

Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus

Hiirakkotie 9, VANTAA

Sisäilma- ja rakennetekniset jatkotutkimukset

7.11.2025

Työnro 32-1535



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Vantaan Hakunilassa sijaitseva opetuskiinteistö. Tämä raportti käsittelee kiinteistön Havu-rakennusta. Tutkimuksilla selvitettiin rakennuksen sisäilmaan vaikuttavia haittatekijöitä. Erityisesti tarkasteltiin siporex-väliseinien alapuolisten puukiilojen kuntoa ja merkitystä sisäilman kannalta. Tutkimuksilla täydennettiin aiemmin toteutettuja kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia. Tutkimusten perusteella toteutettiin rakennukseen olosuhdearvio.

Havaintojen perusteella siporex-väliseinien alaosissa on käytetty kaikkialla puisia asennusrimoja. Valupaperien olemassaoloa ei tiivistyskorjausten vuoksi päästy todentamaan, mutta niiden olemassaolo pintalaatallisissa väli- ja alapohjarakenteissa on todennäköinen.

Rakennuksen 2. kerroksesta otettujen materiaalinäytteiden perusteella puiset asennusrimat ovat paikallisesti mikrobivaurioituneita (vaurioviite kolmessa näytteessä viidestä). 2. kerroksessa luokkatilojen lattialiittymät on tiivistyskorjattu ja tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella tiivistyksissä havaittiin pääasiassa vain pistemäisiä puutteita. Näiltä osin siporex-väliseinien alaosien puurimojen mikrobivauriot eivät ole siten ilmayhteydessä sisäilman kanssa eivätkä ne merkittävästi heikennä sisäilman laatua. Käytävillä tiivistyskorjauksia ei ole tehty, joten ilmayhteys on suora ja rimoissa havaitut kosteusvaurioviitteet voivat siten heikentää sisäilman laatua.

Rakennuksen 1. kerroksessa on tehty laaja-alaisesti tiivistyskorjauksia, joten puukiilojen kuntoa päästiin tarkastelemaan vain pienellä otannalla. Näiden havaintojen perusteella kuitenkin myös 1. kerroksen osalta puukiiloissa on mikrobivaurioita. Merkkiainekokeessa havaittiin myös selkeitä ilmavuotoja alapohjarakenteessa koko 1. kerroksen alueella tehdyistä tiivistyskorjauksista huolimatta. Alapohjarakenteen ilmavuodot mahdollistavat ryömintätilan epäpuhtauksien ja samalla alapohjarakenteen puukiilojen ja valupaperien epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan. Seurantamittausten perusteelle ryömintätila on jatkuvasti ylipaineinen sisätiloihin nähden, joten alapohjarakenteen epätiiviyys ja ilmavuodot muodostavat siten selkeän riskin sisäilman kannalta. Tiloissa 158 ja 161 havaitun mikrobiperäisen hajun syyksi todettiin ryömintätilasta tulevat ilmavuodot. Tilojen 155 ja 151 osalta ilmavuodot maaperästä ovat mahdollisia ja niilläkin on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Nyt ja aiemmin tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua selkeimmin heikentävänä tekijänä voidaan pitää alapohjarakenteista ja erityisesti ryömintätilasta tapahtuvia ilmavuotoja. Teknisen työn tilassa 155 ja 157 sisäilman laatuun vaikuttaa myös levyrakenteisessa seinässä havaitut vauriot ja tilassa 146 liikuntasalin ja tilan välisestä väli-seinästä tapahtuvat ilmavuodot. 2. kerroksen osalta sisäilman laatuun vaikuttaa erityisesti käytäväalueilla havaitut paikalliset siporex-väliseinien alaosien puurimojen ja vesipisteiden alapuolisten materiaalien mikrobivauriot sekä ikkunoiden yläpuolisessa levyrakenteissa seinissä havaitut kosteusvauriot. Molemmissa kerroksissa sisäilman laatuun vaikuttaa myös käytävien alakattorakenteiden kuitulähteet.

Myös ilmanvaihtojärjestelmässä on edelleen tekijöitä, jotka voivat heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita. Järjestelmä sisältää mineraalivillalähteitä ja koneiden suodattimille pääsee kulkeutumaan lunta. Paine-eromittausten perusteella ilmanvaihto on yksittäisissä tiloissa epätasapainossa, johon voi olla syynä poistoilmapäätelaitteiden nopea tukkeutuminen pölystä.

Edellä mainituista syistä olosuhdearviossa rakennus luokiteltiin pääasiassa luokkaan C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. Poikkeuksena tutkimushetkelläkin korjaustöiden alla olevat tilat 158 ja 161, jotka luokiteltiin luokkaan D niissä havaitun mikrobiperäisen hajun vuoksi.

Merkittävimpana toimenpiteenä sisäilmaolosuhteiden parantamiseksi on ilmavuotojen estäminen alapohjarakenteen läpi. Tämä suositellaan ensisijaisesti toteuttamaan ryömintätilan alipaineistuksella ja tarvittaessa tiivistyskorjauksilla. 2. kerroksen käytävien alaosille suositellaan tiivistyskorjauksia sekä akuuttien kosteusvaurioiden korjauksia. Myös ilmanvaihdolle suositellaan toimenpiteitä. Toimenpidesuosituksia on esitetty kokonaisuudessaan kappaleessa 9.1.

Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus

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	9
3	Lähtötiedot	10
3.1	Lähtötiedot	10
4	Tutkimusmenetelmät	11
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	11
5.1	Rakennetarkastukset	11
5.1.1	2.kerroksen siporex-seinien alaosien tarkastukset	11
5.1.2	1.kerroksen väliseinien alaosien rakenneavaukset	14
5.1.1	Luokan 146 ja liikuntasalin väliseinän tarkastus	16
5.1.2	Välipohjan alapinnan puiset kiinnitysrimat	17
5.1.3	Vanhan puukoolatun alapohjan korjauslaajuus	18
5.1.4	Välipohjan rakennetyypin VP2 tarkastus	18
5.2	Mikrobianalyysien tulokset	18
5.3	Merkkiainekokeet	20
5.3.1	Havainnot	20
5.3.2	Yhteenvedo vuotokohdista	21
5.4	Muut havainnot	22
5.5	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	23
6	Sisäilman olosuhdemittaukset	25

6.1	Paine-eromittaukset	25
6.1.1	Mittaustulokset	25
6.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	27
6.2	Hiilidioksidipitoisuus	27
6.2.1	Mittaustulokset	27
6.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	28
6.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	28
6.3.1	Mittaustulokset	28
6.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	31
6.4	Tuloilman lämpötilamittaukset	31
6.4.1	Mittaustulokset	31
6.4.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	32
7	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset	32
7.1	Havainnot	32
7.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	34
8	Olosuhdearviointi	34
8.1	Yleistä olosuhdearviointista	34
8.2	Olosuhdearviointi	37
8.3	Olosuhdearviointiluokituksen parantaminen	40
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	41
9.1	Käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset	41
9.2	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	45
10	Päiväys ja allekirjoitukset	46

LIITTEET:

- Liite 1 Näytteenottopisteet pohjapiirustuksissa
- Liite 2 Merkkiainekokeiden havaintokortit
- Liite 3 Analyysivastaukset
- Liite 4 Paine-ero- ja olosuhdeseurantojen kuvaajat

Liite 5 Tutkimusmenetelmien kuvaukset ja viitearvot

JAKELU:

Piia Markkanen, Vantaan kaupunki, piia.markkanen@vantaa.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus
Osoite:	Hiirakkotie 9, 03100 VANTAA
Kiinteistötunnus:	92-94-33-9
Tehtävä:	Sisäilma- ja rakennetekniset jatkotutkimukset
Työnumero:	32-1535

1.2 Tilaaja

Nimi:	Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö
Osoite:	Kielotie 28, 01300 VANTAA
Yhteyshenkilö:	Markkanen Piia, Sisäilmakoordinaattori
Puhelin:	040 578 4285
Sähköposti:	piia.markkanen@vantaa.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Elina Manelius
Puhelin:	040 190 8765
Tutkimushenkilöt:	Elina Manelius Santtu Alastalo Elli Laine

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Kohteeseen on suoritettu vuonna 2025 kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on suorittaa lisätutkimuksia rakenteiden kuntoon ja sisäilman laatuun vaikuttavien häiritsevien tekijöiden selvittämiseksi. Tutkimuksia kohdistetaan myös rakennusta palveleviin ilmanvaihtojärjestelmiin.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset on suoritettu syys-lokakuussa 2025.

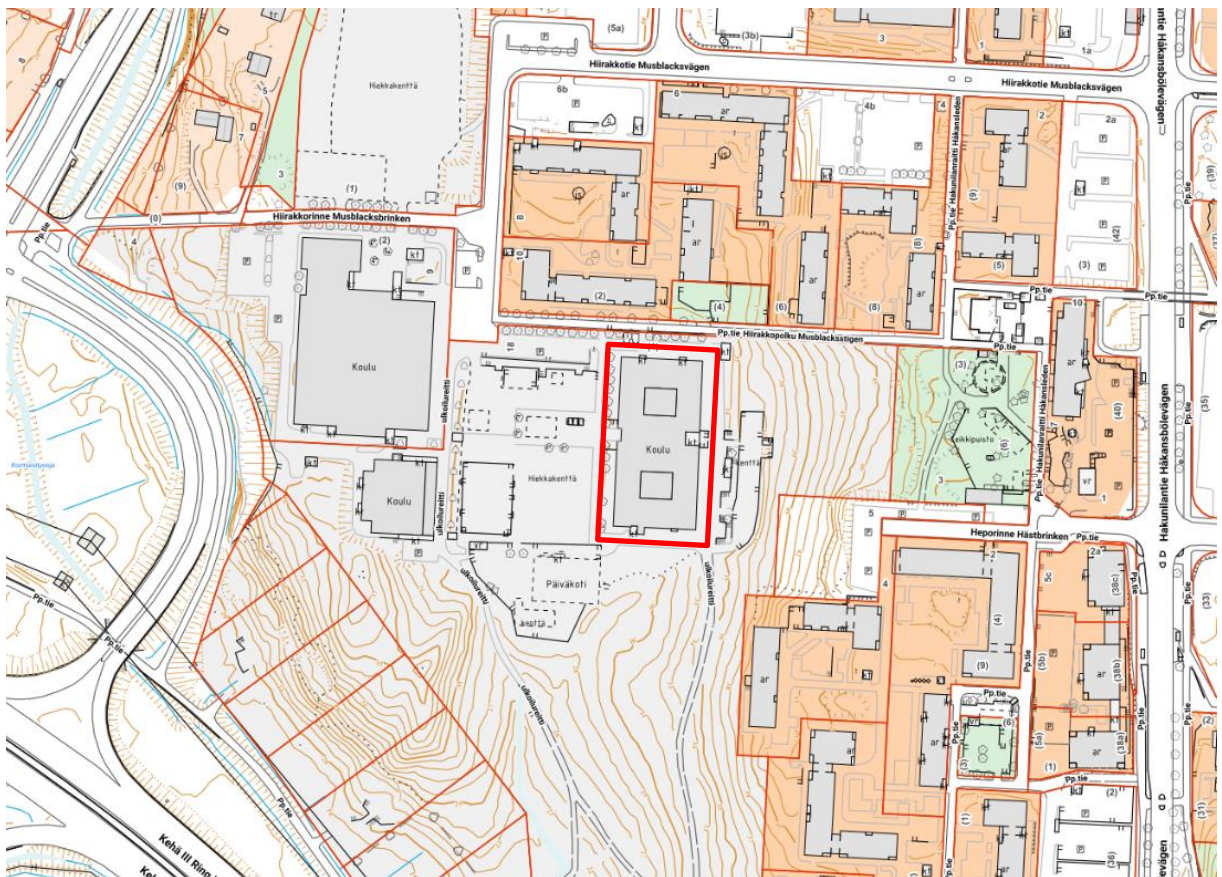
- Merkkiainekokeet ja rakennetutkimukset suoritettiin 19-24.9.2025
- Tilan 161 rakenneavaukset suoritettiin ja katselmoitiin 15.10.2025

1.6 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

Virka-apulaisrehtori Jordan Tuija, tuija.jordan@vantaa.fi

2 Kohteen yleiskuvaus

Kohde	Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus
Osoite	Hiirakkotie 9, 03100 VANTAA
Kiinteistötunnus	92-94-33-9
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni / kevytbetoni
Rakennusvuosi	1972
Peruskorjaus-/laajennusvuosi	1997
Kerrosluvu	2 (alempi kerros osittain maanvastainen)
Kerrosala	4100 m ²
Ilmanvaihtojärjestelmät	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysjärjestelmät	Kaukolämpö, lämmityspatterit



Kuva 1

Tutkimusalue korostettuna kuvassa (lähde: kartta.vantaa.fi).

3 Lähtötiedot

3.1 Lähtötiedot

Lähtötietona käytössä oli seuraavat asiakirjat:

- Alkuperäiset ARK-piirustukset, Helsingin maalaiskunta, rakennustoimisto, 1970-71
- Muutos ja perusparannusvaiheen arkkitehtipiirustukset, Vantaan kaupunki, 1987 ja 1996
- Julkisivukorjausten ARK- ja RAK-piirustukset, Inspecta Oy, 2019-2020
- Alkuperäiset RAK-piirustukset, Rak.ins.tsto Olavi Örrin Oy, 1971
- Muutos- ja peruskorjaushankkeen RAK-suunnitelmat, Insinööritoimisto Vantaan Runkosuunnittelu Oy, 1996
- Sisäilmakorjaukset, Inspecta Oy, 2018-2020
- Alkuperäiset LVI-piirustukset, Helsingin maalaiskunta, rakennustoimisto, 1970-71
- LVIS-piirustukset, Erikoissuunnittelu Oy, 1996
- Kosteusmittausraportti, ASB-yhtiöt, 1.6.2007
- Alustatilaselvitys, Delete Tutkimus Oy, 7.6.2012
- Sisäilmatutkimukset, Inspecta, 4.8.2017
- Julkisivujen ja pihakansien kuntotutkimus, Kiwa-Inspecta Oy, 27.8.2018
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, Kiwa-Inspecta Oy, 11.2.2019
- Tiivistystöiden tarkastusraportit, Vahanen Rakennusfysiikka Oy
- Kartoitusraportti, A-Kumppanit, 28.7.2020
- Tekninen kuntoarvio ja PTS, Granlund Consulting Oy, 7.12.2020
- Laadunvarmistusmuistio, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 22.3.2022
- Laadunvarmistusmuistio, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 4.4.2022
- Vesikaton korjausraportti, Katto-tutka, 31.5.2022
- Nuohousraportti, LVI-Trio, 14.6.2022
- Rajattu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ramboll Finland Oy, 8.11.2023
- Muistio; Ilmanvaihdon mittaus ja säätöraportti, Lohjan sisäilmamestarit Oy, 11.8.2023

- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus raportti, A-Insinöörit, 3.4.2025

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- 7 kpl rakenneavaus / rakennetarkastuskohtaa (ulkoseinät, väliseinät, alapohjat)
- 32 kpl merkkiaine- ja vuototutkimuskohtaa
- 13 kpl materiaalinäytteen mikrobianalyysiä (4kpl näytteistä vielä analyysissä)
- Lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset
- Painesuhdemittaukset, ulkovaipan yli sekä alapohjan ryömintätilaan
- Ilmanvaihdon korjaustoimenpiteiden laadunvarmistus

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

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Rakennetarkastukset

5.1.1 2.kerroksen siporex-seinien alaosien tarkastukset

Rakennuksen 2.kerroksen siporex-väliseinien toteutustapaa tarkasteltiin käytäviltä viidessä kohdassa. 2.kerroksen luokkatilojen siporex-elementtien alapuolisia puukiiloja / valupaperia ei pystynyt tarkastamaan tiivistyksiä rikkomatta. Tarkastuskohdissa siporex-väliseinien todettiin lähtevät pintalaatan päältä (myös EPS-eristetyillä alueilla) ja siporex-elementin alla kaikissa tarkastuspisteissä oli puukiila, jonka päällä oli paikoin mineraalivillatilkettä. Siporex-väliseinät ovat osittain pinnoitettu kipsi- tai lastulevyllä (käytävät ja tila 224).

Väliseinien siporex-elementtien alapuolisista puukiiloista ja mineraalivillatilkkeistä otettiin materiaalinäytteitä (5 kpl) mikrobianalyysiä varten (Näytteet M3, MN4, MN5, MN8

ja MN9). Näytteistä kahdessa oli selvä mikrobikasvua, yhdessä epäily mikrobikasvusta ja kahdessa ei havaittu mikrobikasvua. Mikrobianalyysien tulokset on esitetty tarkemmin luvussa 5.2 Mikrobianalyysien tulokset.

Tarkastuksen yhteydessä vesipisteiden kohdalla väliseinien alaosissa havaittiin aistinvaraisesti vaurioituneita materiaaleja.



Kuva 2
Väliseinän alaosan tarkastuspiste käytävällä 242



Kuva 3
Käytävän 242 seinän alaosassa siporex-elementtien alla puukiilat ja mineraalivillatilke.



Kuva 4
Väliseinän alaosan tarkastuspiste käytävällä 217



Kuva 5
Käytävän 217 seinän alaosassa siporex-elementtien alla puukiilat ja mineraalivillatilke.



Kuva 6
Väliseinän alaosan tarkastuspiste
käytävällä 201



Kuva 7
Käytävän 201 seinän alaosassa sipo-
rex-elementtien alla puukiilat



Kuva 8
Väliseinän alaosan tarkastuspiste
käytävällä 257



Kuva 9
Väliseinän alaosan tarkastuspiste ko-
piohuoneessa 234.



Kuva 10
Sähkökaapissa tilan 226 vieressä jal-
kalistan taustalla on näkyvissä sipo-
rex-elementin alla puinen korotus-
rima.



Kuva 11
Vesipiste käytävällä 201.



Kuva 12
Käytävän 201 käsien kuivauspisteen alapuolella kipsilevy aistinvaraisesti vaurioitunut.



Kuva 13
Vesipiste luokassa 244.



Kuva 14
Luokan 244 käsien kuivauspisteen alapuolella puinen jalkalista ja seinän alaosan tasoite aistinvaraisesti vaurioitunut. Jalkalistan takana pintakosteus kohonnut.

5.1.21.kerroksen väliseinien alaosien rakenneavaukset

Siporex-seinien alapäitä tarkasteltiin 1. kerroksen osalta aistinvaraisesti. Aistinvaraisen havaintojen perusteella siporex-väliseinät lähtevät 1. kerroksessa pohjalaatan tasolta.

Alapohjaliittymät ovat laaja-alaisesti tiivistettyjä, joten liittymästä ei pystytä aistinvaraisesti havainnoimaan siporex-seinien alapuolisten kiilojen tai valupaperien olemassaoloa. Valupaperi oli ainoastaan näkyvissä rakennuksen eteläpään varastotiloissa (kuva 16), josta pystytään todentamaan väliseinäliittymän alkuperäistä toteutustapaa.

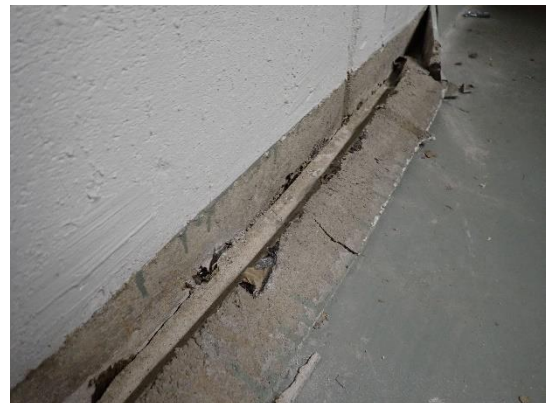
Aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä todettiin tilan 161 pesualtaan viereisessä väliseinässä tutkimuskäynnillä 19.9.2025 poikkeavaa pintakosteutta sekä mikrobiperäistä hajua rakenneliittymästä. Poikkeavan kosteuden syy jäi epäselväksi. Haju voi liittyä poikkeavaan kosteuteen ja ryömintätilasta tuleviin ilmapuotoihin.

Tilassa 161 suoritettiin lattia-väliseinäliittymän rakenneavaus 15.10.2025 kahteen kohtaan. Molemmissa kohdissa pintalaatan ja väliseinän välissä todettiin valupaperi ja väliseinän siporex-elementin alapuolella puukiilat. Alapohjan eristetilassa oli havaittavissa kosteutta. Urakoitsijalta saadun tiedon mukaan kosteus on aiheutunut urakoitsijan avausten yhteydessä aiheuttamasta vesivahingosta (vesijohtoon poraaminen). Rakenneavauksissa oli havaittavissa voimakas mikrobiperäinen haju. Laajemmissa rakenneavauksissa todettiin alapohjarakenteessa selkeitä epätiiviyiskohtia ovikynnyksen alueella, joten mikrobiperäisen hajun lähteeksi varmistui ryömintätilasta tapahtuvat ilmapuodot.

Molemmista rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteet puukiiloista sekä valupaperista (näytteet MN10-MN13). Näytteistä kolmessa oli selkeää mikrobikasvua ja yhdessä ei havaittu mikrobikasvua. Mikrobianalyysien tulokset on esitetty tarkemmin luvussa 5.2 Mikrobianalyysien tulokset.



Kuva 15
Tilan 161 vesipisteen vireissä väliseinässä havaittiin poikkeavaa kosteutta ja mikrobiperäistä hajua 19.9.2025



Kuva 16
Varastossa U9 on betonisen jalkalistan takana nähtävissä alkuperäinen

väliseinäliittymän toteutustapa ja valupaperi.



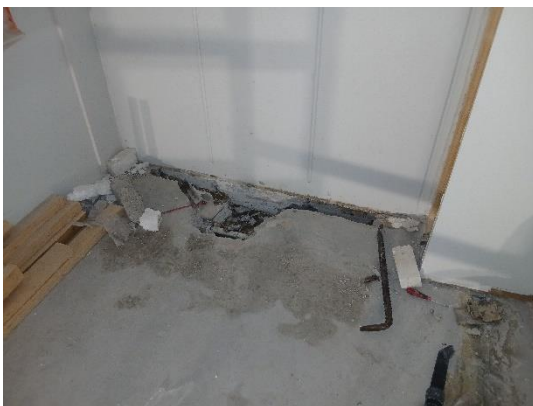
Kuva 17

Tilan 161 väliseinän (WC-tilaa vasten) s alaosan rakenneavaus.



Kuva 18

Tilan 161 rakenneavauksesta otettiin näyte valupaperista sekä puukiilasta. Alapohjan eristetila aistinvaraisesti kostea vesivahingosta johtuen.



Kuva 19

Tilan 161 väliseinän (käytävää 165 vasten) alaosan rakenneavaus.



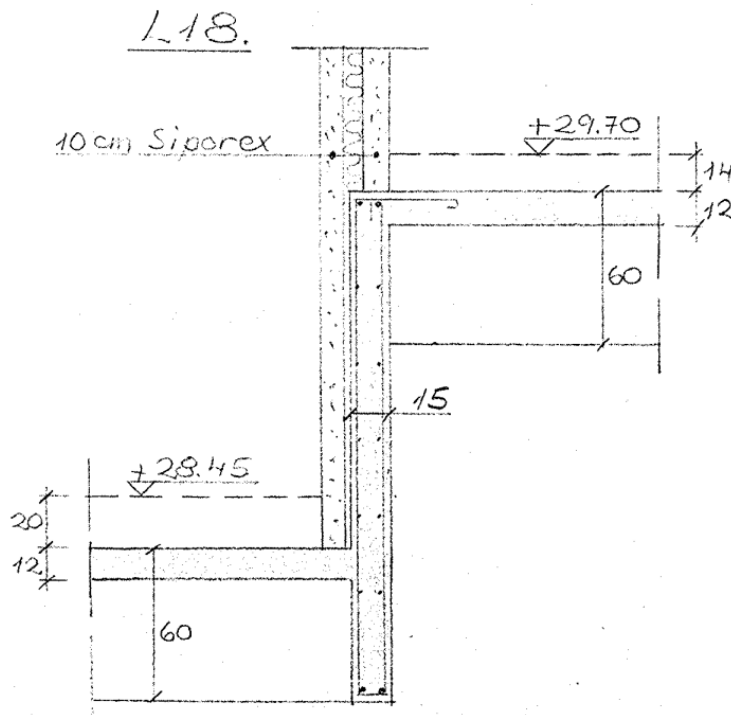
Kuva 20

Tilan 161 väliseinän rakenneavauksesta otettiin näyte valupaperista sekä puukiilasta. Alapohjan eristetila aistinvaraisesti kostea vesivahingon takia.

5.1.1 Luokan 146 ja liikuntasalin väliseinän tarkastus

Liikuntasalin tilan 146 väliseen seinään tehtiin tarkastusporaus mahdollisen eristekerroksen selvittämiseksi. Rakenteessa todettiin mineraalivillaeriste, josta otettiin näyte mikrobianalyysiä varten (näyte MN2) Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua. Tilan ollessa alipaineistettu tutkimusreiästä havaittiin kuitenkin aistinvaraisesti tulevan

mikrobiperäistä hajua. Mikrobianalyysin tulokset on esitetty luvussa 5.2 sekä liitteen 3 analyysivastauksissa ja merkkiainekokeiden tulokset luvussa 5.3 sekä liitteen 2 merkkiainekorteissa.



Kuva 21

Alkuperäinen rakenneleikkaus liikuntasalin ja tilan 146 välisestä väliseinästä.

5.1.2 Välipohjan alapinnan puiset kiinnitysrimat

Välipohjan alapinnassa oli 1. kerroksessa havaittavissa puisia betonivaluun upotettuja rimoja. Rimoista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten (MN 1, MN6 ja MN7). Näytteistä yhdessä havaittiin mikroskopoimalla rihmastoja, jonka seurauksena näytteessä todettiin epäily mikrobikasvusta. Mikrobianalyysin tulokset on esitetty luvussa 5.2 sekä liitteen 3 analyysivastauksissa.



Kuva 22
Välipohjan alapinnassa betonivaluun upotettu puurima.



Kuva 23
Välipohjan alapinnassa betonivaluun upotettu puurima.

5.1.3 Vanhan puukoolatun alapohjan korjauslaajuus

Vanhan puukoolatun alapohjan korjauslaajuutta ja alapohjan eristemateriaalia selvitetiin poraamalla tarkastusporauksia alapohjan eristetilaan. Tiloihin 161, 163 ja 158 tehtyjen porausten perusteella alapohjan eristemateriaali on EPS. Tutkituissa tiloissa puukoolatut lattiat on havaintojen perusteella uusittu.

