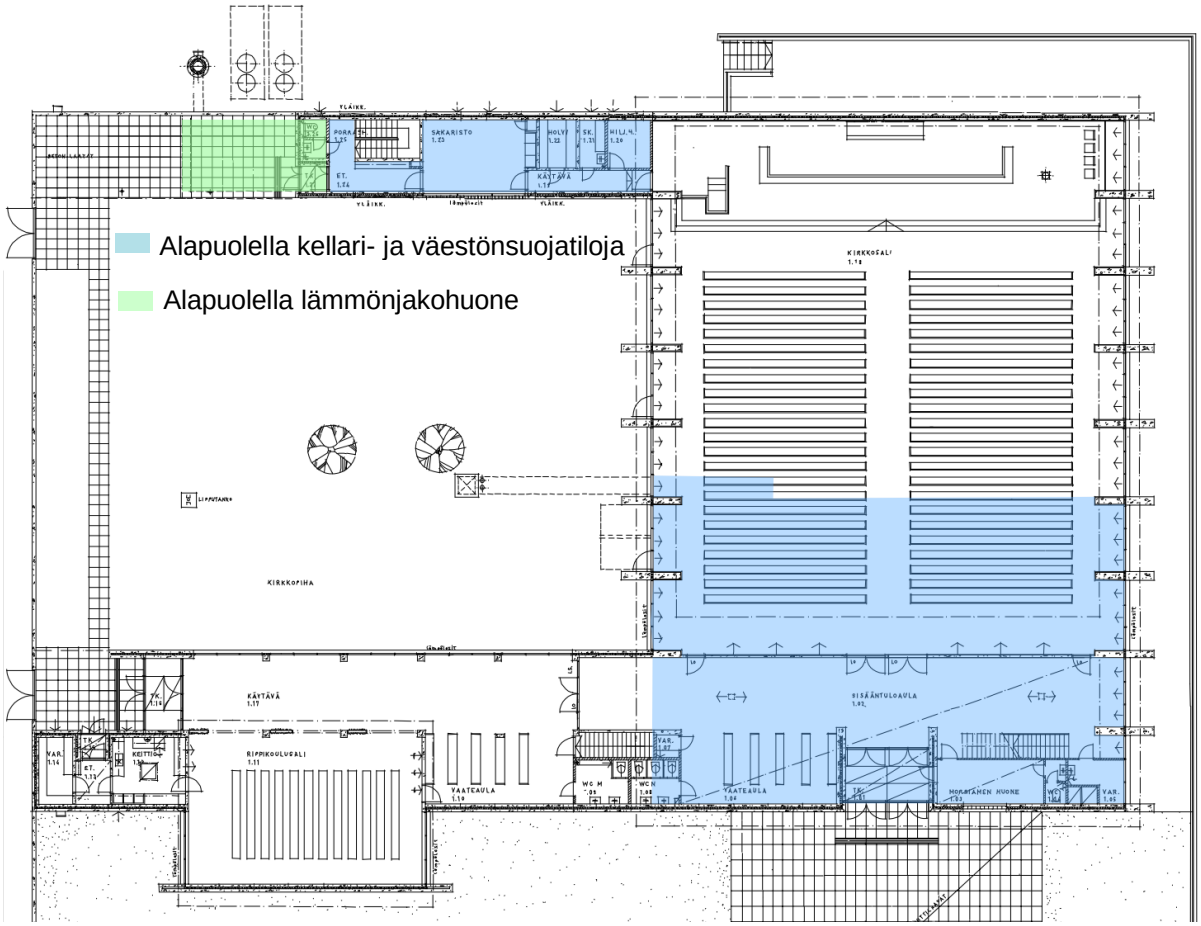
Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavia peruskorjaustasoisia toimenpiteitä, tulee ulkoseinärakenteiden ilmatiiveyttä parantaa rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Tiivistykset tulee ulottaa ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden, alapohja- ja ulkoseinärakenteiden, yläpohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymiin sekä välipohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymiin. Tiivistyskorjausten luotettavuutta ja kannattavuutta heikentää kuitenkin ikkuna- ja ulko-ovirakenteiden huono kunto.

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa. Samassa yhteydessä uusitaan ikkunat ja ulko-ovet, jolloin rakennuksen energiatehokkuus paranee.

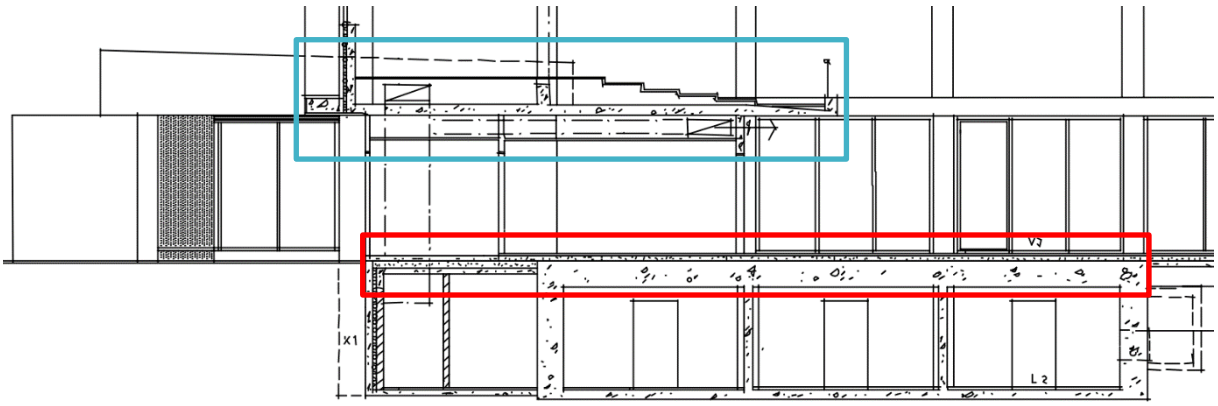
5.5 Välipohjarakenteet

5.5.1 Rakenne ja sijainti

Välipohjarakenteet ovat todennäköisesti lecasora-eristeisiä betonirakenteita. Alla olevassa pohjapiirustuksessa on esitetty kellarikerroksen ja 1. kerroksen välisten välipohjarakenteiden alueet. Sakaristosiiven päädyssä olevat wc-tilat ovat alapuolella olevan lämmönjakohuoneen puolella. Lisäksi kirkkosalin lehtereiden ja pääsisäänkäynnin aulan välissä betonirakenteinen välipohjarakenne, joka on korotettu lehterin puurakenteisilla korotusrakenteilla.



Kuva 78
1. ja kellarikerroksen väliset välipohjarakenteet esitetty pohjapiirustuksessa.



Kuva 79
Lehterikerroksessa on välipohjarakenne korotettu/porrastettu puu- ja levyrakenteilla. Kuvassa punaisella rajattu kellarikerrosta vasten olevat välipohjarakenteet.

5.5.2 Havainnot

Lähtötietojen perusteella välipohjarakenteet ovat betonirakenteisia, mutta tarkka rakenne ei ole tiedossa. Välipohjarakenteiden toteutustapaa ei tämän tutkimuksen yhteydessä tutkittu tarkemmin siksi, että lähtötietojen perusteella välipohjarakenteissa on vesikiertoiset lattialämmitysputket. Havaintojen perusteella 1. kerroksen ja kellarikerroksen välisessä välipohjassa esiintyy epätiiviitä sähkö- ja putkiläpivientejä sekä jonkin verran halkeamia, joiden kautta voi kellarikerroksen ilmaa sekoittua ylempiin kerroksiin päin.

Kirkkosalissa olevan lehterin kohdalla välipohjarakennetta on korotettu/porrastettu puurakenteilla. Urkuhuoneen takana välipohjassa on tarkastusluukku, josta pääsi tarkastamaan korotetun lattian alapuolisia tiloja. Havaintojen perusteella korokelattioiden alla on runsaasti rakennus- ja puupölyä, rakennusjätteitä sekä pinnoittamattomia mineraalivillaisia putkieristeitä.



Kuva 80
Kulku korotuslattian alle tapahtuu urkutilan takana lattiassa olevasta luukusta.



Kuva 81
Kuva luukun kohdalla olevasta tilasta. Tilaan on asennettu uudempaakin talotekniikkaa.



Kuva 82
Korokelattian alla on rakennusjätteitä ja pinnoittamattomia mineraalivillaeristeitä.



Kuva 83
Lehterin korokelattian alla on rakennusjätteitä.



Kuva 84
Lehterin korokelattian alla on rakennusjätteitä.



Kuva 85
Lehterin korokelattian alla on rakennusjätteitä.



Kuva 86
Kellarikerroksen ja 1. kerroksen välisissä välipohjarakenteissa esiintyy epätiiviitä sähkö- ja putkiläpivientejä.



Kuva 87
Kellarikerroksen ja 1. kerroksen välisissä välipohjarakenteissa esiintyy epätiiviitä sähkö- ja putkiläpivientejä.

5.5.3 Johtopäätökset

Kellarikerrosta vasten olevissa välipohjarakenteissa esiintyy epätiiveyskohtia, joiden kautta ilmavuodot kellarista ylempiin kerroksiin päin ovat mahdollisia. Ilmavuodot kellarikerroksesta 1. kerroksen puolelle voivat heikentää 1. kerroksen sisäilman laatua. Tutkimushetkellä Sakaristosiiven sisäilmassa esiintyi poikkeavaa, öljyhiilivetyjen hajua, joka kulkeutui kellarikerroksessa olevasta lämmönjakohuoneesta porrashuoneen kautta.

Kirkkosalin lehterin korokelattian alla esiintyy runsaasti rakennusjätteitä, puupölyä ja vanhaa pölyä.

5.5.4 Toimenpide-ehdotukset

Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavaa peruskorjausta, suositellaan että kellarikerrokset jätetään pois käytöstä ja ne eristetään / osastoidaan luotettavasti yläpuolisista käyttötiloista ja alipaineistetaan luotettavasti koneellisesti. Kellarikerrosta vasten olevissa välipohjarakenteessa esiintyvät epätiiveyskohdat, kuten epätiiviit sähkö- ja putkiläpiviennit, tiivistetään luotettavilla menetelmillä kellarikerrosten alipaineistuksen takaamiseksi ja ilmavuotojen estämiseksi. Välipohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymät tulee tiivistää ulkoseinärakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi.

Seuraavassa peruskorjauksessa välipohjarakenteisiin ei kohdistu merkittävää uusimistarvetta. Välipohjarakenteiden pintaosien uusimistarpeeseen vaikuttaa kuitenkin merkittävästi lattialämmitysjärjestelmien uusimistarpeet. Peruskorjauksessa suositellaan parantamaan välipohjarakenteiden ilmatiiveyttä. Kirkkosalin lehterin korokelattian alla olevat rakennusjätteet ja pölyt tulee puhdistaa viimeistään peruskorjauksessa.

5.6 Väliseinät

5.6.1 Rakenne ja havainnot

Rakennuksen väliseinärakenteet ovat betoni- tai tiilirakenteisia. Kellarikerroksesta tehtyjen havaintojen perusteella tiiliväliseinät lähtevät pintalaatan alapuolelta pohjalaatan päältä. Havaintojen perusteella tiiliväliseinien alla on paikoin bitumikermikaistat vedeneristeenä, mutta bitumikermikaistoja ei ole kaikkialla, minkä johdosta kellarikerroksen väliseinärakenteiden alaosiin nousee monin paikoin poikkeavaa kosteutta. Kellarikerroksessa väliseinärakenteiden alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat rakenteissa esiintyvän poikkeavan kosteuden johdosta.



Kuva 88
Kellarikerroksessa väliseinärakenteiden alaosissa esiintyy monin paikoin poikkeavaa kosteutta. Seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat.



Kuva 89
Kellarikerroksessa väliseinärakenteiden alaosissa esiintyy monin paikoin poikkeavaa kosteutta. Seinien alaosista on poistettu maali- ja rappauspinnat.



Kuva 90
Kellarikerroksessa väliseinärakenteet lähtevät pohjalaatan päältä. Väliseinien alaosaan nousee poikkeavaa kosteutta kapillaarisesti rakennuksen alapuolisesta täyttömaasta.



Kuva 91
Kellarikerroksessa väliseinärakenteet lähtevät pohjalaatan päältä. Väliseinien alaosaan nousee poikkeavaa kosteutta kapillaarisesti rakennuksen alapuolisesta täyttömaasta.

5.6.2 Johtopäätökset

Kellarikerroksen väliseinärakenteisiin nousee poikkeavaa kosteutta kapillaarisesti rakennuksen alapuolisesta täyttömaasta. Poikkeavan kosteuden johdosta väliseinärakenteiden alaosista on jo aiemmin poistettu maali- ja rappauspinnat.

1. kerroksen väliseinärakenteissa ei havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

5.6.3 Toimenpidesuositukset

Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavaa peruskorjausta, suositellaan että kellarikerrokset jätetään pois käytöstä ja ne eristetään / osastoidaan luotettavasti yläpuolisista käyttötiloista ja alipaineistetaan luotettavasti koneellisesti.

