

Vuorentaustan alakoulu

Välimäenkuja 5, 33430 Ylöjärvi

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
29.1.2024 (päivitetty ilmanvaihtotutkimusten osalta)

Työnro 3119643-9

RI, RTA Tero Mantela

DI Annu Ruusala



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Ylöjärven Vuorentaustassa sijaitseva koulukiinteistö, joka on rakennettu vuonna 1969 ja jota on laajennettu vuonna 1983. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen kuntoa, rakenteiden toteutustapaa ja sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä käyttöä turvaavien toimenpiteiden korjaussuunnittelua varten.

Rakennetekniset tutkimukset ja rakenneavaukset kohteessa suoritti A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Ilmanvaihdon tutkimuksista ja olosuhtemittauksista vastasi KV-Group Oy. Olosuhtemittausten tulokset sekä IV-tutkimusten havainnot on sisällytetty tähän raporttiin. Rakennetekniset tutkimukset koostuivat rakenneavauksista, rakennekosteusmittauksista sekä niiden kautta otetuista materiaalinäytteistä.

Rakennuksen alapohjarakenteet ovat maanvaraisia, osin lämmöneristettyjä betonilaatatrakenteita sekä mineraalivillaeristeisiä kaksoislaattarakenteita. Kellarikerroksen maanvastaiset seinät ovat sisäpuolelta lämmöneristettyjä tiilikuorimuurattuja seiniä. Ulkoseinät ovat tuulettumattomia tiili-villa-tiili/-betonirakenteita, ikkunoiden väliset osuudet ovat paikoin levyrakenteisia. Yläpohjat ovat ontelolaatta- tai teräsbetonilaattarakenteita.

Rakenteista otetuissa materiaalinäytteissä ei pääsääntöisesti havaittu vaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Poikkeavaa, vaurioon viittaavaa mikrobistoa havaittiin vain yksittäisissä materiaalinäytteissä. Monet rakenteista ovat kosteusteknisesti riskialttiita, mutta niissä ei havaittu laaja-alaisia viitteitä vaurioista. Rakenteista havaittiin kuitenkin merkkiainetutkimuksissa pääsääntöisesti kohtalaisesti tai runsaasti ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Lattiapinnoitteissa havaittiin yksittäisiä, paikallisia vaurioita.

Sisäilman olosuhde- ja paine-eromittausten perusteella olosuhteet ovat tyydyttävällä tasolla. Keittiön alipaineisuus kasvaa ajoittain toimenpiderajan yli, jonka vuoksi tilan ilmanvaihtojärjestelmään tulee tehdä muutoksia.

Merkittävimmät käyttöä turvaavat toimenpiteet ovat tiivistyskorjaukset tiloissa, joiden rakenteissa on havaittu mikrobivaurioita. Muissa tiloissa tiivistyskorjauksia suositellaan tekemään tarpeen mukaan, painottuen tiloihin, joissa on koettu epäilyä sisäilmaperäistä oireilua.

Vuorentaustan alakoulu

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	7
1.1	Tutkimuskohde	7
1.2	Tilaaaja	7
1.3	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	7
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	8
1.5	Tutkimuksen ajankohta	8
1.6	Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt	8
2	Kohteen yleiskuvaus	8
3	Lähtötiedot	10
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	10
3.2	Tutkimusten aikana saadut tiedot	11
3.3	Tiedossa oleva korjaushistoria	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	13
5.1.3	Toimenpide-ehdotukset	13
5.2	Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet	13
5.2.1	Rakenne ja sijainti	13
5.2.2	Havainnot	15
5.2.3	Kosteusmittaukset	15
5.2.4	Mikrobianalyysit	16
5.2.5	Merkitäinekokeet	17
5.2.6	Johtopäätökset	18
5.2.7	Toimenpide-ehdotukset	19
5.3	Alapohjarakenteet	19

5.3.1	Rakenne ja sijainti	19
5.3.2	Havainnot	21
5.3.3	Kosteusmittaukset	23
5.3.4	Mikrobianalyysit	24
5.3.5	Merkkiainekokeet	24
5.3.6	Johtopäätökset	27
5.3.7	Toimenpide-ehdotukset	27
5.4	Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	28
5.4.1	Rakenne ja sijainti	28
5.4.2	Havainnot	29
5.4.3	Mikrobianalyysit	32
5.4.4	Merkkiainekokeet	33
5.4.5	Johtopäätökset	35
5.4.6	Toimenpide-ehdotukset	36
5.5	Välipohjarakenteet	36
5.5.1	Rakenne ja sijainti	36
5.5.2	Havainnot	38
5.5.3	Mikrobianalyysit	40
5.5.4	Merkkiainekokeet	41
5.5.5	Johtopäätökset	42
5.5.6	Toimenpide-ehdotukset	42
5.6	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	43
5.6.1	Rakenne ja sijainti	43
5.6.2	Havainnot	43
5.6.3	Mikrobianalyysit	45
5.6.4	Johtopäätökset	45
5.6.5	Toimenpidesuosituksset	46
5.7	Yläpohjat ja vesikatot	46
5.7.1	Rakenne ja sijainti	46
5.7.2	Havainnot	47
5.7.3	Johtopäätökset	50
5.7.4	Toimenpidesuosituksset	50
5.8	Alakatot	50

5.8.1	Havainnot	50
5.8.2	Johtopäätökset	52
5.8.3	Toimenpidesuosituksset.....	52
5.9	Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet.....	52
5.9.1	Sijainti ja havainnot	52
5.9.2	Johtopäätökset	53
5.9.3	Toimenpidesuosituksset.....	54
6	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	54
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	54
6.2	Ilmanvaihtojärjestelmän kunto.....	55
6.3	Tilakohtaiset ilmamäärät ja ilmanjako	55
6.4	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	57
7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset.....	59
7.1	Paine-ero	59
7.1.1	Mittaustulokset	59
7.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	60
7.2	Hiilidioksidipitoisuus	60
7.2.1	Mittaustulokset	60
7.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	60
7.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	61
7.3.1	Mittaustulokset	61
7.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	61
8	Muut havainnot ja muiden selvitysten tulokset	61
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä.....	62
9.1	Johtopäätökset.....	62
9.2	Heti tehtävät toimenpiteet	63
9.3	Suosittelavat toimenpiteet rakenneosittain	63
9.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	65
10	Päiväys ja allekirjoitukset.....	67

LIITTEET:

- Liite 1 Pohjapiirustukset
- Liite 2 Kosteusmittauspöytäkirja
- Liite 3 Analyysivastaukset
- Liite 4 Olosuhde- ja paine-eromittaukset
- Liite 5 Tutkimusmenetelmät ja viitearvot

JAKELU:

Hannu Heikkilä, vs. rakennuspäällikkö, Ylöjärven kaupunki, hannu.heikkila@ylojarvi.fi

Timo Ylinen, tekninen isännöitsijä, Ylöjärven kaupunki, timo.ylinen@ylojarvi.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Vuorentaustan alakoulu
Osoite:	Välimäenkuja 5, 33430 Ylöjärvi
Kiinteistötunnus:	980-403-2-619
Tehtävä:	Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus
Työnumero:	3119643-9

1.2 Tilaaja

Nimi:	Ylöjärven kaupunki
Osoite:	Kuruntie 14, 33471 Ylöjärvi
Yhteyshenkilö:	Hannu Heikkilä
Puhelin:	050 554 2872
Sähköposti:	hannu.heikkila@ylojarvi.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Tero Mantela
Puhelin:	040 630 4160
Tutkimushenkilöt:	RI, RTA Tero Mantela DI Annu Ruusala

Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset ja olosuhdemittaukset toteutti KV-Group Oy.

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkittavien tilojen nykyistä sisäilman laatua, rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa ja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tiloissa on koettu epäilyä sisäilmaperäistä oireilua. Tutkimukset suoritetaan tilankäyttöä turvaavien toimenpiteiden selvittämiseksi.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

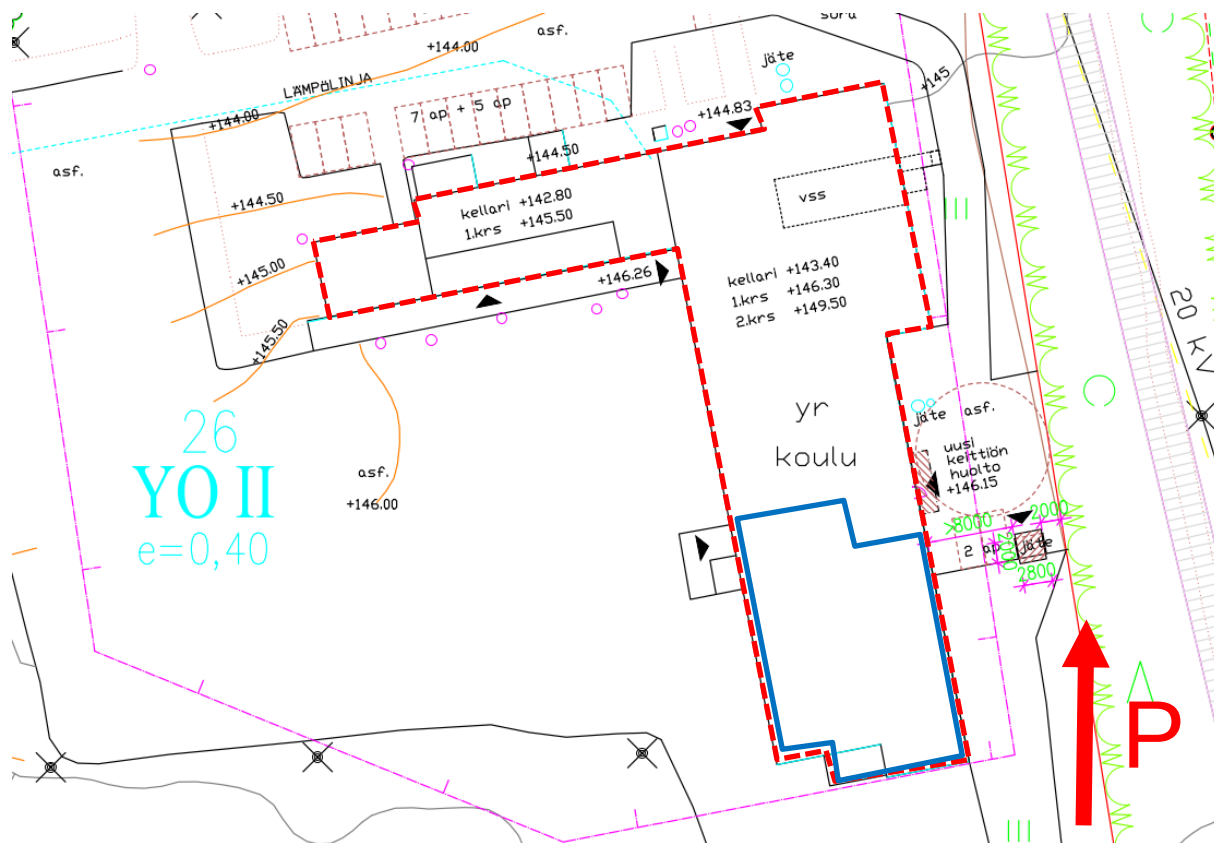
Tutustumiskäynti tutkimussuunnitelman laatimista varten suoritettiin 9.10.2023. Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset tehtiin 30.11.-15.12.2023 välisenä aikana. Olosuhde- ja paine-eromittaukset tehtiin 30.11.-21.12.2023 välisenä aikana.

1.6 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

KV-Group on tehnyt kohteessa ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset ja pitkäkestoiset olosuhde- ja paine-eromittaukset. KV-Groupin yhteyshenkilönä toimii Arttu Viiankorpi 050 595 9544.

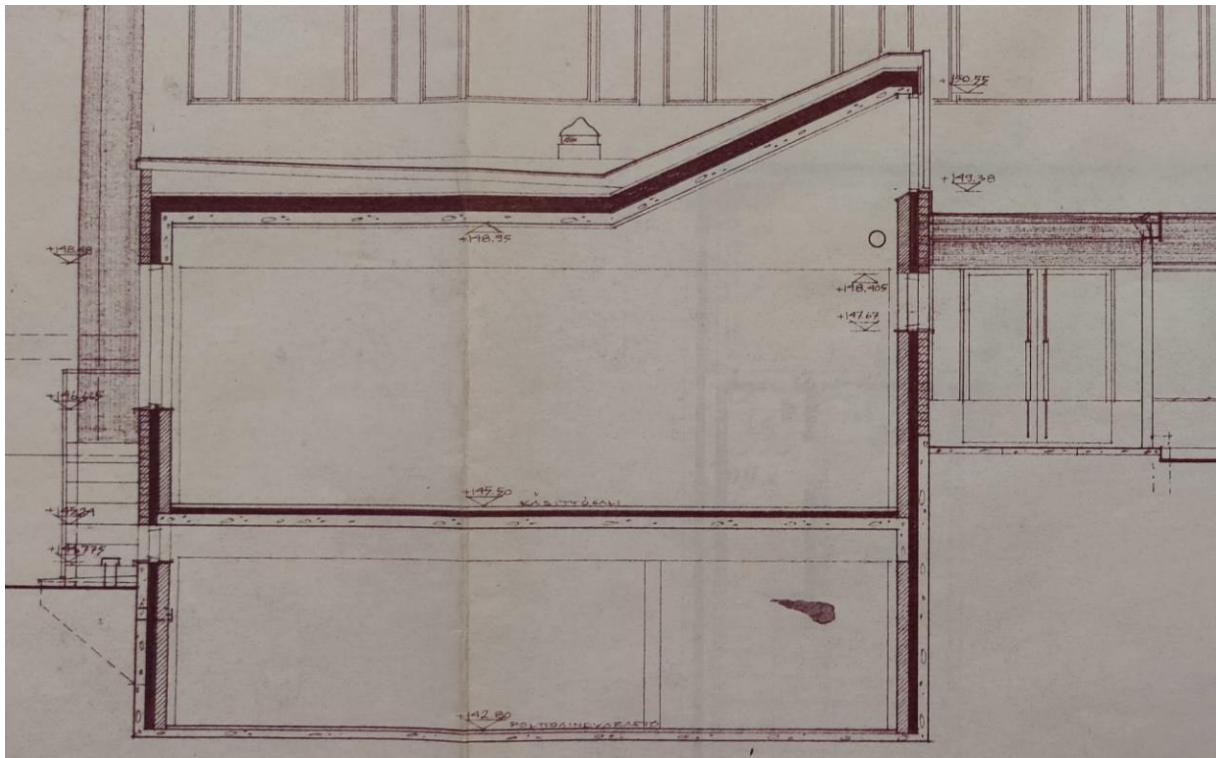
2 Kohteen yleiskuvaus

Kohde	Vuorentaustan koulu, alaluokat
Osoite	Välimäenkuja 5, 33430 Vuorentausta
Kiinteistötunnus	980-403-2-619
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni/tiili
Rakennusvuosi	1968
Peruskorjaus-/laajennusvuosi	1983
Kerrosuku	K+2
Kerrosala	2495 k-m ²
Ilmanvaihtojärjestelmät	Koneellinen tulo-poisto
Lämmitysjärjestelmät	Öljy/radiaattorit



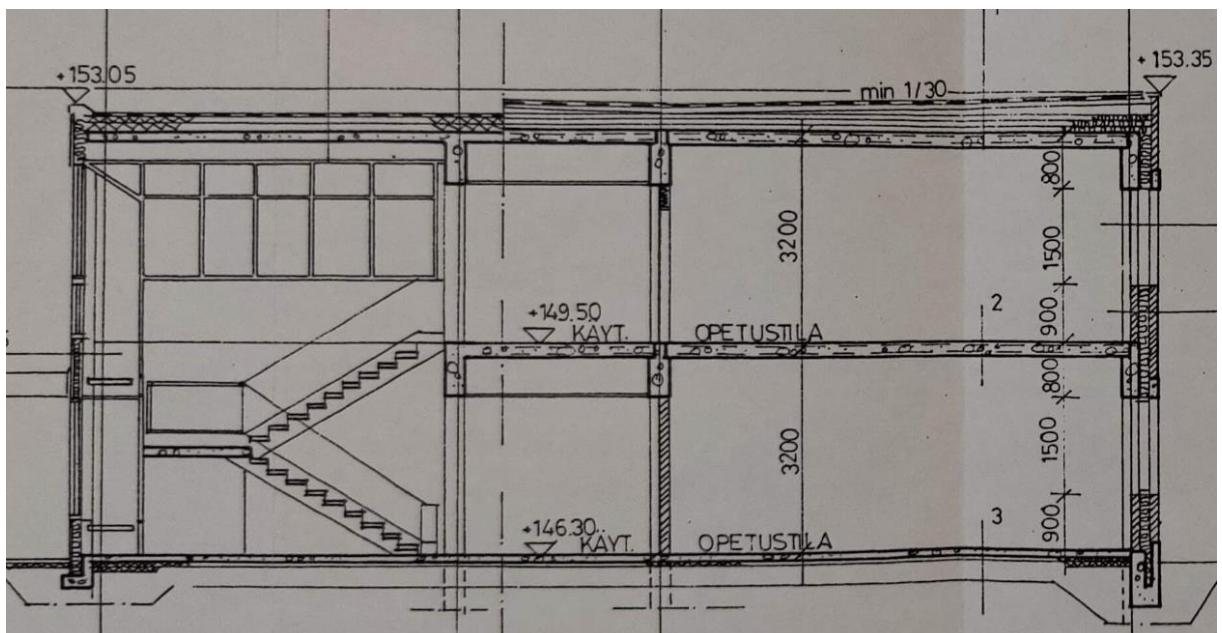
Kuva 1

Kohde korostettuna kuvassa punaisella katkoviivalla. Eteläpäädyn vuoden 1983 laajennusosa korostettu sinisellä viivalla.



Kuva 2

Yleisleikkaus alkuperäisestä lännen puoleisesta rakennusosasta.



Kuva 3

Yleisleikkaus eteläpäädyn vuoden 1983 laajennusosasta.

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

Lähtötietona käytössä oli seuraavat asiakirjat:

- pääpiirustuksia
- rakennepiirustuksia
- LVIS-piirustuksia
- Aikaisemmat tutkimusraportit
 - Mikrobinäyteraportti, Delete, 10.5.2013
 - Lattiamateriaalinäytteet, Delete, 7.11.2013
 - Lausunto yläpohja, Delete, 7.11.2013
 - Sisäilman mikrobitutkimus, Delete, 27.4.2016
 - Vesivahinkokartoitus, Delete, 7.7.2016
 - Vesivahinkokartoitus, Vesivahinkotekniikka VVT, 3.9.2020
 - Vesikaton korjausraportti, Kattotutka, 16.10.2023
- Sisäilmatyöryhmän pöytäkirja, 20.4.2016

3.2 Tutkimusten aikana saadut tiedot

Epäilyä sisäilmaperäistä oireilua on koettu yksittäisten huonetilojen osalta eri puolilla rakennusta. Tiloihin lukeutuvat saatujen tietojen perusteella terveydenhoitajan huone 170, opetustilat 131, 224 ja 226, musiikkiluokka 104 sekä opettajien kanslia-/työtilat 205-208 ja 231.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Rakennus on otettu käyttöön vuonna 1968. Rakennuksessa on valmistumisen jälkeen suoritettu seuraavia muutoksia:

- 1983, Rakennuksen eteläpäätyyn on tehty laajennusosa. Rakennuksessa on tehty peruskorjaus.
- 2003, rakennuksen ulkopuolelle on tehty uusi, erillinen öljysäiliötila ja vanha, maan alle asennettu säiliö on poistettu.
- 2007, rakennuksessa on tehty ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus. Alkuperäiset ikkunat ja lasijulkisivut on uusittu. Rakennuksen eteläpäätyyn on rakennettu portaikko ja uusi tuulikaappi.
- 2014 (arvio), laajennusosalla on tehty välipohjan ja ulkoseinän sekä alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymän tiivistyskorjauksia.

Lisäksi rakennuksessa on tehty eri ajankohtina tilamuutoksia, joiden toteutusajankohta ei ole tiedossa.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä

- Pintakosteuskartoitus
- Rakennekosteusmittaukset
 - Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus
 - Viiltomittaus
- Rakenneavaukset (KS 6 kpl, Sokkeli, 2 kpl, US 7 kpl, AP 7 kpl, VP 9 kpl, VS 2 kpl)
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi (yht. 27 kpl)

- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, yht. 11 tutkittua rakennetta)
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset (yht. 11 huonetilaa)
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantomittaukset (yht. 11 huonetilaa)

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibrointitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 5.

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät

Rakennuksessa on lähtötietojen perusteella alkuperäiset salaojat. Kohdehavaintojen perusteella liikuntasalin itäseinustalle on uusittu salaojitus.

5.1.1 Havainnot

Liikuntasalin sivulla havaittiin nykyaikainen salaojan tarkastuskaivo. Muualla alkupe-
räisosalla tai laajennusosalla ei havaittu salaojien tarkastuskaivoja.



Kuva 4
Laajennusosalla sokkelia vasten on EPS eriste. Maalin hilseily viittaa sokkelin kosteusrasitukseen.



Kuva 5
Maanpinnan kaadot ovat osittain virheellisesti rakennusta kohden.

5.1.2 Johtopäätökset

Alkuperäiskuntoiset salaojat eivät todennäköisesti ole toimintakuntoisia, eivätkä pienennä maaperästä rakennukseen kohdistuvaa kosteusrasitusta. Maanpinnan kaadot ovat osittain virheellisesti rakennusta kohden.

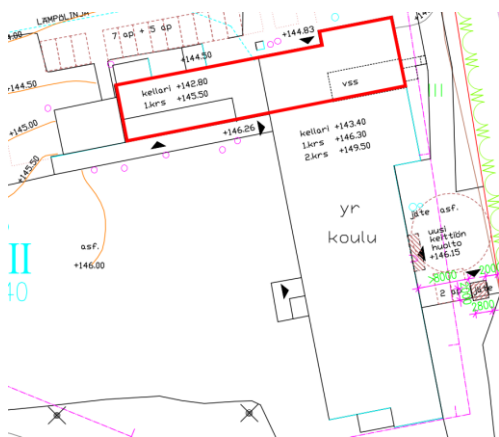
5.1.3 Toimenpide-ehdotukset

Lyhyellä käyttöiällä suositellaan toimintakuntoisten salaojien määräaikaishuoltoja, jotta niiden toimintakyky säilyy.

5.2 Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet

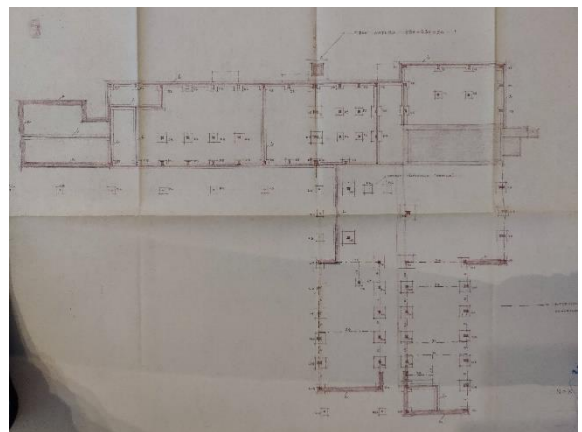
5.2.1 Rakenne ja sijainti

Alkuperäisen rakennusosan perustustapana on kantava seinäantura sekä pilarianturat, jonka perustuspiirustus on esitetty alla. Alkuperäisellä rakennusosalla on osittainen kellarikerros, jossa sijaitsee mm. väestönsuoja, sosiaalitiloja sekä teknisten töiden luokka. Kellarikerroksen sijainti on korostettuna alla olevassa kuvassa.



Kuva 6

Kellarikerroksen sijainti rakennuksessa rajattuna punaisella.