5.1.4 Välipohjan rakennetyypin VP2 tarkastus

Välipohjan rakennetyypin VP2 eristemateriaali tarkistettiin tilassa 207. Porauksen perusteella välipohjan eristemateriaalina oli 70 mm EPS.

5.2 Mikrobianalyysien tulokset

Tutkimuksissa otettiin yhteensä 13 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteet otettiin väliseinien puukiiloista, mineraalivillasta tai valupaperista sekä välipohjan alapinnan kiinnikepuista. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1

Alapohja, välipohja ja väliseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila, rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN1	Tila 161, välipohja	Puu	Epäily mikrobikasvusta materiaaalissa
MN2	Luokka 146, väliseinä (eristekerros)	Min.villa	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN3	Käytävä 242, väliseinä	Puu	Epäily mikrobikasvusta materiaaalissa
MN4	Käytävä 201, väliseinä	Puu	Selvä mikrobikasvu materiaaalissa
MN5	Käytävä 217, väliseinä	Puu	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN6	Tila 130 (129), välipohja	Puu	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN7	Luokka 164, välipohja	Puu	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN8	Kopiohuone 234, väliseinä	Min.villa	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN9	Käytävä 257, väliseinä	Min.villa	Selvä mikrobikasvu materiaaalissa
MN10	Tila 161, väliseinä	Puu	Selvä mikrobikasvu materiaaalissa
MN11	Tila 161, väliseinä	Valupaperi	Ei mikrobikasvua materiaaalissa
MN12	Tila 161, väliseinä	Valupaperi	Selvä mikrobikasvu materiaaalissa
MN13	Tila 161, väliseinä	Puu	Selvä mikrobikasvu materiaaalissa

Väliseinän puukiiloista tai puukiilojen yläpuolisesta mineraalivillatilkkeestä otettiin 2.kerroksessa yhteensä 5 näytettä, joista kahdessa havaittiin selvä mikrobikasvu ja yhdessä epäily mikrobikasvusta.

Pintalaatan alle jatkuvista väliseinistä otettiin yhteensä 4 näytettä 1.kerrokseen tilasta 161. Näytteet otettiin väliseinän ja laatan välisestä valupaperista sekä väliseinän puukiiloista. Molempien rakenneavausten puukiiloissa havaittiin selvää mikrobikasvua materiaalissa. Tilan vesipisteen viereisen rakenneavauksen valupaperissa havaittiin myös selvää mikrobikasvua materiaalissa.

Väliseinän eristetilasta otettiin yksi näyte luokassa 146. Näytteessä ei havaittu poikkeavaa mikrobikasvua.

Välipohjan alapinnan puukiiloista otettiin yhteensä 3 näytettä, joista yhdessä havaittiin epäily mikrobikasvusta. Havainto tehtiin mikroskopoimalla, mikä viittaa siihen, että näytteessä on vanha, elinkyvytön vaurio.

5.3 Merkkiainekokeet

5.3.1 Havainnot

Rakenneliittymien tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla 14 tilassa, yhteensä 32 syöttöpisteestä. Merkkiainekokeet suoritettiin pääosin tilojen normaaleissa käyttöolosuhteissa (ei erillistä alipaineistusta). Merkkiainekokeiden tarkemmat havainnot on esitetty liitteen 2 havaintokorteissa ja syöttöpisteet liitteen 1 pohjakuvassa.

1.kerroksen luokkatiloissa rakenneliittymien tiiveydessä havaittiin tilakohtaisia eroja. Merkkiainekokeessa ilmavuodot havaittiin ensimmäisenä tulevan oviliittymistä, putkiläpivienneistä sekä jalkalistojen naulojen kohdilta. Merkkiainekaasu kulkeutui myös osassa tiloja laaja-alaisesti ulkoseinäliittymistä (tilat 161, 163, 129, 158 ja 155). Tiloissa 158 ja 161 seinissä oli havaittavissa laajat vaakahalkeamat, joka viittaa siihen, että rakenteissa on tapahtunut tiivistyskorjausten jälkeen muodonmuutoksia. Halkeamista todettiin merkkiainekokeissa ilmavuotoja sisäilmaan. Rakenteiden muodonmuutokset voivat aiheuttaa tiivistyskorjausten rikkoutumista ja selittää tiloissa havaittuja laajempia vuotoja.

Tilassa 155 ulkoseinän sisäpinta on levyrakenteista, jonka epätiivetyshkohdista havaittiin tulevan merkittäviä vuotoja. Väliseinäliittymissä selkeitä vuotokohtia havaittiin lähes jokaisessa tutkitussa tilassa. Myös tiloissa olevien tekniikkakotelointien sisältä havaittiin tulevan selkeää ilmavuotoa. Tiloissa 158 ja 161 seinissä oli havaittavissa laajat

vaakahalkeamat, joka viittaa siihen, että rakenteissa on tapahtunut tiivistyskorjausten jälkeen muodonmuutoksia. Rakenteiden muodonmuutokset voivat aiheuttaa tiivistyskorjausten rikkoutumista ja selittää tiloissa havaittuja laajempia vuotoja.

Tiloissa 158 ja 161 todettiin merkkiainekokeiden yhteydessä rakenneliittymistä tulevan mikrobiperäistä hajua. Tilassa 158 hajua todettiin oviliittymistä ja tilassa 161 pesupisteen viereisen väliseinäliittymien kohdalta.

1.kerroksen käytävien merkkiainekokeet suoritettiin syöttämällä kaasua putkikanaaliin käytävällä sijaitsevista tarkastusluukuista. Käytävien merkkiainekokeissa havaittiin pistemäisiä vuotokohtia oviliittymissä. Käytävän putkikanaalin ilmatiiviys on kuitenkin mitausten perusteella merkittävästi parantunut kesällä 2025 tehtyjen tiivistysten jälkeen. Käytävällä sijaitsevia varastoja ei ole tiivistetty, joten ilmapuotoja putkikanaalista pääsee näiltä osin tapahtumaan.

2.kerroksen merkkiainekokeissa havaittiin tilaa 223 lukuun ottamatta pääosin selkeitä toistuvia vuotokohtia oviliittymien läheisyydessä ja putkiläpivienneissä sekä yksittäisiä pienialaisia vuotokohtia pilari- ja seinäliittymissä. Tilassa 223 ulkoseinän tiivistys on vaurioitunut ja vuoto rakenneliittymästä oli laaja-alaista.

5.3.2 Yhteenveto vuotokohdista

Yhteenveto merkkiainekokeissa havaituista vuotokohdista:

- Ulkoseinä- ja väliseinäliittymät, erityisesti jalkalistan naulojen kohdat (1.kerros)
 - Seinäliittymien tiiveydessä 1.kerroksessa huomattavaa tilakohtaista vaihtelua. Tiloissa 161, 163, 129, 158 ja 155 vuotoalueet merkittäviä.
 - Tilojen 161 ja 158 ulkoseinissä laajoja vaakahalkeamia
- Pilariliittymät, yksittäisiä vuotoja molemmissa kerroksissa
- Vuodot levysisäkuorisen ulkoseinän sisältä sekä pilarin ja kevyen väliseinän liittymä tilassa 155
- Putkiläpiviennit, suurin osa tutkituista läpivienneistä (molemmat kerrokset)
- Oviliittymät sekä oviliittymien viereiset sähkökourut (molemmat kerrokset)
- Tekniikkakoteloinnit, vuotoja kotelointien sisältä putkiläpivienneistä ja rakenneliittymistä
- Tilan 223 vaurioituneet tiivistykset

5.4 Muut havainnot

Tutkimusten yhteydessä 2.kerroksen käytävällä 242 todettiin edelleen pinnoittamattomia akustovillalevyjä.

Tilan 161 lattiapinnoitteiden liimauksessa on käytetty liimaa, jossa todettiin voimakas kemiallinen haju.



Kuva 24
Käytävällä 242 alakaton akustolevyt reunoista ja päältä pinnoittamattomia.



Kuva 25
Käytävällä 242 alakaton akustolevyt reunoista ja päältä pinnoittamattomia



Kuva 26
Tilassa 161 on lattiapinnoitteen liimauksessa käytetty voimakkaasti kemialliselta haisevaa liimaa.

5.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

Havaintojen perusteella siporex-väliseinien alaosissa on käytetty kaikkialla puisia asennusrimoja. Asennusrimat sijaitsevat 1. kerroksen osalta syvemmillä alapohjarakenteessa pohjalaatan päällä. 2. kerroksen osalta siporex-seinät lähtevät pintalaatan päältä ja myös puukiilat sijaitsevat lattiatasossa. Tiivistyskorjausten vuoksi liittymien toteutustapaa ei voitu laaja-alaisesti tarkistaa, joten poikkeuksia voi esiintyä mm. eristekerroksellisten välipohjarakenteiden alueella. Rakennuksen 1. kerroksessa pintalaatan liittymissä on käytetty lisäksi valupaperia. 2. kerroksen osalta ei valupaperia havaittu.

Rakennuksen 2. kerroksesta otettujen materiaalinäytteiden perusteella puiset asennusrimat ovat paikallisesti mikrobivaurioituneita (vaurioviite kolmessa näytteessä viidestä). Vaurioituminen on voinut tapahtua jo rakentamisaikana tai siihen on voinut vaikuttaa myös runsas siivous- tai pesuveden käyttö. Käsienpesupisteiden läheisyydessä havaittiin myös aktiivisia pistemäisiä kosteusvaurioita.

2. kerroksessa luokkatilojen lattialiittymät on tiivistyskorjattu ja tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella tiivistyksissä havaittiin pääasiassa vain pistemäisiä puutteita. Näiltä osin siporex-väliseinien alaosien puurimojen mahdolliset mikrobivauriot eivät ole siten selkeässä ilmayhteydessä sisäilman kanssa. Käytävillä tiivistyskorjauksia ei ole tehty, joten ilmayhteys on suora. Puurimojen mikrobivauriot muodostavat siten riskin sisäilman kannalta erityisesti käytäväalueilla.

Rakennuksen 1. kerroksessa on tehty laaja-alaisesti tiivistyskorjauksia, joten puukiilojen kuntoa päästiin tarkastelemaan vain pienellä otannalla. Näiden havaintojen perusteella kuitenkin myös 1. kerroksen osalta puukiiloissa on mikrobivaurioita. Merkkiainekokeessa havaittiin myös selkeitä ilmavuotoja alapohjarakenteessa tehdyistä tiivistyskorjauksista huolimatta. Puukiilojen ja valupaperien epäpuhtauksien kulkeutumisen lisäksi alapohjarakenteen läpi tapahtuvat ilmavuodot muodostavat riskin ryömintätilasta tapahtuville ilmavuodoille. Ryömintätila on aiempien tutkimusten perusteella todettu epäpuhtaaksi tilaksi (ryömintätilassa kosteutta ja pohjamaan pinnalla epäpuhtauksia). Tiloissa 158 ja 161 havaittiin rakenneliittymistä tulevan aistinvaraisesti selvää mikrobiperäistä hajua, jonka lähteeksi selvisi selkeät epätiiviyyskohdat ryömintätilan ja sisäilman välillä. Tilojen 155 ja 151 osalta ilmavuodot maaperästä ovat myös

mahdollisia. Ilmavuodot maaperästä ja ryömintätilasta sekä puukiilojen/valupaperien epäpuhtaudet muodostavat havaittujen ilmavuotojen vuoksi riskin sisäilman kannalta.

Rakennuksen 1.kerroksen yläpuolisen välipohjan alapinnassa on betoniin upotettuja puukiinnikkeitä. Puukiinnikkeissä voi materiaalinäytteiden perusteella esiintyä yksittäisiä vanhoja mikrobivaurioita, jotka ovat todennäköisin muodostuneet jo rakentamiskäytössä. Puukiinnikkeet eivät muodosta merkittävää riskiä sisäilman kannalta.

Tilassa 146 havaittiin liikuntasalin ja tilan välisessä väliseinässä eristehalkaisu. Eristemateriaalissa ei materiaalinäytteiden perusteella havaittu mikrobivaurioita, mutta rakenneseinässä oli havaittavissa mikrobiperäistä hajua. Rakenne todettiin merkittävästi epätiiviiksi, joten rakenteessa havaittu mikrobiperäinen haju voi heikentää sisäilman laatua erityisesti, kun otetaan huomioon liikuntasalissa todettu merkittävä ylipaine.

Toimenpide-ehdotuksina suositellaan:

- Tilan 161 alapohjan kosteusvauriokorjaukset
 - Rakenteiden riittävä kuivatus tulee varmistaa eristekerrokseen tehtävillä kosteusmittauksilla
- Tiivistyskorjausten korjaaminen 1.kerroksessa
 - Suositellaan uusimaan seinäliittymien, putkiläpivientien ja oviliittymien tiivistykset luokkatiloissa kauttaaltaan
 - Jalkalista tulee asentaa korjausten jälkeen liimaten (ei suoraan tiivistettyyn pintaan)
- Käytävien tiivistys 2.kerroksessa
- Tilan 223 tiivistysten uusiminen
 - Ulkoseinän tiivistykset sekä tilojen 223 ja 224 väliseinän tiivistykset
- 2.kerroksen oviliittymien tiivistykset / tiivistysten korjaus
- Vesipisteiden viereisten väliseinien vaurioiden kartoitus ja kosteusvauriokorjaukset.
 - Väliseinien pinta vesipisteen ja kuivauspisteen kohdalla suositellaan käsittelemään vähintäänkin kosteussululla tai vastaavalla.
- Alakaton reunoista ja päältä pinnoittamattomien akustolevyjen uusiminen / pinnoittaminen

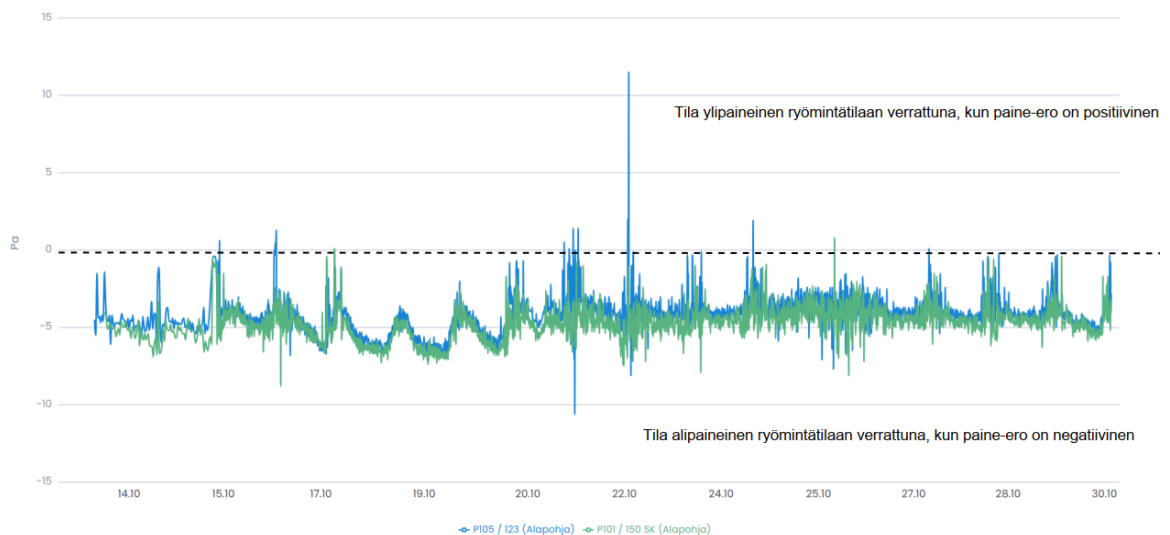
6 Sisäilman olosuhdemittaukset

6.1 Paine-eromittaukset

6.1.1 Mittaustulokset

Kohteessa on seurattu 13.10.2025 alkaen paine-eroa ulkovaipan yli jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä kymmenessä tilassa. Alapohjatilojen ja sisäilman välisiä paine-eroja seurataan kahdessa tilassa.

Alla olevissa kuvaajissa on esitetty merkittävimmät seurantamittausten tulokset. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja kaikki mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 4.



Kuva 27

Sisä- ja alapohjatilalan välisen paine-eromittauksen tulokset 1.kerroksessa. Painesuhdemittausten perusteella sisätilat ovat ryömintätiloihin ja kanaalirakenteisiin nähden alipaineisia.



Kuva 28

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset 1.kerroksessa. Mittalaite P102 tilassa 161.



Kuva 29

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset 2.kerroksessa.

Sisätilat ovat jatkuvasti alipaineisia ryömintätilaan nähden. Painesuhteet vaihtelevat rakennuksessa mittausten perusteella pääosin 0...-8 Pa välillä. Poikkeuksena tilat 118 ja 259, joissa painesuhteet ovat pysyneet koko mittausjakson ylipaineisena. Tilassa 161 on havaittavissa poikkeava alipaineisuusjakso ajanvälillä 23.-27.10.2025.

6.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Paine-eromittaustulosten perusteella voidaan todeta, että rakennuksen painesuhteet ovat pääosin hyvällä tasolla. Rakennuksessa on kuitenkin tiloja, joissa vallitsee selkeä ylipaineisuus, mikä viittaa ilmanvaihdon epätasapainoon ja voi vaikuttaa tilan koettuihin olosuhteisiin.

Paine-eromittausten perusteella ryömintätila on ylipaineinen sisätiloihin nähden, jonka vuoksi ilmavuodot ryömintätilan ja sisäilman välillä ovat mahdollisia. Mittausten perusteella myös esim. tilassa 161 vallitsee ajoittain merkittävämpi alipaine, mikä voi edistää ryömintätilan ja sisäilman välillä tapahtuvia ilmavuotoja.

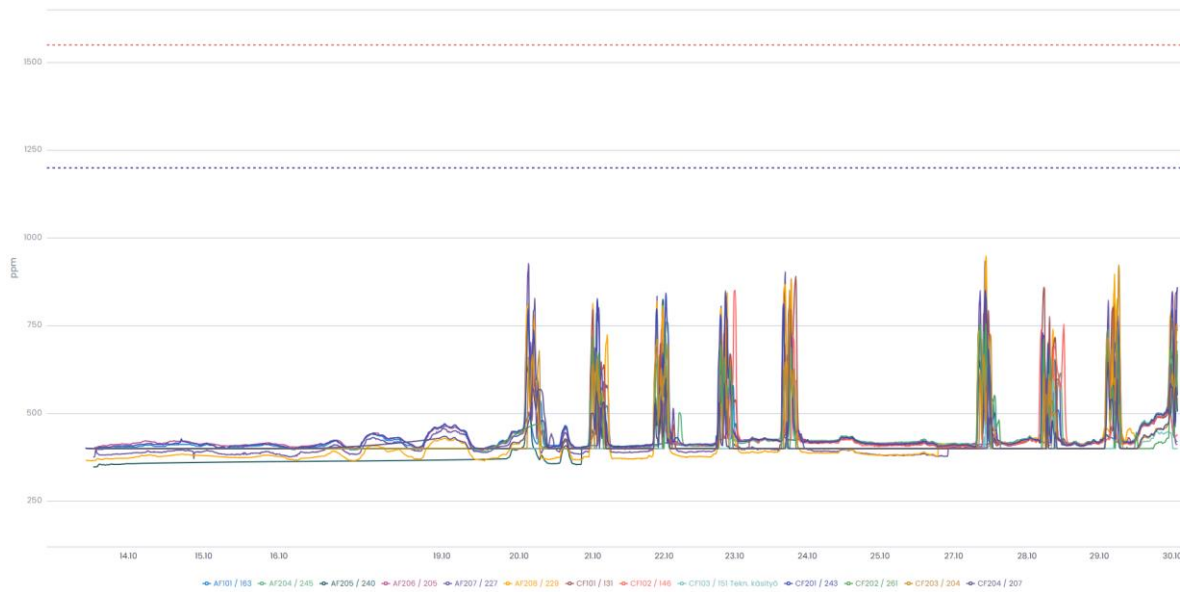
Tilojen 118 ja 259 ylipaineisuuden ja tilan 161 alipaineisuudensyy tulee selvittää ja ilmanvaihto säätää siten, että paine-ero ulkovaipan yli olisi välillä 0...-5 Pa.

Ryömintätilan alipaineistusta suositellaan siten, että ryömintätila olisi jatkuvasti alipaineinen sisätiloihin nähden, eikä ilmavuotoja tapahtuisi ryömintätilasta sisäilmaan päin.

6.2 Hiilidioksidipitoisuus

6.2.1 Mittaustulokset

Rakennuksen ilmanvaihdon riittävyttä mitataan sisäilman jatkuvatoimisilla hiilidioksidipitoisuuden mittalaitteilla yhteensä 13 tilassa 13.10. – 30.10.2025 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 4.



Kuva 30

Rakennuksen hiilidioksidipitoisuudet aikavälillä 13.10-30.10.2025

Tutkittujen tilojen hiilidioksidipitoisuudet ovat matalla tasolla pysyen koko mittausjakson sisäilmaluokituksen S2 tavoitearvon (950 ppm) alapuolella.

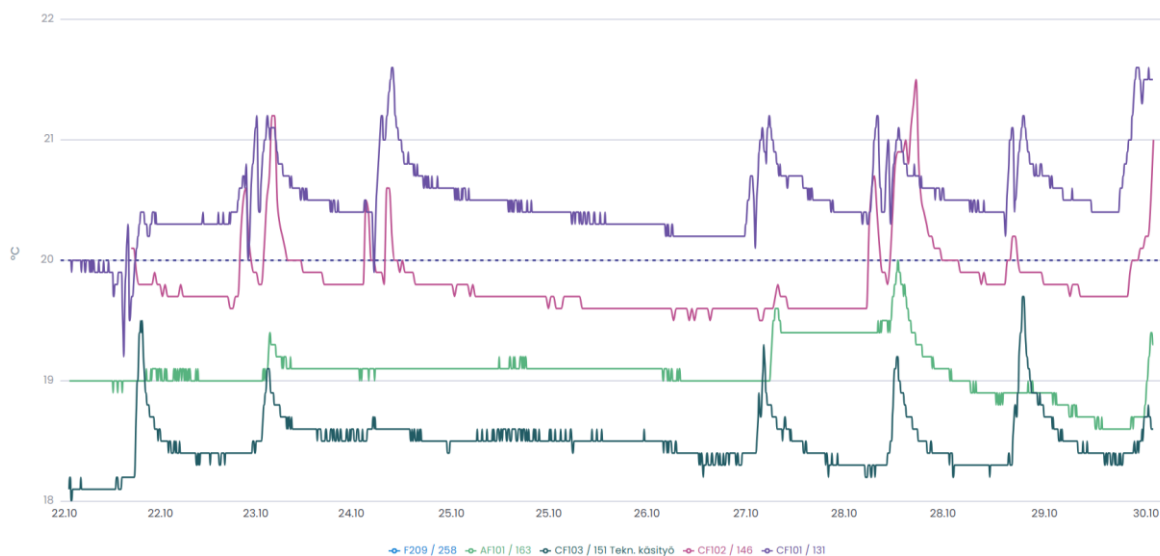
6.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Hiilidioksidimittauksien perusteella rakennuksen hiilidioksidipitoisuustasot ovat hyvällä tasolla, eikä mittauksissa havaittu viitteitä ilmanvaihdon puutteellisuudesta.

6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

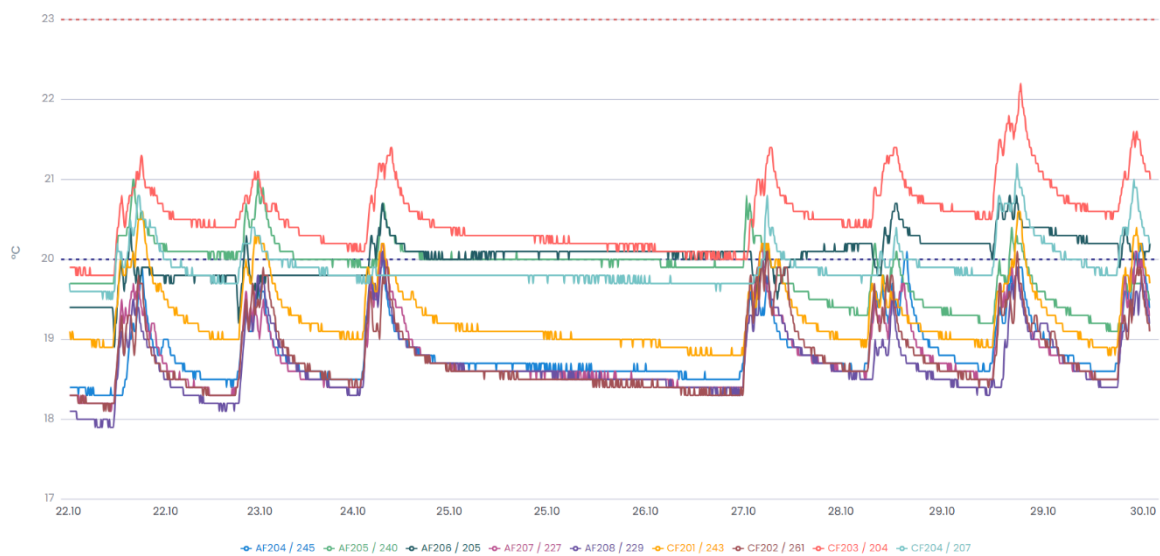
6.3.1 Mittaustulokset

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitataan jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 15 tilassa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 4.