Peruskorjauksessa alapohjarakenteiden päältä lähtevät väliseinärakenteet purkaantuvat alapohjarakenteiden uusinnan yhteydessä. Kantaviin väliseinärakenteisiin, joita ei voi purkaa, tehdään kapillaari-injektointi tai muu kapillaarista kosteudennousua estävä käsittely.

5.7 Yläpohjat ja vesikatot

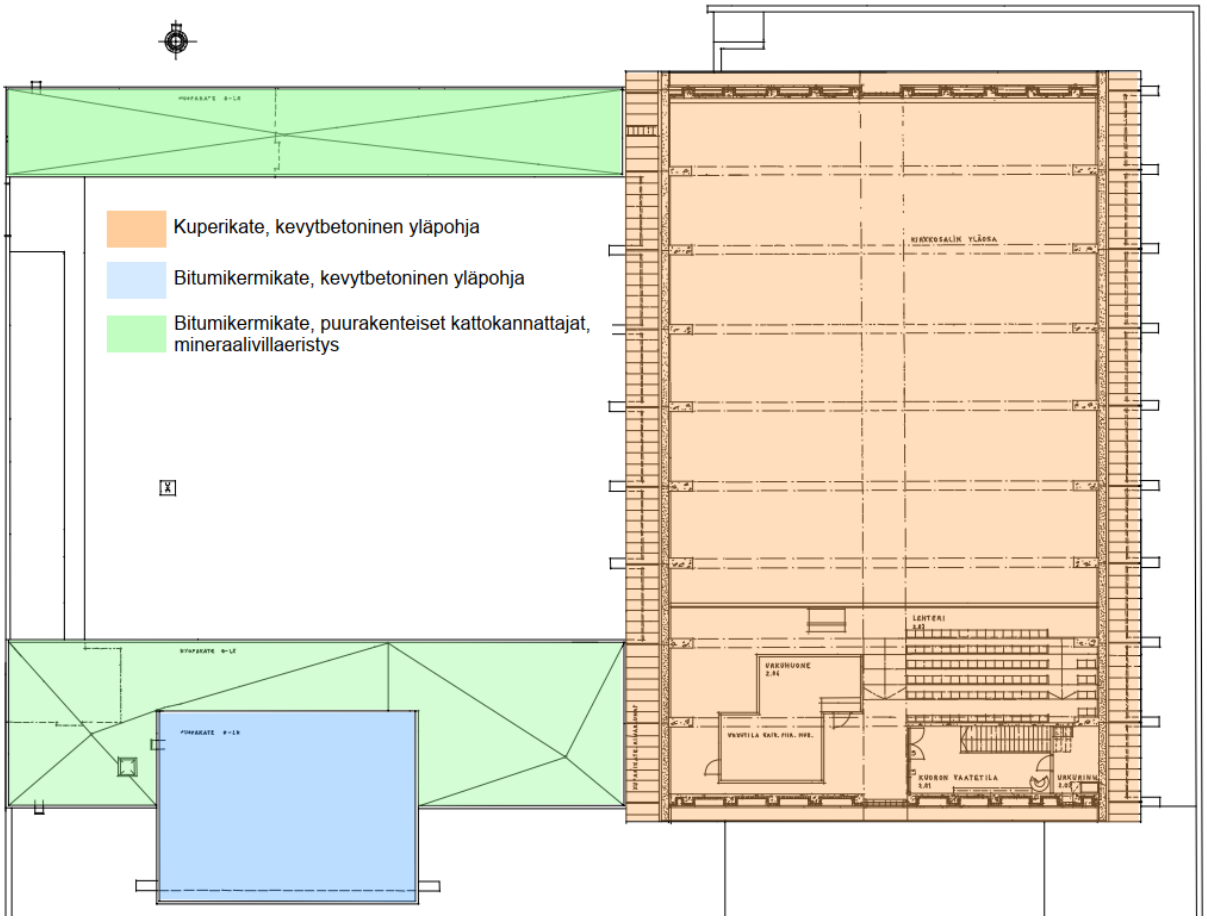
5.7.1 Rakenne ja sijainti

Kirkkosalin vesikattomuotona on jyrkkä harjakatto ja vesikatteena on alkuperäinen kuparikate. Kirkkosalin vesikatteen suuntainen yläpohjarakenne on kevytbetonirakenteinen. Kirkkosalissa vedenohjaus on toteutettu vapaasti maanpinnalle, josta sadevedet ohjataan kaivojen kautta kunnan verkostoon.

Sakaristosiivessä ja rippikoulusiivessä yläpohjarakenteet ovat bitumikermikatteellisia tasakattoja. Bitumikermikatteet on mahdollisesti uusittu 1990-luvun alkupuolella. Tasakatoilla vedenohjaus on toteutettu sisäpuolisilla kattokaivoilla.

Rakennetarkastuksen perusteella sakaristosiiven ja ripikoulusiiven yläpohjarakenne on seuraava ylhäältä alaspäin katsottuna:

- Bitumikermikate
- Umpilaudoitus
- Tuuletusrako
- Mineraalivillaeriste 70 mm
- Paperi
- Mineraalivillaeriste 200 mm
- Betoni



Kuva 92
Yläpohjien rakennetyypit esitetty pohjapiirustuksessa.

5.7.2 Havainnot

Kirkkosalin kuparikatteen ja yläpohjarakenteen kuntoa on tutkittu julkisivujen kuntotutkimuksen yhteydessä. Ko. tutkimusten yhteydessä on kirkkosalin räystäslaudoituksiin tehty avauksia yläpohjan kunnon ja tuulettumisedellytysten selvittämiseksi.

Tutkimushetkellä tasakattorakenteisten vesikattojen kattokaivon olivat tukossa, minkä johdosta rippikoulu- ja sakaristosiiven bitumikermikatteellisille vesikatoille oli lammikoitunut runsaasti vettä. Kattokaivot puhdistettiin tutkimusten aikana.

Bitumikermikatteellisiin vesikattoihin tehtiin kolme rakenneavausta rakenteiden kunnon ja toteutustavan kartoittamiseksi. Yksi rakenneavaus YP1 tehtiin rippikoulusiiven yläpohjaan käytävän 1.17 kohdalle, yksi (YP2) tehtiin rippikoulusalin 1.11 kohdalle yläpohjaan ja yksi (YP3) tehtiin sakaristosiiven yläpohjaan.

Rakenneavausten perusteella rippikoulusalin 1.11 kohdalla yläpohjarakenteena on lähtötietomateriaalin mukaisesti kevytbetoni. Rakenneavauspisteistä tehtyjen havaintojen perusteella yläpohjarakenteiden tuulettumisedellytyksissä ei havaittu puutteita eikä yläpohjissa havaittu puutteellisesta tuulettumisesta aiheutuneita vaurioita. Rakenneavauspisteissä yläpohjan mineraalivillaeristeissä ei myöskään todettu poikkeavan kosteuden aiheuttamia vaurioita. Sakaristosiiven yläpohjaan tehty rakenneavaus YP3 osui osittain yläpohjassa kulkevan vaakasuuntaisen tiili/betonirakenteen kohdalle. Ko. rakenneavauspisteessä yläpohjan mineraalivillaisten lämmöneristeiden alapinnassa esiintyi mahdollisten ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia.

Yläpohjarakenteiden alapinnassa, erityisesti rippikoulusalin 1.11 kevytbetonirakenteiden yläpohjan alapinnassa, kevytbetonilankkujen saumakohdissa, esiintyy mahdollisia ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia esiintyy myös paikoin yläpohja- ja ikkunarakenteiden liittymissä.



Kuva 93
Rippikoulusiiven käytävän 1.17 ja vaatenaulakkotilan 1.10 vesikatolle oli lammikoitunut runsaasti vettä.



Kuva 94
Rippikoulusiiven keittiötilojen vesikatolle oli lammikoitunut runsaasti vettä.



Kuva 95
Yleiskuva rippikoulusalin 1.11 vesikatosta.



Kuva 96
Sakaristosiiven vesikatolle oli lammikoitunut paljon vettä.



Kuva 97
Yläpohjan rakenneavaus YP1 käytävälle 1.17.



Kuva 98
Rakenneavauspisteessä YP1 yläpohjan lämmöneristeissä ei havaittu ilma- tai vesikattovuotojen aiheuttamia vaurioita.



Kuva 99
Rippikoulusiiven yläpohjan tuulettumisedellytyksissä ei todettu puutteita.



Kuva 100
Rippikoulusiiven yläpohjan tuulettumisedellytyksissä ei todettu puutteita.



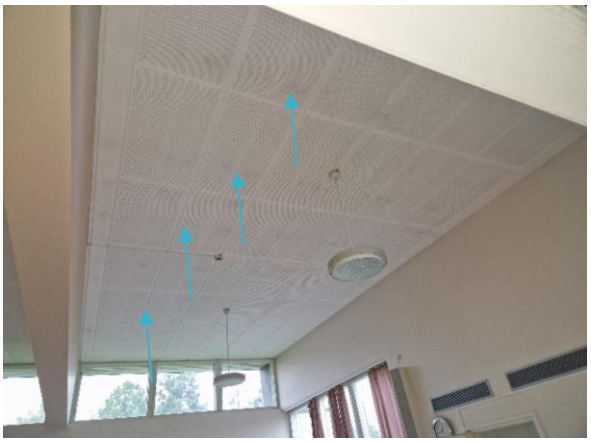
Kuva 101
Kuva rippikoulusalin 1.11 vesikattoon tehdystä rakenneavauksesta YP2.



Kuva 102
Rippikoulusalin 1.11 yläpohja on suunnitelmien mukaisesti kevytbetonia.



Kuva 103
Rippikoulusalin 1. 11 kevytbetonisen yläpohjan alapinnassa esiintyy ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia



Kuva 104
Rippikoulusalin 1.11 kevytbetonisen yläpohjan alapinnassa esiintyy ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia



Kuva 105
Kuva sakaristosiiven yläpohjaan tehdystä rakenneavauksesta YP3.



Kuva 106
Sakaristosiiven yläpohjan avaus osui osittain yläpohjassa kulkevan tiili/betonirakenteisen vaakakanaalin kohdalle.

Kanaalin päällä oli vain ohut mineraalivillaeristekerros.



Kuva 107
Sakaristosiiven yläpohjassa olevien lämmöneristeiden alapinnassa esiintyy mahdollisia ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Kuvan oikeassa reunassa tiilirakenteinen vaakasuuntainen kanaali.



Kuva 108
Sakaristosiiven yläpohjan tuulettumisedellytyksissä ei todettu puutteita.



Kuva 109
Sakaristosiiven hiljaisen huoneen 1.20 ulkoseinän ja kirkkosalia vasten olevan väliseinän yläosassa esiintyy vesikattovuotojen aiheuttamia vauriojälkiä.



Kuva 110
Kuva Sakaristosiiven hiljaisen huoneen 1.20 seinien yläosassa olevien kosteusvauriojälkien yläpuolelta.



Kuva 111
Sakaristosiiven hiljaisen tilan 1.20 vauriokohta ulkopuolelta kuvattuna. Sadevesikouru johtaa sadevesiä julkisivun pintaan.



Kuva 112
Sakariston 1.23 kohdalla alakattorakenteessa on paikallinen mahdollisen vesikattovuodon aiheuttama vauriojälki.



Kuva 113
Kirkkosalin kuparikatteelta sadevedet ohjautuvat suoraan maahan tai sadevesikouruihin, jotka johtavat sadevesiä julkisivujen pintaan.



Kuva 114
Kirkkosalin kuparikatteelta sadevedet ohjautuvat suoraan maahan tai sadevesikouruihin, jotka johtavat sadevesiä julkisivujen pintaan.

5.7.3 Mikrobianalyysit

Rippikoulusiiven käytävälle sekä Sakaristosiiven yläpohjaan tehdyistä rakenneavauspuisteistä otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyyseihin.

Taulukko 6
Yläpohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
YP1	Rippikoulusiiven käytävä 1.17	Yläpohja	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
YP3	Sakaristosiipi	Yläpohja	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Analyysitulosten perusteella yläpohjarakenteiden lämmöneristeissä ei esiinny mikrobivaurioita.

5.7.4 Johtopäätökset

Tasakatto-osuuksilla olevien bitumikermikatteiden laskennallinen tekninen käyttöikä on päättymässä. Rakenneavausten perusteella yläpohjarakenteiden lämmöneristeissä ei esiinny mikrobivaurioita eikä yläpohjarakenteissa esiinny puutteellisesta tuulettumisesta aiheutuneita vaurioita. Sakaristosiivessä yläpohjan alapinnassa /seinärakenteissa esiintyy yksittäisiä vesikattovuotojen/ räystäsrakenteiden vuotojen aiheuttamia vauriojälkiä.

Yläpohjarakenteiden alapinnassa sekä ikkuna- ja yläpohjarakenteiden liittymissä esiintyy ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Yläpohjarakenteista tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua.

