Tutkimusselostus

Pääskyvuoren koulu A-osa, Turku

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus peruskorjausta varten

3.11.2025



1 Tiivistelmä

Tutkimuskohteena olleen Pääskyvuoren koulun A-osa on rakennettu vuonna 1973. Rakennusta on peruskorjattu vuonna 2004 ja osittain peruskorjattu vuonna 2023. Kallioisella mäellä sijaitsevassa, betonirunkoisessa, anturoille perustetussa rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta sekä pieni osakellari, jossa sijaitsee koulun teknisten tilojen lisäksi väestönsuoja. Rakennuksessa on esitietojen mukaan maanvastainen, betonirakenteinen alapohja. Puu- tai betonielementtirakenteiset ulkoseinät ovat julkisivuistaan levytettyjä tai rapattuja. Rakennuksessa on konesaumatulla pellillä toteutettu murrettu harjakatto ja tuulettuva vinttitila, jonne kuljetaan rakennuksen itäpäädyssä olevan, vuoden 2004 peruskorjauksessa rakennetun ilmanvaihtokonehuoneen kautta. Alkuperäinen tasakatto on muutettu murretuksi harjakatoksi vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä. Väli- ja yläpohjat ovat betonirakenteisia.

Rakennuksessa on koneellinen, lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennus on liitetty kaukolämpöön ja kunnalliseen vesijohto- ja viemäriverkostoon. Huonetiloja lämmitetään vesikiertoisilla pattereilla.

Suoritettujen tutkimusten ensisijaisena tavoitteena oli selvittää Pääskyvuoren koulun A-osan ilmanvaihdon toimintaa. Ilmanvaihdon kuntotutkimus tehtiin tilaajan kanssa sovitusti Suomen LVI-liitto (SuLVI) ry:n ohjeistusta keventäen. Tutkimukset käsittivät energiaselvityksen ja ilmanvaihdon äänitasojen mittaukset, joiden tulokset ja toimenpidesuositukset esitetty omissa, erikseen toimitettavissa raporteissa. Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen rinnalla A-osassa tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, jolla kartoitettiin rakennuksen nykytilaa ja olosuhteita, sekä korjaustoimia, jotka voitaisiin toteuttaa 2020-luvun lopussa, rakennukseen suunnitellun julkisivuremontin yhteydessä. Kuntotutkimuksen tulokset on esitetty tässä raportissa. Tutkimuksen yhteydessä tarkastettiin kaikki sisätilat, rakennuksen ulkopuoli ja vesikatto aistinvaraisesti. Tutkimukseen kuului pintakosteuskartoitus, rakennekosteusmittaukset ja rakenneavaukset. Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteitä niissä mahdollisesti esiintyvän mikrobikasvun todentamiseksi. Rakennuksen tiiveyttä tutkittiin merkkisavulla ja merkkiaineella tehdyillä tutkimuksilla. Sisäilman laatua ja siihen mahdollisia laatupuutteita aiheuttavia tekijöitä arvioitiin lisäksi pintamateriaaleista sisäilmaan emittoituvia kemiallisia yhdisteitä mittaavilla VOC-näytteillä, tasopintojen mineraalikuitunäytteillä ja sisäilman olosuhdemittauksilla. Rakennuksen ilmanvaihdon toiminta tarkastettiin ja sadevesiviemärit sekä salaojat kuvattiin pistokoemaisesti.

Rakennuksen pohjoisreunan ja päätyjen kohdalla perustusten ja ulkoseinien alaosien kosteusrasitteen arvioitiin olevan kohonnut virheellisesti ohjautuvien pinta- ja katosvesien takia. Rakennuksen maanalaisessa salaoja- ja sadevesijärjestelmässä ei havaittu merkittäviä puutteita. Tutkimusten yhteydessä tehtyjen sadevesi- ja salaojakuvausten mukaan, viemärilinjat ovat hyväkuntoisia ja toimivia. Suosittelemme rakennuksen kattovedenpoistojärjestelmässä havaittujen puutteiden korjaamista sekä pinta- ja katosvesien poisohjauksen tehostamista. Jos vierusmaata päätetään avata rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä, suosittelemme kattavan patolevytyksen lisäämistä koko rakennukseen. Lisäksi suosittelemme sadevesi- ja salaojaviemäreiden huuhtelua huoltotyyppisenä toimenpiteenä, ja salaojaviemäreiden uudelleen kuvaamista viemäreiden toimivuuden varmistamiseksi, linjastoissa havaittujen puunjuurien takia.

Rakennuksen alapohjissa havaittiin paikallisesti viitteitä kohonneesta kosteudesta. Poikkeavat alueet sijaitsevat sisäänkäyntien yhteydessä kohdissa, joille pintavesi virheellisesti ohjautuu tai jotka altistuvat talotekniikan toiminnan tai tilojen käyttötavan aiheuttamalla runsaammalle kosteudelle. Olemme suositelleet lattioiden paikallisia kosteusvauriokorjauksia. Lattiapäällysteiden uusimisen yhteydessä tulee alustan riittävän kuivuuden lisäksi varmistua sen riittävästä mikrobiologisesta- ja kemiallisesta puhtaudesta. Lisäksi olemme suositelleet alapohjan eristetilan kohonneen kosteuden aiheuttajan selvittämistä opettajanhuoneessa todetun yksittäisen väliseinävaurion yhteydessä.

Tutkimusten yhteydessä rakennuksen puurunkoisissa ulkoseinissä todettiin mikrobikasvun aiheuttamia vaurioita. Vauriot ovat paikallisia mutta rakenteiden epätiiveys mahdollistaa vuotoilman kulkeutumisen vaurioalueilta huonetiloihin tilojen alipaineistuessa. Hallintotilojen kohdalla, jonka kohdalla rakenteessa aiemmin ollut valesokkelirakenne on korjattu vuoden 2004 peruskorjauksessa, ulkoseinän alaosa on edelleen vierustan maantasoa

alempana ja sisäpuoliset materiaalit altistuvat ulkopuolelta kulkeutuvan kosteuden lisäksi viileässä rakenteessa vaurioherkkiin materiaaleihin kondensoituvalle kosteudelle. Ylemmässä huonekerroksessa ikkuna-alueen levytetyt, puurunkoiset ulkoseinät altistuvat paikallisesti sadevedelle. Suosittelemme alemman huonekerroksen puurunkoisten ulkoseinien korjaamista rakennusfysikaalisesti toimiviksi rakenteiksi. Mahdollisuuksien mukaan rakenne tulee lämpöeristää ulkopuolelta. Lisäksi suosittelemme ylemmän kerroksen puurunkoisten ulkoseinien uusimista vähintään vaurioituneilta alueilta. Suunnitellun julkisivuremontin yhteydessä tulee ulkoseinien höyrynsulun tiiveyttä vähintään parantaa ja vaurioituneet materiaalit uusia. Lisäksi julkisivuista levytettyjen ulkoseinien tuulensuojalevytyksessä havaitut puutteet tulee korjata.

Rakennuksen kivi- ja levyrakenteiset väliseinät ovat yleisesti hyväkuntoisia eikä niiden yhteydessä havaittu merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista. Väliseinien alakattotilaan jäävillä osuuksilla havaittiin epätiiviitä, osin mineraalivillalla tilkittyjä läpivientejä. Olemme suositelleet läpivientien tiivistämistä massaamalla. Opettajanhuoneen oven vierellä, väliseinässä kulkevan viemäriputken lähistöllä, väliseinässä havaittiin paikallinen kosteusvaurio. Vaurioalueen kohdalla myös alapohjan eristetilassa havaittiin poikkeavan korkeaa kosteutta. Suosittelemme alueen paikallista kosteusvauriokorjausta ja seinässä kulkevan viemäriputken mahdollisten vuotojen selvittämistä korjaustavan tarkentamiseksi.

Rakennuksen vesikate on uusittu 2000-luvun alussa kattomuutoksen yhteydessä. Kate on hyväkuntoinen mutta siinä havaittiin paikallisia epätiiveyskohtia ja aktiivinen vesivuotokohta. Vuotoveden ei kuitenkaan havaittu kastelevan betonirakenteista yläpohjaa. Suosittelemme katteen vuotokohtien selvittämistä ja paikkaamista pikaisella aikataululla. Rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä suosittelemme katteella olevien lauhduttimien asentamista metallista tehdylle telineelle ja lauhduttimelta tulevien putkien vesikattoläpivientien toteuttamista tiiviisti. Lisäksi suosittelemme yläpohjan aistinvaraisesti epätiiviiden läpivientien tiivistämistä.

Rakennuksen ilmanvaihtokoneet ovat hyväkuntoisia, mutta teknisen käyttöikänsä lopussa. Ilmanvaihtokoneissa tai kanavistoissa ei havaittu kuitulähteitä ja kanavat olivat keväällä 2025 tehdyn nuohouksen jälkeen puhtaita. Tarkastusten yhteydessä pistokoemaisesti tehtyjen mittausten mukaan tilojen tulo- ja poistoilmavirrat ovat suunnitteluarvojen mukaisia ja olosuhdemittausten perusteella tilojen käyttäjämäärälle riittäviä. Koneiden lämmöntalteenotto ei ole tarkastuksen perusteella toimiva ja suosittelemme lämmöntalteenottojärjestelmän vivustojen korjaamista. Korjaus todennäköisesti tasaa huonelämpötiloja erityisesti kesän kuumimpina ajanjaksoina. Koettuun vetoisuuteen voi vaikuttaa liian lähelle syrjäyttävän ilmanjaon tuloilmaelimiä asennetut kalusteet, jotka on suositeltavaa siirtää etäämmälle. Samoin suosittelemme varmistumaan tuloilman lämpötilan sopivuudesta.

Tutkimusten pohjalta tehtiin tilojen olosuhdearvio. Olosuhdearvion tulos on C: ” Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella”.

Yhteenveto tärkeimmistä suositelluista toimenpiteistä sekä niiden kiireellisyysjärjestys on esitetty raportin lopussa.

Sisällys

1 Tiivistelmä 2

2 Tutkimuksen yleistiedot 7
2.1 Tutkimuskohde 7
2.2 Tutkimuksen tilaaja 7
2.3 Tutkimuksen tekijät 7
2.4 Tutkimuksen tavoite 7
2.5 Tutkimusmenetelmät ja vertailuarvot 7

3 Kohteen kuvaus ja lähtötiedot 12
3.1 Kohteen kuvaus 12
3.2 Lähtötietoaineisto 13

4 Piha-alue 14
4.1 Rakenne 14
4.2 Havainnot 15
4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 18

5 Alapohjat 19
5.1 Rakenne 19
5.2 Havainnot 20
5.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset 23
5.4 Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet 29
5.5 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet 33
5.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 34

6 Välipohjat 36
6.1 Rakenne 36
6.2 Havainnot, kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset 36
6.3 Ilmatiiveys ja merkkiainekokeet 39
6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 42

7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät 43
7.1 Rakenne 43
7.2 Havainnot 45
7.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset 49
7.4 Ilmatiiveys ja merkkiainekokeet 51
7.5 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet 57
7.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 64

8 Ikkunat ja ulko-ovet 65
8.1 Rakenne 65
8.2 Havainnot 65
8.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 68

9 Väliseinät 68
9.1 Rakenne 68
9.2 Havainnot 68
9.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset 71

9.4 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet 72
9.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 74

10 Vesikatto ja yläpohja 74
10.1 Rakenne 74
10.2 Havainnot 75
10.2.1 Vesikatto 75
10.2.2 Yläpohja 80
10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 85
10.3.1 Vesikatto 85
10.3.2 Yläpohja 85

11 Ilmanvaihto 85
11.1 Ilmanvaihtojärjestelmä 85
11.2 Ilmavirtamittaukset 98
11.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 99

12 Sisäilman VOC-mittaukset, mineraalikuidut ja olosuhdeseurantamittaukset 100
12.1 Sisäilman VOC-mittaukset 100
12.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet 102
12.3 Paine-eromittaukset 103
12.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 104
12.5 Hiilidioksidipitoisuus 104
12.6 Sisäilman TVOC 104
12.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 104
12.7.1 Sisäilman VOC-näytteet 104
12.7.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet 105
12.7.3 Huonetilojen paine-ero ulkoilmaan nähden 105
12.7.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 105
12.7.5 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 106
12.7.6 Sisäilman TVOC 106

13 Viemärikuvaus 106
13.1 Tiivistelmä suoritetuista kuvauksista 106
13.2 Sadevesiviemärit 107
13.2.1 Havainnot 107
13.2.2 Sadevesiviemäreiden tv-kuvaukset 107
13.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 108
13.3 Salaojat 108
13.3.1 Salaojaviemäreiden tv-kuvaukset 108
13.3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 109

14 Olosuhdearvio 110
14.1 Menetelmäkuvaus 110
14.2 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma 111
14.3 Rakennusosien riskitekijät 112
14.4 Ilmastointijärjestelmä 113
14.5 Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden tutkimukset . 114
14.6 Olosuhdearvioinnin tulos 115

15 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä 116
15.1 Huolto- ja kunnostustyöt ja tutkimukset ennen laajempia korjauksia: 116
15.2 Rakennuksen laajemmissa korjauksissa huomioitavia asioita: ... 116

Liitteet

1. Pohjakuva merkinnöillä (3 sivua)
2. Testausseloste, materiaalinäyte, suoraviljely (N1 – N11). Turun yliopisto, 30.6.2025 (18 sivua)
3. Testausseloste, materiaalinäyte, suoraviljely (N12 – N27). Turun yliopisto, 2.7.2025 (23 sivua)
4. VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta. Työterveyslaitos, 10.6.2025 (7 sivua)
5. Testausseloste, Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk. Turun yliopisto, 18.9.2025 (3 sivua)
6. Testausseloste, Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk. Turun yliopisto, 6.6.2025 (3 sivua)
7. Tutkimusraportti. Asbestin toteaminen materiaalinäytteestä. Top Analytica Oy, 23.6.2025 (1 sivu)
8. PAH materiaalinäyte. Analyysiraportti. ALS Finland Oy, 1.7.2025 (3 sivua)
9. Olosuhdeseurantamittausten kuvaajat (20 sivua)
10. Viemäreitten TV-kuvauslinjat (1 sivu)

2 Tutkimuksen yleistiedot

2.1 Tutkimuskohde

Pääskyvuoren koulu, A-osa
Talvitie 10
20610 Turku

2.2 Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki, Tilapalvelut
Yhteyshenkilö: Johanna Kaipia, johanna.kaipia@turku.fi, p. 040 489 4574

2.3 Tutkimuksen tekijät

AFRY Finland Oy
Veistämönaukio 1–3
20100 Turku

Vastaava tutkija: Mari Soininmäki, RTA
mari.soininmaki@afry.com, p. 044 7688 239

Timo Hautalampi, RTA – ilmanvaihto ja vesikatto
Toni Veiro, LVI-teknikko ja AHA-asiantuntija – viemärikuvaukset, haitta-aineet
Linda Selin Ins. Amk – avustavat tehtävät
Olli Väätäinen Ins. Amk – avustavat tehtävät

2.4 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää Pääskyvuoren koulun A-osan ilmanvaihdon toimintaa. Ilmanvaihdon kuntotutkimus tehtiin tilaajan kanssa sovitusti Suomen LVI-liitto (SuLVI) ry:n ohjeistusta keventäen. Tutkimukset käsittivät energiaselvityksiä ja ilmanvaihdon äänitasojen mittaukset, joiden tulokset ja toimenpide-ehdotukset on esitetty omissa, erikseen toimitettavissa raporteissa.

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen rinnalla A-osassa tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, jolla kartoitettiin rakennuksen nykytilaa ja korjaustoimia, jotka voitaisiin toteuttaa 2020-luvun lopussa, rakennukseen suunnitellun julkisivuremontin yhteydessä. Kuntotutkimuksen tulokset on esitetty tässä raportissa.

2.5 Tutkimusmenetelmät ja vertailuarvot

Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehtiin, jotta päästiin tarkastamaan rakennekerroksia ja niiden kuntoa sekä kosteusvauriokohdissa mahdollisten vaurioiden ja kosteuslähteiden tarkastamiseksi. Rakennekerroksia tarkastettiin sekä porareikien kautta että laajemmista rakennekerroksiin avatuista aukoista.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin kiviainesrakenteissa aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteudenilmaisinta Gann Hydrotest LG2 mittapäällä LB70. Pintakosteudenilmaisin kohdistettiin kartoitettavan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapäähän 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. Laitteella ei voi mitata rakennekosteutta eikä se sovellu kaikille materiaaleille, kuten parketille, laminaatille tai tekstiilimatoille.

Puun kosteusmittaus piikkimittausmenetelmällä

Kenttätutkimuksissa käytettiin puurakenteissa aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä niin kutsuttua piikkimittauslaitetta (Gann Hydromette BL Compact). Menetelmässä puuhun lyödään kaksi metallielektrodia, joiden välistä sähkönjohtavuutta mitataan. Tulos on suunta antava, sillä laitteen ilmaisemaan kosteuspitoisuuslukemaan liittyy huomattava mittausepävarmuus. Mittaustulos riippuu sähkönjohtavuuteen vaikuttavista tekijöistä, joita kosteuden lisäksi ovat mm. puun tiheys, pihkaisuus, kyllästesuolat ja –aineet ja mahdolliset piilossa olevat kiinnikemetallit. Mittauksella voidaan kuitenkin tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

Viiltokosteusmittaus

Lattioiden joustavan pinnoitteen (mm. muovi-, kumi-, ja linoleumpäällysteet) alapuoliset kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42-mittausanturilla. Menetelmä tehtiin ohjeistuksen (Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, Suomen Betonitieto Oy, ISBN 978-952-5075-89-2) mukaisesti.

Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin kaasutiiviillä kitillä ja mittapään annettiin tasaantua vähintään 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41- lukulaitteella. Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP42 -mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0…90 %RH) ja ± 3 %RH (90…100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on ± 0,2 °C. Mittalaitevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapäät > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen ± 1,5 % RH. Käytetyt mittausanturit on kalibroitu AFRY Finland Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä 1/2025.

Rakennekosteusmittaus eristetilasta

Rakenteiden eristetilojen kosteus- ja lämpötilaolosuhteita mitattiin ns. puikkomittauksena, jossa mittausanturi työnnettiin rakenteen eristetilaan. Anturina käytettiin Vaisala Oy:n valmistamia HMP42 -kosteus- ja lämpötilamittapäitä. Mittarin annettiin tasaantua vallitseviin olosuhteisiin ennen tulosten lukua. Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP42 -mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0…90 %RH) ja ± 3 %RH (90…100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on ± 0,2 °C. Mittalaitevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapäät > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen ± 1,5 %RH. Käytetyt mittausanturit on kalibroitu AFRY Finland Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä 4/2025

Rakennekosteuden mittaus porareikämenetelmällä

Porareikäkosteusmittaukset tehtiin noudattaen ohjekortin RT 103333 ”Betonin suhteellisen kosteuden mittaus” -ohjeistusta. Tutkittaviin materiaaleihin porattiin kuivamenetelmällä 16 mm poranterällä reikä, johon asennettiin nopeasti ulkohalkaisijaltaan 16 mm paksu putki. Porareiän ja putken liitos sekä putken suu tiivistettiin höyrytiiviiksi. Ennen putken asennusta porareikä imuroitiin huolellisesti puhtaaksi porauspölystä reikään mahtuvalla suuttimella. Porauksen jälkeen kosteuden annettiin tasaantua yli 72 tuntia. Mittausanturin asennuksen jälkeen anturin annettiin tasaantua yli tunnin ajan putkessa vallitseviin olosuhteisiin ennen mittaustulosten lukemista.

Kiviainesrakenteiden suhteellisen kosteuden mittauksissa käytettiin Vaisala Oy:n valmistamia HMP44 –mittausantureita ja HMI41 -näyttölaitetta. Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilojen mittaukset tehtiin samalla kalustolla. mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0…90 %RH) ja ± 3 %RH (90…100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on ± 0,2 °C. Mittalaitevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapäät > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen ± 1,5 %RH. Käytetyt mittausanturit on kalibroitu AFRY Finland Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä 4/2025.

Tutkitun tilan sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin kosteusmittausporausten ja tulosten lukemisen välisenä aikana tallentavana seurantamittauksena. Mittauksella varmistettiin, että sisäilman olosuhteissa ei tapahdu mittausten aikana suuria olosuhdevaihteluja. Mittalaite TinyTag TV-4505 tallensi tulokset viiden minuutin välein.

Mikrobinäyte materiaalista

Materiaaleista otettiin laboratoriotutkimuksia varten näytteitä, jotka analysoitiin elinkykyisten mikrobien suhteen mikrobimäärien ja lajijakauman suuntaa antavalla suoraviljelymenetelmällä. Menetelmässä elinkykyisen mikrobien määrä ja lajisto määritetään ja tulkitaan neljällä elatusainealustalla Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) ja sen soveltamisohjeen (Valvira; ohje 8/2016) mukaisesti.

Analyysissä käytetty mikrobikasvun runsauden mukainen asteikko (- ei kasvua / (+) yksittäinen pesäke / + vähän kasvua / ++ kohtalainen kasvu / +++ runsas kasvu / ++++ erittäin runsas kasvu / Y ylikasvu) on vain suuntaa antava.

Näytteistä, joiden kasvua ei voitu varmasti selvittää viljelymenetelmällä, tehtiin suoramikroskopointi eli ns. natiivitarkastelu, mikäli se oli näytemateriaalin / näytemäärän puolesta mahdollista.

Natiivitarkastelu; näytteen suora mikroskopointi, sienirihmasto ja itiöiden havainnointi; rajoitettu, enimmillään sukutason tunnistus.

Näytteiden viljelyn ja analysoinnin suoritti Turun yliopiston Aerobiologian yksikkö, jolla on Ruokaviraston hyväksyntä mikrobinäytteiden asumisterveysanalyyseille.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus

Sisäilman hiilidioksiditasojen seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Viitearvoina sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) –ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 8 § säädettyä tasoa (1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) n. 1 550 ppm.

Ilman lämpötilan- ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Sisäilman kosteudelle ei ole asetettu selkeitä viitearvoja, Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 5 § on säädetty, että ” huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.

Viitearvoina sisäilman lämpöolosuhteille käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) –ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 soveltaen ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 6 § säädettyä.

Ympäristöministeriön asetus 1009/2017 4 § mukaan ”Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on käytettävä lämpötilaa 21 celsiusastetta”.

Sisäilman TVOC seurantamittaus

Sisäilman TVOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä) seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC. Sisäilman sisältämien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärät ilmoitetaan tuloksissa yksikössä bbp.

Paine-eron seurantamittaus

Paine-eroa mitattiin viiden minuutin välein DPT984Q- ja DPT250-R8-AZ-d-painelähettimillä ja Tinytag-dataloggerilla TGPR-0704.

Mitattaessa painesuhteita ulkokuoren yli käytetään viitearvona Ympäristöministeriön asetusta 1009/2017, jonka 21 § on painesuhteista säädetty: ”…suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan”.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira 2016) mukaan: ”jos alipaineisuus on yli 15 Pa, niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa”.

Merkkiainekokeet

Rakenteiden mahdollisia ilmavuotoja tutkittiin ohjekortin RT 14-11197 ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” mukaisella menetelmällä. Merkkiainekokeessa tutkittavaan rakenteeseen tai tilaan johdettiin letkulla merkkiainekaasua. Merkkiainekaasuna käytettiin vedyn (5 %) ja typen (95 %) seosta. Ilmavuodot todettiin vetyilmaisimella (Inficon Sensistor XRS9012) ja luokiteltiin pienimmästä suurimpaan ohjekortin mukaisella asteikolla: pistemäinen, vähäinen tai merkittävä.

Painesuhteet ja ilmavuotojen tutkiminen merkkisavulla

Rakennuksen ja rakenteiden ilmavirtauksia sekä rakennuksen painesuhteita tarkasteltiin merkkisavun avulla.

Hetkellisten paine-eron mittaaminen

Hetkellistä paine-eroa mitattiin manometrilla Testo 512.

Tasopintojen teolliset mineraalikuidut

Tasopinnoille laskeutuneitten teollisten mineraalikuitujen määritys tehtiin kahden viikon pölylaskeumasta Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (8/2016) mukaisella menetelmällä, jossa teollisten mineraalikuitujen määrä ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Huolellisesti puhdistetulle tasopinnalle kahden viikon aikana laskeutuneelle pölylle painetaan lujasti nk. geeliteippi, johon tarttuneet mineraalikuidut lasketaan. Geeliteipiltä lasketaan valomikroskoopin avulla sellaiset teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Tuloksena ilmoitetaan tutkittavasta tilasta otettujen näytteiden (vähintään 3 kpl) keskiarvo. Näytteet analysoi Turun Yliopiston Aerobiologian Yksikkö.

Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukainen toimenpideraja teollisille mineraalikuiduille on 0,2 kpl/cm2 kahden viikon pölylaskeumassa laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus huomioiden.

Asbestinäyte materiaalista

Asbestinäytteet otettiin materiaalista puhtaaseen muovipussiin käyttäen puhtaita työkaluja. Näytteet analysoitiin elektronimikroskoopilla TopAnalytica Oy:n laboratoriossa.

Tulos on kvalitatiivinen eli se ilmoitetaan muodossa näytteessä ”esiintyy” tai ”ei esiinny” asbestia.

Polyaromaattiset hiilivety(PAH)-yhdisteet materiaalista

Tarkasteltava materiaalinäyte pakattiin välittömästi näytteenoton jälkeen alumiinifolioon ja muovipussiin. Näytteet analysoitiin kaasukromatografisesti akkreditoidussa kemian laboratoriossa. Näytteestä analysoitiin Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto EPA:n priorisoimat 16 PAH-yhdistettä. Tarkempi menetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näyte kerättiin huoneilmasta Tenax TA – adsorbenttiin. Näyte analysoitiin kaasukromatografisesti akkreditoidussa Työterveyslaitoksen kemian laboratoriossa. Tarkempi analyysimenetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa (raportin liitteenä). Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhdistettä kuutiometrissä ilmaa (µg/m³).

Sisäilman VOC-mittaus on yleisesti käytetty menetelmä rakennusmateriaalien kemiallisen vaurioitumisen ja emissiolähteiden arvioimiseen. Sosiaali- ja terveysministeriön keväällä 2015 antaman Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on 50 µg/m³. Havaituista yksittäisistä VOC-yhdisteistä 2-etyyli-1-heksanolin toimenpideraja-arvo on 10 µg/m³, TXIB:lle 10 µg/m³, naftaleenille 10 µg/m³ ja styreenille 40 µg/m³ (STM 545/2015). Analyysilaboratorion (TTL) suosituksen mukaan mittausepävarmuuden määrittämisessä aktiivinäytteille käytetään keskimäärin ±30% mittausepävarmuutta.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus

Sisäilman hiilidioksiditasojen seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Viitearvoina sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) –ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 8 § säädettyä tasoa (1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) n. 1 550 ppm.

Ilman lämpötilan- ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Sisäilman kosteudelle ei ole asetettu selkeitä viitearvoja, Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 5 § on säädetty, että ” huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.

Viitearvoina sisäilman lämpöolosuhteille käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) –ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 soveltaen ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 6 § säädettyä.

Ympäristöministeriön asetus 1009/2017 4 § mukaan ”Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on käytettävä lämpötilaa 21 celsiusastetta”.

Sisäilman TVOC seurantamittaus

Sisäilman TVOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä) seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Sisäilman sisältämien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärät ilmoitetaan tuloksissa yksikössä bbp.

Paine-eron seurantamittaus

Paine-eroa mitattiin viiden minuutin välein DPT984Q- ja DPT250-R8-AZ-d-painelähettimillä ja Tinytag-dataloggerilla TGPR-0704.

Mitattaessa painesuhteita ulkokuoren yli käytetään viitearvona Ympäristöministeriön asetusta 1009/2017, jonka 21 § on painesuhteista säädetty: ”…suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan”. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira 2016) mukaan: ”jos alipaineisuus on yli 15 Pa, niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa”.

Ilmavirtamittaukset

Tulo- ja poistoilmavirtoja mitattiin manometrilla Swema 3000. Poistoilmavirtoja mitattiin ilmavirtamittarilla SwemaFlow 235, joka perustuu kuumalanka-menetelmään.

Mitattuja ilmavirtoja verrataan viimeisten suunnitelmien mukaisiin ilmavirtoihin ja suunnittelun aikaisiin määräyksiin, kuten Rakennusmääräyskokoelman osaan D2.

Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 9 § on säädetty asuntojen käytön aikaiseksi vähimmäisulkoilmavirraksi 0,35 l/m²s, josta voidaan poiketa alaspäin vain perustellusti. Asumisterveysasetuksen 10 § määrittää kouluille, päiväkodeille ja muille vastaaville tiloille minimi ulkoilmavirraksi 6 l/s henkilöä kohden, josta voidaan poiketa alaspäin vain perustellusti vähimmäistasolle 4 l/s asti.

Uusien rakennusten vähimmäismitoitusarvo (Ympäristöministeriö 1009/2017 9 §) on 6 l/s henkilöä kohden. FINVAC ry:n suositus toimistoympäristössä on huomattavasti korkeampi, 10-20 l/s henkilöä kohden.

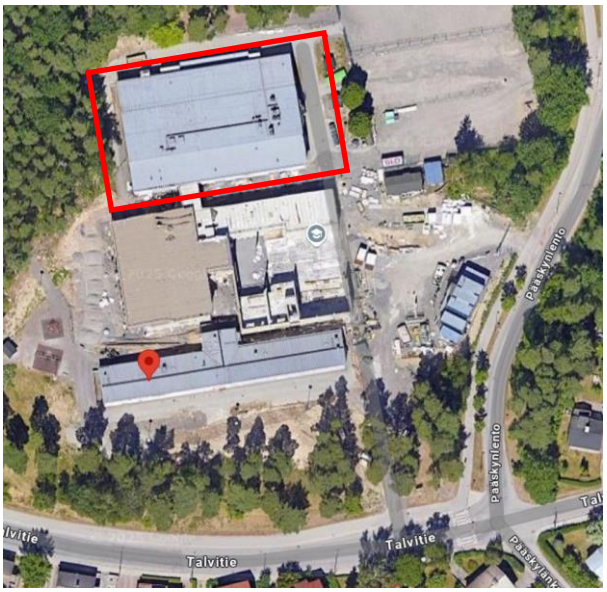
Ilmavirta saa poiketa suunnitteluarvoista järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti enintään ± 10 % ja huonekohtaisesti ± 20 % (Ympäristöministeriön asetus 1009 / 2017).