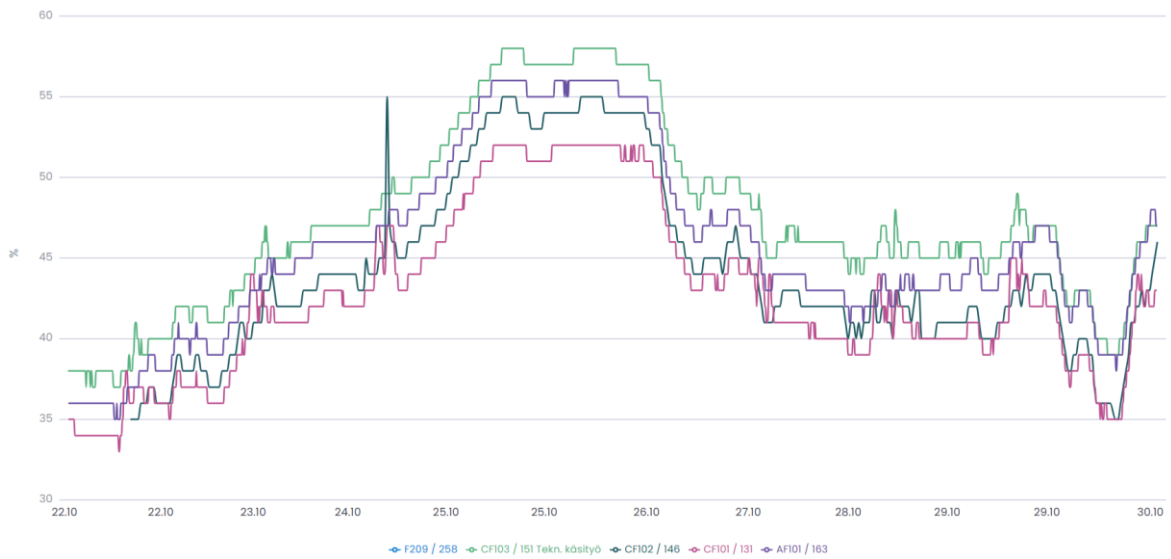
Kuva 31

Sisäilman lämpötilan mittaustulokset 1.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025



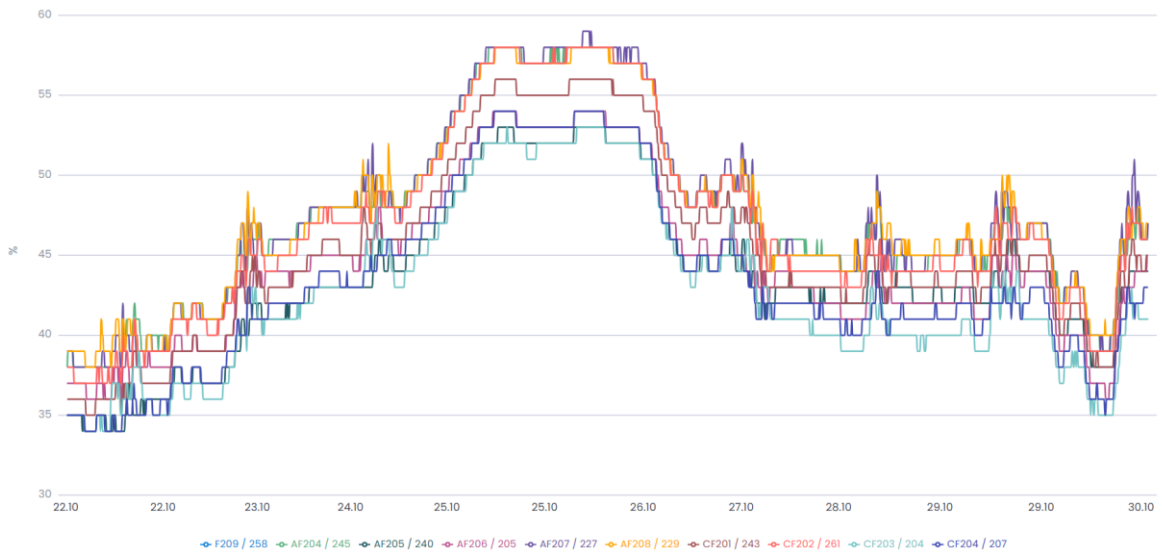
Kuva 32

Sisäilman lämpötilan mittaustulokset 2.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025



Kuva 33

Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset 1.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025



Kuva 34

Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset 1.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025

Sisäilman lämpötilamittauksista voidaan havaita, että osassa tiloja lämpötila on alle toimenpiderajan (20 °C). Rakennuksen 1.kerroksessa tilat 155 ja 163 olivat koko mittausjakson ajan toimenpiderajan alapuolella. Rakennuksen 2.kerroksessa tilojen 229, 243, 245, sekä 261 lämpötilat olivat myös paikoin alle toimenpiderajan käytön aikana (erityisesti aamuisin).

Tilojen sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin olevan pääosin 35...60 RH%. Mit-
taustuloksia voidaan pitää vuodenaikaan nähden normaalina.

6.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Rakennuksen 1.kerroksessa tilat 155 ja 163 olivat koko mittausjakson ajan toimenpi-
derajan alapuolella. Rakennuksen 2.kerroksessa tilojen 229, 243, 245, sekä 261 läm-
pötilat olivat myös paikoin alle toimenpiderajan käytön aikana (erityisesti aamuisin).

Toimenpiteenä suositellaan seuraamaan tilojen sisäilman lämpötilaa ja nostamaan
lämpötila kylmissä tiloissa käytön aikana 20 °C yläpuolelle. Puuttuvat patteritermostaa-
tit tulee asentaa paikalleen ja perussäätää lämmitysjärjestelmä.

6.4 Tuloilman lämpötilamittaukset

6.4.1 Mittaustulokset

Tuloilman lämpötilaa mitataan jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 2 tilassa. Mit-
tauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset ku-
vaajissa liitteessä 4.



Kuva 35

Tuloilman lämpötilan mittaustulokset aikavälillä 22.10-30.10.2025.

Tuloilman lämpötila mitatuissa tiloissa on keskimäärin n. 18.5 °C.

6.4.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tuloilman lämpötila on mittausten perusteella hyvällä tasolla, eikä sille suositella toimenpiteitä.

7 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset

7.1 Havainnot

Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tavoitteena oli tarkistaa, onko aiemmassa kunto-tutkimusraportissa esitettyjä toimenpiteitä toteutettu. Seuraavassa on esitetty toimenpi-dekohtaisesti toimenpiteiden tilanne:

- Lumen ja veden kulkeutumisen estäminen suodattimille varmistamalla riittävä mi-toitus ja niiden varustaminen lumisäleiköillä.
 - ➔ Ulkoilmanottoon ei ole tehty muutoksia
- Tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimentimien läpikäynti ja mineraalivillaeristeisten-vaimentimien vaihto kuituvapaisiin tuotteisiin.
 - ➔ Päätelaitteiden äänenvaimentimia ei ole vaihdettu kuituvapaisiin tuotteisiin. Mineraalivillaeristettä esiintyy ainakin tilassa 258
- Luokkatilojen ja käytävien poistoilmasäleikköjen vaihtaminen sellaisiin malleihin, jotka eivät tukkeudu herkästi pölystä
 - ➔ Päätelaitemuutoksia ei ole tehty. Osa päätelaitteesta oli tutkimus-hetkellä runsaassa pölyssä.
- Tuloilman lämpötilan madaltaminen n. 18-19 asteeseen
 - ➔ Seurantamittausten mukaan tuloilman lämpötilaa on alennettu n. 18-19 asteeseen
- Liikuntasalin ilmanvaihtokoneen TK-3 huolto ja päätelaitteiden puhtauden varmista-minen. Ilmamäärien säätö tasapainoon ja suunniteltuihin arvoihin.

- Seurantamittausten perusteella liikuntasali on edelleen ylipaineinen, eli ilmamäärien säätöä ja tasapainotusta ei ole tehty
- Liikuntasalin raitisilmakammion uusiminen kosteutta kestäväksi
 - Raitisilmasäleikköön ei ole tehty muutoksia
- Tuloilmakoneiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus
 - Mineraalivillalähteitä ei ole poistettu eikä pinnoitettu



Kuva 36
Tilan 258 tuloilmapäätelaitteessa on mineraalivillaa.



Kuva 37
Tilan 258 poistoilmasäleikössä on runsaasti pölyä.



Kuva 38
Ilmanvaihtokoneiden lamelliäänenvaimentimissa on pinnoitteessa rikkoutumia.



Kuva 39
Tuloilmakoneissa on mineraalivillalähteitä.

7.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtojärjestelmässä on edelleen tekijöitä, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Näitä ovat järjestelmän sisältämät epäpuhtaudet ja ilmamäärissä havaittu epätasapainoisuus.

Suositellaan seuraavia ilmanvaihtoon liittyviä toimenpiteitä:

- Tuloilmakoneiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus
- Tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimentimien läpikäynti ja mineraalivillaeristeisten vaimentimien vaihto kuituvapaisiin tuotteisiin.
- Liikuntasalin ilmanvaihtokoneen TK-3 huolto ja päätelaitteiden puhtauden varmistaminen. Ilmamäärien säätö tasapainoon ja suunniteltuihin arvoihin.
- Luokkatilojen ja käytävien poistoilmasäleikköjen vaihtaminen sellaisiin malleihin, jotka eivät tukkeudu herkästi pölystä. Päätelaitteet tulee vähintään puhdistaa säännöllisesti pölystä (2 x vuodessa).
- Lumen ja veden kulkeutumisen estäminen suodattimille varmistamalla riittävä mitoitus ja niiden varustaminen lumisäleiköillä.
- Liikuntasalin raitisilmakammion uusiminen kosteutta kestäväksi

8 Olosuhdearviointi

Olosuhdearviointi perustuu tässä raportissa tehtyjen lisätutkimusten lisäksi seuraaviin raportteihin:

- Rajattu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ramboll Finland Oy, 8.11.2025
- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus raportti, A-Insinöörit, 3.4.2025

8.1 Yleistä olosuhdearvioinnista

Olosuhdearvio on laadittu noudattaen Työterveyslaitoksen ohjeistusta: Ohje työpaikkojen sisäilmastaselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville, Työterveyslaitos, 2023.

Olosuhdearvion laadinnassa on hyödynnetty laatimaa tulkintaohjetta: Tulkintaohje Työterveyslaitoksen olosuhdearviointiohjeeseen, Kuntien sisäilmaverkosto, 3.3.2025.

”Olosuhdearviointi laaditaan, kun rakennuksessa on tai siellä epäillään olevan rakennuksesta johtuvia sisäilman laatua ja olosuhteita heikentäviä tekijöitä, joiden koetaan aiheuttavan työntekijöille haittaa tai oireita. Olosuhdearviointi on tarpeen myös, kun työterveyslääkäriltä halutaan arvio tilojen terveydellisestä merkityksestä työntekijöille tai viranomaisen edellyttää terveydellisen merkityksen arvioimista. Olosuhdearviointia voi hyödyntää työympäristön ja työhyvinvoinnin kehittämisessä ilman terveydellisen merkityksen arviointiakin” (Ohje työpaikkojen sisäilmastaselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville, Työterveyslaitos, 2022).

Olosuhdearviointi voidaan laatia, kun on kerätty riittävästi tietoa rakennus- ja ilmanvaihdoteknisistä tekijöistä, mahdollisista epäpuhtauslähteistä, vuotoilman kulkeutumisesta sekä sisäilman laadusta ja olosuhteista. Olosuhdearvioinnin tulos esitetään neliportaisen asteikon (A-D) mukaisesti yhteenlasketun pisteytyksen perusteella (Työterveyslaitos, 2022):

- A. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä.
- B. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä.
- C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä.
- D. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä.

Olosuhdearvioinnin sisältöä ja sen mukaista pisteytystä on esitetty laajemmin liitteessä *tutkimusmenetelmät ja viitearvot*. Eri osa-alueet pisteytetään ja ne lasketaan yhteen kokonaisarviointia varten. Seuraavassa taulukossa on esitetty eri osa-alueiden pisteytystapa:

Taulukko 2

Olosuhtearvioinnin eri osa-alueiden pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	
Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.	0 pistettä
Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.	1 piste
Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.	2 pistettä
Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.	3 pistettä
Rakennusosien riskitekijät	
Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.	0 pistettä
Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	1 piste
Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	2 pistettä
Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	3 pistettä
Ilmastointijärjestelmä	
Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.	0 pistettä
Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.	1 piste
Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	2 pistettä
Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	3 pistettä
Biologiset fysikaaliset ja kemialliset tekijät	
Kaikki mittaus- ja/tai analyysitulokset täyttävät vaaditut tai suositellut ohjearvot, raja-arvot, viitearvot tai toimenpiderajat.	0 pistettä
Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	1 piste
Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	2 pistettä
Suurin osa mittaus- ja/ tai analyysituloksista ei täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	3 pistettä

8.2 Olosuhdearviointi

Olosuhdearvioinnissa tutkittuja tiloja arvioidaan kerroskohtaisesti, koska havaitut sisäilman riskitekijät vaihtelevat kerroksen mukaan. Lisäksi tiloja 158 ja 161 on arvioitu erikseen.

Tutkimustulosten perusteella 1.kerroksen tilojen olosuhdearviointi määritellään luokkaan C (poislukien tilat 158 ja 161). Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella.

Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 3

Olosuhdearvioinnin pisteytys: 1.kerros.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	3 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset fyysiset ja kemialliset tekijät	2 p
Yhteensä	8 p

- Ulkoseinien ja väliseinien alaosien puukiiloissa ja valupapereissa esiintyy mikrobivaurioita. Vaurioituneista materiaaleista on 1.kerroksessa useita ja säännöllisiä ilmavuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan normaalissa painesuhteessa. Rakennuksen painesuhteet ovat kuitenkin painesuhdemittausten perusteella pääosin lievästi alipaineisia.
- Ryömintätilassa on selkeitä epäpuhtauksia ja havaintojen perusteella ryömintätilasta on ilmavuotoja sisäilmaan. Sisäilma on seurantamittausten perusteella jatkuvasti alipaineinen ryömintätilaan päin.
- Teknisen työn tilan 155 ulkoseinärakenteen sisäpuolisessa lämmöneristeessä havaittiin viitteitä mikrobivaurioista. Tilassa havaittiin myös selkeitä ilmavuotoja maaperän ja sisäilman välillä.
- Liikuntasalin ja tilan 146 välisessä väliseinässä havaittiin mikrobiperäistä hajua ja rakenteessa epätiiviyyttä.

- Ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalikulitlähteitä yksittäisissä päätelaitteissa ja koneiden osalta mineraalikulitlähteiden suojauksissa on puutteita. Poistoilmanvaihdon päätelaitteet ovat paikoin runsaassa pölyssä. Ilmanvaihtojärjestelmässä on epätasapainoa yksittäisten tilojen osalta.
- Osalla käytävistä alakattolevyt ovat mineraalivillapintaisia ja reunoistaan suojaamattomia.

Tutkimustulosten perusteella 1.kerroksen tilojen 158 ja 161 olosuhdearviointi määritellään luokkaan D. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella.

Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 4

Olosuhdearvioinnin pisteytys: 1.kerros.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	3 p
Rakennusosien riskitekijät	3 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset fysikaaliset ja kemialliset tekijät	2 p
Yhteensä	9 p

Muulla 1. kerroksessa tehtyjen havaintojen lisäksi tilojen 158 ja 161 arvioon vaikuttaa seuraavat havainnot:

- Tiloissa on havaittu selkeää mikrobiperäistä hajua.
- Tilan 161 lattiarakenteessa todettiin aktiivinen vesivahinko
- Tilan 161 paine-ero on ajoittain selkeästi alipaineinen (-10...-15 Pa).
- Tilan 161 lattiapinnoitteen liimauksessa on käytetty liimaa, jossa havaittiin voimakas kemiallinen haju

Tutkimustulosten perusteella 2.kerroksen tilojen olosuhdearviointi määritellään luokkaan C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä

sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella.

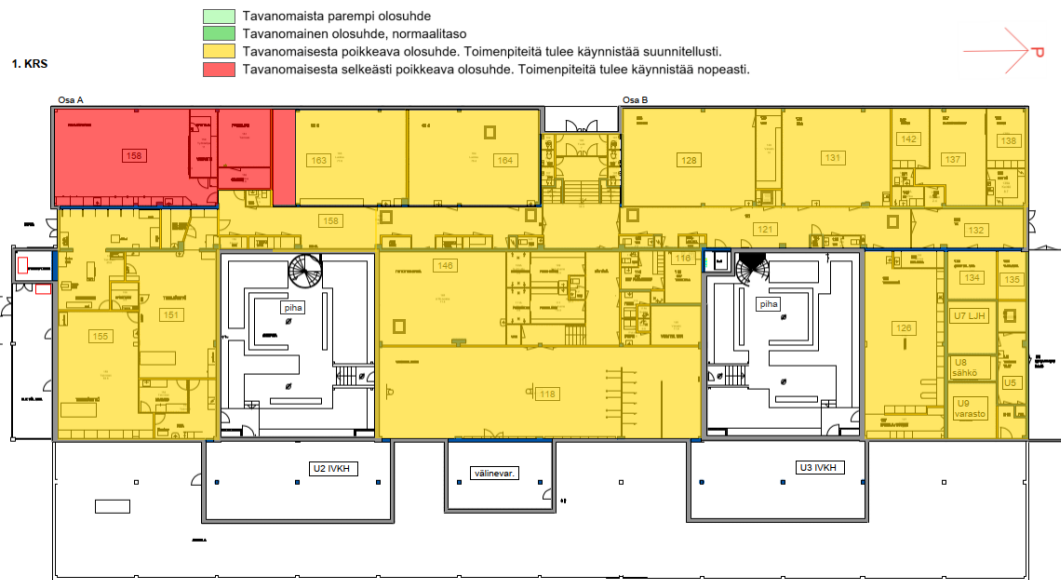
Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 5

Olosuhdearvioinnin pisteytys: 2.kerros.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	1 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset fysikaaliset ja kemialliset tekijät	2 p
Yhteensä	6 p

- Väliseinien alaosien puukiiloissa ja mineraalivillatilkkeissä esiintyy mikrobivaurioita. Väliseinäliittymiä ei käytävien osalta ole tiivistetty, joten vaurioista on ilmayhteys käytävien sisäilmaan.
- Väliseinien alaosissa havaittiin pistemäisiä aktiivisia kosteusvaurioita vesipisteiden läheisyydessä
- Käytävillä ikkunoiden yläpuolella on levyrakenteisia seinäosuuksia rakennuksen 2. kerroksessa. Levyrakenteissa havaittiin kosteusvaurioita, jotka ovat selkeässä ilmayhteydessä sisäilman kanssa.
- Luokka- ja toimistotiloissa havaittiin pääosin pistemäisiä ilmavuotoreittejä oviliittymistä ja putkiläpivienneistä.
- Rakennuksen painesuhteet ovat kuitenkin painesuhdemittausten perusteella pääosin lievästi alipaineisia.
- Rakennuksen sisäilmassa havaittiin toimenpiderajan ylittävä mineraalivillapitoisuus yhdessä tilassa (tila 232).



Kuva 40
Olosuhdearviointi merkittynä pohjakuvaan. 1. kerros.



Kuva 41
Olosuhdearviointi merkittynä pohjakuvaan. 2. kerros.

8.3 Olosuhdearviointiluokituksen parantaminen

Olosuhdearviointia voidaan parantaa seuraavilla toimenpiteillä:

- Tilan 161 kosteusvahingon kuivatus ja lattiapinnoitteessa käytetyn liiman poisto betonipinnan hionnalla
- Ryömintätilan alipaineistusta suositellaan siten, että ryömintätila on jatkuvasti alipaineinen sisätiloihin nähden.
- Ryömintätilasta ja alapohjarakenteista tapahtuvia ilmapuotoja suositellaan lisäksi vähentämään 1. kerroksessa alapohja- ja välipohjaliittymien tiivistyskorjauksilla ja parantamalla tiivistyksiä.
- Teknisen työn tilassa 155 ja 157 ulkoseinärakenteen lisälämmöneristeen korjaukset ja alapohjaliittymien tiivistys
- Tilan 146 ja liikuntasalin välisen väliseinän tiivistys
- 2. kerroksen käytävien väliseinien alaosien tiivistyskorjaukset siten, että ehkäistään asennuskiilojen ja sisäilman välinen ilmayhteys.
- 2. kerroksen luokka- ja toimistotilojen osalta havaittujen epätiiviyiskohtien tiivistys.
- Käytävien ikkunoiden yläpuolisten levyrakenteisten seinien kosteusvauriokorjaukset
- Vesipisteiden alapuolisten pintamateriaalien vaurioiden kosteusvauriokorjaukset
- Paine-erojen tasaaminen siten, että paine-ero pysyttelee kaikissa tiloissa 0...-5 Pa välillä
- Tuloilmakoneiden ja tuloilmapäätelaitteiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus ja käytävien alakattojen mineraalivillalähteiden poisto

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

9.1 Käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset

Seuraavassa luettelossa on koottu raportissa ja olosuhdearviossa esitetyt käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset rakennneosittain. Listaukseen on koottu myös aiemmassa raportissa todettuja toimenpidetarpeita (A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 3.4.2025).

Alapohjarakenteet

- Tilan 161 alapohjan kosteusvauriokorjaukset
 - Rakenteiden riittävä kuivatus tulee varmistaa
- Ryömintätilojen ja putkikanaalin alipaineistaminen ilmavuotojen ehkäisemiseksi
- Tiivistyskorjausten korjaaminen 1.kerroksessa
 - Suositellaan uusimaan seinäliittymien, putkiläpivientien ja oviliittymien tiivistykset luokkatiloissa kauttaaltaan
 - Vaakahalkeamien korjaus ja tiivistys ulkoseinissä (havaittu tiloissa 158 ja 161)
 - Jalkalista tulee asentaa korjausten jälkeen liimaten (ei suoraan tiivistettyyn pintaan)
- Tilan 223 tiivistysten uusiminen
 - Ulkoseinän tiivistykset sekä tilojen 223 ja 224 väliseinän tiivistykset
- 2.kerroksen oviliittymien tiivistykset / tiivistysten korjaus alapohjan alueella
- Tilassa 155 tiivistyskorjaukset
 - Sisäpinnaltaan levyrakenteisten ulkoseinien tiivistyskorjaus
 - Tiivistykset suoritettava lattian ja kivirakenteisen seinien liittymiin
 - Pilariliittymien tiivistyskorjaukset
- Levyrakenteiset seinät tulee avata tiivistettävien rakenteiden ympäriltä ja tiivistykset lattia ja kivirakenteisten seinien ja pilareiden liittymiin
- Asbestipitoisten vinyylilaattojen korjaaminen liikuntasalin viereisestä varastotilasta.

Ulkoseinärakenteet

- Teknisen työn tilan 155 ulkoseinärakenteen sisäpuolisen lisälämmöneristyksen ja koolauksen korjaaminen kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.
- Eristerapattujen ulkoseinien kosteusrasituskohtien korjausta suositellaan siten, ettei kosteusrasitusta julkisivulle pääse jatkossa tapahtumaan (peltien kaatojen korjaus).

Väliseinärakenteet

- Tilan 146 ja liikuntasalin välisen väliseinän tiivistys

Välipohjarakenteet

- 2.kerroksen käytävien väliseinäliittymien tiivistys
- 2. kerroksen putkikanaalien tarkastusluukkujen vaihtaminen kaasutiiviiksi luukuiksi

Sisäpuoliset pintarakenteet

- Vesipisteiden alapuolisten pintamateriaalien vaurioiden laajempi kartoitus ja kor-
teusvauriokorjaukset
 - Suositellaan asentamaan kosteussulku riittävälle alueelle vesipisteen ja kui-
vauspisteiden alapuolelle sekä käyttämään pintamateriaaleina (jalkalistat) kos-
teutta kestäviä materiaaleja.
- Käytävien alkuperäisten mineraalivillapintaisten akustiikkalevyjen uusiminen

Sisäilman olosuhteet

- Tilojen 118 ja 259 ylipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihto säätää siten,
että paine-ero ulkovaipan yli olisi välillä 0...-5 Pa.
- Ryömintätilan alipaineistusta suositellaan siten, että ryömintätila olisi jatkuvasti ali-
paineinen sisätiloihin nähden, eikä ilmavuotoja tapahtuisi ryömintätilasta sisäilmaan
päin.
- Huonelämpötilojen nostaminen kylmissä tiloissa. Puuttuvien patteritermostaattien
paikalleen asentaminen ja järjestelmän perussäätö

Ilmanvaihto

- Tuloilmakoneiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus
- Tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimentimien läpikäynti ja mineraalivillaeristeisten
vaimentimien vaihto kuituvapaisiin tuotteisiin.

