

AFRY
ÅF PÖYRY

Tutkimusselostus

Vantaan ammattiopisto Varia, Myyrmäki

Työpajarakennus

Täydentävät kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset

8.8.2023



Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli täydentää Vantaan ammattiopisto Varian työpajarakennuksessa aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia siten, että voidaan laatia altistumisolosuhteearvio. Selvitykset oli rajattu koskemaan rakennuksen käytössä olevia tiloja.

Tutkimuksessa käytössä olevista tiloista tarkastettiin aistinvaraisesti noin puolet. Lisäksi tiloissa tehtiin 9 kpl viiltomittauksia, 1 kpl alapohjan, 2 kpl ulkoseinien ja 1 kpl yläpohjan merkkiainekokeita sekä 3 kpl rakenneavauksia, joista kerättiin 4 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. 3 kpl näytteistä todettiin mikrobikasvua, joista 1 oli sokkelista ja 2 nosto-oven pielipellin takaisesta eristeestä. Käytön aikana lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus mitattiin neljässä tilassa kahden viikon mittausajanjaksolla ja kahdeksan tilan painesuhteita tarkasteltiin pitkäaikaisseurantajärjestelmän (720°) kautta kahden viikon ajanjaksolla.

Alapohjan lattioiden pintamateriaaleihin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta kolmessa tilassa, joissa kosteus voi siirtyä rakenteeseen maaperästä tai sadevesistä tai se voi olla peräisin mattoliimasta. Kahdessa tilassa suositellaan lattianpäällystekorjauksia. Muuten alapohjat ovat pääosin kosteusteknisesti toimivia. Alapohjassa on ilmavuotoja, joista epäpuhtaudet voivat siirtyä sisäilmaan. Alapohjan kaikki ulkoseinäliittymät ja muut epätiiveyskohdat suositellaan tiivistettävän.

IV-konehuoneen sisäpinnoilla on kosteusvauriojälkiä ja siksi alapuoleiset käyttötilat on ylipaineistettu suhteessa IV-konehuoneeseen. Rakennuksen kaikki käyttötilat on säädetty ylipaineisiksi ulkoilmaan, yläpohjaan, IV-konehuoneeseen ja käytöstä poistettuihin tiloihin verrattuna. Tutkimusten aikana havaittiin, että käyttötilat pysyvät pääosin ylipaineisina, mutta ulkoilmaan verrattuna tilat muuttuvat tuulen vaikutuksesta alipaineisiksi äkillisesti useita kertoja päivässä. Paine-ero vaikuttaa epäpuhtauksien kulkeutumiseen sisäilmaan, johon voidaan vaikuttaa rakenteita

tiivistämällä aiempien lukujen suositusten mukaisesti. Käytöstä poistetun ja käytössä olevan rakennuksen alueen väliseinät ovat tiiviitä ja käyttötilat ovat ylipaineiset käytöstä poistettuihin tiloihin verrattuna.

Tilan opettaja 077 katossa havaittiin epätiiveyskohta, joka suositellaan tiivistettäväksi, jotta yläpohjan ja IV-konehuoneen epäpuhtaudet eivät siirry käyttötilojen sisäilmaan. Pääasiassa kattopintaan tehty tiivistykset olivat toimivia ja opettajantila pysyi mittausjakson aikana ylipaineisena.

Tilojen lämpötila ja suhteellinen kosteus oli hyvällä tasolla seurantamittausjaksolla ja kosteuslisää ei ollut merkittävästi.

Ulkoseinärakenteiden alaosiin kohdistuu ulkopuolella kosteusrasitusta, jollaiseen kohtaan tehdystä rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua mutta avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju. Ulkoseiniin havaittiin ilmavuotoa ulkoseinäliittymien kautta ja paine-eroseurannan perusteella sisätilat on hetkellisesti alipaineisia ulkoilmaan verrattuna useita kertoja päivässä tuulen vaikutuksesta. Epäpuhtauden pääsevät kulkeutumaan epätiiveyskohdista sisäilmaan ja ulkoseinien ikkunanauhojen alapuoleisten osien kaikki epätiiveyskohdat suositellaan tiivistämään. Nosto-ovien pielimeltien takaiset eristeet suositellaan vaihtamaan ja pellit tiivistämään.

Yläpohja- ja vesikattorakenteet ovat ikääntyneet ja niissä havaittiin samoja sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavia tekijöitä, kuin Inspecta Oy:n vuoden 2019 tutkimuksessa. Kuluneen yksikermikatteen vedenpitävyys heikkenee entisestään ja tulevaisuudessa on syytä varautua paikallisiin vesivuotoihin. Yläpohjan ilmatiiviys oli tutkitussa tilassa hyvä ja muiden opettajien huoneiden kattopintojen tiivistys kannattaa tehdä vastaavasti. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviyden lisäksi ylipaineistamalla vielä nykyistä voimakkaammin käytössä olevia tiloja, joka onnistuu nykyistä paremmin, jos tilojen alapohja- ja ulkoseinien epätiiviyskohdat tiivistetään.

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Niissä havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat niiden energiankulutukseen ja toiminnallisuuteen. Paikallisilla korjauksilla ilmanvaihto mahdollista pitää toimintakuntoisena. Ilmanvaihtokoneissa havaitut puutteet on hyvä korjata suositellun ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyön yhteydessä. Ilmanvaihtokanavistossa on äänenvaimentimia, joissa olevat mineraalivillakuidut voivat kulkeutua sisäilmaan, aiheuttaen mm. ärsytysoireita. Suosittelemme selvittämään pinnoituksen mahdollisuutta tai harkinnanvaraisesti niiden uusimista puhdistus- ja säätötyön yhteydessä. Kuitulähteistä huolimatta nyt tehdyissä kuitulaskeumamittauksissa ei mitattu viitearvon ylittäviä kuitupitoisuuksia.

Eri tilojen ilmamäärissä ja ilmanjaossa sekä tuloilmapäätelaitteiden sijoittelussa havaittiin puutteita. Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät ovat hyvin epätasapainossa ja osasta tiloja puuttuu koneellisesti tuotettu ilma kokonaan. Työsalien ilmanvaihto on monin osin puutteellista, mm. jälkikäteen rakennettujen väliseinien vuoksi, mikä se tulee huomioida ennen ilmamäärien säätötyön suorittamista. Puutteet heikentävät sisäilmaympäristöä ja niihin suositeltuja toimenpiteitä on hyvä suorittaa harkinnanvaraisesti ennen säätötyön suorittamista.

Mikäli rakennuksen käyttö jatkuu kahden vuoden käyttöajan jälkeen, on ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus ajankohtainen noin viiden vuoden sisällä.

Luvussa 10 on esitetty yhteenveto suositeltavista korjaustoimenpiteistä.

Sisällys

Tiivistelmä	2
1 Tutkimuksen yleistiedot.....	8
2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot.....	9
2.1 Tutkimuksen lähtötiedot.....	9
2.2 Kohteen kuvaus.....	10
2.3 Tutkimuksen rajausta.....	12
3 Alapohjarakenteet	13
3.1 Rakenne.....	13
3.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten havainnoista.....	14
3.3 Täydentävät havainnot	15
3.4 Kosteusmittaukset	18
3.5 Alapohjarakenteiden ilmatiiviys	21
3.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	22
4 Välipohjarakenteet	26
4.1 Rakenne.....	26
4.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista.....	27
4.3 Täydentävät havainnot	27
4.4 Kosteusmittaukset	28
4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	30
5 Julkisivut, ikkunat ja ulkoseinä- ja sokkelirakenteet	31
5.1 Rakenne.....	31
5.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista.....	34
5.3 Täydentävät havainnot	35

5.4	Havainnot rakenneavauksista	37
5.5	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit.....	38
5.6	Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys.....	39
5.7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	40
6	Väliseinärakenteet.....	43
6.1	Rakenne.....	43
6.2	Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista	43
6.3	Täydentävät havainnot	44
6.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	45
7	Vesikatto- ja yläpohjarakenteet sekä kattoikkunat	46
7.1	Rakenne.....	46
7.2	Havainnot.....	46
7.3	Yläpohjan merkkiainekokeet	48
7.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	50
8	Sisäilma	51
8.1	Kuidut, yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista	51
8.2	Mittaustulokset.....	52
8.3	Sisäilman olosuhdemittaukset.....	53
8.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	57
9	Ilmanvaihto.....	59
9.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	59
9.2	Ulkoilmanotto ja ulospuhallus	61
9.3	Ilmanvaihtokoneet	62
9.4	Ilmanvaihtokanavat	66

9.5	Päätelaitteet ja ilmanjako	67
9.6	Ilmamäärät	69
9.7	Muut havainnot	70
9.8	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	70
10	Yhteenvedo ja toimenpidesuosituksset	74
10.1	Yhteenvedo	74
10.2	Toimenpidesuosituksset	78
10.2.1	Seuraavan kahden vuoden käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset	78
10.2.2	Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset	80

Liitteet

1. Tutkimusvälineet ja menetelmät (3 sivua)
2. Paikannuskuva (3 sivua)
3. Rakenneavaukset kootusti (3 sivua)
4. Olosuhdemittausten kuvaajat (13 sivua)
5. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, testausseoste 2023-20924, MetropoliLab Oy (6 sivua)
6. Teollisten mineraalikuitujen määrittäminen geeliteippinäytteestä, testausseoste 2023-20905, MetropoliLab Oy (2 sivua)
7. Ilmamäärien tarkastusmittauspöytäkirja (2 sivua)

1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Ammattiopisto Varia Myyrmäki

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 styrox- eristetty betonilaatta. Yläpohja on pääasiassa kumibitumikermieristetty loiva katto, jonka kantava rakenne on ontelo- tai TT-laatasto. Vesikatolla on kattokupuikkunoita sekä valoaukkoja. Kiinteistön koko on noin 13 200 m². Työpajarakennuksen koko on noin 5700 m², josta noin puolet on käytössä. Tilaaja on ilmoittanut, että kohteesta luovutaan vuonna 2025.

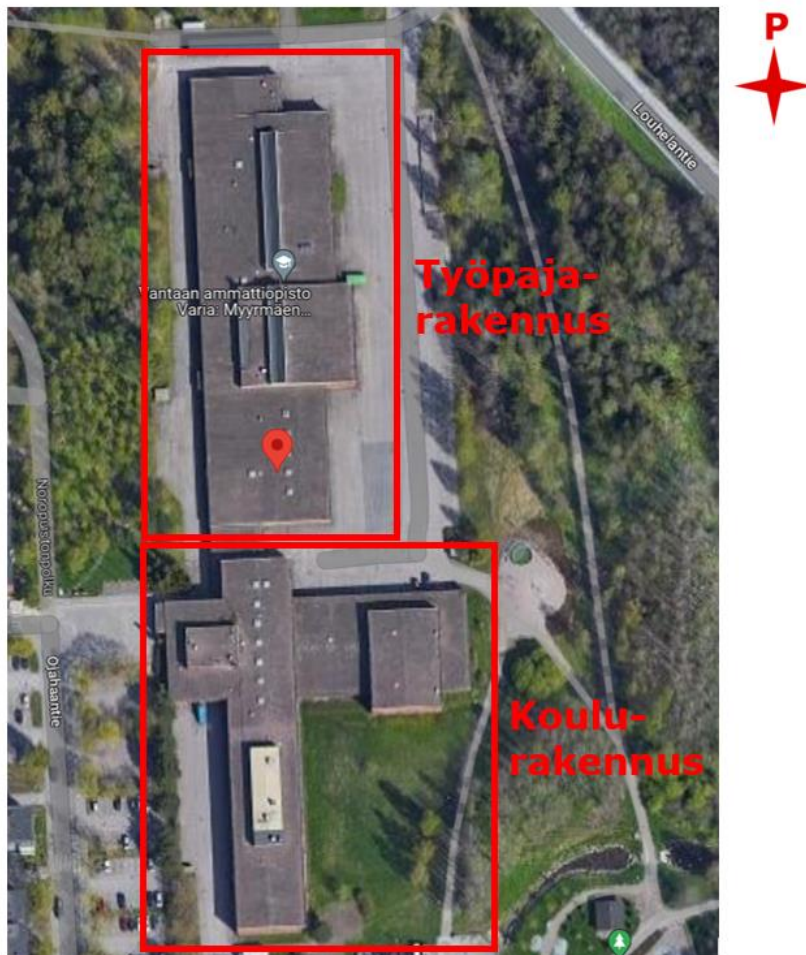
Rakennuksissa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä, jotka koostuvat yhteensä kymmenestä alkuperäisestä ilmanvaihtokoneesta. Työpajarakennusta palvelevat alkuperäiset ilmanvaihtokoneet 01TF01 ja 02TF01. Kohteessa on lisäksi asennettu joitakin erillisiä, huonekohtaisia ilmanvaihtokoneita. Osassa tiloista on ilmanpuhdistimet.

Rakennuksissa on koettu sisäilman laadussa puutteita.

Työpajarakennuksen länsiosa on poistettu käytöstä muutama vuosi sitten sisäilmaongelmien takia. Rakennuksissa on tehty tutkimuksia ja korjauksia ainakin vuodesta 2010 lähtien. Korjauksista huolimatta sisäilman laadussa koetaan edelleen 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.

Tilaaaja on pyytänyt laatimaan molemmista rakennuksista altistumisolosuhdearvion sekä tekemään tarvittavat tutkimukset arvioiden lähtötiedoiksi huomioiden aiemmat tutkimukset ja jäljellä oleva käyttöaika. Tutkimuksia tai altistumisolosuhdearviota ei tehdä työpajarakennuksen käytöstä poistetulta alueella. Tässä tutkimusselostuksessa esitetään työpajarakennuksen 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.

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

- Ilmanvaihtoa on säädetty siten, että paine-ero ulkovaipan yli olisi mahdollisimman pieni ja että käyttötilat pysyisivät ylipaineisina yläpohjatilaan nähden, useita kertoja, viimeisin keväällä 2023
- Tiloissa 038 ja 114 WC-tilan edustalla tehty paikalliset lattiakorjaukset, 2022
- Alakattolevyt vaihdettu tilassa 075, 2022
- Alapohjan tarkastusluukkujen sekä saumakohtien, halkeamien tiivistyksiä, 2022
- IV-konehuoneessa tuloilmakammion korjaus, lattiarakenteiden uudelleen pinnoitus ja läpivientien tiivistys, 2022
- Opettajienhuoneisiin tuotu tuloilma, 2022
- Rakennuksen länsipuoli poistettu käytöstä. Käyttö- ja käytöstä poistettujen tilojen välisten rakenteiden tiivistykset tehty 2020
- Kuitulähteiden poisto ilmanvaihdosta, 2019
- Koneiden tulo- ja poistoilmapuhaltimet on pääosin uusittu suoravetoisiksi, taajuusmuuttajaohjatuiksi puhaltimiksi vuonna 2017
- Valokuilujen ikkunoiden tiivistyksiä, ajankohta ei tiedossa
- Lattioiden pintamateriaalien uusimisia, ajankohta ei tiedossa
- Lattioiden epoksointikorjauksia suunniteltu tiloihin 164, 159, 080, 036B, 038, 074 mahdollisen toteutuksen ajankohta ei tiedossa. Tilan 035 lattia on epoksoitu, toteutuksen ajankohta ei tiedossa.
- Vesikaton kermikatteen paikkakorjauksia, ajankohta ei tiedossa

2.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli täydentää ja päivittää aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia siten, että saadaan riittävät lähtötiedot altistumisolosuhdearvion laatimista varten. Aiempien kuntotutkimusten

(2019) jälkeen työpajarakennuksessa on poistettu käytöstä rakennuksen länsipuolisko, joka kattaa rakennuksen pinta-alasta noin puolet. Käytöstä poistetut tilat on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

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 katselmoitiin pääosin käytössä olevien tilojen yläpuolelta. Ilmanvaihtokonehuone katselmoitiin kokonaan.

3 Alapohjarakenteet

3.1 Rakenne

Lähtötietoaineiston perusteella työpajarakennus on perustettu betonisokkelien ja paaluanturoiden varaan. Rakennuksessa on lähtötietojen perusteella alapohjarakenteena kantava teräsbetonilaatta (AP2) tai maanvarainen teräsbetonilaatta (AP1), joiden lämmöneristeenä on polystyreenieriste. Kantavaa teräsbetonilaattaista alapohjarakennetta on rakennuksen pohjois- ja eteläpäädyissä ja maanvarainen alapohjarakenne näiden välissä keskellä rakennusta. Työsalien lattiat ovat imubetonia.

Maanvarainen alapohjarakenne (AP1) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Pintamateriaali
- Teräsbetonilaatta 80...120 mm
- Sitkeä suojapaperi
- Styrox R 50 mm
- Alustäyttö ~300 mm

Kantava alapohjarakenne (AP2) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Pintamateriaali

- Tasausbetoni 40 mm
- Kantava teräsbetoni-laatta 200 mm
- Styrox R 50 mm
- Alustäyttö ~300 mm

Alapohjan pintamateriaali vaihtelee hallitiloissa muovimaton, pinnoitteen ja vinyyli-laatan välillä. Opettajien tiloissa on vinyyli-laatta tai muovimatto ja WC-tiloissa akryylimassalattia.

3.2 Yhteenveto 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.
- Työsalissa 035 muovimatto on asennettu epoksikapseloinnin päälle, jonka takia mattoliima ei ole päässyt kuivumaan kahden huonosti vesihöyryä läpäisevän pinnan välissä ja liima on pehmentynyt.
- Työsaleissa on LVI-kytkentäyhteyksien lattialuokkuja, joita ei ole tiivistetty. Rakennuksessa on myös kanaalirakenteita, joissa on roskaa ja muuta jätettä, ja näillä on tarkastusluokkuja työsaleihin. Tarkastusluukkujen sisältämät roskat aiheuttavat riskin sisäilman laadun heikentymiselle.
- Märkätilojen pintarakenteet ovat teknisen käyttöikänsä päässä ja niiden uusiminen on ajankohtaista
- Alapohjarakenteen kosteusmittauksissa havaittiin kohonneita kosteuspitoisuuksia viilto- ja porareikämittauksissa. Pinnoitteista otetuissa materiaalinäytteissä todettiin mikrobikasvua ja kohonneita VOC-pitoisuuksia.

Alla nostoja Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n 11.2.2022 sisäilmatutkimusraportin havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Alapohjarakenteessa havaittiin halkeama kahdessa kohdassa (tiloissa 036 (tilan 038 vierus) ja tilassa 139 (tilan 117 vierus, käytössä oleva osasto)), joiden yhteydessä vinyylilaatan alla havaittiin kohonnut kosteuspitoisuus.
- Tiloissa 032, 038, 077 edusta, 160, 158 ja IV-konehuoneessa otettiin sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näyte (VOC). Mittauksien yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat hyvin matalia, pitoisuudet vaihtelivat välillä 2–28 µg/m³ eivätkä aiheuta toimenpiteitä.

3.3 Täydentävät havainnot

Alapohjan pintarakenteita on uusittu useista kohdista paikallisesti. Tilojen lattiamateriaalit on esitetty liitteen 2 paikannuspiirustuksessa. Alkuperäiset kvartsivinyylilaatoitukset ovat pääsääntöisesti ikääntyneitä, mutta alueet, joissa on uudempia pintamateriaaleja, kuten muovimatto tai pinnoite, ovat pääosin hyväkuntoisia. WC-tilojen akryylimassalattiat ovat ikääntyneitä. Alkuperäisissä lattianpäällysteissä havaittiin paikallisesti kohdissa, joissa mitattiin kohonnutta kosteutta, lattianpäällysteen olevan irti alustastaan tai maton alta aistittiin poikkeavaa hajua.

Jalkalistana tiloissa on pääasiassa puinen jalkalista. Pääasiassa työsaleissa on betoninen viistetty jalkalistarakenne ja joissakin muissa tiloissa muovimatto on nostettu seinille tai listana on muovinen liimattu jalkalista.

Alapohjan läpivientejä on tiivistetty osittain. Alapohjan tarkastusluukkujen kansia on tiivistetty sisätiloissa harmaalla pinnoitteella, ja tiivistykset ovat pääsääntöisesti hyväkuntoiset, mutta joissakin kohdissa tiivistyksen pinta on rikkoutunut tilojen käytöstä johtuen. Myös halkeamia on tiivistetty samalla harmaalla pinnoitteella.

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



Kuva 2. Yleiskuvia tilojen pintamateriaaleista.



Kuva 3. WC-tilojen pintamateriaaleina on alkuperäinen märkätilan muovimatto tai akryylibetoni. Akryylibetonissa on halkeamia.



Kuva 4. Alapohjan tarkastusluukkuja on tiivistetty massamaisella tiivistysmateriaalilla ja vahvikenauhoilla. Tiivistyksissä on paikoitellen pieniä mekaanisia vaurioita, mutta pääasiassa ne olivat hyväkuntoisia.



Kuva 5. Työsalin 160 vesipisteen alapuolella pinnoite on irtoillut ja betonipinta on näkyvillä. Alkuperäisessä pinnoitteessa on useassa kohdassa kulumia/vaurioita.



Kuva 6. Vuoden 2022 sisäilmatutkimuksissa (Sweco) havaittujen alapohjan halkeamien kohdat on korjattu pinnoituksella mm. kuvissa esitetyissä tiloissa työsalin 036A ja käytävällä 139.

3.4 Kosteusmittaukset

Lattiapinnoissa ei pintakosteuskartoituksen perusteella havaittu pääosin normaalista poikkeavia arvoja (lukemat olivat välillä 51–80) muissa tiloissa kuin mihin viillot V7, V9, V13 ja V14 tehtiin. Näiden lisäksi vain työsalin 160 vesipisteiden yhteydessä havaittiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia (lukemat 70–100).

Lattianpäällysteiden kosteusteknistä toimivuutta selvitettiin pintakosteuskartoituksen lisäksi viiltomittauksilla. Työpajarakennuksen alapohjarakenteeseen tehtiin kaikkiaan 8 kpl viiltomittauksia pintamateriaalin alle. Viiltomittauskohdiksi valittiin alueet, joissa havaittiin kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema tai joissa aiemmissa tutkimuksissa on havaittu kohonneita kosteuksia. Aiemmissa tutkimuksissa oli tehty viiltomittauksia tiloissa 140, 055, 020, 035 sekä 164, joista poikkeavaa yli 90 %RH lukemia oli mitattu tiloissa 140 ja 164.

Viiltokohdat tehtiin lähelle kohtia, joihin oli tehty viiltomittaus Inspecta Oy:n toteuttamassa 2019 kuntotutkimuksessa (VM 4: metalliopetus 035, 77,8 %RH ja VM5: luokka 164, 90,1 %RH). Näiden viereen tehtiin mittaukset V7 (luokka 164) ja V11 (työsali 035), joissa mitattiin hyvin

samankaltaiset kosteuspitoisuudet kuin aiemmissa kuntotutkimuksissa. Edelliset mittauskohdat oli paikattu lattiaan teippaamalla.

V12 tehtiin kohtaan, jossa samassa tutkimuksessa on havaittu korkea kosteustulos porareikämittauksessa (PR 22 ja 23). V7 ja V12 kohdissa havaittiin tässä tutkimuksessa hieman kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema. Viillot V9, V13 ja V14, tehtiin kohtiin, joissa havaittiin kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema. Viilto V8 tehtiin tilaan, jossa lattiapäällysteen BULK-mittauksessa oli todettu kohonnut pitoisuus.

Muovimatto oli heikosti kiinni alustassaan viillossa V7, V11, V13, ja V14. Viillosta V14 havaittiin lievä poikkeava liiman haju. Muissa mittauskohdissa pintamateriaali oli hyvin kiinni alustassa. Viillossa V7 havaittiin mikrobiperäinen haju.

Viiltomittausten mittauspistekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 1. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.



