

AFRY
ÅF PÖYRY

Tutkimusselostus

Vantaan ammattiopisto Varia, Myyrmäki

Koulurakennus

Täydentävät kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset

Ilmanvaihtotekniset kuntotutkimukset

19.9.2023



Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli täydentää Vantaan ammattiopisto Varian koulurakennuksessa aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia siten, että voidaan laatia altistumisolosuohdearvio.

Tutkimuksessa käytössä olevista tiloista tarkasteltiin pistokoeotannalla. Lisäksi tiloissa tehtiin 7 kpl viiltomittauksia alapohjaan, 2 kpl ulkoseinien ja 3 kpl yläpohjan merkkiainekokeita sekä yksi välipohjan merkkiainekoe, 15 kpl rakenneavauksia, joista kerättiin 6 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Näytteissä ei todettu mikrobikasvua, vaikka osassa avatuista rakenteista aistittiin maakellarin hajua. Käytön aikana olosuhdeseurantaa tehtiin 10 tilassa. Tiloista mitattiin kahden viikon mittausajanjaksolla lämpötilaa, kosteus- ja hiilidioksidipitoisuus sekä painesuhteita. Kuitulaskeumanäytteitä otettiin 10 kpl, niiden kuitupitoisuudet alittivat Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

Tilojen lämpötila oli mittausjakson aikana koholla, mutta Asumisterveysasetuksen viitearvojen mukainen. Kosteuspitoisuus oli seurantamittausjakson aikana yöaikaan koholla, mikä viittaa vähäiseen yöaikaiseen ilmanvaihtuvuuteen. Hiilidioksidipitoisuus oli matala koko mittausjakson ajan. Mittausjakson aikana muutamat tilat olivat merkittävän alipaineisia, mikä mahdollistaa hajujen ja epäpuhtauksien siirtymisen rakenteista huoneilmaan. Muutamissa tiloissa on ajoittain maakellarimaista hajua, joka siirtyy ilmavirtausten mukana pääasiassa yläpohja- ja ulkoseinärakenteista. Maakellarimaista hajua aiheutuu myös paikallisesti kosteusvaurioituneista rakenteista. Viemärinhajuhaittaa aiheuttaa ilmanvaihtokonehuoneen lattiakaivo ja avonaiset viemäroinnit sekä luokan 476 käsienvesualtaan viemärointi.

Yläpohjan maakellarinhaju on peräisin vesikattovuodoista kastuneista materiaaleista, jotka ovat tällä hetkellä kuivia. Aktiivisia vesivuotoja ei havaittu, mutta vesikate on ikääntynyt ja kuluneeseen vesikatteeseen liittyy kohonnut vesivuotoriski, joten tulevaisuudessa on syytä varautua

paikallisiin vesivuotoihin. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviyn lisäksi ylipaineistamalla käyttötiloja.

Alapohjan lattioiden pintamateriaaleihin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta muutamassa tilassa, joissa kosteus on todennäköisesti peräisin kylmiörakenteista. Lisäksi keittiön edustalla puulattiarakenteessa on kosteusvaurio. Muuten alapohjat ovat pääosin kosteusteknisesti toimivia. Alapohjassa on ilmavuotoja, joista epäpuhtaudet voivat siirtyä sisäilmaan. Alapohjan kaikki ulkoseinäliittymät ja muut epätiiveyskohdat suositellaan tiivistettävän.

Luokan 424–427 levyrakenteisessa väliseinässä on vanhan patterivuodon kastelemia rakenteita. Myös ruokalan ja keittiön väliseinän alaosa on kastunut. Yleisesti koulurakennuksen levyrakenteisten seinien alaosissa ja jalkalistoissa on kulumaa ja jälkiä pesuvesien käytöstä.

Ulkoseiniin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta ja vaikka tässä tutkimuksessa eristeestä otetut materiaalinäytteet todettiin mikrobianalyseissä puhtaksi, niin ensimmäisen kerroksen rakenneavauksista aistittu maakellarimainen haju viittaa vaurioitumiseen tai ilmayhteyteen maatäyttöihin rakennuksen alle. Ulkoseinä-alapohjaliitos ja ulkoseinä-ikkunaliitos todettiin merkkiainekokeissa epätiiviksi.

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Niissä havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat niiden energiankulutukseen ja toiminnallisuuteen. Ilmanvaihtojärjestelmässä on tekijöitä, jotka vaikuttavat heikentävästi sisäilman laatuun: kuitulähteet, poikkeamat tilojen ilmamäärissä, ilmanjaossa ja tuloilmapäätelaitteiden sijoittelussa, auditorion rakenneaineiset iv-kanavat sekä likaantuneet iv-koneet. Puutteet on hyvä korjata suositellussa ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyössä. Koneiden uusiminen on ajankohtaista viiden vuoden sisällä ja niiden laajoja huoltokorjauksia ei ole järkevä toteuttaa.

Luvussa 10 on esitetty yhteenveto suositeltavista korjaustoimenpiteistä.

Sisällys

Tiivistelmä	2
1 Tutkimuksen yleistiedot.....	7
2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot.....	8
2.1 Tutkimuksen lähtötiedot.....	8
2.2 Kohteen kuvaus.....	9
2.3 Tutkimuksen rajausta.....	11
3 Alapohjat.....	11
3.1 Rakenne.....	11
3.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten havainnoista.....	13
3.3 Havainnot.....	13
3.4 Havainnot rakenneavauksista	15
3.5 Materiaalinäytteiden mikrobi- ja haitta-aineanalyysit	16
3.6 Kosteusmittaukset	17
3.7 Alapohjarakenteiden ilmatiiviys	21
3.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	22
4 Välipohjat	25
4.1 Rakenne.....	25
4.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista.....	26
4.3 Havainnot.....	27
4.4 Välipohjarakenteiden ilmatiiviys	29
4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	30
5 Julkisivut, ikkunat ja ulkoseinärakenteet	32
5.1 Rakenne.....	32

5.2	Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista	35
5.3	Havainnot	35
5.4	Havainnot rakenneavauksista	36
5.5	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	38
5.6	Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys	39
5.7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	41
6	Väliseinärakenteet	42
6.1	Rakenne	42
6.2	Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista	43
6.3	Täydentävät havainnot	43
6.4	Havainnot rakenneavauksista	45
6.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	46
7	Vesikatto- ja yläpohjarakenteet	47
7.1	Rakenne	47
7.2	Havainnot	48
7.3	Merkitäinekokeet yläpohjaan	52
7.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	56
8	Sisäilma	57
8.1	Kuidut, yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista	57
8.2	Kuitulaskeuman mittaustulokset	57
8.3	Sisäilman olosuhdemittaukset	58
8.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	63
9	Ilmanvaihto	66
9.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	66

9.1.1	Ulkoilmanotto ja ulospuhallus	67
9.2	Ilmanvaihtokoneet	69
9.3	Ilmanvaihtokanavat	74
9.4	Päätelaitteet ja ilmanjako	76
9.5	Ilmamäärät	79
9.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	80
10	Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset	83
10.1	Yhteenveto	84
10.2	Toimenpidesuosituksset	86
10.2.1	Seuraavan kahden vuoden käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset	87
10.2.2	Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset	89

Liitteet

1. Tutkimusvälineet ja menetelmät (2 sivua)
2. Paikannuskuva (4 sivua)
3. Rakenneavaukset kootusti (12 sivua)
4. Olosuhdemittausten kuvaajat (7 sivua)
5. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, testausseleste 2023-20924, Metropolilab Oy (6 sivua)
6. Teollisten mineraalikuittujen määritys geeliteippinäyttestä, testausseleste 2023-20905, Metropolilab Oy (2 sivua)
7. Materiaalinäytteen asbestianalyysi, testausseleste 2023-24639, Metropolilab Oy (1 sivua)
8. Ilmamäärien mittauspöytäkirja (2 sivua)

1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Ammattiopisto Varia Myyrmäki, Koulurakennus

Ojahaantie 5, 01600 Vantaa

Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat

Asematie 10 A, 01300 Vantaa

Yhteyshenkilöt: Piia Markkanen, piia.markkanen@vantaa.fi

Tehtävä

Tutkimuksen tarkoituksena oli täydentää aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia sekä laatia altistumisolosuhtearvio.

Tutkimusajankohta

Koulu- ja työpajarakennuksen tutkimuksen kenttätöitä tehtiin 21.–22.6., 27.6. ja 4.–6.7.2023.

Ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen kenttätöitä tehtiin 26.7.–28.7.2023.

Olosuhdeseurantaa tehtiin 25.5.–21.6.2023.

Tutkimuksen tekijät

AFRY Buildings Finland Oy

Linnoitustie 5, 02600 Espoo

Katariina Laine, vastaava kuntotutkija

Iina Maso

Eeva Kauriinvaha

Pasi Marttila

Valeria Kieleväinen

Tiina Lahtinen

Projekti: BP1462

2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot

2.1 Tutkimuksen lähtötiedot

Tätä tutkimusta tehtäessä ja tätä tutkimusselostusta laadittaessa on ollut käytettävissä seuraavat tilaajan toimittamat asiakirjat:

- Tarkastuskertomus (koulurakennus ja työpajarakennus), Etelä-Suomen Aluehallintovirasto, Työsuojelun vastuualue 4.5.2023
- Hajuhaittaselvitys (Pääsisäänkäynnin aulatilat), Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 10.2.2022
- Sisäilma- ja kosteustekniset tutkimukset, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 11.2.2022
- Seurantamittaukset, Ramboll 30.4.2021 (täydennetty 3.5.2021)
- Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus, Inspecta Oy (KIWA) 11.2.2019
- ÄV-villapinta-pöytäkirja, J. Hakanen 30.7.-2.9.2019
- Tilakaaviot, Arkkitehtitoimisto Rauhalampi Oy 16.5.2011
- Keskeneräinen perusparannuksen hankesuunnitelma, Vantaan kaupunki, Tilakeskus, EK kommentit/muutokset 26.5.2011
- Alustava rakennustapaselostus / hankesuunnitteluvaihe, Arkkitehtitoimisto Rauhalampi Oy, 27.3.2011, EK kommentit/muutokset 13.5.2011
- Vesikaton pohjakuva, hankesuunnittelu 2011
- Lämpökuvausraportti, Raksystems Anticimex 15.4.2011
- Korjaustyöselostus, Vahanen Oy 13.6.2011
- Jatkotutkimukset 17.-24.3.2011 muistio, Vahanen Oy 11.11.2011
- Pintakosteuskartoituksen pohjakuvat, ASB-yhtiöt 2010

- Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus, Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy 30.9.2010
- ARK-, RAK- ja LVI- piirustuksia.

2.2 Kohteen kuvaus

Ammattiopisto Varian Myyrmäen toimipisteessä on kaksi rakennusta, koulurakennus ja työpajarakennus. Koulurakennuksessa on kaksi kerrosta, jonka lisäksi rakennuksessa on yksikerroksinen siipi, jossa sijaitsevat liikuntasali ja ruokala sekä joitakin muita tiloja. Työpajarakennus on yksikerroksinen. Rakennukset on rakennettu vuonna 1984. Runko on betonipilari- ja -palkkirakenne. Ulkoseinät ovat tiililaattapintaisia sandwich-elementtejä. Alapohja on maanvastainen EPS-eristetty betonilaatta. Yläpohja on pääasiassa kumibitumikermieristetty loiva katto, jonka kantava rakenne on ontelo- tai TT-laatasto. Koulurakennuksen IV-konehuoneissa on peltikate. Molempien rakennusten vesikatoilla on kattokupuikkunoita sekä valoaukkoja. Kiinteistön koko on noin 13 200 m². Tilaaja on ilmoittanut, että kohteesta luovutaan vuonna 2025.

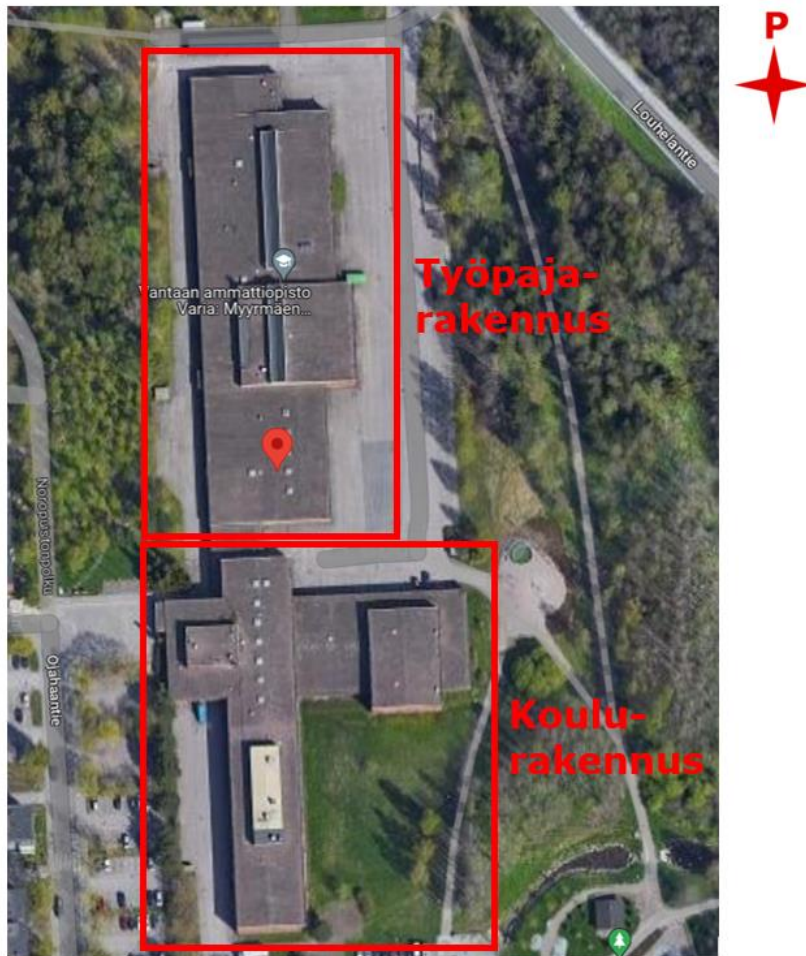
Rakennuksissa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä, joka koostuu yhteensä noin kymmenestä alkuperäisestä ilmanvaihtokoneesta. Osassa tiloista on ilmanpuhdistimet.

Rakennuksissa on koettu sisäilman laadussa puutteita. Kaikkien suunniteltujen korjausten toteutuksesta ei ollut tietoa tutkimusselostusta laadittaessa. Etelä-Suomen aluehallintovirasto on tehnyt tarkastuksen molemmissa rakennuksissa 4.5.2023, joissa edellytetään tehtyjen korjaustoimenpiteiden riittävyyden ja olosuhteiden terveydellisen vaikutuksen arviointia.

Tilaaja on pyytänyt laatimaan molemmista rakennuksista altistumisolosuhdearvion sekä tekemään tarvittavat tutkimukset arvioiden lähtötiedoiksi huomioiden aiemmat tutkimukset ja jäljellä oleva käyttöaika. Tässä tutkimusselostuksessa esitetään koulurakennuksen

täydentävät kosteus- ja sisäilmatekniset sekä ilmanvaihtotekniset tutkimukset.

Tutkimuskohteen sijainti ilmakuvassa on esitetty alla olevassa kuvassa ja tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja välineet liitteessä 1.



Kuva 1. Ilmakuva ammattiopisto Varia Myyrmäen koulu- ja työpajarakennuksesta, lähde maps.google.com.

Koulurakennuksen korjaushistoriasta oli saatavilla rajallisesti tietoa. Seuraavassa on listattu korjaustoimenpiteitä, jotka perustuvat lähtötietoihin, haastatteluihin sekä havaintoihin kohteessa:

- Kuitulähteiden poisto ilmanvaihdosta, 2019

- Aulan ja tuulikaapin ilmatiiveyden parantaminen niin, että lipparakenteesta ei tule ilmaa tuulikaappiin ja aulaan, 2022
- Alakattojen uusiminen 2. krs käytävällä ja 1. krs käytävällä
- Tilamuutoksia ja yksittäisten tilojen tiivistyksiä ja pintamateriaalien uusimisia, 2011
- Opetuskeittiöiden vedeneristysten ja pintamateriaalien uusiminen, 2011
- Ruokasalin yläpohjan lämmöneristys, 2011
- Vesikaton kermikatteen paikkakorjauksia, ajankohta ei tiedossa (todennäköisesti 2010-luvun alussa).

2.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli täydentää ja päivittää aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia siten, että saadaan riittävät lähtötiedot altistumisolosuhteiden laadimista varten. Tutkimus painottui tiloihin, joissa lähtötietojen mukaan tai 12.5.2023 katselmuksessa saatujen tietojen perusteella sisäilman laadussa on koettu puutteita tai joissa katselmuksen yhteydessä havaittiin viitteitä tai mahdollisia syitä sisäilman heikkoon laatuun. Lisäksi katselmoitiin noin puolet muista käytössä olevista tiloista pistokoeluonteisesti. Kaikissa tiloissa ei käyty. Vesikatto ja ilmanvaihtokonehuoneet katselmoitiin kokonaan.

3 Alapohjat

3.1 Rakenne

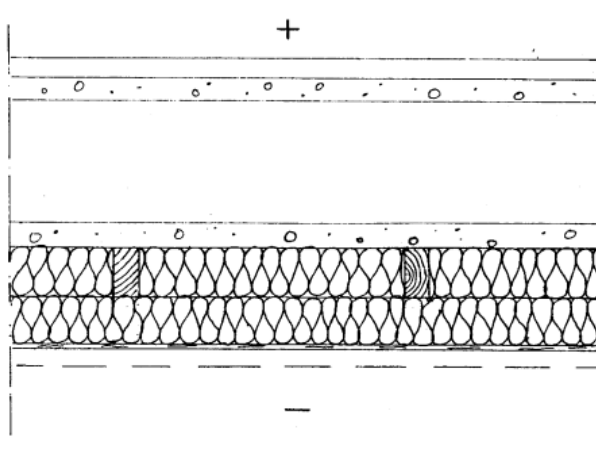
Lähtötietoaineiston perusteella koulurakennus on perustettu betonisokkelien ja paaluanturoiden varaan. Rakennuksessa on lähtötietojen perusteella alapohjarakenteena kantava teräsbetonilaatta (AP2), jonka lämmöneristeenä on polystyreenieriste. Lisäksi 2. kerroksen eteisaulan 416 ja auditorion 419 alapuolella sijaitsee ulkopuolinen alikulku, jonka kohdalla rakenne on ontelolaattarakenteinen alapohja (VP5, kuva 2).

Kantava alapohjarakenne (AP2) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Pintamateriaali
- Tasausbetoni 40 mm
- Kantava teräsbetonilaatta 200...250 mm
- Styrox R 50 mm
- Alustäyttö ~300 mm

Alapohjarakenne (VP5) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Pintamateriaali
- Tasausbetoni 40 mm
- Ontelolaatta 400 mm
- Koolaus ja mineraalivilla 200 mm
- Lujalevy 8 mm
- Alaslaskettu katto.



Kuva 2. VP5 rakennetyyppi, ote rakennusselityksestä (Arkkitehtitoimisto Mikkola & Lehtiluoto, 30.7.1982).

Alapohjan pintamateriaalina on pääosin vinyylilaatta. Joissakin tiloissa on muovimatto ja konditorioluokassa 284-286 ja WC-tiloissa on akryylibetonilattia.

3.2 Yhteenvedo aiempien tutkimusten havainnoista

Alla nostoja Inspecta Oy:n (KIWA) 11.2.2019 toteuttaman sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Alapohjan alustäyttö on kapillaarista hiekkaa, joka on painunut noin 100–200 mm lämmöneristekerroksen alapinnasta alaspäin.
- Alapohjan kosteusmittausten perusteella alapohjasta mitattiin kohonneita kosteuslukemia tiloissa 288, 279, 277, 230. Muovimatosta otetussa materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.
- Ruokalan ja keittiön väliseinän alaosa ja puulattiarakenne olivat kastuneet pesuvesistä.
- Alapohjarakenteen läpiviennit olivat osittain tiivistämättömiä, ilmavirtausta havaittiin alapohjasta ja maaperästä sisäilmaan. Merkkiainekokeessa havaittiin yksittäinen vuotokohta alapohjan ja ulkoseinän liitoskohdassa.
- Ruokasalin (tila 174) ja viereisen käytävän (tila 175) väliovien läheisyydessä maakellarimaista hajua ruokasalin puolella.

3.3 Havainnot

Alapohjan pintarakenteita on uusittu useasta tilasta. Tilojen lattiamateriaalit on esitetty liitteen 2 paikannuspiirustuksessa. Alkuperäiset kvartsivinyylilaatoitukset ovat pääsääntöisesti ikääntyneitä, mutta alueet, joissa on uudempia pintamateriaaleja, kuten muovimatot osittain ja vinyylilankku, ovat pääosin hyväkuntoisia. WC-tilojen ja konditorioluokan 284–286 akryylimassalattiat sekä joidenkin tilojen muovimatot ovat ikääntyneitä. Kuluneet lattiapinnat olivat paikoin likaantuneet, esimerkiksi tuulikaapin 246 edustalla.

Jalkalistana tiloissa on pääasiassa puinen jalkalista. Joissakin tiloissa muovimatto on nostettu seinille. Tiloissa, joissa on akryylimassalattia, jalkalista on tehty akryylimassasta.

Aiemmissa tutkimuksissa mainittu maakellarimainen haju aistittiin ruokasalissa 174 ja aulan 229 läheisyydessä. Hajun lähde on todennäköisesti ulkoseinä ja yläpohja, joista kummassakin aistittiin maakellarimaista hajua rakenneavausten ja merkkiainekokeiden yhteydessä.

Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 3. Yleiskuvia alapohjan pintamateriaaleista.



Kuva 4. WC-tilojen pintamateriaaleina on akryylibetoni. Akryylibetonissa on valkoista kalkkihärmää useimmissa märkätiloissa.



Kuva 5. Opettajien pukuhuoneessa 195 havaittiin pintakosteusilmaisimella kohonneita lukemia (80–90). Tilan muovimaton sauma on auki, josta maton alle on mahdollisesti päässyt kosteutta. Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksissa on tehty maton alle viilto, jossa ei havaittu kohonnutta kosteuspitoisuutta.

3.4 Havainnot rakenneavauksista

Havainnot ja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä. Kaikki rakenneavaukset ja niistä otetut näytteet sekä havainnot on kuvattu yksilöidysti liitteessä 3.



Kuva 6. Ruokasalin korotettuun lattiarakenteeseen tehtiin rakenneavaus RA7 keittiön oven kohdalle. Avauksessa oli havaittavissa nestemäistä vettä alapohjan vinyylilaattapinnan päällä, johon vesi vuotaa keittiön akryylimassalattian ja korotetun lattian muovimaton liitoksesta.

Avauksesta kerättiin näyte MAT7 mineraalivillasta, **jossa todettiin mikrobikasvua**. Merkkisavulla havainnoiden havaittiin heikko ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju. Kohdassa rakenteessa oli todettu vaurioita myös Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksissa.



Kuva 7. Käytävän 230 liikuntasauaman peitelistat irrotettiin rakenneavauksessa RA9 lattiasta ja pilarien välistä. Liikuntasaumassa lattiassa havaittiin kosteusvaurioitunut puukuitulevy. Lattian liikuntasauama ei ole ilmatiivis, merkkisavulla havaittiin voimakas ilmavirtaus sisätiloista rakenteeseen. Pilarien välissä liikuntasauama on massattu, mutta massa irtoilee sivuistaan ja siinä on reikä alareunassa.

3.5 Materiaalinäytteiden mikrobi- ja haitta-aineanalyysit

Ruokasalin korotettuun lattiarakenteeseen tehtiin tutkimuksessa rakenneavaus. Avauksesta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin, jonka tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Materiaalinäytteiden näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja MetropoliLab Oy:n mikrobianalyysien tulokset liitteessä 5.

Taulukko 1. Alapohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Näytteenotto-kohta ja rakenneavaus	Näytemateriaali	Tulos
MAT7	RA7, 174 ruokasali	mineraalivilla korotetusta lattiasta	mikrobikasvustoa

Ruokasalin korotetusta lattiarakenteesta kerätyssä näytteessä todettiin mikrobikasvustoa.

Rakennuksen alapohjarakenteista kerättiin kaksi haitta-ainenäytettä asbestianalyysiin, joiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Haitta-ainenäytteiden näytteenotto-kohtat on esitetty liitteessä 2 ja MetropoliLab Oy:n asbestianalyysien tulokset liitteessä 7.

Taulukko 2. Ulkoseinien materiaalinäytteiden asbestianalyysien tulokset.

Materiaali-näyte	Näytteenotto-kohta	Näytemateriaali	Tulos
HA1	Eteishallin 416 ja alakulun välisen alapohjan tuulensuojalevy (RA8)	kuitusementti-levy	ei asbestia
HA2	Lattian pintamateriaali koko rakennuksessa (RA9)	vinyyllilaatta	ei asbestia

Kerätyissä materiaalinäytteessä ei todettu asbestia.

3.6 Kosteusmittaukset

Lattianpäällysteiden kosteusteknistä toimivuutta selvitetiin pintakosteuskartoituksen lisäksi viiltomittauksilla. Koulurakennuksen alapohjarakenteeseen tehtiin kaikkiaan 7 kpl viiltomittausta

pintamateriaalin alle. Viiltomittauskohdiksi valittiin alueet, joissa havaittiin kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema tai joissa aiemmissa tutkimuksissa on havaittu kohonneita kosteuksia.

V1, V3, V4, V5 viiltomittaukset tehtiin lähelle kohtia, joissa Inspecta Oy:n toteuttamassa 2019 kuntotutkimuksessa on havaittu korkea kosteustulos porareikämittauksessa. V2 tehtiin hieman kauemmas V1 viiltokohdasta jätekyliön vaikutuksen arvioimiseksi. V6 ja V12 viiltomittaukset tehtiin kohtiin, joissa tässä tutkimuksessa havaittiin kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema.

Vinyylilaatta irtosi helposti alustastaan viilloissa V1, V2, V4, V5, V6 ja V7. Vain viillossa V3 vinyylilaatta oli hyvin kiinni alustassaan. Viillosta V4 ja V5 havaittiin poikkeava liiman haju ja viillossa V1 liiman värimuutoksia. Viillossa V6 ja V7 havaittiin mikrobiperäinen haju.



Kuva 8. Viiltomittaus (V1, 94,9 %RH) käytävältä 230 jätekyliön edestä. Kylmiön edustalla oli mikrobiperäistä hajua ja väliseinän maalipinnan kupruilua.

Viiltomittauksen mittauspistekohtaiset tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 3. Koulurakennuksen alapohjarakenteiden viiltomittausmenetelmällä tehtyjen kosteusmittauspisteiden viiltokosteusmittaustulokset 4.7. ja 5.7.2023. Jokaisen mittapisteen alapuolella on esitetty pisteen vierestä mitatut sisäilman olosuhteet mittaushetkellä.

Mittapiste	Mitta- pää	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%RH]	Ilman kosteussisältö [g/m ³]
V1, käytävä 230, kylmiön vieressä	H15	18,3	94,9	14,8
Sisäilma	H30	18,4	60,0	9,5
V2, käytävä 230, aula	H10	20,8	58,5	10,6
Sisäilma	H30	18,4	60,0	9,5
V3, aula 279	H32	22,3	68,7	13,6
Sisäilma	H12	22,1	46,8	9,1
V4, luokka 277	H31	24,1	72,4	15,9
Sisäilma	H2	23,5	43,2	9,1
V5, käytävä 288	H10	23,8	79,2	17,0
Sisäilma	H30	23,7	42,7	9,1
V6, käytävä 230	H31	20,0	84,9	14,6
Sisäilma	H2	19,2	54,1	9,3

Mittapiste	Mitta- pää	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%RH]	Ilman kosteussisältö [g/m ³]
V7, käytävä 230, kylmiön 221 vieressä	H32	19,6	91,2	15,9
Sisäilma	H15	19,8	46,6	8,0

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittausolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittauksen kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ± 3 %RH-yksikköä.

Mittausepävarmuus huomioiden käytävän 230 pintamateriaaliin kohdistuu kosteusrasitusta keittiön kylmiöiden vieressä (V1 jätekylmiön 247 vieressä, V6 juureskylmiön 213 vieressä ja V7 kylmiön 221 vieressä). Todennäköisesti kylmiöistä aiheutuu paikallista kosteusrasitusta, joka kastelee lattioiden lisäksi seiniä.

Lattiapinnoissa ei pintakosteuskartoituksen perusteella havaittu pääosin normaalista poikkeavia arvoja (lukemat olivat välillä 50–80) muissa tiloissa paitsi käytävällä 230 kylmiöiden vieressä. Näiden lisäksi vain pukuhuoneessa 195 ja WC-tilassa 199 havaittiin hieman kohonnut lukema. Opettajien pukuhuoneessa 195 on muovimatto ja lukemat olivat välillä 80–90. Muovimaton sauma on auki keskellä tilaa, josta maton alle on mahdollisesti päässyt kosteutta. WC-tilassa 199 on akryylibetoni, joka on ikääntynyt, ja siinä on todennäköisesti epätiiviyskohta, josta kosteutta on päässyt alapohjarakenteeseen. Lukemat ovat suhteellisen matalia, eikä kosteutta ole todennäköisesti päässyt pintamateriaalin alle suuria määriä.

3.7 Alapohjarakenteiden ilmatiiviys

Tutkimusten yhteydessä alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein.

Alapohjan merkkiainekoe tehtiin kahteen tilaan. MA-koe 3 tehtiin ruokasalin 174 alapohjaan ja MA-koe 9 tehtiin tilaan 182 kuraattori alapohjaan. Molemmat kokeet tehtiin ulkoseinälinjan viereen.

Tiloissa oli puiset jalkalistat. Ruokasalissa lattianrajan liitoskohtaa ei ole tiivistetty. Kuraattorintilassa 182 liitoksia on havaintojen perusteella tiivistetty.

MA-koe 3, ruokasali 174

Ruokasalin 174 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna noin $-2,5$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista:

- Ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta
- Ulkoseinän patterikannakkeiden kiinnikkeistä

MA-koe 9, kuraattori 182

Kuraattorintilan 182 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna noin $-2,5...-3,5$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli $-12,5...-14,5$ Pa.

Alapohjan merkkiainekokeessa ei havaittu ilmavuotokohtia normaalipaineessa eikä koneellisessa alipaineistuksessa. Tilassa on tehty tiivistyksiä: yläpohjan ja ulkoseinän liitos on näkyvillä ja tiivistys on tehty massan ja vahvikenauhan yhdistelmällä. Alapohjaliitoksen tiivistys on tehty pintarakenteiden alle, sitä ei nähty merkkiainekokeiden yhteydessä. Ulkoseinään samassa tilassa tehdyssä merkkiainekokeessa havaittiin

nurkassa yksittäinen ilmavuotokohta (ks. luku ”Julkisivut, ikkunat ja ulkoseinärakenteet”).

3.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ruokasalin korotettuun puurakenteiseen lattianosaan pääsee vettä todennäköisesti keittiön akryylibetonilattian ja korotetun lattian muovimaton liitoksesta. Korotetun lattian sisällä on mineraalivillaeriste, joka on vaurioitunut kosteudesta ja voi heikentää sisäilman laatua. Myös lattian puurakenteissa on kosteusjälkiä. Kastuneet materiaalit suositellaan uusimaan lattiasta ja keittiön kynnyks toteutettavan tiiviisti seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi. Koska kosteusvaurioitunut alue on hyvin lähellä keittiötä, jossa on tyypillisesti runsaasti lattiakaivoja, suositellaan uusimisen yhteydessä varmistettavan, että kosteus ei ole peräisin putkivuodosta. Kyseessä on sama kosteusvaurio, joka todettiin Inspectan vuonna 2019 tehdyissä tutkimuksissa.

Käytävän 230 ja 288 välisessä liikuntasaumassa on kosteusvaurioitunutta puukuitulevyä eikä liikuntasäuma ole ilmatiivis lattiassa eikä seinässä. Liikuntasaumasta sisäilmaan ilmavirtausten mukana siirtyvät maaperän ja kosteusvaurioituneen puukuitulevyn epäpuhtaudet voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Seuraavan kahden vuoden käytön turvaamiseksi liikuntasaumasta suositellaan poistamaan puukuitulevy saumasta ja parantamaan liikuntasuman ilmatiiviyttä. Samalla on suositeltavaa tarkastaa muut liikuntasäumat ja uusia tiivistysmassoja tarvittaessa.

Rakennuksessa käytetystä kvartsivinyylilaatasta sekä eteishallin 416 alapohjan tuulensuojana toimivasta kuitusementtilevystä kerättiin haitta-ainenäyte asbestianalyysiä varten. Näytteissä ei todettu asbestia.

Mittausepävarmuus huomioiden käytävän 230 vinyylilaatoitukseen kohdistuu kosteusrasitusta ja rakenteessa on paikallinen kosteusvaurio käytävällä 230 kylmiöiden 221, 247 ja 213 vieressä. Kosteus todennäköisesti kondensoituu rakenteisiin kylmiöiden vaikutuksesta.

Kosteus on vaurioittanut vinyylilaatan alustaa ja vaikuttaa sisäilmanlaatuun heikentävästi. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi käytävän 230 lattiamateriaali suositellaan uusittavan kaikkien kylmiöiden vierustalla hyvin kosteutta kestävällä materiaalilla. Kylmiöt on suositeltavaa tarkastaa mahdollisten vesi- ja kondenssivuotojen varalta. Samalla tulee korjata kupruilevat seinien alaosat (kylmiön 221 edusta ja tila 248).

Käytävällä 288, luokassa 277 ja aulassa 279 on aiemmassa tutkimuksessa havaittu kohonneita porareikämittauksen kosteuspiitoisuus syvemmällä rakenteessa. Kohtiin tehtiin tässä tutkimuksessa viiltomittauksia lattianpäällysteen alle, josta ei mitattu kohonnutta kosteutta (V3, V4, V5). Siten pintarakenteeseen ei kohdistu haitallista kosteutta, eikä jatkotoimenpiteitä tarvita. Vaikka maaperä rakennuksen alla on kostea ja kosteutta siirtyy alapohjan betonilaatan alaosiin, betonilaatan yläpinta on riittävän kuiva, eikä maaperän kosteudesta ole haittaa nykyisille kvartsivinyylilattioille. Kvartsivinyylilaatoitus läpäisee saumojen kautta melko hyvin vesihöyryä, mikä parantaa lattiarakenteen kosteusteknistä toimivuutta. Alapohjat todettiin pääosin kosteusteknisesti toimiviksi.

Märkätilat ovat ikääntyneitä ja erityisesti muovimattovedeneristeissä havaittiin saumoissa rakoilua ja muovimaton alle on mahdollisesti päässyt kosteutta siivousvesistä tai viereisen suihkutilan käytöstä pukuhuoneessa 195. Myös WC-tilassa 199 on paikallista kosteusrasitusta. Muovimaton sauma suositellaan tiivistämään seuraavan kahden vuoden käyttöaikaa varten. WC-tilassa 199 on ikääntynyt akryylimassalattia, jossa on todennäköisesti epätiiviyyskohtia, joista kosteutta pääsee alapohjarakenteeseen. Akryylimassa ja alapohjarakenteen muut materiaalit kestävät kosteutta hyvin, eikä betonin mahdollisesti sisältämä kosteus kohdassa vaikuta sisäilman laatuun heikentävästi eikä kosteus vaadi jatkotoimenpiteitä seuraavan kahden vuoden aikana. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan akryylibetoni uusittavan ja kaikille märkätiloille suositellaan peruskorjausta.

