

Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus

Hiirakkotie 9, VANTAA

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

3.4.2025

Työnro 24-1340



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Vantaan Hakunilassa sijaitseva opetuskiinteistö. Tämä raportti käsittelee kiinteistön Havu-rakennusta. Tutkimuksilla selvitettiin rakennuksen sisäilmaan vaikuttavia häiritseviä tekijöitä. Tutkimuksilla täydennettiin aiemmin toteutettuja kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia.

Tutkimushavaintojen perusteella selvimpänä sisäilman laatua heikentävänä tekijänä voidaan pitää alapohjan ryömintätiloista tapahtuvia ilmavuotoja. Rakennuksen 1. kerroksen käytäväalueille ei ole tehty tiivistyskorjauksia ja havaintojen perusteella putkikanalin (ja siten myös ryömintätilan) ja sisäilman välillä on selkeitä ilmavuotoreittejä. Alakerran käytävätila on jatkuvasti alipaineinen ryömintätilaan nähden, joten ilmavuotoja pääsee tapahtumaan ns. normaalissa paine-erotilanteessa. Luokkatiloissa alapohjarakenteisiin on tehty tiivistyskorjauksia, mutta myös tiivistyskorjatuilla alueilla havaittiin pistemäisiä ilmavuotokohtia merkkiainekokeissa. Tilassa 116 ei myöskään ole toteutettu lähtötietoaineistossa mainittua tiivistyskorjausta, ja ryömintätilasta tapahtuvat ilmavuodot selittävät tilan sisäilmassa havaitun mikrobiperäisen hajun. Selkeimpänä toimenpidetarpeena voidaan siten pitää ryömintätilan ja oleskelutilan välisten ilmavuotojen ehkäisemistä tiivistyskorjauksilla ja ryömintätilan alipaineistusta tehostamalla.

Kevytbetonirakenteiden ulkoseinien osalta ei havaittu mikrobivaurioita tai muita puutteita, joiden perusteella voisi sanoa, että kyseiset ulkoseinärakenteet heikentäisivät sisäilman laatua. Rakennuksen 2. kerroksen käytävillä sisäpihoja vasten olevien ikkunoiden yläpuolella on levyrakenteisia seinäosuuksia. Levyrakenteissa havaittiin kosteusvaurioita, jotka ovat selkeässä ilmayhteydessä sisäilman kanssa. Näiltä osin suositellaan levyrakenteiden kosteusvaurioiden korjaamista kokonaisuudessaan.

Rakennuksen sisäilmassa havaittiin toimenpiderajan ylittävä mineraalivillapitoisuus yhdessä tilassa (tila 232). Rakennuksessa on mineraalivillapintaisia sivureunoiltaan pinnoittamattomia akustiikkalevyjä, jotka voivat toimia mineraalivillalähteenä. Myös ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin kuitulähteitä, jotka suositellaan poistamaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnassa havaittiin tekijöitä, jotka voivat selittää rakennuksen käyttäjien kokemaa tunkkaisuuden tuntemusta. Olosuhdemittausten tulokset eivät

viittaa ilmanvaihdon puutteelliseen toimintaan, mutta tiloissa havaitut korkeat huone-
lämpötilat voivat aiheuttaa tunkkaisuutta. Tuloilman lämpötilan todettiin olevan myös
korkealla tasolla, mikä heikentää ilman jakaantumista. Suositellaan tuloilman ja huo-
nelämpötilojen madaltamista.

Ilmanvaihtomäärät olivat tutkimushetkellä suunnitellulla tasolla ja suunniteltuja ilma-
määriä voidaan pitää tavanomaisille luokkakoolle riittävänä. Poistoilmasäleikköjen no-
pea tukkeutuminen pölystä vaikuttaa kuitenkin herkästi koko rakennuksen ilmanvaihto-
määriin, joten poistoilmasäleikköjen uusimista suositellaan. Myös lumen kulkeutumi-
nen suodattimelle voi vaikuttaa herkästi koneiden tuottamiin ilmamääriin. Suositellaan
lumisäleikköjen asentamista ulkoilmanottoihin.

Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	8
1.1	Tutkimuskohde	8
1.2	Tilaaaja	8
1.3	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	8
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	9
1.5	Tutkimuksen ajankohta	9
1.6	Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt	9
2	Kohteen yleiskuvaus	10
3	Lähtötiedot	11
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	11
3.2	Tiedossa oleva tutkimus- ja korjaushistoria	11
4	Tutkimusmenetelmät	18
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	19
5.1	Alapohjarakenteet	19
5.1.1	Rakenne ja sijainti	19
5.1.2	Havainnot	21
5.1.3	Kosteusmittaukset	24
5.1.4	Merkitsevien aineiden kokeet	24
5.1.5	Johtopäätökset	26
5.1.6	Toimenpide-ehdotukset	26
5.2	Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	27
5.2.1	Rakenne ja sijainti	27
5.2.2	Havainnot	30
5.2.1	Mikrobianalyysit, ulko- ja väliseinät	34
5.2.2	Johtopäätökset	36
5.2.3	Toimenpide-ehdotukset	36
5.3	Välipohjarakenteet	37

5.3.1	Rakenne ja sijainti	37
5.3.2	Havainnot	38
5.3.3	Merkitäinekoheet	39
5.3.4	Johtopäätökset	39
5.3.5	Toimenpide-ehdotukset	40
5.4	Väliseinät ja koteloinnit	40
5.4.1	Rakenne ja sijainti	40
5.4.2	Havainnot	40
5.4.3	Mikrobianalyysit	40
5.4.4	Johtopäätökset	41
5.4.5	Toimenpide-ehdotukset	41
5.5	Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet	41
5.5.1	Rakenne ja sijainti	41
5.5.2	Havainnot	42
5.5.3	Merkitäinekoheet	44
5.5.4	Johtopäätökset	44
5.5.5	Toimenpide-ehdotukset	45
5.6	Alakatot	45
5.6.1	Havainnot	45
5.6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	46
6	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	46
6.1	Paine-ero	46
6.1.1	Mittaustulokset	46
6.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	49
6.2	Hiilidioksidipitoisuus	49
6.2.1	Mittaustulokset	49
6.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	50
6.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	50
6.3.1	Mittaustulokset	50
6.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	52
6.4	Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut	52
6.4.1	Mittaustulokset	52

6.4.1	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	53
7	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset.....	54
7.1	Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus	54
7.2	Ilmanvaihdon käyntiajat.....	57
7.3	Havainnot ilmanvaihtokoneista.....	57
7.3.1	TK-1 ja PK-1.1, luokkatilat, osa A	57
7.3.2	TK-2 ja PK-2.1, keittiö ja ruokala	61
7.3.3	TK-3 ja PK-3.1, liikuntasali	63
7.3.4	TK-4 ja PK-4.1, luokkatilat, osa B	65
7.3.5	TK-5, tekninen työ	68
7.3.1	Erillispoistot	70
7.4	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus.....	71
7.5	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät	73
7.5.1	Tilojen ilmanjako.....	73
7.5.2	Ilmamäärien mittausten tulokset.....	74
7.6	Johtopäätökset.....	75
7.7	Toimenpide-ehdotukset.....	76
8	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	77
8.1	Johtopäätökset.....	77
8.2	Käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset	78
8.3	Peruskorjaustasoiset toimenpide-ehdotukset.....	81
8.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa.....	82
9	Päiväys ja allekirjoitukset	83

LIITTEET:

- Liite 1 Näytteenottopisteet pohjapiirustuksissa
- Liite 2 Merkkiainekokeiden havaintokortit
- Liite 3 Rakenneavausten havaintokortit
- Liite 4 Analyysivastaukset (mikrobit ja teolliset mineraalikuidut)
- Liite 5 Paine-ero- ja olosuhdeseurantojen kuvaajat

- Liite 6 Ilmanvaihdon vaikutusalueet merkittynä pohjakuviin
- Liite 7 Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja
- Liite 8 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:	Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
Työnumero:	24-1340

1.2 Tilaaja

Nimi:	Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö
Osoite:	Asematie 10A, 03100 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:	Saija Korpi
Puhelin:	040 190 8765
Tutkimushenkilöt:	Saija Korpi Elina Manelius Elli Laine

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on suorittaa lisätutkimuksia rakenteiden kuntoon ja sisäilman laatuun vaikuttavien häirtatekijöiden selvittämiseksi. Tutkimuksia kohdistetaan myös rakennusta palveleviin ilmanvaihtojärjestelmiin.

Lisätutkimusten lähtökohtana on Ramboll Finland Oy:n laatima 3.11.2023 päivätty kuntotutkimusraportti ja siihen liittyvät tutkimustulokset. Rakennuksessa vuosina 2018-2023 suoritettujen sisäilmakorjausten ja tutkimusten jälkeen rakennuksessa on edelleen koettu mahdolliseen sisäilman laatuun liitettyjä sisäilma- ja olosuhdehaittoja.

Tutkimusten kohteena on koko rakennus, mutta tutkimuksia ei ole ollut tarpeen kohdistaa kaikkiin rakennusosiin.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset on suoritettu 9.12.2024 ja 4.1.2025 välisenä aikana.

1.6 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

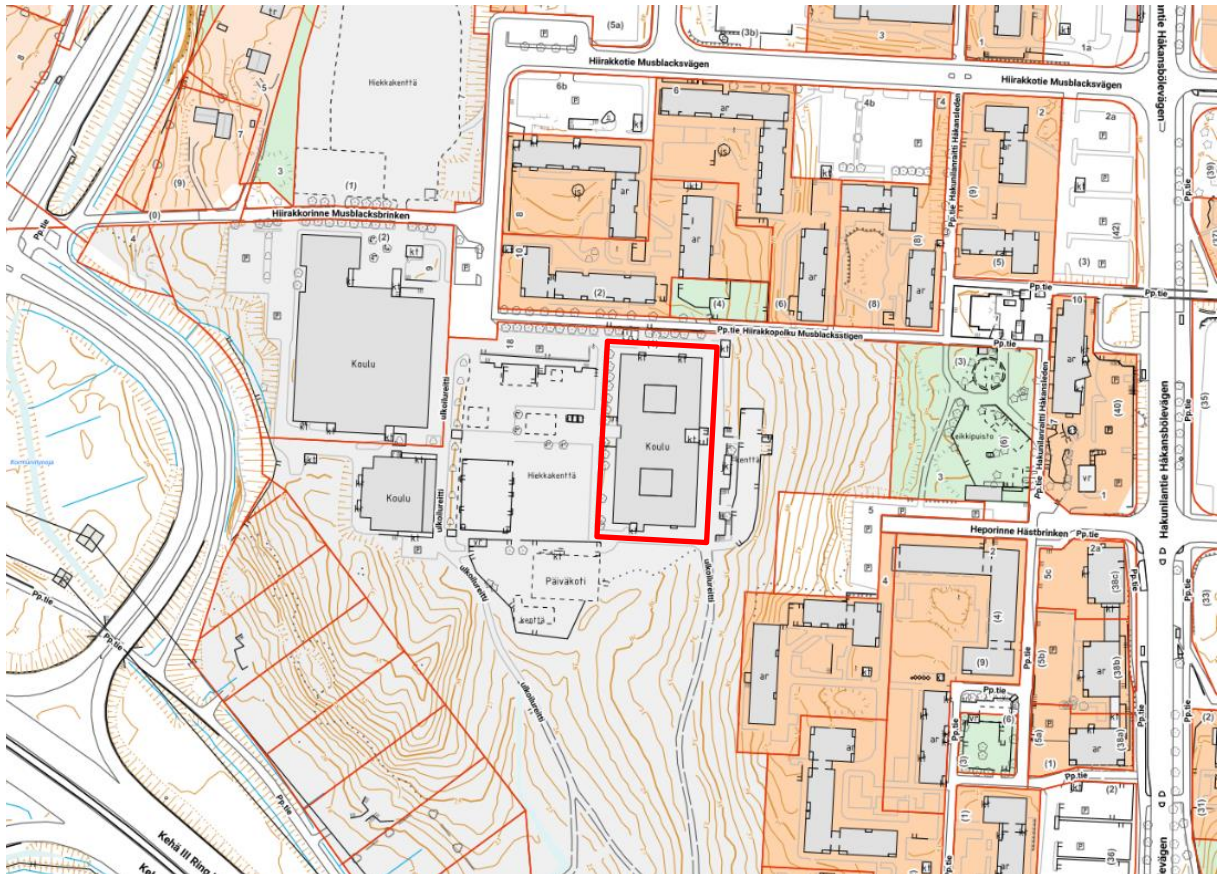
Sisäilma-asiantuntija (LVI) Olli-Pekka Andelin, olli-pekka.andelin@vantaa.fi

Koulun Rehtori Elina Kuosmanen, elina.kuosmanen@vantaa.fi

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).



Kuva 2
Yleiskuva lännen puoleiselta julkisivulta.



Kuva 3
Yleiskuva toiselta sisäpihalta.

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat 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 Ky, 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

3.2 Tiedossa oleva tutkimus- ja korjaushistoria

Tässä kappaleessa esitetty tutkimus- ja korjaushistoria on suurimmaksi osaksi kopioitu Ramboll Finland Oy:n 8.11.2023 päivätystä tutkimusraportista. Kappaleessa on esitetty myös ko. tutkimusraportin tutkimustulokset, ja ko. tutkimusten aikana tai jälkeen suoritettavat korjaukset.

Kosteusmittausraportti, ASB-yhtiöt, 1.6.2007

- Liikuntasalin edustan viemäri tulvinut ja kastellut liikuntasalin lattiaa, aiheuttaen kosteusvaurioita. Pintarakenteet poistetaan ja rakenne kuivatetaan.

Alustatilaselvitys, Delete Tutkimus Oy, 7.6.2012

- Alustatilan havaitut irtovedet on kuivattava ja alueelle on lisättävä täyttöä. Sisäänkäynnin edustan pintakallistuksia on parannettava ja sadevesien poistoa tehostettava. Kostunut ja mikrobivaurioitunut sepeli pitäisi poistaa. Huonosti tiivistetyt läpiviennit on tiivistettävä. Alustatilan tuuletuksesta vastaavan huippuimurin toiminta tarkastettava.

Sisäilmatutkimukset, Inspecta, 4.8.2017

- Sisäilmanlaadun mittauksissa ei havaittu merkittäviä poikkeamia. Rakenteiden ja ilmanvaihdon tutkimuksissa havaittiin sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita ja riskejä. Merkittävimmät sisäilmahaittojen syyt ovat todennäköisesti: ala- ja välipohjarakenteiden kosteusvauriot ja tiiveyspuutteet, ikkunoiden huono kunto, vesikatteen vauriot ja kattokaivojen huoltamattomuus sekä ilmanvaihto.

Julkisivujen ja pihakansien kuntotutkimus, Kiwa-Inspecta Oy, 27.8.2018

- Julkisivujen kevytbetonielementit ovat tyydyttävässä kunnossa. Elementeissä on verkkohalkeilua kaikilla julkisivuilla. Julkisivupinnoitteena toimiva maali on vaurioitunut ja siinä on halkeamia sekä paikallista voimakasta lehteilyä. Kevytbetoni kestää materiaalina heikosti pakkasrasitusta kosteusrasituksen alaisena, ja julkisivupinnoitteen epätiiveyskohdista rakenteeseen päässyt kosteus on mahdollistanut vaurioiden syntymisen. Myös mikrorakennetutkimuksissa havaittiin viitteitä rakenteen pakkasrapautumisesta. Näytteenoton yhteydessä todettiin myös julkisivuissa esiintyvän halkeilun ulottuvan lähes koko rakenteen läpi. Julkisivut suositellaan korjattavan peittävällä verhouskorjauksella (korjaustapa B).
- Sokkeleissa on pinnoitevaurioita sekä yksittäisiä halkeamia, jotka ovat aiheutuneet lähelle ulkopintaa jääneiden terästen korroosiovaurioista. Karbonatisoituminen ei ole tähän mennessä saavuttanut suurta osaa teräksistä ja korroosiotilassa on nykyhetkellä vain 2 prosenttia mitatuista teräksistä. Sokkelit suositellaan korjattavan julkisivukorjausten yhteydessä laastipaikkaus- ja pinnoituskorjauksella.

- Pihakansirakenteet ovat nykyhetkellä lähes hyvässä kunnossa. Pihakannen pinta-laatassa on halkeamia sekä veden lammikoitumisen mahdollistavia painanteita. Ulosheittoputket olivat tutkimushetkellä tukossa ja pohjoispäädyn kannella havaittiin voimakasta veden lammikoitumista ulosheittoputkien läheisyydessä. Palkkien ulkosivulla ulosheittoputket eivät ulotu riittävän etäälle palkkien ulkopinnasta aiheuttaen palkkeihin paikallisesti suurempaa kosteusrasitusta. Pihakansien pinta-laatat sekä vedeneristeet suositellaan uusittavan kauttaaltaan. Kantavan laatan alapinnat, maanvastaiset seinät sekä pilarit suositellaan korjattavaksi pinnoituskorjauksella. Palkkien ulkosivuilla olevat rapautumavauriot suositellaan poistettavan vesipiikkauksen avulla, jonka jälkeen palkit laastipaikataan, ylitasoitetaan ja maalataan. Korjaukset suositellaan toteutettavan julkisivukorjausten yhteydessä.

Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, Kiwa-Inspecta Oy, 11.2.2019

- Asbestia havaittiin lattiavinyylilaatoissa, kiinnitysliimoissa, muovimatoissa, kuitusementtilevyissä, seinätasotteissa ja julkisivumaalissa. Julkisivujen elementti-saumat sisältävät vaarallisen määrän PCB-yhdisteitä.

Tiivistystöiden tarkastusraportit, Vahanen Rakennusfysiikka Oy

- Merkkiainekoeraporttien päiväykset ja merkkiainekokeilla tutkitut tilat
 - 30.8.2019; tilat 261 ja 262
 - 6.9.2019; tilat 163 ja 164
 - 9.9.2019; tilat 258 ja 259
 - 15.10.2019; tilat 158 ja 159
 - 26.11.2019; merkkiainekokeilla tutkitut tilat 143, 144, 145 ja 146, tilat 147...150 tutkittiin aistinvaraisesti
 - 13.2.2020; merkkiainekokeilla tutkitut tilat 126, 128, 129, 131, 137; aistinvaraisesti tutkitut tilat 122, 123, 125 sekä 130
 - 25.5.2020; tilat 202, 203, 204, 205, 207, 208, 239, 240 ja 241
 - 24.7.2020; tilat 227, 228, 229, 243, 244, 245, 247 ja 248
 - 18.9.2020; tilat 231 ja 232

Kartoitusraportti, A-Kumppanit, 28.7.2020

- Puutyöluokan vuotokohdan paikannus. Vuotokohta sijainnut sadevesiputkissa. Katon bitumikatteen ja läpivientien läpikäyntiä ja tiivistystä suositellaan. Kattokaivojen ja viemärin tuuletusputken kuvaus ja mahdollisen vuotokohdan paikannus putkissa. Seinän avaus kostuneelta alueelta luokahuoneessa. Hormin tarkistusluukun suurennus ja hormin tarkistus luokahuoneessa 247. Lattian kumimaton purku betonipinnalle kosteusalueelta.

Tekninen kuntoarvio ja PTS, Granlund Consulting Oy, 7.12.2020

- Sisäpuolisten rakenteiden kunto on hyvä. Merkittävimmät toimenpiteet jaksonaikana arvioidaan kohdistuvan ikkunoiden uusimisiin ja kunnostamisiin, piha-alueiden paikallisiin kunnostuksiin sekä vesikatteen uusimiseen kuntotutkimuksen perusteella, lämmitysjärjestelmien peruskorjaus, viemäriputkistojen peruskorjaus, ilmanvaihtokoneiden uusiminen, jäähdytysjärjestelmien uusiminen sekä automaatiojärjestelmän uusiminen, pääkeskuksen sekä valaistuksen uudistusta

Laadunvarmistusmuistio, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 22.3.2022

- Ikkunaliittymien tiiveys tarkastettiin ja tiloista 158, 164 ja 224 otettiin pyyhintäpölynäytteet pölyn koostumuksen selvittämiseksi. Ikkunaliittymiin asennettujen liitosnauhojen asennuksissa ja tartunnoissa esiintyy merkittäviä puutteita tarkastetulla alueella. Pyyhintämenetelmällä otettujen pölynäytteiden tulosten perusteella tiloihin on jäänyt rakennustöistä aiheutunutta rakennuspölyä. Tilan 224 siivous kiireellisesti. Siivouksen jälkeen suosittelemme ilmanäytteiden ottamista tilasta 224 sekä vertailunäytteiden ottamista esimerkiksi viereiseltä käytävältä ja luokkatilasta 227. Asbestikuitujen lähde tulee selvittää. Ikkunaliittymien tiivistysnauhat suositellaan tarkastettavaksi kaikista tiloista irrottamalla peitelistat.

Laadunvarmistusmuistio, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 4.4.2022

- Asbesti-ilmanäytteet ja pyyhintäpölynäytteet pölyn koostumuksen selvittämiseksi. Kaikkien ilmanäytteiden asbestipitoisuus alitti puhtaan tilan raja-arvon. Pölynäytteenalyysien tulosten perusteella pinnoilta otettujen näytteiden pääasiallinen koostumus oli tavanomaista huonepölyä ja/tai kiviainestyyppistä pölyä. Näytteissä ei todettu asbestikuituja.

Vesikaton korjausraportti, Katto-tutka, 31.5.2022

Nuohousraportti, LVI-Trio, 14.6.2022

Rajattu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ramboll Finland Oy, 8.11.2023

- Ala- ja välipohjarakenteisiin on tehty lähtötietojen mukaan kattavat ilmatiivistyskorjaukset kapselointimenetelmin. Merkkiainekokeissa havaittiin rakenteiden liitoskohdissa paikallisia ilmavuotoja. Tiivistyskorjaus ei täytä kaikissa tutkituissa tiloissa tiivistäsoa 1. Ilmavuotoreittien kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia rakenteista sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua, mikäli tilat ovat voimakkaasti alipaineiset. Lähtötietoina oleva olosuhdeseuranta 720 mukaan rakennuksen paine-erot ulkoilmaan nähden ovat olleet seurantamittauksen ajan lievästi alipaineiset.
- Ryömintätilaan paikallisesti lammikoitunut vesi kasvattaa ryömintätilan betonirakenteiden ja alapohjan kosteusrasitusta edistään mm. terästen korroosiovaurioitumista. Ryömintätilat olivat käyttötilojen kohdilla pääosin hyväkuntoisia. Ryömintätilan betonirakenteiden kalkkihärme viittaa korkeaan kosteusrasitukseen. Ryömintätilan ilmanvaihto on toteutettu koneellisella ilmanvaihdolla, joka on toteutettu sokkelin läpi asennettujen tuuletusputkien kautta. Ryömintätilan ilmanvaihdon toimivuus on varmistettu rakennuksen IV-koneiden korjausten yhteydessä kesällä 2023.
- Putkikanaalien tarkastusluukkujen tiivisteiden epäpuhtaudet voivat heikentää luukkujen tiiveyttä mahdollistaen putkikanaalien epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua, mikäli sisätilat ovat voimakkaasti alipaineiset. Lähtötietoina oleva olosuhdeseuranta 720 mukaan rakennuksen paine-erot ulkoilmaan nähden ovat olleet seurantamittauksen ajan lievästi alipaineiset.
- Maanvastaisten alapohjarakenteiden kosteusmittaustulosten perusteella rakenteissa ei ole poikkeavaa kosteutta.
- Ulkoseinien kevytbetonissa havaittiin paikoin poikkeavaa mikrobikasvustoa sekä viitteitä poikkeavasta mikrobikasvusta. Poikkeavia mikrobikasvustoja tai viitteitä poikkeavasta mikrobikasvustosta havaittiin yhteensä kuudessa rakenneavauksessa. Poikkeavat mikrobikasvut sijoittuivat pääosin ensimmäisen kerroksen tiloihin ja kevytbetonin sisäpintaan. Mikrobivaurioituneesta kevytbetonista on ilmayhteys sisäilmaan ja se voi heikentää sisäilman laatua, mikäli rakennus on

voimakkaasti alipaineinen. Lähtötietoina oleva olosuhdeseuranta 720 mukaan rakennuksen paine-erot ulkoilmaan nähden ovat olleet seurantamittauksen ajan lievästi alipaineiset.

- Sokkeliin tehdyssä rakenneavauksessa havaittiin poikkeavaa mikrobikasvustoa eristekerroksen mineraalivillassa. Rapatun julkisivun kosteusjäljet ja sammal- ja leväkasvustot viittaavat korkeaan kosteusrasitukseen ja puutteelliseen vedenpoistoon. Rapatun julkisivun sammal- ja leväkasvustot lisäävät pinnan kosteusrasitusta.

Jatkuva kohonnut kosteusrasitus voi johtaa pinnan rapautumiseen, mikä kasvattaa rakenteen kosteusrasitusta entisestään, ja voi mahdollistaa kosteuden pääsyn eristekerrokseen. Rapatun julkisivun alareunaan tehtyjen rakenneavausten perusteella eristekerroksen mineraalivillassa havaittiin viitteitä poikkeavasta mikrobikasvustosta yhdessä rakenneavauksessa. Muissa rapattuihin julkisivuihin tehdyissä avauksissa ei havaittu poikkeavaa mikrobikasvustoa, joten rappauspinnan kohonnut kosteusrasitus ei ole aiheuttanut merkittäviä vaurioita eristekerrokseen. Eristekerroksen sisäpuolinen, kantava betonirunko ja sen takainen kevytbetoni estävät yksittäisestä vaurioituneesta materiaalista ilmayhteyden sisätiloihin. Rapatun ulkoseinän ja sokkelin välinen vesipelti on asennettu oikeaoppisesti, estäen eristekerrokseen pääsevän veden lammikoitumisen ja pääsyn sokkelirakenteeseen.

- Tutkimusten mukaan yläpohjan kevytbetonielementeissä ei havaittu poikkeavaa mikrobikasvustoa. Yläpohjarakenteissa ei havaittu merkkejä poikkeavista rakennekosteuksista.
- Laskettujen alakattojen mineraalivillaisista kattolevyistä voi irrota kuituja sisäilmaan, heikentäen sisäilman laatua. Kuituja voi irrota eritoten pinnoittamattomista leikkuupinnoista.
- Pintapölynkoostumusnäytteissä havaittiin teollisia mineraalikuituja tiloissa 158 ja 209. Teollisten mineraalikuitujen määrää mitattiin 14 vrk laskeumanäytteistä. Mineraalikuitujen laskeumanäytteiden perusteella opetustilan 158 keskimääräinen tulos ylittää Työterveyslaitoksen asettaman viitearvon, mutta uusintänäytteessä ei ollut ylityksiä. Tilassa 158 ei silmämääräisesti havaittu selkeitä kuitulähteitä. Tilan vierisellä käytävällä on laskettuja alakattoja, joiden kattolevyjen leikkauspinnasta voi irrota mineraalivillakuituja. Kuituja on voinut kulkeutua opetustilaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän mahdollisia kuitulähteitä ei tarkastettu. Ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteissa on ollut vikaa tutkimusten alettua, mikä on voinut aiheuttaa kohonneet kuitupitoisuudet. Ennen uusintamittauksia ilmanvaihtojärjestelmä on huollettu.

- Rakennuksessa tai sen rakenteissa ei todettu sisäilman laatua merkittävästi heikentäviä tekijöitä.

Muistio; Ilmanvaihdon mittaus ja säätöraportti, Lohjan sisäilmamestarit Oy, 11.8.2023

Korjaushistoria

- Asunto muutettu opetuskäyttöön, 1995
- LVIA-peruskorjaus, 1996
 - korjausten yhteydessä uudet IV-konehuoneet ja liikuntasalin varastotila rakennettu ryömintätiloihin
- Sisäpihan ulkoseinien korjaukset, 1996; sisäpiha muutettu kaksikerroksiseksi
- Vesikaton korjaus, 2002
- Rakenteiden korjaukset, 2019 ja 2020
 - Rakenteiden tiivistys: Alapohjan tarkastusluukut uusitaan ja läpiviennit korjataan, kevytbetoniulkoseinä ja sen liitoskohdat tiivistetään, ikkunoiden liittymät tiivistetään, kevytbetoniväliseinät tiivistetään, välipohjat tiivistetään, hormikotelot uusitaan
 - Ilmanvaihto puhdistettu.
- Julkisivujen uudelleenverhous, 2020
 - Julkisivujen maalatut kevytbetonielementit on verhoiltu Sten Color -julkisivulevyillä.
- Sisään aukeavat ikkunat uusittu ja kiinteät ikkunat huoltomaalattu.
- Räystäsrakenteita korjattu ja uusittu.
- Päätyjen pihakansien pintarakenteet uusittu.
- Viemäriputkien korjaaminen, 2020
- Ilmanvaihtokanavien nuohous, 2022

Isännöitsijältä saadun tiedon perusteella, kesällä 2023 tehdyt korjaukset:

- Paikallisia viemärikorjauksia. Vanhoja valurautaisia viemäriputkia uusittu.
- Ilmanvaihtomäärät on mitattu keväällä 2023, ilmamäärissä puutteita. Kesällä 2023 tehty ilmanvaihdon säätöjä.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Pintakosteuskartoitus
- 23 kpl rakenneavauskohtaa (ulkoseinät, väliseinät, lattiapinnoitteet)
- 10 kpl merkkiaine- ja vuototutkimuskohtaa
- 32 kpl materiaalinäytteen mikrobianalyysiä
- 4 kpl mineraalikuitujen tutkimustilaa / 3 rinnakkaisnäytettä per tila (geeliteippimenetelmä)
- lattiapinnoitteiden alapuolisten pintojen tarkastukset
- ikkunaliittymien tiiveyden tarkastukset
- 12 kpl lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset
- 10 kpl paine-erologgeria, yhteensä 10 tilaa, 2 viikkoa/tila (painesuhteet)
 - Ryömintätilaisen alapohjan / putkikanaalin ja sisäilman välisen paine-eron seurantamittaus, vähintään 2 viikon jakso arviolta 4...5 mittauspistettä.
- Ilmanvaihdon kuntotutkimus

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

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Alapohjarakenteet

5.1.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen perusteella alapohjarakenteiden rakennetyypit ovat seuraavat ylhäältä alaspäin lueteltuna (rakennetyypit kopioitu Ramboll Finland Oy:n 8.11.2023 päivätystä tutkimusraportista):

AP1, putkikanaalin kohta:

- Pintamateriaali
- Pintabetonilaatta [50 mm]
- EPS-eriste [50 mm]
- Betonilaatta [120 mm]
- Putkikanaali
- Betoni

AP-2, ryömintätilaa vasten olevat alapohjat:

- Pintamateriaali
- Pintabetonilaatta [50 mm]
- EPS-eriste [50 mm]
- Betonilaatta [150 mm]
- Ryömintätila >1000 mm
- Sepeli

Ryömintätilaan johtavat tarkastusluukut ja ovet on esitetty alla olevassa pohjapiirustuksessa.

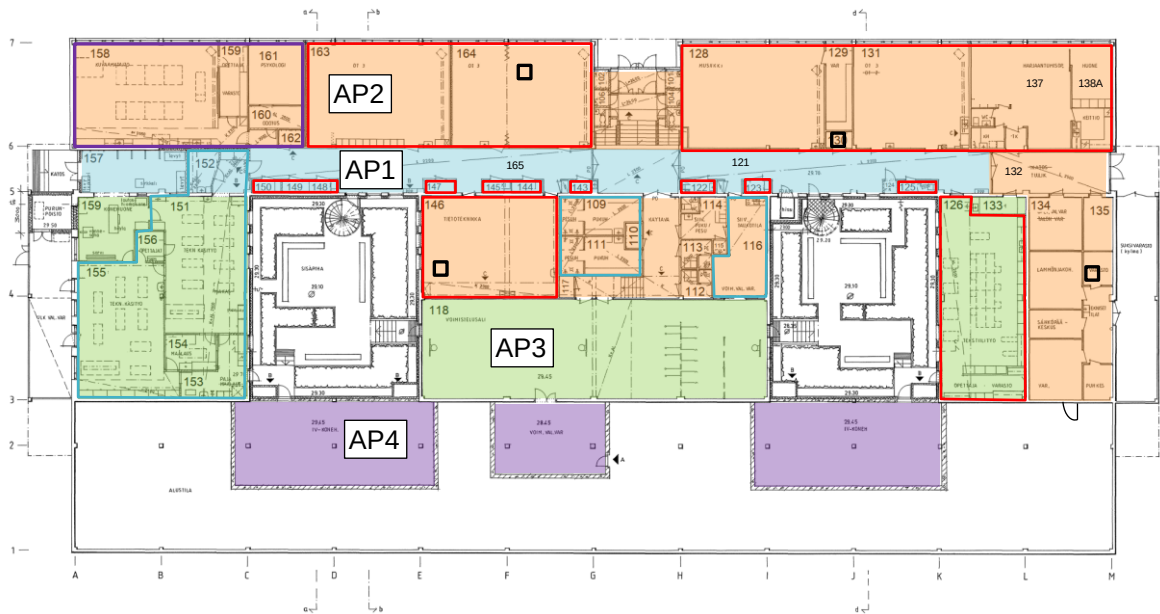
AP-3, maanvaraiset alapohjarakenteet:

- Pintamateriaali
- Pintabetonilaatta [80 mm]

- EPS [100 mm]
- Sepeli

AP-4, vuonna 1996 rakennetuissa IV-konehuoneissa ja liikuntasalin varastossa alapohjarakenteina on 120 mm:n maanvarainen reunavahvistettu betonilaatta. Rakennepiirustusten perusteella alapohjarakenteissa ei ole erillistä kosteus- tai lämmöneriste-kerrosta.

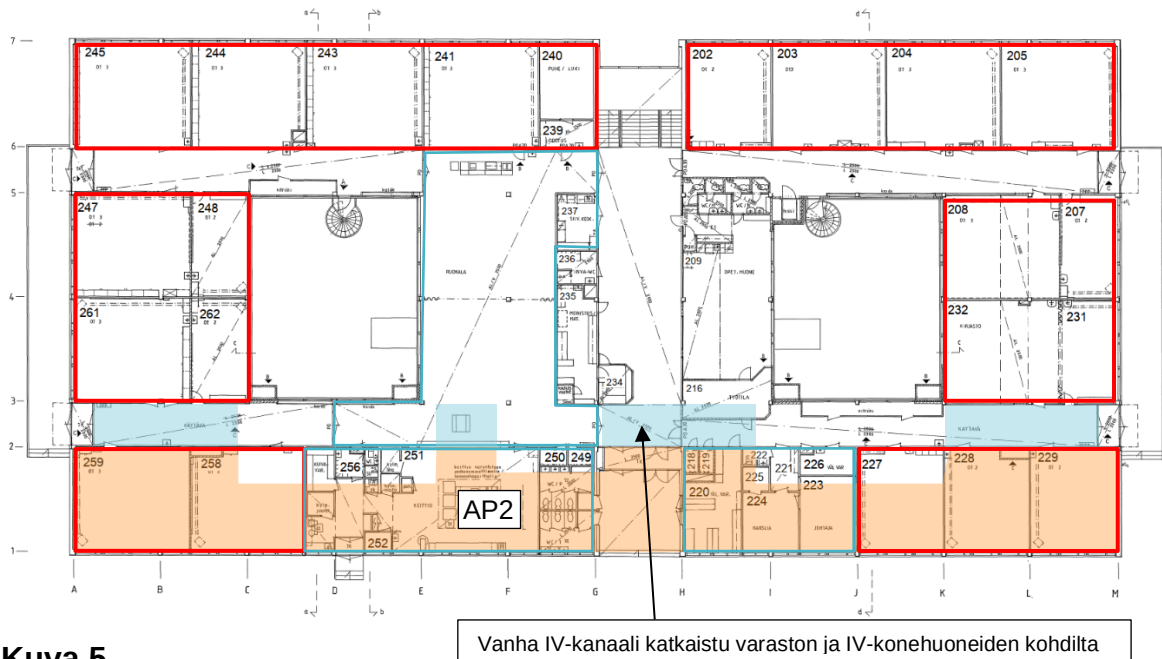
Alapohjarakenteiden ilmatiiveyttä on parannettu vuosina 2019–2020, ja 2021–2023. Lähtötietojen perusteella tiivistyskorjauksia on suoritettu sekä maanvaraisiin, että ryömintätalallisiin alapohjarakenteisiin. Lähtötietojen perusteella tiivistyskorjatut tilat on esitetty alla olevissa pohjapiirustuksissa.



Kuva 4

Alapohjarakenteiden rakennetyyppien sijainnit 1. kerroksen pohjapiirustuksessa. Ryömintätilaan johtavat luukut ja ovet merkitty pohjapiirustukseen.

- Ryömintätilaa vasten olevan alapohjan pintarakenteet on uusittu kokonaisuudessaan (vanha puulattia purettu) – tilat tiivistyskorjattu – tiivistystöiden laadunvarmistusraportit löytyvät lähtötietoaineistosta
- 2019-2020 tiivistyskorjatut tilat – tiivistystöiden laadunvarmistusraportit löytyvät lähtötietoaineistosta
- 2021-2023 korjatut tilat – laadunvarmistusraportteja ei ole löytynyt lähtötietoaineistosta
- Ryömintätilan tarkastusluukku



Kuva 5

Alapohjarakenteiden rakennetyyppien sijainnit 2. kerroksen pohjapiirustuksessa.

- 2019-2020 tiivistyskorjatut tilat – tiivistystöiden laadunvarmistusraportit löytyvät lähtötietoaineistosta
- 2021-2023 korjatut tilat – laadunvarmistusraportteja ei ole löytynyt lähtötietoaineistosta

5.1.2 Havainnot

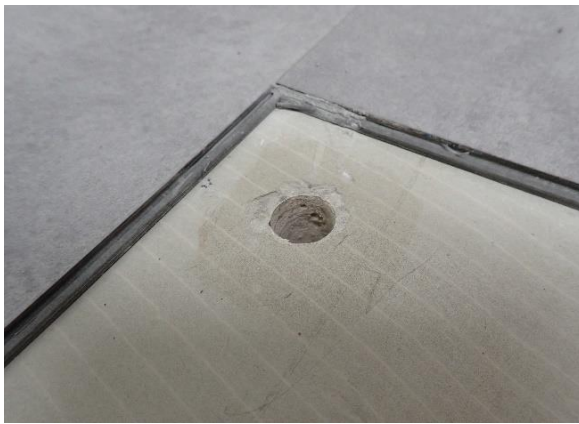
Alapohjarakenteiden ja ulkoseinien liittymäkohtia tarkasteltiin aistinvaraisesti avaamalla pistokoemaisesti lattiapinnoitteita ja lattialistoja pieneltä alueelta. Tarkastelujen tarkemmat havainnot on esitetty rakenneavauskorteissa liitteessä 3. Havaintojen perusteella tiivistyskorjauksia on tehty rakennuksessa eri tuotteilla. Tarkastelujen yhteydessä havaittiin, että lähtötiedoista poiketen tilassa 116 ei ole toteutettu tiivistyksiä. Kyseisessä tilassa ulkoseinän ja alapohjan liittymäkohdassa havaittiin selkeä rako ja mikrobiperäistä hajua.