Kuva 7. Viiltomittaus (V8, 93,4 %RH) opettajaintilasta 159. Mahdollisesti tilaan on asennettu epoksi ja kohonnut kosteus mitattiin epoksin ja muovimaton välistä.

Taulukko 1. Työpajarakennuksen 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]
V7, luokka 164	H2	22,2	83,8	16,5
Sisäilma	H13	22,6	42,2	8,4
V8, opettajat 159	H30	22,5	93,4	18,6
Sisäilma	H32	22,2	43,2	8,5
V9, työsalin 036B viereinen tila	H12	22,6	69,3	13,9
Sisäilma	H15	22,5	40,2	8,0
V10, opettajat 077	H31	22,0	62,3	12,1
Sisäilma	H10	22,3	42,6	8,4
V11, työsalin 035 viereinen tila	H32	21,7	76,6	14,6
Sisäilma	H30	22,1	43,3	8,4
V12, opettajat 032	H2	22,1	69,0	13,5
Sisäilma	H13	22,2	41,3	8,2

Mittapiste	Mitta- pää	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%RH]	Ilman kosteussisältö [g/m ³]
V13, työsalin 036B (painisali)	H32	22,0	81,4	15,8
Sisäilma	H30	22,2	42,5	8,4
V14, työsalin 160	H13	22,4	87,6	17,4
Sisäilma	H12	22,7	43,8	8,9

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

Mittausepävarmuus huomioiden luokan 164 (V7), opettajienhuoneen 159 (V8) ja työsalin 160 (V14) pintamateriaaleihin kohdistuu kosteusrasitusta. Luokassa 164 kosteus nousee mahdollisesti maaperästä alapohjarakenteeseen, tai sadevesi kastelee sokkelirakennetta, josta kosteus siirtyy alapohjaan. Opettajienhuoneessa 159 kosteus voi nousta maaperästä tai mahdollisesti tilan uudehkon maton mattoliiman kosteus ei ole päässyt kuivumaan pintamateriaalin alta (maton alla mahdollisesti epoksi). Työsalin 160 viiltomittauksen kohdan pintamateriaali on myös uudehko muovimatto, johon kohdistuva kosteusrasitus voi olla maaperän kosteusrasitusta.

3.5 Alapohjarakenteiden ilmatiiviys

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n toteuttamassa sisäilmatutkimuksessa (11.2.2022) on tehty kolmeen tilaan (036, 038 edusta ja 160) alapohjan merkkiainekoe. Tilassa 036 ilmavuotoa havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymistä ja pilarin liittymästä väliseinään. Tilassa 038 ilmavuotoa

havaittiin alapohjan halkeamasta (kohta korjattu pinnoitteella). Tilassa 160 alapohjasta ei havaittu ilmavuotoa.

Tutkimusten yhteydessä alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein. Merkkiainekoe (MA-koe 6) tehtiin luokan 164 alapohjaan ulkoseinälinjan läheisyyteen. Tilassa oli puiset jalkalistat eikä liitoksia ole havaintojen perusteella tiivistetty.

MA-koe 6, luokka 164

Luokan 164 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna noin +3,0 Pa, jolloin tila on ylipaineinen, eikä ilmavuotokohtia voida havainnoida ilman virratessa sisätiloista ulospäin. Mittaus suoritettiin koneellisesti alipaineistetussa tilassa, jolloin paine-ero oli -13...15 Pa.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista:

- Ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta
- Ulkoseinäelementtien välisen sauman alareunasta
- Ulkoseinän viereisen pilarin ja ulkoseinän liitoksesta.

3.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Lattialuukkuja, lattian halkeamia sekä läpivientejä on tiivistetty tarkastetuissa tiloissa vuoden 2019 kuntotutkimusten (Inspecta Oy, 11.2.2019) toimenpidesuosituksen mukaisesti. Kansien tiivistysmateriaali on vaurioitunut mekaanisesti paikallisesti tilojen käytön seurauksena. Vauriokohdat ovat hyvin pieniä ja niiden kautta sisäilmaan voi päästä arviolta hyvin vähäisesti epäpuhtauksia. Niiden merkitys sisäilman laadun kannalta ei ole merkittävä, eivätkä ne vaadi jatkotoimenpiteitä seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan tiivistykset paikkakorjaamaan ja suojaamaan tiivistetyt kannet mekaanisilta vaurioilta.

Alapohjarakenteessa tiloissa työsalissa 036A ja käytävällä 139 vuoden 2022 sisäilmatutkimuksessa (ilmoitettu tiloina 036 (tilan 038 vierus) ja tila 139 (tilan 117 vierus), Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, 11.2.2022) havaitut halkeamien kohdat on tiivistetty pinnoituksella eivätkä ne vaadi jatkotoimenpiteitä.

Mittausepävarmuus huomioiden lattioiden pintamateriaaleihin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta kolmessa tilassa tutkimuksessa tehtyjen viiltojen perusteella (tilat 164, 160 ja 159). Vuoden 2019 kuntotutkimuksissa (Inspecta Oy, 11.2.2019) on havaittu, että alapohjan eristekerroksen alapuoleinen täyttökerros on hiekkaa, jossa kosteus voi siirtyä kapillaarisesti. Tutkimuksessa havaittiin hiekkakerroksen painuneen eristekerroksesta, mutta painumista ei ole välttämättä tapahtunut koko rakennuksen alueella saman verran. Kosteus voi siirtyä siis alapohjaan maaperän kautta. Ulkoseinälinjan läheisyydessä luokassa 164 ja työsalissa 160 on mahdollista, että sadevesien kosteus siirtyy alapohjaan perustusrakenteiden kautta, sillä rakennuksen sadevedenpoisto on osittain puutteellinen (Inspecta Oy, 11.2.2019). Opettajainhuoneessa 159 pintamateriaalina on uudehko muovimatto, jonka alla saattaa olla epoksi, joten kosteuspitoisuuteen on voinut vaikuttaa myös muovimaton liiman sisältämä kosteus. Pintamateriaalina muovimatto on hyvin diffuusiotiivis, jolloin maaperän kosteus voi tiivistyä haitallisesti maton alapintaan. Lähtötietoina olleissa suunnitelmissa on esitetty lattioiden epoksikapselointia. Vuoden 2019 kuntotutkimuksessa tilan 035 viillossa havaittiin heti muovimaton alapuolella epoksikerros (kyseiseen tilaan ei ole esitetty epoksointia suunnitelmissa). Ei ole tiedossa, missä laajuudessa epoksikapselointia on tehty. Siten on mahdollista, että tässä tutkimuksessa havaittujen kohonneiden kosteuksien aiheuttaja on liian tiiviiden pintojen väliin jäänyt mattoliima, jonka kosteus ei ole päässyt poistumaan rakenteesta. Tästä ei kuitenkaan ole aiheutunut haittaa sisäilman laadulle (sisäilman VOC-mittaukset Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, 11.2.2022).

Työsalin 160 nurkka-alueen muovimattoon kohdistuu kosteusrasitusta ja viillosta V14 havaittiin lievä poikkeava liiman haju. Tilassa on mitattu vuonna 2022 (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, 11.2.2022) ilman VOC-pitoisuudet, joissa ei havaittu raja-arvojen ylittäviä pitoisuuksia. Koska viillosta ei havaittu merkittävästi poikkeavaa hajua tai muita vaurioitumiseen viittaavia merkkejä ja ilman VOC-tulokset ovat olleet matalia, tilan muovimatto ei ole todennäköisesti vaurioitunut siten, että se vaikuttaisi sisäilman laatuun heikentävästi. Lattiamateriaalin uusimista ei siis tarvitse tehdä arvion mukaan seuraavan kahden vuoden aikana. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan lattiamateriaali uusittavan hyvin vesihöyryä läpäisevällä ja kosteutta kestävällä materiaalilla, huomioiden alustan mahdolliset jäännösemissiöt.

Opettajienhuoneen 159 muovimattoon kohdistuu merkittävää kosteusrasitusta. Tilaan tehdystä viillosta V8 ei havaittu vaurioitumiseen viittaavia merkkejä ja vuonna 2022 (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, 11.2.2022) mitatut ilman VOC-pitoisuudet olivat matalia. Korkean kosteuspitoisuuden takia muovimatto voi kuitenkin vaurioitua seuraavan kahden vuoden aikana siten, että se alkaa vaikuttamaan sisäilman laatuun heikentävästi. Lattiamateriaali suositellaan uusimaan huomioiden alustan kosteusrasitus sekä mahdolliset jäännösemissiöt.

Mittausepävarmuus huomioiden luokan 164 muovimattoon kohdistuu kosteusrasitusta ja viillon läheisyydessä nurkassa havaittiin mikrobiperäinen haju. Kosteus on vaurioittanut muovimaton alustaa ja vaikuttaa sisäilmanlaatuun heikentävästi. Lattiamateriaali suositellaan uusittavan vähintään ulkoseinälinjalla ja purkulaajuuden riittävyyden varmennettavan purkutöiden yhteydessä muovimaton kunnon kartoituksella.

Työsalin 036B ja opettajienhuoneen 077 välissä olevan tilan pintakosteusilmaisimen lukemat olivat koholla, mutta kohonnutta kosteuspitoisuutta ei mitattu viiltomittauksessa (V9), eikä tämä vaadi jatkotoimenpiteitä. Myös tiloissa opettajat 077 (V10), opettajat 032 (V12)

ja työsalin 035 (V11), viiltomittausten tulokset alittivat kriittisenä kosteusraja-arvona pidetyn 85 %RH:n mittausepävarmuus huomioiden, eivätkä vaadi jatkotoimenpiteitä.

Alapohjat todettiin pääosin muuten kosteusteknisesti toimiviksi. Kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia havaittiin viiltomittauksien toteutusalueiden ulkopuolella vain työsalin 160 vesipisteiden viemäriputkien ympärillä, jossa lattian pinnoite on vaurioitunut/kulunut. Vesipisteen käytöstä lattialle roiskunut vesi ovat todennäköisesti kastellut kohdassa betonilaattaa. Pinnoite 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 vesipisteiden kohdalla vähintään pinnoitteen paikkakorjausta. Pinnoitetut alueet ovat teknisen käyttöikänsä päässä, joten vaihtoehtoisesti koko pinnoitettu alue voidaan uusia.

Luokkatilassa 164 ja työsalissa 036A on ilmoitettu 12.5.2023 katselmuksessa sisäilman laatuun liittyviä ongelmia. Tilassa 164 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-eroseurannassa havaittiin sisätilojen olevan hetkellisesti alipaineisia ulkoilmaan verrattuna useita kertoja päivässä miltei joka päivä ja paine-eron muuttuvan äkillisesti ylipaineisesta alipaineiseksi. Myös sisätilojen paine-ero alapohjaan verrattuna muuttuu todennäköisesti tällöin välillä alipaineiseksi. Paine-eroseurannan havainnot on esitetty kokonaisuudessaan luvussa ”Sisäilman olosuhdemittaukset”. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi käyttötilojen alapohjien epätiivelyskohdat suositellaan tiivistettäväksi, jotta mahdollisen alipaineisuuden aiheuttamaa sisäilman laadun heikentymistä ei tapahdu.



Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- Opettajainhuoneen 159 koko tilan lattiamateriaalin ja luokan 164 ainakin ulkoseinälinjan läheisyydessä olevan lattiamateriaalin uusiminen, huomioiden alustan kosteusrasitus sekä mahdolliset jäännösemisiot.
- Kaikkien käyttötilojen alapohjan kaikkien epätiivetykskohtien tiivistys. Muun muassa kaikkien ulkoseinäliitosten, pilariliitosten, läpivientien ja kiinnikkeiden paikkojen tiivistys.

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- Alapohjan tarkastusluukkujen tiivistyksien paikkakorjaus ja tiivistettyjen kansien suojaus mekaanisilta vaurioilta
- Työsalin 160 nurkan lattiamateriaalin uusiminen hyvin vesihöyryä läpäisevällä ja kosteutta kestäväällä materiaalilla
- Työsalin 160 vesipisteen alapuoleisen pinnoitteen paikkakorjaukset tai pinnoitetun alueen uusiminen

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

4 Välipohjarakenteet

4.1 Rakenne

Työpajarakennuksessa välipohjarakenne rajoittuu IV-konehuoneen lattian kohdalle. [REDACTED]

[REDACTED].
Toinen puoli välipohjasta on ontelolaattarakenteinen.

IV-konehuoneessa lattian pintamateriaalina on muovimatto ja paikkakorjauksia kosteusvaurioalueelle on tehty harmaalla pinnoitteella.

4.2 Yhteenveto aiempien tutkimusten tärkeimmistä havainnoista

Alla nostoja Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n 11.2.2022 toteuttaman sisäilmatutkimusten havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- IV-konehuoneessa on havaittu välipohjarakenteessa kohonneita kosteuksia sinisen muovimaton alla sekä syvemmillä betonilaatassa. Kosteuden aiheuttajasta ei ole tietoa. Kohonnut kosteus voi olla rakennusaikaista kosteutta, jos muovimatto on asennettu ennen kuin betoni on ehtinyt kuivua riittävästi. IV-konehuoneessa ei ole tällä hetkellä lattiakaivoja.

4.3 Täydentävät havainnot

IV-konehuoneen lattianpäällyste oli uusittu tilan keskellä harmaaseen hyväkuntoiseen pinnoitteeseen. Muualla tilassa oli tummanruskea alkuperäinen märkätilan muovimatto, joka paikoin oli saumoista auki. IV-konehuoneen lattiapinnoissa havaittiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia IV-koneiden läheisyydessä lähellä korjattua aluetta (lukemat välillä 80-90) Muualla normaalista poikkeavia arvoja ei havaittu (lukemat välillä 57-75). Tilojen lattiamateriaalit on esitetty liitteen 2 paikannuspiirustuksessa. Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 8. Yleiskuva IV-konehuoneen välipohjasta. Konehuoneen muovimatto on paikkakorjattu pinnoitteella kohdassa, jossa aiemmin on havaittu kohonnutta kosteutta muovimaton alla. Muovimaton saumat olivat avonaiset useasta kohdasta. Viereisen IV-koneen alta puuttuu lattiakaivo.



Kuva 9. IV-konehuoneen sähköjohtojen läpivienti on tiivistetty mineraalivillalla. Yhdessä läpiviennin betonivalussa on halkeama. Läpiviennistä ja halkeamasta havaittiin ilmavirtaus konehuoneeseen päin merkkisavulla, eli käyttötilat ovat ylipaineiset ilmanvaihtokonehuoneen suhteen.

4.4 Kosteusmittaukset

Lattianpäällysteiden kosteusteknistä toimivuutta selvitettiin pintakosteuskartoituksen lisäksi viiltomittauksilla. Työpajarakennuksen IV-konehuoneen välipohjaan tehtiin 1 kpl viiltomittauksia muovimaton alle.

IV-konehuoneessa oli aiemmin mitattu kohonnut viiltomittaustulos keskellä tilaa Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n toteuttamassa 2022 sisäilmatutkimuksessa (VK 17). Tutkimusten jälkeen kohta on paikkakorjattu.

Viiltomittaus V15 tehtiin kohtaan, jossa havaittiin kohonnut pintakosteusilmaisimen lukema. Muovimatto oli heikosti kiinni alustassaan ja viillosta havaittiin lievä poikkeava liiman haju. Liimassa havaittiin paikoittaista tummumaa. Viiltomittaustulos on esitetty taulukossa 2. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 2. Työpajarakennuksen välipohjarakenteiden viiltomittausmenetelmällä tehdyt kosteusmittaustulokset 5.7.2023. Mittapisteen alapuolella on esitetty mittapisteen vierestä mitatut sisäilman olosuhteet mittaushetkellä.

Mittapiste	Mitta- pää	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%RH]	Ilman kosteussisältö [g/m ³]
V15, IV-konehuone, IV-koneen vieressä	H2	22,5	74,0	14,8
Sisäilma	H30	21,9	48,4	9,3

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

Mittausepävarmuus huomioiden IV-konehuoneen muovimaton alla ei havaittu merkittävästi kohonnutta kosteuspitoisuutta.

4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

IV-konehuoneen välipohjassa on joitakin epätiiviyttä ilmavuotokohtia, joista havaittiin ilmavirtaus konehuoneeseen päin. IV-konehuoneessa on katto- ja seinäpinnoilla kosteusvauriojälkiä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Jos sisätilojen painesuhde IV-konehuoneeseen verrattuna muuttuu, voivat konehuoneen sisäilman mahdolliset epäpuhtaudet päästä siirtymään käyttötiloihin, joka voi vaikuttaa näiden sisäilman laatuun heikentävästi. Jatkuvakestoisessa paine-eroseurannassa etämonitorointijärjestelmän kautta (720°) todettiin käyttötilat pääsääntöisesti ylipaineisiksi (ks. luku 8).

Rakennuksen ilmanvaihdossa havaittiin tutkimuksessa puutteita (esitetty erikseen luvussa "Ilmanvaihto"), ja näiden korjauksessa painesuhteet rakennuksessa todennäköisesti muuttuvat. IV-konehuoneen välipohjan epätiivieyskohdat suositellaan tiivistettäväksi, jotta mahdolliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään käyttötilojen sisäilmaan. Tiivistäminen parantamaa myös paloturvallisuutta ja helpottaa ilmamäärien sekä painesuhteiden säätämistä.

Mittausepävarmuus huomioiden IV-konehuoneen muovimattoon kohdistuva kosteusrasitus ei vaurioita mattoa nykyisellään. Kohdassa havaittiin kuitenkin liiman tummumaa ja poikkeava liiman haju, joten muovimatto on todennäköisesti ollut aiemmin kosteusrasittunut, joka on vaurioittanut tätä. Vaikutus sisäilman laatuun arvioidaan vähäiseksi silloin, kun konehuoneen ja varsinaisten käyttötilojen väliset rakenteet ovat tiiviitä ja painesuhteet ovat hallinnassa. Myöskään IV-konehuoneen pinnoilla havaitut kosteusjäljet eivät tällöin vaikuta käyttötilojen sisäilmanlaatuun. Lattianpäällysteisiin ei kohdistu jatkotoimenpiteitä seuraavan kahden vuoden aikana, jos välipohjan epätiivieyskohdat tiivistetään. Jos tilojen käyttöä jatketaan, suositellaan kaikkien kosteusvaurioituneiden materiaalien poistamista IV-konehuoneesta ja rakenteiden korjaamista.

Ikääntyneen, alkuperäisen muovimaton saumat ovat ratkenneet useasta kohdasta. Muovimatto ei toimi nykykunnollaan vedeneristykseenä siinä esiintyvien vesitiiveyspuutteiden takia muovimaton saumat suositellaan tiivistämään. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan lattioiden pintamateriaali uusimaan kosteusvaurioiden estämiseksi nykyohjeistusten vaatimustason mukaiseksi vedeneristykseksi sekä parantamaan IV-koneiden vedenpoistoa.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- IV-konehuoneen vedeneristeenä toimivan muovimaton epätiiveyskohtien paikkakorjaus
- IV-konehuoneen välipohjan epätiiveyskohtien, kuten läpivientien ja havaitun halkeaman tiivistys ilmatiiviiksi

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- Kosteusjälkiä sisältävien materiaalien uusiminen
- IV-konehuoneen lattian vedeneristyksen uusiminen nykyohjeistusten vaatimustason mukaisesti sekä parantamaan vedenpoistoa.

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

5 Julkisivut, ikkunat ja ulkoseinä- ja sokkelirakenteet

5.1 Rakenne

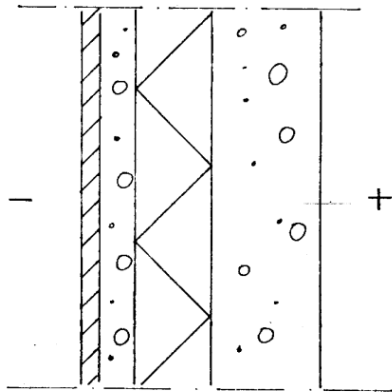
Ulkoseinärakenteet

Lähtötietoaineiston ja havaintojen perusteella työpajarakennuksen kantava runkorakenne on pääosin pilari-palkkirakenteinen. Rakennuksen ulkoseinät ovat betonisandwich-elementtejä, joiden lämmöneristeenä on mineraalivilla (kuva 10). 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 (maali tai tasoite ja maali).

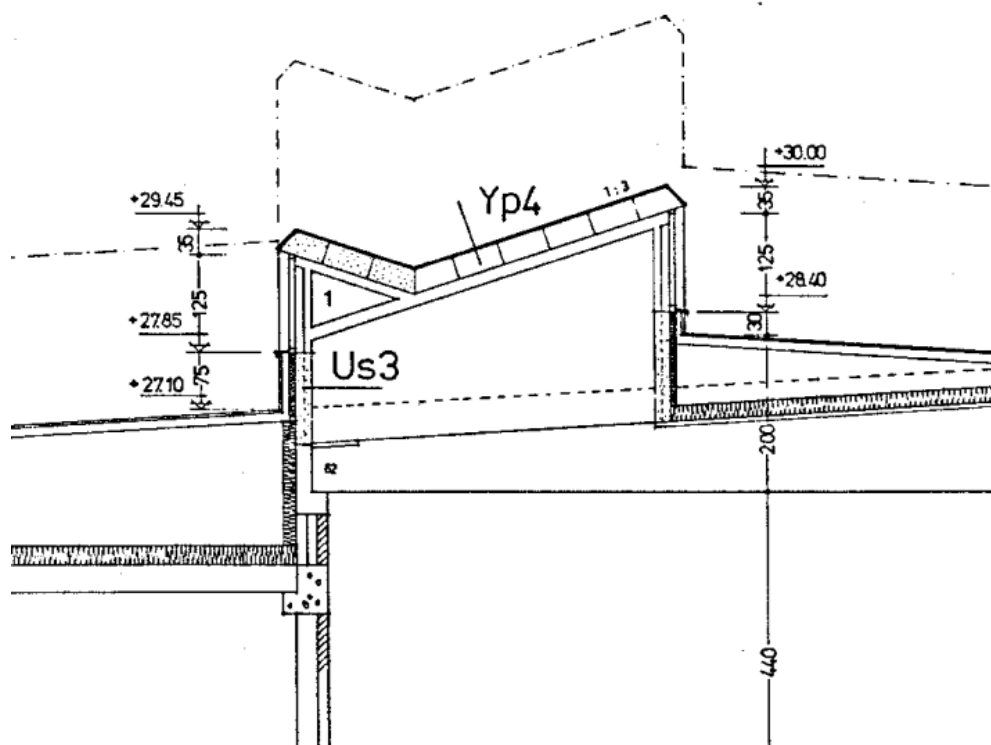


Kuva 10. US1 rakennetyyppi, ote rakennusselityksestä (Arkkitehtitoimisto Mikkola & Lehtiluoto, 30.7.1982).

Rakennuksessa on kaksi valoaukkoa, joiden seinämillä on ikkunat. Valoaukkojen ulkoseinät ovat siporex-rakenteisia (kuva 11).

Valoaukkojen ulkoseinärakenne (US3) ulkoa sisälle päin lueteltuna:

- Ruukinkate 0,6 mm, prof. 10 mm
- Koolaus ja ilmaväli 50 mm
- Siporex R 300 mm



Kuva 11. Ote leikkauspiirustuksesta valoaukon kohdalta
 (Arkkittehtitoimisto Mikkola & Lehtiluoto, 13.4.1982).