Ruokasalissa 174 tehdyssä alapohjan merkkiainekokeessa havaittiin ilmavuotoa alapohjasta ulkoseinäliittymien kautta. Jos sisätilojen painesuhde rakenteisiin verrattuna on alipaineinen, voivat maaperän ja rakenteiden sisältämät epäpuhtaudet päästä siirtymään sisäilmaan, joka voi vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Paine-eroseurannan perusteella sisätilat olivat pääosan mittausajasta alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Paine-eroseurannan havainnot on esitetty kokonaisuudessaan luvussa "Sisäilman olosuhdemittaukset" sekä liitteessä 4. Tiloissa on tehty tiivistyksiä alapohjaan yksittäisissä tiloissa. Tästä on tyypillisesti seurauksena, että ilmavuodot siirtyvät viereiseen, tiivistämättömään tilaan.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi käyttötilojen alapohjien epätiivelyskohdat suositellaan tiivistettäväksi, jotta mahdollisen alipaineisuuden aiheuttamaa sisäilman laadun heikentymistä ei tapahdu.

Ruokasalissa 174 ja aulan 229 maakellarimainen haju liittyy ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden vanhoihin kosteus- ja mikrobivaurioihin (kuvattu tarkemmin myöhemmissä luvuissa). Seuraavan kahden vuoden käyttöaikaa varten rakenteiden ilmatiiviyttä on suositeltava parantaa sekä hallita painesuhdeilla ilmavirtausten voimakkuutta sekä siirtymissuuntia.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- Ruokasalin 174 korotetun puulattiarakenteen kosteusvaurion korjaus ja kynnyksen toteutus vesitiiviisti
- Liikuntasauaman ilmatiiviyden parantaminen ja muiden liikuntasaumojen tarkastus
- Käytävän 230 kylmiöiden 221, 247, 213 vierustojen lattioiden kosteusvauriokorjaukset sekä kupruilevien seinäpintojen korjaukset (kylmiö 213)
- Kylmiöt on suositeltavaa tarkastaa mahdollisten vesi- ja kondenssivuotojen varalta.



- Opettajien pukuhuoneen 195 muovimaton avoimen sauman paikkakorjaus
- Kaikkien käyttötilojen alapohjan ilmatiiviyden parantaminen. Muun muassa alapohja-ulkoseinäliitokset, läpiviennit ja kiinnikkeiden paikkojen tiivistys. Samalla tulee parantaa myös muiden ulkovaipparakenteiden ilmatiiviyttä.

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- Kaikkien märkätilojen peruskorjaus
- Alapohjan ikääntyneiden pintamateriaalien uusiminen.

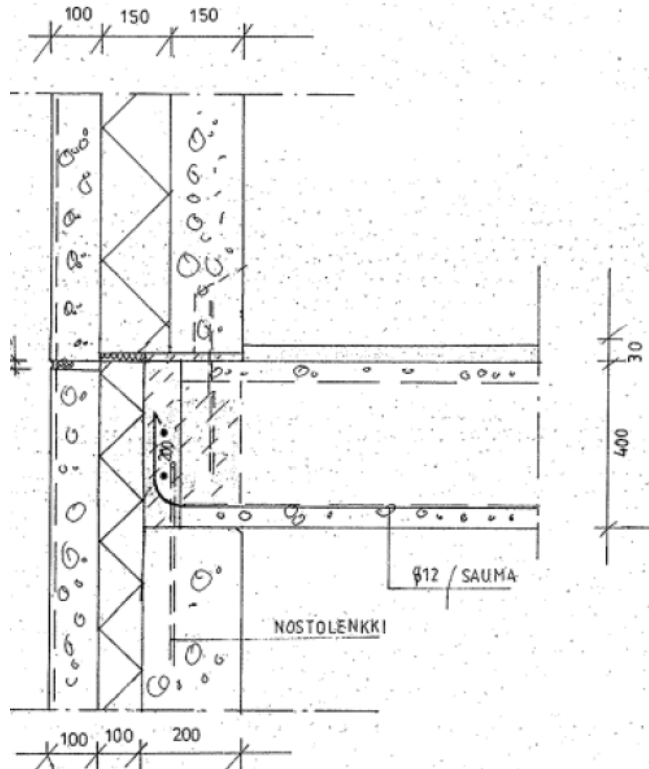
Edellä suositellut käytön mahdollisen jatkon toimenpiteet täydentävät aiempien tutkimusten toimenpide-ehdotuksia.

4 Välipohjat

4.1 Rakenne

Välipohjia rakennuksessa on 1. ja 2. kerroksen välinen välipohja sekä 2. kerroksen ja kolmen IV-konehuoneen välinen välipohja. Välipohjat ovat pääosin 400 mm paksuja ontelolaattoja. Keittiön kohdalla ruokasalin vieressä välipohja on TT-laatta. [REDACTED]

Välipohjien pintamateriaalina on pääosin alkuperäinen kvartsivinyylilaatta tai myöhemmin uusittu muovimatto. IV-konehuoneissa on muovimatto. Alakatot pääasiassa alkuperäisiä, alaslaskettuja tai akustolevytetyjä rakenteita. Osa on uusittu.



Kuva 9. Ulkoseinä-välipohjarakenteen leikkauskuvan perusteella juotosvalu tiivistä ulkoseinä-välipohjaliitosta.

4.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista

Alla nostoja Inspecta Oy:n vuonna 2019 toteuttaman sisäilmatutkimusten havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Alaslasketuissa katoissa jälkiä vanhoista putkivuodoista
- Alkuperäisten alakattojen mineraalivilla haurasta ja helposti hajoavaa
- Tuulikaapissa 169 on havaittu viemäriputken käyrässä halkeama/murtuma
- Pesuhuonetilassa 201 suihkun liitoksessa vesivuoto.
- Lattiapintoja pesty runsaalla vedellä, jalkalistoissa ja puisten väliseinien alaosissa kosteusjälkiä.

4.3 Havainnot

Välipohjien alkuperäiset lattianpäällysteet ovat paikoin kuluneet. IV-konehuoneiden lattiapäällysteenä on vedeneristeenä toimiva märkätilan muovimatto, jonka saumat ovat paikoin auki. IV-konehuoneen lattiapinnoissa havaittiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia (lukemat välillä 50-90) Muualla normaalista poikkeavia arvoja ei havaittu (lukemat välillä 38-70). Tilojen lattiämateriaalit on esitetty liitteen 2 paikannuspiirustuksessa. Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.

Eteläsiiven IV-konehuoneen eteläpäädyssä haisee voimakkaasti viemärille, haju on peräisin tilan lattiakaivosta. 2. kerroksen käytävällä 438 haisi tutkimusaikana myös viemärille. IV-tutkimuksessa havaittiin, että IV-koneen tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivosta ilmaa ja viemärin haju siirtyy käyttötiloihin ilmanvaihdon kautta.

Myös luokassa 476 oli viemärinhajua, jonka lähteeksi epäiltiin nurkan viemäriputkea. Yläpohjan merkkiainetutkimuksissa viemäriputki osoittautui tiiviiksi, ja hajun lähteeksi paljastui käsienpesualtaan epätiivis välipohjan viemäriliitos.

Välipohjien alakattopinnat olivat siistit, joten levyjä on todennäköisesti uusittu edellisessä tutkimuksessa tehtyjen vuotojälkihavaintojen jälkeen.



Kuva 10. Yleiskuvia välipohjien pintamateriaaleista.



Kuva 11. Yleiskuva eteläsiiven IV-konehuoneiden välipohjista. IV-konehuoneiden muovimatoissa on avonaisia saumoja.



Kuva 12. Tuulikaapissa 169 Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksessa havaitsema viemäriputken vuoto on korjattu. Samassa tilassa havaittiin kuitenkin toinen eristetyin putken kohta alakattotilassa, jossa oli vuotojälkiä. Kohdasta ei havaittu aktiivista vuotoa.



Kuva 13. Luokassa 476 oli viemärinhajua, jonka lähteeksi epäiltiin nurkan viemäriputkea. Yläpohjan merkkiainetutkimuksissa viemäriputki osoittautui tiiviiksi, ja hajun lähteeksi paljastui käsienvesualtaan epätiivis välipohjan viemäriiliitos (kuvassa oikealla).

4.4 Välipohjarakenteiden ilmatiiviys

Aiemmissa selvityksissä (Inspecta Oy 2019) oli havaittu ilmavuotokohtia välipohjien talotekniikkaläpivienneissä mm. sähkökaapeissa.

Rakenneleikkausten perusteella ulkoseinä-välipohjaliitoksen ilmatiiviys on lähtökohtaisesti melko hyvä juotosbetonivalun vuoksi.

Nyt tehdyissä tutkimuksissa välipohjan läpivientien ilmatiiveyttä tarkasteltiin merkkiainekokein (MA-koe 10) kielistudion 421 ja alapuolisen lämmönjakohuoneen 259 välipohjaan.

MA-koe 10, kielistudio 421, 2. krs

Kielistudion 421 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli ulkoilmaan verrattuna $-3...-7$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin tilan paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli $-15...-25$ Pa. Merkkiaineikaasu laskettiin lämmönjakohuoneen 259 katossa olevien sähköjohtojen muovisten suojaputkien läpivientien viereen kahdessa kohdassa.



Kuva 14. Lämmönjakohuoneen 259 sähköjohtojen suojaputkien läpiviennit, joiden viereen merkkiainekaasu laskettiin. Lämmönjakohuoneessa eikä muissa talotekniikatiloissa havaittu poikkeavaa hajua.

Merkkiainekokeessa välipohjasta ei havaittu ilmavuotokohtia läpivienneistä eikä rakenneliitoksista. Kielistudiossa 421 on muovimatto, joka on nostettu seinäpinnoille ja aistinvaraisesti havainnoiden tiiviin oloinen.

4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Käyttötiloissa välipohjat olivat havaintojen mukaan kuivia. IV-konehuoneiden välipohjissa havaittiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia eteläsiiven konehuoneessa sekä itäsiiven konehuoneen ylemmässä kerroksessa (vesikaton tasolla). Tilojen muovimaton saumat ovat auki useasta kohdasta ja IV-koneissa ei ole viemärointiä, joten vedet johdetaan konehuoneiden lattioille. Lisäksi konehuoneiden katto- ja seinärakenteissa on vuotojälkiä. Kosteutta on todennäköisesti päässyt konehuoneiden muovimattojen alle IV-koneista ja/tai vuotokohdista. Muovimattojen alusta on saattanut vaurioitua ja niiden mahdolliset epäpuhtaudet voivat vaikuttaa konehuoneiden sisäilman laatuun heikentävästi. IV-konehuoneet ovat toissijainen tila, jossa sisäilman vaikutuksista ei ole haittaa, jos ilma ei pääse siirtymään konehuoneista käyttötiloihin. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi

muovimattojen saumat suositellaan tiivistettävän vedenpitäviksi ja läpiviennit käyttötiloihin suositellaan tiivistävän ilmatiiviiksi.

IV-konehuoneiden ikääntyneen, alkuperäisen muovimaton saumat ovat ratkenneet useasta kohdasta. Tilojen muovimatto ei toimi nykykunnollaan vedeneristykseenä siinä esiintyvien vesitiiveyspuutteiden takia ja muovimaton saumat suositellaan tiivistämään. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan pintamateriaali uusimaan kosteusvaurioiden estämiseksi nykyohjeistusten vaatimustason mukaisesti.

IV-tutkimuksessa havaittiin, että IV-koneen tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivosta ilmaa ja viemärin haju saattaa siirtyä käyttötiloihin ilmanvaihdon kautta. Käytävän 438 viemärinhaju on siis peräisin IV-konehuoneesta, jossa kuivunut lattiakaivo haisee voimakkaasti viemäriin. IV-konehuoneiden viemärien hajulukot suositellaan täyttämään vedellä säännöllisesti huoltotoimenpiteenä, kunnes ilmanvaihtokoneiden epätiivetyshkohdat korjataan.

Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksessa havaittu tuulikaapin 169 viemäriputken vuoto on korjattu eikä vaadi jatkotoimenpiteitä. Tässä tutkimuksessa havaittiin saman tilan alakatossa toinen vesivuotokohta. Kohta suositellaan korjaamaan ja kosteusjälkiä sisältävät eristeet uusimaan seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi.

Kielistudion 421 ja lämmönjakohuoneen 259 välisen välipohjan läpivientejä tarkasteltiin merkkiainekokeella, eikä ilmapuotoja havaittu. Kielistudion ja lämmönjakohuoneen välinen välipohja ei vaadi jatkotoimenpiteitä ilmatiiviuden kannalta.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- IV-konehuoneiden läpivientien tiivistys
- IV-konehuoneiden, erityisesti eteläsiiven IVKH 3, lattiakaivojen hajulukon täyttäminen vedellä säännöllisesti huoltotoimenpiteenä

- Ilmanvaihtokoneiden vedenpoiston puutteiden vuoksi vesi lammikoituu lattialle; suosittelemme parantamaan vedenohjausta mikäli mahdollista
- IV-konehuoneiden vedeneristeenä toimivan muovimaton saumojen korjaukset vesitiiviiksi
- Tuulikaapin 169 alakatossa eristetyn putken vuotokohdan korjaus

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- IV-konehuoneiden lattian vedeneristyksen uusiminen (ja viemäroinnin toteuttaminen) nykyohjeistusten vaatimustason mukaisesti
- Seuraavassa lattianpäällysteiden uusimisen yhteydessä pesuvesistä kastuneiden levyrakenteisten seinien alaosien uusiminen

Edellä suositellut käytön mahdollisen jatkon toimenpiteet täydentävät aiempien tutkimusten toimenpide-ehdotuksia.

5 Julkisivut, ikkunat ja ulkoseinärakenteet

5.1 Rakenne

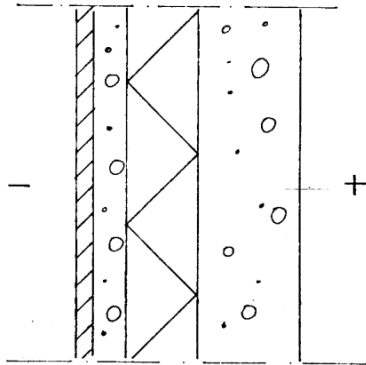
Ulkoseinärakenteet

Lähtötietoaineiston ja havaintojen perusteella koulurakennuksen kantavana runkorakenteena on pilari-palkkijärjestelmän ja kantavien ulkoseinien yhdistelmä. Rakennuksen ulkoseinät ovat betonisandwich-elementtejä, joiden lämmöneristeenä on mineraalivilla (kuva 15).

Julkisivuissa pintamateriaalina on punatiililaatoitus.

Ulkoseinärakenne yleensä (US1) ulkoa sisälle päin lueteltuna:

- Tiililaattapintainen betoninen ulkokuori 100 mm
- Mineraalivillaeriste 150 mm
- Betoninen sisäkuori 100...200 mm
- Pintamateriaali.

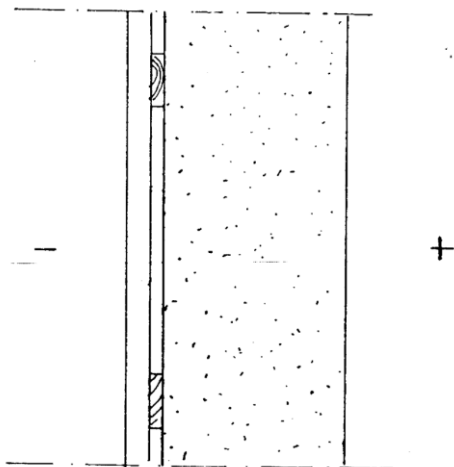


Kuva 15. US1 rakennetyyppi, ote rakennusselityksestä (Arkkitehtitoimisto Mikkola & Lehtiluoto, 30.7.1982).

Rakennuksessa kolme IV-konehuonetta, joista yhden (IVKH 3) ulkoseinät ovat siporex-rakenteisia (kuva 16). Muiden IV-konehuoneiden ulkoseinät ovat US1 mukaiset.

IV-konehuoneen 3 ulkoseinärakenne (US4) ulkoa sisälle päin lueteltuna:

- Ruukinkate 0,6 mm, profiilikorkeus 45 mm
- Rimoitus 22 mm
- Siporex-harkot (400 kg/m^3) 300 mm.



Kuva 16. US4 rakennetyyppi, ote rakennusselityksestä (Arkkitehtitoimisto Mikkola & Lehtiluoto, 30.7.1982).

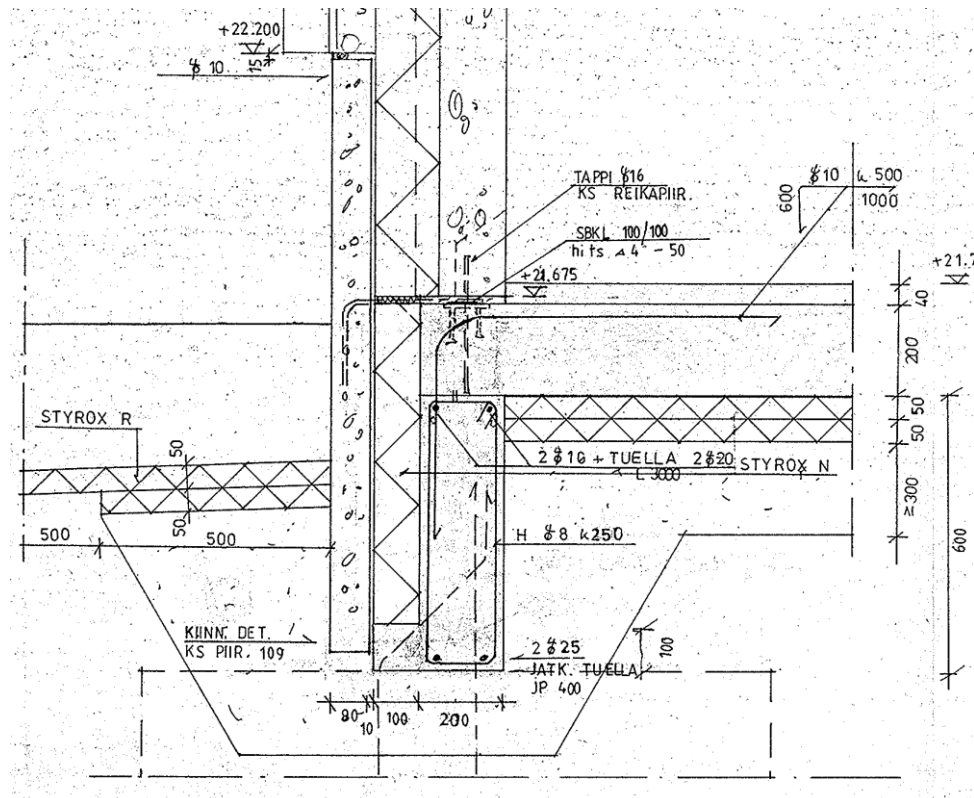
Ulkoseinien sisäpuolet on tasoitettu ja maalattu.

Sokkelirakenteet

Sokkeli on teräsbetoninen elementtirakenne, jonka lämmöneristeenä on polystyreenieriste (kuva 17). Sokkelirakenne julkisivun puolella on puhtaalla betonipinnalla.

Sokkelirakenne yleensä ulkoa sisälle päin lueteltuna:

- Betoninen ulkokuori 90 mm
- Styrox N 100 mm
- Sokkelipalkki 150...200 mm.



Kuva 17. Ote sokkelirakenteesta (Insinööritoimisto Harry Pyykkö Oy, 9.7.1982).

Ikkunat

Pääosa ikkunoista on 3-lasisia MSE-puu/alumiini-ikkunoita, sisäpuiteissa on 2-lasiset lämpölaseielementit. Ikkunat ovat todennäköisesti alkuperäisiä.

5.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista

Alla nostoja Inspecta Oy:n (KIWA) 11.2.2019 toteuttaman sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- julkisivuun kohdistuu paikoin sadevesistä kosteusrasitusta
- ilmanvaihtokonehuoneiden ulkoseinäpinnoilla jälkiä toistuvista vesivuodoista
- ikkunoiden karmivälissä ikääntynyttä PU-vaahtoa, joka oli paikoin epätiivis. Paikoin ikkunoita tiivistetty paisuvalla tiivistenauhalla.
- Rakenneavauksia tehty ulkoseiniin 6 kpl, materiaalinäytteissä ei todettu mikrobivaurioita, mutta rakenteeseen kohdistui paikoin kosteusrasitusta.
- todettuja ilmavuotokohtia: halkeama ulkoseinässä, ikkuna-ulkoseinäliitos, ikkunan karmiväli.
- vesikatolla ikkunoita tiivistetty Ardex 8+9- menetelmällä.

5.3 Havainnot

Piha-alueilla ja julkisivulla tehtiin samankaltaisia havaintoja, kuin aiemmissa tutkimuksissa. Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 18. Yleiskuvat eteläsiiven länsisivusta (vasen kuva) ja itäisivusta (oikea kuva). Syöksytorvien roiskevesi on aiheuttanut länsisivua

vähemmän kosteusrasitusta ulkoseinälle itäsivulla. Länsisivulla ulkoseinää on rasittanut lisäksi räystäskourujen saumoista vuotava vesi useassa kohdassa.



Kuva 19. Syöksytorvien ja räystäskourujen saumavuotojen aiheuttamaa kosteusrasitusta ulkoseinän sokkelilinjailla on myös pohjoissiiven (vasen kuva) ja liikuntasalisiiven (oikea kuva) julkisivuilla.



Kuva 20. Yleiskuvat ruokasalin 174 ja luokkatilan (kirjasto 166) ulkoseinistä.

5.4 Havainnot rakenneavauksista

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 5 kpl rakenneavauksia. Missään rakenneavauksesta kerätyssä materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua. 1. kerroksessa kahdesta rakenneavauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju (ruokala 174, kuraattori 182). Näiden lisäksi 1.

kerrokseen tehtiin 1 kpl rakenneavauksia ulkoseinän yläosaan liikuntasalisiivessä kohtaan, yläpuolella vesikaton kermikatetta on paikkakorjattu suuremmalta alueelta. Avauksesta ei aistittu poikkeavaa hajua 2. kerroksessa tehdyistä kahdesta rakenneavauksesta ei myöskään havaittu poikkeavaa hajua. Kaikki rakenneavaukset ja niistä otetut näytteet sekä havainnot on kuvattu yksilöidysti liitteessä 3.



Kuva 21. Kuraattorintilan 182 ulkoseinän alareunaan rakennuksen ulkonurkkaan tehtiin rakenneavaus RA3 kohtaan, jonka ulkopuolella syöksytorvi kastelee sokkeli- ja ulkoseinärakennetta ja kohdassa on kosteusjälkiä. Avauksesta kerättiin näyte MAT3 eristevillasta, jossa ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju ja merkkisavulla voimakas ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin.



Kuva 22. Ruokasalin 174 ulkoseinän alareunaan tehtiin rakenneavaus RA6 kohtaan, jonka ulkopuolella syöksytorvi kastelee sokkeli- ja ulkoseinärakennetta ja kohdassa on kosteusjälkiä. Avauksesta kerättiin

näyte MAT6 eristevillasta, jossa ei todettu mikrobikasvua. Avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju ja merkkisavulla voimakas ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin.

5.5 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin tutkimuksessa rakenneavauksia. Avauksista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin, jonka tulokset on esitetty taulukossa 3. Materiaalinäytteiden näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja MetropoliLab Oy:n mikrobianalyysien tulokset liitteessä 5.

Taulukko 4. Ulkoseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Näytteenotto kohta ja rakenneavaus	Näytemateriaali	Tulos
MAT1	RA1, 407 rehtori	mineraalivilla US elementistä	ei mikrobikasvustoa
MAT2	RA2, 410 opintotoimisto	mineraalivilla US elementistä	ei mikrobikasvustoa
MAT3	RA3, 182 kuraattori	mineraalivilla US elementistä	ei mikrobikasvustoa
MAT4	RA4, 175 käytävä	mineraalivilla US elementistä yläreunasta	ei mikrobikasvustoa
MAT6	RA6, 174 ruokasali	mineraalivilla US elementistä	ei mikrobikasvustoa

Mikrobikasvustoa ei todettu ulkoseinistä kerätyissä materiaalinäytteissä.

5.6 Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys

Inspecta Oy:n tutkimuksissa vuonna 2019 oli selvitetty ulkoseinärakenteiden ilmatiiviyttä merkkiainekokeilla tiloissa 475, 476 ja 423. Kokeissa oli havaittu yksittäisiä ilmavuotokohtia ikkuna-ulkoseinäliittymässä, liikuntasauaman ja seinässä olleen halkeaman kohdalla. Kokeissa ei tarkasteltu lattia-ulkoseinäliitosta.

Ulkoseinien rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein. Ulkoseinän merkkiainekoe tehtiin neljään tilaan. MA-koe 3 tehtiin ruokasalin 174 ulkoseinään, MA-koe 7 rehtorintilan 407, MA-koe 8 opintotoimiston 410 ja MA-koe 9 kuraattorintilan 182 ulkoseinään.

MA-koe 3, ruokasali 174, 1. krs

Ruokasalin 174 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna +10...-10 Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli -13...-15 Pa. Merkkiainekoe tehtiin heti tilaan tehdyn alapohjan merkkiainekokeen jälkeen, jolloin ulkoseinän ilmatiiviystarkastelussa ei pystytty erottelamaan ulkoseinän ilmavuotoja alapohjasta havaittavista vuodoista.

Selvää ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista sekä normaalissa ilmanvaihdossa että koneellisesti alipaineistettuna:

- Ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta
- Ikkunoiden ja ulkoseinän liitoksista
- Patterikannakkeiden kiinnikkeistä
- Pistorasiasta
- Yhdestä kohdasta ulkoseinän ja yläpohjan liitoksesta.

MA-koe 7, rehtori 407, 2. krs

Rehtorintilan 407 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna -0,5...2 Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa

ilmanvaihdossa, sillä liitoksista havaittiin merkittäviä ilmavuotoja ilman koneellista alipaineistusta.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista:

- Ulkoseinän ja välipohjan liitoksesta
- Ikkunoiden ja ulkoseinän liitoksista
- Vähäisestivät ulkoseinän ja yläpohjan liitoksesta
- Sähkökourun kiinnikkeistä.

MA-koe 8, opintotoimisto 410, 2. krs

Opintotoimiston 410 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna $-0,5...-1,5$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli -14 Pa.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista sekä normaalissa ilmanvaihdossa että koneellisesti alipaineistettuna:

- Yhdestä kohdasta ulkoseinän ja välipohjan liitoksesta US-elementtien saumasta
- Ikkunoiden ja ulkoseinän liitoksista
- US-elementtisaumasta verhoiskkon takaa
- patterin putkikannakkeen kiinnikkeestä.

MA-koe 9, kuraattori 182, 1. krs

Kuraattorintilan 182 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna noin $-2,5...-3,5$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli $-12...-14$ Pa.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista sekä normaalissa ilmanvaihdossa että koneellisesti alipaineistettuna:

- Ikkunoiden ja ulkoseinän ala- ja ylävaakaliitoksista yksittäisistä kohdista

- Sähkökourun kiinnikkeistä (ilmavuoto havaittu kourun päästä)
- Ulkoseinän ja yläpohjan tiivistyksen alapuolelta ulkonurkassa yksittäisestä kohdasta.

Havaintojen ja merkkiainekokeen perusteella kuraattorintilan 182 ulkoseinän ja alapohjan liitokset on tiivistetty. Yläpohjan ja ulkoseinän liitos on näkyvillä ja tiivistys on tehty massan ja vahvikenauhan yhdistelmällä. Ikkunaliitoksia on tiivistetty osittain (ikkunan ja väliseinän välinen tiivistys näkyvissä).

5.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteiden alaosiin kohdistuu ulkopuolella kosteusrasitusta muun muassa syöksytorvien puutteellisesta vedenohjauksesta sekä räystäskourujen vuotavista saumakohdista. Ulkoseinärakenteista kerätyissä materiaalinäytteissä (6 kpl) ei todettu mikrobikasvua, kuten ei todettu aiemmassa tutkimuksessa otetuissa näytteissä (5 kpl). Vaikka näytteissä ei ole todettu mikrobikasvua, rakenneavausten kautta ulkoseinistä todettiin selvää mikrobiperäistä hajua kosteusrasitetuissa kohdissa 1. kerroksessa (ulkoseinän alaosat). Vastaavalla tavalla kosteusrasitettuja kohtia on useita miltei jokaisella 1. kerroksen julkisivulla. 2. kerrokseen tehdyistä rakenneavauksista ei havaittu poikkeavaa hajua. Ulkoseinässä olevat vaurioituneet rakenteet, joista haju on peräisin, saattavat sijaita maanpinnan alapuolisessa sokkelirakenteessa. Haju voi olla peräisin sokkelin alkuperäisestä styrox-eristeestä tai seinän vaurioituneesta eristevillasta.

Ruokasalissa 174, rehtorintilassa 407 ja opintotoimistossa 410 tehdyissä ulkoseinän merkkiainekokeessa havaittiin ilmavuotoa ulkoseinäliittymien kautta myös normaalissa ilmanvaihdon painesuhteissa. Vastaavia ilmavuotokohtia oli todettu myös aiemmissa tutkimuksissa. Kun tilat ovat alipaineisia, ulkoseinän epätiiveyskohdista voi siirtyä epäpuhtauksia sisäilmaan ilmapirran mukana. Koska ulkoseinistä on havaittu mikrobiperäistä hajua, on todennäköistä, että epätiiveyskohdista

kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan, jotka vaikuttavat sen laatuun heikentävästi. Paine-eroseurannan perusteella sisätilat ovat pääosan ajasta alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Paine-eroseurannan havainnot on esitetty kokonaisuudessaan luvussa ”Sisäilman olosuhdemittaukset”.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi 1. kerroksen käyttötilojen ulkoseinien ilmatiiviyyttä suositellaan parantamaan, jotta mahdollisen alipaineisuuden aiheuttamaa sisäilman laadun heikentymistä ei tapahdu. Mikäli mahdollista, rakennuksen painesuhteita suositellaan myös muuttamaan IV-korjausten yhteydessä siten, että painesuhteet ovat tasapainossa tai ylipaineisia ulkoilmaan ja ulkovaipparakenteisiin verrattuna.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- 1. kerroksen käyttötilojen ulkoseinien ilmatiiviyyden parantaminen (pl. peruskorjatut opetuskeittiötilat).
- Painesuhteiden tasapainotus tai käyttötilojen säätäminen ylipaineisiksi ulkoilmaan ja ulkovaipparakenteisiin verrattuna.

Käytön jatkuessa pidempään suosittelemme ulkoseinien ilmatiiviyyden parantamista kattavasti myös rakennuksen 2. kerroksessa. Seuraavassa peruskorjauksessa suosittelemme sokkeleihin korjauksia niihin kohdistuvan kosteusrasituksen vähentämiseksi sekä arvioimaan tarkemmin ulkoseinin korjaustarvetta.

6 Väliseinärakenteet

6.1 Rakenne

Lähtötietoaineiston perusteella koulurakennuksen väliseinät ovat pääosin kalkkihiekkatiilestä muurattuja (VS2). Rakennuksessa on lisäksi betonirakenteisia (VS1) väliseiniä porrashuoneissa ja liikuntasauaman kohdalla.

Betoniväliseinän VS1 rakenne:

- Teräsbetoniseinä, 160 mm

Kalkkiehkekatiilestä muurattu väliseinä VS2:

- Kalkkiehkekatiili Partek TUPLA 130 mm

Muuratut seinäpinnat on puhtaaksimuurattuja ja maalattuja. Joissakin märkätiloissa seinillä on keraaminen laatoitus.

6.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista

Alla nostoja Inspecta Oy:n (KIWA) 11.2.2019 toteuttaman sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Luokassa 425/426 havaittu putkivuoto oli kastellut lattiaa sekä väliseinärakennetta. Väliseinästä otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin vahva viite mikrobivauriosta.
- Levyrakenteisissa väliseinissä oli pesuvesien aiheuttamia kastumisjälkiä seinien alaosissa.

6.3 Täydentävät havainnot

Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 23. Yleiskuvia tilojen väliseinistä.



Kuva 24. Väliseinien ja ulkoseinän liitos on haljennut useissa tiloissa.



Kuva 25. 1. kerroksen jätekylmiö 247. Väliseinän maali hilseilee suolojen kertymän takia jätekylmiön viereisessä pesulatilassa 248 kylmiön vastaisessa seinässä. Pintakosteusilmaisimen lukema kohdassa oli 120. Myös juureskylmiön 213 vastaisessa väliseinässä käytävässä 230 seinän maalipinta hilseilee alareunasta.



Kuva 26. 2. kerroksen suihkuhuoneessa 490 väliseinän ja ulkoseinän liitos on haljennut ja kohdan saumamassa on ratkennut suihkun vieressä.



Kuva 27. Opetusvälinevarastossa 422 vesiputki on vuotanut aiemmin (nyt kuiva). Kohdasta on poistettu osa putkieristeitä.

6.4 Havainnot rakenneavauksista

Havainnot ja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä. Kaikki rakenneavaukset ja niiden havainnot on kuvattu yksilöidysti liitteessä 3.



Kuva 28. Tutkimuksessa avattiin (RA14) Inspecta Oy vuoden 2019 tutkimuksessa tehdyn avauksen suojapellitys luokassa 424-427. Inspecta Oy:n havaitsemia kosteusjälkiä ei ole korjattu väliseinässä.

6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kylmiöt 213 ja 247 ovat kastelleet viereisiä lattia- ja seinärakenteita. Paikalliset kosteusvauriot saattavat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi suositellaan paikkakorjauksia vaurioituneille lattia- ja seinäpinnoille.

Väliseinien ja ulkoseinän liitokset ovat haljenneet useasta kohdasta. Suihkuhuoneessa 490 halkeama on saanut suihkun vieressä olevan nurkkaliitoksen saumamassan ratkeamaan. Jos suihku on käytössä, suositellaan nurkan saumamassa uusimaan huoltotoimenpiteenä, jotta kohdasta ei pääse valumaan vettä rakenteiden sisälle.

Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksissa suositeltua luokan 424-427 patterin vuodon kastelemia levyrakenteisia väliseinärakenteita ei ole purettu. Kaikki kosteusjälkiä sisältävät materiaalit suositellaan purkamaan ja uusimaan aiemman tutkimuksen suositusten mukaisesti seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi (raportissa tilanumero 425/426).

Inspecta Oy:n raportissa mainittuja, pesuvesistä kastuneita väliseinien alaosa ei ole uusittu tai korjattu.

Opetusvälinevarastossa 422 on vanha vesiputken vuotokohta. Kohdassa on vuotojälkiä ja alapuolella olevan putken eristeitä on purettu osittain. Kaikkia kosteusjälkiä sisältäviä eristeitä ei ole purettu ja ne voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Tila on kuitenkin toisarvoinen tila, eikä vaikutukset sisäilman laatuun ovat vähäisiä. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan kohdan kosteusjälkiä sisältävät materiaalit paikkakorjaamaan ja putkieristeet uusimaan.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- Pesulaan 248 ja käytävälle 230 suositellaan paikkakorjauksia kosteusvaurioituneille lattia- ja seinäpinnoille.
- Suihkuhuoneen 490 nurkan ratkennan saumamassan uusiminen, jos suihku on käytössä
- Luokan 424–427 patterivuodon kastelemien väliseinärakenteiden purkaminen ja uusiminen

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- opetusvälinevaraston 422 vanhan putkivuotokohdan paikkakorjaus ja alla olevan putken eristeiden uusiminen
- pesuvesistä kastuneiden väliseinien alaosien uusiminen

Edellä suositellut käytön mahdollisen jatkoon toimenpiteet täydentävät aiempien tutkimusten toimenpide-ehdotuksia.