Lattialiittymien tarkastelujen yhteydessä tarkasteltiin myös lattiapinnoitteen kuntoa. Rakennuksessa on käytetty lattiapinnoitteena tiivistyskorjatuilla alueilla vinyylilankkua. Lattiapinnoitteissa ei havaittu aistinvaraisia viitteitä kosteusvaurioista, eikä niissä ollut havaittavissa voimakasta hajua.

Tuulettuvat /ryömintätilaiset alapohjatilat kierrettiin aistinvaraisesti. Alapohjien alla oleviin ryömintätiloihin on pääsy alapohjassa olevien luukkujen kautta. Tarkastusluukut ovat uusittuja kaasutiiviitä luukkuja. Luukuista yksi oli erilainen (tila 164) ja oli vaikeammin avattavissa.

Ryömintätiloissa on täyttömaana sorastus, jonka pinnalla on monin paikoin kasvustoa. Perustusten pinnalle oli jäänyt yksittäisiä muottilaudoitusten palasia. Ryömintätiloissa havaittiin vanhoja käytöstä poistettuja katkaistuja ja tulppaamattomia viemäreitä. Viemäreiden läpiviennit alapohjarakenteen läpi eivät ole aistinvaraisesti arvioituna tiiviitä. Ryömintätilojen ilmanvaihto on toteutettu erillisellä huippuimurilla. Korvausilma tuodaan sokkelin läpi. Pistokoemaisessa tarkastelussa korvausilmaputkista tuli ryömintätiloihin korvausilmaa. Ryömintätilat ovat ilmayhteydessä 1. kerroksen putkikanaaliin.

Ryömintätiloissa oli havaittavissa sekä pohjois- että eteläpäässä kosteammat alueet. Pohjoispäässä oli ryömintätilan pohjalla seisovaa vettä.



Kuva 6

Tila 164 lattiapinnoitteena on vinyylilankku. Tasoitteen alla ei havaittu selkeitä tiivistyskerroksia silmämääräisen arvion perusteella.



Kuva 7

Tilassa 116 alapohja-ulkoseinäliittymää ei ole selkeästi tiivistetty. Liittymässä oli havaittavissa selkeä mikrobiperäinen haju.



Kuva 8

Liikuntasalin viereisessä varastossa on asbestipitoisia muovilaattoja irronneena.



Kuva 9
Ryömintätilojen pohjalla on sorastus.



Kuva 10
Sorastuksen pinnalle on monin paikoin kasvustoa.



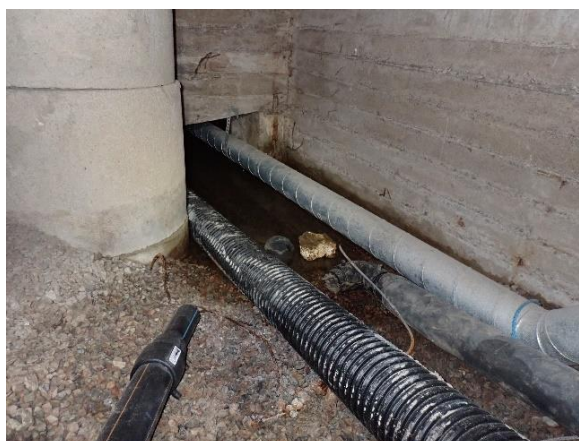
Kuva 11
Läpiviennit eivät ole ryömintätilan puolelta tiiviitä.



Kuva 12
Ryömintätiloissa on käytöstä poistettuja katkaistuja viemäriin putken päitä.



Kuva 13
Rakennuksen eteläpäässä ryömintättilassa on kosteampi alue.



Kuva 14
Rakennuksen pohjoispäässä ryömintättilan pohjalla esiintyy vapaata vettä.

5.1.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteen kosteustilannetta tarkasteltiin pintakosteudenilmaisimella maanvastaisten alapohjarakenteiden osalta niiltä alueilta, joissa lattiapinnoitteena on muovilaatta. Pintakosteusmittaukset eivät viitanneet näiltä osin poikkeavaan kosteustilanteeseen.

5.1.4 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeiden avulla eri puolilla rakennusta. Tutkimuksia suoritettiin maanvastaisten sekä ryömintätilallisten alapohjarakenteiden alueilla että kanaalirakenteiden kohdalla. Kanaalirakenteiden merkkiainekokeiden tuloksia on esitetty kappaleessa 5.5.3.

Merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta) laskettiin alapohjarakenteen eristetilaan. Kaasunsyöttöpisteiden ja ilmavuotoalueiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa ja merkkiainekokeiden olennaisimmat havainnot on esitetty seuraavissa kuvissa sekä tarkemmin havaintokorteissa liitteessä 2. Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavien tilojen ollessa noin 3...7 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden, sekä erillisellä alipaineovella alipaineistetussa tilanteessa tilojen ollessa 7...12 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

Merkkiainekokeissa tilojen 138 ja 151 tiivistyskorjatuissa alapohja-ulkoseinäliittymissä havaittiin ilmavuotoja ns. normaaliolosuhteissa. Tiloissa 146 ja 223 ei ns. normaaliolosuhteissa havaittu ilmavuotoja tiivistyskorjattujen rakenneliittymien kohdalta, mutta vuotoja havaittiin ns. alipaineistetussa tilanteessa tilassa 223 väliseinien levysaumoista ja oven kynnyksen kohdalta sekä tilan 224 puolella väliseinän levysaumojen kohdilla. Lisäksi tilan 138 merkkiainekokeissa havaittiin tiiviyspuutteita sähköläpivienneissä ja pistorasioissa alipaineistetussa tilanteessa.



Kuva 15

Tilassa 146 todetut vuotokohdat olivat oven kohdalla sekä käytävän ja tilan 147 (kaapiston takana) puolella lattian ja väliseinän liittymäkohdissa.



Kuva 16

Varastotilassa 147 todetut vuotokohdat merkittynä kuvassa. Kolmas vuotokohta oli toisella laidalla serverin johtojen luona lattialiittymässä.



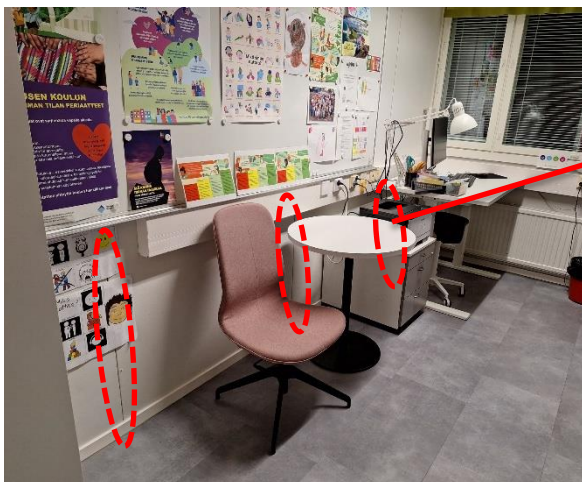
Kuva 17

Tilassa 138 todetut ilmavuotokohdat sijaittivat kahdessa pistorasiassa ulkoseinällä, väliseinän ja lattian liittymässä sekä lattian ja ulkoseinän liittymässä.



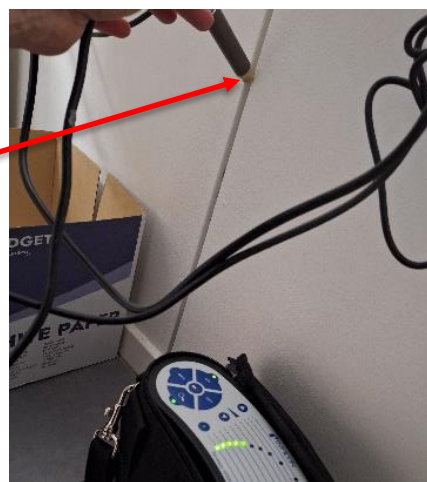
Kuva 18

Tilojen 138 ja 137 väliseinän ja lattian rajan vuotokohdat merkitty teipein.



Kuva 19

Tilan 223 alapohjassa ei havaittu ilma-voitoja. Viereisen tilan 224 väliseinän levysaumojen kohdilla oli kuitenkin selkeitä vuotokohtia.



Kuva 20

Tilan 224 levysaumassa havaittiin selkeä ilmavuoto myös ylempänä saumakohdassa.



Kuva 21

Tilassa 151 havaittiin ulkoseinien alapohjaliittymissä pistemäisiä ilmavuotoja.

5.1.5 Johtopäätökset

Merkkiainekokeiden perusteella alapohjarakenteiden liittymäkohdissa havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja kaikissa tutkituissa tiloissa. Osassa tiloista ilmavuotoja havaittiin tiivistetyistä ulkoseinän ja alapohjan rakenneliittymistä ja osassa tiloista vuotoja havaittiin väliseinien ja alapohjien tai väliovien kohdalta. Ilmavuotoja tapahtui 2. kerroksen tilaa 223 lukuun ottamatta normaalissa paine-erossa (-7...-8 Pa). Havaintojen perusteella ryömintätilasta ja maanvaraisen alapohjarakenteen osalta maaperästä voi tapahtua ilmavuotoa sisätiloihin.

Tutkimuksissa havaittiin yksi tila 116, jossa on lähtötietojen perusteella tehty tiivistyskorjauksia, mutta havaintojen perusteella niitä ei ole toteutettu. Ulkoseinän ja alapohjan liittymäkohdassa havaittiin selkeä rako ja mikrobiperäistä hajua. Myös muilta osin tiivistyskorjaukset ovat havaintojen perusteella tehty hyvin vaihtelevilla menetelmillä.

5.1.6 Toimenpide-ehdotukset

Ensisijaisena toimenpiteenä suositellaan ilmanvaihdon säätöjä ja ryömintätilan ja putkikanaalin poistoilmanvaihdon tehostamista siten että ryömintätilat pysyttelevät alipaineisina käyttötiloihin nähden. Alipaineen pysymistä suositellaan seuraamaan jatkuva-toimisilla mittalaitteilla.

Tilan 116 lattialiittymien tiivistystä suositellaan. Lisäksi suositellaan tiivistyskorjattujen tilojen osalta merkkiainekokeita laajemmalla otannalla ja havaittujen ilmavuotojen tiivistämistä erillisen suunnitelman mukaan.

5.2 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.2.1 Rakenne ja sijainti

Rakennuksen ulkoseinät ovat pääosin kevytbetoni- tai betonirunkoisia. Kevytbetonielementtien pinta on verhoiltu julkisivulevyillä vuonna 2020.

Lähtötietojen perusteella sisäpihat ovat aiemmin olleet yksikerroksisia, ja ne on muutettu kaksikerroksisiksi vuoden 1996 peruskorjauksessa. Tämän takia sisäpihan ulkoseinät ovat yläreunasta levyrakenteisia ja mineraalivillaeristeisiä, alaosaan seinät ovat mineraalivillaeristeisiä ja ulkopinnasta rapattuja. Alimman kerroksen sisäpihoja vasten olevat seinät ovat siis vuoteen 1996 asti olleet ryömintätiloja vasten / maanvastaisia ulkoseiniä.

IV-konehuoneet ja liikuntasalin varasto on rakennettu ryömintätiloihin vuoden 1996 peruskorjauksen yhteydessä. Ko. tiloissa ulkoseinärakenteet ovat kevytsoraharkkoisia.

Lähtötietojen ja rakenneavausten perusteella ulkoseinärakennetyypit ovat seuraavat sisältä ulospäin katsottaessa (lähde Ramboll Finland Oy:n raportti 8.11.2023):

Sokkeli:

- Maali
- Kevytbetoni [100 mm]
- EPS-eriste [50 mm]
- Betoni [100 mm]

US-1:

- Maali
- Kevytbetoni [250 mm]
- Ilmarako + puurunko [25 mm]
- Julkisivulevy [5 mm]

US-2:

- Lasikuitutapetti
- Kipsilevy [16 mm]
- Muovikalvo
- Mineraalivilla + puurunko [120 mm]
- Kevytbetoni [400 mm]

US-3:

- Maali
- Kevytbetoni [100 mm]
- Betoni [~100 mm]
- Mineraalivilla [100...160 mm]
- Rappaus [20...35 mm]

US-4:

- Maali
- Kevytsoraharkko [200 mm]
- Mineraalivilla [100 mm]
- Rappaus [25 mm]

US-5:

- Maali
- Kevytsoraharkko [300 mm]
- ryömintätila

US-6:

- Lujalevy [10 mm]
- Muovikalvo
- Mineraalivilla [100 mm]
- Kevytbetoni [100 mm]
- Betoni

US-7:

- Lujalevy [10 mm]
- Muovikalvo
- Mineraalivilla + puurunko [120 mm]
- Tervapahvi [1 mm]
- Ilmarako [15 mm]
- Julkisivulevy [5 mm]



Kuva 22

Ulkoseinien rakennetyypit 1. kerroksen pohjapiirustuksessa (lähde Ramboll Finland Oy:n tutkimusraportti 8.11.2023).

- Kevytbetonirakenteisesta seinästä otettu mikrobinäyte – näytteessä ei ole todettu mikrobivaurioita
- Kevytbetonirakenteisen seinän sisäpinnassa todettu mikrobivaurio



Kuva 23

Ulkoseinien rakennetyypit 2. kerroksen pohjapiirustuksessa (lähde Ramboll Finland Oy:n tutkimusraportti 8.11.2023).

- Kevytbetonirakenteisesta seinästä otettu mikrobinäyte – näytteessä ei ole todettu mikrobivaurioita
- Kevytbetonirakenteisen seinän sisäpinnassa todettu mikrobivaurio

5.2.2 Havainnot

Rakennuksen ulkoseinärakenteita tutkittiin havainnoimalla aistinvaraisesti mahdollisia kosteusrasituskohtia ulkopuolelta ja tekemällä rakenteisiin rakenneavauksia sisäpuolelta käsin. Niillä alueilla, joissa ulkoseinärakenne on ulkopinnastaan levytetty, ei ollut havaittavissa silmämääräisen arvion perusteella kosteusrasituskohtia. Sisäpihojen puolella eristerapattujen ulkoseinien kohdilla on havaittavissa kosteusrasitusjälkiä. Kosteusrasitus johtuu siitä, että seinän alapinnan pellitys on asennettu vaakatasoon ja peltiin tippuva sadevesi pääsee roiskumaan seinää vasten. Eristerappauksen kuntoa on tutkittu aiemmassa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa. Tällöin mineraalivillasta otettiin kolme materiaalinäytettä, joista yhdessä oli epäily mikrobivauriosta. Nyt sisäpuolelta tehtyjä rakenneavauksia pyrittiin kohdistamaan näille alueille.

Kevytbetonirakenteisia ulkoseiniä tutkittiin pääasiassa poraamalla 60 mm kuppiterällä 0...40 mm ja 40...80 mm syvyyksiltä ja ottamalla kyseisistä kohdista materiaalinäytteet mikrobimääritystä varten. Porauksia tehtiin yhteensä 11 kpl. Suurin osa porauksista tehtiin lähelle lattiapintaa, mutta osa ylemmäs ikkunoiden alapuolelle. Rakenneavausten tarkemmat havainnot ja porauskohdat on esitetty avauskorteissa liitteessä 3.

Avausten paikannukset on merkitty liitteen 1 pohjapiirustuksiin. Kevytbetoniseinistä ainoastaan tilan 164 osalta havaittiin lievää mikrobiperäistä hajua. Myös tilassa 116 havaittiin mikrobiperäistä hajua, mutta sen lähteenä on todennäköisemmin alapohjan liittymäkohdista tapahtuvat ilmavuodot.

Alakerran teknisen työn tilassa on kevytbetoniseinän sisäpuolella lämmöneriste. Rakenne vastasi suunnitelmia. Myös tältä osin tutkittiin kevytbetoniseinän kuntoa materiaalinäytteellä ja lisäksi myös mineraalivillaeristeen kuntoa. Rakenteessa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioon viittaavaa. Mineraalivillaeristeessä oli tummentumaa, mikä viittaa ilmavuotoihin.

Sisäpihojen kohdalla käytävillä on 2. kerroksen osalta ikkunoiden yläpuolella levyrakenteinen seinä (US7). Levyn sisäpinnassa havaittiin vesivuotojälkiä käytävällä 201. Levyrakenteita avattiin käytävältä 201 ja 257 (levyssä ei jälkiä) rakenteen kunnan selvittämiseksi. Vesivuotojälkien kohdalla käytävällä 201 ei itse rakenteessa havaittu kuitenkaan merkkejä kosteusvaurioista. Käytävällä 257, jossa ulkopinnassa ei ollut havaittavissa valumajälkiä, oli puurunko kuitenkin selkeästi jossain vaiheessa kostunut. Myös höyrynsulku oli valmiiksi repaleinen / epätiivis, minkä vuoksi ilmavuodot rakenteesta ovat ilmeisiä.

Ikkunoiden tiivistyskorjauksien laatua tarkasteltiin silmämääräisesti ruokalasta sekä neljästä opetustilasta (163, 203, 228 ja 247) avaamalla ikkunalistoja. Lisäksi arvioitiin ilmavuotojen määrää ja voimakkuutta normaalissa paine-erossa ja alipaineistetussa tilanteessa aistinvaraisesti ja merkkisavua hyödyntäen.

Pääosin ikkunoiden tiivistykset olivat kunnossa. Tilassa 163 havaittiin yksittäinen epätiivelyskohta ikkunoiden välissä, jossa teippi oli irti alustastaan (Kuva 33). Ruokalan ikkunoiden alaosassa teippaus oli juuri ja juuri kiinni alustassaan (Kuva 34). Kyseisilläkin kohdilla teippauksen taustalla ikkunatilkkeenä on polyuretaanivaaho eikä ilmavuotoja havaittu aistinvaraisen arvion perusteella alipaineistetussakaan tilanteessa.

Verhokotelon taustan kuntoa tutkittiin tilassa 228 tekemällä verhokoteloon avaus (US15). Avaus tehtiin, koska ulkoseinän sisäpinnalla oli havaittavissa veden valumajälkiä. Verhokotelon taustalla ei havaittu viitteitä vaurioista. Ulkoseinän ja yläpohjarakenteen liittymään on tehty kyseiselle kohdalle tiivistyskorjaus.



Kuva 24

Tilan 146 kohdalla ulkoseinän lämpö-rappauksen ulkopinnassa on nähtävissä kosteusrasitusjälkeä koko matkalla ulkoseinän alaosassa (nuolet).



Kuva 25

Sisäpiha tilan 116 kohdalla, jossa oli myös lievää kosteusrasitusjälkeä. Ulkoseinässä on jo yksi vanha avauskohta.



Kuva 26

Sisäpihan vuotojälki opettajien tilan ikkunasta alaspäin sekä kosteusjälkeä alempana ulkoseinässä.



Kuva 27
Esimerkki kevytbetoniseinän porauksesta tilassa 247.



Kuva 28
Kevytbetoniseinän poraus tilassa 247.



Kuva 29
Tilan 155 rakenneavaus US12 lattiapinnan lähelle.



Kuva 30
Levyseinän ja lisälämmöneristyksen takana on kevytbetoniseinä.



Kuva 31
Ulkoseinärakenteen levytyksessä on nähtävissä useita vuotojälkiä käytävän 201 kohdalla.



Kuva 32
Käytävällä 257 ulkoseinärakenteessa puurangassa oli selkeitä kosteusjälkiä.


Kuva 33

Opetustilassa 163 tiivistysteippi oli irronnut alustastaan. Teippi ei ulotu kokonaan ikkunoiden välisen seinäosuuden ylitse tässä tilassa.


Kuva 34

Alaosan tiivistysteippi yltää juuri ja juuri alaosan seinärakenteeseen (ruokala).

5.2.1 Mikrobialyysit, ulko- ja väliseinät

Erilaisiin ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 13 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 28 materiaalinäytettä mikrobialyysiin. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 4. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1

Ulko- ja väliseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobialyysin tulokset. VS = väliseinä, kevytbetoninäytteiden näytesyvyudet ovat sisäpinnasta katsoen.

Näyte-numero	Tila, näytesyvyys (mm)	Materiaali	Tulkinta
MN2	Luokkatila 247, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN3	Luokkatila 247, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN4	Luokkatila 244, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN5	Luokkatila 244, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN6	Luokkatila 203, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN7	Luokkatila 203, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN8	Luokkatila 207, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN9	Luokkatila 207, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN10	Luokkatila 116, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN11	Luokkatila 116, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN13	Luokkatila 126, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta

Näyte-numero	Tila, näytesyvyys (mm)	Materiaali	Tulkinta
MN14	Luokkatila 126, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN15	Luokkatila 164, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN16	Luokkatila 164, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN17	Luokkatila 163, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN18	Luokkatila 163, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN19	Luokkatila 146, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN20	Luokkatila 146, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN22	Luokkatila 151, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN23	Luokkatila 151, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN24	Luokkatila 158, 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN25	Luokkatila 158, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN26	Luokkatila 155, 0–40	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN27	Luokkatila 155, 40–80	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN28	Käytävä 257	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN29	Käytävä 257	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN30	Käytävä 201	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN31	Käytävä 201	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Missään seinärakenteista otetuissa kevytbetoninäytteissä ei todettu viitteitä vauriosta. Näytteissä ei kasvanut mikrobeja tai niitä kasvoi vain niukasti. Näytteissä MN1 ja MN18 kasvoi yksittäisiä nk. kosteusvaurioon viittaavia indikaattorilajeja, mutta se on normaalia.

Luokkatilan 155 sisäpuolisessa lisälämmöneristeessä ja kevytbetonissa (näytteet MN26 ja MN27) kasvoi niukasti kahta eri kosteusvaurioon viittaavaa indikaattorilajia (*Aspergillus restrictus* ja *Eurotium* sp). Mineraalivillanäytteessä kasvoi lisäksi kohtalaisesti homeita/hiivoja, minkä takia näyte MN26 luokitellaan epäilyksi mikrobivaurioksi.

Käytävien kohdalla levyrakenteisissa seinissä otetuista materiaalinäytteistä ei todettu viitteitä vaurioista.

5.2.2 Johtopäätökset

Suoritettujen lisätutkimusten perusteella kevytbetoniseinissä ei havaittu olevan mikrobikasvua. Ainoastaan tilan 164 kevytbetoniseinässä havaittiin mikrobiperäistä hajua. Näiden tutkimusten perusteella kevytbetoniseinissä ei esiinny sellaista laajamittaista mikrobikasvua, joka heikentäisi sisäilman laatua.

Kevytbetoniseinissä ei havaittu mikrobivaurioita myöskään eristerapattujen seinien kohdalla. Aiemmassa tutkimuksessa eristerapatun seinärakenteen mineraalivillaeristeessä on havaittu yksittäinen epäily mikrobikasvusta. Kun otetaan huomioon rakenteen tiiviys ja vaurioiden paikallisuus, ei eristerapatun seinän kosteusrasitushavainnoilla ole akuuttia sisäilmavaikutusta.

Tilan 155 sisäpuolisessa lämmöneristeessä todettiin epäily mikrobivauriosta. Sisäpuolista lämmöneristettä voidaan pitää kosteusteknisesti riskialttiina ratkaisuna, joskin kevytbetonin hyvä lämmöneristävyys pienentää riskin muodostumista. Mikrobinäyte viittaa kuitenkin jonkinasteiseen mikrobivaurioon, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun.

Käytävien levyrakenteisissa sisäpihaa vasten olevissa seinissä ikkunoiden yläpuolella havaittiin selkeitä viitteitä kosteusvaurioista. Höyrynsulussa todettiin puutteita, joten vaurioilla on selkeä ilmayhteys sisäilmaan.

Ikkunoiden ja ulkoseinien välisissä tiivistysteippauksissa havaittiin silmämääräisen arvion perusteella puutteita. Teippauksen alla on kuitenkin polyuretaanivaaho ja todennäköisesti tästä syystä ikkunaliittymistä ei todettu aistinvaraisen arvion perusteella ilmavuotoja alipaineistetussakaan tilanteessa. Kun otetaan lisäksi huomioon, että rakennuksen ikkunat on uusittu ja ikkunoissa, ikkunakarmeissa tai ikkunatilkkeissä ei ole havaittavissa mikrobivaurioituneita materiaaleja, ei teippausten puutteet aiheuta riskejä sisäilman kannalta tai toimenpidetarpeita.

5.2.3 Toimenpide-ehdotukset

Suosittelaa tilojen 155 ja 157 ulkoseinärakenteen sisäpuolisen lämmöneristeen poistamista ja rakenteen korjausta kosteusteknisesti varmasti toimivaksi. Samassa yhteydessä suositellaan varmistamaan ulkoseinä-alapohjaliittymän tiiviys.

Käytävien levyrakenteiset seinät suositellaan kokonaisuudessaan uusittavaksi. Levyrakenteisia seiniä on sisäpihojen kohdalla rakennuksen 2. kerroksessa. Korjaustyössä tulee ottaa huomioon rakenteiden sisältämät haitta-aineet.

Eristerapattujen ulkoseinien kosteusrasituskohtien korjausta suositellaan siten, ettei kosteusrasitusta julkisivulle pääse jatkossa tapahtumaan (peltien kaatojen korjaus).

5.3 Välipohjarakenteet

5.3.1 Rakenne ja sijainti

Rakennuksen välipohjat ovat teräsbetonirunkoisia. Välipohjien alapinnassa on luokkatiloissa alaslasketut lastuvillalevyt ja käytävillä alaslaskettu mineraalivillalevykatto.

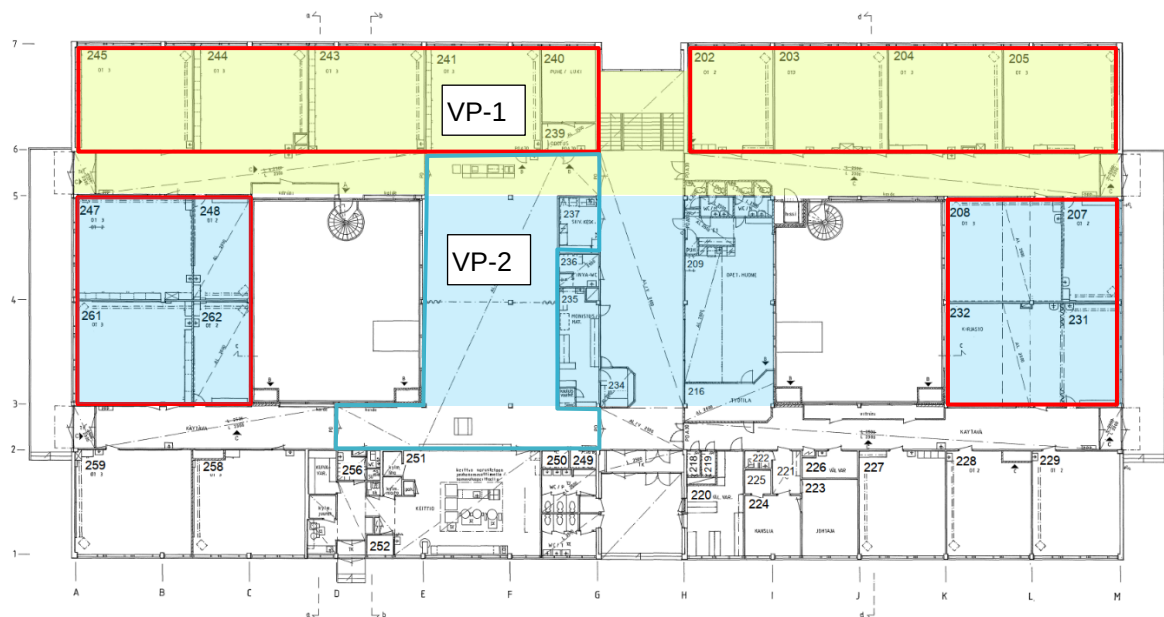
Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan rakenne on seuraava sisältä ulospäin lueteltuna (lähde Ramboll Finland Oy:n 8.11.2023 päivätty tutkimusraportti):

VP-1:

- Pintamateriaali
- Pintabetonilaatta [50 mm]
- Kantava betonilaatta
- Lastuvillalevy [25 mm]'

VP-2:

- Pintamateriaali
- Pintabetonilaatta [50 mm]
- Muovikalvo
- Vaahtomuovi
- Kantava betonilaatta



Kuva 35

- 2019-2020 tiivistyskorjatut tilat – tiivistystöiden laadunvarmistusraportit löytyvät lähtötietoi-
neistosta
- 2021-2023 korjatut tilat – laadunvarmistusraportteja ei ole löytynyt lähtötietoi-
neistosta

5.3.2 Havainnot

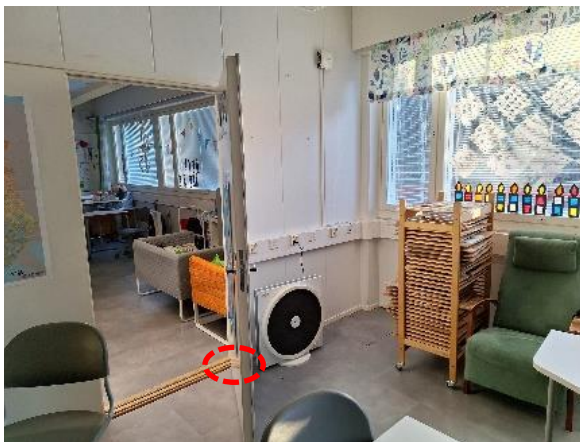
Välipohjarakenteiden liittymäkohtia tarkasteltiin aistinvaraisesti avaamalla lattiapinnoi-
tetta ja lattialistaa yhdestä tilasta 207. Tarkastelun tarkemmat havainnot on esitetty

rakenneavauskortissa liitteessä 3. Kyseisessä tilassa lattialiittymien tiivistykset on tehty tasoitekerrosten alle, joten ne eivät ole silmämääräisesti todennettavissa. Liittymissä ei havaittu poikkeavaa.

Lattialiittymän tarkastelun yhteydessä tarkasteltiin myös lattiapinnoitteen kuntoa (vinyyilankku). Tilassa 207 lattiapinnoitteessa oli alapohjarakenteissa käytettyihin vastaaviin lattiapinnoitteisiin verrattuna voimakkaampi kemiallinen haju. Hajua ei voida pitää erityisen poikkeavana, mutta se voi selittää tilassa havaittua erilaista hajumaailmaa.

5.3.3 Merkkiainekokeet

Välipohjarakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin pistokokeenomaisesti merkkiainekokeiden avulla VP2- alueella, joissa rakenteessa on eristehalkaisu. Merkkiainekokeessa havaittiin yksittäisiä pistemäisiä ilmavuotoja tilojen välioiven kohdalla.



Kuva 36
Tilan 247 välipohjan ilmapuotokoe. Vuotoja havaittiin vain tilojen välioiven kohdalla.



Kuva 37
Pistemäisiä vuotokohtia oli oven molemmin puolin sekä kynnyksen kohdalla.

5.3.4 Johtopäätökset

Rakennuksen välipohjarakenteeseen tehdyn merkkiainekokeen perusteella välipohjan rakenneliittymissä havaittiin ainoastaan pistemäinen epätiiviyskohta välioiven kynnyksen kohdalla. Koska rakenteessa ei ole todettu kosteus- tai mikrobivaurioita tai muita sisäilmateknisiä riskikohtia, ei yksittäinen pistemäinen epätiiviyskohta aiheuta toimenpidetarpeita.

Tilassa 207 poikkeavaa hajumaailmaa voi selittää lattiapinnoitteessa havaittu voimakkaampi haju. Lattiapinnoitteessa ei havaittu voimakkaampaa hajua lukuun ottamatta muuta poikkeavaa.

5.3.5 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpidesuosituksia.

5.4 Väliseinät ja koteloinnit

5.4.1 Rakenne ja sijainti

Rakennuksen väliseinärakenteet ovat pääasiassa kevytbetonisia massiivisia väliseiniä. Rakennuksessa on joitain yksittäisiä levyrakenteisia väliseiniä.

5.4.2 Havainnot

Rakennuksen kevytbetonirakenteisia väliseinärakenteita tutkittiin tekemällä rakenteisiin rakenneporauksia ja ottamalla kyseisistä kohdista materiaalinäytteet mikrobimäärittystä varten. Rakenneavaukset toimivat pääasiassa vertailunäytteinä ulkoseinärakenteiden rakenneavauksille. Porauksia tehtiin yhteensä 3 kpl. Avaukset tehtiin lähelle lattiapintaa. Rakenneavausten tarkemmat havainnot ja porauskohdat on esitetty avauskorteissa liitteessä 3. Avausten paikannukset on merkitty liitteen 1 pohjapiirustuksiin.

5.4.3 Mikrobianalyysit

Väliseiniin tehtiin yhteensä 3 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 3 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin yhdestä syvyydestä: 0–40 mm. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 4. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 2

Väliseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset. VS = väliseinä, kevytbetoninäytteiden näytesyvyys on sisäpinnasta katsoen.

Näyte-numero	Tila, näytesyvyys (mm)	Materiaali	Tulkinta
MN1	Luokkatila 261, VS 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN12	Luokkatila 116, VS 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta
MN21	Luokkatila 146, VS 0–40	Kevytbetoni	Ei viitettä vauriosta

Missään väliseinärakenteista otetuissa kevytbetoninäytteissä ei todettu viitteitä vauriosta. Näytteissä ei kasvanut mikrobeja tai niitä kasvoi vain niukasti. Näytteissä MN1 ja MN18 kasvoi yksittäisiä nk. kosteusvaurioon viittaavia indikaattorilajeja, mutta se on normaalia.

5.4.4 Johtopäätökset

Suoritettujen tutkimusten perusteella väliseinärakenteissa ei havaittu mikrobivaurioita.

Alapohjarakenteiden merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin, että alapohjarakenteen eristetilasta on ilmayhteys sisäilmaan väliseinärakenteen epätiiviyiskohtien kautta (kappale 5.1).

5.4.5 Toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteisiin suositellaan tiivistyskorjauksia levyrakenteisten väliseinien kohdalle.

5.5 Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet

5.5.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen perusteella käytävätilojen kohdilla kulkee sekä 1. kerroksessa että 2. kerroksessa koko rakennuksen pitkittäissuuntaiset kanaalirakenteet (kanaalien sijainnit esitetty Kuva 4 ja Kuva 5). Aiempien tutkimusten perusteella kanaalirakenteet sisältävät rakennusjätteitä ja muita epäpuhtauksia. Lähtötietoaineiston ja tutkimushavaintojen

perusteella 2. kerroksen putkikanaali ei ole enää yhtenäinen, vaan kanaali katkeaa IV-konehuoneiden ja liikuntasalin takavaraston kohdilla.



Kuva 38

Kuva käytävällä olevasta kaasutiiviistä luukusta.



Kuva 39

Kuva kaasutiiviistä luukusta.

5.5.2 Havainnot

Kanaalirakenteiden luukut on muutettu kaasutiiviiksi luukuiksi 1. kerroksessa aiempien korjausten yhteydessä. 2. kerroksessa luukut eivät ole ilmatiiviitä.

1. kerroksen osalta kanaalirakenteiden kaasutiiviit luukut avattiin ja kanaalirakenteiden kunto tarkastettiin. Kanaalirakenteet ovat suorassa ilmayhteydessä ryömintätilojen kanssa. Kanaalissa on lisäksi rakennuspölyä ja huonokuntoisia putkieristeitä. Kanaaleja voidaan siten pitää epäpuhtaana tilana.

2. kerroksen osalta putkikanaalien luukut eivät ole kaasutiiviitä, ja kanaalit sisältävät runsaasti rakennus- ja huonepölyä sekä huonokuntoisia putkieristeitä ja muita epäpuhauksia. Osa 2. kerroksessa sijaitsevista luukuista ei ole yhteydessä putkikanaaliin vaan 1. kerroksen käyttötiloihin (voimisteluvälinevarasto). Voimisteluvälinevaraston katossa olevien putkien päällä on runsaasti huonepölyä.

1. kerroksen pukuhuonetilassa havaittiin tekniikkakotelossa kosteusvauriojälkiä, joka on todennäköisesti aiheutunut liiallisesta siivousvedestä tai muusta vastaavasta kosteusrasituksesta.



Kuva 40
Kaasutiivis luukku tekniikkakanaaliin 1. kerroksessa.



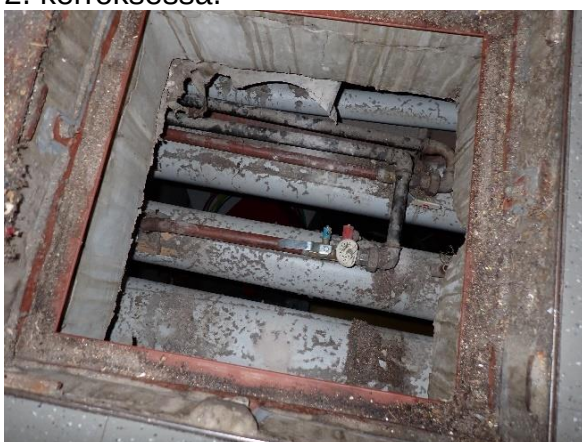
Kuva 41
Tekniikkakanaali 1. kerroksessa.



Kuva 42
Tiivistämätön luukku tekniikkakanaaliin 2. kerroksessa.



Kuva 43
Tekniikkakanaali 2. kerroksessa.



Kuva 44
Yksi tekniikkaluukku 2. kerroksen käytävällä johtaa voimistelusalin varastoon. Putkien päällä on runsaasti huonepölyä.



Kuva 45
1. kerroksen pukuhuonetilassa on kosteusvaurioitunut putkikotelointi.