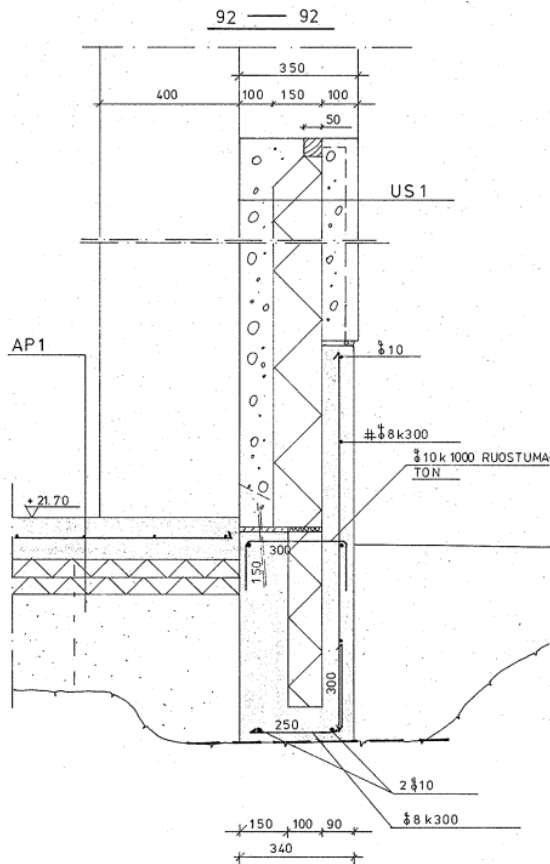
Ulkoseinien sisäpinnat on tasoitettu ja maalattu.

Sokkelirakenteet

Sokkeli on teräsbetoninen elementtirakenne, jonka lämmöneristeenä on polystyreenieriste (EPS) (kuva 12). Sokkelirakenteen pinta ulkopuolella on puhdas betonipinta.

Sokkelirakenne on yleensä ulkoa sisälle päin lueteltuna:

- Betoninen ulkokuori 90 mm
- EPS-eriste 100 mm
- Sokkelipalkki 150...200 mm.



Kuva 12. Ote sokkelirakenteesta (Insinööritoimisto Harry Pyykkö Oy, 9.7.1982).

Ikkunat

Pääosa ikkunoista on 3-lasisia alumiini-ikkunoita. Osa ikkunoista on 3-lasisia MSE-puu/alumiini-ikkunoita, sisäpuiteissa on 2-lasiset lämpölaselementit. 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.

- Pysäköintipihan puolen perusmuurilevy sijaitsee asfalttipinnan reunassa ja tämän yläreuna on rikkoutunut osin eikä levytys ohjaa vettä kaikilta osin levytyksen ulkopuolelle.
- Perusmuurin elastisissa saumoissa on avonaisia kohtia
- Ulkopuolella julkisivun alaosaan kohdistuu kosteusrasitusta roiske- ja katolta ohjattavista sadevesistä puutteellisten/vaurioituneiden syöksytorvien alaosista. Räystäät ovat lyhyet ja ne eivät suojaa julkisivua riittävästi viistosateelta, joka kohdistaa kosteusrasitusta julkisivun ylempiin osiin. Rakennusten vierellä on kasvillisuutta. Räystäspellitys on puutteellinen ja ohjaa vettä osittain julkisivupintaan ja ikkunoiden vesipeltien massausta on ikääntynyttä ja halkeillutta.
- Ulkoseinän eristeistä kerätyissä materiaalinäytteissä todettiin viitteitä mikrobivaurioista luokissa 114 ja 164. Ulkoseinissä on halkeamia ja epätiiveyskohtia, joista havaittiin ilmavuotoreittejä ulkoseinän eristetilasta merkkiainekokein.
- Luokassa 164 tehdyssä ulkoseinän rakenneavauksessa havaittiin eristetilan suhteellisen kosteuden olevan koholla.
- Valokuilujen ikkunoita on tiivistetty vedeneristemassauksella.

5.3 Täydentävät havainnot

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



Kuva 13. Yleiskuvat työsalin ja luokkatilan ulkoseinistä. Työsalin kuva työsalista 160 ja luokkatilan kuva luokasta 164.



Kuva 14. Yleiskuvat julkisivusta työsalin ja luokkatilan kohdalta.



Kuva 15. Työsalin 160 pilarin alareunan ja työsalin 081 vesipisteen alapuolella havaittiin maalin hilseilyä tai kulumaa. Kohdissa ei havaittu pintakosteusilmaisimen kohonneita lukemia.

5.4 Havainnot rakenneavauksista

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



Kuva 16. Työsalin 036A viereisen tilan ulkoseinän alareunaan tehtiin rakenneavaus RA5 kohtaan, jonka ulkopuolella syöksytorvi kastelee sokkelirakennetta ja kohdassa on kosteusjälkiä. Avauksesta kerättiin näyte MAT5 lasivillasta, jossa ei todettu mikrobikasvua. Mineraalivillassa ei havaittu kosteuteen viittaavia merkkejä. Merkkisavulla havainnoiden havaittiin voimakas ilmavirtaus sisätiloista rakenteeseen päin. Avauksesta havaittiin lievä mikrobiperäinen haju.



Kuva 17. Prosessihuoneessa 079 irrotettiin ikkunan pysty- ja alavaakaliitoksen peitelistasta. Alaliitoksessa on peltilistan alla puurakenne. Molempiin liitoksiin on lisätty kumitiiviste ja joustava massaus, joka on



kulunut. Ikkunaliitoksissa ei havaittu lämmöneristystä ja liitokset ovat aistinvaraisesti havainnoiden epätiivii.



Kuva 18. Keskusvaraston 082B nosto-oven pielipelti irrotettiin alaosa ulkopuolella. Nosto-oven metallirakenteissa havaittiin ruostumista ja heti pielipellin takana oleva lasivilla on hyvin tummunutta. Pielipeltiä ei ole tiivistetty. Avauksesta pystyttiin havainnoimaan myös ulkoseinäelementin ja sokkelin rakenteita. Ulkoseinäelementin lasivillassa ei havaittu kosteuteen viittaavia jälkiä. Avauksesta kerättiin kolme materiaalinäytettä. Näyte MAT8a kerättiin heti pielipellin takana olevan lasivillan alaosa. Näyte MAT8b kerättiin ulkoseinäelementin lasivillasta avauksen alaosa ja MAT8c kerättiin sokkelin EPS-eristeen rakenneavauksesta näkyvästä yläreunasta. Kaikissa näytteissä todettiin mikrobikasvua.

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 3. Ulkoseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Näytteenotto-kohta ja rakenneavaus	Näyttemateriaali	Tulos
MAT5	RA5, 036A työsalin viereinen tila	mineraalivilla US elementistä	ei mikrobikasvustoa
MAT8a	RA16, 082B keskus-varaston nosto-oven pieli	mineraalivilla pielipellin takaa	mikrobikasvustoa
MAT8b	RA16, 082B keskus-varaston nosto-oven pieli	mineraalivilla US elementistä	mikrobikasvustoa
MAT8c	RA16, 082B keskus-varaston nosto-oven pieli	EPS sokkelista	mikrobikasvustoa

Mikrobikasvustoa todettiin 2 ulkoseinärakenteesta ja yhdessä sokkelirakenteesta kerätyssä materiaalinäytteessä.

5.6 Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n toteuttamassa sisäilmatutkimuksessa (11.2.2022) on tehty kahteen tilaan (079 ja 160) ulkoseinän merkkiainekoe. Ilmavuotoa havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymistä, pilarin ja ulkoseinän liittymistä sekä väliseinän ja alapohjan liittymästä.

Tässä tutkimuksessa ulkoseinien rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein. Muutamassa tilassa todettiin ulkoseinä-pilariliittymiin tehtyjä tiivistyksiä, jotka olivat silmin nähtävien epätiiviitä. Ulkoseinän merkkiainekoe tehtiin kahteen tilaan. MA-koe 5 tehtiin työsalin 036A viereiseen tilaan ja MA-koe 6 tehtiin luokan 164 ulkoseinään.

MA-koe 5, työsalin 036A viereinen tila

036A työsalin viereisen tilan normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna -2...-8 Pa. MA-koe 5 mittaus tehtiin normaalissa tilassa sekä alipaineistetussa (-10...-15 Pa) tilassa.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista sekä tilan normaalissa alipaineessa että koneellisesti alipaineistetussa tilanteessa:

- Ulkoseinän ja väliseinän liitoksesta
- Ulkoseinän viereisen pilarin ja ulkoseinän liitoksesta
- Patterikannakkeiden kiinnikkeistä.

Lievä mikrobiperäinen haju havaittiin myös, kun työsalin 036A viereinen tila alipaineistettiin voimakkaasti ennen rakenneavauksen porausta (sisätilan paine-ero ulkoseinärakenteeseen verrattuna oli tuolloin -40 Pa).

MA-koe 6, luokka 164

Luokan 164 normaalissa ilmanvaihdossa sisätilojen paine-ero oli rakenteeseen verrattuna noin +3,0 Pa, jolloin tila on ylipaineinen, eikä ilmavuotokohtia voida havainnoida ilman virratessa sisätiloista ulospäin. MA-koe 6 mittaus tehtiin alipaineistetussa tilassa (-10...-15 Pa).

Merkkiainekoe tehtiin heti tilaan tehdyn alapohjan merkkiainekokeen jälkeen, jolloin ulkoseinän ilmatiiviystarkastelussa ei pystytty erottelemaan ulkoseinän ilmavuotoja alapohjasta havaittavista vuodoista.

Ilmavuotoa havaittiin seuraavista kohdista, kun tila oli koneellisesti alipaineistettu:

- Ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta
- Kahden ulkoseinäelementin liitoksen alareunasta
- Ulkoseinän viereisen pilarin ja ulkoseinän liitoksesta.

5.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteiden alaosiin kohdistuu ulkopuolella kosteusrasitusta muun muassa syöksytorvien puutteellisesta vedenohjauksesta.

Syöksytorven kosteusrasittamaan kohtaan tehtiin yksi rakenneavaus, josta kerätyssä materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa. Rakenneavauksista ja tilan alipaineistuksessa havaittiin kuitenkin mikrobiperäinen haju. Ulkoseinän mineraalivillaeristeissä on todettu mikrobikasvua myös vuoden 2019 kuntotutkimuksissa (Inspecta Oy, 11.2.2019).

Kosteus pääsee kulkeutumaan nosto-ovien pielirakenteiden pellityksen takana olevaan mineraalivillaan ja ulkoseinärakenteeseen rakenteen epätiiviydestä liitoskohdista. Nosto-ovia on rakennuksessa neljä. Kosteus vaurioittaa eristeitä pielissä sekä ulkoseinässä ja pielen rakenneavauksesta kerätyissä materiaalinäytteissä todettiin mikrobikasvua. Myös sokkelin polystyreeni-eristeessä (EPS) kerättiin pielen kohdalta näyte, jossa todettiin mikrobikasvua. Näyte kerättiin kohdasta, jossa kosteusrasitus on todennäköisesti pienempää kuin joillakin muilla osin sokkeliä, joten tulos ei sulje pois sokkelin kosteusvaurioitumisen mahdollisuutta muilla julkisivun alueilla. Ovipielien ilmatiiviys on heikko, joten epäpuhtaudet voivat siirtyä sisäilmaan.

Luokassa 164 ja työsalin 036A viereisessä tilassa tehdyissä ulkoseinän merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoa ulkoseinäliittymien kautta. Luokassa 164 sisätilojen paine-ero ulkoseinärakenteeseen verrattuna oli ylipaineinen, mutta työsalin 036A viereisessä tilassa sisätilat olivat alipaineisia ja ilmavuotoa havaittiin normaalitilassa. Kun tilat ovat alipaineisia, ulkoseinän epätiiviydskohdista voi siirtyä epäpuhtauksia sisäilmaan ilmavirran mukana. Paine-eroseurannassa havaittiin sisätilojen olevan hetkellisesti alipaineisia ulkoilmaan verrattuna useita kertoja päivässä miltei joka päivä ja paine-eron muuttuvan äkillisesti ylipaineisesta alipaineiseksi. Paine-eroseurannan havainnot on esitetty kokonaisuudessaan luvussa "Sisäilman olosuhdemittaukset". Koska ulkoseinärakenteissa on todettu mikrobikasvua ja rakenneavauksista on havaittu mikrobiperäistä hajua, on todennäköistä, että epätiiviydskohdista kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan, jotka vaikuttavat sen laatuun

heikentävästi. Ulkoseinissä on havaittu kosteusrasitusta pääosin vain seinän alareunassa, johon vaurioituneet materiaalit todennäköisesti rajoittuvat. Tilojen nauhaikkunoiden yläpuoleisista ulkoseinärakenteista ei todennäköisesti siis kulkeudu epäpuhtauksia sisäilmaan. Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamiseksi käyttötilojen ulkoseinien ikkunoiden alapuoleisten ulkoseinän osien liitokset ja epätiivelyskohdat suositellaan tiivistettäväksi, jotta mahdollisen alipaineisuuden aiheuttamaa sisäilman laadun heikentymistä ei tapahdu. Jos käyttö jatkuu tämän jälkeen, suositellaan nosto-ovien pielipeltien takana olevat eristeet myös vaihdettaviksi, ja pellityksen uusimista siten, että kosteus ei pääse rakenteeseen.

Työsalien ikkunoiden liittymät ovat havaintojen perusteella eristämättömiä. Liitokset viilentävät tiloja ja aiheuttavat lisälämmitystarvetta tiloihin, joiden ilmatila on suuri jo itsessään. Jos käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan ikkunoiden ja ikkuna-seinäliitosten lämmöneristävyyden parantamista. Jos ulkoseinän ja ikkunan välisiä liitoksia tiivistetään, suositellaan samalla lämmöneristysten asentamista ikkunan tilkeväliin.

Työsalin 160 pilarin alareunan ja työsalin 081 vesipisteen alapuolella havaittiin maalin hilseilyä. Kohdissa ei havaittu pintakosteusilmaisimen kohonneita lukemia. Maali hilseilee kohdissa pieniltä alueilta ja kohdat ovat kuivia eivätkä ne vaikuta sisäilman laatuun merkittävästi. Jos tilojen käyttöä jatketaan kahden vuoden jälkeen, suositellaan kaikkien kohtien paikkakorjausta, joissa maali hilseilee.

Seuraavan kahden vuoden käyttöajan turvaamista varten toteutettavat toimenpide-ehdotukset:

- Kaikkien käyttötilojen ikkunanauhojen alapuoleisten ulkoseinien liitosten ja epätiivelyskohtien tiivistys.

Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset:

- Nosto-ovien piilien eristeiden uusiminen ja pellityksen uusiminen siten, ettei kosteus pääse rakenteeseen
- Työsalien ikkunaliitosten lämmöneristävyyden parantaminen
- Työsalin 160 pilarin alareunan, työsalin 081 vesipisteen alapuoleisen seinän alareunan sekä kaikkien muiden mahdollisten paikkojen paikkakorjaus, joissa seinän maali hilseilee

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

6 Väliseinärakenteet

6.1 Rakenne

Lähtötietoaineiston perusteella työpajarakennuksen väliseinät ovat pääosin kalkkihiekkatiilestä muurattuja (VS2). Rakennuksessa on myös joitakin betonirakenteisia (VS1) väliseiniä. Työsaleissa on myös kevytrakenteisia puu- ja levyseiniä, joista jotkin ovat yläreunastaan avoimia.

Rakennus on pilari-palkkirakenteinen, joten kantavia väliseiniä ei pääasiassa ole. Kantavat väliseinät ovat betonirakenteisia.

Betoniväliseinän VS1 rakenne:

- Teräsbetoniseinä, 160...400 mm

Kalkkihiekkatiilestä muurattu väliseinä VS2:

- Kalkkihiekkatiili 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.

- Väliseinissä on halkeamia sekä tiivistämättömiä läpivientejä.
- Tilassa 114 pesuvedet ovat kastelleet väliseinärakenteiden alaosa ja väliovien valokatkaisijoille tehtyjen koteloiden pintarakenteiden alareunassa on havaittavissa kosteusjälkiä.

6.3 Täydentävät havainnot

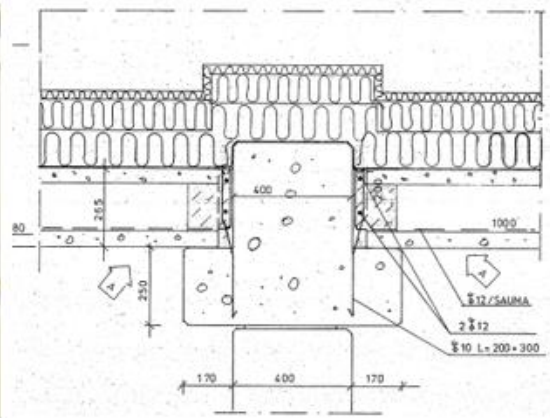
Aiempia tutkimuksia täydentäviä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 19. Yleiskuvia muuratuista ja kevytrakenteisista väliseinistä.



Kuva 20. Käytöstä poistetun ja käytössä olevan alueen väliseiniin on tehty tiivistys ruiskutettavalla tiivistysmassalla (Aerosana Visconn + Contega Solido SL -nauha, Tiivistalo) seinäpinnalle kauttaaltaan. Kuvat käytöstä poistetun alueen puolelta. Tiivistykset ovat aistinvaraisesti havainnoiden pääasiassa tiiviisti toteutettuja.



Kuva 21. Käytöstä poistetulla osalla muut kohdat väliseinistä on tiivistetty, paitsi väliseinän kohdalla kulkevan palkin ja ontelolaattojen liitos.

Liitokseen on asennettu polyuretaanivaaho. Kohdassa on suunnitelmien perusteella kaksi ontelolaatan pään valua, joten on epätodennäköistä, että käytöstä poistetun alueen epäpuhtaudet siirtyisivät tätä kautta käytössä olevien tilojen sisäilmaan (leikkaus 60, Insinööritoimisto Harry Pyykkö Oy, 9.7.1982).

Työsalin 036 ja käytöstä poistetun alueen yksi ovi on jätetty ilmeisesti tarkoituksella avattavaksi. Oven kohdalla on paine-eron seurantaloggeri.

6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Käytöstä poistetun ja käytössä olevan rakennuksen alueen väliseinät on tiivistetty. Tiivistykset ovat pääosin aistinvaraisesti havainnoiden tiiviitä. Väliseinien kohdalla ontelolaatan ja tätä tukevan palkin osa on jätetty tiivistämättä, mutta kohdassa on alkuperäisten suunnitelmien perusteella kahden ontelolaatan pään betonivalu. Liitokseen on lisäksi asennettu polyuretaanivaaho käytöstä poistetun alueen puolelle. Paine-eroseurannan tulosten perusteella käytössä olevat tilat pysyvät ylipaineisina käytöstä poistettuihin tiloihin verrattuna, jolloin ilmavirran kulkusuunta olisi käyttötiloista poispäin. On siis hyvin epätodennäköistä, että käytöstä poistetun alueen epäpuhtaudet siirtyisivät ontelolaattojen ja palkkien välisten liitosten kautta käytössä olevien tilojen sisäilmaan eikä tämä vaadi jatkotoimenpiteitä.

7 Vesikatto- ja yläpohjarakenteet sekä kattoikkunat

Tutkimuksilla täydennettiin aiemmin tehtyjä selvityksiä. Selvitykset oli rajattu koskemaan käytössä olevan rakennusosan rakenteita.

7.1 Rakenne

Yläpohjan kantavana rakenteena ovat ontelo- ja TT-laatat, joiden yläpuolelle on asennettu höyrynsulkukerrokseksi muovikalvo. Vesikatto on kannatettu ontelo- ja TT-laatoista tuetuin puurakentein ja vesikatteenä toimii pääosin bitumikermikate.

Yläpohjarakenne YP1 on lähtötietojen ja havaintojen mukaan seuraavia:

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

7.2 Havainnot

Vesikaton tarkastuspäivä oli helteinen ja tuulinen. Vesikatolla oli aistittavissa selvä mikrobiperäinen haju, joka oli voimakkain kattoikkunoiden läheisyydessä. Hajun lähdeä ei pystytty täysin paikallistamaan. Hajusta oli mainintoja myös Inspectan vuoden 2019 tekemässä tutkimuksessa.

Vesikatolla havaittiin, että vuonna 2011 suunniteltuja korjauksia ei ole toteutettu vesikatolla (mm. räystäskourujen uusiminen, vesikatteen uusiminen 720 m² ei ole tehty). Vesikatoilla on kuitenkin tehty useita paikkakorjauksia bitumikermeillä ja erilaisilla tiivistysaineilla ja esimerkiksi valoaukkojen bitumikermikatteen on uusittu. Vesikatoilla tehtiin samansuuntaisia havaintoja kuin KivaInspectan vuonna 2019

tutkimuksessa: paikoin singelissä on runsaasti sammalkasvustoa ja pellityksiä oli tiivistetty kittaamalla, kattoikkunoiden kohdalla oli vuotojälkiä. Katolla piha-aluetta kuvaavat kaksi kameraa olivat irronneet telineistään. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 22. Katon valoaukkojen vesikatteena oli uudehko bitumikermi. Näiden kohdalla oli aistittavissa mikrobiperäistä hajua, mutta hajun lähdettä ei pystytty paikallistamaan tarkasti.



Kuva 23. Kattoikkunoiden muovikuvuista osa on uusittu ja useaa kattoikkunaa on tiivistetty joustavalla tiivistysmassalla. Pieniä vesivuotojälkiä havaittiin kaikkien kattoikkunoiden kohdalla, joten todennäköisesti kuvun uusimisen jälkeen vuotojälkiä sisätiloissa ei ole korjattu.



Kuva 24. Katolla oli tehty useita paikkakorjauksia bitumikermeillä sekä siveltävillä tiivistysaineilla. Kuvat käytöstä poistettujen tilojen yläpuolelta.



Kuva 25. Vääntyneen pellityksen raosta sadevesi pääse rakenteisiin.

Työsalirakennuksessa havaittiin kosteusjälkiä kattopintojen akustiikkalevyissä tiloissa 114A ja kattokupuikkunan kohdalla tilassa 160 (samat vuotojäljet kuin Inspectan tutkimuksessa 2019). Vesikatolta havainnoiden kaikkien kattokupuikkunoiden kohdalla oli paikallisia vuotojälkiä, joista osa on todennäköisesti peräisin vanhoista vuodoista ajalta ennen kupujen uusimista.

7.3 Yläpohjan merkkiainekokeet

Aiemmissa tutkimuksissa (Sweco Asiantuntijapalvelut 10.12.2021) tilaan opettaja 077 oli tehty merkkiainekoe, jossa havaittiin ilmapuotoja yläpohjasta ontelolaattojen sauman ja pilarin liittymästä. Merkkiaineen kulkeutumista yläpohjasta käyttötiloihin oli myös selvitetty mittaamalla

merkkiaineikaasun yleispitoisuutta sisäilmassa. Kokeessa merkkiainetta havaittiin tiloissa 032, 038, 074, 075, 077, 080, 160, 164, 159, 114B.

Tässä tutkimuksessa yläpohjan merkkiainekokeessa merkkiaineikaasu laskettiin kattoluukun kautta yläpohjan eristetilaan, mineraalivillalämmöneristeiden alle. Tutkittava tila opettajat 077 alipaineistettiin kokeen ajaksi Blowerdoor-alipaineistajalla, sillä tilan normaalissa painesuhteessa (0...-1 Pa oven kautta mitattuna) ei havaittu ilmavuotoa yläpohjasta. Alipaineistuksessa -14...-15 Pa havaittiin yksi vuotokohta: IV-konehuoneen ja opettajat 077 välistä paine-eroa mittaavan mittalaitteen läpivientireikä. Kokeen päätteeksi alipaineistus nostettiin -40 Pa, mutta silloinkaan ei havaittu ilmavuotoja. Aistinvaraisesti havainnoiden yläpohjan ja seinien sekä palkkien ja pilarien liitoskohdat oli tiivistetty hyväkuntoisella joustavalla tiivistysmassalla. Tiivistykset tilaan on todennäköisesti tehty Swecon tutkimusten jälkeen.



Kuva 26. Tilan opettajat 077 merkkiainekokeessa havaittiin yksi ilmavuotokohta 720°-yrityksen paine-eromittarin läpiviennin kohdalla. Yläpohjan joustavat saumamassaukset olivat hyväkuntoisia.