7 Vesikatto- ja yläpohjarakenteet

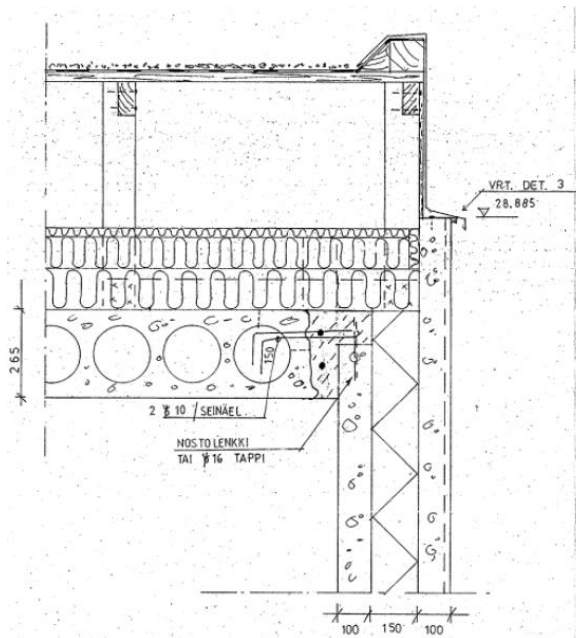
Tutkimuksilla täydennettiin aiemmin tehtyjä selvityksiä.

7.1 Rakenne

Yläpohjan kantavana rakenteena ovat ontelo- ja TT-laatat, joiden yläpuolelle on asennettu höyrynsulkukerrokseksi muovikalvo. Koulurakennuksen vesikatot ovat loivia harjakattoja paitsi ruokalan

kohdalla on tasakatto. Yläpohjarakenne YP1 on lähtötietojen ja havaintojen mukaan seuraavia:

- Bitumikermikate (yksikerroskate)
- Ruodelaudoitus 22 mm
- Tuuletustila ja vesikaton puurakenteet
- Lämmöneriste 200 - 300 mm
- Muovikalvo
- Ontelolaatta.



Kuva 29. Vesikaton räystäään pellitys on osin sisäänvedetty ulkoseinälinjasta, jolloin ulkoseinään muodostuvan pykälän päälle voi kertyä vettä.

7.2 Havainnot

Alla nostoja Inspecta Oy:n (KIWA) 11.2.2019 toteuttaman sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- vesivuotojälkiä ilmanvaihtokonehuoneissa, liikuntasalissa, liikuntasalin viereisellä käytävällä 205.
- kattokupuikkunoissa ei havaittu vuotojälkiä.

- yläpohjien rakenteissa on useita halkeamia rakenteiden liitoskohdissa ja tiivistämättömiä läpivientejä
- ruokasalin 174 maakellarimainen haju on todennäköisesti peräisin yläpohjasta

Vesikatolla havaittiin, että vuonna 2011 suunniteltuja korjauksia oli toteutettu vesikatolle osittain. Esimerkiksi auditorion kohdalle suunniteltu kaikkien ylösnoston korjaus oli tehty vain yhdelle julkisivulle ja tilan 176 kohdalle suunniteltua vesikaton korjausta ei havaittu. Sen sijaan katolla oli muutamia paikkakorjauksia, joita oli tehty joko bitumikermeillä tai vedenpitävillä paikkausmassoilla ja pellityksiä on uusittu paikoin sekä räystäillä että ylösnostoissa. Suunnitelmissa esitettyä kaikkien räystäskourujen korjausta ei ole tehty. Kaikilla räystäillä on tehty bitumikermikatteeseen paikkakorjauksia räystäepeltien limityskohtiin. Vesikatoilla tehtiin samansuuntaisia havaintoja kuin Inspectan vuonna 2019 tutkimuksessa: paikoin singelissä on runsaasti sammalkasvustoa ja pellityksiä oli tiivistetty kittaamalla. Koulurakennuksen bitumikermi on monin paikoin kulunut niin, että kermin lasikuituverkko on näkyvissä. Kattoikkunoiden muovisissa valokuvuissa havaittiin kaikissa kattoikkunoissa halkeamia nurkissa. Osaa halkeamista oli paikattu ja sisätiloissa kahden kattoikkunan kohdalla todettiin vähäisiä vesijälkiä (aula 404, käytävä 438). Inspectan tutkimuksissa ei oltu havaittu kattoikkunoiden kohdalla vuotojälkiä eikä halkeamia kuvuissa, joten vuodot ovat todennäköisesti tapahtuneet aikavälillä 2019-2023.

Räystäät olivat puhtaat, niihin ei ollut valunut merkittäviä määriä singeliä kuten Inspectan raportissa oli mainittu, mutta räystäissä todettiin paikoin ruostetta.

Koulurakennuksessa havaittiin samat vesikattovuotojäljet ilmanvaihtokonehuoneessa ja liikuntasalissa, kuin Inspectan 11.2.2019 raportissa oli havaittu. Ilmanvaihtokonehuoneen vuodot vaikuttivat aktiivisilta. Käytävän 205 alakattolevytys oli uusittu, eikä käytävällä havaittu vuotojälkiä.

Käytävien (183, 438, 452) ja ruokalan 174 alakattojen tarkastuksessa alakatot todettiin melko siisteiksi. Kuitulähteitä oli melko vähän. Alakattoja on uusittu lähivuosina ja alakattotilat olivat melko siistit. WC-tilan 419 alakatossa/kattopinnassa oli kuiva, vanha vuotojälki. Eteishallin 416 alakatossa on lipan kohdalla vanhoja, kuivuneita vesivuotojälkiä (kuva 33). Vuodot ovat aiheutuneet lipan ylösnostopellityksen / räystäspellityksen limityskohdasta. Vesikatolla kaikki vastaavat kohdat on käyty tiivistämässä bitumikermipaikoilla.

Yläpohjista havaittiin kulkeutuvan sisätiloihin ajoittain mikrobiperäistä hajua. Hajua havaittiin joinakin tutkimuspäivinä, joinain sitä ei havaittu lainkaan. Merkkiainekokeiden yhteydessä tilojen alipaineistuksessa hajun kulkeutuminen yläpohjasta havaittiin hyvin nopeasti alipaineistajan käynnistämisen jälkeen. Vesikatolla hajua ei kuitenkaan havaittu alipaineistusventtiileistä eikä kattoluukuista. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin ja niiden kuvateksteissä.



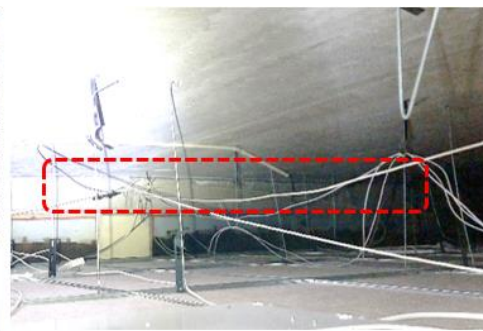
Kuva 30. Ruokalan ja liikuntasalin vesikatot sekä paikkakorjaus. Räystäällä näkyy räystäskourupellin jatkoskohtiin bitumikermillä tehtyjä paikkakorjauksia. Näitä on tehty kaikille räystäille. Kuvassa 33 lähikuva paikkakorjauksesta.



Kuva 31. Läpivientejä on tiivistetty paikoin ja katolla on tehty useita paikkakorjauksia tiivistysmassoilla.



Kuva 32. Kouluosan vesikatto. IV-konehuoneen viereisellä lappeella on runsasta sammalkasvua.



Kuva 33. Eteishallin 416 sisäänkäyntikatos. Lipan ja vesikaton liitoskohdassa oli bitumikermillä tehtyjä paikkakorjauksia peltien saumakohdissa (ympyröity punaisella). Samassa kohdassa eteishallin yläpohjassa havaittiin vanhoja vuotojälkiä (ympyröity punaisella).



Kuva 34. Vuotojälkiä länsisiiven (IVKH 2) ja eteläsiiven (IVKH 3) IV-konehuoneissa.



Kuva 35. Vuotojälkiä liikuntasalin IV-konehuoneen (IVKH 1) ja liikuntasalin katossa akustiikkalevyissä, ympyröity punaisella.

7.3 Merkkiainekokeet yläpohjaan

Yläpohjan merkkiainekokeilla selvitettiin maakellarimaisen hajun lähdettä. Hajua oli havaittu ajoittain eteishallissa 416 sekä käytävällä 452. Lisäksi merkkiainekokeella selvitettiin luokan 476 viemärinhajuhaitan lähdettä. eteishallin hajuhaittaa oli selvitetty Swecon raportissa 10.2.2022, jossa oli todettu ilmavuotokohtia yläpohjassa sisäänkäyntilipan rakenteissa. Tutkimusten aikana ei oltu havaittu maakellarinhajua.

Nyt tehdyissä tutkimuksissa merkkiainekaasua laskettiin yläpohjan eristetilaan alipainetuulettajien kautta vesikatolta käsin. Vesikatolla tai

alipainetuulettimista ei aistittu poikkeavia hajuja. Eteishallissa, ruokalassa 174, porrasaulassa 229 sekä käytävällä 438 aistittiin jonain tutkimuspäivänä maakellarinhajua, toisena ei.

MA-koe 1, luokka 476, 2. krs

Luokan 476 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna $-0...-1$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli -15 Pa. Merkkiaineekaasu laskettiin viemärin tuuletusputkeen vesikatolta käsin noin 3 l/min koko merkkiainekokeen teon ajan (noin 20 min). Kokeessa valurautaviemäri todettiin ilmatiiviiksi, ilmavuotoa ei todettu huonetilan normaalissa painesuhteissa eikä koneellisesti alipaineistetussa tilanteessa.



Kuva 36. Luokka 476. Merkkiainekokeessa nurkan keltaiseksi maalattu valurautaviemäri todettiin ilmatiiviiksi. Alipaineistuksessa viemärinhajua alkoi kuitenkin levitä tilaan käsienpesualtaan viemäriputkesta, josta puuttuu tiivistys. Myös viereisen vesiputken juuresta puuttuu tiivistys.

MA-koe 2, eteishalli, 1. krs

Normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli eteishallin 416 tuuletusikkunan kautta mitattuna $-1...-1,5$ Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli noin -14 Pa. Merkkiaineekaasu laskettiin alipainetuulettimen kautta eristetilan pohjalle vesikatolta käsin noin 3

l/min koko merkkiainekokeen teon ajan (noin 15 min). Normaalissa ilmanvaihdon painesuhteessa ei havaittu merkkiainetta eikä hajua. Merkkiainetta alkoi kuitenkin vuotaa runsaasti yläpohjasta sisäilmaan välittömästi, kun eteishalli alipaineistettiin. Samalla eteishalliin levisi maakellarin hajua. Ilmavuotoa tapahtuu yläpohjan ja tiiliväliseinän liitoskohdasta sekä ontelolaattojen saumojen kautta. Ontelolaattojen saumojen kohdalla on rako ja raosta näkyy puukuitulevyä. Eteishallin alakatossa oli lipan lähellä betonipinnoissa useita vanhoja, kuivia vesivalumajälkiä aiemmin tapahtuneista vuodoista.



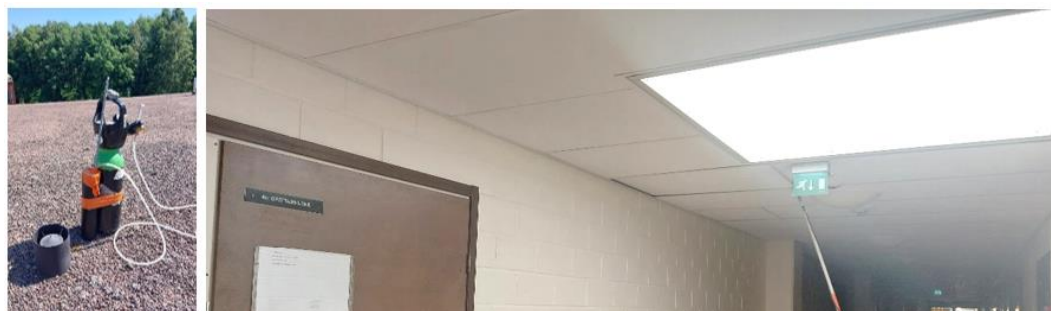
Kuva 37. Eteishallissa havaittiin ilmavuotoa yläpohjasta merkkianekokeessa välittömästi, kun alipaineistuslaite käynnistettiin. Merkkiaine laskettiin yläpohjaan vesikatolta alipainetuuletusventtiilin kautta.

Eteishallin alipaineistamisen yhteydessä myös ruokalan edustalla aistittiin selvästi maakellarin hajua, kun alipaineistetussa tilanteessa korvausilma tuli yläpohjarakenteista. Muina tutkimuspäivinä maakellarinhajua aistittiin vaihtelevasti: välillä hajua oli, toisena päivänä ei.

MA-koe 4, käytävä 438, 2. krs

Käytävällä 438 paine-eroa mitattiin suuntaa-antavasti käytävää osastoivien lasiovien kautta. Kokeen alussa normaalissa ilmanvaihdossa paine-ero käytävän 438 ja 452 välillä oli noin 0 Pa. Mittaus suoritettiin normaalissa ilmanvaihdossa sekä koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli oven kautta mitattuna -4 Pa. Alipaineistaja oli isolla teholla, joten paine-ero yläpohjan yli oli arviolta merkittävästi suurempi.

Merkkiainekaasu laskettiin alipainetuulettimen kautta eristetilan pohjalle vesikatolta käsin noin 3 l/min koko merkkiainekokeen teon ajan (noin 15 min). Normaalissa painesuhteissa ei havaittu merkkiaineen kulkeutumista yläpohjasta. Merkkiainetta alkoi vuotaa runsaasti yläpohjasta sisäilmaan välittömästi, kun käytävä alipaineistettiin koneellisesti. Samalla käytävälle levisi maakellarin haju. Ilmavuotoa tapahtui alakattotilasta, ontelolaattojen sauma- ja liitoskohdista. Tarkkojen vuotopaikkojen havainnointi ei ollut mahdollista runsaan ilmavuodon vuoksi.



Kuva 38. Käytävällä 438 havaittiin ilmavuotoa yläpohjasta merkkianekokeessa välittömästi, kun alipaineistuslaite käynnistettiin. Merkkiaine laskettiin yläpohjan eristetilaan alipainetuuletusventtiilin kautta.

7.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Yläpohja- ja vesikattorakenteet ovat ikääntyneet ja niissä havaittiin samoja sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavia tekijöitä, kuin Inspectan vuonna 2019 tekemässä ja Swecon vuonna 2022 tekemässä tutkimuksissa. Kahdessa kattokupuikkunassa oli vähäisiä vuotojälkiä, vuodot ovat tapahtuneet ilmeisesti edellisten tutkimusten jälkeen.

Yksikermikate on kulunut monin paikoin niin, että sen vedenpitävyys on heikentynyt ja tulevaisuudessa on syytä varautua paikallisiin vesivuotoihin. Koska vesikate on vuotanut aiemmin, on yläpohjatiloiissa korjaamattomia kosteusvaurioita, joiden epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin tulee estää. Yläpohjasta tapahtuu sopivissa painesuhteissa ajoittain ilmavirtauksia, joiden mukana huonetiloihin kulkeutuu maakellarin hajua. Hajujen kulkeutumiseen tiloihin vaikuttaa todennäköisesti tilojen ja erillispoistojen käyttö sekä tuulen suunta ja voimakkuus. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviiden lisäksi ylipaineistamalla käytössä olevia tiloja.

Alakattotiloissa on yksittäisiä avoimia mineraalivillapintoja, joista voi irrota kuituja esimerkiksi huoltotöiden yhteydessä alakattoja auottaessa. Kaikki kuitulaskeumanäytteet alittivat toimenpiderajan. Suosittelemme seuraavassa alakattoihin liittyvässä korjauksessa joko poistamaan villajäämät tai pinnoittamaan ne esimerkiksi M1-luokitellulla maalilla kuitujen kiinnisitomiseksi.

Kattopinnoissa on paikallisia kastuneita pintamateriaaleja, jotka suositellaan käyttötiloissa uusimaan.

Seuraavan kahden vuoden käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset:

- yläpohjan ilmatiiviiden parantaminen (ontelolaatan saumat ja yläpohja-ulkoseinäliittymä sekä läpiviennit). Ensisijaisesti tiivistettäviä alueita ovat eteishalli 416, käytävä 438, porrasaula 229 (ruokasalin edusta), ruokasali 174 (alustavasti ulkoseinälinja)

- nurkistaan haljenneiden muovisten kupukattoikkunoiden vedenpitävyyden parantaminen tiivistysmassalla
- sisätiloissa vesikattovuodoissa kastuneiden pintojen korjaukset (kattokupuikkunoiden seinäpinnat käytävällä 438 ja aulassa 404), WC 491
- vesikaton kunnon seuraaminen ja mahdollisesti todettavien vuotokohtien paikkakorjaukset

Mikäli rakennuksen käyttö jatkuu seuraavan kahden vuoden käyttöjakson jälkeen, tulee vesikatto- ja yläpohjarakenteet peruskorjata.

8 Sisäilma

8.1 Kuidut, yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista

Alla nostoja aiemmin tehtyjen tutkimusten havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Inspecta Oy:n tutkimusraportissa 11.2.2019 kuitulaskeumanäytteet otettiin 10 tilasta. Kaikissa näytteissä kuituja yli toimenpiderajan ($0,2 \text{ kpl/cm}^2$).
- Ramboll Finland Oy:n seurantamittausraportissa 30.4.2021 kuitulaskeumanäytteet otettiin 10 tilasta. Sisäilman mineraalikuitujen pitoisuus alittaa mittausepävarmuus huomioiden asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvon.

8.2 Kuitulaskeuman mittau tulokset

Tilojen mineraalivillapintoja havainnoitiin aistinvaraisesti, jonka lisäksi kahdesta tilasta kerättiin kuitulaskeumanäyte kahden viikon laskeumajalta.

Tiloissa havaittiin jonkin verran mineraalivillapintaa, joista voi irrota kuituja sisäilmaan. Pääasialliset kuitulähteet ovat tilojen kattojen akustiikkalevyt, joista osa oli reunoiltaan pinnoittamattomia tai

leikkauspintoihin ei oltu tehty pölynsidontaa. Tiloissa havaittiin joitain putkieristyskiä, joiden päissä mineraalivillaeriste on avoin sisätiloihin.

Ilmanvaihtoteknisessä selvityksessä todettiin ilmanvaihtojärjestelmässä olevan vielä jonkin verran kuitulähteitä, kuten alkuperäisiä äänenvaimentimia sekä ilmanvaihtokoneiden kuitulähteitä.

Seuraavassa taulukossa on esitetty kuitulaskeumamittausten analyysitulokset. Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 5.

Taulukko 5. Koulurakennuksen kuitulaskeumanäytteiden analyysitulokset kahden viikon laskeuma-ajalla.

Tila	Näyte	Havaittu pitoisuus kuitua [kuitua/cm ²]	Keskiarvo* [kuitua/cm ²]
419 auditorio	Kuitu 1	0,07; <0,07; <0,07	0,00
421 kielistudio	Kuitu 2	<0,07; <0,07; 0,07	0,00
407 rehtori	Kuitu 3	0,07; 0,07; <0,07	0,02
410 opintotoimisto	Kuitu 4	0,07; 0,14; 0,07	0,07
182 kuraattori	Kuitu 5	<0,07; 0,14; <0,07	0,02

*analysoivan laboratorion ilmoittama keskiarvoinen havaittu pitoisuus mittauserävarmuus huomioiden

Asumisterveysperusteinen teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pölyn laskeuma-ajalla on 0,2 kuitua/cm² (STMa 545/2015, §19). Toimenpideraja ei ylittynyt missään mitatussa tilassa.

8.3 Sisäilman olosuhdemittaukset

Yleistä

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta, hiilidioksidipitoisuutta ja paine-eroa ulkovaipan yli mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon mittausjaksolla 26.5.–9.6.2023. Mittauksia tehtiin kymmenessä tilassa. Ulkoilman olosuhteita mitattiin koulu- ja työpajarakennuksen välisen katoksen alla koulurakennuksen pohjoispuolella.

Mittausajanjakson alussa tilat olivat käytössä (29.5.–2.6.2023), jonka jälkeen koulu siirtyi kesälomalle ja tiloissa oli vain rajallista käyttöä. Mittareiden sijainnit on esitetty liitteen 2 paikannuspiirustuksissa. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Lämpötila ja kosteus

Sisäilman lämpötila on yksi keskeinen viihtyvyystekijä. Korkea lämpötila aiheuttaa epämukavuutta ja lisää sairastavuutta. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin, kun lämpötila on +21...+22 °C. Yleensä sisäilman laatu koetaan heikoksi lämpötilan noustessa yli +22 °C. Korkea lämpötila, ilmankosteus sekä auringonsäteily lisäävät materiaalien pinnoilta haihtuvien yhdisteiden määrää ja siten osaltaan hajuhaittoja. Alhainen lämpötila taas voi olla epämukavuustekijä käyttäjille aiheuttaen mm. vedon tunnetta.

Tulosten tulkinnessa käytetään pääasiassa STMa 545/2015, asumisterveysasetusta (opetustilat). Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylittymisenä lämmityskauden ulkopuolella pidetään +20...+32 °C (ja lämmityskaudella +20...+26 °C) ulkopuolisia lämpötiloja.

Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan sisäilman lämpötilan tavoitearvo lämmityskaudella on +21 °C. Työsuojeluhallinnon ohjeiden mukaan kevyessä istumatyössä lämpötilasuositus on +21...+25 °C.

Sisäilman suhteellisen kosteuspitoisuuden suosituksena pidetään noin 20...60 %RH. Tämän saavuttaminen ei ole aina mahdollista, sillä sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan, kun rakennuksessa ei ole kostutusta. Talvella sisäilman

suhteellinen kosteus on Suomessa alhainen, mikä kuivattaa limakalvoja ja voi aiheuttaa ärsytysoireita.

Sisäilman lämpötilaa ja kosteutta mitattiin seitsemässä tilassa. Sisäilman lämpötila vaihteli mittausjakson aikana tiloittain seuraavasti:

- TP96, 1. krs, kuraattori 182 välillä +19,4...+21,0 °C
- TP97, 1. krs, luokka 277 välillä +20,7...+26,8 °C
- TP99, 1. krs, kahvio (eteläpäädyssä) välillä +21,5...+30,0 °C
- TP84, 1. krs, luokka 266 välillä +20,5...+22,6 °C
- TP85, 2. krs, rehtori 407 välillä +20,8...+23,5 °C
- TP83, 2. krs, opintotoimisto 410 välillä +21,5...+24,9 °C
- TP98, 2. krs, luokka 476 välillä +22,0...+24,5 °C
- TP92, 2. krs, luokka 463 välillä +21,5...+24,9 °C

Ulkoilman lämpötila oli mittausjaksolla +6,5...19,8 °C.

Sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana välillä 16,4...47,1 %RH ja ulkoilman välillä 25,3...81,9 %RH.

Sisäilman kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,7...9,2 g/m³ ja ulkoilman vaihteli välillä 3,3...9,7 g/m³.

Luokassa 476 kosteuslisä nousi aina yöaikaan ja kosteuspitoisuus oli suurimmillaan miltei 4,0 g/m³ suurempaa kuin ulkoilman. Päiväaikaan kosteuslisä tippui hetkellisesti lähelle ulkoilman kosteustasoa.

Mahdollisesti tilan kosteustuoton aiheuttaa viemärin aukinainen liitos yhdessä ilmanvaihdon kanssa. Myös luokassa 266 kosteuslisä nousi yöaikaan, mutta maltillisemmin, ollen suurimmillaan noin 2,5 g/m³, ja tippui päiväsaikaan.

Muiden tilojen sisäilman kosteuspitoisuus vaihteli suhteessa ulkoilman kosteuspitoisuuteen ja muiden tilojen kosteuslisä vaihteli pääosin noin välillä 0,0...1,5 g/m³.

Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa rakennuksen käyttötilojen ilmanvaihdon riittävyyttä käyttäjien määrään nähden. Korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa tiloissa oleskeleville yleisesti väsymystä ja mm. päänsärkyä. Lisäksi korkea hiilidioksidipitoisuus kuvaa hyvin myös muiden ihmisperäisten päästöjen määrää ja tällöin sisäilma koetaan raskaaksi ja tunkkaiseksi.

Asumisterveysperusteinen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus, joka on noin 400 ppm, eli käytännössä noin 1550 ppm (STMa 545/2015).

Hiilidioksidipitoisuus mitattiin samoissa seitsemässä tilassa kuin lämpötilaa ja kosteutta. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli mittausjakson aikana tiloittain seuraavasti:

- CO2_26, 1. krs, kuraattori 182 välillä 443...873 ppm
- CO2_21, 1. krs, luokka 277 välillä 452...1144 ppm
- CO2_22, 1. krs, kahvio (eteläpäädyssä) välillä 389...938 ppm
- CO2_18, 1. krs, luokka 266 välillä 391...836 ppm
- CO2_20, 2. krs, rehtori 407 välillä 384...604 ppm
- CO2_3, 2. krs, opintotoimisto 410 välillä 377...606 ppm
- CO2_19, 2. krs, luokka 476 välillä 330...396 ppm
- CO2_17, 2. krs, luokka 463 välillä 370...447 ppm

Tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toimenpiderajan 1550 ppm koko mittausjakson aikana. Mittaustuloksissa oli havaittavissa tilojen käyttöajat.

Tiloissa on mittaustulosten ja käyttäjien ilmoittamien henkilömäärien perusteella ollut vähäistä käyttöä mittauksen aikana. Hiilidioksidipitoisuus saattaa nousta mittaustuloksia korkeammalle tasolle, kun tilojen käyttäjämäärät ovat normaalilla tasolla.

Luokan 277 suurin hiilidioksidipitoisuus 1144 ppm mitattiin, kun tilassa oli 15 henkilöä kahden tunnin ajan, jolloin tilan ovi oli auki käytävää.

Painesuhteet

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

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin yhdeksässä tilassa rakennuksen molemmissa kerroksissa.

Paine-ero vaihteli mittausjakson aikana tiloittain seuraavasti:

- Pa38, 1. krs, pohjoissivu, kuraattori 182 välillä -6,1...+10,8 Pa
- Pa14, 1. krs, pohjoissivu, ruokasali 174 välillä -17,1...+5,3 Pa
- Pa16, 1. krs, itäsivu, luokka 277 välillä -7,3...+1,8 Pa
- Pa15, 1. krs, länsisivu, eteläpäädyn kahvio välillä -13,9...+8,4 Pa
- Pa35, 1. krs, länsisivu, luokka 266 välillä -15,9...+0,6 Pa
- Pa40, 2. krs, itäsivu, opintotoimisto 410 välillä -7,6...+10,4 Pa
- Pa37, 2. krs, itäsivu, luokka 476 välillä -13,1...+13,5 Pa
- Pa32, 2. krs, länsisivu, luokka 463 välillä -16,3...+2,9 Pa
- Pa39, 2. krs, pohjoissivu, eteishalli 416 välillä -9,6...+8,4 Pa

Useimmat tilat olivat pääosan ajasta alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Vain kuraattorintila 182 oli pääosin ylipaineinen, mutta myös tämä tila muuttui usein alipaineiseksi mittausjaksolla. Eteishalli 416 ja opintotoimisto 410 olivat vain vähän alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Paine-erojen suurimmat muutokset sijoittuivat päiväsaikaan, ja ne ovat todennäköisesti tuulen aiheuttamia.

Mittausten perusteella huonetilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden olivat alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan 15 Pa paine-eron lukuun ottamatta hetkellistä tuulen aiheuttamaa alipaineipiikkejä.

Tarkastelujakson aikana tuuli oli ajoittain voimakasta. Tuulennopeus vaihteli välillä 0,4...13,2 m/s. Puuskanopeus ajanjaksolla oli 0,7...17,8 m/s. Tuulenpaineen vaikutus on selvästi havaittavissa paine-erossa ulkovaipan yli, jolloin tilojen paine-erossa nähdään suuria piikkejä ylipaineisuuden ja alipaineisuuden välillä.

8.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kuidut

Tiloissa havaittiin jonkin verran kuitulähteitä. Ilmanvaihtoteknisessä selvityksessä todettiin myös jonkin verran kuitulähteitä ilmanvaihtojärjestelmässä. Kuitulähteiden määrä on suhteessa rajallinen ja rakennuksen viidessä kuitulaskeumanäytteessä todettiin vähäisiä määriä kuituja tai niissä ei todettu kuituja ollenkaan. Myöskään vuonna 2022 tehdyssä mittauksessa ei todettu kuituja. Kuitujen vaikutus sisäilman laatuun on arviolta vähäinen eivätkä ne vaadi kiireellisiä toimenpiteitä. Jos rakennuksen käyttöä jatketaan, suosittelemme kaikkien kuitupintojen pinnoittamista tai poistamista ja tilojen puhdistusta kuitukorjausten jälkeen.

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- Kaikkien kuitulähteiden systemaattinen pinnoitus/poistaminen ja rakennuksen kokonaisvaltainen siivous irronneiden kuitujen puhdistamiseksi

Edellä suositellut käytön mahdollisen jatkon toimenpiteet täydentävät aiempien tutkimusten toimenpide-ehdotuksia.

Lämpötila ja kosteus

Jatkuvatoimisten seurantamittausten perusteella sisälämpötilat olivat mittausajanjaksolla yleisesti korkeat miltei kaikissa tiloissa vaikka ulkolämpötila pysyi pääosin alle 20 °C. Vain kuraattorin tilassa 182 ja luokassa 266 lämpötila pysyi miltei koko mittauksen ajan matalana. Rehtorin tilassa 407, opintotoimistossa 410 ja luokassa 277 lämpötila

nousi päivän aikana todennäköisesti auringon vaikutuksesta, ja laski taas yöllä. Luokissa 463 ja 476 lämpötila pysyi varsin tasaisesti hieman korkeana päivän ja yön läpi. Eteläpäädyn kahviossa lämpötila oli korkea miltei koko mittausjakson ja se nousi aina öisin päivälämpötilaa korkeammaksi. Eteläpäädyn kahvion ja luokkien 463 ja 476 lämpötilan nouseminen tai pysyminen tasaisena yön läpi viittaisi siihen, että ilmanvaihto ei viilennä näitä tiloja yöaikaan muiden tilojen tapaan. Tilojen lämpötila ei ylitä asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja, mutta käyttömukavuuden parantamiseksi tilojen ilmanvaihtoa suositellaan säätämään (mikäli mahdollista) siten, että lämpötilat tiloissa pysyvät matalampina, mahdollisimman lähellä +21...+22 °C.

Sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus pysyi suositusten mukaisena pääosan ajasta suurimmassa osassa tiloista. Vain eteläpäädyn kahviossa suhteellinen kosteus alitti useamman kerran 20 %RH tason ollen matalimmillaan 16,4 %RH. Alitus on pienehkö ja tapahtui vain ajoittain eikä vaadi jatkotoimenpiteitä.

Useimpien mitattujen tilojen sisäilman kosteuspitoisuus muuttui suhteessa ulkoilmaan ja kosteuslisää (tilojen käytöstä aiheutuvaa kosteutta) oli vähäisesti. Luokassa 476 kosteuslisä nousi kuitenkin yöaikaan ja oli muita tilojen huomattavasti suurempaa. Päiväaikaan kosteuslisä tippui lähelle ulkoilman kosteustasoa. Myös luokassa 266 kosteuslisä nousi yöaikaan, mutta maltillisemmin, ja tippui päiväsaikaan. Kosteuslisän jyrkkä nousu yöaikaan viittaa siihen, että tilojen ilmanvaihto ei ole ollenkaan päällä yöaikaan, tai se ei ole riittävä poistamaan tilan kosteutta. Tiloissa ei ole käyttöä tällöin, joten ilmanvaihdon määrä ei ole riittävä poistamaan tilan kosteutta sen yösäädöillä. Luokkatilojen ilmanvaihtoa suositellaan tehostamaan yöaikaan, jotta kosteuslisä saadaan pidettyä maltillisena.

Hiilidioksidipitoisuus

Mittaustulosten perusteella hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toimenpideraja-arvon 1550 ppm. Tiloissa on mittaustulosten ja käyttäjien

ilmoittamien henkilömäärien perusteella ollut vähäistä käyttöä mittauksen aikana. Hiilidioksidipitoisuus saattaa nousta mittaustuloksia korkeammalle tasolle, kun tilojen käyttäjämäärät ovat normaalilla tasolla.

Hiilidioksidipitoisuudessa on selvästi nähtävissä tilojen käyttöaikoja.

Kahviossa keskimääräinen käyttäjien ilmoittama henkilömäärä oli hyvin vähäinen, 1–2 henkilöä kokoaikaisesti, mutta hiilidioksidipitoisuus nousi mittauksissa määrään nähden varsin korkealle. Pitoisuus pysyi tyydyttävällä tasolla, mutta tämän nouseminen vähäisellä käytöllä yhdistettynä tilojen korkeaan lämpötilaan viittaisi siihen, että tilojen ilmanvaihto ei ole riittävää.

Paine-ero

Koulurakennuksen sisätilat ovat pääasiassa alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Vain kuraattorin tila 183 on pääosin ylipaineinen, mutta myös tämän painesuhde muuttuu alipaineiseksi päivittäin. Mittausten perusteella huonetilojen painesuhteissa tapahtuu hetkellistä tuulen aiheuttamia alipaineisuuspiikkejä, joissa asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo 15 Pa ylittyy.

Alipaineisiin sisätiloihin siirtyy ilmapvirtausten mukana epäpuhtauksia rakenteista ja ulkoilmasta heikentäen sisäilman laatua. Koska ulkoseinien kosteusrasitettuihin alaosiin tehdyissä rakenneavauksissa ulkoseinistä on havaittu mikrobiperäistä hajua, on todennäköistä, että rakenteiden epäpuhtauksia siirtyy sisäilmaan ilmapvirtausten mukana, joka vaikuttaa sisäilman laatuun tätä heikentäen. Myös yläpohjan maakellarinhaju kulkeutuu alipaineessa muutamiin käyttötiloihin. Suosittelemme käyttötilojen ulkoseinien ja yläpohjan liittymien ja epätiiveyskohtien tiivistämistä alapohjien, ulkoseinien ja yläpohjan toimenpide-ehdotusten mukaisessa laajuudessa. Tiiviimmässä rakennuksessa painesuhteiden hallinta on todennäköisesti helpompaa, kuin nykyhetkessä. Painesuhteita voidaan hallita myös säätämällä ilmanvaihtojärjestelmää sekä ilmamääriä.

9 Ilmanvaihto

9.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmä on pääasiassa alkuperäinen vuodelta 1984. Ilmanvaihtoa ohjataan rakennusautomaation avulla. Ilmanvaihdon ohjaustavat eivät ole kaikilta osin tiedossa, mutta saatujen lähtötietojen mukaan osa ilmanvaihtokoneista on muutettu tarveohjatuksi (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden ja/tai -lämpötilan perusteella) ja ne on varustettu osittain kiertoilmatoiminnoilla. Liikuntahallin IV-koneeseen 06 on asennettu jälkikäteen kostutin.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmään liittyvät iv-kojeet on esitetty seuraavassa taulukossa (koneet, jotka havaittiin kenttätutkimuksissa ja lähtötiedoissa).