5.7.5 Toimenpidesuositukset

Mikäli kirkkorakennus otetaan käyttöön ennen mittavaa peruskorjausta, tulee yläpohjarakenteiden alapintojen sekä yläpohja-, ulkoseinä- sekä ikkunarakenteiden liittymien ilmatiiveyttä parantaa rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Sakaristosiivessä ulkoseinien yläosissa ja yläpohjan alapinnassa olevien kosteusvaurioiden kohdilta poistetaan vaurioituneet maali- ja rappauspinnat.

Viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa tulee yläpohjarakenteiden ilmatiiveyttä parantaa ja tasakattojen bitumikatteet, sisäpuoliset sadevesijärjestelmät ja vesipellitykset uusia. Kirkkosalin kuparikatteeseen liittyvät jatkotoimenpidesuositukset on esitetty liitteessä 5.

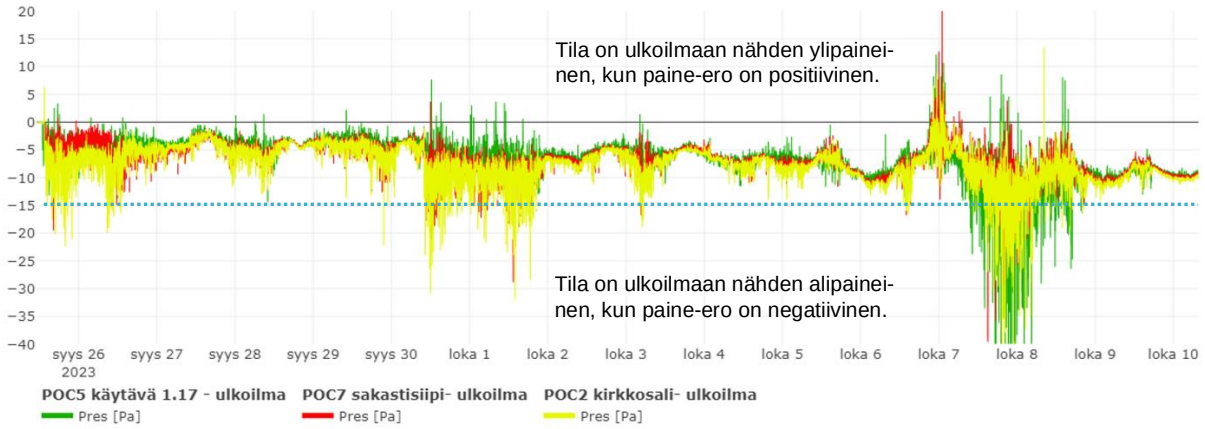
6 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

Sisäilman olosuhdemittausten aikana tuloilmakoneet ja huippuimurit olivat toiminnassa normaalisti, pl. rippikoulusiiven keittiön huippuimuria, joka oli tutkimusten aikana pois päältä. Seurantajakson alkupuolella tuloilmakoneet toimivat täydellä teholla koko ajan. 5.10.2023 ilmanvaihtokoneiden toiminta on muutettu automaatiolle / ns. puolikkaalle, mikä kuvastaa paremmin tyhjillään olevan kirkkorakennuksen sisäilmasto-olosuhteita.

6.1 Paine-ero

6.1.1 Mittaustulokset

Ulkoilman ja sisäilman välistä paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla Kirkkosalissa 1.18, rippikoulusiiven käytävällä 1.17 ja sakaristosiiven käytävällä 26.9.-10.10.2023 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1.



Kuva 115
Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja -15 Pascalia esitetty kuvassa sinisellä katkoviivalla.

Painesuhdemittausten perusteella kirkkorakennus on käytännössä jatkuvasti alipaineinen ulkoilmaan nähden. Alipaineisuus ulkoilmaan nähden vaihteli mittausjakson aikana pääosin -1…-13 Pascalin välillä. Seurantamittauskuvaajista on nähtävissä selvät tuuliset päivät, jolloin painesuhdevaihtelut ovat olleet tuuliolosuhteiden takia merkittäviä.

Seurantajakson loppupuolella 5.10. ilmanvaihtojärjestelmät on muutettu toimimaan automaatiolla/ ns. puolikkaalla, joka kuvastaa tyhjillään olevan kirkkorakennuksen olosuhteita paremmin. Seurantamittausten loppupuoliskolla rakennuksen alipaineisuus on hiukan lisääntynyt, mikä todennäköisesti johtuu ulkoilman viilenemisestä, jolloin kirkkosalin painovoimainen ilmanvaihto on tehostunut, sekä siitä, että ilmanvaihtojärjestelmät on laitettu automaatiolle/ ns. puolikkaalle, jolloin poistoilman määrä on tuloilmamäärää suhteellisesti suurempi.

6.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Painesuhdemittausten perusteella rakennus on jatkuvasti ulkoilmaan nähden alipaineinen. Rakennuksen alipaineisuus ulkoilmaan nähden ei kuitenkaan ylitä Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa (-15 Pascalia), pl. selvästi tuuliset päivät.

Seurantamittausten loppupuoliskolla rakennuksen alipaineisuus on hiukan lisääntynyt, mikä todennäköisesti johtuu ulkoilman viilenemisestä, jolloin kirkkosalin painovoimainen poistoilmanvaihto on tehostunut, sekä siitä, että ilmanvaihtojärjestelmät on laitettu automaatiolle/ ns. puolikkaalle, jolloin poistoilman määrä on tuloilmamäärää suhteellisesti suurempi. Kirkkosalin painovoimaisen poistoilmanvaihdon takia rakennuksen alipaineisuus voi lisääntyä talviakana poistoilmanvaihdon tehostuessa.

6.2 Hiilidioksidipitoisuus

6.2.1 Mittaustulokset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuksia seurattiin viidessä mittapisteessä. Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet pysyvät tyhjässä kirkkorakennuksessa alhaisina, ulkoilmapitoisuuden tasossa.

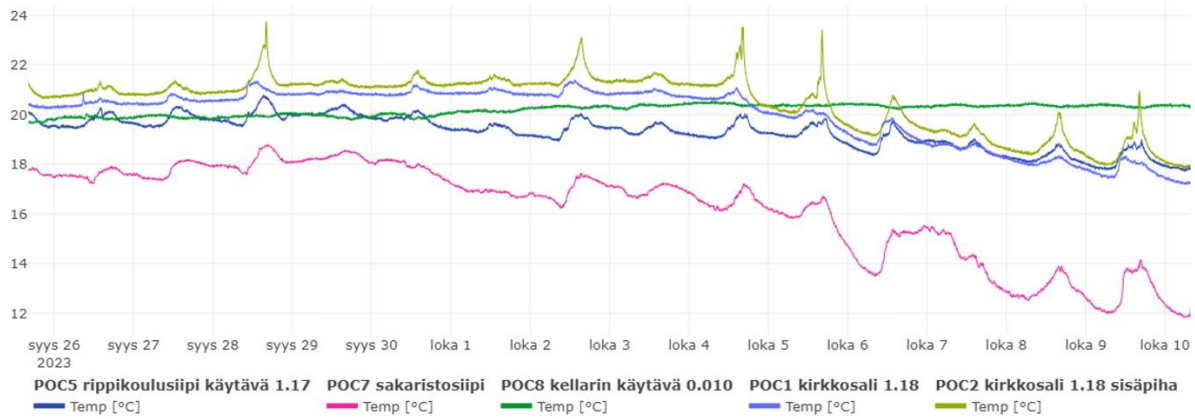
6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

6.3.1 Mittaustulokset

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä viidessä pisteessä (Rippikoulusiipi, Sakaristosiipi, kirkkosali 1.18,

kellarikerroksen käytävä 0.010) 26.9. – 10.10.2023 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1.

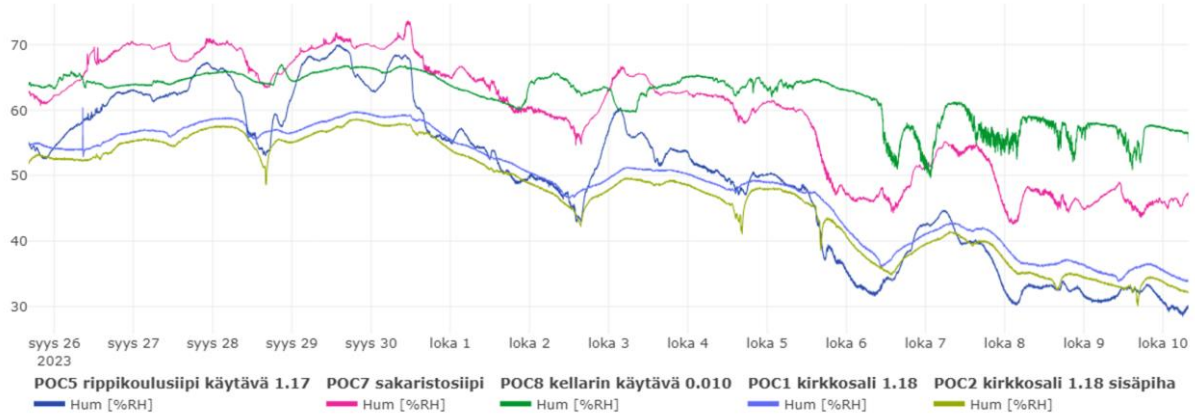
Seurantajakson aikana ulkoilman lämpötilat ovat laskeneet 18 °C:sta 5 °C:een ja seurantajakson loppupuolella on esiintynyt yöpakkasia.



Kuva 116
Sisäilman lämpötilan mittauksen tulokset.

Sisäilman lämpötilat ovat seurantajakson alkupuolella vaihdelleet pääsääntöisesti 16,0…21,5 °C välillä. Seurantajakson loppupuolella sisäilman lämpötilat laskevat todennäköisesti sen johdosta, että ulkoilman lämpötilat ovat laskeneet, jolloin kirkkosalin painovoimainen poistoilmanvaihto on tehostunut ja kirkkosalin kiertoilman määrä on vähentynyt, kun ilmanvaihtojärjestelmät on laitettu 5.10. automaatiolle/ puolikkaalle.

Sakaristosiiven sisäilman lämpötila on seurantajaksolla ollut jatkuvasti alhainen ja seurantajakson lopussa todella alhainen, alle 16 °C.



Kuva 117
Sisäilman suhteellisen mittauksen tulokset.

Tilojen sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin vaihtelevan pääosin 30…70 RH% välillä. Sisäilman suhteellinen kosteus on laskenut seurantajakson aikana, mikä todennäköisesti johtuu ulkoilmaolosuhteita, ulkoilman lämpötilan laskusta seurantajakson aikana sekä ilmanvaihtojärjestelmien asentamisesta automaatiolle/ puolikkaalle 5.10.2023.

6.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Sisäilman lämpötilat ovat tyhjillään olevassa kirkkorakennuksessa olleet pääsääntöisesti hyvällä tasolla. Ainoastaan sakaristosiiven sisäilman lämpötila on seurantajaksolla ollut jatkuvasti alhainen ja seurantajakson lopussa todella alhainen, alle 16 °C.

Seurantajakson loppupuolella sisäilman lämpötilat laskevat todennäköisesti sen johdosta, että ulkoilman lämpötilat ovat laskeneet, jolloin kirkkosalin painovoimainen poistoilmanvaihto on tehostunut ja kirkkosalin kiertoilman määrä on vähentynyt, koska ilmanvaihtojärjestelmät on laitettu 5.10. automaatiolle/ puolikkaalle.

6.4 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt

6.4.1 Mittaustulokset

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana laskeumalevylle kerääntyneestä pölystä geeliteippi-menetelmällä kirkkosalissa 1.18 ja rippikoulusalissa 1.11 26.9. – 10.10.23 välisenä aikana. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 4 ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 3. Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan. Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja on 0,2 kuitua/cm^2.

Taulukko 7
Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä.

Näytenumero	Tila	Näytteen kertymäaika	Kuitua / cm^2	Keskiarvo, kuitua / cm^2
PK1	Kirkkosali 1.18	14 vrk	0,14	0,12
			0,07	
			0,14	
PK2	Rippikoulusali 1.11	14 vrk	<0,07	0,09

Näytenumero	Tila	Näytteen kertymäaika	Kuitua / cm^2	Keskiarvo, kuitua / cm^2
			0,21	
			0,07	

6.4.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Saatujen analyysivastausten perusteella tasopinnoille laskeutuneessa pölyssä esiintyy pieniä pitoisuuksia mineraalivillakuituja, mutta todetut mineraalikuitupitoisuudet alittavat Asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan, joka on 0,2 kuitua/cm^2.

Vaikka sisäilmassa ei esiinny mineraalivillakuituja yli Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen, suositellaan ilmanvaihtojärjestelmissä olevien pinnoittamatonta mineraalivillaa olevien kammioiden ja äänenvaimentimien pinnoittamista ennen kirkon käyttöönottoa.