5.5.3 Merkkiainekokeet

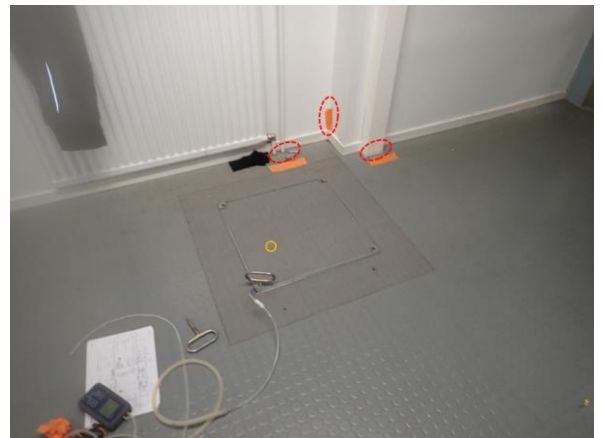
Kanaalirakenteiden tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla 1. kerroksen osalta.

Merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta) laskettiin kanaaliin tarkastusluukkujen kautta. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa ja merkkiainekor-teissa liitteessä 2. Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavien tilo-jen ollessa noin -8 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

Merkkiainekokeissa havaittiin, että 1. kerroksen tekniikkakanaalista on ilmavuotoja si-sätiloihin ns. normaalitilanteessa. Epätiiveyttä havaittiin erityisesti ovien kynnyksen koh-dalla viemäri- ja putkiläpivientien kohdalla, mutta myös väliseinän ja alapohjan liittymä-kohdissa.



Kuva 46
Merkkiainekokeissa todettiin, että tekniikkakanaalista on ilmavuotoja sisätiloihin päin normaalitilanteessa.



Kuva 47
Merkkiainekokeissa todettiin, että tekniikkakanaalista on ilmavuotoja sisätiloihin päin normaalitilanteessa.

5.5.4 Johtopäätökset

Putkikanaalit ovat sekä 1. kerroksessa että 2. kerroksessa epäpuhdistusta tilaa, jossa on rakennuspölyä ja muita epäpuhtauksia. 1. kerroksen putkinaalista tapahtuu ilmavuotoja sisätiloihin päin käytävien alueella kynnyksen, läpivientien ja rakenneliittymien kohdilta. Koska putkikanaalista on suora ilmayhteys myös ryömintätilaan, pääsevät myös ryömintätilan epäpuhtaudet siirtymään sisätiloihin putkikanaalin kautta.

2. kerroksessa putkikanaalin tarkastusluukkuja ei ole vaihdettu kaasutiiviiksi, joten il-mavuodot putkikanaalista ovat todennäköisiä tilojen ollessa alipaineisia. Putkikanaa-leista siirtyvät epäpuhtaudet voivat heikentää sisäilman laatua.

5.5.5 Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan 1. kerroksen osalta käytävien alueella rakenteille tiivistyskorjauksia. Li-säksi suositellaan ilmanvaihdon säätöjä sekä ryömintätilojen ja kanaalirakenteiden poistoilmanvaihdon lisäämistä siten, että käyttötilat pysyttelevät ylipaineisina putkika-naaliin nähden.

Rakennuksen 2. kerroksen kanaalirakenteiden osalta suositellaan kaasutiiviiden luuk-kujen asentamista. Lisäksi suositellaan käytäväalueille tiivistyskorjauksia. Kanaalin ali-paineistamisen mahdollisuutta tulee selvittää (ilmayhteys käyttötiloihin?).

1. kerroksen pukuhuonetiloissa suositellaan korjaamaan kosteusvaurioitunut putkikote-lointi.

5.6 Alakatot

5.6.1 Havainnot

Rakennuksessa on alakattoja sekä luokkatiloissa että käytävien alueella. Luokkati-loissa alakatot ovat alkuperäisiä huokoisia kuitulevyjä. Käytävien alueella on mineraali-villapintaisia akustiikkalevyjä. Osa käytävien mineraalivillalevyistä on vanhoja ja reu-noista pinnoittamattomia ja osa käytävien alakattolevyistä on pinnoitettu reunoistaan.



Kuva 48



Kuva 49

Luokkatiloissa on alakattolevynä huokoinen kuitulevy.

Osalla käytävistä on vanhempaa mineraalivillarakenteista alakattolevyä, joka voi toimia mineraalivillalähteenä.



Kuva 50

Osalla käytäviä on uudempaa mineraalivillarakenteista akustiikkalevyä, joiden ylä- ja sivupinnat on pinnoitettu.

5.6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Käytävien alaslaskettujen kattojen ylä- ja sivupinnoiltaan pinnoittamattomat mineraalivilla-aineiset levyt suositellaan uusimaan.

6 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

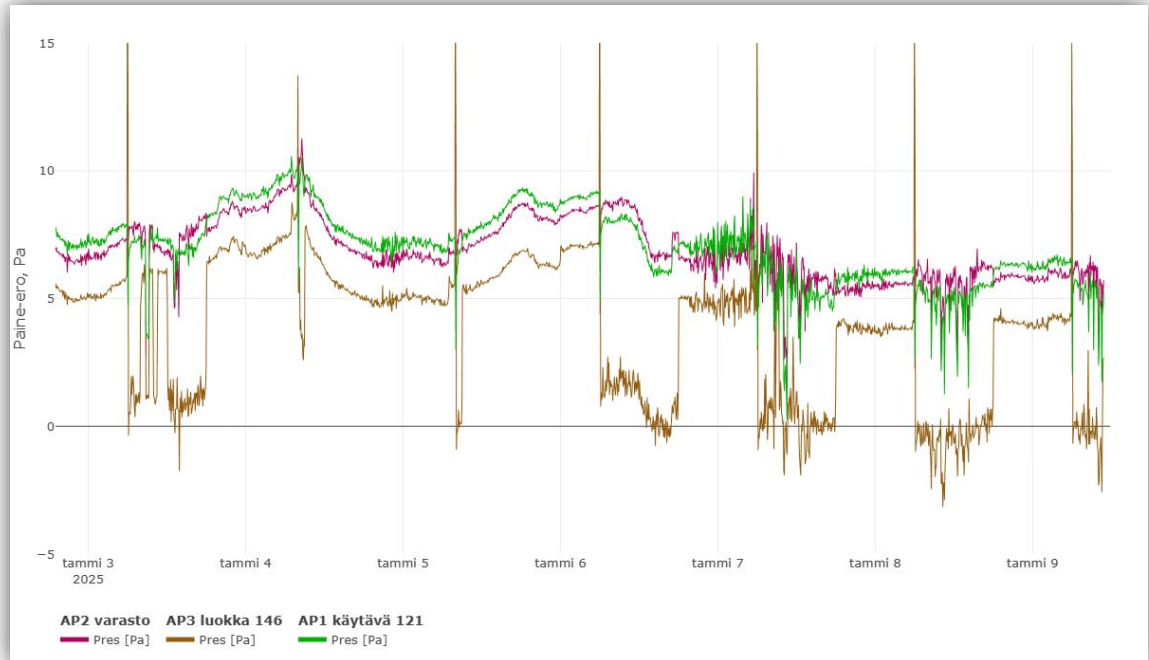
6.1 Paine-ero

6.1.1 Mittaustulokset

Paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä yhdeksässä tilassa (opetustilat 131, liikunta 118, 163, 155, 203, 228, 243, 247 ja keittiö) 9.1. – 24.1.2025 välisenä aikana. Alapohjatilojen ja sisäilman välisiä paine-eroja seurattiin 3.1. – 9.1.2025 välisenä aikana. Liikuntasalin mittausta oli epäonnistunut letkun tukkeutumisen vuoksi, mutta aistinvaraisten havaintojen perusteella liikuntasali on selkeästi ylipaineinen, mikä viittaa ilmanvaihdon epätasapainoon.

Alla olevissa kuvaajissa on esitetty merkittävimmät seurantamittausten tulokset. Kaikkien mittausten tulokset on estetty liitteessä 5.

Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja kaikki mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 5.



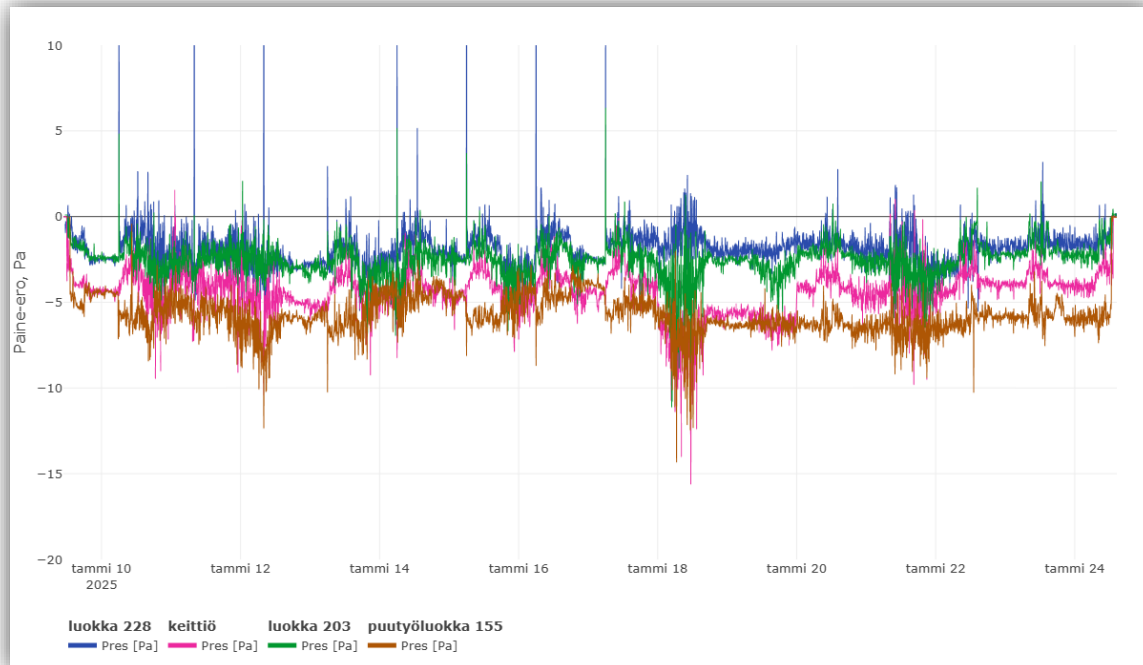
Kuva 51

Sisä- ja alapohjatilan välisen paine-eromittauksen tulokset 1.kerroksessa. Painesuhdemittauksen perusteella sisätilat ovat ryömintätiloihin ja kanaalirakenteisiin nähden alipaineisia, ja ilmavuodot likaisemmista tiloista ovat mahdollisia.



Kuva 52

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset IV-alueella TK1.



Kuva 53

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset IV-alueella TK2, TK4 ja TK5.

Tekniikkakanaali ja ryömintätilat pysyttelevät lähes jatkuvasti ylipaineisina käyttötiloihin nähden. Havaintojen perusteella ylipaineisuus johtuu lähinnä käytävätilojen ja

luokkatilojen alipaineisuudesta. Tämän voi nähdä luokan 146 paine-eromittauksista: ryömintätila on ylipaineinen sisätiloihin nähden tilan 146 ollessa selkeästi alipaineinen käyttöaikojen ulkopuolella.

Painesuhteet vaihtelevat rakennuksessa mittausten perusteella +2...-8 Pa välillä. Mittausten alkuvaiheessa ilmanvaihdolle oli asetettu käyntiajat, minkä vuoksi esimerkiksi tiloissa 146 ja 243 esiintyy käyntiajoista aiheutuvaa paine-erojen vaihtelua. Rakennuksessa erillispoistot jäivät tällöin käymään puoliteholle, mikä selittää tilojen alipaineistumista. Mittausten loppuvaiheessa ilmanvaihdon käyntiajat poistettiin ja ilmanvaihto jätettiin käymään jatkuvasti täydellä teholla.

6.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

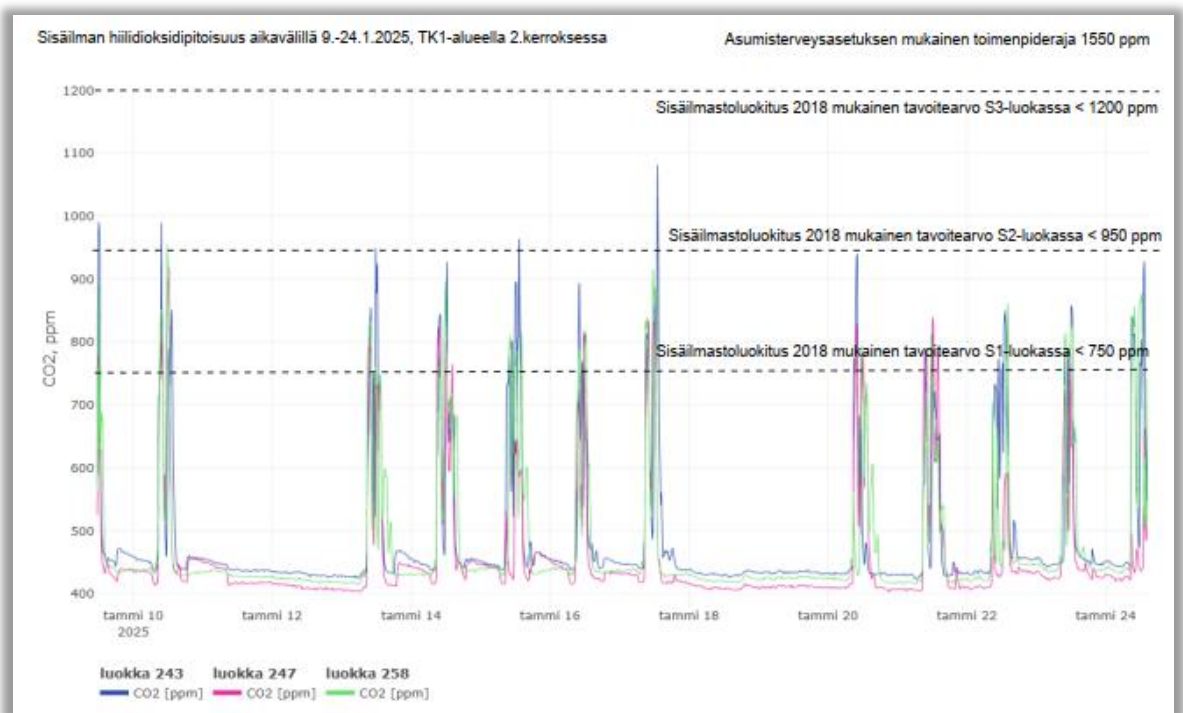
Paine-eromittautulosten perusteella voidaan todeta, että ilmanvaihdon käydessä jatkuvasti täydellä teholla rakennuksen painesuhteet ovat pääosin sopivat. Yksittäisissä tiloissa alipaineisuus on hieman muita tiloja suurempaa (tilat 163 ja 247), mutta alipaineisuus ei silti saavuta ns. toimenpiderajaa -15 Pa. Tutkimusten yhteydessä tehtyjen hetkellisten mittausten perusteella käytävätilat 1. kerroksessa ovat käytön aikana alipaineisia, mikä lisää ilmavuotoja tekniikkakanaalista ja ryömintätiloista. Ilmamääriä suositellaan tältä osin säätämään tasapainoon.

Ryömintätilat ja tekniikkakanaali ovat rakennuksen 1. kerroksen osalta ylipaineisia sisätiloihin nähden. Suositellaan näiltä osin ilmanvaihdon säätöä ja ryömintätilat ja tekniikkakanaalia palvelevan huippuimurin poistoilmanvaihdon lisäämistä, jotta ryömintätilat ja tekniikkakanaali saataisiin alipaineistettua sisätiloihin nähden.

6.2 Hiilidioksidipitoisuus

6.2.1 Mittaustulokset

Rakennuksen ilmanvaihdon riittävyttä arvioitiin sisäilman jatkuvatoimisilla hiilidioksidipitoisuuden mittalaitteilla yhteensä 11 tilassa 9.1. – 24.1.2025 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 5.



Kuva 54

Hiilidioksidipitoisuuden mittauksen tulokset TK1:n alueelta 2.kerroksesta.

Hiilidioksidipitoisuus pysyttelee koko rakennuksessa alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan 1550 ppm ja myös alle sisäilmaluokan S2 raja-arvon 950 ppm.

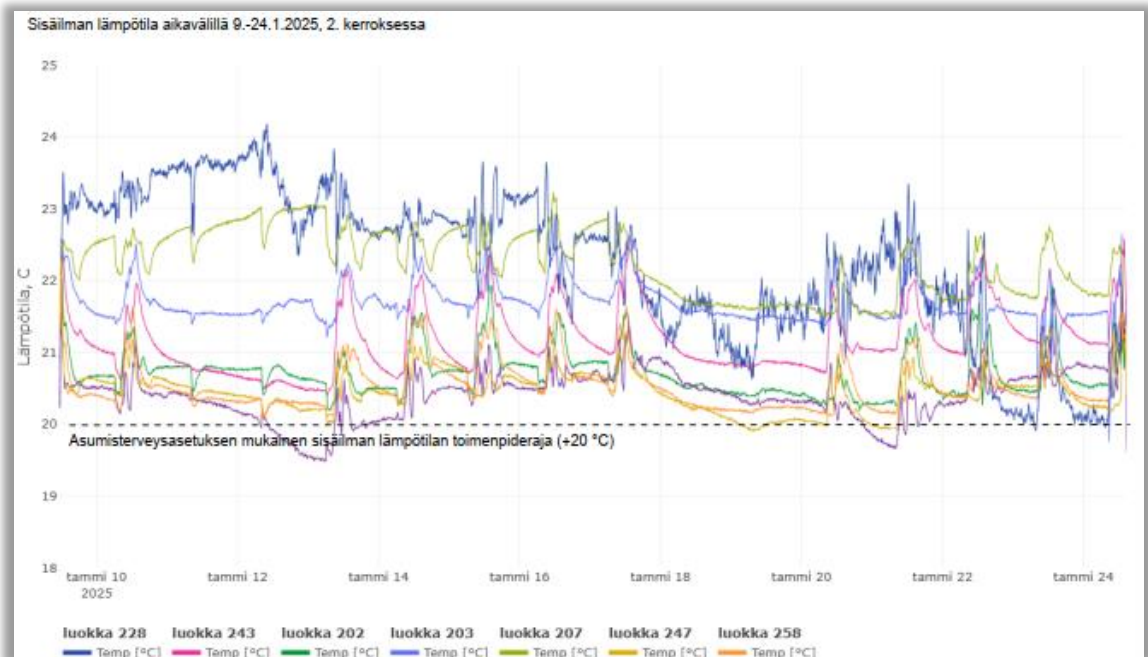
6.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

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

6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

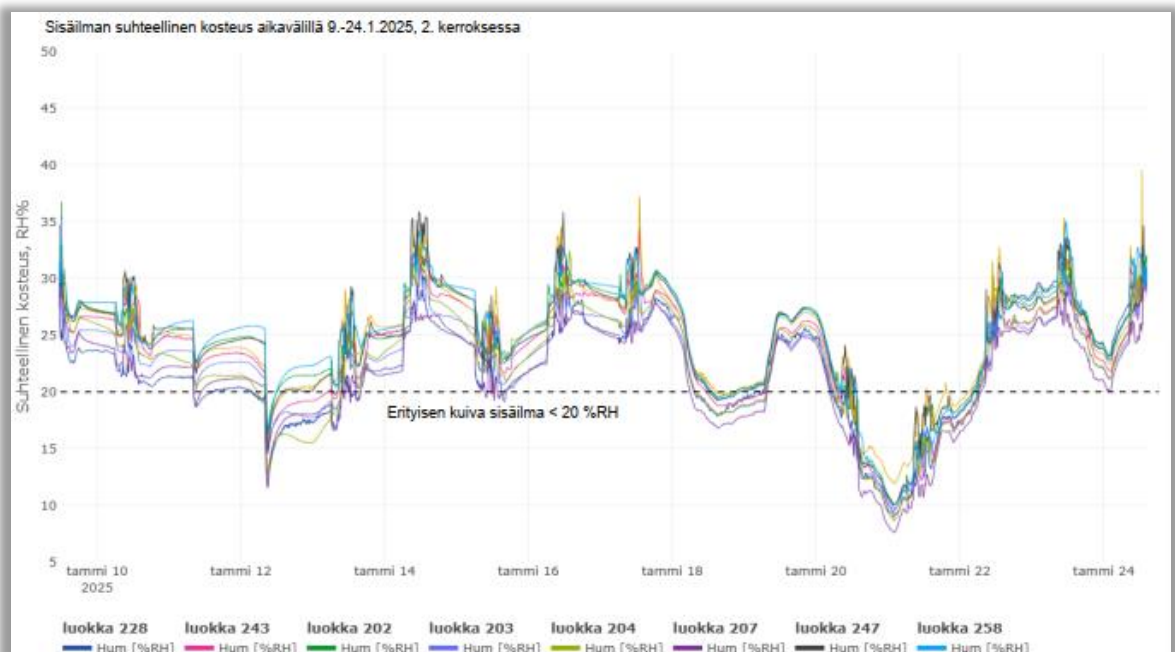
6.3.1 Mittaustulokset

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 14 tilassa 9.1. – 24.1.2025 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaustulokset kuvaajissa liitteessä 5.



Kuva 55

Sisäilman lämpötilan mittauksen tulokset 2.kerroksessa.



Kuva 56

Sisäilman suhteellisen kosteuden mittauksen tulokset 2.kerroksessa.

Tilojen sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin olevan pääosin 15...35 RH%. Suhteellisen kosteuden taso on tyypillinen vallitsevaan vuodenaikaan nähden. Tiloissa

näkyä pientä tilojen käytöstä aiheutuvaa suhteellisen kosteuden nousua, mitä voidaan kuitenkin tavanomaisena.

Sisäilman lämpötilamittauksissa tilojen lämpötilan todettiin olevan pääosin hyvällä tasolla, lämpötilan ollessa pääosin 20...23 astetta. Tilassa 228, 207 ja 203 on lämpöolosuhteet muita tiloja korkeammalla tasolla. Joidenkin tilojen korkea huonelämpötila oli myös aistittavissa rakennuksessa liikkuesssa. Korkea huonelämpötila voi aiheuttaa tunkkaisuuden tuntemusta.

6.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tarkasteltujen tilojen sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden todettiin olevan pääosin normaalilla tasolla. Osassa tiloista huoneilman lämpötila oli korkeahkolla tasolla, mikä voidaan kokea tunkkaisuutena. Suositellaan madaltamaan huonelämpötiloja näiltä osin. Korkea huonelämpötila voi johtua puuttuvista patteritermostaateista. Niiden takaisin asentamista suositellaan ja järjestelmä tulee säätää tulevilla lämmityskaudella.

6.4 Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut

Sisäilman teollisia mineraalivillakuitupitoisuuksia on tutkittu ainakin vuosina 2017 ja 2023. Tutkimusten perusteella sisäilmassa on todettu mineraalivillakuituja yksittäisissä tiloissa; vuonna 2017 teollisia mineraalivillakuituja on todettu liikuntasaliin johtavalla käytävällä ja vuonna 2023 mineraalivillakuituja on todettu tilojen 232 ja 158 sisäilmassa.

Tässä tutkimuksessa mineraalivillakuituja kerättiin kahden viikon ajan neljästä eritilasta: 146, 158, 209 ja 232. Kustakin tilasta otettiin kolme näytettä eri puolilta tiloja.

6.4.1 Mittaustulokset

Sisäilman teollisia mineraalivillakuitujen toimenpideraja on 0,2 kuitua/cm². Toimenpideraja ylittyy, jos yhdessäkin tilan rinnakkaisnäytteessä raja ylittyy. Kuitunäytteiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa sekä tarkemmat näytteenottopaikat liitteen 1 pohjapiirustuksessa.

Tilassa 232 todettiin toimenpiderajan ylittäviä kuitupitoisuuksia yhdessä näytteessä. Muissa tiloissa ei havaittu teollisia mineraalikuituja.

Taulukko 3

Mineraalivillakuitunäytteiden (14 vrk) tulokset näytekohtaisesti. Tuloksissa on huomiotuna laboratorion antama mittausepävarmuus.

Piste	Tila	Tarkennus	Kuituja / cm ²
MK1.1	Luokka 146	Opettajan pöydältä, etuosasta	0,0...0,07
MK1.2		Pyöreän pöydän päältä, etuosasta	0,0...0,07
MK1.3		Matalan kaapiston päältä, takaosasta	0,0...0,07
MK2.1	Luokka 158	Opettajan pöydältä, etuosasta	0,0...0,07
MK2.2		Pianon päältä, etuosasta	0,0...0,07
MK2.3		Matalan kaapiston päältä, takaosasta	0,0...0,07
MK3.1	Opettajat 209	Pöydän päältä, eteiskäytävältä	0,0...0,07
MK3.2		Mikron päältä, tilan keskiosalta	0,0...0,07
MK3.3		Pöydän päältä, tilan takaosasta	0,0...0,07
MK4.1	Luokka 232	Karttapallon vierestä hyllykön päältä	0,29...0,36
MK4.2		Opettajan pöydältä, takaosasta	0,07...0,14
MK4.3		Pöydän päältä, etuosasta	0,0...0,07

6.4.1 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tilan 232 sisäilman kuitupitoisuus ylittää edelleen toimenpiderajan. Suositellaan käytävän äänenvaimennuslevyjen pinnoituksen tarkastamista. Käytävällä 257 on pinnoittamattomia äänenvaimennuslevyjä, jotka voivat toimia kuitulähteenä sisäilmaan. Käytävän 201 äänenvaimennuslevyt on uusittu, eikä niissä ole käytetty mineraalikuituja.

Lisäksi yksittäisessä tuloilmapäätelaitteessa havaittiin mineraalivillaa sisältäviä äänenvaimennusmateriaaleja, vaikka suuresta osasta päätelaitteista äänenvaimennusmateriaalit on uusittu. Suositellaan materiaalien tarkastamista kokonaisuudessaan ja tarvittaessa vaihtoa.

7 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset

7.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä, joka on toteutettu yhteensä viidellä tulo/poistoilmanvaihtokoneella. Näiden lisäksi rakennuksessa on 15 erillishuippuimuria likaisille tiloille. Ilmanvaihtojärjestelmä on vuodelta 1996. Saatujen tietojen mukaan ilmanvaihtojärjestelmään ei ole tämän jälkeen tehty merkittäviä korjauksia.

Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet on esitetty alla olevissa pohjapiirustuksissa. Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit on listattu alla olevassa taulukossa. Samassa taulukossa on ilmoitettu myös koneiden suunnitellut ilmamäärät.



Kuva 57

1.kerroksen ilmanvaihtokoneiden vaikutusaluepiirustukset.



Kuva 58

2.kerroksen ilmanvaihtokoneiden vaikutusaluepiirustukset.

Taulukko 4

Rakennuksen ilmanvaihtokoneet, huippuimurit ja niiden suunnitellut ilmamäärät.

Kone	Vaikutusalue	Suunniteltu tuloilmamäärä [m ³ /s]	Suunniteltu poisto- ilmamäärä [m ³ /s]
TK-1	Luokkahuoneet, osa A	+3,62	
PK-1.1	Luokkahuoneet, osa A		-3,505
PK-1.2	1. krs sosiaalitilat, osa A		-0,115
Yhteensä		+3,62	-3,62
TK-2	Keittiö / Ruokala	+2,45	
PK-2.1	Ruokala		-1,25
PK-2.2	Ruoanvalmistus.		-0,7
PK-2.3	Astianpesu		-0,2
PK-2.4	Sosiaalitilat /perkaus		-0,26
Yhteensä		+2,45	-2,41
TK-3	Voimistelusal	+1,81	
PK-3.1	Voimistelusal		-1,46
PK-3.2	Varastotilat		-0,35
Yhteensä		+1,81	-1,81
TK-4	Luokkahuoneet, osa B	+4.959	
PK-4.1	Luokkahuoneet, osa B		-4.379
PK-4.2	Sos-tilat, harj. optilat		-0,16
PK-4.3	WC:t 1. krs		-0,12
PK-4.4	Siivouskeskus		-0,05
PK-4.5	WC-tilat, osa B		-0,16
PK-4.6	Opettajien wc-tilat		-0,14
Yhteensä		+4.959	-5.009
TK-5	Puutyöosasto	+0,84	
PK-5	Puutyöosasto		-0,84
Yhteensä		+0,84	-0,84
PK-6	Lämmönjakohuone		-0,1
PK-7	Hiisikuilu		-0,03
PK-8	Putkikanaalin tuuletus		-0,1
PK-9	Varastot, tekniset tilat		-0,072
PK-10	Alustan tuuletus		-0,12
Yhteensä			-0,422

Rakennusta palvelevia ilmanvaihtokoneita ohjataan, valvotaan ja säädetään Schneide-
rin vista-rakennusautomaatiojärjestelmällä.

7.2 Ilmanvaihdon käyntiajat

Ilmanvaihdolla pyritään ylläpitämään hyvää sisäilmaa poistamalla ihmisistä, toimin-
noista ja rakenteista lähtöisin olevia epäpuhtauksia käytön aikana. Rakennuksen käy-
tön ulkopuolisen ajan ilmanvaihdolla laimennetaan rakennusmateriaaleista ja kalus-
teista sisäilmaan tulevia epäpuhtauksia siten, että sisäilman laatu on hyvää tilojen
käyttäjien saapuessa.

Ilmanvaihdon käyntiaikoja muutettiin kiinteistöhoiton toimesta tutkimusten aikana si-
ten, että tutkimusten loppuvaiheessa ilmanvaihto kävi koko rakennuksessa jatkuvasti
täydellä teholla. Tutkimusten alkuvaiheen käyntiaikoja ei ole tiedossa, mutta paine-ero-
mittausten perusteella ilmanvaihto oli päällä täydellä teholla klo 6-18 ja muina aikoina
pois päältä. Erillispoistot kävivät käytön ajan ulkopuolella puoliteholla.

7.3 Havainnot ilmanvaihtokoneista

Ilmanvaihtokoneiden tarkastuksessa tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden aistinvaraista
kuntoa. Seuraavissa luvuissa on esitettyä ilmanvaihtokoneiden tiedot ja havainnot ko-
nekohtaisesti.

7.3.1 TK-1 ja PK-1.1, luokkatilat, osa A

Tulokone TK-1 ja poistokone PK-1.1 ovat vuodelta 1997 olevat ABB -merkkisiä ilma-
vaihtokoneita. Tuloilmakoneen ulkoilmanottosäleikkö on kanavoitu vesikatolle. Ulkoil-
manotto on yhteinen kyseisen ilmanvaihtokonehuoneen koneille. Ulkoilmasäleikköön
oli tutkimushetkellä tarttunut lunta. Ulkoilmanotossa ei ole lumisäleikköä. Lunta oli ke-
rääntynyt raitisilmakammioon ja kulkeutunut tuloilmasuodattimille. Ulkoilmanoton koko
ei ole tiedossa, joten sitä ei pystytty vertailemaan suunniteltuihin ilmamääriin nähden.
Kuitenkin koska lunta oli tutkimushetkelläkin kulkeutunut suodattimille, muodostuu il-
man nopeus säleiköllä mahdollisesti liian suureksi.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla sekä
lämmityspatterilla. Tuloilmasuodatin on luokkaa ePM1 60 % (F7) ja poistosuodatin

ePM2.5 50 % (M5). Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet oli tutkimushetkellä edellisen kerran vaihdettu syyskuussa 2024. Tuloilmasuodattimessa ei havaittu selkeitä ohivuotoja, mutta poistoilmasuodattimessa puuttui suodatin kehyksen ja koneen väliltä tiivistenauha, minkä vuoksi ohivuodot ovat mahdollisia. Tulokoneen lämmityspatterin pinnalla havaittiin myös selkeää likaa, mikä viittaa suodattimen ohivuotoihin.

Koneiden puhaltimet ovat hihnakäyttöisiä keskipakoispuhaltimia. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimissa tai toimilaitteissa ei havaittu poikkeavia häiriöääniä. Koneen lamelliäänenvaimennin sisältää mineraalivillaa, jonka pinnoite on paikallisesti repeytynyt ja voi siten toimia mineraalikulutuksen lähteenä. Tuloilmakammiossa on reikäpeltiä ja sen taustalla mineraalivillaa. Mineraalivilla on suojattu muovilla. Tarkastusluukun kohdalla mineraalivilla on näkyvissä.

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli rakennusautomaation anturin perusteella automaation tarkasteluhetkellä 21,1 °C, mikä on korkea ja voi vaikuttaa ilman sekoittumiseen.



Kuva 59
TK-1



Kuva 60
TK-1 ja TK-2 ulkoilmanotto.



Kuva 61
Raitisilmakammiossa oli tutkimushetkellä lunta.



Kuva 62
Raitisilmakammiota ei ole viemäröity lattiakaivolle asti.



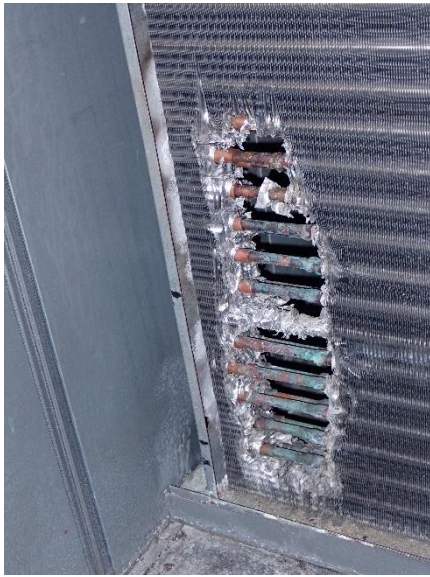
Kuva 63
Tuloilmasuodattimissa oli tutkimushetkellä lunta.



Kuva 64
Koneen PK-1.1 poistosuodattimissa on mahdollinen ohivuoreitti suodattimen pystysaumasta, koska suodatin ja kehyksen välissä ei ole tiivistenauhaa.



Kuva 65
LTO-patterin pinnalla on siitepölyä ja muuta epäpuhtautta.



Kuva 66
Lämmityspatteri on jossain vaiheessa jäänyt.



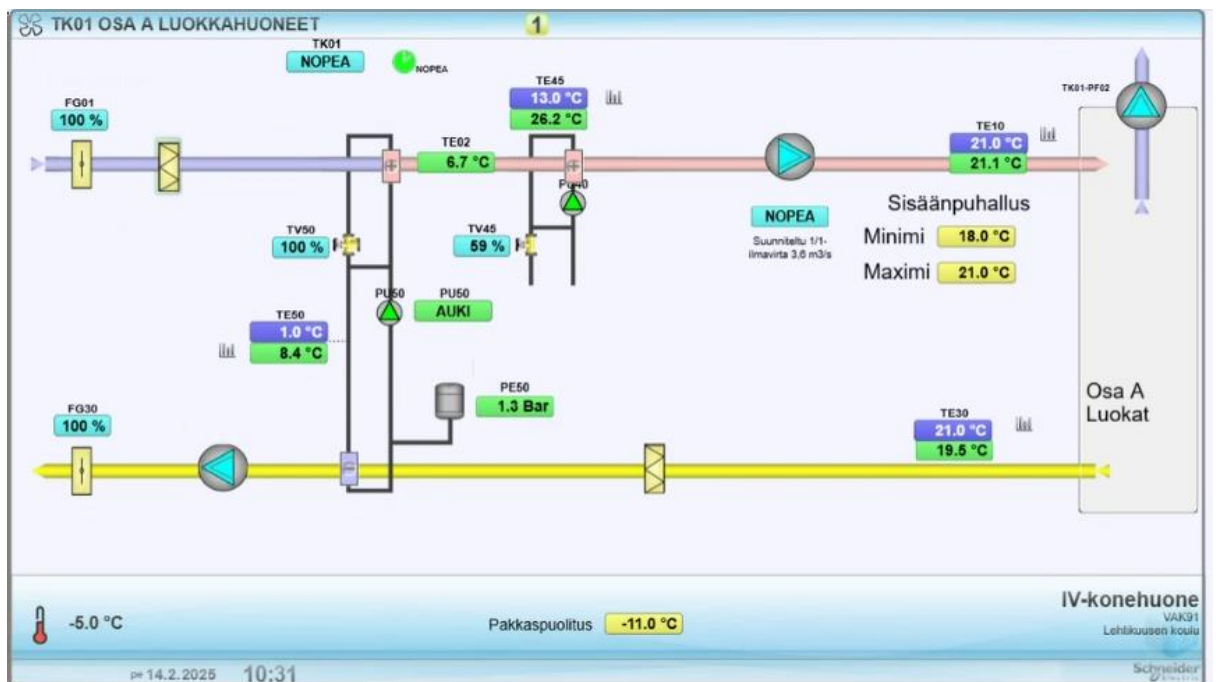
Kuva 67
Lamelliäänenvaimentimien pinnoite on rikkoutunut.



Kuva 68
Tuloilmakammion tarkastusluukun reunoilla on mineraalivillalähde.



Kuva 69
Tuloilmakammiossa on reikäpelti ja sen alla muovilla pinnoitettu mineraalivilla.



Kuva 70

TK-2 rakennusautomaation valvomografiikasta kuvakaappaus.

7.3.2 TK-2 ja PK-2.1, keittiö ja ruokala

Tulokone TK-2 ja poistokone PK-2.1 ovat vuodelta 1997 olevia ABB -merkkisiä ilma-vaihtokoneita. Tuloilmakoneen ulkoilmanottosäleikkö on kanavoitu vesikatolle. Ulkoilmanotto on yhteinen kyseisen ilmanvaihtokonehuoneen koneille ja sitä on kuvattu kap-paleessa 7.3.1.

Tuloilmakonekone on varustettu sulkupellillä ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla sekä lämmityspatterilla. Tuloilmasuodatin on luokkaa ePM1 60 % (F7). Poistoilmasuodatin on suodatusteholtaan heikko kasettisuodatin. Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet on edellisen kerran vaihdettu syyskuussa 2024. Tuloilmasuodattimessa ei havaittu selkeitä ohivuotoja, mutta suodatinkammion pohjalla oli viitteitä kosteusrasituksesta. Lämmityspatterin pinnalla havaittiin likaa.

Koneiden puhaltimet ovat hihnakäyttöisiä keskipakoispuhaltimia. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimissa tai toimilaitteissa ei havaittu poikkeavia häiriöääniä. Tuloilmakammiossa on reikäpeltiä ja sen taustalla mineraalivillaa. Mineraalivilla on suojattu muovilla.

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli rakennusautomaation anturin perusteella automaation tarkasteluhetkellä 17,3 °C.