- Liikuntasalin ilmanvaihtokoneen TK-3 huolto ja päätelaitteiden puhtauden varmistaminen. Ilmamäärien säätö tasapainoon ja suunniteltuihin arvoihin.
- Luokkatilojen ja käytävien poistoilmasäleikköjen vaihtaminen sellaisiin malleihin, jotka eivät tukkeudu herkästi pölystä. Päätelaitteet tulee vähintään puhdistaa säännöllisesti pölystä (2 x vuodessa).
- Lumen ja veden kulkeutumisen estäminen suodattimille varmistamalla riittävä mitoitus ja niiden varustaminen lumisäleiköillä.
- Liikuntasalin raitisilmakammion uusiminen kosteutta kestäväksi

9.2 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

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

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

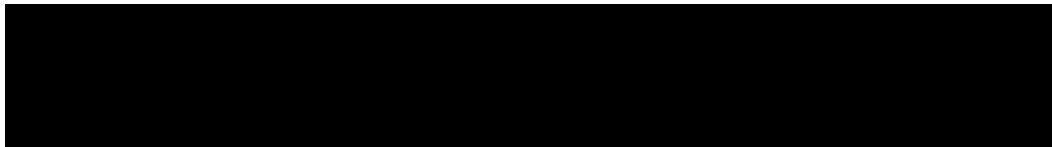
Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännöt. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

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

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 7.11.2025

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



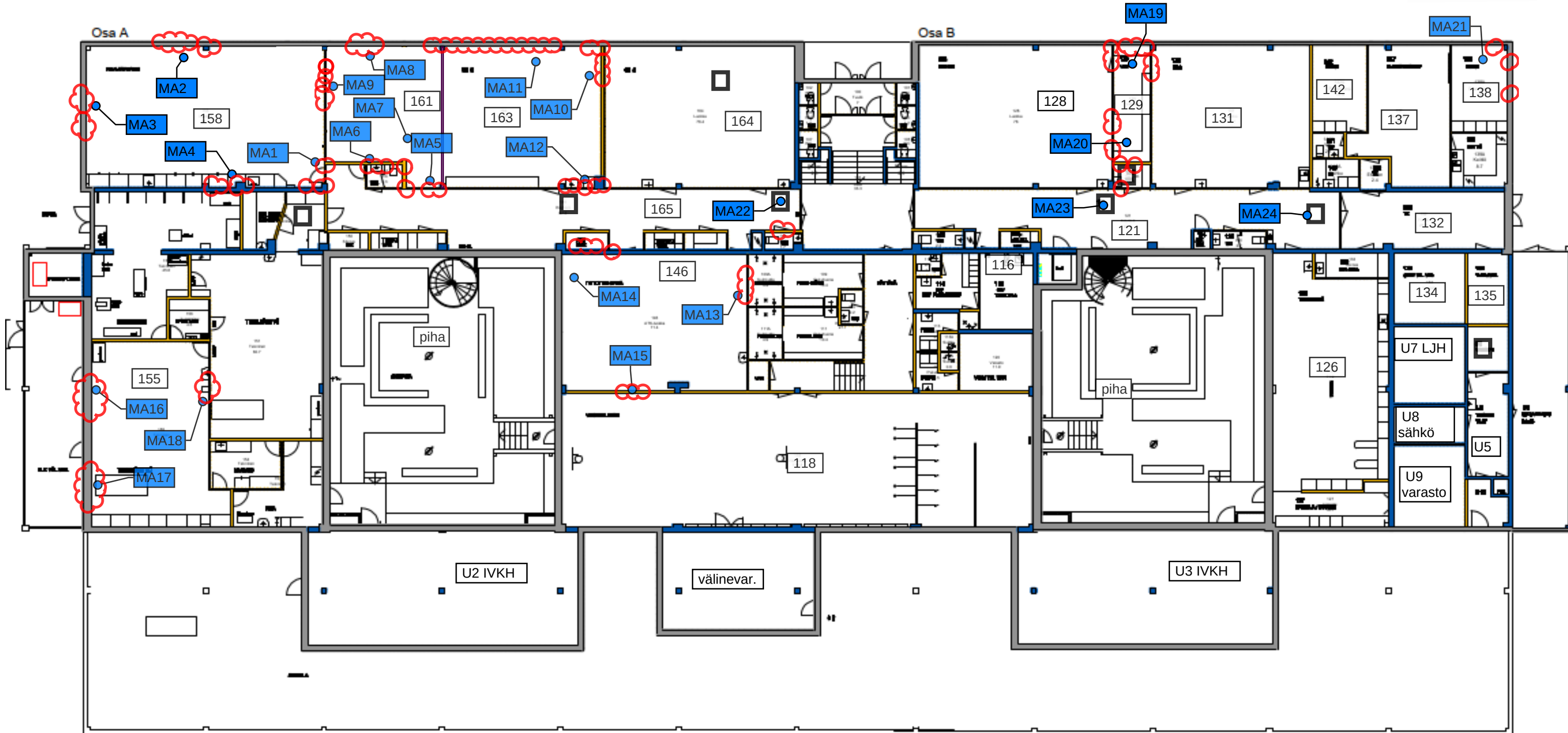
DI Santtu Alastalo
Kosteus- ja sisäilma-asiantuntija

DI, Elina Manelius
LVI-asiantuntija
Rakennusterveysasiantuntija nro C-25172-26-19
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-25303-24-19
Kosteusvaurion kuntotutkija FISE (KVKT)

Merkkiainekokeet

- MA# Merkkiainekaasun laskupaikka
- ☁ Merkkiaine kokeessa havaittu ilmavuotokohta
- xx, kuva # Kohdehavainto ja/tai valokuva
- ### Tilan numero
- Lattialuukku

1. KRS



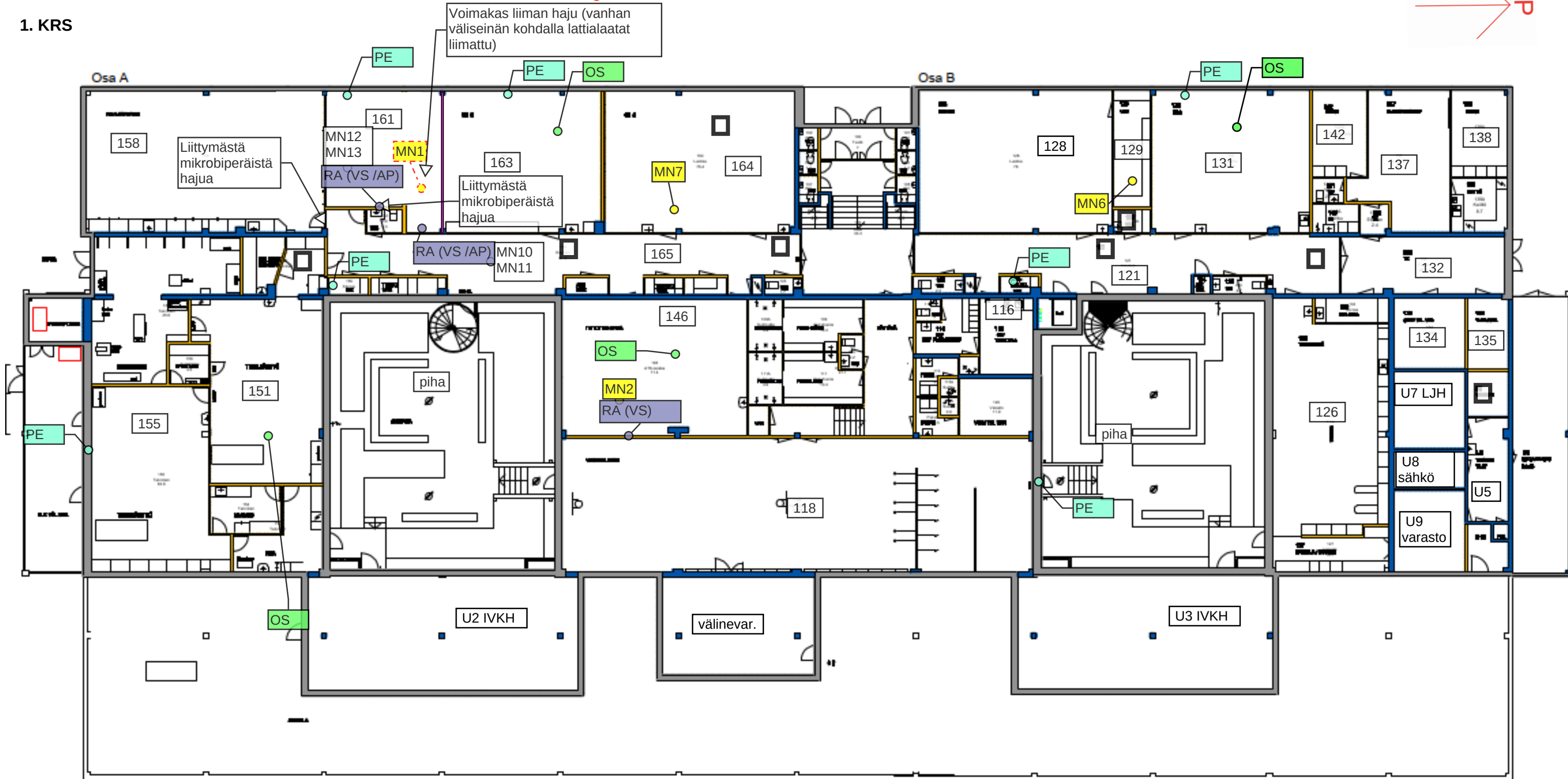
Materiaalinäytteet, olosuhdemittaukset ja kohdehavainnot

- △ xx, kuva # Kohdehavainto ja/tai valokuva
Tilan numero
□ Lattialuokku

- XX# Rakenneavaus / tarkastus (AP / VP / VS)
XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvua
XX# Materiaalien mikrobit, epäily mikrobikasvusta
XX# Materiaalien mikrobit, selvä mikrobikasvu

- PE# Paine-eron mittauspiste
OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)

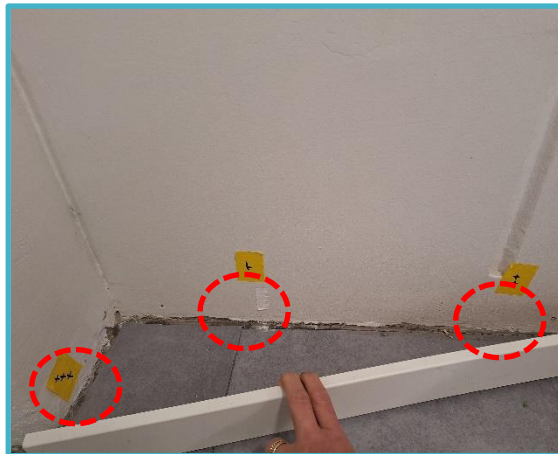
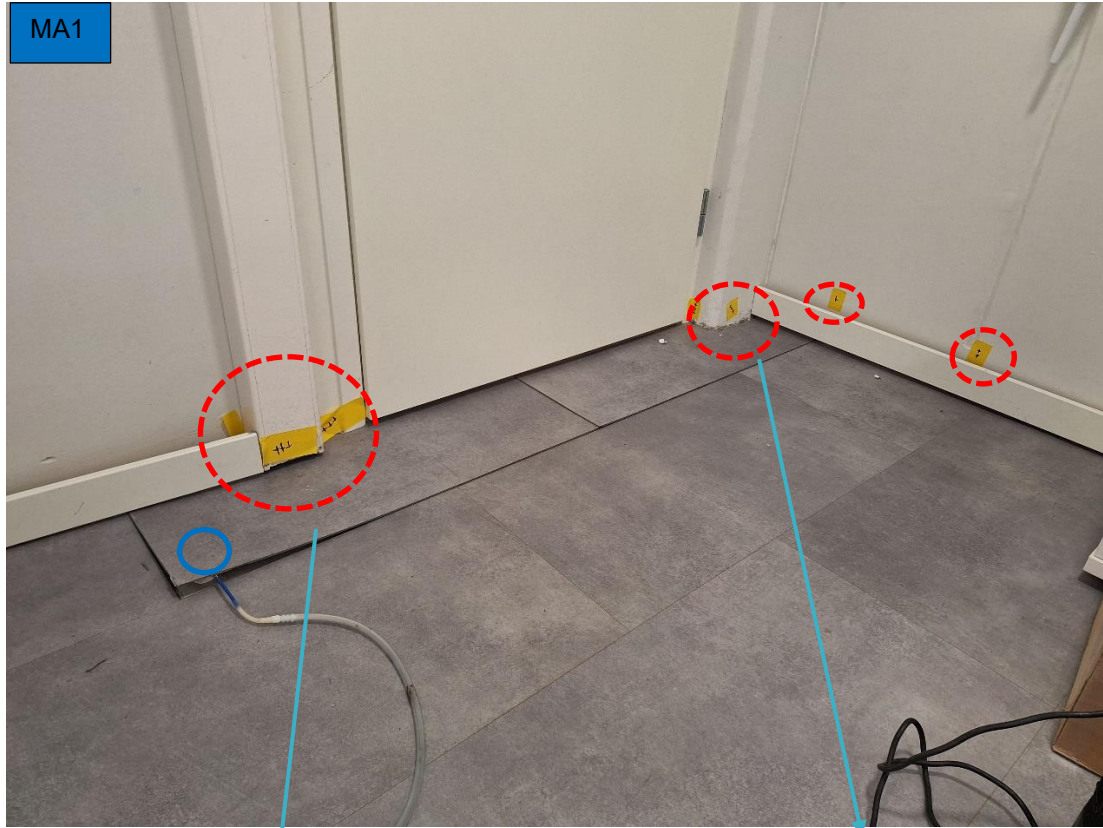
1. KRS



Merkkiainekokeet, materiaalinäytteet ja olosuhdemittaukset

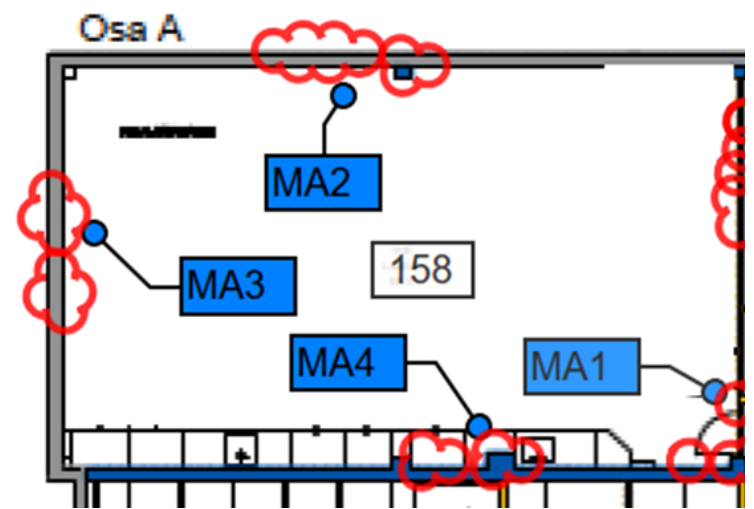
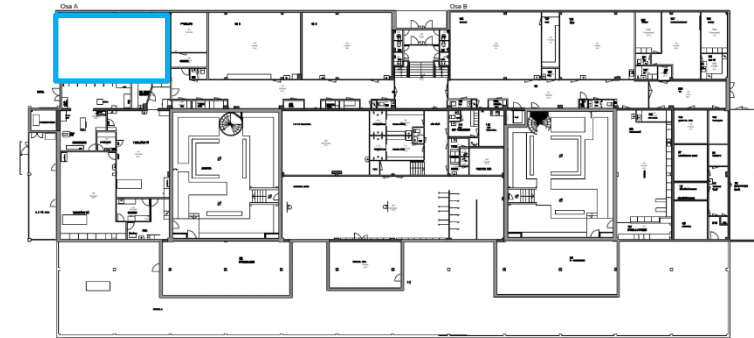
2. KRS





Tila 158: Merkkiainekokeet MA1 ja MA2 (ja MA3)
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -6...-7 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -1...-3 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



MA1 vuotokohdat:

- Vuotoja oviliittymän molemmilta puolilta (liittymästä mikrobiperäinen haju)
- Vuotoa sähkökourun alta
- Väliseinäliittymässä pistemäisiä vuotokohtia

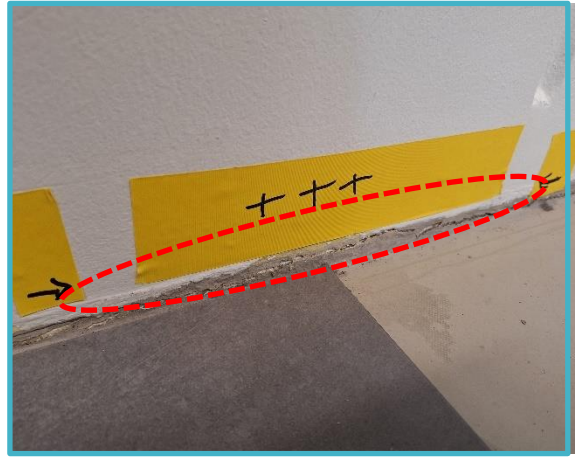
MA2 vuotokohdat:

- Voimakasta vuotoa pilariliittymästä
- Voimakasta vuotoa putkiläpivientien kohdalta
- Ulkoseinäliittymässä useita vuotokohtia halkeaman sekä jalkalistan naulanreikien kohdalta

MA3 vuotokohdat:

- Ulkoseinäliittymässä useita vuotokohtia halkeaman sekä jalkalistan naulanreikien kohdalta

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



MA4 vuotokohdat:

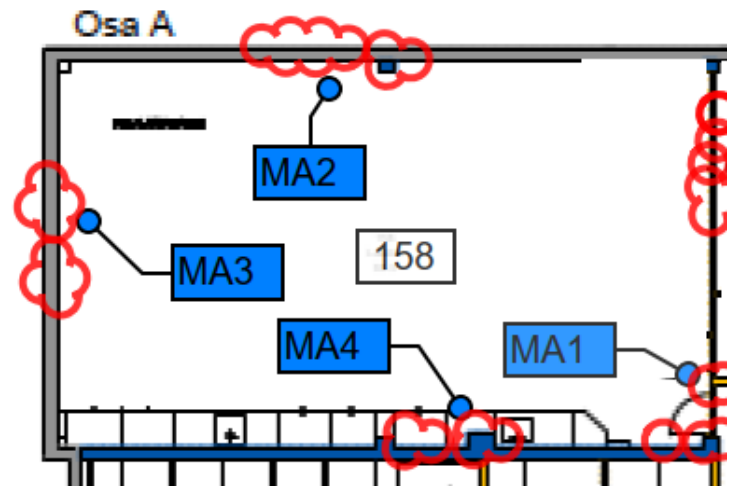
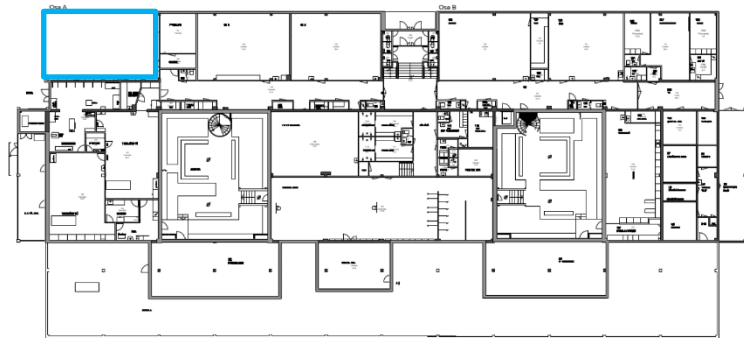
- Vuotoa koteloinnin ja väliseinän liittymästä (vuotoa todettiin koteloinnin sisältä tiivistä-mättömistä putkiläpivienneistä sekä seinäliittymästä)
- Voimakasta vuotoa väliseinäliittymästä

Tila 158: Merkkiainekokeet MA4

Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -6...-7 Pa alipai-neinen ulkoilmaan nähden ja -1...-3 Pa alipaineinen alapoh-jan eristekerrokseen nähden

○ Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta

○ Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



MA5 vuotokohdat:

- Vuotoja väliseinäliittymästä (jalkalistan nauhojen reiät, mutta myös muualta)
- Vuotoja kotelorakenteen ja väliseinien liittymistä

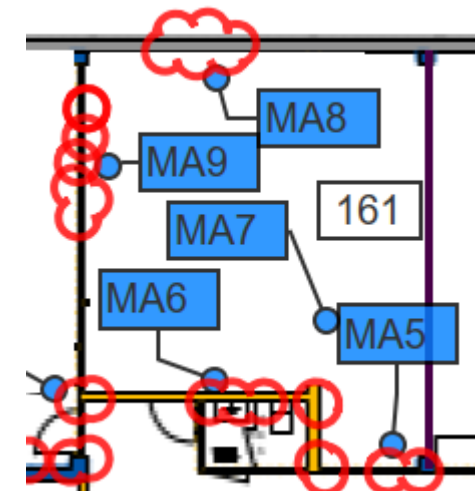
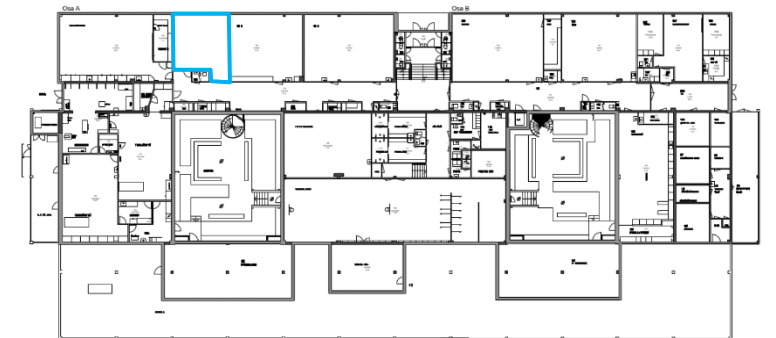
MA6 ja MA7vuotokohdat:

- Voimakasta vuotoa WC-vastaisen väliseinän liittymästä (liittymästä voimakas mikrobiperäinen haju)
- Vuotoa oviliittymästä

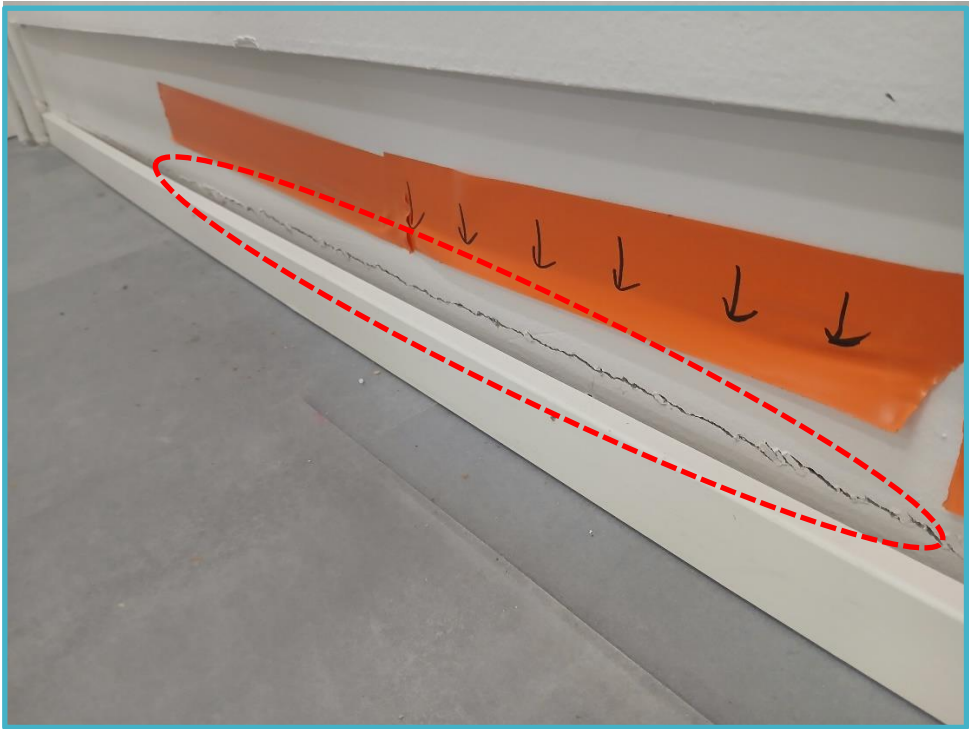
Tila 161: Merkkiainekokeet MA5, MA6 ja MA7
Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -6...-9Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -3...-6 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

○ Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta

○ Vuodon laajuus

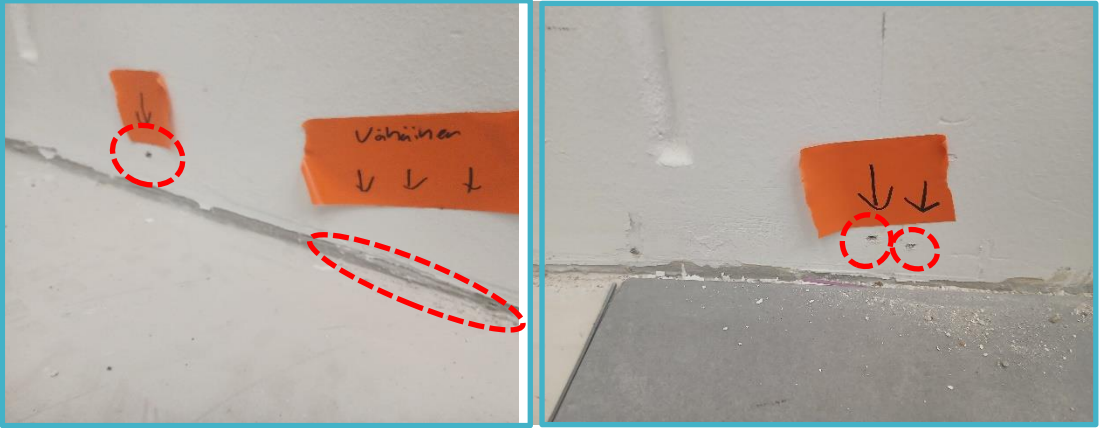
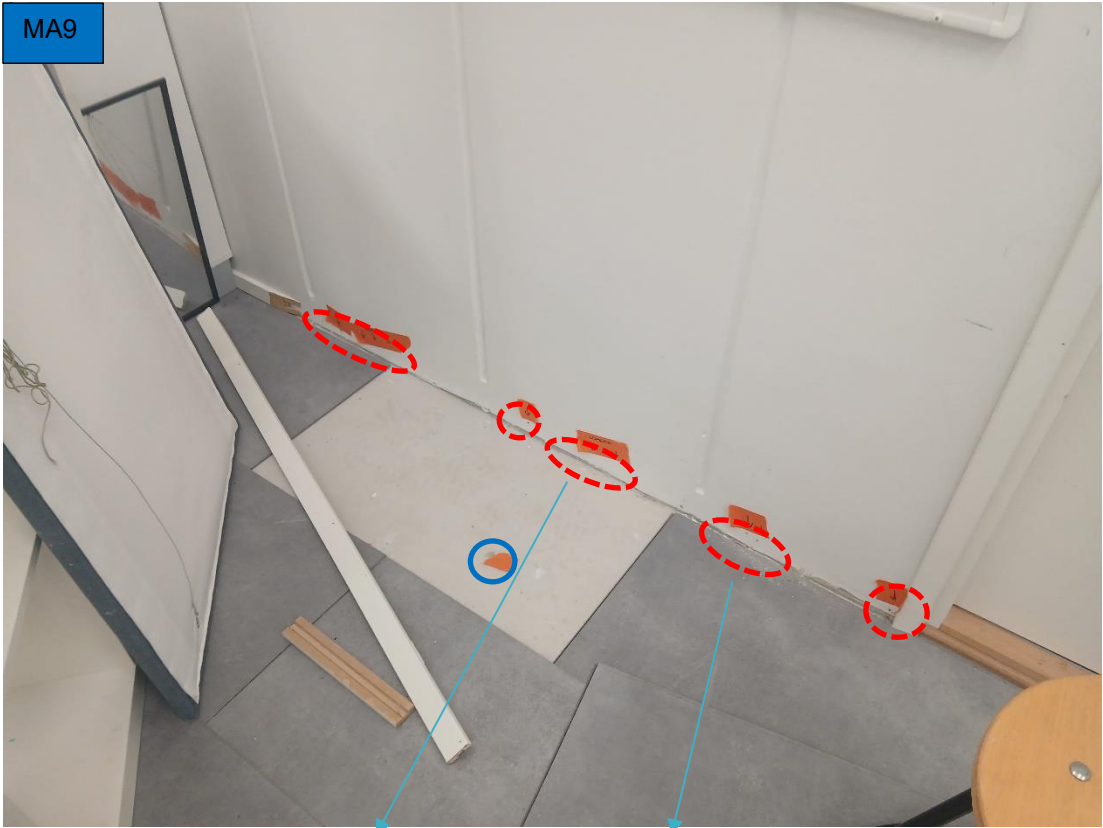


Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointorilla.