7 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

7.1 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella rakennuksessa esiintyy useita sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä:

- Kellarikerroksen alapohjissa, maanvastaisissa ulkoseinissä ja väliseinissä esiintyy poikkeavaa kosteutta, maanvastaisten ulkoseinien lämmöneristeissä esiintyy kosteus- ja mikrobivaurioita ja maanvastaisisten seinärakenteiden lämmöneristeistä tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin.
- Kellarikerroksesta ja kirkkosalin alla olevasta ryömintätilasta tapahtuu ilmavuotoja 1. kerroksen sisäilmaan
  - Kellarikerroksesta tapahtuvat ilmavuodot ovat esimerkiksi havaittavissa Sakaristosiivessä öljyhiilivetyjen hajuna, joka kulkeutuu kellarissa sijaitsevasta lämmönjakohuoneesta
  - Ryömintätilan sisäilmassa esiintyy selvää mikrobiperäistä hajua, ryömintätilan täyttömaana on hieno, märkä hiekka ja ryömintätilassa on mikrobien kasvulle

otolliset olosuhteet. Ryömintätilasta kirkkosalin sisäilmaan tapahtuvat ilmavuodot heikentävät kirkkosalin sisäilman laatia.

- Rakennuksen ulkopuolisen kosteudenhallinnan puutteista johtuen ulkoseinärakenteisiin kohdistuu poikkeavaa kosteusrasitusta. Ulkoseinien lämmöneristeissä esiintyy paikoin kosteus- ja mikrobivaurioita ja ulkoseinien lämmöneristeistä tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin.
- Rippikoulusiiven sisäilmassa esiintyy selvää mikrobiperäistä hajua. Rippikoulusiiven ulkoseinän mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä ja alapohjarakenteen lecasoraeristeestä tapahtuu selviä ilmavuotoja sisäilmaan päin. Myös rippikoulusalin yläpohjassa esiintyy selviä ilmavuotojen aiheuttamia vauriojälkiä / tummentumia.
- Sisäilman alhainen lämpötila erityisesti Sakaristosiivessä.
- Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttama alipaineisuus ja ilmanvaihtojärjestelmien sisältämät epäpuhtaudet.

7.2 Heti tehtävät toimenpiteet

Mikäli rakennus otetaan käyttöön ennen mittavampien peruskorjaustasoisten korjaustoimenpiteiden suorittamista, suositellaan tehtäväksi seuraavat toimenpiteet sisäilman laatua heikentävien tekijöiden poistamiseksi sekä hyvien sisäilmasto-olosuhteiden varmistamiseksi:

- Kellarikerrokset jätetään edelleen pois käytöstä. Kellarikerrokset osastoidaan ja alipaineistetaan luotettavasti ympäröivistä tiloista kellarista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Kellarikerroksia vasten olevien välipohjarakenteiden epätiiveyskohdat tiivistetään.
- Kirkkosalin ryömintätilaa vasten olevan alapohjarakenteen tiivistyskorjaukset ja ryömintätilan alipaineistus ryömintätilasta tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi (alapohjassa olevien tuloilman päätelaitteiden liittymien tiivistys luotettavasti voi olla haastavaa ja tiivistykset voivat vaatia myös kirkkosalin alttarikorokkeen osittaista purkamista – ilmavuotoja tapahtui alttarikorokkeen takaa alapohja- ja ulkoseinärakenteen liittymästä).
- Rippikoulusiiven ja sakaristosiiven ulkovaipparakenteiden tiivistyskorjaukset alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi –

tiivistyskorjausten luotettavuutta ja kannattavuutta heikentävät huonokuntoiset ikkuna- ja ulko-ovirakenteet.

- Sakaristosiiven yhden tilan seinien yläosassa esiintyvien kosteusvaurioiden korjaaminen.
- Rippikoulusiiven alapohjassa olevan kanaalin luukun tiivistäminen ja kanaalin alipaineistaminen koneellisesti.
- Ilmanvaihtokoneiden peruspuhdistus
  - Puhdistetaan myös huippuimurit samassa yhteydessä.
- Parannetaan suodatinkehikoiden tiiveyttä ja asennetaan TK2-koneeseen pystymalliset suodattimet.
- Tehdään kaikille äänenvaimennetuille kanavaosille ja kammioille pölynsidontakäsittely.
- Kanavapuhdistus
  - varmistetaan kanavapuhtaus ja mahdolliset mineraalivillalähteet koko kanavistossa kanavakuvauksella puhdistuksen jälkeen.
- Uusitaan tarvittaessa sakastisiiven korvausilmaventtiileitä.
- Ilmanvaihtojärjestelmän säätö
  - ilmamäärät tasapainotetaan tilakohtaisesti suunnitelmien mukaisiksi kaikissa tiloissa.
  - IV-suunnitelmat päivitetään kokonaisuudessaan vastamaan nykytilaa.
- Rajoitetaan kiertoilman käyttöä silloin, kun rakennuksessa on ihmisiä, mikäli se on lämpötilaolojen puolesta mahdollista.

Ennen mittavaa peruskorjausta tehtävät korjaukset vaativat korjaussuunnittelua ja korjausten onnistuminen tulee varmistaa korjaustöiden aikana tehtävien laadunvarmistuskokeiden avulla (esim. tiivistyskorjattavien rakenteiden merkkiainekokeet ja painesuhdemittaukset). Korjausten onnistumista/ pysyvyyttä on seurattava erillisen, korjausten aikana laadittavan, seurantasuunnitelman mukaisesti peruskorjaukseen asti. Seurantatutkimukset voivat esimerkiksi sisältää aistinvaraisia havaintoja, tiivistettyjen rakenteiden ilmatiiveyden pysyvyyden tarkastamista merkkiainekokeiden avulla vuoden välein, rakennuksen painesuhteiden seurantamittauksia sisäilman, ulkoilman, kellarikerrosten ja ryömintätilan välillä sekä sisäilmasto-olosuhteiden seurantatutkimuksia.

7.3 Suositeltavat toimenpiteet rakenneosittain

Tutkimustulosten perusteella suositellaan peruskorjaushankkeen hankesuunnittelun käynnistämistä tai jo aiemmin toteutetun hankesuunnitelman päivittämistä.

Seuraavassa luettelossa on koottu raportissa esitetyt peruskorjaustasoiset toimenpide-ehdotukset rakenneosittain.

Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät

- Salaojien ja sadevesijärjestelmien uusinta, maanpintojen muokkaukset rakennuksesta poispäin viettäviksi

Perustukset, maanvaraiset seinärakenteet

- Sokkeleiden ja maanvastaisten ulkoseinien ulkopuolisten lämpö- ja vedeneristeiden asennus
- Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi (betoni – villa – betoni -rakenteisten maanvastaisten seinien lämmöneristeiden purku haastavaa)
  - Tiivistyskorjauksessa tulee ottaa huomioon, että rakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta
- Kuorimuurattujen maanvastaisten seinien sisäpuolisten tiilikuorien ja lämmöneristeiden purku, sisäpuolisen vedeneristeen poisto ja rakenteiden uudelleenrakennus.

Alapohjarakenteet

- Kellarikerroksen maanvastaisten alapohjarakenteiden uusiminen kokonaisuudessaan kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi – samassa yhteydessä purkaantuvat kellarin väliseinärakenteet
- Kirkkosalin ryömintätilaan rajoittuvan alapohjarakenteen osittainen uusiminen lattialämmitysjärjestelmän uusimisen vuoksi
- Rippikoulusiiven alapohjaranteen tiivistyskorjaukset ja pinnoitteiden uusinta
  - Kanaalin alipaineistus
- Ryömintätilan täyttömaiden poistaminen ja korvaaminen kapillaarisen kosteuden nousun estävillä materiaaleilla

- Ryömintätilan tuuletuksen parantaminen, ryömintätilaa vasten olevan alapohjarakenteen tiivistyskorjaukset

Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Betonirakenteiden kuntotutkimusraportissa on esitetty tarkemmin julkisivuihin ja betonirakenteisiin liittyvät toimenpidesuositukset
- Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi
- Ikkunoiden, ulko-ovien ja ikkunapellitysten uusinta

Välipohjarakenteet

- Välipohjarakenteiden ilmatiiveyden parantaminen
- Rakennusjätteiden puhdistus lehterikerroksen korokelattian alta.

Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

- Kellarikerroksen väliseinärakenteet purkaantuvat alapohjarakenteiden uusinnan yhteydessä. 1. kerroksen väliseinille ei esitetä jatkotoimenpiteitä. Rakenneliittymien tiivistyskorjaukset tulee ulottaa myös väliseinärakenteisiin.

Yläpohjat ja vesikatot

- Betonirakenteiden kuntotutkimusraportissa on esitetty tarkemmin kirkkosalin kuparikatteeseen liittyvät toimenpidesuositukset
- Bitumikermikatteiden ja vesipellitysten uusinta ja yläpohjarakenteiden tiivistyskorjaukset rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi

Alakatot

- Alakatot uusitaan peruskorjauksessa.

LVIS-tekniikka

- Koko IV-järjestelmän saneeraus vastaamaan nykyvaatimuksia
  - Saneeraus tulee vaikuttamaan osaltaan myös lämmitysjärjestelmään
- Sähköjärjestelmien uusinta

- Lattialämmitysjärjestelmien uusimistarve vaikuttaa merkittävästi välipohja- ja alapohjarakenteiden pintarakenteiden uusimislaajuuteen
- Lämpöjohtoverkoston sulku-, linjasäätö- ja patteriventtiilien uusimiseen tulee varautua. Lisäksi tulee varautua kaukolämmön alajakokeskuksen uusimiseen.
- Vesijohtojen ja viemäriverkostojen uusinta

7.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuositukset ovat korjaussuunnitellun lähtötietoja, eikä niitä voi käyttää korjaussuunnitelmana. Varsinaiset korjaussuunnitelmat tulee laatia kosteusvaurioiden korjauksiin erikoistuneen suunnittelijan toimesta. Korjaussuunnittelijan tulee varmistaa lähtötietojen kattavuus ja esittää mahdolliset jatkotutkimustarpeet korjauksien onnistumisen varmistamiseksi.

Tässä tutkimuksessa merkkiainekokeet on suoritettu pistokoeluonteisesti rakenteiden yleisen tiiveystason, merkittävimpien tyypillisten ja hallitsemattomien ilmavuotopaikkojen selvittämiseksi. Mikäli rakenteille suoritetaan tiivistyskorjauksia, suositellaan rakenteiden epätiiveyskohtien määrittämistä tarkemmin mallihuoneiden avulla. Korjaussuunnittelija ja kuntotutkija valitsevat edustavat mallihuoneet ja tutkittavat rakenteet sekä läpiviennit. Epätiiveyskohtien tarkempi määrittäminen on suositeltavaa suorittaa ennen korjaussuunnittelua tai korjausrakentamisen tarjouskilpailua riittävän korjauslaajuuden selventämiseksi.

Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinin ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännöstöt. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää kattavasti asbesti- ja haitta-aineiden esiintyminen rakennuksessa. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015)

8 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 31.10.2023

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

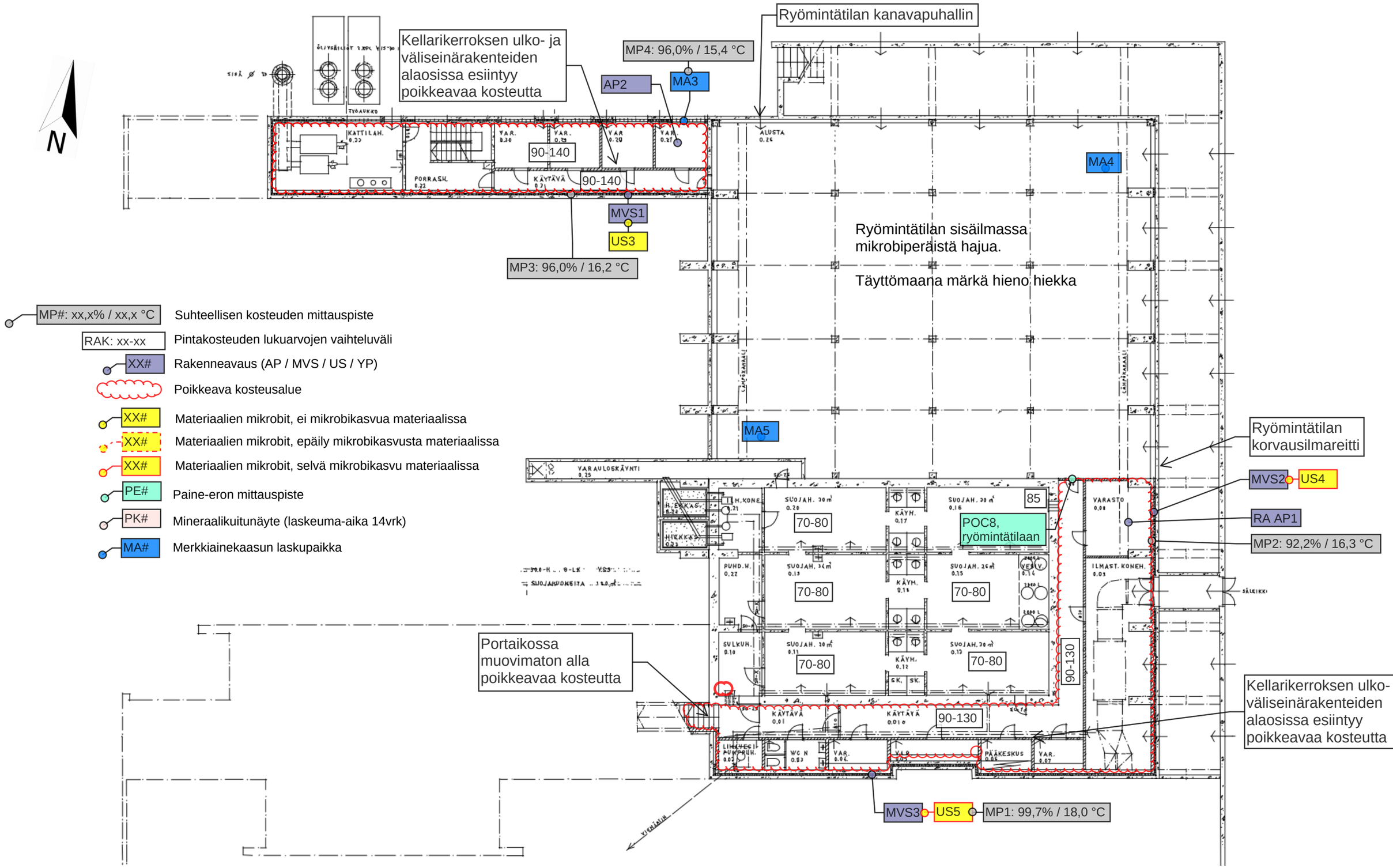




Ins. amk, RTA Saija Korpi
Rakennusterveysasiantuntija C-22375-26-16
Sisäilma-asiantuntija C-24912-38-19
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-610474-24-13