Kuva 27. Tilan opettajat 077 yläpohjan ilmatiiviys oli hyvä.

Todennäköisesti yläpohjaa on tiivistetty vuonna 2021 tehtyjen mittausten jälkeen. Yläpohja tilan yläpuolella oli siisti, eikä siellä havaittu mitään tavanomaisesta poikkeavaa.

Korkeissa työsaleissa kattopintoja tarkasteltiin lattiatasolta. Kattopinnoissa on silmin havaittavia rakoja ontelolaattojen saumoissa.

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 tutkimuksissa. Nyt käytössä olevissa tiloissa havaittiin samoja paikallisia vesivuotoja mm. kattoikkunoiden kohdalla, kuin lähtötiedoissa. Valokuilun levyrakenteisiin osiin on mahdollista muodostua kosteusvaurioita. Kuluneen yksikermikatteen vedenpitävyys heikkenee entisestään ja tulevaisuudessa on syytä varautua paikallisiin vesivuotoihin.

Koska vesikate on vuotanut aiemmin, on yläpohjatiloihin korjaamattomia kosteusvaurioita, joiden epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin tulee estää. Yläpohjan ilmatiiviys oli tilassa 077 merkkiainekokeen perusteella hyvä, eikä vaadi merkittäviä toimenpiteitä ko. tilassa. Korkeissa työsaleissa ilmatiiviys on havaintojen mukaan heikompi. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviyden lisäksi ylipaineistamalla vielä nykyistä voimakkaammin käytössä olevia tiloja. Tilojen ylipaineistus yläpohjan suhteen onnistuu nykyistä paremmin, mikäli rakenteisiin

tehdään edellisissä luvuissa suositellut ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden tiivistykset.

Seuraavan kahden vuoden käyttöä turvaavat toimenpide-ehdotukset:

- paine-eromittarin läpiviennin tiivistys katossa tilassa opettajat 077. Myös muiden vastaavien läpivientireikien tiivistys sekä muiden opettajien huoneiden kattopinnan tiivistykset, jos niitä ei ole jo tehty
- yläpohjan ilmatiiviyn parantaminen (ontelolaatan saumat ja yläpohja-ulkoseinäliittymä)
- kattoikkunan vääntyneiden peltien oikaisu
- nurkistaan haljenneiden muovisten kupukattoikkunoiden vedenpitävyyden parantaminen tiivistysmassalla
- sisätiloissa vesikattovuodoissa kastuneiden pintojen korjaukset (kattokupuikkunoiden seinäpinnat sekä tilojen 114A ja 160 akustiikkalevyt)
- 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 Ramboll Finland Oy:n seurantamittausraportin 30.4.2021 havainnoista. Lista ei ole kaikenkattava otanta tutkimuksesta ja raporttiin tulee tutustua erikseen.

- Kuitulaskeumanäytteet otettiin 5 tilasta. Sisäilman mineraalikuitujen pitoisuus alittaa mittausepävarmuus huomioiden asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvon. Työsaleissa kuitupitoisuus oli keskimäärin korkeampi kuin päärakennuksen

tiloissa. Ilmanpuhdistimen käytöllä tilassa ei ollut havaittavaa vaikutusta pitoisuustasoon.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:n 11.2.2022 sisäilmatutkimusraportissa mainitaan, että varastossa 075 oli mineraalivillan hajua.

8.2 Mittaustulokset

Tilojen mineraalivillapintoja havainnoitiin aistinvaraisesti, jonka lisäksi kahdesta tilasta kerättiin kuitulaskeumanäyte kahden viikon laskeuma-ajalta.

Tiloissa havaittiin jonkin verran mineraalivillapintaa, joista voi irrota kuituja sisäilmaan. Pääasialliset kuitulähteet ovat tilojen kattojen akustiikkalevyt, jotka työsaleissa ovat reunoiltaan pinnoittamattomia. Myöskään kattojen ripustuksia varten tehtyihin reikiin ei ole tehty pölynsidontaa. Tiloissa havaittiin joitain putkieristyskiä, joiden päissä mineraalivillaeriste on avoin sisätiloihin.

Varastossa 075 mineraalivillaiset akustiikkalevyt oli vaihdettu muovipohjaisiin levyihin eikä tilassa havaittu mineraalivillan hajua.

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 6.

Taulukko 4. Työpajarakennuksen kuitulaskeumanäytteiden analyysitulokset kahden viikon laskeuma-ajalla.

Tila	Näyte	Havaittu pitoisuus kuitua [kuitua/cm ²]	Keskiarvo* [kuitua/cm ²]
104, luokka	Kuitu 6	<0,07; <0,07; <0,07	0,00

Tila	Näyte	Havaittu pitoisuus kuitua [kuitua/cm ²]	Keskiarvo* [kuitua/cm ²]
036A, työsal	Kuitu 7	0,07; <0,07; <0,07	0,00

*analysoivan laboratorion ilmoittama keskiarvoinen havaittu pitoisuus
mittausepävarmuus 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

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta ja hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon mittausjaksolla 26.5.–9.6.2023, jolloin rakennuksessa oli vielä käyttöä. Sisäilman lämpötilan, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden mittauksia tehtiin neljässä tilassa. Ulkoilman olosuhteita mitattiin työpaja- ja koulurakennuksen välisen katoksen alla työpajarakennuksen eteläpuolella. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan talvella työpajatilat koetaan viileiksi ja kesällä lämpimiksi.

Paine-eroja tarkasteltiin rakennukseen asennettujen pitkäaikaisseurantalaitteiden etämonitorointijärjestelmän kautta (720°) aikajaksolla 26.5.–9.6.2023. Paine-erojen seurantalaitteita on asennettu kohteeseen kahdeksan. Kaksi laitetta mittaa paine-eroa ulkovaipan yli, kaksi paine-eroa käyttötilojen ja käytöstä poistettujen tilojen välillä, kaksi paine-eroa sisätilojen ja yläpohjan välillä ja kaksi paine-eroa käyttötilojen ja IV-konehuoneen välillä.

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.

Mittauksien tulokset on esitetty liitteessä 4.

Lämpötila ja kosteus

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

- TP93, työsalin 036A välillä $+19,5...+21,3$ °C
- TP94, työsalin 081 välillä $+18,8...+21,0$ °C
- TP95, luokka 164 välillä $+19,8...+20,9$ °C
- TP100, työsalin 035 välillä $+18,9...+21,6$ °C

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

Sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana välillä $20,6...51,9$ %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. Sisäilman kosteuslisää (tilojen käytöstä aiheutuva kosteus) ulkoilmaan verrattuna ei ollut ollenkaan työsaleissa ja luokassa 164 sitä oli vähäisesti.

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 tulokinnassa 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.

Hiilidioksidipitoisuus

Hiilidioksidipitoisuus mitattiin neljässä tilassa. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli mittausjakson aikana tiloittain seuraavasti:

- CO2 23, työsali 036A välillä 399...585 ppm
- CO2 29, työsali 081 välillä 496...667 ppm
- CO2 24, luokka 164 välillä 375...526 ppm
- CO2 30, työsali 035 välillä 450...700 ppm.

Hiilidioksidipitoisuus oli mitatuissa tiloissa matala ja tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toimenpiderajan 1550 ppm (pääosin alle 700 ppm).

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).

Työsalit ovat korkeita tiloja, joissa on suuri ilmatila, joka laimentaa hiilidioksidipitoisuutta. Ainoa mitattu tila, jossa on normaali huonekorkeus, oli luokka 164. Luokassa on mittaustulosten perusteella ollut vain vähäistä

käyttöä mittauksen aikana, eikä tämän mittaustuloksista voida siis tehdä johtopäätöksiä hiilidioksidipitoisuuden osalta.

Painesuhteet

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa tarkasteltiin kahdessa tilassa rakennuksen pohjois- ja eteläpäädyissä (työsali 034 ja luokka 164). Tilat olivat pääosan ajasta ylipaineisia ulkoilmaan verrattuna, mutta molemmat tilat muuttuivat myös alipaineisiksi hetkellisesti useita kertoja miltei jokaisena päivänä tarkastelujaksolla. Tilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna vaihteli noin välillä $-14...+15$ Pa. Alipaineiset hetket sijoittuivat päiväsaikaan, ja ne ovat todennäköisesti tuulen aiheuttamia. Mittaustulosten perusteella tilojen paine-ero vaihtelee tällöin äkillisesti ylipaineisesta alipaineiseksi, joka saa aikaan ns. pumppausliikettä rakenteissa.

Sisätilojen ja yläpohjan välistä paine-eroa tarkasteltiin kahdessa tilassa, joista toinen oli käyttötila (opettajat 077) ja toinen IV-konehuone. Opettajainhuone 077 pysyi ylipaineisena yläpohjaan verrattuna miltei koko tarkastelujakson ajan. Tilan paine-ero tippui alipaineiseksi satunnaisesti ja tuolloin tilan paine-ero ei alittanut pääasiassa -3 Pa. Tilan 077 paine-ero verrattuna yläpohjaan vaihteli noin välillä $-3...+10$ Pa. Tuulen vaikutukset ovat vähäisempiä erillisessä yläpohjatilassa kuin ulkoilmassa, jonka takia sen aiheuttamaa pumppausliikettä ei juurikaan tapahtunut, vaan alipaineiset jaksot olivat yksittäisiä. IV-konehuone pysyi alipaineisena yläpohjatilaan pääasiassa koko tarkastelujakson ajan, mutta tila muuttui ylipaineiseksi satunnaisesti. IV-konehuoneen paine-ero verrattuna yläpohjatilaan vaihteli noin välillä $-9...+3$ Pa. Koska tila ei ole käyttötila, IV-konehuoneen ja yläpohjan paine-erolla ei ole vaikutusta sisäilmaan, jos käyttötilat pysyvät ylipaineisina IV-konehuoneeseen verrattuna.

Sisätilojen ja IV-konehuoneen välistä paine-eroa tarkasteltiin kahdessa tilassa (käytävä 090 ja työsali 081). Käyttötilat pysyivät ylipaineisina IV-

konehuoneeseen verrattuna koko tarkastelujakson ajan vaihdellen välillä +2...+10 Pa.

Käytössä olevien tilojen ja käytöstä poistettujen tilojen välistä paine-eroa tarkasteltiin kahdessa tilassa (aula 013 ja aula 152). Käytössä olevat tilat pysyivät ylipaineisina käytöstä poistettuihin tiloihin verrattuna koko tarkastelujakson ajan vaihdellen välillä +2...+10 Pa.

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.

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. Mittausten perusteella huonetilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli alle 15 pascalia lukuun ottamatta hetkellistä tuulen aiheuttamaa alipaineipiikkejä.

8.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kuidut

Varaston 075 mineraalivillaiset akustiikkalevyt on vaihdettu muovipohjaisiin levyihin, eikä tilassa havaittu mineraalivillan hajua eikä tämä vaadi jatkotoimenpiteitä.

Tiloissa havaittiin jonkin verran kuitulähteitä. Ilmanvaihtoteknisessä selvityksessä todettiin myös jonkin verran kuitulähteitä ilmanvaihtojärjestelmässä. Kuitulähteiden määrä on suhteessa rajallinen ja rakennuksen kahdessa kuitulaskeumanäytteessä ei todettu kuituja. Myöskään vuonna 2021 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 sisäilman lämpötila on hieman viitearvojen alapuolella. Työsaleissa suunniteltu lämpötilamitoitus on kuitenkin todennäköisesti matalampi kuin luokkatiloissa mikä on tavanomaista. Luokkatilan 164 lämpötila alitti +20 °C vain yöaikaan, jolloin tiloissa ei ole käyttöä. Lämpötilat eivät vaadi näkemyksemme mukaan jatkotoimenpiteitä.

Sisäilman kosteusolosuhteet ovat Asumisterveysasetuksen tavoitteiden mukaiset. Kosteuslisää mitatuissa tiloissa ei juurikaan ollut.

Hiilidioksidipitoisuus

Mittaustulosten perusteella työsalien 035, 036A ja 081 hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toimenpideraja-arvon 1550 ppm (pääosin alle 700 ppm). Ilmanvaihdon voidaan arvioida olevan riittävä käyttäjämääriin nähden.

Luokassa 164 oli mittausajanjaksolla tulosten perusteella vain vähäistä käyttöä, eikä tämän mittauksista voida siis tehdä johtopäätöksiä hiilidioksidipitoisuuden osalta.

Paine-ero

Työpajarakennuksen paine-erot on säädetty mittaustulosten perusteella pääasiassa siten, että käyttötilat ovat ylipaineisia käytöstä poistettuihin tiloihin, yläpohjaan, IV-konehuoneeseen ja ulkoilmaan verrattuna. Sisätilat pysyivät miltei koko tarkastelujakson ajan ylipaineisina käytöstä poistettuihin tiloihin, yläpohjaan ja IV-konehuoneeseen verrattuna.

Sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna pysyi myös suurimman osan ajasta ylipaineisena, mutta miltei jokaisena päivänä tarkastelujaksosta, sisätilat kävivät alipaineisena tuulen vaikutuksesta. Alipaineisiin sisätiloihin siirtyy ilmavirtausten mukana epäpuhtauksia rakenteista ja ulkoilmasta heikentäen sisäilman laatua. Mittaustulosten perusteella sisä- ja ulkoilman välillä tapahtuu äkillisiä suuria paine-eron muutoksia, jotka aiheuttavat rakenteisiin ns. pumppausliikettä, joka lisää epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista sisäilmaan. Tuulen aiheuttamiin paine-eron muutoksiin on hyvin vaikeaa vaikuttaa ja käytännössä ilmanvaihdon säädöksillä tähän ei pystytä vaikuttamaan suuri ollenkaan. Koska ulkoseinärakenteista kerätyissä materiaalinäytteissä on todettu mikrobikasvua, näiden siirtyminen sisäilmaan ilmavirtojen mukana vaikuttaa hyvin todennäköisesti sisäilman laatuun tätä heikentäen. Suosittelemme kaikkien käyttötilojen ulkoseinien liittymien ja epätiiveyskohtien tiivistämistä alapohjien ja ulkoseinien toimenpide-ehdotusten mukaisesti. Tiivistämisen jälkeen tulee tarkastaa painesuhteet, jotka muuttuvat tilojen tiivistämisen myötä. Tiiviimmässä rakennuksessa painesuhteiden hallinta on todennäköisesti helpompaa, kuin nykyhetkessä.

9 Ilmanvaihto

9.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtoa ohjataan rakennusautomaation avulla. Ilmanvaihdon ohjaustavat eivät ole kaikilta osin tiedossa, mutta saatujen lähtötietojen

mukaan osa ilmanvaihtokoneista on muutettu tarveohjatuiksi (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden ja/tai -lämpötilan perusteella) ja ne on varustettu osittain kiertoilmatoiminnoilla. Osa rakennuksen tiloista on suljettu ja otettu pois käytöstä, jonka takia ilmastointiin on tehty muutoksia. Seuraavassa on listattu tiedossa olevia muutostöitä:

- Ilmanvaihdon säätö siten, että paine-ero ulkovaipan yli olisi mahdollisimman pieni ja että käyttötilat pysyisivät ylipaineisina yläpohjatilaan nähden, tehty useita kertoja, viimeisin keväällä 2023
- IV-konehuoneessa tuloilmakammion korjaus, lattiarakenteiden uudelleen pinnoitus ja läpivientien tiivistys, 2022
- Opettajienhuoneisiin tuotu tuloilma, 2022
- Kuitulähteiden poisto ilmanvaihdosta, 2019
- Koneiden tulo- ja poistoilmapuhaltimet on pääosin uusittu suoravetoisiksi, taajuusmuuttajaohjatuiksi puhaltimiksi vuonna 2017.

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

Taulukko 5. Pääilmanvaihtokojeluettelo. Taulukossa on esitetty iv-kojeiden konekilvissä olevat palvelualueet sekä ilmavirtaamat.

IV-kone	Palvelualue	Ilmavirta (l/s)
01	Hitsaamo / työsalit (itäpuolen salit)	
TF01	Työsalit	7619
PF01	Työsalit	7309
PF02	Luokka/kaasuvar.	131
PF03	Hitsaamo	837
02	Työsalit (länsipuolen salit)	
TF01	Työsalit	5537
PF01	Työsalit	4901
PF02	WC:t ja suihkut	366
PF03	WC:t ja suihkut	364
PF04	Vetokaappi (purettu?)	140

9.2 Ulkoilmanotto ja ulospuhallus

Ulkoilmanotot ovat harvalamellisia säleikköjä ja ulospuhallukset on toteutettu vesikatolle sijoitetuilla ulospuhalluslaitteilla. Ulkoilmakammiot on ainakin osin äänieristetty suojaamattomalla mineraalivillalla tai sen päällä mahdollisesti olevat lasikuitukankaat ovat hyvin haurastuneet. Ulkoilmakammioita ei ole varustettu viemäröinneillä ja niissä havaittiin jälkiä seisoneesta vedestä. Näkyvillä on puurakenteita sekä aistinvaraisesti poikkeavia hajuja (vesi pääsee kammioiden tiivistämättömistä saumoista mineraalivillaeristeisiin ja edelleen lattioille).

Ilmanotoista ja ulospuhalluksista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 28a ja b. Yleiskuvat ulkoilmanotosta (oikeanpuoleinen kuva) ja ulospuhalluksesta (vasemmanpuoleinen kuva).

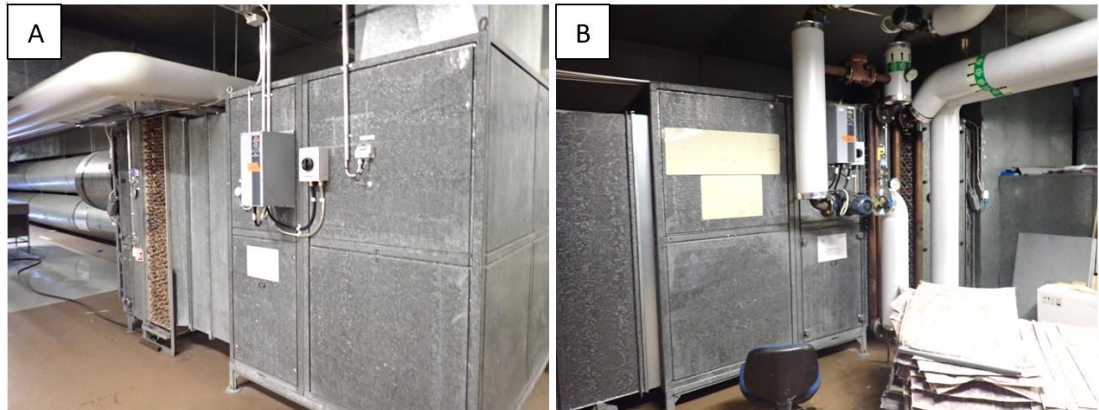


Kuva 29a ja b. Yleiskuvia iv-koneiden ulkoilmakammioista. Kammioissa olevien jälkien perusteella vesi ja tuiskulumi pääsevät kammioon ja edelleen iv-koneiden suodattimille. Kammioiden äänenvaimennusmateriaali on suojaamaton mineraalivilla tai sen päällä paikoin oleva suojakangas on hyvin haurastunut. Kammion lattiaan on asennettu Betton Oy:n epoksi ja ylösnostot on tehty butyylliteipeillä (vuonna 2022 tehtyjä korjauksia). Kammion seinäpinnoilla oli havaittavissa veden valumajälkiä ja mikrobiperäistä hajua.

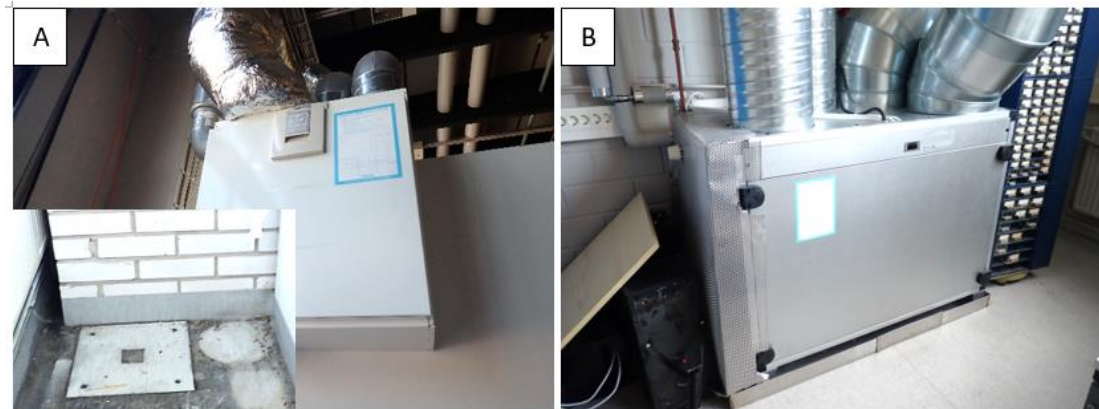
9.3 Ilmanvaihtokoneet

IV-koneet ja huippuimurit ovat alkuperäisiä 1980-luvun alkupuolelta. Koneiden 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 30a ja b. Yleiskuvat ilmanvaihtokoneista. Ilmanvaihtokoneiden runko-osissa havaittiin paikoin ilmavuotoja (saumakohdat, huoltoluukut ja läpiviennit).



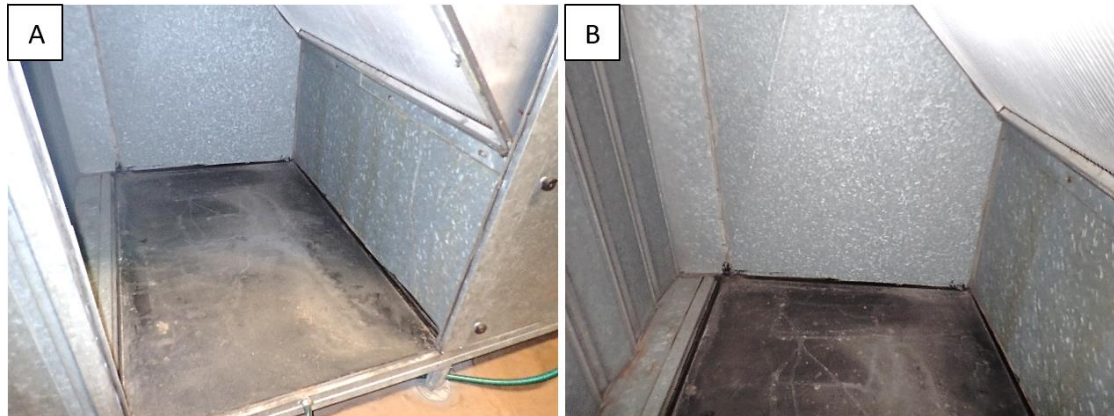
Kuva 31a ja b. Yleiskuvat tilakohtaisista pakettikoneista. Koneet sijaitsevat Pajarakennuksessa. Oikeapuoleisen kuvan iv-koneen viemärointi on johdettu suoraan lattiapinnalle (lattiassa on tummentumaa ja jälki mahdollisesta astiasta, jota pidetään viemäroinnin alla).



Kuva 32. IV-koneen 01 TK ulkoilmapelti ei sulkeudu täysin kiinni koneen seis- tilassa.



Kuva 33a ja b. Yleiskuva iv-koneiden tuloilmasuodatinkammioista. Suodatinrungot ovat osin epätiivittä ja silmämääräisesti arvioiden niiden osittainen ohivuoto likaannuttaa pattereita, jotka ovat osin tukossa (vasemmanpuoleinen kuva). Kammioiden pohjilla on jälkiä seisoneesta vedestä. Tuloilmasuodattimien suodatinluokka on yleisesti ePM1 65 % (F7). Huoltomerkintöjen mukaan suodattimia on vaihdettu 1–2 krt/vuosi.