3 Kohteen kuvaus ja lähtötiedot

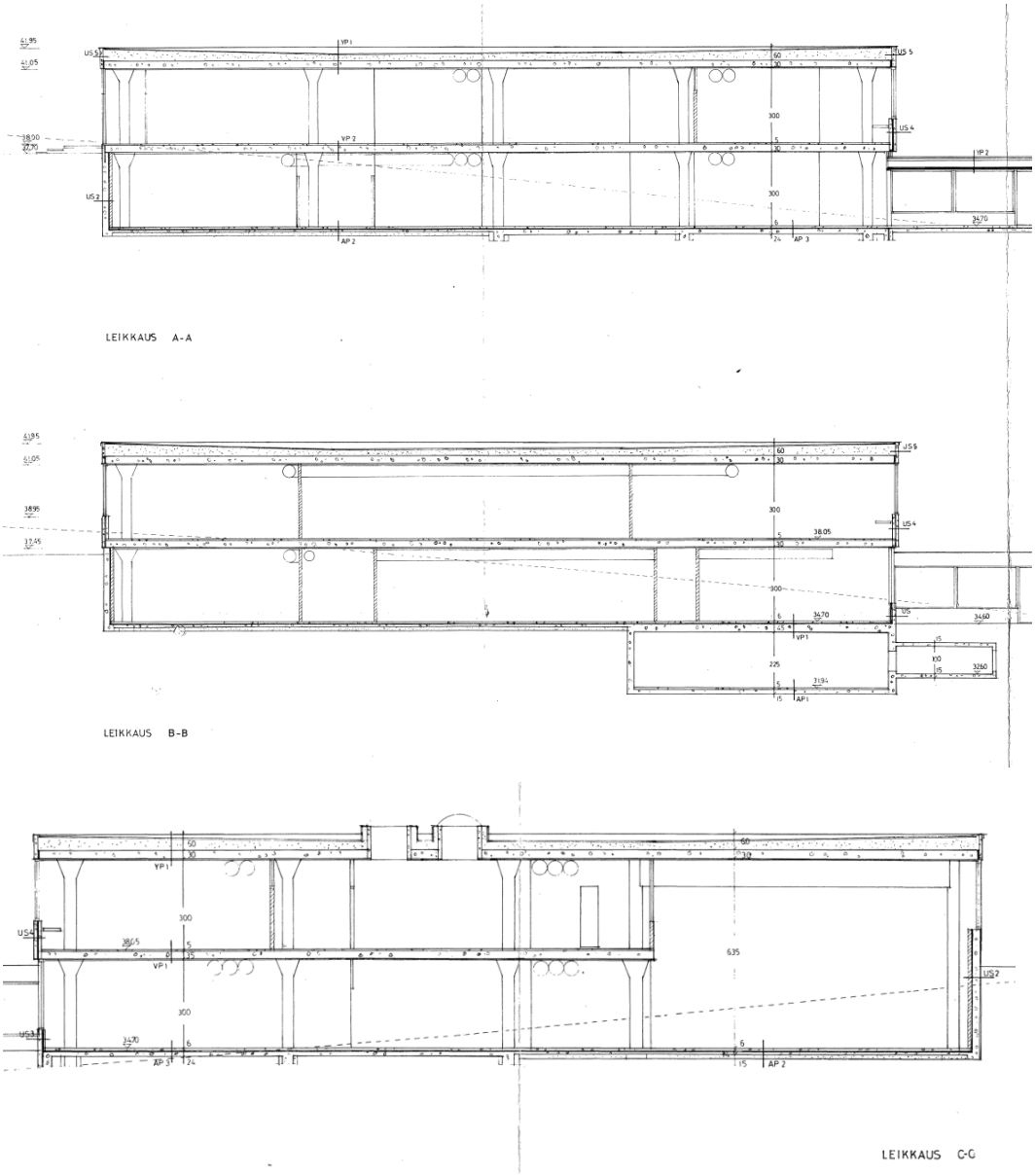
3.1 Kohteen kuvaus

Kohde on vuonna 1973 rakennettu koulurakennus, joka on peruskorjattu vuonna 2004 ja osittain peruskorjattu vuonna 2023. Kallioisella mäellä sijaitsevassa, betonirunkoisessa, anturoille perustetussa rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta sekä pieni osakellari. Rakennuksessa on esitietojen mukaan maanvastainen, betonirakenteinen alapohja. Puu- tai betonielementtirakenteiset ulkoseinät ovat julkisivuistaan levytettyjä tai rapattuja. Rakennuksessa on konesaumatulla pellillä toteutettu murrettu harjakatto ja tuulettuva vinttitila. Alkuperäinen tasakatto on muutettu murretuksi harjakatoksi vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä. Samassa yhteydessä ullakkotilaan on rakennettu ilmanvaihtokonehuone. Väli- ja yläpohjat ovat betonirakenteisia.

Rakennuksessa on koneellinen, lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennus on liitetty kaukolämpöön ja kunnalliseen vesijohto- ja viemäriverkostoon. Huonetiloja lämmitetään vesikiertoisilla pattereilla.



Kuva 1. *Ilmakuva Pääskyvuoren koulusta. Tutkittavana oleva A-rakennus on rajattu kuvaan punaisella (lähde: Google Maps).*



Kuvat 2, 3 ja 4. *Pääskyvuoren koulurakennuksen vuonna 1973 rakennetussa A-osassa on kaksi maanpäällistä kerrosta ja osakellari (lähtötieto: ARK 30367 ja ARK 30368, Lisärakennus, leikkaukset ja julkisivu, 1.6.1972). Kattomuoto on peruskorjauksissa vaihtunut murretuksi harjakatoksi. Samassa yhteydessä katteella olleet valoaukot on muutettu savunpoistoluukuiksi.*

3.2 Lähtötietoaineisto

Tutkimusta tehdessä käytössä olivat seuraavat lähtötiedot:

Suunnitelma-asiakirjoja eri vuosilta, jotka haettiin kaupungin arkistosta ja skannattiin tutkijoiden käyttöön:

- LVIAS kuvia vuosilta 2004 ja 2023
- RAK kuvia vuosilta 1972 – 1973, 2004 ja 2023
- ARK kuvia vuosilta 1972 – 1973, 2004 ja 2023

Lisäksi käytössä olivat tilaajan toimittamat asiakirjat:

- Pääskyvuoren koulu, Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus, alustava yhteenveto RTC Turku Oy, 2.10.2002.

- Pääskyvuoren koulu, Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus, RTC Turku Oy, 4.10.2002.
- Sisäilmaselvitys Pääskyvuoren koulussa, 8.-19.11.2004, Työterveyslaitos, 15.12.2004.
- Pääskyvuoren koulu, A-osa, RS[15] kuntoarvio, Raksystems Insinööritoimisto Oy, 15.8.2018.
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, Pääskyvuoren koulu, Contro Oy, 7.9.2018. (Massalaskentataulukkoa muokattu 25.2.2021, Iiro Tainio).
- Ajantasaiset pohjakuvat, Turun kaupunki, tilapalvelukeskus, 3.9.2019.
- Kosteuskartoitusraportti, A-Kiinteistöcontrol Oy, 4.11.2019.
- VOC-näytteet materiaalin pinnasta, Kiwa Inspecta, 20.12.2019.
- VOC-ilmanäytteet, Kiwa Inspecta, 16.4.2020.
- Rakennekosteusmittausraportti, A-Kiinteistöcontrol Oy, 19.5.2020.
- Lattiarakenteen kuntotutkimus, Pääskyvuoren koulun ruokala, Sirate Group Oy, 27.10.2020.
- Pohjakuvat, ARK loppupiirustukset, Project Kuubis OÜ, 3.8.2023.

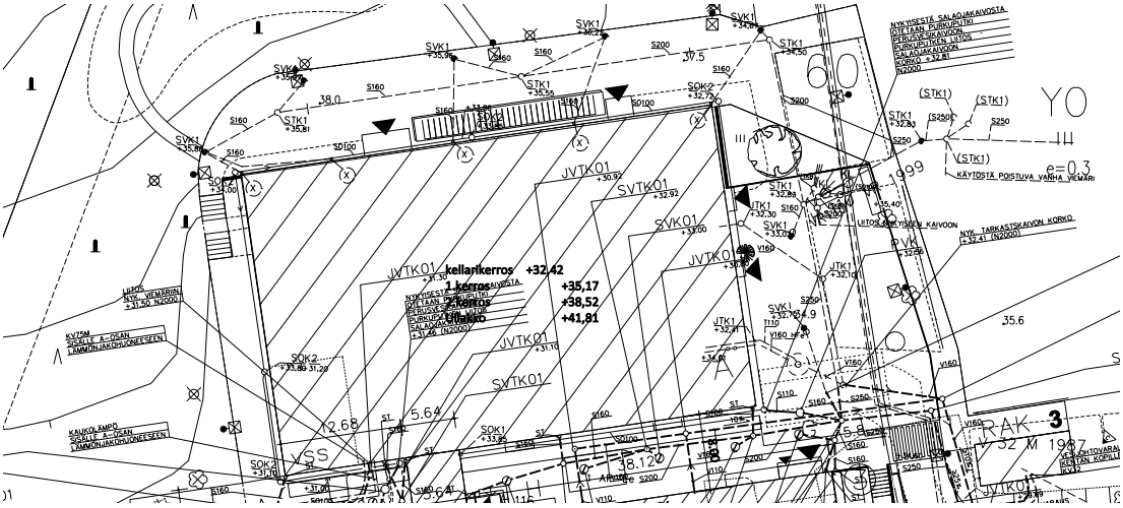
Haastatteluissa kiinteistönhoitajalta ja koulun rehtorilta sekä käyttäjille toimitetussa käyttäjäkyselyssä (tarkka vastaajamäärä ei tiedossa) esille tulleet tiedot:

- Useassa tilassa on ilmoituksia riittämättömästä ilmanvaihdosta
- Tuloilman puhallus on kova ja suuntautuu tilassa oleskeleviin
- Tuloilman lämpötila vaihtelee tiloittain, ajoittain tuloilma on hyvin kylmää
- Keittiö on kesällä kuuma ja talvella kylmä
- Paikallisesti on havaittu poikkeavia hajuja (tilat 202, 203, 204, 206, 207, 208, 209)
- Tuloaulan akryylimassalattia halkeilee ja sitä on paikattu useaan kertaan
- Ylemmän kerroksen vessoista on tapahtunut viemärivuotoja, joista on valunut vettä ruokasaliin ja alakerran aulaan (kohdat on korjattu)
- Käyttäjillä sisäolosuhdeperäisiksi arvioimiaan oireita
- Ilmanvaihtokoneiden suodattimet vaihdetaan kahdesti vuodessa. Samassa yhteydessä kammiot imuroidaan
- Käsienpesualtaita on uusittu kesällä 2024
- Keittiön kohdalla ulkoseinää korjattu kosteuden vuoksi syksyllä 2024
- Luokkatiloista on poistettu äskettäin aiemmat siniset neulataulut

4 Piha-alue

4.1 Rakenne

Rakennuksen salaojitusta ja sadevesijärjestelmiä on uusittu viimeisten peruskorjausten yhteydessä vuosina 2004 ja 2023.



Kuva 5. *Vesi- ja viemärilinjat A-osalla (LVI 2362/01, muutos F, Insinööritoimisto Juhani Lehtonen Oy, 1.2.2021).*

4.2 Havainnot

Pääskyvuoren koulun A-osa sijaitsee rinteessä, piha-alueen pohjoisreunalla. Rinne viettää jyrkästi pohjoispuolen ylempänä olevalta, rakennuksen viereltä asfaltoidulta välituntipihalta kohti etelää. Välituntipihalle nouseva rinteen reuna on sorastettu rakennuksen viereltä molemmista päädyistä. Eteläreunalla A- ja B-osien väliin jäävän kujanteen kohdalla piha-alue on laatoitettu betonilaatoin. Rakennuksen itäpuolella, huoltopihan kohdalla piha-alue sekä länsipäädyn kuluväylä ovat asfaltoituja. Länsireunan eteläpuolella, tilojen A103 ja A104 kohdalla, rakennuksen vierusta on kivetty seulapääkivin.

Rakennuksen vierusmaan pinnanmuodot ovat tasaisia eivätkä johdata pintavesiä selkeästi kauemmas rakennuksesta lukuun ottamatta länsipäädyn eteläpuolta, jossa seulanpääkivillä päällystetty vierus laskee voimakkaasti poispäin rakennuksesta. Rakennuksen vierustalla havaittiin patolevytystä ainoastaan eteläpuolen kujanteella, yhdyskäytävän vierellä. Kujanteen huoltopihanpuoleisessa päässä patolevytyksen lista oli jäänyt vierustan laatoituksen alle. Tilaajalta saatujen peruskorjausaikaisten valokuvien mukaan yläpihan perustusten ulkopuolella on pikisively, joka ei kuitenkaan jatku aivan maantasolle saakka.





Kuvat 6 ja 7*. Rakennuksen pohjoisreunan välituntipiha on asfaltoitu rakennuksen vierustalta. Vierusmaa on muodoltaan tasaista, eikä johdata pintavesiä tehokkaasti pois rakennuksen välittömästä läheisyydestä.*




***Kuvat 8 ja 9**. Huoltopihalla rakennuksen vierusta on asfaltoitu ja eteläreunan kujanteen kohdalla laatoitettu betonilaatoin. Rehtorin toimiston ja neuvotteluhuoneen kohdalla jyrkästi pihan suuntaan kallistava eteläreuna on kivetty seulapääkivin.*




***Kuvat 10 ja 11**. Rakennuksen molemmissa päädyissä etelään viettävä rinne on sokkelin vierellä sorastettu.*

Rakennuksen kattovedet johdetaan sadevesikourujen ja syöksytorvien avulla maanalaiseen sadevesijärjestelmään. Pohjoisreunan keveitten, teräsrakenteisten ovikatosten kohdalla kattovesi johdetaan peltikatteilta vierusmaalle ja siitä edelleen pihan sadevesikaivoihin. Sadeveden kulkeutuminen pihakaivoihin on yläpihalla monin paikoin puutteellista ja pihalla havaittiin merkkejä veden laajasta lammikoitumisesta. Pohjoisreunalla rakennuksen vierellä olevan pyöräkatoksen kattolape kallistuu kohti rakennusta ja katteelta valuva vesi kastelee ulkoseinän alaosaa ja sokkelia. Tällä alueella ulkoseinän alaosassa havaittiin laajasti runsaan ja pitkäkestoisen kosteuden aiheuttamaa tummentumaa ja leväkasvua.

Pohjoisreunan kosteusrasitetta lisää myös sadevesikouruista ylivuotava vesi. Luokan A212 kohdalla kovan sateen aikana kourusta ylivaluvan veden todettiin kastelevan ikkunaa ja ulkoseinän alaosaa. Rakennuksen päädyissä ja eteläpuolella sadevesijärjestelmissä ei havaittu selkeitä puutteita.




***Kuvat 12 ja 13**. Rakennuksen kattovedet johdetaan sadevesikourujen ja syöksytorvien avulla maanalaiseen sadevesijärjestelmään. Yläpihan teräsrakenteisten katosten kattovedet johdetaan sisäänkäynnin viereen maanpinnalla, josta ne kulkeutuvat piha-alueen sadevesikaivoihin.*




***Kuvat 14 ja 15**. Yläpihan katos kallistaa kattovetensä kohti rakennusta. Sadevesikourusta ylivuotava vesi kastelee luokan A212 kohdalla ikkunaa ja ulkoseinän alaosaa. Pohjoisreunalla liikuntasalin betonia olevan ulkoseinän ja luokkien rapattujen ulkoseinien alaosissa havaittiin runsaan kosteuden aiheuttamia värimuutoksia ja tummaa leväkasvustoa.*

Eteläreunalla olevan ruokalan kohdalla ja länsipäädyssä, opettajanhuoneen ja rehtorin toimiston alueellas, sokkeleiden vierellä asfalttipinnalla havaittiin paikallisesti pitkäkestoisesta kosteudesta kertovaa, vähäistä sammalkasvua. Itäpäädyssä, pukuhuonetiloihin ja liikuntasaliin johtavan oven edustalla, rinnettä pitkin valuvan veden todettiin kerääntyvän oven eteen ja kastelevan oven oikealla puolella olevan seinän alaosaa. Oven kohdalla käytävällä havaittiin paikallisesti alapohjan kohonnutta pintakosteutta ja lattiapäällysteen alta tehdyssä viiltokosteusmittauksessa V4 korkeaa suhteellista kosteutta. Havainnot ja mittaustulokset on esitetty raportin kappaleessa ”5 Alapohjat” ja mittapisteen sijainti raportin liitteessä 1.




***Kuvat 16 ja 17**. Rakennuksen eteläreuna ruokasalin kohdalta on laatoitettu betonilaatoin. Sokkelin alareunalla havaittiin pienellä alueella patolevytystä (nuoli), joka oli muualta seinustalta jäänyt maantason alapuolelle.*




***Kuvat 18 ja 19**. Itäpäädyssä pintavedet ohjautuvat pukuhuonetiloihin johtavan ulko-oven eteen ja kastelevat ovipielen lisäksi alapohjaa.*

4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vierusmaan pinnanmuodot ovat tasaisia, eivätkä johdata pintavesiä tehokkaasti kauemmas rakennuksesta. Rakennuksen läheisyyteen jäävä kosteus kohottaa perustusten ja maanvastaisten rakenteiden kosteusrasitetta.

Pohjoisreunalla pyöräkatoksen kattovedet ja sadevesikourujen ylivuodot kohottavat ulkoseinien kosteusrasitetta. Itäpäädyssä sisäänkäynnille kulkeutuva vesi kastelee ulkoseinän alaosaa ja alapohjaa.

Tutkimusten yhteydessä rakennuksen perustusten ulkopuolisten vedeneristeiden arvioitiin olevan osittain puutteelliset mikä edelleen kohottaa perustusten kosteusrasitetta. Viemärikuvausten yhteydessä salaojituksessa tai sadevesiviemäröinneissä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä puutteita (ks. raportin osio ”13 Viemärikuvaus”).

Toimenpide-ehdotukset: Sadevesijärjestelmissä havaitut puutteet (ylivuotavat kourut ja pyöräkatoksen kattovesien suuntaus) tulee korjata nopealla aikataululla. Rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä suosittelemme pintavesien poisohjauksen tehostamista rakennuksen pohjoisreunalla ja päädyissä, joissa pintavedet pääsevät kastelemaan ulkoseinien alaosia.

Pintavesien ohjauksen tehostamisen lisäksi suosittelemme patolevytyksen asennuslaajuuden tarkastamista rakennuksen päädyissä ja pohjoisreunalla. Jos vierusmaata avataan rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä, suosittelemme patolevytyksen asentamista kattavasti myös näillä alueille. Vierusmaan avaaminen asianmukaisen veden- ja lämmöneristeen lisäämiseksi hallintotilojen alueella on suositeltavaa alaosistaan

maanvastaisten ulkoseinien rakennusfysikaalisen toimivuuden varmistamiseksi (ks raportin osa ”7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”.

Sadevesijärjestelmään ja salaojiin kohdistuvat toimenpiteet on esitetty raportin kappaleessa 13.

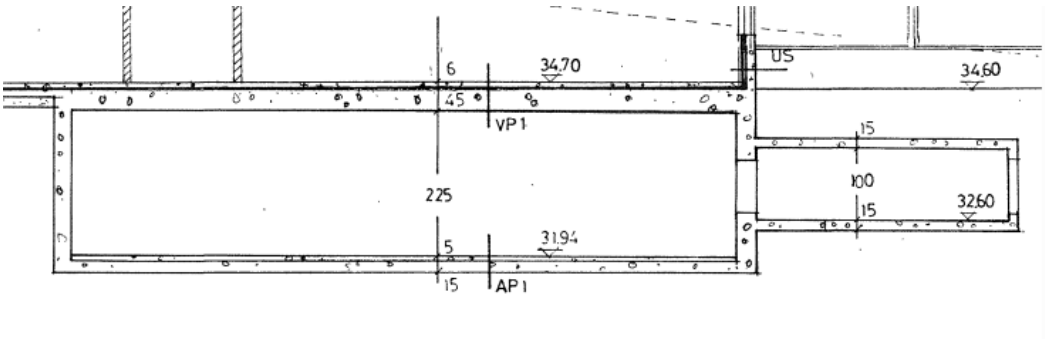
5 Alapohjat

5.1 Rakenne

Kellarikerroksen alapohjan rakenne AP1 rakenneporauksen P11 (tila A002) ja esitietojen mukaan (ARK 30368, 1.6.1972) ylhäältä alas on:

- betoni 50 mm
- kosteussulku (bitumi)
- betoni 150 mm, porauksessa P11 noin 180 mm
- hiekka

Havaintojen mukaan rakenne vastasi pääosin suunnitelmtua, ainoastaan pohjalaatan paksuus arvioitin suunniteltua paksummaksi.



Kuva 20. *Alapohjan rakennetyyppi AP1 kellarikerroksen alueella leikkauksessa B – B (Lisärakennus, leikkaus ja julkisivu Piir. 30367, 1.6.1972).*

Käytössä olleiden lähtötietojen mukaan ensimmäisen maanpäällisen kerroksen alueella alapohja on kaksoislaattarakenteinen ja EPS-eristeellä eristetty.

Nyt tehtyjen tutkimusten yhteydessä alapohjan rakenne varmistettiin kuivien käyttätilojen kohdalta kahdeksasta porauskohdasta: P1 (tila A117), P2 (tila A119), P3 (A112), P5 (tila A139), P6 (käytävä A139_3), P7 (käytävä A102), P8 (A161) ja P9 (tila A140). Tarkastuspisteet on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

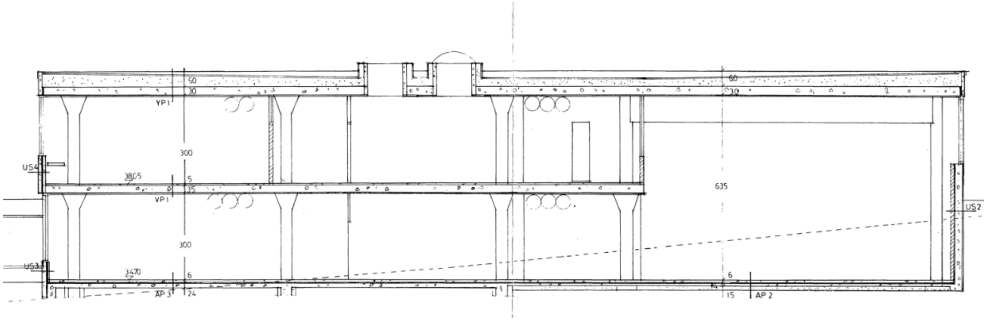
Ensimmäisen kerroksen alapohjan rakenne AP3 on tarkastusporauksissa tehtyjen havaintojen mukaan ylhäältä alas:

- pintamateriaali
- betoni 70…90 mm
- EPS-eriste noin 50 mm, porauksissa P1 30 mm, P5 80 mm ja P6 20 mm
- ilmaväli noin 70 mm (vain porauksessa P6)
- bitumisively (vain porauksessa P8)
- betoni 70…145 mm, porauksissa P1 180 mm ja P8 noin 200 mm
- muovikalvo (vain porauksissa P2, P3 ja P7)
- ilmaväli noin 100 mm ja jäämiä laudasta (vain porauksessa P6)
- hienojakoinen hiekka

Liikuntasalin alapohjan rakenne AP2 on käytössä olleiden, viimeisen peruskorjauksen aikeisten esitietojen (RAK 0132-RAK-2000 C, loppupiirustus 1.8.2023) ja rakenneavauksen R9 perusteella ylhäältä alas:

- joustovinyylipäällyste
- 2 x vaneri 9 mm
- puukoolaus 30 x 100 mm
- betoni 60 mm (sis. lattialämmitysputket)
- askeläänieriste 30 mm
- betoni 240 mm
- EPS-eriste 200 mm
- suodatinkangas
- perusmaa, kallistus salaojiin

Liikuntasalin lattian kiviaineista osuutta ei tarkastettu poraamalla esitiedoissa mainittujen lattialämmitysputkien takia.



Kuva 21. *Alapohjan rakennetyypit AP2 ja AP3 leikkauskuvassa C – C (Lisärakennus, leikkaus ja julkisivu Piir. 30368, 1.6.1972).*

5.2 Havainnot

Huonetilat

Kellarikerroksessa portaikon alatasanteella lattiapinta on laatoitettu keraamisin laatoin. Kellarihuoneitten lattiapinnat ovat maalattua betonia. Pinnat ovat hyväkuntoisia eikä niillä havaittu halkeamia tai kosteuden aiheuttamaksi arvioituja materiaalimuutoksia.





Kuvat 22 ja 23*. Portaikon alatasanteen kohdalla lattia on laatoitettu keraamisin laatoin. Kellarin huonetiloissa lattiat ovat maalattua betonia.*

Ensimmäisen kerroksen alapohjaan rajautuvat lattiapinnat on kuivissa käyttötiloissa päällystetty muovimatoilla, tekstiililaatalla tai epoksipinnoitteella. Hallintotilojen lattioissa on viimeisen peruskorjauksen yhteydessä asennetut uudet lattiapäällysteet, joiden reunoille on asennetut liimatut muoviset jalkalistat. Luokan A117 lattiaan on asennettu tekstiilimatto, jonka reunoille on asennettu puiset jalkalistat ruuvaamalla. Vastaavaa tekstiilimattoa on asennettu myös käytävällä A102 olevan liikuntasalin taitto-oven vieressä olevan korokkeen kohdalle.




***Kuvat 24 ja 25**. Tekstiililaatalla päällystettyä lattiaa luokkatilassa A117. Jalkalistat ovat puuta. Pilarien juurille on asennettu muoviset, liimatut jalkalistat.*

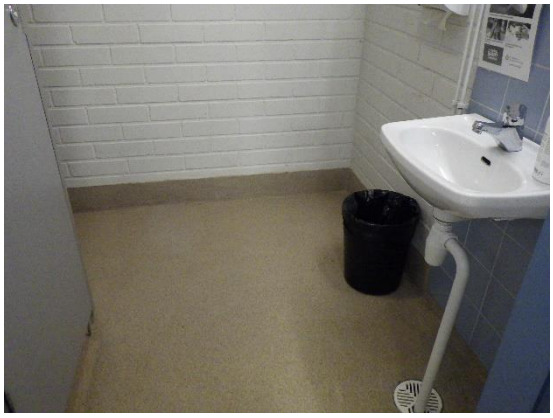
Wc-tilojen A136 ja A137 lattiapäällysteet ovat pääosin muovimattoa. Viimeisen peruskorjauksen yhteydessä rakennettujen märkätilojen (tilat A155 - A160) ja keittiön (A154) lattiat ovat massapinnoitetta ja käytävän A102 sekä ruokasalin (A139) lattiapäällysteet epoksia. Käytävän A102 epoksilattiassa havaittiin halkeamia ruokalan edustalla ja ylempään kerrokseen johtavan portaikon kohdalla. Aiemmin syntyneitä halkeamia on paikattu vaaleammalla epoksimassalla. Alemman kerroksen jalkalistat ovat pääosin liimattuja muovilistoja, joita on käytetty myös muissa tiloissa olevien betonipilarien kohdalla.



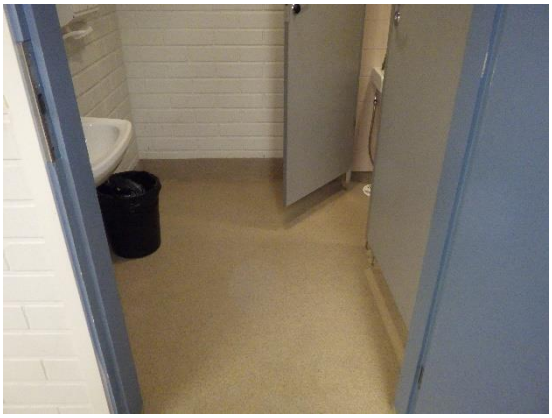

***Kuvat 26 ja 27**. Epoksipinnoitteella päällystettyä lattiaa käytävällä A102.*




***Kuvat 28 ja 29**. Epoksipinnoitteessa havaittiin halkeilua (nuolet). Halkeamia on paikattu vaaleammalla massalla.*

***Kuvat 30 ja 31**. Massalla päällystettyä lattiaa alakerran hallinto-osan saneeratuissa märkätiloissa.*

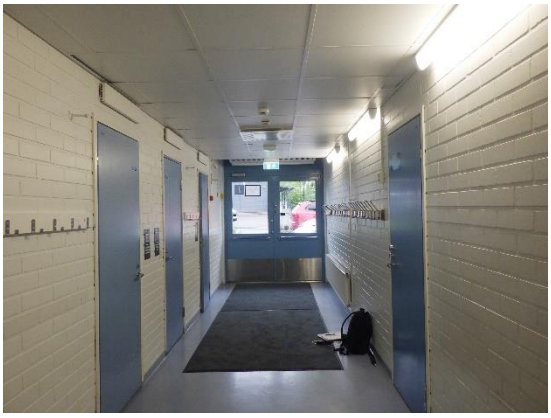
***Kuvat 32 ja 33**. Alakerran wc-tiloissa A136 ja A137 lattiapäällyste on vanhempaa kostean tilan muovimattoa.*

Liikuntasalin (A123) puukoolauksella korotettu lattia on päällystetty joustovinyylipäällysteellä. Liikuntasalin yhteydessä olevien pesu- ja pukuhuonetilojen lattiat on laatoitettu keraamisin laatoin. Laattapinnat ovat hyväkuntoisia, eikä niissä pistokoemaisesti tehdyssä tarkastuksessa havaittu kiinnityspuutteita.

Pukuhuoneitten edustan käytävällä (A133), käytävän varrella olevissa teknisissä tiloissa (A140) sekä aulan siivouskeskuksessa (A122) lattiapäällysteet ovat muovimattoa.




***Kuvat 34 ja 35**. Liikuntasalin lattiaan on asennettu joustovinyylipäällyste. Pukuhuonetilojen lattiat ovat keraamista laattaa.*

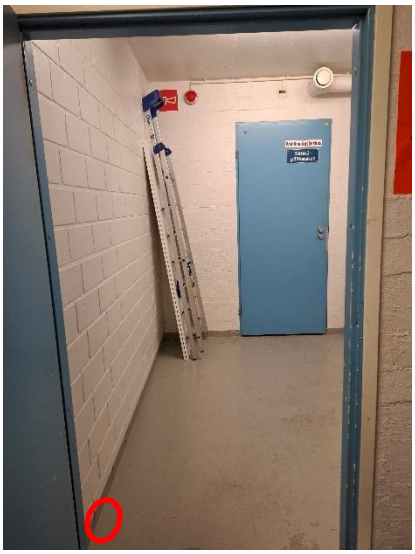
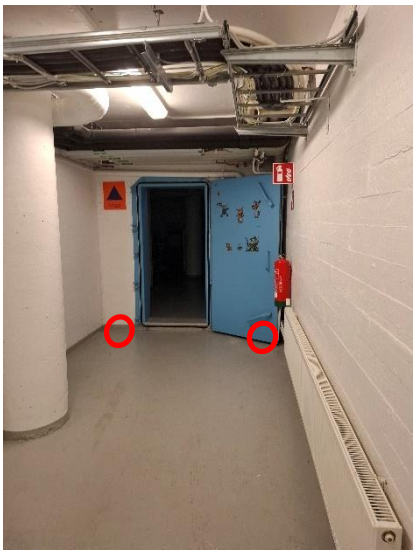



***Kuvat 36 ja 37**. Käytävän A133 ja siivouskeskuksen A122 lattiat on päällystetty muovimatoilla.*

5.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Tutkimusten aikana kaikki alapohjaan rajautuvat lattiapinnat kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Poikkeavat alueet on esitetty raportin liitteessä 1.

Kellarikerroksessa havaittiin paikallisesti koholla olevia pintakosteusilmaisimen lukemia seinien vierustoilla käytävällä A002 ja väestönsuojassa A003/A004.

***Kuvat 38 ja 39**. Kellarikerroksen seinien vierustoilla havaittiin paikallisia, pienialaisia kohtia, joissa todettiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia käytävällä A002 (punaiset ympyrät).*

Ensimmäisessä huonekerroksessa hieman koholla olevia pintakosteusilmaisien lukemia havaittiin laajemmin käytävän A102 keskiosalla sekä uusittujen wc-tilojen A159 ja A160 lattioissa kivirakenteisten väliseinien vierustoilla. Käytävällä A102 kohonneiksi arvioidut kohdat eivät paikannu tilassa olevien pilarien juurille tai levytettyjen väliseinien vierelle, vaan alueille, joissa on laaja yhtenäinen epoksipinnoite.