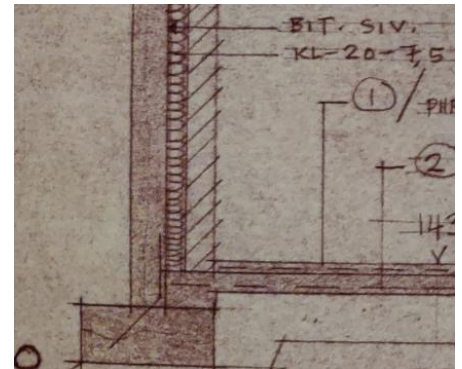


Kuva 7

Alkuperäisosan perustuspiirustus.

Kohdehavaintojen perusteella kellarikerroksen maanvastainen seinärakenne on sisältä ulospäin lueteltuna:

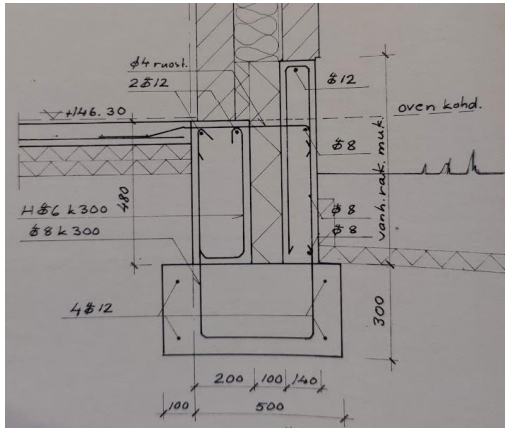
- maali
- laasti 15 mm (paikoin)
- tiilimuuraus 85/130 mm
- mineraalivilla 80/150 mm
- bitumisively
- betoni (suunnitelmasta) 170 mm
- maatayttö



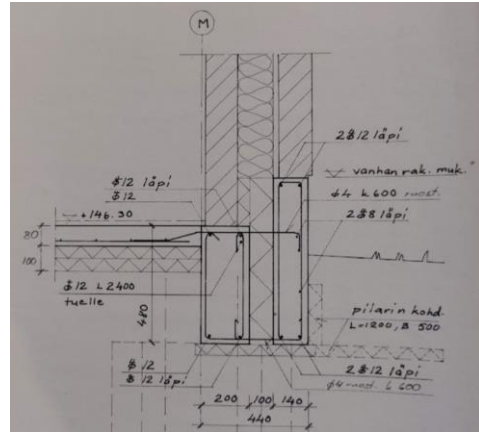
Suurin osa kellarin maanvastaisista seinistä oli sisäpuolelta tasoittamatonta, maalattua muurattua seinärakennetta. Pukuhuonetiloissa 003 ja 008 tiilimuuraus on tasoitettu ja maalattu. Alkuperäisellä rakennusosalla 1. kerroksen sokkelissa on mineraalivillaeristehalkaisu.

Rakennesuunnitelmien mukaan väestönsuojan kohdalla maanvastaisena seinärakenteena on 400 mm paksu betoniseinä, jonka ulkopuolella on bitumisively. Pakoluukun kohdalla on sisäpuolinen lisälämmöneristys. Rakenteita ei tarkastettu avauksilla.

Vuoden 1983 laajennusosalla rakennepiirustusten mukaan perustustapana on pilarian-turat ja kantavat sokkelipalkit, joiden perustusleikkaukset on esitetty alla olevissa kuvissa. Sokkelissa on lämmöneristehalkaisuna polystyreenieriste. Ulkopuolella on sokkelia vasten nostettu routaeriste, mutta ei erillistä vedeneristystä. Laajennusosalla ei ole kellarikerrosta, eikä maanvastaisia seinärakenteita.



Kuva 8
Perustusleikkaus 1983 laajennusosan etelän puoleisella julkisivulla.



Kuva 9
Perustustapa 1983 laajennusosan idän ja lännen puoleisilla julkisivuilla.

5.2.2 Havainnot

Perustusten yläpuolisissa runkorakenteissa ei havaittu viitteitä perustusrakenteiden merkittävistä haitallista tai epätasaisista painumista. Sokkelirakenteessa oli havaittavissa muutamia halkeamia, joilla ei kuitenkaan arvioitu olevan rakenteellista haittaa. Laajennusosalla sokkelimaalissa esiintyi hilseilyä ja kalkkihärmää, mikä viittaa sokkeiliin kohdistuvaan kosteusrasitukseen.

Sokkelin lämmöneristehalkaisuista on rakennesuunnitelmien perusteella ilmayhteys ulkoseinän eristetilaan.

Maanvastaisten seinien alaosien rakennepinnoilla ei havaittu aistinvaraisia viitteitä seinärakenteissa esiintyvistä kosteudesta.

5.2.3 Kosteusmittaukset

Maanvastaisten seinärakenteiden kosteustilannetta arvioitiin pintakosteudenilmaisimella sekä eristetilan suhteellisen kosteuden mittauksilla.

Pintakosteuskartoituksessa ei havaittu kosteuteen viittaavia, poikkeavia pintakosteuslukemia maanvastaisilla seinillä.

Kellarin pukuhuonetilassa 003 mitattiin kellarinseinän eristetilan suhteellinen kosteus, noin 25 cm korkeudelta lattiapinnasta, ja se oli 39,6 %RH lämpötilassa 18,2 °C. Mittauspisteessä eristetila on kuiva.


Kuva 10

Eristetilan suhteellinen kosteus mitattiin tilassa Pukuhuone 003.

5.2.4 Mikrobianalyysit

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

Taulukko 1

Maanvastaisten seinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM1	008 Pukuh.	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM2	003 Pukuh.	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM3	020 Tekninen työ	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM4	026 Tekninen työ	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM23	154 Tekstiilityö	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM25	170 Terv.hoitaja	maanvast. seinä	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Maanvastaisen seinän rakenteista otetuissa näytteissä ei todettu mikrobikasvua.

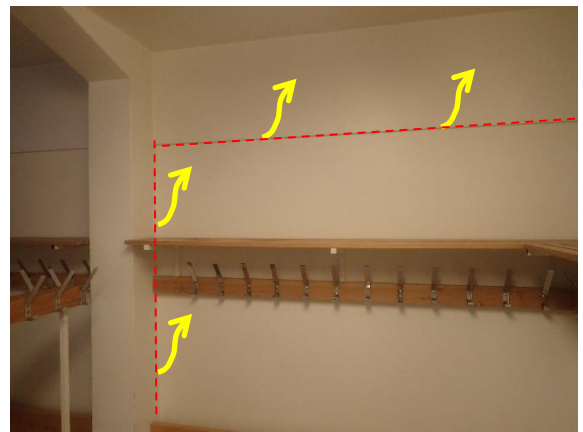
5.2.5 Merkkiainekokeet

Merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta) laskettiin maanvastaisen seinärakenteen eriste-kerrokseen sisäpuoliseen tiilikuorimuuraukseen porattujen reikien kautta, jotka tiivistettiin huolellisesti. Kaasunsyöttöpisteiden ja ilmavuotoalueiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavien tilojen ollessa noin 3...10 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Merkkiainetutkimuksia suoritettiin kellarikerroksen tiloissa 020 (tekninen työ), 003 (pukuhuonetila) ja 008 (pukuhuonetila). 1. kerroksen osin maanvastaisiin seinärakenteisiin tehtiin merkkiainetutkimus tilassa 154 (opetustila).

Merkkiainekokeessa todettiin selviä, laaja-alaisia ja toistuvia ilmavuotoja, joita esiintyi yleisesti maanvastaisen seinärakenteen tiilimuurauksen reuna-alueilla pilarien ja palkkien liittymissä. Rapattu ja maalattu tiilimuuraus pukuhuonetiloissa todettiin ilmatiiviiksi. Teknisen työn tilassa 020 sekä opetustilassa 154 maanvastaisen seinän tiilimuuraus oli maalattu ilman rappautta, joissa todettiin ilmavuotoa myös tiilimuurauksen saumoista.



Kuva 11



Kuva 12

Tilassa 008 ilmavuotoa tiilimuurauksen reuna-alueilta.

Tilassa 003 merkkiainevuotoa muovimaton ylösnoston takaa, patterikannakkeista sekä pilariliittymästä.



Kuva 13
Pukuhuonetila 008, lähikuva, ilmavuotoa tiilimuurauksen reuna-alueilta.



Kuva 14
Tekninen työ 020, ilmavuotoa maanvastaisen seinän eristetilasta alapohjan liittymästä ja tiilimuurauksen saumoista.

5.2.6 Johtopäätökset

Kellarin maanvastainen seinärakenne on vedeneristetty ja lämmöneristetty sisäpuolelta, joka tekee rakenteesta kosteusteknisesti riskialttiin rakenteen. Nykykäytännön mukaan sekä lämmöneristys että vedeneristys asennetaan betonirakenteen ulkopintaan.

Maanvastaisten seinärakenteiden vedeneristeen sekä salaojitusjärjestelmän tekninen käyttöikä on ylitetty, minkä vuoksi perustusrakenteisiin sekä maanvastaisiin seinärakenteisiin saattaa kohdistua kosteusrasitusta. Viitteitä poikkeavasta kosteudesta ei kuitenkaan tutkimuksissa havaittu.

Maanvastaisisten seinärakenteiden eristeissä ei analyysivastausten perusteella esiinny mikrobivaurioita. Tiilikuorimuurauksen takaa havaittiin merkkiainetutkimuksissa kohtalaisesti/runsaasti ilmavuotoreittejä sisäilmaan normaalissa käyttötilanteessa. Kellarikerroksen teknisen työn tilassa 020 on purunpoistolaitteita sekä kohdepoistoimureita, jolloin tilan alipaineisuus voi käyttöajankohtana nousta ajoittain suureksi.

5.2.7 Toimenpide-ehdotukset

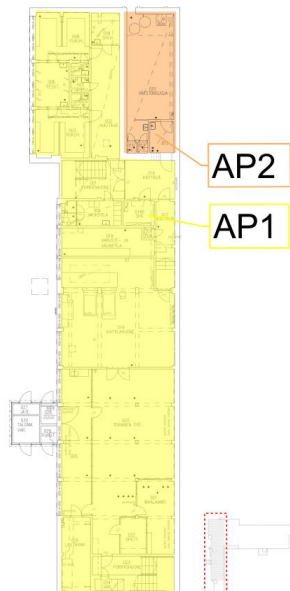
Perustus- ja maanvastaisille seinärakenteille ei esitetä kiireellisiä jatkotoimenpiteitä. Teknisen työn tiloissa 020-026 suositellaan seinärakenteiden tiivistyskorjausta, mikäli alapohjan rakenneliittymiä tiivistetään. Tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan esim. tiloissa, joissa on koettu epäilyä sisäilmaperäistä oireilua.

5.3 Alapohjarakenteet

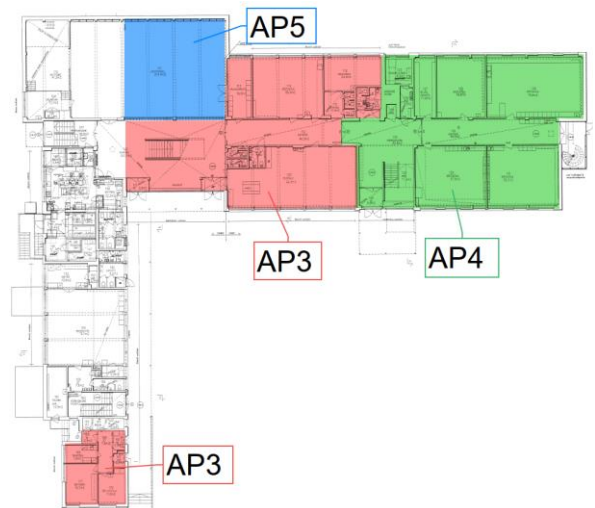
5.3.1 Rakenne ja sijainti

Alapohjarakenteet ovat kellarikerroksessa lämmöneristämättömiä, maanvaraisia betonirakenteita (AP1 ja AP2). 1. kerroksen alapohjarakenteet ovat alkuperäisosalla pääosin maanvaraisia kaksoislaattarakenteita (AP3) ja laajennusosalla maanvaraisia lämmöneristettyjä betonirakenteita (AP4).

Alapohjan rakennetyypit ja niiden sijainti eri kerroksissa on esitetty alla olevassa kuvassa. Rakennetyypit on lueteltu pohjakuvan jälkeen.



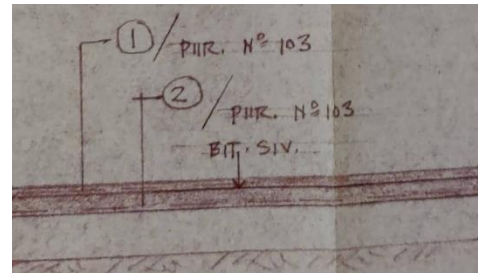
Kuva 15
Alapohjan rakennetyyppien sijoittuminen kellarikerroksessa.



Kuva 16
Alapohjan rakennetyyppien sijoittuminen 1. kerroksessa.

Alkuperäisen osan kellarikerroksen pääasiallinen maanvarainen alapohjarakenne AP1 on ylhäältä alaspäin:

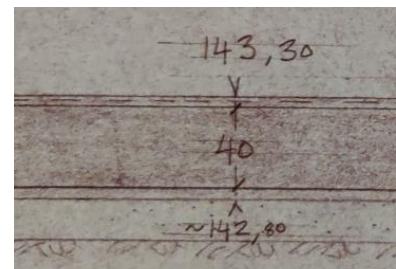
- lattiapinnoite
- teräsbetonilaatta
- bitumisively
- teräsbetonilaatta



Laattojen yhteispaksuus vaihteli rakenneavausten perusteella välillä 140...160 mm.

Kellarikerroksen väestönsuojan kohdalla alapohjarakenne AP2 on suunnitelmien mukaan ylhäältä alaspäin:

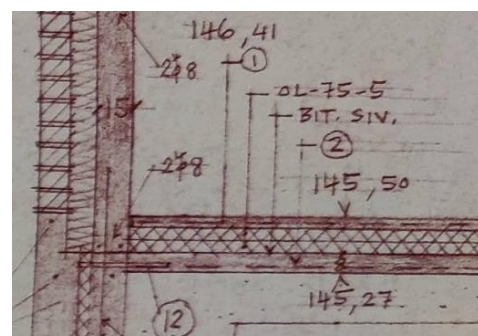
- teräsbetonilaatta 50 mm
- teräsbetonilaatta 400 mm
- bitumisively
- betonilaatta 50 mm



Rakenteeseen ei kohdistettu rakenneavausta.

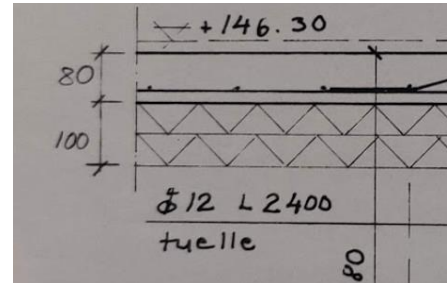
Alkuperäisen osan 1. kerroksen alapohja AP3 on lähtötietojen ja havaintojen perusteella maanvarainen kaksoislaattarakente ja on ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- lattiapinnoite
- tasoite
- teräsbetonilaatta 50 mm
- kova mineraalivilla 100 mm
- bitumisively
- teräsbetonilaatta 80 mm



Vuoden 1983 laajennusosalla 1. kerroksen maanvaraisen alapohjan AP4 rakenteena on havaintojen perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- lattiapinnoite
- tasoite
- teräsbetoni-laatta 80 mm
- polystyreenieriste 50/100 mm
- maatayttö



Liikuntasalin alapohja AP5 on havaintojen perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Lattialauta 42 mm
- muovikalvo
- Mineraalivilla ja koolaus 200 mm
- bitumisively
- teräsbetoni-laatta

5.3.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella kellarikerroksen alapohjarakenne koostuu kahdesta betoni-laatasta, joiden väliin on tehty bitumisively. Laajennusosalla alapohjarakenne on polystyreenillä eristetty maanvarainen betoni-laatta.

Laajennusosalla havaittiin tiivistyskorjauksia alapohjan ja ulkoseinärakenteen rakenneliittymissä. Tiivistyksiä ei ole tehty hormirakenteiden sisäpuolella tai alapohjan läpivienteihin.

Alapohjarakenteisiin tehtyjen rakenneavausten yhteydessä ei havaittu mikrobiperäistä hajua, joka viittaisi rakenteissa oleviin vaurioihin.



Kuva 17

Liikuntasalin lattia on osin maanvarainen alapohjarakenne AP5.



Kuva 18

Liikuntasalin alapohjarakenne AP5, lautoalattian alla muovikalvo, mineraalivillieriste, pikisively ja betonirakenne.



Kuva 19

Tilassa 131 havaittiin alapohja-ulkoseinäliittymän tiivistyskorjaus. Korjaus on toteutettu vedeneristeellä ja vahvikenauhalla.



Kuva 20

Laajennusosalla alapohjan putkiläpivientejä tai niihin liittyviä levyrakenteisia hormoneja ei pääsääntöisesti ole tiivistetty.


Kuva 21

026 alapohja ja liittymä maanvastaiseen seinään.


Kuva 22

026 alapohjan ja maanvastaisen seinän liittymässä kiviainesrakenteinen jalkalista ja bitumipaperinen erotuskaista.

5.3.3 Kosteusmittaukset

Maanvaraisen alapohjarakenteen kosteustilannetta tarkasteltiin pintakosteudenilmaisimella sekä rakenteen suhteellisen kosteuden mittauksilla. Muovimaton sekä tasoitteen välistä (liimakerros) suhteellista kosteutta tutkittiin ns. viiltomittauksilla.

Viiltomittauksia suoritettiin eri puolille tiloja. Mittapistet valittiin pintakosteudenilmaisimen avulla niin, että mittauksia tehtiin alueille, jossa pintakosteudenilmaisimen mukaan kosteus on koholla sekä vertailuksi tavanomaisemmilta alueilta. Viiltomittauksia tehtiin yhteensä 5 kpl. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja mittaustulokset liitteessä 2 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Viiltomittauksissa poikkeavaa kosteutta havaittiin 003 pukuhuoneessa märkätilan edustalla mittapisteessä (VM1), suhteellisen kosteuden arvo 84,9 %RH, lämpötilassa 21,5 °C. Pesutilat pukuhuoneen vieressä ovat ilmeisesti alkuperäiskuntoisia, jolloin tiloissa ei ole nykyaikaisia vedeneristeitä, jolloin kosteus voi olla peräisin pesutiloista.

Viiltomittauksissa poikkeavaa kosteutta havaittiin 015 taukotilassa käsienpesualtaan alapuolella mittapisteessä (VM2), suhteellisen kosteuden arvo 98 %RH, lämpötilassa 22,2 °C. Kyseisessä tilassa oli havaittavissa viemärin hajua. Yksinomaista aiheuttajaa ei voitu varmentaa. Mahdollisesti aiheuttaja voi olla rikkiöntunut käsienpesualtaan viemäriputki.

Tuulikaapin 136 muovimattopinnoitteessa havaittiin pintakosteudenosoittimella laajalti poikkeavia pintakosteuslukemia. Muovimaton alapinnassa todettiin poikkeavaa kosteutta (VM4), suhteellisen kosteuden ollessa 92,5 %RH, lämpötilassa 9,8 °C. Lattiapinnoitteeseen kohdistuu kosteusrasitusta ulkoa kulkeutuvasta lumesta, mutta todennäköisesti myös rakenteiden kautta maaperästä.

Muissa mitatuissa pisteissä ei todettu poikkeavaa kosteutta. Kosteusmittaustulokset on tarkemmin esitetty liitteenä 2 olevassa mittauspöytäkirjassa ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

5.3.4 Mikrobianalyysit

Alapohjarakenteisiin tehtiin yhteensä kuusi rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä neljä materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin alapohjan mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa.

Taulukko 2

Alapohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM11	114 Opetustila	AP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalisissa
RM19	111 Liikuntasali	AP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalisissa
RM24	170 Terveystietokone	AP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalisissa
RM27	137 Ruokailu	AP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalisissa

Alapohjarakenteista otetuissa mineraalivillanäytteissä ei havaittu mikrobikasvua.

5.3.5 Merkkiainekokeet

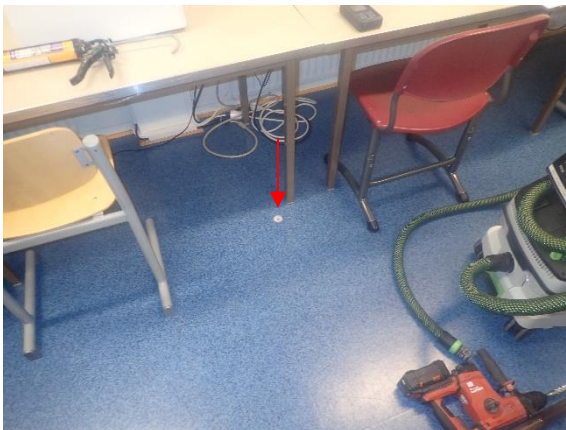
Alapohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla tiloissa 020 tekninen työ, Opetustila 114 ja Opetustila 131. Kaasunsyöttöpisteiden sijainti on esitetty

pohjapiirustuksessa liitteessä 1. Merkkiaineekaasua syötettiin maanvaraisissa betoni-laattarakenteissa maaperään ja kaksoislaattarakenteisissa alapohjissa mineraalivillaeistekerrokseen. Merkkiaineekaasun (typpi-vety-seosta) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeiden aikana tutkittavat huonetilat olivat normaalissa käyttötilanteessa ja n. -1...-8 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

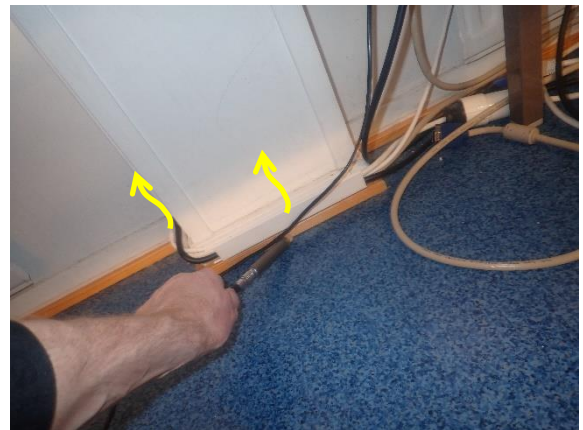
Kellarikerroksen teknisen työn tilassa 020 havaittiin runsasta merkkiainevuotoa maaperästä alapohjan ja kellarin seinän liittymästä, jossa havaittiin bitumipaperinen erotuskaista betonisen jalkalistan takana.

1. kerroksen opetustilassa 114 havaittiin kohtalaista ilmavuotoa sisäilmaan kaksoislaattarakenteen eristetilasta pintalaatan ja ulkoseinän rakenneliittymästä. Rakenneliittymässä on alkuperäiset jalkalistat. Patteriputkien läpiviennistä ei normaalissa käyttötilanteessa havaittu ilmavuotoa.

1. kerroksen laajennusosan tilassa 131 alapohjan merkkiainekokeessa havaittiin vain yksittäisesti pientä, pistemäistä ilmavuotoa rakenteiden ulkonurkista sekä suoralta seinäosuudelta. Alapohjan ja ulkoseinän sekä alapohjan ja väliseinien rakenneliittymissä havaittiin vanhoja tiivistyskorjauksia.



Kuva 23
Tilan 114 alapohjan merkkiainetutkimus. Kaasunsyöttöpiste osoitettu nuolella.



Kuva 24
Tilassa 114 ilmavuotoa betonipilarin ja alapohjan liittymästä.



Kuva 25

Tilassa 114 ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä välipohjan pintabetonilaatan reuna-alueilta.



Kuva 26

Tilan 131 alapohjan merkkiainetutkimus. Kaasunsyöttöpiste osoitettu nuolella.