RI, RTA Tero Mantela
Kosteus- ja sisäilma-asiantuntija
Rakennusterveysasiantuntija (C-26165-26-21)

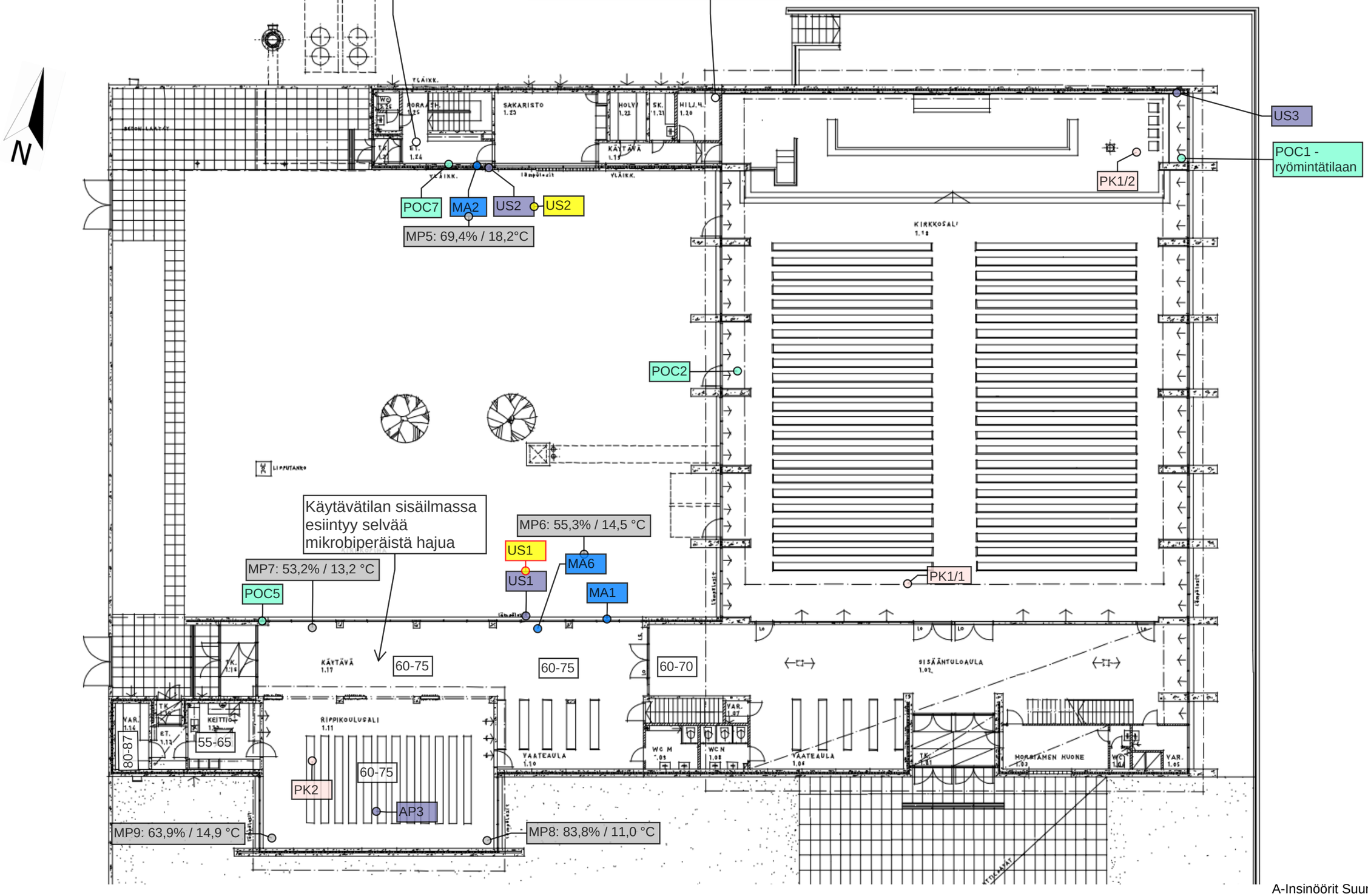
Valkeakosken kirkko, kellarikerros



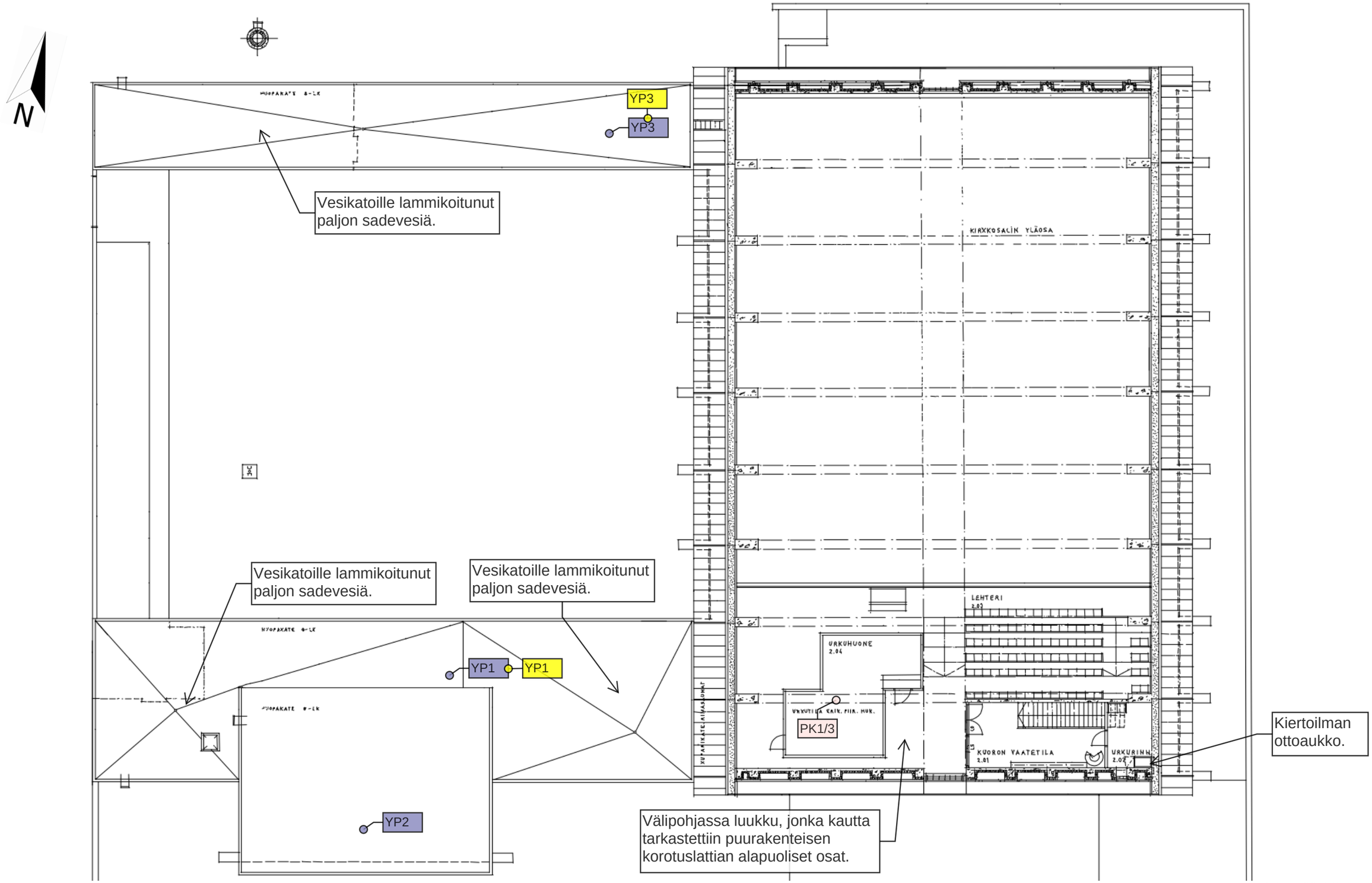
A-Insinöörit Suunnittelu Oy
www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

Valkeakosken kirkko, 1. kerros

Pohjapiirustus



Valkeakosken kirkko, 2. kerros



Kohde: Valkeakosken kirkko **Työnumero:** 3223108.1 Päivitetty 31.10.2023

Mittaaja: Saija Korpi, Tero Mantela

Porauspäivä: 26.9. ja 10.10.2023 **Mittauspäivä** 26.9. ja 10.10.2023

Mittalaitteet ja mittaus-tarkkus: Vaisala HM40 ja HMP40S mittapää: ±1,7%RH (0-90%RH), ±2,5%RH (90-100%RH), 0-40°C
Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: ±1,5%RH (0-90%RH), ±2,5%RH (90-100%RH), 0-40°C
Vaisala HMI41 ja HMP42 mittapää: ±2%RH (0-90%RH), ±3%RH (90-100%RH), 20°C

Kalibrointipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydettäessä

Kokonaismittaus epätarkkuus ± 6 % (RT 103333)

Päiväys	nro	tila	rakenne	materiaali	syvyys mm	antu-ri nro	RH %	°C	absoluut. kosteus g/m^3
26.9.23	MP1	Varasto 0.04	Maanvastainen seinä, eristekerros	Mineraalivilla	240	5	99,7	18,0	15,3
		Varasto 0.04	Sisäilma			5	70,6	18,3	11,0
26.9.23	MP2	Varasto 0.08	Maanvastainen seinä, eristekerros	Mineraalivilla	150	4	92,1	16,3	12,8
		Varasto 0.08	Sisäilma			6	66,6	18,9	10,8
26.9.23	MP3	Käytävä 0.31	Maanvastainen seinä, eristekerros	Mineraalivilla	160	8	96	16,2	13,3
		Käytävä 0.31	Sisäilma			6	68,8	18,0	10,6
26.9.23	MP4	Varasto 0.24	Maanvastainen seinä, eristekerros	Mineraalivilla	160	7	96	15,4	12,6
		Varasto 0.24	Sisäilma			5	61,2	18,3	9,6
26.9.23	MP5	Käytävä 1.24	Ulkoseinä, eristekerros	Mineraalivilla	240	6	69,4	18,2	10,8
		Käytävä 1.24	Sisäilma			5	61,2	18,3	9,6
10.10.23	MP6	Käytävä 1.17	Alapohja, eristekerros	Leca-sora	240	7	55,3	14,5	6,9
10.10.23	MP7	Käytävä 1.17	Alapohja, eristekerros	Leca-sora	240	8	53,2	13,2	6,1
10.10.23	MP8	Käytävä 1.17	Alapohja, eristekerros	Leca-sora	240	6	83,8	11,0	8,4
10.10.23	MP9	Käytävä 1.17	Alapohja, eristekerros	Leca-sora	240	7	63,9	14,9	8,2
		Käytävä 1.17	Sisäilma			6	29,7	19,5	5,0
26.9.			Ulkoilma				69,3	18,3	10,8
10.10.			Ulkoilma				92	8,0	7,7

3223108.1

Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit 2
Mineraalikuitulaskenta 7

3223108.1

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit

LABROC Member of GBAGROUP

183612/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
11.10.2023
1/6

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T314 (EN ISO/IEC 17025)