Kuva 71
TK-2 ja PK-2.1 yläpuolella.



Kuva 72
LTO-patterin pinnalla on siitepölyä ja muuta epäpuhtautta.



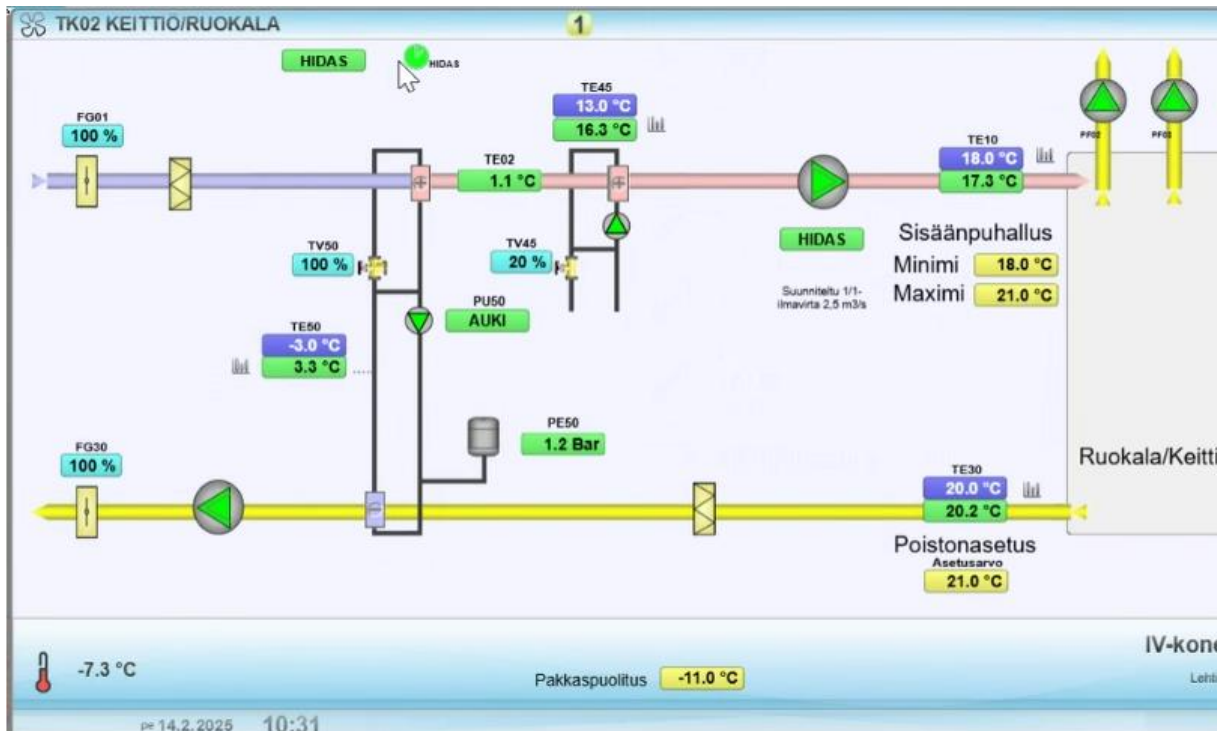
Kuva 73
Tuloilmapuhallin.



Kuva 74
Tuloilmakammiossa on reikäpelti ja sen alla muovilla pinnoitettu mineraalivilla.



Kuva 75
PK-2.1 poistoilmasuodattimena on ka-settisuodatin.



Kuva 76

TK-2 rakennusautomaation valvomografiikasta kuvakaappaus.

7.3.3 TK-3 ja PK-3.1, liikuntasali

Tulokone TK-3 ja poistokone PK-3.1 ovat vuodelta 1997 olevia ABB -merkkisiä ilma- vaihtokoneita. Tuloilmakoneen ulkoilmanottosäleikkö on kanavoitu vesikatolle. Ulkoilmanotto on yhteinen kyseisen ilmanvaihtokonehuoneen koneille. Ulkoilmasäleikköön oli tutkimushetkellä tarttunut lunta. Ulkoilmanotossa ei ole lumisäleikköä. Lunta oli kerääntynyt raitisilmakammioon ja kulkeutunut tuloilmasuodattimille. Ulkoilmanoton koko ei ole tiedossa, joten sitä ei pystytty vertailemaan suunniteltuihin ilmamääriin nähden. Kuitenkin koska lunta oli tutkimushetkelläkin kulkeutunut suodattimille, muodostuu ilman nopeus säleiköllä mahdollisesti liian suureksi.

Ilmanvaihtokone on varustettu sulkupelleillä ja ristivirtalämmöntalteenotolla sekä lämmityspatterilla. Koneen raitiskammiossa on reikäpeltiä ja sen taustalla mineraalivillaa. Mineraalivillaa ei ole suojattu muovilla. Tuloilmasuodatin on luokkaa ePM1 60 % (F7) ja poistosuodatin luokkaa ePM2.5 50 % (M5). Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet on edellisen kerran vaihdettu syyskuussa 2024. Suodattimissa ei havaittu selkeitä ohivuotoja.

Koneen puhaltimet ovat hihnakäyttöisiä kaksinopeuksisia keskipakoispuhaltimia. Ilmanvaihtokoneen puhaltimissa tai toimilaitteissa ei havaittu poikkeavia häiriöääniä. Poistopuhaltimen hihnat olivat halkeilleet.

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli rakennusautomaation anturin perusteella automaation tarkasteluhetkellä 17,3 °C. Pakkaspuolitus on asetettu jossain määrin korkealle tasolle -8 °C.



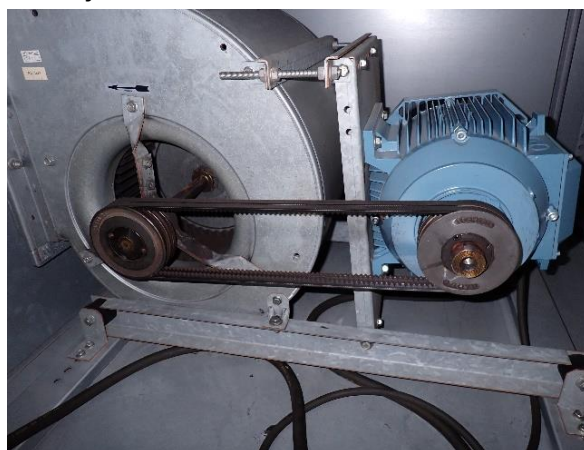
Kuva 77
TK-3



Kuva 78
TK-3 ja TK-4 ulkoilmanotto.



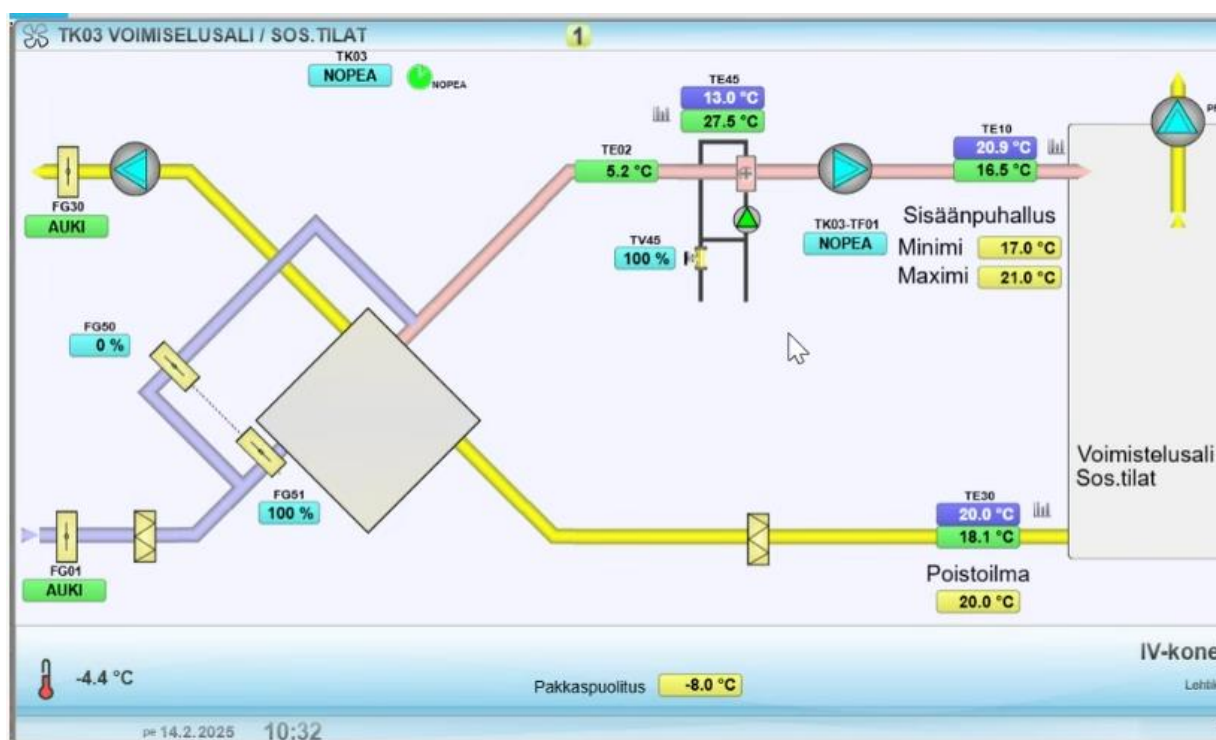
Kuva 79
Raitisilmakammiossa on lunta ja suojaamatonta mineraalivillaa.



Kuva 80
Poistopuhaltimen hihnat ovat halkeilleet, mikä voi jo vaikuttaa ilmamääriin.



Kuva 81
Lämmöntalteenotto.



Kuva 82
TK-3 rakennusautomaation valvomografiikasta kuvakaappaus. Tuloilman lämpötila ei saavuta asetusarvoansa ja patterin säätöventtiili on jo 100 %:lla.

7.3.4 TK-4 ja PK-4.1, luokkatilat, osa B

Tulokone TK-4 ja poistokone PK-4.1 ovat vuodelta 1997 olevia ABB -merkkisiä ilma- vaihtokoneita. Tuloilmakoneen ulkoilmanottosäleikkö on kanavoitu vesikatolle.

Ulkoilmanotto on yhteinen kyseisen ilmanvaihtokonehuoneen koneille ja sitä on kuvattu kappaleessa 7.3.3.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä ja nestekiertoisella lämmöntalteenotolla sekä lämmityspatterilla. Sulkupelti ei havaintojen perusteella sulkeudu kun kone sammutaan. Tuloilmasuodatin on luokkaa ePM1 60 % (F7) ja poistoilmasuodatin luokkaa ePM2.5 50 % (M5). Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet on edellisen kerran vaihdettu syyskuussa 2024. Tuloilmasuodattimessa ei havaittu selkeitä ohivuotoja. Suodatinkammion pohjalla on vanhoja kosteusjälkiä.

Koneiden puhaltimet ovat hihnakäyttöisiä kaksinopeuksisia keskipakoispuhaltimia. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimissa tai toimilaitteissa ei havaittu poikkeavia häiriöääniä. Puhallinkammion pohjalla havaittiin hiekkaa. Tuloilmakammiota ja lamelliäänenvaimenninta ei pystytä tarkastamaan, koska kyseiseen koneen osaan ei ole tarkastusluukua olemassa.

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli rakennusautomaation anturin perusteella automaation tarkasteluhetkellä 20,8 °C, mikä on korkea ja voi vaikuttaa ilman sekoittumiseen.



Kuva 83
TK-4



Kuva 84
Raitisilmakammiossa havaittiin kosteutta ja lunta.



Kuva 85

Suodatinkammion pohjalla on selkeitä vanhoja kosteusjälkiä.



Kuva 86

Tuloilmakoneen sulkupelti ei sulkeudu kun kone sammutetaan.



Kuva 87

Lämmityspatteri on jäänyt jossain vaiheessa.



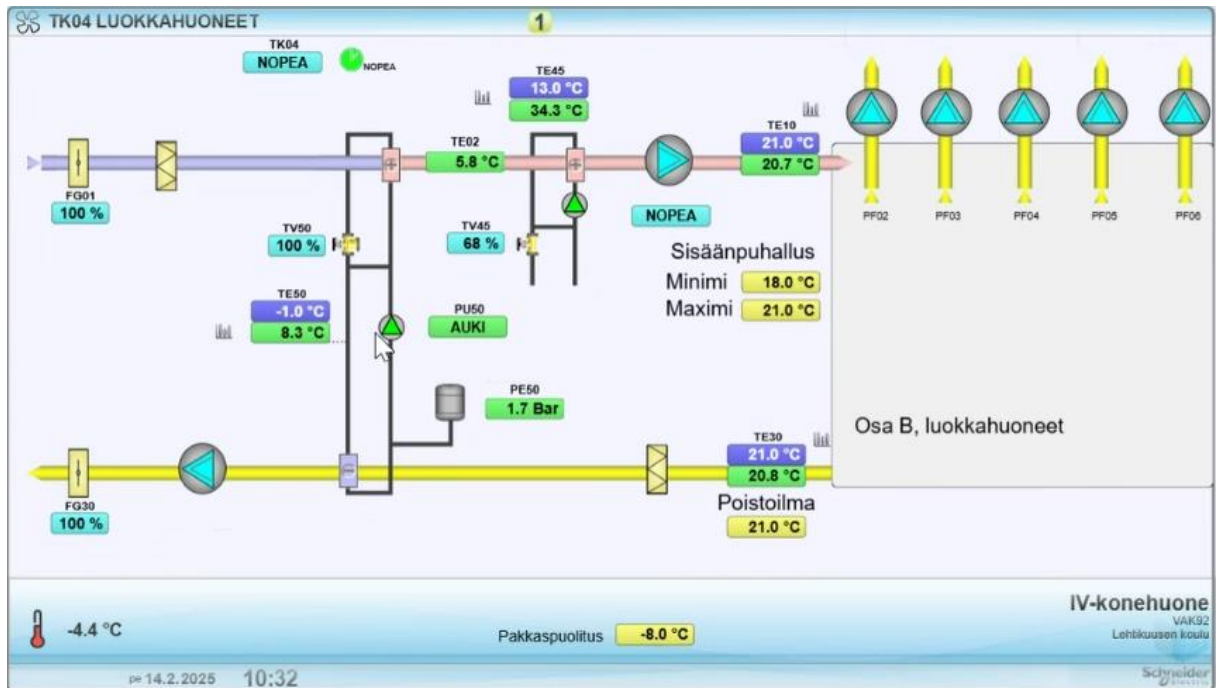
Kuva 88

Puhallinkammion pohjalla on hiekkaa.



Kuva 89

Tuloilmakammioon ei ole puhdistusluukua.



Kuva 90

TK-4 rakennusautomaation valvomografiikasta kuvakaappaus. Pakkaspuolitus on asetettu jossain määrin korkealle tasolle -8 °C.

7.3.5 TK-5, tekninen työ

Tulokone TK-5 on vuodelta 1997 oleva ABB -merkkinen ilmapuhaltokone. Tuloilmakoneen ulkoilmanotto-äleikkö on rakennuksen vierellä ulkokatoksessa.

Ilmanvaihtokone on varustettu sulkupellillä sekä lämmityspatterilla. Tuloilmasuodatin on luokkaa ePM1 60 % (F7). Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet on edellisen kerran vaihdettu syyskuussa 2024. Tuloilmasuodattimessa ei havaittu selkeitä ohivuotoja.

Koneen puhallin on hihnäkäyttöinen keskipakoispuhallin. Ilmanvaihtokoneen puhaltimissa tai toimilaitteissa ei havaittu poikkeavia häiriöääniä.

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli rakennusautomaation anturin perusteella automaation tarkasteluhetkellä 18,9 °C.



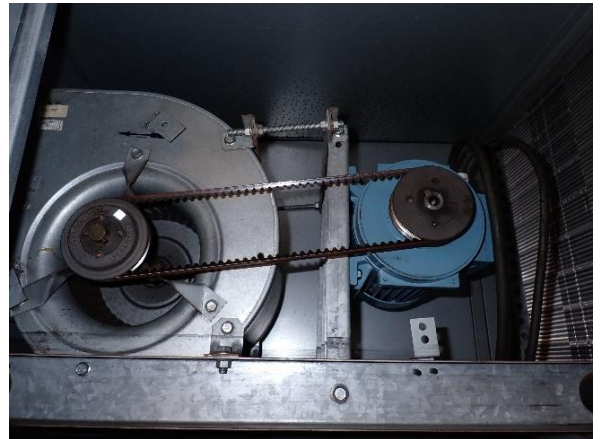
Kuva 91
TK-5.



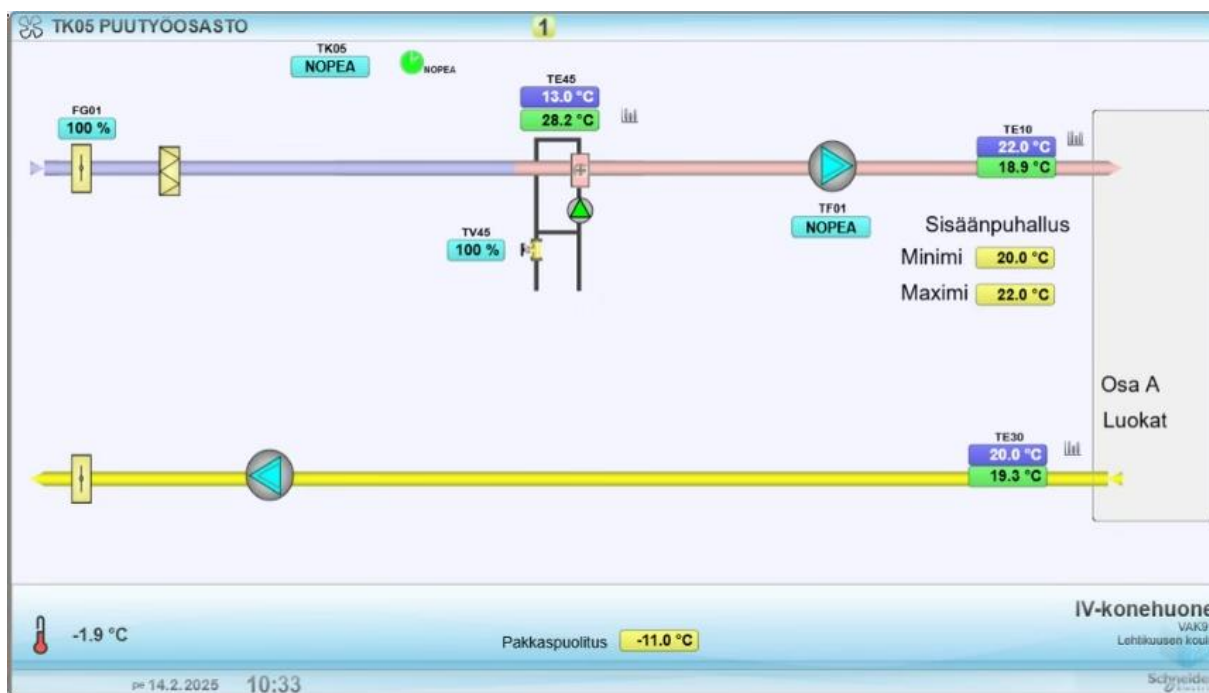
Kuva 92
Ilmanvaihtokoneen TK-5 ulkoilmanotto tapahtuu katoksesta.



Kuva 93
Lämmityspatterissa ei havaittu merkittävää likaantumista.



Kuva 94
Tuloilmapuhallin.



Kuva 95

TK-5 rakennusautomaation valvomografiikasta kuvakaappaus.

7.3.1 Erillispoistot

Rakennuksessa on yhteensä 15 erillispoistoa. Huippuimurit ovat pääasiassa alkuperäisiä rakentamisajalta.



Kuva 96

Esimerkki alkuperäisestä huippuimurista PK-2.3 ja PK 2.2.



Kuva 97

Esimerkki alkuperäisestä huippuimurista TK-4.5.

7.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Lähtötietojen perusteella ilmanvaihto on puhdistettu vuonna 2022 ja säädetty vuonna 2023.

Kanaviston ja päätelaitteiden puhtautta tarkasteltiin pistokoeluontoisesti aistinvaraisesti tiloissa tehtyjen ilmamäärämittausten yhteydessä. Kanavissa ei havaittu sellaisia puutteita puhtaustasossa, jotka voisivat vaikuttaa tuloilman ja siten sisäilman laatuun.

Osassa luokkatilojen ja käytävien poistoilmaventtiileissä havaittiin selkeää ja merkittävää pölykertymää, joka voi vaikuttaa poistoilmanvaihtomääriin. Poistoilmaventtiilejä on puhdistettu saatujen tietojen mukaan syksyllä 2024, mutta havaintojen perusteella venttiilien likaantuminen on nopeaa tai osa venttiileistä on tällä kierroksella jäänyt puhdistamatta.

Tuloilmapäätelaitteissa on alun perin käytetty mineraalivilla-aineisia äänenvaimennusmateriaaleja. Materiaaleja on lähivuosina vaihdettu kuituvapaisiin tuotteisiin. Rakenuksessa havaittiin yksi päätelaite, joissa on edelleen alkuperäiset äänenvaimennusmateriaalit. Alkuperäisiä äänenvaimennusmateriaaleja voi olla jäljellä myös muitakin, koska päätelaitteita ei käyty systemaattisesti läpi tutkimuksen yhteydessä.



Kuva 98
Tulokanavassa ei havaittu epäpuhtauksia.



Kuva 99
Tuloilmapäätelaitteesta kuvattuna tuloilmanakanava on puhdas.



Kuva 100

Poistokanavassa on pientä pölykertymää, mikä on tavanomaista.



Kuva 101

Poistokanavassa hieman enemmän pölykertymää.



Kuva 102

Poistoilmapäätelaitteet tukkeutuvat nopeasti pölystä.



Kuva 103

Tulopäätelaitteiden äänenvaimennusmateriaaleja on vaihdettu. .



Kuva 104

Tilassa 258 äänenvaimennusmateriaali on vaihtamatta.

7.5 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

7.5.1 Tilojen ilmanjako

Tiloissa on käytössä sekoittava ilmanjakotapa. Suurimmassa osassa luokkatiloista on ikkunoita vastapäisellä seinällä seinähajoittajat ja samalla seinällä poistoilmasäleiköt. Poistoilmasäleikköinä on käytetty tuloilmasäleikköjä, minkä vuoksi säleiköt likaantuvat ja tukkeutuvat pölystä nopeasti.

Osassa luokkatiloista kohtisuoraan tuloilmapäätelaitteiden eteen on asennettu riippuvat valaisimet, jotka voivat estää tuloilman jakaantumisen tilaan. Osassa päätelaitteiden edessä ei ole kohtisuoraan valaisinrivistöjä. Tuloilman jakaantumista selvitettiin kahdentyyppisessä luokkatiloissa savukokeilla. Savukokeessa tuloilmakanavaan syötettiin merkkisavua puhallinavusteisesti. Savun jakaantumista luokkatilaan havainnoitiin visuaalisesti.

Savukokeita tehtiin luokkatiloihin 204 (valaisimet kohtisuoraan tuloilmapäätelaitteiden edessä) ja 247 (ei valaisimia tuloilmapäätelaitteiden edessä). Kokeissa ei havaittu selkeitä eroja luokkien välillä tuloilman jakaantumisessa. Tuloilma saavutti verrattain nopeasti vastapäisen seinän. Sen sijaan tuloilman jakaantuminen päätelaitteiden lähelle oli hitaampaa ja savu kerääntyi verrattain pitkäksi ajaksi lähelle vastapäistä seinää.

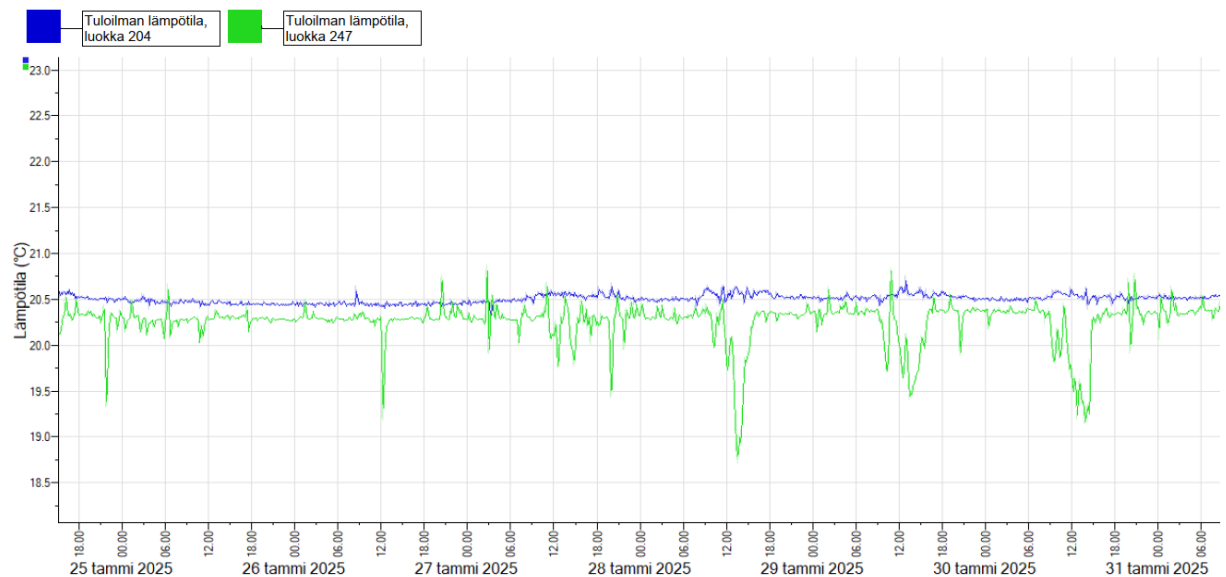
Tuloilman lämpötilaa seurattiin mittalaitteilla n. viikon ajan samoissa luokkatiloissa, joissa savukokeet tehtiin. Mittausten perusteella tuloilman lämpötila on jatkuvasti n. 20,5 astetta. Lämpötila on korkea ja se voi osaltaan vaikuttaa tuloilman heikkoon jakaantumisen. Jos ilma olisi viileämpää, voisi se mahdollisesti laskeutua nopeammin katon rajasta luokkatilasta. Tuloilman ollessa lämpimämpää laskeutuu kaikki tuloilma päätelaitteista vastakkaiselle seinälle ja siirtyy ”käytettynä” lähemmäs päätelaitteita.



Kuva 105
Luokassa 247 savu jakaantui verrattain hitaasti opettajanpöydän alueelle.



Kuva 106
Luokassa 204 savu jäi verrattain pitkäksi ajaksi ikkunaseinälle ja jakaantui hitaasti oviseinälle.



Kuva 107
Tuloilman lämpötilamittaukset luokasta 204 ja luokasta 247.

7.5.2 Ilmamäärien mittausten tulokset

Tilojen ilmamäärien suunnitelmienmukaisuutta tarkasteltiin pistokoemittauksin. Mittaustuloksia on esitetty kootusti seuraavassa taulukossa. Tarkempi mittauspöytäkirja on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 5

Ilmamäärien mittauksien tulokset. Suunnitelluista ilmamääristä poikkeavat mittaustulokset korostettu punaisella taustavärillä.

Tila	Tuloilma			Poistoilma		
	Suunniteltu [l/s]	Mitattu [l/s]	Ero	Suunniteltu [l/s]	Mitattu [l/s]	Ero
204	200	180	-10 %	200	172	-14 %
207	130	149	14 %	130	129	-1 %
227	150	148	-1 %	150	135	-10 %
229	150	157	+5 %	150	171	+14 %
244	200	186	-7 %	200	169	-16 %
259	200	208	+4 %	200	179	-11 %
163	200	171	-14 %	200	173	-14 %
127	87	74	-15 %	87	58	-33 %
242	290	338	+16 %	290	175	-40 %
201	372	358	-4 %	372	236	-37 %

Mittaustuloksista havaitaan, että tilojen toteutuneet ilmamäärät vastaavat tutkimushetkellä suurelta osin suunniteltuja ilmamääriä. Ainoat poikkeamat esiintyvät alakerran pienryhmätilassa 127 poistoilmanvaihdon osalta ja yläkerran käytävien 242 ja 201 poistoilman osalta. Käytävillä poistoilmanvaihdon vajauteen on voinut vaikuttaa poistoilmaventtiilien nopea tukkeutuminen pölystä. Käytävän poistoilmamäärät ovat huomattavasti pienemmät verrattuna vuoden 2023 mittauspöytäkirjaan (Sisäilmamestarit, 25.7.-9.8.2023).

Luokkatilojen ilmanvaihtomäärät pienryhmätilaa lukuun ottamatta riittävät 25 – 30 hengen luokalle, mikä vastaa koulun luokkakokoja.

7.6 Johtopäätökset

Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on iäkäs ja puhaltimet ovat säädettävyydeltään heikkoja kaksinopeuspuhaltimia. Havaintojen perusteella koneiden suodattimille kulkeutuu lunta, jolloin suodattimien tukkeutuminen herkästi vaikuttaa kaksinopeuspuhaltimien tuottamiin ilmamääriin ja lumen sulaminen tuloilman laatuun.

Luokkatilojen ilmamäärissä ei pistokoemaisissa mittauksissa havaittu tutkimushetkellä puutteita, vaan ilmamäärät vastaavat ilmanvaihtosuunnitelmia. Ilmanvaihtomäärät ovat riittävät 25-30 hengelle, mitä voidaan pitää riittävänä tavanomaiselle luokkakoolle. 2. kerroksen käytävillä havaittiin poistoilmanvaihtomäärissä selkeää vajuusta, mikä voi olla seurausta poistoilmaventtiilien tukkeutumisesta. Myös luokkatiloissa havaittiin pölystä tukkeutuneita säleikköjä, vaikka saatujen tietojen mukaan säleiköt on puhdistettu viimeksi syksyllä 2024. Poistoilmasäleikköjen tukkeutuminen vaikuttaa herkästi koko rakennuksen ilmanvaihtomääriin. Luokkatilojen koettuihin olosuhteisiin voi vaikuttaa myös tuloilman heikko jakaantuminen tilaan. Tuloilman todettiin olevan huoneilman lämpötiloihin nähden korkealla, mikä heikentää tuloilman jakaantumista. Koneiden TK-3 ja TK-4 pakkaspuolitus on verrattain korkealla tasolla (-8 °C), mikä voi myös heikentää ilmanvaihtomääriä lämmityskaudella.

Liikuntasalin ilmanvaihdon todettiin olevan selkeästi epätasapainossa (tila selkeästi ylipaineinen). Ylipaineisuus aiheutuu poistoilman vajuudesta. Poistoilman vajuuden syy ei selvinnyt tutkimuksissa, mutta siihen on voinut vaikuttaa puhallinhihnan heikko kunto. Myös poistopäätelaitteiden puhtaus tulee varmistaa. Poistoilmanvaihdon vajuus aiheuttaa todennäköisesti sen, että tuloilman lämpötila on kylmää eikä asetusarvoa saavuteta.

Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin mineraalivillaa sisältäviä äänenvaimentimia, jotka voivat vaikuttaa tuloilman laatuun. Lamelliäänenvaimentimien pinnoitteissa havaittiin repeämiä ja tuloilmakammioissa on reikäpellillä vuorattua mineraalivillaa. Villa on suojattu muovilla, mutta kokemuksen mukaan muovin ulottuminen voi olla puutteellista ja se hapertuu ikääntyessään. Tuloilmakoneen TK-3 raitisilmakammiossa on reikäpellillä päällystettyä villaa, jota ei ole suojattu muovilla. Raitisilmakammioon kulkeutuu vettä ja lunta, minkä vuoksi villa voi vaurioitua ja siten heikentää tuloilman laatua.

7.7 Toimenpide-ehdotukset

Suosittelaa seuraavia käyttöä turvaavia toimenpiteitä ilmanvaihtojärjestelmälle:

- Lumen ja veden kulkeutumisen estäminen suodattimille varmistamalla riittävä mitoitus ja niiden varustaminen lumisäleiköillä.

- Tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimentimien läpikäynti ja mineraalivillaeristeisten vaimentimien vaihto kuituvapaisiin tuotteisiin.
- Luokkatilojen ja käytävien poistoilmasäleikköjen vaihtaminen sellaisiin malleihin, jotka eivät tukkeudu herkästi pölystä
- Tuloilman lämpötilan madaltaminen n. 18-19 asteeseen
- Liikuntasalin ilmanvaihtokoneen TK-3 huolto ja päätelaitteiden puhtauden varmistaminen. Ilmamäärien säätö tasapainoon ja suunniteltuihin arvoihin.
- Liikuntasalin raitisilmakammion uusiminen kosteutta kestäväksi
- Tuloilmakoneiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus

8 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

8.1 Johtopäätökset

Tutkimuksissa havaittiin rakenteiden osalta tekijöitä, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Rakennuksen 1. kerroksen käytäväalueille ei ole tehty tiivistyskorjauksia ja havaintojen perusteella putkikanaalista ja siten myös ryömintätilasta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin. Ryömintätilassa ja putkikanaalissa on epäpuhtauksia, jotka heikentävät sisäilman laatua. Alakerran käytävätila on jatkuvasti alipaineinen ryömintätilaan nähden, joten ilmavuotoja pääsee tapahtumaan ns. normaalissa paine-erotilanteessa. Alapohjarakenteisiin on tehty tiivistyskorjauksia, mutta myös tiivistyskorjatuilla alueilla havaittiin pistemäisiä ilmavuotokohtia merkkiainekokeissa. Tilassa 116 ei myöskään ole toteutettu lähtötietoaineistossa mainittua tiivistyskorjausta, ja ryömintätilasta tapahtuvat ilmavuodot selittävät tilassa havaittua mikrobiperäistä hajua. Selkeimpänä toimenpidetarpeena voidaan siten pitää ryömintätilan ja oleskelutilan välisten ilmavuotojen ehkäisemistä tiivistyskorjauksilla ja ryömintätilan alipaineistusta tehostamalla.

Kevytbetonirakenteisten ulkoseinien osalta ei havaittu mikrobivaurioita tai muita puutteita, joiden perusteella voisi sanoa, että kyseiset ulkoseinärakenteet heikentäisivät sisäilman laatua. Ikkunatiivistysteippauksia havaittiin joitain puutteita, mutta kun otetaan

huomioon, ettei rakenteessa ole varsinaisesti sisäilman kannalta riskitekijöitä, ei toimenpidetarpeita näihin liittyen ole.

Käytävillä ikkunoiden yläpuolella on levyrakenteisia seinäosuuksia rakennuksen 2. kerroksessa. Levyrakenteissa havaittiin kosteusvaurioita, jotka ovat selkeässä ilmayhteydessä sisäilman kanssa. Näiltä osin suositellaan levyrakenteiden kosteusvaurioiden korjaamista kokonaisuudessaan.

Rakennuksen sisäilmassa havaittiin toimenpiderajan ylittävä mineraalivillapitoisuus yhdessä tilassa (tila 232). Rakennuksessa on mineraalivillapintaisia sivupinnoiltaan suojaamattomia akustiikkalevyjä, jotka voivat toimia mineraalivillalähteenä. Myös ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin kuitulähteitä, jotka suositellaan poistamaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnassa havaittiin tekijöitä, jotka voivat selittää rakennuksen käyttäjien kokemaa tunkkaisuuden tuntemusta. Olosuhdemittausten tulokset eivät viittaa ilmanvaihdon puutteelliseen toimintaan, mutta tiloissa havaitut korkeat huonelämpötilat voivat aiheuttaa tunkkaisuutta. Tuloilman lämpötilan todettiin olevan myös korkealla tasolla, mikä heikentää ilman jakaantumista.

Ilmanvaihtomäärät olivat tutkimushetkellä suunnitellulla tasolla ja suunniteltuja ilmamääriä voidaan pitää tavanomaisille luokkakoolle riittävänä. Poistoilmasäleikköjen nopea tukkeutuminen pölystä vaikuttaa kuitenkin herkästi koko rakennuksen ilmanvaihtomääriin. Myös lumen kulkeutuminen suodattimelle voi vaikuttaa herkästi koneiden tuottamiin ilmamääriin. Liikuntasalin koneen osalta ilmanvaihtomäärät ovat selkeästi epätasapainossa, johtuen poistoilmanvaihdon vajeudesta.

8.2 Käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset

Seuraavassa luettelossa on koottu raportissa esitetyt käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset rakenneosittain.

Alapohjarakenteet

- Tilan 116 alapohjaliittymien tiivistäminen
- Alakerran käytäväalueiden tiivistäminen

- Ryömintätiloja ja putkikanaalia palvelevan huippuimurin ilmamäärien lisääminen siten, että ryömintätilat ja putkikanaalit pysyttelevät alipaineisina käyttötiloihin nähden.
- Alapohjarakenteiden alueilla levyrakenteisten väliseinien ja alapohjaliittymien tiivistäminen
- Asbestipitoisten vinyylilaattojen korjaaminen liikuntasalin viereistä varastotilasta.

Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Käytäväalueiden sisäpihaa vasten olevien levyrakenteisten seinien kosteusvaurioiden korjaaminen erillisen korjaussuunnitelman mukaan.
- Teknisen työn tilan 155 ulkoseinärakenteen sisäpuolisen lisälämmöneristyksen ja koolauksen korjaaminen kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi. Samassa yhteydessä lattialiittymän tiivistäminen tarpeen mukaan.
- Eristerapattujen ulkoseinien kosteusrasituskohtien korjausta suositellaan siten, ettei kosteusrasitusta julkisivulle pääse jatkossa tapahtumaan (peltien kaatojen korjaus).