MA8 vuotokohtat:

- Voimakasta vuotoa ulkoseinän halkeamasta

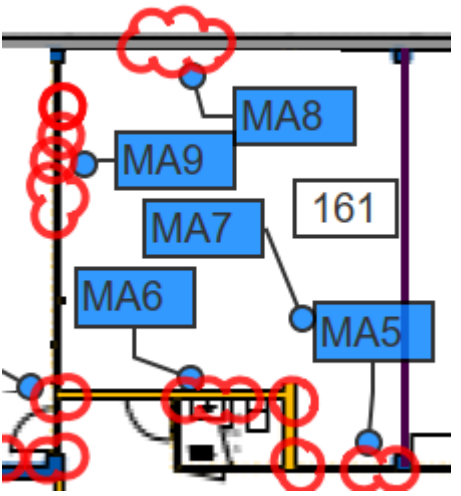
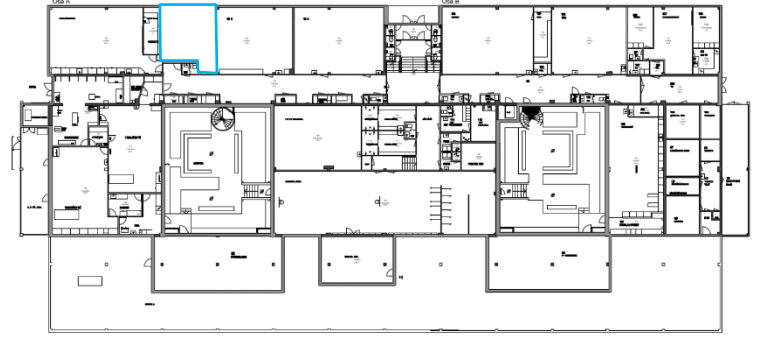


MA9 vuotokohtat:

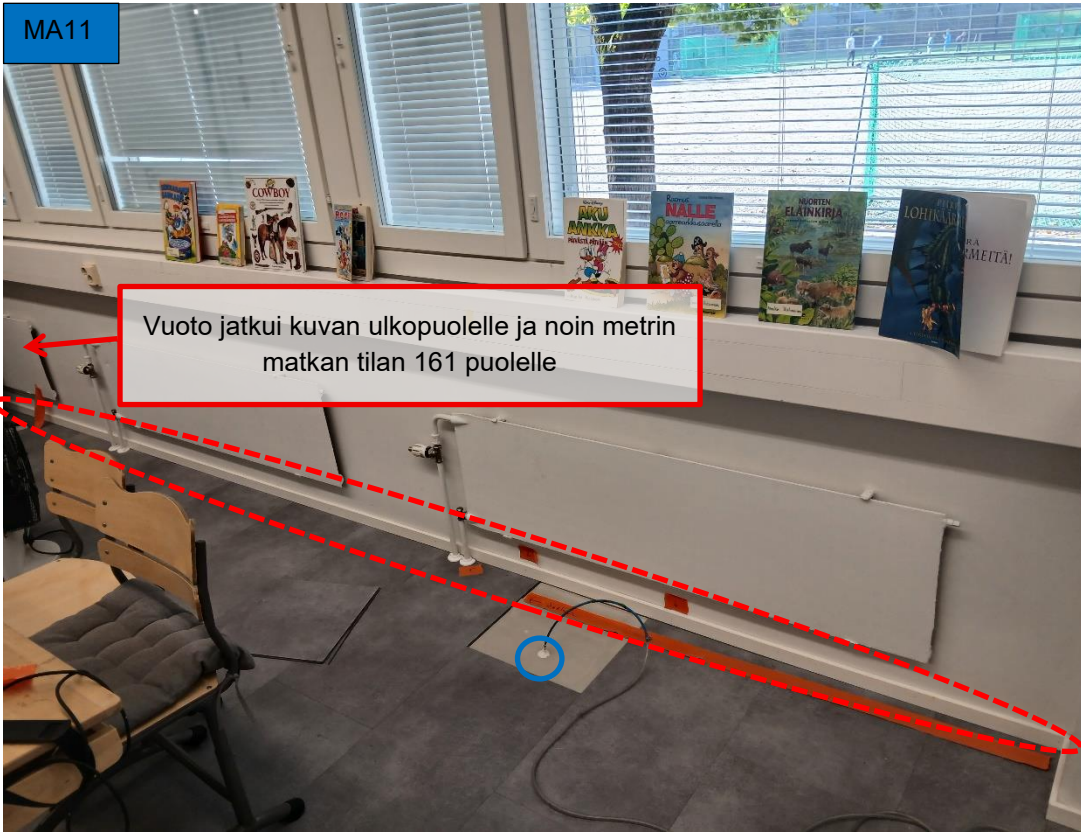
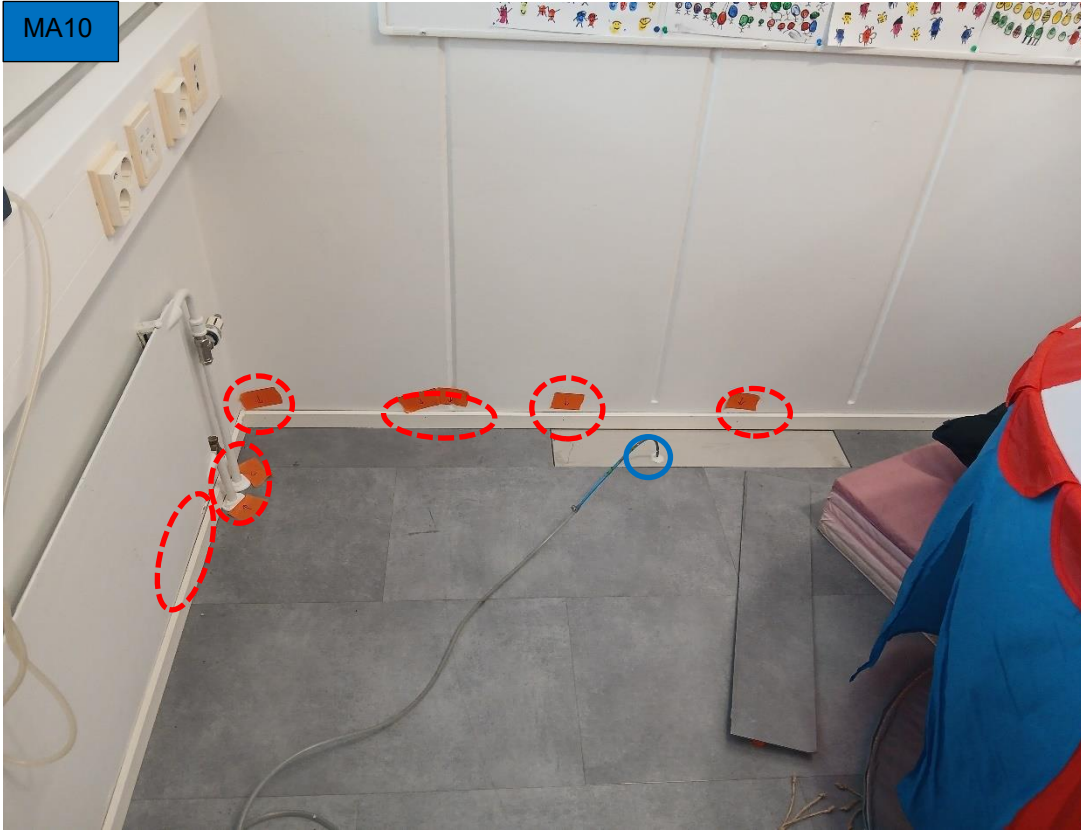
- Vuotoa jalkalistan nauhojen kohdalta (rikkoneet tiivistyksen)
- Väliseinän liittymässä jalkalistan takaa paikoin heikkoa vuotoa myös kohdissa, joissa
- Vuotoa oviliittymästä

Tila 161: Merkkiainekokeet MA8 ja MA9
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -6...-9Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -3...-6 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

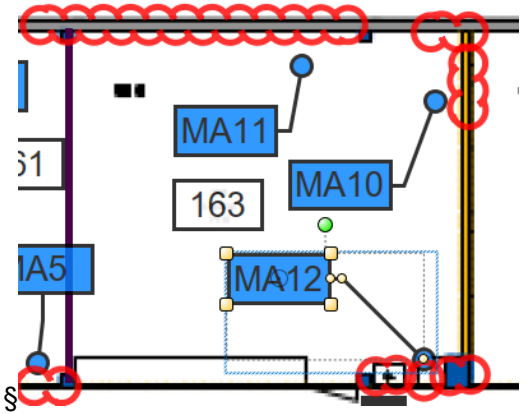
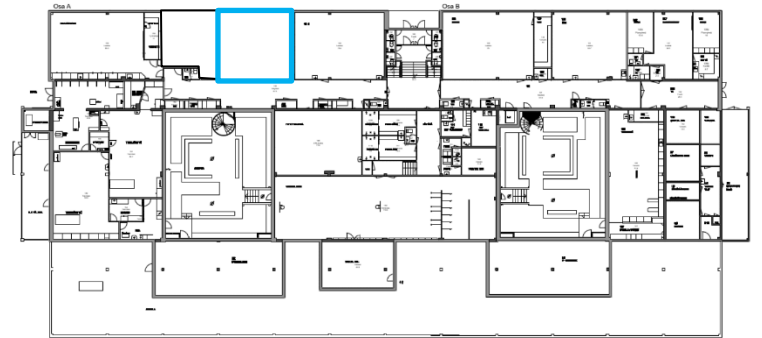


Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



Tila 163: Merkkiainekokeet MA10, MA11 ja MA12
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin-1...-3 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja 0...-3 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



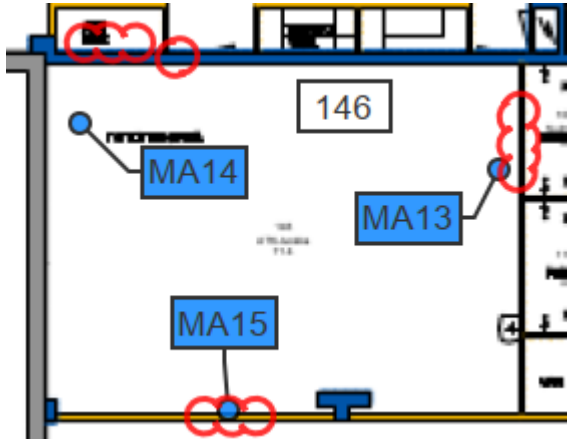
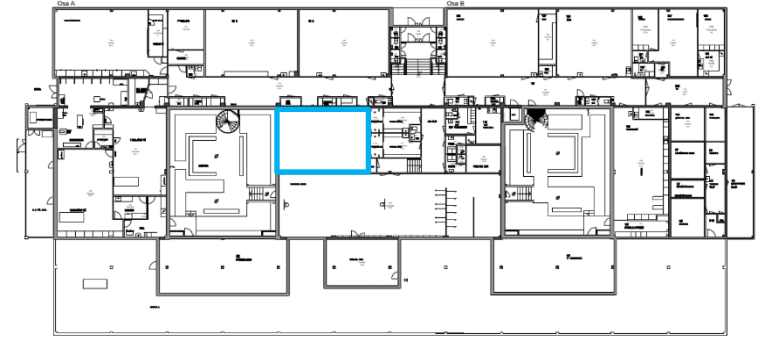
- MA10 vuotokohdat:**
- Vuotoa väliseinällä jalkalistan naulojen kohdalta (rikkoneet tiivistyksen) sekä yhden elementti sauman kohdalta
 - Ulkoseinäliittymästä vuotoa putkiläpivientien kohdalta
 - Ulkoseinäliittymästä vuotoa jalkalistan takaa
- MA11 vuotokohdat:**
- Ulkoseinäliittymässä jalkalistan takana havaittiin vuotoa lähes koko ulkoseinän matkalla (jatkui myös tilan 161 puolelle n. 1 metrin matkan)
 - Ulkoseinäliittymästä vuotoa putkiläpivientien kohdalta
- MA12 vuotokohdat:**
- Vuotoa väliseinällä jalkalistan naulojen kohdalta
 - Vuotoa putkiläpivientien kohdalta
 - Vuotoa koteloinnin ja väliseinän liittymästä sekä koteloinnin luukun takaa

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



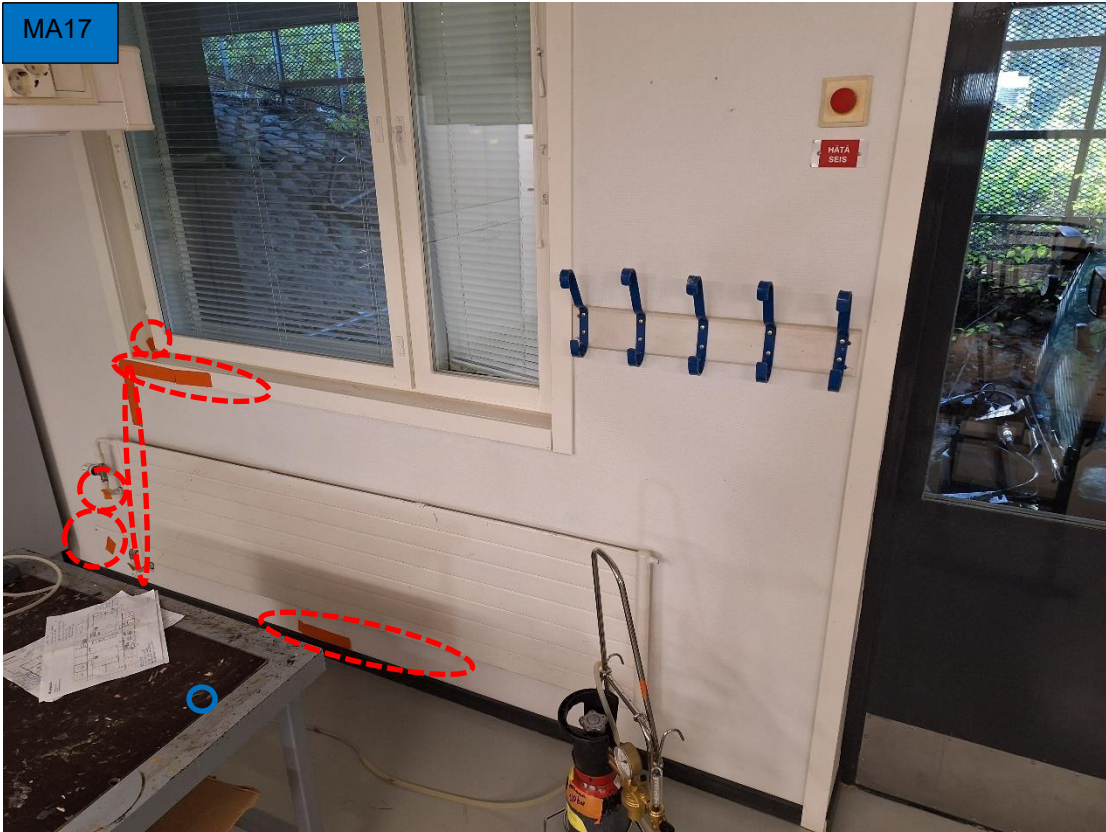
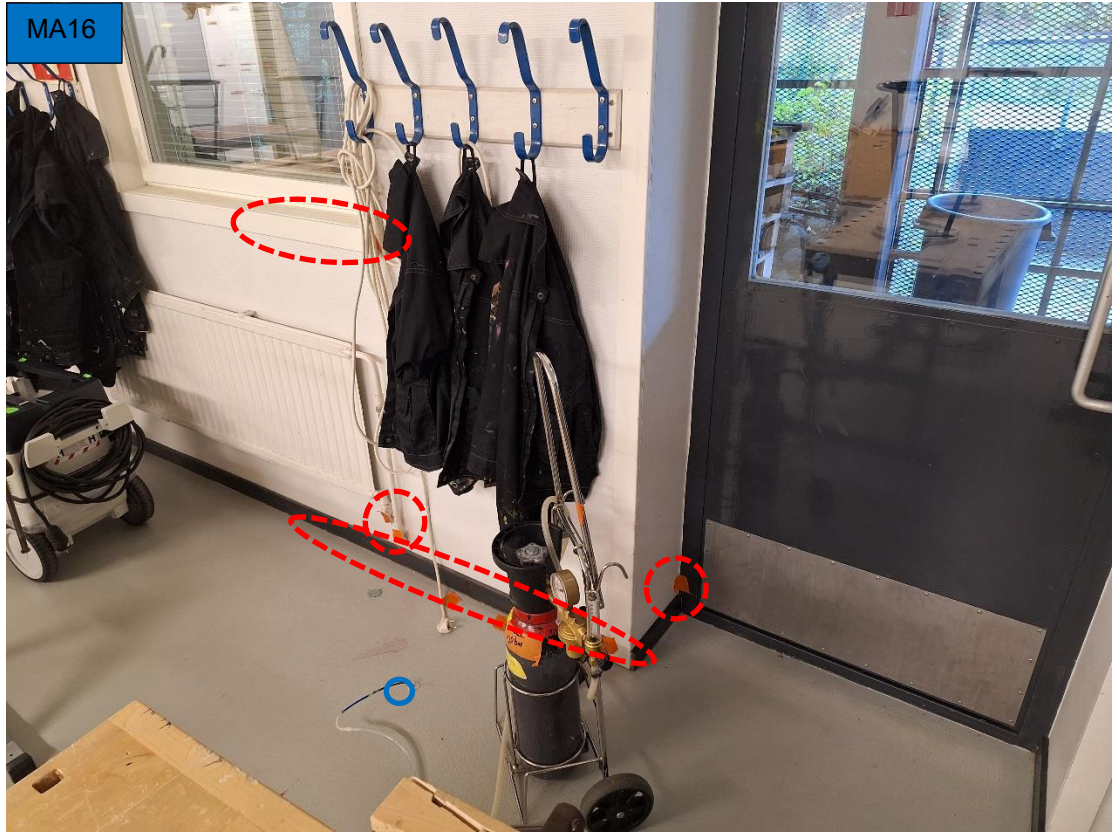
Tila 146: Merkkiainekokeet MA13, MA14 ja MA15
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. (MA13 ja MA14) sekä väliseinän eristetilaan (MA15). Kokeet tehtiin tilan ollessa lievästi alipaineistettu (yksi tuloilmanvaihdon päätelaite teipattu), jolloin sisätila oli noin -3...-5 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -2...-3 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden. Merkkiainakokeessa MA15 sisätila oli n. -3 Pa alipaineinen väliseinän eristetilaan nähden.

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



- MA13 vuotokohdat:**
- Pistemäisiä vuotoja väliseinäliittymästä (jalkalistan nauhojen reiät, mutta myös muualta)
- MA14 vuotokohdat:**
- Vuotoa oviliittymästä
 - Vuotoa väliseinäliittymästä varaston 147 puolelta (ei ole tiivistetty)
- MA15 vuotokohdat:**
- Voimakasta vuotoa väliseinän lattialiittymästä

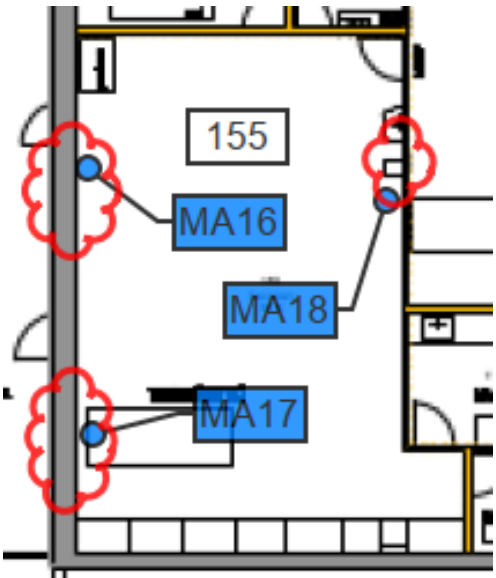
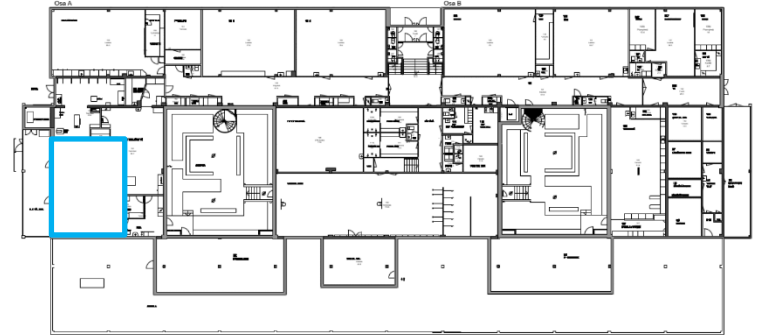
Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



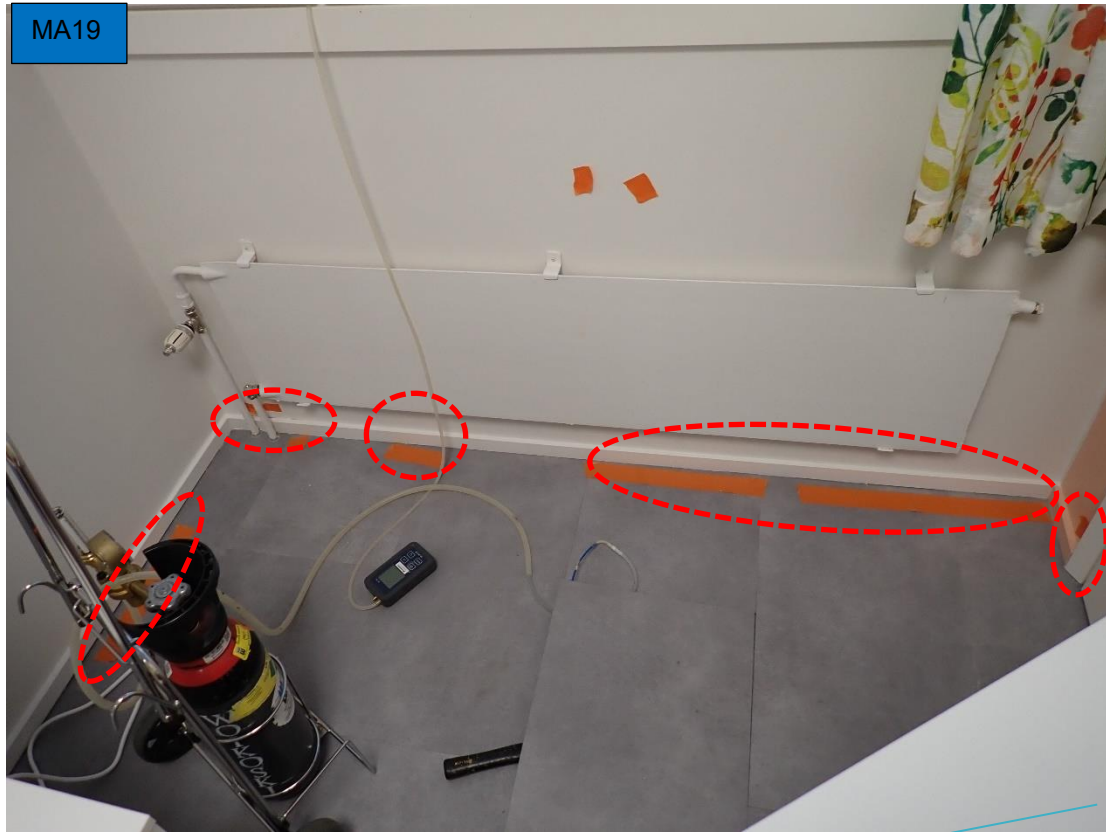
- MA16 ja MA17 vuotokohdat:**
- Voimakasta vuotoa ikkunaliittymistä
 - Voimakasta vuotoa lattialiittymästä
 - Voimakasta vuotoa levyjen saumakohdasta
 - Voimakasta vuotoa patteriläpivienneistä
 - Vuotoa ovi liittymästä (MA16)
 - Vuotoa vanhan ulkoseinän tarkastusluukun reunoista (MA17)
- MA18 vuotokohdat:**
- Voimakasta vuotoa pilarin ja kevyen väliseinän liittymästä
 - Vuotoa pilari-lattialiittymästä

Tila 155: Merkkiainekokeet MA8 ja MA9
 Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin-1....-3 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja 0....-2 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

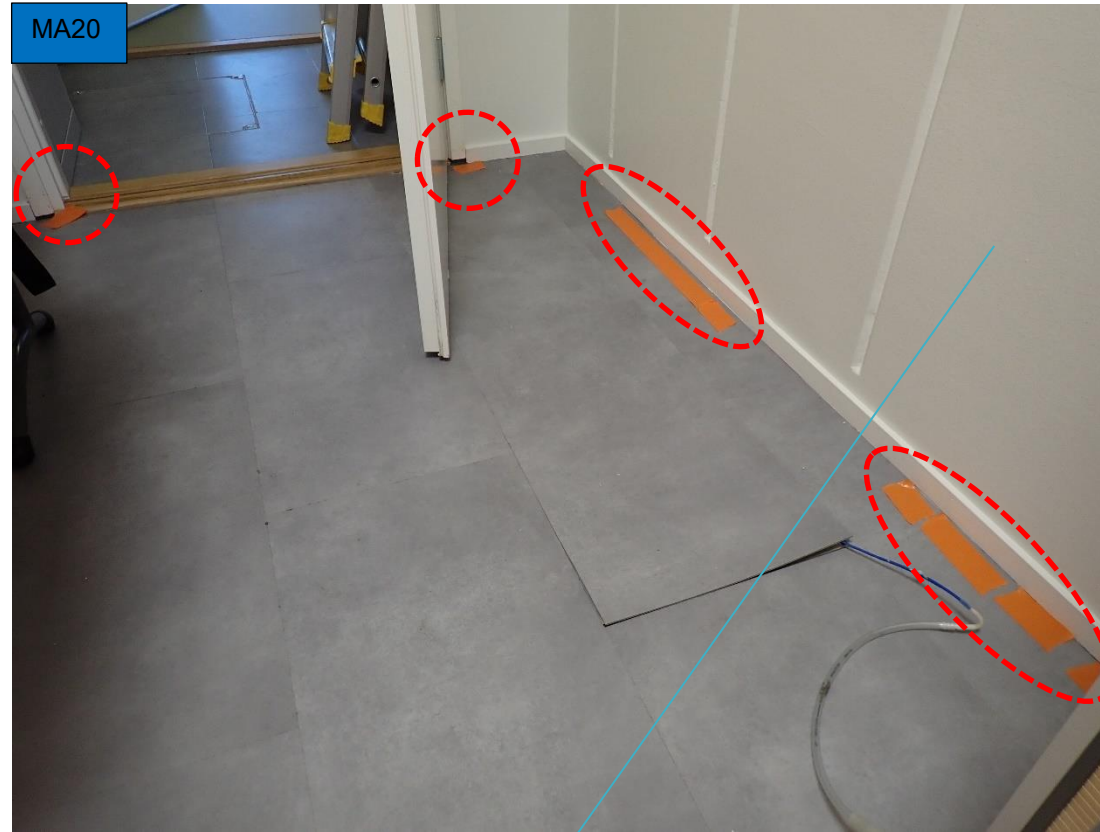


Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analyysaattorilla.