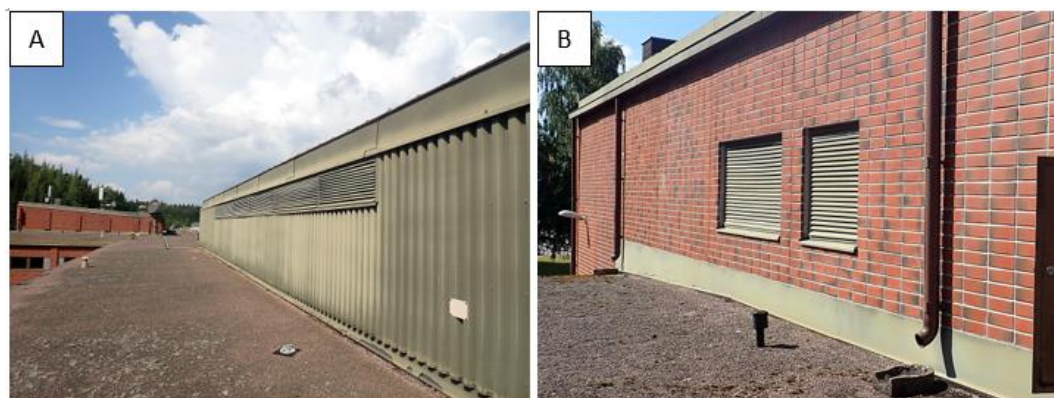
Taulukko 6. Ilmanvaihtokojeluettelo. Taulukossa on esitetty iv-kojeen palvelualue sekä konekilvessä esitetty ilmamäärä.

IV-kone	Palvelualue	Ilmavirta (l/s)
03TF01	Koulun keittiö/ruokasali	3616
03PF01	Koulun keittiö/ruokasali	3616
04TF01	Fys. tilat / toimistot (pohjoispääty)	1661
04PF01	Fys. tilat / toimistot	1173
04PF02	Wc:t ja suihkut	208
05TF01	Auditorio	1000
05PF01	Auditorio	1000
06TF01	Voimistelusal	4320
06PF01	Voimistelusal	4320
07TF01	Pukuhuoneet	585
07PF01	Pukuhuoneet	415
07PF02	WC:t ja suihkut	170
08TF01	Opetuskeittiöt (itäpuoli)	5540
08PF01	Opetuskeittiöt	5540
08PF02	Keittiö	1300

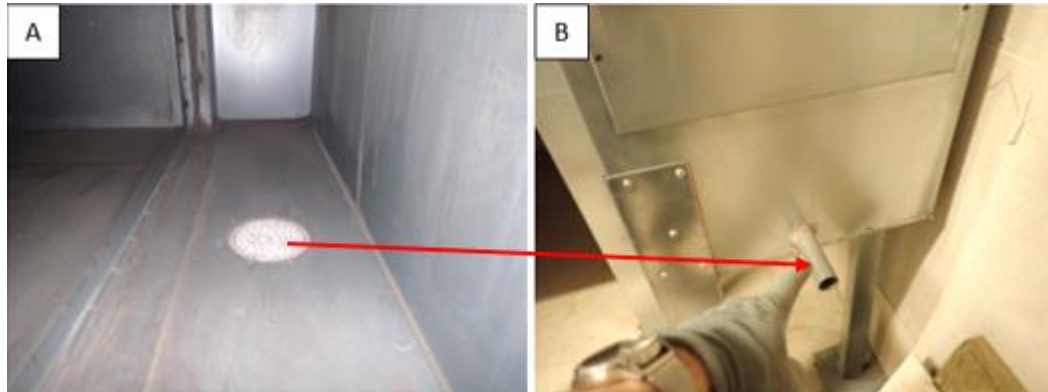
IV-kone	Palvelualue	Ilmavirta (l/s)
09TF01	Luokat	6211
09PF01	Luokat	5140
09PF02	WC:t ja suihkut	285
09PF03	WC:t ja suihkut	244
09PF04	Vetokaappi	140
09PF05	Vetokaappi (purettu)	140
09PF06	Vetokaappi (purettu)	140
09PF08	Pimiö	246
10PF01	Autotalli	127
11TF01	1.kerros ja konditoriotilat	ei tiedossa
11PF01	1.kerros ja konditoriotilat	ei tiedossa

9.1.1 Ulkoilmanotto ja ulospuhallus

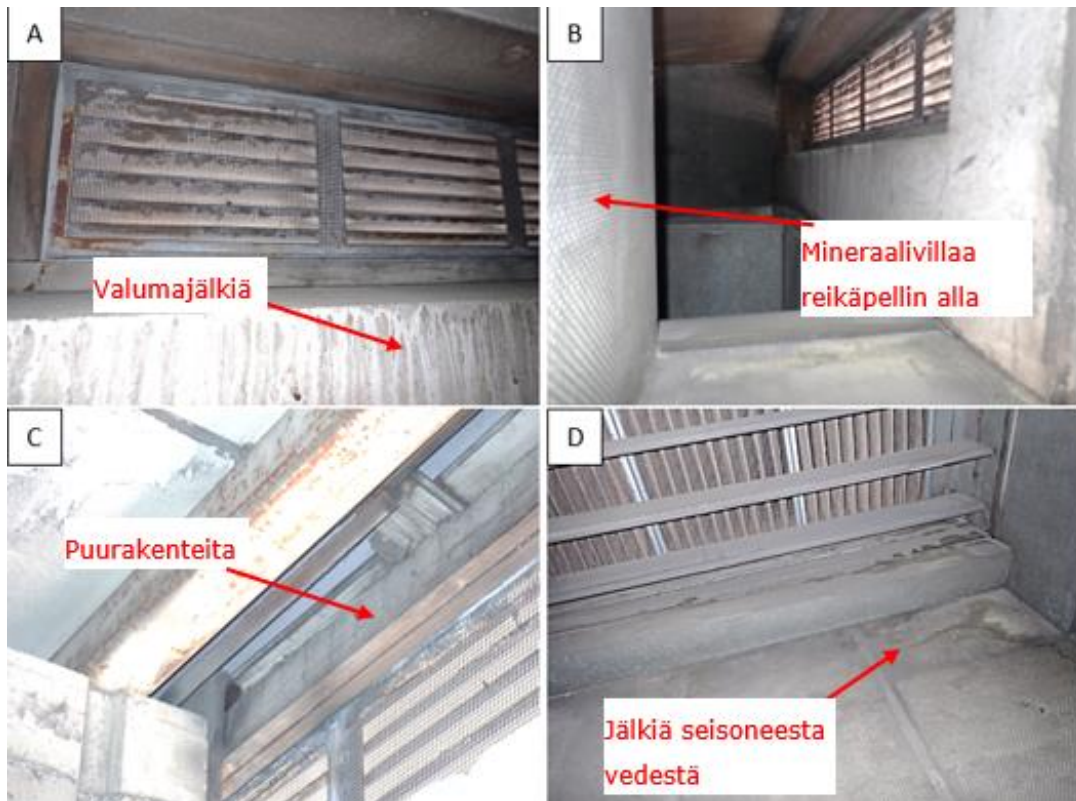
Ulkoilmanotot ovat harvalamellisia säleikköjä ja ulospuhallukset on toteutettu vesikatolle sijoitetuilla ulospuhalluslaitteilla. Ulkoilmakammiot on ainakin osin äänieristetty suojaamattomalla mineraalivillalla, mutta paikoin sen päällä havaittiin olevan suojaava, mutta hapristunut lasikuitukangas. Ulkoilmakammioita ei ole varustettu viemäröinneillä ja niissä havaittiin runsaasti jälkiä seisoneesta vedestä. Ilmanotoista ja ulospuhalluksista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa



Kuva 39a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden ulkoilmasäleiköistä. Säleiköt ovat harvalamellisia metallisäleikköjä ja osin lähellä vesikattoa (oikeanpuoleinen kuva).

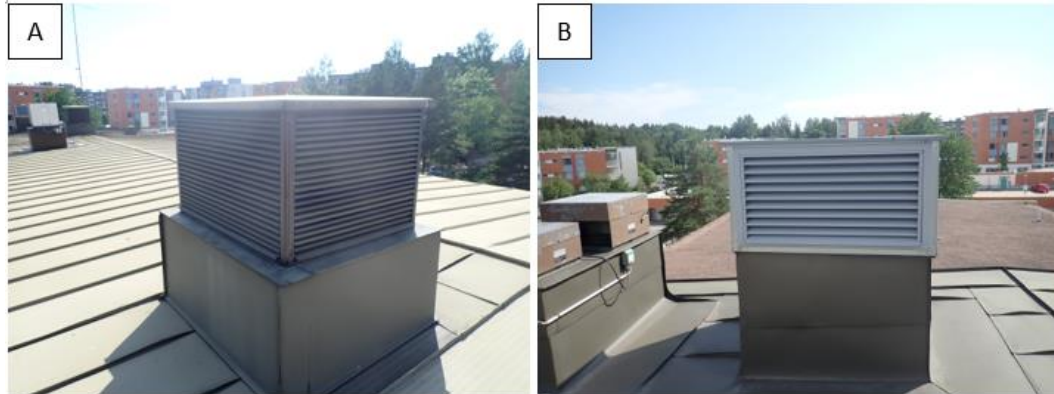


Kuva 40a ja b. Iv-koneen 11TF ulkoilmakammio on varustettu viemäröinnillä, mutta sen juoksuputkea ei ole varustettu vesilukolla, eikä viemäriä ole johdettu lattiakaivoon (vesi valuu konehuoneen lattialle ja se toimii myös ilmareittinä tuloilmakoneelle).



Kuva 41a...d. Yleiskuvat iv-koneiden ulkoilmanotoista. Kammioissa olevien jälkien perusteella vesi ja tuiskulummi pääsevät kammioihin ja iv-koneiden suodattimille. Kammioiden äänenvaimennusmateriaali on suojaamaton mineraalivilla tai sen päällä paikoin oleva suojakangas on hyvin

hapristunut. Kammioissa ei ole viemärointiä ja näkyvillä on puurakenteita sekä aistinvaraisesti poikkeavia hajuja (vesi pääsee kammioiden tiivistämättömistä saumoista mineraalivillaeristeisiin ja edelleen lattioille).



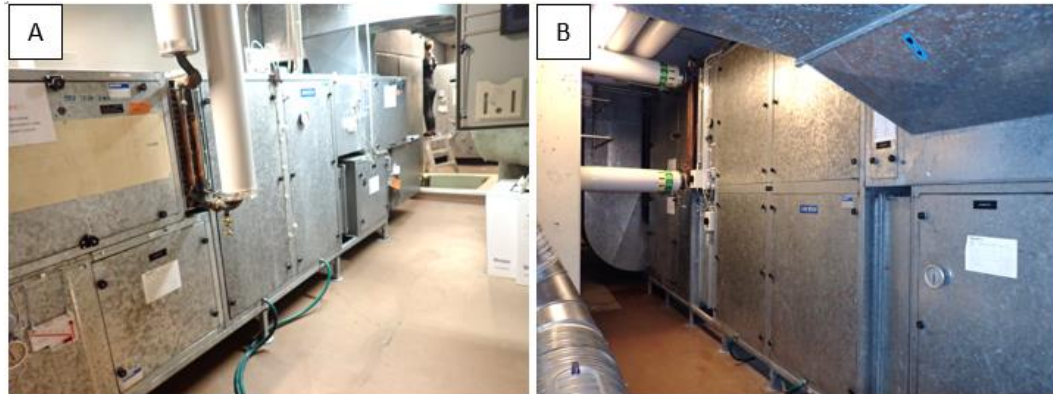
Kuva 42a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden ulospuhalluslaitteista.

9.2 Ilmanvaihtokoneet

IV-koneet ja huippuimurit ovat alkuperäisiä, 1980-luvun alkupuolella asennettuja, pois lukien iv-kone 11, joka on vuodelta 1997.

Ilmanvaihtokoneiden tulo- ja poistoilmapuhaltimet on pääosin uusittu suoravetoisiksi taajuusmuuttajaohjatuiksi puhaltimiksi vuonna 2017.

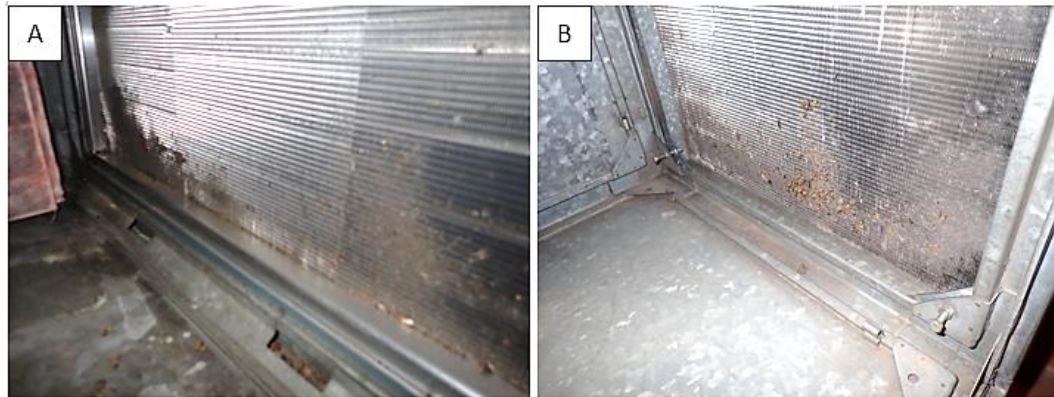
Rakennusta palvelevat ilmanvaihtokoneet tarkastettiin silmämääräisesti huolto- ja puhdistusluukkujen kautta. Ilmanvaihtokoneista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 43a ja b. Yleiskuvat alkuperäisistä ilmanvaihtokoneista. Ilmanvaihtokoneiden runko-osissa havaittiin paikoin ilmavuotoja (saumakohdat, huoltoluukut ja läpiviennit).



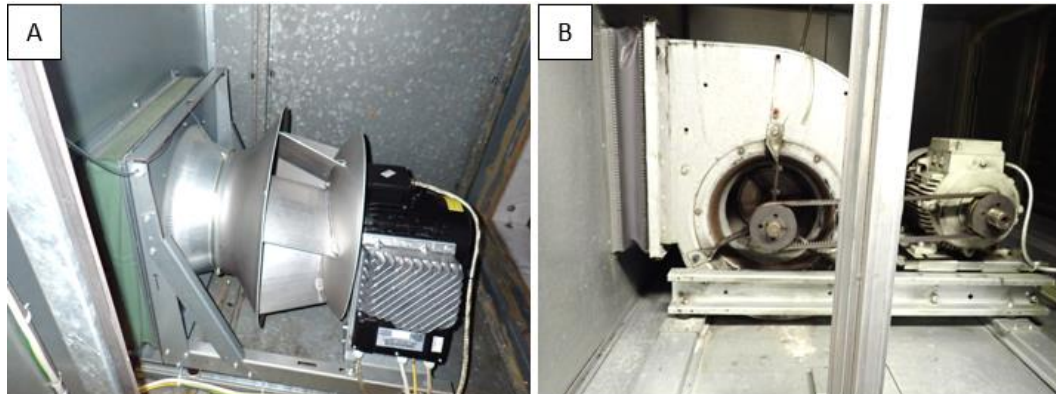
Kuva 44a ja b. Yleiskuva iv-koneiden tuloilmasuodatinkammioista. Suodatinrungot ovat osin epätiivittä ja silmämääräisesti arvioiden niiden ohi pääsee likaa koneen sisäosiin. Kammioiden pohjilla on jälkiä seisoneesta vedestä. Tuloilmasuodattimien suodatinluokka on yleisesti ePM1 65 % (F7). Huoltomerkintöjen mukaan suodattimia on vaihdettu 1–2 krt/vuosi.



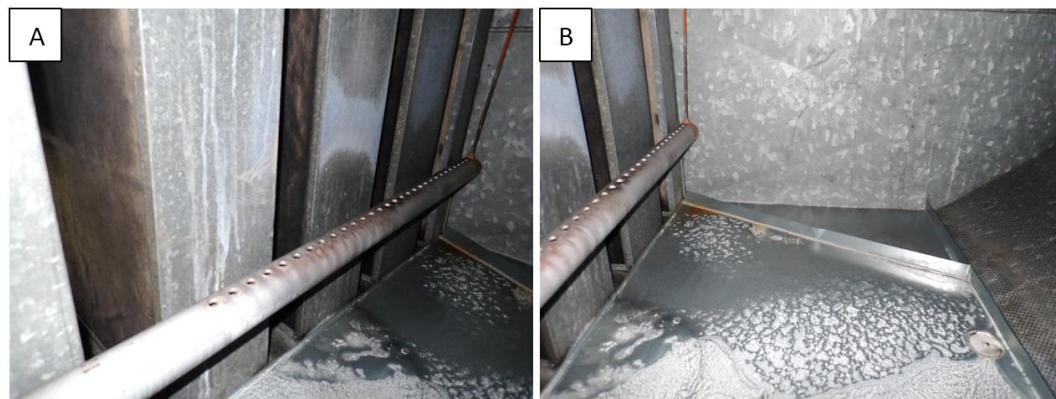
Kuva 45a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden pattereista. Patterit ja kammiot ovat likaisia ja niissä on paikoin runsaasti myös hyönteisiä.



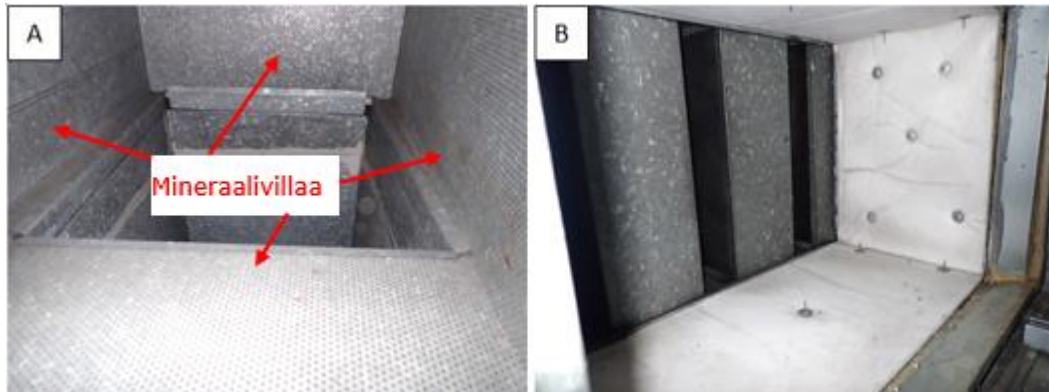
Kuva 46a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden lto-osista (vastavirtakenno). Kammioiden pohjilla on jälkiä seisoneesta vedestä ja lisäksi paikoin korroosiota. Osa pohjista on mahdollisesti käsitelty/pinnoitettu mustalla aineella (oikeapuoleinen kuva). Mahdollisesta pinnoitteesta ei havaittu hajua.



Kuva 47a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden puhallinkammioista. Puhaltimet on saneerattu pääosin suoravetoisiksi (vasemmanpuoleinen kuva), pois lukien iv-koneiden 03 poistoilmapuhallin ja 07 tuloilmapuhallin, jotka ovat edelleen hihnavetoisia (oikeanpuoleinen kuva). Tulo- ja poistoilmakoneiden puhallinkammiot olivat hieman likaisia.

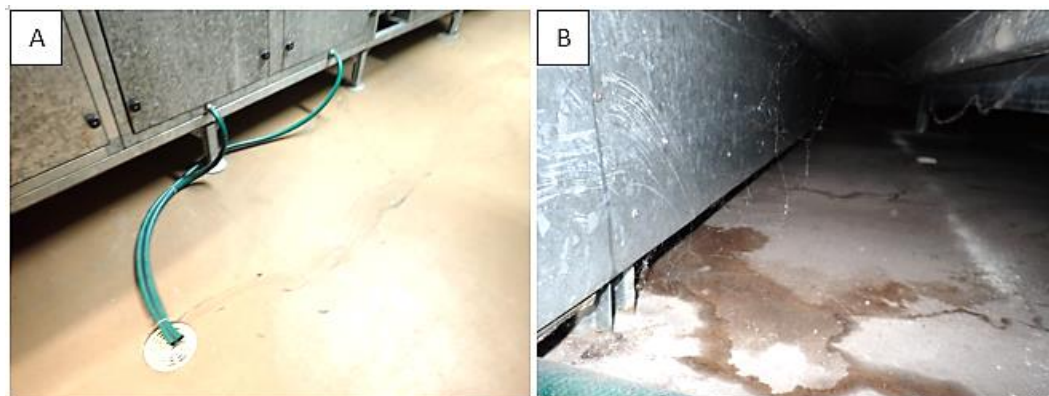


Kuva 48a ja b. Yleiskuva liikuntahallia palvelevan iv-koneen kostuttimen toteutuksesta.

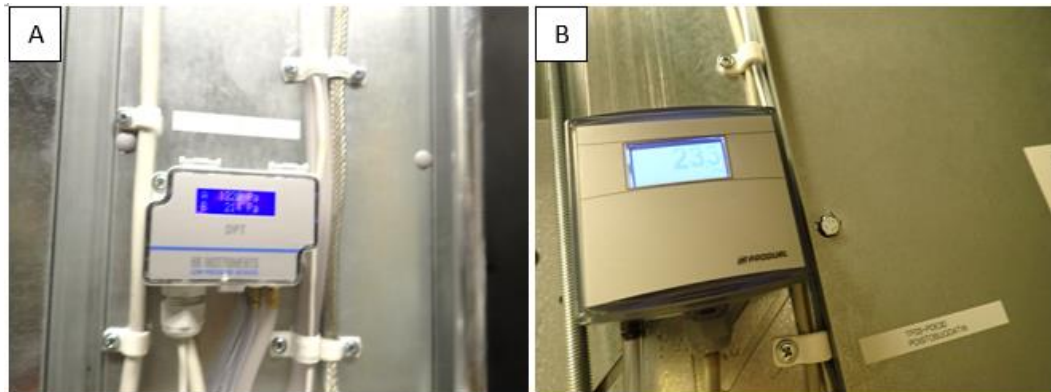


Kuva 49a ja b. Yleiskuvat tuloilmakammioista (vasemmanpuoleinen kuva) ja äänenvaimenninkammioista (oikeanpuoleinen kuva).

Tuloilmakammioissa on äänenvaimennusmateriaalina suojaamaton mineraalivillaa (tai sen päällä paikoin oleva lasikuitukangas on pahoin hapristunut). Äänenvaimentimia on suojattu lasikuitukankaalla, mutta se on paikoin hieman repeytynyt. ÄV-kammioiden äänenvaimennuseristeet on poistettu tai vaihdettu polyesterikuitumateriaaliin (oikeanpuoleinen kuva).



Kuva 50a ja b. Iv-koneilla ei ole asianmukaista viemärointiä. Viemärointi on toteutettu vesilukottomalla puutarhaletkulla tai viemärointiä ei ole asennettu ollenkaan ja vedet johdetaan suoraan lattiapinnoilla (oikeanpuoleinen kuva).



Kuva 51a ja b. Yleiskuvat iv-koneiden mittausantureista. Anturit on silmämääräisesti arvioiden pääosin uusittu (uudehkoja), mutta osa toimilaitteista (esim. peltimoottorit ja kiertovesipumpput) ovat edelleen alkuperäisiä ja/tai ikääntyneitä.

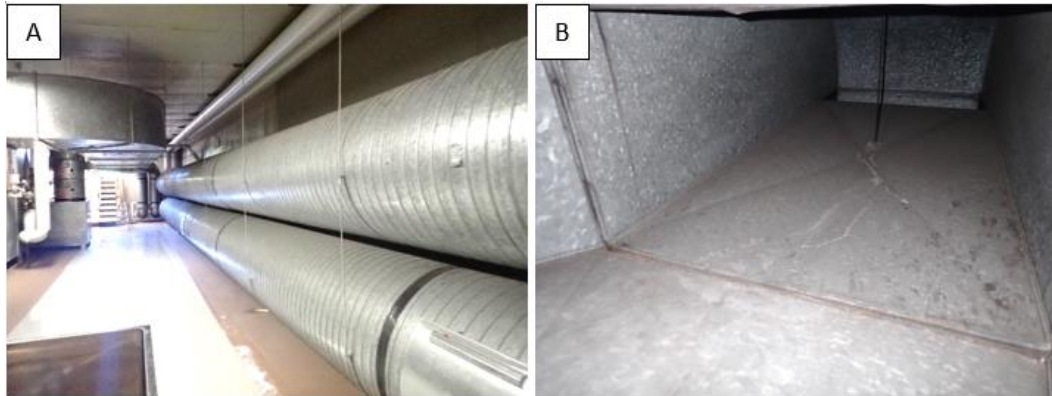


Kuva 52. Yleiskuva huippuimureista. Vesikatolla sijaitsevat poistoilmahuuhtimet ovat alkuperäisiä ja aistinvaraisesti arvioiden toimintakuntoisia. Osa puhaltimista on oletettavasti poistettu käytöstä (sähkönsyöttöjohto katkaistu).

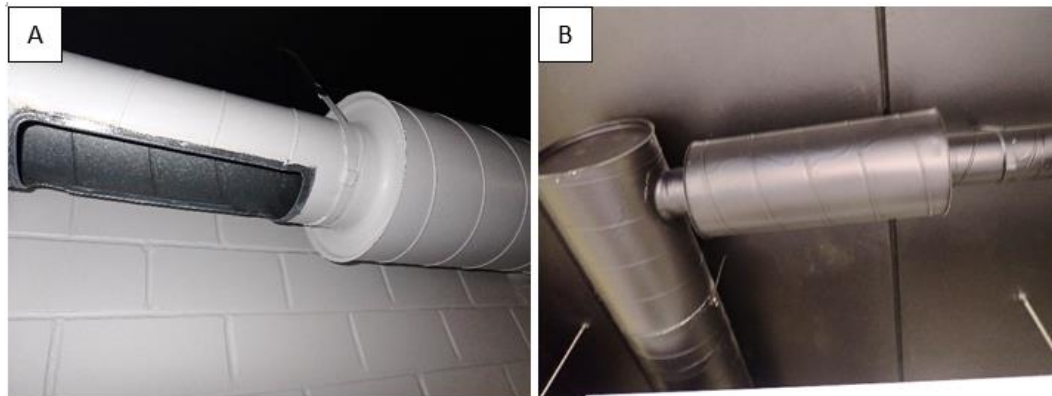
9.3 Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin pyöreää kierresaumakanavaa tai kantikkaan muotoista metallikanavaa. Silmämääräisesti arvioidet kanavat ovat pääosin alkuperäisiä ja vähäisesti paikoin uusittu tilamuutosten yhteydessä. Ilmanvaihtokanavissa on sekä alkuperäisiä että paikoin uudempia äänenvaimentimia sekä ilmamääräsäätimiä. Alkuperäisten

äänenvaimentimien äänenvaimennusmateriaali on suojaamaton mineraalivilla. Auditorion ilmanjako tapahtuu rakenneaineisen kanaviston kautta. Ilmanvaihtokanavistosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



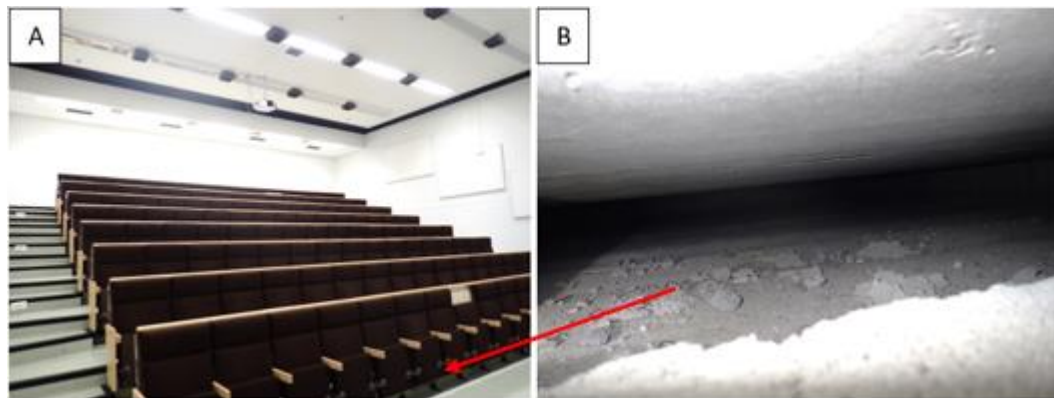
Kuva 53a ja b. Yleiskuvat iv-konehuoneessa sijaitsevista tulo- ja poistoilmakanavista. Pyöreissä kanavissa ei aistinvaraisesti havaittu ilmavuotoa, mutta kantikkaan muotoisissa kanavissa havaittiin paikoin selkeää ilmavuotoa liitos- ja saumakohdissa.



Kuva 54a ja b. Yleiskuvat tulo- ja poistoilmakanavistojen äänenvaimentimista. Kanavistoissa on äänenvaimentimia, joiden äänenvaimennusmateriaalina on suojaamaton mineraalivilla (tai sen päällä on hapristunut lasikuitukangas). Kanavistoissa on myös rakennusvuodelta peräisin olevia ilmavirran käsisäätöpeltejä ja PRA virtaussäätimiä sekä paikoin myös uudempia virtaussäätimiä.

9.4 Päätelaitteet ja ilmanjako

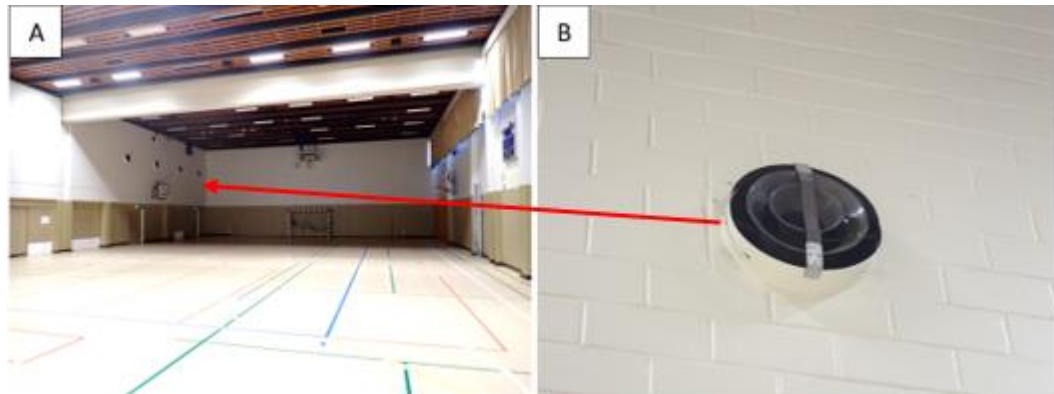
Opetustiloissa on sekoittava ilmanjakotapa. Tuloilmapäätelaitteet ovat pääosin seinäasenteisia säleikköjä ja vähäisiltä osin hajottajia tai venttiileitä. Poistoilmapäätelaitteet ovat säleikköjä tai kartiomallisia venttiileitä. Päätelaitteista ja ilmanjaosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 55a ja b. Yleiskuvat auditorion tuloilmanjaosta. Ilmajakotapa on syrjäyttävä. Tuloilma jaetaan tilaan penkkien alaosassa sijaitsevien aukkojen (säleikkö) ja rakenneaineisen kanavan kautta.

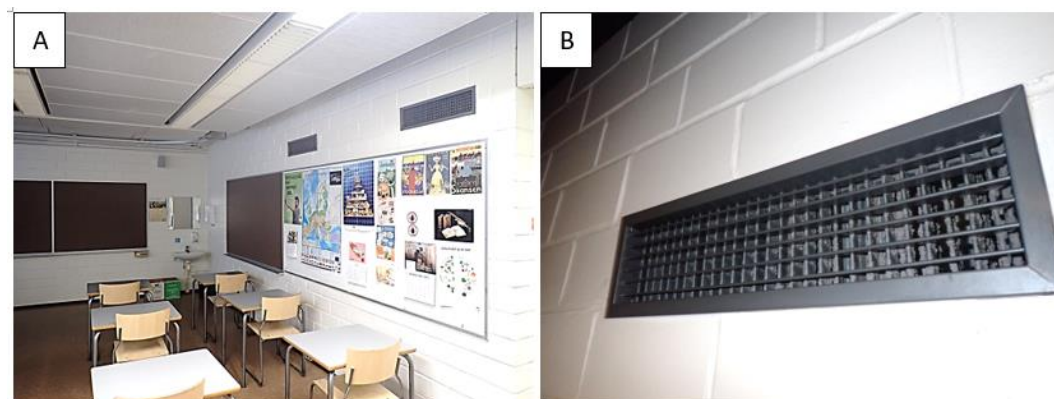


Kuva 56a ja b. Yleiskuvat uudemmissa tuloilmapäätelaitteista.



Kuva 57a ja b. Yleiskuvat liikuntahallin tuloilmajaosta.

Tuloilmapäätelaitteet on sijoitettu seinäpintaan ja niiden ilma-asetus on leveä, kun se tilan muodon kannalta olisi hyvä olla kapea.



Kuva 58a ja b. Yleiskuvat 277 opetustilan päätelaitteista ja ilmanjaosta.

Tulo- ja poistoilmapäätelaitteet ovat alkuperäisiä säleikköjä ja ne sijaitsevat pääosin opetustilojen seinäpinnoilla. Säleikköjä ei ole varustettu ilmavirran mittaus- ja säätöosalla ja niiden säätäminen tapahtuu säleikön takana olevasta kuristusosasta tai kanavassa sijaitsevasta PRA virtaussäätimestä. Säleiköissä on ilmavirran suuntausmahdollisuus (säleikön rivojen asentojen muuttaminen muuttaa ilmavirran suuntaa).



Kuva 59a ja . Luokkatilassa 282 on tulo- ja poistoilmasäleiköt sijoitettu katon akustiikkalevyn tasolle (akustiikkalevyt ovat laskettu alas valaisimien tasolle). Tuloilma virtaa akustiikkalevyjen yläpuolella olevaan tilaan ja tarkasteluhetkellä siinä ei ollut virtausta (tilassa ei ollut tuloilmaa). Syytä ei tarkemmin selvitetty, mutta aluetta palveleva iv-kone oli käynnissä tarkasteluhetkellä.



Kuva 60. Yleiskuvat toimistohuoneen (407) ilmajaosta. Tulo- ja poistoilmasäleiköt sijaitsevat kaukana työskentelypisteestä (valokuva on otettu työpisteeltä). Merkkisavutestien perusteella tuloilma saavuttaa noin tilan puolivälin, jonka jälkeen sen teho heikkenee merkittävästi. Tuloilman puhallukseen on mahdollista vaikuttaa muuttamalla säleikön ripojen asentoja.

9.5 Ilmamäärät

Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät määritettiin huppumittauksella paine-eroon perustuvalla mittauksella päätelaitteilta ja/tai kuumalankamittauksella iv-kanavista. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärät määritettiin kuumalankamittauksilla iv-konehuoneissa sijaitsevista iv-kanavista. Tilakohtaiset käyttäjämäärät eivät ole tiedossa.

Ilmamäärämittausten mittaustulokset on esitetty tiivistetysti seuraavassa taulukossa. Tarkemmat mittaustiedot ja arvot on esitetty liitteenä 8 olevassa mittauspöytäkirjassa. Toimitetut ilmanvaihtosuunnitelmat olivat osin puutteellisia, eikä kaikkia suunniteltuja ilmamääriä ole tiedossa.

Taulukko 7. Ilmamäärien mittaustulokset 6/2023 tiivistetysti. Ero % kuvaa mitatun ilmamäärän eroa suunniteltuun ilmamäärään. Auditorion tuloilmamäärää ei mitattu mittausepävarmuuden takia.