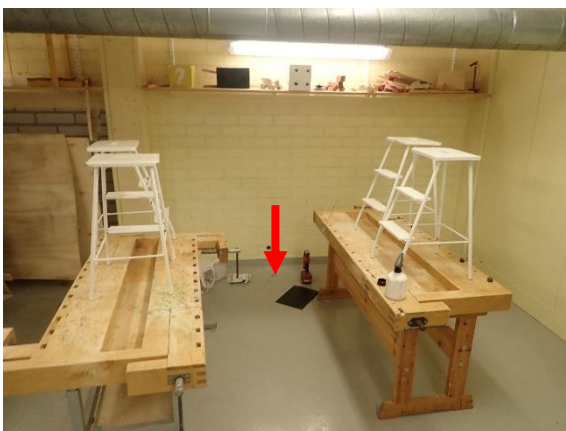
Kuva 27

Tilassa 131 pistemäistä ilmavuotoa betonipilarin ja alapohjan nurkkaliittymistä.



Kuva 28

Tilassa 131 yksittäisesti, pientä, pistemäistä ilmavuotoa suoralta seinäosuudelta. Liittymässä vanhoja tiivistyskorjauksia.



Kuva 29

Kellarin tilan 020 alapohjan merkkiainetutkimus, kaasunsyöttöpiste osoitettuna nuolella.



Kuva 30

Tilassa 026 havaittiin runsasta ilmavuotoa maaperästä alapohjan ja maanvastaisen seinän rakenneliittymästä.

5.3.6 Johtopäätökset

Suoritettujen tutkimusten perusteella alapohjan kaksoislaattarakenteiden mineraalivillieristeessä ei esiinny mikrobivaurioita. Maanvaraista kaksoislaattarakennetta pidetään kosteusteknisesti riskialttiina rakenteena, jolla on tavanomaista suurempi riski vaurioiden syntymiselle.

Poikkeavia kosteuksia havaittiin pukuhuoneen 003 lattiamaton alla pesuhuoneen vierustalla, tuulikaapin 136 muovimattopinnoitteen alla sekä 015 taukotilassa käsienpesualtaan alapuolella.

Alkuperäisellä rakennusosalla havaittiin runsaasti ilmavuotoa kellarikerroksen maanvaraisen betonilaatan (AP1) alueella maaperästä sisäilmaan. Purunpoisto sekä muut erillispoistot voivat aiheuttaa teknisen työn tilaan 020 suuria alipaineita.

Maanvaraisen kaksoislaattarakenteen eristetilasta (AP3) havaittiin kohtalaista ilmavuotoa sisäilmaan. Ilmavuodot maaperästä alapohjarakenteen eristetilaan voivat olla mahdollisia.

Tutkimuskäynnillä havaittiin aiemmin tehtyjä tiivistyskorjauksia alapohjan ja ulkoseinän liittymässä vuoden 1983 laajennusosalla (AP4). Rakenteista havaittiin vain yksittäisesti, pientä pistemäistä ilmavuotoa.

Liikuntasalin alapohjarakenne (AP5) on tuulettuva jalkalistoissa olevien tuuletusrakojen kautta. Rakenteen eristetilasta on olemassa ilmayhteys sisäilmaan.

5.3.7 Toimenpide-ehdotukset

Teknisen työn tiloissa 020-026 suositellaan alapohjan rakenneliittymien tiivistämistä. Myös seinäliittymät on suositeltavaa tiivistää rakenteiden välillä olevien ilmayhteyksien vuoksi.

Tuulikaapin 136 lattiapinnoite tulee uusia siinä esiintyvien vaurioiden vuoksi. Tilassa 015 lavuaarin edustalta poistetaan lattiapinnoite ja vaurion aiheuttaja/viemärin toiminta tarkastetaan kuvauksella.

Muissa tiloissa alapohjarakenteille ei esitetä kiireellisiä jatkotoimenpiteitä. Tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan esim. tiloissa, joissa on koettu epäilyä sisäilma-peräistä oireilua.

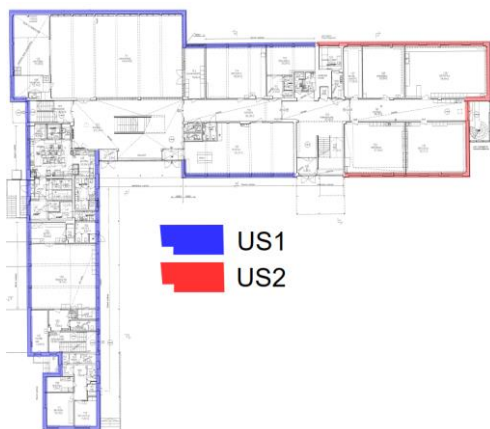
5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Rakenne ja sijainti

Ulkoseinärakenteet ovat pääsääntöisesti tuulettumattomia tiili-villa-tiili tai tiili-villa-betoni -rakenteita. Ikkunoiden väliset osuudet ovat paikoin alkuperäisellä osalla sekä laajennusosalla puurunkoisia/levyrakenteisia. Osa julkisivuista on lasirakenteisia. Alkuperäisellä rakennusosalla 1. kerroksen sokkelissa on lämmöneristehalkaisuna 50 mm mineraalivillaeriste. Ulkoseinän sisäpuolinen rakenne on pääosin tiilimuurausta, betonisiäkuori havaittiin mm. tiloissa 170 (terv.hoitaja), 171 (erityisopetus), 206 (opettajanhuone).

Ikkunat ovat laajennusosalla (1983) alkuperäisiä. Alkuperäisen rakennusosan ikkunat on uusittu vuonna 2007.

Ulkoseinän rakennetyypit 1. ja 2. kerroksessa on esitetty alla olevissa pohjapiirustuksissa. Rakennetyypit on listattu alempana.



Kuva 31
Ulkoseinän rakennetyyppien sijainnit 1. kerroksessa pohjakuvassa esitettynä.



Kuva 32
Ulkoseinän rakennetyyppien sijainnit 2. kerroksessa pohjakuvassa esitettynä.

Rakennepiirustusten mukaan alkuperäisellä vuoden 1968 rakennusosalla ulkoseinä rakenne US1 on sisältä ulospäin lueteltuna:

- rappaus ja/tai maali
- tiili/betoni 130/150 mm
- mineraalivilla 100 mm
- tiili 130 mm

Rakennepiirustusten mukaan vuoden 1983 laajennusosalla ulkoseinä rakenne US2 on sisältä ulospäin lueteltuna:

- tiili 130 mm
- mineraalivilla 150 mm
- ilmarako 20 mm
- punatiili 130 mm

Vuoden 1983 laajennusosalla ikkunoiden väliset osuudet ovat puurunkoisia, joissa rakenteena on sisältä ulospäin:

- lujalevy 3 mm
- muovikalvo
- mineraalivilla/puurunko 150 mm
- lujalevy 4 mm
- koolaus/tuuletusväli
- julkisivuverhoilu

5.4.2 Havainnot

Ulkoseinä rakenteiden kuntoa ja toteutustapaa tarkasteltiin useista eri rakenneavaus-/tarkastuspisteestä, jotka sijoituivat eri puolille rakennusta. Rakenneavauspisteiden sijoittuminen on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1.

Ulkoseinän sisäpuoliset rakenteet ovat vaihtelevasti tiili/betonipintaisia. Laajennusosalla sisäkuori on tiilimuurattu ja ikkunoiden yläpuolinen osuus on betonia.

Alkuperäisellä osalla rakenteet vaihtelevat. Julkisivussa ei ole ulkoseinän tuulettumisen mahdollistavia avoimia tiilisaumoja/tuuletusputkia.

Laajennusosalla ikkunoiden levyrakenteisilla osuuksilla sisäpuolella havaittiin höyryn-sulkumuovi sisimpänä olevan rakennuslevyn takana. Ikkunaliittymissä havaittiin uretaanivaahdotus sekä alkuperäisellä että laajennusosalla.



Kuva 33

Julkisivut ovat tiilimuurattuja. Ikkunoiden välisillä osuuksilla paikoin levyrakenteita.



Kuva 34

Laajennusosa, yleiskuva. Rakennuksen päädyssä on lasitettu, puolilämmin kierreportaikko.



Kuva 35

Yleiskuva, alkuperäinen rakennusosa.



Kuva 36

Yleiskuva, alkuperäinen rakennusosa. Ikkunoiden välisillä osilla paikoin levyrakenteita.



Kuva 37
Yleiskuva, laajennusosan ulkoseinä-
rakenne ja ikkunat. Ikkunoiden välisillä
osuuksilla levyrakenne.



Kuva 38
Yleiskuva, laajennusosalla ikkunoiden
välisillä osuuksilla levyrakenne.



Kuva 39
Yleiskuva, avattu ikkunapenkkirakenne
laajennusosalla.



Kuva 40
Laajennusosalla ikkunaliittymässä on
uretaanivaahdotus. Levyrakenteisen
seinän sisäpuolella kipsilevyn takana
höyrynsulkumuovi.



Kuva 41
Laajennusosalla ala-/välipohjan ja ulko-
seinän liittymässä havaittavissa vanhoja
tiivistyksiä.



Kuva 42
Alkuperäinen rakennusosa, ikkunat uu-
sittu.

5.4.3 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteisiin tehdyistä rakenneavauksista otettiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Lisäksi 1. kerroksen sokkelin lämmöneristeestä otettiin kaksi näytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin ulkoseinä-/sokkelirakenteen mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohtat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 3

Ulkoseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM7	224 opetustila	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM9	206 opettajanhuone	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM10	114 opetustila	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM12	111 liikuntasali	sokkeli	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM13	131 opetustila	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM14	171 erityisopetus	US	Mineraalivilla	selvä mikrobikasvu materiaalissa
RM15	137 ruokasali	sokkeli	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM16	154 Tekstiilityö	US	Mineraalivilla	selvä mikrobikasvu materiaalissa
RM17	104 Musiikkiluokka	US	Mineraalivilla	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

Suurimmassa osassa ulkoseinän ja sokkelin mineraalivillaeristeistä otetuissa näytteissä ei todettu mikrobikasvua. Kahdessa ulkoseinärakenteesta otetussa näytteessä (RM14 ja RM16) todettiin selvä mikrobikasvu. Näytteissä esiintyi runsaasti kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Yhdessä näytteessä (RM17) todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa.

5.4.4 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella kolmessa eri tilassa (opetus-tila 224, opettajanhuone 206 ja 104 musiikkiluokka). Merkkiainetutkimukset suoritettiin normaalissa käyttötilanteessa. Merkkiainekaasua syötettiin ulkokuoreen tehdyn reiän kautta ulkoseinärakenteen eristetilaan ja kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa merkinnällä MA. Tutkittavat huonetilat olivat merkkiainekokeiden aikana 2...6 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

Ulkoseinärakenteista havaittiin selviä ilmavuotoja sisäilmaan. Ilmavuotoja havaittiin ikkunaliittymistä, ikkunapenkkirakenteista, putki- ja patterikannakkeista ja ikkunoiden välisistä levyrakenteista. Alkuperäisellä osalla havaittiin lisäksi ilmavuotoa väli-/alapohjan ja ulkoseinän liittymästä. Laajennusosalla havaittiin jo tehtyjä tiivistyskorjauksia väli-/alapohjan ja ulkoseinän liittymässä.



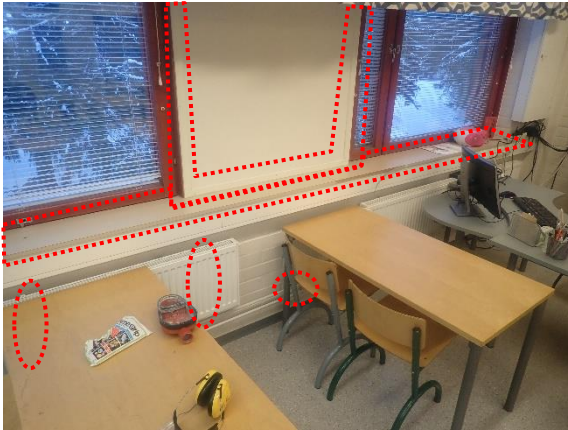
Kuva 43

Opetustilan 224 ulkoseinän merkkiainekaasun syöttöpiste korostettuna.



Kuva 44

Paine-ero vaihteli tutkituissa tiloissa välillä -2...-6 Pa ulkoilmaan nähden.



Kuva 45

Tilassa 224 havaittiin ilmavuotoa ikkunoiden välisten levyrakenteiden takaa, patteri- ja putkikannakkeista sekä ikkunapenkkirakenteesta.



Kuva 46

Avattu ikkunapenkkirakenne laajennusosalla. Ulkoseinän eristetilasta on havaittavissa selvä ilmayhteys sisäilmaan.



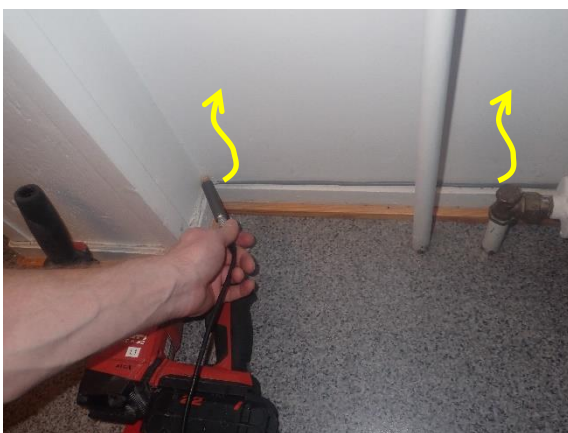
Kuva 47

Opettajanhuoneen 206 ulkoseinän kaasu-syöttöpisteen sijainti korostettuna.



Kuva 48

Tilassa 206 merkkiainevuotoa ulkoseinärakenteesta ikkunaliittymistä.



Kuva 49

Tilassa 206 selvää merkkiainevuotoa ulkoseinärakenteesta välipohjan liittymästä. Ulkoseinän sisäkuori on betonia.



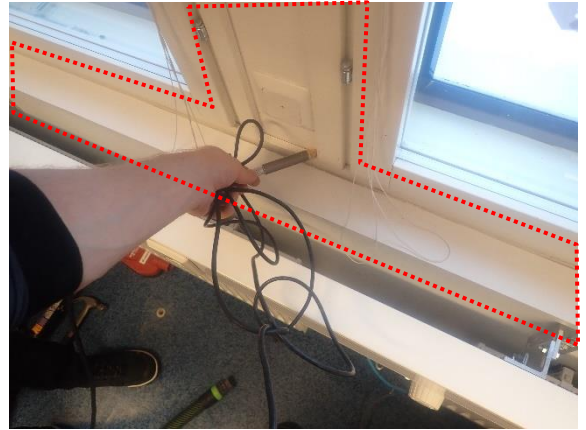
Kuva 50

Tilassa 206 merkkiainevuotoa ulkoseinärakenteesta ikkunaliittymistä.



Kuva 51

Tilan 104 musiikkiluokka ulkoseinän merkkiaineekaasun syöttöpiste korostettuna.



Kuva 52

Tilassa 104 ilmavuotoa ulkoseinärakenteen ikkunaliittymistä sekä ikkunapenk-kirakenteista.



Kuva 53

Tilassa 104 ilmavuotoa ulkoseinärakenteen ja välipohjan liittymästä. Ulkoseinän sisäkuori oli tutkimuskohdassa betonirakenteinen.

5.4.5 Johtopäätökset

Tuulettumatonta ulkoseinärakennetta sekä mineraalivillaeristeistä sokkelirakennetta pidetään kosteusteknisesti riskialttiina rakenteina, joissa on tavanomaista suurempi riski vaurioiden syntymiselle. Nykyisen hyvän rakennustavan mukaan tiilijulkisivuissa tulisi tiiliulkokuoren takana olla 40 mm tuuletusrako, joka mahdollistaa tiilen kuivumisen ja estää kosteuden siirtymisen eristeeseen.

Suoritettujen tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden tai sokkeleiden mineraalivillaeristeessä ei esiinny laaja-alaisia mikrobivaurioita. Tutkimuksissa havaitut vauriot ovat yksittäisiä ja paikallisia ja sijoittuvat rakennuksen pohjoisen puolelle julkisivulle.

Ulkoseinärakenteista havaittiin alkuperäisellä rakennusosalla kohtalaisen paljon ilmapuotoreitteja sisäilmaan tavanomaisissa käyttöolosuhteissa. Ilmapuotoja havaittiin tiili- sekä betonirakenteisen sisäkuoren ja ikkunarakenteiden rakenneliittymistä sisäilmaan. Ilmapuotoa havaittiin myös väli-/alapohjan ja ulkoseinän liittymästä. Sokkelin lämmöneristehalkaisusta sekä kellarikerroksen maanvastaisen seinän eristekerroksesta on ilmayhteys ulkoseinän eristetilaan.

Laajennusosalla havaittiin myös runsaasti ilmapuotoja tavanomaisissa käyttöolosuhteissa ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan ikkunoiden, levyrakenteisten seinärakenteiden, ikkunapenkkirakenteen sekä tiilikuorimuuratun seinän rakenneliittymistä.

5.4.6 Toimenpide-ehdotukset

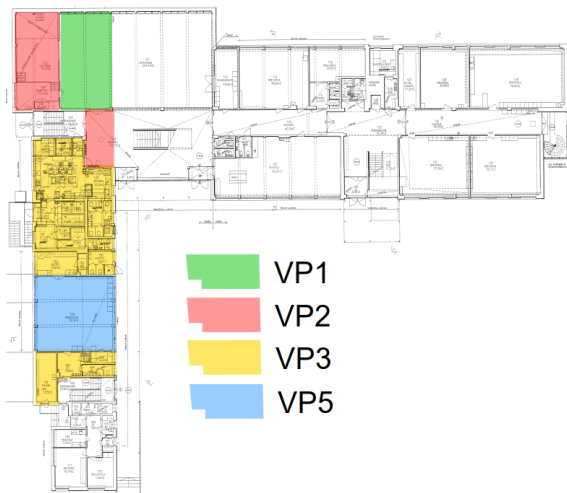
Tutkimusten perusteella tulee tehdä käyttöä turvaavina toimenpiteinä ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjauksia tiloissa, joiden ulkoseinärakenteissa esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua (tilat 104, 154 ja 171). Ko. tilojen rakenteet suositellaan tiivistettäväksi kokonaisuutena, sillä eri rakenteilla on todettuja ilmayhteyksiä keskenään.

Lisäksi tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan muissa tiloissa (esim. tilat, joissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua).

5.5 Välipohjarakenteet

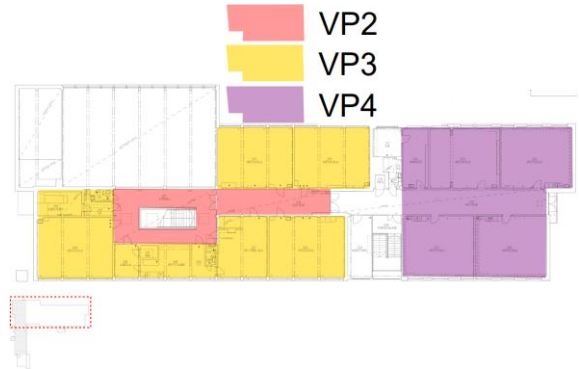
5.5.1 Rakenne ja sijainti

Rakennepiirustusten mukaan alkuperäisellä rakennusosalla välipohjarakenteita on useata eri tyyppiä. 1. ja 2. kerroksen välipohjan rakennetyypit on esitetty alla olevissa pohjakuvissa ja kaikki rakennetyypit on listattu sen jälkeen.



Kuva 54

Eri välipohjarakenteiden sijoittuminen 1. kerroksessa.



Kuva 55

Eri välipohjarakenteiden sijoittuminen 2. kerroksessa.

Rakennetyyppien sijoittuminen kerroksissa on osin arvioitu, sillä jokaista tilaa ei tutkittu erikseen.

Lähtötietojen ja kohdehavaintojen perusteella 1. kerroksessa väestönsuojan kohdalla välipohjarakenne VP1 on ylhäältä alaspäin:

- lattialauta 42 mm
- koolaus/tuuletettu ilmapäli 60 mm
- muovikalvo
- mineraalivillaeriste/puukoolaus 200 mm
- massiivibetonilaatta 500 mm (tarkastettu suunnitelmasta)

Lähtötietojen perusteella välipohjarakenne VP2 on ylhäältä alaspäin:

- lattiapinnoite
- betonilaatta 30 mm
- teräsbetonilaatta 130 mm (tarkastettu suunnitelmasta)

Välipohjarakenne VP3 on kaksoislaattarakenne, jota esiintyy 1. ja 2. kerroksissa. Rakennus on ylhäältä alaspäin:

- lattiapinnoite
- betonilaatta n. 60 mm
- mineraalivilla n. 20...40 mm
- teräsbetonilaatta 110 mm (tarkastettu suunnitelmasta)

Kohdehavaintojen mukaan vuoden 1983 laajennusosalla 2. kerroksen välipohjarakenne VP4 on ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- lattiapinnoite
- tasoite < 5 mm
- ontelolaatta 265 mm (tarkastettu suunnitelmasta)

Opetustilassa 154 kohdehavaintojen mukaan lattiapinnoitteena on lautalattia, jossa välipohjarakenteeksi VP5 todettiin ylhäältä alaspäin:

- Lakattu lautalattia 44 mm
- Mineraalivilla 70 mm
- koolaus + villa 30 mm
- teräsbetonilaatta

Laajennusosan ja alkuperäisen osan välisellä portaikon alueella välipohjarakenteena on 180 mm paksu paikallavalettu teräsbetonilaatta.

5.5.2 Havainnot

Tilassa 104 tarkastettiin lattiamaton ja sen liiman kuntoa irrottamalla muotimattoja lattiamaton kiinnitys alustaansa oli hyvä ja liimassa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Tilan 104 lattia on osin levyrakenteinen, jossa lattiaan on upotettu sähkökoteloita. Sähkökoteloiden kaapeliputkien läpiviennistä on ilmayhteys välipohjan eristetilaan, josta edelleen ulkoseinän eristetilaan. Kotelosta havaittiin ilmavirtaus sisätiloihin päin.

Tutkimusten yhteydessä ei havaittu viitteitä välipohjarakenteisiin kohdistuvasta kosteusrasituksesta.



Kuva 56
Musiikkiluokan 104 takaosan lattia on levyrakenteinen.



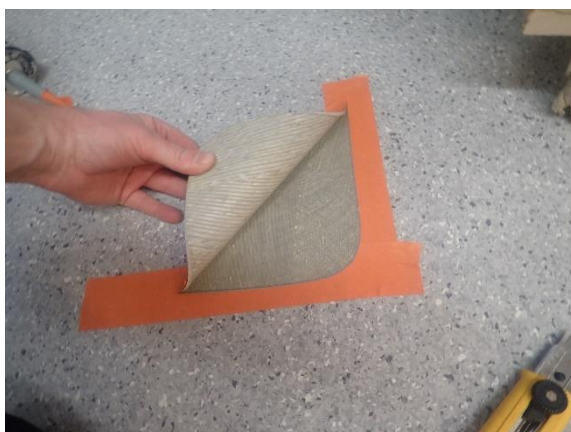
Kuva 57
Musiikkiluokan 104 levyrakenteiseen lattiaan upotettuja valurasioita.



Kuva 58
Valurasioden kaapeliläpivienneistä ilmayhteys välipohjan eristeisiin sekä ulkoseinän eristetilaan.



Kuva 59
Opetustilassa 154 oli poikkeavasti lautarakenteinen lattia.


Kuva 60

lattiapinnoitteiden kuntoa tutkittiin pisto-koeluentoisesti rakenneavausten yhteydessä. Kuva tilasta 224, lattiapinnoite hyväkuntoinen.


Kuva 61

Musiikkiluokan 104 lattiapinnoitteessa ei havaittu viitteitä vaurioista.