MA19 vuotokohdat:

- Vuotoa laajalta alueelta ulkoseinä-lattialiittymästä
- Vuotoa alapohjan putkiläpivienneistä
- Vuotoa väliseinän oviliittymästä
- Vuotoa väliseinä-lattialiittymästä



MA20 vuotokohdat:

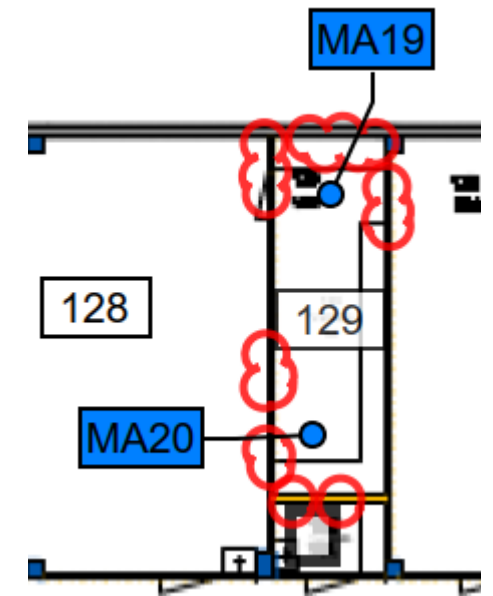
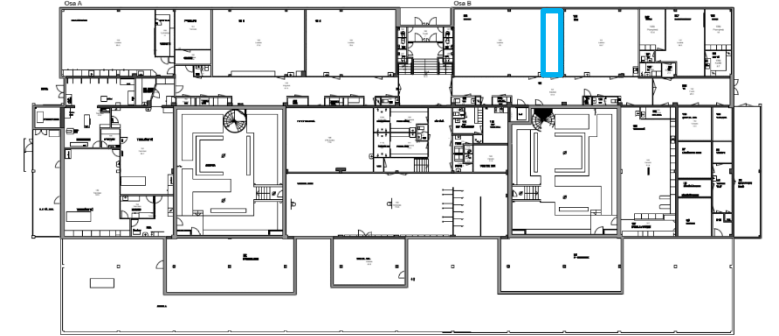
- Vuotoa laajalta alueelta väliseinä-lattialiittymästä (myös viereisen tilan 128 puolelta)
- Vuotoa väliseinän oviliittymistä

Tila 129: Merkkiainekokeet M19 ja M20

Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -4...-9 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -2...-5 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

○ Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta

○ Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella.

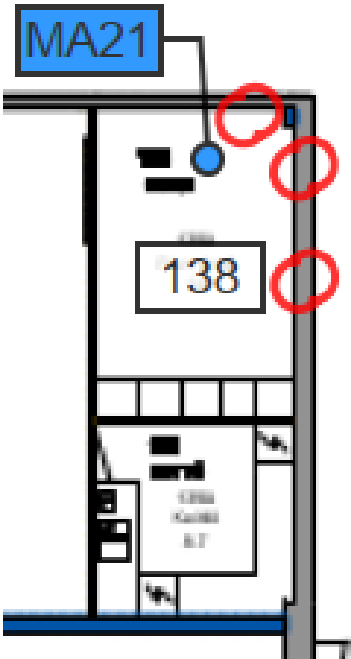
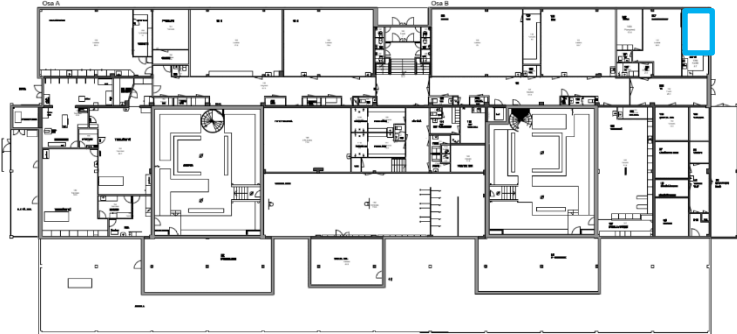


MA21 vuotokohdat:

- Vuotoa alapohjan putkiläpiviennistä
- Vuotoa ulkoseinän sähköpistorasioista

Tila 138: Merkkiainekoe MA21
Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -2...-3 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -2...-3 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.

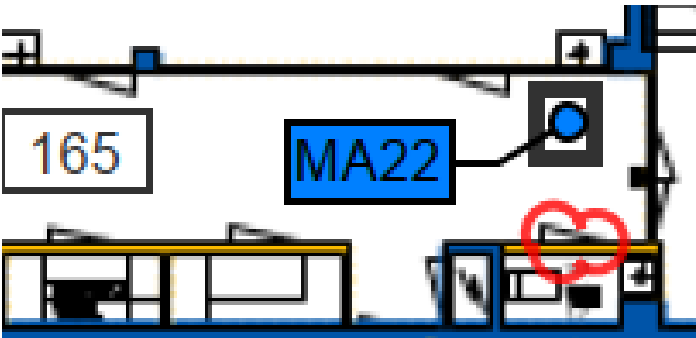
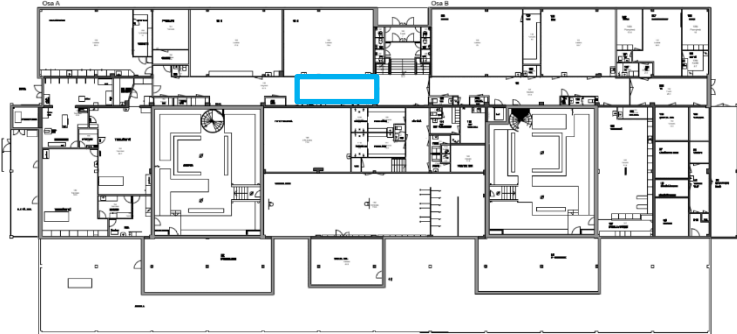


MA22 vuotokohdat:

- Vuotoa WC-tilan oviliittymistä

Tila 165: Merkkiainekoe MA22
Merkkiainekaasu syötettiin putkikanaaliin tarkastusluukun kautta. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -5...-6 Pa alipaineinen putkikanaaliin nähden.

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Koe tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätilat olivat -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

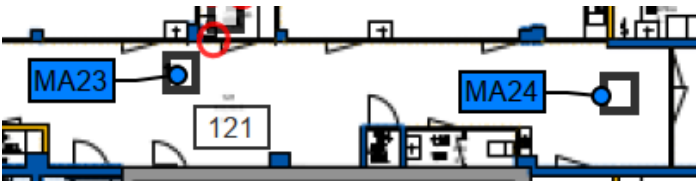
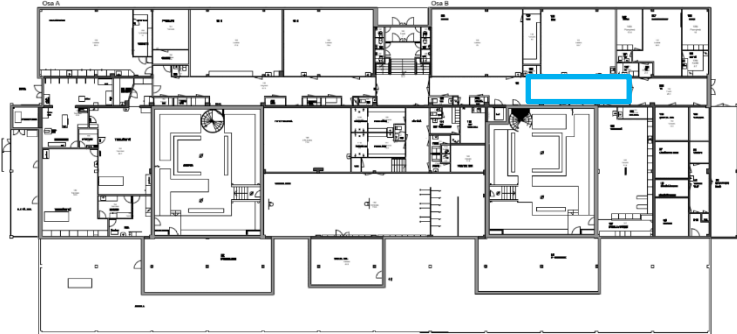


- MA23 vuotokohdat:
- Vuotoa tilan 130 vasemmanpuoleisesta oviliittymästä

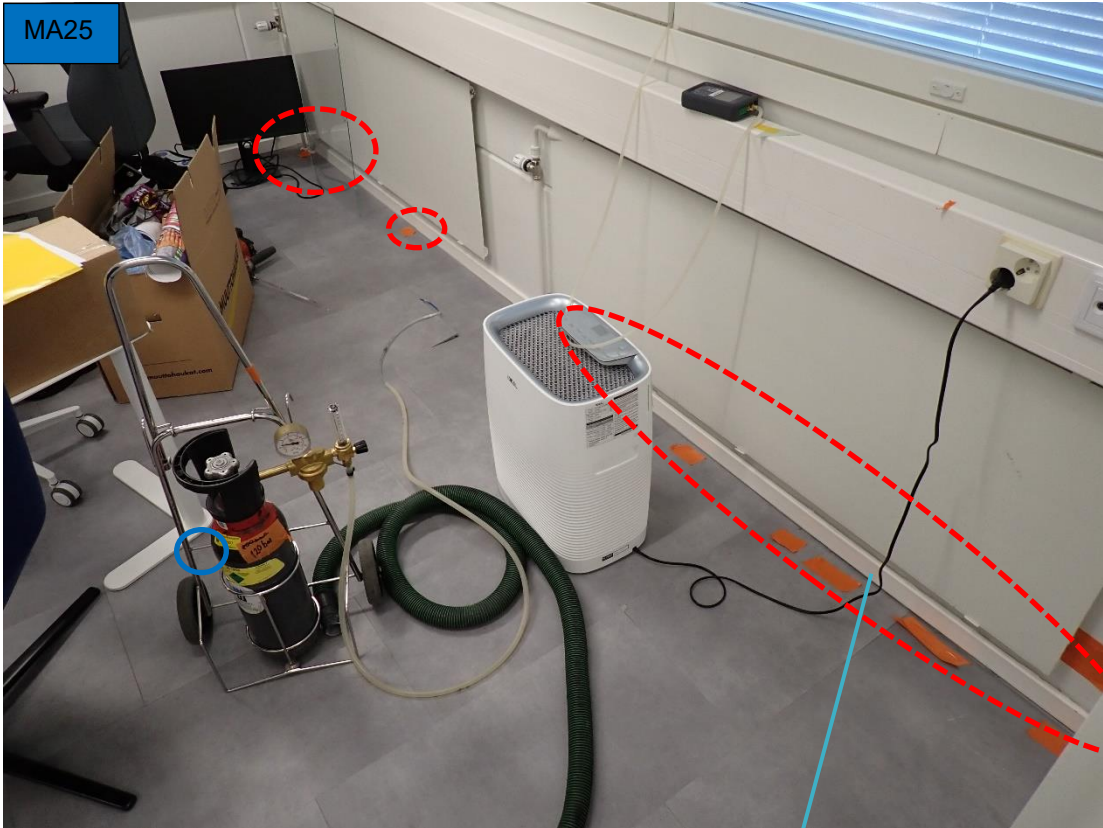
MA24 ei havaittu vuotoja

Tila 121: Merkkiainekoe MA23 ja MA24
Merkkiainekaasu syötettiin putkikanaaliin tarkastusluukun kautta. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -2...-7 Pa alipaineinen putkikanaaliin nähden.

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Koe tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätilat olivat -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.



Tilat 223 ja 224: Merkkiainekokeet MA25 ja MA26
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -1...-2 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -0...-1 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



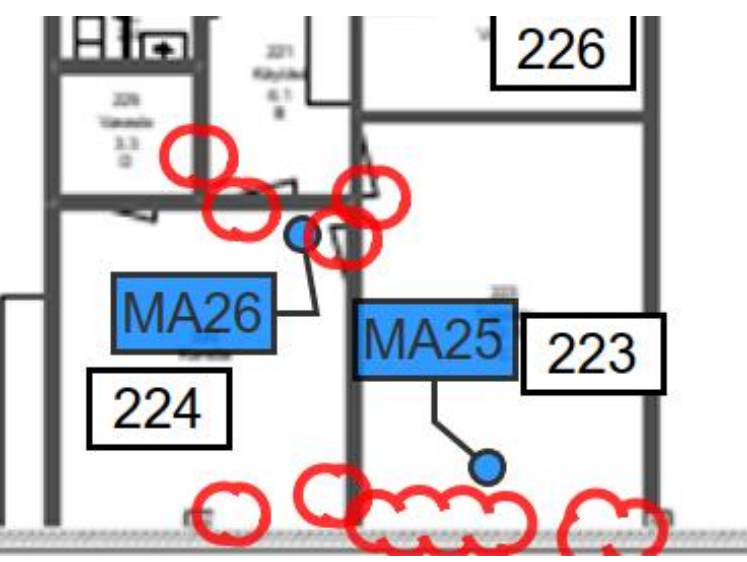
Vuotoa havaittiin myös tilan 224 puolella putkiläpiviennissä



Tiivistys rikkoutunut jalkalistan takaa



Vuotoa havaittiin myös tilan 224 ulkopuolella käytävän oviliittymässä



Vuotoa havaittiin myös tilan 224 puolella väliseinäliittymässä



Vuotoa havaittiin myös tilan 223 puolella väliseinän oviliittymässä

MA25 vuotokohdat:

- Voimakasta vuotoa ulkoseinä-lattialiittymästä (jalkalista liimattu suoraa tiivistykseen ja tiivistys irronnut seinästä)
- Vuotoa putkiläpiviennistä (myös tilan 224 puolella)
- Vuotoa väliseinäliittymästä tilan 224 puolella

MA26 vuotokohdat:

- Vuotoja oviliittymistä (myös tilan 224 ulkopuolisella käytävällä sekä tilan 223 puolella)
- Vuotoa väliseinäliittymästä

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



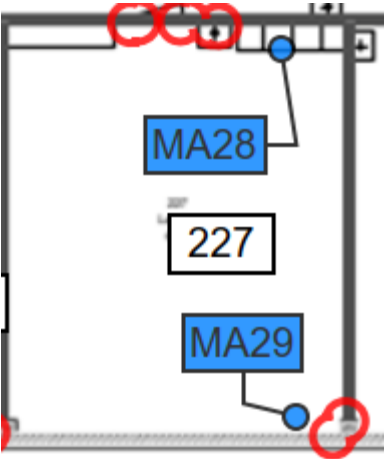
- MA27 vuotokohdat:**
- Vuotoja oviliittymistä sekä sähkökourun takaa
 - Vuotoa käsienvesualtaan putkiläpivienneistä



- MA28 vuotokohdat:**
- Vuotoja pilariliittymästä (sekä ulko- että väliseinän liittymistä)

Tila 227: Merkkiainekokeet MA27 ja MA28
Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -7...-10 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -6...-7 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.



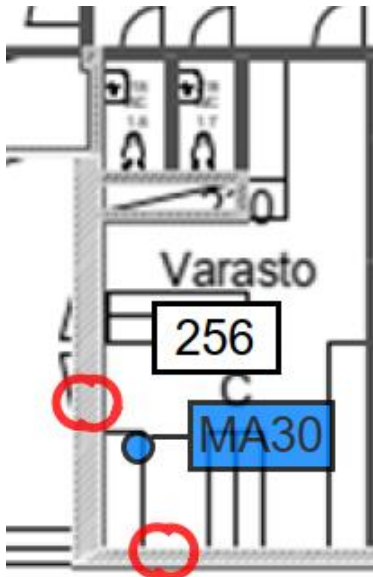
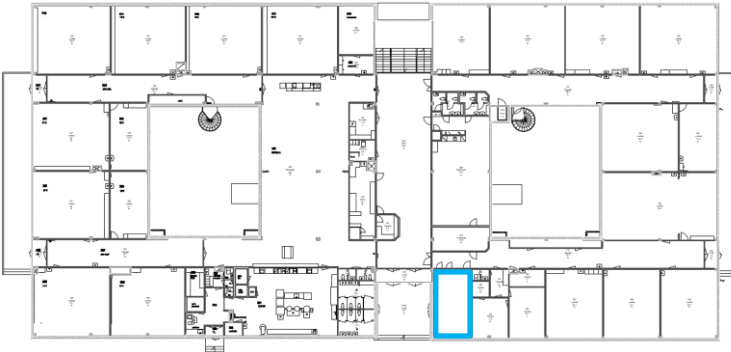
- MA30vuotokohdat:**
- Voimakasta vuotoa ulko-oven viereisen sähkökourun takaa
 - Heikkoa vuotoa putkiläpiviennistä



- MA30 vuotokohdat:**
- Vuotoja pilariliittymistä

Tila 256: Merkkiainekoe MA30
 Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Kokeet tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätila oli noin -0...-1 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja -0...-1 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden (välillä myös 0...+1 Pa ylipaineinen)

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



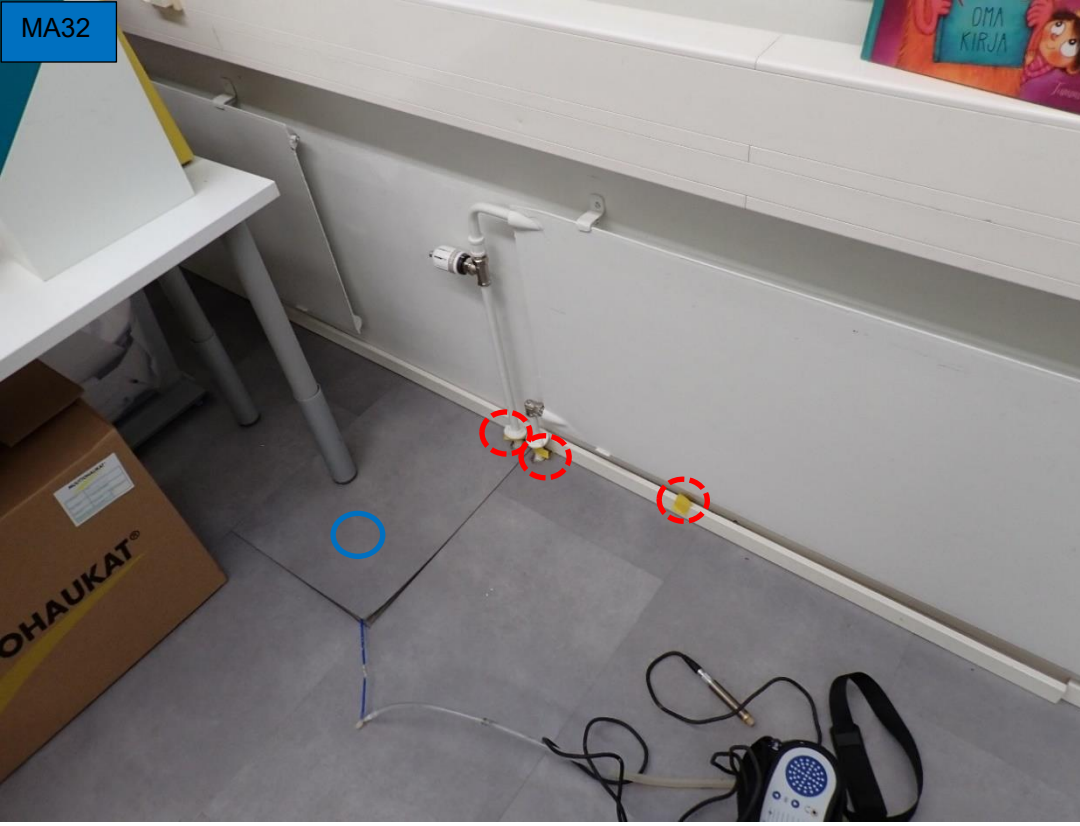
Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla.

MA31



- MA31vuotokohdat:**
- Heikko vuoto lattian ja väliseinien liittymästä

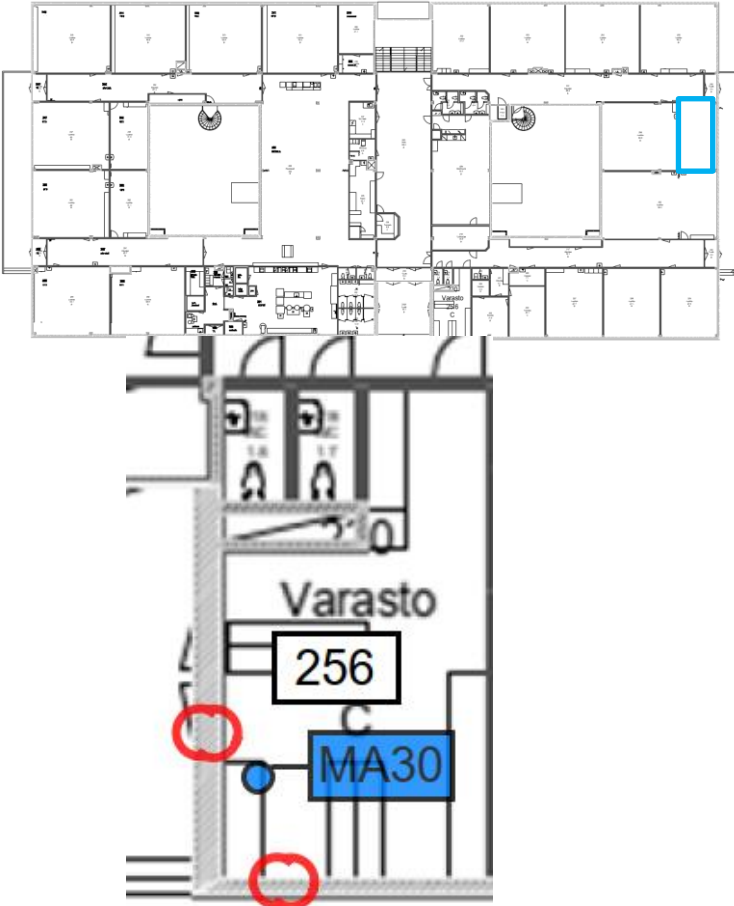
MA32



- MA32 vuotokohdat:**
- Vuotoa patteriputken läpivienneistä
 - Yksittäinen vuoto lattia-seinäliittymästä

Tila 207: Merkkiainekokeet MA31 ja MA32
Merkkiaine syötettiin alapohjan eristetilaan. Merkkiainekoe MA32 tehtiin normaali-ilmapaineessa, jolloin sisätila oli noin -9...-11 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja 6 Pa alipaineinen alapohjan eristekerrokseen nähden. Merkkiainekokeen MA31 tutkimuspisteessä sisäilma +3...+4 Pa ylipaineinen eristetilaan nähden (vaikka tila oli -9...-11 alipaineinen ulkoilmaan nähden), joten tila alipaineistettiin merkkiainekoetta varten (merkkiainekokeen aikana sisäilma -2 Pa alipaineinen eristetilaan nähden).

- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella.

32-1535

Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit	2
---	---

32-1535

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit



274730/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

7.10.2025

1/3



MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY			
Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	22.9.2025
Kohde:	Lehtikuusen koulu Havu-rakennus	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	32-1535	Vastaanottopäivä:	22.9.2025
Näytteenottaja:	Elina Manelius	Viljelypäivät:	23.9.2025
Näytteenottopäivät:	19.9.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	1, Puu, Välipohja tila 161	vähän homeita, bakteerit alle määrittysrajan, mutta mikroskopoinnissa rihmastoa ja itiöitä (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	2, Mineraalivilla, Luokka 146 väliseinä	homeet ja bakteerit alle määrittysrajan	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.

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

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

ANALYYSITULOKSET

Näyte': 1, Puu, Välipohja tila 161

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

Näyte': 2, Mineraalivilla, Luokka 146 väliseinä

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

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 määrittäysrajan

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.