Putkikanaalit, muut koteloinnit ja alakatot

- Ryömintätiloja ja putkikanaalia palvelevan huippuimurin ilmamäärien lisääminen siten, että ryömintätilat ja putkikanaalit pysyttelevät alipaineisina käyttötiloihin nähden.
- 2. kerroksen putkikanaalien tarkastusluukkujen vaihtaminen kaasutiiviiksi luukuiksi
- Käytävien alkuperäisten mineraalivillapintaisten akustiikkalevyjen uusiminen

Sisäilman olosuhteet

- Huonelämpötilojen madaltaminen
- Puuttuvien patteritermostaattien paikalleen asentaminen ja järjestelmän perussäätö

Ilmanvaihto

- Lumen ja veden kulkeutumisen estäminen suodattimille varmistamalla ulkoilmanotto-
säleikön riittävä suuri mitoitus ja säleikköjen varustaminen lumisäleiköillä.
- Tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimentimien läpikäynti ja mineraalivillaeristeisten
vaimentimien vaihto kuituvapaisiin tuotteisiin.
- Luokkatilojen ja käytävien poistoilmasäleikköjen vaihtaminen sellaisiin malleihin,
jotka eivät tukkeudu herkästi pölystä
- Tuloilman lämpötilan madaltaminen n. 18-19 asteeseen
- Liikuntasalin ilmanvaihtokoneen TK-3 huolto ja päätelaitteiden puhtauden varmis-
taminen. Ilmamäärien säätö tasapainoon ja suunniteltuihin arvoihin.
- Liikuntasalin TK-3 raitisilmakammion uusiminen kosteutta kestäväksi
- Tuloilmakoneiden mineraalivillalähteiden poisto tai pinnoitus

8.3 Peruskorjaustasoiset toimenpide-ehdotukset

Seuraavassa luettelossa on koottu tämän ja aiempien tutkimusten perusteella kiinteistölle peruskorjaustasoiset toimenpide-ehdotukset rakennneosittain rakenteiden ja ilmanvaihdon osalta. Mikäli peruskorjaukseen mennessä ei ole toteutettu käyttöä turvaavia toimenpiteitä, tulee nekin toteuttaa peruskorjauksen yhteydessä.

Alapohjarakenteet

- Ryömintätilan kosteusteknistä toimintaa tulee parantaa ja veden lammikoituminen estää.
- Alapohjarakenteen lisälämmöneristäminen voi energiatehokkuuden kannalta olla järkevää (ryömintätilaisten alapohjien lämmöneristeenä EPS 50 mm).

Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Ulkoseinien lisälämmöneristäminen voi energiatehokkuuden kannalta olla järkevää. Kevytbetoniseinän (250mm) U-arvo on nykyääräyksiin nähden pieni (n. 0,56 W/(m²K)).

Tilapinnat

- Ikääntyneiden ja kuluneiden lattia-, seinä- ja alakattopintojen uusiminen tarpeen mukaan.

Ilmanvaihto

- Ilmanvaihtokoneiden ja huippuimurien uusiminen
- Ilmanvaihdon jakotavan parantaminen tiloissa (tulo- ja poistoilman päätelaitteiden uusiminen)
- Ilmamääriin ja kanavistoon tarvittavat tilojen käyttötapojen ja käyttäjämäärien mukaiset muutokset.
- Ilmanvaihdon kuitulähteitä sisältävien järjestelmänosien vaihtaminen kuituvapaa-seen tuotteeseen.

8.4 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 selvittämiseksi.

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

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

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

9 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 3.4.2025

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Ins. (amk) Saija Korpi
erityisasiantuntija
Rakennusterveysasiantuntija C-22375-26-16
Sisäilma-asiantuntija C-24912-38-19
Rakenteiden kosteuden mittaaaja C-610474-24-13

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

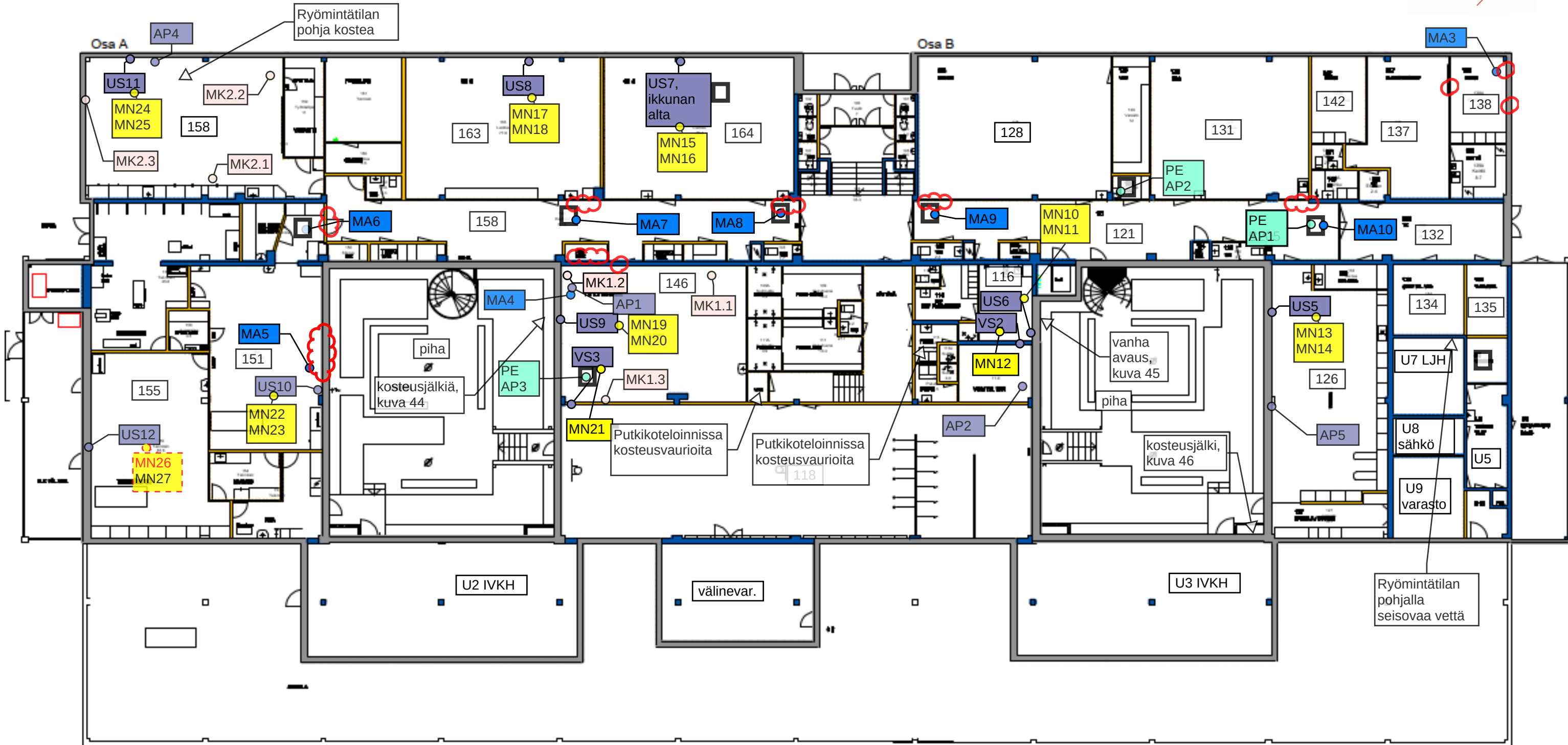
Toteutuneet tutkimukset

- RAK: xx-xx Pintakosteuden lukuarvojen vaihteluväli
XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
MA# Merkkiaineen laskupaikka (rakenne)
xx, kuva # Kohdehavainto ja/tai valokuva
Tilan numero  Lattialuukku

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

- PE# Paine-eron mittauspiste
OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
MK# Mineraalikuitunäyte (14 vrk)
 Ilmavuoto-kohta

1. KRS



Toteutuneet tutkimukset

- RAK: xx-xx Pintakosteuden lukuarvojen vaihteluväli
XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
MA# Merkkiaineikaasun laskupaikka (rakenne)
xx, kuva # Kohdehavainto ja/tai valokuva
Tilan numero

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

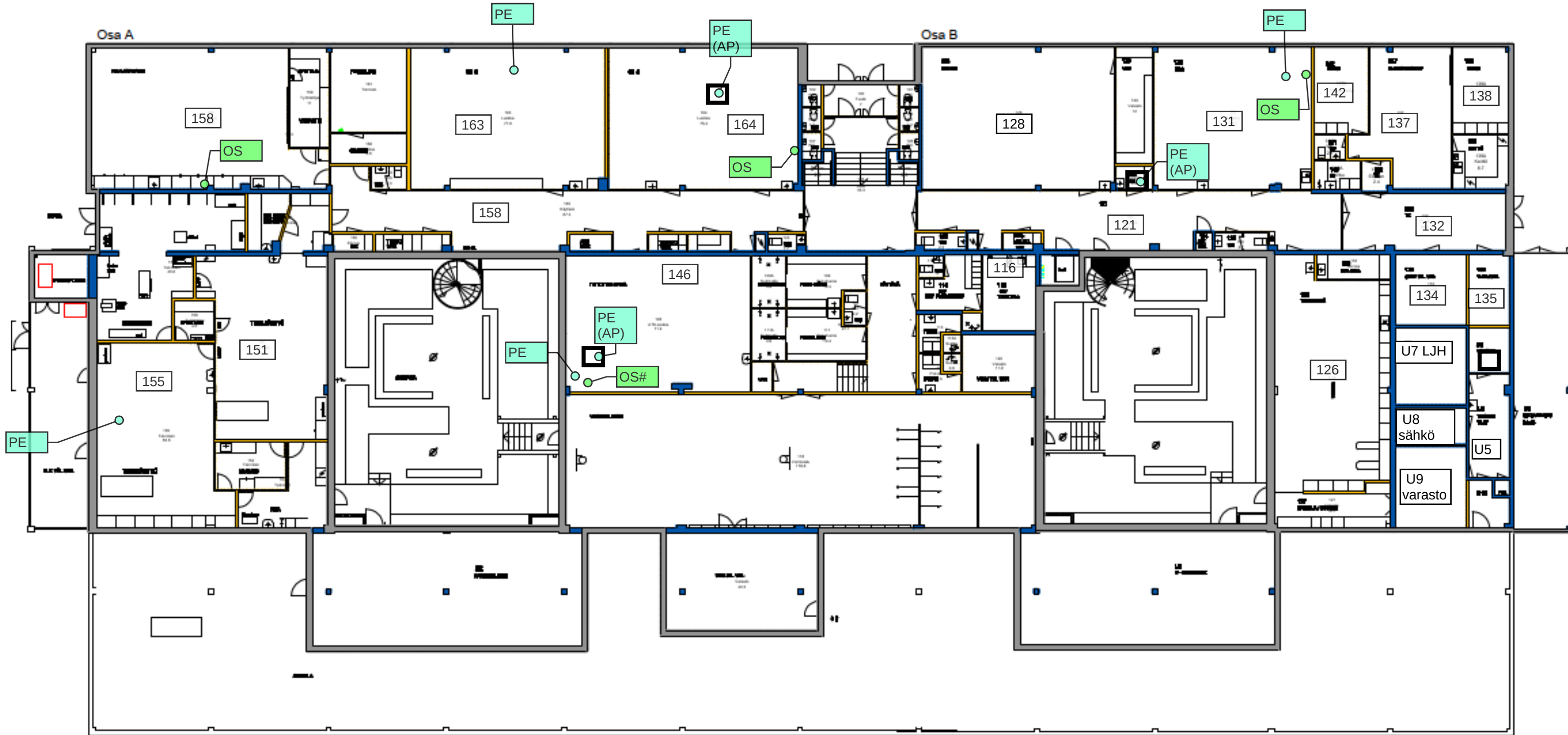
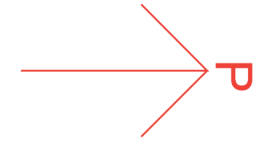
- PE# Paine-eron mittauspiste
OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
MK# Mineraalikuitunäyte (14 vrk)
Ilmavuoto kohta

2. KRS



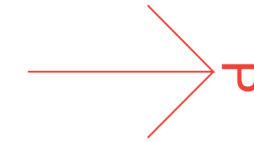
Toteutuneet olosuhtemittaukset
1. kerros

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



Toteutuneet olosuhtemittaukset
2. kerros

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





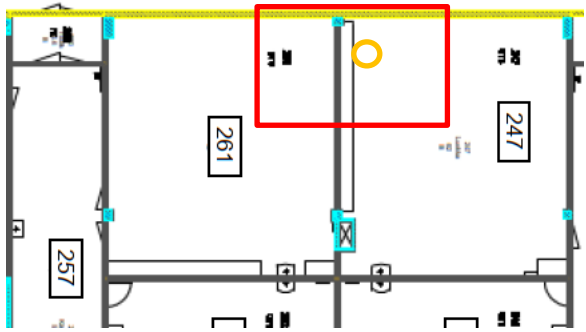
Lievää vuotoa tilojen välisen oven liitoskohdassa.



Lievää vuotoa tilojen välisen oven liitoskohdassa.



Lievää vuotoa naapuriluokan puolella.



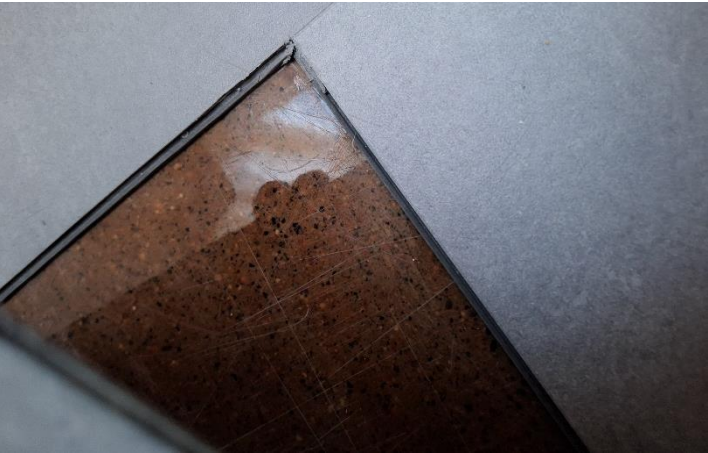
- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA1

Tilan 247 välipohjalaatta VP2 on tiivistyskorjattu 2019–2020.

Merkkikaasua syötettiin eristetilaan nopeudella 2...3 l/min viiden minuutin ajan. Paine-ero ulos oli normaalisti noin -3 Pa ja alipaineistettuna 0...-8 Pa.

Kaksi pistemäistä ilmavuotokohtaa havaittiin tilojen välisen oven kohdalla alipaineessa. Normitilanteessa ei havaittu ilma- vuotoja.



Lattiassa on kapselointi.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Tila alipaineistettiin alipaineistuspuhaltimella. Tilan 247 ja ulkoilman paine-ero oli 0...-8 Pa ja välipohjan ja sisäilman välillä -7,0...-8,2 Pa.



Viereinen tila 224



Tila 223 ja syöttökohta.



- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA2

Tilan 223 alapohjalaatta AP2 on tiivistyskorjattu 2021–2023.

Merkkikaasua syötettiin eristetilaan nopeudella 1 l/min neljän minuutin ajan. Paine-ero ulos oli normaalisti -2 Pa ja alipaineistettuna -8 Pa.

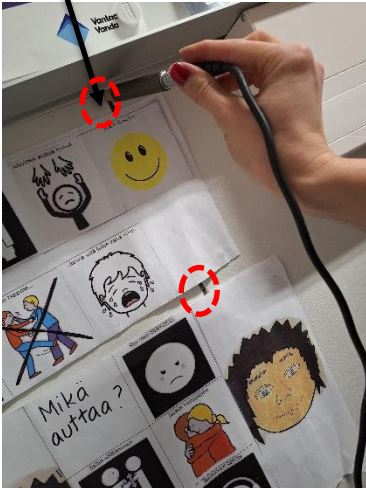
Tilassa 223 ei havaittu ilmavuotoja.

Tilan 223 ja 221 välioiven kohdalla havaittiin lievää vuotoa alipaineistetussa tilanteessa.

Selvimmät ilmavuodot havaittiin viereisen tilan 224 väliseinän levytysten saumakohdissa alipaineistetussa tilanteessa.

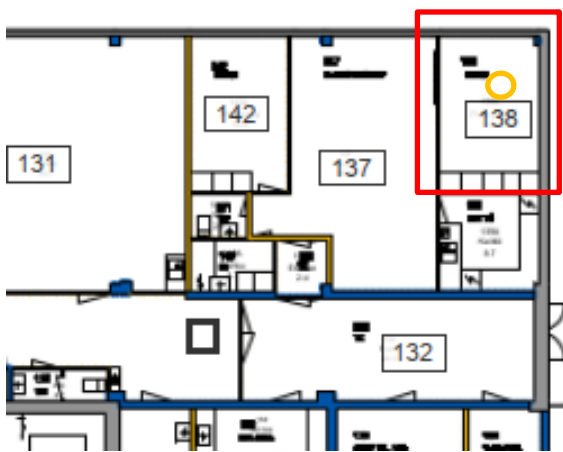


Selvää vuotoa tilan 224 väliseinästä, levytysten saumauksista.



Lieviä pistemäisiä vuotoja välioiven kohdalla.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Tila alipaineistettiin alipaineistuspuhaltimella. Tilan 223 alapohjan ja sisäilman välillä -8 Pa paine-ero.



- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- ⊗ Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA3

Tilan 138 alapohja AP2 on tiivistyskorjattu 2019–2020.

Merkkikaasua syötettiin eristetilaan nopeudella 1 l/min kahdeksan minuutin ajan. Paine-ero ulos oli normaalisti -7...-8 Pa ja alipaineistettuna -16...-18 Pa.

Normipaineessa havaittiin selkeitä ilmapuotoja alimmista pistorasioista (2 kpl) sekä lieviä pistemäisiä ilmapuotoja lattian rakenneliittymästä (4 kpl).

Alipaineistuksen aikana havaittiin selvä lisävuotokohta väliseinän sähkökourun kohdalla ja välioiven liittymien läheisyydessä (4 kpl).

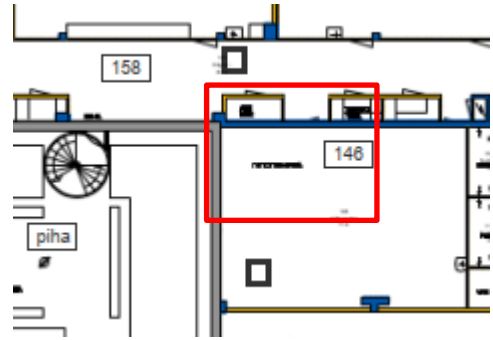


Selviä vuotoja alapohjan ja väliseinän liittymässä neljässä pisteessä.

Selvää vuotoa alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymässä lähellä syöttöpistettä.

Kahdessa ulkoseinän pistorasiassa oli selvää ilmapuotoa.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Tila alipaineistettiin alipaineistuspuhaltimella. Tilan 138 ja ulkoilman paine-ero oli -16...-18 Pa ja alapohjan eristetilan ja sisäilman välillä -9,3...-11,4 Pa.



- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA4

Tilan 146 alapohja AP2 on tiivistyskorjattu 2019–2020.

Merkkikaasua syötettiin eristetilaan nopeudella 1 l/min neljän minuutin ajan. Paine-ero ulos oli normaalisti -5...-7 Pa ja alipaineistettuna -15...-18 Pa.

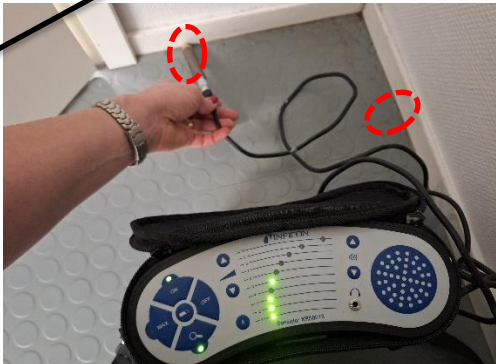
Selvää ilmavuotoa oven kynnyksen kohdalla normipaineessa. Lisäksi selviä, pistemäisiä vuotokohtia viereisen käytävän ja varastotilan 147 lattian rakenneliittymistä. Ei vuotoja luokkatilassa 146.



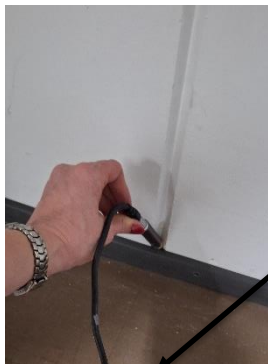
Selvää vuotoa oven kynnyksen kohdalla.



Selvää vuotoa oven kynnyksen kohdalla.



Selvää vuotoa käytävän puolella.

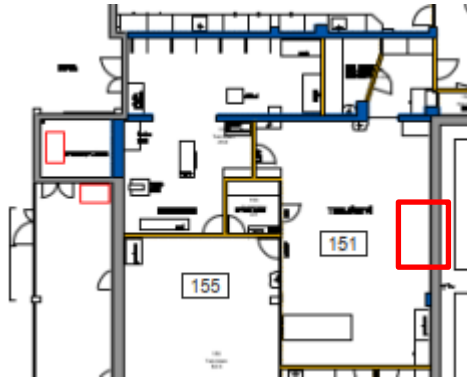


Selvää vuotoa varastotilan lattialiittymistä sekä kohtalaista vuotoa johtojen takaa lattialiittymästä.



Tila 147, toisella puolella tilaa on serverikone.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Tila alipaineistettiin alipaineistuspuhaltimella. Tilan 146 ja ulkoilman paine-ero oli -15...-18 Pa ja alapohjan eristeen ja sisäilman välillä -17,5...-18,5 Pa.



- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA5

Tilan 151 alapohja AP2 on tiivistyskorjattu 2021–2023.

Merkkikaasua syötettiin eristetilaan nopeudella 1 l/min neljän minuutin ajan. Paine-ero ulos oli normaalisti -7 Pa ja alipaineistettuna -10...-12 Pa.

Muutama pistemäinen ilmavuotokohta havaittiin lattian ja ulkoseinän liittymässä lähellä syöttökohtaa.



Kohtalaista vuotoa alapohjan ja ulkoseinän rajalla.

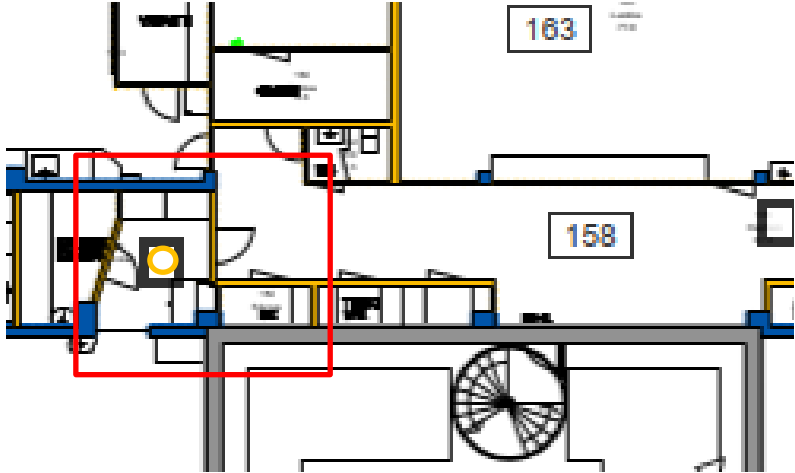


Lievää vuotoa alapohjan ja ulkoseinän rajalla.



Selvää vuotoa alapohjan ja ulkoseinän rajalla.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Tila alipaineistettiin alipaineistuspuhaltimella. Tilan 151 ja ulkoilman paine-ero oli -10...-12 Pa ja alapohjan eristeen ja sisäilman välillä -6...-7,5 Pa.



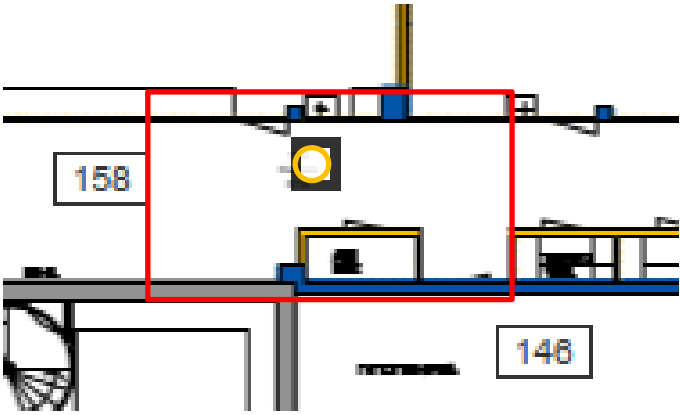
- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA6

Sisätilat normaalitilanteessa -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Pistemäisiä ilmavuotoja käytävän puolelta oven kynnyksen alueella.

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



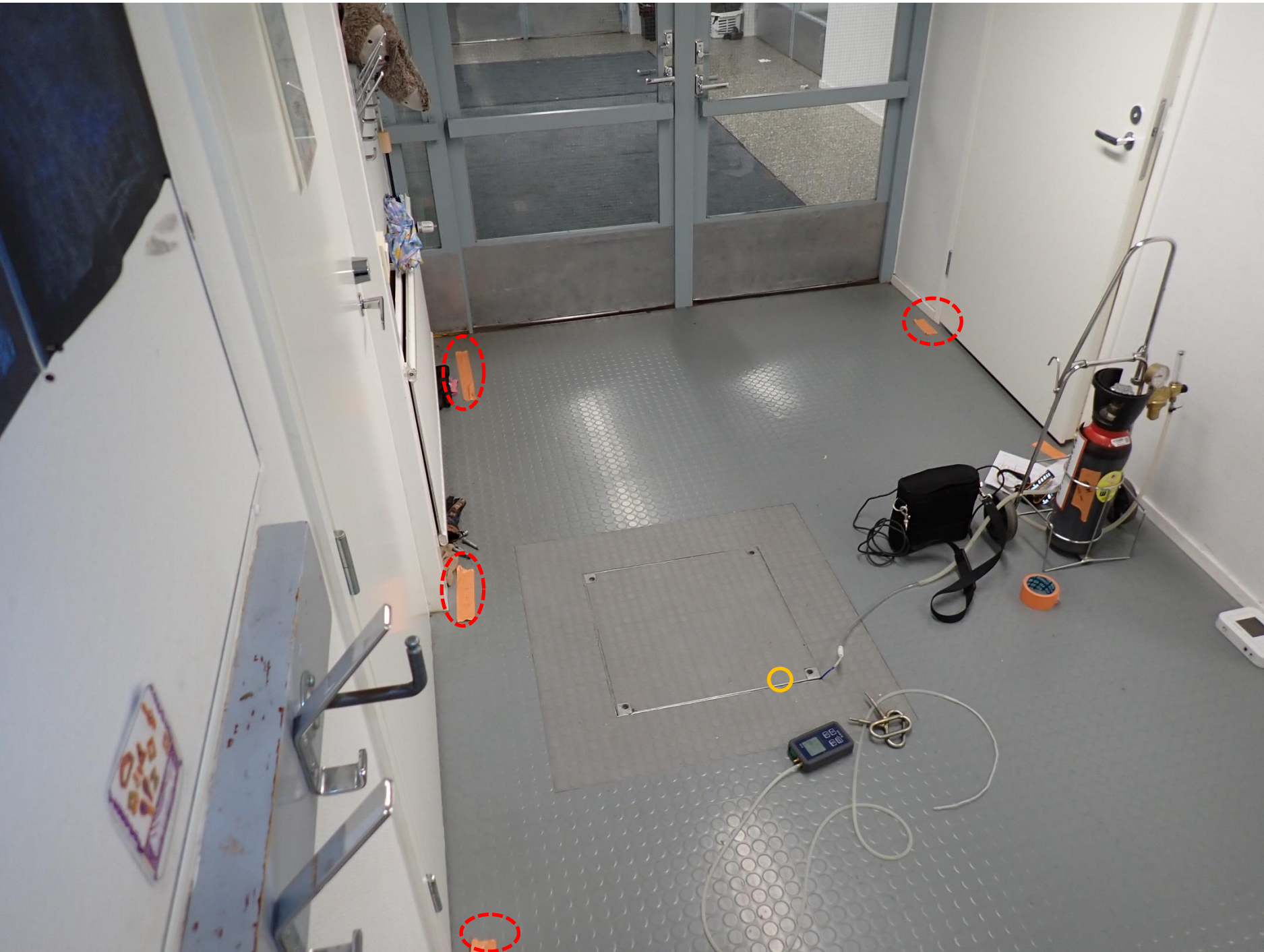
- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA7

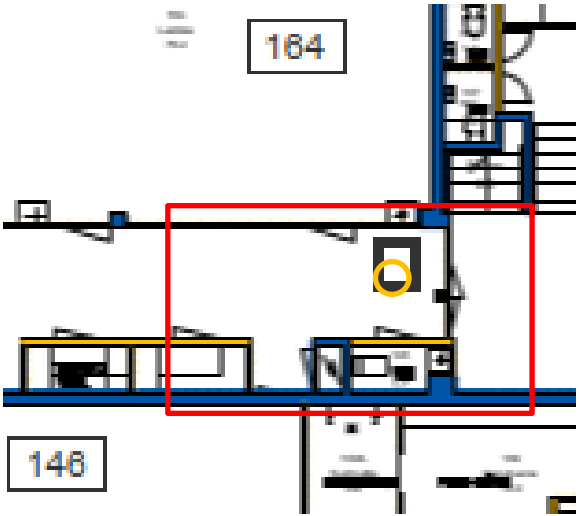
Sisätilat normaalitilanteessa -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Pistemäisiä ilmavuotoja käytävän puolelta oven kynnyksen kohdilla ja viemäriläpiviennin kohdalla.

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



Selkeää vuotoa sähköläpiviennin kohdalla.



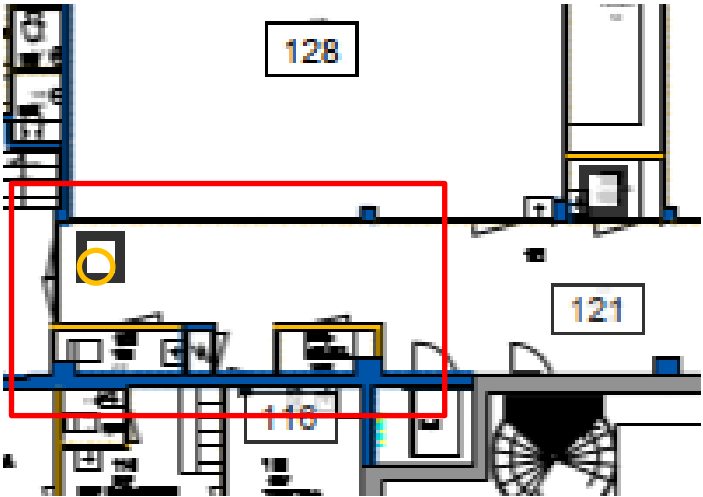
- Merkitä laskukohta ulkopuolelta
- Merkitä laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA8

Sisätilat normaalitilanteessa -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Ilmavuotoja käytävän puolelta oven kynnyksen kohdalla, sähkökourun kohdalla ja patteriputkien läpivientien kohdalla.

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



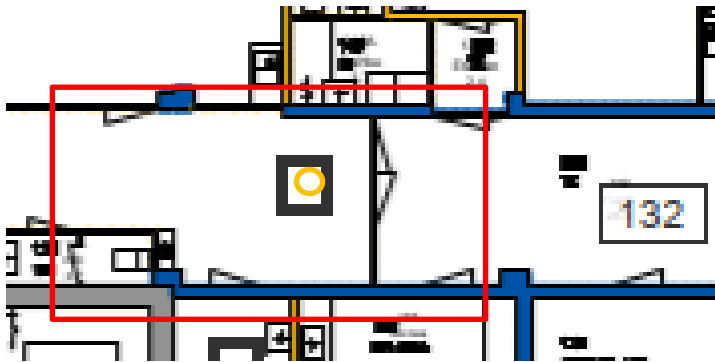
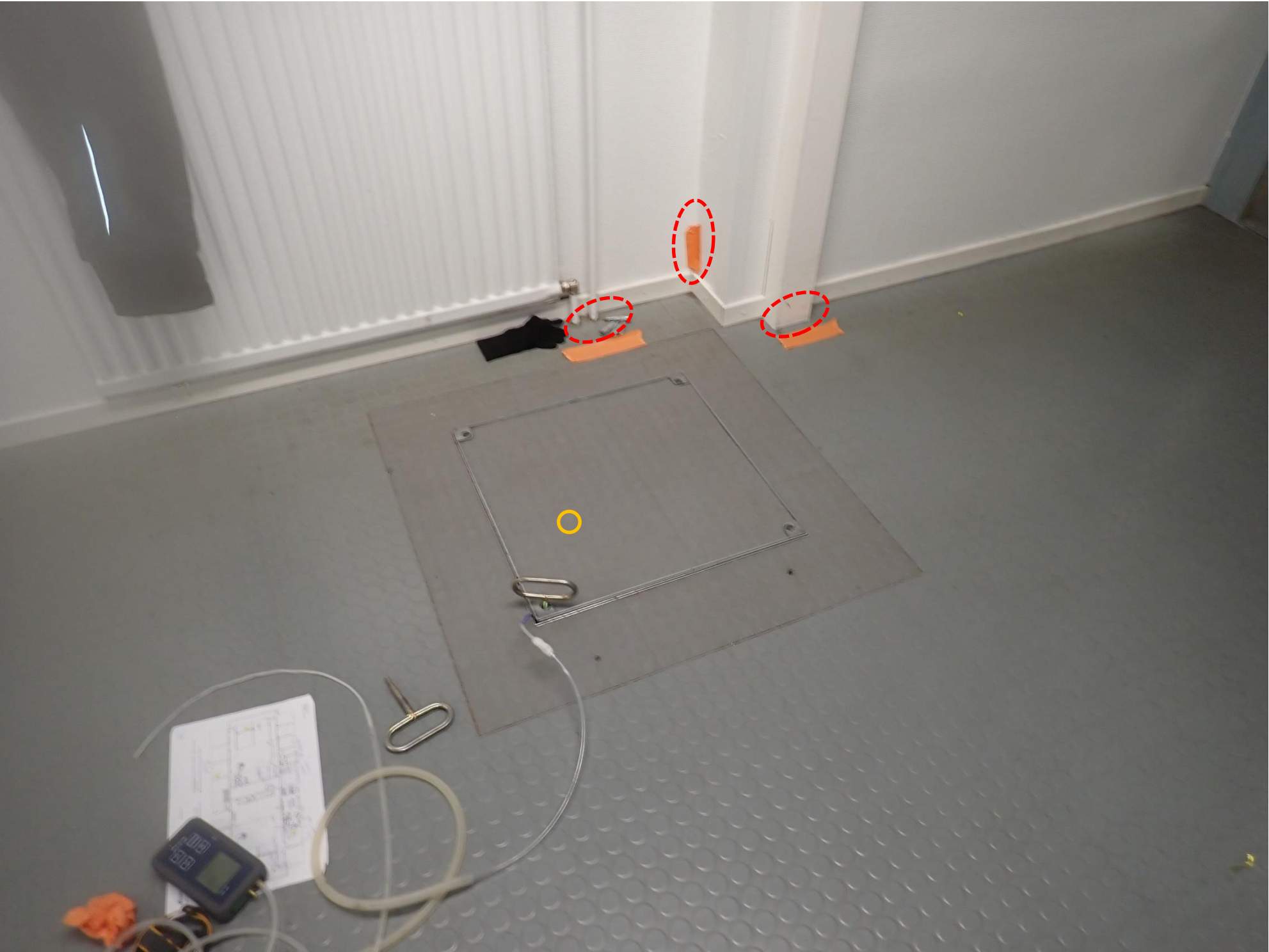
- Merkkiaineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkkiaineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkkiainekoe MA9

Sisätilat normaalitilanteessa -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Ilmavuotoja käytävän puolelta sähkökourun kohdalla ja seinäliittymän kohdalla.

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



- Merkitäineen laskukohta ulkopuolelta
- Merkitäineen laskukohta sisäpuolelta
- Vuodon laajuus

Merkitäinekoe MA10

Sisätilat normaalitilanteessa -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Ilmavuotoja käytävän puolelta sähkökourun kohdalla, patterin putkiläpivientien kohdalla ja seinäliittymän kohdalla.

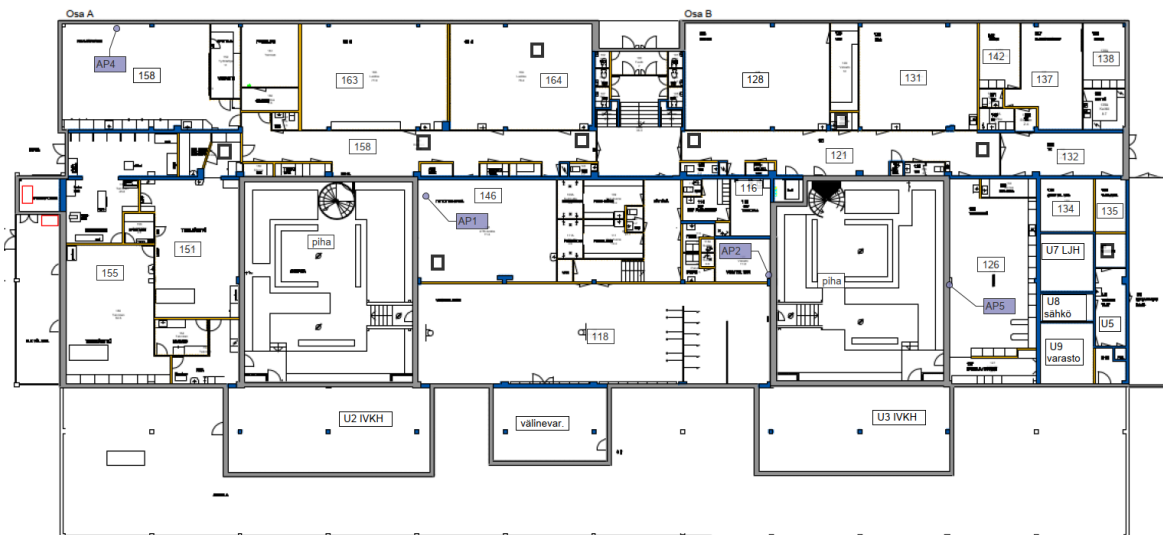
Merkitäinekoe on tehty Formier 5 -kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilla. Koe tehtiin normaalialipaineessa, jolloin sisätilat olivat -8 Pa alipaineisia kanaaliin nähden.