Kuva 34a ja b. Yleiskuvat IV-koneiden lto-osista (vastavirtakenno). Kammioiden pohjilla on jälkiä seisoneesta vedestä. Kammioiden pohjat on mahdollisesti käsitelty/pinnoitettu mustalla aineella, josta ei aistinvaraisesti havaittu epämääräistä hajua.



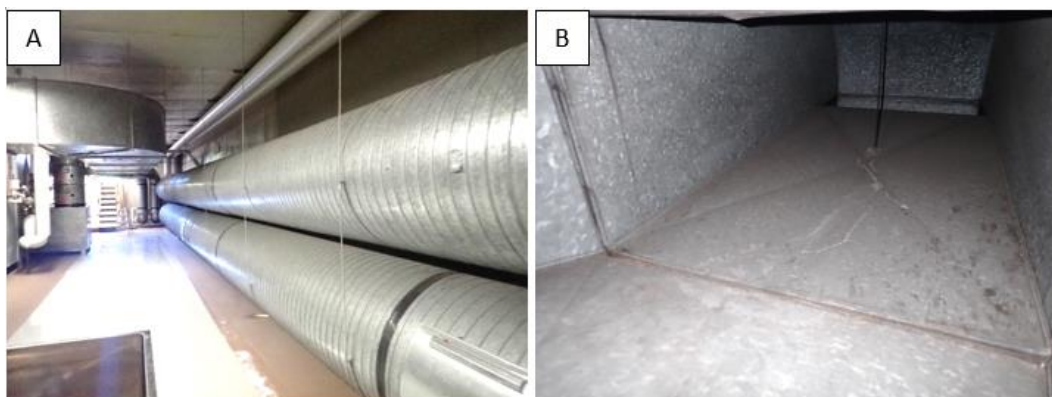
Kuva 35. Iv-koneiden puhaltimet on saneerattu suoravetoiseksi. Puhallinkammiot olivat hieman likaisia.



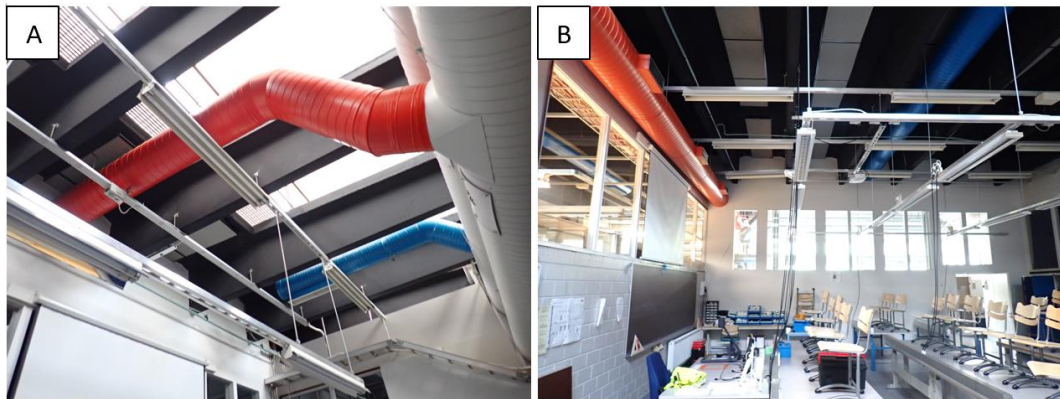
Kuva 36. Yleiskuva TK1 tuloilmakoneen puhaltimen jälkeisestä äänenvaimentimesta. Äänenvaimentimet ovat suojattu lasikuitukankaalla, mutta se on paikoin hieman revennyt. ÄV-kammioiden äänenvaimennuseristeet on poistettu tai vaihdettu polyesterikuitumateriaaliin.

9.4 Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin pyöreää kierresaumakanavaa ja paikoin vähäisesti kantikkaan muotoista metallikanavaa. Havaintojen perusteella iv-kanavistoon on tehty paikallisia muutostöitä, joista ei ole suunnitelmia toimitetuissa lähtötiedoissa.



Kuva 37a ja b. Yleiskuvat iv-konehuoneessa sijaitsevista tulo- ja poistoilmakanavista. Pyöreissä kanavissa ei aistinvaraisesti havaittu ilmavuotoa, mutta kantikkaan muotoisissa kanavissa havaittiin paikoin selkeää ilmavuotoa liitoskohdissa.



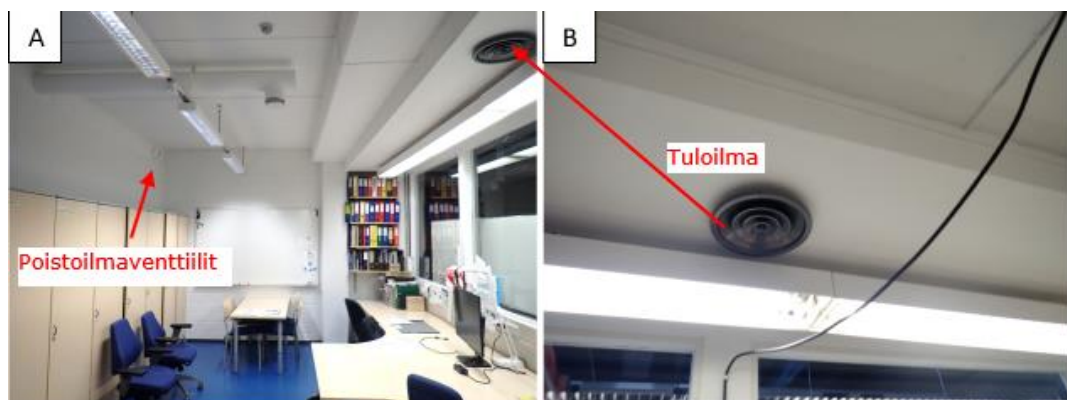
Kuva 38a ja b. Yleiskuvat työsalien tulo- ja poistoilmakanavista. Tuloilmakanavat ovat maalattu oranssilla värillä ja poistoilmakanavat sinisellä värillä.

9.5 Päätelaitteet ja ilmanjako

Työsalien ja muiden tilojen ilmanjakotapa on sekoittava.

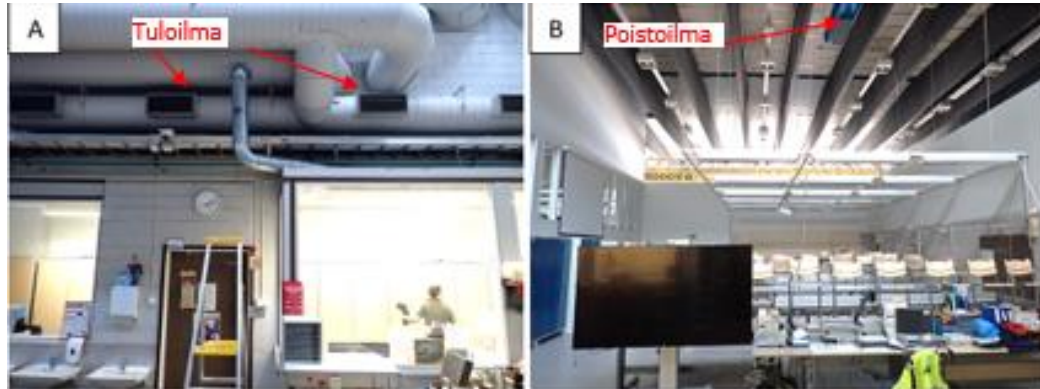
Tuloilmapäätelaitteet ovat pääosin kanava-asenteisia säleikköjä ja vähäisiltä osin venttiileitä. Poistoilmapäätelaitteet ovat pääosin kanava-asenteisia säleikköjä ja vähäiseltä osin kartiomallisia venttiileitä.

Työsaleihin on lisätty jälkikäteen väliseiniä ja/tai muita rakenteita ja muutokset ovat heikentäneet ilmanvaihdon toimintaa.



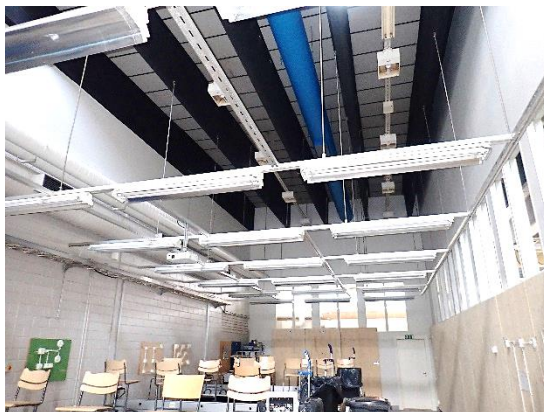
Kuva 39a ja b. Yleiskuva opettajien työskentelytilan ilmanvaihdesta (toteutus on pääosin vastaava kaikissa ko. tiloissa). Tuloilmalaitteena toimii kartiomallinen tuloilmahajotin (oikeanpuoleinen kuva), jonka ilmamäärä mitataan ja säädetään kanavassa olevan PRA-virtaussäätimen

avulla (säätimien asennus ei täysin vastaa valmistajan asennusohjetta ja tulee huomioida ilmamäärien mittaustyössä). Poistoilmaventtiilit on sijoitettu tilan vastakkaisiin nurkkiin (vasemmanpuoleinen kuva).



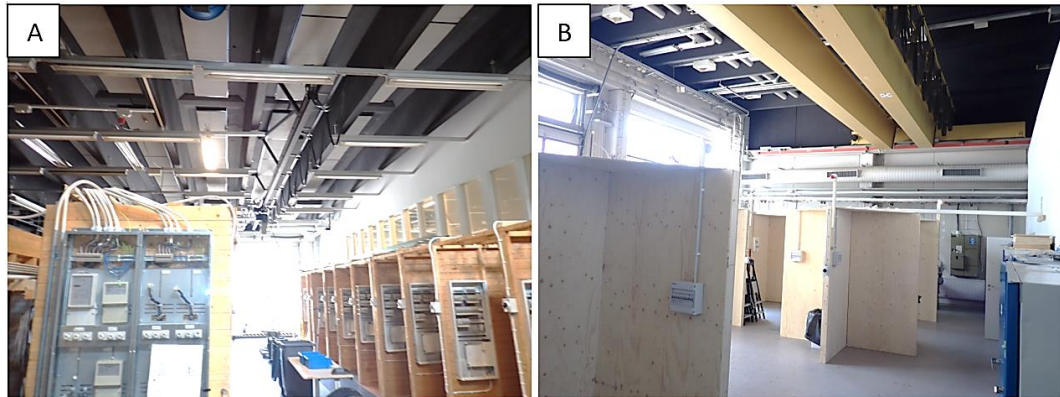
Kuva 40a ja b. Yleiskuva työsalin 081 ilmanvaihdon toteutuksesta. Tilaan on rakennettu iv-piirustuksista poikkeavia väliseinärakenteita.

Tuloilmasäleiköt on sijoitettu suoraan kanavaan (vasemmanpuoleinen kuva) ja niiden paine-ero oli hyvin heikko. Merkkisavutestien perusteella tuloilma huuhtelee tilaa noin kaksi metriä, jonka jälkeen se kääntyy voimakkaasti kohti kattopintaa (tuloilman kääntyy oikeapuoleisen kuvan tv:n edestä kohti kattoa).



Kuva 41. Yleiskuva työsalin 081 ilmanvaihdon toteutuksesta. Tilaan on rakennettu iv-piirustuksista poikkeavia väliseinärakenteita.

Tuloilmasäleiköt on sijoitettu suoraan kanavaan ja niissä havaittiin merkittävän voimakas paine-ero ja tuloilmasuihku osui suoraan viereiseen seinään.



Kuva 42a ja b. Yleiskuvat työsaleissa olevista seinärakenteista. Ilmanvaihdon toteutus on pääosin sama kaikissa työskentelytiloissa. Silmämääräisten ja merkkisavuhavaintojen mukaan tuloilma huuhtelee heikosti työskentelyalueita, joissa on poikkeavia rakenteita. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on tuloilmapäätelaite.

Lisäksi yksittäisenä silmämääräisenä havaintona, että työsaleihin on rakennettu opetustiloja, joissa ei ole ollenkaan ilmanvaihtopäätelaitteita

9.6 Ilmamäärät

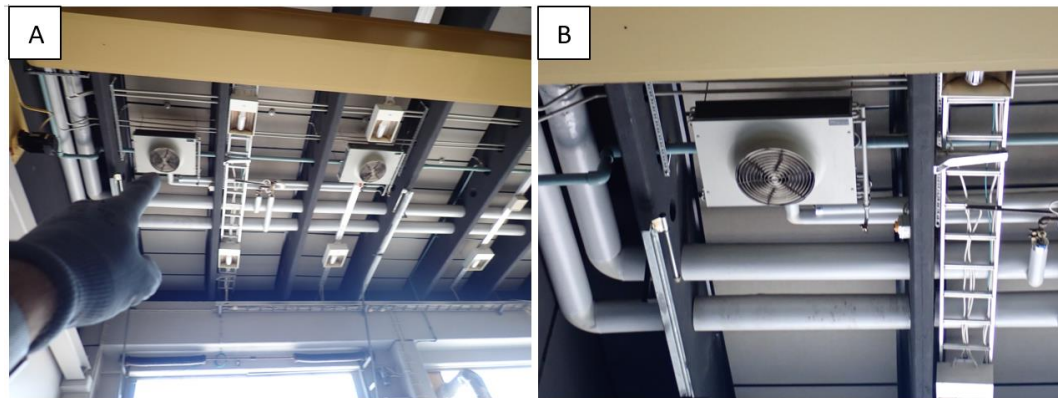
Opettajien työtilojen tulo- ja poistoilmamäärät määritettiin pistokoeluontoisesti huppumittauksella ja/tai paine-eroon perustuvalla mittauksella päätelaitteilta tai iv-kanavista. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärät määritettiin kuimalankamittauksilla iv-konehuoneissa sijaitsevista ilmanvaihtokanavista. Ilmamäärämittausten mittaustulokset on esitetty tiivistetysti seuraavassa taulukossa. Tarkemmat mittaustiedot ja -arvot on esitetty liitteenä olevassa mittauspöytäkirjassa.

Taulukko 6. Ilmamäärämittausten tulokset.

MITTAUSPAIKKA	Tuloilma Suunniteltu (l/s)	Tuloilma Mitattu (l/s)	ERO (%)	Poistoilma Suunniteltu (l/s)	Poistoilma Mitattu (l/s)	ERO (%)
077 Opettajat	60	37	-38	32	29	-9
110 Opettajat	45	0	-100	45	27	-40
159 Opettajat	36	42	+17	40	24	-40
01 TK Työsalit	7619	7590	0	7309	5770	-21
02 TK Työsalit	5537	5460	-1	4901	5233	+7

9.7 Muut havainnot

Seuraavissa kuvissa on esitetty tutkimusten yhteydessä tehtyjä havaintoja.



Kuva 43a ja b. Työsaliin lämmitys on toteutettu lämminilmapuhaltimien avulla. Aistinvaraisesti osa laitteista oli päällä ja osa ei (puhallinta ohjataan yleensä termostaatilla sisäilman lämpötilan perusteella)

9.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanotot

Tehtyjen havaintojen perusteella vesi- ja tuiskulumi pääsevät kulkeutumaan ulkoilmakammioon ja siitä edelleen iv-koneiden suodattimille. Ulkoilmakammiossa ei ole viemärointejä, 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 tarkemmin ilmanottojen mahdollisia vaurioita (mm. kammioiden pelti-mineraalivillarakenteet).

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Koneissa havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat toiminnallisuuteen, energiankulutukseen ja tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatuun, heikentäen sitä. Koneissa havaittiin yleisesti seuraavia puutteita:

lumen pääsy suodattimille, ulkoilmapellin virheellinen asemointi, suodatinrungon epätiivisyys, patterin likaantuminen, lämmöntalteenoton mahdollinen ohjelmallinen toimimattomuus, koneen eri osien ja läpivientien tiiveyspuutteet, mineraalivillakuidut ja viemäröntien 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 sekä rakennuksen painesuhteiden muuttumiseen ja edelleen muutoksiin painesuhteissa. Kastuneet suodattimet voivat myös toimia epäpuhtauksien lähteenä, joka voi ilmetä mm. hajuina tuloilmassa sekä sisäilmassa.

Suodatinrungot havaittiin myös osin epätiiviksi, 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

viemäröinti ja Ito-osan pohjan kallistus eivät ole toimivia. Vesi jää todennäköisesti ainakin paikoin seisomaan kammion pohjalle. Suosittelemme Ito-osien pohjalevyn kallistusten tarkastamista ja vesilukoin varustettujen viemäröntien rakentamista kaikkiin iv-koneisiin. Nykyisessä toteutuksessa tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivoista ilmaa sekä hajuja avonaisten viemäröntien 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.

Ulkoilmapellit eivät sulkeudu täysin kiinni -asentoon koneiden sammussa ja mikäli pelti ei ole täysin kiinni, tapahtuu ilmanvaihtoa koneen läpi mm. likaannuttaen suodattimia. Lisäksi kylmä ulkoilma pääsee vaikuttamaan lämmityspatterille, joka johtaa sen jäätymisriskiin ja edelleen mahdolliseen vaurioitumiseen. Suosittelemme tarkastamaan ja asemoimaan ulkoilmapellit uudelleen viimeistään seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä.

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

Suosittellemme harkitsemaan ilmanvaihtokoneiden teho-ohjauksen muuttamista kammio-/kanavapaineohjatuksi. Toimenpiteellä saavutettaisiin parempi toiminnallisuus ja kokonaisilmamäärien pysyvyys.

Edellä mainittujen puutteiden johdosta suosittelemme käynnistämään ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaushankkeen viiden vuoden sisällä.

Ilmanvaihtokanavat ja ilmamäärät

Ilmanvaihtokanavat ovat silmämääräisesti käyttöön nähden käyttökuntoisia, mutta niissä havaittiin vanhoja 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 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. 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.

Suosittellemme ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyön suorittamista välittömästi, huomioiden ilmanvaihtojärjestelmään aiemmin



tehdyt mahdolliset muutokset. Ennen säätötyötä on hyvä tehdä iv-koneiden palvelualuekohtainen iv-suunnitelmien tarkastus ja säätösuunnitelma, 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 työsalien tuloilmanjako on yleisesti puutteellinen, johtuen päätelaitteiden sijoittelusta tilassa, säleikön virheellisistä suuntausasetuksista tai sen paine-erosta, jolla tuloilma puhalletaan tilaan. Päätelaitteen sijoittelun, asetuksen tai paine-eron takia tuloilmavirta ei saavuta optimaalisesti tilan eri työalueita, jonka takia huuhtelu on heikkoa ja käyttäjät voivat aistia sisäilmaympäristön heikkona. Tiloissa on lisäksi materiaaleja, jotka tuottavat mm. hajuja. Tehtyjen havaintojen perusteella ilmanvaihto ei toimi optimaalisesti, eli laimenna ja huuhtele tilaa, jonka voidaan arvioida heikentävän myös koettua sisäilmaympäristöä. Suosittelemme harkinnanvaraisesti parantamaan työsalien ilmanvaihtoa ja mahdollisuuksien mukaan hienosäätämään tuloilmanjakoa (säleikön rivat) esim. merkkisavun avulla tilakohtaisesti ilmamäärien säätötyön yhteydessä. Muutoksilla on mahdollista saavuttaa parempi ilmanvaihdon teho, mutta se vaatii tarkempaa iv-suunnittelua.

10 Yhteenveto ja toimenpidesuosituks

10.1 Yhteenveto

Alapohjan lattioiden pintamateriaaleihin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta tiloissa 164, 160 ja 159. Kosteus voi siirtyä alapohjaan maaperästä tai sokkelirakenteiden kautta sadevedestä. Aiemmissa tutkimuksissa maaperä rakennuksen alla on todettu hyvin kosteaksi. On myös mahdollista, että pintamateriaalin alla on epoksinpinnoitus, jolloin

kosteuspitoisuus voi olla peräisin muovimaton liimasta. Kahden tilan kohonneella kosteudella voi olla heikentäviä vaikutuksia sisäilmanlaadulle seuraavan kahden vuoden käyttöaikana. Alapohjat todettiin pääosin muuten kosteusteknisesti toimiviksi.

Alapohjaan tehdyn yhden tilan 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. Nyt tehty merkkiainekoe tuki aiempia tutkimuksia, joissa oli myös havaittu ulkoseinälinjoilla merkittäviä ilmavuotoja ulkoseinä- ja alapohjarakenteen liittymistä sekä pilarien liittymistä.

IV-konehuoneen välipohjassa on joitakin epätiiviitä ilmavuotokohtia. IV-konehuoneessa on katto- ja seinäpinnoilla kosteusvauriojälkiä. Konehuone on pääsääntöisesti alipaineinen käyttötiloihin verrattuna, mutta jos painesuhde muuttuvat, konehuoneen sisäilman mahdolliset epäpuhtaudet päästä siirtymään käyttötiloihin, joka voi vaikuttaa näiden sisäilman laatuun heikentävästi. IV-konehuoneen muovimaton saumat ovat ratkeilleet useasta kohdasta eikä se toimi nykykunnollaan vedeneristyksenä.

Ulkoseinärakenteiden alaosiin kohdistuu ulkopuolella kosteusrasitusta muun muassa syöksytorvien puutteellisesta vedenohjauksesta. Kosteusrasitettuun kohtaan tehdystä rakenneavauksesta otetussa materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua mutta avauksesta havaittiin mikrobiperäinen haju. Ulkoseiniin tehdyssä kahdessa merkkiainekokeessa havaittiin ilmavuotoa ulkoseinäliittymien kautta. Paine-eroseurannassa havaittiin sisätilojen olevan hetkellisesti alipaineisia ulkoilmaan verrattuna useita kertoja päivässä ja paine-eron muuttuvan äkillisesti ylipaineisesta alipaineiseksi. Ulkoseinän ja ulkoilman epäpuhtauden pääsevät kulkeutumaan epätiiveyskohdista sisäilmaan, joka heikentää sen laatua. Nosto-ovien pielirakenteesta kerätyissä materiaalinäytteissä todettiin

mikrobikasvua. Pielien pellit eivät ole tiiviitä ja sadevesi pääsee niiden kautta rakenteisiin. Ulkoseinien merkkiainekokeessa todettiin ilmavuotoja, kuten aiemmin tehdyissä tutkimuksissa. Havaintojen mukaan rakenteita on paikoin tiivistetty, mutta ilmavuotoja on edelleen.

Käytöstä poistetun ja käytössä olevan rakennuksen alueen väliseinät on tiivistetty ja tiivistykset ovat pääosin aistinvaraisesti havainnoiden tiiviitä. Paine-eroseurannan tulosten perusteella käytössä olevat tilat pysyvät ylipaineisina käytöstä poistettuihin tiloihin verrattuna eikä käytöstä poistettujen tilojen epäpuhtaudet vaikuta käyttötilojen sisäilman laatuun.

Yläpohja- ja vesikattorakenteet ovat ikääntyneet ja niissä havaittiin samoja sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavia tekijöitä, kuin aiemmassa 2019 Inspecta Oy:n toteuttamassa tutkimuksessa. Kuluneen yksikermikatteen vedenpitävyys heikkenee entisestään ja tulevaisuudessa on syytä varautua paikallisiin vesivuotoihin. Yläpohjaan tehdyn yhden merkkiainekokeen perusteella yläpohjan ilmatiiviys on hyvä ainakin kyseisessä tilassa 077, jota on havaintojen mukaan tiivistetty. Yläpohjan epäpuhtauksia voidaan hallita yläpohjarakenteiden ilmatiiviyn lisäksi ylipaineistamalla vielä nykyistä voimakkaammin käytössä olevia tiloja, joka onnistuu nykyistä paremmin, jos tilojen alapohja- ja ulkoseinien epätiiviyskohdat tiivistetään.