* = kosteusvaurioidikaattori.

sr = sukuryhmä

Ir= lajiryhmä

Kosteusvaurioidikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Marja Hänninen
tutkija, mikrobiologi
p. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535



274730/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

7.10.2025

3/3

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 mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyyysi 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 (luottamusväkillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 27 %. 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-oppaan (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 asumisterveys tutkimuksien 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

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

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	25.9.2025
Kohde:	Lehtikuusen koulu Havu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	32-1535	Vastaanottopäivä:	25.9.2025
Näytteenottaja:	Elina Manelius	Viljelypäivät:	26.9.2025
Näytteenottopäivät:	23.9.2025, 24.9.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	3, Puu, Käytävä 242 väliseinä	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	4, Puu, Käytävä 201 väliseinä	vähän homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, Puu, Käytävä 217 väliseinä	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, Puu, Tila 130 välipohja	homeet ja bakteerit alle määritysrajan (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	7, Puu, Luokka 164	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	8, Mineraalivilla, Kopiohuone 234 väliseinä	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	9, Mineraalivilla, Käytävä 257 väliseinä	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

32-1535



275423/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI
10.10.2025
2/6**LISÄTIEDOT**

Näytteistä 5, 6 ja 7 otettiin myös teippinäytteet suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

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

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

ANALYYSITULOKSET
Näyte': 3, Puu, Käytävä 242 väliseinä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	+
* <i>Stachybotrys</i> sp.	+(3)		muut bakteerit	+
<i>Penicillium</i> sp.	+		* <i>aktinomykeetit</i>	+(5)
hiivat	+			

Näyte': 4, Puu, Käytävä 201 väliseinä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
* <i>Aspergillus versicolores</i> (lr)	+(2)	+(1)	muut bakteerit	+
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	* <i>aktinomykeetit</i>	+++ (T)
* <i>Aspergillus usti</i> (lr)	+(2)			
steriilit	+			

Näyte': 5, Puu, Käytävä 217 väliseinä

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

Näyte': 6, Puu, Tila 130 välipohja

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

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

Näyte¹: 7, Puu, Luokka 164

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	+(4)

Näyte¹: 8, Mineraalivilla, Kopiohuone 234 väliseinä

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

Näyte¹: 9, Mineraalivilla, Käytävä 257 väliseinä

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

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 määrittäysrajan

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

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535



275423/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

10.10.2025

5/6



Marja Hänninen
tutkija, mikrobiologi
p. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

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 määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

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 aktinomykeeteille 27 %. 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-oppaan (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

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

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaaja':	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	16.10.2025
Kohde':	Lehtikuusen koulu Havu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero':	32-1535	Vastaanottopäivä:	17.10.2025
Näytteenottaja':	Santtu Alastalo	Viljelypäivät:	20.10.2025
Näytteenottopäivät':	15.10.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
MN10, Puu, Tila 161 väliseinä puukiila	paljon homeita ja bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
MN13, Puu, Tila 161 väliseinä puukiila	paljon homeita ja bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
MN11, Pahvi, Tila 161 valupaperi laatan ja väliseinän välistä	homeet alle määrittysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
MN12, Pahvi, Tila 161 valupaperi laatan ja väliseinän välistä	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

LISÄTIEDOT

Näytteestä MN11 otettiin myös teippinäyte suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

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

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

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535

ANALYYSITULOKSET
Näyte': MN10, Puu, Tila 161 väliseinä puukiila

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

Näyte': MN13, Puu, Tila 161 väliseinä puukiila

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

Näyte': MN11, Pahvi, Tila 161 valupaperi laatan ja väliseinän välistä

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

Näyte': MN12, Pahvi, Tila 161 valupaperi laatan ja väliseinän välistä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	++	+++	muut bakteerit	+
*Aspergillus usti (lr)	+(1)		*aktinomykeetit	+++ (T)
*Aspergillus versicolores (lr)		+(3)		

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

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535



279309/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

3.11.2025

3/4

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 määrittäysrajan

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. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi



Pinja Tegelberg
tutkija, biologi
p. +358 44 776 0476
pinja.tegelberg@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

32-1535



279309/RMS

TUTKIMUSRAPORTTI

3.11.2025

4/4

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 soveltamisohe, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyyysi 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 (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 27 %. 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 materiaalisissa	- sienten pesäkemäärä enintään + JA - bakteerien pesäkemäärä enintään + JA - alle kahta indikaattorimikrobia/taksonia (mukaan lukien aktinomykeetit) JA - suoramikroskopoinnissa ei kasvustoa osoittavaa määrää sienirihmasto
epäily mikrobikasvusta materiaalisissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmasto TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalisissa	- 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 soveltamisohe, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

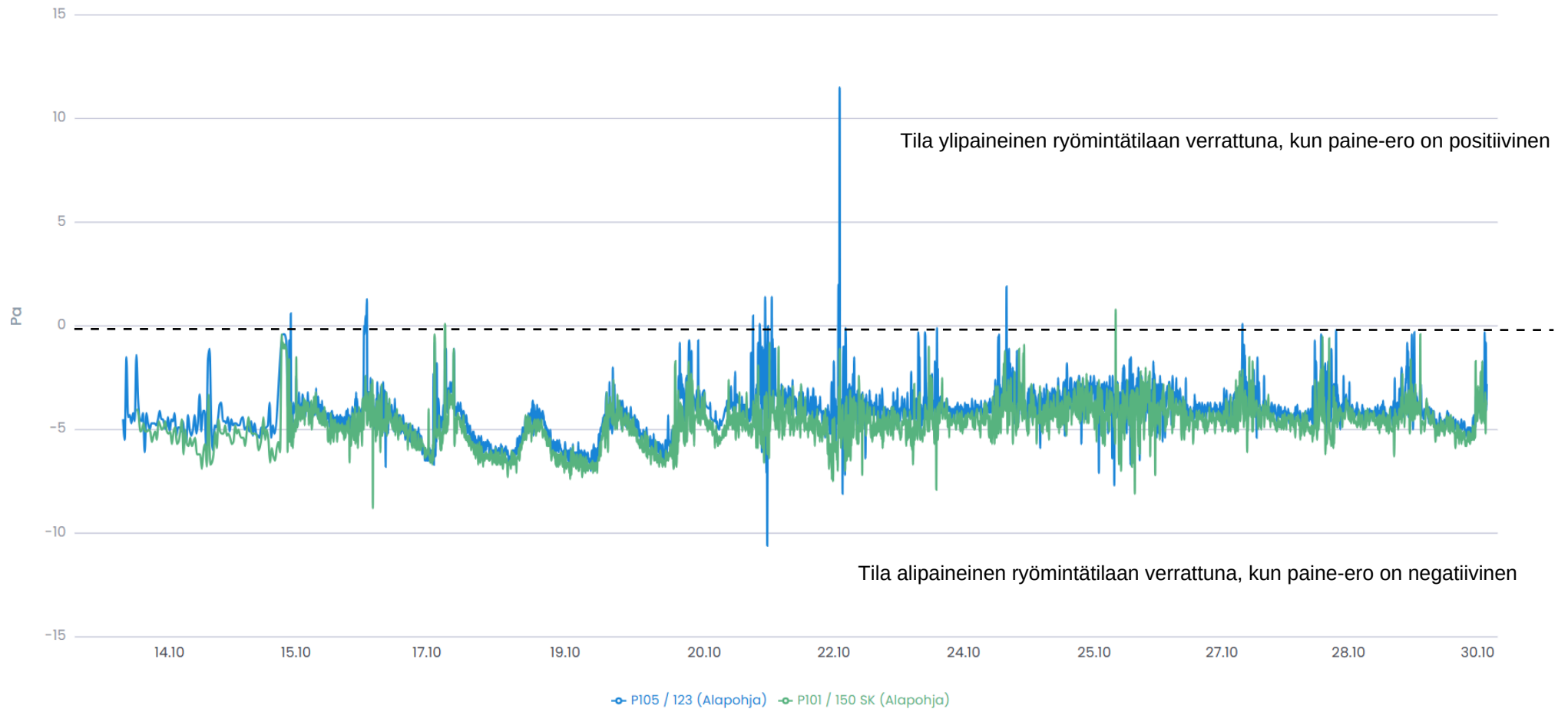
A.-M. Pessi ja K. Jalkanen: Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

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

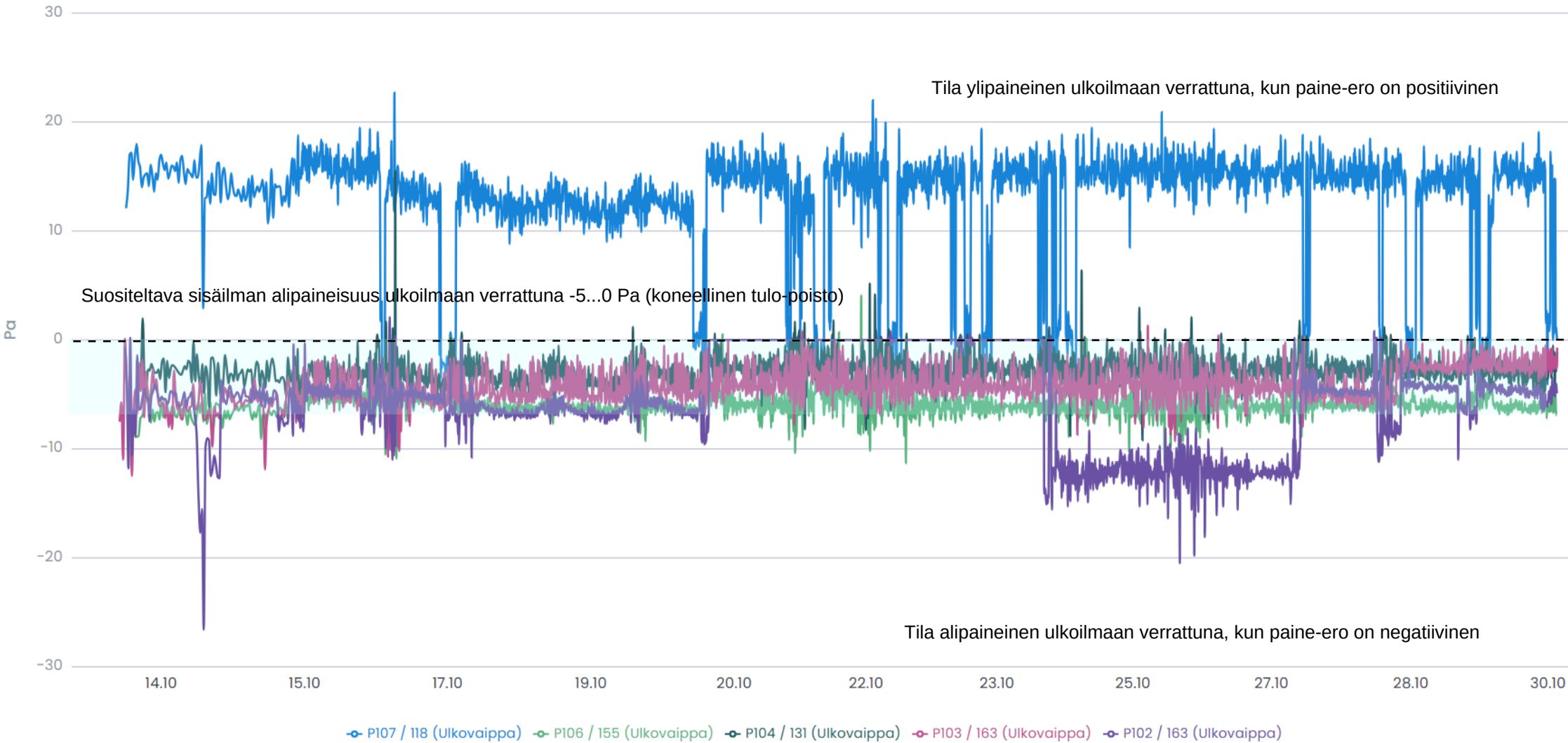
Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

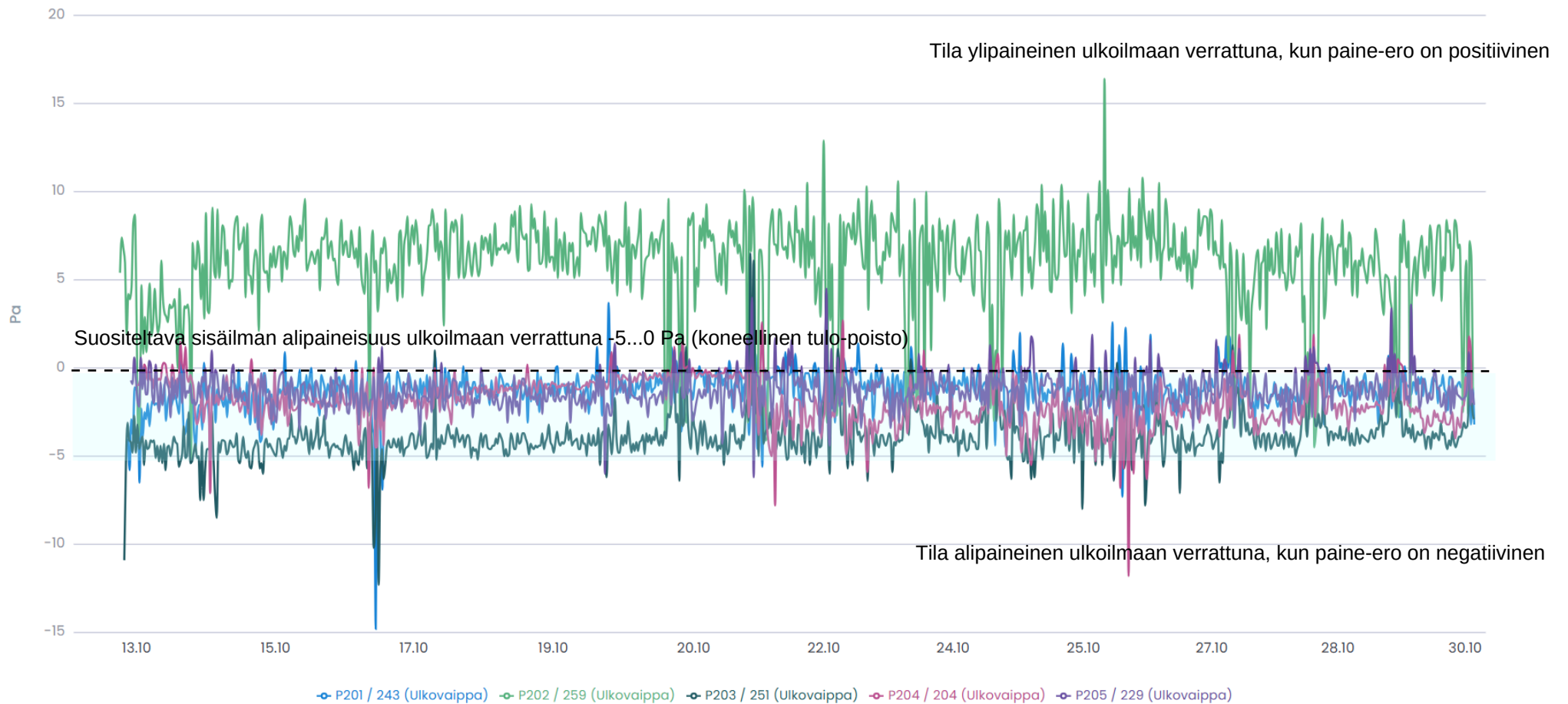
Paine-ero sisäilmasta ryömintätilaan aikavälillä 13.10-30.10.2025



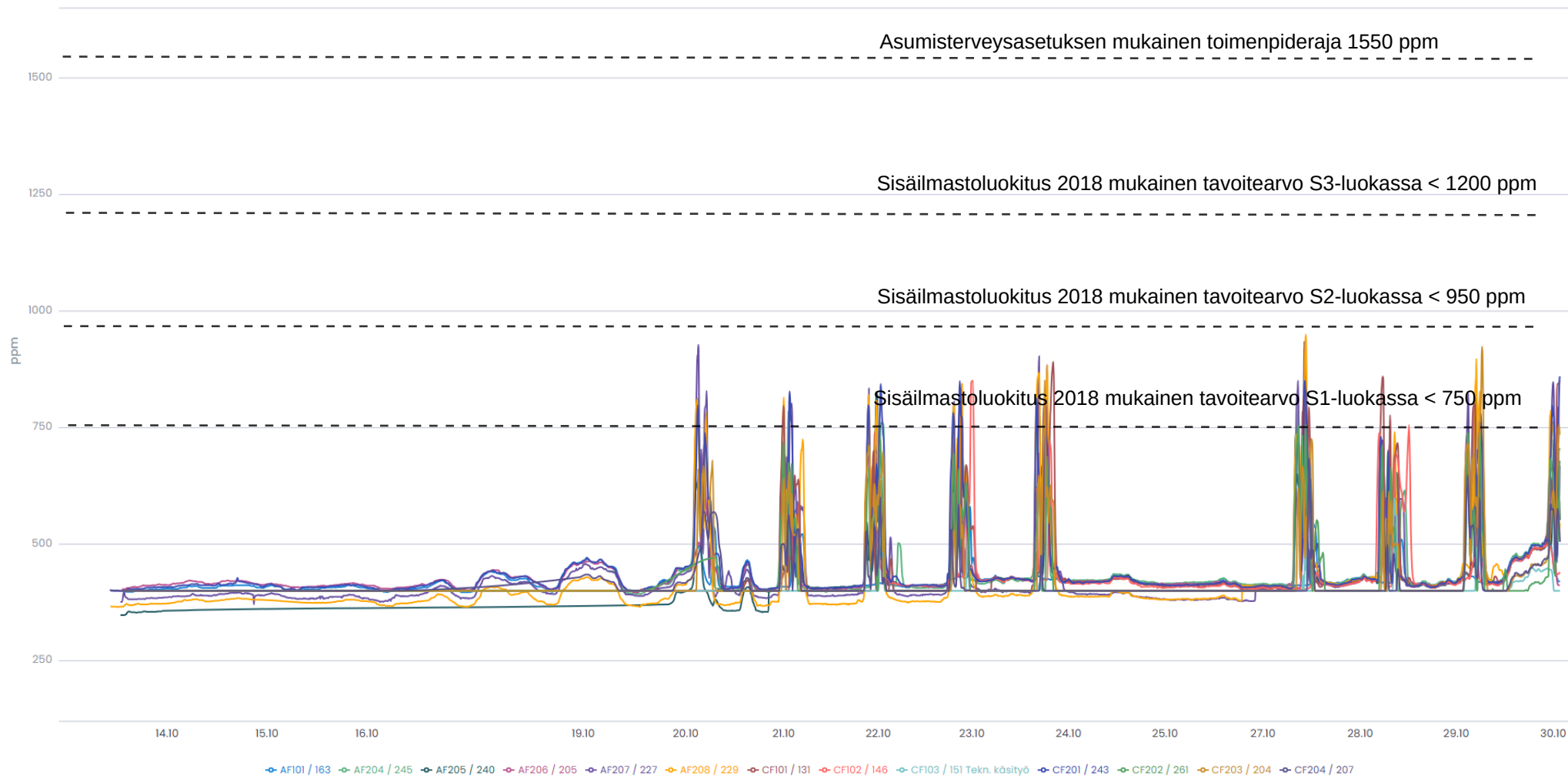
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 1.kerroksessa 13.10-30.10.2025



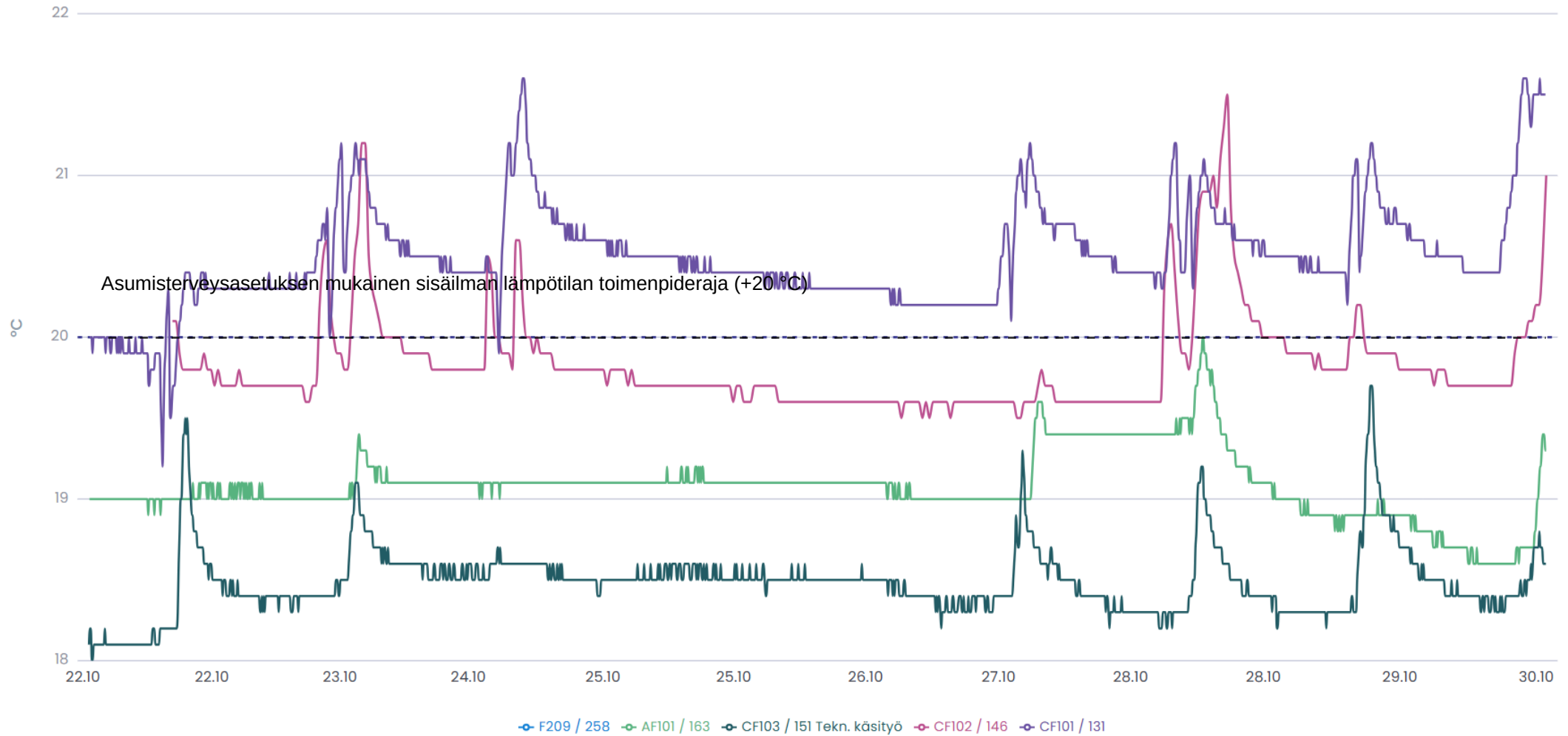
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 2.kerroksessa 13.10-30.10.2025



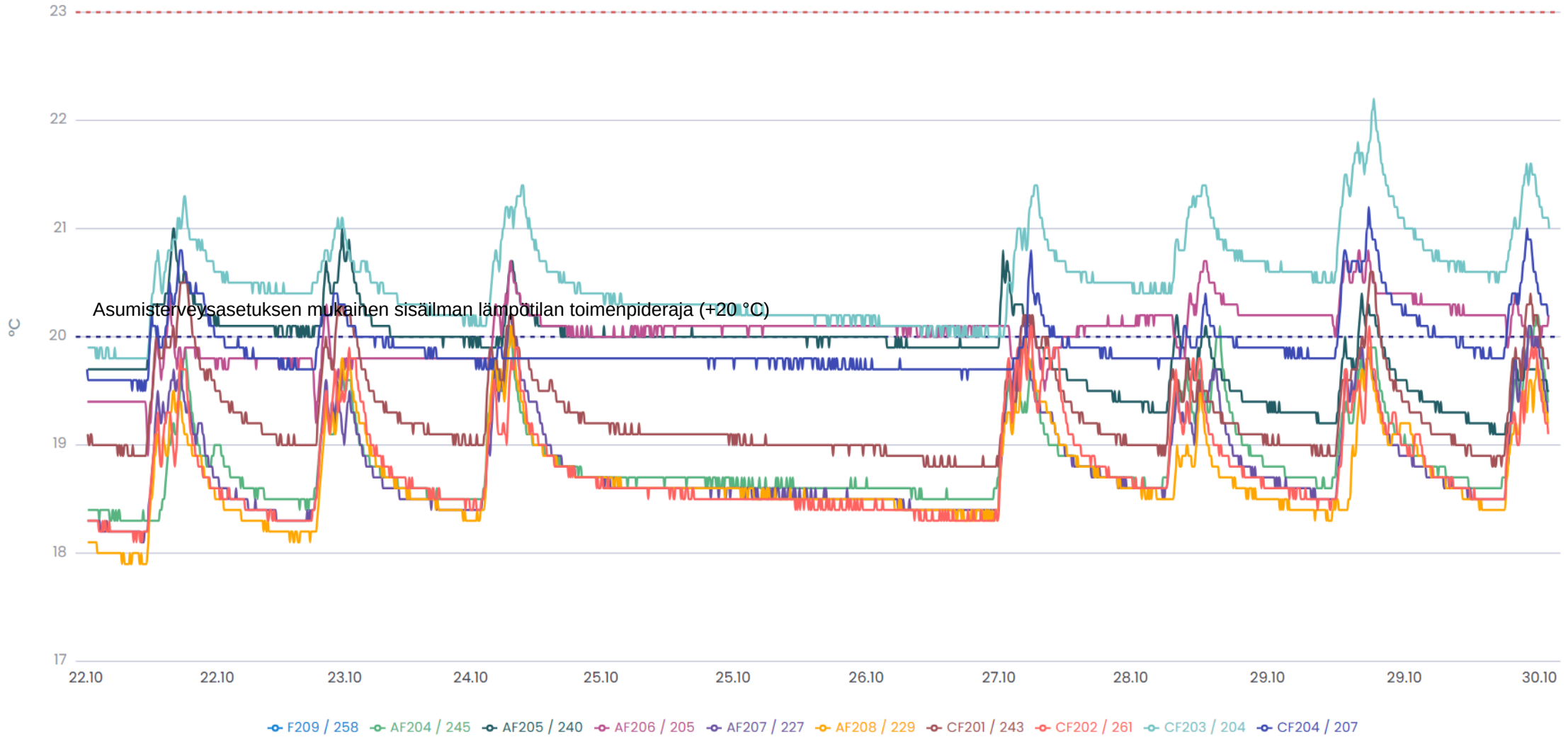
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 13.10-30.10.2025



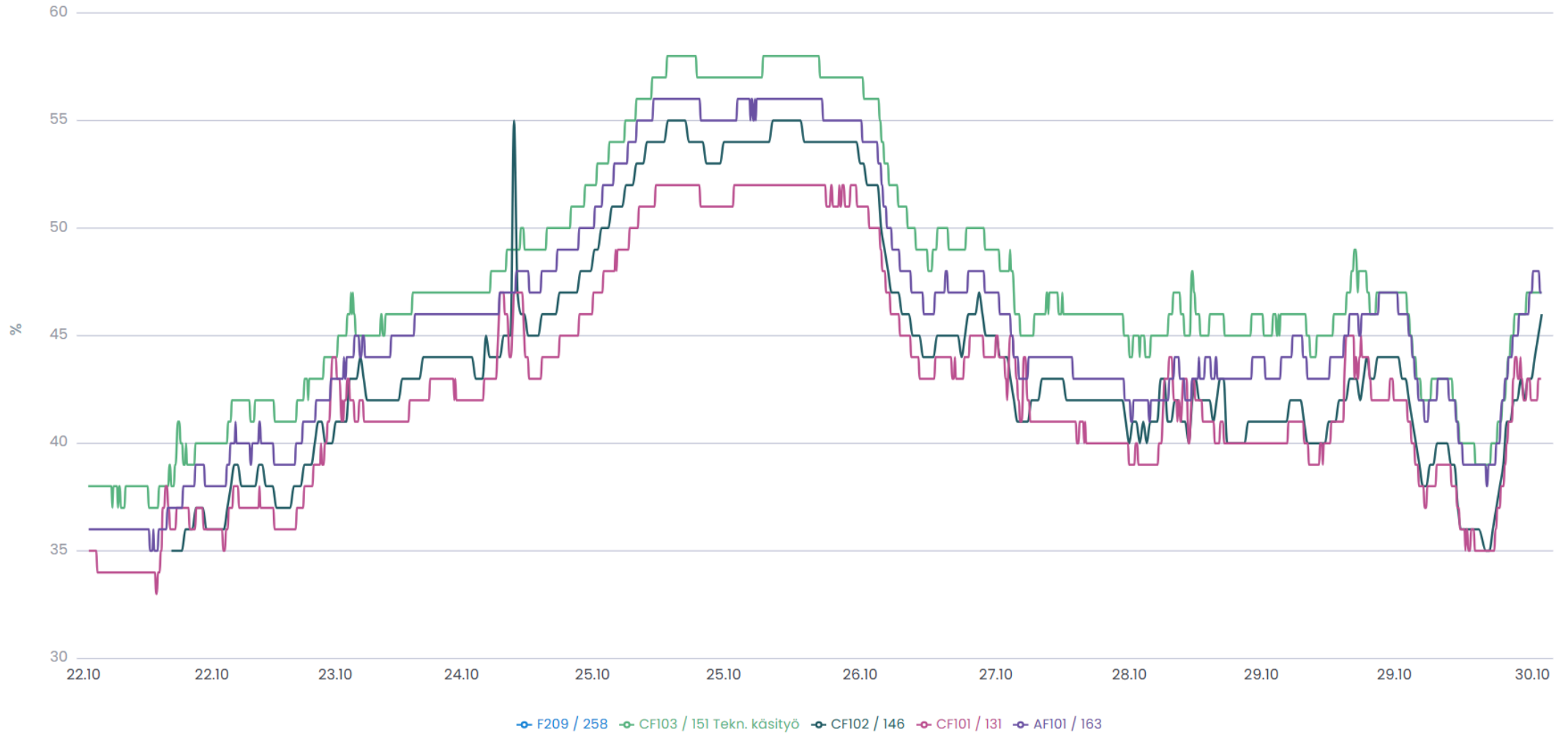
Sisäilman lämpötila 1.kerroksessa aikavälillä 22.10-30.10.2025