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY			
Tilaaja':	A-Insinöörit Suunnittelu Oy Saija Korpi, saija.korpi@ains.fi	**Tilauspäivä:**	26.9.2023
Kohde':	Valkeakosken kirkko	**Laboratorio:**	Kuopio
Projektinumero':	3223108,1	**Vastaanottopäivä:**	26.9.2023
Näytteenottaja':	Saija Korpi	**Viljelypäivät:**	27.9.2023
Näytteenottopäivät':	25.9. ja 26.9.2023		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	YP1, Lasivilla, Käytävä 1.17/ Vaateaula 1.10, yläpohja, lämmöneriste	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	YP3, Lasivilla, Sakaristosiipi, yläpohja, lämmöneriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	US1, Mineraalivilla, Käytävä 1.17/ Vaateaula 1.10, ulkoseinä, lämmöneriste	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	US2, Mineraalivilla, Sakaristosiipi, ulkoseinä, lämmöneriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	US3, Mineraalivilla, Sakaristosiipi, kellarikerros, käytävä 0.21	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	US4, Mineraalivilla, Kellarikerros, varasto 0.08	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa

TYRNÄVÄNTIE 12, 90400 OULU, PUH. 010 524 9580 | MÄNTYHAANTIE 1, 33800 TAMPERE, PUH. 010 524 9582
MALMINKAARI 10, 00700 HELSINKI, PUH. 010 524 9583 | METSÄNNEIDONKUJA 6, 02130 ESPOO, PUH. 010 524 9581
MICROKATU 1, 70210 KUOPIO, PUH. 010 321 0680 WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6
Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

LABROC Member of GBAGROUP

183612/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
11.10.2023
2/6

	US5, Mineraalivilla, Kellarikerros, varasto 0,04	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita, paljon bakteereita ja bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

LISÄTIEDOT

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

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

3223108.1

LABROC Member of GBAGROUP

183612/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
11.10.2023
3/6

ANALYYSITULOKSET

Näyte': YP1, Lasivilla, Käytävä 1.17/ Vaateaula 1.10, yläpohja, lämmöneriste

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte': YP3, Lasivilla, Sakaristosiipi, yläpohja, lämmöneriste

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+		muut bakteerit	+(YK)
steriilit		+	*aktinomykeetit	<mr
Syncephalastrum sp.		+		

Näyte': US1, Mineraalivilla, Käytävä 1.17/ Vaateaula 1.10, ulkoseinä, lämmöneriste

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	**+++**	**+++**	Kokonaismäärä	+
Aspergillus candidus (lr)	++	+	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
***Scopulariopsis sp.**	**+++(T)**	**+++(T)**		
steriilit	++	+		
Lichtheimia sp.	+			
***Aspergillus versicolores (lr)**		**+++(T)**		
***Aspergillus ochraceus (lr)**		**+(1)**		

Näyte': US2, Mineraalivilla, Sakaristosiipi, ulkoseinä, lämmöneriste

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.	+	+	muut bakteerit	+
steriilit	+	+	*aktinomykeetit	+(8)

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

LABROC Member of GBAGROUP

183612/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
11.10.2023
4/6

Näyte': US3, Mineraalivilla, Sakaristosiipi, kellarikerros, käytävä 0.21

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	<mr
			*aktinomykeetit	+(1)

Näyte': US4, Mineraalivilla, Kellarikerros, varasto 0.08

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	**+++**	+	Kokonaismäärä	+
***Phialophora (sr)**	**+++(T)**		muut bakteerit	+(YK)
steriilit	+		***aktinomykeetit**	**+(5)**
Penicillium sp.		+		

Näyte': US5, Mineraalivilla, Kellarikerros, varasto 0,04

HOMEET JA HIIVAT	M2 pmy/malja	DG18 pmy/malja	BAKTEERIT	THG pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	**Kokonaismäärä**	**+++**
***Purpureocillium sp.**	**+(4)**	**+(2)**	muut bakteerit	+++
			***aktinomykeetit**	**+++(T)**

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

3223108.1

LABROC Member of GBAGROUP

183612/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
11.10.2023
5/6

Tulostaulukon merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määritysrajan

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

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

* = kosteusvaurioindikaattori.

sr = sukuryhmä

lr= lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Marja Hänninen, Tutkija, Mikrobiologi
p. 050 325 0612, marja.hanninen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

3223108.1

Mineraalikuitulaskenta

LABROC Member of GBAGROUP

184595/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI
16.10.2023
1/1

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T314 (EN ISO/IEC 17025)

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ

Tilaaja':	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	**Tilauspäivä:**	10.10.2023
Kohde':	Valkeakosken kirkko	**Toimitettu laboratorioon:**	10.10.2023
Projektinumero':	3223108.1	**Laboratorio:**	Tampere

Menetelmät:
Geeliteipille kerätystä laskeumapölystä laskettiin valo-/polarisaatiomikroskooppia käyttäen teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on yli 3µm ja pituuden suhde halkaisijaan on vähintään 3:1. Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt (2006) sekä TTL:n ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (2017). Menetelmän määritysraja yhdelle teippinäytteelle on 0,07 kuitua/cm2 ja kolmen teippinäytteen keskiarvolle 0,02 kuitua/cm2. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on 30%. Laskelma ei huomioi näytteenoton mittausepävarmuutta. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Näytteenottaja': Tero Mantela

Näyte'	Näytteenottopaikka'	Näytteen kertymäaika'	Kuitua/ cm² *	Keskiarvo kuitua/ cm² *
Pk2	Rippikoulusali	14 vrk	0,14 0,07 0,14	0,12
Pk1	Kirkkosali	14 vrk	<0,07 0,21 0,07	0,09

*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalivillakuitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm2 kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje suosittelee otettavan vähintään kolme rinnakkaista näytettä.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Heikki Meriluoto, Tutkija, Geologi
p. 050 571 9908, heikki.meriluoto@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

SISÄLLYSLUETTELO

1 Laitteiden kalibrointi 2

2 Pintakosteuskartoitus 2

3 Rakennekosteusmittaukset 3

3.1 Porareikämittaus 3

3.2 Rakenteiden hetkellinen kosteusmittaus 3

4 Rakenneavaukset 4

5 Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus) 5

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset 8

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta 8

7 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset 9

8 Sisäilman lämpötila 11

9 Sisäilman suhteellinen kosteus 14

10 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 15

11 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit 16

11.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä 16

1 Laitteiden kalibrointi

Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein. Tämä koskee seuraavia mittalaitteita:

- Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimet ja B50/LB70/LB71 -mittausanturit
- Vaisala HM40 ja HM41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapäät (rakennekosteusmittaukset)
- Testo 435-4 -yhdistelmämittari
- Testo 512 -paine-eromittari
- Tinytag TGPR-0704 ja TGC-0046 (paine-eron seurantamittaukset)
- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 (sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset)
- Tinytag TGE-0010 (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettäessä.

2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton ja suuntaa antava menetelmä, jossa tutkitaan lattia-, katto- ja seinäpinnoilta ns. poikkeama-alueita. Korkeat pintakosteudenosoittimen lukemat saattavat viitata kosteuteen rakenteissa. Mittaus on rakenteita rikkomaton ja nopea, mutta myös virhealtis.

Tutkimusvälineet

Pintakosteusmittaukset rakenteiden pinnoilta suoritettiin Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimilla ja B50/LB70/LB71 -mittausantureilla.

Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0…199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50…90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen

pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssi-alueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittaussyvyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteus-pitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkis-taa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauk-sella.

Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tulok-sia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mitta-pään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittaajan kosketus mitta-anturiin. Mittapäätä ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyt-tää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poik-keamia. Kelluvilla lattiapinnoitteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakennekosteusmittaukset

3.1 Porareikämittaus

3.2 Rakenteiden hetkellinen kosteusmittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenteen (yleensä muurattu rakenne, maanvastaisen seinän eristetila, kotelo tai kevytrakenteinen seinä) kosteussisältöä suuntaa antavasti. Tutkittavaan rakenteeseen tehdään reikä mittapäätä varten, jota ei putkiteta. Mittapään tasaantumisaika on tyypillisesti n. 20…45 minuuttia. Mittapään lä-pivienti tiivistetään vesihöyrytiiviillä kitillä.

Tutkimusvälineet

Sisäilman ja rakenteiden suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisalan mittapäillä. Käytettyjen mittauspäiden mallinumerot on esitetty mittauspöytäkirjassa.

Tulosten tulkinta

Rakenteiden kosteussisältö on riippuvainen sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Rakenteiden kosteus vaihtelee tavanomaisesti vuodenajan mukaan. Ulkovaipparakenteiden kosteusmittauksissa tulee huomioida myös auringon ja rakenteiden ilmavuotojen vaikutus. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalia korkeammasta kosteussisällöstä.

Epävarmuustarkastelu

Mittalaitteiden epätarkkuus on esitetty kosteusmittauspöytäkirjassa. Tasalämpöisissä rakenteissa mittaus on luotettava, mutta ulkovaipparakenteiden ilmavuodot ja lämpötilaerot sisäilmaan nähden saattavat aiheuttaa merkittävän mittavirheen. Mittaus on tarkimmillaan, kun rakenteen lämpötila on välillä +15…+25 °C.

4 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnon tarkistamiseksi. Samassa yhteydessä rakenteille voidaan tehdä kosteusmittauksia ja tarpeen mukaan ottaa materiaalinäytteitä haitta-aine- tai mikrobianalyysiä varten.

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteusfysikaalista toimintaa, kuntoa ja toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti. Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobianalyysit.

Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti ø8…28 mm iskuporakoneella ja ø52…100 mm timanttiporakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

Tulosten tulkinta

Rakenneavausten yhteydessä materiaalien vaurioita voidaan arvioida aistinvaraisesti tai rakennekosteusmittauksin, mutta rakenteen vaurioitumisesta saadaan varmuus materiaalinäytteen mikrobianalyysillä. Rakenneavauksen yhteydessä selvitetään rakenteen mahdollisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan, joka on olennainen osa rakenteen mikrobivaurion vaikutuksesta sisäilman laatuun.

Epävarmuustarkastelu

Rakenneavausten sijainti ja lukumäärä on olennainen osa tutkimuksen kattavuutta ja luotettavuutta. Rakenteelliset poikkeamat saattavat aiheuttaa väärän tulkinnan mahdollisten vaurioiden laajuudesta tai rakenteiden toteutustavasta. Joskus vanhat rakenteet on korjattu vain osittain, joka voi vaikeuttaa rakenteiden toteutustavan selvittämistä, mutta vaikeuttaa myös vaurioiden paikallistamista ja niiden laajuuden selvittämistä.

5 Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)

Merkkiainetutkimus on ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- tai välipohjarakenteiden tiiveyden tutkimista. Merkkiainetutkimusten avulla selvitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien tai radonin kulkeutumisreittejä sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksella voidaan tutkia rakenteiden tiiveyttä eri tavoitetasoilla. Lisätietoa tutkimuksesta löytyy RT-kortista 14-11197.

Mittauksen suoritus

Merkkiainekokeita voidaan (1) tehdä rakenteissa esiintyville epäpuhtauksille mahdollisen altistumisen arviointia varten, (2) rakenteista sisäilmaan olevien ilmavuotoreittien selvittämistä varten tai (3) tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena.

1. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa merkkiainekokeet tehdään tutkittaviin rakenteisiin sen hetkisillä ns. tavanomaisilla olosuhteilla. Paine-ero tutkittaviin rakenteisiin nähden on tällöin yleensä pienempi, kuin seuraavissa tapauksissa.

2. Merkkiainekokeilla voidaan selvittää ilmavuotoreittien määrää ja laatua rakenteista sisäilmaan tarvittaessa koneellisella alipaineistuksella (yleensä n. 10 Pa alipaineessa).

3. Tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena tutkittavat tilat alipaineistetaan merkkiainekokeiden ajaksi koneellisesti 10-15 Pascalia tutkittavaan rakenteeseen nähden. Rakennus ei normaalissa käyttötilassa ole yleensä näin alipaineinen.

Tarvittava paine-ero saadaan aikaan yleensä joko kiinteistön omaa ilmanvaihtoa manipuloimalla (mm. ilmanvaihdon päätelaitteita peittämällä) tai erillisellä alipaineistuskalustolla, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan yleensä lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Tutkittavaan tilaan pyritään saamaan n.10 Pa alipaine tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipaineen luomiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Kaasunsyöttöpiste- ja paine-eromittauspisteet tiivistetään vesihöyrytiiviillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiainekaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

Tutkimusvälineet

Merkkiainekaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiainekaasua syötettiin kaasupulloon liitetyllä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaiteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyysasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemmällä asetuksella.

Tulosten tulkinta

Vuotojen tulkinta on melko yksiselitteistä, mutta tutkimuksessa on otettava huomioon useita rakenteellisia seikkoja ja epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Katso tarkemmin kohta epävarmuustarkastelu.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden aikana tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt ja rakenteeseen kohdistetaan tavanomaista korkeampi alipaineisuus.

Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekaasun syöttömäärällä on suuri vaikutus tuloksiin. Liian pienellä kaasumäärällä merkkiainetta ei ole rakenteessa riittävästi, eivätkä isotkaan rakenteelliset ilmavuodot tule esille. Vastaavasti liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti. Olennainen osa tutkimusta on sopiva ja jatkuva paine-ero tutkittavaan rakenteeseen nähden. Paine-eroa tulee seurata aktiivisesti koko tutkimuksen ajan, jotta voidaan olla varmoja alipaineistuksen toimivuudesta tutkittavalla alueella. Tutkittavat rakenteet on oltava tiedossa tutkimusta tehdessä, jotta merkkiainetta voidaan syöttää oikeaan kohtaan rakennetta. Kaasunsyöttöpisteiden määrä on myös oltava riittävä rakenteeseen nähden, jotta kaikki vuotopaikat saadaan näkyville.

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus pysäyttää kaasun etenemisen), mikä pitää tulkinnassa huomioida. Tunkeutuvuus

materiaalien läpi on merkkiaineelle hyvä ominaisuus, jos tavoitteena on ehkäistä mikrobien aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt.

Testo monitoimimittauslaitteen 435-4 paine-eron mittausvirhe on ± 1 %, kun mitattu paine-ero on alle 200 Pa. Paine-eromittalaitteen Testo 512 mittausvirhe on ± 0,5 %. Paine-eromittalaitteen Miran DP-200 mittausvirhe on ± 3 %.

Retrotec-ovipuhallinlaitteiston puhaltimen ilmoittaman ilmamäärän tarkkuus on ± 5 %. Ovipuhallinlaitteiston paine-erosäätimen DM32-4A tarkkuus on ± 1 % tai ± 0,25 Pa (joista suurempi on määräävä).

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta

Tutkimusmenetelmällä selvitetään, esiintyykö tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä poikkeavia pitoisuuksia teollisia mineraalivillakuituja. Asuin- ja toimistotiloissa esiintyvät teolliset mineraalikuidut ovat pääsääntöisesti eristevillakuituja, joiden lähteinä ovat yleensä tuloilmajärjestelmissä käytetyt äänenvaimennusmateriaalit, putkien ja läpivientien avonaiset mineraalivillaeristeet, suojaamattomat tai rikkonaiset akustiikkalevyt sekä rakenteiden lämmöneristeet. Teollisia mineraalikuituja esiintyy pieninä pitoisuuksina lähes kaikissa rakennuksissa. Myös harvoin siivotut pinnat voivat toimia kuitulähteenä.

Näytteenotto

Tilojen sisäilman kuitupitoisuutta voidaan selvittää tarvittaessa harvoin siivotuilta pinnoilta, mutta toimenpiderajat on asetettu 14 vuorokauden pölylaskeumalle. Tutkittavaan huonetilaan asetetaan hengityskorkeudelle näytteenkeräyspiste, josta kahden viikon kuluttua kerätään näyte joko imuroimalla näytekoteloon tai ottamalla näyte geeliteipillä. Geeliteippiä käytettäessä tulee ottaa vähintään 3 näytettä/tila. Ohjeen mukaan

tulee lisäksi ottaa myös ns. nollanäyte, jolla varmistetaan näytteenottomenetelmän puhtaus. Nollanäyte otetaan heti pinnan puhdistamisen jälkeen joko samalta pinnalta kuin varsinainen näyte tai vastaavalla tavalla puhdistetulta pinnalta.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Harvoin siivotulta pinnalta (ei tiedossa olevaa laskeuma-aikaa) ei voida tehdä yksiselitteistä raja-arvoihin perustuvaa tulkintaa, mutta voidaan tehdä tulkintoja mahdollisista epäpuhtauslähteistä, kun myös tuloilmakanavista otetaan näytteitä.

Analyysitulokset ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm^2). Näytteistä lasketaan valomikroskooppisesti 100-kertaisella suurennuksella ne teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1

Synteettiset epäorgaaniset kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos kuitupitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (pöydät ym.) ovat alle 0,2 kuitua/cm^2 (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III, 8/2016). Harvoin siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuuden tulisi olla alle 3 kpl/cm^2. Jos kuitujen lukumäärät harvoin siivotuilla pinnoilla ovat yli 10 kpl/cm^2, tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä (Työterveyslaitos). Tarkemmat tutkimusmenetelmät on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

Tutkittavasta tilasta ilmoitetaan näytetulosten keskiarvo, jota verrataan toimenpiderajaan mittausepävarmuus huomioon ottaen.

7 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

Paine-eromittauksella voidaan arvioida ilmanvaihdon toimivuutta, tasapainotilaa ja sen vaikutusta rakennuksen paine-eroihin tilakohtaisesti. Mittauksella voidaan myös arvioida mahdollisten epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista sisäilmaan. Pitkäkestoisilla paine-eromittauksilla viitataan yleensä vähintään viikon, mutta yleensä kaksi viikkoa kestäviin paine-eron seurantamittauksiin.

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Dwyer Magnesence ja Produal -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 1 % (±50Pa).
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 3 % lukemasta, 0-pistetarkkuus ± 0,1 Pa.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikuttavat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuliolosuhteet.

Vuonna 2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen (545/2015) soveltamisohjeen mukaan: *Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pascalia (Pa), niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Tällä vähennetään vuotoilmavirtauksia ja niiden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia.*

Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen ylipaineisuus on mahdollista tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta johtuen, eikä vaadi korjaustoimenpiteitä.

Asumisterveysoppaan (Aurola R. ja Välikylä T., 2009) mukaan tilat, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0…-2 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Kokemusperäisesti voidaan todeta, että rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0…-5 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin rakenteista ei tapahdu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan päin.

8 Sisäilman lämpötila

Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on lämpötila-alueella 0 °C…50 °C ± 0,35…0,5 °C.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 0,3 °C.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

- Lämmityskaudella asuinhuoneistoissa lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella asuinhuoneiston lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +32 °C
- Lämmityskaudella palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +26 °C.
- Lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +32 °C
- Lämmityskauden ulkopuolella palvelutaloissa, vanhainkodeissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli +20 °C ja alle +30 °C

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huonelämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C, mutta voi vaihdella välillä 20-25 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä 20-27 °C. Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan sisäilman operatiivisen lämpötilan tavoitearvot ovat seuraavat:

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 [1]	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ [1]	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 [1]	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) [2]
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) [2]
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) [2]
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

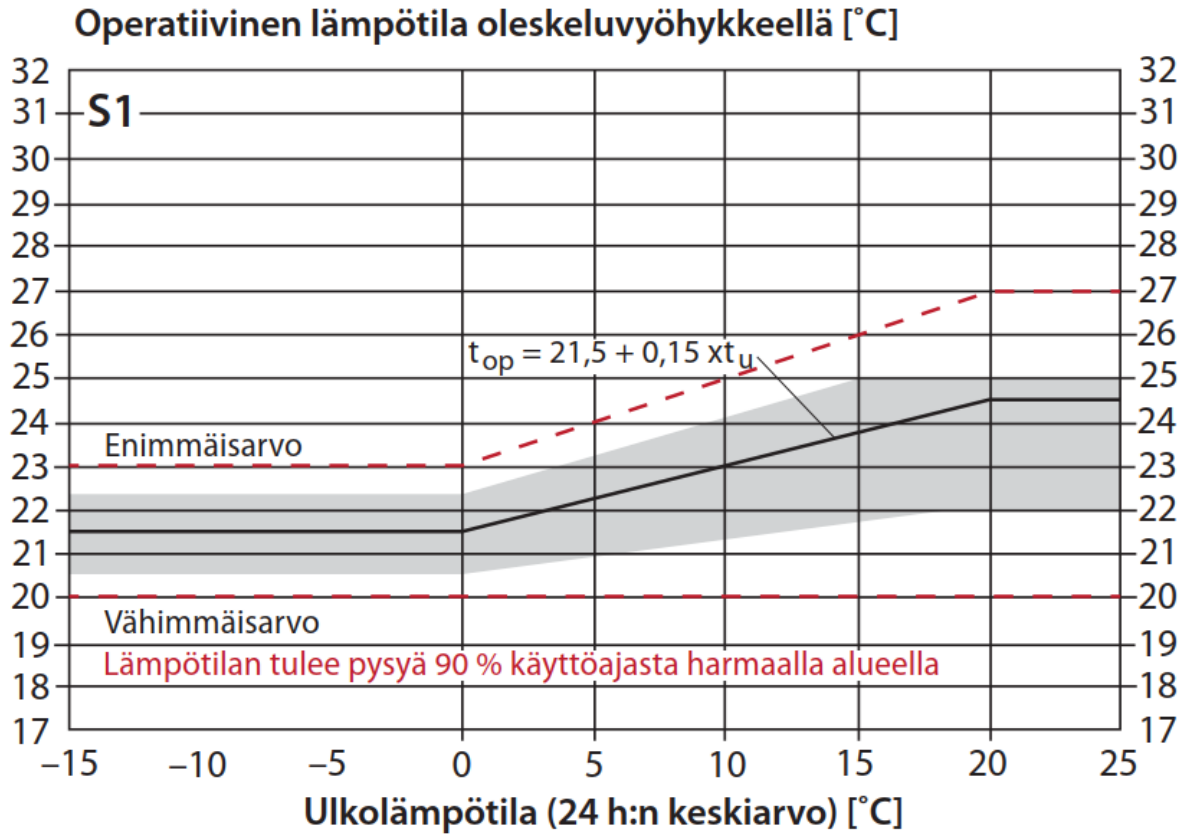
[1] S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä t_{op} ±1,5 °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.
[2] Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

Kuva 1
Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

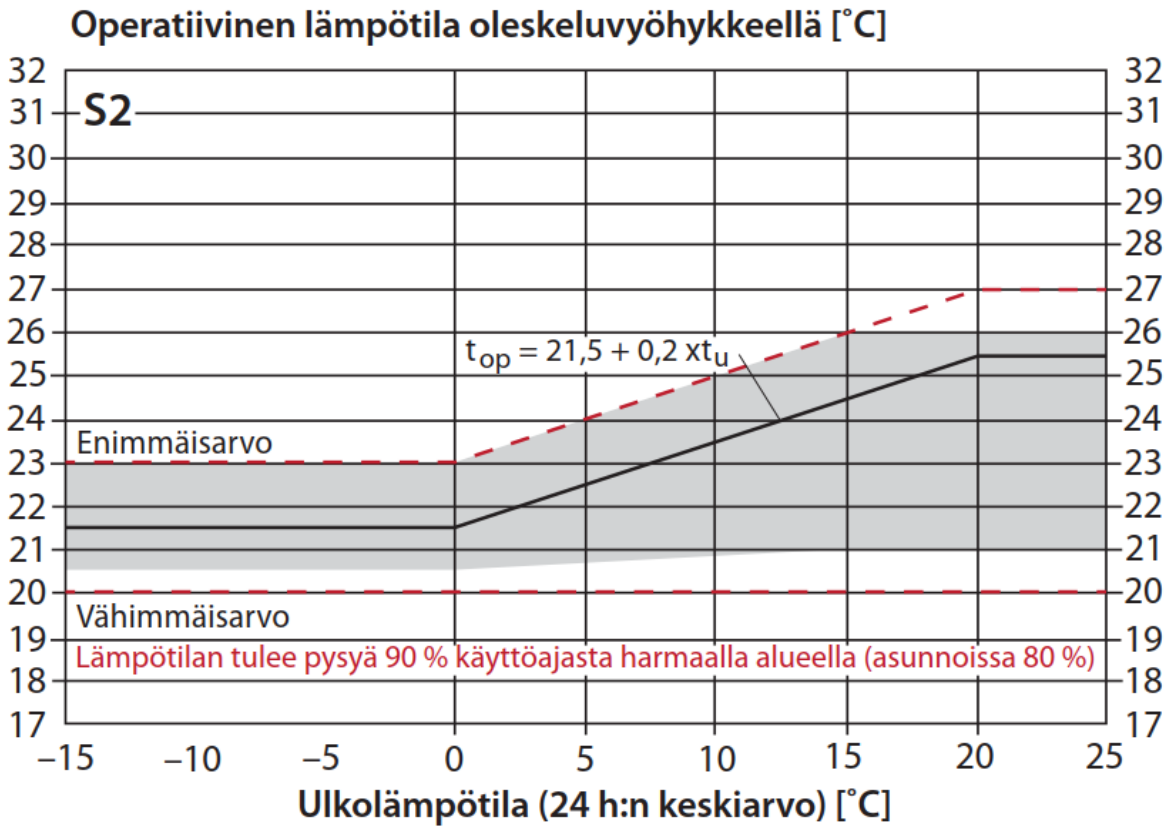
Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteltuna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi nestepatsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat poikkeavat selvästi ilman lämpötilasta (esim. huonosti eristetty vaippa, 2-lasiset ikkunat, suuret ikkunat, useita

ulkoseiniä, lattian alla lämmittämätön tila, auringonsäteily, lattialämmitys, kattolämmitys, jäähdytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila laskemalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.