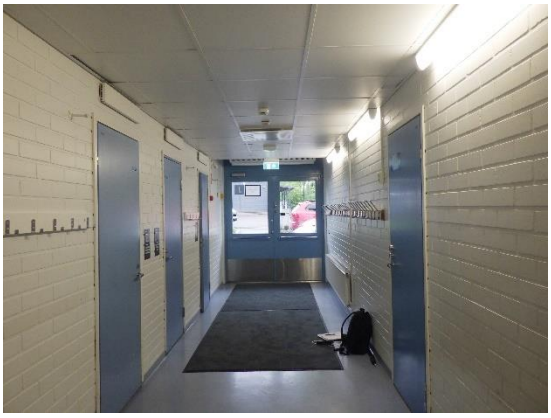
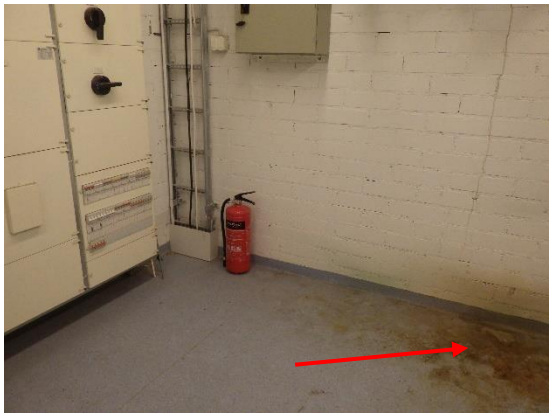

***Kuvat 40 ja 41**. Hieman kohonneiksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia havaittiin laajasti käytävän A102 keskiosalla sekä wc-tilan A160 kiviaineisten väliseinien juurilla.*

Tämän lisäksi selkeästi korkeampia pintakosteusilmaisimen lukemia havaittiin pienellä alueella käytävän A102 opettajanhuoneen A112 puoleisella reunalla sekä siivouskeskuksen A122 keskilattialla.




***Kuvat 42 ja 43**. Poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia havaittiin lattiapinnassa, käytävällä A102 opettajanhuoneeseen johtavan oven vieressä sekä siivouskeskuksen A122 lattian keskiosalla.*

Liikuntatilojen pukuhuonekäytävällä olevassa kompressoritilassa A140 muovimatolla päällystetyn lattian pintakosteus oli selkeästi koholla isolla alueella huoneen kylmiön puoleisella reunalla, jossa tilassa olevien viilennyskompressorien todettiin tiputtavan vettä tilan lattialle. Tämän lisäksi muovimatolla päällystetyn pukuhuonekäytävän A133 ulko-oven vierellä havaittiin pieni alue, jossa todettiin selvästi korkeampia pintakosteusilmaisimen lukemia. Oven ulkopuolella havaittiin merkkejä pintavesien ohjautumisesta sisäänkäynnin edustalle (Ks. raportin osio ”4 Piha-alue).

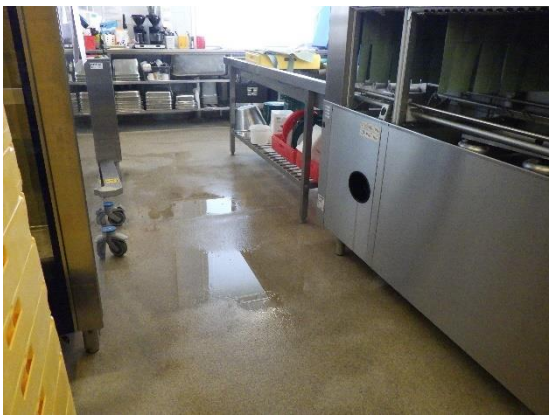



Kuvat 44 ja 45 . *Pukuhuonetiloihin johtavan sisäänkäynnin edustalla havaittiin kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia. Samalla käytävällä olevassa kompressorihuoneessa A140 lattiapinnalla havaittiin laajasti viitteitä kohonneesta kosteudesta. Tilaan asennetut kylmiöiden viilennyskompressorit valuttavat vettä lattialle (nuoli).*

Keittiön A154 lattiasta pintakosteuskartoitus päästiin tekemään vain osittain, sillä lattioille havaittiin kerääntyvän vettä puutteellisten kaatojen takia. Lattiapäällysteessä havaittiin paikattuja halkeamakohtia mutta ei tämänhetkistä halkeilua tai selkeitä epätiiveyskohtia. Lattioissa ei tarkastetuilla alueilla havaittu selkeästi poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.




Kuvat 46 ja 47 . *Keittiön massalattiassa havaittiin paikattuja halkeamia. Lattialla havaittiin jälkiä pinnoille lammikoituvasta vedestä.*

Kuvat 48 ja 49 . *Lattiaa pestäessä vesi lammikoituu eikä kulkeudu tehokkaasti tilassa oleviin lattiakaivoihin.*

Keittiötiloissa olevan varaston A153 lattiassa havaittiin selvästi kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia. Varaston kynnysalueen oikeassa reunassa kostean tilan muovimatto on irronnut metallisen kynnyslistan alta ja maton alla havaittiin päällystettä raotettaessa poikkeavaa, mikrobikasvuun viittaavaa hajua. Varastojen välissä seinällä on vesipiste, jonka yhteydessä ei kuitenkaan havaittu merkkejä vesipisteen vuodosta.

Muissa keittiön aputiloissa tai sosiaalitiloissa ei lattiapinnoissa havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia




Kuvat 50 ja 51 . *Keittiövaraston A153 kynnyksellä matto on auennut oviaukon oikealta reunalta ja lattiassa havaittiin poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.*

Kosteusmittaukset

Alapohjan rakennetarkastelujen yhteydessä rakenteen todettiin olevan esitietojen mukaisesti kaksoislaattarakenteinen ja EPS-eristeellä eristetty. Alapohjan rakennekerroksissa havaittiin kuitenkin laajaa vaihtelua.

Alapohjan kosteusteknistä toimivuutta arvioitiin rakenneporausten yhteydessä hetkellisesti tehdyillä eristetilan kosteusmittauksilla. Mittaukset tehtiin eristetilan alaosasta, pohjalaatan pinnan tuntumasta, kahdeksasta mittapisteestä (MP1 – MP3 ja MP5 – MP9). Mittaustulokset on esitetty alla taulukossa ja mittapisteiden sijainnit liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1*. Alapohjarakenteen eristetilan kosteusmittausten tulokset 4.6. (MP1 – MP2) ja 10.6.2025 (MP3 ja MP5 – MP9). Poikkeaviksi todetut tulokset on korostettu taulukossa punaisella.*

Mittapiste	RH [%]	T [°C]	Abs. [g/m³]	Anturi nro
MP1 AP luokka A117	77,1	18,7	12,4	1/42
sisäilma	60,8	19,3	10,1	RH/T4
MP2 AP TV/Radio -tila A119	62,5	22,4	12,4	1/42
sisäilma	60,9	19,2	10,1	RH/T3
MP3 AP opettajanhuone A112	73,0	19,4	12,2	1/42
sisäilma	43,3	20,7	7,8	5/42
MP5 AP ruokasali A139	47,3	20,5	8,4	1/42
sisäilma	41,2	20,1	7,2	5/42

Mittapiste	RH [%]	T [°C]	Abs. [g/m³]	Anturi nro
MP6 AP A102	74,6	20,4	13,2	2/42
sisäilma	39,3	20,7	7,1	5/42
MP7 AP käytävä A102 (opettajanhuoneenpuoleinen reuna)	**85,0**	20,3	15,0	1/42
sisäilma	40,2	20,8	7,3	5/42
MP8 AP eteistila A161	71,3	20,0	12,3	2/42
sisäilma	41,8	20,0	7,2	5/42
MP9 AP kompressorihuone A140	**84,0**	18,4	13,2	1/42
sisäilma	46,7	18,2	7,2	5/42
Ulkoilma (Ilmatieteenlaitos) 4.6.2025 (MP1 – MP2)	16.5	65	9,1	-
Ulkoilma (Ilmatieteenlaitos) 10.6.2025 (MP3 ja MP5 – MP9)	17,0	56	8,1	-

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

Kuivissa tiloissa oleviin, muovimatolla päällystettyihin alapohjiin tehtiin pintakosteuskartoituksen tuloksia tarkentavia viiltokosteusmittauksia (V1 – V4). Mittaustulokset on esitetty alla taulukossa ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1.

Taulukko 2. *Alapohjan viiltokosteusmittausten tulokset 4.6. (V1 – V2) ja 10.6.2025 (V3 – V4). Syvyys 0 mm tarkoittaa viiltokosteusmittausta suoraan lattiapäällysteen alta. Poikkeaviksi todetut tulokset on korostettu taulukossa punaisella. PK = pintakosteusilmaisimen arvo mittauskohdassa lattiapinnan pintamateriaalin päältä. Poikkeaviksi todetut tulokset on korostettu taulukossa punaisella.*

Mittapiste	Syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m³)	Anturi nro.
V1 kompressoritila A140 PK 100	0	**91,4**	17,9	14,0	1/42
V2 kompressoritila A140 vertailu, PK 75	0	**83,9**	19,1	13,6	2/42
	sisäilma	50,2	18,6	8,0	5/42
V3 käytävä A133 PK 95	0	**96,2**	19,2	15,9	6/42
V4 A133 vertailu, PK 67	0	69,0	19,1	11,3	7/42
	sisäilma	46,4	19,9	8,0	5/42

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

Kompressoritilan A140 alapohjaan tehtiin tutkimusten yhteydessä rakennekosteusmittaus porareikämenetelmällä (MP13). Mittaukset tehtiin kahteen syvyyteen. Mittaustulokset on esitetty alla taulukossa ja mittapisteen sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

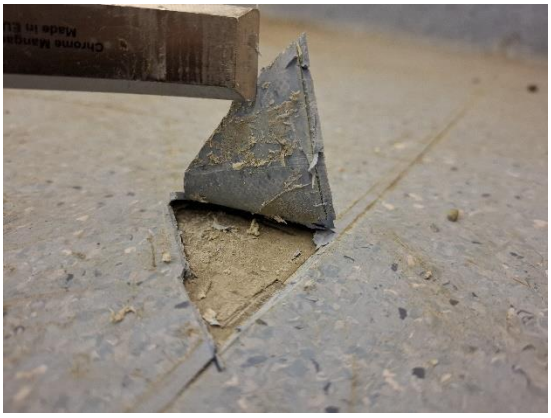
***Taulukko 3**. Alapohjarakenteen porareikäkosteusmittausten tulokset 10.6.2025. Poikkeaviksi todetut tulokset on korostettu taulukossa punaisella.*

Mittapiste	Syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m³)	Anturi nro.
MP13 AP kompressoritila A140 PK 100	20	**94,1**	17,1	13,7	5/40s
	40	**94,9**	17,0	13,8	6/40s
sisäilma	-	64,0	17,5	9,6	RH/T6
ulkoilma	-	55	16,3	7,6	Ilmatieteenlaitos Tku, lentoasema

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittausolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ±2 %RH-yksikköä.

Pintakosteuskartoituksen yhteydessä kompressorihuoneessa A140 todettiin kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja etenkin kohdassa jossa, viilennyslaitteisto valuttaa vettä lattialle, ja sen ympärillä. Viiltokosteusmittaus V1 tehtiin valumajälkien viereen, jossa havaittiin korkeita pintakosteusilmaisimen arvoja. Viiltomittaus V2 tehtiin vertailumittauksena huoneen oviaukkoon, kynnyksen viereen, jossa havaittiin selkeästi pienempiä pintakosteusilmaisimen arvoja. Mittapisteessä V1 suhteellinen kosteus oli korkea muovimaton alla. Viillon yhteydessä havaittiin epätavallista kemikaalimaista hajua. Myös vertailumittauksessa V2 suhteellinen kosteus oli koholla muovimaton alla. Viillossa havaittiin muovimaton olevan irti alustastaan ja liiman tummenneen lähellä kynnystä.

Tilaan tehtiin myös alapohjarakenteen eristetilan hetkellinen kosteusmittaus (MP9), jossa todettiin kohonnutta suhteellista kosteutta alapohjan eristetilassa. Rakennekosteus varmistettiin porareikämenetelmällä kahdelta syvyydeltä (MP13), joissa todettiin korkeaa suhteellista kosteutta rakenteessa.




***Kuvat 52 ja 53**. Kompressorihuoneen A140 viiltomittaukset V1 ja V2. Suhteellinen kosteus oli koholla molemmissa mittapisteissä. Viillossa V1 havaittiin lattiapäällysteen vaurioon viittaavaa kemikaalimaista hajua ja viillossa V2 havaittiin muovimaton olevan irti alustastaan ja liiman tummuneen kynnyksen vieressä.*

Viiltomittaus V3 tehtiin käytävälle A133 ulko-oven viereen kohtaan, jossa pienellä alueella todettiin kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja. Viiltomittaus V4 tehtiin vertailumittauksena käytävän keskelle, jossa pintakosteusilmaisimen lukemat olivat tavanomaisia. Mittapisteessä V3 suhteellinen kosteus oli korkea muovimaton alla. Viillosta havaittiin poikkeavaa, mikrobivaurioon viittaavaa, maakellarimaista hajua. Vertailumittauksessa V4 suhteellinen kosteus ei ollut koholla muovimaton alla. Viillossa havaittiin kuitenkin poikkeavaa kemikaalimaista hajua.



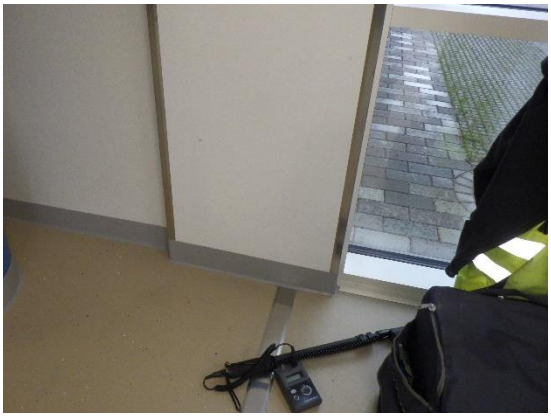

***Kuvat 54 ja 55**. Käytävän A133 viiltomittaukset V3 ja V4. Suhteellinen kosteus oli koholla mittapisteessä V3. Viillosta V3 havaittiin lisäksi mikrobivaurioon viittaavaa hajua ja liiman sekä tasoitteen todettiin tarttuneen muovimattoon. Vertailumittauksena tehdyssä viillossa V4 havaittiin lattiamateriaalin vaurioitumiseen viittaavaa kemikaalimaista hajua.*

Alapohjan eristetilassa havaittiin kohonnutta suhteellista kosteutta kompressorihuoneen A140 lisäksi käytävällä A102 opettajanhuoneen vastaisen väliseinien vieressä (mittapisteet MP9 ja MP7).

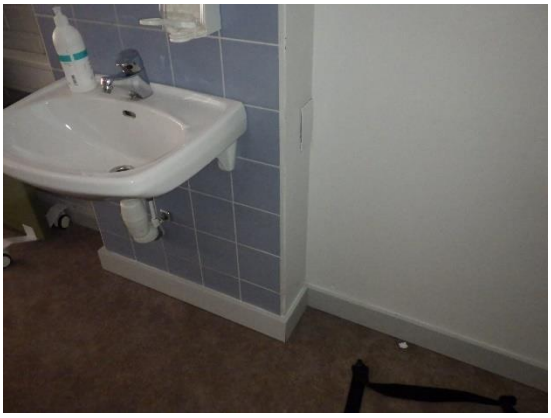
5.4 Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet

Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä alapohjan ilmatiiveyttä arvioitiin pistokoemaisesti merkkisavulla. Tarkastelujen aikana, ennen tilaajan teettämiä ilmanvaihdon säätötöitä, huonetilat olivat pääsääntöisesti 2 – 10 Pa alipaineisia ulkoilman suhteen. Näissä olosuhteissa rakenteiden suunnasta huonetiloihin virtaavia ilmavuotoja havaittiin tapahtuvan käytävän A102 ja yhdyskäytävän reunalla katkaistun ulkoseinän vierellä olevista levykoteloinneista ja käytävän liikuntasaumojen reunoilta, luokan A117 käsienpesualtaan takana olevan viemärikoteloinnin tarkastusluukusta, opettajanhuoneen pesutilassa A158 olevan kotelon sisällä olevasta lattialäpiviennistä ja opettajanhuoneen ulkoseinien vierellä olevien kotelointien sisällä olevista lattialäpivienneistä. Opettajanhuoneen koteloinneista kulkeutuvassa vuotoilmassa havaittiin heikkoa viemärinhajua.

Käytävällä A102 neuvotteluhuoneen A103 puoleiselle reunalle levykoteloinnin alaosaan tehdyssä rakenneavauksessa R1 koteloinnin sisällä havaittiin avoin lattian liikuntasauma, jonka kautta todettiin tapahtuvan ilmavirtausta alapohjasta koteloinnin suuntaan merkkisavulla tehdyssä tarkastuksessa. Avauksesta tehdyt havainnot on esitetty tarkemmin raportin osiossa ”5.5 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet”.




***Kuvat 56 ja 57.** Käytävälle A102 virtaa alapohjasta peräisin olevaa ilmaa yhdyskäytävän reunalla olevan levykoteloinnin alareunasta, liimatun jalkalistan takaa.*




Kuvat 58 ja 59. *Luokkaan A117 virtaa alapohjasta peräisin olevaa ilmaa käsienpesualtaan takana olevan levykoteloinnin tarkastusluukusta.*




Kuvat 60 ja 61. *Opettajanhuoneen A112 ulkoseinällä olevasta levykoteloinnista havaittiin ilmavuotoa huonetilaan. Vuotoilmassa havaittiin heikko viemärinhaju.*

Kuivien käyttötilojen kohdalla betonipintaisen alapohjan tiiveys selvitettiin merkkiainekokeilla kahdesta huonetilasta, luokasta A117 ja kompressorihuoneesta A140. Merkkiainekoepaikat on esitetty raportin liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksilla MA1 ja MA5.

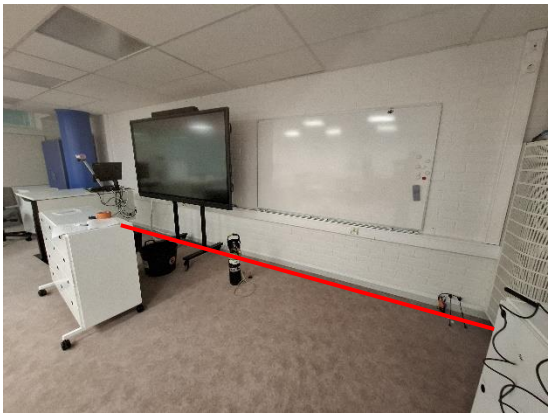
Koetilanteessa merkkiaine syötettiin alapohjan pintalaatan alle, alapohjan betonilaattojen välissä olevaan eristetilaan. Huonetilat olivat tutkimusten aikaisissa normaaliolosuhteissaan noin 10 Pa alipaineisia ulkoilman sekä tutkittavan rakenteen suhteen. Tilojen alipaineistaminen erillisella puhaltimella ei ollut näin ollen tarpeellista.

Luokan A117 merkkiainekoe MA1

Alapohjan merkkiainekoe MA1 tehtiin luokkaan A117. Merkkiainekaasua syötettiin kolmesta syöttöpisteestä alapohjan eristetilaan noin 5 minuutin ajan / syöttöpiste nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin kustakin syöttöpisteestä kaasun syötön aikana ja noin 5 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Ulkoseinän viereltä syöttöpisteistä SP1-SP2 kaasua syötettäessä vuotoa havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

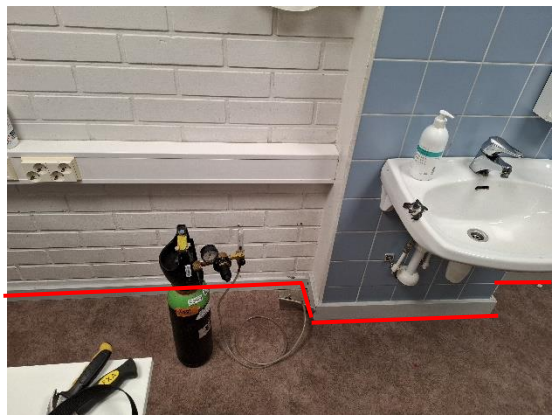
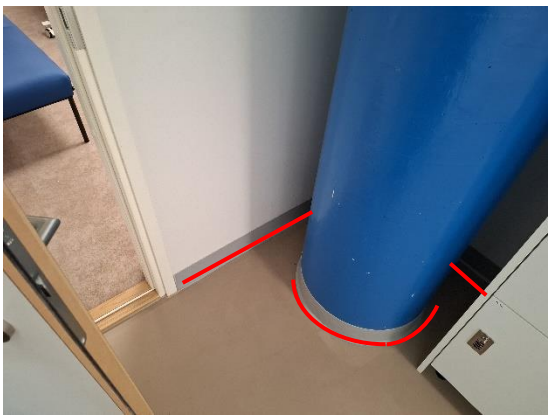
- Jalkalistojen alta kauttaaltaan, merkittävä vuoto
- Merkkiainekaasu ei levinnyt alapohjan eristetilassa syöttöpisteestä SP1 syöttöpisteeseen SP2 ja SP3.




Kuvat 62 ja 63. *Ulkoseinän viereisistä syöttöpisteistä SP1 ja SP2 vuotoa havaittiin jalkalistojen alta kauttaaltaan (merkittävä vuoto).*

Väliseinän viereltä syöttöpisteestä SP3 kaasua syötettäessä vuotoa havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

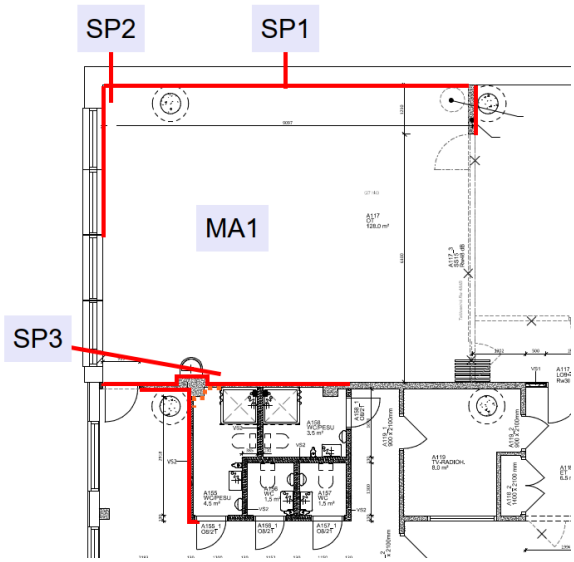
- Väliseinien jalkalistojen alta luokassa A117 ja seinän toisella puolella olevalla käytävällä opettajienhuoneessa A112, sekä pilarin jalkalistan alta, merkittävä vuoto
- Massalattian ylösnoston alta opettajien WC/pesutilassa A155, merkittävä vuoto

Kuvat 64 ja 65. *Alapohjan eristetilasta kulkeutuvaa ilmaa havaittiin jalkalistojen takaa luokassa A117 sekä opettajienhuoneen A112 puolella, luokan A117 vastaisen väliseinän juurella sekä pilarin jalkalistan alta (merkittävä vuoto).*



Kuva 66. *Alapohjasta kulkeutuvia ilmavirtoja havaittiin myös opettajien WC/pesutilassa A155 luokan A117 vastaisen väliseinän massalattian ylösnostosta (merkittävä vuoto).*



Kuva 67. *Alapohjan merkkiainekoe MA1 luokkatilassa A117. Merkkiainekokeen MA1 vuotopaikat esitetty punaisella viivalla. Alapohjasta kulkeutuvan vuotoilman määrä on suuri ja vuotokohdat merkittäviä.*

Kompressorihuoneen A140 merkkiainekoe MA5

Merkkiainekoe MA5 tehtiin kompressorihuoneeseen A140. Merkkiainekaasua syötettiin yhdestä syöttöpisteestä alapohjan eristetilaan noin 5 minuutin ajan nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin kaasun syötön aikana ja noin 10 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Vuotoa havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

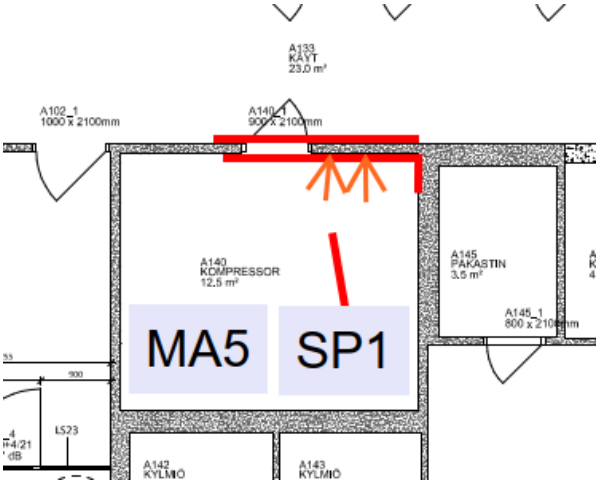
- Muovimaton ylösnoston alta käytävän vastaisella väliseinällä, seinän molemmin puolin, merkittävä vuoto
- Kynnyksen silikonilla tiivistetystä alareunasta, merkittävä vuoto
- Väliseinän tiilisaumat, joissa havaittiin koloja, vähäisiä ja pistemäisiä vuotokohtia



Kuvat 68 ja 69. *Kompressorihuoneen A140 merkkiainekokeessa MA5 vuotoa havaittiin muovimattojen ylösnostosta käytävän A133 vastaisella väliseinällä seinän molemmin puolin, sekä kynnyksen kohdalla (merkittävä vuoto).*



Kuva 70. *Alapohjaan syötetty merkkiaine kulkeutuu huonetilaan myös väliseinän tiilisaumojen kautta (vähäinen vuoto).*



Kuva 71. *Alapohjan merkkiainekokeen MA5 vuotopaikat kompressorihuoneessa A140 ja käytävällä A133. Pohjakuvassa alapohjan merkittävät vuotokohdat esitettynä punaisella viivalla ja väliseinän vähäiset vuotokohdat oranssilla nuolella.*

5.5 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Tutkimusten yhteydessä alapohjaan tehtiin kaksi rakenneavausta. Avaukset tehtiin käytävän A102 gallerianpuoleiselle reunalle (A139_3) ja liikuntasaliin (A123). Avausten yhteydessä otetun materiaalinäytteen analyysitulos on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 4. *Tutkimuksien yhteydessä alapohjan rakenneavauksista otetun materiaalinäytteen mikrobianalyysitulokset. Vaurioituneiksi määritetyt näytteet esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, Nx, ja punaisella pohjalla. Mahdollisesti vaurioituneiksi määritetyt näytteet on esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, Nx. Näytteen alkuperäinen analyysivastaus on esitetty raportin liitteessä 2. AP= alapohja.*

Näytetunnus	Tila	Rakenneosa	Näytteenottokohta	Avaustunnus	Tulos
N1	A139_3 käytävä	AP	liikuntasauma, ulkoseinäliittymä	R1	mahdollinen viite vauriosta

Käytävälle A139_3 A- ja B-osia yhdistävän gallerian reunaan, aukotetun ulkoseinän kohdalla olevan koteloinnin alareunaan tehdyssä avauksessa **R1** kipsilevyllä toteutetun koteloinnin sisällä lattiassa havaittiin epätiivis liikuntasauma. Alue on ilmayhteydessä sekä alla olevaan pohjamaahan, että viereiseen ulkoseinään (ks. raportin osio 7 ”Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”). Liikuntasauman alueelta laastista ja uretaanieristeestä otetussa näytteessä N1 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, mutta lajistossa todetut kosteusvaurioindikaattorilajit viittaavat materiaalin mahdolliseen mikrobikasvuun.




Kuvat 72 ja 73. *Rakenneavaus R1 käytävällä A139_3 yhdyskäytävän reunalla. Kipsilevykoteloinnin sisällä havaittiin epätiivis liikuntasauma, jonka kautta virtaa ilmaa alapohjansuunnasta kotelointiin. Sauman kohdalta laastista ja uretaanieristeestä otetussa näytteessä havaittiin viite mahdollisesta mikrobikasvusta.*

Liikuntasalin A123 lattiaan tehdyssä rakenneavauksessa **R9** lattiapäällysteen alla havaittiin 30 mm ilmatila. Lattian puurakenteissa ei havaittu viitteitä poikkeavan kosteuden aiheuttamista vaurioista eikä levytetyn lattian alla olevassa betonipinnassa todettu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia. Avauksen kohdalla olevan betonipilarin juurelta ei havaittu merkkisavutarkastelussa tapahtuvan ilmanliikettä liikuntasalin ja alapohjan välillä.




Kuvat 74 ja 75 . *Liikuntasalin lattian rakenneavaus ulkoseinän ja pilarin välissä (avaus R9). Rakennusmateriaaleissa ei havaittu viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai kosteuden aiheuttamista vaurioista eikä rakenneliittymistä havaittu tapahtuvan ilmavirtauksia rakenteiden ja liikuntasalin välillä merkkisavulla suoritetussa tarkastuksessa.*

5.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjassa todettiin pääosin vain paikallista ja pienialaista poikkeavaa kosteutta muutamassa huonetilassa. Laajemmin viitteitä alapohjan poikkeavasta kosteudesta havaittiin alakerran käytävän A102 keskiosilla. Käytävän lattiapäällyste ei ole kosteudesta herkästi vaurioituvaa eikä käytävällä olevien puurunkoisten, lattiatasolta alkavien väliseinien yhteydessä havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista. Alapohjan eristetiloista mitattu kosteus oli pääosin tavanomainen ja paikalliset poikkeavat alueet selittyvät tilojen käytöllä.

Poikkeavaa alapohjan kosteutta havaittiin kompressorihuoneessa A140 ja sen vieressä olevalla käytävällä A133, joiden lattiat on päällystetty muovimatoin. Kompressorihuoneen lattian poikkeava kosteus johtuu lattialle vettä tiputtavista kylmäkoneista. Käytävän ulko-oven vierellä oleva kohonnut kosteus johtuu ulko-oven viereen kulkeutuvista pintavesistä. Tiloissa tehtyjen kosteusmittausten yhteydessä havaittiin viitteitä muovimattojen kemiallisesta hajoamisesta sekä lattiapäällysteen alla olevista mikrobikasvustoista. Mikrobikasvustot ja lattiapäällysteestä emittoituvat VOC-yhdisteet kohottavat sisäilmariskiä tiloissa.

Toimenpide-ehdotus: Kompressiohuoneessa veden valuminen viilennyslaitteesta lattialle tulee estää alapohjan lisäkastumisen estämiseksi. Käytävän A133 kastuminen ulkoseinän viereltä tulee estää ohjaamalla rinnettä pitkin valuvat pintavedet kauemmas sisäänkäynnistä (Ks. raportin osio ”4 Piha-alue”).

Kompressorihuoneen ja käytävän A133 muovimatot tulee uusia viimeistään rakennuksen seuraavien laajempien korjausten yhteydessä. Lattioista tulee poistaa vaurioituneet tasoitteet. Ennen uudelleen päällystämistä alustan kosteus tulee määrittää uuden lattiapäällysteen vaatimalle tasolle ja varmistua lattioiden kemiallisesta puhtaudesta lattiapinnoista tehtävin VOC-näyttein (FLEC-tutkimukset).