5.5.3 Mikrobianalyysit

Välipohjarakenteisiin tehtiin yhteensä yhdeksän rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin välipohjan mineraalivillaeristeistä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 4

Välipohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM5	215 Opetustila	VP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
RM8	205 Eteinen	VP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
RM18	111 Liikuntasali	VP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
RM20	104 Musiikkiluokka	VP	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
RM21	154 Tekstiilityö (keittiö)	VP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
RM22	154 Tekstiilityö	VP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Suurimmassa osassa välipohjarakenteista otetuissa näytteissä ei todettu mikrobivaurioita. Musiikkiluokan 104 välipohjan mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä

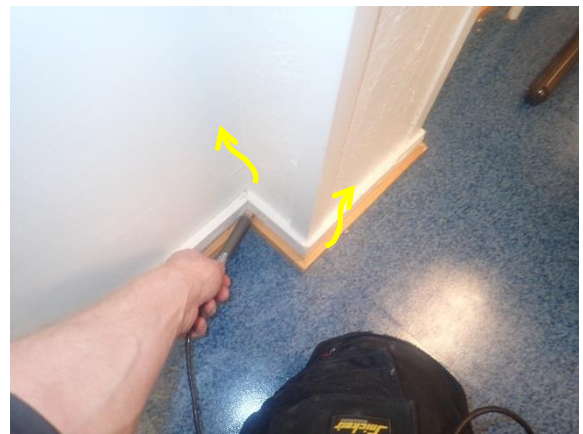
todettiin vahva viite vauriosta ja näytteessä esiintyi runsaasti kosteusvaurioon viittavia mikrobeja.

5.5.4 Merkkiainekokeet

Kaksoislaattarakenteisen välipohjarakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella tilassa 215 (opetustila). Merkkiainekaasua syötettiin pintabetonilaattaan poratun reiän kautta ja kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainti on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeen aikana huonetila oli n. 7 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden.



Kuva 62
Tilan 215 välipohjan merkkiainetutkimus. Kaasunsyöttöpiste osoitettu nuolella.



Kuva 63
Tilassa 215 ilmavuotoa betonipilarin ja välipohjan liittymästä, pintabetonilaatan reuna-alueilta.


Kuva 64

Tilassa 215 ilmavuotoa välipohjan eristetilasta pintabetonilaatan reuna-alueilta.


Kuva 65

Kaksoislaattarakenteisen välipohjan pintabetonilaatan ja väliseinien rakenneliittymä on epätiivis.

5.5.5 Johtopäätökset

Laajennusosalla olevassa välipohjan ontelolaatta-/betonilaattarakenteessa ei ole erityisiä sisäilman laatua heikentäviä puutteita/riskejä. Alkuperäisellä rakennusosalla olevaa kaksoislaattarakennetta pidetään kosteusteknisesti riskialttiina rakenteena, jossa mineraalivillaeristeessä on kohonnut riski mikrobivaurioiden syntymiselle, mikäli rakenteeseen kohdistuu kosteusrasitusta. Välipohjan lattiapinnoitteissa ei havaittu viitteitä vaurioista.

Tutkimusten perusteella kaksoislaattalisten välipohjarakenteiden mineraalivillaeristeissä ei esiinny laaja-alaisia kosteus- tai mikrobivaurioita. Opetustilassa 104 (entinen keittiö) välipohjarakenteen mineraalivillaeristeessä esiintyy tutkimusten perusteella poikkeavaa, vaurioon viittaavaa mikrobistoa.

Kaksoislaattarakenteiden eristetilasta on tutkimusten perusteella kohtalaisesti ilmavuotoreittejä sisäilmaan normaalissa käyttötilanteessa. Rakenteesta on havaintojen perusteella ilmayhteys ulkoseinän eristetilaan.

5.5.6 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimusten perusteella tulee tehdä käyttöä turvaavina toimenpiteinä kaksoislaattarakenteen välipohjarakenteiden tiivistyskorjaukset tilassa 104 (musiikkiluokka). Ko. tilan kaikki rakenteet suositellaan tiivistettäväksi kokonaisuutena, sillä eri rakenteilla on todettuja ilmayhteyksiä keskenään.

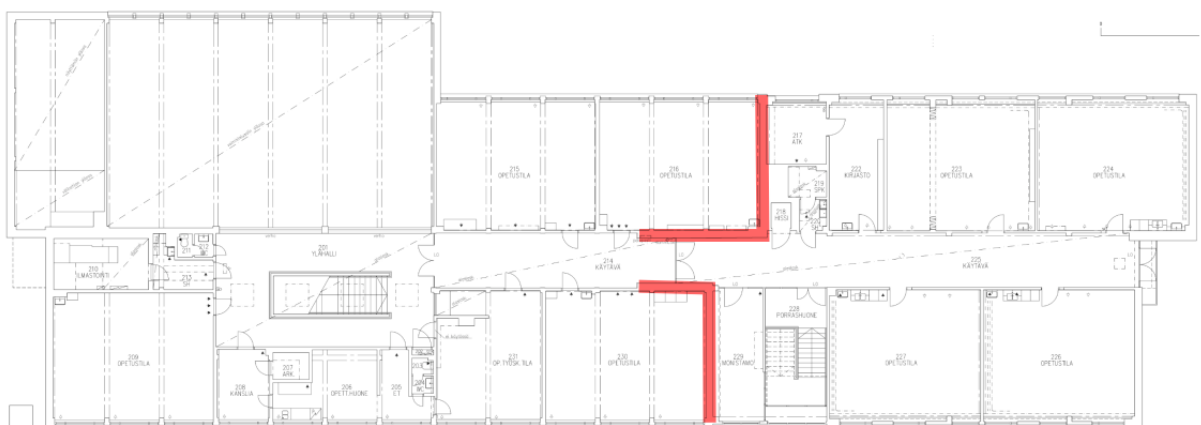
Lisäksi välipohjarakenteiden tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan muissa tiloissa (esim. tilat, joissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua).

5.6 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.6.1 Rakenne ja sijainti

Väliseinärakenteet ovat pääsääntöisesti levy/tiilirakenteisia. Kaksoislaatatallisissa ala- ja välipohjarakenteissa tiilimuuraus alkaa alemman betonilaatan päältä.

Laajennusosan ja vanhan osan välille on jätetty vanha ulkoseinä väliseinärakenteeksi 1. ja 2. kerroksessa. Ko. väliseinän sijainti 2. kerroksessa on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 66

Väliseinäksi jätetyn ulkoseinän sijainti korostettuna 2. kerroksen pohjakuvassa.

5.6.2 Havainnot

Paikalla havaittiin pellityksen taakse katsomalla laajennusosan ja alkuperäisen osan välinen entinen ulkoseinärakenne. Rakenneliittymät todettiin aistinvaraisesti epätiiviksi.

Liikuntasalin seinäpinnalla on harvalaudoituksella suojattuja mineraalivillasta valmistettuja akustiikkalevyjä. Mineraalivillaeristeen pinnassa on harva juuttikangas.

Siistijöiden taukotilassa 123 (entinen iv-konehuone) seinä- ja kattopinnoilla on reikäpeltirakenne, jonka takana on mineraalivilla. Levyjen yli on maalattu. Ylimaalatuissa

levyissä ei välttämättä ole onnistuttu sulkemaan villapintoja luotettavasti (metallilevyn takana maali ei kosketa villapintaa). Lisäksi lämpöputkien päissä on avoimia mineraalivillapintoja.



Kuva 67

Liikuntasalin päätyseinällä (ja katossa) on mineraalivillasta valmistettuja akustiikkalevyjä. Levyt on pinnoitettu löyhällä juuttiverkolla.



Kuva 68

Liikuntasalin akustiikkalevy. Mineraalivillan päällä juuttikangas.



Kuva 69

Siistijöiden taukotilassa 123 on seinällä ja katossa entisen IV-konehuoneen akustiikkalevyt, jotka on maalattu ylitse.

5.6.3 Mikrobianalyysit

Väliseinärakenteisiin tehtiin kaksi rakenneavausta ja rakenneavauksesta otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Rakenneavaukset kohdistettiin entiseen ulkoseinärakenteeseen, joka laajennusosan rakentamisen yhteydessä on muuttunut väliseinäksi. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 5

Väliseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM6	Käytävän 225 ja Opetustilan 216 välinen seinä	VS	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
RM26	Porrashuoneen 135 ja keittiön 116 välinen seinä	VS	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Materiaalinäytteiden perusteella väliseinän mineraalivillaeristeissä ei havaittu viitettä mikrobivauriosta.

5.6.4 Johtopäätökset

Vanhan ulkoseinän eristerako on peitetty peltiä reunoistaan. Eristetilasta on ilmayhteys sisätiloihin. Mineraalivillassa ei todettu vaurioon viittaavaa mikrobikasvua. Vanhaan ulkoseinärakenteeseen rajoittuvissa tiloissa ei saatujen tietojen perusteella ole epäilyä sisäilmaperäistä oireilua.

Liikuntasalissa on mahdollisia teollisten mineraalivillakuitujen lähteitä seinäpinnoilla. Siistijöiden taukotilassa on todennäköisiä kuitulähteitä seinä- ja kattopinnoilla, jotka heikentävät sisäilman laatua.

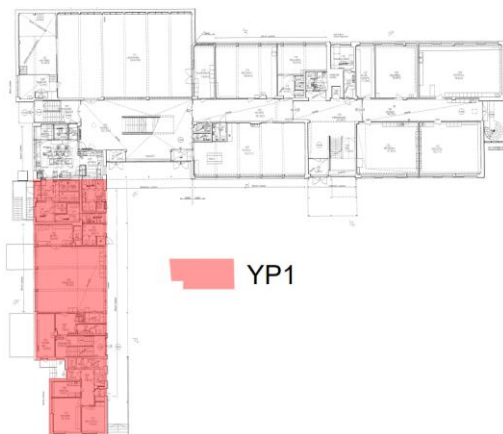
5.6.5 Toimenpidesuosituks

Siistijöiden taukotilassa 123 esiintyy mahdollisina kuitulähteinä lämpöputkien paljaita mineraalivillaeristeitä ja seinä- ja kattopinnoilla reikäpeltien takana olevia mineraalivil-
laeristeitä. Suositellaan vähintään avoimien mineraalivillapintojen sulkemista putkieris-
teissä ja tarvittaessa reikäpeltirakenteiden pinnoittamista, joiden jälkeen suoritetaan
yläpölyjen siivous. 3 kk korjausten jälkeen tilassa suositellaan mittaamaan teollisten
mineraalivillakuitujen määrää pöylaskeumanäytteillä.

5.7 Yläpohjat ja vesikatot

5.7.1 Rakenne ja sijainti

Vesikatot ovat tuulettuvia tasakattorakenteita ja niissä on bitumikermikate. Yläpohjara-
kenteiden sijoittuminen on esitetty alla olevissa pohjakuvissa 1. ja 2. kerroksessa ja
rakennetyypit niiden jälkeen.



Kuva 70
Yläpohjarakenteiden sijoittuminen 1.
kerroksessa.



Kuva 71
Yläpohjarakenteiden sijoittuminen 2.
kerroksessa.

Lähtötietojen ja kohdehavaintojen mukaan alkuperäisellä osalla yläpohjarakenne YP1
on ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- bitumikermikate
- ponttilaudoitus 22 mm
- tuuletusväli 100...500 mm

- betonilaatta 50 mm (arvio)
- mineraalivilla 200 mm (arvio)
- teräsbetonilaatta 130 mm

Lähtötietojen ja kohdehavaintojen mukaan vuoden 1983 laajennusosalla yläpohjarakenne YP2 on ylhäältä alaspäin:

- bitumikermikate
- aluslaudoitus
- tuuletusväli 100...200 mm
- tuulensuojavilla 50 mm
- mineraalivilla 250 mm
- ontelolaatta 265 mm

Laajennusosan ja alkuperäisen osan välisen portaikon yläpohjan kantavana rakenteena on teräsbetonilaatta YP3, jonka rakenteena on lähtötietojen perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- bitumikermikate
- polyuretaanieriste 150 mm
- teräsbetonilaatta 200 mm

5.7.2 Havainnot

Tutkimusajankohtana vesikatolla oli paksu lumipeite, eikä vesikatteen kuntoa voitu tutkimusten yhteydessä arvioida. Vesikatolla on lokakuussa 2023 tehty vesikattoon liittyviä korjauksia, jolloin laajennusosan yksi kattokaivo on uusittu. Lisäksi vesikatolla on korjattu vesi-/höyrypusseja. Yläpohja- ja vesikattorakenteiden kuntoa ja toteutustapaa arvioitiin vesikatolla olevien tarkastusluukkujen kautta.

Yläpohjan tuulettuminen on aistinvaraisiin arvioiden perustuen hyvä. Yläpohjan räystäillä on reilu tuuletusrako. Vesikatolla on lisäksi muutamia alipainetuulettimia. Vesikatteen alapuolinen puurunko ja aluslaudoitus oli tutkituilta osin hyväkuntoista, eikä näkyviä vaurioita havaittu.

Yläpohjarakenteet ovat betonirakenteisia ja havaintojen perusteella melko tiiviitä. Yläpohjarakenteista havaittiin yksittäisiä, paikallisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Opetustilassa 216 yläpohjan ilmanvaihtokanavan läpivienti oli epätiivis ja musiikkiluokassa 104 liikuntasaumassa on halkeama. Yläpohjarakenteen epätiiviseyskohdista voi aiheutua ilmavuotoa sisäilmaan.

Musiikkiluokan 104 katossa liikuntasauaman kohdalla on havaittavissa halkeama. Liikuntasaumassa on puukuitulevy.

Musiikkiluokan 104 katossa maali-/tasoitepinnan alla on pikisively ajalta, jolloin tila on toiminut keittiönä. Kattopinnassa tasoitteen alla oleva pikisively on aiheuttanut paikallisesti tummentumaa maalattuun kattopintaan. Pikisivelyssä ei havaittu PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua.

Aulatilassa 201 havaittiin yksittäiset, vanhat kuivuneet kosteusjäljet kattoikkunan vieressä. Ikkunakuilun sisäpinnat ovat betonirakenteisia.



Kuva 72

Vesikatolla oli tutkimusajankohtana runsas lumipeite, eikä vesikatteen kuntoa voitu arvioida.



Kuva 73

Yleiskuva, 2. kerroksen vesikatolla on kattoikkunoita.



Kuva 74
Yleiskuva, vesikatolta on tarkastusluukku yläpohjaan.



Kuva 75
Yläpohjan eristeiden päällä on ohut betonilaatta.



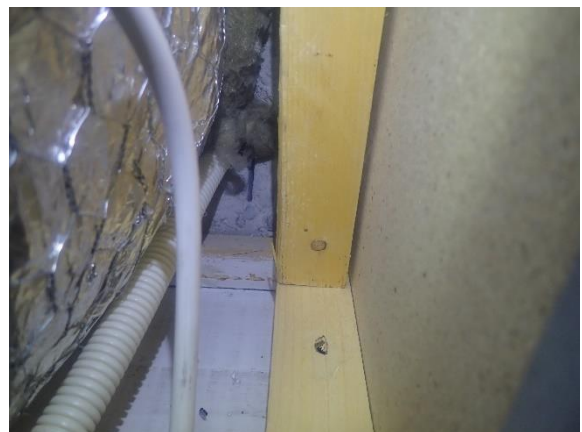
Kuva 76
Yläpohjan räystäällä on runsas tuuletusväli.



Kuva 77
2. kerroksen yläpohja on rakenteeltaan kuten 1. kerroksen yläpohja.



Kuva 78
Aulatilassa 201 kattoikkunan reunalla yksittäiset, vanhat kuivuneet kosteusjäljet.



Kuva 79
Yläpohjan epätiivis ilmanvaihtokanavan läpivienti opetustilassa 216.


Kuva 80

Musiikkiluokan 104 katossa maali-/ta-soitepinnan alla on pikisively. Pikisively on aiheuttanut paikallista tummentumaa katon tasoite-/maalipintaan.


Kuva 81

Musiikkiluokan katossa palkkien saumakohdalla halkeama liikunta-saumassa. Rakenteessa puukuitulevy.

5.7.3 Johtopäätökset

Yläpohjarakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia, eikä vesikattorakenteissa tutkituilta osin havaittu puutteita. Rakenteet ovat tutkituilta osin pääsääntöisesti tiiviitä, yksittäisiä puutteita lukuun ottamatta. Tällöin mahdollisten epäpuhtauksien siirtyminen rakenteista sisäilmaan on epätodennäköistä.

Vesikatteen kuntoa ei voitu tutkia lumipeitteen vuoksi. Vesikatolla on tehty katselmointi ja puutteita korjattu loppusyksyllä 2023.

5.7.4 Toimenpidesuosituks

Musiikkiluokan 104 katossa olevan palkkien välinen liikuntasäuma suositellaan tiivistettäväksi. Säuman avarrus ja tiivistys vähintään elastisella tiivistysmassalla tai tiivistysjärjestelmään kuuluvalla liikuntasäumadetaljilla.

5.8 Alakatot

5.8.1 Havainnot

Kohteessa kattopinnat ovat pääosin maalattua betonirakennetta ja kattoon liimattuja akustiikkalevyjä. Joissain luokissa akustiikkalevyjen havaittiin roikkuvan osittain

irtonaisina, ja osassa luokista levyjä oli ruuvattu takaisin kiinni kattoon. Mineraalivillaisia akustiikkalevyjä oli paikoin leikattu jättäen villapinnat käsittelemättä.

Käytävillä esiintyy vaihtelevia alakattorakenteita. Alkuperäisosalla on paikoin puurunkoinen, kipsilevyrakenteinen alakatto ja laajennusosalla metalliprofiilialakatto. Käytävien alakattorakenteiden yläpuolella todettiin runsas pölykertymä.



Kuva 82

Liikuntasalin katossa on oletettavasti vastaava mineraalivilla toteutettu äänenvaimennus kuin seinillä.



Kuva 83

Katossa olevissa akustiikkalevyissä havaittiin roikkumista/irtoamista.



Kuva 84

Laajennusosan käytävällä metalliprofiilinen alakatto.



Kuva 85

Käytävän alakattoprofiilien yläpuolella pölykertymää.



Kuva 86

Alkuperäisellä osalla käytävän alakattolevyt kipsipohjaisia.



Kuva 87

Kattoon liimattuja mineraalivillaisia akustiikkalevyjä on leikattu, jättäen reunat käsittelemättä.

5.8.2 Johtopäätökset

Paljaat mineraalivillapinnat voivat vapauttaa huoneilmaan teollisia mineraalivillakuituja, kun niihin kohdistuu ilmavirtauksia tai tärinää. Liikuntasalissa on paljon mineraalivillalla akustoitua pintaa, mutta rakenteista ei todennäköisesti irtoa merkittävässä määrin teollisia mineraalivillakuituja.

5.8.3 Toimenpidesuositukset

Katosta osin irronneet akustiikkalevyt tulee kiinnittää uudelleen tippumisvaaran vuoksi.

Leikattujen akustiikkalevyjen avoimet villapinnat on suositeltavaa tarvittaessa käsitellä mineraalivillakuituja sitovalla aineella.

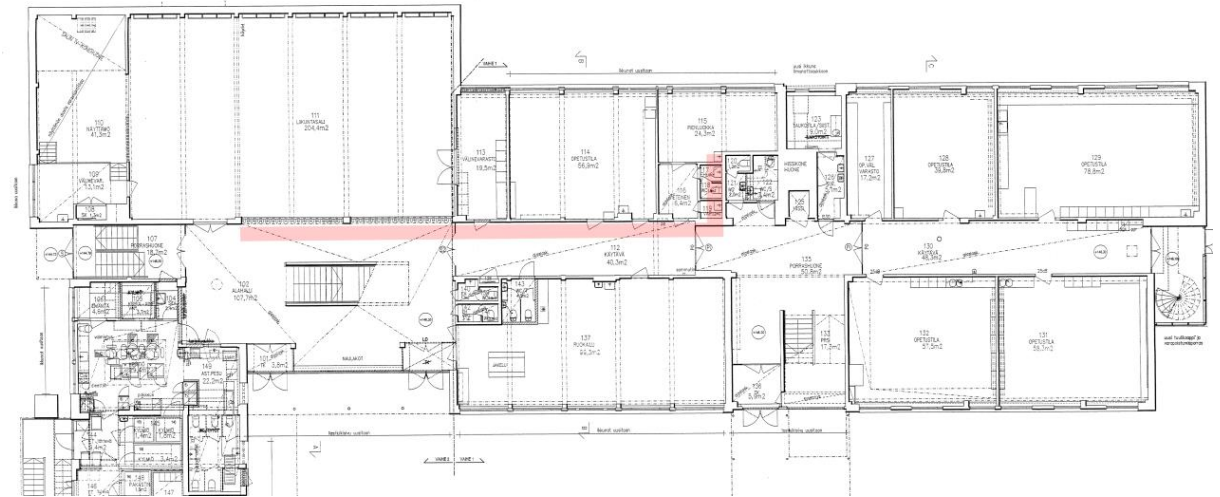
Liikuntasalissa voidaan arvioida teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuutta tarvittaessa pöylaskeumasta.

5.9 Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet

5.9.1 Sijainti ja havainnot

Lähtötietojen perusteella putkikanaali sijaitsee 1. kerroksen lattian alla käytävän alapuolella (ks. Kuva 88). Kanaalista ei havaittu silmämääräisesti ilmayhteyksiä sisätiloihin, 1. kerroksen lattiassa ei havaittu putkikanaalin tarkastusluukkuja.

Kellarikerroksessa havaittiin yksittäinen pohjaviemärin tarkastusluukku tilassa 002, jonka kansi oli epätiivis.



Kuva 88

1. kerroksen alapohjan putkikanaalin sijoittuminen korostettuna pohjakuvassa punaisella.



Kuva 89

Käytävän 002 alapohjaluukku. Kansi on tiivisteetön metalliluukku nostokoukureiällä.

5.9.2 Johtopäätökset

Havaintojen perusteella putkikanaalit tai viemärin tarkastusluukut eivät merkittävässä määrin heikennä sisäilman laatua.

5.9.3 Toimenpidesuosituks

Suositellaan tiivistettäväksi käytävän 002 viemärin tarkastusluukku, esim. massamallalla, mikäli luukku ei käytetä usein.

6 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimuksen toteutti KV-Group. Kuntotutkimuksissa rakennuksen ilmanvaihtokoneet tarkastettiin ja niille toteutettiin huolto. Lisäksi mitattiin rakennuksen tilakohtaiset ilmamäärät.

Seuraavassa on esitetty kootusti kuvaus ilmanvaihtojärjestelmästä ja tutkimuksissa tehdyistä havainnoista. Tiedot perustuvat KV-Groupilta suullisesti saamiin tietoihin, ilmanvaihtosuunnitelmiin ja ilmanvaihdon mittauspöytäkirjaan (KV-Group, 21.12.2023).

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihdesta ei ole käytettävissä ajantasaisia suunnitelmia, joten ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet ja suunnitellut ilmamäärät jäävät jossain määrin epäselväksi.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmiä on saneerattu suunnitelmien ja havaintojen perusteella eri ajankohtina. Merkittävin saneeraus on toteutettu 2000-luvulla, jolloin alkuperäisiä kanavistoja on poistettu käytöstä ja luokkatilojen ilmanvaihto on korvattu tilakohtaisilla pakettikoneilla. Saneerausten laajuus ei ole kuitenkaan täysin tiedossa, koska havaintojen perusteella toteutus ei vastaa suunnitelmia.

Tilakohtaisten pakettikoneiden lisäksi rakennuksessa on ilmamäärältään suurempia ilmanvaihtokoneita (TK3, TK5, TK4), jotka palvelevat keittiötä, ruokalaa, liikuntasalia, käytäviä, yleisiä tiloja ja teknistä työtä. Lisäksi rakennuksessa on erillishuippuimureita.

Ilmanvaihtokoneita ei ole liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Koneiden käyntiä ohjataan konekohtaisesti erillisillä kellokytkimillä. Luokissa on läsnäolokytkimet, joiden perusteella koneet ohjautuvat isolle ilmavirralle.