Lehtikuusen koulu Havu-rakennus, Vantaa

SISÄLLYSLUETTELO

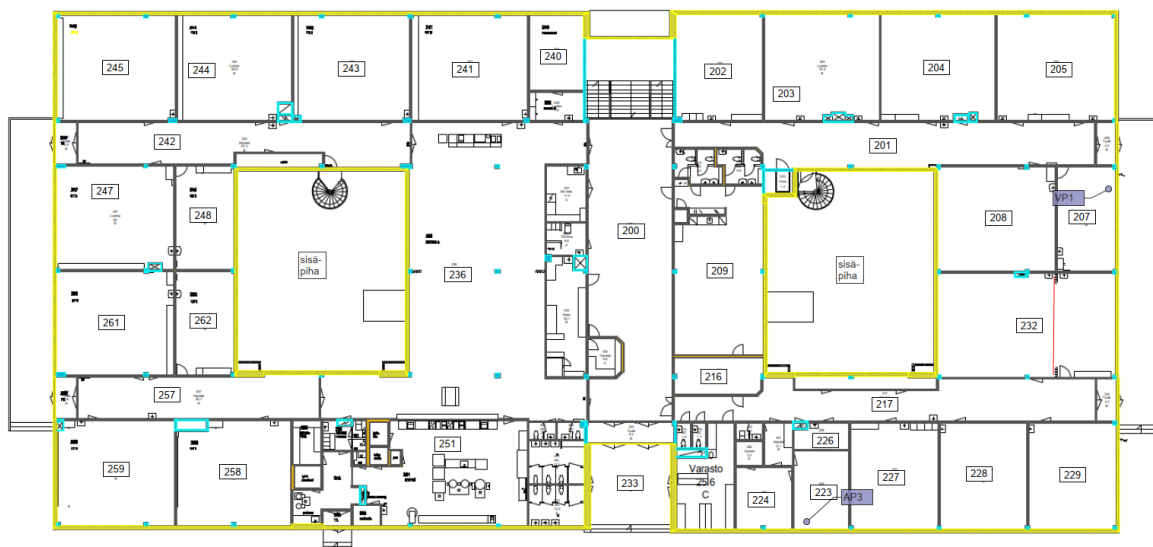
1	Alapohja- ja välipohjarakenteet ja lattiapinnoitteet	2
1.1	Rakenneavaus AP1, luokkatila 164	3
1.2	Rakenneavaus AP2, pienryhmättila 116	4
1.3	Rakenneavaus AP3, tila 223	5
1.4	Rakenneavaus AP4, tila 158	6
1.5	Rakenneavaus AP5, tila 126	7
1.6	Rakenneavaus VP1, tila 207	8
2	Väliseinärakenteet.....	9
2.1	Rakenneavaus VS1, opetustila 261	10
2.2	Rakenneavaus VS2, tila 116	11
2.3	Rakenneavaus VS2, tila 116	12
3	Ulkoseinärakenteet	13
3.1	Rakenneavaus US1, opetustila 247	14
3.2	Rakenneavaus US2, opetustila 244	15
3.3	Rakenneavaus US3, opetustila 203	16
3.4	Rakenneavaus US4, opetustila 207	17
3.5	Rakenneavaus US5, opetustila 126	18
3.6	Rakenneavaus US6, opetustila 116	19
3.7	Rakenneavaus US7, opetustila 164	20
3.8	Rakenneavaus US8, opetustila 163	21
3.9	Rakenneavaus US9, opetustila 146	22
3.10	Rakenneavaus US10, opetustila 151	23
3.11	Rakenneavaus US11, opetustila 158	24
3.12	Rakenneavaus US12, opetustila 155	25
3.13	Rakenneavaus US13, käytävä 201	26
3.14	Rakenneavaus US14, käytävä 257	28
3.15	Rakenneavaus verhokotelo US15, luokka 228	30

1 Alapohja- ja välipohjarakenteet ja lattiapinnoitteet



Kuva 1

Alapohja- ja välipohjaliittymien ja lattiapinnoitteiden tarkastelukohdat 1. kerroksessa.



Kuva 2

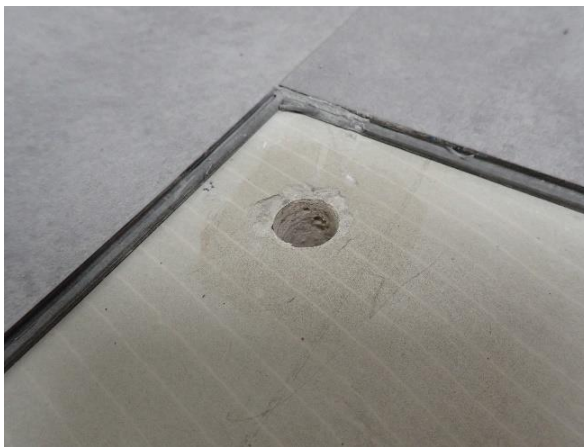
Alapohja- ja välipohjaliittymien ja lattiapinnoitteiden tarkastelukohdat 2. kerroksessa.

1.1 Rakenneavaus AP1, luokkatila 164

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa ei poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista. Avauskohdalla merkkiainekoetta varten tehty reikä, josta tarkasteltuna tasoitteen alla ei ole näkyvissä tiivistyskerroksia. Alapohjan ja ulkoseinän liittymäkohdassa ei näkyvissä tiivistyskerroksia, mutta ei toisaalta selkeitä epätiiviyskohtiaakaan.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 3

Tila 164 lattiapinnoitteena on vinyylilankku. Tasoitteen alla ei havaittu tiivistyskerroksia.



Kuva 4

Tilan 164 alapohjan ja ulkoseinän liittymäkohdassa ei havaittu aistinvaraisesti tiivistysmateriaaleja.

1.2 Rakenneavaus AP2, pienryhmätila 116

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa ei poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista. Alapohjan ja ulkoseinän liittymäkohdassa selkeä rako ja liittymäkohdassa selkeä mikrobiperäinen haju.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 5

Tilassa 116 lattiapinnoitteen avaus ja lattialiittymän tarkastelu. Lattiapinnoitteen kunto oli hyvä.



Kuva 6

Tilassa 116 alapohja-ulkoseinäliittymää ei ole tiivistetty. Liittymäkohdassa oli havaittavissa selkeä mikrobiperäinen haju.

1.3 Rakenneavaus AP3, tila 223

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa ei poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista. Betonilaatan pinnassa epoksi ja rakenneliittymissä tiivistysnauha.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 7

Tilassa 223 lattiapinnoitteen avaus ja lattialiittymän tarkastelu. Lattiapinnoitteen kunto oli hyvä.



Kuva 8

Tilassa 223 lattiapinnoitteen alla epoksi.

1.4 Rakenneavaus AP4, tila 158

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa ei poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista. Tiivistysmateriaaleja ei näkyvissä. Lattialistan taustalla halkeama.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 9

Tilassa 158 lattiapinnoitteen avaus ja lattialiittymän tarkastelu. Lattiapinnoitteen kunto oli hyvä.



Kuva 10

Tilassa 158 lattialiittymässä lattialistan taustalla halkeama.

1.5 Rakenneavaus AP5, tila 126

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa ei poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista. Alapohjan ja ulkoseinän liittymäkohta tiivistetty TKR:llä.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 11

Tilassa 126 lattialiittymä on tiivistetty TKR:llä.

1.6 Rakenneavaus VP1, tila 207

Havainnot rakenneavauspisteestä

Lattiapinnoitteena vinyylilankku. Lattiapinnoitteessa muihin tiloihin verrattuna hieman voimakkaampi kemiallinen haju, mutta ei kuitenkaan erityisen poikkeava. Tiivistysmateriaaleja ei näkyvissä.

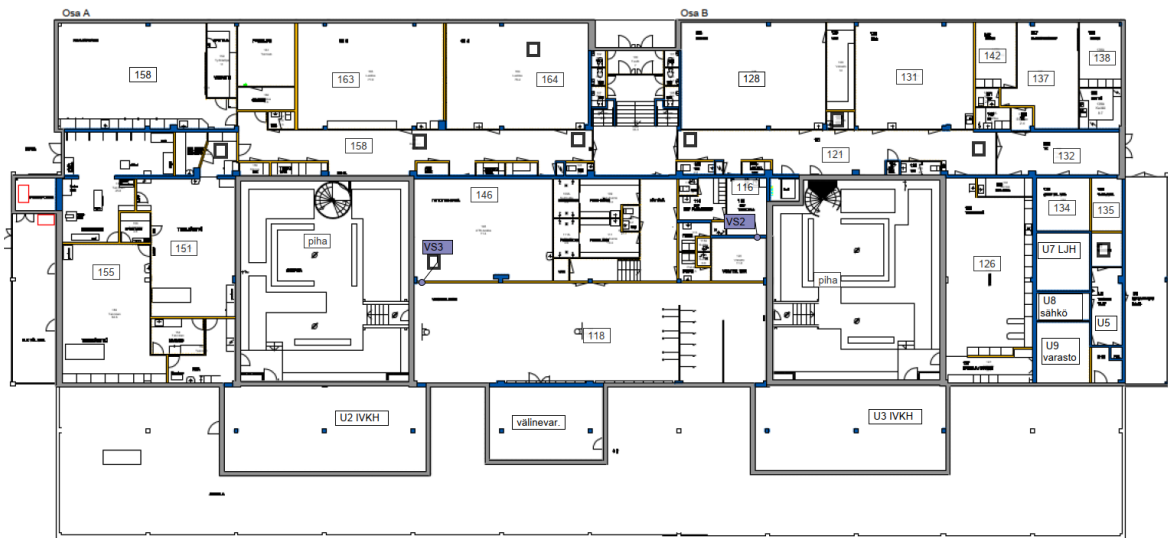
Rakenneavauksen kuvat



Kuva 12

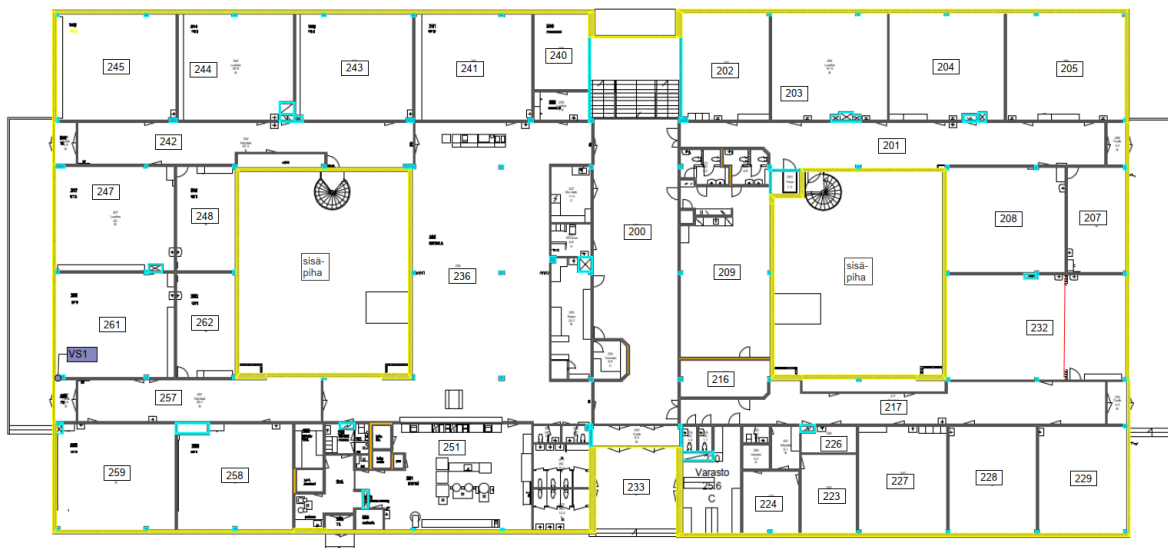
Tilassa 207 lattiapinnoitteen avaus ja lattialiittymän tarkastelu. Lattiapinnoitteen kunto oli hyvä.

2 Väliseinärakenteet



Kuva 13

Väliseinärakenteiden rakenneavauspisteet 1. kerroksessa.



Kuva 14

Väliseinärakenteiden rakenneavauspisteet 2. kerroksessa.

2.1 Rakenneavaus VS1, opetustila 261

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

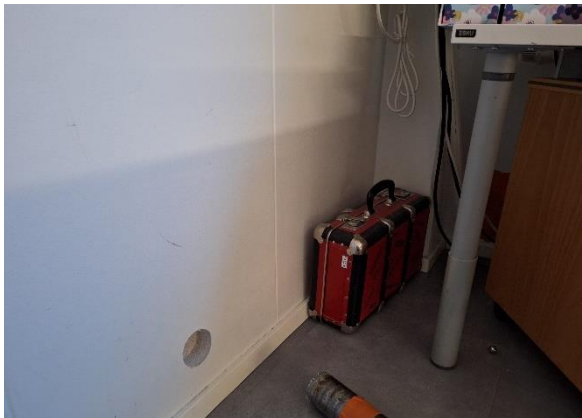
- maalattu kevytbetoni 250 mm

Rakenneavaussyvydet 0...40 mm. Avauskohdan korkeus 100...140 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 70

Väliseinän avaus VS1 tilassa 261. Ulkoseinän vanha avauskohta on pöytäkaapiston takana.



Kuva 71

Väliseinän avaus VS1 100...160 mm lattiapinnasta ja 0...40 mm syvyydeltä.

2.2 Rakenneavaus VS2, tila 116

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

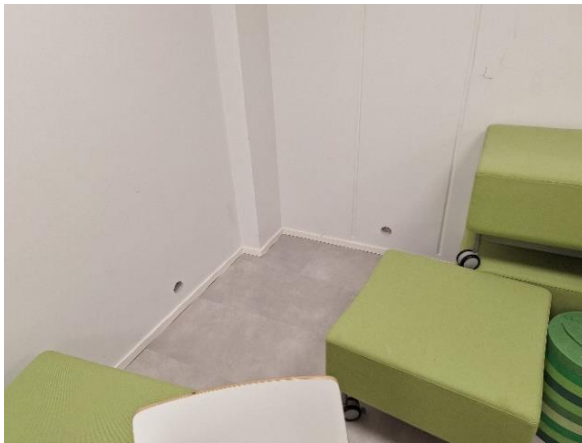
- maalattu kevytbetoni 250 mm

Rakenneavaussyvydet 0...40 mm. Avauskohdan korkeus 100...140 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 70

Väliseinän avaus VS2 tilaan 116.



Kuva 71

Avaus VS2 tehtiin noin 135...195 mm lattiasta. Näyte otettiin vain 0...40 mm syvyydeltä.

2.3 Rakenneavaus VS2, tila 116

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm

Rakenneavaussyvydet 0...40 mm. Avauskohdan korkeus 100...140 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 70

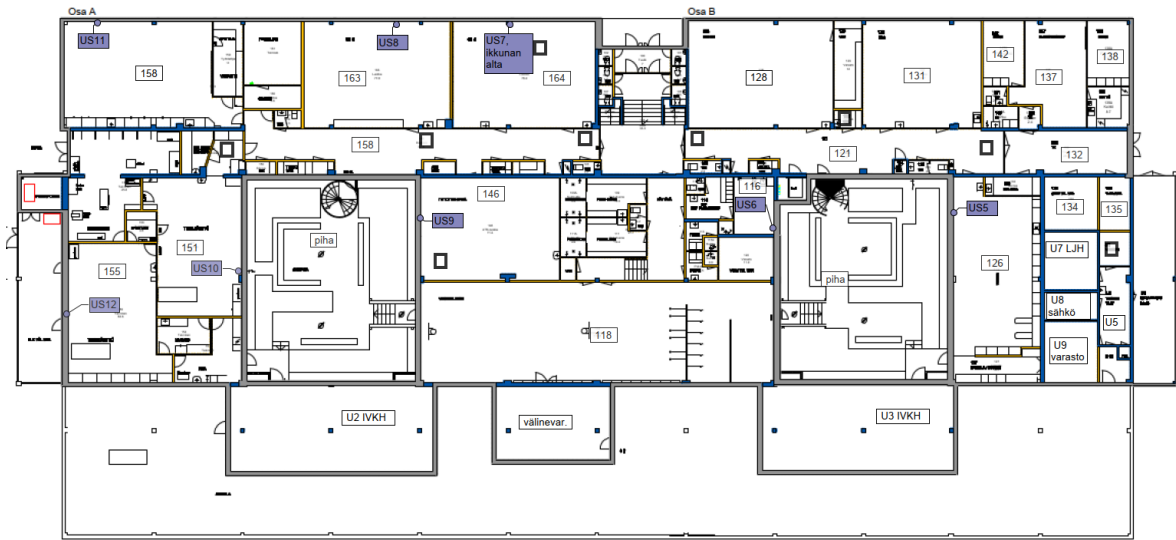
Väliseinän avaus VS3 tilaan 146 koteloinnin lähelle.



Kuva 71

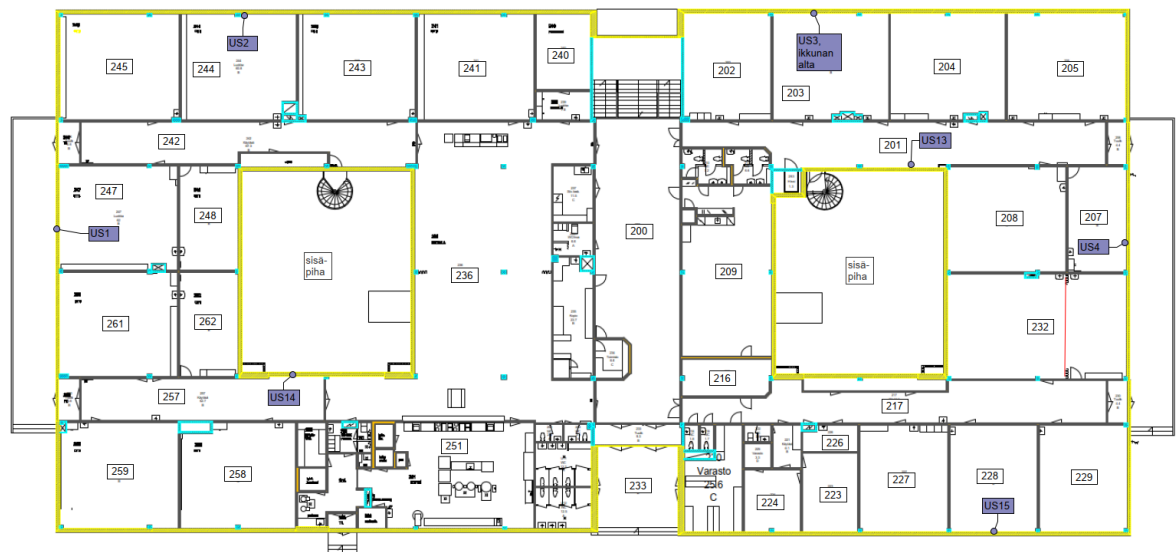
Väliseinän avaus VS3 tehtiin noin 300 mm koteloinnista ja 730 mm ulkoseinästä.

3 Ulkoseinärakenteet



Kuva 15

Ulkoseinärakenteiden rakenneavauspisteet 1. kerroksessa.



Kuva 16

Ulkoseinärakenteiden rakenneavauspisteet 2. kerroksessa.

3.1 Rakenneavaus US1, opetustila 247

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytykset 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakenneavaussyvytykset 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 100...160 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 17
Ulkoseinän avaus US1 tilaan 247.



Kuva 18
Tilat 261 ja 247 ulkopuolelta.



Kuva 19
Ulkoseinän avaus US1 tilaan 247.



Kuva 20
US1 lattiapinnasta noin 100...160 mm.

3.2 Rakenneavaus US2, opetustila 244

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

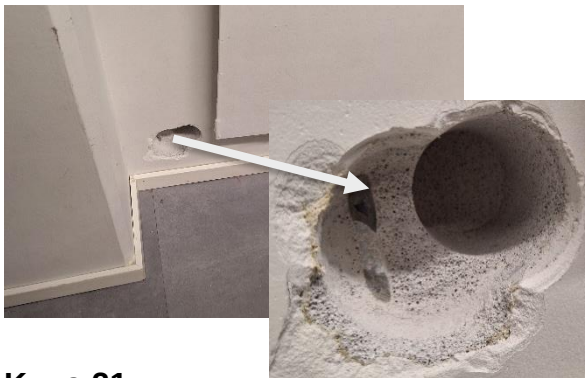
- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytyk 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakenneavaussyvyydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 100...160 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 21

Ulkoseinän avaus US2 tilaan 244 lattiapinnasta noin 100...160 mm korkeudelle.



Kuva 22

Kevytbetoninäyte MN4 tilasta 244 0...40 mm syvyydeltä.

3.3 Rakenneavaus US3, opetustila 203

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytys 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakenneavaussyvyyydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus ikkunan alla 700 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 23

Ulkoseinän avaus US3 ikkunan alle tilaan 203.



Kuva 24

Avaus US3 tehtiin noin 690...750 mm lattiapinnasta.

3.4 Rakenneavaus US4, opetustila 207

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytys 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakenneavaussyvyyydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 110...170 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 25
Ulkoseinän avaus US4 tilaan 207.



Kuva 26
Ulkoseinän avaus US4 noin 110...170 mm lattiapinnasta.

3.5 Rakenneavaus US5, opetustila 126

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 100 mm
- betoni noin 100 mm
- mineraalivilla 100...160 mm
- rappaus 20...35 mm

Rakenneavaussyvyydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 110...170 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 27
Tilan 126 avauskohta US5.



Kuva 28
Ulkoseinän avaus US5. Näyte 0...40 mm otettiin noin 245...305 mm lattiapinnasta. Syvempi 40...90 mm näyte otettiin noin 260...320 mm lattiapinnasta.

3.6 Rakenneavaus US6, opetustila 116

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

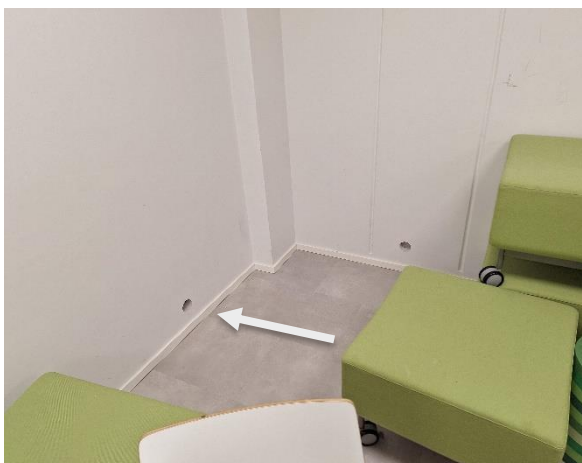
- maalattu kevytbetoni 100 mm
- betoni noin 100 mm
- mineraalivilla 100...160 mm
- rappaus 20...35 mm

Rakenneavaussyvydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 110...170 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Poikkeavaa hajua (voi olla peräisin myös alapohjaliittymästä). Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 29

Ulkoseinän avaus US6 (nuoli) tilaan 116. Tilassa oli havaittavissa mikrobipe-
räistä hajua.



Kuva 30

Tila 116 ulkopuolelta katsottuna. Ulko-
seinässä on jo yksi vanha avauskohta.



Kuva 31

Ulkoseinän avaus US6 tehtiin noin
110...170 mm lattiapinnasta.



Kuva 32

Ulkoseinän avaus US6 oli noin 75 mm
syvä.

3.7 Rakenneavaus US7, opetustila 164

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytykset 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakenneavaussyvytykset 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus ikkunan alla 680...730 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 33

Ulkoseinän avaus US7 tilaan 164 ikkunan alapuolelle noin 680...730 mm lattiatapinnasta.



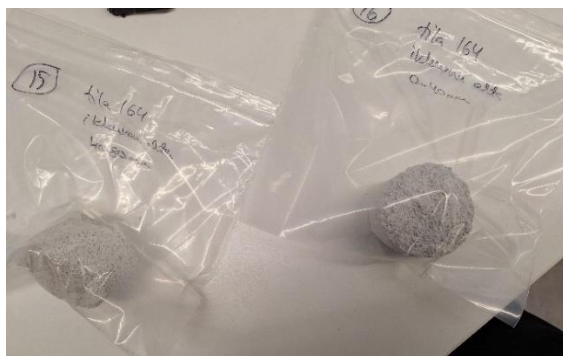
Kuva 34

Ulkoseinän avaus US7 tilaan 164.



Kuva 35

Avaus US7 oli noin 90 mm syvä.



Kuva 36

Näytteet 15 ja 16 tilasta 164.

3.8 Rakenneavaus US8, opetustila 163

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytyks 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakennenytesyvytydet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 160...220 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 37

Ulkoseinän avaus US8 tilaan 163.



Kuva 38

Ulkoseinän avaus US8 tehtiin pilarin ja patterin väliin noin 160...220 mm korkeudelle.

3.9 Rakenneavaus US9, opetustila 146

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 100 mm
- betoni noin 100 mm
- mineraalivilla 100...160 mm
- rappaus 20...35 mm

Rakennenäytesyvyudet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 180...240 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 39

Tilan 146 ulkopinnassa oli nähtävissä vesijälkiä seinän alaosissa.



Kuva 40

Ulkoseinän avaus US9 tehtiin ikkuna-seinälle.



Kuva 41

Ulkoseinän avaus US9 tehtiin noin 180...240 mm lattiapinnasta.



Kuva 42

Avauksessa US9 havaittiin hieman puuta.

3.10 Rakenneavaus US10, opetustila 151

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 100 mm
- betoni noin 100 mm
- mineraalivilla 100...160 mm
- rappaus 20...35 mm

Rakennenäytesyvyudet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 255...315 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 43
Yleiskuva tilasta 151 ja avaus US10.



Kuva 44
Ulkoseinän avaus US10 seinän alaosaan.



Kuva 45
Ulkoseinän avaus US10 tehtiin noin 255...315 mm korkeudelle lattiapinnasta.



Kuva 46
Ulkoseinän avaus US10 oli yhteensä 90 mm syvä.

3.11 Rakenneavaus US11, opetustila 158

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytyk 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Rakennenäytesyvyudet 0...40 mm ja 40...80 mm. Avauskohdan korkeus 240...300 mm korkeudelta lattiasta

Havainnot rakenneavauspisteestä

Ei poikkeavaa hajua. Ei mikrobikasvua.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 47
Yleiskuva tilasta 158.



Kuva 48
Ulkoseinän avaus US11 tehtiin tilaan 158 noin 240...300 mm lattiapinnasta.



Kuva 49
Ulkoseinän avaus US11



Kuva 50
Ulkoseinän avaus US11 oli noin 75 mm syvä.

3.12 Rakenneavaus US12, opetustila 155

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- lasikuitutapetti
- kipsilevy 16 mm
- muovikalvo
- mineraalivilla ja puurunko 120 mm
- kevytbetoni 400 mm

Havainnot rakenneavauspisteestä

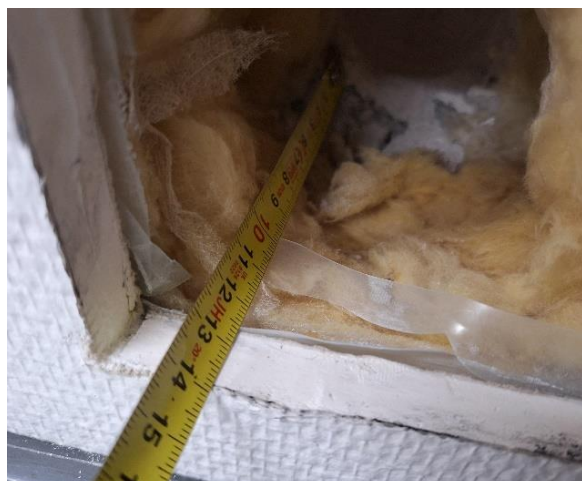
Rakenne vastasi suunnitelmia. Villassa havaittiin tummentumaa. Ei poikkeavaa hajua. Avauksesta otettiin mikrobinäytteet mineraalivillasta (N26), jossa epäily vauriosta sekä kevytbetonin sisäpinnasta (N27), jossa ei vauriota.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 51

Tilan 155 rakenneavaus US12 lattiapinnan lä-helle.



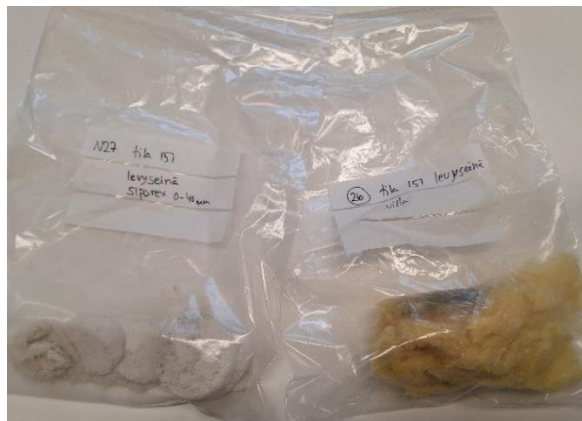
Kuva 52

Rakenne vastasi suunnitelmia.



Kuva 53

Tilan 155 avauksesta US12 otettiin myös kevyt-betoninäyte 0...40 mm syvyydeltä.



Kuva 54

Tilan 155 mikrobinäytteet N26 (villa) ja N27 (kevytbetoni).

3.13 Rakenneavaus US13, käytävä 201

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- lujalevy 10 mm
- muovikalvo
- mineraalivilla ja puurunko 120 mm
- tervapahvi
- ilmarako ja koolaukset 15 mm
- julkisivulevy 5 mm

Havainnot rakenneavauspisteestä

Rakenne vastasi suunnitelmia. Lujalevyn pinnalla kosteuden valumajälkiä, mutta muilta osin ei viitteitä kosteusvaurioista. Ei poikkeavaa hajua. Avauksesta otettiin mikrobinäytteet mineraalivillasta, joissa ei todettu viitettä mikrobikasvusta.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 55

Rakenneavauskohta käytävällä 201.



Kuva 56

Ulkoseinärakenteen levytyksessä on nähtävissä useita vuotojälkiä.

**Kuva 57**

Rakenneavauskohta kun levy on poistettu. Rakenteessa ei aistinvaraisia viitteitä kosteusvaurioista. Nuolella on esitetty materiaalinäytteenoton kohta.

**Kuva 58**

Rakenneavauskohta kun levy on poistettu. Rakenteessa ei aistinvaraisia viitteitä kosteusvaurioista. Nuolella on esitetty materiaalinäytteenoton kohta.

3.14 Rakenneavaus US14, käytävä 257

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- lujalevy 10 mm
- muovikalvo
- mineraalivilla ja puurunko 120 mm
- tervapahvi
- ilmarako ja koolaukset 15 mm
- julkisivulevy 5 mm

Havainnot rakenneavauspisteestä

Rakenne vastasi suunnitelmia. Rakenteessa ei silmämääräisiä viitteitä kosteusvaurioista. Ei poikkeavaa hajua. Höyrynsulkumuovissa havaittiin selkeitä repeytymiä. Avauksesta otettiin mikrobinäytteet mineraalivillasta, joissa ei todettu viitettä mikrobikasvusta.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 59
Rakenneavauskohta käytävällä 257.



Kuva 60
Rakenneavauskohta käytävällä 257 sijaitsevan alakattojen yläpuolella. Levyssä ei aistinvaraisia viitteitä kosteusvaurioista.

**Kuva 61**

Rakenneavauskohta kun levy on poistettu. Rakenteessa ei aistinvaraisia viitteitä kosteusvaurioista. Nuolella on esitetty materiaalinäytteenoton kohta.

**Kuva 62**

Höyrynsulkumuovi oli avauskohdalla valmiiksi repaleinen. Nuolella on esitetty materiaalinäytteenoton kohta.

3.15 Rakenneavaus verhokoteloon US15, luokka 228

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne:

- lastulevyrakenteinen verhokotelo
- ilmatila
- maalattu kevytbetoni 250 mm
- ilmarako ja puurunko 25 mm (lisätty vuonna 2020)
- julkisivulevytys 5 mm (lisätty vuonna 2020)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Verhokotelossa tai sen taustalla ulkoseinärakenteessa ei havaittavissa viitteitä kosteusvaurioista. US-YP-liittymään on silmämääräisen arvion perusteella toteutettu tiivistys.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 63
Verhokoteloon tehty rakenneavaus.



Kuva 64
Ulkoseinässä oli havaittavissa valumajälkeä.



Kuva 65
Verhokotelossa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista



Kuva 66
Yläpohjaliittymään on toteutettu tiivistys.

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu

Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Mineraalikulutuskanta	17

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

1(11)
14.01.2025

Tilaaaja
0124610-9
Vantaan kaupunki
Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat
Markkanen Piia

Asematie 10A
01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Materiaalit			
	Näyte otettu	31.12.2024	Kellonaika		
	Vastaanotettu	31.12.2024	Kellonaika	15.45	
	Tutkimus alkoi	31.12.2024	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus	
	Ottopiste	Lehtikuusen koulu Havu-rakennus			
	Näytteenottaja	Laine Elli, AINS Suunnittelu			
	Viite	Markkanen/Lehtikuusen koulu			

45163-1: Rakennusmateriaali, Tila 261, väliseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomyketit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		+	-	-	/malja
Aspergillus versicolor #	*		+	(2)		
Hiivat			+			

45163-2: Rakennusmateriaali, Tila 247, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	-		-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

2(11)
14.01.2025

45163-3: Rakennusmateriaali, Tila 247, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-4: Rakennusmateriaali, Tila244, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		+	-	-	/malja
Penicillium sp.	*		+			

45163-5: Rakennusmateriaali, Tila 244, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

3(11)
14.01.2025**45163-6: Rakennusmateriaali, Tila 203, ulkoseinä ikkunan alta 0-40 mm, Lehtikuusen koulu****Havu-rakennus**

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-7: Rakennusmateriaali, Tila 203, ulkoseinä ikkunan alta 40-80 mm, Lehtikuusen koulu**Havu-rakennus**

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-8: Rakennusmateriaali, Tila 207, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		+	+	-	/malja
Penicillium sp.	*		+	+		

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselesteella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselesteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseleste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

4(11)
14.01.2025

45163-9: Rakennusmateriaali, Tila 207, ulkoseinä 4-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		+	-	-	/malja
Penicillium sp.	*		+			

45163-10: Rakennusmateriaali, Tila 116, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		-	-	-	/malja

45163-11: Rakennusmateriaali, Tila 116, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

5(11)
14.01.2025

45163-12: Rakennusmateriaali, Tila 116, väliseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		-	+	-	/malja
Penicillium sp.	*			+		
45163-13: Rakennusmateriaali, Tila 126, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	-				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		-	-	-	/malja
45163-14: Rakennusmateriaali, Tila 126, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittys	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

6(11)
14.01.2025

45163-15: Rakennusmateriaali, Tila 164, ulkoseinä ikkunan alta 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢	ei mikrobikasvustoa				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	-	+	-	/malja
Cladosporium sp.	*		+		
45163-16: Rakennusmateriaali, Tila 164, ulkoseinä ikkunan alta 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢	ei mikrobikasvustoa				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	-	+	+	/malja
Cladosporium sp.	*		+	+	
45163-17: Rakennusmateriaali, Tila 163, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢	ei mikrobikasvustoa				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	+	+	-	/malja
Penicillium sp.	*	+	+		

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

7(11)
14.01.2025

45163-18: Rakennusmateriaali, Tila 163, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäys	*		-	-	+	/malja
Aspergillus terreus #	*				+	(1)

45163-19: Rakennusmateriaali, Tila 146, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäys	*		-	-	-	/malja

45163-20: Rakennusmateriaali, Tila 146, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäys	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselesteella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselesteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseleste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

8(11)
14.01.2025

45163-21: Rakennusmateriaali, Tila 146, väliseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-22: Rakennusmateriaali, Tila 151, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-23: Rakennusmateriaali, Tila 151, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

45163-24: Rakennusmateriaali, Tila 158, ulkoseinä 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus						
Analyyysi		Analyyksitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

9(11)
14.01.2025

45163-25: Rakennusmateriaali, Tila 158, ulkoseinä 40-80 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐	ei mikrobikasvustoa				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	-			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	-	-	-	/malja
45163-26: Rakennusmateriaali, Tila 155, ulkoseinä, levyseinä villa, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐	epäily mikrobikasvustosta				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	+	++	+	/malja
Aspergillus restrictus #			+		
Eurotium sp. #	*	+	+	+	
Penicillium sp.	*	+	+	+	
45163-27: Rakennusmateriaali, Tila 155, ulkoseinä, levyseinä siporex 0-40 mm, Lehtikuusen koulu Havu-rakennus					
Analyyysi	Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ☐	ei mikrobikasvustoa				
	THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-			/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+			/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*	+	+	+	/malja
Aspergillus restrictus #			+		
Cladosporium sp.	*		+	+	
Eurotium sp. #	*	+	+	+	

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee MetropoliLabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella.
Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratorion sivustalta. * = Akkreditoitu menetelmä
= kosteusvaurioiden indikaattori, pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö, sp. (mon. spp.) = laji
☐ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselesteella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselesteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseleste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

10(11)
14.01.2025**Lausunto**

Analyysitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohtainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein:

- ei mikrobikasvustoa: tulos -/+ /++ ja ei indikaattoreita tai niitä on havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä tai tulos -/+ ja suoramikroskopiinnin tulos ei mikrobikasvustoa/ epäily kasvustosta
- epäily mikrobikasvustosta: suoramikroskopiinnilla todettu kasvusto tai tulos +/++ ja lajistossa useita indikaattoreita tai suoramikroskopiinnilla epäily kasvustosta ja tulos ++ sekä indikaattoreita
- mikrobikasvustoa: tulos +++/++++, ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto on merkitty erikseen

Suoraviljelyn semikvantitatiivinen tulosasteikko:

- = ei mikrobeja
- + (1-19 pmy): niukasti mikrobeja
- ++ (20-49 pmy): kohtalaisesti mikrobeja
- +++ (50-199 pmy): runsaasti mikrobeja
- ++++ (200 pmy tai yli): erittäin runsaasti mikrobeja

Suoraviljelyn tulos +++ tai ++++ viittaa mikrobikasvuun rakennusmateriaalissa. Mikäli tulos on ++ tai +, huomioidaan tulosten tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyvyys. Tulosten yhteydessä on ilmoitettu kosteusvaurioindikaattoreiden pesäkelukumäärät, mikäli sienten tai aktinomykeettien kokonaispesäkemäärät ovat korkeintaan kohtalaiset (+, ++). Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa. (Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016)

Analyysitulokset ja niiden tulkinta koskevat ainoastaan laboratorioon toimitettua näytettä. Laboratorion tekemä tulosten tulkinta ei ota kantaa kosteusvaurion esiintyvyyteen tai rakenteiden korjaustarpeeseen. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon muut tutkittavasta kohteesta tehdyt havainnot.

Analyysitulosten tulkinnassa ei ole huomioitu mittausepävarmuutta.