MITTAUSPAIKKA	TULOILMA (l/s)			POISTOILMA (l/s)		
	Suunniteltu	Mitattu	ERO (%)	Suunniteltu	Mitattu	ERO (%)
277 Opetustila	115	51	-56	105	25	-76
282 Opetustila	115	0	-100	105	25	-76
407 Toimisto	42	25	-40	42	20	-52
410b-e Toimisto	Ei tiedossa	88		Ei tiedossa	48	
457 Opetustila	210	89	-58	198	147	-26
178 Terv. hoitaja	Ei tiedossa	6		Ei tiedossa	0	
IV-koneet						
03 TK Ruok./Keittiö	3616	3067	-15	3616	2130	-41
04 TK Toimistot	1661	1165	-30	1173	1290	+10
05 TK Auditorio*	Ei mitattu	100		340	1000	-66
06 TK Liik.	4320	3440	-20	4320	3700	-14
07 TK Pukuh./Tsto	585	300	-49	415	81	-80
08 TK Opetus keit.	5540	2540	-59	5540	3430	-38
09 TK Luokat	6211	2540	-59	5140	3955	-23
11 TK	1900	1990	+5	1900	2100	+11

* Mitattu osateholla

9.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanotot

Tehtyjen havaintojen perusteella vesi- ja tuiskulumi pääsevät kulkeutumaan ulkoilmakammioon ja siitä edelleen iv-koneiden suodattimille. Ulkoilmakammiossa ei ole viemäröintejä, jonka takia vesi ja lumi jäävät niihin seisomaan sekä sulamaan vedeksi. Vesi kulkeutuu kammioista rakenteisiin mahdollisesti vaurioittaen niitä. Suosittelemme harkinnanvaraisesti varustamaan ilmanoton lumisäleiköillä ja/tai suojalla sekä selvittämään tarvittaessa tarkemmin ilmanottojen mahdollisia vaurioita (mm. kammioiden pelti-mineraalivillarakenteet).

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Koneissa havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat toiminnallisuuteen, energiankulutukseen ja edelleen mahdollisesti sisäilman laatuun, heikentäen sitä. Koneissa havaittiin yleisesti seuraavia puutteita: lumen pääsy suodattimille, suodatinrungon osittainen epätiivelys, patterin likaantuminen, lämmöntalteenoton mahdollinen ohjelmallinen toimimattomuus, koneen eri osien ja läpivientien tiiveyspuutteet, mineraalivillakuidut ja viemäröintien puuttuminen. Ikääntymisen ja havaittujen puutteiden takia niiden laaja huoltokorjaus ei ole suositeltu toimenpide, mutta paikallisilla korjauksilla on ne mahdollista pitää toimintakuntoisina. Ikääntymisen takia on niiden huoltotarve myös normaalia suurempi.

Tuiskulumi pääsee suodattimille ja suodattimien kastuessa ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärä saattaa laskea, koska koneiden teho-ohjaus ei perustu paine-eroon tai ilmamäärään. Tämä saattaa johtaa edelleen tilakohtaisten tulo- ja poistoilmamäärien muuttumiseen ja muutoksiin rakennuksen painesuhteissa. Kastuneet suodattimet voivat myös toimia epäpuhtauksien lähteenä, joka voi ilmetä mm. hajuina tuloilmassa sekä sisäilmassa.

Suodatinrungot havaittiin myös osin epätiiviiksi, jonka takia lika pääsee kulkeutumaan koneen sisäosiin tukkien mm. patteria. Patterin likaantuessa heikkenee sen hyötysuhde ja myös läpivirtaava ilmamäärä, jonka takia vastaavasti energiankulutus lisääntyy lämmönluovutuskyvyn heikentyessä. Tukkeutunut patteri voi myös toimia epäpuhtauksien lähteenä, aiheuttaen mm. hajuja tuloilmaan. Kokemuksemme mukaan patterin ikääntyessä sen putkisto karstoittuu sisäosista, joka johtaa sen tehon heikkenemiseen ja edelleen lisääntyneeseen energiankulutukseen. Pattereita ei suositella uusittavaksi yksittäisenä toimenpiteenä.

Lämmöntalteenotto-osilla havaittiin runsaasti kosteusjälkiä, joka voi olla iän mukana tuomaa jälkeä (kuutio Ito:n vähäinen kondensointi on normaalia) tai mahdollisesti johtua ohjelmallisesta toimimattomuudesta. On mahdollista, että ohjelmallinen huurtumisen esto ei toimi oikein ja vettä kertyy tämän takia normaalia enemmän. Suosittelemme tarkastelemaan tulevana syksynä huurtumista (ohjelmallista toimivuutta) tarkemmin ja tarvittaessa muuttamaan sen toimintaa. Jälkien perusteella viemärointi ja Ito-osan pohjan kallistus eivät ole toimivia sekä oikein rakennettu. Vesi jää todennäköisesti ainakin paikoin seisomaan kammion pohjalle. Suosittelemme Ito-osien pohjalevyn kallistusten tarkastamista ja vesilukoin varustettujen viemärointien rakentamista kaikkiin iv-koneisiin. Nykyisessä toteutuksessa tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivoista ilmaa sekä hajuja avonaisten viemärointien kautta. Hajut siirtyvät edelleen tuloilman mukana sisäilmaan.

Osalla iv-koneista on käytössä kiertoilmatoiminto ja kokemuksemme mukaan perinteinen peltien suhteellinen säätötapa (esim. kiertoilmapelti on asennossa 70 %, on tulo- ja poistoilmapelti asennossa 30 %) ei ole täysin toimiva ja voi johtaa tulo- ja poistokokonaisilmamäärien epätasapainoon. Suosittelemme tarkastelemaan kiertoilmatoimintojen toimivuutta ja kokonaisilmamääriä tarkemmin (erillisenä työnä tai iv-säätötyön yhteydessä) ja tarpeen mukaan muuttamaan sen käyttöä tai ohjelmallista toimintaa. Vääränlainen toiminta heikentää sisäilman laatua.

Suosittelimme puhdistamaan iv-koneet huolellisesti ja korjaamaan havaitut puutteet ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustyön yhteydessä (sis. vähintään seuraavat toimenpiteet: puhdistus paineilmalla ja nihkeä pyyhinnällä, suodatinrunkojen ja huoltoluukkujen tiivisteiden uusiminen, runko-osien ja läpivientien tiivistäminen, mineraalivillakuitujen käsittely kuituja sitovalla aineella).

Suosittelimme harkinnanvaraisesti muuttamaan ilmanvaihtokoneiden teho-ohjauksen kammio-/kanavapaineohjatuksi. Toimenpiteellä saavutettaisiin parempi toiminnallisuus ja kokonaisilmamäärien pysyvyys.

Ilmanvaihtokanavat ja ilmamäärät

Ilmanvaihtokanavat ovat silmämääräisesti käyttöön nähden toimintakuntoisia, mutta niissä havaittiin vanhoja ja päälle maalattuja pra virtaussäätimiä, joiden mittausepävarmuus voi asennuksesta, likaantumisesta tai säädön asennon tulkinnasta riippuen olla epävarmaa. Suosittelemme, ettei virtaussäätimiä käytettäisi suoraan ilmavirtojen mittaamiseen, vaan ainoastaan paine-eron säätämiseen. Ilmavirta tulee varmistaa esim. pitot- ja/tai kuumalankamittauksilla ilmanvaihtokanavista tai tilakohtaisesti suoraan päätelaitteilta soveltuvien mittausmenetelmin.

Rakennuksen eri tilojen kanavistoissa on alkuperäisiä äänenvaimentimia, joissa olevat mineraalivillakuidut voivat kulkeutua sisäilmaan, aiheuttaen mm. ärsytysoireita. Kuituja voi irrota kanavistoon etenkin mekaanisen puhdistuksen yhteydessä. Suosittelemme harkinnanvaraisesti uusimaan äänenvaimentimet tai mahdollisuuksien mukaan selvittämään niiden sisäosien pinnoittamisen mahdollisuuksia (kuituja sitovalla aineella). Pinnoittamisella voidaan saavuttaa kustannussäästöä ja sen arvioidaan toimivan ainakin 3...5 vuotta.

Ilmamäärämittausten perusteella tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa. Joissakin tiloissa koneellisesti tuotettu tulo ja/tai poistoilma puuttui kokonaan ilmanvaihtokoneen ollessa päällä, mikä voi aiheutua esim. kanavistossa kiinni olevasta palopellistä tai

riittämättömästä iv-koneen osatehoasetuksesta. Tilakohtaiset poikkeamat ovat huomattavia ja niillä arvioidaan olevan merkittävä vaikutus sisäilmaympäristöön. Erityisenä huomiona lisäksi se, että ilmamäärien tilakohtaiset erot lisäävät rakenteiden kautta kulkevia ilmavirtauksia, jolloin niissä olevat epäpuhtaudet ja hajut voivat kulkeutua sisäilmaan heikentäen sen laatua. Lisäksi yksittäisenä silmämääräisenä havaintona, että luokkatiloissa on huomattava määrä istumapaikkoja verrattuna suunniteltuun ja/tai mitattuun -ilmamäärään. Suosittelemme ilmamäärien säätötyötä iv-koneiden puhdistuksen yhteydessä sekä tarkastamaan kaikki kanavistoissa olevat palopellit. Ennen säätötyötä on hyvä tehdä iv-konealue kohtainen iv-suunnitelmien tarkastus ja säätösuunnitelma (huomioiden rakenteelliset vauriot), huomioiden ilmanvaihtojärjestelmään mahdolliset tehdyt muutokset. Säätötyössä tulee myös huomioida tilakohtaiset ilmamäärät, käyttö ja tilojen todelliset käyttäjämäärät. Säätötyö on suositeltavaa suorittaa iv-konealue kohtaisesti, harkinnanvaraisesti valvoen toteutusta ja laatua.

Päätelaitteet ja ilmanjako

Havaintojen perusteella opetustilojen tuloilmanjako on yleisesti puutteellinen, johtuen päätelaitteiden sijoittelusta tilassa, säleikön virheellisistä suuntausasetuksista tai sen paine-erosta, jolla tuloilma puhalletaan tilaan. Päätelaitteen sijoittelun tai asetuksen tai paine-eron takia tuloilmavirta ei saavuta optimaalisesti tilan eri alueita, jonka takia huuhtelu on erityisesti päätelaitteiden vastakkaisilla nurkka-alueilla heikkoa ja käyttäjät voivat aistia sisäilmaympäristön heikkona. Suosittelemme mahdollisuuksien mukaan hienosäätämään tuloilmanjakoa (säleikön rivat) merkkisavua apuna käyttäen säätötyön yhteydessä, siten ettei se osu valaisimiin, akustiikkalevyihin ym. esim. Tuloilmapäätelaitteen paine-eron tulee olla riittävä, jotta tuloilmavirta saavuttaa tehokkaasti tilan keski- ja takaosat. Päätelaitemuutoksilla on mahdollista saavuttaa parempi ilmanvaihdon teho, mutta se vaatii

tarkempaa iv-suunnittelua. Suosittelemme uusimaan tuloilmapäätelaitteita harkinnan mukaan ja keskitetysti.

Liikuntatilan ilmanjako ei aistinvaraisten havaintojen perusteella toimi ja huuhtelee oleskeluvyöhykettä täysin optimaalisesti, joka johtuu ainakin osin tuloilmalaitteiden leveästä ilma-asetuksesta. Suosittelemme tuloilmalaitteiden puhalluskuvion muuttamista kapeaksi paremman ilmanjaon tehon saavuttamiseksi ja huomioimaan säätötyössä, että jokaisella laitteella on riittävä paine-ero.

10 Yhteenveto ja toimenpidesuosituksukset

10.1 Yhteenveto

Tiloissa ajoittain esiintyvä viemärinhajuhaitta aiheutuu ilmanvaihtokonehuoneista. Nykyisessä toteutuksessa tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivoista ilmaa sekä hajuja avonaisten viemärointien kautta. Hajut siirtyvät edelleen tuloilman mukana sisäilmaan. Viemärinhajua aiheutuu luokkaan 476 käsienpesualtaan viemäriputkesta. Maakellarimaista hajua kulkeutuu käyttötiloihin (174, 229, 416, 438) yläpohjatileista, yläpohjan ilmavuotoreittien kautta. Lisäksi maakellarimaista hajua kulkeutuu ruokalaan 174 ulkoseinä- ja sokkelirakenteista, joihin on kohdistunut pitkään jatkunutta kosteusrasitusta. Vastaavaa kosteusrasitusta kohdistuu todennäköisesti ensimmäisessä kerroksessa myös ainakin ruokalan viereisten tilojen sokkelirakenteeseen. Tiloissa on myös yksittäisiä kosteusvaurioita rakenteissa, joista voi aiheutua maakellarimaista hajua. Hajujen ajoittaiseen esiintymiseen vaikuttavat tilojen ajoittain voimakkaampi alipaineisuus, tuulen suunta ja voimakkuus sekä tilojen käyttö.

Paine-erojen seurantamittauksissa sisätilat olivat tarkastelujakson ajan alipaineisia ja ajoittain alipaineisuus on liian suurta. Tilojen liian voimakas alipaineisuus aiheuttaa tyypillisesti hajujen ja epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista ilmavirtausten mukana.

Yläpohjan maakellarinhaju on peräisin vesikattovuodoista kastuneista materiaaleista, jotka ovat tällä hetkellä kuivia. Aktiivisia vesivuotoja ei havaittu, mutta vesikate on ikääntynyt ja kuluneeseen vesikatteeseen liittyy kohonnut vesivuotoriski, joten tulevaisuudessa on syytä varautua paikallisiin vesivuotoihin. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviyn lisäksi ylipaineistamalla käyttötiloja.

Alapohjan lattioiden pintamateriaaleihin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta muutamassa tilassa, joissa kosteus on todennäköisesti peräisin kylmiörakenteista. Lisäksi keittiön edustalla puulattiarakenteessa on kosteusvaurio. Muuten alapohjat ovat pääosin kosteusteknisesti toimivia. Alapohjassa on ilmavuotoreittejä, joista epäpuhtaudet voivat siirtyä sisäilmaan. Alapohjan kaikki ulkoseinäliittymät ja muut epätiiveyskohdat suositellaan tiivistettävän.

Luokan 424–427 levyrakenteisessa väliseinässä on vanhan patterivuodon kastelemia rakenteita. Myös ruokalan ja keittiön väliseinän alaosa on kastunut. Yleisesti koulurakennuksen levyrakenteisten seinien alaosissa ja jalkalistoissa on kulumaa ja jälkiä pesuvesien käytöstä. Paikalliset kosteusvauriot voivat heikentää sisäilman laatua.

Ulkoseiniin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta pääasiassa seinien alaosiin ensimmäisessä kerroksessa. Tässä tutkimuksessa eristeestä otetut materiaalinäytteet todettiin mikrobianalyysissä puhtaksi, niin ensimmäisen kerroksen rakenneavauksista aistittu maakellarimainen haju viittaa vaurioitumiseen tai ilmayhteyteen maatäyttöihin rakennuksen alle. Ulkoseinä-alapohjaliitos ja ulkoseinä-ikkunaliitos todettiin merkkiainekokeissa epätiiviksi. Ruokalassa ajoittain aistittu maakellarin haju kulkeutuu tilaan sokkeli- ja ulkoseinärakenteesta sekä yläpohjarakenteesta.

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta ja hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon mittausjaksolla. Hiilidioksidipitoisuus oli mittausjaksolla matala. Lämpötila oli STMa

545/2015 raja-arvojen mukainen, mutta lämpötilat olivat koholla ja tiloissa on yllälämpenemisongelmaa. Sisäilman kosteuspitoisuus kohoa muutamissa tiloissa yöaikaan, mikä viittaa ilmanvaihdon heikompaan yöaikaiseen toimivuuteen.

IV yhteenveto

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Niissä havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat niiden energiankulutukseen ja toiminnallisuuteen. Puutteet on hyvä korjata suositellussa ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyössä. Koneiden uusiminen on ajankohtaista viiden vuoden sisällä ja niiden laajoja huoltokorjauksia ei ole järkevä toteuttaa.

Ilmanvaihtokanavisto on äänenvaimentimia, joissa olevat mineraalivillakuidut voivat kulkeutua sisäilmaan, aiheuttaen mm. ärsytysoireita. Suosittelemme selvittämään pinnoituksen mahdollisuutta tai harkinnanvaraisesti niiden uusimista puhdistus- ja säätötyön yhteydessä.

Eri tilojen ilmamäärissä, ilmanjaossa ja tuloilmapäätelaitteiden sijoittelussa havaittiin puutteita. Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät ovat hyvin epätasapaissa tai tilasta puuttuu koneellisesti tuotettu ilma kokonaan. Puutteet heikentävät sisäilmaympäristöä ja niihin suositeltuja toimenpiteitä on hyvä suorittaa sekä ennen, että säätötyön yhteydessä.

10.2 Toimenpidesuosituks

Seuraavissa luvuissa on listattuna tärkeimpiä toimenpidesuosituksia rakennus- ja rakenneosittain kiireellisyyteen perustuen. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaaviin toimenpide-ehdotuksiin on listattu kaikki toimenpiteet, jotka näkemyksemme mukaan tulisi toteuttaa, jotta tilojen terveellinen ja turvallinen käyttö on mahdollista. Tämän jälkeen on listattu toimenpide-ehdotukset, jotka suositellaan toteuttamaan, jos tilojen

käyttöä aiotaan jatkaa tämän jälkeen. Tämän listan toimenpidesuosituksot täydentävät aiempien tutkimusten suosituksia.

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuosituksot eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista tulee laatia erilliset suunnitelmat. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

Tarvittavat korjauksot edellyttävät huolellista suunnittelua ja myös töiden valvontaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Suosittelemme, että korjauksessa käytetään suunnittelijoita ja valvojia, joilla on kokemusta kosteusvaurioiden ja sisäilmaongelmiin liittyvistä korjauksista.

10.2.1 Seuraavan kahden vuoden käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset Alapohjarakenteet:

- Ruokasalin 174 korotetun puulattiarakenteen ja väliseinän kosteusvaurion korjaus ja kynnyksen toteutus vesitiiviisti
- Liikuntasauaman ilmatiiviyden parantaminen ja muiden liikuntasauomojen tarkastus
- Käytävän 230 kylmiöiden 221, 247, 213 vierustojen lattioiden kosteusvauriokorjauksot sekä kupruilevien seinäpintojen korjauksot (kylmiö 213)
- Kylmiöt on suositeltavaa tarkastaa mahdollisten vesi- ja kondenssivuotojen varalta.
- Opettajien pukuhuoneen 195 muovimaton avoimen sauman paikkakorjaus
- Kaikkien käyttötilojen alapohjan ilmatiiviyden parantaminen. Muun muassa alapohja-ulkoseinäliitokset, läpiviennit ja kiinnikkeiden paikkojen tiivistys. Samalla tulee parantaa myös muiden ulkovaipparakenteiden ilmatiiviyttä.

Välipohjarakenteet:

- IV-konehuoneiden läpivientien tiivistys
- IV-konehuoneiden, erityisesti eteläsiiven IVKH 3, lattiakaivojen hajulukon täyttäminen vedellä säännöllisesti huoltotoimenpiteenä

- Ilmanvaihtokoneiden vedenpoiston puutteiden vuoksi vesi lammikoituu lattialle; suosittelemme parantamaan vedenohjausta mikäli mahdollista
- IV-konehuoneiden vedeneristeenä toimivan muovimaton saumojen korjaukset vesitiiviiksi
- Tuulikaapin 169 alakatossa eristetyn putken vuotokohdan korjaus

Väliseinärakenteet:

- Pesulaan 248 ja käytävälle 230 suositellaan paikkakorjauksia kosteusvaurioituneille lattia- ja seinäpinnoille.
- Suihkuhuoneen 490 nurkan ratkennan saumamassan uusiminen, jos suihku on käytössä
- Luokan 424–427 patterivuodon kastelemien väliseinärakenteiden purkaminen ja uusiminen
- Keittiön kastunen väliseinän korjaus

Ulkoseinärakenteet:

- 1. kerroksen käyttötilojen ulkoseinien ilmatiiviyn parantaminen (pl. peruskorjatut opetuskeittiötilat)
- Painesuhteiden tasapainotus tai käyttötilojen säätäminen ylipaineisiksi ulkoilmaan ja ulkovaipparakenteisiin verrattuna.

Vesikatto- ja yläpohjarakenteet:

- yläpohjan ilmatiiviyn parantaminen (ontelolaatan saumat ja yläpohja-ulkoseinäliittymä sekä läpiviennit). Ensisijaisesti tiivistettäviä alueita ovat eteishalli 416, käytävä 438, porrasaula 229 (ruokasalin edusta), ruokasali 174 (alustavasti ulkoseinälinja)
- nurkistaan haljenneiden muovisten kupukattoikkunoiden vedenpitävyyden parantaminen tiivistysmassalla
- sisätiloissa vesikattovuodoissa kastuneiden pintojen korjaukset (kattokupuikkunoiden seinäpinnat käytävällä 438 ja aulassa 404), WC 491

IV toimenpidesuosituksukset

Seuraavassa on listattuna ilmanvaihtoon liittyvät kiireelliset, seuraavan vuoden aikana tehtävät korjaus- ja huoltotehtävät sekä selvitykset:

- IV-koneiden ulkoilmanottojen varustaminen lumisäleiköillä ja/tai suojalla harkinnanvaraisesti
- IV-kanavistossa olevien äänenvaimentimien pinnoitus (kuituja sitovalla aineella)
- Harkinnanvaraisesti muuttamaan iv-koneiden teho-ohjaus kammio-/kanavapaineohjatuksi
- Tarkastelemaan iv-koneiden kiertoilmatoimintojen toimivuutta ja kokonaisilmamäärä eri toimintatiloissa (erillisenä työnä tai iv-säätötyön yhteydessä) sekä tarpeen mukaan muuttamaan sen käyttöä tai ohjelmallista toimintaa
- Suorittamaan iv-koneiden puhdistamisen ja korjaamaan samassa yhteydessä niissä havaitut puutteet (sis. vähintään seuraavat: pattereiden ja koneen puhdistus paineilmalla ja nihkeä pyyhinnällä, suodatinrunkojen ja huoltoluukkujen tiivisteiden uusiminen, runko-osien ja läpivientien tiivistäminen, mineraalivillakuitujen käsittely kuituja sitovalla aineella, lto-osien kammion pohjan kaadon toimivuuden parantaminen ja vesilukoin varustettujen viemärointien asentaminen)
- Suorittamaan ilmamäärien säätötyön
 - Selvittämään iv-koneiden palvelualueiden mahdolliset jo tehdyt muutokset ennen säätötyötä, huomioida tilojen käyttö ja käyttäjämäärät
 - Hienosäätämään tuloilmalaitteiden puhalluksia säätötyön yhteydessä (paremman ilmanvaihdon tehon saavuttamiseksi)

- Vaihtamaan liikuntatilan tuloilmalaitteiden ilma-asetuksen kapeaksi ja varmistamaan, että kaikilla laitteilla on riittävä paine-ero
- Suosittelemme, ettei iv-kanaviston virtaussäätimiä käytettäisi suoraan ilmavirran mittaamiseen (mittaustulos on hyvä varmistaa soveltuvalla mittausmenetelmällä)
- Tarkastelemaan tulevana syksynä iv-koneiden lto-huurtumista ja tarvittaessa muuttamaan sen toiminnallista ohjelmaa

10.2.2 Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut vähimmäiset toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteet:

- Kaikkien märkätilojen peruskorjaus
- Alapohjan ikääntyneiden pintamateriaalien uusiminen ja samalla ilmatiiviyn kattaava parantaminen.

Välipohjarakenteet:

- IV-konehuoneiden lattian vedeneristyksen uusiminen nykyohjeistusten vaatimustason mukaisesti
- Seuraavassa lattianpäällysteiden uusimisen yhteydessä pesuvesistä kastuneiden levyrakenteisten seinien alaosien ja listoitusten uusiminen
- Kaikkien märkätilojen peruskorjaus

Väliseinärakenteet:

- Opetusvälinevaraston 422 vanhan putkivuotokohdan paikkakorjaus ja alla olevan putken eristeiden uusiminen
- Pesuvesistä kastuneiden väliseinien alaosien ja listoitusten uusiminen

Ulkoseinärakenteet:

- Kattava ilmatiiviyn parantaminen myös 2. kerroksen tiloissa.

- Seuraavassa peruskorjauksessa suosittelemme sokkeleihin korjauksia niihin kohdistuvan kosteusrasituksen vähentämiseksi sekä arvioimaan tarkemmin ulkoseinin korjaustarvetta.

Vesikatto- ja yläpohjarakenteet:

- Vesikatto- ja yläpohjarakenteiden kokonaisvaltainen peruskorjaus

Kuidut:

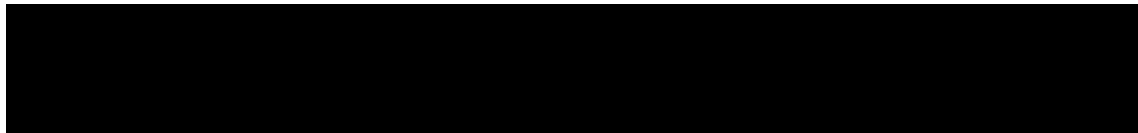
- Kaikkien kuitulähteiden systemaattinen pinnoitus/poistaminen ja rakennuksen kokonaisvaltainen siivous irronneiden kuitujen puhdistamiseksi

Ilmanvaihtojärjestelmä

- Ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisvaltainen peruskorjaus

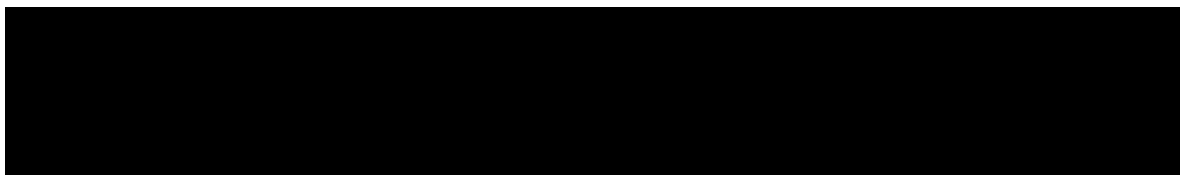
AFRY Buildings Finland Oy

Espoossa 19.9.2023



Iina Maso, DI
Nuorempi asiantuntija

Katariina Laine, DI
Rakennusterveysasiantuntija



Pasi Marttila, LVI tekn.
LVI-asiantuntija

Valeria Kieleväinen, ins. AMK
Nuorempi LVI-asiantuntija



1 Tutkimusmenetelmät ja -välineet

Aistinvarainen arviointi

Tilojen pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimen puolesta tarkastettavissa. Samalla arvioitiin tilojen hajuja ja aistinvaraista sisäilmanlaatua.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-179. Pintakosteudenilmaisim kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin pinta-anturiin kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viiltomittaukset

Lattioiden muovipäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepä-tarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspiitoisuus, suoraan uuteen mittapisteeseen.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus HMP42:lla on $\pm 0,2$ °C.

Ilman liikkeet, ilmapuodot

Rakenneliittymien ilmatiiviyttä ja rakenteiden ilmapvirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Merkkisavu on valkoista paksua savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Merkkiainetutkimus

Rakenteiden ilmatiivyyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Kokeessa rakenteen eristetilaa laskettiin merkkiaine-kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂). Huonetilassa merkkiaineen määrää mitattiin merkkiaineanalysaattorilla (Sensistor 9012 WRS) ja siihen liitettävällä anturilla. Analysaattorilla tutkittiin, virtaako kaasua rakenteiden liittymien kautta huonetiloihin, kun huonetila on alipaineinen tutkittavaan rakenteeseen nähden.



Sisäilman painesuhteiden pitkäaikaissuranta

Painesuhteiden seurantamittaus toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Dwyer Magnesense ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Sisäilman lämpötilan ja kosteuden seurantamittaukset

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus tehtiin jatkuvatoimisilla Testo 174- mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Mittalaitteiden tarkkuus on $\pm 0,5$ °C ja ± 3 %RH (2...98 %RH välillä).

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaissuranta

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla SenseAir/aSENSE ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Mittalaitteiden tarkkuus on ± 50 ppm.

Kuitulaskeumanäytteet

Sisäympäristön mineraalivillakuitujen määrän arviointi tehtiin Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti ns. geeliteippimenetelmällä. Huonepölyn annettiin laskeutua puhtaalle rajatulle alueelle häiriöttä kahden viikon ajan, jonka jälkeen pinnalle laskeutunut hiukkasaines kerättiin geeliteipillä (BM Dustlifters) tasaisesti painamalla tämä pintaa vasten. Geeliteippi siirrettiin sitten petrimaljaan, johon tämä teipattiin huolellisesti niin, että näytteenottopinta ei kontaminoitunut. Näyte lähetettiin analysoitavaksi xxx laboratorioon. Näytteestä lasketaan valomikroskooppia käyttäen yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut. Tulos ilmoitetaan yksikössä kpl kuitua/cm². Jos pitoisuus ylittää yli sata kuitua neliösentillä, tulos ilmoitetaan: yli 100 kuitua/cm². Alin ilmoitettava pitoisuus on 0,1 kuitua/cm².

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin rakenneavauksista. Rakenneavauksista selvitettiin rakenteen toteutus ja tehtiin aistinvaraisia havaintoja rakenteen kuntoon liittyen, sekä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten.

Mikrobianalyysit

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet määritettiin Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisin menetelmin laimennossarjaviiljelyllä. Materiaalinäytteet analysoitiin MetropoliLab Oy:ssä.

Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärät mitattiin SwemaAir 3000-monitoimimittarilla sekä SwemaFlow125d -huppumittarilla. Ilmamääriä mitattiin toimistohuoneiden päätelaitteista ja/tai ilmanvaihtokanavista sekä iv-koneista mitattiin kokonaisilmamäärät. Mittaustarkkuus on noin ± 5 % mitattavasta poistoilmavirrasta ja noin ± 10 % tuloilmasta. Mittausvirheet ovat paikasta riippuen noin ± 5 %.

Ilmanvaihto

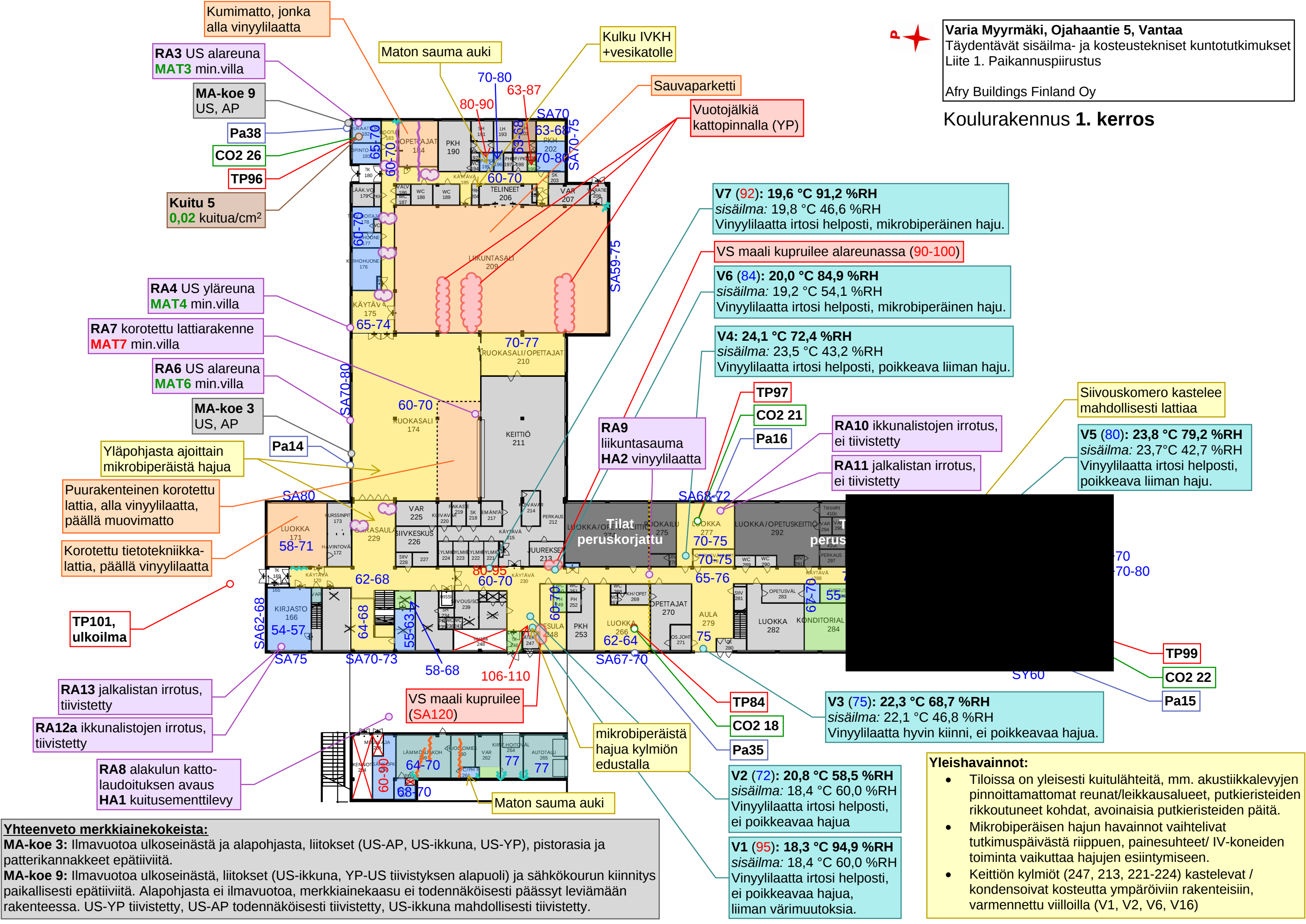
Paine-eromittaukset suoritettiin Swema 3000-monitoimimittarilla. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20 % tarkkuuteen. Ilmanjakoa tarkastettiin Regin -merkkisavun avulla.

POHJAKUVALIIITTEESSÄ KÄYTETYT SELITTEET JA MERKINNÄT

TPX	Lämpötila ja suhteellinen kosteus	MATX	Materiaalinäyte, ei mikrobikasvua
Pax	Paine-ero	MATX	Materiaalinäyte, mikrobikasvua
CO2 X	Hiilidioksidimittaus	HAX	Haitta-ainenäyte, ei asbestia
VX	Viiltomittaus	HAX	Haitta-ainenäyte, asbestia
RAX	Rakenneavaus	XX kuitua/cm ²	Kuitulaskeumanäytteen pitoisuus alittaa STMa 545/2015 toimenpideraja-arvon (0,2 kuitua/cm ²)
	Alakaton avaus	XX kuitua/cm ²	Kuitulaskeumanäytteen pitoisuus ylittää STMa 545/2015 toimenpideraja-arvon (0,2 kuitua/cm ²)
MA-koe X	Merkkiainekoe	XX	Lattian/seinän pintakosteusilmaisimen vertailulukema <85, S = seinä, SA = seinän alaosa, SY = seinän yläosa
Kuitu X	Kuitulaskeumanäyte	XX	Lattian/seinän pintakosteusilmaisimen vertailulukema >85, S = seinä, SA = seinän alaosa, SY = seinän yläosa
X	Havainto / huomio		Katon valoaukko
	Kosteusjälkiä tai kosteuteen viittaavia jälkiä		Tilaan ei pääsyä
X	Kosteusjäljen lisäselite		
	Halkeama lattiassa		
	Halkeama katossa		
	Halkeama seinässä		

PINTAMATERIAALIEN MERKINNÄT

	Keraaminen laatta
	Pinnoite tai maalattu betoni
	Muovimatto
	Vinyylilaatta
	Akryylibetoni
	Muu pintamateriaali, ks. lisäselite
X	Pintamateriaalin lisäselite
	Tilaa ei tutkittu



Varia Myyrmäki, Ojahaantie 5, Vantaa
Täydentävät sisäilma- ja kosteustekniset kuntotutkimukset
Liite 1. Paikannuspiirustus
Afry Buildings Finland Oy

Koulurakennus 1. kerros

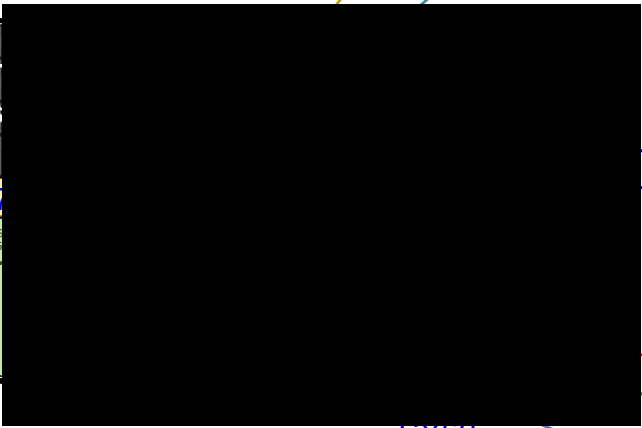
V7 (92): 19,6 °C 91,2 %RH
sisäilma: 19,8 °C 46,6 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, mikrobiperäinen haju.