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän kunto

Saatujen tietojen mukaan ilmanvaihtojärjestelmästä tehtiin seuraavia havaintoja tutkimusten/huollon ja ilmamäärämittausten aikana:

- TK03 lämmityspatteri oli tukossa, suodatin rikki ja puhaltimessa laakeriongelmaa
 - o Kone huollettu ennen ilmamäärämittauksia
- Musiikkiluokan 154 pakettikoneessa lämmityspatterihälytys
 - o Kone huollettu ennen ilmamäärämittauksia
- Kellarin pukuhuonetiloja 015 ja 018 palvelevan ilmanvaihtokoneen (Ilto) poistopuhallin ei toimi
- Luokan 132 ilmanvaihtokone (Deekax) hälytti ilmamäärämittausten aikana huoltovälistä ja tuloilmasuodatin on tukossa
- Luokan 226 ilmanvaihtokone oli ilmamäärämittausten aikana vikatilassa ja poistopuhallin kävi täydellä teholla
- Tiloissa 231 ja 205 vanhat käytöstä poistetut poistoventtiilit toimivat korvausilma-reittinä
- Käytävän tuloilmapäätelaitteissa ei havaittu ilmamäärämittauksissa ilmavirtausta ja poistoilmasäleiköissä oli likaa
- Ulkovälinevarastossa oli ilmamäärämittausten aikana liian suuri poistoilmanvaihto ja merkittävä alipaine
- Astianpesutilan 116b lattiakaivon tiivistystulppa ei pysy tiiviinä

6.3 Tilakohtaiset ilmamäärät ja ilmanjako

Tilakohtaisia ilmamääriä tarkasteltiin ilmanvaihdon mittauspöytäkirjan perusteella. Mittattuja ilmamääriä vertailtiin suunniteltuihin ilmamääriin. Vertailua on esitetty seuraavassa taulukossa. Vertailusta nähdään, että useiden tilojen ilmamäärien osalta jäädään tilaan suunnitelluista ilmamääräistä vajaaksi.

Tilakohtaisten ilmanvaihtokoneiden osalta ilmamäärien mittaaminen ei ole mahdollista, joten mittaukset on luettu ilmanvaihtokoneen näytöltä. Mittauksista nähdään, että tulokset eivät vastaa todellisuutta, koska tulo- ja poistoilmamääriä on jouduttu säätämään epätasapainoon, jotta tila olisi painesuhteiltaan tasapainossa. Kyseisten tilojen osalta mittaustuloksiin tulee suhtautua varauksella.

Tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet on sijoitettu luokkatilojen nurkkiin, jonka seurauksena ilmanvaihto ei jakaannu tilaan tasaisesti.

Taulukko 6

Tilakohtaisten ilmamäärämittausten tarkastelu. Punaisella ja vihreällä on korostettu ne tilat, joiden ilmamäärät eroavat suunnitelluista ilmamääristä yli 20 %.

Tila	Suunniteltu tuloilmamäärä [l/s]	Mitattu tuloilmamäärä [l/s]	Suunnitellun ja mitatun ilmamäärän ero [%]	Suunniteltu poistoilmamäärä [l/s]	Mitattu poistoilmamäärä [l/s]	Suunnitellun ja mitatun ilmamäärän ero [%]
Musiikki 104	320	310,2	-3 %	320	276	-14 %
Luokka 114 *	190	190	0 %	140	140	0 %
Keittiö 116	300	206	-31 %	380	446,2	17 %
Ast. pesu 116b	280	145,6	-48 %	160	205,9	29 %
Luokka 128 *	210	80	-62 %	140	105	-25 %
Luokka 129 *	200	144	-28 %	150	108	-28 %
Luokka 131 *	190	190	0 %	200	200	0 %
Luokka 132 **	?	ei tuloilmaa	-	?	111,8	-
Ruokailu 137	536	373,6	-30 %	480	420	-13 %

Tila	Suunniteltu tuloilma-määrä [l/s]	Mitattu tuloilma-määrä [l/s]	Suunni-tellun ja mitatun ilma-määrän ero [%]	Suunniteltu poistoilma-määrä [l/s]	Mitattu poistoilma-määrä [l/s]	Suunni-tellun ja mitatun ilma-määrän ero [%]
Opett. huone 206	60	54,7	-9 %	20	17,7	-12 %
Kanslia 208	30	44,7	49 %	30	36	20 %
Luokka 209 *	190	167	-12 %	190	167	-12 %
Luokka 215 *	210	185	-12 %	170	150	-12 %
Luokka 216 *	210	210	0 %	170	170	0 %
Luokka 223 *	200	154	-23 %	160	123	-12 %
Luokka 224 *	200	177	-12 %	160	141	-12 %
Luokka 226 * **	230	100	-57 %	230	-	-
Luokka 227 *	200	152	-24 %	170	130	-24 %
Luokka 230 *	200	200	0 %	190	190	0 %
Op.työsk. tila 231	100	112,9	13 %	100	70,1	-30 %

* Tilassa tilakohtainen ilmanvaihtokone, jonka ilmamääriä ei saa mitattua. Ilmamäärät on luettu koneen näytöltä

** Ilmanvaihtokone vikatilassa tai huoltovälihälytys aktiivinen

6.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Ilmanvaihtojärjestelmässä esiintyy tekijöitä, jotka heikentävät sisäilman laatua. Tila-kohtaisissa ilmanvaihtokoneissa esiintyy toimintahäiriöitä, jonka seurauksena koneiden toiminta on epävarmaa. Koneista luettujen toteutuneiden ilmamäärien perusteella

ilmamäärissä esiintyy vajautta, mutta ilmamääriä ei pystytä kuitenkaan todentamaan mittauksin. Koneiden sijoittelu nurkkaan ja ilmanjaon puutteellisuus heikentää tiloissa olosuhteita. Lisäksi koneiden käynti liiketunnistimen perusteella aiheuttaa sen, että tilat tuntuvat heti käytön alussa tunkkaiselta.

Tehtyjen ilmamäärämittausten perusteella myös muissa tiloissa mitatut ilmamäärät eivät vastaa suunniteltua. Ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet jäävät myös epäselväksi puutteellisten suunnitelmien vuoksi. Alkuperäisiä ilmanvaihtokanavia on jätetty tiloihin ja näistä osa toimii havaintojen perusteella korvausilmareittinä.

Ilmanvaihtojärjestelmään suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

- Tilakohtaisten iv-koneiden huolto.
 - o Suositellaan harkitsemaan tilakohtaisten iv-koneiden uusimista tarpeen mukaan, mikäli kyseisessä tilassa on koettu ilmanvaihdon puutteita ja koneessa on esiintynyt runsaasti huoltotarpeita ja käynti on todettu epävarmaksi. Koneiden uusimisella pystyttäisiin varmistamaan riittävät ilmamäärät, parantamaan ilmanjakoa, parantamaan koneen käyntivarmuutta ja vähennettäisiin tulevia huoltokustannuksia.
- Ilmamäärien säätö suunniteltuun tasoon ja tasapainoon. Suunniteltujen ilmanvaihtomäärien riittävyys on varmistettava nykyiseen käyttöön nähden. Käytön ajan ulkopuolinen ilmanvaihto on myös säädettävä tasapainoon.
- Ilmanvaihtosuunnitelmien päivittäminen ja ilmanvaihdon vaikutusaluepiirustuksen laatiminen
- Ilmanvaihdon käyntiaikojen riittävyyden varmistaminen käyttöaikoihin nähden.
- Vanhojen tällä hetkellä korvausilmareittinä toimivien käytöstä poistettujen venttiilien tulppaaminen
- Ulkovaikelinevaraston poistoilmanvaihtomäärän säätö
- Keittiön lattiakaivon viemäritulpan tiivistäminen

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

7.1 Paine-ero

7.1.1 Mittaustulokset

Paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 11 tilassa 30.11. – 21.12.2023 välisenä aikana. Mittalaitteista ja niiden asennuksesta vastasi KV-Group. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kokonaisuudessaan kuvaajissa liitteessä 4.

Ajalla 30.11.–21.12.2023

- Keittiön 116 paine-ero ulkoilmaan nähden on käyttöaikoina pääasiassa 0...-5 Pa. Käyttöajan ulkopuolella paine-erot kasvavat ja ovat pääasiassa -10...-25 Pa välillä.
- Opettajien työtilan 231 paine-eromittaus on mittausjakson alkuosalla epäonnistunut mittausputken tukkeutumisen vuoksi. Mittausjakson loppupuolella 13.-21.12. paine-ero ulkoilmaan on ollut välillä 0...-3 Pa.

Ajalla 30.11.–13.12.2023:

- Tilassa 132 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-8 Pa välillä.
- Tilan 104 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-8 Pa välillä.
- Tilassa 128 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-15 Pa välillä.
- Tilassa 129 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin -5 ja -15 Pa välillä.
- Tilan 131 Mittausdatassa on paljon puuttuvia datapisteitä, luettavissa olevassa datassa paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-15 Pa välillä.

Ajalla 13.12.–21.12.2023:

- Tilassa 209 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin välillä 0...-10 Pa.
- Tilan 216, 223 ja 227 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-5 Pa välillä.
- Tilan 230 paine-ero ulkoilmaan nähden on pääosin 0...-10 Pa välillä.
- Tilojen 209 ja 230 kohdalla mittaustuloksissa esiintyy mittausjaksolla ajoittaisia, voimakkaita painesuhdevaihteluita.

7.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Paine-eromittaustulosten perusteella voidaan todeta, että rakennuksen painesuhteet ovat pääosin alipaineisia, pysyen alle toimenpiderajan -15 Pa.

Keittiössä 116 paine-erot ovat pitkäjaksoisesti suurempia kuin -15 Pa. Tilan osalta tulee tarkistaa ilmanvaihtokoneen toiminta/tarkastella ilmanvaihdon tasapainotusta.

7.2 Hiilidioksidipitoisuus

7.2.1 Mittaustulokset

Rakennuksen ilmanvaihdon riittävyttä arvioitiin sisäilman jatkuvatoimisilla hiilidioksidipitoisuuden mittalaitteilla yhteensä 11 tilassa 30.11. – 21.12.2023 välisenä aikana. Mittalaitteista ja niiden asennuksesta vastasi KV-Group. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 4.

Mittaustulokset pysyvät mittausjaksoilla pääsääntöisesti alle 1200 ppm pitoisuuden. Tulokset eivät ylitä toimenpiderajaa 1550 ppm, tilan 209 yksittäistä ajankohtaa lukuun ottamatta (4.12.).

7.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tilassa 209 on hiilidioksidissa havaittavissa erittäin korkea lukema 4.12.2023, joka on aiheutunut saatujen tietojen mukaan ilmanvaihtokoneen sammumisesta. Vika on sittemmin korjattu.

Hiilidioksidimittaustulosten perusteella tutkittujen tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyy seurantajaksoilla tyydyttävällä tasolla, eikä mittaustulosten perusteella esitetä jatkotoimenpiteitä.

7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

7.3.1 Mittaustulokset

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 13 tilassa 30.11. – 21.12.2023 välisenä aikana. Mittalaitteista ja niiden asennuksesta vastasi KV-Group. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 4. Sisäilman lämpötilamittaukset on toteutettu ikkunan pokiin kiinnitetyillä antureilla, jolloin mittaustulokset eivät vastaa huoneen sisäilman lämpötilaa.

Tilojen sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin olevan pääosin 20...45 RH%. 2. kerroksen luokkatiloissa 216, 230, 209, 227 oli pääosin alle 20 %RH. Suhteellinen kosteus on alhainen.

Joulukuun alkupuolella ulkolämpötila on ollut -6...-14 °C välillä. 13.12.-21.12.2023 ulkolämpötila on vaihdellut -10...+3 °C.

Lähes kaikissa mittauksissa lämpötila on pääsääntöisesti alle +20 °C. Tilassa 132 on kylmin, ja siellä lämpötila on mittausten mukaan 11...15 asteen välillä suuren osan ajasta, jolloin ikkunoiden lähellä voidaan kokea vedon tunnetta. Opettajien työtilassa 231, keittiössä 116, tilassa 216 ja tilassa 230 mitatut arvot ovat pääosin 21...23 °C.

7.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Sisäilman lämpötilamittaukset on toteutettu ikkunan pokiin kiinnitetyillä antureilla, jolloin mittaustulokset eivät vastaa huoneen sisäilman lämpötilaa ikkunapinnoista aiheutuvan kylmyyden vuoksi. Mikäli tiloissa koetaan sisäilman lämpötila viileäksi, suositellaan tarvittaessa uusintamittauksia kauemmas ikkunapinnoista asennetuilla olosuhdemittalaitteilla.

8 Muut havainnot ja muiden selvitysten tulokset

Useissa lavuaarin poistoputken läpivienneissä havaittiin epätiiveyttä, jolloin tiloissa voi esiintyä viemärinhajua. Pukuhuonetilassa 015, keittiössä 116, käytävällä 112 ja wc-tilassa 166 lavuaarin poistoputken liitos oli aistinvaraisesti epätiivis. Tilassa 015

viemärissä mahdollisesti myös rikkouma (ks. kappale 5.3.6), joka on kastellut lattiarakennetta lavuaarin alla. Lavuaarien poistoputkien liitokset suositellaan järjestelmällisesti tarkastamaan ja niihin on tarvittaessa suositeltavaa asentaa ko. liitokseen soveltuva, ilmatiivis vesilukon liitosyhde.

Tiloissa havaittiin muutamia juomavesipisteitä, jotka oli peitetty. Mikäli vesipisteet ovat pysyvästi pois käytöstä, vesipisteet ja viemärit suositellaan sulkemaan/tulppaamaan.



Kuva 90

Käytävällä 112 lavuaarin viemärin poistoputken liitos oli aistinvaraisesti epätiivis.



Kuva 91

Pukuhuonetilassa 015 lavuaarin poistoputken liitos oli epätiivis. Viemärissä mahdollisesti myös rikkouma, joka on kastellut lattiarakennetta lavuaarin alla.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

9.1 Johtopäätökset

Useat rakenteet ovat kosteusteknisesti riskialttiita, jolloin niissä on tavanomaista korkeampi riski vaurioiden esiintymiselle. Tutkimusten perusteella rakenteissa ei kuitenkaan esiinny laaja-alaisia vaurioita, vaan vauriot ovat yksittäisiä ja paikallisia.

Ala- ja välipohja sekä ulkoseinärakenteista on tutkimusten perusteella kohtalaisesti/runsaasti ilmavuotoreittejä sisäilmaan, jolloin epäpuhtauksien siirtyminen rakenteista sisäilmaan ovat mahdollisia. Tiivistyskorjauksia tulee tehdä rakenteisiin, joissa on havaittuja vaurioita. Muissa tiloissa/rakenteissa tiivistyskorjauksia on suositeltavaa tehdä tarpeen mukaan.

LVI-asennuksissa ja akustiikkalevytyksissä havaittiin mahdollisia, paikallisia, teollisten mineraalivillakuitujen lähteitä.

9.2 Heti tehtävät toimenpiteet

- Ulkoseinä- ja välipohjarakenteiden tiivistyskorjaus tiloissa, joiden rakenteissa on havaittu vaurioon viittaavaa mikrobikasvua; 104 Musiikkiluokka, 171 erityisopetus ja 154 Tekstiilityö.
- Luokkatiloissa alustastaan irronneiden puukuituisten akustiikkalevyjen kiinnittäminen kattoon.
- Tuulikaapissa 136 lattian muovimattopinnoitteen poisto/uusiminen.
- Tilassa 015 lattiapinnoitteen vaurion aiheuttajan selvitys ja vaurioiden korjaukset

9.3 Suositeltavat toimenpiteet rakenneosittain

Seuraavassa luettelossa on koottu raportissa esitetyt toimenpide-ehdotukset rakenneosittain. Toimenpiteiden suosituksissa on otettu huomioon tavoiteltu lyhyt käyttöikä.

Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät

- Salaojien määräaikaishuollot normaalien kunnossapitojaksojen mukaisesti.

Perustukset, maanvaraiset seinärakenteet

- Teknisen työn tiloissa 020,026 suositellaan kellarin seinärakenteiden tiivistämistä, mikäli alapohjatiivistykset toteutetaan.

Alapohjarakenteet

- Tuulikaapin 136 lattiapinnoite tulee poistaa/uusia kosteusvaurion vuoksi.
- Tilassa 015 lavuaarin edustalta poistetaan lattiapinnoite ja vaurion aiheuttaja/viemärin toiminta tarkastetaan kuvauksella.
- Teknisen työn tiloissa 020-026 suositellaan alapohjan rakenneliittymien tiivistämistä.
- Muissa tiloissa alapohjarakenteisiin suositellaan tiivistyskorjauksia tarpeen mukaan esim. tiloissa, joissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua.

Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Käyttöä turvaavina toimenpiteinä tulee tehdä ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjauksia tiloissa 104, 154 ja 171. Ko. tiloissa myös muut rakenteet suositellaan tiivistettäväksi kokonaisuutena, sillä eri rakenteilla on todettuja ilmayhteyksiä keskenään.
- Lisäksi tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan muissa tiloissa, esim. tiloissa, joissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua.

Välipohjarakenteet

- Käyttöä turvaavina toimenpiteinä musiikkiluokan 104 välipohjarakenteiden tiivistyskorjaukset.
- Välipohjarakenteiden tiivistyskorjauksia suositellaan tarpeen mukaan esim. tiloissa, joissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua.

Yläpohjat ja vesikatot

- Musiikkiluokan 104 katossa olevan palkkien välinen liikuntasärmä suositellaan tiivistettäväksi.

Alakatot ja pintarakenteet

- Luokkatiloissa alustastaan irronneiden akustiikkalevyjen kiinnittäminen kattoon.
- Avonaisten mineraalivillapintojen kuitusidonta siistijöiden taukotilassa 123. Seurantamittaus korjausten jälkeen.

Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet

- Käytävän 002 alapohjaluukun tiivistäminen.

Sisäilman olosuhteet

- Sisäilman lämpötilan seurantamittaus oleskeluvyöhykkeelle sijoitetuilla antureilla, mikäli tiloissa koetaan epämiellyttävä sisäilman lämpötila.

Muut toimenpiteet

- Lavuaarien poistoputkien liitokset suositellaan järjestelmällisesti tarkastamaan ja niihin on tarvittaessa suositeltavaa asentaa ko. liitokseen soveltuva, ilmatiivis vesilukon liitosyhde.
- Mikäli tiloissa olevia vesipisteitä on pysyvästi pois käytöstä, vesipisteet ja viemärit suositellaan sulkemaan/tulppaamaan.
- Keittiön lattiakaivon viemäritulpan tiivistäminen.

Ilmanvaihto

- Tilakohtaisten iv-koneiden huolto.
 - Suositellaan harkitsemaan tilakohtaisten iv-koneiden uusimista tarpeen mukaan, mikäli kyseisessä tilassa on koettu ilmanvaihdon puutteita ja koneessa on esiintynyt runsaasti huoltotarpeita ja käynti on todettu epävarmaksi. Koneiden uusimisella pystyttäisiin varmistamaan riittävät ilmamäärät, parantamaan ilmanjakoa, parantamaan koneen käyntivarmuutta ja vähennettäisiin tulevia huoltokustannuksia.
- Ilmamäärien säätö suunniteltuun tasoon ja tasapainoon. Suunniteltujen ilmanvaihtomäärien riittävyys on varmistettava nykyiseen käyttöön nähden. Käytön ajan ulkopuolinen ilmanvaihto on myös säädettävä tasapainoon.
- Ilmanvaihtosuunnitelmien päivittäminen ilmanvaihdon vaikutusaluepiirustuksen laatiminen
- Ilmanvaihdon käyntiaikojen riittävyyden varmistaminen käyttöaikoihin nähden.
- Vanhojen tällä hetkellä korvausilmareittinä toimivien käytöstä poistettujen venttiilien tulppaaminen
- Ulkovaelinevaraston poistoilmanvaihtomäärän säätö

9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

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

Tässä tutkimuksessa merkkiainekokeet on suoritettu pistokoeluonteisesti rakenteiden yleisen tiiveystason, merkittävimpien tyyppillisten 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 selvittämiseksi.

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

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännöt. 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)

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 29.1.2024

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



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



DI Annu Ruusala
Sisäilmatutkija



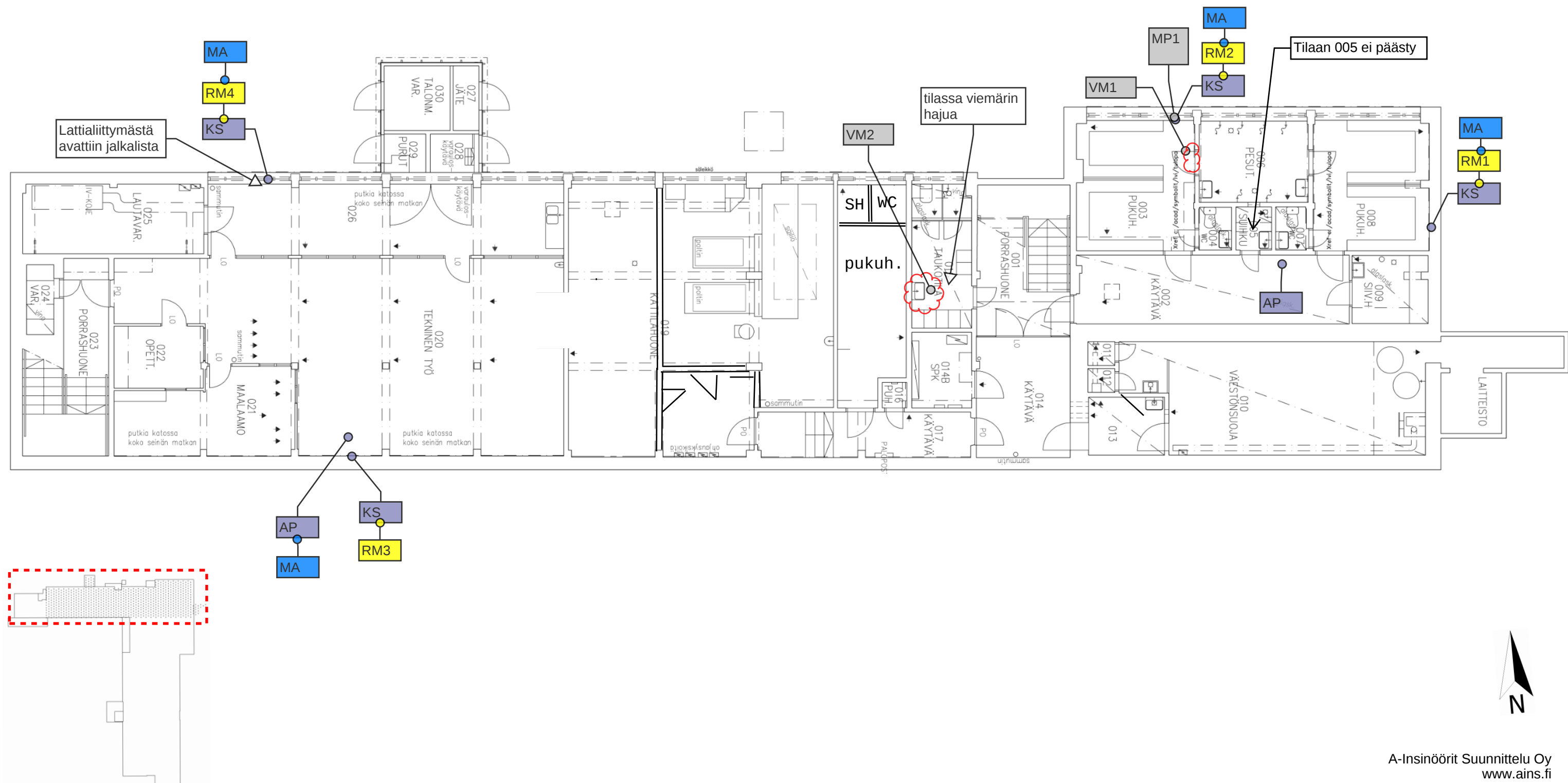
DI, RTA Elina Manelius
Projektipäällikkö
Rakennusterveysasiantuntija (C-
25172-26-19)