Vapaan veden poistuminen keittiön lattiakaivoihin ei ole toimivaa ja pesuvedet lammikoituvat lattialle. Varastotilan lattiassa havaittiin paikallinen, avautuneesta mattosaumasta aiheutunut kosteusvaurio. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme harkitsemaan keittiön lattian uusimista rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä. Keittiön varastotilan muovimatto tulee uusia nopealla aikataululla ja maton liittymä keittiön massalattiaan toteuttaa tiiviisti. Korjausten yhteydessä lattiasta tulee poistaa vaurioituneet tasoitteet ja alustan suhteellinen kosteus varmistaa ennen uudelleen päällystämistä. Tarvittaessa lattia tulee kuivata koneellisesti.

Käytävän A102 keskialueilla havaittiin laajin alue, jolla todettiin hieman kohonneiksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia. Lattiapäällyste on valittu käytävälle alapohjassa aiemmin olleiden kosteusteknisten haasteiden takia, eivätkä tulokset edellytä toimenpiteitä. Lattian epoksipinnoite on hyvin kosteutta sietävää. Lattiapinnoitteessa ja käytävän reunalla olevissa levytetyissä väliseinissä ei havaittu viitteitä poikkeavan kosteuden aiheuttamista vaurioista.

Viitteitä alapohjan paikallisesta korkeammasta kosteudesta havaittiin opettajanhuoneen oven vierellä, jossa myös alapohjan eristetilasta mitattiin kohonnutta suhteellista kosteutta ja väliseinässä havaittiin mikrobivaurio. Kosteuden syy ei selvinnyt tutkimuksissa mutta on mahdollista, että syynä on väliseinän sisällä kulkevan viemärilinjan vuoto. **Toimenpide-ehdotus:** Olemme suositelleet opettajanhuoneen väliseinän sisällä kulkevan viemärilinjan mahdollisten vuotokohtien selvittämistä ja väliseinän vauriokorjauksia (Ks. raportin osio ”9 Väliseinät”).

Tämän lisäksi viitteitä alapohjan poikkeavasta kosteudesta havaittiin uusien wc-tilojen lattioissa, kiviaineisten väliseinien vierustoilla sekä siivouskeskuksen lattian keskiosalla. **Toimenpide-ehdotus:** Siivouskeskuksen lattia on suositeltava saneerata rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä. Korjauksissa lattiasta tulee poistaa vanhat materiaalit puhtaaseen betoniin saakka ja varmistua alustan riittävästä kuivuudesta ja kemiallisesta puhtaudesta ennen uudelleen päällystystä. Uusien wc-tilojen lattioiden poikkeavat havainnot eivät edellytä tässä vaiheessa toimenpiteitä, mutta lattioiden pintakosteuksia on suositeltavaa seurata seuraavan vuoden aikana.

Kaksoislaattaa olevan alapohjan eristetiloista todettiin virtaavan runsaasti ilmaa huonetiloihin tutkimusten aikaan vallinneilla rakennuksen normaalilla ilmanvaihdolla, ilman erillistä alipaineistusta. Epätiiveysalueita havaittiin lattialäpivienneissä, liikuntasaumoissa sekä ulko- ja väliseinien juurilla. Alapohjan eristetila on täytetty epäorgaanisella eristeellä (EPS) joka ei ole herkkää mikrobivaurioille. Osa vuotoilmavirroista voi kuitenkin olla peräisin alapohjan betonirakenteen alla olevasta epäpuhtauksia sisältävästä perusmaasta ja ulkoseinistä, joissa havaittiin paikallisia mikrobivaurioita. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme, että ilman kulkeutuminen alapohjasta estetään sisäilmariskien pienentämiseksi tiivistämällä alapohjan ulkoseinä-, väliseinä, ja pilariliittymät sekä liikuntasaumat rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä. Tiivistäminen edellyttää tiloissa olevien levykotelointien alareunojen avaamista.

6 Välipohjat

6.1 Rakenne

Välipohjan rakenne väestönsuojan päällä olevassa toimistotilassa A104 on rakenneporauksen P4 mukaan ylhäältä alas:

- pintabetoni noin 25 mm
- mineraalivillan osittain täyttämä ilmatila 115 mm
- betoni (paksuutta ei selvitetty)



***Kuvat 76 ja 77**. Rakenneporaus P4 huoneessa A104. Lattiavalun alla havaittiin osittain mineraalivillalla eristetty ilmatila.*

Rakenneporauksen P13 mukaan välipohjarakenne on tilassa A208 ylhäältä alas:

- betoni, ei läpiporausta
- välipohjasa ei todettu eristetilaa

6.2 Havainnot, kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Ensimmäisen kerroksen välipohjaan rajautuvat lattiapinnat on päällystetty muovimatoin. Lattiapäällysteet on uusittu viimeisessä peruskorjauksessa ja ne ovat hyväkuntoisia. Päällysteissä ei havaittu vaurioon viittaavia värimuutoksia tai kupruilua eikä vesipisteiden lähistölle tehdyssä pintakosteuskartoituksessa havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.



***Kuvat 78 ja 79**. Ensimmäisen kerroksen kellarikerrokseen rajautuvat lattiapinnat on päällystetty muovimatoilla. Lattiapinnoissa ei havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista.*

Kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen sisäkatot ovat maalattua betonia. Kiviaineisissa sisäkatoissa ei havaittu halkeamia, kosteusjälkiä tai merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista. Saneeratuissa luokkatiloissa ja hallinnon tiloissa kattopintaan on kiinnitetty reunoistaan listoitettua akustiikkalevytystä. Levyt ovat hyväkuntoisia eikä niiden yhteydessä todettu avoimia mineraalivillapintoja, joista voisi irrota kuituja huoneilmaan.

Alakerran suuressa käytävässä (tila A102) on listoille asennettu mineraalivilla-alakatto. Akustiikkatuotteet ovat uusia ja hyväkuntoisia, eikä niiden yhteydessä havaittu avoimia mineraalivillapintoja tai kosteusjälkiä. Tutkimusten yhteydessä alakerran käytävän alakattoa avattiin kuudesta tarkastuspisteestä (AK1 – AK6). Alakattojen avauksista todettiin välipohjan alapinnan olevan maalaamatonta betonia. Avauskohdissa havaittiin vain yksittäisiä välipohjaan talotekniikkaa varten tehtyjä läpivientejä, jotka olivat tiiviitä. Alakaton takana olevassa betonipinnassa havaittiin käytävän A102 keskiosalla avauksen AK3 kohdalla pienellä alueella paikallisia, vanhoja kosteusjälkiä ja kalkkihärmää. Kosteusjälkien kohdalla ei kuitenkaan todettu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.

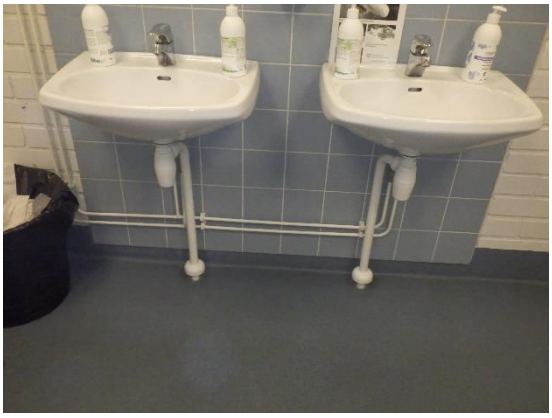



***Kuvat 80 ja 81**. Alakaton avauskohta AK3 käytävällä A102. Välipohjan betonia olevassa alapinnassa havaittiin kosteuden aiheuttamaa kalkkihärmää. Alueella ei kuitenkaan todettu viitteitä poikkeavasta kosteudesta.*

Ylemmän kerroksen välipohjiin rajautuvat lattiapinnat on kuivissa huonetiloissa päällystetty muovimatolla ja wc-tiloissa kosteaan tilaan sopivalla muovimatolla. Huonetilojen muovimatot ovat hyväkuntoisia, eikä niissä havaittu halkeamia tai kupruilua. Wc-tilojen muovimatot ovat ikääntyneitä mutta niissä ei ikääntymisen aiheuttaman kulumisen lisäksi havaittu selkeitä puutteita.




***Kuvat 82 ja 83**. Muovimatolla päällystettyä lattiaa ylemmän kerroksen aulassa ja luokkatilassa.*

***Kuvat 84 ja 85**. Wc-tilojen muovimatot ovat ehjiä mutta ikääntyneitä.*

Tutkimusten aikana välipohjan lattiapinnat kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella pistokoemaisesti vesipisteiden läheisyydestä sekä ulko-ovien vierustoilta. Lattiapinnoilla ei havaittu poikkeaviksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia lukuun ottamatta välituntipihanpuoleisen tuulikaapin reunaa (tila A216), jossa pintakosteudet olivat muita välipohja-alueita korkeampia. Tuulikaapin reunaan lattiapäällysteen alle tehdyssä viiltokosteusmittauksessa V5 kohdassa ei kuitenkaan havaittu poikkeavaa kosteutta. Viillossa havaittiin kuitenkin poikkeavaa, mikrobiperäistä hajua.

Mittaustulos on esitetty alla taulukossa ja mittapisteen sijainti liitteessä 1.

***Taulukko 5.** Välipohjan viiltokosteusmittauksen tulos 10.6.2025. Syvyys 0 mm tarkoittaa viiltokosteusmittausta suoraan lattiapäällysteen alta. VP = välipohja.*

Mittapiste	Syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m³)	Anturi nro.
V5 VP A216 PK 80 - 87	0	63,5	22,0	12,2	1/42
	sisäilma	36,5	23,1	7,5	5/42

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





***Kuvat 86 ja 87**. Tuulikaapin viiltomittaus V5. Lattian pintakosteus oli paikallisesti koholla pintakosteusilmaisimella arvioituna. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla ei kuitenkaan ollut poikkeavan korkea. Viillossa havaittiin poikkeavaa, mikrobivaurioon viittaavaa hajua.*

Välipohjan rakenne väestönsuojan kohdalta tarkastettiin huoneesta A104 ulkoseinän viereltä, jonka yhteydessä mineraalivillalla osittain täytettyyn eristetilaan tehtiin hetkellinen kosteusmittaus (MP4). Kosteus eristetilassa oli tavanomainen, ja se vastasi huoneilman

kosteutta. Mittaustulos on esitetty alla olevassa taulukossa ja sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

***Taulukko 6**. Väestönsuojaan rajautuvan välipohjarakenteen eristetilan kosteusmittauksen tulos 4.6.2025. VP = välipohja.*

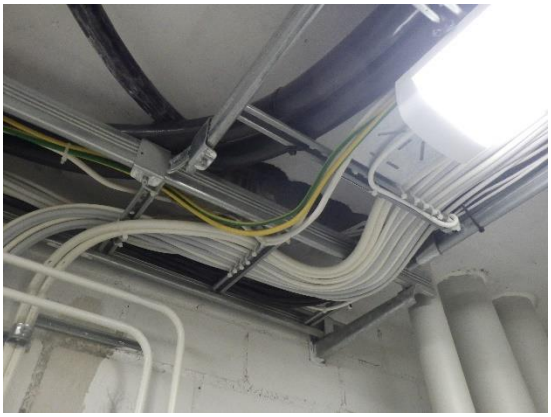
Mittapiste	RH [%]	T [°C]	Abs. [g/m³]	Anturi nro
MP4 VP A104	42,5	20,2	7,4	2/42
sisäilma	42,3	21,0	7,8	2/42

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

6.3 Ilmatiiveys ja merkkiainekokeet

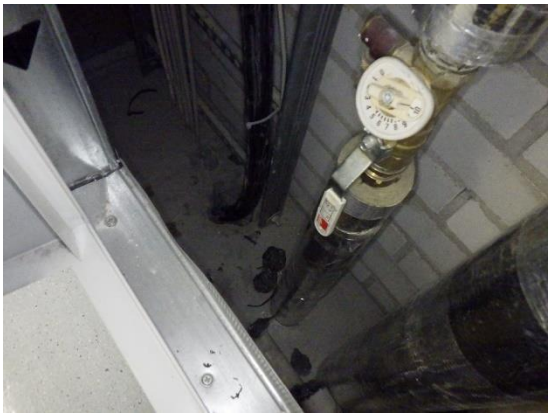
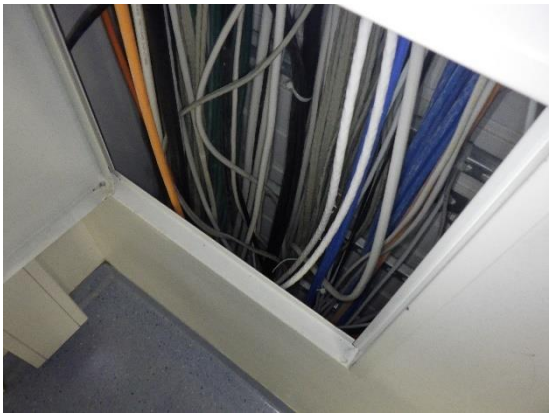
Tutkimusten yhteydessä välipohjien ilmatiiveyttä tarkasteltiin rakenteeseen tehtyjen läpivientien osalta pistokoemaisesti tehdyllä merkkisavutarkastuksella sekä merkkiainekokein.

Kellarikerroksen huonetilojen A005, A006 ja A007 ja yläpuolella olevan huonetilan A103 välipohjan läpivientien todettiin olevan aistinvaraisesti epätiiviitä. Laajempien läpivientien tilkkeenä oli käytetty mineraalivillaa.




***Kuvat 88 ja 89**. Tilojen A005 ja A006 katoissa havaittiin aistinvaraisesti epätiiviitä välipohjaläpivientejä. Laajemman läpiviennin yhteydessä havaittiin mineraalivillaa.*

Vastaavalla kohdalla ylemmässä kerroksessa, huoneen A103 ulkoseinän vierellä ja käytävän oven vierellä havaittiin levykotelointeja, joiden sisällä olevat tekniikkaläpiviennit ovat epätiiviitä. Merkkisavulla tehdyssä tarkastelussa ilman todettiin virtaavan huonetilasta kohti alapuolisia kellaritiloja.

***Kuvat 90 ja 91**. Huoneessa A103 olevien tekniikkakotelointien sisällä olevat välipohjaläpiviennit ovat epätiiviitä, ja niiden kautta virtaa ilmaa huonetilasta kellarikerroksen suuntaan.*

Ylemmän kerroksen lattioissa olevien välipohjaläpivientien toteutusta tarkasteltiin huonetilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä ja kotelointeihin kohdistuneissa rakenneavauksissa R18, R27 ja R28. Tarkastuksen yhteydessä luokkatilojen ja käytävien lattioissa havaittiin runsaasti viemäri- ja lämpöjohtoläpivientejä, joiden kohdalta tiloihin kulkeutui ilmavirtaa alapuolisesta kerroksesta. Osaa läpivienneistä oli tiivistetty jälkikäteen silikonilla. Tämän lisäksi sähköpääkeskuksista tehtyjen havaintojen mukaan kerrosten välillä olevat sähköläpiviennit ovat tiivistämättömiä.




***Kuvat 92 ja 93**. Aistinvaraisesti epätiiviitä välipohjaläpivientejä sähköpääkeskusten A118_2 ja A212_2 välillä. Alemman tilan puolella läpiviennissä havaittiin mineraalivillaa.*




***Kuvat 94 ja 95**. Aistinvaraisesti epätiiviitä välipohjaläpivientejä huonetilassa A209.*




***Kuvat 96 ja 97**. Aistinvaraisesti epätiiviitä välipohjaläpivientejä huonetilassa A209.*

Ylemmässä kerroksessa olevien levykotelointien sisällä olevat välipohjaläpiviennit ovat avauksista R17, R18, R27 ja R28 tehtyjen havaintojen mukaan tiiviitä, eikä niiden yhteydessä havaittu ilmanliikettä merkkisavulla.




***Kuvat 98 ja 99**. Levykoteloinnin avaus R18 huoneessa A212. Koteloinnin sisällä olevien iv-kanavien välipohjaläpiviennit ovat tiiviitä.*




***Kuvat 100 ja 101**. Kotelointien avaukset ylemmän kerroksen wc-tilassa A219 (R17) ja luokassa A201 (R27). Välipohjaläpivientien yhteydessä ei havaittu merkittävää epätiiveyttä.*

Käyttötilojen kohdalla betonipintaisen välipohjan tiiveys selvitettiin merkkiainekokeella alemman kerroksen neuvotteluhuoneesta A103, jonka kohdalla välipohja rajautuu alla olevaan sähkökeskukseen. Merkkiainekoepaikka on esitetty raportin liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksella MA4.

Koetilanteessa merkkiaine syötettiin neuvotteluhuoneen A103 alla sijaitsevaan sähköpääkeskukseen (tila A006). Huonetila A103 oli tutkimuksen aikaisissa ilmanvaihdon normaaliolosuhteissa noin 10 Pa alipaineinen ulkoilman suhteen. Merkkiainekaasua syötettiin huoneen alla kellarissa sijaitsevaan sähköpääkeskukseen noin 10 minuutin ajan nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin kaasun syötön aikana ja noin 10 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Sähköpääkeskuksesta vuotoa tilaan A103 havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

- Koteloinnissa olevan putken välipohjaläpivienti, pistemäinen selkeä vuoto



Kuva 102. *Merkkiainekokeessa MA4 sähköpääkeskuksesta havaittiin vuotoa tilaan A103. Merkkiainekaasua havaittiin yläpuolisessa huonetilassa A103 koteloinnissa olevan välipohjan putkiläpiviennin yhteydessä (pistemäinen mutta selvä vuotokohta).*

6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimusten yhteydessä huonekerrosten välipohjaläpivienneissä havaittiin paikallista epätiiveyttä. Epätiiveyskohdista havaittiin tapahtuvan ilmanliikettä huonekerrosten välillä. Laajempien talotekniikkaläpivientien yhteydessä on käytetty mineraalivillatilkkeitä, joista voi irrota mineraalikuituja huoneilmaan. Huonekerrosten välillä kulkeutuvien ilmavirtojen merkitys sisäilmanlaadun kannalta on mineraalivillakuitujen aiheuttaman riskin nousua lukuun ottamatta vähäinen. Kellarikerroksen teknisistä tiloista kulkeutuvien ilmavuotojen mukana huonekerroksen voi kulkeutua epäpuhtauksia. Lisäksi välipohjan tiiveys ei tällä kohtaa vastaa palo-osastojen erottamiseen vaadittavaa tiiveyttä.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme huonekerrosten välillä olevien laajempien läpivientien tilkitsemistä lähtökohtaisesti tuotteella, josta ei irtoa mineraalikuituja huoneilmaan. Suosittelemme välipohjan läpivientien tiiveyden parantamista. Tiiveyden parantamiseen tulee kiinnittää erityisesti huomioita kellarikerroksen ensimmäisen huonekerroksen välillä, sillä kellarikerroksen tekniset tilat sisältävät tavanomaista enemmän sisäilmanepäpuhtauksia. Lisäksi välipohjan tulee täyttää palo-osastoinnin määräykset. Suosittelemme kellarikerroksessa olevien läpivientien tiivistämistä nopealla aikataululla. Huonekerrosten välillä olevien läpivientien tiivistäminen voidaan tehdä rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä, sillä huonetilojen pinnoille ei havaittu kerääntyvät mineraalikuituja (ks. raportin osio ”12 Sisäilman VOC-mittaukset, mineraalikuidut ja olosuhdeseurantamittaukset”).

Ylemmän kerroksen tuulikaapin lattiassa todettiin aistinvaraisesti viite mikrobikasvun aiheuttamasta vauriosta. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme tuulikaapin lattiapäällysteen uusimista paikallisesti alusmateriaaleineen.

7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät

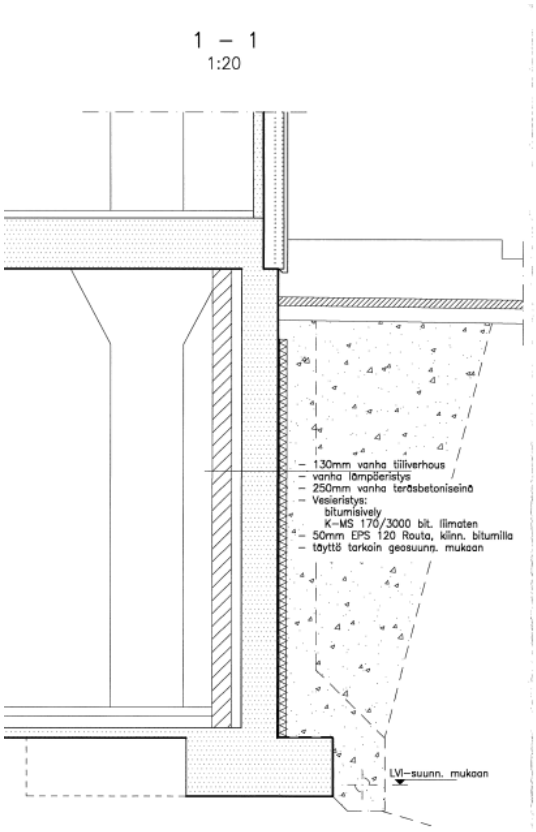
7.1 Rakenne

Kellarikerroksen maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavausten R25 ja R26 sekä rakenneporauksen P12 perusteella sisältä ulos:

- kalkkihiekkatiili 50 mm (P12)…80 mm
- ilmarako 10 mm (R25 ja R26), 70 mm (P12)
- mineraalivilla 50 mm (R25 ja R26), 20 mm (P12)
- pikisively
- betoni 250 mm (käytössä olleiden esitietojen mukaan)
- kosteussulku (käytössä olleiden esitietojen mukaan)
- maatäyttö (käytössä olleiden esitietojen mukaan)

Ensimmäisen kerroksen luokkatilan A117 alaosastaan maanvastaisen seinän rakenne rakenneporauksien P10 ja MP12 sekä rakenneavauksen R10 mukaan sisältä ulos on:

- tiili 130 mm
- ilmarako 20 mm
- mineraalivilla 50 mm
- pikisively
- betoni (paksuutta ei varmistettu)
- kosteussulku (ei varmistettu)
- maatäyttö (ei varmistettu)

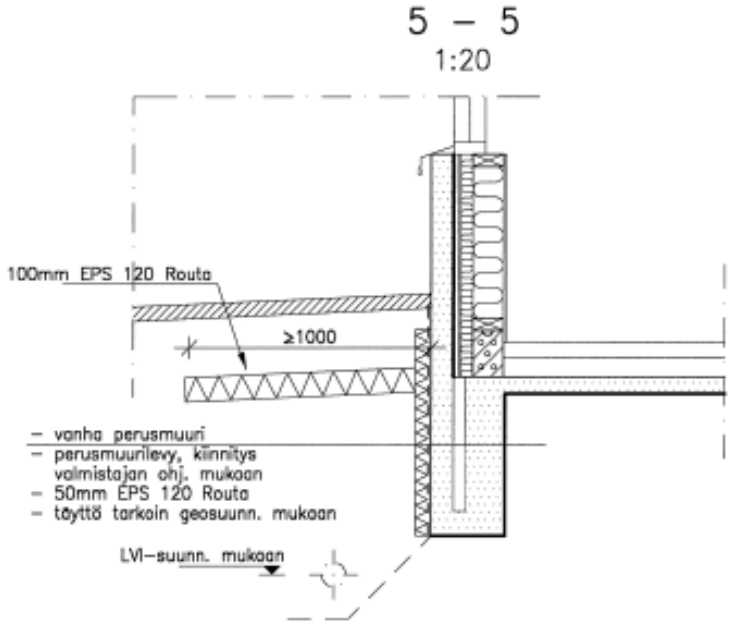


Kuva 103. *Maanvastaisen ulkoseinän (leikkaus 1 – 1) rakenne käytössä olleiden esitietojen mukaan (RAK14, Perusmuurien vedeneristys, 19.8.2003).*

Ensimmäisen kerroksen ulkoseinän rakenne ikkunoiden alapuolella rakenneavausten R5, R6 ja R7 mukaan sisältä ulos on:

- kipsilevy 13 mm
- höyrynsulku
- puurunko 50 x 150 mm ja mineraalivilla 150 mm
- tuulensuojalevy (kipsilevy)
- ilmarako n. 20 mm
- teräsbetoni 70 mm

Seinän alaosan valesokkelirakenne on korjattu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä. Korjauksessa puurungon alaohjauspuu on nostettu lattiatasolle ja sen alle on asenneetu kevytsoraharkko.



Kuva 104. *Alaosastaan maanvastaisen ulkoseinän (leikkaus 5 – 5) rakenne käytössä olleiden esitietojen mukaan (RAK14, Perusmuurien vedeneristys, 19.8.2003). Ulkoseinän alaosasta on korjattu siinä aiemmin ollut valesokkelirakenne.*

Toisen kerroksen ikkunoiden välisen ulkoseinän rakenne rakenneavausten R11, R13, R16, R20, R21 ja R23 perusteella sisältä ulos on:

- kipsilevy 13 mm
- höyrynsulkumuovi
- puurunko 50 x 100 mm + mineraalivilla 100 mm
- koolausrunko 50 x 50 mm ja mineraalivilla 50 mm
- tuulensuojalevy (kipsilevy)
- lautakoolaus 20 mm
- kuitusementtilevy

Rakenne on uusittu vuoden 2004 peruskorjauksessa, jolloin julkisivun vanhat asbestipitoiset kuitusementtilevyt on poistettu.

Toisen kerroksen ulkoseinä ikkunoiden ala- ja yläpuolella on esitietojen ja rakenneavausten R12, R14, R15, R19, R22, R24 perusteella sisältä ulos:

- teräsbetoni 70…100 mm
- Paroc FAS 1 eristelevy 140 mm
- rappausverkko
- kolmikerrosrappaus

Julkisivu eristeineen on uusittu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä.

Vuoden 2004 peruskorjauksessa tehdyssä ullakkotilassa ulkoseinän rakenne (US6) sisältä ulos on:

- kipsilevy
- höyrynsulkumuovi
- puurunko ja mineraalivilla
- kipsilevy
- kova villa
- kolmikerrosrappaus

Ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla ulkoseinät ovat pelti-villa-pelti elementtirakenteiset.

7.2 Havainnot

Ulkopuoli

Rakennuksen ulkoseinät ovat julkisivuistaan pääosin rapattuja. Sokkelit ja liikuntasalin pääosin maanvastaisen ulkoseinän ulkopinta ovat näkyviltä osin maalattua betonia ja ikkunoiden väliset alueet on levytetty kuitusementtilevyin. Ulkoseinien julkisivut ja rakennekerrokset on uusittu laajasti vuoden 2004 peruskorjauksessa. Rapattuihin ulkoseiniin kiinnitettyjen keveiden, alapinnoistaan laudoitettujen ovikatosten liittymät ulkoseiniin on pellitetty.

Maalattujen betoni- tai rappauspintaisten ulkoseinien alaosissa havaittiin kosteuden aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä ja tummaa leväkasvustoa paikallisesti rakennuksen eteläpuolella olevan kujanteen kohdalla sekä laajemmin rakennuksen pohjoisreunalla, liikuntasalin kohdalla, jossa pintavedet ja katoksen kattovedet ohjautuvat rakennuksen vierelle. Tämän lisäksi rappauspinnassa havaittiin jälkiä veden valumisesta vintin korkeudella, ilmanvaihtokonehuoneen raitisilmasäleikön alapuolella.




Kuvat 105 ja 106. *A-osan ulkoseinät ovat ikkunoiden ala- ja yläpuolisilta osilta lämpörapattuja. Ikkunoiden väliset puurunkoiset seinät on levytetty kuitusementtilevyin. Julkisivut ja rakennekerrokset on uusittu laajasti vuoden 2004 peruskorjauksessa.*





Kuvat 107, 108 ja 109. *Maalattua betonia tai rappausta olevien ulkosienien alaosissa havaittiin runsaasta kosteusrasitteesta kertovaa värimuutosta ja leväkasvustoa rakennuksen pohjoispuolella. Ilmanvaihtokonehuoneen raitisilmasäleikköjen alla havaittiin kosteuskondenssin aiheuttamia valumajälkiä.*

Levytetyissä julkisivuissa ei yleisesti havaittu lohkeamia tai merkkejä poikkeuksellisesta kastumisesta, kosteuden aiheuttamiksi arvioituja vaurioita tai materiaalimuutoksia. Ikkuna-alueisiin kohdistuvat havainnot on esitetty raportin kappaleessa ”8 Ikkunat ja ulkoovet”.

Rakennuksen pohjoisreunalla ylärinteenpuoleisella julkisivulla rappauspinnassa havaittiin yksittäisiä lohkeamia sekä paikallinen lohkeaman paikkauskohta. Luokan A201 kohdalla olevan liikuntasauman alueella havaittiin ulkoseinän eristelevyn notkahdus. Vesipellin alle jäävästä aukosta havaittiin ulkoseinän mineraalivillaeristettä sekä ikkunan apukarmina toimiva puu.

Sisäpuolelta suoritetussa tarkastuksessa luokan A201 seinäpinnoilla tai ikkuna-alueella ei havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista.



Kuvat 110 ja 111. *Itäpäädyn pohjoisreunalla rapatun ulkoseinän yläreunassa, julkisivun liikuntasauman kohdalla havaittiin eristelevyn notkahdus. Ikkunan vesipellin alle jääneestä raosta havaittiin puinen ikkunan apukarmi.*

Rakennuksen länsipäädyssä, opettajanhuoneen A112 ja rehtorin toimiston A104 kohdalla puurunkoisen ulkoseinän alaosa on ulkokuorestaan maalattua betonia. Seinän alaosa on osittain maantason alapuolella. Käytössä olleiden esitietojen mukaan rakenteen valesokkeli on korjattu vuoden 2004 peruskorjauksessa nostamalla puurungon alaohjauspuu lattiatasolle kevytsoraharkolla. Ulkopuolelta tehdyssä tarkastuksessa betonisokkelin alareunassa havaittiin tummentumaa sekä maalipinnan hilseilyä ja sokkelin vierellä pitkäkestoisesta kosteudesta kertovaa sammalkasvustoa. Sisäpuolelta tehdyissä rakenneavauksissa ulkoseinien alaosissa havaittiin kosteusvaurioita ja mikrobikasvua (ks. raportin osio 7.5). Ulkoseinien sokkelihalkaisussa esitietojen mukaan olevan eristeen laatu ei selvinnyt käytössä olleista esitiedoista, eikä sen kuntoa selvitetty tutkimusten aikana.



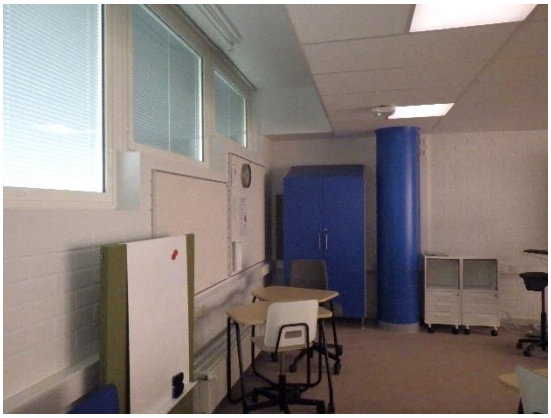
Kuvat 112 ja 113. *Rakennuksen länsipäädyssä, luokan A117 ja opettajanhuoneen kohdalla ulkoseinän alaosa on osin maanvastainen. Maalatun sokkelin alaosassa ja sen vieressä asfalttipinnalla havaittiin merkkejä pitkäkestoisesta kosteusrasitteesta. Ulkoseinän alaosan valesokkelirakennetta on korjattu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä.*

Sisätilat

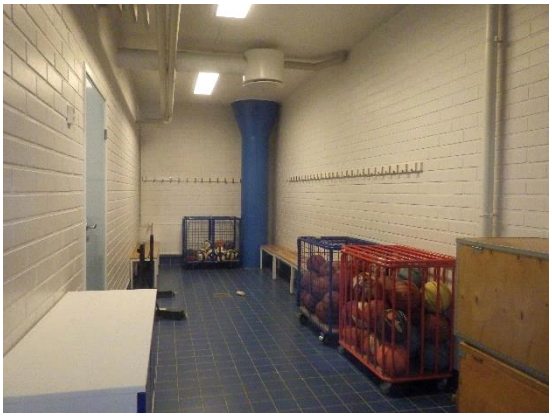
Huonetilojen puolelta ulkoseinien sisäpinnat ovat kuivissa tiloissa maalattua kipsilevyä, maalattua betonia tai tiiltä. Kellarikerroksen maanvastaiset ulkoseinät ovat varastotiloissa maalattua tiiltä ja väestönsuojatilassa maalattua betonia. Luokan A117 ja liikuntasalin sekä liikuntasalin yhteydessä olevien pukuhuonetilojen kokonaan tai osittain alaosistaan maanvastaiset ulkoseinät on sisäpinnaltaan maalattua tiiltä. Liikuntatilojen yhteydessä olevien pesutilojen kohdalla maanvastaiset seinät on laatoitettu keraamisin laatoin.