V6 (84): 20,0 °C 84,9 %RH
sisäilma: 19,2 °C 54,1 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, mikrobiperäinen haju.

V4: 24,1 °C 72,4 %RH
sisäilma: 23,5 °C 43,2 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, poikkeava liiman haju.

Siivouskomero kastelee mahdollisesti lattiaa

V5 (80): 23,8 °C 79,2 %RH
sisäilma: 23,7 °C 42,7 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, poikkeava liiman haju.



V3 (75): 22,3 °C 68,7 %RH
sisäilma: 22,1 °C 46,8 %RH
Vinyylilaatta hyvin kiinni, ei poikkeavaa hajua.

V2 (72): 20,8 °C 58,5 %RH
sisäilma: 18,4 °C 60,0 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, ei poikkeavaa hajua

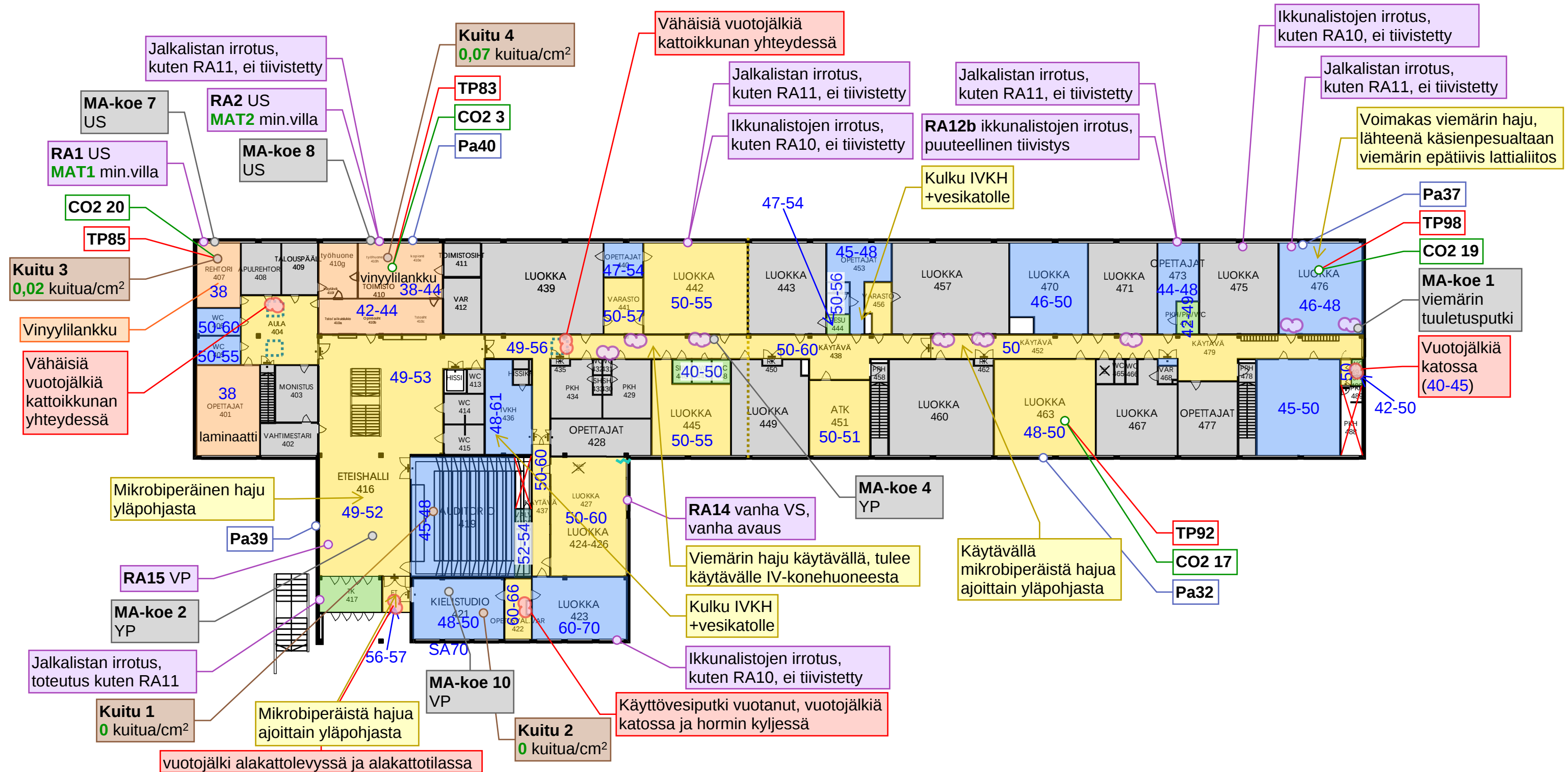
V1 (95): 18,3 °C 94,9 %RH
sisäilma: 18,4 °C 60,0 %RH
Vinyylilaatta irtosi helposti, ei poikkeavaa hajua, liiman värimuutoksia.

- Yleishavainnot:**
- Tiloissa on yleisesti kuitulähteitä, mm. akustiikkalevyjen pinnoittamattomat reunat/leikkausalueet, putkieristeiden rikkoutuneet kohdat, avoimaisia putkieristeiden päitä.
 - Mikrobiperäisen hajun havainnot vaihtelivat tutkimuspäivästä riippuen, painesuhteet/ IV-koneiden toiminta vaikuttaa hajujen esiintymiseen.
 - Keittiön kylmiöt (247, 213, 221-224) kastelevat / kondensoivat kosteutta ympäröiviin rakenteisiin, varmennettu viilloilla (V1, V2, V6, V16)

Yhteenveto merkkiainekokeista:
MA-koe 3: Ilmavuotoa ulkoseinästä ja alapohjasta, liitokset (US-AP, US-ikkuna, US-YP), pistorasia ja patterikannakkeet epätiiviyttä.
MA-koe 9: Ilmavuotoa ulkoseinästä, liitokset (US-ikkuna, YP-US tiivistyksen alapuoli) ja sähkökourun kiinnitys paikallisesti epätiiviyttä. Alapohjasta ei ilmavuotoa, merkkiainekaasu ei todennäköisesti päässyt leviämään rakenteessa. US-YP tiivistetty, US-AP todennäköisesti tiivistetty, US-ikkuna mahdollisesti tiivistetty.



Koulurakennus 2. kerros



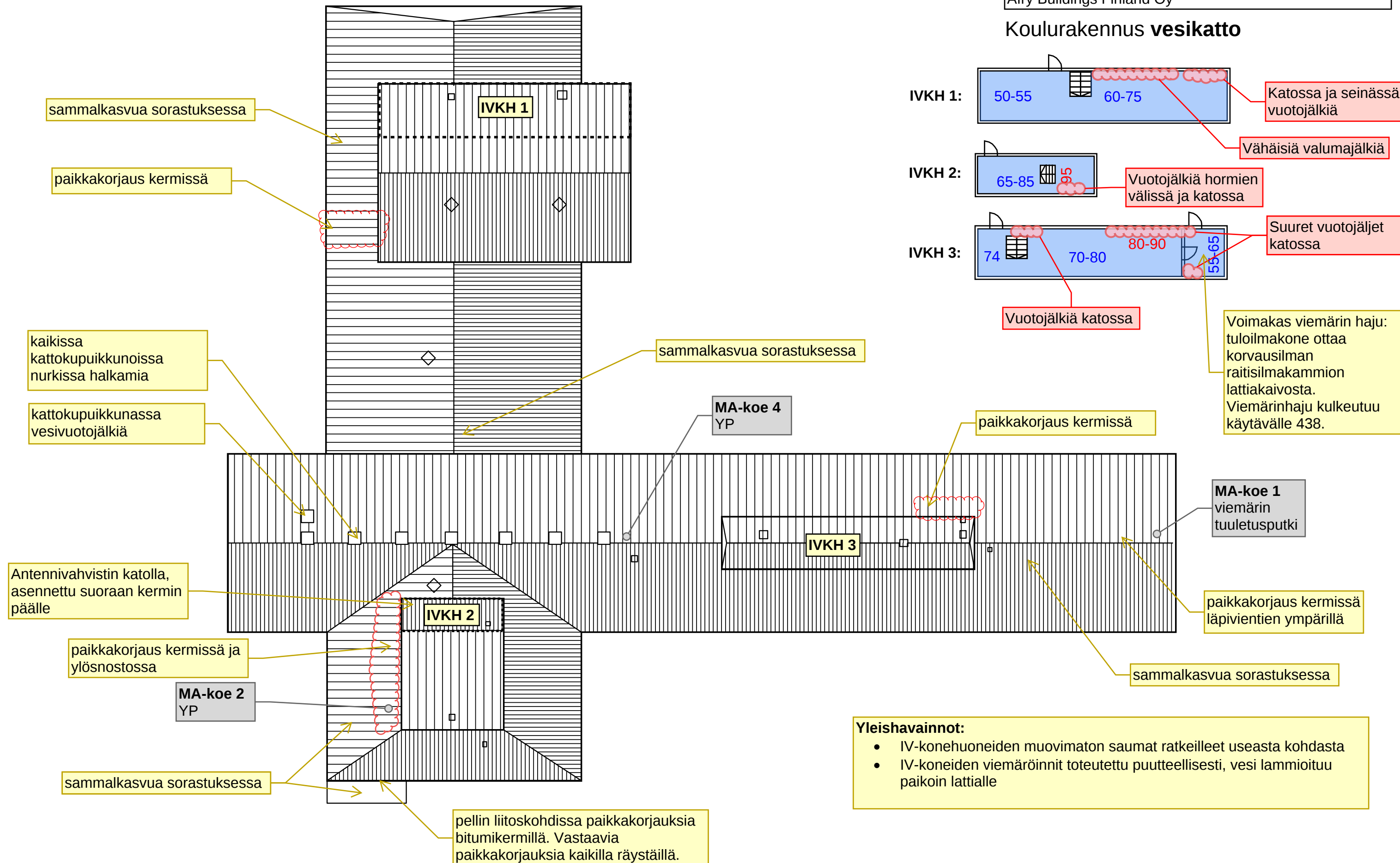
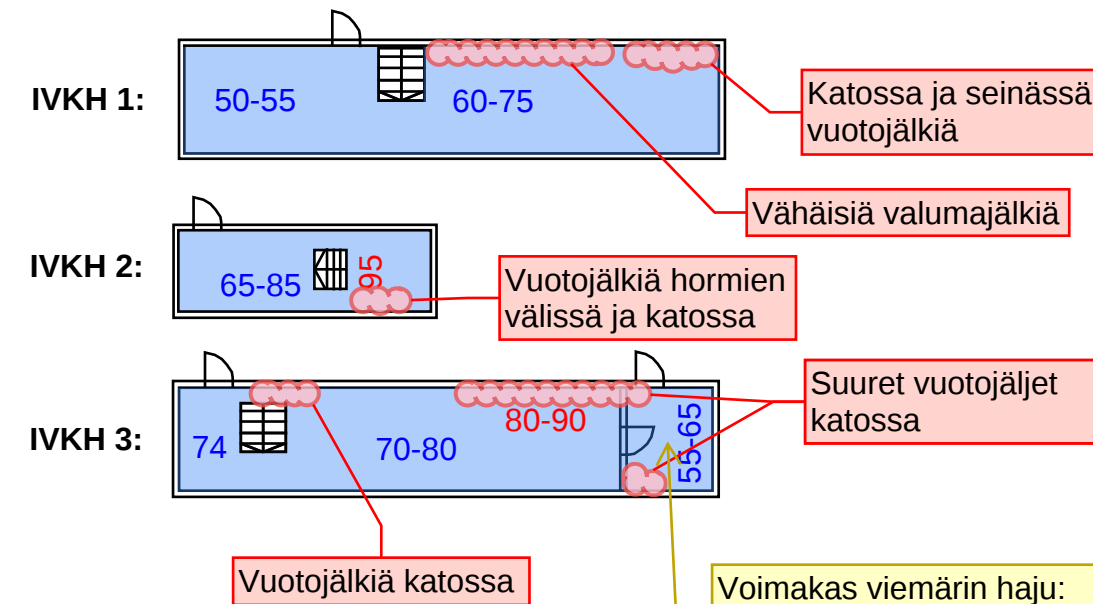
Yhteenveto merkkiainekokeista:
MA-koe 1: Viemärin tuuletusputkessa ei ilmavuotokohtia, tilan viemärin hajun lähde on vesipisteen viemäriputken epätiivis tiiviste lattiatason liitoksessa (varmennetty tilan alipaineistuksessa).
MA-koe 2: Ilmavuotoa yläpohjasta, liitokset (ontelolaatan saumat/liitokset) ja läpiviennit epätiivisiä alakattotilassa.
MA-koe 4: Ilmavuotoa yläpohjasta, liitokset (ontelolaatan saumat/liitokset) ja läpiviennit epätiivisiä alakattotilassa.
MA-koe 7: Ilmavuotoa ulkoseinästä, liitokset (VP-US, US-ikkuna, YP-US) ja sähkökourun kiinnityksen epätiivisiä.
MA-koe 8: Ilmavuotoa ulkoseinästä, liitokset (US-ikkuna, US elementtisauma) ja putkikannake epätiivisiä.
MA-koe 10: Merkkiainekaasu LJH:een VP sähköläpivientien viereen, ei ilmavuotoa yläpuoliseen tilaan (tila 421).

Yleishavainnot:

- Tiloissa on yleisesti kuitulähteitä, mm. akustiikkalevyjen pinnoittamattomat reunat/ leikkausalueet, putkieristeiden rikkoutuneet kohdat, avoimaisia putkieristeiden päitä.
- Mikrobiperäisen hajun havainnot vaihtelivat tutkimuspäivästä riippuen, painesuhteet/ IV-koneiden toiminta vaikuttaa hajujen esiintymiseen.



Koulurakennus vesikatto



- Yleishavainnot:**
- IV-konehuoneiden muovimaton saumat ratkeilleet useasta kohdasta
 - IV-koneiden viemäroinnit toteutettu puutteellisesti, vesi lammioituu paikoin lattialle

Liite 3. Rakenneavaukset kootusti

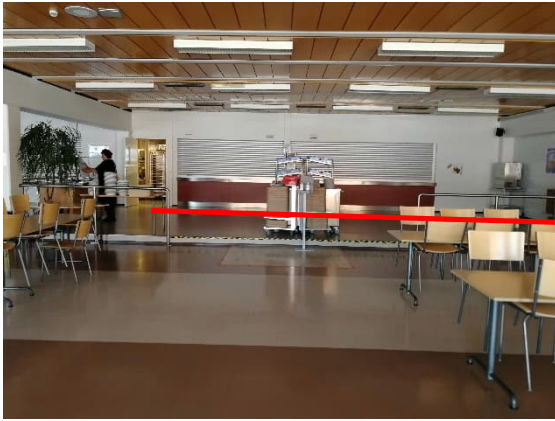
Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 1 MAT 1	Koulurakennus, 2. krs, rehtori 407, US
Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • Maali • Betoninen sisäkuori ~185 mm • Lasivilla ~115 mm • Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin alaosaan ikkunan alareunan alle. Avauksesta havaittiin merkkisavulla heikko ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Mineraalivilla oli pölisevän kuivaa. Ulkoseinärakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 1 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.	
 	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 2 MAT 2	Koulurakennus, 2. krs, opintotoimisto 410, US
Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • Maali • Betoninen sisäkuori ~140 mm • Lasivilla ~160 mm • Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin alaosaan ikkunan alareunan alle. Kohdan vieressä on ulkopuolella syöksytorvi ja betoninen roiskekouru. Avauksesta havaittiin merkkinä havaittu heikko ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Ulkoseinärakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 2 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.	
 	

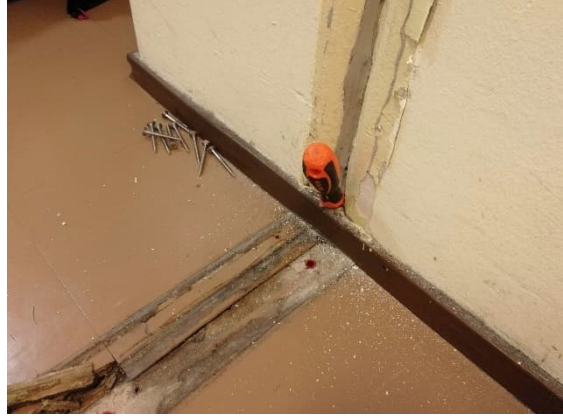
Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 3 MAT3	Koulurakennus, 1. krs, kuraattori 182, US alaosa ulkonurkassa
Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • Maali • Betoninen sisäkuori ~140 mm • Lasivilla ~180 mm • Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin alaosaan lattianrajaan rakennuksen ulkonurkassa. Kohdassa on kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä ulkopuolella syöksytorven roiskevesistä. Avauksesta havaittiin merkkisavulla voimakas ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju. Ulkoseinärakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 3 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.	
  	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 4 MAT4	Koulurakennus, 1. krs, käytävä 175, US yläosa
Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • Maali • Betoninen sisäkuori ~160 mm • Lasivilla ~150 mm • Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin yläosaan katonrajaan. Kohdan yläpuolella vesikaton kermikatetta on paikkakorjattu suuremmalta alueelta. Avauksesta havaittiin merkkisavulla selvä ilmapvirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta ei saatu hajuhavaintoja. Ulkoseinärakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 4 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.	
   Avauksen kohta sisäpuolella ulkoseinässä	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 6 MAT6	Koulurakennus, 1. krs, ruokasali 174, US
Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • Maali • Betoninen sisäkuori ~150 mm • Lasivilla ~160 mm • Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin alaosaan. Kohdassa on kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä ulkopuolella syöksytorven roiskevesistä. Avauksesta havaittiin merkkinavulla voimakas ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Avauksesta havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju. Ulkoseinärakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 6 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.	
   Avauksen kohta sisäpuolella	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 7 MAT7	Koulurakennus, 1. krs, ruokasali 174, korotettu lattiarakenne
Avauksessa tehtiin halkaisijaltaan 100 mm reikä ruokasalin korotetun lattiarakenteeseen keittiön oven kohdalle. Rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna: • Muovimatto • Lastulevy 33 mm • Kivivilla 120 mm + koolaus 100 mm ja korotuspuu 20 mm • Alapohjan vinyylilaatta (ei avattu pidemmälle) Rakenneavauksessa on havaittavissa nestemäistä vettä rakenteessa vinyylilaatan pinnalla. Rakenteeseen pääsee vettä keittiön oven kohdalla olevan keittiön akryylimassalattian ja muovimaton liitoksesta. Avauksessa on pieniä ötököitä. Mineraalivilla on tummunutta ja avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju. Korotuspuun puumateriaali on hieman pehmentynyt. Avauksesta havaittiin merkkisavulla heikko ilmavirtaus rakenteesta sisätiloihin päin. Korotetun lattiarakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 7 mikrobianalyysiin. Näytteessä todettiin mikrobikasvua.	
   	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 8 Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, ulkopuoli, eteishallin 416 alapuoleisen alakulun avaus
Avauksessa avattiin alakulun laudoituksen tarkastusluukku. Rakenne alhaalta ylöspäin lueteltuna: • Harvalaudoitus 18 mm • Tyhjä tila 160 mm • Kuitusementtilevy 6 mm • Kivivillaa ~180 mm • Kova pinta, todennäköisesti ontelolaatta Tuulensuojalevynä toimivan kuitusementtilevyn liitoksia ei ole tiivistetty. Mineraalivillassa on havaittavissa ilmavirtausjälkiä. Kuitusementtilevystä kerättiin haitta-ainenäyte HA1 asbestianalysiin. Kuitusementtilevy ei sisällä asbestia.	
	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 9 Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, 1. krs, käytävä 230, liikuntasauva
Avauksessa irrotettiin liikuntasauvan peitelista lattiasta ja kahden pilarin välistä. Lattian vaakasuuntaisessa liikuntasaumassa ei ole saumamassaa tai se on hyvin kulunut. Saumaan on asennettu jonkin tyyppinen puukuitulevy, joka on vaurioitunut todennäköisesti listan alle päässeistä siivousvesistä. Teräsviivain upposi saumaan 260 mm syvyyteen. Saumassa havaittiin merkkisavulla voimakas ilmapirtaus sisätiloista rakenteeseen päin. Pilarien välisessä pystysuuntaisessa liikuntasaumassa on saumamassa, joka on osittain irtoillut sivuistaan. Liikuntasauvan alapäässä on reikä, joka on todennäköisesti avoin vaakasaumaan ja myös yläpää on todennäköisesti massaamatta alakaton yläpuolella. Avauksesta kerättiin alkuperäisestä vinyylilaatasta haitta-ainenäyte HA2 asbestianalysiin. Vinyylilaatta ei sisällä asbestia.	
	
	

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 10 ja RA 11 Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, 1. krs, luokka 277, ikkunan peitelistojen ja jalkalistan irrotus
Avauksessa irrotettiin ikkunan vaaka- ja pystyliitosten peitelistista sekä ulkoseinän ja lattian välinen jalkalista. Ikkunaliitoksissa on polyuretaanivaaho, joka on ikääntynyttä ja höttöistä, eikä liitoksia ole tiivistetty. Ikkunan vaakakarmin ja ikkunapenkin väli on noin 15 mm. Ikkunan pystyliitoksessa on ikkunan apukarmi näkyvissä ja apukarmin ja ikkunakarmin väli on noin 15 mm. Apukarmin ja väliseinän välissä on noin 25 mm rako, jossa on ilmavirtausjälkiä. Ulkoseinän ja lattian liitoksesta ei ole myöskään tiivistetty. Jalkalistan takana on näkyvissä vanha seinämaali. Ulkoseinän ja väliseinän kohdalla liitoksessa on mahdollisesti rako, josta havaittiin merkkisavulla havainnoiden ilmavirtaus huonetilasta rakoon päin.	
	



Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 12a ja RA 13 Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, 1. krs, kirjasto 166, ikkunan peitelistöjen ja jalkalistan irrotus
Avauksessa irrotettiin ikkunan vaaka- ja pystyliitosten peitelistä sekä ulkoseinän ja lattian välinen jalkalista. Ikkunaliitokset on tiivistetty Ardex 8+9 -massalla ja vahvikenauhalla. Tiivistys on smyygin nurkasta noin 20 mm levyinen, joten tiivistys on viety todennäköisesti ~5 mm karmin pinnalle. Ikkunan peitelistat on kiinnitetty nautoilla tiivistepinnan vierestä. Tiivistys ei ollut havaittavissa ilman peitelistöjen irrotusta. Ulkoseinän ja lattian liitos on myös tiivistetty Ardex 8+9 -massalla ja vahvikenauhalla. Jalkalista on kiinnitetty liimamassalla, joka on koko listan matkalle, jonka takia jalkalistan irrotus repi tiivistyksen rikki. Tiivistys on nostettu seinäpinnalle 40 mm.	
 	

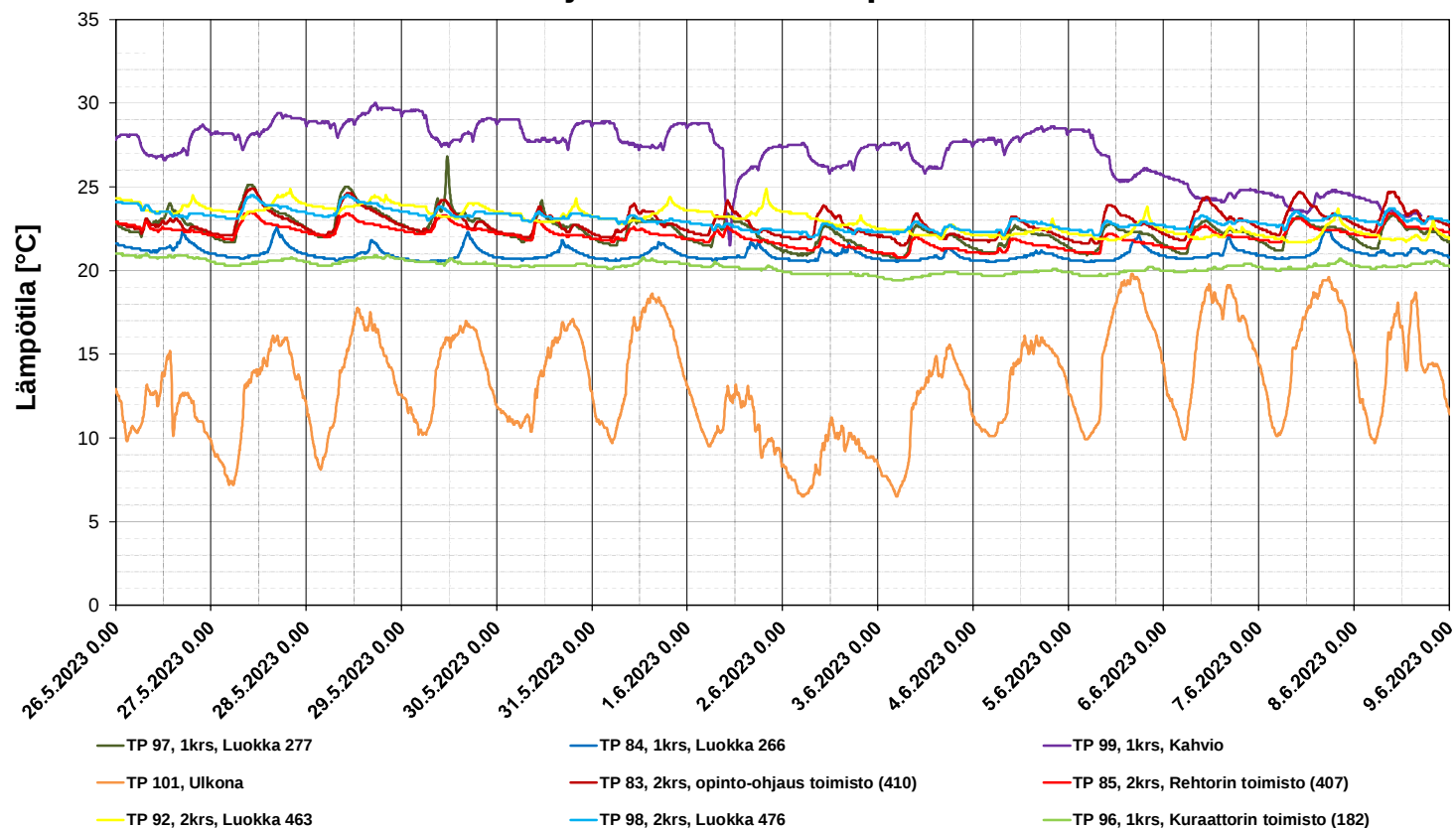
Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 12b Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, 2. krs, opettajat 473, ikkunan peitelistojen irrotus
Avauksessa irrotettiin ikkunan vaaka- ja pystyliitosten peitelistä. Ikkunaliitoksia on tiivistetty Ardex 8+9 -massalla, mutta tiivistyksessä ei ole vahvikenauhaa. Massa on levitetty suoraan ilmeisesti vanhan polyuretaanivaahdon päälle ja tiivistysmassassa on reikiä eikä tiivistys ole tiivis. Samassa tilassa ulkoseinän ja lattian välistä liitosta ei ole tiivistetty.	
	
	



Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 14 Ei otettu materiaalinäytettä	Koulurakennus, 2. krs, luokka 424-427, vanhan VS vanhan rakenneavauksen avaus
Avauksessa irrotettiin vanhan rakenneavauksen kohdalle kiinnitetty peitelevy. Vanhassa väliseinässä on havaittavissa kosteusjälkiä sisäpuolella levytyksen ja alaohjauspuun pinnassa. Avauksen rakenteet ovat aistinvaraisesti havainnoiden kuivia.	
	

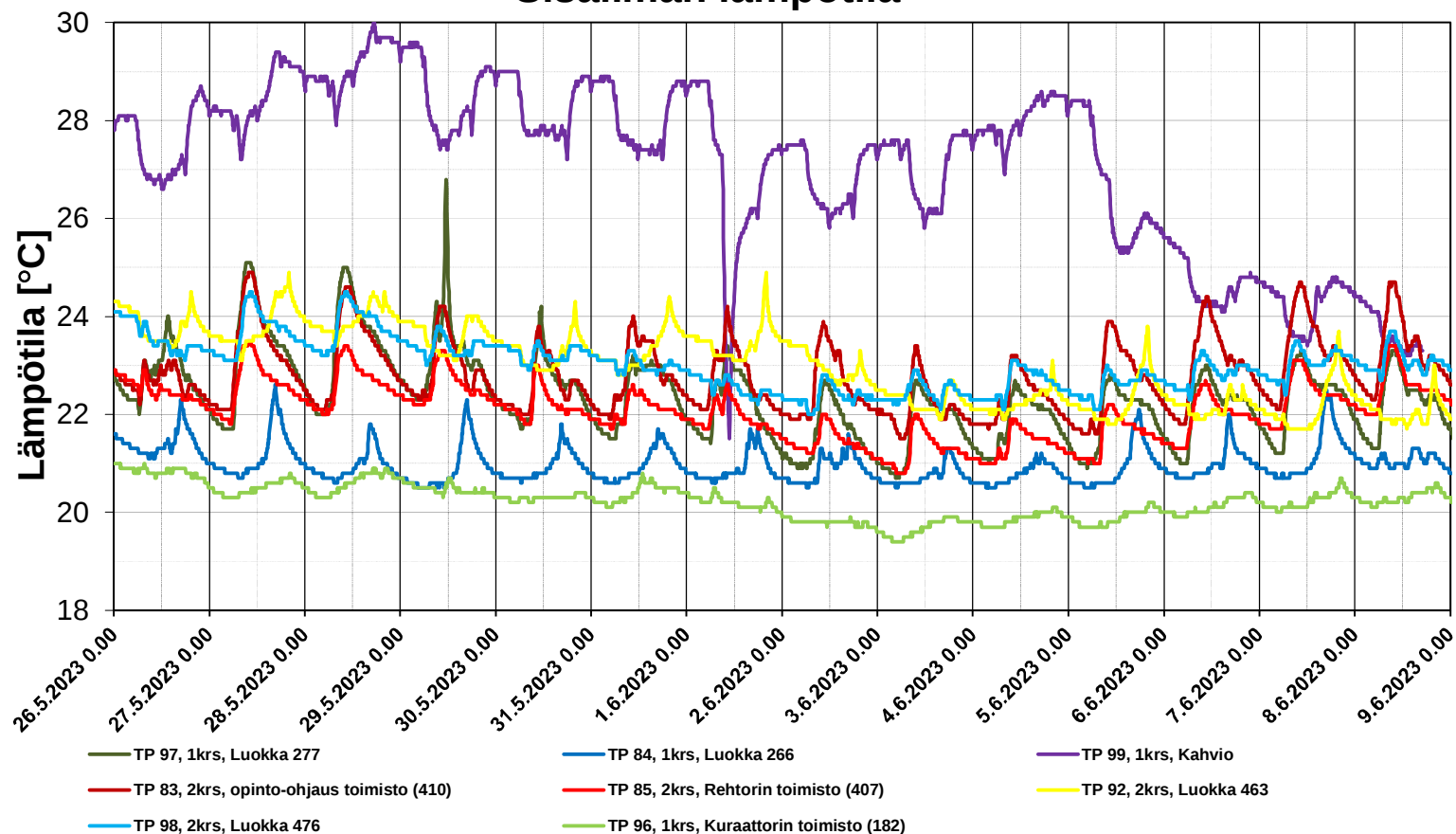
1 Lämpötila ja suhteellinen kosteus 26.5.-9.7.2023

Sisä- ja ulkoilman lämpötila



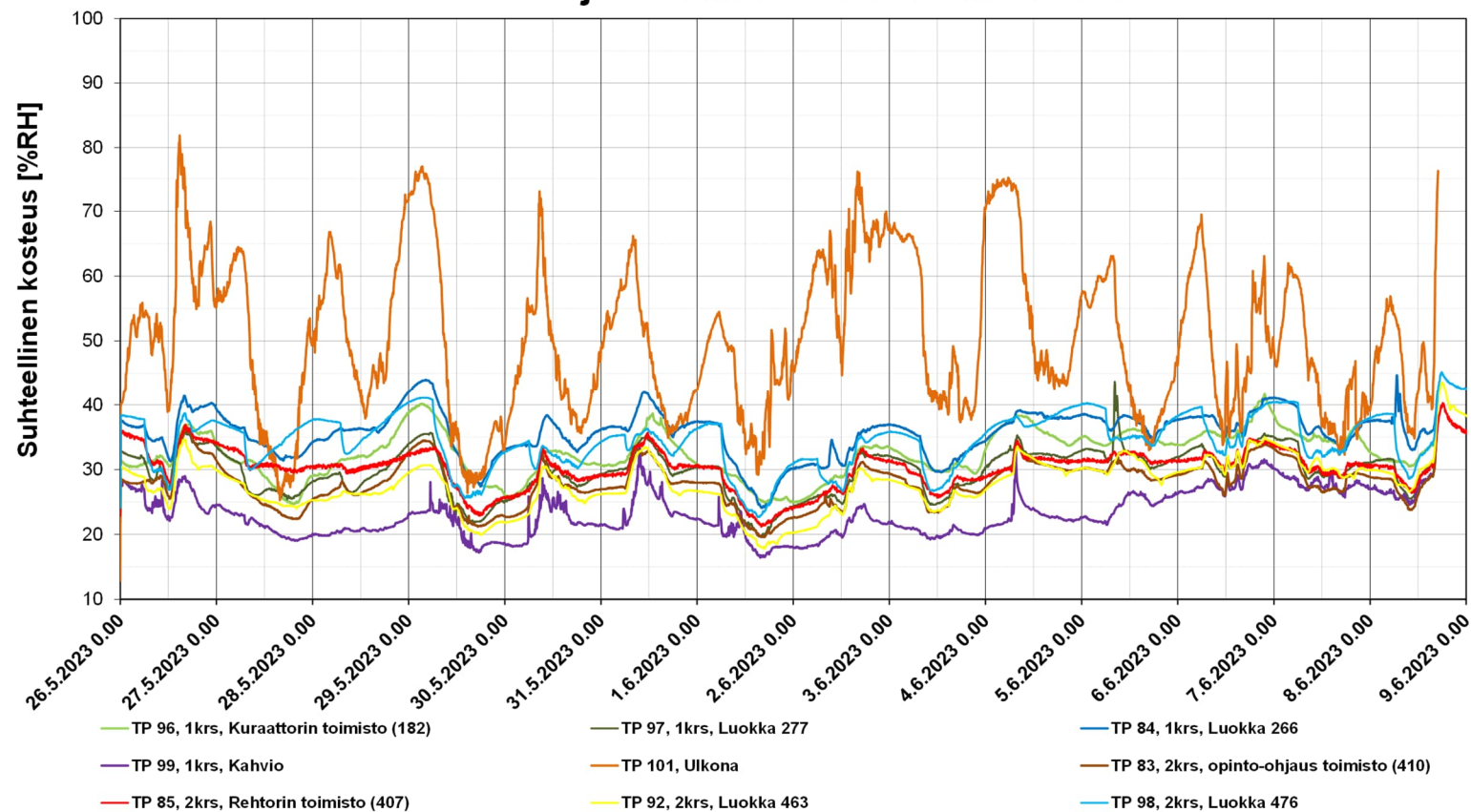
Kuvaaja 1. Lämpötilat koulurakennuksen käyttötiloissa sekä ulkoilmassa aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,4...+29,8 °C ja ulkoilmassa välillä +6,5...+19,8 °C.