MetropoliLab on Terveystieteiden laitoksen nojalla hyväksytty asumisterveyslaboratorio, ja näytteille käytetty viljelymenetelmä kuuluu Ruokaviraston hyväksynnän piiriin.

Rakennusmateriaalinäytteen suoramikroskopiointi tehdään asiakastilauksen mukaisesti näytteistä, joiden määrä riittää viljelyanalyysin lisäksi suoramikroskopiointiin ja joissa materiaali soveltuu analyysiin. Suoramikroskopiinnin tulos ilmoitetaan ei todettu (näytteessä ei ole havaittu rihmastoja), epäily mikrobikasvustosta (näytteessä on havaittu vähän rihmastoja) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoja useassa kohdassa). Suoramikroskopiinnilla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittausepävarmuus
Näytetuloksen tulkinta □, Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #,	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV,	

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



TESTAUSSELOSTE 2024-45163

11(11)
14.01.2025

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittaasepävarmuus
THG	Valvira ohje 8/2016	
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen, THG	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen, 2 % MALLAS	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen, DG18	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen, HAGEM	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, 2 % MALLAS	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, DG18	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, HAGEM	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi	

Analyysituloksen teknisen suorituksen mittaasepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

- Materiaalinäytteet: näytteen laimentaminen, siirrostustilavuus ja pesäkelaskenta
- Ilmanäytteet: pesäkelaskenta

Analyysitulokseen sisältyvä hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittaasepävarmuuteen.

Tunnistumenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit		
Kosteusvaurioindikaattorit:		
Acremonium sp.	Geomyces sp.	Sporobolomyces sp.
aktinomykeetit	Eurotium sp.	Stachybotrys sp.
Aspergillus fumigatus	Exophiala sp.	Trichoderma sp.
Aspergillus ochraceus	Fusarium sp.	Tritirachium sp.
Aspergillus restricti -lajiryhmä	Oidiodendron sp.	Ulocladium sp.
Aspergillus sydowii	Paecilomyces sp.	Wallemia sp.
Aspergillus terreus	Paecilomyces variotii	
Aspergillus ustus	Phialophora sp.	
Aspergillus versicolor	Phoma sp. (Coelomycetes-sukuryhmä)	
Botryotrichum sp.	Rhinochlamydia sp.	
Chaetomium sp.	Scopulariopsis sp.	
Muut sienet:		
Absidia sp.	Chrysomyces sp.	Verticillium sp.
Alternaria sp.	Cladosporium sp.	
Aspergillus sp.	Geotrichum sp.	
Aspergillus flavus	hiivat	
Aspergillus niger	Mucor sp.	
Aureobasidium sp.	Mycelia sterilia	
Beauveria sp.	Penicillium sp.	
Botrytis sp.	Rhizopus sp.	

Yhteyshenkilö Thure Tiina, 010 3913 404, mikrobiologi

Tiedoksi Laine Elli, elli.laine@ains.fi;
Korpi Saija, saija.korpi@ains.fi;
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



Testausseloste
Raporttitunnus: 001813
Tilaustunnus: 25-001060

Sivu 1 / 4
5.3.2025

Tilaaja

Vantaan kaupunki
Asematie 7
01300 VANTAA

**Tilauksen tiedot**

Kuvaus Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus
Viite Markkanen/24-1340-1 Havu
Näytetyyppi Rakennusmateriaali
Ottosyy Tilaustutkimus
Näytteenottaja Laine Elli, A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Näyte otettu 17.2.2025
Vastaanotettu 19.2.2025 9:05
Tutkimus aloitettu 19.2.2025 17:45

Näytteen tiedot

Näyte 25-001060-001 MNL1: Lisäavaus 1, US-villa oikealta, vertailunäyte

Tulokset

Analyyysi	Tulos	Yksikkö	Menetelmä
Mikrobiologiset			
Näytetuloksen tulkinta □	Ei mikrobikasvustoa		M0495

Analyyysi	THG	DG18	2 % MALLAS	HAGEM	Yksikkö	Menetelmä
* Aktinomykeetit #	-	-	-	-	/mlja	M0133
* Bakteeripitoisuus, muut	+	-	-	-	/mlja	M0133
* Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	-	-	+	+	/mlja	M0133
Aureobasidium spp.	-	-	+	-	/mlja	M0135
Chrysonilia spp.	-	-	-	+	/mlja	M0135

Näytteen tiedot

Näyte 25-001060-002 MNL2: Lisäavaus 1, US-villa vasemmalta, vertailunäyte

Tulokset

Analyyysi	Tulos	Yksikkö	Menetelmä
Mikrobiologiset			
Näytetuloksen tulkinta □	Ei mikrobikasvustoa		M0495

Analyyysi	THG	DG18	2 % MALLAS	HAGEM	Yksikkö	Menetelmä
* Aktinomykeetit #	-	-	-	-	/mlja	M0133
* Bakteeripitoisuus, muut	+	-	-	-	/mlja	M0133
* Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	-	-	+	-	/mlja	M0133
* Penicillium spp.	-	-	+	-	/mlja	M0135

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



Testausseleste

Raporttitunnus: 001813

Tilaustunnus: 25-001060

Sivu 2 / 4

5.3.2025

Näytteen tiedot

Näyte 25-001060-003 MNL3: Lisäavaus 2, US-villa vasemmalta, mahdollinen vaurio kohta

Tulokset

Analyysi	Tulos	Yksikkö	Menetelmä
Mikrobiologiset			
Näytetuloksen tulkinta □	Ei mikrobikasvustoa		M0495

Analyysi	THG	DG18	2 % MALLAS	HAGEM	Yksikkö	Menetelmä
* Aktinomykeetit #	-	-	-	-	/malja	M0133
* Bakteeripitoisuus, muut	+	-	-	-	/malja	M0133
* Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	-	-	+	-	/malja	M0133
* Penicillium spp.	-	-	+	-	/malja	M0135

Näytteen tiedot

Näyte 25-001060-004 MNL4: Lisäavaus 2, US-villa 3 pisteestä, mahdollinen vaurio kohta

Tulokset

Analyysi	Tulos	Yksikkö	Menetelmä
Mikrobiologiset			
Näytetuloksen tulkinta □	Ei mikrobikasvustoa		M0495

Analyysi	THG	DG18	2 % MALLAS	HAGEM	Yksikkö	Menetelmä
* Aktinomykeetit #	-	-	-	-	/malja	M0133
* Bakteeripitoisuus, muut	-	-	-	-	/malja	M0133
* Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	-	-	-	-	/malja	M0133

= kosteusvaurioindikaattori, pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö, sp. (mon. spp.) = laji

□ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

MU = Mittausepävarmuus

* Menetelmä on akkreditoitu

Lisätiedot, lausunnot

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu

**Testausseleste**

Raportitunnus: 001813

Tilaustunnus: 25-001060

Sivu 3 / 4

5.3.2025

Tilauksen lausunto

25-001060

Analyysitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohmainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein:

- ei mikrobikasvustoa: tulos -/+ ja ei indikaattoreita tai niitä on havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä tai tulos -/+ ja suoramikroskopoinnin tulos ei mikrobikasvustoa/ epäily kasvustosta

- epäily mikrobikasvustosta: suoramikroskopoinnilla todettu kasvusto tai tulos +/+ ja lajistossa useita indikaattoreita tai suoramikroskopoinnilla epäily kasvustosta ja tulos ++ sekä indikaattoreita

- mikrobikasvustoa: tulos +++/++++, ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto on merkitty erikseen

Suoraviljelyn semikvantitatiivinen tulosasteikko:

- = ei mikrobeja

+ (1-19 pmy): niukasti mikrobeja

++ (20-49 pmy): kohtalaisesti mikrobeja

+++ (50-199 pmy): runsaasti mikrobeja

++++ (200 pmy tai yli): erittäin runsaasti mikrobeja

Suoraviljelyn tulos +++ tai ++++ viittaa mikrobikasvuun rakennusmateriaalissa. Mikäli tulos on ++ tai +, huomioidaan tulosten tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyvyys. Tulosten yhteydessä on ilmoitettu kosteusvaurioindikaattoreiden pesäkelukumäärät, mikäli sienten tai aktinomykeettien kokonaispesäkemäärät ovat korkeintaan kohtalaiset (+, ++).

Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa.

(Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016, päivitys 2020)

Analyysitulokset ja niiden tulkinta koskevat ainoastaan laboratorioon toimitettua näytettä. Laboratorion tekemä tulosten tulkinta ei ota kantaa kosteusvaurion esiintyvyyteen tai rakenteiden korjaustarpeeseen. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon muut tutkittavasta kohteesta tehdyt havainnot.

Analyysitulosten tulkinnassa ei ole huomioitu mittausepävarmuutta.

Rakennusmateriaalinäytteen suoramikroskopointi tehdään asiakastilauksen mukaisesti näytteistä, joiden määrä riittää viljelyanalyysin lisäksi suoramikroskopointiin ja joissa materiaali soveltuu analyysiin. Suoramikroskopoinnin tulos ilmoitetaan ei todettu (näytteessä ei ole havaittu rihmastoa), epäily mikrobikasvustosta (näytteessä on havaittu vähän rihmastoa) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoa useassa kohdassa). Suoramikroskopoinnilla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

MetropoliLabin yhteyshenkilö

Tiina Thure

Jakelu

Manelius, Elina, elina.manelius@ains.fi

Laine, Elli, elli.laine@ains.fi

Markkanen, Piia, piia.markkanen@vantaa.fi

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu



Testausseoste

Raporttitunnus: 001813

Tilaustunnus: 25-001060

Sivu 4 / 4

5.3.2025

Menetelmätiedot

Menetelmä	Analyysimenetelmän kuvaus
M0133	Suoraviljely, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016. MetropoliLab on Terveysturvallisuuslain nojalla hyväksytty asumisterveyslaboratorio, ja menetelmä on Ruokaviraston hyväksymä asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaisiin tutkimuksiin.
M0135	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi
M0495	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

Mittausepävarmuus ilmoitetaan vain havaituille analyysitilanteille, joiden pitoisuudet ovat yli määrittämissä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tulostuloksissa, ellei toisin ole mittausepävarmuuden yhteydessä mainittu. Arvio mikrobiologisten tulosten mittausepävarmuudesta toimitetaan pyynnöstä.

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausseosteella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausseosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseoste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Viikinkaari 4
00790 Helsinki
www.metropolilab.fi

+358 10 391 350
tulokset@metropolilab.fi

Y-tunnus
2340056-8

24-1340-1 Lehtikuusen koulu, Havu

Mineraalikuitulaskenta



TESTAUSSELOSTE 2024-44929

1(2)
02.01.2025

TILAAJA

0124610-9
Vantaan kaupunki
Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat
Markkanen Piia
Asematie 10A
01300 VANTAA

NÄYTETIEDOT

Näytteet otettu: 23.12.2024
Näytteenottaja: Laine Elli, A-Insinöörit
Kohde: Lehtikuusen koulu

Vastaanotettu: 23.12.2024 Kellonaika: 15.45
Tutkimus alkoi: 27.12.2024



TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MÄÄRITYS PINTAPÖLYNÄYTTEESTÄ

Menetelmä on laboratorion sisäinen. Menetelmä perustuu Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira) Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa Osa III (8/2016, päivitetty 2024) osoittamaan menetelmään. Geeliteipille otetusta pintapölynäytteestä lasketaan teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Laskenta tehdään 100-kertaisella suurennoksella läpivalopolarisaatiomikroskooppilla. Menetelmän määrittäjä on näytteenoton pinta-alasta riippuen korkeintaan 0,07 kuitua/cm². Menetelmä on akkreditoitu. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksymä asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisiin tutkimuksiin.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STMa 545/2015, §19). Toimenpideraja ei koske ilmanvaihtokanavien sisäpintoilta otettuja näytteitä. Tulos ylittää toimenpiderajan, kun näytteessä havaittu teollisten mineraalikuitujen pitoisuus vähennettynä laboratorion sisäisellä yhdistetyllä standardiepävarmuudella on vähintään 0,2 kuitua/cm². Laboratorion sisäinen yhdistetty standardiepävarmuus perustuu kuitulaskennan tekniseen suoritukseen liittyvään epävarmuuteen ja sen suuruus riippuu näytteessä havaitusta kuitupitoisuudesta. Näytekohtaista hiukkastilastollista epävarmuutta ei ole huomioitu tuloksissa. Lisätietoa mittausepävarmuudesta annetaan pyydettäessä.

Yhteyshenkilö: Kauhala Janne, asiantuntija
p. 010 3913 468

Materiaalilaboratorio
p. 09 374 2010

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350
http://www.metropolilab.fi

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568



TESTAUSSELOSTE 2024-44929

2(2)
02.01.2025

Näyttenumero	Tunniste	Laskeuman keräysaika (vrk)	Näytteenoton pinta-ala (cm ²)	Havaittu pitoisuus (kuitua/cm ²)	Havaittu pitoisuus vähennettynä mittausepävarmuudella (kuitua/cm ²)	Lausunto vaatimusten mukaisuudesta / STMa 545/2015, §19
44929-1	1.1, tila 146 opettajan pöydän vierestä, sähkökourun päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-2	1.2, tila 146 etuosan pyöreän pöydän päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-3	1.3, tila 146 takaosan hyllykön päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-4	2.1, tila 158 etuosan opettajan pöydältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-5	2.2., tila 158 etuosa, pianon päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-6	2.3, tila 158, takaosan hyllyn päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-7	3.1, tila 209 eteisen hyllyn päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-8	3.2, tila 209 keskiosalta mikron päältä	14	14	0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-9	3.3, tila 209 takaosan pöydän päältä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan
44929-10	4.1, tila 232 etuosan sähkökourun päältä	14	14	0,36	0,29	Ylittää toimenpiderajan
44929-11	4.2, tila 232 takaosan opettajan pöydän päältä	14	14	0,14	0,07	Alittaa toimenpiderajan
44929-12	4.3, tila 232 takaosan karttapallon vierestä	14	14	<0,07	0	Alittaa toimenpiderajan

Tiedoksi: Laine Elli, elli.laine@ains.fi
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi

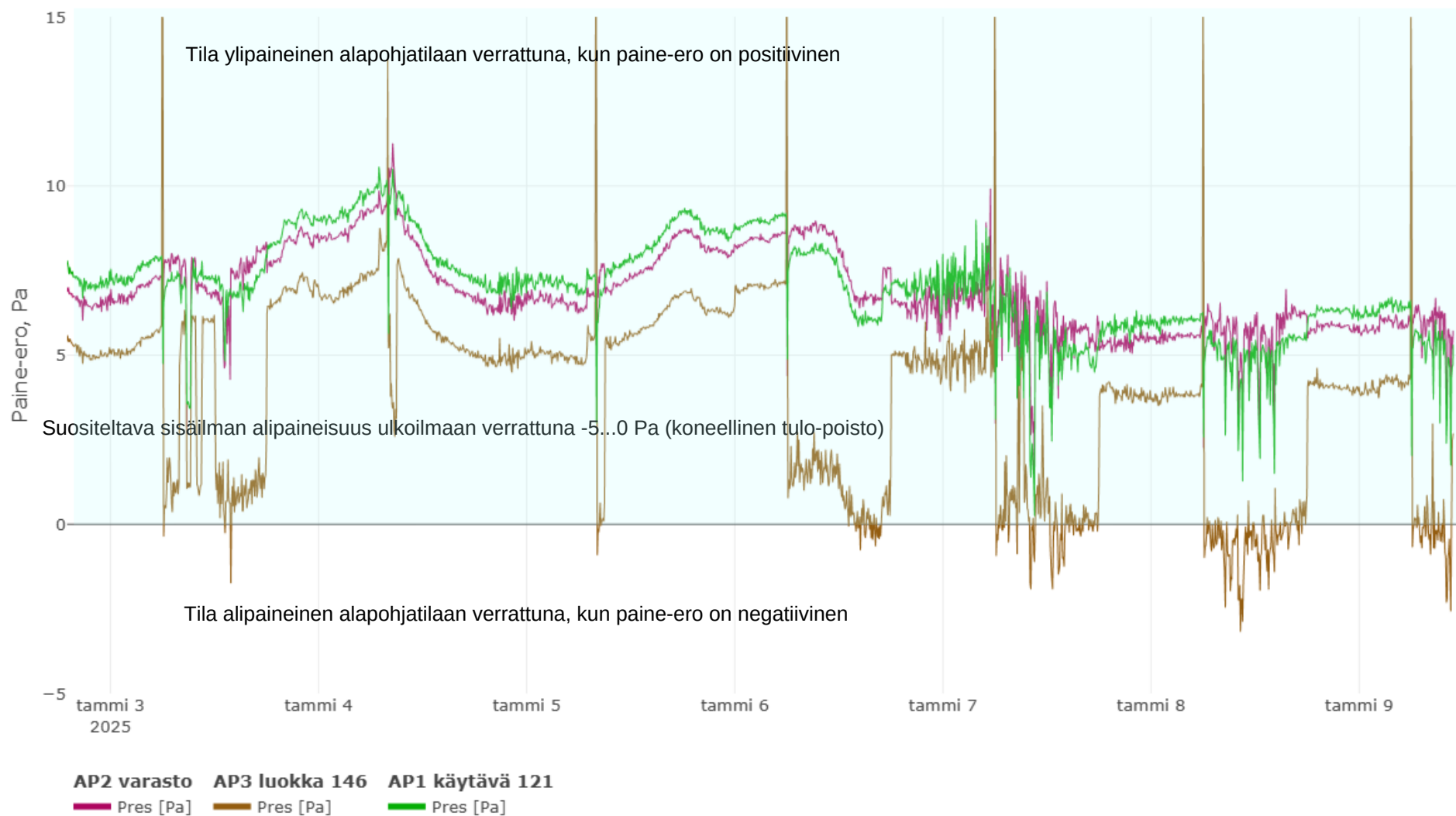
Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

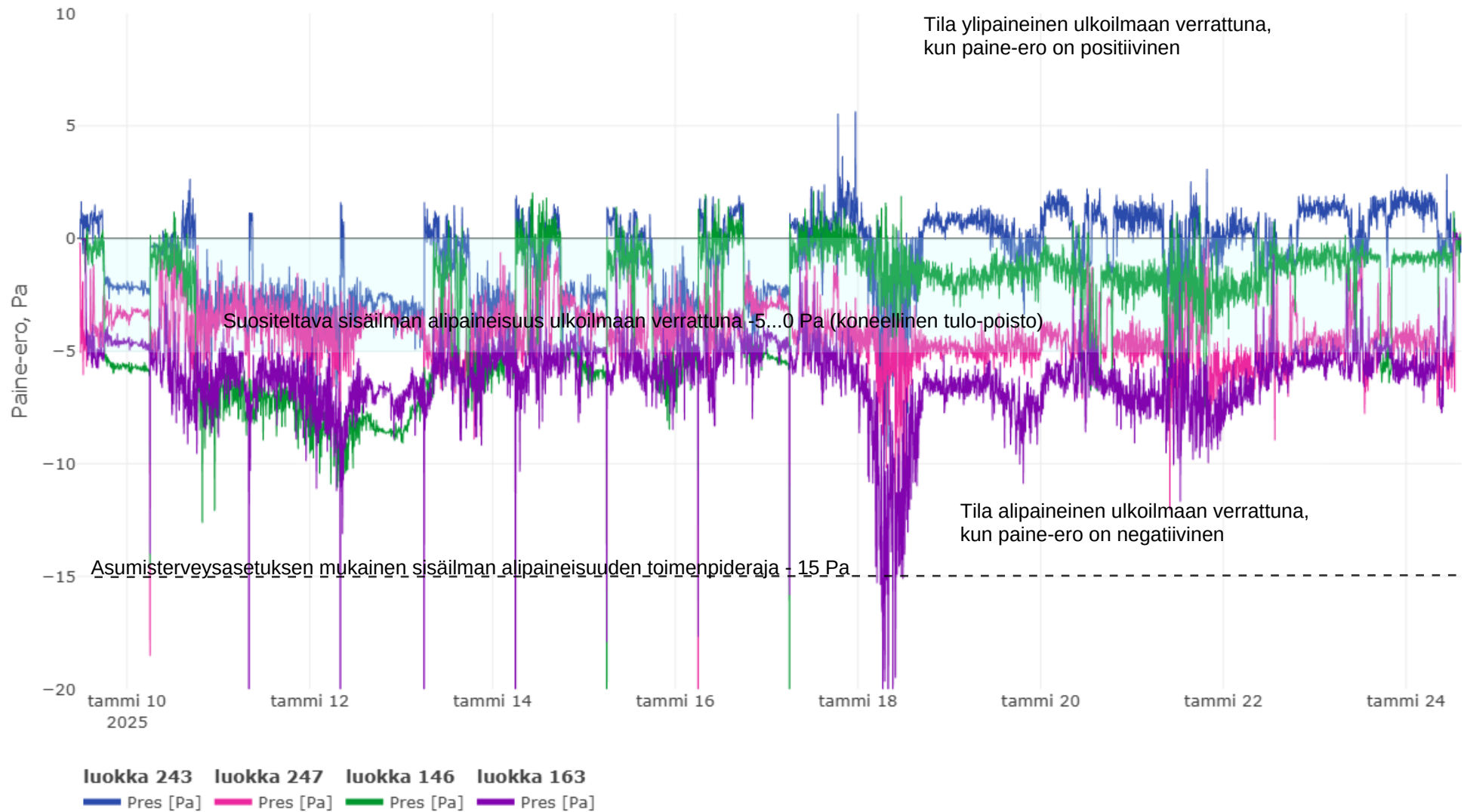
Puhelin
+358 10 391 350
http://www.metropolilab.fi

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

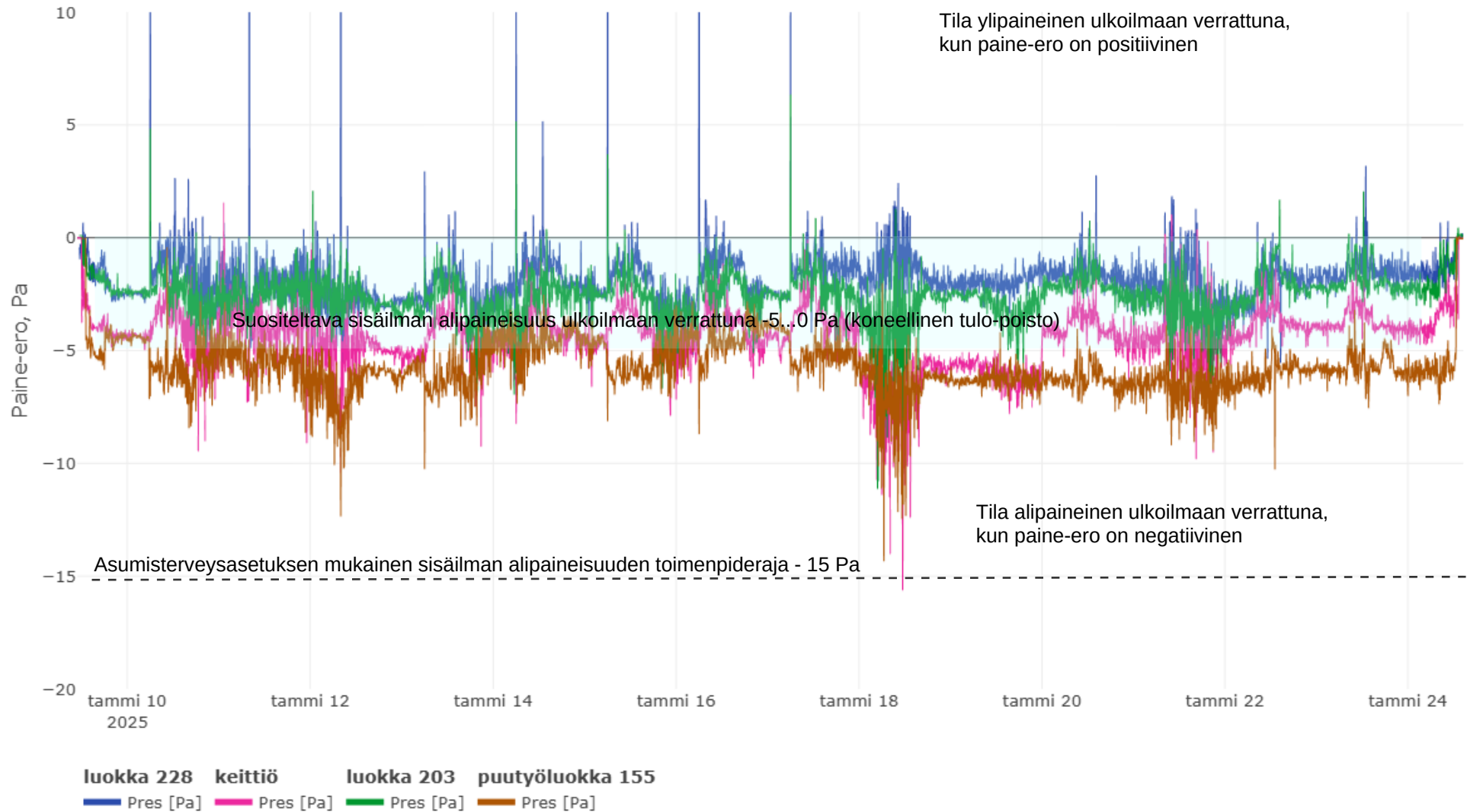
Paine-ero sisäilmasta alapohjatilan aikavälillä 3.-9.1.2025



Paine-ero sisäilmasta ulkoilman aikavälillä 9.-24.1.2025, IV-koneen TK1-alueella



Paine-ero sisäilmasta ulkoilman aikavälillä 9.-24.1.2025, lv-koneiden TK2, TK4 ja TK5 alueilla



Paine-ero sisäilmasta ulkoilman aikavälillä 9.-24.1.2025

Tila ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna,
kun paine-ero on positiivinen

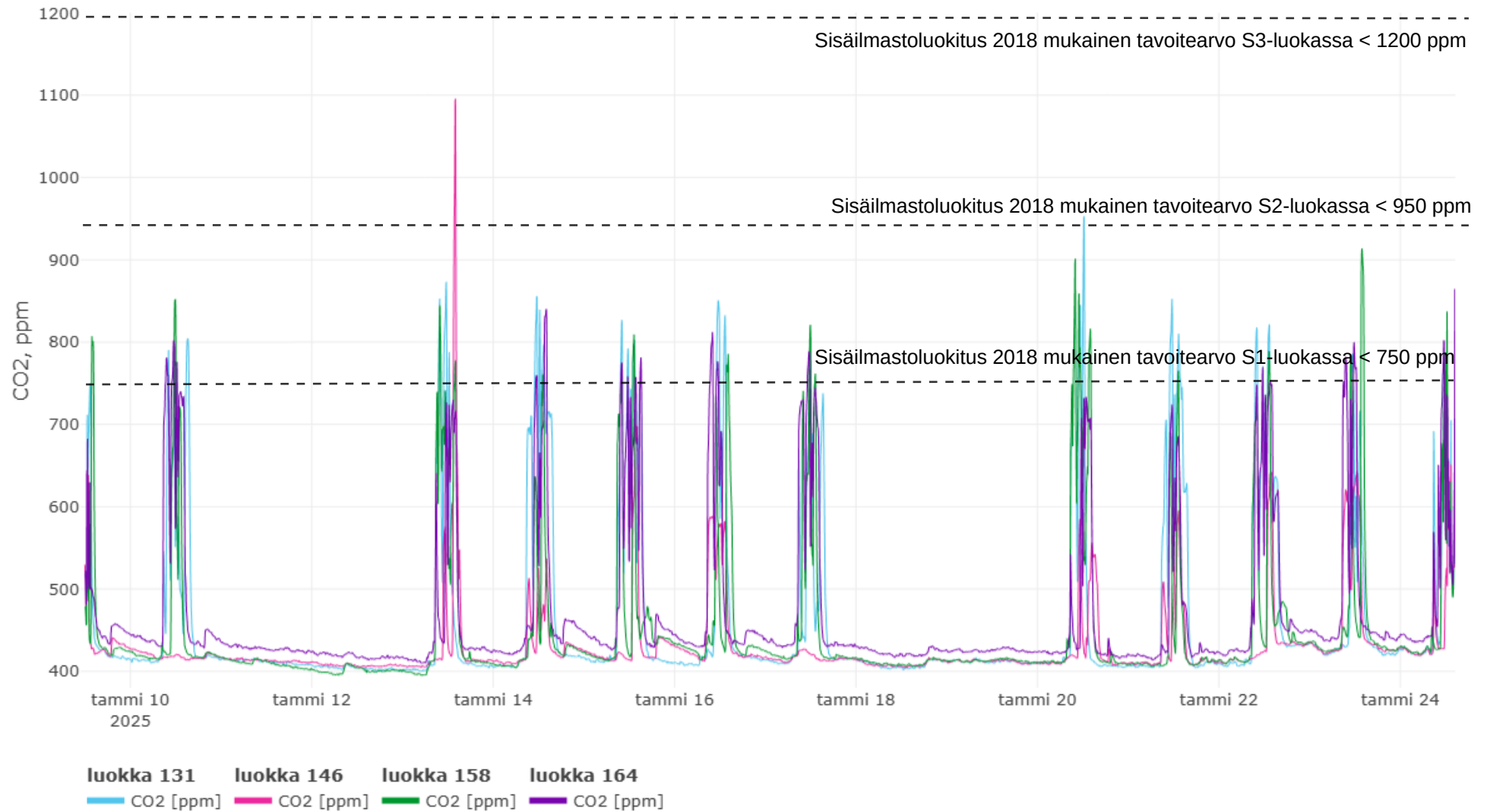
Suosittelava sisäilman alipaineisuus ulkoilmaan verrattuna -5...0 Pa (koneellinen tulo-poisto)

Tila alipaineinen ulkoilmaan verrattuna,
kun paine-ero on negatiivinen

Asumisterveysasetuksen mukainen sisäilman alipaineisuuden toimenpideraja - 15 Pa

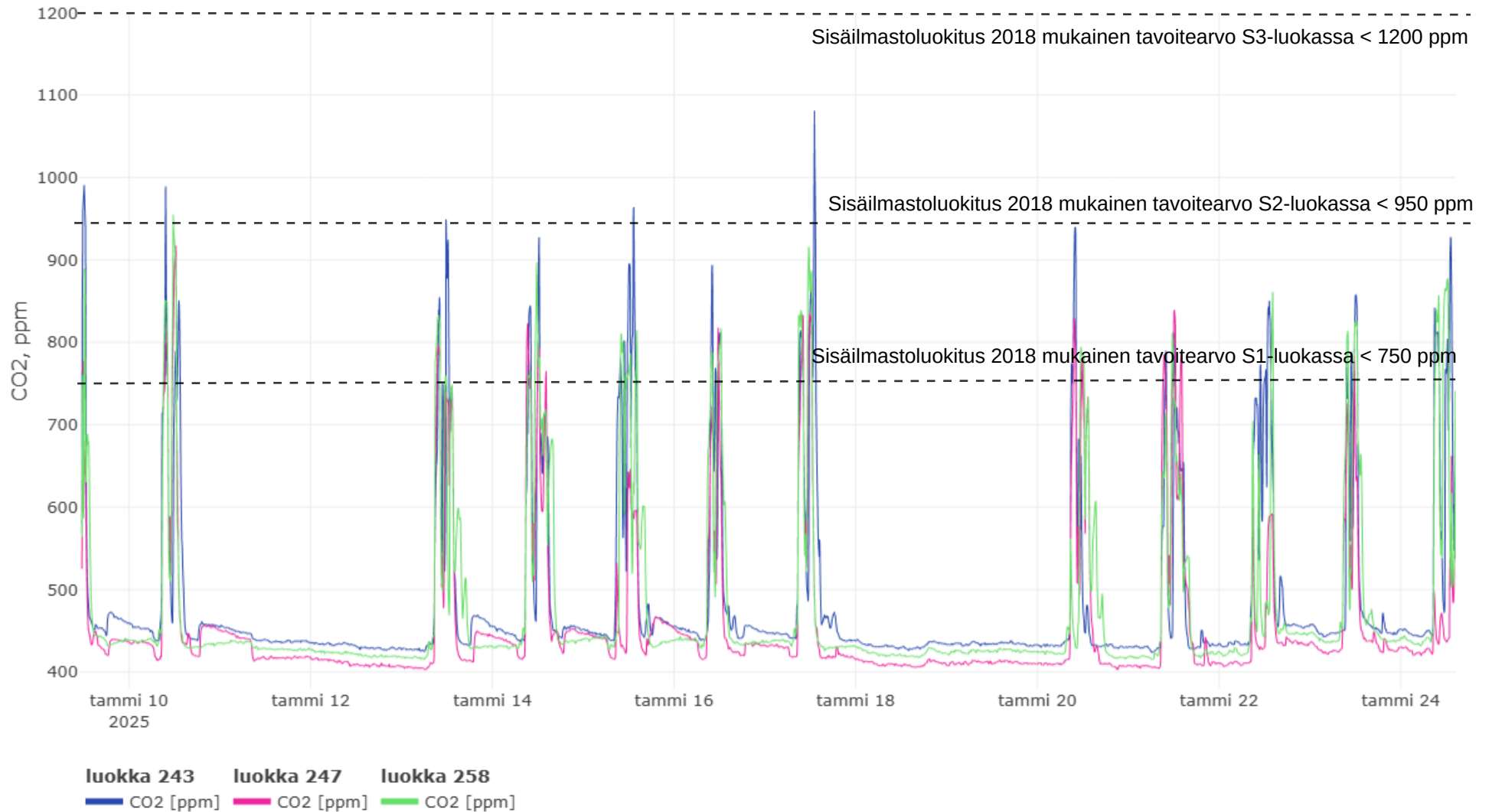
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 9.-24.1.2025, TK1- ja TK4-alueilla 1.kerroksessa

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm



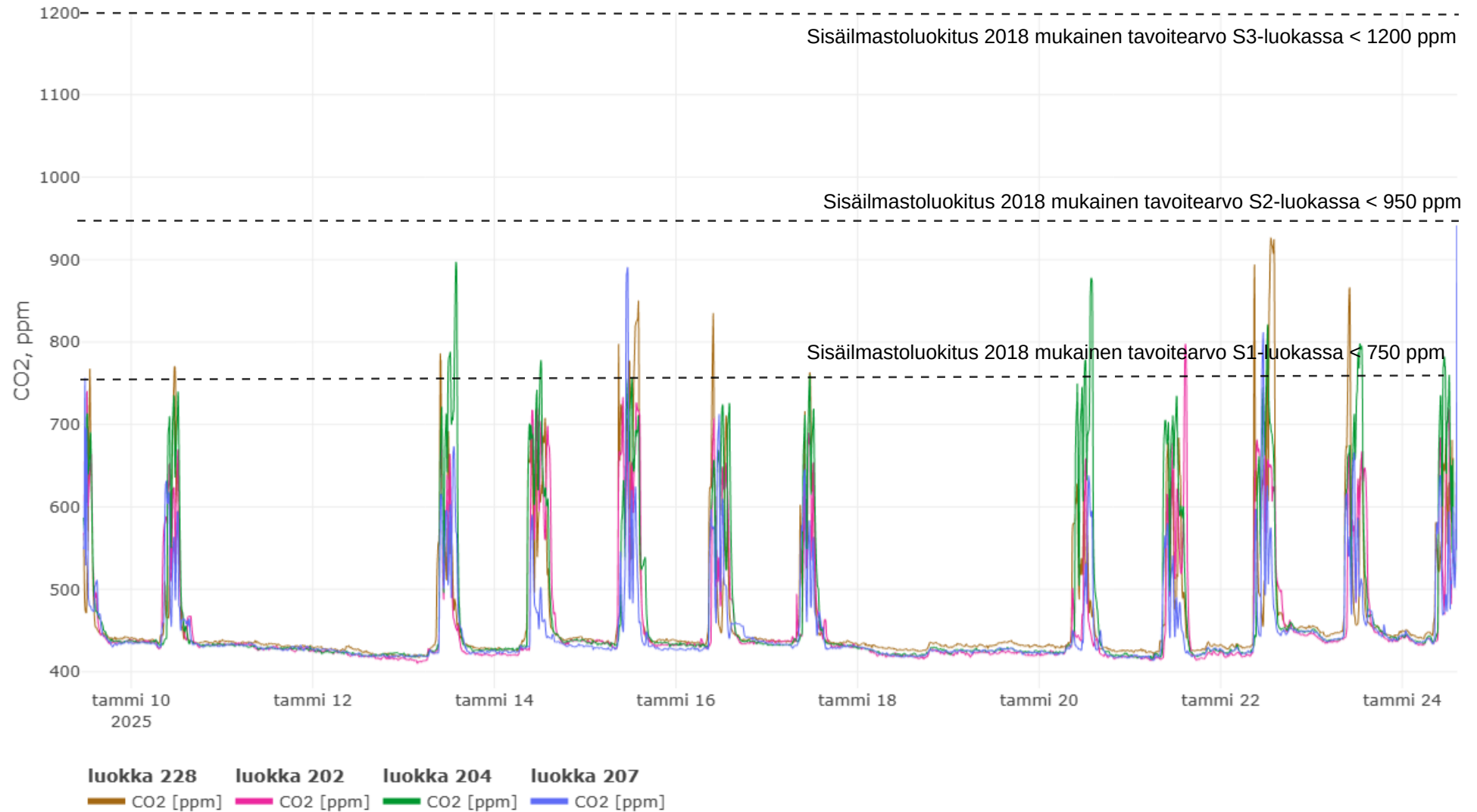
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 9.-24.1.2025, TK1-alueella 2.kerroksessa