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta ja hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon mittausjaksolla. Työsalien lämpötila oli hieman viileä, joka on tyyppillistä ja yleensä suunniteltua tämän tyyppisissä tiloissa. Mitatun luokan lämpötila oli päiväsaikaan STMa 545/2015 raja-arvojen mukainen ja sisäilman suhteellinen kosteus tiloissa oli suositusten mukainen. Sisäilman kosteuslisää ei ollut merkittävästi tai sitä ei ollut ollenkaan mitatuissa tiloissa.

Paine-eroja tarkasteltiin rakennukseen asennettujen pitkäaikaisseurantalaitteiden etämonitorointijärjestelmän kautta (720°)

kahden viikon aikajaksolla. Työpajarakennuksen paine-erot on säädetty mittaustulosten perusteella pääasiassa siten, että käyttötilat ovat ylipaineisia käytöstä poistettuihin tiloihin, yläpohjaan, IV-konehuoneeseen ja ulkoilmaan verrattuna. Sisätilat pysyivät miltei koko tarkastelujakson ajan ylipaineisina käytöstä poistettuihin tiloihin, yläpohjaan ja IV-konehuoneeseen verrattuna. Sisätilat olivat pääasiassa ylipaineisia ulkoilmaan verrattuna, mutta tarkastelujakson aikana miltei jokaisena päivänä sisätilat muuttuivat alipaineisiksi äkillisesti useita kertoja päivässä tuulen vaikutuksesta.

Ilmanvaihto, yhteenveto

Ilmanvaihtokoneet ovat ikääntyneitä, mutta toimintakuntoisia. Koneissa havaittiin useita puutteita, jotka vaikuttavat toiminnallisuuteen, energiankulutukseen ja tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatuun, heikentäen sitä. Koneissa havaittiin yleisesti seuraavia puutteita: lumen pääsy suodattimille, ulkoilmapellin virheellinen asemointi, suodatinrungon epätiiveys, patterin likaantuminen, lämmöntalteenoton mahdollinen ohjelmallinen toimimattomuus, koneen eri osien ja läpivientien tiiveyspuutteet, mineraalivillakuidut ja viemäröntien 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.

Ilmanvaihtojärjestelmässä on tekijöitä, jotka voivat heikentää sisäilman laatua: tilakohtaiset ilmamääräpoikkeamat, tuloilmanjako on yleisesti puutteellinen, kastuneet suodattimet voivat toimia epäpuhtauksien lähteenä, joka voi ilmetä mm. hajuina tuloilmassa sekä sisäilmassa, tuloilmapuhallin imee konehuoneesta ja lattiakaivoista ilmaa sekä hajuja avonaisten viemäröntien kautta ja hajut siirtyvät sisäilmaan.

10.2 Toimenpidesuosituksukset

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 toimenpidesuosituksukset täydentävät aiempien tutkimusten suosituksia.

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

Tarvittavat korjaukset 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:

- Opettajainhuoneen 159 koko tilan lattiamateriaalin ja luokan 164 ainakin ulkoseinälinjan läheisyydessä olevan lattiamateriaalin uusiminen, huomioiden alustan kosteusrasitus sekä mahdolliset jäännösemissiot.
- Kaikkien käyttötilojen alapohjan kaikkien epätiiveyskohtien tiivistys. Muun muassa kaikkien ulkoseinäliitosten, pilariliitosten, läpivientien ja kiinnikkeiden paikkojen tiivistys.

Välipohjarakenteet:

- IV-konehuoneen vedeneristeenä toimivan muovimaton epätiiveyskohtien paikkakorjaus

- IV-konehuoneen välipohjan epätiiveyskohtien, kuten läpivientien ja havaitun halkeaman tiivistys ilmatiiviiksi

Ulkoseinärakenteet:

- Kaikkien käyttötilojen ikkunanauhojen alapuoleisten ulkoseinien liitosten ja epätiiveyskohtien tiivistys.

Vesikatto- ja yläpohjarakenteet:

- paine-eromittarin läpiviennin tiivistys katossa tilassa opettajat 077. Myös muiden vastaavien läpivientireikien tiivistys
- yläpohjan ilmatiiviyden parantaminen (ontelolaatan saumat ja yläpohja-ulkoseinäliittymä)
- kattoikkunan vääntyneen pellin oikaisu
- muovisten kupukattoikkunoiden vedenpitävyyden parantaminen tiivistysmassalla
- sisätiloissa vesikattovuodoissa kastuneiden pintojen korjaukset (kattokupuikkunoiden seinäpinnat sekä tilan 114A akustiikkalevyt)
- vesikaton kunnon seuraaminen ja mahdollisesti todettavien vuotokohtien paikkakorjaukset

IV suositukset

- Suosittelemme puhdistamaan iv-koneet huolellisesti ja korjaamaan havaitut puutteet ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustyön yhteydessä (sisältäen vähintään seuraavat toimenpiteet: sisäosien puhdistus paineilmalla ja nihkeä pyyhinnällä, suodatinrunkojen ja huoltoluukkujen tiivisteiden uusiminen, runko-osien ja läpivientien tiivistäminen, mineraalivillakuitujen käsittely kuituja sitovalla aineella).
- Suosittelemme harkitsemaan ilmanvaihtokoneiden teho-ohjauksen muuttamista kammio-/kanavapainehjatuksi. Toimenpiteellä saavutettaisiin parempi toiminnallisuus ja kokonaisilmamäärien pysyvyys.

- Rakenteiden tiivistämisen jälkeen painesuhteiden säätö siten, että tilat olisivat jatkuvasti ylipaineisia.

10.2.2 Käytön mahdollisessa jatkossa suositellut toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteet:

- Alapohjan tarkastusluukkujen tiivistyksien paikkakorjaus ja tiivistettyjen kansien suojaus mekaanisilta vaurioilta
- Työsalin 160 nurkan lattiamateriaalin uusiminen hyvin vesihöyryä läpäisevällä ja kosteutta kestäväällä materiaalilla
- Työsalin 160 vesipisteen alapuoleisen pinnoitteen paikkakorjaukset tai pinnoitetun alueen uusiminen

Välipohjarakenteet:

- Kosteusjälkiä sisältävien materiaalien uusiminen
- IV-konehuoneen lattian vedeneristysten uusiminen nykyohjeistusten vaatimustason mukaisesti.

Ulkoseinärakenteet:

- Nosto-ovien piilien eristeiden uusiminen ja pellityksen uusiminen siten, ettei kosteus pääse rakenteeseen
- Työsalien ikkunaliitosten lämmöneristys
- Työsalin 160 pilarin alareunan, työsalin 081 vesipisteen alapuoleisen seinän alareunan sekä kaikkien muiden mahdollisten paikkojen paikkakorjaus, joissa seinän maali hilseilee

Vesikatto- ja yläpohjarakenteet:

- Vesikatto- ja yläpohjarakenteiden peruskorjaus.

Ilmanvaihtojärjestelmä

- Mikäli rakennus käyttö jatkuu seuraavien kahden vuoden jälkeen, suosittelemme käynnistämään ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaushankkeen.

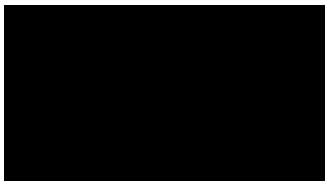
Kuidut:



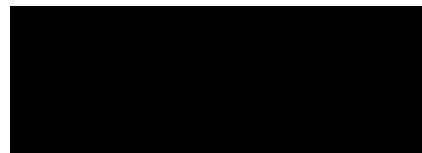
- kaikkien kuitulähteiden systemaattinen pinnoitus/poistaminen ja rakennuksen kokonaisvaltainen siivous irronneiden kuitujen puhdistamiseksi

AFRY Buildings Finland Oy

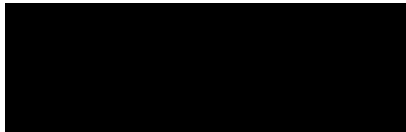
Espoossa 8.8.2023



Iina Maso, DI
Nuorempi asiantuntija



Katariina Laine, DI
Rakennusterveysasiantuntija



Pasi Marttila, LVI tekn.
IV-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

Painesuhteita tarkasteltiin kohteeseen asennettujen paine-eromittareiden seurantajärjestelmässä 720° (720 Degrees Oy).

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 laimennossarjaviljelyllä. Materiaalinäytteet analysoitiin Metropolilab Oy:ssä.

Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärät mitattiin SwemaAir 3000-monitoimimittarilla. 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 SwemaAir 3000-monitoimimittarilla. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20 % tarkkuuteen. Ilmanjakoa tarkastettiin Regin -merkkisavun avulla.

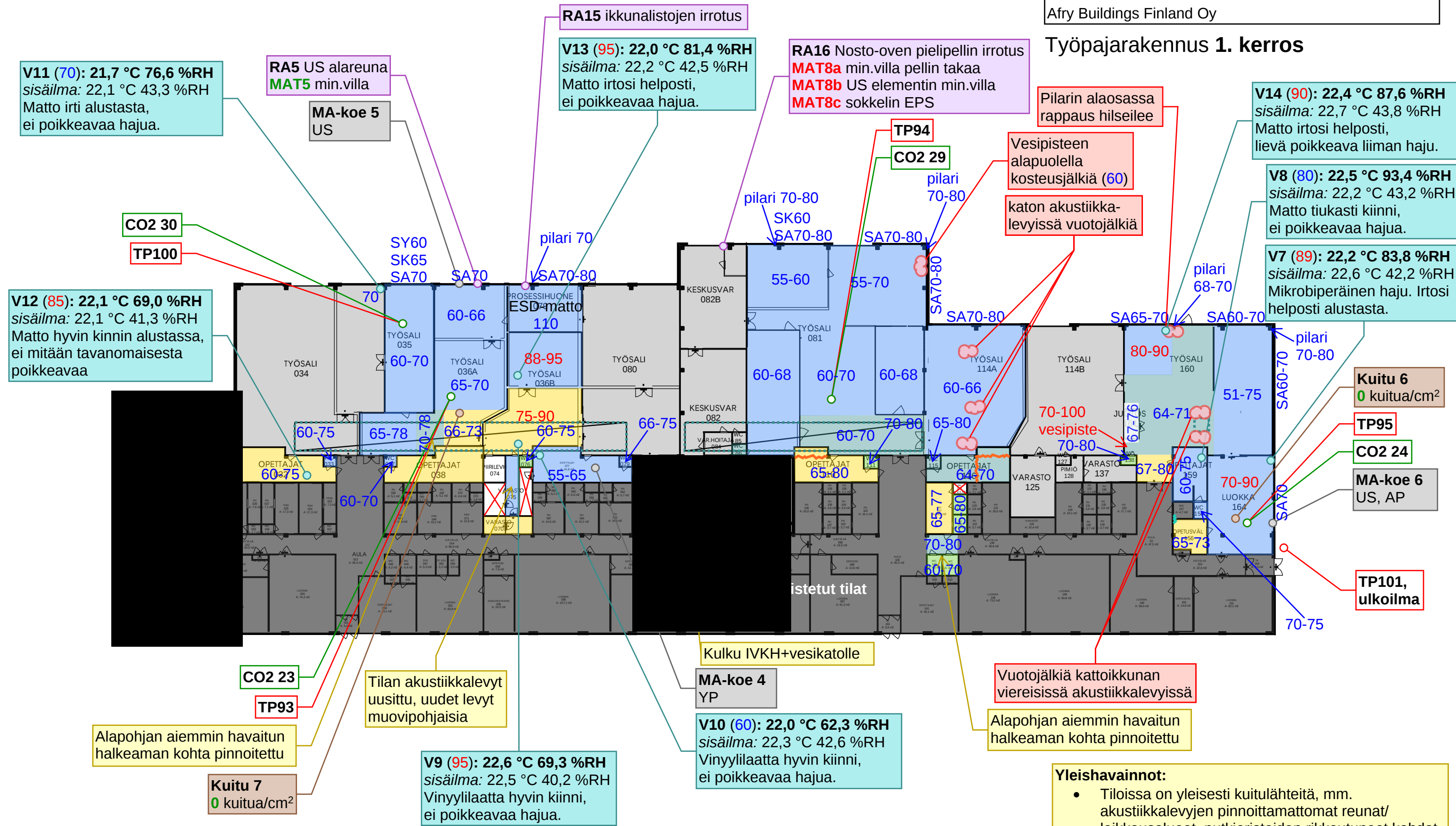
POHJAKUVALIIITTEESSÄ KÄYTETYT SELITTEET JA MERKINNÄT

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

PINTAMATERIAALIEN MERKINNÄT

	Keraaminen laatta
	Pinnoite tai maalattu betoni
	Muovimatto
	Vinyylilaatta
	Akryylibetoni
	Tilaa ei tutkittu
	Tila poistettu käytöstä

Työpajarakennus 1. kerros



Yhteenveto merkkiainekokeista:

MA-koe 4: Yläpohja ilmatiivis, pl. paine-eromittarin läpivienti epätiivis. Merkkiainekoe tehtiin -14 Pa alipaineistuksessa.

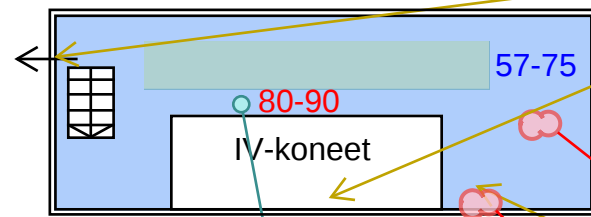
MA-koe 5: Ilmavuotoa ulkoseinästä, liitokset (US-VS, US-pilari) ja patterikannakkeet epätiivitä.

MA-koe 6: Ilmavuotoa ulkoseinästä ja alapohjasta, liitokset (US-AP, US-ikkuna, US elementtisauma, US-pilari) epätiiviytiä.

Yleishavainnot:

- Tiloissa on yleisesti kuitulähteitä, mm. akustiikkalevyjen pinnoittamattomat reunat/leikkausalueet, putkieristeiden rikkoutuneet kohdat, avoimaisia putkieristeiden päitä.
- Suurien valoaukkojen ikkunoiden ympärillä on kävelytasot. Kulkureittiä tasoille ei havaittu tutkimuksissa.
- WC-istuimien alle on tehty pieni betonivalukerros, eikä istuimia ole silikonisaumattu.

IV-konehuone:



Kulku vesikaton

Tuloilmakammioon pääsee vesi/lumi, kammion akustiikkalevyjen avoimesta min.villasta mikrobiperäinen haju, kammiossa ei viemäröintiä.

Katon akustiikkalevyissä vuotojälkiä

Epätiivitä läpivientejä ja halkeama läpivientivalussa

Katon ja seinän akustiikkalevyissä vuotojälkiä

V15 (88): 22,5 °C 74,0 %RH
sisäilma: 21,9 °C 48,4 %RH
Märkätilan muovimatto, alkuperäinen, irtosi helposti, poikkeava liiman haju, liimassa värimuutoksia.

Keskellä korjattu pinnoitealue hyväkuntoinen.

MA-koe 4
YP

kamera
irronnut
seinästä

Yläpohja luukun kohdalla
kuiva, siisti, ei vuotojälkiä

Ikkunapellitys ja vesikaton
ylösnostopellitys vääntyneet

isompia vuotojälkiä näissä
kahdessa; kaikissa
kupuikkunoissa vähäisiä
vuotojälkiä

kamera
irronnut
seinästä

IVKH

käytöstä poistetut tilat

vuotojälkiä kattokupuikkunoissa

Valoaukkojen
kermikate uusittu

Kermikate uusittu

Massalla tehtyjä
paikkakorjauksia
kermikatteessa



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

Afry Buildings Finland Oy

Työpajarakennus vesikatto

Liite 3. Rakenneavaukset kootusti

Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 5 MAT 5	Työpajarakennus, tilan 036A viereinen tila idän puolella, US

Rakenne sisäpinnasta lueteltuna:

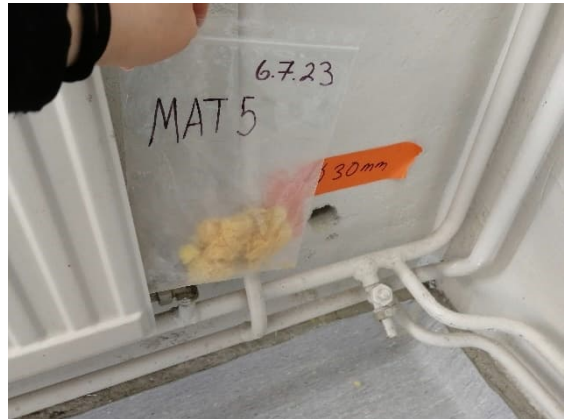
- Maali
- Betoninen sisäkuori ~100 mm
- Lasivilla ~160 mm
- Betoninen ulkokuori, ei avattu pidemmälle

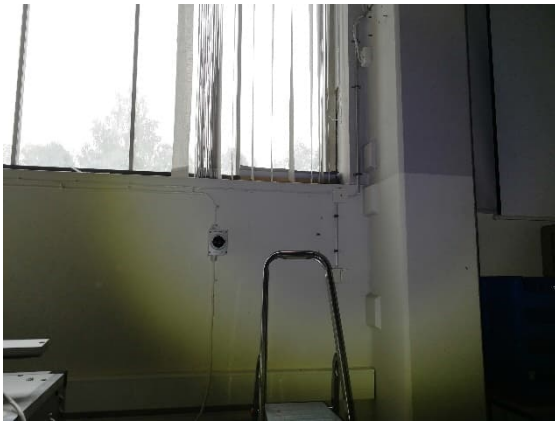
Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän sandwich-elementin alaosaan pilarin viereen noin 150 mm korkeuteen lattiasta. Kohdassa on ulkopuolella merkkejä kosteusrasituksesta ulkoseinä-rakenteelle syöksytorven roiskevesistä.

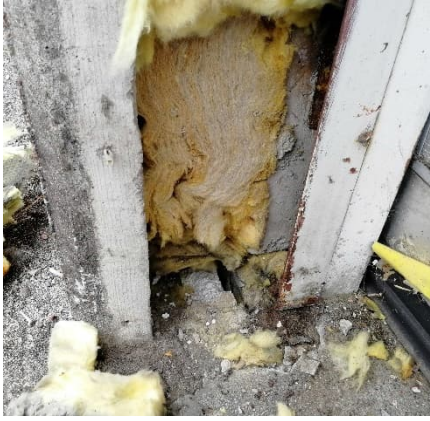
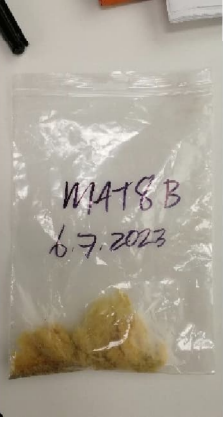
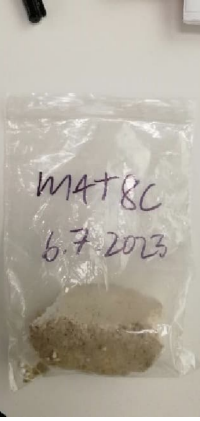
Avauksesta havaittiin merkkisavulla selvä ilmavirtaus sisätiloista rakenteeseen päin.

Avauksesta havaittiin lievä mikrobiperäinen haju. Eristeessä ei havaittu kosteuteen viittaavia jälkiä.

Ulkoseinä-rakenteen mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 5 mikrobianalyysiin. Näyt-teessä ei todettu mikrobikasvua.

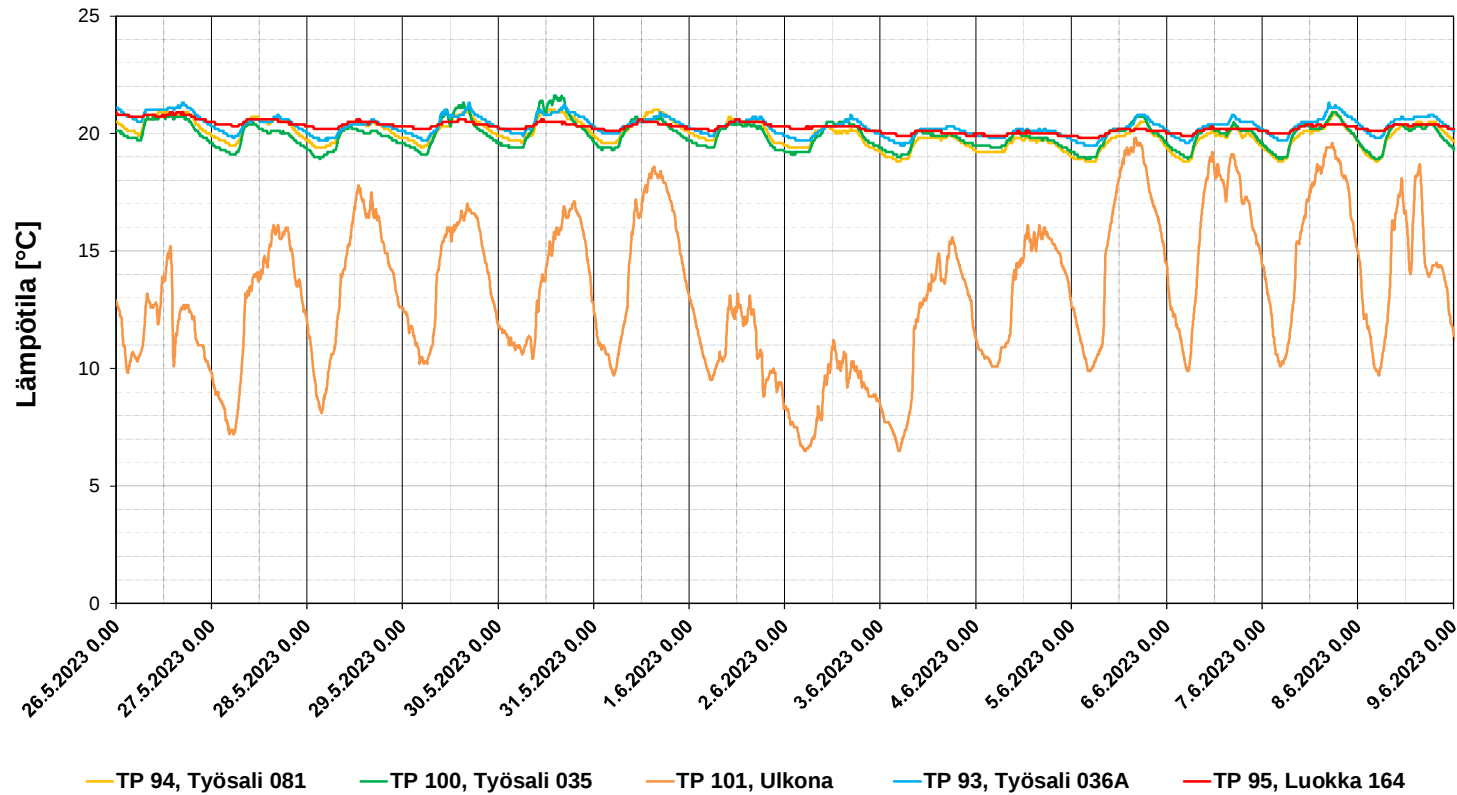


Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 15 Ei otettu materiaali- näytettä	Työpajarakennus, prosessihuone 079, ikkunan peitelistojen irrotus
Avaus on työsalin kiinteään ikkunan alavaakaliitoksen ja pystyliitoksen peitelistan irrotus. Liitoksissa ei havaittu lämmöneristystä. Molemmissa liitoksissa on musta kumitiiviste. Pystyliitoksessa ikkunarungon ja ulkoseinäelementin välissä on 7 mm levyinen rako, jossa kumitiiviste on. Välissä on joustava saumamassaus, joka on hyvin kulunut. Alavaakaliitoksen kohdalla on 60 mm korkea, 40 mm leveä puu, joka on peitetty pellillä. Puun ja ulkoseinäelementin välissä on rako, jossa kumitiiviste on. Välissä on joustava saumamassaus, joka on hyvin kulunut.	
	