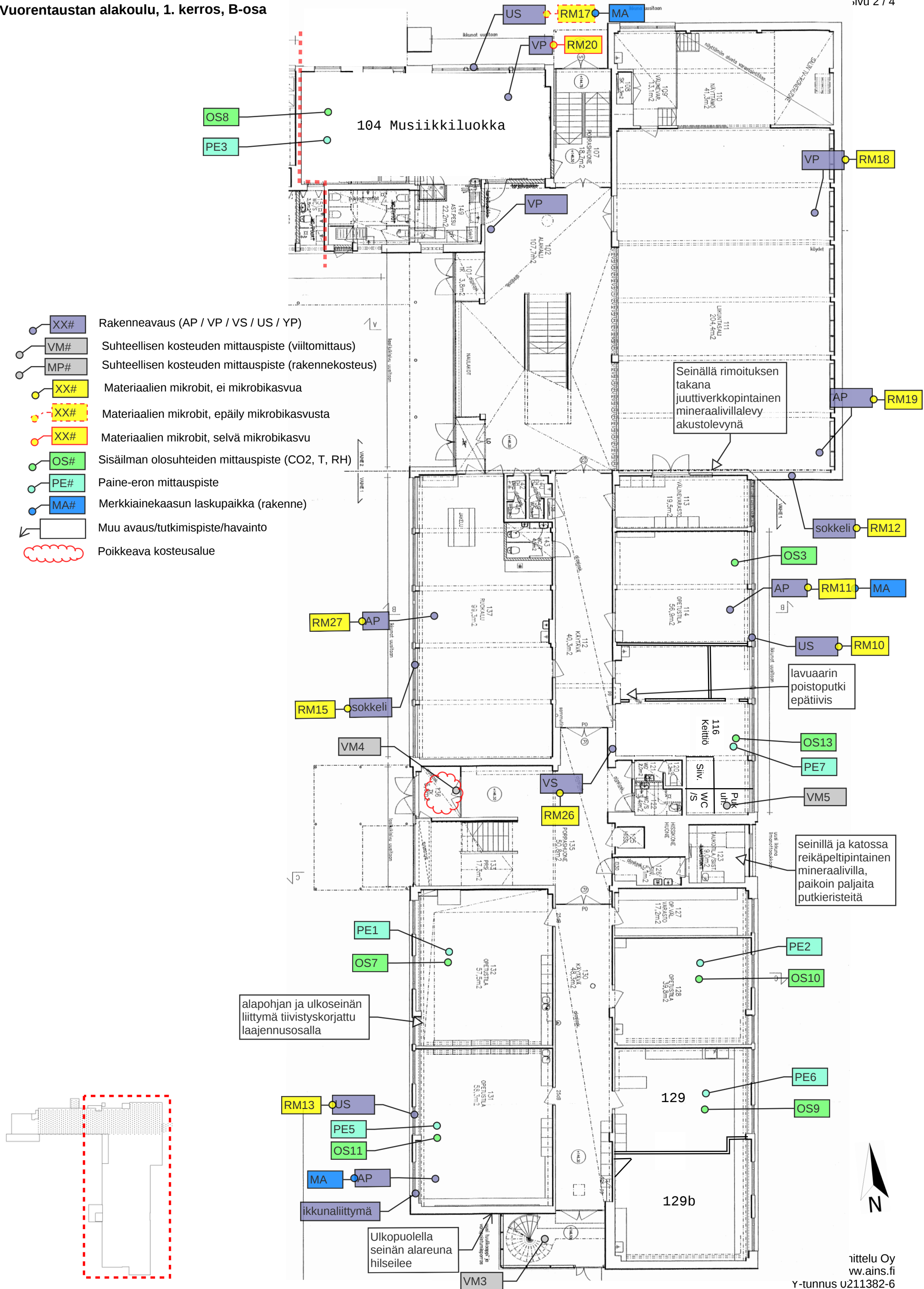
Vuorentaustan alakoulu, kellarikerros

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MP# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (rakennekosteus)
- VM# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)

- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- MA# Merkkiaineekaasun laskupaikka (rakenne)
- Muu avaus/tutkimispiste/havainto

- XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvua
- XX# Materiaalien mikrobit, epäily mikrobikasvusta
- XX# Materiaalien mikrobit, selvä mikrobikasvu



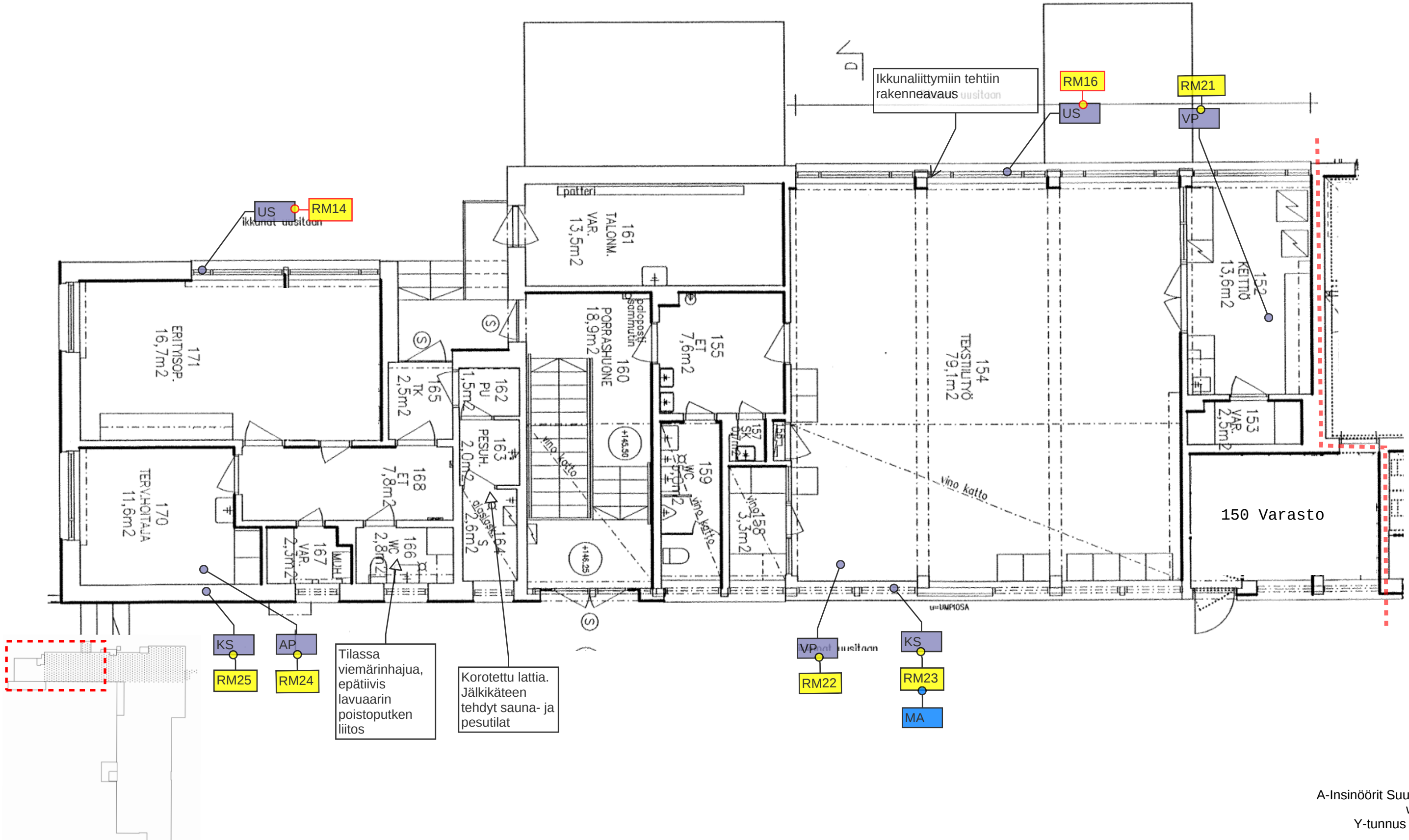


Vuorentaustan alakoulu, 1. kerros, A-osa

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MP# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (rakennekosteus)
- VM# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)

- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- MA# Merkkiaineekaasun laskupaikka (rakenne)
- Muu avaus/tutkimispiste/havainto

- XX# Materiaalien mikrobi, ei mikrobikasvua
- XX# Materiaalien mikrobi, epäily mikrobikasvusta
- XX# Materiaalien mikrobi, selvä mikrobikasvu

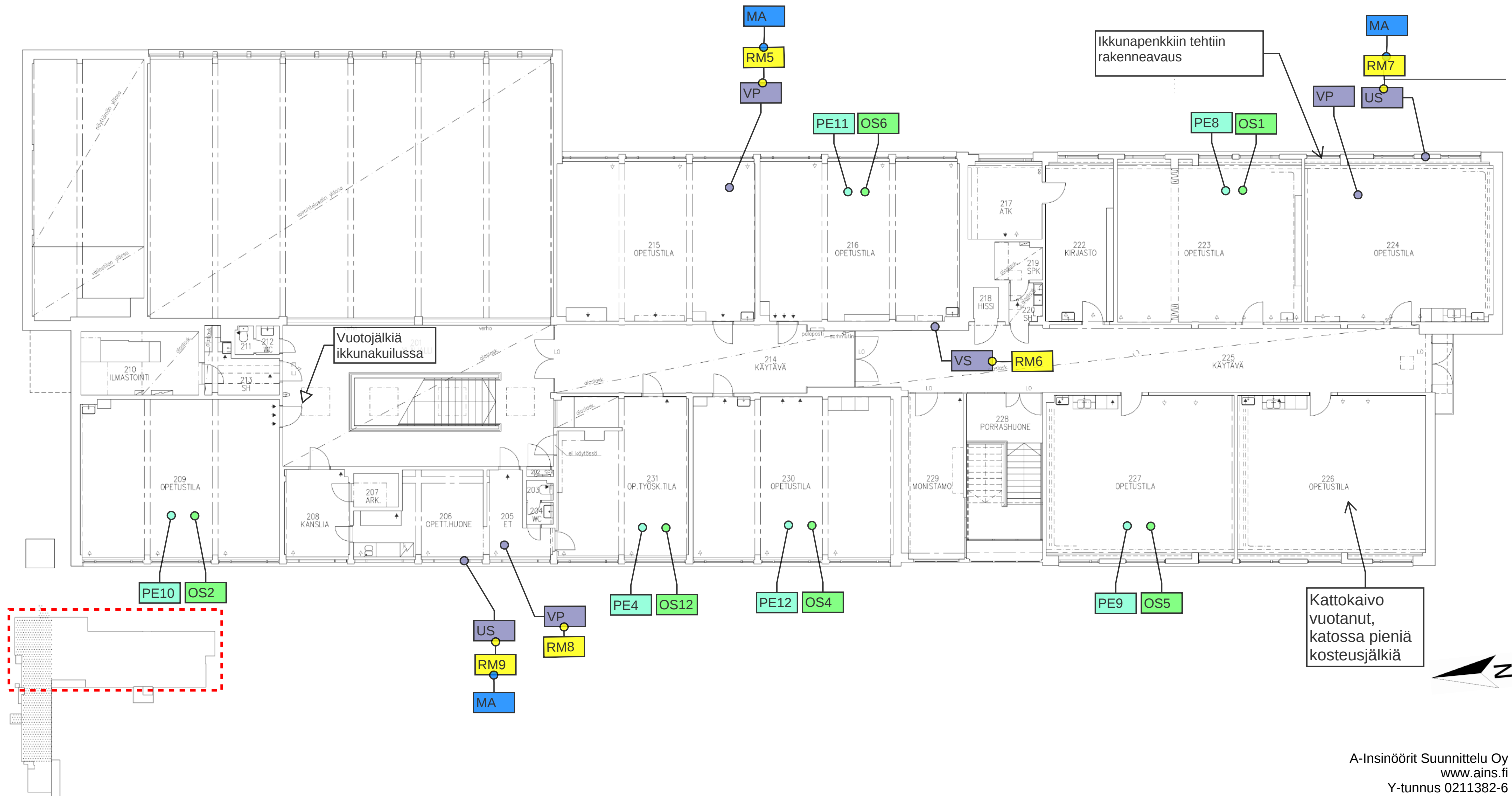


Vuorentaustan alakoulu, 2. kerros

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MP# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (rakennekosteus)
- VM# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)

- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- MA# Merkkiaineekaasun laskupaikka (rakenne)
- Muu avaus/tutkimispiste

- XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvua
- XX# Materiaalien mikrobit, epäily mikrobikasvusta
- XX# Materiaalien mikrobit, selvä mikrobikasvu



Kohde: Vuorentaustan alakoulu

Työnumero: 3119643-9

Päivitetty 19.1.2024

Mittaaja: Tero Mantela

**Mittalaitteet
ja mittaus-
tarkkus:**

Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: $\pm 1,5\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C

Kalibrointipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydettäessä

Kokonaismittaus
epätarkkuus $\pm 2 \%$ (RT 103333)

[illegible]

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

19.12.2023

1/9



MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy Tero Mantela, tero.mantela@ains.fi	Tilauspäivä:	4.12.2023
Kohde:	Vuorentaustan alakoulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	3119643-9	Vastaanottopäivä:	4.12.2023
Näytteenottaja:	Tero Mantela/Annu Ruusala	Viljelypäivät:	5.12.2023
Näytteenottopäivät:	30.11., 1.12., 4.12.		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

Näyte	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
Rm1, Mineraalivilla, 008 ks	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm2, Mineraalivilla, 003 ks	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm3, Mineraalivilla, 020 ks	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm4, Mineraalivilla, 020 ks	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm5, Mineraalivilla, 215 vp	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm6, Mineraalivilla, 225 vs	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm7, Mineraalivilla, 224 us	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm8, Mineraalivilla, 205 vp	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm9, Mineraalivilla, 206 us	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
Rm10, Mineraalivilla, 114 us	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua 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 | METSÄNNEIDONKILJA 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.

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

19.12.2023

2/9

	Rm11, Mineraalivilla, 114 ap	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm12, Mineraalivilla, 111 sokkeli	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm13, Mineraalivilla, 131 us	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm14, Mineraalivilla, 171 us	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	Rm15, Mineraalivilla, 137 sokkeli	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm16, Mineraalivilla, 154 us	vähän homeita, bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	Rm17, Mineraalivilla, Musiikkiluokka us	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	Rm18, Mineraalivilla, 111 vp	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm19, Mineraalivilla, 111 ap	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm20, Mineraalivilla, 104 vp	vähän homeita, bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	Rm21, Mineraalivilla, 154 vp	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm22, Mineraalivilla, 154 vp	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm23, Mineraalivilla, 154 ks	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm24, Mineraalivilla, 170 ap	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm25, Mineraalivilla, 170 ks	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm26, Mineraalivilla, 155 vs	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	Rm27, Mineraalivilla, 107 ap	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua 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.

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
19.12.2023
3/9

ANALYYSITULOKSET
Näyte': Rm1, Mineraalivilla, 008 ks

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

Näyte': Rm2, Mineraalivilla, 003 ks

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

Näyte': Rm3, Mineraalivilla, 020 ks

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		

Näyte': Rm4, Mineraalivilla, 020 ks

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

Näyte': Rm5, Mineraalivilla, 215 vp

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

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

19.12.2023

4/9

Näyte': Rm6, Mineraalivilla, 225 vs

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

Näyte': Rm7, Mineraalivilla, 224 us

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

Näyte': Rm8, Mineraalivilla, 205 vp

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

Näyte': Rm9, Mineraalivilla, 206 us

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
*Paecilomyces sp.	+(1)			
Penicillium sp.	+	+		

Näyte': Rm10, Mineraalivilla, 114 us

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		
steriilit	+			
Cladosporium sp.		+		

TYRNÄVÄNTIE 12, 90400 OULU, PUH. 010 524 9580 | MÄNTYHAANTIE 1, 33800 TAMPERE, PUH. 010 524 9582
MALMINKAARI 10, 00700 HELSINKI, PUH. 010 524 9583 | METSÄNNEIDONKILJA 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.

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
19.12.2023
5/9

Näyte': Rm11, Mineraalivilla, 114 ap

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

Näyte': Rm12, Mineraalivilla, 111 sokkeli

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+		muut bakteerit	+
*Aspergillus ochraceus (lr)	+(1)		*aktinomykeetit	+(6)

Näyte': Rm13, Mineraalivilla, 131 us

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

Näyte': Rm14, Mineraalivilla, 171 us

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+++
*Engyodontium (sr)	+(6)	+(3)	muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	++	*aktinomykeetit	+++ (T)

Näyte': Rm15, Mineraalivilla, 137 sokkeli

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+			

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
19.12.2023
6/9

Näyte': Rm16, Mineraalivilla, 154 us

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

Näyte': Rm17, Mineraalivilla, Musiikkiluokka us

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	++	+	Kokonaismäärä	+
*Engyodontium (sr)	++(34)	+(20)	muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr

Näyte': Rm18, Mineraalivilla, 111 vp

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

Näyte': Rm19, Mineraalivilla, 111 ap

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

Näyte': Rm20, Mineraalivilla, 104 vp

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

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

19.12.2023

7/9

Näyte': Rm21, Mineraalivilla, 154 vp

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

Näyte': Rm22, Mineraalivilla, 154 vp

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

Näyte': Rm23, Mineraalivilla, 154 ks

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+			

Näyte': Rm24, Mineraalivilla, 170 ap

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

Näyte': Rm25, Mineraalivilla, 170 ks

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

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
19.12.2023
8/9

Näyte: Rm26, Mineraalivilla, 155 vs

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

Näyte: Rm27, Mineraalivilla, 107 ap

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	+(2)

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

3119643-9



188336/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

19.12.2023

9/9

ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi on akkreditoitu ja ruokaviraston hyväksymä. Hyväksyntä edellyttää, että menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen mukaisesti ja menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjalla saatuihin tuloksiin on varmistettu.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusväliillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 29 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-opaan (2018) mukaisesti.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä enintään + JA - bakteerien pesäkemäärä enintään + JA - alle kahta indikaattorimikrobia/taksonia (mukaan lukien aktinomykeetit) JA - suoramikroskopoinnissa ei kasvustoa osoittavaa määrää sienirihmastoa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmastoa TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

VIITTEET

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

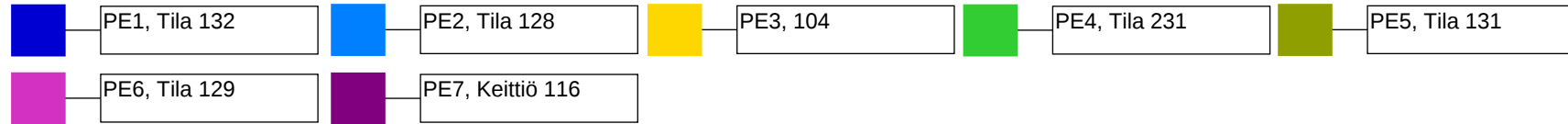
Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

A.-M. Pessi ja K. Jalkanen: Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

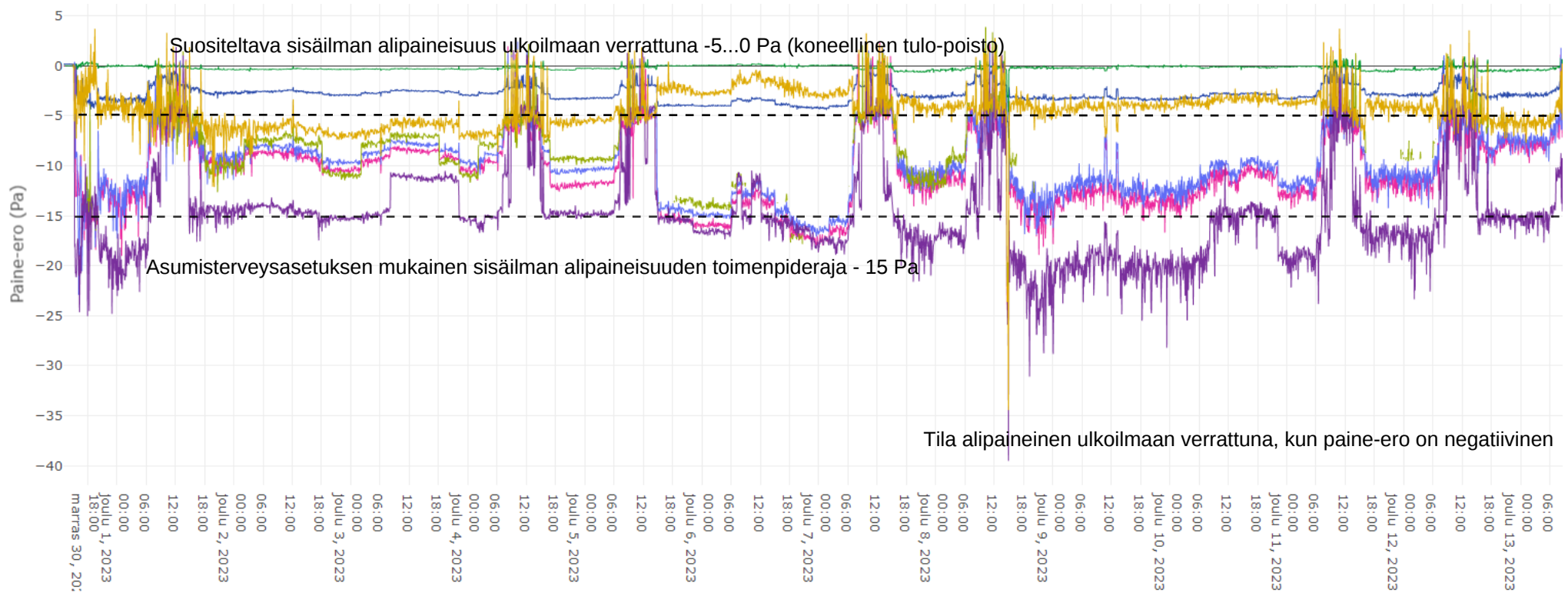
H. Rintala, P. Tegelberg, M. Hänninen, H. Marttila, T. Meklin. Indikaattorimikrobien merkitys viljelytulosten tulkinnassa – suoraviljelyn, laimennossarjaviljelyn ja qPCR-menetelmän vertailu. Sisäilmastoseminaari 2023

TYRNÄVÄNTIE 12, 90400 OULU, PUH. 010 524 9580 | MÄNTYHAANTIE 1, 33800 TAMPERE, PUH. 010 524 9582
MALMINKAARI 10, 00700 HELSINKI, PUH. 010 524 9583 | METSÄNNEIDONKILJA 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.