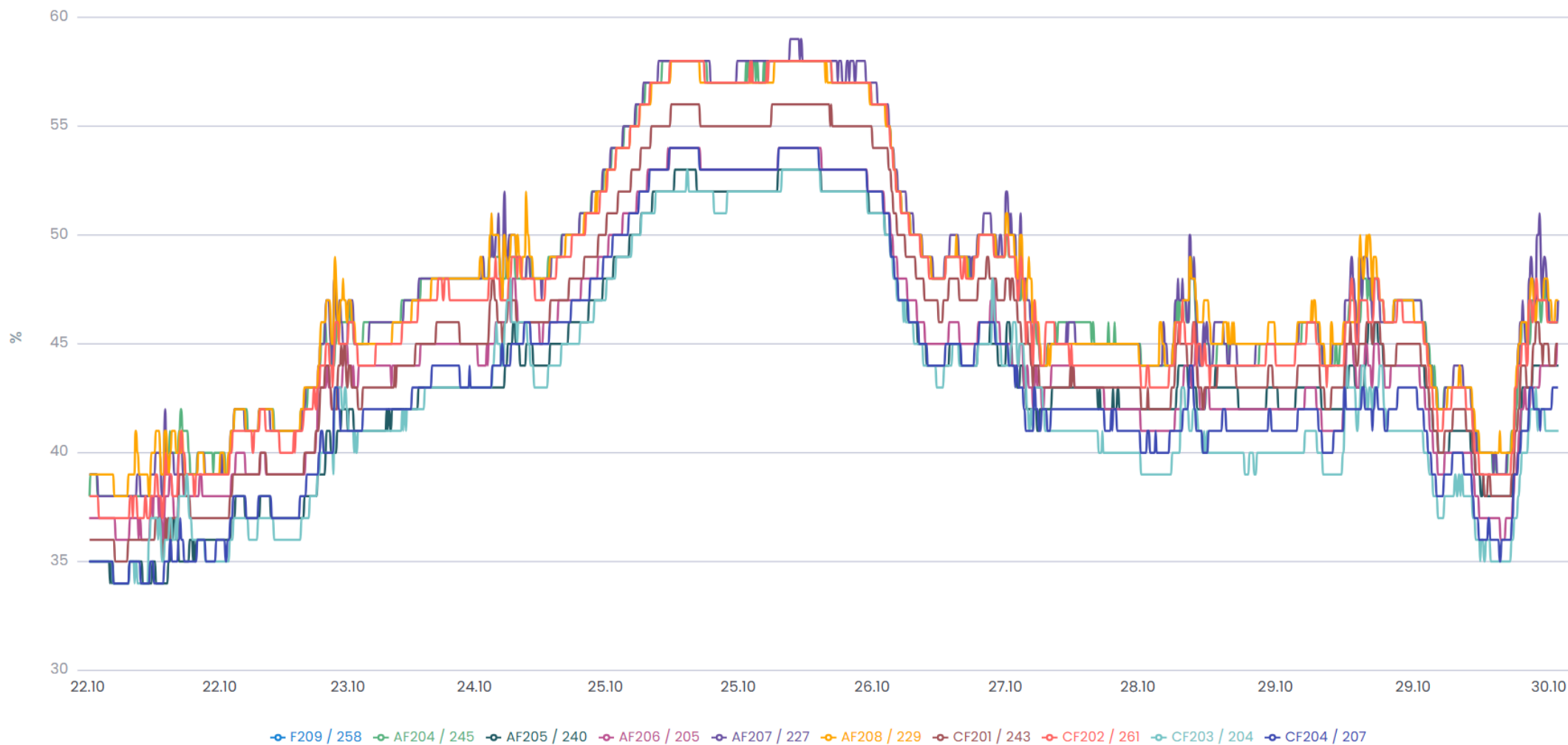
Sisäilman lämpötila 2.kerroksessa aikavälillä 22.10-30.10.2025



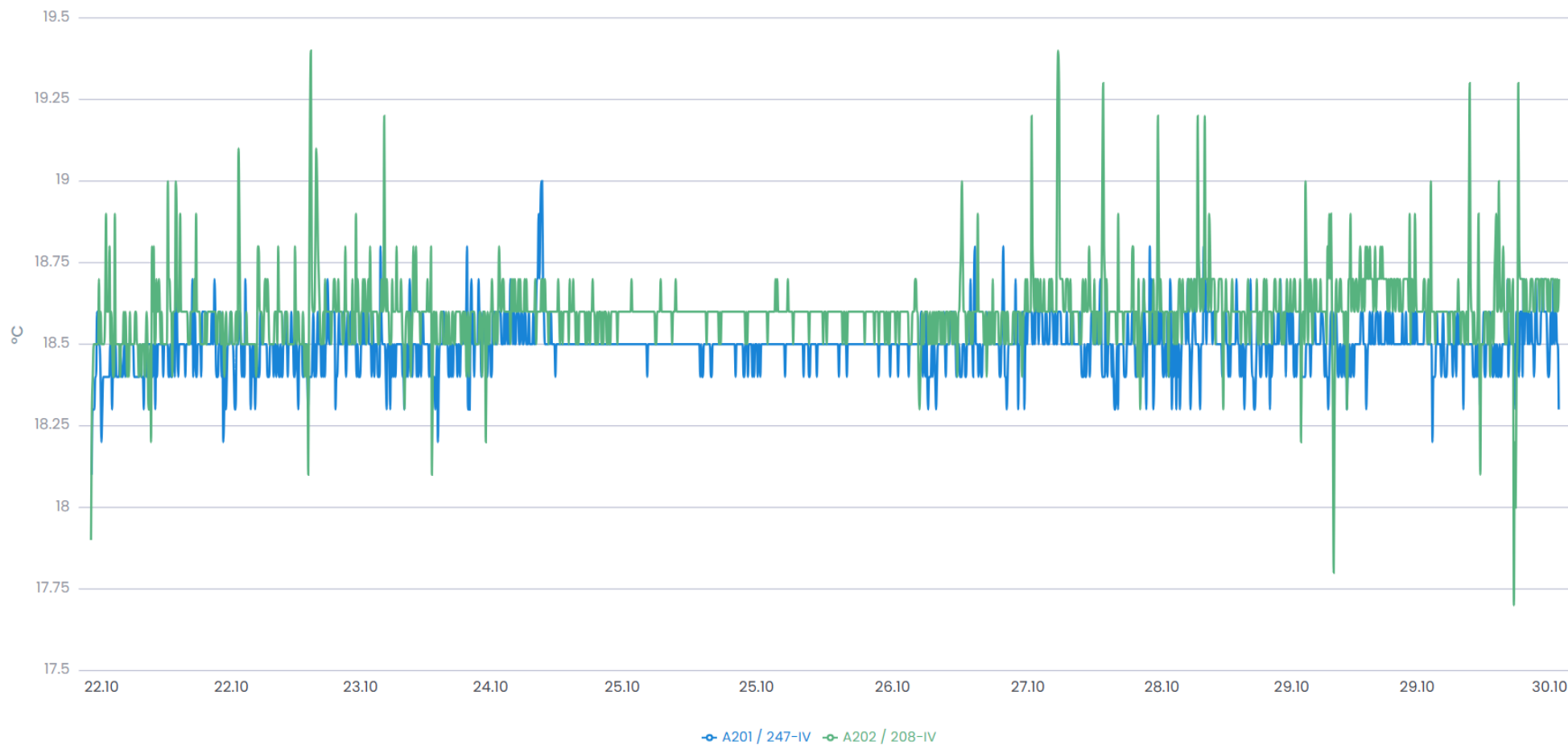
Sisäilman suhteellinen kosteus 1.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025



Sisäilman suhteellinen kosteus 2.kerroksen tiloissa aikavälillä 22.10-30.10.2025



Tuloilman lämpötila aikavälillä 22.10-30.10.2025



SISÄLLYSLUETTELO

1	Laitteiden kalibrointi	2
2	Rakenneavaukset	2
3	Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)	3
4	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	6
	4.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus	6
5	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset	6
6	Sisäilman lämpötila	7
7	Sisäilman suhteellinen kosteus	11
8	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	12
9	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	13
	9.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	13
10	Olosuhdearviointi	15
	10.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	17
	10.2 Rakennusosien riskitekijät	18
	10.3 Ilmastointijärjestelmä	20
	10.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	22

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 HMI41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapää (rakennekosteusmittaukset)
- Gann UNI11-mittalaite ja Gann RH-T 37 BL flex 250, 16K25M mittapää (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)
- Miran DLS olosuhdemittausten loggerijärjestelmä
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

2 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 $\varnothing 8...28$ mm iskuporakoneella ja $\varnothing 52...100$ mm timanttikorakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

Tulosten tulkinta

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

Epävarmuustarkastelu

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

3 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 ilmapuhtausvaatimusten selvittämistä varten tai (3) tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena.

1. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa merkkiainekokeet tehdään tutkittaviin rakenteisiin sen hetkisin ns. tavanomaisilla olosuhteilla. Paine-ero tutkittaviin rakenteisiin nähden on tällöin yleensä pienempi, kuin seuraavissa tapauksissa.
2. Merkkiainekokeilla voidaan selvittää ilmapuhtausvaatimusten 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 merkkiainekaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

Tutkimusvälineet

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

Tulosten tulkinta

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

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden aikana tehtävässä merkkiaineko-
keessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmapuotoreittien määrä on pienentynyt ja rakenteeseen kohdistetaan tavanomaista korkeampi alipaineisuus.

Epävarmuustarkastelu

Merkkiaineikaasun 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 ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt.

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

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

4 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

4.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus

Arvioidaan tuloilmakanavien puhtautta aistinvaraisesti. Puhtautta arvioidaan kanavaan kertyneen pölyjäätymän mukaisesti. Vanhoissa kanavissa on tyypillisesti vaikeasti puhdistettavaa pinttynyttä likajäämää, joka ei poistu edes ilmanvaihtokanaviston puhdistuksessa. Suorakaidekanavissa (ns. kanttikanavat) pölyä jää tyypillisesti puhdistuksenkin jälkeen kanavan reuna-alueille.

5 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

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

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Dwyer Magnesence ja Pro dual -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on $\pm 1 \%$ ($\pm 50 \text{ Pa}$).
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on $\pm 3 \%$ lukemasta, 0-pistetarkkuus $\pm 0,1 \text{ Pa}$.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

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

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

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

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

6 Sisäilman lämpötila

Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on lämpötila-alueella $0\text{ °C} \dots 50\text{ °C} \pm 0,35 \dots 0,5\text{ °C}$.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on $\pm 0,3\text{ °C}$.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

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

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huonelämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C , mutta voi vaihdella välillä $20\text{--}25\text{ °C}$ ja lämmityskauden ulkopuolella välillä $20\text{--}27\text{ °C}$. 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.

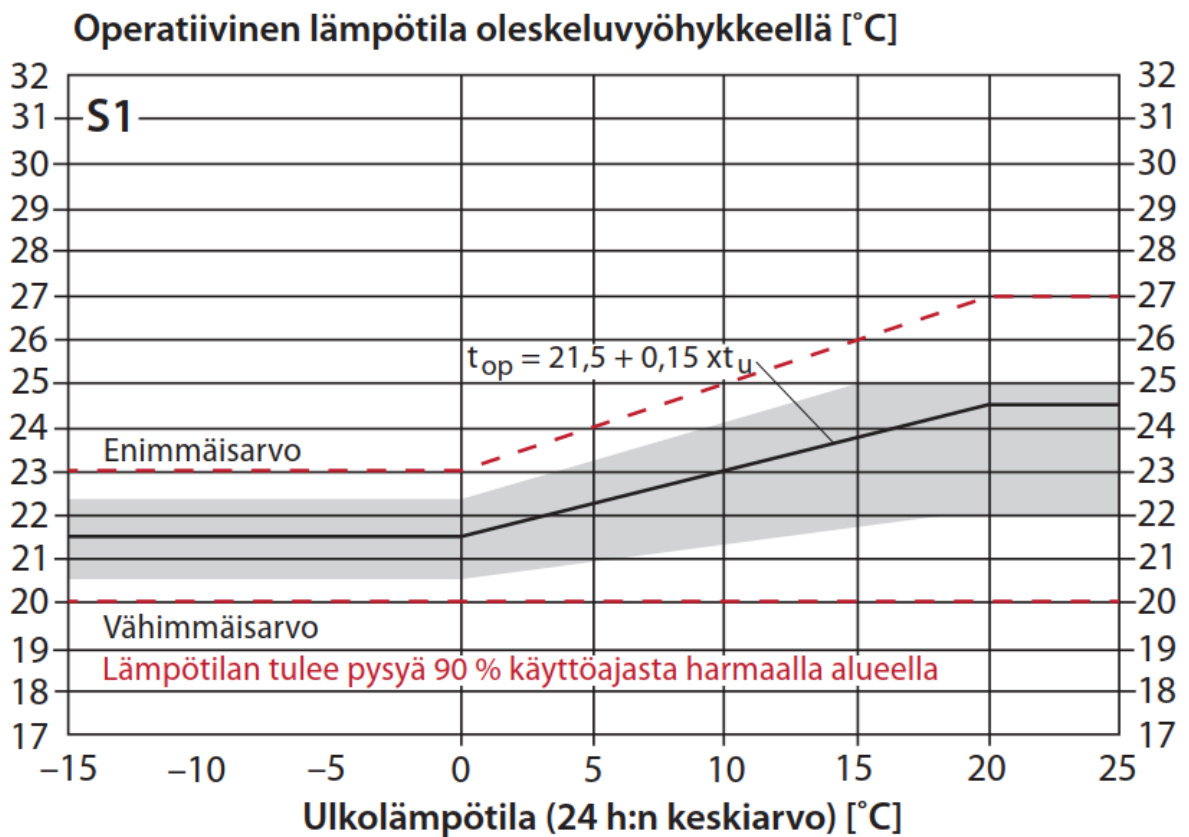
Kuva 1

Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

Kun huoneessa on suuria pintoja, joiden lämpötila eroaa ilman lämpötilasta, käytetään huonelämpötilan mittaamiseen operatiivista lämpötilaa. Operatiivinen lämpötila ottaa huomioon pintojen lämpötilat ja niiden vaikutuksen ihmisten lämmöntunteeseen sisätiloissa.

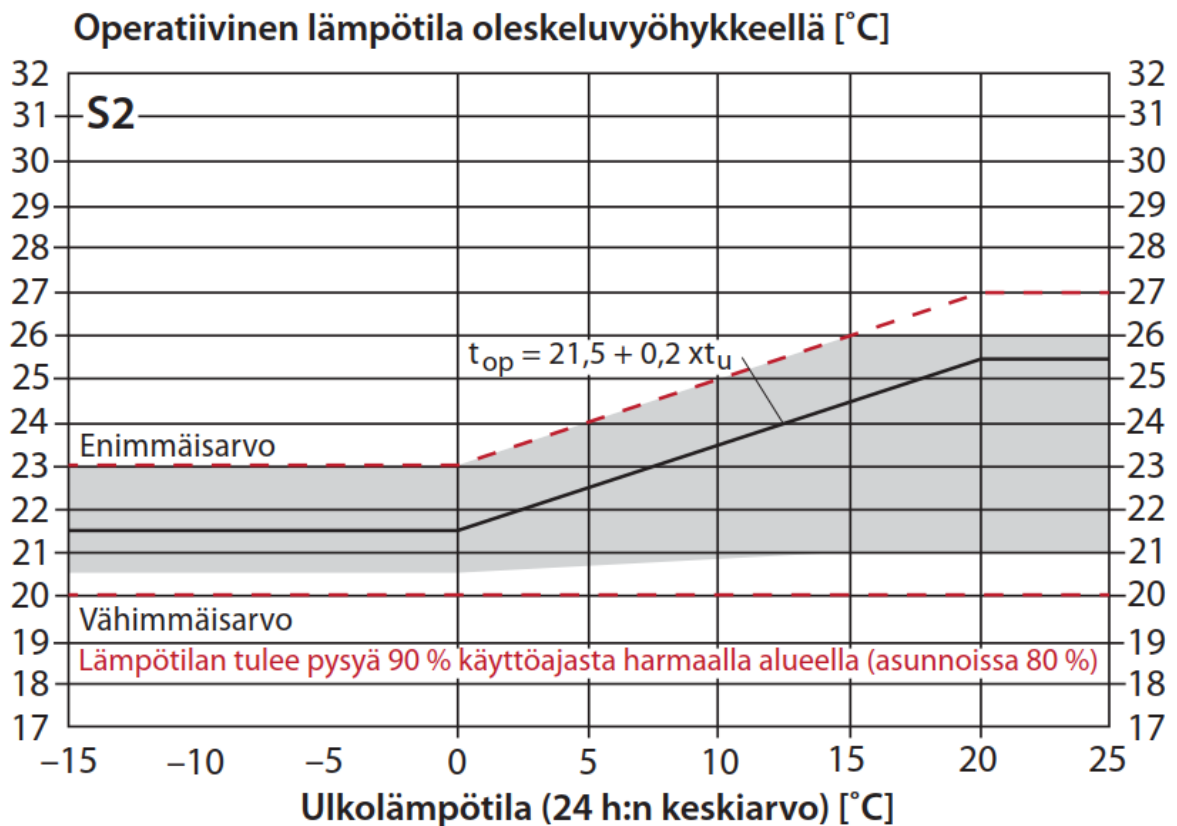
Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetasoon tai antaa kesällä nousta yli tavoitetasoon. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin 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 ulko-seiniä, 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.

7 Sisäilman suhteellinen kosteus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

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

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

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

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

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

8 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

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

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.

9 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Materiaalinäytteenotto

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

9.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Työterveyslaitos

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

- = ei mikrobeja
- + = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
- ++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
- +++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)

++++ ≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

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.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++).

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira, 8/2016). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

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: +++

Menetelmän määrittäjä 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.

10 Olosuhdearviointi

Yleistä olosuhdearvioinnista

Työterveyslaitoksen laatiman ”Ohje työpaikkojen sisäilmastoselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekijälle, 2022” mukaan: ”Olosuhdearviointi tehdään, kun rakennuksessa on

tai siellä epäillään olevan rakennuksesta johtuvia sisäilman laatua ja olosuhteita heikentäviä tekijöitä, joiden koetaan aiheuttavan työntekijöille haittaa tai oireita. Olosuhdearviointi on tarpeen myös, kun työterveyslääkäriltä halutaan arvio tilojen terveydellisestä merkityksestä työntekijöille tai viranomaisen edellyttää terveydellisen merkityksen arvioimista. Olosuhdearviointia voi hyödyntää työympäristön ja työhyvinvoinnin kehittämässä ilman terveydellisen merkityksen arviointiakin”.

”Olosuhdearvioinnin tekemiseksi tarvitaan tietoa rakennus- ja ilmanvaihtoteknisistä tekijöistä, mahdollisista epäpuhtauslähteistä, vuotoilman kulkeutumisesta sekä sisäilman laadusta ja olosuhteista. Olosuhdearviointi voidaan tehdä myös aiemmin tehdyn, ajantasaisen, tutkimustiedon pohjalta. Olosuhdearviointia ei tule tehdä, jos tietoa ei ole riittävästi. Aiemmin tehtyjä tutkimuksia täydennetään tarvittaessa lisätutkimuksilla”.

*”Olosuhdearviointi on kriteerien ja pisteiden avulla tehtävä arvio. Olosuhdearviointi tehdään arvioimalla neljää osa-aluetta arviointikriteerien avulla. Arvioitavat osa-alueet ovat rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma, rakennusosien riskitekijät, ilmastointijärjestelmä sekä biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät. Arvioinnissa kukin osa-alue saa pisteitä, jotka lasketaan yhteen. Kokonaispistemäärän perusteella arviointitulokset sijoituu luokkiin A-D. Kullekin luokalle on ohjeessa esitetty laadullinen kuvaus ja toimenpide-
tarve. Toimenpide voi olla korjaus tai joku muu sisäilman laatua ja olosuhteita parantava toimenpide”.*

Olosuhdearvioinnin tulos esitetään neliportaisen asteikon (A-D) mukaisesti yhteenlasketun pisteytyksen perusteella (Työterveyslaitos, 2022):

- A. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä.
- B. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä.
- C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä.

- D. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä.

Työterveyslaitoksen ohjeen mukainen pisteytys on esitetty seuraavissa kappaleissa.

10.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

- 0 pistettä; Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.
 - Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja epätiivistä materiaalia ei ole.
 - Vuotoilmareitit ovat pistemäisiä.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti ei lisää epäpuhtaan vuotoilman riskiä.
 - Ilmatiiviys on erittäin hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä parempi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua ei kulkeudu rakennusosasta sisäilmaan.
 - Käyttöaikainen alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumista.
- 1 piste; Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.
 - Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on vähän.
 - Vuotoilmareitit ovat pieniä tai epätiivistä materiaalia on pienialaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä vähän.
 - Ilmatiiviys on hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräysten mukainen.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan ajoittain.
 - Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista vähän.
- 2 pistettä; Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.
 - Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on jonkin verran.

- Vuotoilmareitit ovat keskikokoisia tai epätiivistä materiaalia on laaja-alaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä jonkin verran.
 - Ilmatiiviys on keskimääräinen tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä heikompi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan lähes kokoaikaisesti.
 - Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista jonkin verran.
- 3 pistettä; Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.
- Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on paljon.
 - Vuotoilmareitit ovat suuria tai epätiivistä materiaalia on erittäin laaja-alaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä paljon.
 - Ilmatiiviys on heikko tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä paljon heikompi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan kokoaikaisesti.
 - Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista paljon.

10.2 Rakennusosien riskitekijät

- 0 pistettä; Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.
- Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä ei rakennusosissa ole.
 - Näkyviä kosteusvaurioita ei ole.
 - Poikkeavaa kosteutta ei ole.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M1-luokkaa tai niihin rinnastettuja materiaaleja

- 1 piste; Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yksi.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa vähän.
 - Näkyviä kosteusvaurioita on vähän ja ne ovat pieniä.
 - Poikkeavaa kosteutta on pienialaisesti ja vähän.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M2-luokkaa ja/tai materiaaleihin sisältyy vähän päästöriskejä.
- 2 pistettä; Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on kaksi tai kolme.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa jonkin verran.
 - Näkyviä kosteusvaurioita on jonkin verran ja ne ovat pieniä tai keskikokoisia.
 - Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti yksittäisessä rakennusosassa tai pienialaisesti useassa eri rakennusosassa.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy jonkin verran päästöriskejä.
- 3 pistettä; Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yli kolme.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa paljon.
 - Näkyviä kosteusvaurioita paljon ja ne ovat keskikokoisia tai suuria.
 - Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti ja useassa eri rakennusosassa.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy paljon päästöriskejä.

10.3 Ilmastointijärjestelmä

- 0 pistettä; Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmä on suunniteltu nykyisiä määräyksiä paremmaksi ja toimii/käytetään hyvin.
 - Rakennusautomaatio on ja se toimii hyvin kaikissa käyttötilanteissa ja asetukset ja ohjaukset ovat kunnossa.
 - Järjestelmä on hyväkuntoinen ja puhdas eikä sisällä epäpuhtauslähteiden riskitekijöitä.
 - Järjestelmästä johtuva ylipaine ei aiheuta kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmästä johtuva alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumisriskiä.
 - Tilojen ilmavirrat ja lämpötilat ovat toteutuneet suunniteltujen tavoitetasojen (S1, S2) mukaan.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on erinomaista ja järjestelmä ei aiheuta melua.
 - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin ja on aistinvaraisesti puhdas.
- 1 piste; Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmän toiminta ja käyttötapa eivät todennäköisesti heikennä sisäilman lämpöolosuhteita.
 - Rakennusautomaatio on ja se toimii oikein käyttöaikoina, mutta sen toiminnassa on puutteita käyttöaikojen ulkopuolella.
 - Järjestelmässä on epäpuhtauslähteitä, joista ei todennäköisesti kulkeudu epäpuhtauksia sisäilmaan.
 - Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa ajoittain kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä.
 - Tilojen ilmavirrat ovat suunnitelmien ja nykyisten ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on hyvää ja järjestelmä ei aiheuta melua.

- Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä.
- 2 pistettä; Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmän toiminta ja käyttötapa voivat todennäköisesti heikentää sisäilman lämpöolosuhteita.
 - Rakennusautomaatiota ei ole tai on, mutta sen toiminta on epäselvä tai automatiikan toiminnassa on puutteita.
 - Järjestelmässä on epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.
 - Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa lähes kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä paljon.
 - Tilojen ilmapirratt ovat aiempien rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on tavanomaista ja/tai järjestelmä aiheuttaa melua paikallisesti.
 - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä tai aiheuttaa vetoa.
- 3 pistettä; Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmän toiminta ja käyttötapa heikentävät erittäin todennäköisesti sisäilman lämpöolosuhteita.
 - Rakennusautomaatio on, mutta se ei ole toimiva tai automatiikan toiminnassa on merkittäviä puutteita.
 - Järjestelmässä on useita epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.
 - Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä erittäin paljon.

- Tilojen ilmapirrat eivät ole rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
- Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on huonoa ja/tai järjestelmä aiheuttaa melua laajasti.
- Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii huonosti ja voi toimia epäpuhtauslähteenä tai aiheuttaa vetoa.

10.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

- 0 pistettä; Kaikki mittaus- ja/tai analyysitulokset täyttävät vaaditut tai suositellut ohjearvot, raja-arvot, viitearvot tai toimenpiderajat.
- 1 piste; Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.
- 2 pistettä; Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.
- 3 pistettä; Suurin osa mittaus- ja/ tai analyysituloksista ei täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.