Opettajanhuoneen A112 ja rehtorin toimiston A104 sisäpinnaltaan levytetyt ulkoseinät ovat alaosastaan maantason alapuolella. Keittiötiloissa ulkoseinät on laatoitettu keraamisin laatoin.

Ulkoseinien sisäpinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamaksi arvioituja väri- tai materiaalimuutoksia lukuun ottamatta valmistuskeittiötä, jonka ikkunapenkeissä ja ikkunoiden alakarmeissa- ja puitteissa havaittiin kosteuskondenssin aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä.




Kuvat 114 ja 115. *Luokkatilan A117 sisäpinnoistaan tiilimuuratut ulkoseinät ovat kokonaan tai osittain maanvastaisia. Seinissä ei havaittu viitteitä vaurioista.*

Kuvat 116 ja 117. *Liikuntasalin ja viereisten pukuhuonetilojen maanvastaisten ulkoseinien sisäpinnat ovat maalattua tiiltä. Seinäpinnoilla ei havaittu halkeilua tai viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai kosteuden aiheuttamista vaurioista.*



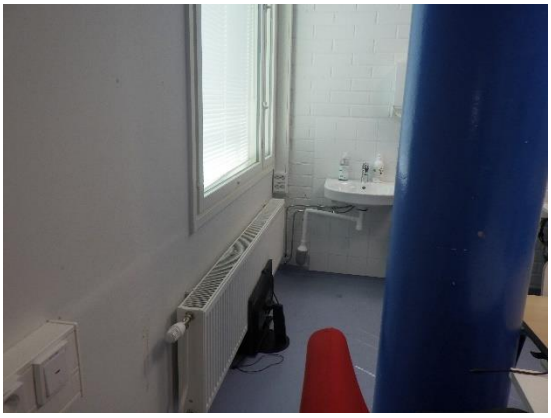

Kuvat 118 ja 119. *Opettajanhuoneen (tila A112) puurunkoisten ulkoseinien alaosat ovat osin maanvastaiset. Levytetyissä sisäpinnoissa ei havaittu viitteitä ulkoseinien alaosissa olevista kosteusvaurioista.*




Kuvat 120 ja 121. *Ruokalan ulkoseinät ovat maalattua kipsilevyä. Seinäpinnoilla ei havaittu merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista.*




Kuvat 122 ja 123. *Keittiön ulkoseinien sisäpinnat on laatoitettu keraamisin laatoin. Ikkunakarmissa havaittiin kosteuskondenssin aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä mutta ei muita kosteuden aiheuttamia vaurioita.*




Kuvat 124 ja 125. *Ylemmän kerroksen luokkatiloissa ulkoseinät ovat ikkunan alareunaan asti betonia. Ikkuna-alueiden kohdalla ulkoseinät ovat puurunkoiset. Sienien yläosat ovat betonia.*

7.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Tutkimusten aikana maanvastaiset sisäpinnastaan kivirakenteiset ulkoseinät kartoitettiin pintakosteusilmaisimella. Kartoituksessa kellarikerroksen väestönsuojatilan maalattua betonia olevien seinäpintojen alaosissa havaittiin paikallisia, erittäin pienialaisia kohtia, joissa todettiin hieman koholla olevia pintakosteusilmaisimen lukemia. Tämän lisäksi hieman

kohonneiksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia havaittiin luokan A117 sisäpinnastaan maalattua tiiltä olevan maanvastaisen seinän alareunassa. Muissa kiviaineisissa ulkoseinäpinnoissa ei havaittu poikkeavia pintakosteusilmaisimen lukemia.

Tutkimusten yhteydessä maanvastaisten ulkoseinien kosteusteknistä toimivuutta arvioitiin hetkellisesti tehdyllä eristetilan kosteusmittauksella rakenneporausten yhteydessä. Mittaus tehtiin luokkahuoneen A117 maanvastaisen seinän eristetilasta, yhdestä mittapisteestä (MP10), jonka alueella seinän alaosan tiiliverhouksessa havaittiin hieman kohonneiksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia. Mittaustulokset on esitetty alla taulukossa ja sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

***Taulukko 7**. Maanvastaisen ulkoseinärakenteen eristetilan kosteusmittauksen tulokset 10.6.2025. MVS = maanvastainen ulkoseinärakenne.*

Mittapiste	RH [%]	T [°C]	Abs. [g/m³]	Anturi nro
MP10 MVS A117 (PK70)	49,6	18,0	7,6	1/42
sisäilma	49,0	18,0	7,6	5/42
Ulkoilma	55	16,3	7,6	Ilmatieteenlaitos Tku, lentoasema

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

Tutkimusten yhteydessä maanvastaisiin ulkoseiniin tehtiin rakennekosteusmittauksia porareikämenetelmällä. Mittaukset tehtiin kahteen syvyyteen, kolmeen mittapisteeseen MP11, MP12 ja MP15, joiden kohdalla seinien alaosissa havaittiin hieman kohonneiksi arvioituja pintakosteusilmaisimen lukemia. Mittaustulokset on esitetty alla taulukossa ja mittapisteiden sijainnit liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

***Taulukko 8**. Maanvastaisen ulkoseinärakenteen porareikäkosteusmittausten tulokset 10.6.2025. MVS = maanvastainen ulkoseinärakenne.*

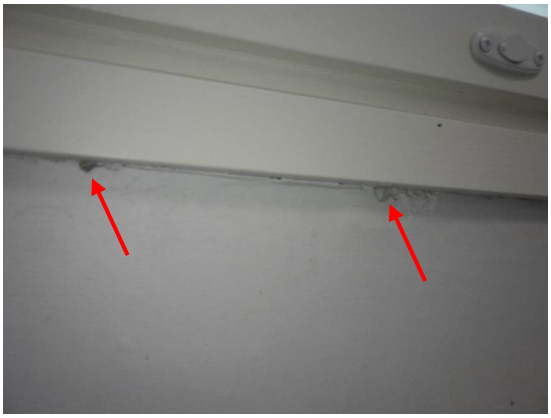
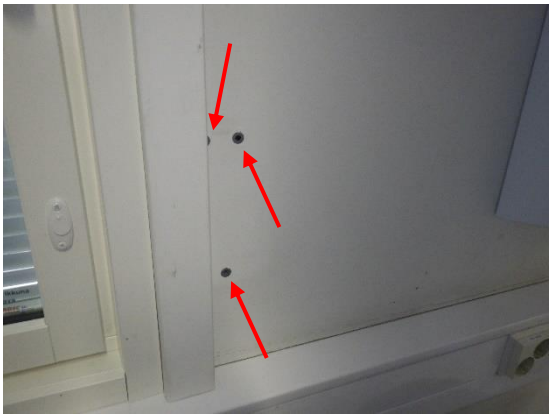
Mittapiste	Syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m³)	Anturi nro.
MP11 MVS A117 luokka PK 70	30	46,8	18,5	7,4	1/40s
	70	46,6	18,3	7,3	2/40s
MP12 MVS A117 luokka vertailu, PK 52	30	46,7	18,3	7,3	3/40s
	70	47,4	17,7	7,2	4/40s
sisäilma	-	55,7	18,7	8,9	RH/T4
MP15 MVS A002 PK 80	20	64,5	19,6	10,9	11/40s
	30	67,1	19,5	11,3	12/40s
sisäilma	-	53,0	19,6	9,0	RH/T2
Ulkoilma	55	16,3	7,6	Ilmatie-teenlaitos Tku, lento-asema	-

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittausolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ±2 %RH-yksikköä.

Maanvastaisten seinien eristetilan kosteusmittauksissa tai rakennekosteusmittauksissa ei todettu kohonnutta suhteellista kosteutta.

7.4 Ilmatiiveys ja merkkiainekokeet

Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä ulkoseinien tiiveyttä arvioitiin merkkisavulla pistokoemaisesti suoritetuissa tarkastuksissa. Merkkisavutarkastuksessa ikkunaliittymissä ja ulkoseinien levy- ja kivirakenteisten osuuksien rajakohdissa havaittiin paikallisia epätiiveysalueita, joiden kautta todettiin tapahtuvan ilmanliikettä huonetilojen ja ulkoseinärakenteen välillä tilojen painesuhteiden mukaisesti joko huonetilan tai rakenteen suuntaan. Tämän lisäksi levytetyissä ulkoseinissä havaittiin yksittäisiä, epätiiviitä kiinnikeporauksia.

Kuvat 126 ja 127. *Ulkoseinien merkkisavutarkastelussa ikkunaliittymissä havaittiin koloja, joiden kautta ilmaa kulkee huonetilojen ja rakenteen välillä. Lisäksi ulkoseinissä havaittiin yksittäisiä epätiiviitä kiinnikekohtia.*

Sisäpinnoistaan kiviaineisten ulkoseinien ilmatiiveys selvitettiin merkkiainekokeilla kolmesta huonetilasta, A117, A208 ja A204. Tämän liäksi huonetilan A103 sisäpinnastaan levytettyyn ulkoseinään tehtiin merkkiainekoe. Koepaikat on esitetty raportin liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksilla MA2, MA3, MA6 ja MA7.

Koetilanteessa merkkiaine syötettiin ulkoseinärakenteen eristetilaan sisä- tai ulkokautta poratusta reiästä. Ensimmäisen kerroksen huonetilat olivat tutkimushetkellä (kesäkuun alku ennen ilmanvaihdon säätötöitä) vallinneissa normaaliolosuhteissa noin 10 Pa alipaineisia sekä ulkoilman että tutkittavan rakenteen (ulkoseinä) suhteen. Toisen kerroksen tilat alipaineistettiin koetilanteessa Blowerdoor-järjestelmällä 10 Pa alipaineeseen tutkittavan rakenteen (ulkoseinä) yli.

<u>Luokan A117 merkkiainekoe MA2</u>

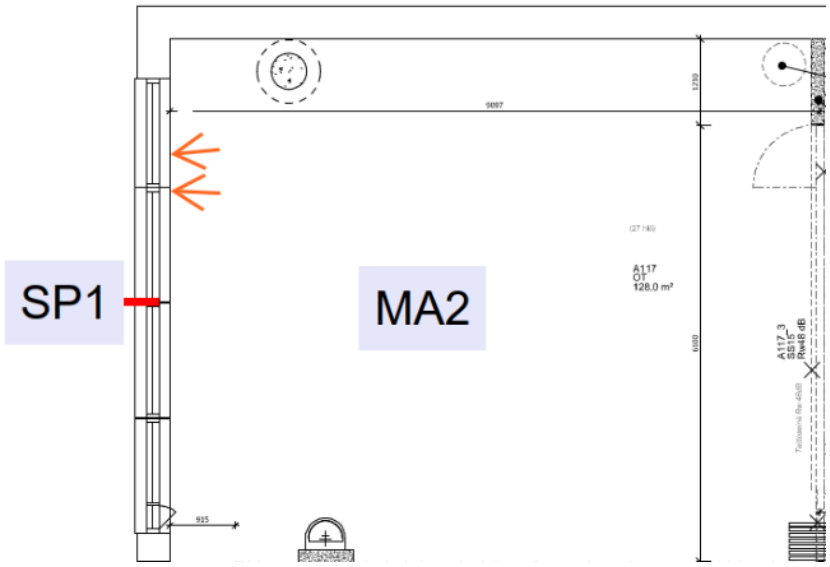
Ulkoseinän merkkiainekoe MA2 tehtiin luokkaan A117. Merkkiainekaasua syötettiin yhdestä syöttöpisteestä alaosastaan maanvastaisen ulkoseinän tiilimuuratun sisäkuoren takana olevaan eristetilaan noin 10 minuutin ajan nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin syöttöpisteestä kaasun syötön aikana ja noin 10 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Ulkoseinästä havaittiin vuotoa seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

- Seinällä olevan ilmoitustaulun kiinnitykset, pistemäinen vuoto
- Avonainen kohta tiilisaumassa ilmoitustaulun yläpuolella, vähäinen vuoto




Kuvat 128 ja 129. *Tilan A117 merkkiainekokeessa MA2 vuotoa havaittiin ilmoitustaulujen kiinnityksistä (pistemäinen vuoto) sekä avoimesta kohdasta tiilisaumassa ilmoitustaulun yläpuolella (vähäinen vuoto).*



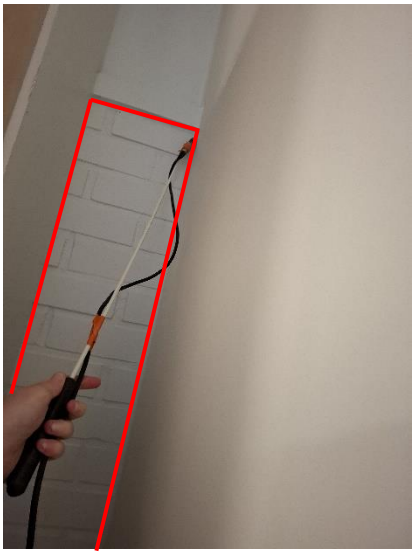
Kuva 130. *Ulkoseinän merkkiainekokeen MA2 vuotopaikat esitetty pohjakuvassa oranssilla nuolella.*

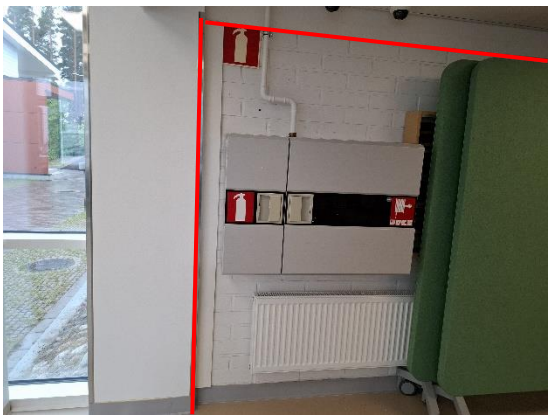
<u>Neuvotteluhuoneen A103 merkkiainekoe MA3</u>

Merkkiainekoe MA3 tehtiin neuvotteluhuoneen A103 sisäpuolelta levytettyyn ulkoseinärakenteeseen. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinän eristetilaan ulkokautta poratusta syöttöreiästä noin 10 minuutin ajan nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin syöttöpisteestä kaasun syötön aikana ja noin 10 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

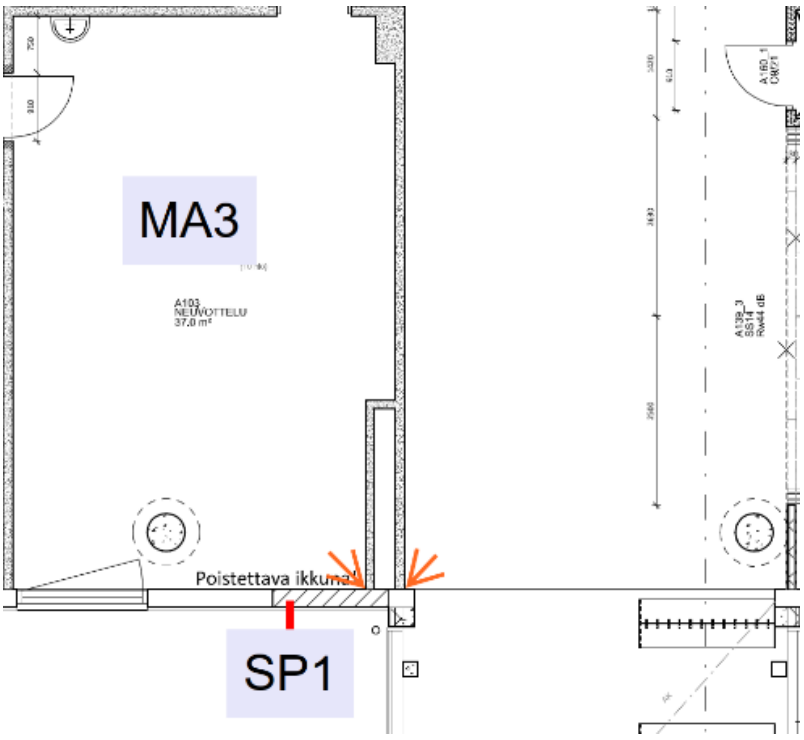
Ulkoseinästä havaittiin vuotoa seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

- Ulkoseinän ja väliseinän liittymä neuvotteluhuoneessa ja vastaisella käytävällä A102, merkittävä ja laaja vuoto
- Voimakas vuoto esti pienempien epätiiveyskohtien havainnoinnin ulkoseinällä ja ikkunaliittymissä, joiden kautta havaittiin pistemäisiä epätiiveyskohtia merkkisavulla tehdyssä tarkastuksessa.





Kuvat 131 ja 132. *Tilan A103 merkkiainekokeessa MA3 vuotoa havaittiin ulkoseinän ja väliseinän liittymästä neuvotteluhuoneessa ja väliseinän takana olevalla käytävällä A102 (merkittävä vuoto).*



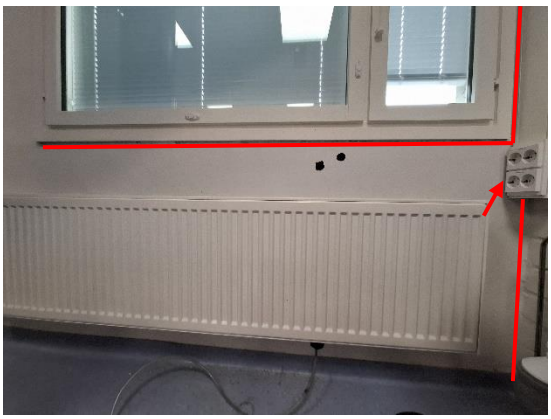
Kuva 133. *Ulkoseinän merkkiainekokeen MA2 vuotopaikat esitetty on pohjakuvassa oranssilla nuolella.*

Luokan A208 merkkiainekoe MA6

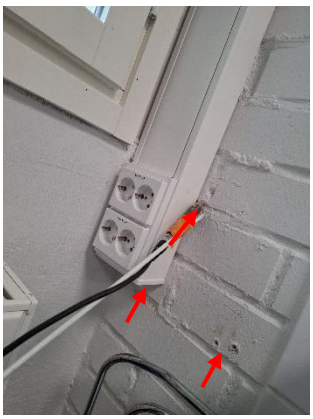
Ulkoseinän merkkiainekoe MA6 tehtiin luokkaan A208. Merkkiainekaasua syötettiin kahdesta seinän sisäpintaan poratusta syöttöpisteestä ulkoseinän eristetilaan noin 10 minuutin ajan (syötön kokonaisaika) nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin syöttöpisteestä kaasun syötön aikana ja noin 5 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Ulkoseinästä havaittiin vuotoa seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

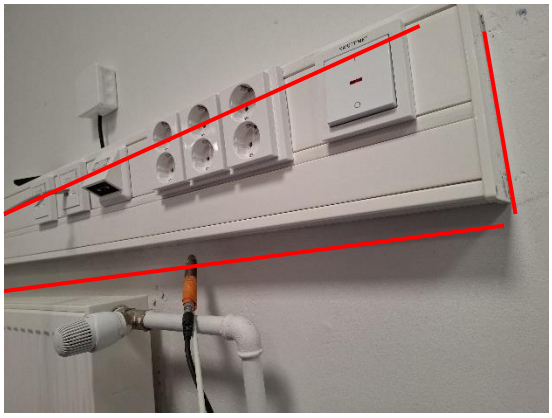
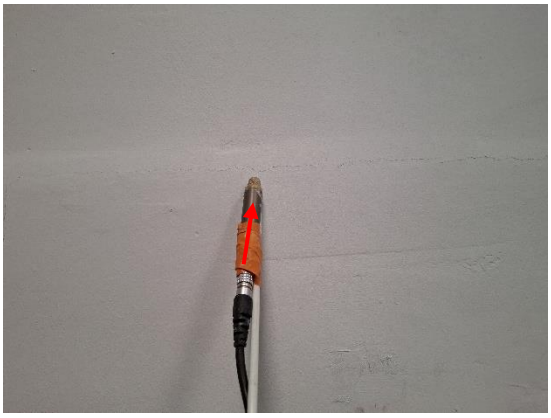
- Ikkunan alakarmin liittymä kiviaineiseen ulkoseinään, merkittävä vuoto
- Ikkunan pystyliittymä levypintaiseen ulkoseinään, merkittävä vuoto
- Ulko- ja väliseinän liittymä, merkittävä vuoto
- Ulko- ja väliseinän kiinnikkeet, pistemäisiä vuoto
- Sähkökotelointi, merkittävä vuoto
- Ulkoseinän halkeama, pistemäinen vuoto
- Sähkökoteloinnin merkittävä vuoto haittasi muiden ulkoseinän vuotopaikkojen havaitsemista



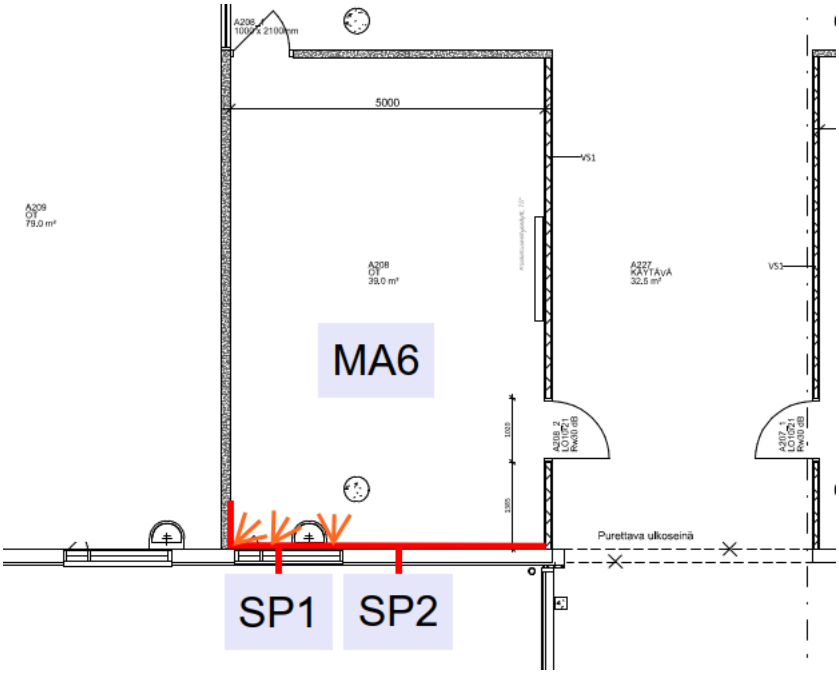

Kuvat 134 ja 135. *Tilan A208 merkkiainekokeessa MA6 vuotoa havaittiin ikkunakarmin alaliittymästä, ulko- ja väliseinän liittymästä (merkittävä vuoto) sekä ulko- ja väliseinän kiinnikkeistä (pistemäinen vuoto).*




Kuvat 136 ja 137. *Tilan A208 merkkiainekokeessa MA6 vuotoa havaittiin ulko- ja väliseinän kiinnikkeistä (pistemäinen vuoto).*

Kuvat 138 ja 139. *Tilan A208 merkkiainekokeessa MA6 vuotoa havaittiin sähkökoteloinnista (merkittävä vuoto) ja ulkoseinän halkeamasta (pistemäinen vuoto).*



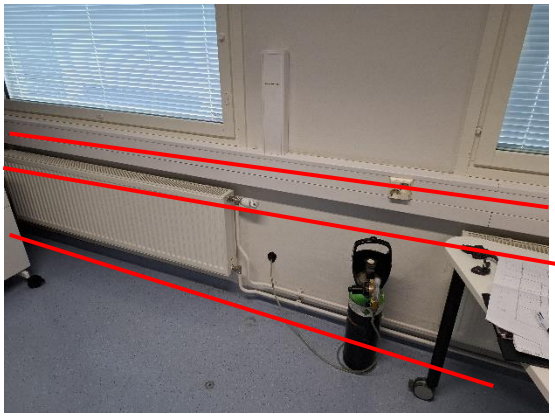
Kuva 140. *Ulkoseinän merkkiainekokeen MA6 vuotopaikat esitettynä pohjakuvassa punaisella viivalla (merkittävä) ja oransseilla nuolilla (pistemäinen).*

Luokan A204 merkkiainekoe MA7

Ulkoseinän merkkiainekoe MA7 tehtiin luokkaan A204. Merkkiainekaasua syötettiin kahdesta ulkoseinään porautusta syöttöpisteestä ulkoseinän eristetilaan noin 10 minuutin ajan (syötön kokonaisaika) nopeudella 4 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin syöttöpisteistä kaasun syötön aikana ja noin 10 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Ulkoseinästä havaittiin vuotoa seuraavasti (havainnot on esitetty myös alla olevissa kuvissa):

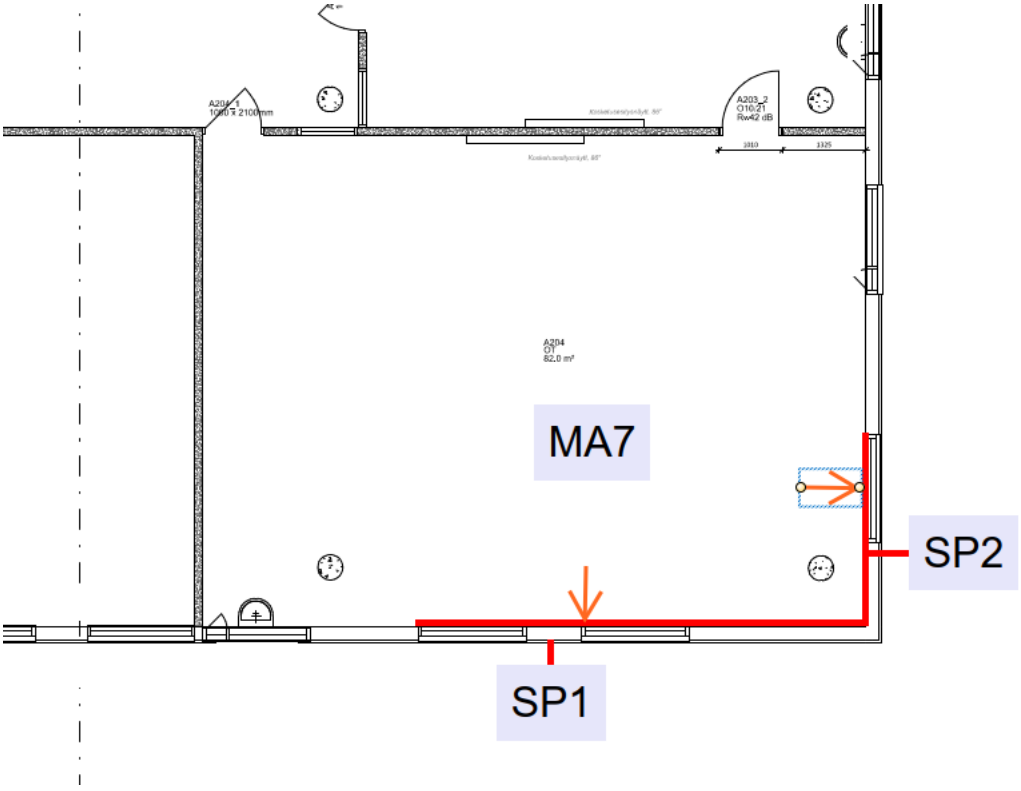
- Ulkoseinien liittymä, merkittävä vuoto
- Ulkoseinän kivi- ja levyrakenteisen osuuden rajalla kulkeva sähkökotelo, merkittävä vuoto
- Välipohjan ja ulkoseinän liittymä, merkittävä vuoto (maton ylösnoston reuna, pistemäisiä mutta merkittäviä vuotokohtia)
- Patterikannakkeet, pistemäinen vuoto




Kuvat 141 ja 142. *Tilan A204 merkkiainekokeessa MA7 vuotoa havaittiin välipohjan ja ulkoseinän liittymästä muovimaton ylösnostosta (merkittävä vuoto), sähkökotelosta (merkittävä vuoto) sekä patterikannakkeista (pistemäinen vuoto).*




Kuvat 143 ja 144. *Tilan A204 merkkiainekokeessa MA7 vuotoa havaittiin ulkoseinien nurkkaliittymästä (merkittävä vuoto), kivi- ja levyrakenteisen osuuden välissä olevasta sähkökotelosta (merkittävä vuoto) sekä patterikannakkeista (pistemäinen vuoto).*



Kuva 145. *Ulkoseinän merkkiainekokeen MA7 vuotopaikat esitettynä pohjakuvassa punaisella viivalla (merkittävä) ja oransseilla nuolilla (pistemäinen).*

7.5 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinien toteutustapa ja kunto tarkastettiin rakenneporauksin tai rakenneavauksin yhteensä 19 kohdasta. Avauksista ja porauksista neljä (R10, R25, P10 ja MP12) tehtiin kivirakenteisiin maanvastaisiin ulkoseiniin, yhdeksän (R5, R6, R7, R11, R13, R16, R19, R21, R23) levytettyihin, puurunkoisiin ulkoseiniin ja kuusi (R12, R15, R19, R20, R22, R24) betonirakenteisiin ulkoseiniin.

Ulkoseinäavaukset sijoitettiin mahdollisuuksien mukaan kohtiin, joiden ulkopuolella rakennuksen vierustalla havaittiin mahdollisesti ulkoseinärakenteen suurempaan kosteusrasitteeseen johtavia puutteita, kuten vierusmaan painanteita tai vuotavia sadevesijärjestelmän osia. Avauskohdat on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

Kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen pohjoisreunan maanvastaisten seinien rakennetta ja mahdollisia vaurioita tutkittiin luokkatilasta A117 tehtyjen rakenneporauksen MP12 ja rakenneavauksen R10 sekä kellarikerroksen timanttiporausten R25 ja R26 kautta.

Ensimmäisen kerroksen luokkatilassa A117 alaosastaan maanvastaisen ulkoseinän tiiliverhouksen takana havaittiin mineraalivillalla täytetty eristetila (**MP12** ja **P10**), jonka takana havaittiin pikisively. Avausten yhteydessä pikeys ei rikkoontunut, eikä porausten yhteydessä havaittu PAH-yhdisteisiin viittaavaa poikkeavaa hajua. Timanttiporauksella tehdyn avauksen **R10** yhteydessä mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä N19 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobilajeja. Näytetulos ei viittaa eristeessä olevaan mikrobikasvuun.