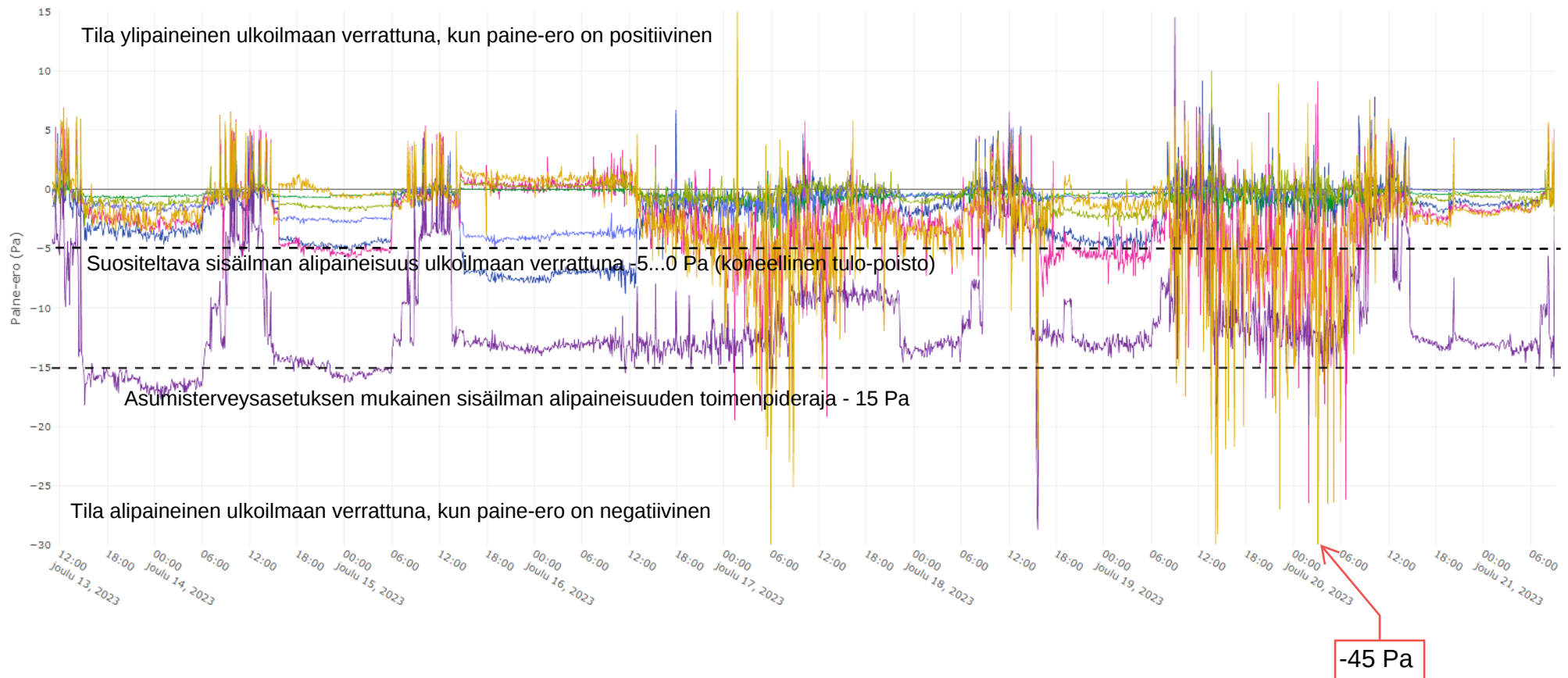
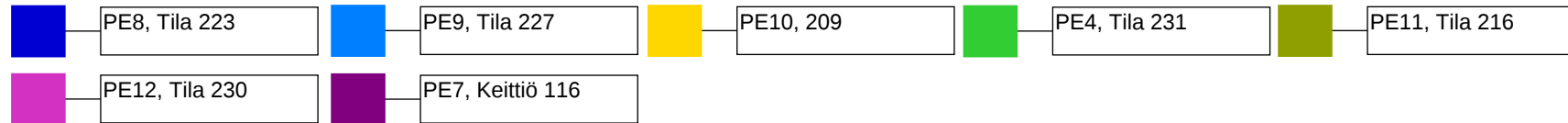
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 30.11.2023 - 13.12.2023



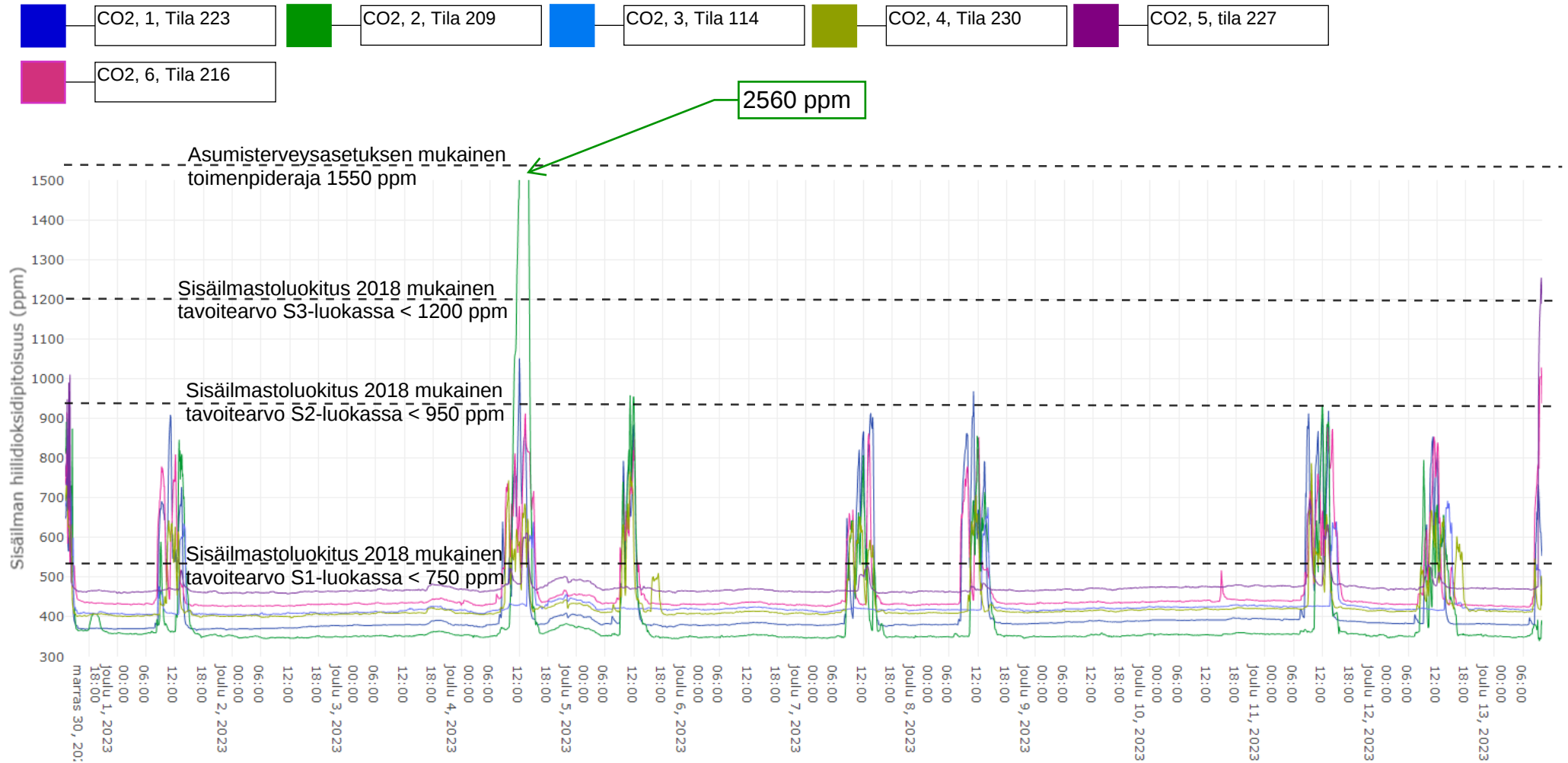
Tila ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna, kun paine-ero on positiivinen



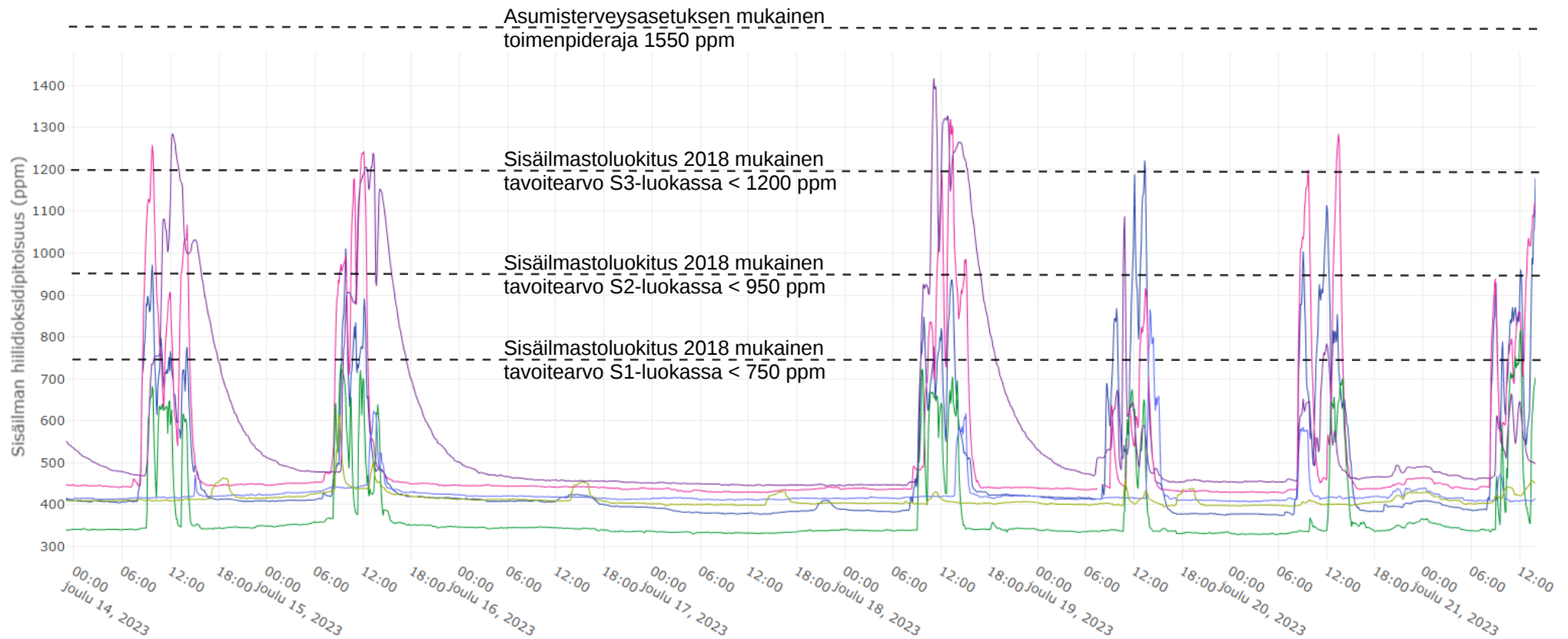
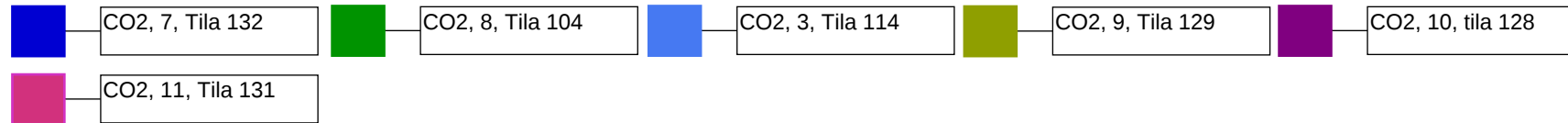
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 13.12. - 21.12.2023



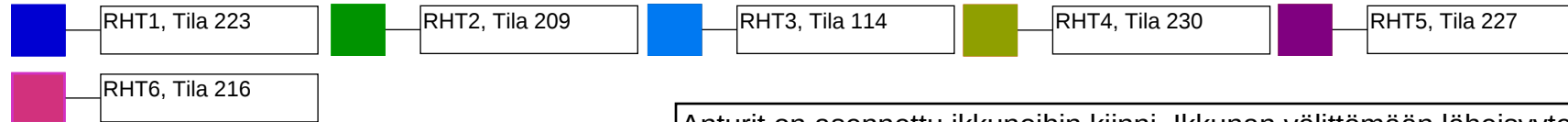
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 1.12.2023 - 13.12.2023



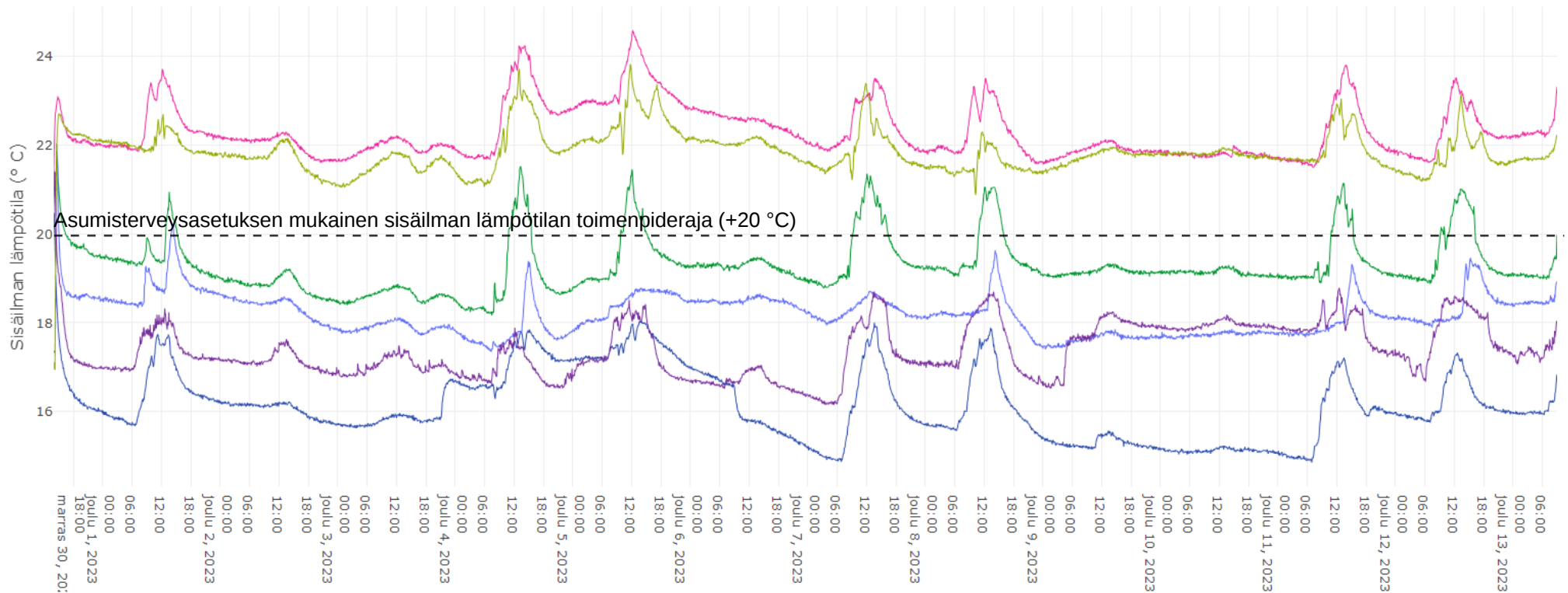
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 14.12.2023 - 21.12.2023



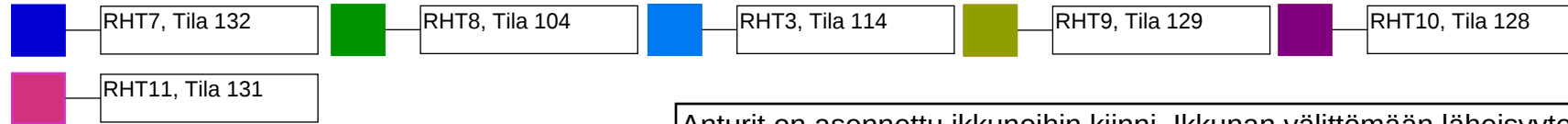
Sisäilman lämpötila aikavälillä 1.12.2023-13.12.2023



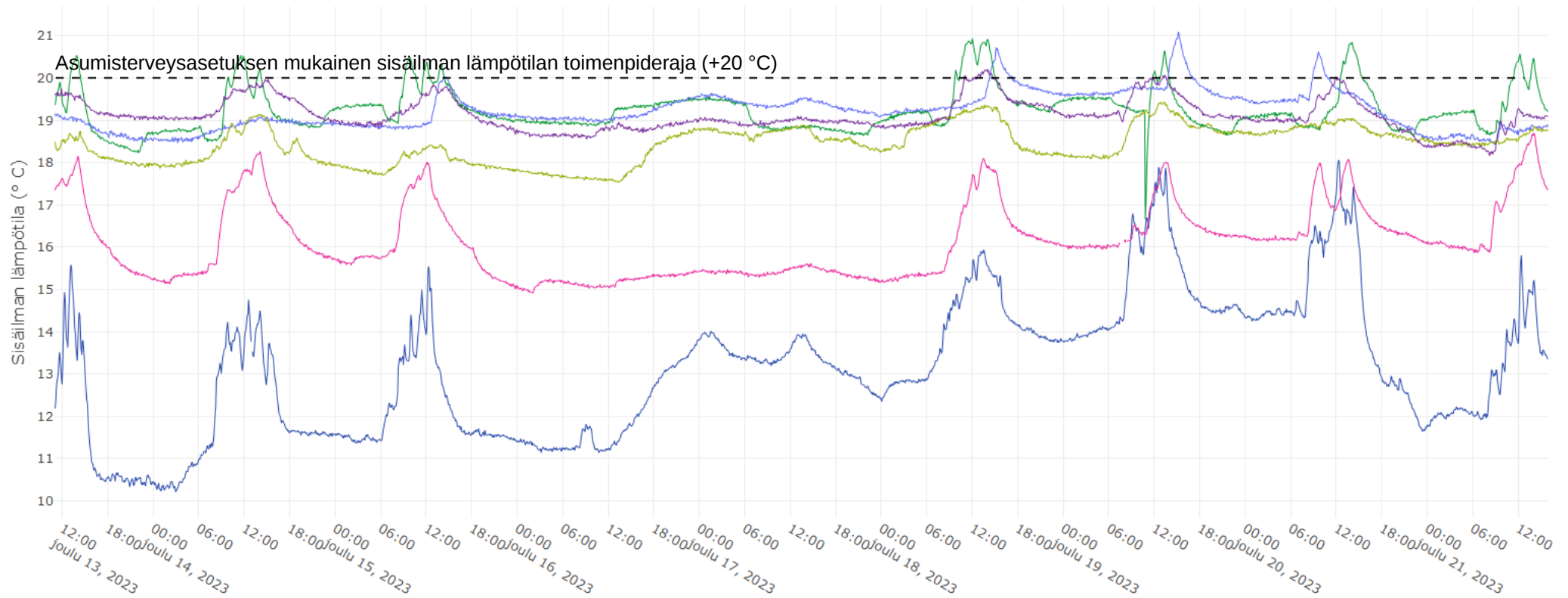
Anturit on asennettu ikkunoihin kiinni. Ikkunan välittömään läheisyyteen asennetut lämpötilan seurantalaitteet eivät mittaa todennukaista huonelämpötilaa



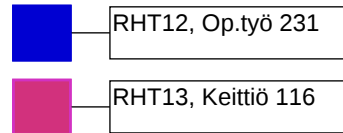
Sisäilman lämpötila aikavälillä 13.12.2023 - 21.12.2023



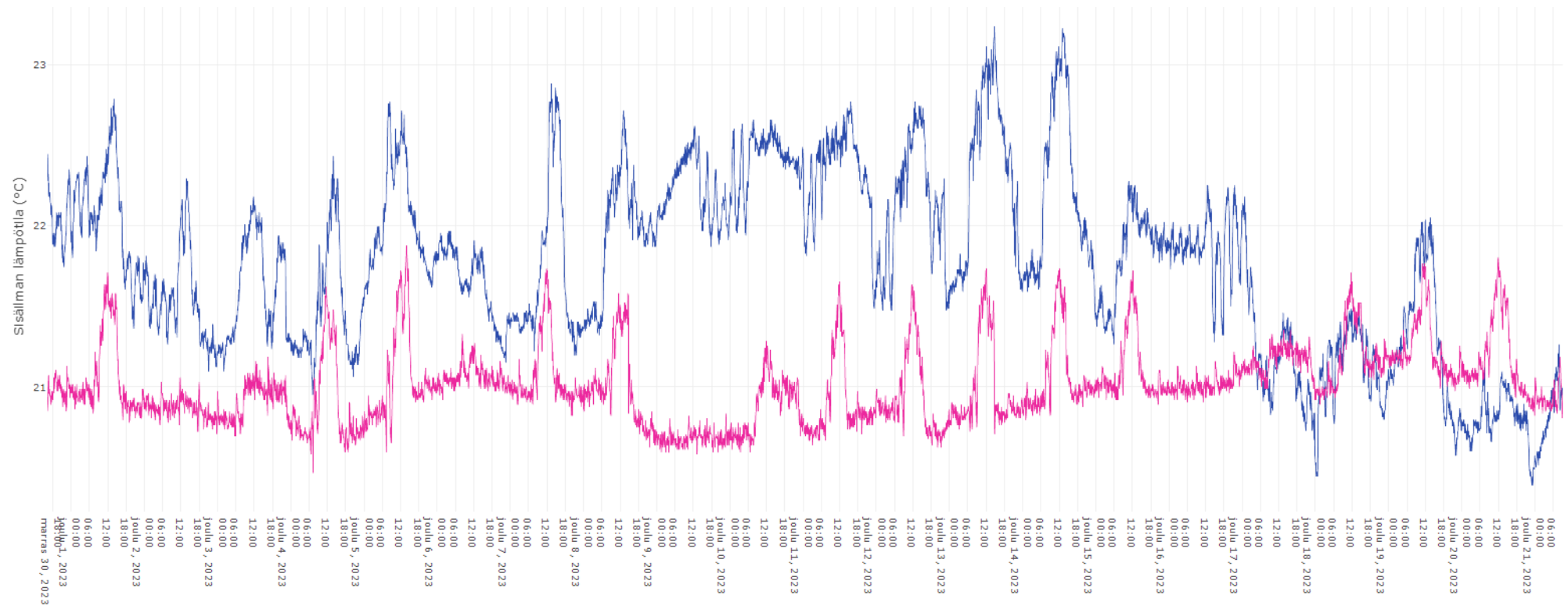
Anturit on asennettu ikkunoihin kiinni. Ikkunan välittömään läheisyyteen asennetut lämpötilan seurantalaitteet eivät mittaa todennukaista huonelämpötilaa



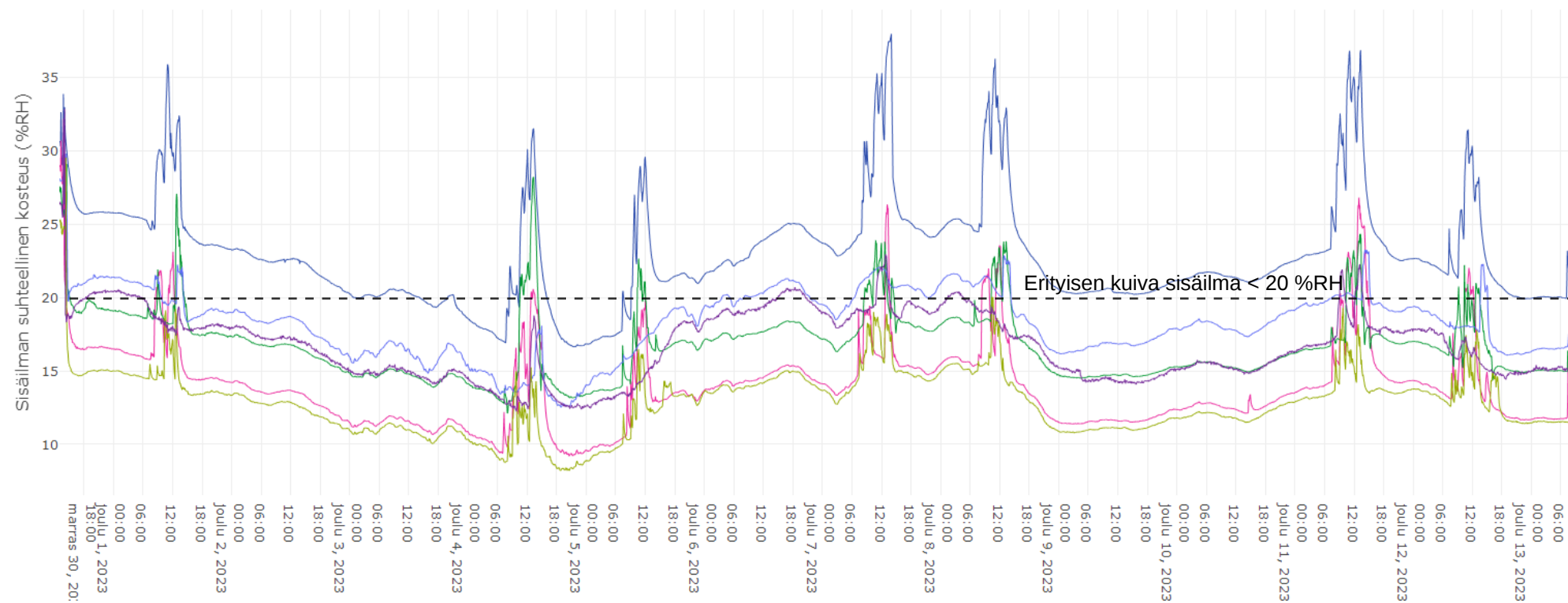
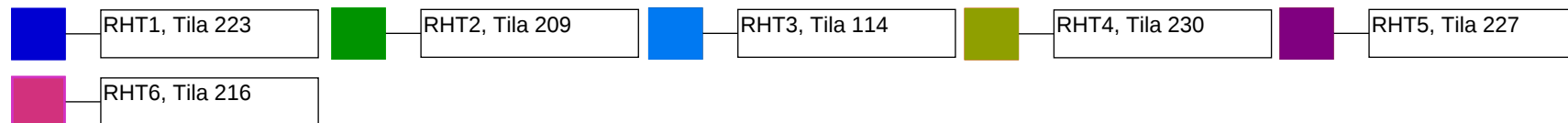
Sisäilman lämpötila aikavälillä 13.12.2023 - 21.12.2023