	

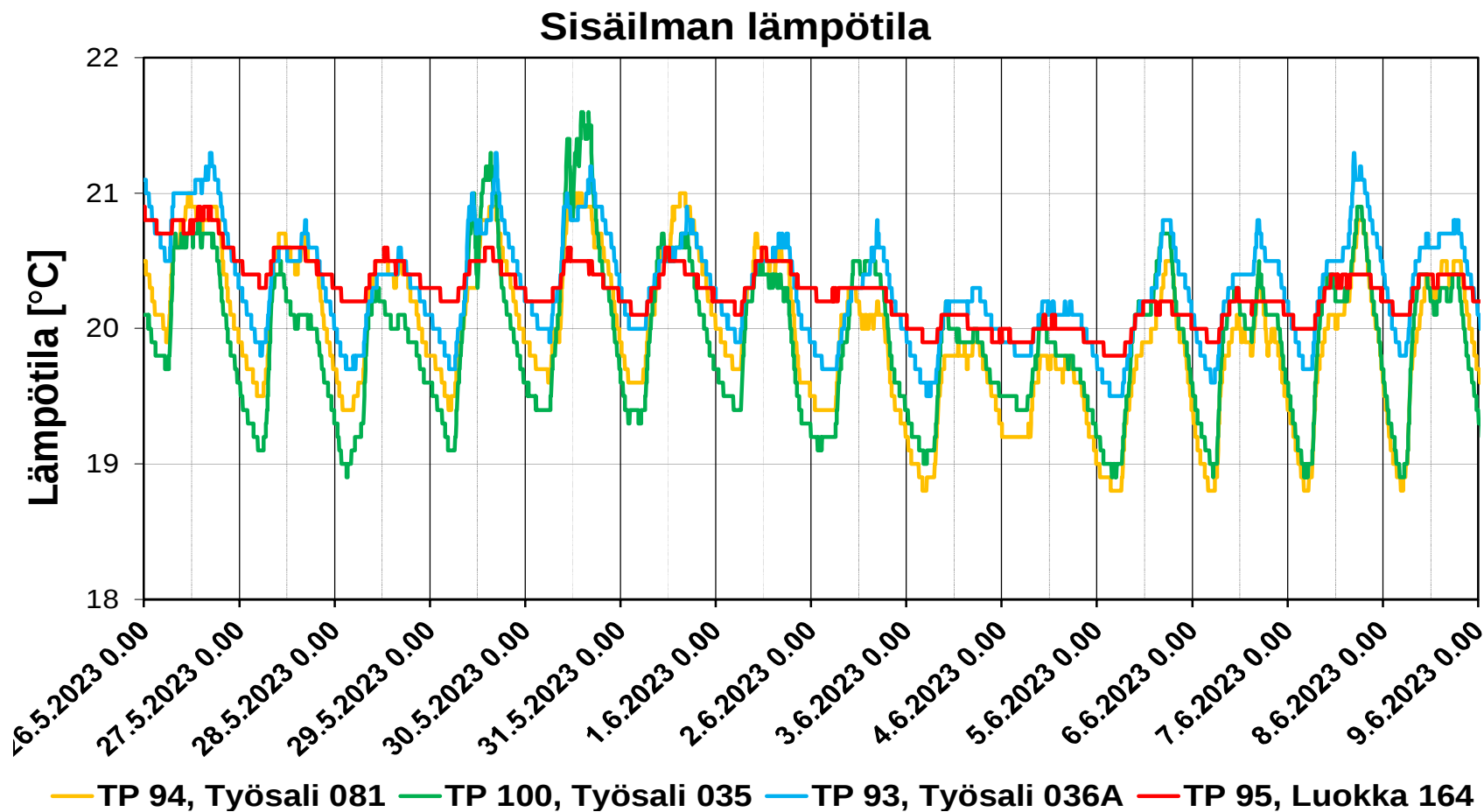
Avaus ja materiaalinäyte	Rakennusosa, tila ja rakenne
RA 16 MAT8a MAT8b MAT8c	Työpajarakennus, keskusvaraston 082B nosto-oven pieli, pielipellin irrotus ulkopuolella
Nosto-oven pielen pelti irrotettiin avauksessa alareunasta. Nosto-oven metalliosat olivat ruostuneet alaosaan. Heti pielipellin takana oleva eriste on voimakkaasti tummentunut ja sen pinnassa oli havaittavissa ruostejälkiä nosto-oven metalliosista ~400 mm korkeuteen maanpinnasta. Pielipellin takana olevasta mineraalivillasta kerättiin materiaalinäyte MAT8a mikrobianalyysiin. Näytteessä todettiin mikrobikasvua. Avauksesta oli näkyvissä ulkoseinän sekä sokkelin rakenne. Ulkoseinässä mineraalivilla oli ~130 mm paksu ja betoninen sisäkuori ~110 mm paksu. Ulkoseinän mineraalivilla oli hieman oranssihtavaa pielen puolelta. Ulkoseinäelementin mineraalivillaeristeestä kerättiin materiaalinäyte MAT8b mikrobianalyysiin. Näytteessä todettiin mikrobikasvua. Sokkelin betoninen ulkokuori on ~25 mm paksu. Sokkelin EPS-eriste on ~100 mm paksu. Sokkelin EPS-eristeestä kerättiin materiaalinäyte MAT8c mikrobianalyysiin. Näytteessä todettiin mikrobikasvua.	
     	

1 Vantaan ammattiopisto Varia, Myyrmäki.
Työpajarakennus, olosuhdemittausten tulokset 26.5.-9.6.2023

Sisä- ja ulkoilman lämpötila

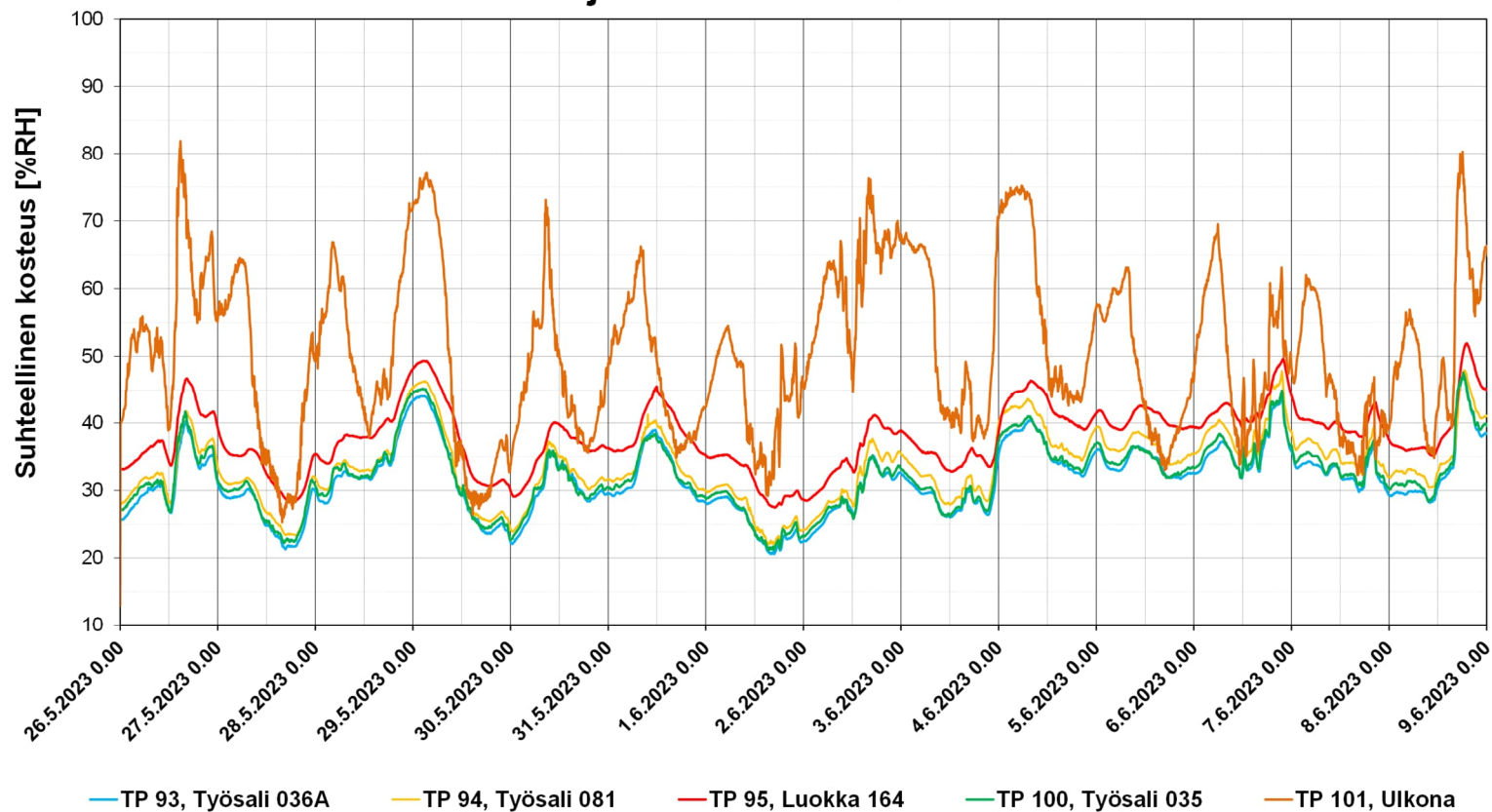


Kuvaaja 1. Lämpötilat työpajarakennuksen käyttötiloissa sekä ulkoilmassa aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +18,8...+21,6 °C ja ulkoilmassa välillä +6,5...+19,8 °C.



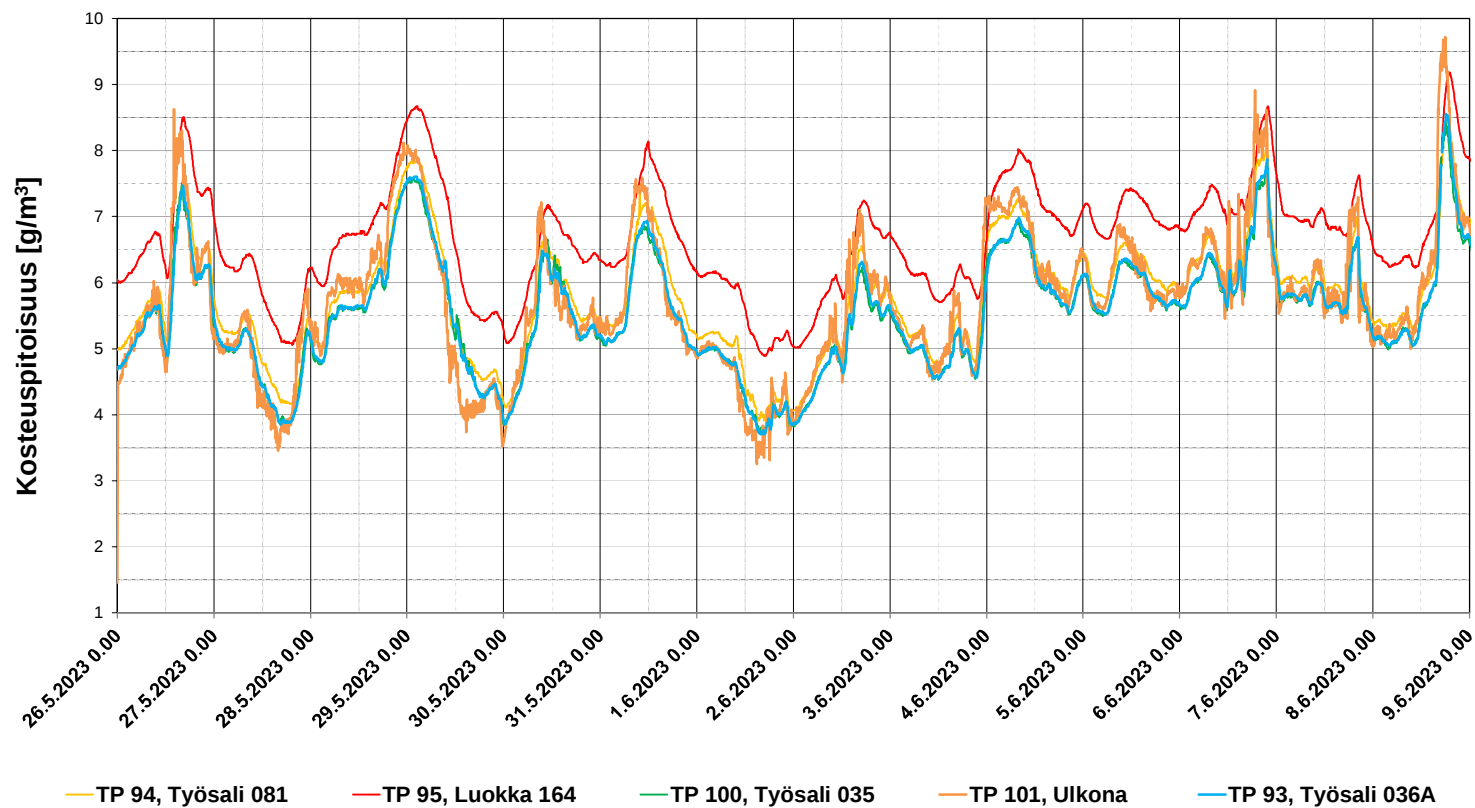
Kuvaaja 2. Lämpötilat työpajarakennuksen käyttötiloissa aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +18,8...+21,6 °C.

Sisä- ja ulkoilman suhteellinen kosteus



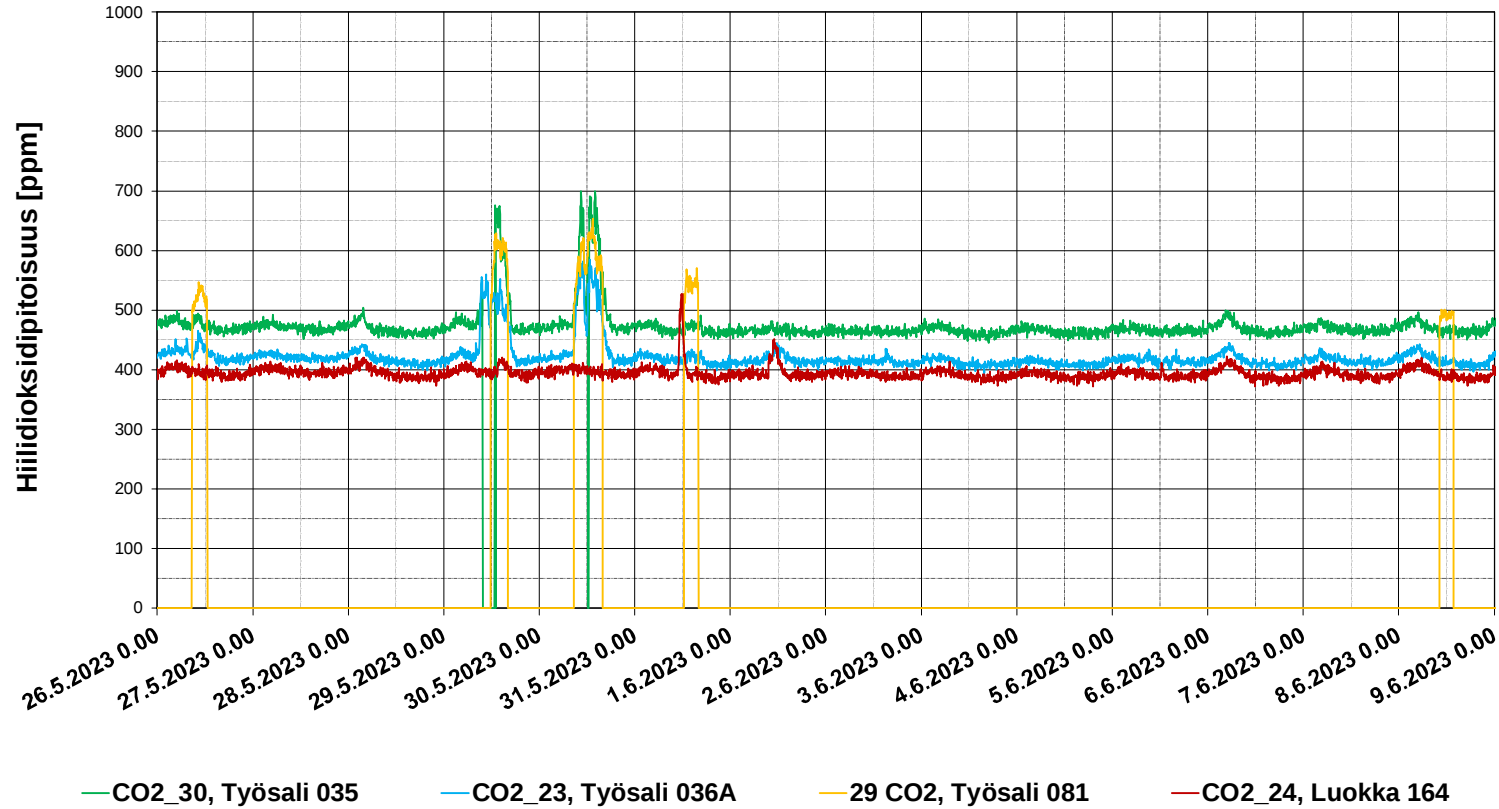
Kuvaaja 3. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 20,6...51,9 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 26...81,9 %RH.

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 3,7...9,2 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 3,3...9,7 g/m³. Työsaleissa kosteuslisää ei juuri ollut, luokassa 164 kosteuslisä oli noin 1,0 g/m³.

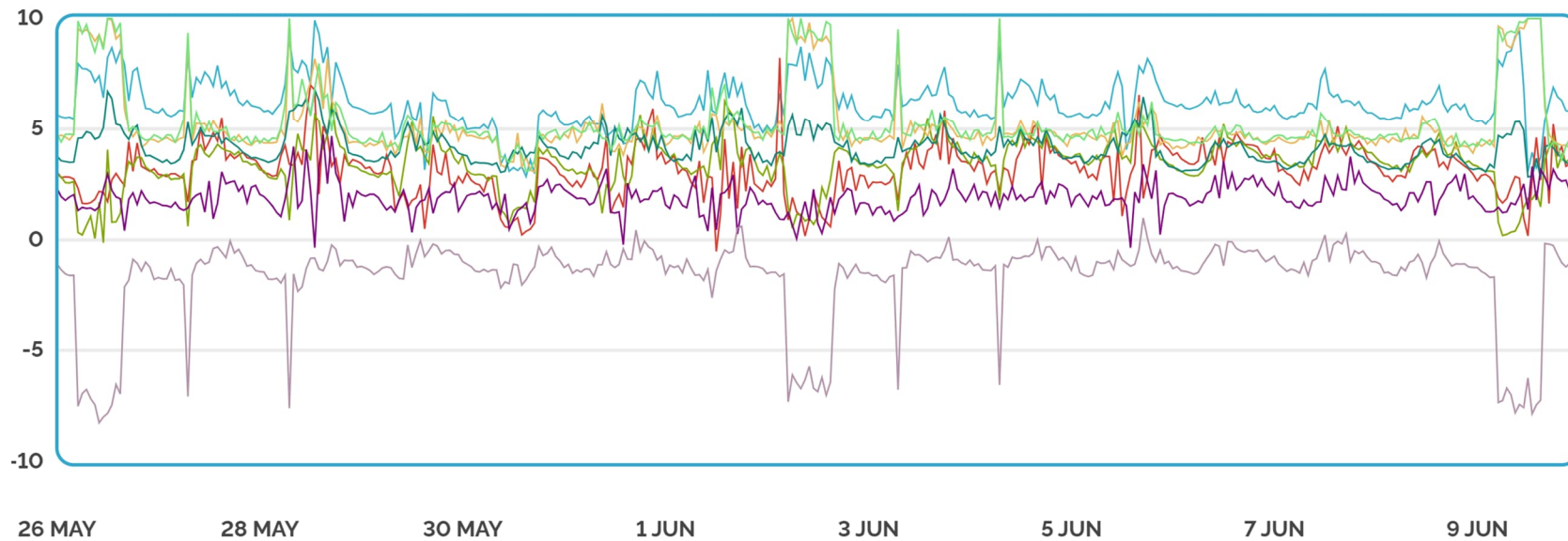
Hiilidioksidipitoisuus



Kuvaaja 5. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 375...700 ppm. Mittaustuloksen ollessa 0 ppm, mittalaite ei ole saanut virtaa, eli tila ei ole ollut tällöin käytössä (työsaleissa pääkytkimet suljetaan tyypillisesti käytön ulkopuolella). STM:n asetuksen 545/2015 toimenpideraja-arvo on 1550 ppm.

Paine-ero 26.5.-9.6.2023, kaikki tilat, 1 tunnin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

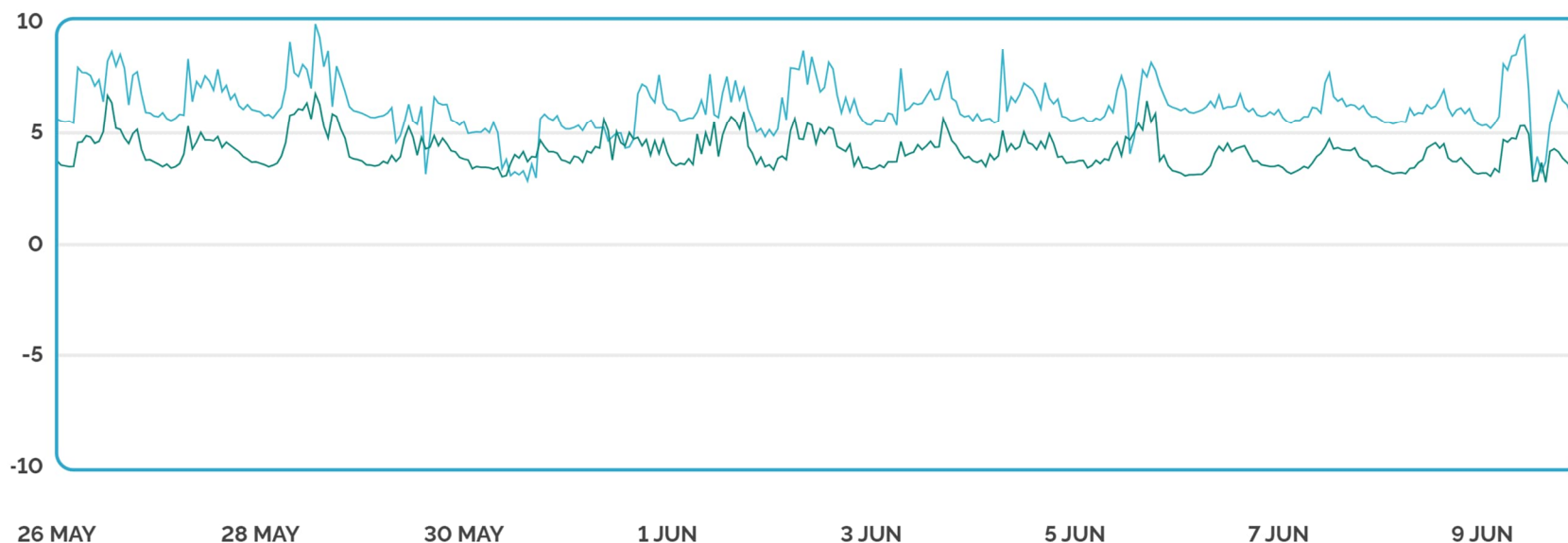


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat K013/käyttämätön (fl. 1) | 2. K034A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma K077/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs K090/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 6. Paine-ero aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Tunnin mittausvälillä paine-ero vaihteli kaikissa muissa mittapisteissä, paitsi pisteessä IVKH-yläpohja, noin -0,5 Pa...+10 Pa välillä. Mittapisteessä IVKH-yläpohja paine-ero vaihteli noin välillä -13 Pa...+1 Pa.