Sisäilman lämpötila



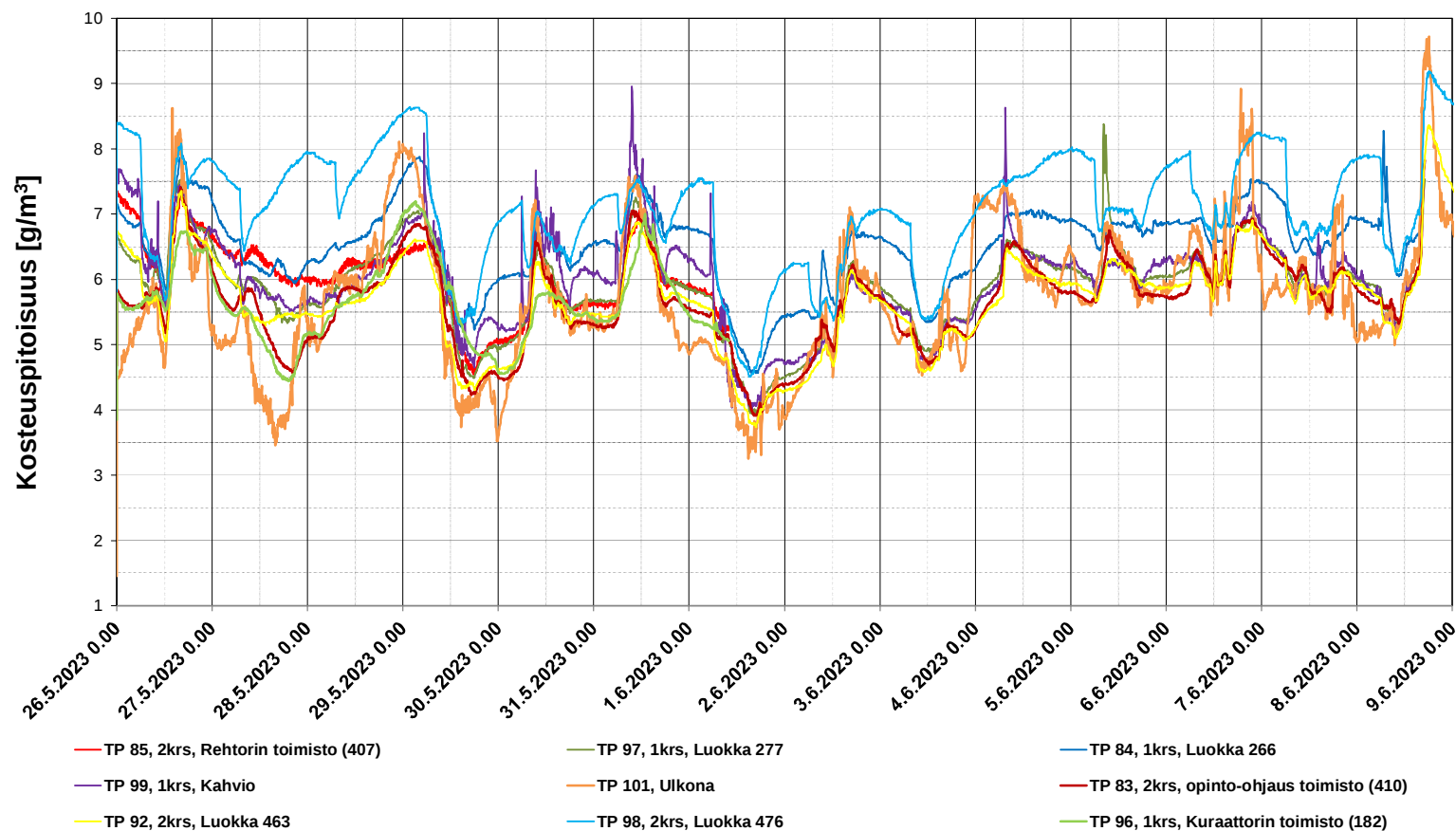
Kuvaaja 2. Lämpötilat koulurakennuksen käyttötiloissa aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,4...+29,8 °C.

Sisä- ja ulkoilman suhteellinen kosteus

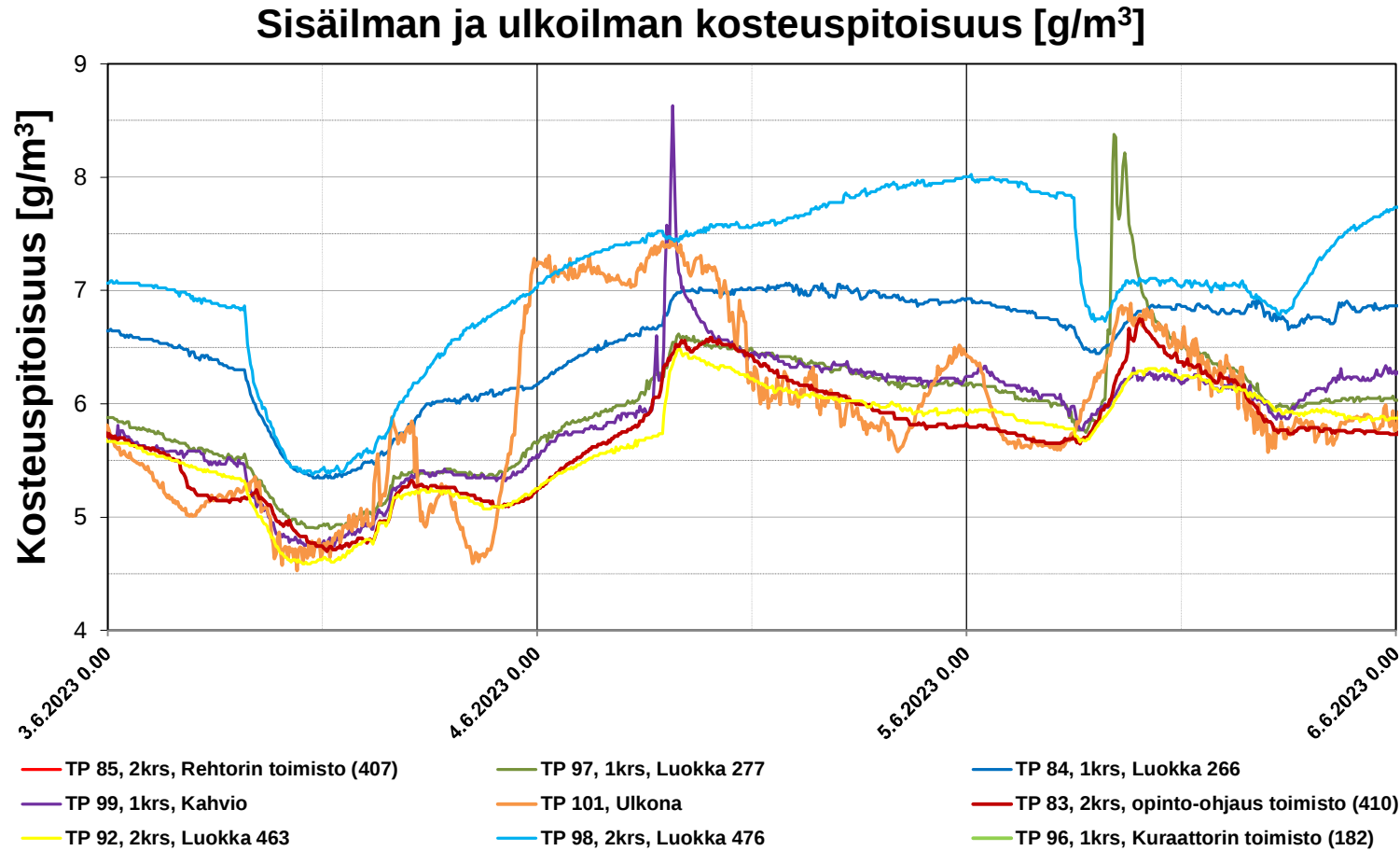


Kuvaaja 3. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Sisäilman suhteellinen kosteus mittaussyksöillä vaihteli välillä 17...44 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 26...82 %RH.

Sisäilman ja ulkoilman kosteuspitoisuus [g/m³]



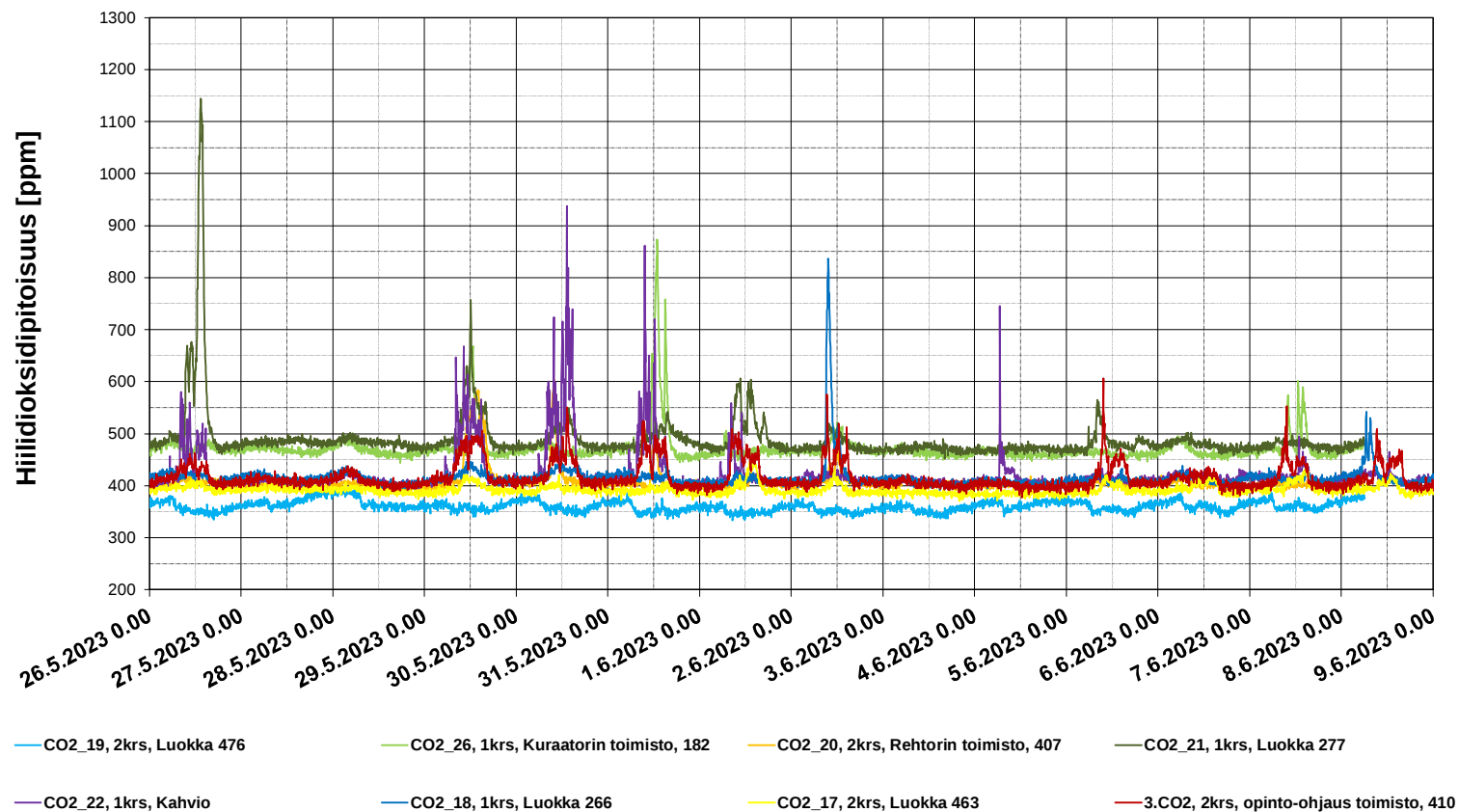
Kuvaaja 4. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,8...9,2 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 3,3...9,7 g/m³.



Kuvaaja 5. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa aikavälillä 3.6.-6.6.2023. Sisäilman kosteus viipyy pidempään luokkatiloissa 476 ja 266.

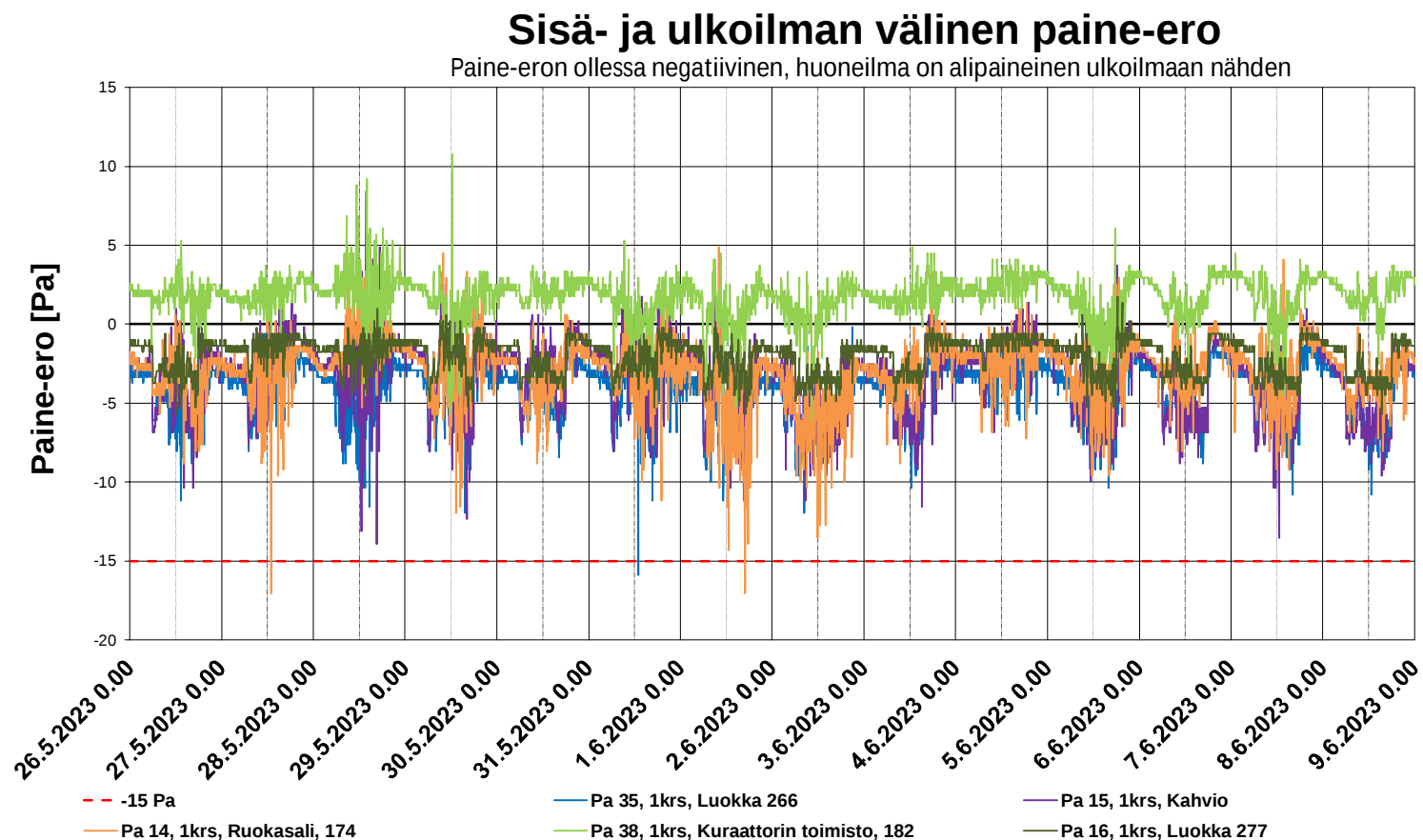
2 Hiilidioksidipitoisuus 26.5.-9.6.2023

Hiilidioksidipitoisuus



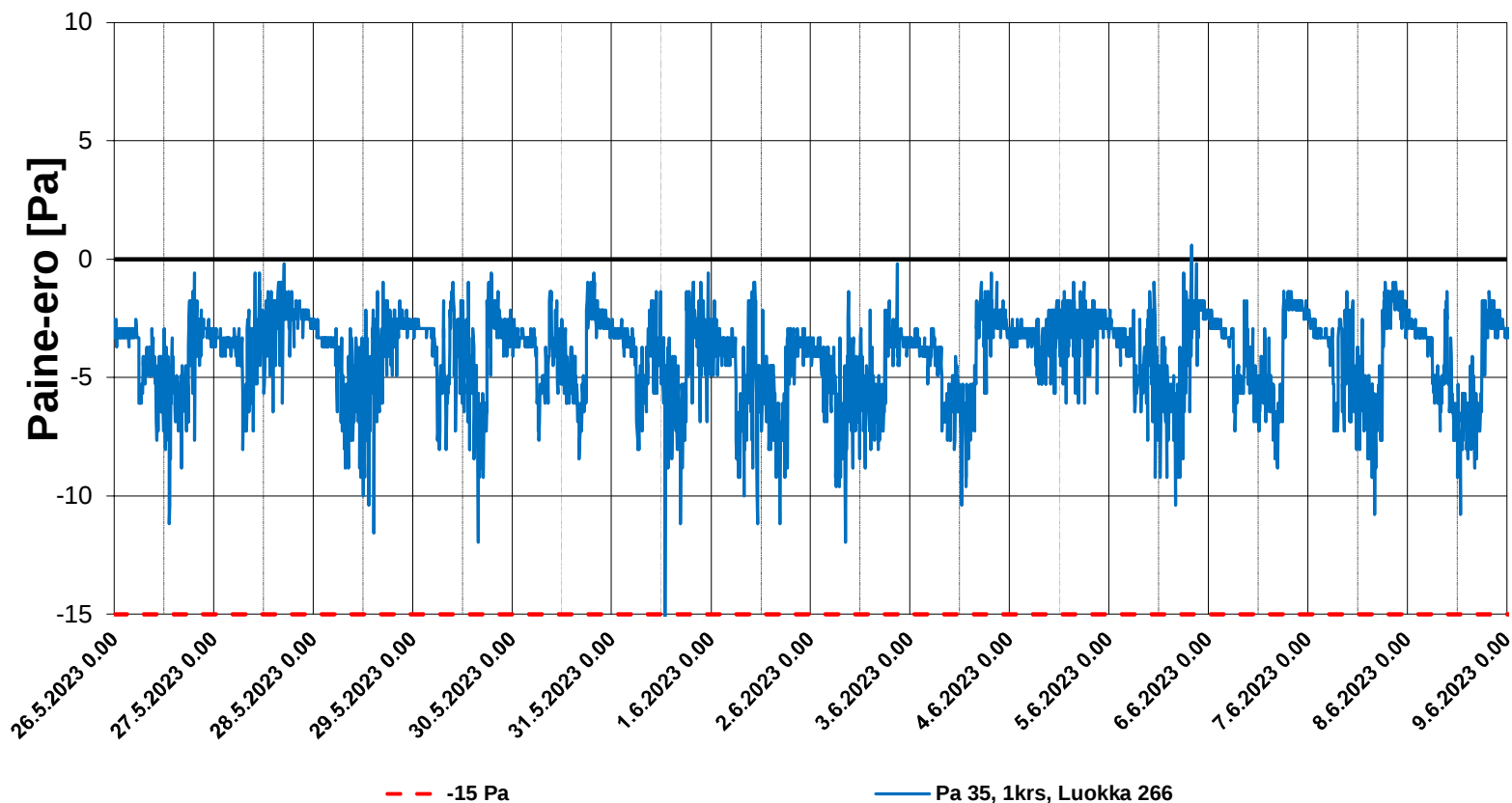
Kuvaaja 6. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 340...1140 ppm. STM:n asetuksen 545/2015 toimenpideraja-arvo on 1550 ppm.

3 Painesuhteet 26.5.-9.6.2023



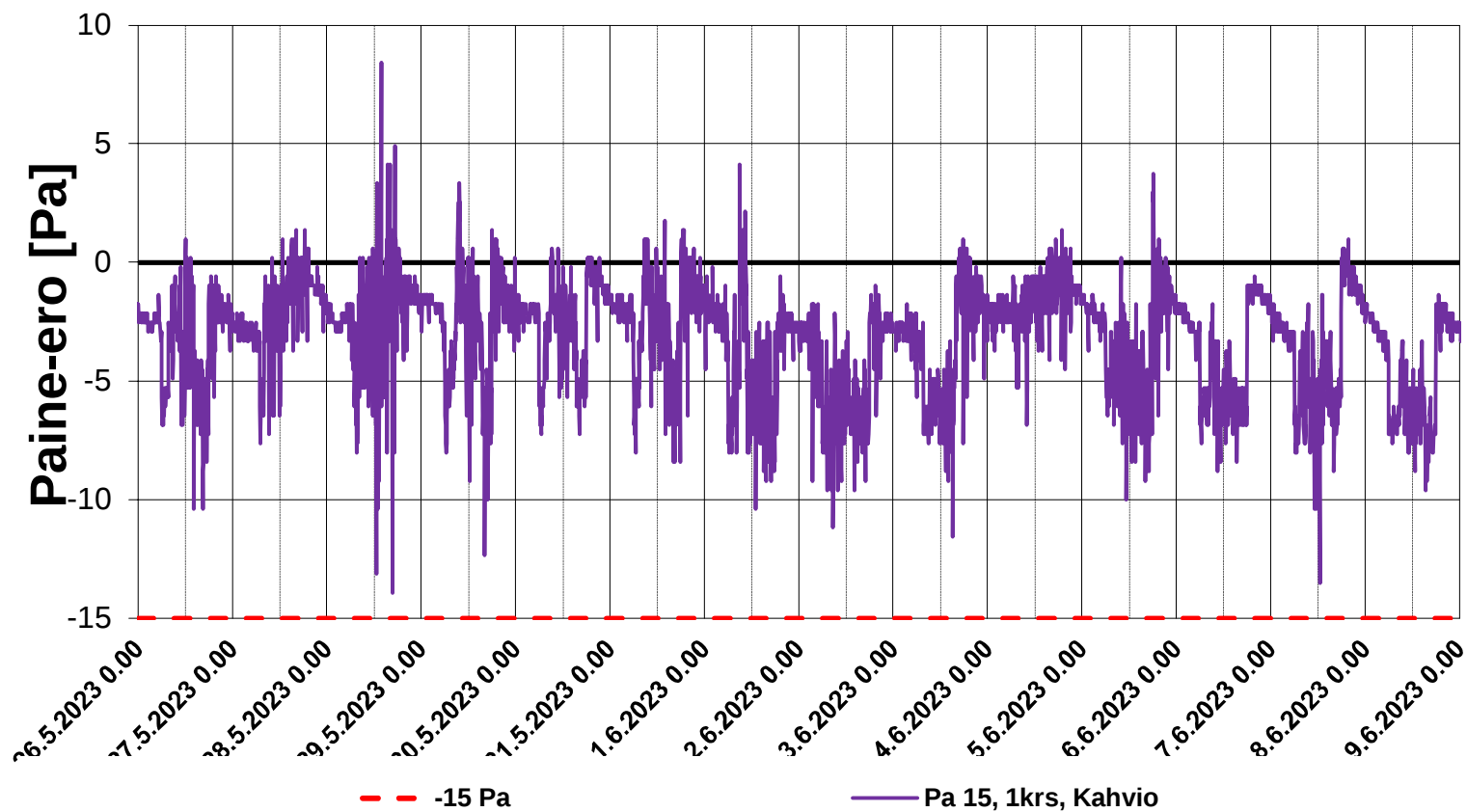
Kuvaaja 7. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022. Painesuhteet jakson aikana vaihtelivat välillä -17...+10 Pa. Punaisella katkoviivalla on merkitty STMa 545/2015 soveltamisohjeen viitearvo -15 Pa.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



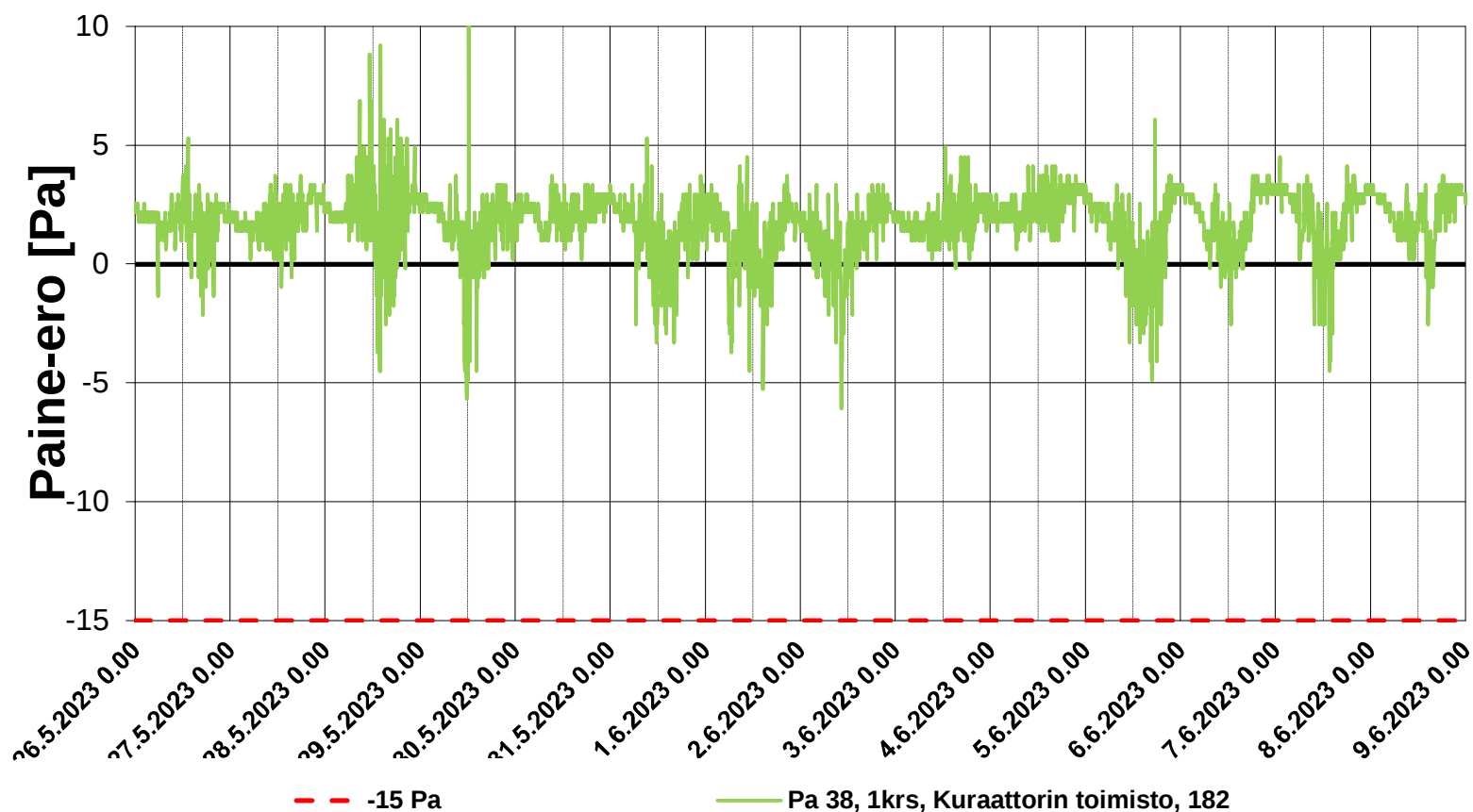
Kuvaaja 8. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022, tila 266.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



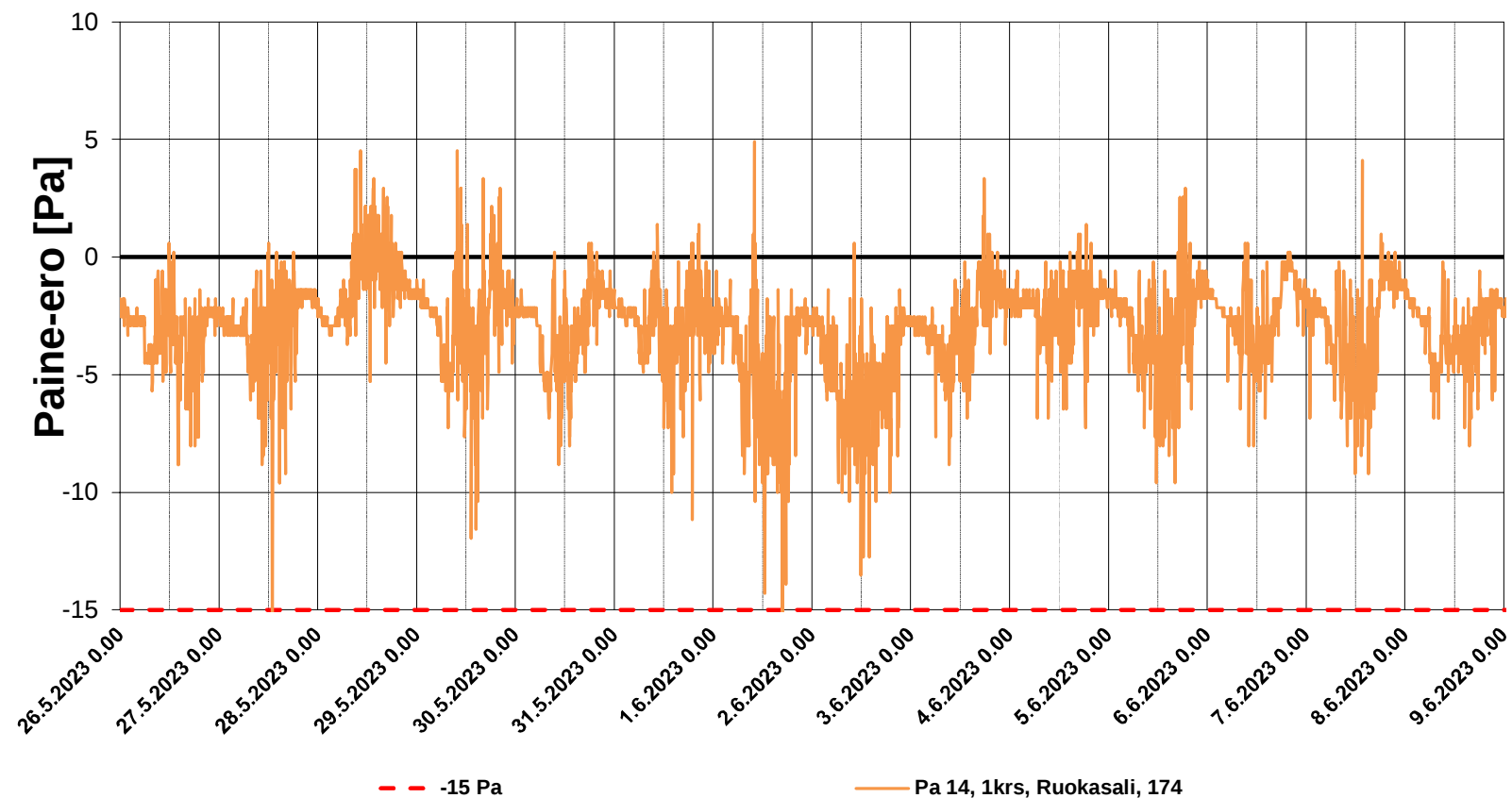
Kuvaaja 9. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022, tila Kahvio.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



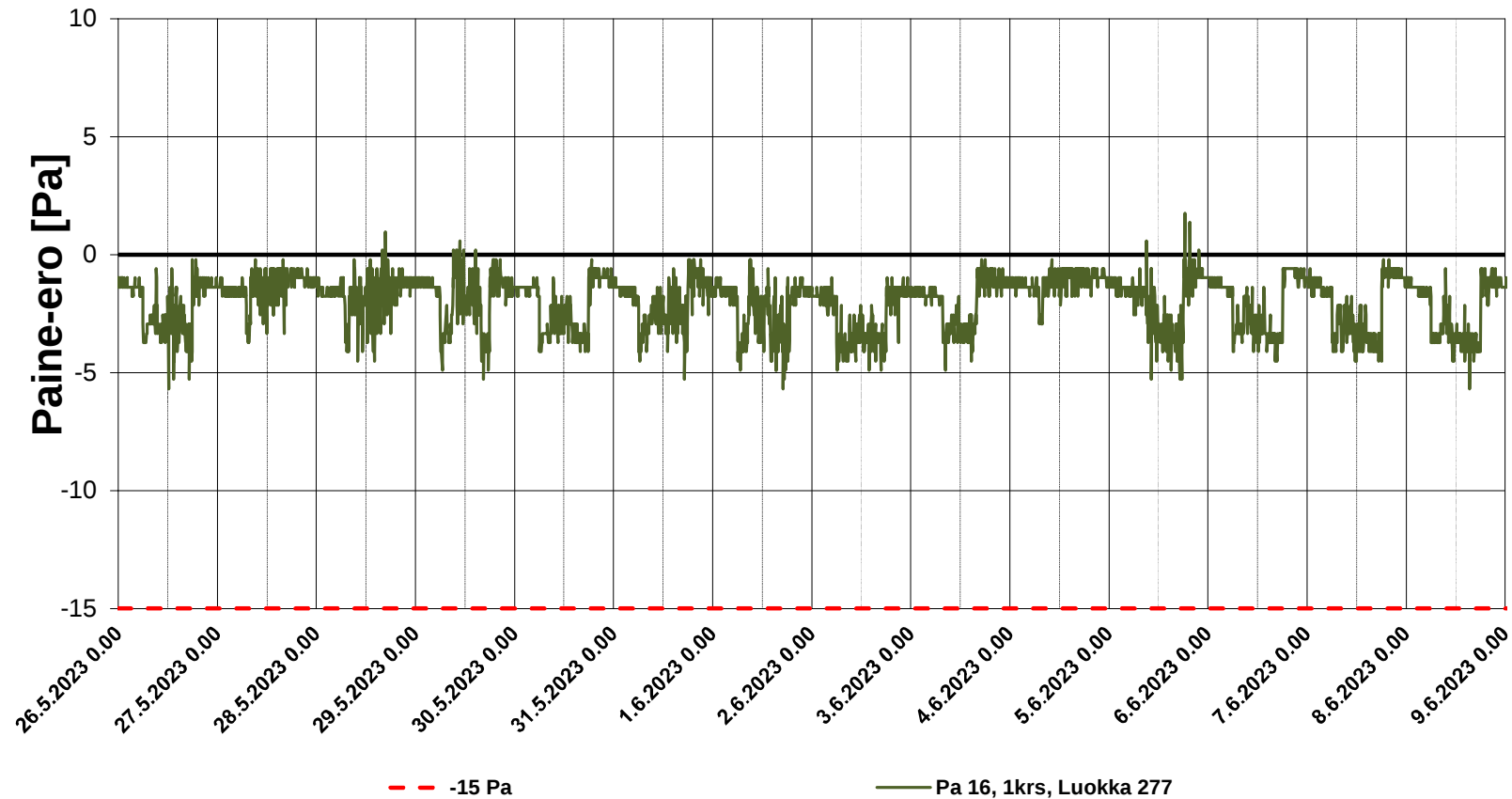
Kuvaaja 10. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022, tila 182.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



Kuvaaja 11. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022, tila 174.