Kuvat 146 ja 147. *Luokan A117 alaosastaan maanvastaisen sisäpuolelta tiiliverhotun seinän sisällä havaittiin mineraalivillaeristettä ja pikisively (tarkastuspiste R10).*

Kellarikerroksen maanvastaisten seinien eristetilojen mahdollisia vaurioita tutkittiin timanttiporauksilla tehdyissä rakenneavauksissa **R25** (käytävä A002) ja **R26** (lämmönjakohuone A005). Molempien tarkastuspisteiden kohdalta otettiin porausten yhteydessä mineraalivillanäytteet N26 ja N27 mahdollisen mikrobikasvun toteamiseksi. Näytteen N27 analyysitulos viittaa mahdolliseen mikrobikasvuun eristemateriaalissa. Eristeessä havaittiin kohtalaisia määriä kosteusvaurioon viittaavaa homelajistoa sekä pieniä määriä sädesieniä. Näytteessä N26 ei havaittu elinkykyisiä mikrobeja. Avauksen R25 kohdalta maanvastaisen seinän pikisivelystä otetussa materiaalinäytteessä AH1 ei todettu asbestia eikä merkittäviä määriä PAH-yhdisteistä. Näytteiden analyysivastaukset on esitetty raportin liitteinä 7 ja 8.

Ensimmäisen kerroksen puurunkoisten ulkoseinien toteutustapaa ja mahdollisia vaurioita tutkittiin tiloista A103, A104 ja A112 tehdyillä rakenneavauksilla R5, R6 ja R7.

Rakenneavaus **R5** tehtiin neuvotteluhuoneeseen A103. Ulkoseinän kipsilevyverhouksen takana havaittiin epätiivis, ulkoseinän sisäverhouslevyn alle kiertyvä höyrynsulkumuovi. Ulkoseinän mineraalivillaeristeen alaosassa havaittiin ilmavuotojen mukana kulkeutunutta likaa. Ulkoseinän alaohjauspuun alapinta on lattiatasolla ja seinän puurunko on toteutettu yhdellä 150 mm paksulla puurungolla. Puurungon alla havaittiin kosteuden nousua estävä kermikaista ja kevytsoraharkko, jotka on asennettu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä, kun ulkoseinän alaosan valesokkelirakenne on korjattu.

Seinän puuosissa tai levytyksissä ei havaittu poikkeavaa kosteutta piikkikosteusmittarilla (p% < 9,5…11), kosteusjälkiä tai mikrobikasvuun viittaavaa värimuutosta. Tuulensuojalevyn takana olevassa betonipinnassa ei havaittu kohonneiksi arvioitua pintakosteutta pintakosteudenilmaisimella. Tuulensuojalevyn ja sokkelin betonipinnan välissä havaittiin 10…20 mm paksu ilmarako.

Ulkoseinän alaosan tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetussa materiaalinäytteessä N6 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja eikä tutkimustulos viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvustoon. Ulkoseinän merkkiainekokeessa levytetyn ulkoseinän liittymä tiilirakenteiseen väliseinään todettiin epätiiviiksi ja seinän eristetilasta on ilmayhteys huonetilan lisäksi viereiselle käytävälle A102.




Kuvat 148 ja 149. *Avaus R5 neuvotteluhuoneessa A103. Ulkoseinän höyrynsulku on epätiivis alaosastaan (nuoli). Ulkoseinän puurunko on nostettu lattiatasoilta alkavaksi peruskorjauksen yhteydessä. Seinässä ei havaittu kosteusvaurioita.*

Rakenneavaus **R6** tehtiin neuvotteluhuoneen vieressä olevan rehtorin toimiston A104 levytettyyn ulkoseinään, joka on alaosastaan maantasoa alempana. Ulkoseinärakenne todettiin avausta R5 vastaavaksi. Seinän puuosissa, levytyksessä tai tuulensuojalevyn takana olevassa betonipinnassa ei havaittu kohonneiksi arvioitua puunkosteutta piikkikosteusmittarilla (p% < 9,5…13) tai pintakosteudenilmaisimella. Tuulensuojan takana havaittiin 10…20 mm paksu tuuletusrako. Avauskohdassa ulkoseinän alaohjauspuun pinnalla ja tuulensuojalevytyksen eristetilanpuoleisella pinnalla havaittiin mikrobikasvuun viittaavia värimuutoksia. Alaohjauspuun pinnan tummuneesta alueesta otetussa näytteessä N7 havaittiin viljelyanalyysissä useita eri kosteusvaurioon viittaavia sienilajeja sekä mikroskooppitarkastelussa runsasta sienirihmastoa. Näytetulos viittaa materiaalin mikrobivaurioon. Vastaavaa mikrobivaurioon viittaavaa, runsasta sienirihmastoa sekä sieni-itiöitä havaittiin myös tuulensuojalevytyksen pinnan muutosalueesta otetussa näytteessä N9. Seinän mineraalivillaeristeestä otetussa materiaalinäytteessä N8 ei viljelyanalyysissä todettu elinkykyisiä mikrobeja.




Kuvat 150 ja 151. *Avaus R6 rehtorin toimistossa A104. Avauskohdan alueella ulkoseinän puuosissa ja tuulensuojalevyn alareunassa havaittiin mikrobikasvuun viittaavia värimuutoksia.*

Rakenneavaus **R7** tehtiin opettajanhuoneen A112 levytetyn ulkoseinän alaosaan. Ulkoseinän rakenne todettiin avauksia R5 ja R6 vastaavaksi. Seinän puuosissa, levytyksessä tai tuulensuojalevyn takana olevassa betonipinnassa ei havaittu kohonneiksi arvioitua puunkosteutta piikkikosteusmittarilla (p% < 9,5…13) tai pintakosteudenilmaisimella, eikä seinän puuosissa tai levytyksissä havaittu selkeitä värimuutoksia tai kosteusjälkiä. Avauksen kohdalla ulkoseinän rungon alaohjauspuuta vasten olevassa mineraalivillassa havaittiin ilmavirtauksiin viittaavaa tummentumaa. Tummentuneelta alueelta otetussa mineraalivillanäytteessä N10 havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä sekä kosteusvaurioissa tavattavia sienilajeja. Näytetulos viittaa materiaalin mikrobivaurioon.




Kuvat 152 ja 153. *Avaus R7 opettajanhuoneessa A112. Ulkoseinässä ei havaittu merkkejä kastumisesta tai viitteitä poikkeavasta kosteudesta. Tummunut lämmöneriste todettiin mikrobikasvun vaurioittamaksi. Seinän alaosan valesokkelirakenne on korjattu ja nykyinen puurunko alkaa lattiatasolta. Rungon alla havaittiin kermikaista ja kevytsoraharkko.*

Ylemmän kerroksen ikkuna-alueilta puurunkoisten ja alaosistaan elementtirakenteisten ulkoseinien toteutustapaa ja mahdollisia vaurioita tutkittiin ulkoseinien puurunkoisiin osuuksiin, ikkunoiden vierustoille tehdyillä avauksilla R11, R13, R16, R20, R21 ja R23 ja kivirakenteisiin osuuksiin tehdyillä, halkaisijaltaan 30 mm timanttiporauksilla R12, R14, R19, R22 ja R24.

Avaukset **R11** ja **R13** tehtiin luokkatilan A209 päätyyn ja pitkän sivun ulkoseinään levytetyille alueilla ikkunoiden lähistölle. Levytettyjen ulkoseinien avauksissa sisäverhouslevyn takana todettiin reunoiltaan tiivistämätön höyrynsulkumuovi. Levytetyn seinäosan alareunalla ja ikkunaliittymän vierellä mineraalivillaeristeessä havaittiin laajaa tummentumaa. Seinien puuosissa ei kuitenkaan havaittu kosteusjälkiä tai poikkeavan korkeaa puunkosteutta piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastelussa (p% < 9,5…11). Molemmissa avauksissa ikkunoiden vesipeltien todettiin nousevan tuulensuojalevyn taakse, ja pellin ja levytyksen välissä havaittiin laaja rako, josta kulkeutui runsaasti ilmaa ulkoseinän eristetilaan. Avauksien kohdalta tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetuissa näytteissä N12 ja N13 havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä ja näytteessä N12 lisäksi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia sädesieni-itiöitä. Näytetulokset viittaavat lämmöneristeessä oleviin mikrobivaurioihin.

Luokan A209 päätyseinän ja pitkällä sivulla olevan ulkoseinän kivirakenteisten osuuksien timanttiporauksissa (avaukset **R12** ja **R14**) lämmöneristeistä otetuissa materiaalinäytteissä R20 ja R21 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eivätkä tutkimustulokset viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvustoon.




Kuvat 154 ja 155. *Levytetyn ulkoseinän avaus R11 luokassa A209. Ulkoseinän höyrynsulku on alareunastaan epätiivis. Ikkunan vierellä seinän mineraalivillaeristeessä havaittiin voimakasta tummumista.*




Kuvat 156 ja 157. *Levytetyn ulkoseinän avaus R13 luokassa A209. Ikkunan vierellä seinän mineraalivillaeristeessä havaittiin tummentumaa. Eristeen takana tuulensuojan alapuolella on rako ulkoilmaan.*

Avaus **R16** tehtiin luokkatilan A207 levytettyyn ulkoseinään ikkunan vierelle. Ulkoseinän rakenne todettiin avauksia R11 ja R12 vastaavaksi. Avauksessa R16 ikkunan vierellä todettiin eristevirhe ja seinän sisällä havaittiin voimakasta ilmanliikettä. Seinän höyrynsulkumuovi oli reunoiltaan epätiivis. Ulkoseinän mineraalivillaeriste oli ilmavirtojen tummentamaa sekä seinän puurunkoisen osuuden alareunasta, että ikkunan viereltä. Seinien puuosissa ei havaittu kosteusjälkiä tai poikkeavan korkeaa puunkosteutta piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastelussa (p% < 9,5…11). Avauksen kohdalta tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä N14 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä sieni-itiöitä, eikä näytetulos viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvuun. Seinän alaosan kivirakenteisen osuuden lämmöneristeestä avauksen **R15** yhteydessä otetussa näytteessä N22 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eivätkä tutkimustulokset viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvustoon.




Kuvat 158 ja 159. *Levytetyn ulkoseinän avaus R16 luokassa A207. Ikkunan vierellä havaittiin eristevirhe (nuoli), eriste jäi sivusuunnasta vajaaksi, ja tuulensuojan alapuolella laaja rako ulkoilmaan.*

Avaus **R20** tehtiin luokkatilan A212 levytettyyn ulkoseinään ikkunan vierelle kohtaan, jossa sadevesikouru johdattaa vetensä ikkunan vesipellille. Ulkoseinän rakenne todettiin edellisiä levyrakenteisia ulkoseinäavauksia vastaavaksi. Seinän höyrynsulkumuovia oli tiivistetty sekä alareunastaan että ikkunareunastaan elastisella massalla. Seinän mineraalivillaeristeessä havaittiin ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa ja seinän puuosissa heikkoja kosteusjälkiä ja paikallista, hieman poikkeavan korkeaksi arvioitua puunkosteutta piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastelussa (p% < 9,5…16). Avauksen kohdalta seinän alareunan tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä N18 havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä sekä kosteusvaurioissa tavattavaa sienilajistoa. Näytetulos viittaa materiaalin mikrobikasvuun. Seinän alaosan kivirakenteisen osuuden lämmöneristeestä avauksen **R19** yhteydessä otetussa näytteessä N23 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, joiden joukossa ei todettu kosteusvaurioon viittaavaa mikrobilajistoa. Näytteen tutkimustulos ei viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvustoon.




Kuvat 160 ja 161. *Levytetyn ulkoseinän avaus R20 A212. Seinän mineraalivilla todettiin ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa ja puuosissa heikkoja kosteusjälkiä. Tuulensuojalevytyksen alla on rako ulkoilmaan.*

Avaus **R21** tehtiin luokkatilan A201 levytettyyn ulkoseinään ikkunan vierelle. Ulkoseinän rakenne todettiin edellisiä levyrakenteisia ulkoseinäavauksia vastaavaksi. Seinän höyrynsulkumuovia oli reunoiltaan tiivistämättä ja ulkoseinän mineraalivillaeriste alaosastaan ja ulkopinnastaan voimakkaasti ilmavirtojen tummentama. Seinän puuosissa tai tuulensuojalevytyksessä ei havaittu kosteusjälkiä tai poikkeavan korkeaa puunkosteutta piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastelussa (p% < 9,5…10). Avauksen kohdalta seinän alaosan tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä N17 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja eikä lajistossa havaittu kosteusvaurioon viittaavaa mikrobilajistoa. Seinän alaosan kivirakenteisen osuuden lämmöneristeestä avauksen **R22** yhteydessä otetussa näytteessä N24 ei havaittu mikrobikasvua.




Kuvat 162 ja 163. *Levytetyn ulkoseinän avaus R21 luokassa A201.*

Avaus **R23** tehtiin luokkatilan A204 levytettyyn ulkoseinään ikkunan vierelle. Ulkoseinän rakenne todettiin edellisiä levyrakenteisia ulkoseinäavauksia vastaavaksi. Seinän höyrynsulkumuovia oli reunoiltaan epätiivis ja ulkoseinän mineraalivillaeriste voimakkaasti ilmavirtojen tummentama. Eristeen takana olevan tuulensuojalevyn taustapinnalla havaittiin heikkoja tummentumia. Seinän puuosissa ei kuitenkaan havaittu kosteusjälkiä tai poikkeavan korkeaa puunkosteutta piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastelussa (p% < 9,5…13). Avauksen kohdalta tuulensuojalevyn taustan muutosalueelta ja tummuneesta mineraalivillaeristeestä otetuissa näytteissä N15 ja N16 ei kuitenkaan havaittu elinkykyisiä mikrobeja eikä sienikasvustoon viittaavia rihmasto- tai itiörakenteita. Seinän alaosan kivirakenteisen osuuden lämmöneristeestä avauksen **R24** yhteydessä otetussa näytteessä N25 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä näytteen tutkimustulos viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvustoon.




Kuvat 164 ja 165. *Levytetyn ulkoseinän avaus R23 luokassa A204.*

Rakenneavausten yhteydessä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin sekä haitta-aineanalyyseihin. Näytetulokset on esitetty kootusti alla olevissa taulukoissa. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteinä 2, 3, 7 ja 8.

Taulukko 9. *Tutkimuksien yhteydessä ulkoseinien rakenneavauksista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset tilakohtaisesti. Vaurioituneiksi määritetyt näytteet esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, Nx, ja punaisella pohjalla. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteissä 2 ja 3. PUS = puurunkoinen, sisäpuolelta levytetty ulkoiseinä, BUS = sisäkuorestaan betonipintainen ulkoseinä, MVS = maanvastainen ulkoseinä*

Näytetunnus	Tila	Ulkoseinän rakennetyyppi	Näytteenottokohta	Avaustunnus	Tulos
N6	A103, neuvotteluhuone	PUS	Eriste rungon alaohjauspuuta vasten	R5	Ei mikrobikasvua
N7	A104, toimisto	PUS	Alaohjauspuu	R6	Mikrobikasvu
N8	A104, toimisto	PUS	Eriste rungon alaohjauspuuta vasten	R6	Ei mikrobikasvua
N9	A104, toimisto	PUS	tuulensuojalevy	R6	Mikrobikasvu
N10	A112, opettajanhuone	PUS	Eriste rungon alaohjauspuuta vasten	R7	Mikrobikasvu
N12	A209, luokkatila	PUS	Päätyseinä, eriste ikkunan viereltä	R11	Mikrobikasvu
N13	A209, luokkatila	PUS	Pitkä julkisivu, eriste ikkunan viereltä	R13	Mikrobikasvu
N14	A207, luokkatila	PUS	Eriste ikkunan viereltä	R16	Ei mikrobikasvua
N15	A204, luokkatila	PUS	Sisäverhouslevyn tausta	R23	Ei mikrobikasvua
N16	A204, luokkatila	PUS	Eriste ikkunan viereltä	R23	Ei mikrobikasvua
N17	A201, luokkatila	PUS	Eriste ikkunan viereltä	R21	Ei mikrobikasvua
N18	A212, luokkatila	PUS	Eriste ikkunan viereltä	R20	Mikrobikasvu
N19	A117, luokkatila	MVS	Lämmöneriste seinän alaosasta	R10	Ei mikrobikasvua
N20	A209, luokkatila	PUS	Eriste ikkunan viereltä	R12	Ei mikrobikasvua

Näytetunnus	Tila	Ulkoseinän rakennetyyppi	Näytteenottokohta	Avaustunnus	Tulos
N21	A209, luokkatila	BUS	Eriste ulkoseinän alaosasta	R14	Ei mikrobikasvua
N22	A207, luokkatila	BUS	Eriste ulkoseinän alaosasta	R15	Ei mikrobikasvua
N23	A212, luokkatila	BUS	Eriste ulkoseinän alaosasta	R19	Ei mikrobikasvua
N24	A201, luokkatila	BUS	Eriste ulkoseinän alaosasta	N22	Ei mikrobikasvua
N25	A204, luokkatila	BUS	Eriste ulkoseinän alaosasta	R24	Ei mikrobikasvua
N26	A002, portaikon alatasanne	MVS	Lämmöneriste seinän alaosasta	R25	Ei mikrobikasvua
N27	A005, lämmönjakohuone	MVS	Lämmöneriste seinän alaosasta	R26	Mahdollinen mikrobikasvu

Taulukko 10. *Tutkimuksien yhteydessä rakenneavauksen R25 maanvastaisen ulkoseinän pikisivelystä otetun haitta-ainenäytteen AH1 tutkimustulokset. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteissä 7 ja 8. MVS = maanvastainen ulkoseinä*

Avaustunnus	Tila	Ulkoseinän rakennetyyppi	Näytteenottokohta	Materiaalinäytteen tunnus	Tulos
R25	A002, portaikon alatasanne	MVS	pikisively	AH1 asbesti	Ei asbestia
R25	A002, portaikon alatasanne	MVS	pikisively	AH1 PAH	35,4 mg/kg (PAH16 summa)

7.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ulkoseinät ovat tehtyjen tutkimusten perusteella epätiiviitä, ja niiden kautta kulkeutuu ilmaa huonetiloihin epätiiviitten lattia- ja väliseinäliittymien kautta sekä seinien kivi- ja levyrakenteisten osuuksien liittymäkohdista. Ulkoseinissä olevat läpiviennit, ikkunaliittymät ja ulkoseiniin kannakkeita ja kytkimiä varten tehdyt aukkokohdat ovat epätiiviitä. Ulkopuolelta levytettyjen ulkoseinien tuulensuojalevytyksissä havaitut aukkokohdat lisäävät ilmavirtoja ulkoseinärakenteessa sekä viilentävät niitä.

Puurunkoisilla seinäosuuksilla havaittiin paikallisia mikrobikasvun aiheuttamia vaurioita, joista kulkeutuvat ilmavirrat heikentävät huonetilojen sisäilmanlaatua, mikäli tilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden. Alakerrassa todetut vauriot sijaitsevat rakennuksen länsipäädyssä, opettajanhuoneen ja rehtorin toimiston kohdalla, jossa alaosastaan osin maanvastainen ulkoseinä altistuu ulkopuolelta korkealle kosteusrasitteelle ja rakenteen viileys altistaa vaurioherkät materiaalit kosteuskondenssille. Ulkoseinän alaosan valesokkelirakenne on korjattu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä. Havaintojen perusteella valesokkelikorjaus ei ole täysin onnistunut ja on mahdollista, että ulkoseinän alaosa on hallintotiloissa systemaattisesti kosteusvaurioitunut, sillä maanpinta on edelleen selvästi huonetilojen lattiatasoa korkeammalla ja puurunkoisen ulkoseinän alaosa altistuu edelleen rakenteen viileydestä johtuvalle kosteuskondenssille. Ulkosienien yhteydessä ei havaittu merkkejä laajasta, sokkelin ulkopuolelta seinän alaosaan kulkeutuvasta kosteudesta.

Myös ylemmän kerroksen puurunkoisten ulkoseinien vauriot todettiin länsipäädyn alueella. Luokan A212 vaurioalueen kohdalla ylivuotava sadevesikouru kastelee rakennetta. Ulkoseinärakenteen tuulensuojalevytyksen alla olevista raoista puurunkoisten ulkoseinen eristetilaan pääsee kulkeutumaan ilmaa, joka viilentää rakennetta.

Kivirakenteisten seinien yhteydessä ei havaittu merkittäviä mikrobivaurioita. Seinien kiviaineisissa sisäkuorissa todettiin kuitenkin epätiiveyskohtia, joiden kautta tiloihin voi kulkeutua sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia, kuten pölyjä, hajuja ja mineraalikuituja.

Huonetilojen olosuhdemittausten yhteydessä todettu luokka- ja toimistotilojen ylipaineisuus ei tällä hetkellä lisää merkittävästi ulkoseinien vaurioherkkyyttä, sillä sisäilmankosteussisältö tilojen käytön aikana pysyy mittausten mukaan matalana.

Toimenpide-ehdotukset: Suosittelemme puurunkoisten, alaosistaan maanvastaisten ulkoseinien uusimista rakennusfysikaalisesti toimivaksi hallintotilojen alueelta rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä. Mahdollisuuksien mukaan, ulkoseinän alaosa tulee lämpöeristää ulkopuolelta ja ulkoseinärakenteet uusia materiaaleilla, jotka eivät ole herkästi kosteudesta vaurioituvia. Lopullinen rakenne tulee toteuttaa sisäilman suhteen ilmatiiviisti. Rakenteissa tutkimusten yhteydessä todettujen mikrobivaurioiden aiheuttaman mahdollisen sisäilmariskin pienentämiseksi, suosittelemme ulkoseinäliittymien tiiveyden parantamista esimerkiksi nykyisten pintojen päältä väliaikaisena toimenpiteenä ennen laajempiin korjauksiin ryhtymistä.

Suosittelemme luokan A212 kohdalla olevan vuotavan sadevesikourun korjaamista nopealla aikataululla. Ylemmän kerroksen tilojen A209 ja A212 puurunkoisissa ulkoseinissä todetut paikalliset mikrobivauriot tulee korjata.

Ylemmän kerroksen sisäpuolelta levytettyjen ulkoseinien osalta suosittelemme rakenteen esisijaiseksi korjaustavaksi ulkoseinien puurunkoisten osuuksien tiiveyden parantamista, mikä voidaan tehdä levypintojen liittymät ja läpiviennit tiivistämällä.

Julkisivuistaan levytettyjen ulkoseinien tuulensuojalevytyksessä havaitut puutteet voidaan korjata rakennukseen suunnitellun julkisivukorjauksen yhteydessä. Samassa yhteydessä muut, nyt selvittämättä jääneet puurunkoisten ulkoseinien vauriot voidaan kartoittaa ja korjata havaintojen perusteella. Jos huonetilojen levytettyjä ulkoseiniä päätetään jostain muusta syystä avata laajemmin, suosittelemme tiivistysten tekemistä levypintojen takana olevaan höyrynsulkukerrokseen.

Kivirakenteisten ulkoseinien osalta suosittelemme ulkoseinissä olevien läpivientien ja kannakointi- ym. kiinnityskohtien tiivistämistä.

8 Ikkunat ja ulko-ovet

8.1 Rakenne

Rakennuksen ikkunat ovat kaksipuitteisia puu-alumiini-ikkunoita, jotka on uusittu rakennuksen laajemmassa peruskorjauksessa vuonna 2004. Ikkunat on varustettu tuuletusluukuin.

Rakennuksen ulko-ovet ovat lasiaukollisia metalliovia. Lasiaukoissa on lämpöumpiot. Ulko-ovet ovat ikkunoiden tapaan uusittu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä.

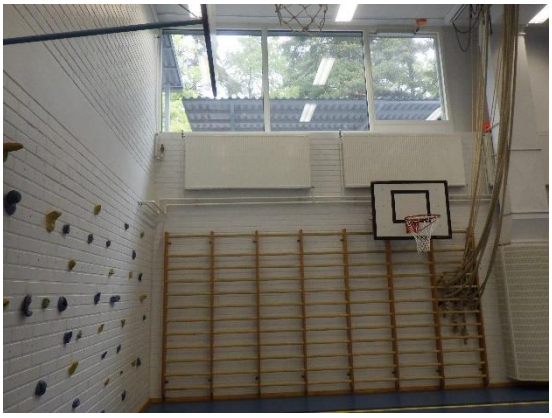
8.2 Havainnot

Ikkunat

Ikkunat ovat hyväkuntoisia.




Kuvat 166 ja 167. *Huonetilojen ikkunat ovat avattavia lämpölasitettuja, kaksipuitteisia puu-alumiini-ikkunoita.*

Kuvat 168 ja 169. *Liikuntasalin rakennuksen pohjoispihalle suuntaavat ikkunat ovat kiinteitä lämpöumpioikkunoita.*

Ikkunoiden vesipeltien kiinnitykset ovat kunnossa ja niiden kallistusten arvioitiin olevan riittäviä. Vesipeltien reunoilla ei havaittu selkeitä epätiiveysalueita. Peltien päällä ei havaittu pitkäkestoisen kosteuden tai veden lammikoitumisen aiheuttamia leväkasvustoja tai värimuutoksia, eikä ruosteen aiheuttamia vaurioita.




Kuvat 170 ja 171. *Ikkunoiden vesipeltien kallistus on riittävä eikä peltien kiinnityksessä havaittu puutteita. Peltien päällä ei havaittu merkkejä pellin päällä viipyvästä kosteudesta.*

Sisäpuolelta suoritetussa tarkastuksessa ikkunakarmeissa tai listoituksissa ei keittiötä lukuun ottamatta havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamia materiaalimuutoksia. Keittiön ikkunalistojen ja -karmien sekä sisäpuitteiden yhteydessä havaittiin

kosteuskondenssin aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä (Ks. raportin osio ”7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”).

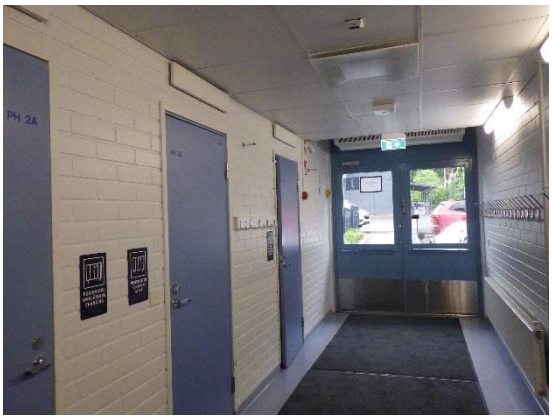
Huonetilojen tarkastusten yhteydessä ikkunalistoitusten reunoilla havaittiin paikallisesti rakoja, joiden kautta havaittiin merkkisavutarkastelun yhteydessä tapahtuvan ilmanliikettä huonetilan ja rakenteen välillä. Selkeimmät epätiiveyskohdat sijaitsivat ikkunoiden alalistoitusten reunoilla (Ks. raportin osio ”7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”).

Ulko-ovet

A-osan alemman kerroksen ruokasaliin, keittiöön ja liikuntasaliin johtavat sisäänkäyntiovet ovat lämpölasitettuja, vaalean siniseksi maalattuja metalliovia. Ovien alaosien sisä- ja ulkopinnoissa on potkupellit. Ovet on uusittu todennäköisesti vuoden 2004 peruskorjauksen aikana. Ovet ovat paikallista maalipinnan kulumista ja saranoiden ruostetta lukuun ottamatta hyväkuntoisia tai korkeintaan huoltokorjaustarpeisia. Ovien käynnissä ei havaittu puutteita.




Kuvat 172 ja 173. *Alemman kerroksen sinisiksi maalatut metalliset ulko-ovet ovat ikäänsä nähden hyväkuntoisia.*

Kuvat 174 ja 175. *Ovien alareunoissa on potkupellit.*

Rakennuksen pohjoisreunan välituntipihalta ylempään kerrokseen johtavat ulko-ovet ovat lämpölasitettuja alumiiniovia. Ovet ovat hyväkuntoisia ja ne on uusittu peruskorjauksissa. Ovien yhteydessä ei havaittu puutteita.




Kuvat 176 ja 177. *Ylemmän kerroksen ulko-ovet ovat lasitettuja alumiiniovia. Ovet ovat hyväkuntoisia.*

Viimeisessä, osittaisessa peruskorjauksessa A-osa on liitetty uudisrakennuksena tehtyyn B-osaan uudella yhdyskäytävällä. Galleriaksi kutsutulla yhdyskäytävällä oleva lämpölasitettu alumiiniulko-ovi on ylemmän kerroksen ulko-ovia vastaava ja hyväkuntoinen.

8.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ikkunat ja ulko-ovet ovat hyväkuntoisia eikä niiden vesipelleissä havaittu epätiiveyttä tai kiinnityspuutteita. Ikkunoiden tuuletusluukut toimivat moitteettomasti. Keittiön ikkunoiden yhteydessä ikkunoiden karmeissa ja listoituksissa havaittiin kosteuskondenssin aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä, mikä johtuu keittiön ilmanvaihdon puutteellisuudesta. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme keittiön ikkunoiden listoitusten uusimista ja karmien huoltomaalausta. Keittiön ilmanvaihtoa tulee mahdollisuuksien mukaan tehostaa kosteuskondenssin vähentämiseksi. Levytettyihin ulkoseiniin kohdistuvien korjausten yhteydessä ikkunaliittymät tulee tiivistää (ks. raportin osio 7 ”Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”).

A-osan ulko-ovet ovat hyväkuntoisia, lämpölasitettuja metalliovia. Ovien toiminnassa ei havaittu puutteita. Alemman kerroksen keittiöön ja liikuntasaliin johtavissa ovissa havaittiin paikallista ruostetta. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme alemman kerroksen siniseksi maalattujen metalliovien huoltomaalausta.

9 Väliseinät

9.1 Rakenne

Esitietojen ja ennen tutkimuksia tehdyn kohdekierroksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan rakennuksen väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia. Tämän lisäksi tiloissa on levyrakenteisia väliseiniä, joista osa on rakennettu viimeisten peruskorjausten aikaan tehtyjen tilamuutosten yhteydessä. Alkuperäisten, lattiatasolta lähtevien levytettyjen väliseinien asbestia sisältäneet Luja-levyt on purettu rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä vuonna 2004 ja korvattu kipsilevyillä.

Käytössä olleiden esitietojen mukaan tiiliväliseinät alkavat alapohjan pinnalta, eikä niiden juurilta ole ilmayhteyksiä alapohjan alla olevaan pohjamaahan.

Tiilirakenteiset väliseinät ovat käytössä olleiden esitietojen mukaan 130 mm paksua kalkkihiekkatiiltä. Levytetyt, puu- tai metallirunkoiset väliseinät ovat 150 mm paksuisia ja mineraalivillalla eristettyjä.

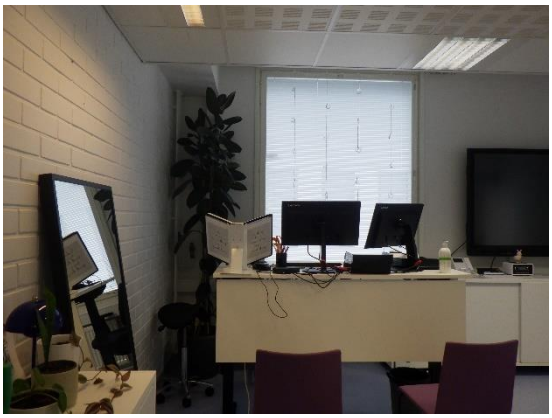
9.2 Havainnot

Levy- tai tiilirakenteiset väliseinät ovat pinnoiltaan maalattuja. Ylemmässä kerroksessa luokkatiloihin rajautuvat väliseinät ovat maalattua tiiltä oven yläreunaan saakka. Väliseinien yläosa on levytetty. Alkuperäisten wc-tilojen väliseinät ovat maalattua tiiltä. Keittiön

ja viimeisen peruskorjauksen yhteydessä alakertaan rakennettujen wc-tilojen kivirakenteiset väliseinät on laatoitettu keraamisin laatoin.

Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä väliseinäpinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamiksi arvioituja materiaalimuutoksia. Alapohjaan rajautuvien kiviainеisten väliseinien alaosissa ei pääsääntöisesti havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia. Kosteitten tilojen väliseinien kosteusmittausten tulokset on esitetty raportin osiossa 9.3.

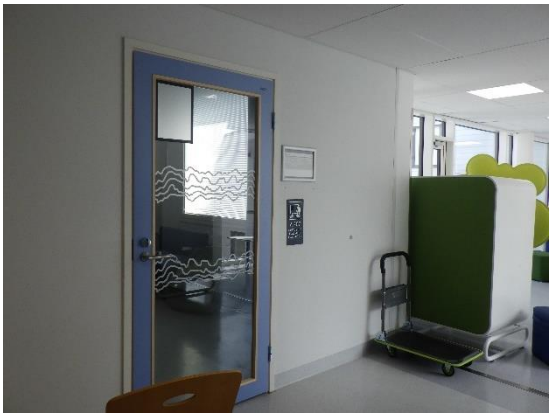
Tiiliväliseinissä olevien läpivientien yhteydessä havaittiin paikallista epätiiveyttä mutta läpivientien yhteydessä ei pistokoemaisesti tehdyssä merkkisavutarkastelussa havaittu selkeää ilmanliikettä tilojen välillä.

Kuvat 178 ja 179. *Tiilirakenteisia väliseiniä rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Seinäpinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista.*




Kuvat 180 ja 181. *Levytettyjä väliseiniä alemman kerroksen käytävällä A102 ja opettajanhuoneessa A112.*

Kuvat 182 ja 183. *Tiilirakenteisia väliseiniä rakennuksen 2. kerroksessa. Seinien yläosat ovat levyrakenteisia. Osittaisen peruskorjauksen yhteydessä tehtyjen tilamuutosten aikaan rakennettuja levytettyjä väliseiniä havaittiin yhdyskäytävän vieressä olevissa luokkatiloissa A207 ja A208.*




Kuvat 184 ja 185. *Tiilirakenteisia väliseiniä rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Seinäpinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista.*

Rakennuksen ensimmäisen kerroksen alakattoja avattiin tutkimuksen yhteydessä kuudesta kohtaa käytävän A102 alueelta (AK1 – AK6). Alakaton yläpuolella olevissa väliseinäläpivienneissä havaittiin epätiiveyttä sekä mineraalivillatilkkeitä tai levymäistä, päällystämätöntä mineraalivillaa.




Kuvat 186 ja 187. *Alakaton sisään jäävissä kipsilevyväliseinissä havaittiin epätiiviitä läpivientejä ja mineraalivillatilkkeitä (avauskohta AK1 käytävällä A102).*




Kuvat 188 ja 189. *Tiiliväliseiniin tehdyt läpiviennit oli pääosin tiivistetty mustalla massalla tai laastilla (avauskohta AK2 käytävällä A102).*




Kuvat 190 ja 191. *Tiili- ja levyrakenteisten väliseinin liittymät välipohjan alapintaan ovat tiiviitä (avauskohdat AK3 ja AK4 käytävällä A102).*

Rakennuksen ylemmän kerroksen alakattoja avattiin tutkimuksen yhteydessä kuudesta kohtaa käytävän A221 alueelta (AK7 – A12). Matalan alakaton sisällä olevat väliseinien tekniikkaläpiviennit on tiivistetty massaamalla. Seinien liittymät yläpohjaan oli havaintojen perusteella viimeistelty asianmukaisesti.




Kuvat 192 ja 193. *Väliseinien läpiviennit ja liittymät yläpohjan alapintaan ovat viimeisteltyjä (avauskohdat AK7 ja AK10 käytävällä A221).*

9.3 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Tutkimusten yhteydessä alapohjaan liittyvien kivirakenteisten väliseinien alaosat kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Liikuntasalin yhteydessä olevan pukuhuonetilan A127

pesuhuoneenvastaisen väliseinän alaosassa havaittiin paikallisesti muuhun seinäpintaan nähden poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia. Poikkeavalle alueelle tehtiin rakennekosteusmittaus porareikämenetelmällä. Mittaukset tehtiin kahteen syvyyteen, yhteen mittapisteeseen (MP14), jonka tulokset on esitetty alla taulukossa ja sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

***Taulukko 11**. Väliseinärakenteen porareikäkosteusmittausten tulokset 10.6.2025. VS = väliseinä.*

Mittapiste	Syvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m³)	Anturi nro.
MP14 VS A127 PK 70	30	59,1	18,4	9,34	8/40s
	70	61,6	18,3	9,68	9/40s
Sisäilma	-	55,3	18,5	8,8	RH/T5
Ulkoilma	-	55	16,3	7,6	Ilmatieteenlaitos, Tku lentoasema

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittausolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ±2 %RH-yksikköä.

Rakennuksen merkkiainekokeiden yhteydessä sekä alapohjan eristetilan, että ulkoseinien todettiin olevan ilmayhteydessä väliseiniin, jonka juurilla, seinäliittymissä ja seinissä olevissa kannakointikohdissa havaittiin epätiiveyttä (ks. raportin osiot ”5 Alapohjat” ja ”7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät”). Tulos viittaa kivirakenteisten väliseinien alkavan alapohjan eristetilan pohjalta, betonilaatan pinnalta.

9.4 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Tutkimusten yhteydessä alemman kerroksen levytettyihin väliseiniin tehtiin 3 rakenneavausta R3, R4 ja R8. Tämän lisäksi väliseinien toteutustapaa tarkasteltiin alakattoihin ja kotelointeihin tehtyjen avausten yhteydessä (yht. 12 kpl alakattoavauksia AK1 – AK12 ja 3 kpl koteloiden rakenneavauksia R2, R17 ja R27).

Rakenneavaus **R3** tehtiin luokkaan A117 vahtimestarinhuoneen A121 vastaisen väliseinän alaosaan. Peltirankaisessa, lattiatasolta alkavassa väliseinässä havaittiin kaksi kipsilevykerrosta ja 100 mm paksu mineraalivillaeriste. Avausalueen reunalla havaittiin peltirangan jatkoskohta, joka on tehty oviaukon pienentämiseksi aiemman peruskorjauksen yhteydessä. Avauksen kohdalta kipsilevyn eristetilanpuoleisesta pinnasta sekä mineraalivillaeristeestä otetuissa näytteissä N2 ja N3 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eivätkä näytetulokset viittaa materiaaleissa olevaan mikrobikasvuun.




***Kuvat 194 ja 195**. Väliseinän rakenneavaus R3 luokkatilassa A117. Seinässä ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita.*

Rakenneavaus **R4** tehtiin käytävälle A102 siivouskeskukseen A122 rajautuvan väliseinän alaosaan. Peltirankaisessa, vuonna 2004 tehdyssä, lattiatasolta alkavassa väliseinässä todettiin yksinkertainen kipsilevys ja 100 mm paksu mineraalivillaeriste. Siivouskeskuksen puoleisessa levytyksessä ei havaittu kosteusjälkiä tai viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista. Seinän peltirangan päällä havaittiin runsaasti hiekkaa. Avauksen kohdalta kipsilevyn eristetilanpuoleisesta pinnasta sekä mineraalivillaeristeestä otetuissa näytteissä N4 ja N5 havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eivätkä näytetulokset viittaa materiaaleissa olevaan mikrobikasvuun.




***Kuvat 196 ja 197**. Siivouskeskuksen vastaisen väliseinän rakenneavaus R4 käytävällä A102. Väliseinän peltirangan päällä havaittiin runsaasti hienojakoista hiekkaa.*

Rakenneavaus **R8** tehtiin opettajanhuoneen A112 käytävään A102 rajautuvaan väliseinään. Peltirankaisessa, vuoden 2004 peruskorjauksessa tehdyssä, lattiatasolta alkavassa väliseinässä todettiin yksinkertainen kipsilevytys. Seinässä ei ollut eristettä. Avauksen reunalla, oven vierellä havaittiin vanha, pinnaltaan tummunut runkopuu. Puussa tai kipsilevytyksessä ei tarkastushetkellä havaittu poikkeavaa puunkosteutta piikkikosteusmittarilla (p% < 9,5…10). Puuta vasten olevassa uudemmassa kipsilevyssä havaittiin mikrobikasvuun viittaavaa pilkutusta. Kipsilevyn paperipinnasta muutosalueelta otetussa näytteessä N11 havaittiin erittäin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä, joista osa oli kosteusvaurioissa tavattavaa lajistoa, sekä pieni määrä sädesieniä. Näytetulos viittaa materiaalissa olevaan mikrobikasvuun. Oven edustalla, käytävällä, alapohjan eristetilassa havaittiin poikkeavan korkeaa kosteutta (ks. raportin osio ”5 Alapohjat”). Seinän sisällä oli muoviviemäri, jonka pinnalla ei kuitenkaan havaittu merkkejä vuodoista.




***Kuvat 198 ja 199**. Rakenneavaus R8 opettajanhuoneessa A112. Vanhaa, tummunutta runkopuuta vasten olevan kipsilevyn taustassa havaittiin mikrobivaurio.*

Väliseiniin tehdyistä rakenneavauksista kerättiin yhteensä 5 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysejä varten. Rakenneavausten ja näytteiden sijainti sekä näytemateriaali on

esitetty liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa ja tulokset koottuna alla olevassa taulukossa. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteenä 2.

Taulukko 12. *Tutkimuksien yhteydessä väliseinien rakenneavauksista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset tilakohtaisesti. Vaurioituneiksi määritetyt näytteet esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, Nx, punaisella pohjalla. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteessä 2.*

Näyte-tunnus	Tila	Näytteenottokohta	Avaustunnus	Tulos
N2	A117, luokkatila	kipsilevyn paperipinta seinän eristetilan puolella	R3	ei mikrobikasvua
N3	A117, luokkatila	lämmöneriste seinän ala-osasta (mineraalivilla)	R3	ei mikrobikasvua
N4	A102, käytävä	kipsilevyn paperipinta pelti-rankaa vasten	R4	ei mikrobikasvua
N5	A102, käytävä	lämmöneriste seinän ala-osasta (mineraalivilla)	R4	ei mikrobikasvua
N11	A112, opettajan-huone	kipsilevyn paperipinta oven apukarmia vasten	R8	mikrobikasvu

9.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjaan ja ulkoseiniin tehtyjen merkkiainetutkimusten perusteella väliseinäliittymät ovat epätiiviitä, ja niiden kautta kulkeutuu ilmaa alapohjasta ja ulkoseinän eristetiloista huoneisiin. Alakattojen takana olevat väliseinäläpiviennit ovat osittain tiivistämättä ja ilmayhteydessä levytettyjen väliseinien mineraalivillalla täytettyihin eristeiloihin. Osa läpivienneistä on tiivistetty paljaalla mineraalivillalla. Läpivientikohdista voi kulkeutua mineraalikuituja huonetiloihin ilmavuotojen mukana.

Väliseinien yhteydessä ei havaittu poikkeavaa rakennekosteutta tai merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista, lukuun ottamatta opettajanhuoneen käytävänvastaisen väliseinän ovenpieltä, jossa todettiin paikallinen mikrobivaurio mutta ei merkkiä aktiivisesta vesivuodosta.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme opettajanhuoneen käytävänpuoleisen väliseinän laajempaa avaamista havaitun mikrobivaurion laajuuden selvittämiseksi ja korjaamiseksi. Lisäksi suosittelemme selvittämään, johtuuko alapohjassa havaittu poikkeavan kosteus väliseinässä kulkevan viemärin aktiivisesta vesivuodosta. Viemäriin kohdistuva korjaustapa tarkentuu lisäselvityksen perusteella.

Suosittelemme väliseinissä olevien läpivientien tiivistämistä joko massaamalla tai tilkkeillä, joista ei irtoa mineraalivillakuituja sisäilmaan.

Ulkoseinien ja alapohjan tiiveyttä parantavien toimenpiteiden yhteydessä olemme suositelleet myös väliseinäliittymien tiiveyden parantamista sisäilman laatua turvaavana toimenpiteenä.

10 Vesikatto ja yläpohja

10.1 Rakenne

Rakennuksen alkuperäinen tasakatto on vuoden 2004 peruskorjauksessa muutettu murretuksi harjakatoksi. Esitietojen mukaan (ARK 006, 8.4.2003) uusi kattorakenne (rakennetyyppi YP3) on ylhäältä alas:

- rivipeltikate (piirustuksissa: uusi ohutlevykate)
- harvalauta
- kattotuolit
- tuuletettu tila
- tuulensuojalevy – räystäällä tuuliohjaimina

- lämmöneriste noin 400 mm (havaintojen mukaan puhallusvilla)
- vanha teräsbetonilaatta 300 mm

Ilmanvaihtokoneen kohdalla yläpohjan rakenne (rakennetyyppi YP1) ylhäältä alas on:

- rivipeltikate (piirustuksissa: uusi ohutlevykate)
- harvalauta
- puukannattajat
- Paroc-elementti
- betonilaatta
- äänieriste
- vanha teräsbetonilaatta 300 mm

10.2 Havainnot

Rakennuksen yläpohjassa on ilmanvaihtokonehuoneen kohtaa lukuun ottamatta tuulettuvaa vinttitilaa. 2000-luvun alussa tehdyssä peruskorjauksessa rakennuksen kattomuoto on muutettu murretuksi harjakatoksi. Samassa yhteydessä vinttikerrokseen on rakennettu ilmanvaihtokonehuone. Viileisiin vinttitiloihin kuljetaan rakennuksen itäpäädyssä olevan ilmanvaihtokonehuoneessa olevan kulkuluukun kautta. Kulku vesikatolle on vintissä olevien kattoluukkujen kautta.

Tutkimuksen yhteydessä rakennuksen vesikate ja vinttitilat katselmoitiin katteelta ja vinttitiloista kulkusilloilta käsin. Betonirakenteisen yläpohjan huonetilanpuoleisia pintoja havainnoitiin ylemmän kerroksen luokkatiloista ja käytävältä A221 tehdyillä alakattoavauksilla (AK7 – AK12) sekä yläkerran wc-tilassa olevaa yläpohjaan rajautuvaa levykotelointia avaamalla (avaus R17).

10.2.1 Vesikatto

Vesikaton kunto tarkastettiin katteelta käsin.

Rakennuksen vesikate on uusittu vuonna 2004 kattomuodon vaihtamisen yhteydessä. Uusi rivipeltikate on hyväkuntoinen, eikä siinä yksittäisiä naarmuja ja paikallista, pienialaista ruostetta lukuun ottamatta havaittu merkittäviä ruostevaurioita tai selkeitä epätiiveysalueita. Kattopeltiä on uusittu tämän jälkeen paikallisesti katteelle tehtyjen talotekniikkamuutosten yhteydessä.

Katteelle on asennettu asiaankuuluvat lumiesteet ja kulkusillat, joiden kiinnityksissä ei havaittu puutteita.




***Kuvat 200 ja 201**. Rakennuksen rivipeltikate on vuodelta 2004 ja asennettu kattomuodon vaihdon yhteydessä.*




***Kuvat 202 ja 203**. Katteella havaittiin yksittäisiä naarmuja ja pienialaisia ruostevaurioita.*




***Kuvat 204 ja 205**. Katteella on luukkuja yläpohjan viileään vinttitilaan.*




***Kuvat 206 ja 207**. Katteella havaittiin uudempia pellityksiä kohdissa, joissa talotekniikkaan on viime aikoina tehty muutoksia.*

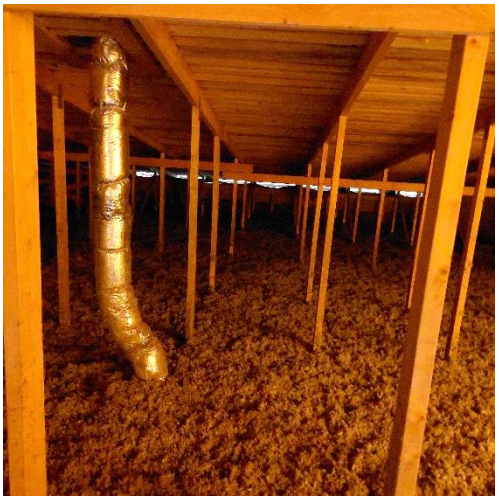
Keittiön kylmäkoneiden lauhduttimien asennus katteelle on tehty puisen telineen varaan. Kylmä- ja sähköjohtojen läpivientien kittaus todettiin heikkokuntoiseksi.




***Kuvat 208 ja 209**. Keittiön katolla olevat lauhduttimet on asennettu puisen telineen päälle. Lauhduttimelta lähtevien putkien ja johtojen läpiviennit ovat epätiiviin oloisia.*

Vesikatteen alapuolisia rakennekerroksia tarkasteltiin viileästä vinttitilasta. Vesikattorakenteet ovat puuta. Peltikatteen ja sen alla olevan harvalaudoituksen väliin ei ole asennettu aluskatetta. Vinttitila tuulettuu räystäälle jätettyjen tuuletusrakojen kautta, joiden yhteyteen on asennettu tuuliohjaimet. Tuuliohjaimissa havaittiin yksittäisiä retkahduksia mutta ei ohjaimen toimimattomuutta. Tuuletusraot on verkotettu jyrsijöiden vinttiin kulun estämiseksi. Vinttitilan tuuletus arvioitiin pääosin toimivaksi.

Vesikatteen alapuoliset rakenteet ovat puuta ja yleisesti hyväkuntoisia. Katteen alla olevassa harvalaudoituksessa sekä kattotuoleissa havaittiin vain paikallisesti kosteusjälkiä sekä selvästi kastuneita alueita ja kosteuden aiheuttamaa tummentumaa. Katteessa olevien läpivientien tai kattoluukkujen yhteydessä ei yleisesti kuitenkaan havaittu merkkejä aktiivisista vesivuodoista. Selkeästi kastuvien ruoteiden alueet on esitetty raportin liitteessä 1. Kohdista, joita ylettiin tarkastelemaan lähemmin, ei havaittu viitteitä lahon aiheuttamista vaurioista. Vintissä olevien kulkusiltojen pinnoilla havaittiin heikkoja, mahdollisesti kenkien mukana kulkeutuneen kosteuden aiheuttamia jälkiä.




***Kuvat 210 ja 211**. Vesikatteen alapuoliset kattorakenteet ovat puuta. Vinttitila tuulettuu räystäille jätettyjen tuuletusrakojen kautta. Jyrsijäverkotettujen tuuletusrakojen yhteyteen on asennettu tuuliohjaimet.*



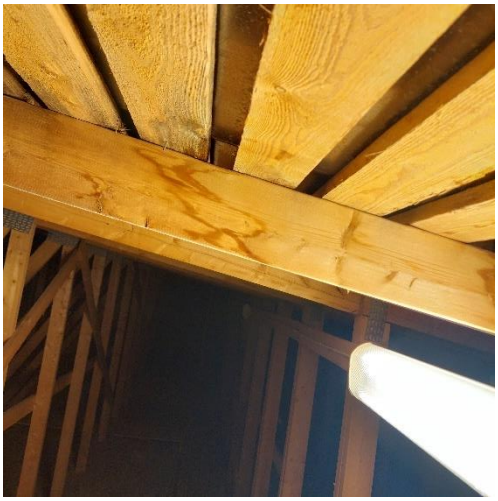

Kuvat 212 ja 213. *Peltikatteen alla ei ole aluskatetta. Katteen alla olevat puuosat ovat kuitenkin pääosin hyväkuntoisia.*




Kuvat 214 ja 215. *Vinttitilan kulkusilloissa sekä katteen alla olevassa harvalaudoituksessa havaittiin paikallisia kosteusjälkiä. Kastunut alue paikantuu luokan A212 kohdalla olevan ilmanvaihtokoteloinnin kohdalle (nuoli). Katteenpuolelta tehdyssä tarkastuksessa ei havaittu selkeää epätiiveyttä.*




Kuvat 216 ja 217. *Kosteusjälkiä ja värimuutoksia vesikaton puurakenteissa. Kastuneiden alueiden kohdalla ei ole katteen läpivientejä.*




Kuvat 218 ja 219. *Kosteusjälkiä ja värimuutoksia vesikaton puurakenteissa. Kastuneiden alueiden kohdalla ei ole katteen läpivientejä.*




Kuvat 220 ja 221. *Kattoluukkujen yhteydessä ei havaittu viitteitä vesivuodoista.*

Rakennuksen keskivaiheilla, yläpohjan tarkastuspisteen AK12 (liite 1) kohdalla vesikatteessa havaittiin aktiivinen, pienialainen vesivuotokohta, josta valui tarkastushetkellä tipoittain vettä vintin lattialla olevaan puhallusvillaeristeeseen. Vuotokohdalla ei sijaitse vesikatteen läpivientejä, vaan vuoto aiheutuu todennäköisesti vesikatteen saumakohdan vuodosta. Kohdasta valuva vesi imeytyy yläpohjan puhallusvillakerrokseen ja kuivuu vinttitilan tuuletuksen myötä. Vuotokohdan alapuolella yläpohjan betoniholvin alapinnalla ei alakattoavauksessa AK12 havaittu viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai kosteuden aiheuttamaa kalkkihärmää.

Vintissä havaitut, katteen alla olevan laudoituksen kosteuspoikkeamiin ja katteen vesivuotoihin viittaavat kohdat on esitetty liitteessä 1 olevan 2. kerroksen pohjakuvan yhteydessä.



Kuvat 222 ja 223. *Kosteusjälkiä ja värimuutoksia kattorakenteissa. Käytävän A212 keskiosalla (AK12, liite 1) havaittiin aktiivinen vesivuoto, josta tippui vettä yläpohjan eristeisiin (nuoli).*

10.2.2 Yläpohja

Vinttitila

Rakennuksen yläpohja on betonirakenteinen. Kattomuutoksen myötä vanhat vesikattorakenteet on poistettu yläpohjan teräsbetonilaattaan saakka ja laatan päälle on rakennettu uudet vesikattorakenteet. Yläpohjan lämmöneristeenä on 400 mm puhallusvillaa.

Vinttitilasta tehdyn katselmuksen yhteydessä eristekerros todettiin pääosin tasaiseksi. Räystäiden reunassa ei havaittu tuulen vaikutuksesta aiheutunutta eristeen kasautumista. Rakennuksen pohjoispuolella, tuulikaapin A224 ja sen kohdalta alkavan käytävän alueella yläpohjan puhallusvillaeristettä oli poistettu yksittäisistä, kattotuolien välissä olevilta alueilta. Syy poistolle ei selvinnyt tarkastusten yhteydessä.



***Kuvat 224 ja 225**. Tuulikaapin A224 yläpuolella yläpohjan lämmöneristeitä oli poistettu paikallisesti. Syy poistoon jäi epäselväksi.*

Vintissä olevien ilmanvaihtokanavien ja viemärintuuletusputkien yhteyteen on asennettu mineraalivillaiset tai solumuoviset eristeet. Mineraalivillalla toteutetuissa viemärituuletusputkien lämpöeristeissä havaittiin yksittäisiä puutteita.

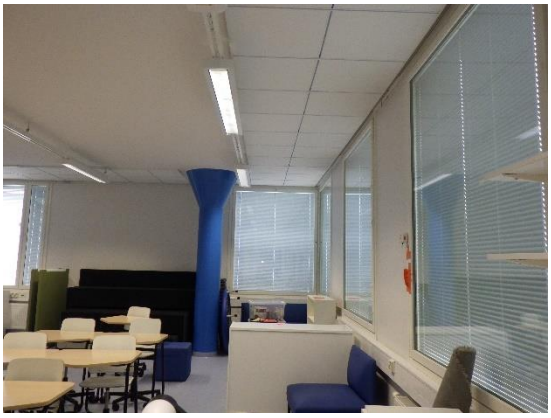


***Kuvat 226 ja 227**. Vintissä olevat viemäreitten tuuletusputket ovat osin lämpöeristetty mineraalivillalla tai solumuovikuorella. Yksittäisten tuuletusputkien yhteydessä havaittiin eristepuutteita.*

Huonetilat

Ylemmän kerroksen luokkatiloissa maalattuihin betonisiin kattopintoihin on asennettu akustiikkalevytystä. Aulatilan ja wc-tilojen sisäkatot ovat listoille asennettuja mineraalivilla- ja kipsilevyalakattoja. Betonipintaisissa tai levytetyissä sisäkatoissa ei havaittu kosteusjälkiä tai yläpuolelta kulkeutuvaan kosteuteen viittaavia materiaalimuutoksia. Aulan katossa olevat valoaukot on suljettu rakennukseen vuonna 2004 tehdyssä peruskorjauksessa. Valoaukkojen yhteydessä ei havaittu merkkejä vintin suunnasta valuneesta vedestä.

Huonetilojen sisäkatoissa oleva, yläpohjan betonipintaan listoille asennettu akustiikkalevytys on hyväkuntoista, eikä levyjen yhteydessä havaittu avoimia mineraalivillapintoja.

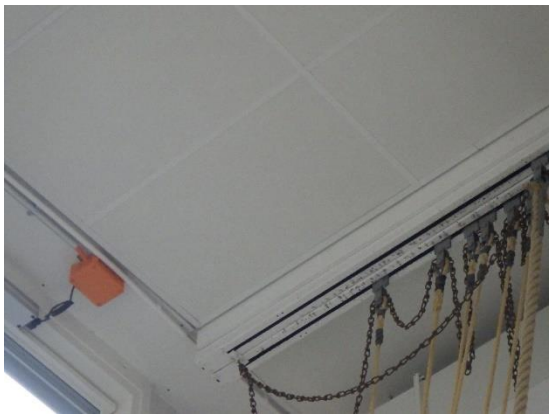



***Kuvat 228 ja 229**. Luokkatilojen maalatuissa, betonisissa sisäkatoissa ei havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamiksi arvioituja materiaalimuutoksia. Kattoon asennettujen akustiikkalevyjen reunat on listoitettu ja levyt ovat hyväkuntoisia.*




***Kuvat 230 ja 231**. Yläkerran aulassa ja wc-tiloissa on T-listoilla kannatetut akustiikka- tai kipsilevyalakatot. Alakatoissa ei havaittu kosteusjälkiä tai avoimia mineraalivillapintoja. Katon valoaukot on suljettu vuoden 2004 peruskorjauksen yhteydessä (nuoli).*

Liikuntasalin sisäkatto on levytetty akustiikkalevytyksellä. Levyjen reunoihin on asennettu listoitus. Kattopinnassa ei havaittu kosteusjälkiä tai akustiikkalevyjen repeämiä lattiatasolta tehdyssä tarkastuksessa.

***Kuvat 232 ja 233**. Liikuntasalin akustiikkalevytetyssä sisäkatossa ei havaittu kosteusjälkiä tai avoimia mineraalivillapintoja.*

Tutkimuksien aikana toisen huonekerroksen alaslaskettuja kattoja avattiin käytävältä A221 avauksista AK7 – AK12. Tämän lisäksi yläpohjaa päästiin tarkastelemaan wc-tilasta A219 (AK13) sekä wc-tilassa olevan koteloinnin yläreunan avauksesta (R17). Avauskohdat on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa.

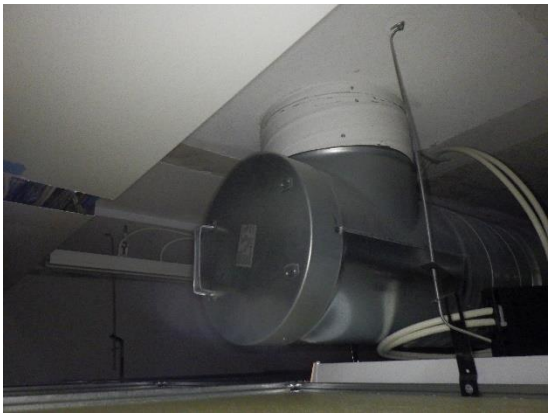
Avauksissa AK7 – AK12 tehtyjen havaintojen mukaan sisäkaton alaslasku on matala porrasaulassa (50…80 mm) ja luokkien edustoilla olevilla käytävillä korkeampi (100…120 mm). Aulan ja käytävien alakattotilassa kulkee lähinnä sähköjohtoja ja dataverkkokaapeleita. Alakaton takana olevassa yläpohjan betonipinnassa ei havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamiksi arvioituja materiaalimuutoksia lukuun ottamatta avauskohtaa AK11. Avauksen AK11 kohdalla olevassa ilmanvaihtokanavan yläpohjaläpiviennin ympärillä betonipinnassa havaittiin kosteusjälkiä mutta ei kohdassa ei todettu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.

Luokkien A202 ja A203 (AK 10 ja AK11) edustalla sekä wc-tilassa A219 alakattoavauksen AK13 kohdalla havaittiin aistinvaraisesti epätiivis, osittain mineraalivillalla tilkittyjä ilmanvaihtokanavan läpivienti. Luokkien kohdalla merkkisavulla tehdyssä tarkastelussa läpiviennissä ei havaittu tapahtuvan ilmanliikettä vintin ja huonetilojen välillä. Wc-tilan kohdalla läpivientiä ei yletytty tarkastamaan merkkisavulla.

Wc-tilan A219 aulanpuoleisessa kulmauksessa oleva levykotelointi jatkuu alakaton sisällä lähes yläpohjan betonipintaan saakka (R17).




Kuvat 234 ja 235*. Avaukset AK7 ja AK8. Yläkerran porrasaulassa sisäkaton alaslasku on matala. Yläpohjan betonipinnalla ei havaittu viitteitä poikkeavasta kosteudesta. Kuvassa 235 yläpohjan alapinnalla oleva värimuutos on laastia.*



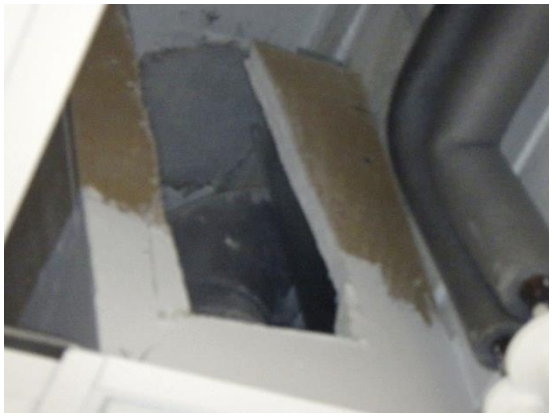

Kuvat 236 ja 237*. Avaukset AK10 ja AK11 käytävällä luokkien A202 ja A203 kohdalla. Luokkien edustalla sisäkaton alaslasku on suurempi ja alakattotilassa kulkee ilmanvaihtokanavia ja viemäreitä.*




***Kuvat 238 ja 239**. Avaukset AK10 ja AK11. Yläpohjan betonipinnassa havaittiin aistinvaraisesti epätiivis läpivienti, jonka ympärillä havaittiin kosteusjälkiä. Tämän lisäksi alakattotilassa havaittiin vanerilla levytetty viemäriputken läpivienti, jonka yhteydessä ei havaittu jälkiä vesivuodoista. Läpivienneissä ei havaittu ilmanliikettä merkkisavulla.*




***Kuvat 240 ja 241**. Avauskohta AK13 wc-tilassa A219. Wc-tilan alakaton päällä havaittiin aistinvaraisesti epätiivis, mineraalivillalla tilkitty ilmanvaihtokanavan läpivienti. Läpiviennin tiiveyttä ei pystytty arvioimaan merkkisavulla.*

***Kuvat 242 ja 243.** Alakaton ja levykoteloinnin avauskohta R17 wc-tilassa A219. Levykotelointi jatkuu alakaton sisällä yläpohjan betonipintaan saakka. Koteloinnin sisällä havaittiin laastilla ummistettu vanha yläpohjaläpivienti. Kotelossa oleva ilmanvaihtokanava kääntyy käytävänsuuntaan, alakaton taakse.*

10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

10.3.1 Vesikatto

Tutkimusten yhteydessä vesikatteella havaittiin yksittäisiä tiiveyspuutteita. Keittiön kohdalla olevien lauhduttimien kiinnitys katolle on puutteellinen ja tekniikkaläpiviennit epätiiviitä. Huonetilojen tarkastuksen yhteydessä havaittiin yksittäisiä yläpohjan lämmöneristepuutteita sekä tuuletusviemäreiden eristepuutteita. Puuttuva lämmöneriste viilentää alapuolisten tilojen sisäkattoja, lisää tuuletusputkien kosteuskondenssia sekä mahdollistaa jäätymisen aiheuttaman tukkeutumisen.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme vesikatteen tarkastamista kastumisen syyn selvittämiseksi ja korjaamiseksi. Katteella havaitut aktiiviset vesivuotokohdat tulee paikantaa ja paikata nopealla aikataululla. Lisäksi suosittelemme yläpohjan lämmöneristeissä ja tuuletusviemäreiden lämmöneristekuorissa havaittujen puutteiden korjaamista. Keittiön kohdalla olevien lauhduttimien kiinnitys katolle sekä läpivienti katteella tulee uusia.