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm



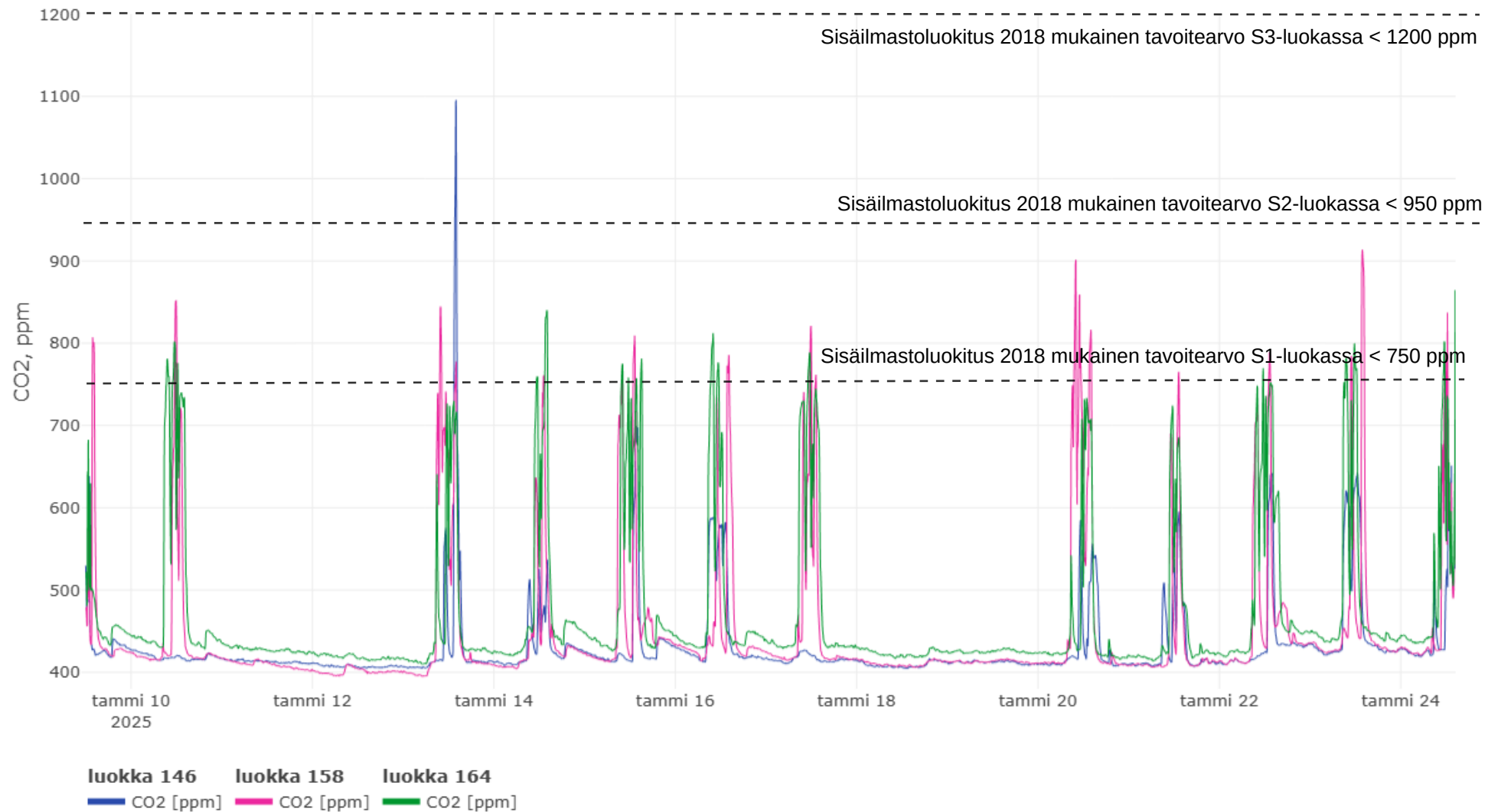
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 9.-24.1.2025, TK4-alueella 2.kerroksessa

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm

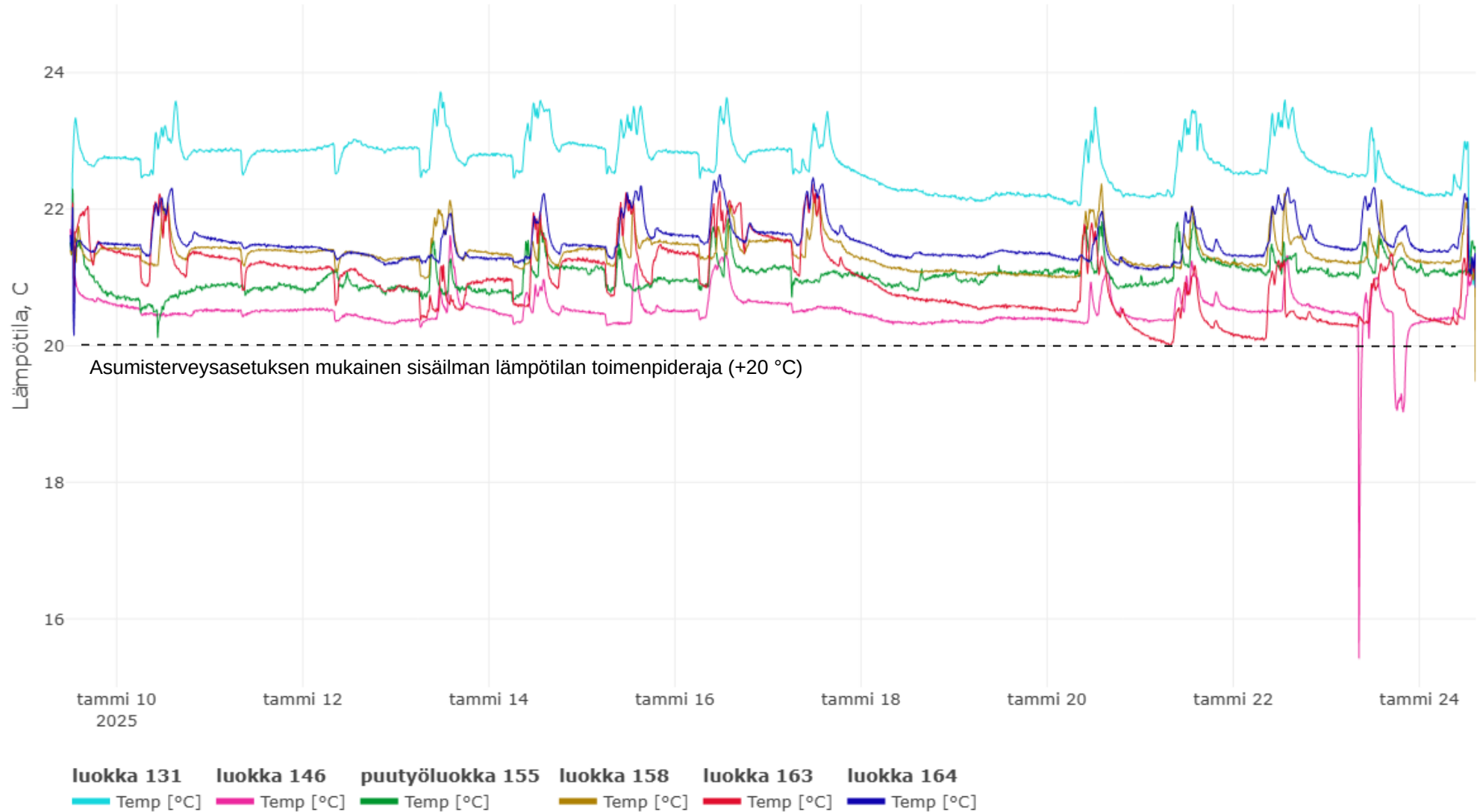


Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 9.-24.1.2025, TK1-alueella 1.kerroksessa

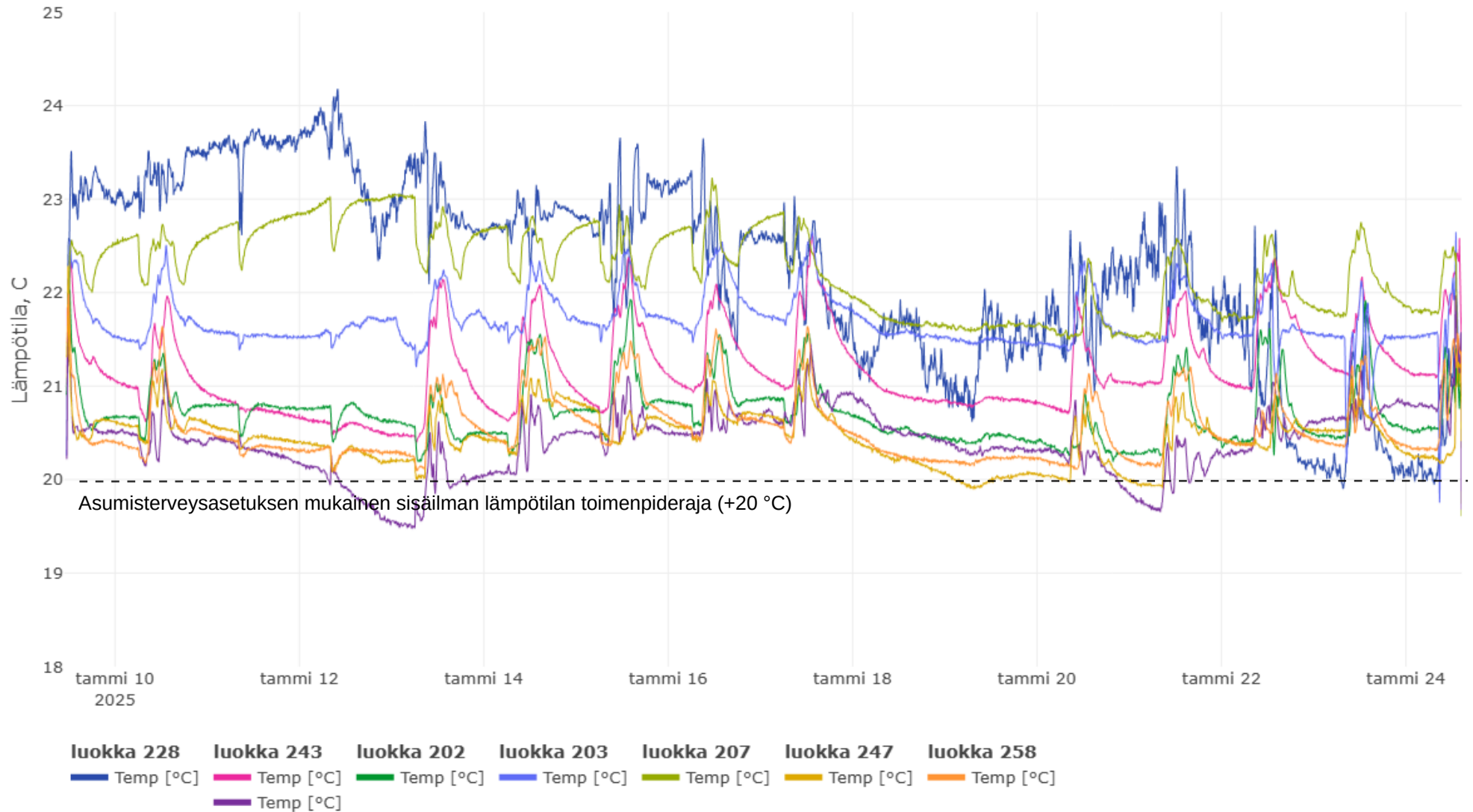
Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm



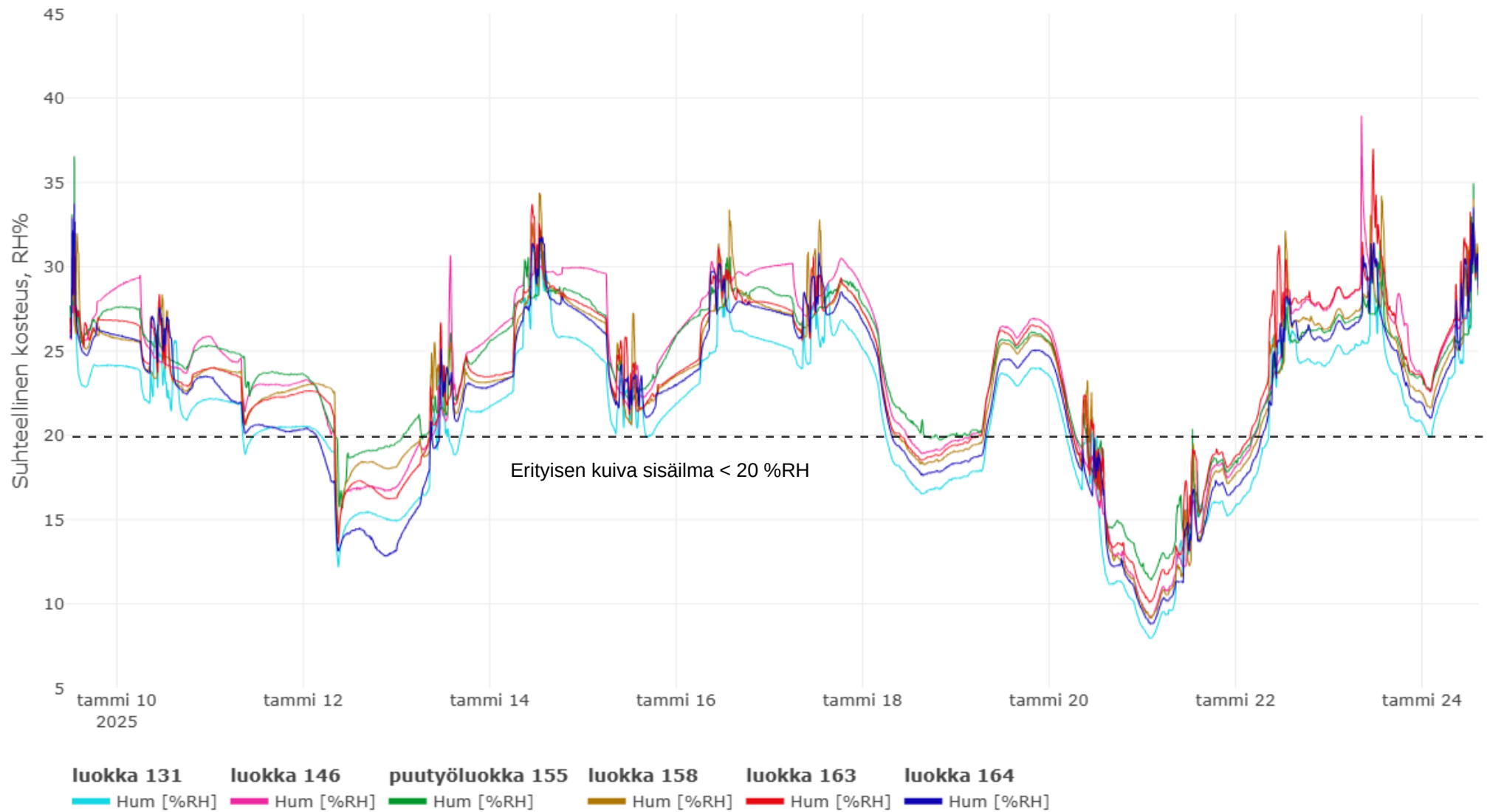
Sisäilman lämpötila aikavälillä 9.-24.1.2025, 1. kerroksessa



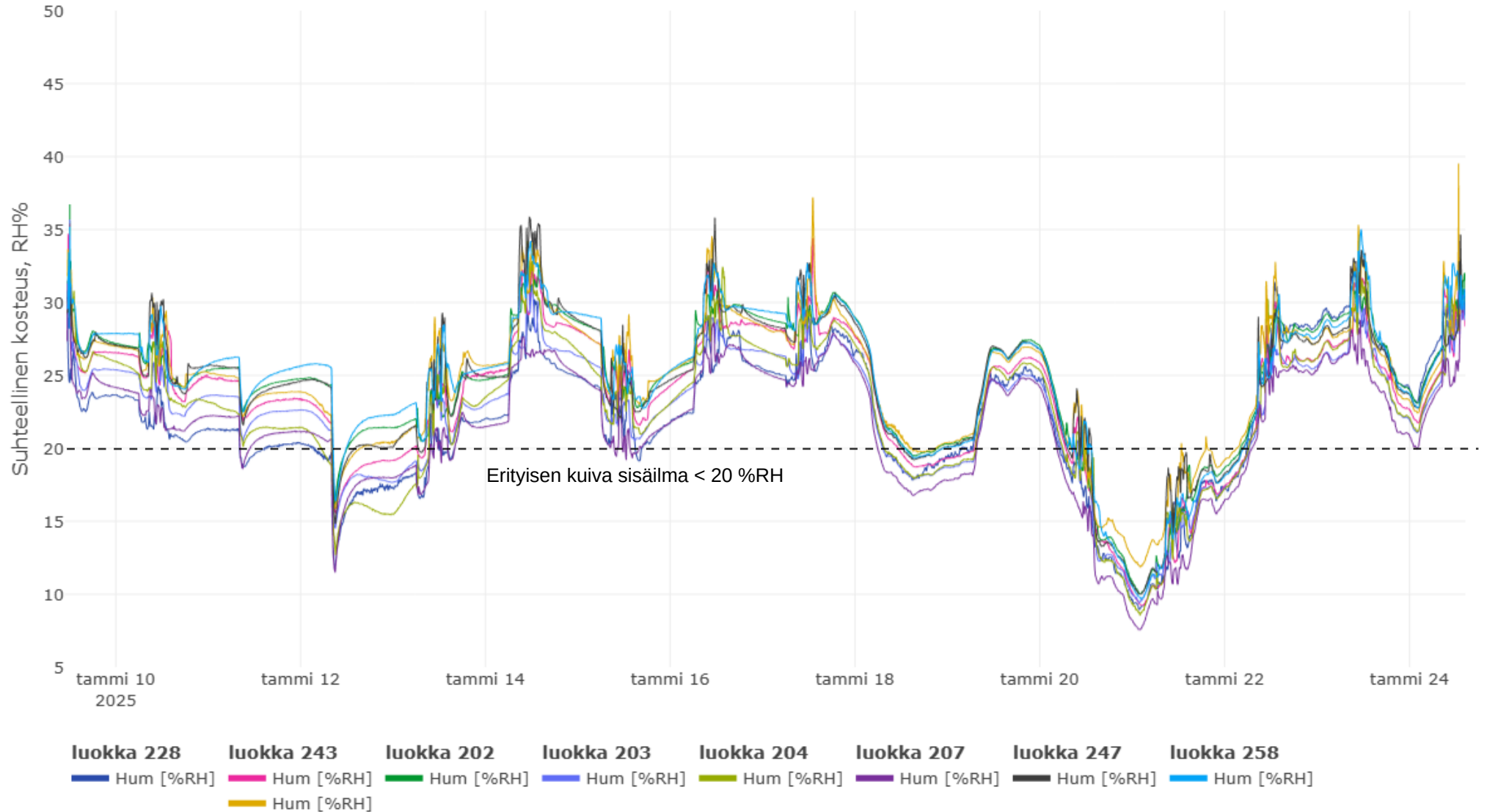
Sisäilman lämpötila aikavälillä 9.-24.1.2025, 2. kerroksessa



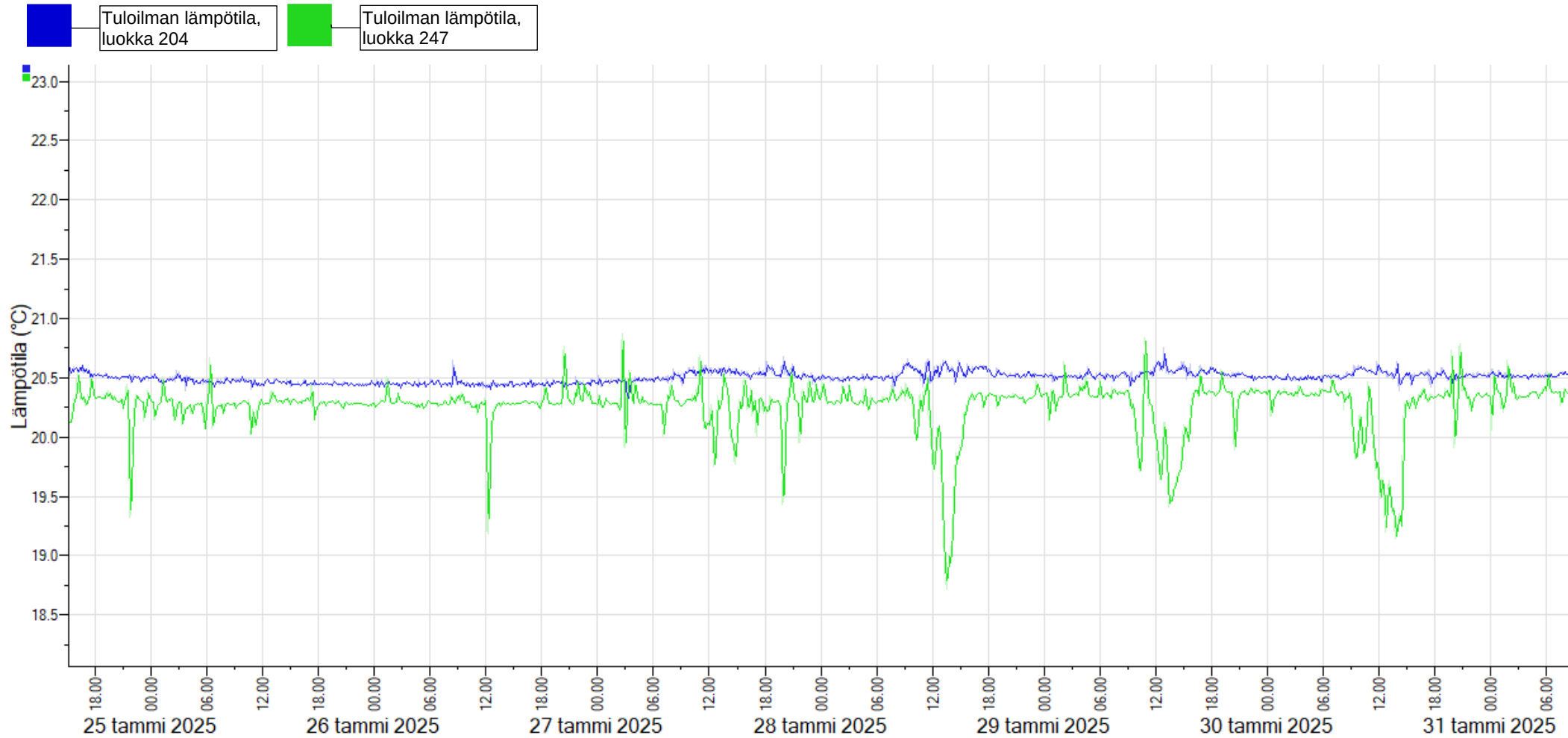
Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 9.-24.1.2025, 1. kerroksessa



Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 9.-24.1.2025, 2. kerroksessa



Tuloilman lämpötila aikavälillä 25.-31.1.2025



Kohde: Lehtikuusen koulu, Havu-rakennus
Työnumero: 24-1340
Mittaaja: Elina Manelius, DI
Mittausajankohta: 15.10.2024
IV-koneiden käyntitiedot: Teho 1/1

Päivitetty:

Mittalaitteet ja niiden mittaustarkkus:

HK-Instruments, PHM-V1, 1,4 % luetusta arvosta

Alnor LoFlo Balometri

Kalibrintipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

Kone	Tila	Tuloilma						Poistoilma						
		Venttiili	asento	Paine [Pa]	Mitattu [l/s]	Suunniteltu [l/s]	%	Venttiili	asento	Paine [Pa]	Mitattu [l]	Suunniteltu [l/s]	%	Huomiot
TK4	204	TLC-200	k=32.9	8	93			TLE 500x100			87			
		TLC-200	k=32.9	7	87						85			
					180	200	-10 %				172	200	-14 %	
TK4	229	TLC-160	k=18.8	15	73			TLE 300x100			80			
		TLC-160	k=18.8	20	84						91			
					157	150	5 %				171	150	14 %	
TK4	227	TLC-160	k=22.4	12	78			TLE 300x100			66			
		TLC-160	k=22.4	10	71						69			
					148	150	-1 %				135	150	-10 %	
TK4	207	TLC-160	k=18.8	11	74			TLE 300x100			64			
		TLC-160	k=18.8	11	74						65			
					149	130	14 %				129	130	-1 %	
TK1	244	TLC-200	k=32.9	8	93			TLE 500x100			83			
		TLC-200	k=32.9	8	93						86			
					186	200	-7 %				169	200	-16 %	

Kone	Tila	Tuloilma						Poistoilma						
		Venttiili	asento	Paine [Pa]	Mitattu [l/s]	Suunniteltu [l/s]	%	Venttiili	asento	Paine [Pa]	Mitattu [l]	Suunniteltu [l/s]	%	Huomiot
TK1	259	TLC-200	k=27.8	13	100			TLE 500x100			91			
		TLC-200	k=27.8	15	108						88			
					208	200	4 %				179	200	-11 %	
TK1	163	TLC-200	k=27.8	10	88			TLE 500x100			88			
		TLC-200	k=27.8	9	83						85			
					171	200	-14 %				173	200	-14 %	
TK4	127	TLC-200	k=32.9	5	74			TLE 500x100			58			
					74	87	-15 %				58	87	-33 %	
TK1	242	TKB-250	k=48.8	13	176			TLE 500x100			175			
				11	162									
					338	290	16 %				175	290	-40 %	
TK1	201	TKB-200	k=31	14	116			TLE 500x100			120			
			k=29.7	18	126						116			
			k=31	14	116									
					358	372	-4 %				236	372	-37 %	

Ilmanvaihdon vaikutusalueet

TK-1 / PK-1.1
PK-1.2

TK-2 / PK-2.2

TK-3 / PK-3.1
PK-3.2

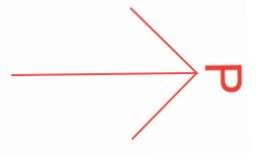
TK-4 / PK-4.1
PK-4.2
PK-4.3
PK-4.4
PK-4.5
PK-4.6

TK-5
PK-6
PK-7
PK-8
PK-9
PK-10

1. KRS

Tilan numero

□ Lattialuukku



Ilmanvaihdon vaikutusalueet

TK-1 /PK-1.1
PK-1.2

TK-2 /PK-2.2

TK-3 / PK-3.1
PK-3.2

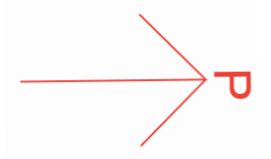
TK-4 /PK-4.1
PK-4.2
PK-4.3
PK-4.4
PK-4.5
PK-4.6

TK-5
PK-6
PK-7
PK-8
PK-9

2. KRS

Tilan numero

Lattialuukku



SISÄLLYSLUETTELO

1	Laitteiden kalibrointi	2
2	Pintakosteuskartoitus	2
3	Rakennekosteusmittaukset	3
4	Rakenneavaukset	3
5	Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)	4
6	Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset	7
6.1	Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta	7
7	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	8
7.1	Aistienvaarainen puhtauden tarkistus	8
8	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset	9
9	Sisäilman lämpötila	10
10	Sisäilman suhteellinen kosteus	13
11	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	14
12	Ilmanvaihdon mittaukset	15
13	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	16
13.1	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	17

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 Pintakosteuskartoitus

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

Tutkimusvälineet

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

Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0...199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50...90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittaussyvyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

Epävarmuustarkastelu

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

3 Rakennekosteusmittaukset

4 Rakenneavaukset

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

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteusfysikaalista toimintaa, kuntoa ja

toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti. Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobianalyysit.

Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti $\varnothing 8...28$ 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.

5 Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)

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

Mittauksen suoritus

Merkkiainekokeita voidaan (1) tehdä rakenteissa esiintyville epäpuhtauksille mahdollisen altistumisen arviointia varten, (2) rakenteista sisäilmaan olevien ilmapuotoreittien 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 ilmapuotoreittien 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 manipuloidulla (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

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

Tulosten tulkinta

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

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

Epävarmuustarkastelu

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

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus

pysäyttää kaasun etenemisen), mikä pitää tulkinnessa 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 ilmapuotoreittien 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).

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta

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

Näytteenotto

Tilojen sisäilman kuitupitoisuutta voidaan selvittää tarvittaessa harvoin siivotuilta pinnoilta, mutta toimenpiderajat on asetettu 14 vuorokauden pölylaskeumalle. Tutkittavaan huonetilaan asetetaan hengityskorkeudelle näytteenkeräyspisteitä, josta kahden viikon kuluttua kerätään näyte joko imuroimalla näytekoteloon tai ottamalla näyte

geeliteipillä. Tutkittavista tiloista on suositeltavaa ottaa useampia näytteitä. Näytemäärä riippuu huonetilan pinta-alasta, suositeltavaa on ottaa vähintään kolme näytettä.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

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

Analyysitulokset ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²). Näytteistä lasketaan valomikroskooppisesti 100-kertaisella suurennuksella ne teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1

Synteettiset epäorgaaniset kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos kuitupitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (pöydät ym.) ovat alle 0,2 kuitua/cm². Teollisten mineraalikutujen toimenpiderajana on kahden viikon pölylaskeumasta määritetty 0,2 kuitua/cm².

Harvoin siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuuden tulisi olla alle 3 kpl/cm². Jos kuitujen lukumäärät harvoin siivotuilla pinnoilla ovat yli 10 kpl/cm², tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä (Työterveyslaitos). Tarkemmat tutkimusmenetelmät on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

7 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

7.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus

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

8 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

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

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Dwyer Magnesence ja Produal -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on $\pm 1 \%$ ($\pm 50\text{Pa}$).
- 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.

9 Sisäilman lämpötila

Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

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

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

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

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huoneilmlämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C, mutta voi vaihdella välillä 20-25 °C ja

lämmityskauden ulkopuolella välillä 20-27 °C. Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

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

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

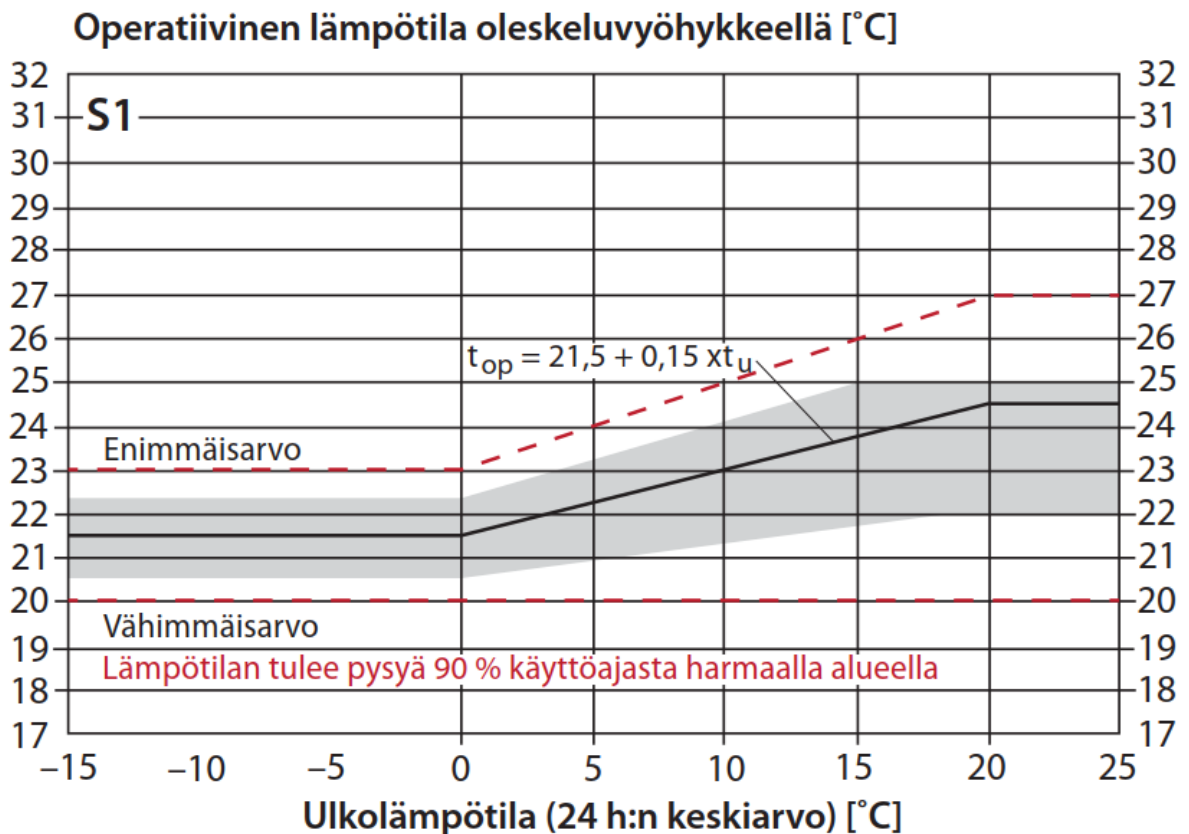
Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

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

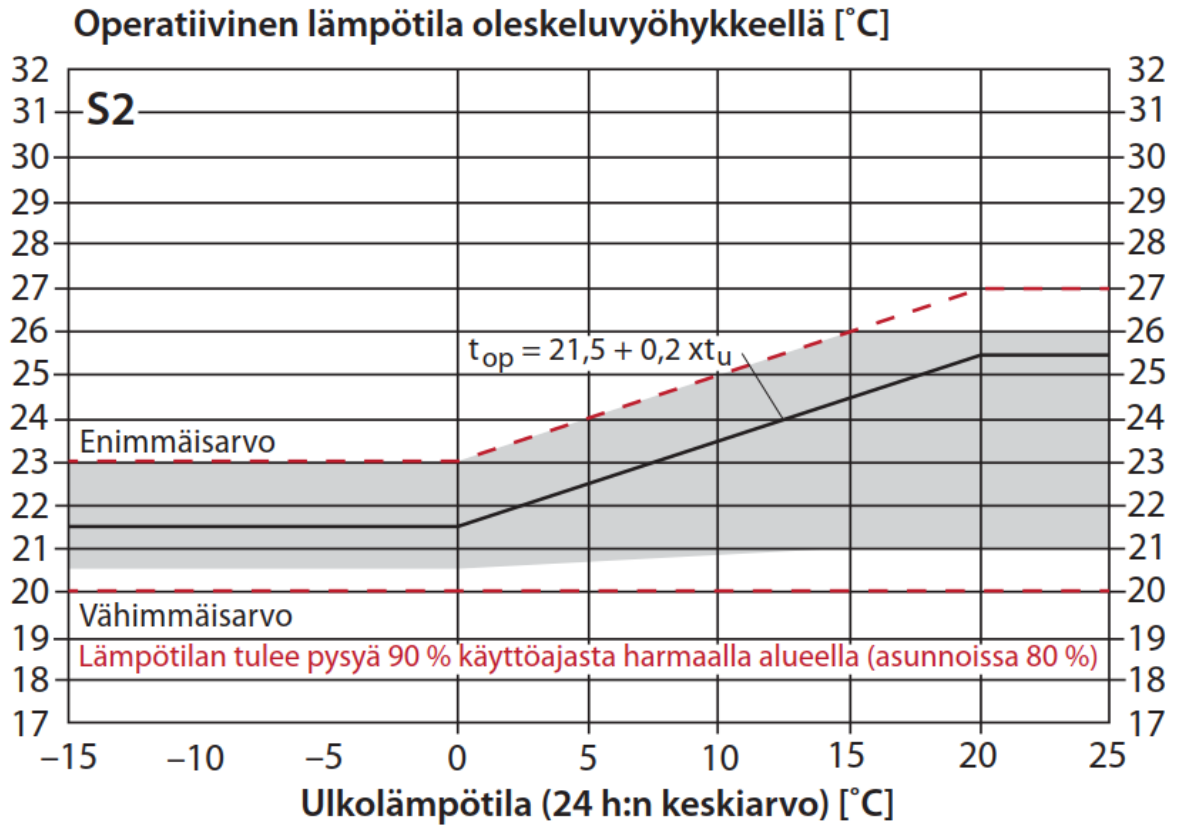
laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteltuna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

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

10 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).

11 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.

12 Ilmanvaihdon mittaukset

Tutkimusvälineet

Alnor LoFlow 6200 balometrillä eli ns. huppumittarilla voidaan mitata suoraan ilmanvaihdon päätelaitteen ilmavirtausta. Sen mitta-alue 4,7 ... 236 L/s, ja mittaustarkkuus $\pm (3\% + 2,4 \text{ L/s})$.

TSI Airflow TA430 termoaanemometrillä mitataan ilmavirran nopeutta. Mittarin mitta-alue on 0 – 30 m/s. Mittarin mittaustarkkuus on $\pm 3\%$ lukemasta tai $\pm 0,015 \text{ m/s}$ sen mukaan, kumpi on suurempi.

HK Instruments PHM-V1 -mittarilla suoritettavat ilmamäärämittaukset suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Mittarin mittaustarkkuus on $\pm 1,4\%$ mitattavasta paine-erosta. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään

yleensä ± 15 % mittaustarkkuuteen. Tarkkuus kuitenkin heikkenee pienillä ilmamäärillä ja ilmavirtasäätimen ollessa säädettynä ääriasentoonsa.

Miran DP-200 -mittarilla suoritettujen ilmamäärämittausten suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Mittarin mittaustarkkuus on ± 3 % mitattavasta paine-erosta. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä ± 15 % mittaustarkkuuteen. Tarkkuus kuitenkin heikkenee pienillä ilmamäärillä ja ilmavirtasäätimen ollessa säädettynä ääriasentoonsa.

Viitearvot

Mitattuja ilmamääriä verrataan kohteen IV-suunnitelmien mukaisiin ilmamääriin, tai aiempien IV-mittauspöytäkirjojen arvoihin niiden ollessa tutkimuksen lähtötietoina.

Asunnon ilmanvaihdon ulkoilmavirran tulee olla käytön aikana vähintään $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$ neliometriä kohden kaikissa asuinhuoneissa. Ulkoilmavirralla tarkoitetaan tilaan johdettavan ulkoilman määrää. Ilmanvaihtomäärän vaatimus vastaa samaa kuin aiempi ilmanvaihtokertoimen vaatimus $0,5 \text{ l/h}$, jos asunnon huonekorkeus on $2,5 \text{ m}$.

Kouluissa, päiväkodeissa, ja muissa vastaavissa kohteissa ilmanvaihdon mitoitus perustuu henkilömäärään toisin kuin asuntojen osalta. Muut oleskelutilat ovat tyypillisesti sellaisia tiloja, joissa henkilömäärä on tilojen kokoon nähden asuntoja suurempi ja riittävän ilmanvaihdon saavuttamiseksi tärkein mitoittava tekijä. Lähtökohtaisesti ilmanvaihdon tulee täyttää ilmanvaihdon asettamat rakennusluvan aikana voimassa olleet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 annetut määräykset, huomioiden suunnitteluohjearvoissa sallittu ± 20 % toleranssi. Muiden oleskelutilojen tyypillisenä suunnittelumääräyksenä ulkoilmavirralla on $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ henkilöä kohden.

13 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Materiaalinäytteenotto

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

13.1 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 määrittäjäraja 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.