Kuva 2
S1-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.



Kuva 3
S2-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.

9 Sisäilman suhteellinen kosteus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 mittalaitteilla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 3 %RH, kun lämpötila on 25 °C.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 1,8 % (0…85 %RH).

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Huoneilman kosteus ei saa pitkäkestoisesti olla niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvuston riskiä (Sosiaali- ja

terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Tarkkoja sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluvälin raja-arvoja ei ole asetettu. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20 – 60%. Tähän vaikuttaa kuitenkin ilmastolliset tekijät, eikä se aina ole saavutettavissa. Talviaikaan kovalla pakkasella sisäilman suhteellinen kosteus saattaa yleensä tippua melko matalalle. Jos sisäilma on erityisen kuivaa (< 20 %) pidemmän ajan, käyttäjät voivat tuntea sen epämiellyttäväksi. Alhaisella huoneilman kosteudella on todettu olevan yhteyttä hengitystieoireisiin.

Sisäilman suhteellista kosteutta tulisi tarkastella kosteuslisänä ulkoilman vallitsevaan kosteuspitoisuuteen verrattuna, tarkasteltaessa kosteuden vaikutusta rakenteisiin. Mikäli kosteuslisä on suurempi kuin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja sen pinnoilla lisääntyy (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016).

10 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Tinytag TGE-0010 mittalaitteella. Käytetyn mittalaitteen mittaustarkkuus on ± 50 ppm.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 30 ppm tai ± 3 % lukemasta.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on suurempi kuin 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden yleisenä arvona voidaan pitää 400 ppm. 1550 ppm pitoisuuden ylittyessä huoneilmassa, toimenpiderajan voidaan katsoa ylittyvän.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat eri sisäilmastoluokissa seuraavat, kun ulkoilman hiilidioksiditasona pidetään 400 ppm*:

S1 < 750 ppm
S2 < 950 ppm
S3 < 1200 ppm

**Hiilidioksidipitoisuustavoite koskee ihmisperäistä hiilidioksidia. Olosuhteiden pysyvyyttä tarkastellaan yhden tunnin liukuvan keskiarvon avulla.*

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on riippuvainen sijainnista ja vuodenajasta. Talviaikaan hiilidioksidipitoisuus on kesäaikaan nähden hieman korkeampi, kun kasvillisuus on lumen peitossa. Kaupunkialueella ja liikennöidyillä alueilla hiilidioksidipitoisuus on myös tyypillisesti korkeampi.

Hiilidioksidin suuri pitoisuus sisäilmassa on yleensä viite tilan riittämättömästä ilmanvaihdosta ja voi aiheuttaa tilan käyttäjälle väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista.

11 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Materiaalinäytteenotto

Materiaalinäytteet kerätään suljettaviin muovipusseihin. Materiaalinäytteidenottoon käytetyt välineet puhdistetaan ennen jokaista näytteenottoa aseptisesti.

11.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

Taulukko 1
Analyysitulosten merkintöjen selitykset (Labroc Oy).

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kok. määrä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30 - 49	---	---
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän, että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiivojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä, lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä. Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa seuraavan taulukon mukaisesti. Menetelmällä on Ruokaviraston hyväksyntä, jolloin suoraviljelytuloksia voidaan käyttää Asumisterveysasetuksen mukaisesti muun muassa kohteen terveyshaitan arviointiin.

Taulukko 2
Materiaalinäytteen suoraviljelytulosten tulkintamenettely käyttäen Labroc Oy:n validointiaineistoa.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

Mittausepävarmuus Labroc Oy

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/0,5 ml. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 17 % ja aktinomykeeteille 31 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden.

Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

Tarkastuskohde: VALKEAKOSKEN KIRKKO
Kirkkotie 1
37600 VALKEAKOSKI

Tilaaja: A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Timo Ekola

Toimeksianto: **ILMANVAIHDON TARKASTUKSET**

Tarkastuksen tekijät: Jyrki Lukkari, laadunvalvonta Marko Lukkari, ATPLukkari

Mittalaitteet: Tiny CX-savukone (ilman liike).

Hanke: VALKEAKOSKEN KIRKKO
Tarkastuslaajuus: IV-JÄRJESTELMÄ
Tarkastusajankohta: 25-26.9.2023

1. Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Tiloissa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto, joka on toteutettu kahdella erillisellä tuloilmakoneella sekä erillisillä huippuimureilla. Kirkkosalin osalta on käytössä myös kiertoilmatoiminto. Lämmöntalteenottoa ei ole.

1.1 Havainnot

Tutkimusalueelta ei ollut käytettävissä paikkaansa pitäviä IV-suunnitelmia. IV-konehuoneen seinällä oli kytkentäkaavio vuodelta 1992.

Tuloilmakoneet ovat 2000-luvulla uusittuja laitteita. Koneet on sijoitettu iv-konehuoneeseen (TK1) ja keittiön vieressä olevan varaston kattoon (TK2).

TK1-kone on teknisessä mielessä tyydyttävässä kunnossa. Koneesta tehtiin seuraavia havaintoja:

- suodattimia ei ole vaihdettu vuosiin (kohteen huoltomieheltä saatujen suullisten tietojen perusteella)
- suodatinkehikoista tapahtuu hieman ohivirtausta
- kammioiden tiiveys on tyydyttävällä tasolla
- kammioiden pohjalla on epäpuhtauksia, paikoin runsaasti
- puhallinmoottori ja hihnat sekä tärinänvaimentimet ovat kunnossa
- äänenvaimennetuissa kammioissa ja kanavissa on reikäpellin ja mineraalivillan välissä muovkalvo, mutta reuna-alueet ovat paikoin epätiiviit
- TK1-koneessa on kiertoilmatoiminto, jonka käyttö ei ole sisäilman laadun kannalta suositeltavaa, mutta rakennuksen lämmityksen kannalta osittain pakollista.

TK2-kone on teknisessä mielessä tyydyttävässä kunnossa. Koneesta tehtiin seuraavia havaintoja:

- suodattimia ei ole vaihdettu vuosiin (kohteen huoltomieheltä saatujen suullisten tietojen perusteella)
- suodatinkehikoista tapahtuu hieman ohivirtausta
- suodattimina on käytetty vaakasuoraa mallia, pitäisi olla pystysuorat
- kammioiden tiiveys on tyydyttävällä tasolla

- kammioiden pohjalla on epäpuhtauksia
- koneen jälkeisessä äänieristetyssä kanavassa ei ole tarkastusluukkua, joten mahdollisia mineraalivillalähteitä ei voitu tarkastaa.

Huippuimurit ovat uusittuja ja toimivat muuten normaalisti, mutta sakastisiiven huippuimuri oli kytketty pois päältä turvakytkimestä. Huippuimureissa oli paikoin havaittavissa epäpuhtauksia.

Pääte-elimien (tuloilma) sisällä havaittiin epäpuhtauksia, jotka ovat kulkeutuneet niihin koneiden ja kanavien kautta.

Ilman liikettä tarkasteltiin merkkisavulla. Ilma liikkuu ja tilat huuhtoutuvat ilmanvaihtokoneiden ollessa täydellä teholla sekä kirkkosalissa että rippikoulusalissa hyvin.

Sakastisiivessä on koneellinen poistoilmanvaihto ja korvausilmaelimet.



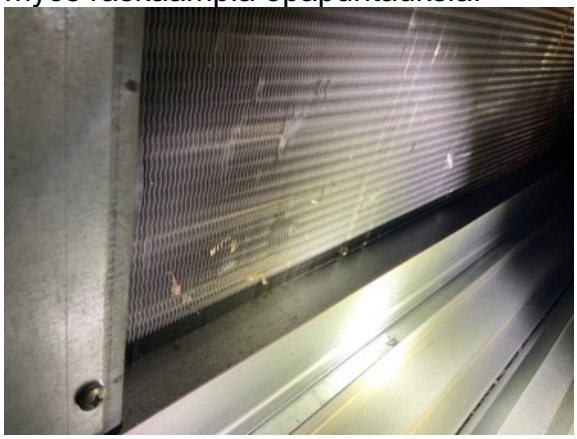
Kuva 1
Yleiskuva TK1-koneesta.



Kuva 2
Puhaltimen jälkeen kammiossa on myös raskaampia epäpuhtauksia.



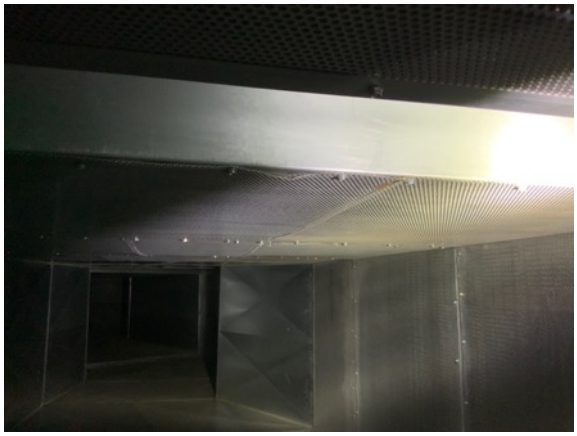
Kuva 3
Suodatinkammiossa on ulkoilman epäpuhtauksia.



Kuva 4
Lämpöpatterissa on hieman epäpuhtauksia.



Kuva 5
Kiertoilmakammion pohjalla on erittäin runsaasti epäpuhtauksia.



Kuva 6
Reikäpellin ja mineraalivillan välinen muovikalvo on epätiivis paikoin ja tämä voi mahdollistaa mineraalivillan pääsyn tuloilmaan.



Kuva 7
Yleiskuva TK2-koneesta.



Kuva 8
Suodatinkammiossa on pölyä ja suodattimet ovat vaakamalliset.



Kuva 9
Koneen jälkeisessä äänieristetyssä kammiossa ei ole tarkastusluukkua.



Kuva 10
Yleiskuva kirkkosalin pääte-elimistä.



Kuva 11
Yleiskuva rippikoulusalin pääte-elimistä.



Kuva 12
Yleiskuva rippikoulusalin pääte-elimistä.



Kuva 13
Pääte-elimien sisällä on epäpuhtauksia.



Kuva 14
Pääte-elimien sisällä on epäpuhtauksia.



Kuva 15
Yleiskuva huippuimureista.



Kuva 16
Huippuimurin sisällä on epäpuhtauksia.

Yhtiön toiminimi
HEPAConsulting Lukkari Oy
Postiosoite
Kokinpellonraitti 4 D 12
33870 TAMPERE

Puhelin
010 470 1862

E-mail
etunimi.sukunimi@atplukkari.fi
WWW
http://www.asiantuntijapalvelut.fi

Y-tunnus
2382916-1

2. Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimusalueelta ei ollut käytettävissä paikkaansa pitäviä IV-suunnitelmia. Suunnitelmat tulee päivittää ja täydentää vastaamaan nykytilaa.
IV-koneiden tekninen kunto on tyydyttävä. Koneille on kuitenkin syytä tehdä peruspuhdistus ja parantaa suodatinkehikoiden tiiveyttä. TK1- koneen äänieristetyt kammiot ja kanavat sekä TK2-koneen jälkeen oleva äänieristetty kammio tulee käsitellä muiden toimenpiteiden jälkeen pölynsidonta-aineella ennen tilojen käyttöönottoa.
Kanavat ja pääte-elimet tulee puhdistaa kokonaisvaltaisesti ennen tilojen käyttöönottoa.

- Ilmanvaihtokoneiden peruspuhdistus
  - puhdistetaan myös huippuimurit samassa yhteydessä.
- Parannetaan suodatinkehikoiden tiiveyttä ja asennetaan TK2-koneeseen pystymalliset suodattimet.
- Tehdään kaikille äänenvaimennetuille kanavaosille ja kammioille pölynsidontakäsittely.
- Kanavapuhdistus
  - varmistetaan kanavapuhtaus ja mahdolliset mineraalivillalähteet koko kanavistossa kanavakuvauksella puhdistuksen jälkeen.
- Uusitaan tarvittaessa sakastisiiven korvausilmaventtiileitä.
- Ilmanvaihtojärjestelmän säätö
  - ilmamäärät tasapainotetaan tilakohtaisesti suunnitelmien mukaisiksi kaikissa tiloissa.
  - IV-suunnitelmat päivitetään kokonaisuudessaan vastamaan nykytilaa.
- Rajoitetaan kiertoilman käyttöä silloin, kun rakennuksessa on ihmisiä, mikäli se on lämpötilaolojen puolesta mahdollista.
- Mikäli rakennukseen tehdään peruskorjaustasoisia toimenpiteitä, tulee koko iv-järjestelmä saneerata vastaamaan nykyvaatimuksia.
  - saneeraus tulee vaikuttamaan osaltaan myös lämmitysjärjestelmään, joten laaja hankesuunnittelu on erittäin suositeltavaa.

Tampereella 30.10.2023

Jyrki Lukkari
LVI-kuntotutkija