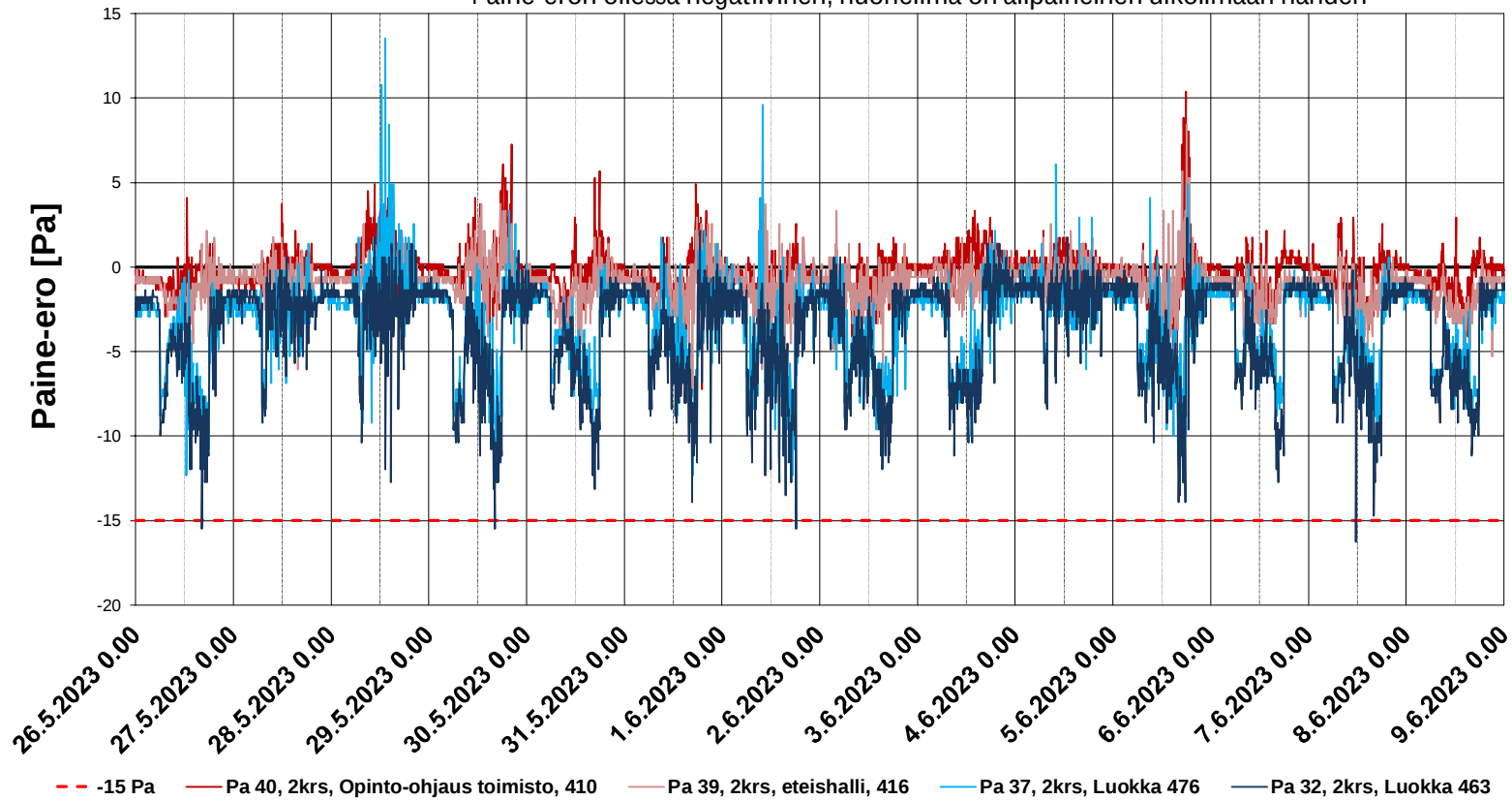
Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



Kuvaaja 12. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen ensimmäisessä kerroksessa aikavälillä 26.5.-9.6.2022, tila 277.

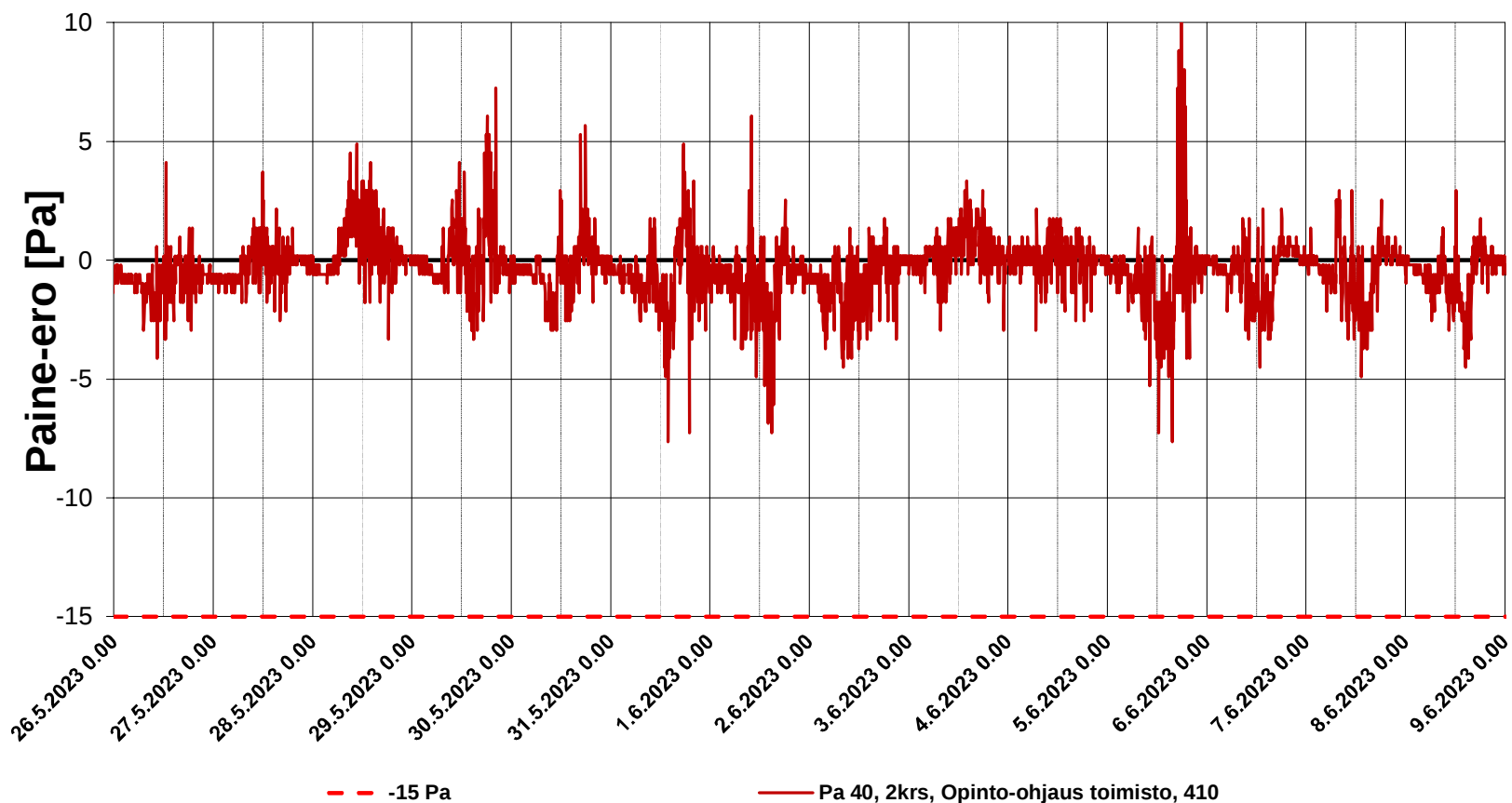
Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero

Paine-eron ollessa negatiivinen, huoneilma on alipaineinen ulkoilmaan nähden



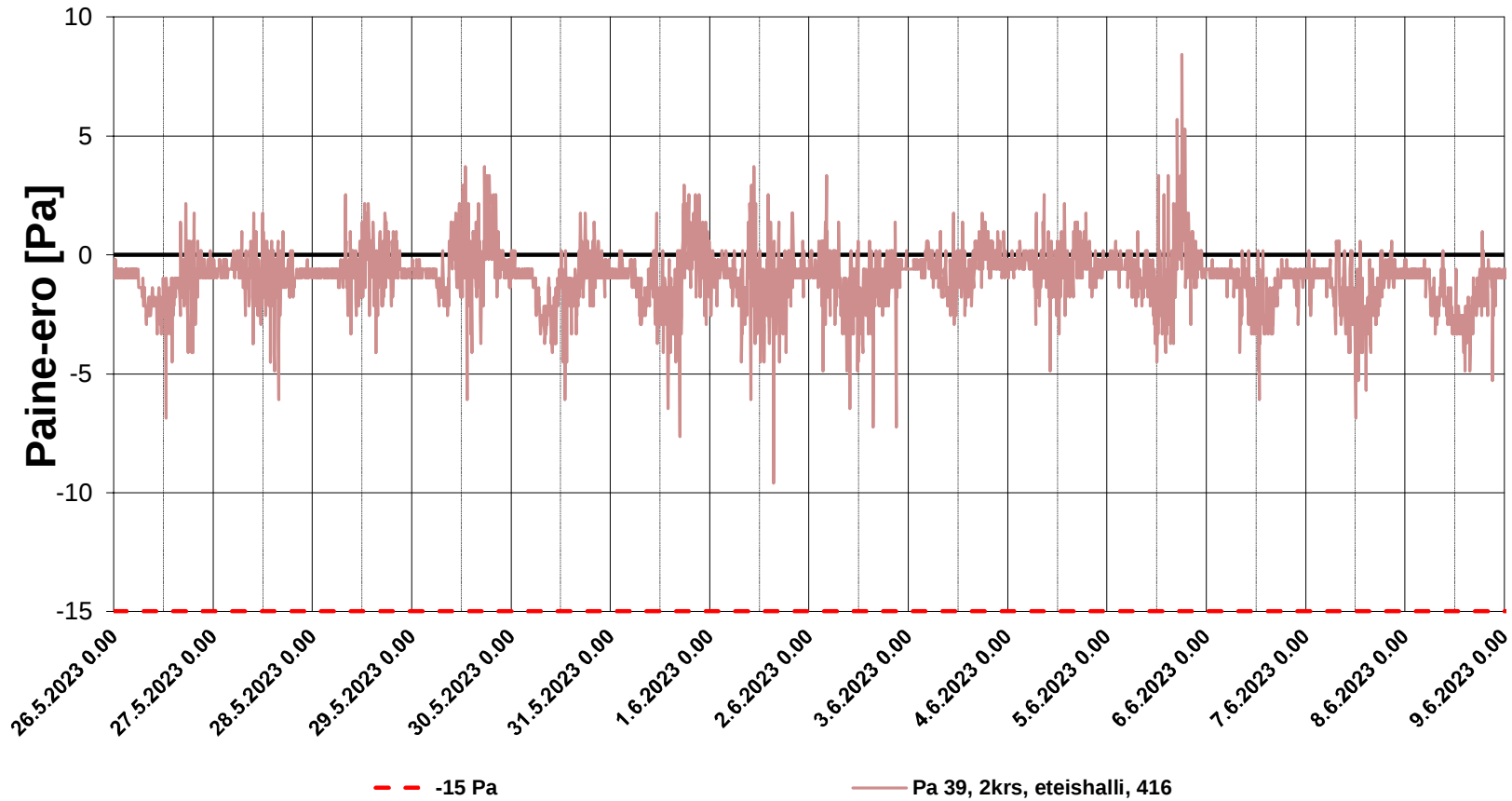
Kuvaaja 13. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen toisessa kerroksessa 26.5.-9.6.2023. Painesuhteet jakson aikana vaihtelivat välillä -16,3...+13,5 Pa. Punaisella katkoviivalla on merkitty STMa 545/2015 soveltamisohjeen viitearvo -15 Pa.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



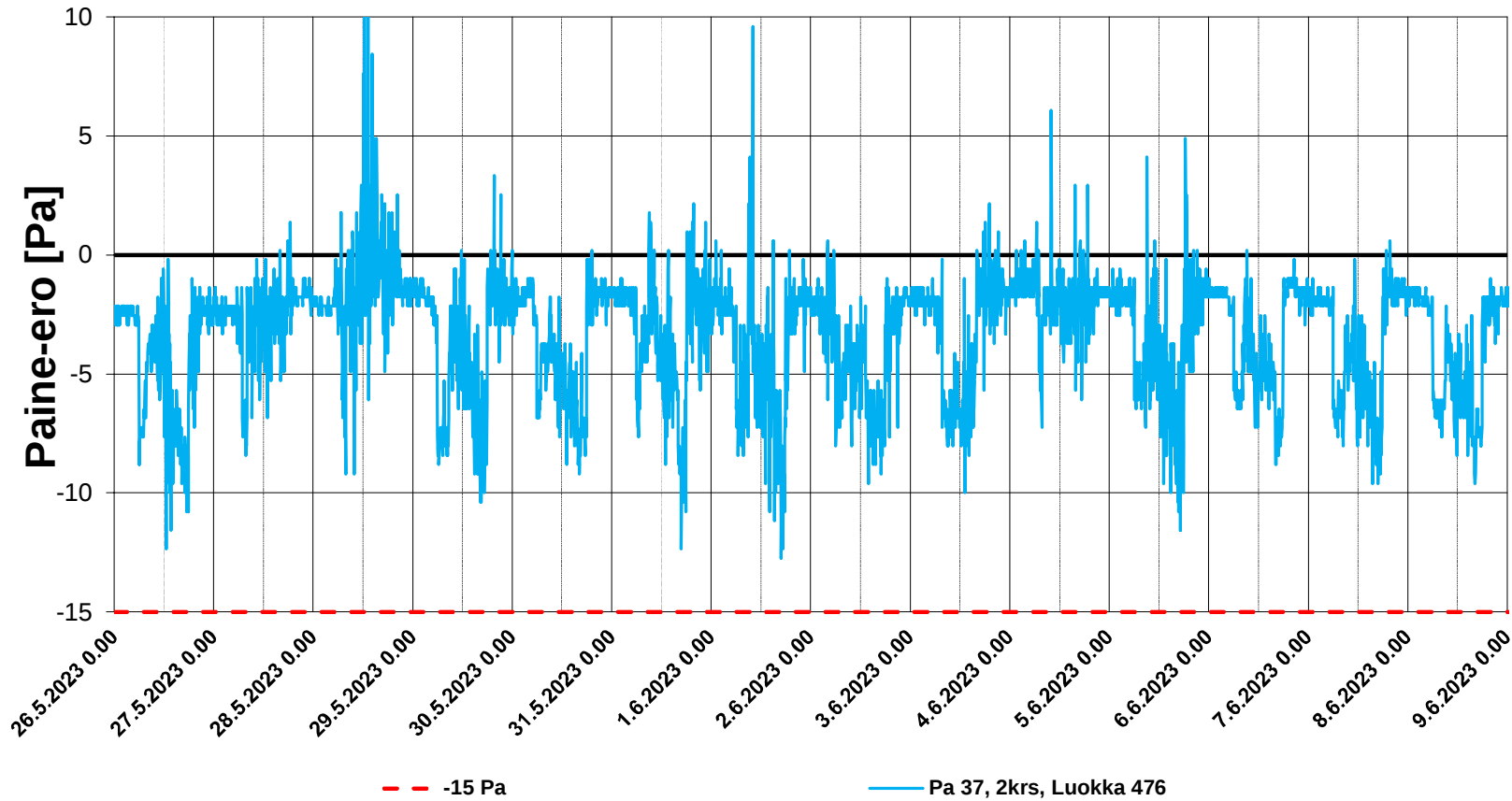
Kuvaaja 14. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen toisessa kerroksessa 26.5.-9.6.2023, tila 410.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



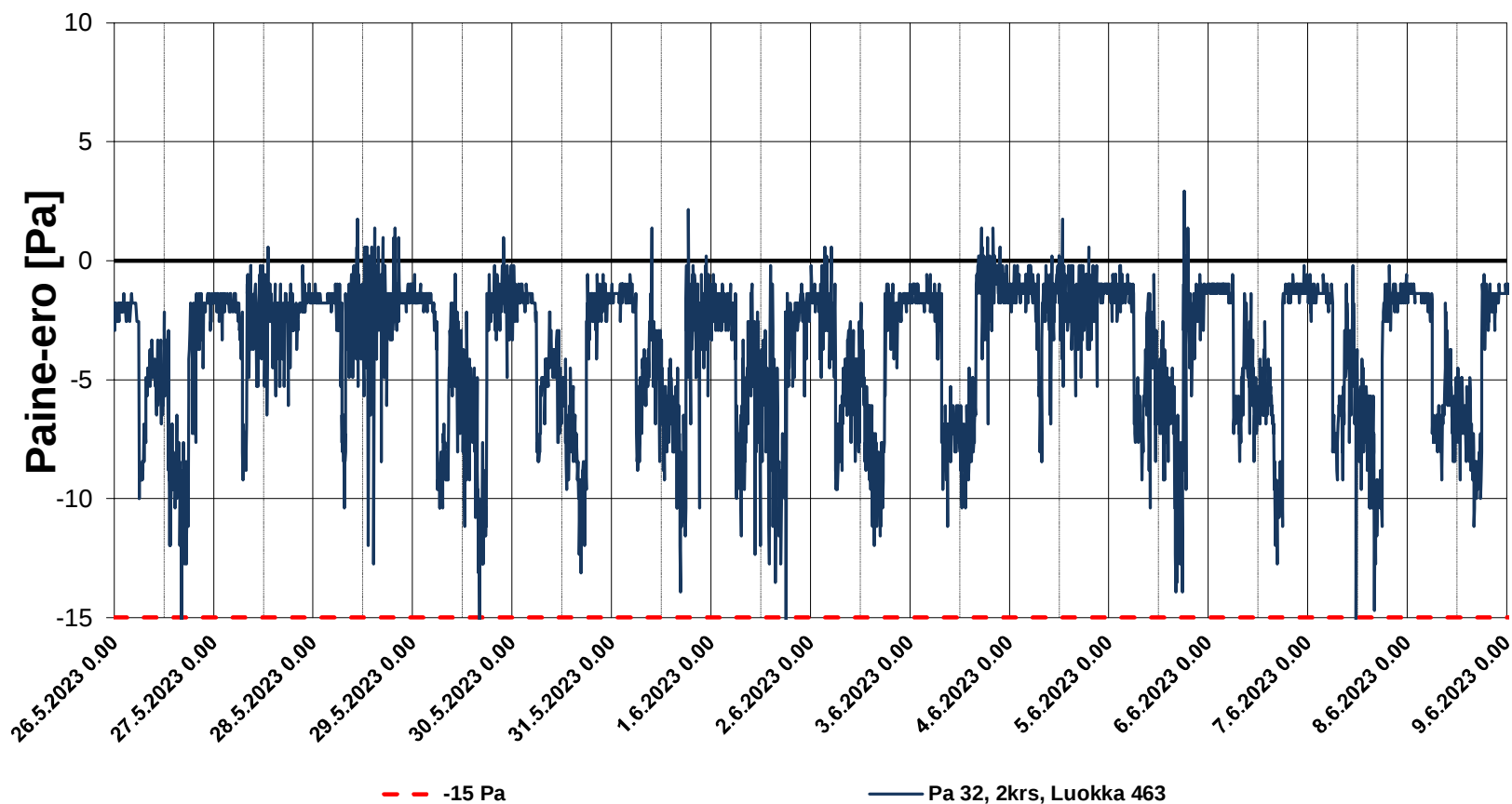
Kuvaaja 15. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen toisessa kerroksessa 26.5.-9.6.2023, tila 416.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



Kuvaaja 16. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen toisessa kerroksessa 26.5.-9.6.2023, tila 476.

Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



Kuvaaja 17. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero koulurakennuksen toisessa kerroksessa 26.5.-9.6.2023, tila 463.

TILAAJA

AFRY Buildings Finland Oy
Iina Maso
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

MAKSAJA

Vantaan kaupunki
Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat
Asematie 10A
01300 VANTAA

NÄYTETIEDOT

Vastaanotettu: 07.07.2023
Näytteet otettu: 05.07.2023
Näytteenottaja: Iina Maso
Kohde: Varia, Myyrmäki (Ojahaantie 5, Vantaa)

Kellonaika: 11.40

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MÄÄRITYS GEELITEIPPINÄYTTEESTÄ

Menetelmä on laboratorion sisäinen. Menetelmä perustuu Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira) Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa Osa III (8/2016, päivitetty 24.3.2021) osoittamaan menetelmään. Geeliteipille otetusta pölylaskeumanäytteestä lasketaan teolliset mineraalikulut, 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.

Teollisten mineraalikulujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STMa 545/2015, §19). Toimenpideraja ei koske ilmanvaihtokanavien sisäpinnoilta otettuja näytteitä. Tulos ylittää toimenpiderajan, kun tutkittavan tilan näytteissä havaittu teollisten mineraalikulujen pitoisuuden keskiarvo 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 pyydettyäessä.

Näyte	Laskeuma -aika (vrk)	Näytteenoton pinta-ala (cm ²)	Havaittu pitoisuus (kuitua/cm ²)	Pitoisuus vähennettynä mittaus- epävarmuudella (kuitua/cm ²)	Tulos / STMa 545/2015, §19
20905-1. 1a. 419 Auditorio (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-2. 1b. 419 Auditorio (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-3. 1c. 419 Auditorio (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-1. 1a. 419 Auditorio (koulurakennus) 20905-2. 1b. 419 Auditorio (koulurakennus) 20905-3. 1c. 419 Auditorio (koulurakennus)	14	42 (3 x 14)	0,02	0	Alittaa toimenpiderajan
20905-4. 2a. 421 Kielistudio (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-5. 2b. 421 Kielistudio (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-6. 2c. 421 Kielistudio (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-4. 2a. 421 Kielistudio (koulurakennus) 20905-5. 2b. 421 Kielistudio (koulurakennus) 20905-6. 2c. 421 Kielistudio (koulurakennus)	14	42 (3 x 14)	0,02	0	Alittaa toimenpiderajan
20905-7. 3a. 407 Rehtori (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-8. 3b. 407 Rehtori (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-9. 3c. 407 Rehtori (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-7. 3a. 407 Rehtori (koulurakennus) 20905-8. 3b. 407 Rehtori (koulurakennus) 20905-9. 3c. 407 Rehtori (koulurakennus)	14	42 (3 x 14)	0,05	0,02	Alittaa toimenpiderajan

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.

Näyte	Laskeuma -aika (vrk)	Näytteen- oton pinta- ala (cm ²)	Havaittu pitoisuus (kuitua/cm ²)	Pitoisuus vähennettynä mittaus- epävarmuudella (kuitua/cm ²)	Tulos / STMa 545/2015, §19
20905-10. 4a. 410 Opintotoimisto (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-11. 4b. 410 Opintotoimisto (koulurakennus)	14	14	0,14	-	-
20905-12. 4c. 410 Opintotoimisto (koulurakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-10. 4a. 410 Opintotoimisto (koulurakennus) 20905-11. 4b. 410 Opintotoimisto (koulurakennus) 20905-12. 4c. 410 Opintotoimisto (koulurakennus)	14	42 (3 x 14)	0,10	0,07	Alittaa toimenpiderajan
20905-13. 5a. 182 Kuraattori (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-14. 5b. 182 Kuraattori (koulurakennus)	14	14	0,14	-	-
20905-15. 5c. 182 Kuraattori (koulurakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-13. 5a. 182 Kuraattori (koulurakennus) 20905-14. 5b. 182 Kuraattori (koulurakennus) 20905-15. 5c. 182 Kuraattori (koulurakennus)	14	42 (3 x 14)	0,05	0,02	Alittaa toimenpiderajan
20905-16. 6a. 104 Luokka (työpajarakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-17. 6b. 104 Luokka (työpajarakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-18. 6c. 104 Luokka (työpajarakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-16. 6a. 104 Luokka (työpajarakennus) 20905-17. 6b. 104 Luokka (työpajarakennus) 20905-18. 6c. 104 Luokka (työpajarakennus)	14	42 (3 x 14)	<0,02	0	Alittaa toimenpiderajan
20905-19. 7a. 036A Työsali (työpajarakennus)	14	14	0,07	-	-
20905-20. 7b. 036A Työsali (työpajarakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-21. 7c. 036A Työsali (työpajarakennus)	14	14	<0,07	-	-
20905-19. 7a. 036A Työsali (työpajarakennus) 20905-20. 7b. 036A Työsali (työpajarakennus) 20905-21. 7c. 036A Työsali (työpajarakennus)	14	42 (3 x 14)	0,02	0	Alittaa toimenpiderajan

Yhteyshenkilö: Kauhala Janne, asiantuntija
p. 010 3913 468

Materiaalilaboratorio
p. 09 374 2010

Tiedoksi: Kauriinvaha Eeva, eeva.kauriinvaha@afry.fi
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi
Maso Iina, iina.maso@afry.com

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.

Tilaaaja

0124610-9

Vantaan kaupunki

Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat

Markkanen Piia

Asematie 10A

01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Materiaalit		
	Näyte otettu	05.07.2023	Kellonaika	
	Vastaanotettu	07.07.2023	Kellonaika	11.40
	Tutkimus alkoi	07.07.2023	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki		
	Näytteenottaja	Maso lina, AFRY Buildings Finland Oy		
	Viite	Markkanen/Varia, Myyrmäki		

20924-1: Rakennusmateriaali, MAT1: 407 rehtori, koulurakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa			
Näytteen toimitettu		2,8			g
Aktinomykeettipitoisuus #	*	THG Alle 100	2 % MALLAS	DG18	pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100	pmy/g

20924-2: Rakennusmateriaali, MAT2: 410 opinto-ohjaus, koulurakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta		ei mikrobikasvustoa			
Näytteen toimitettu		2,6			g
Aktinomykeettipitoisuus #	*	THG Alle 100	2 % MALLAS	DG18	pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	100	pmy/g
Penicillium sp.	*			100	%

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
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

<http://www.metropolilab.fi>

20924-3: Rakennusmateriaali, MAT3: 182 kuraattori, koulurakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		3,6			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100	pmy/g

20924-4: Rakennusmateriaali, MAT4: 175 käytävä, koulurakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		3,2			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100	pmy/g

20924-5: Rakennusmateriaali, MAT5: 036A työsalin, työpajarakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		4,1			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		100	Alle 100	pmy/g
Aspergillus sp.	*		100		%

20924-6: Rakennusmateriaali, MAT6: 174 ruokasali, koulurakennus, US, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		5,8			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		100	Alle 100	pmy/g
Rhizopus sp.	*		100		%

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
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

20924-7: Rakennusmateriaali, MAT7: 174 ruokasali, koulurakennus, US, korotettu lattia, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		7,0			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	480 000			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		340 000	380 000	pmy/g
Aspergillus versicolor #	*		9	8	%
Exophiala sp. #			88	92	%
Rhinocladiella sp.			3		%

20924-8: Rakennusmateriaali, MAT8A: 082B nosto-oven pieli, työpajarakennus, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		3,4			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	1 100			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	810 000			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		340 000	270 000	pmy/g
Aspergillus versicolor #	*		3		%
Engyodontium sp.			69		%
Cladosporium spp.	*		11	63	%
Mycelia sterilia			6	22	%
Penicillium sp.	*		11	15	%

20924-9: Rakennusmateriaali, MAT8B: 082B nosto-oven pieli, US elementti, mineraalivilla, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		3,0			g
		THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	390 000			pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	140 000			pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		200 000	200 000	pmy/g
Aspergillus versicolor #	*		14	27	%
Engyodontium sp.			63	63	%
Exophiala sp. #			10		%
Blastobotrys sp.			13	10	%

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.

20924-10: Rakennusmateriaali, MAT8C: 082B nosto-oven pieli, sokkeli, EPS, Varia, Ojahaantie 5, Myyrmäki

Analyysi	Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢	mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu	2,4			g
	THG	2 % MALLAS	DG18	
Aktinomykeettipitoisuus #	*	16 000		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	720 000		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*	39 000	30 000	pmy/g
Aspergillus versicolor #	*	21		%
Engyodontium sp.		76	49	%
Cladosporium sp.	*	3	6	%
Exophiala sp. #			3	%
Penicillium spp.	*		42	%

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

Lausunto

Analyytitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohtainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein (laboratorion tekninen analyysikohtainen mittausepävarmuus huomioitu):

	Epäily mikrobikasvustosta	Mikrobikasvusto
Elatusaine	alaraja pmy/g	alaraja pmy/g
THG, aktinomykeetit	2700	3300
THG, bakteerit	84 000	120 000**
2% Mallas, sienet	4500 (lajisto huomioidaan)*	11 000
DG18, sienet	4600 (lajisto huomioidaan)*	11 000

* näytteessä indikaattoreita (mukaan lukien aktinomykeetit) tai lajisto on epätavallisen yksipuolinen, tai suoramikroskopoinnilla todettu kasvusto

** ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto merkitään erikseen

Epäily mikrobikasvustosta -alarajoja matalampien tulosten tulkitaan viittaavan siihen, että näytteessä ei ole mikrobikasvustoa.

Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016:

Rakennusmateriaalinäytteessä voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Vaikka sieni-itiöpitoisuus jää alle 10 000 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5 000 - 10 000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 laji/sukua) ja pitoisuus kuitenkin yli 5 000 pmy/g. Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa.

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
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

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

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 rihmastoja), epäily mikrobikasvustosta (näytteessä on havaittu vähän rihmastoja) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoja useassa kohdassa). Suoramikroskopoinnilla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

Analyyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittaasepävarmuus
Näytetuloksen tulkinta σ , Näytteenä toimitettu määrä, Aktinomykeettipitoisuus #, THG	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa Gravimetrinen Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	11 %
Bakteeripitoisuus, muut, THG	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	19 %
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus, 2 % MALLAS	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	10 %
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus, DG18	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	9 %
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	

Analyytituloksen teknisen suorituksen mittaasepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

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

Analyytituloskohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittaasepävarmuuteen.

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.

Tunnistusmenetelmään 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.	Rhinocladiella sp.	
Chaetomium sp.	Scopulariopsis sp.	

Muut sienet:

Absidia sp.	Chrysonilia 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 Kauriinvaha Eeva, eeva.kauriinvaha@afry.com;
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi;
Maso Iina, iina.maso@afry.com

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.

TILAAJA

AFRY Buildings Finland Oy
Laine Katariina
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

MAKSAJA

Vantaan kaupunki
Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat
Asematie 10A
01300 VANTAA

**NÄYTETIEDOT**

Vastaanotettu: 14.08.2023 Kellonaika: 15.50
Näytteet otettu: 06.05.2023, 06.07.2023
Näytteenottaja: Maso Iina
Kohde: Vantaan ammattiopisto Varia Myyrmäki, Koulurakennus

MATERIAALINÄYTTEEN ASBESTIANALYYSI

Menetelmä on laboratorion muunnos standardeista ISO 22262-1:2012 ja ISO 22262-2:2014. Materiaalinäytteet analysoidaan elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS). Menetelmä on akkreditoitu.

- 24639-1. HA1 Kvartsivinyylilaatta
EI SISÄLLÄ ASBESTIA
24639-2. HA2 Kuitusementtilevy
EI SISÄLLÄ ASBESTIA

Arvio mittausepävarmuudesta toimitetaan pyydettyäessä.

Yhteyshenkilö: Kurkinen Kaisa, kemisti
p. 010 3913 467

Materiaalilaboratorio
p. 09 374 2010

Tiedoksi: Laine Katariina, katariina.laine@afry.com
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi
Maso Iina, iina.maso@afry.com

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

Kohde	Varia Myyrmäki
Osoite	Ojahaantie 5, 01600 Vantaa
Päivämäärä	28.6.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / SwemaFlo 127
Mittaaaja	Pasi Marttila / Valeria Kieleväinen

[illegible][illegible]

ILMAVIRTOJEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Tila / kerros	TUULOILMA								POISTOILMA								LISÄTIEDOT
	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ Virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %	
Koulurakennus																	
178 Terv. hoit.		Säleikkö				6	ei tiedossa	####		Säleikkö				0	ei tiedossa		IV-piirustukset puuttuvat
277 Opetustila		Kanava				51	115	-56 %		Kanava				25	105	-76 %	
282 Opetustila		Kanava	200			0	115			PRA	200	13	a5	25	105	-76 %	
309 Myymälä		TRI/S	200	0...1	K=31	31	ei tiedossa			KSO	125	20	6	15	ei tiedossa		IV-piirustukset puuttuvat
		TRI/S	200	0...1	K=31	31	ei tiedossa			KSO	125	24	6	17	ei tiedossa		
		TRI/S	200	0...1	K=31	31	ei tiedossa			KSO	125	16	5	12	ei tiedossa		
		TRI/S	200	0...1	K=31	31	ei tiedossa			KSO	125	19	5	14	ei tiedossa	####	
					yht.	0...124	ei tiedossa			KSO	160	12	6	16	ei tiedossa		
										KSO	160	10	6	15	ei tiedossa		
										KSO	200	13	13	21	ei tiedossa		
										KSO	200	12	18	24	ei tiedossa		
										KSO	200	10	19	23	ei tiedossa		
										KSO	200	9	19	22	ei tiedossa		
										KSO	200	8	18	20	ei tiedossa		
										KSO	200	8	19	21	ei tiedossa		
										KSO	200	6	21	19	ei tiedossa		
										KSO	200	6	20	18	ei tiedossa		
												yht.		257	ei tiedossa		
407 Rehtori		säleikkö				25	42	-40 %		Säleikkö				20	42	-52 %	
410b-e Toimisto		THB		13	K=12.9	47	ei tiedossa			URH	160	18	18	24	ei tiedossa		IV-piirustukset puuttuvat
		THB		10	K=12.9 yht.	41 88	ei tiedossa			URH	160	18	18	24	ei tiedossa		
457 Opetustila		Kanava	200			89	210	-58 %		Kanava	200			147	198	-26 %	
Pajarakennus																	
077 Opet.		Pra	160	3	a6	37	60	-38 %		URH	125	74	-4	15	16	-6 %	
										URH	125	74	-5	14	16	-13 %	
												yht.		29	32	-9 %	
110 Opet.		PRA	160	0		0	45			URH	160	29	-1	14	23	-39 %	Ei tuloilmaa
										URH	160	13	5	13	22	-41 %	
												yht.		27	45	-40 %	
159 Opet.		PRA	160	4	a6	42	36	17 %		URH	200	23	5	11	20	-45 %	
										URH	200	23	7	13	20	-35 %	
												yht.		24	40	-40 %	
Liikuntarakennus																	
178 terv. Hoit.		Säleikkö				6	ei tiedossa			Säleikkö				0	ei tiedossa		IV-piirustukset puuttuvat, ei poistoilmaa

Kohde	Varia Myymäki
Osoite	Ojahaantie 5, 01600 Vantaa
Päivämäärä	28.6.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / SwemaFlo 127
Mittaja	Pasi Marttila / Valeria Kieleväinen

[illegible]

Koje	Asetus	Koje	Asetus
01 TF	80 %	01 PF	86 %
02 TF	100 %	02 PF	100 %
03 TF	55 %	03 PF	100 %
04 TF	47 %	04 PF	49 %
05 TF	67 %	05 PF	54 %
06 TF	62 %	06 PF	43 %
07 TF	75 %	07 PF	75 %
08 TF		08 PF	
09 TF		09 PF	
11 TF		11 PF	

[illegible]