Paine-ero 26.5.-9.6.2023, käyttötilat / käytöstä poistetut tilat, 1 tunnin mittausväli

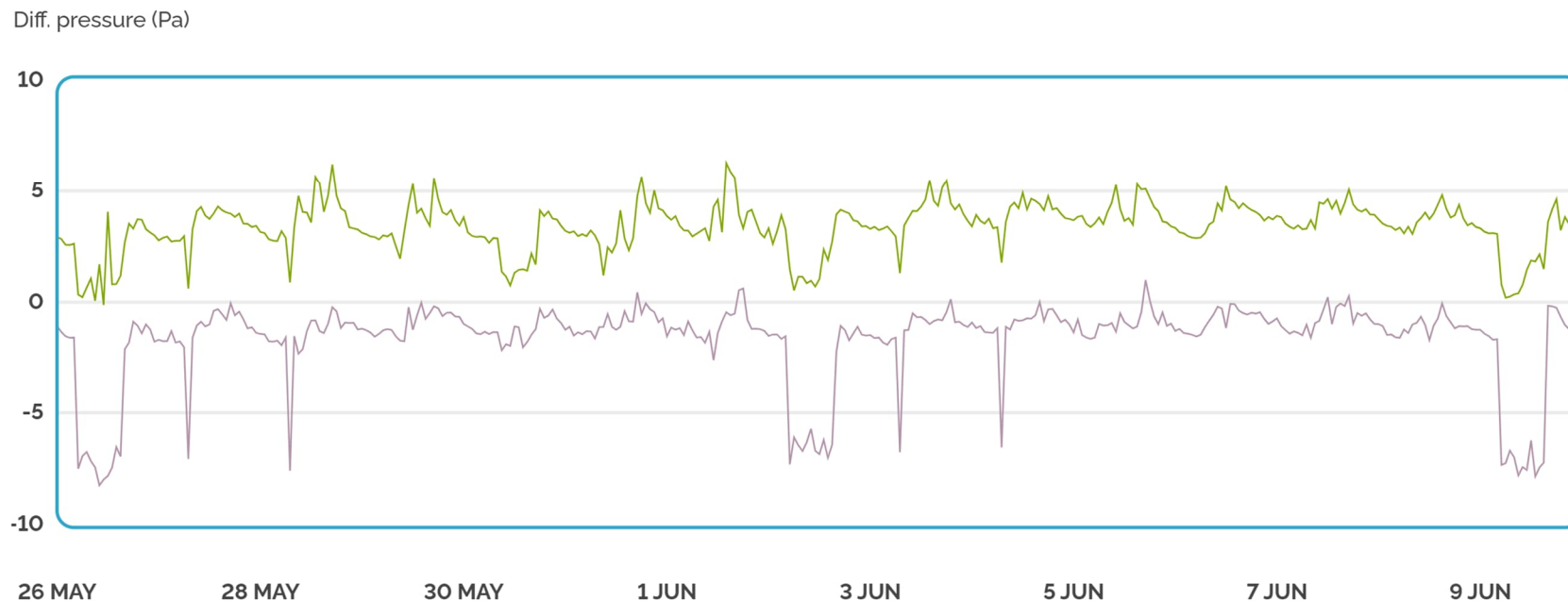
Diff. pressure (Pa)



- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat K013/käyttämätön (fl. 1) | 2. K034A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma K077/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs K090/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 7. Paine-ero aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Tunnin mittausvälillä käyttötilojen paine-ero käyttämättömiin tiloihin verrattuna oli noin välillä +3 Pa...+10 Pa.

Paine-ero 26.5.-9.6.2023, sisätilat / yläpohja, 1 tunnin mittausväli

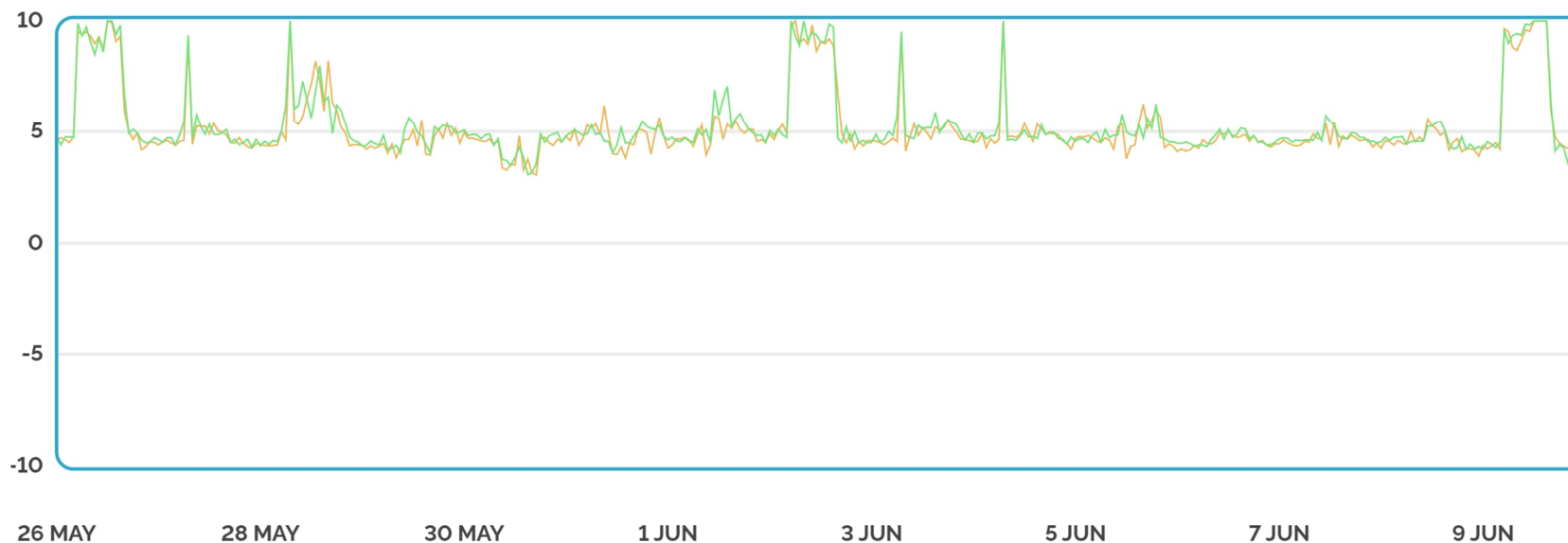


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat K013/käyttämätön (fl. 1) | 2. K034A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma K077/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs K090/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 8. Paine-ero aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Tunnin mittausvälillä käyttötilojen paine-ero yläpohjaan verrattuna oli noin välillä 0 Pa...6,5 Pa. IV-konehuoneen paine-ero yläpohjaan verrattuna oli noin välillä -13 Pa...+1 Pa.

Paine-ero 26.5.-9.6.2023, käyttötilat / IV-konehuone, 1 tunnin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

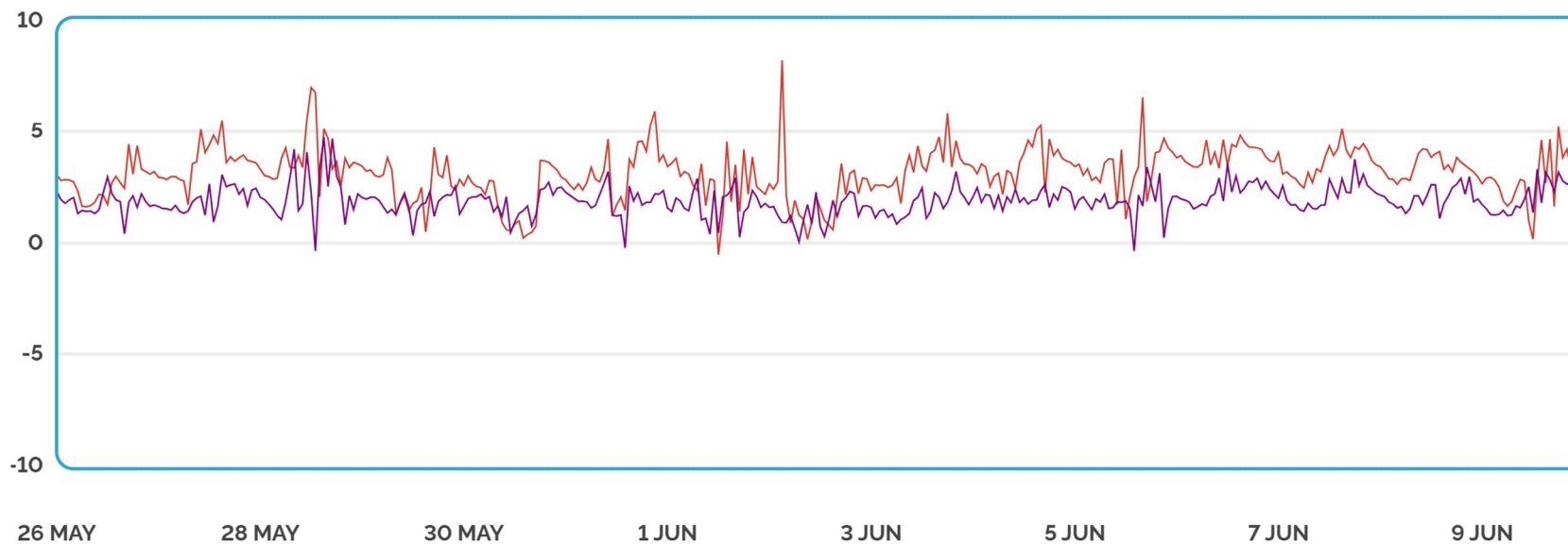


□ 1. Käyttötilat KO13/käyttämätön (fl. 1)
 □ 2. KO34A/Ulkoilma (fl. 1)
 □ 3. Sisäilma KO77/yläpohja (fl. 1)
 □ 4. 1.krs KO90/IV-konehuone (fl. 1)
 □ 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1)
 □ 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1)
 □ 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2)
 □ 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2)

Kuvaaja 9. Paine-ero aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Tunnin mittausvälillä käyttötilojen paine-ero IV-huoneeseen verrattuna oli noin välillä +3,5 Pa... +10 Pa.

Paine-ero 26.5.-9.6.2023, sisätilat / ulkoilma, 1 tunnin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

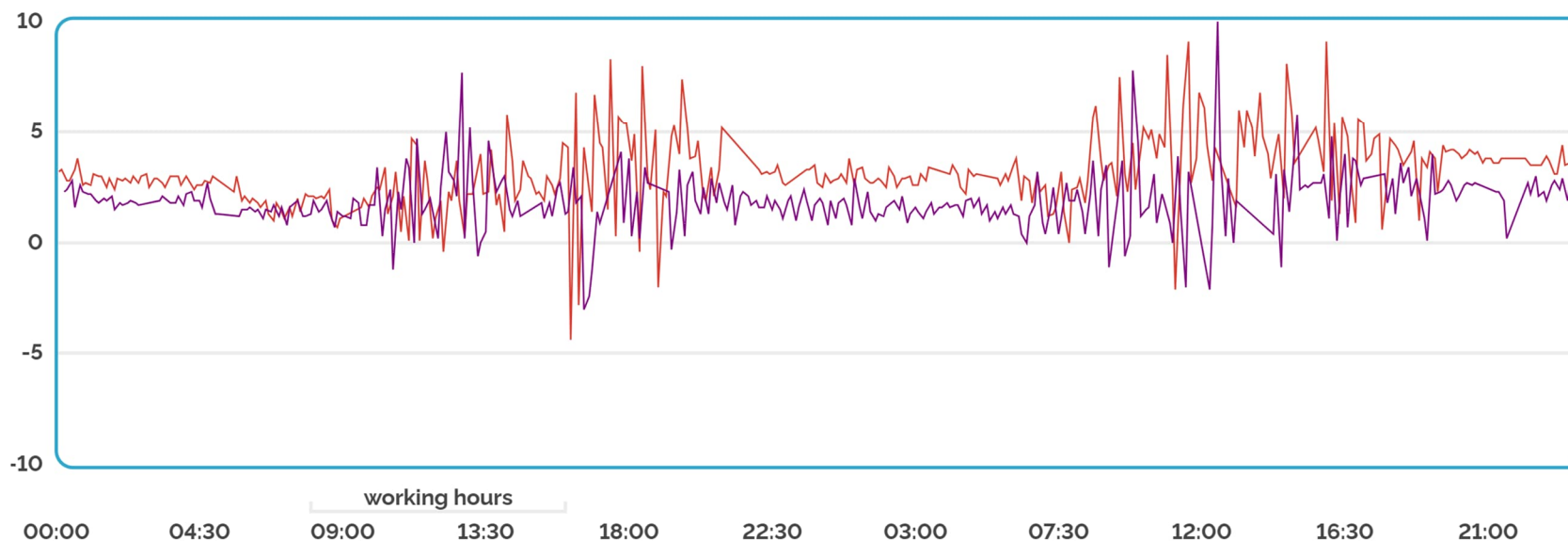


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat K013/käyttämätön (fl. 1) | 2. K034A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma K077/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs K090/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 10. Paine-ero aikavälillä 26.5.-9.6.2023. Tunnin mittausvälillä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli noin välillä $-0,5 \text{ Pa} \dots +8 \text{ Pa}$.

Paine-ero 26.5.-27.5.2023, sisätilat / ulkoilma, 5 minuutin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

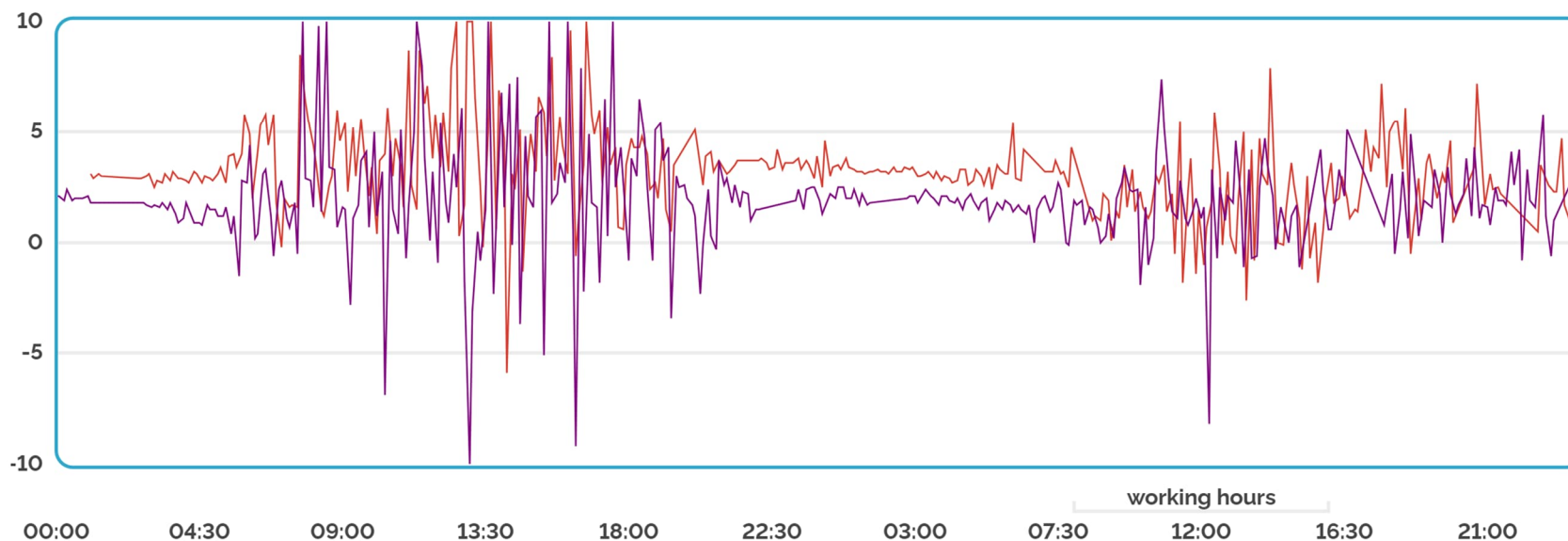


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat KO13/käyttämätön (fl. 1) | 2. KO34A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma KO77/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs KO90/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 11. Paine-ero aikavälillä 26.5.-27.5.2023. Viiden minuutin mittausvälillä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli noin välillä -4 Pa...+9 Pa.

Paine-ero 28.5.-29.5.2023, sisätilat / ulkoilma, 5 minuutin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

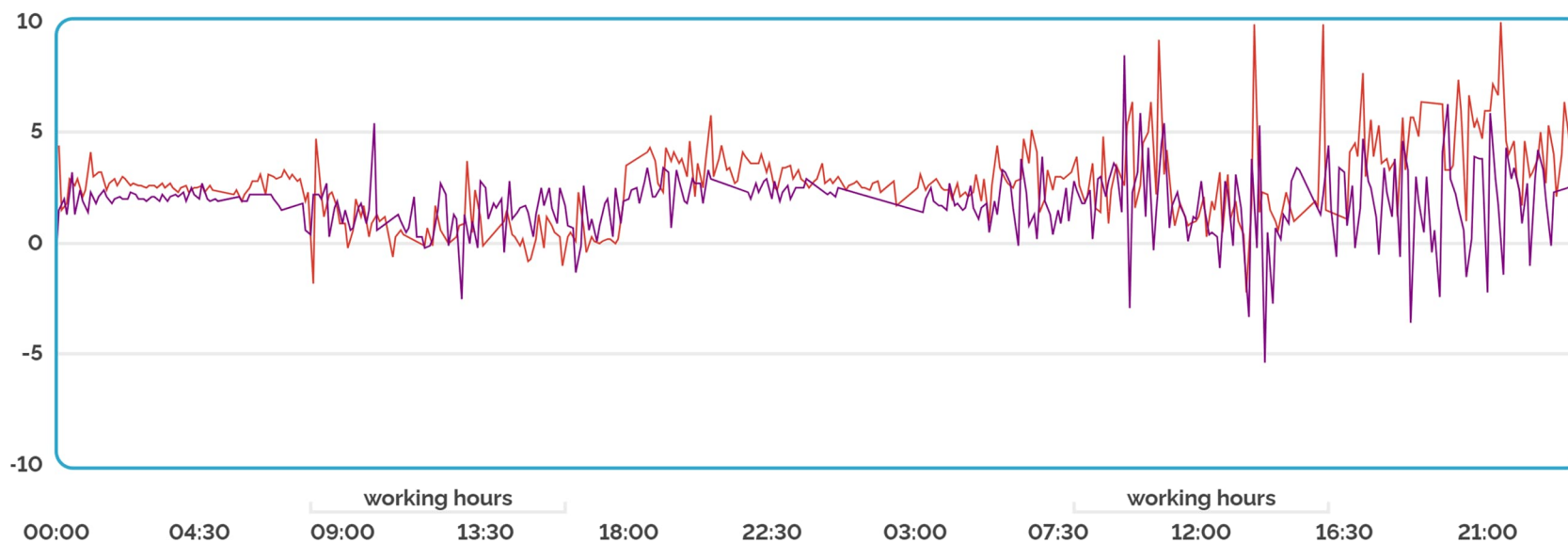


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat KO13/käyttämätön (fl. 1) | 2. KO34A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma KO77/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs KO90/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 12. Paine-ero aikavälillä 28.5.-29.5.2023. Viiden minuutin mittausvälillä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli noin välillä -10 Pa...+10 Pa.

Paine-ero 30.5.-31.5.2023, sisätilat / ulkoilma, 5 minuutin mittausväli

Diff. pressure (Pa)

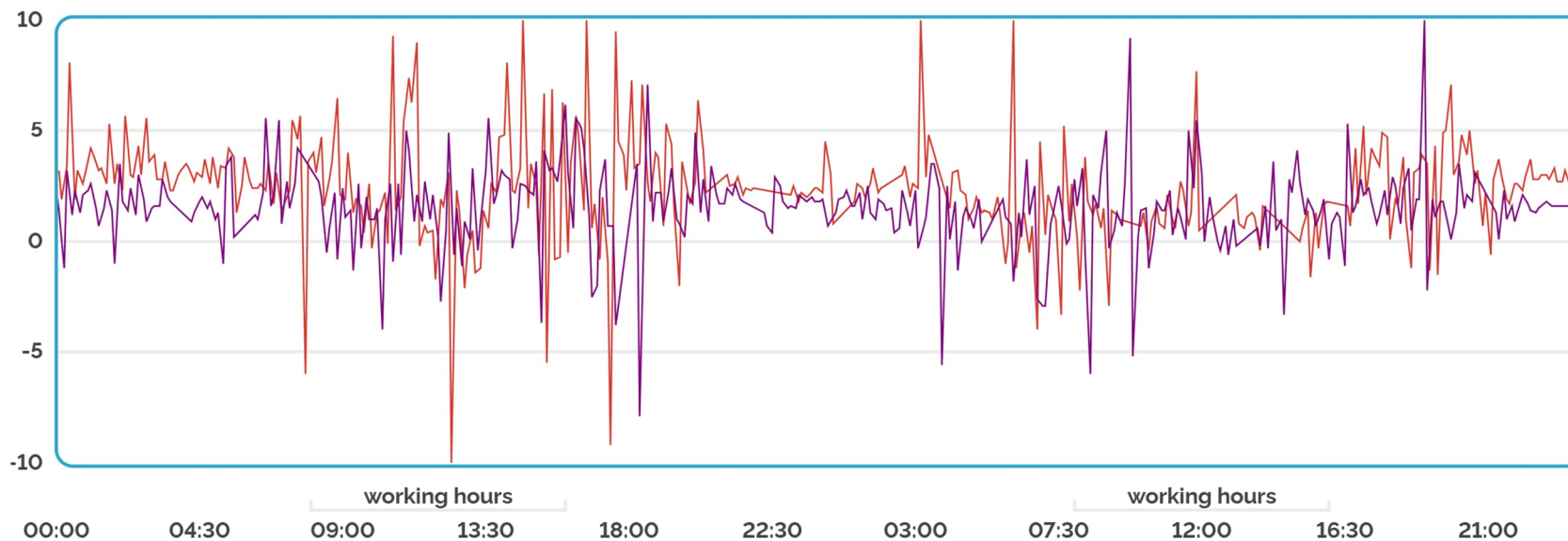


- | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Käyttötilat KO13/käyttämätön (fl. 1) | 2. KO34A/Ulkoilma (fl. 1) | 3. Sisäilma KO77/yläpohja (fl. 1) | 4. 1.krs KO90/IV-konehuone (fl. 1) |
| 5. Käyttötila 152/käyttämätön (fl. 1) | 6. Luokka 164/ulkoilma (fl. 1) | 7. IV-konehuone/yläpohja (fl. 2) | 8. Tila 81/IV-konehuone (fl. 2) |

Kuvaaja 13. Paine-ero aikavälillä 30.5.-31.5.2023. Viiden minuutin mittausvälillä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli noin välillä -5,5 Pa... +10 Pa.

Paine-ero 1.6.-2.6.2023, sisätilat / ulkoilma, 5 minuutin mittausväli

Diff. pressure (Pa)



Kuvaaja 14. Paine-ero aikavälillä 1.6.-2.6.2023. Viiden minuutin mittausvälillä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna oli noin välillä -10 Pa...+10 Pa.

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.

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

Analyyseistulosten 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.

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

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit
Kosteusvaurioindikaattorit:

Acremonium sp.	Geomyces sp.	Sporobolomyces sp.
aktinomyketit	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.

Kohde	Varia Myymäki
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 Myyrmäki
Osoite	Ojahaantie 5, 01600 Vantaa
Päivämäärä	28.6.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / SwemaFlo 127
Mittaaaja	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		