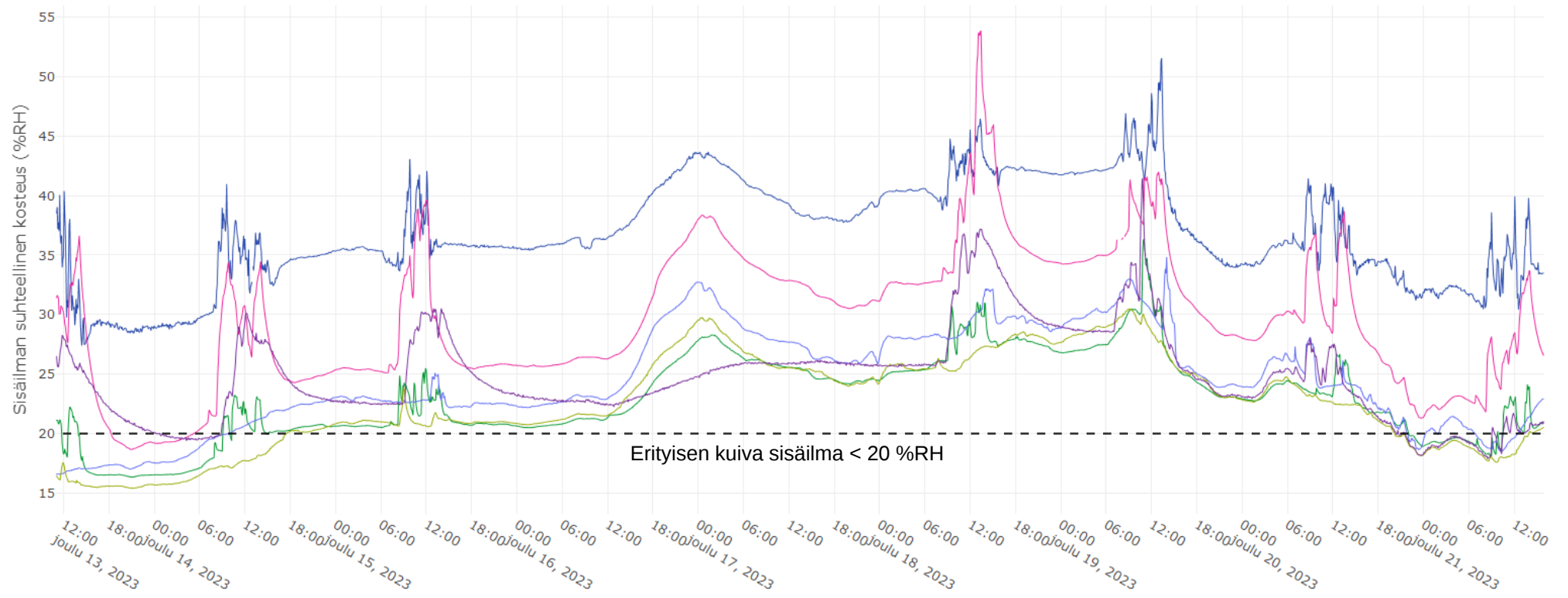
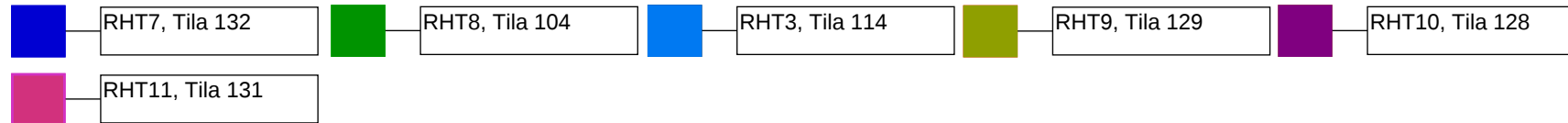
Anturit on asennettu ikkunoihin kiinni. Ikkunan välittömään läheisyyteen asennetut lämpötilan seurantalaitteet eivät mittaa todennukaista huonelämpötilaa



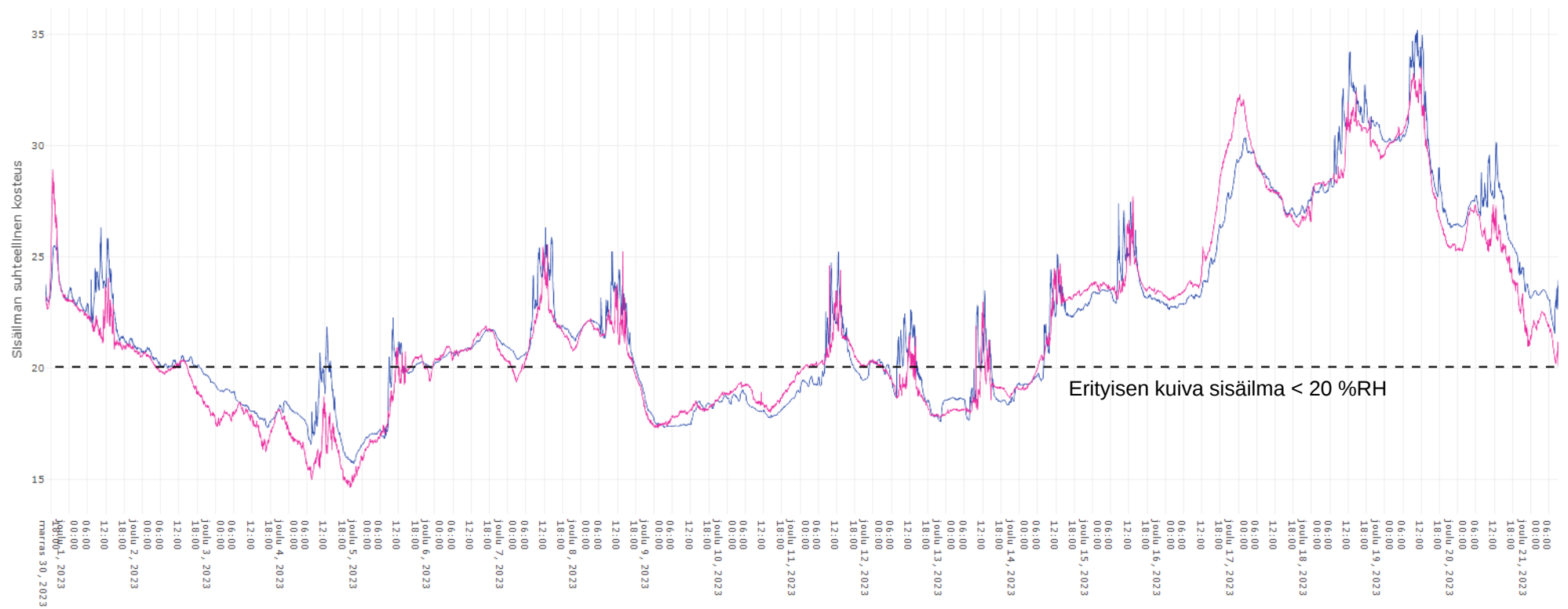
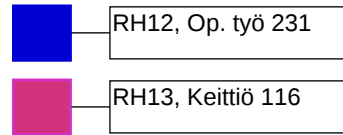
Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 1.12.2023-13.12.2023



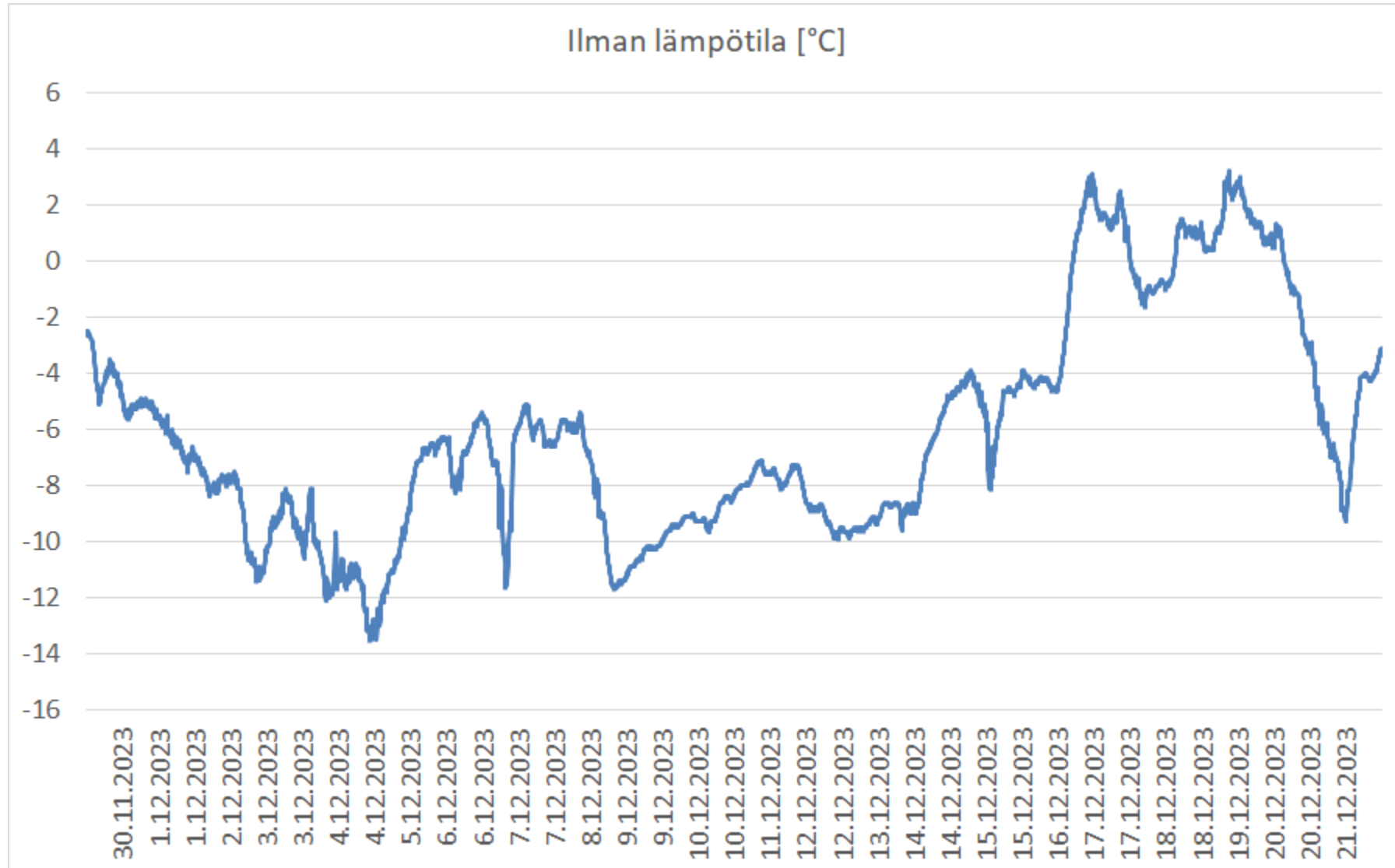
Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 13.12.2023-21.12.2023



Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 31.11.2023-21.12.2023



Ulkoilman lämpötila aikavälillä 31.11.2023-21.12.2023. Havaintoasema: Tampere Siilinkari. Lähde: Ilmatieteenlaitoksen avoin data säähavainnot. Haettu 11.1.2024.



SISÄLLYSLUETTELO

1	Laitteiden kalibrointi	2
2	Pintakosteuskartoitus	2
3	Rakennekosteusmittaukset	3
3.1	Rakenteiden hetkellinen kosteusmittaus	3
3.2	Viiltomittaus.....	4
4	Rakenneavaukset	5
5	Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)	6
6	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset.....	9
7	Sisäilman lämpötila.....	10
8	Sisäilman suhteellinen kosteus	13
9	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	14
10	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit.....	15
10.1	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	15

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)
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

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. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittaussyvyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tuloksia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mittapään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittajaan kosketus mittanturiin. Mittapäättä ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyttää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poikkeamia. Kelluvilla lattiapinnoitteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakennekosteusmittaukset

3.1 Rakenteiden hetkellinen kosteusmittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenteen (yleensä muurattu rakenne, kotelo tai kevytrakenteinen seinä) kosteussisältöä suuntaa antavasti. Tutkittavaan rakenteeseen tehdään reikä mittapäättä varten, jota ei putkiteta. Mittapään tasaantumisaika on tyypillisesti n. 20...45 minuuttia. Mittapään läpivienti tiivistetään vesihöyrytiivillä kittillä.

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. Rakenteissa voidaan todeta olevan normaalista poikkeavaa kosteutta, kun mitatun rakenteen absoluuttinen kosteussisältö on lämpötilasta riippuen yli 14...18 g/m³. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalista 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.

3.2 Viiltomittaus

Mittauksella tutkitaan lattiapinnoitteen, kuten muovimaton alapuoliseen liimapintaan kohdistuva kosteusrasitusta. Mittauksessa pinnoitteeseen tehdään viilto ja sitä irrotetaan hieman esim. taltalla. Viillon kautta pieni mittapää työnnetään pinnoitteen alle. Tämän jälkeen lattiapinnoitteen viiltokohta tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 103333.

Tutkimusvälineet

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila ja lattiapinnoitteen alle tehty suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin Vaisalan mittapäillä. Käytettyjen mittauspäiden mallinumerot on esitetty mittauspöytäkirjassa.

Tulosten tulkinta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ylittyykö lattiapinnoitteen alla useimpien mattoliimojen kriittisenä pidettävä suhteellisen kosteuden arvo, joka on 85 %. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Vanhemmissa lattiapinnoitemateriaaleissa suhteellisen kosteuden arvo lattiapinnoitteen alla olisi suositeltavaa olla alle 75 %, jotta voitaisiin olla varmoja liiman ja pinnoitteen kunnosta.

Lattiapinnoitteen viiltomittauksessa on hyödyllistä tehdä myös aistinvaraiset tarkastelut. Kun lattiapinnoitetta avataan mittapäättä varten, tulee tehdä havaintoja liiman tartunnasta, koostumuksesta, väristä ja hajusta. Mittaushetkellä kosteutta ei välttämättä enää ole, mutta viitteet siitä yleensä säilyvät.

Epävarmuustarkastelu

Mittalaitteiden epätarkkuus on esitetty kosteusmittauspöytäkirjassa. Mittausmenetelmällä on suositeltavaa tehdä riittävän monta mittauspistettä. Tällöin saadaan kattavasti rajattua alueet, joilla on poikkeavaa kosteuspitoisuutta. Referenssimittaukset ovat olennainen osa mittauksia, joilla selvitetään rakenteen ns. normaalitila. Mittausmenetelmää voidaan pitää tarkkana.

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 timanttikorakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsaahalla. 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 manipuloiden (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 vesihöyrytiivillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiaine-kaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutuminen sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

Tutkimusvälineet

Merkkiaine-kaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiaine-kaasua syötettiin kaasupulloon liitettyä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää.

Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalyysaattoria. Merkkiainelaiteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyyksasetuksella 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 merkkiainekeussa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmapuotoreittien 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 ilmapuodot 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 ilmapuoreittien määrä on pienentynyt.

6 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 seurantomittauksiin.

Tutkimusvälineet

Kohteen mittaukset suoritti KV-Group, jotka vastasivat kalustosta. Mittalaitteina käytettiin saatujen tietojen mukaan Miran DLS loggerijärjestelmää.

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. Kokemuseräisesti 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.

7 Sisäilman lämpötila

Tutkimusvälineet

Kohteen mittaukset suoritti KV-Group. Mittalaitteina käytettiin saatujen tietojen mukaan Miran DLS loggerijärjestelmää.

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 $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

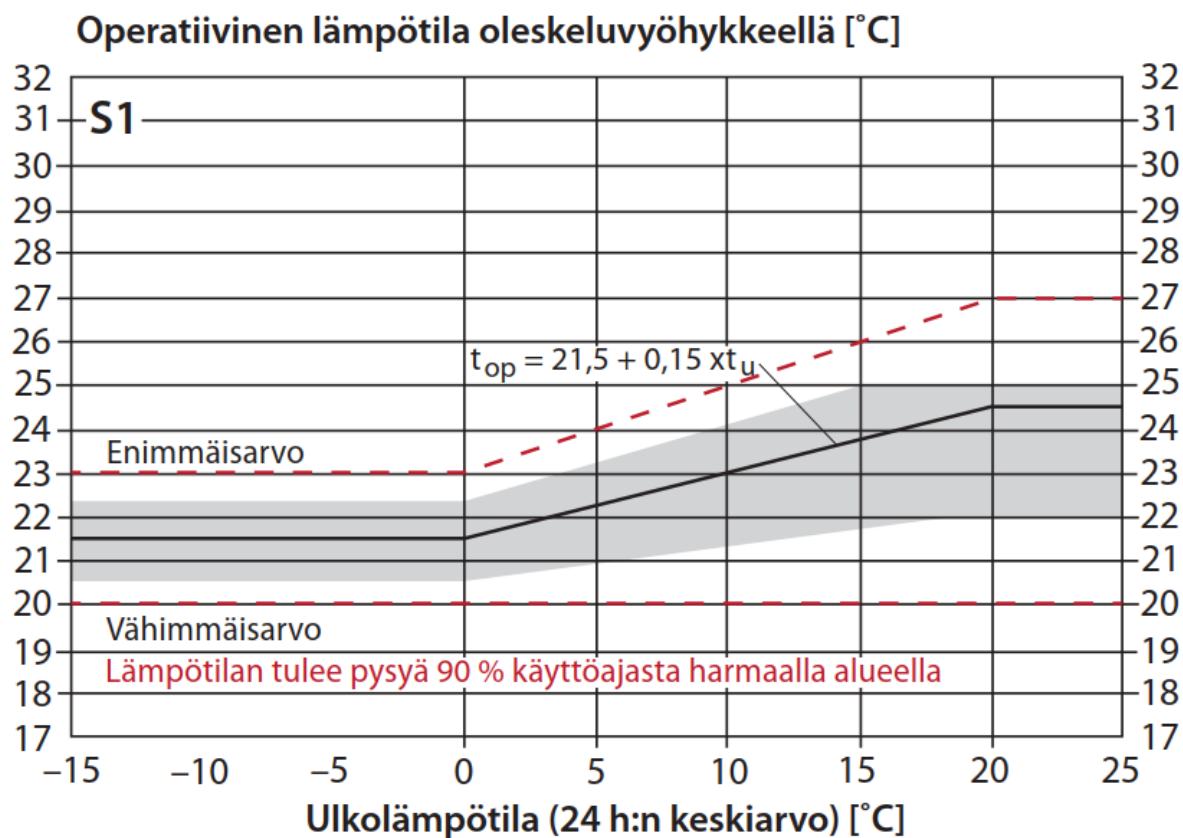
Kuva 1

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.

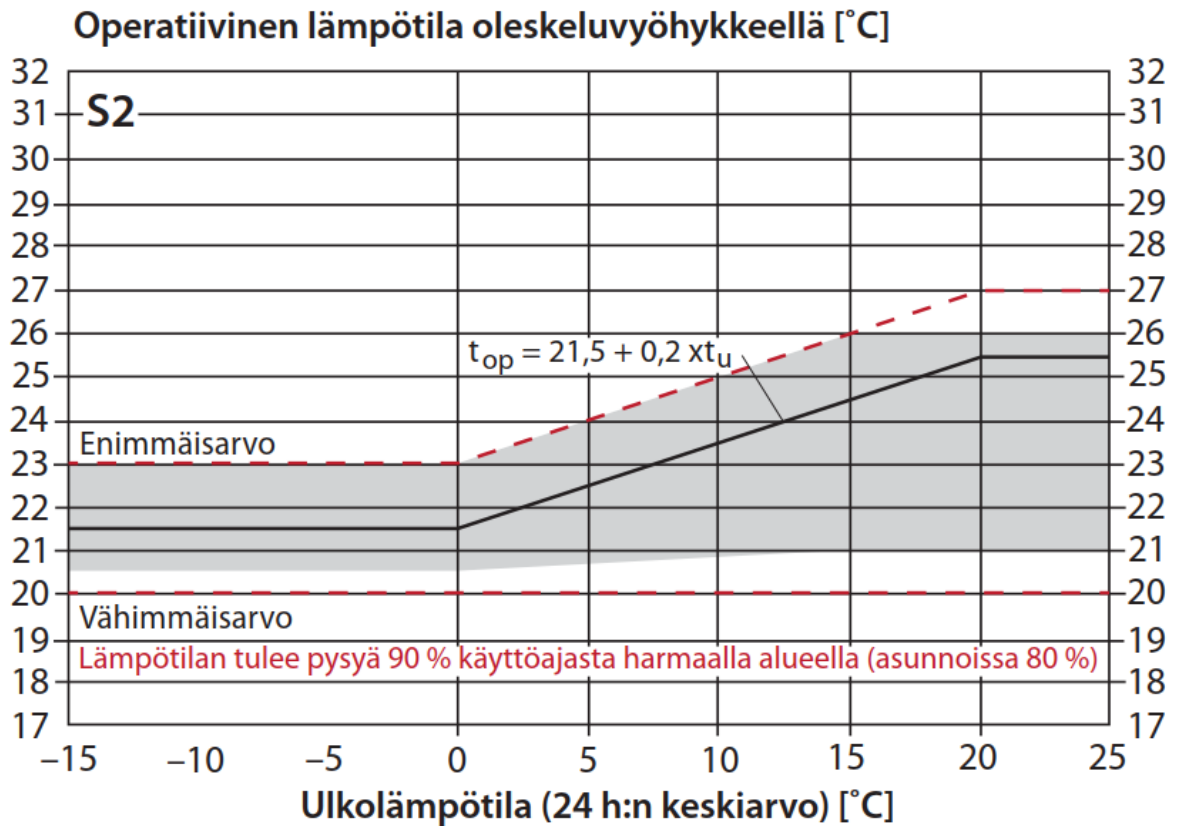
Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi nestepatsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat 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.

8 Sisäilman suhteellinen kosteus

Tutkimusvälineet

Kohteen mittaukset suoritti KV-Group. Mittalaitteina käytettiin saatujen tietojen mukaan Miran DLS loggerijärjestelmää.

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).

9 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Tutkimusvälineet

Kohteen mittaukset suoritti KV-Group. Mittalaitteina käytettiin saatujen tietojen mukaan Miran DLS loggerijärjestelmää.

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.

10 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Materiaalinäytteenotto

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

10.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Labroc Oy

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 materiaalis	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit)
epäily mikrobikasvusta materiaalis	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalis	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

Mittausepävarmuus Labroc Oy

Menetelmän määrittäysraja 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.