Rakennuksen laajempien, peruskorjaustasoisten korjausten yhteydessä, suosittelemme katteen laajempaa huoltokorjausta. Jos kate päätetään uusia, suosittelemme aluskatteen lisäämistä kattorakenteeseen.

10.3.2 Yläpohja

Rakennuksen yläpohjaan rajautuvissa huonetiloissa ei havaittu viitteitä tämänhetkisestä, vintin suunnasta kulkeutuvasta kosteudesta tai ilmavirroista. Yläpohjassa olevat läpiviennit ovat kuitenkin aistinvaraisesti epätiiviitä ja niiden tilkkeinä on käytetty paljasta mineraalivillaa. Huonetiloihin kulkeutuessaan mineraalikuidut heikentävät sisäilman laatua.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme yläpohjaläpivientien tiivistämistä tuotteella, josta ei vapaudu mineraalikuituja alakattotilaan ja huoneilmaan.

11 Ilmanvaihto

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tulo- ja poistoilmakoneita on neljä.

TK/PK01 Liikuntasali

TK/PK02 Ruokala

TK/PK03 Aulat ja sosiaalitilat

TK/PK04 Luokkatilat

Keittiötä palvelee tuloilmakone TK05 ja poistoilmapuhaltimena on huippuimuri TK01PF02.

Näissä koneissa on taajuusmuuttajat.

Lisäksi rakennuksessa on 3 huippuimuria, joista yksi palvelee kellaria, toinen kompressorihuonetta ja kolmas iv-konehuonetta.

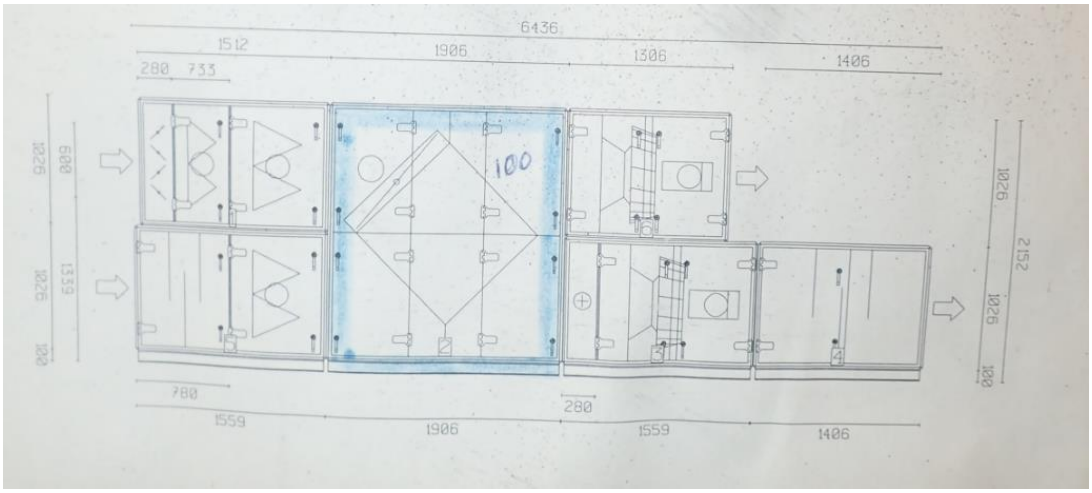
Ilmanvaihtokoneita ohjataan automatiikalla normaaliin käyttötilanteeseen klo 07:00 – 16:00. Keittiössä on lisäksi erillinen ajastin, jolla ilmanvaihtoa voidaan ohjata käymään täydellä teholla automatiikan ohjauksesta poiketen. Koneiden tehoa ohjataan lisäksi poistoilmakanavistoissa olevien hiilidioksidianturien mittaamien pitoisuuksien perusteella.

Ilmavaihtotutkimusten aikana ilmanvaihtokoneet oli asetettu valvomosta käymään täydellä teholla maksimi-ilmavirtojen selvittämiseksi.

Tuloilmakoneet sijaitsevat keittiön yläpuolella olevassa ilmanvaihtokonehuoneessa, jonne on kulku rakennuksen itäpäädyssä olevien kierreportaiden kautta ja huippuimurit ovat vesikatolla. Ilmanvaihtokoneet on uusittu peruskorjauksessa vuonna 2004. Kanavistoa on tuolloin uusittu osittain. Kanavisto on pääosin pyöreää kierresaumakanavaa sekä pieneltä

osin kanttikanavaa. Päätelaitteet on pääosin uusittu peruskorjauksessa. Ilmanvaihtokoneet on liitetty kaukovalvontaan.

Tulo- ja poistoilmakoneet TK/PK01 – TK/PK04 ovat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia.



Kuva 244. *Leikkauskuvaesimerkki ilmanvaihtokoneesta TK04.*

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK01

- Valmistaja: PM-Luft
- Valmistusaika: Vuosi 2003
- Palvelualue: Liikuntasali
- Käyntiaika: Normaaliin käyttötilanteeseen klo 07:00 – 16:00. Muutoin pienellä teholla.
- Tuloilmakoneen kokoonpano on seuraava: Raitisilmaritilä, yhteinen raitisilmakammio, sulkupelti, karkeasuodatin, hienosuodatin, lämmöntalteenotto (ristivirtakenno, varustettu kesäohituksella) lämmityspatteri, puhallin (suoraveto) ja äänenvaimennin.
- Poistoilmakoneen kokoonpano on seuraava: äänenvaimennin, karkeasuodatin, lämmöntalteenottokenno (ristivirtaperiaate), poistoilmapuhallin ja ulospuhalluselin vesikatolla.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut merkintöjen mukaan 22.5.2025. Suodattimia vaihdetaan 2 – 3 kertaa vuodessa.

Tuloilmaa suodatetaan G4-luokan karkeasuodattimia ja luokan F7 hienosuodattimia (Trendi Well/General Filter). Suodattimet asettuvat tiiviisti kehyksiinsä. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimet ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa on reikäpellin taustalla pinnoitettua äänenvaimennusmateriaalia. Ilmanvaihtokoneessa tai äänenvaimentimissa ei ole kuitulähteitä. Pölymäärä koneen pinnoilla, äänenvaimentimissa ja koneelta lähtevässä tuloilmakanavassa oli pieni.

Lämmöntalteenoton kesäohituksen vivuston kiinnityksessä oli irronnut eikä pelti sulkeutunut täysin tiiviisti.

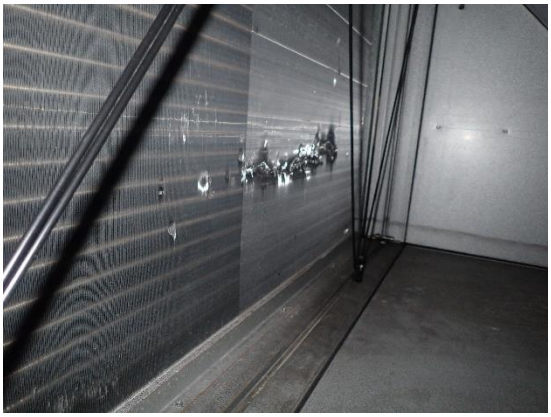
Poistoilmassa on M6-luokan suodatus. Suodattimien kehykset ovat tiiviitä.



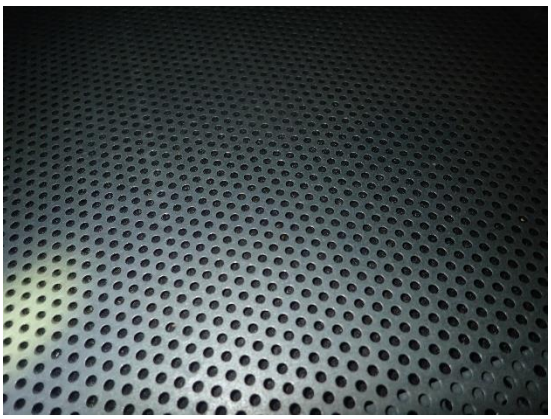

Kuvat 245 ja 246. *Tuloilmakoneen sulkupelti. Suodattimien kehykset olivat tiiviitä.*



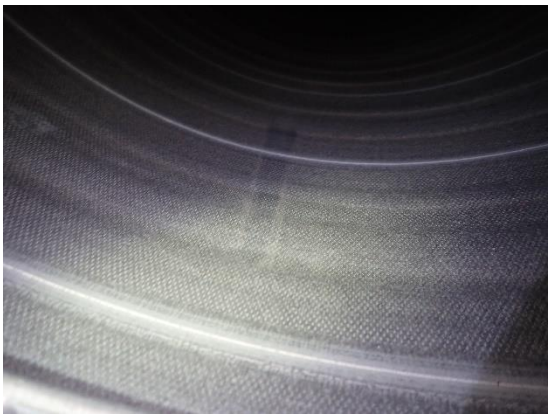
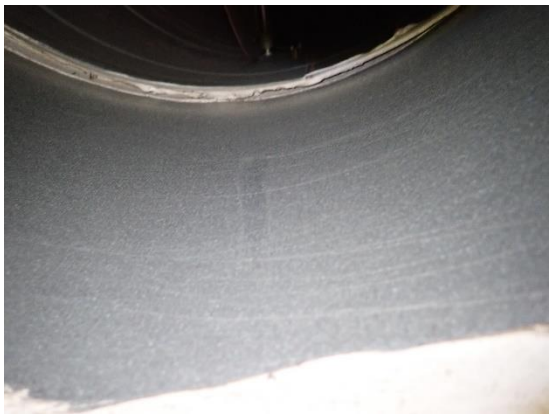

Kuvat 247 ja 248. *LTO:n ohituspellin vivusto oli irronnut.*




Kuvat 249 ja 250. *Lämmityspatterinkenno oli hieman rutussa. Suoravetopuhaltimissa ei havaittu puutteita.*

Kuvat 251 ja 252. *Äänenvaimennusmateriaalit ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa eriste on suojattu reikäpellillä.*

Kuvat 253 ja 254. *Ilmanvaihtokoneessa ja -kanavassa koneen vierellä havaittiin vain pieni määrä pölyä.*

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK02

- Valmistaja: PM-Luft
- Valmistusaika: Vuosi 2003
- Palvelualue: Ruokala
- Käyntiaika: Normaaliin käyttötilanteeseen klo 07:00 – 16:00. Muutoin pienellä teholla.
- Tuloilmakoneen kokoonpano on seuraava: Raitisilmaritilä, yhteinen raitisilmakammio, sulkupelti, karkeasuodatin, hienosuodatin, lämmöntalteenotto (ristivirtakenno, varustettu kesäohituksella) lämmityspatteri, puhallin (suoraveto) ja äänenvaimennin.
- Poistoilmakoneen kokoonpano on seuraava: äänenvaimennin, karkeasuodatin, lämmöntalteenottokenno (ristivirtaperiaate), poistoilmapuhallin ja ulospuhalluselin vesikatolla.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut merkintöjen mukaan 22.5.2025. Suodattimia vaihdetaan 2 – 3 kertaa vuodessa.

Tuloilmaa suodatetaan G4-luokan karkeasuodattimia ja luokan F7 hienosuodattimia (Trendi Well/General Filter). Suodattimet asettuvat tiiviisti kehyksiinsä.

Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimet ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa on reikäpellin taustalla pinnoitettua äänenvaimennusmateriaalia. Ilmanvaihtokoneessa tai äänenvaimentimissa ei ole kuitulähteitä. Pölymäärä koneen pinnoilla, äänenvaimentimissa ja koneelta lähtevässä tuloilmakanavassa oli pieni.

Poistoilmassa on M6-luokan suodatus. Suodattimien kehykset ovat tiiviitä.




Kuvat 255 ja 256. *Tuloilmakoneessa TK/PK2 on vastaavat suodattimet (karkea ja hienosuodatin) kuin koneessa TK/PK3.*




Kuvat 257 ja 258. *LTO:n ohituspelleissä ei havaittu puutteita. Lämmityspatteri oli puhdas.*




Kuvat 259 ja 260. *Puhaltimessa ei havaittu puutteita. Pölymäärä puhallinkammiossa oli pieni.*




Kuvat 261 ja 262. *Äänenvaimennusmateriaalit ovat pinnoitettuja. Pölymäärä konehuoneen tuloilmakanavassa oli pieni.*

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK03

- Valmistaja: PM-Luft
- Valmistusaika: Vuosi 2003
- Palvelualue: Aulat ja sosiaalitilat
- Käyntiaika: Normaali käyttötilanne klo 07:00 – 16:00. Muutoin pienellä teholla.
- Tuloilmakoneen kokoonpano on seuraava: Raitisilmaritilä, yhteinen raitisilmakammio, sulkupelti, karkeasuodatin, hienosuodatin, lämmöntalteenotto (ristivirtakenno, varustettu kesäohituksella) lämmityspatteri, puhallin (suoraveto) ja äänenvaimennin.
- Poistoilmakoneen kokoonpano on seuraava: äänenvaimennin, karkeasuodatin, lämmöntalteenottokenno (ristivirtaperiaate), poistoilmapuhallin ja ulospuhalluselin vesikatolla.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut merkintöjen mukaan 22.5.2025. Suodattimia vaihdetaan 2 – 3 kertaa vuodessa.

Tuloilmaa suodatetaan G4-luokan karkeasuodattimia ja luokan F7 hienosuodattimia (Trendi Well/General Filter). Suodattimet asettuvat tiiviisti kehyksiinsä. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimet ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa on reikäpellin taustalla pinnoitettua äänenvaimennusmateriaalia. Ilmanvaihtokoneessa tai äänenvaimentimissa ei ole kuitulähteitä. Pölymäärä koneen pinnoilla, äänenvaimentimissa ja koneelta lähtevässä tuloilmakanavassa oli pieni.

Lämmöntalteenottokennon ohituspellin vivun kiinnitys oli irronnut.

Poistoilmassa on M6-luokan suodatus. Suodattimien kehykset ovat tiiviitä.

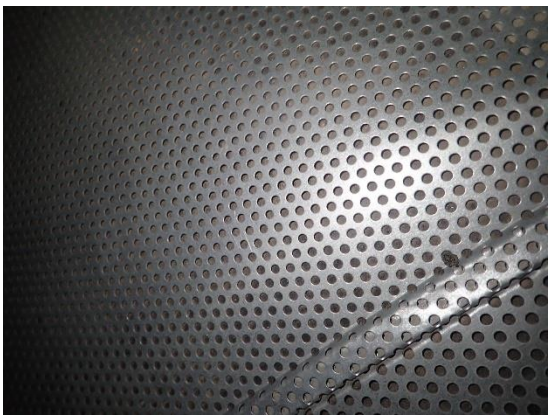


Kuva 263. *LTO:n ohituspellistön vivun kiinnike oli irronnut. Lämmityspatteri oli puhdas.*





Kuvat 264 ja 265. *Puhaltimessa ei havaittu puutteita. Pölymäärä puhallinkammiossa oli pieni.*





Kuvat 266 ja 267. *Äänenvaimennusmateriaalit ovat pinnoitettuja. Pölymäärä konehuoneen tuloilmakanavassa oli pieni.*

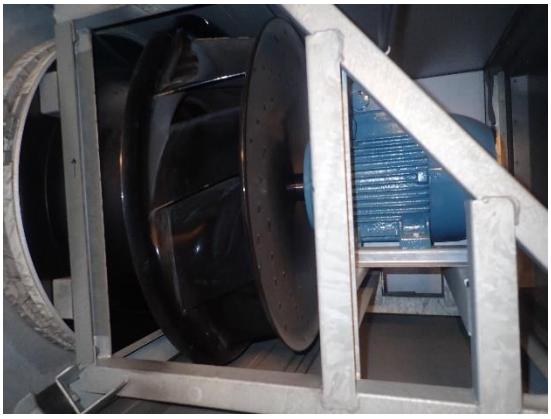
Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK04

- Valmistaja: PM-Luft
- Valmistusaika: Vuosi 2003
- Palvelualue: Luokkatilat
- Käyntiaika: Normaali käyttötilanne klo 07:00 – 16:00. Muutoin pienellä teholla.
- Tuloilmakoneen kokoonpano on seuraava: Raitisilmaritilä, yhteinen raitisilmakammio, sulkupelti, karkeasuodatin, hienosuodatin, lämmöntalteenotto (ristivirtakenno, varustettu kesäohituksella) lämmityspatteri, puhallin (suoraveto) ja äänenvaimennin.
- Poistoilmakoneen kokoonpano on seuraava: äänenvaimennin, karkeasuodatin, lämmöntalteenottokenno (ristivirtaperiaate), poistoilmapuhallin ja ulospuhalluselin vesikatolla.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut merkintöjen mukaan 22.5.2025. Suodattimia vaihdetaan 2 – 3 kertaa vuodessa.

Tuloilmaa suodatetaan G4-luokan karkeasuodattimia ja luokan F7 hienosuodattimia (Trendi Well/General Filter). Suodattimet asettuvat tiiviisti kehyksiinsä. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimet ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa on reikäpellin taustalla pinnoitettua äänenvaimennusmateriaalia. Ilmanvaihtokoneessa tai äänenvaimentimissa ei ole kuitulähteitä. Pölymäärä koneen pinnoilla, äänenvaimentimissa ja koneelta lähtevässä tuloilmakanavassa oli pieni.

Poistoilmassa on M6-luokan suodatus. Suodattimien kehykset ovat tiiviitä.




Kuvat 268 ja 269. *Puhaltimessa ei havaittu puutteita. Pölymäärä puhallinkammiossa oli pieni.*



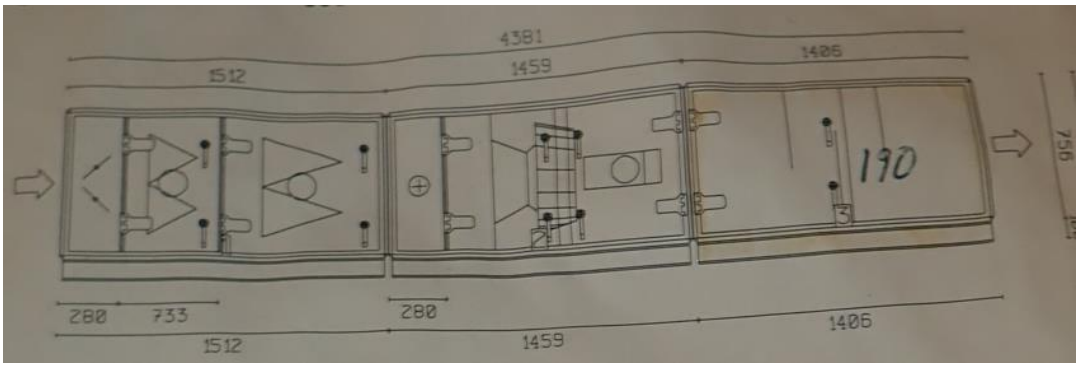
Kuvat 270. *Äänenvaimennusmateriaalit ovat pinnoitettuja.*

Tuloilmakone TK05

- Valmistaja: PM-Luft
- Valmistusaika: Vuosi 2003
- Palvelualue: Keittiö
- Käyntiaika: Kone käy saadun tiedon mukaan 24/7. Kone kävi mittauspäivänä puoliteholla ja asetettiin käymään täydelle teholle keittiössä olevalla ”munakellolla”.
- Tuloilmakoneen kokoonpano on seuraava: Raitisilmaritilä, yhteinen raitisilmakammio, sulkupelti, karkeasuodatin, hienosuodatin, lämmityspatteri, puhallin (suoraveto) ja äänenvaimennin.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut merkintöjen mukaan 22.5.2025. Suodattimia vaihdetaan 2 – 3 kertaa vuodessa.

Tuloilmaa suodatetaan G4-luokan karkeasuodattimia ja luokan F7 hienosuodattimia. Suodattimet asettuvat tiiviisti kehyksiinsä. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimet ovat pinnoitettuja. Ilmanjakokammiossa on reikäpellin taustalla pinnoitettua äänenvaimennusmateriaalia. Ilmanvaihtokoneessa tai äänenvaimentimissa ei ole kuitulähteitä. Pölymäärä koneen pinnoilla, äänenvaimentimissa ja koneelta lähtevässä tuloilmakanavassa oli pieni.

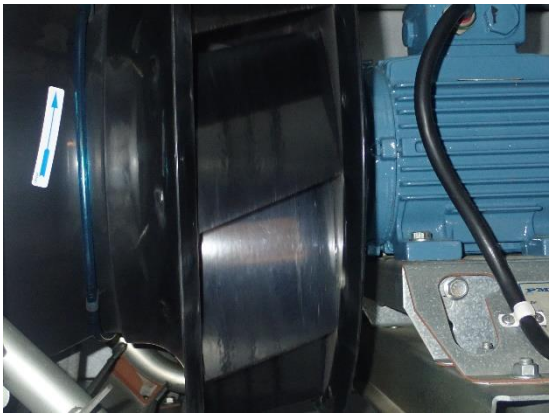


Kuva 271. *Leikkauskuva tuloilmakoneesta TK5.*





Kuvat 272 ja 273. *Lämmityspatterin säleet olivat paikoin rytyssä.*

Kuvat 274 ja 275. *Pölymäärä ilmanvaihtokoneessa ja puhaltimessa oli pieni. Puhaltimessa ei havaittu puutteita.*



Kuva 276. *Äänenvaimennusmateriaalit olivat pinnoitettuja.*

Huippuimurit

Huippuimureita on yhteensä neljä. Keittiön huippuimuri on vaihdettu lähivuosina uuteen. Muut huippuimurit (kellarin tilat, kompressorihuone ja iv-konehuone) ovat todennäköisesti peräisin vuodelta 2004.

Kaikki huippuimurit olivat käynnissä. Niiden ei havaittu pitävän poikkeavaa ääntä. Huippuimureita ei tarkemmin katselmoitu.



Kuvat 277 ja 278. *Keittiön äskettäin uusittu huippuimuri (taaempi huippuimuri) sekä esimerkkikuva vuodelta 2004 peräisin olevasta huippuimurista.*

Ilmanjako ja kanavisto

Ilmanvaihtokanavisto on toteutettu kanttikanavalla ja kierresaumakanavalla. Ilmanvaihtokanavat kulkevat pääosin rakenteissa piilossa. Yläpohjatilassa olevat kanavat on eristetty mineraalivillalla. Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin peräisin vuoden 2004 peruskorjauksesta. Kanavistossa havaitut äänenvaimentimet ovat Veloductin valmistamia Bden äänenvaimentimia, joissa akustointimateriaalina on polyesteriä.

Ilmanvaihdon päätelaitteet on pääosin uusittu vuoden 2004 peruskorjauksessa. Keittiön päätelaitteet on ilmeisesti uusittu myös tuolloin.

Päätelaitteiden pölykertymä oli pieni.





Kuvat 279 ja 280. *Luokkahuoneissa ja voimistelusalissa on syrjäyttävä ilmanjako. Tuloilma tuodaan lattialle tai lattianrajaan sijoitetuilla tuloilmaelimillä, joissa ei ole kuitulähteitä.*

Ruokalassa ja toimistotiloissa on tuloilmalaitteina käytetty pääosin Fläktin valmistamia RSKP:tä ja RHOH:ta. Lisäksi pukuhuonetiloissa havaittiin Fläktin valmistamia CYLP-tuloilmaelimiä. Näissä ei ole kuitulähteitä.




Kuvat 281 ja 282. *Esimerkkikuva tuloilmalaitteista RSKP ja RHOH. Päätelaitteissa ei ole kuitulähteitä.*



Kuva 283. *Tuloilmaelin CYLP. Siinä ei ole kuitulähteitä.*

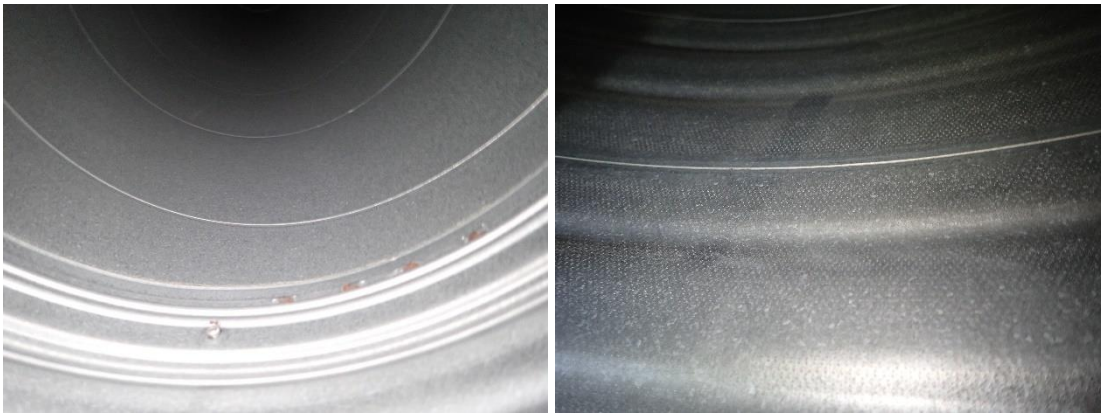
Luokkatilojen poistoilmaeliminä on käytetty pääosin Fläktin valmistamia EHC-poistoilmalaitteita.




Kuvat 284 ja 285. *Luokkatiloissa ja toimistoissa on käytetty EHC-poistoilmalaitteita.*

Poistoilmaeliminä on käytetty myös Fläktin valmistamia KSO-kartioventtiileitä.

Kanaviston pölykertymä oli sekä tulo- että poistoilmakanavistossa pistokoeluonteisesti valituissa paikoissa tarkastettuna pieni. Erityistä huomiota kiinnitettiin tuloilmakanavistoon, jota tarkastettiin aistinvaraisesti eri tuloilmakoneiden palvelualueilta kymmenestä satunnaisesti valitusta kohdasta.



Kuvat 286 ja 287. *Kanavistot olivat pistokoeluonteisen tarkastelun perusteella melko puhtaita.*

Keittiön poistohuuviin on integroitu tuloilmailmaelimet. Huuvat ovat Haltonin valmistamia ja ne ovat KVF-mallisia. Yksittäisen tuloilmayksikön säleet olivat osin irronneet kiinnityksistään.



Kuvat 288. *Keittiön huuvien alareunoihin on integroitu myös tuloilmaelimet. tuloilmayksikön säleet olivat toiselta puoleltaan irronneet paikaltaan.*

Käyttäjäkyselyssä raportoitiin useissa tiloissa vetoisuudesta. Tilojen ilmanjakoa tutkittiin merkkisavulla erityisesti tiloissa, jotka oli koettu vetoisiksi. Tutkimus tehtiin sen jälkeen, kun ilmavirrat oli säädetty. Tarkastelussa ei havaittu selkeää syytä koettuun vetoisuuteen. Ennen säätöä ilmavirtojen havaittiin poikkeavan runsaastikin suunnitelluista arvoista ja on todennäköistä, että tilat, joissa tuloilmavirrat ovat olleet suunniteltuja suurempia, on tuloilmasuihkun virtausnopeus ollut suurempi. Osassa tiloista on syrjäyttävän ilmanjaon tuloilmaelimien viereen asennettu kalusteita tai tavaroita, jotka muuttavat tuloilman virtauskuviota. Tämä todennäköisesti kasvattaa ilman virtausnopeuksia laitteen edustalla. Esimerkki liian lähelle tuloilmaelintä olevista kalusteista on kuvassa 279.

11.2 Ilmavirtamittaukset

Ilmavirtoja mitattiin 4.6. ja 5.6.2025, jolloin havaittiin ilmavirtojen poikkeavan paikoin runsaastikin aiemmista mittaustuloksista. Koska mittausten yhteydessä selvisi, että ilmavirtoja ei ollutkaan vielä säädetty ilmanvaihtokanaviston nuohouksen jälkeen, mittaukset uusittiin 8.7. ja 9.7.2025. Mittausten aikana ilmanvaihto oli asetettu käymään täydellä teholla koko kiinteistössä.

Taulukko 13. *Mitatut ja suunnitellut ilmavirrat (luokkatilat, aulat ja sosiaalitilat sekä voimistelusali) 8.7. ja 9.7.2025*

TK/PK04 (Luokkatilat) • tulo 44 Hz • poisto 45 Hz	**Tuloilmavirrat**			**Poistoilmavirrat**		
	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)
Opetustila A202	248	260	95	300	260	115
Opetustila A203	271	260	104	304	260	117
Opetustila A205	235	250	94	289	250	116
Opetustila A206	241	250	96	268	250	107
Opetustila A207	249	250	100	254	250	102
Opetustila A211	246	230	107	248	230	108
Opetustila A212	417	410	102	464	410	113

TK/PK03 (Aulat ja sosiaa-litilat) • tulo 42 Hz • poisto 45 Hz	**Tuloilmavirrat**			**Poistoilmavirrat**		
	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)
Pukuhuone A127	103	100	103	38	40	95
WC A136	-	-	-	45	50	90
WC A160	-	-	-	20	20	100
WC A219	70	70	100	125	125	100

TK/PK01 (voimistelusali) • tulo 48 Hz • poisto 50 Hz	**Tuloilmavirrat**			**Poistoilmavirrat**		
	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)
Voimistelusali A123	1720	1900	91	1770	1950	91

Taulukko 14. *Mitatut ja suunnitellut ilmavirrat (ruokala ja keittiö) 8.7. ja 9.7.2025.*

TK/PK02 (ruokala) • tulo 51 Hz • poisto 45 Hz	**Tuloilmavirrat**			**Poistoilmavirrat**		
	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)
Ruokasali A139	1520	1600	95	1790	1700	105

TK05/TK05PF01 (keittiö) • tulo 59 Hz • poisto 52 Hz	**Tuloilmavirrat**			**Poistoilmavirrat**		
	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)	mitattu (l/s)	suunni-teltu (l/s)	mitattu suunni-tellusta (%)
Iso huuva	1280	1200	107	1580	1500	105
Keittiön yleispoistot				192	200	96

Mitatut ilmavirrat olivat lähellä suunniteltuja ilmavirtoja. Poikkeamat huonekohtaisista suunnitteluilmavirroista alittivat selvästi suurimman sallitun poikkeaman (±20 %). Mitatut ilmavirrat eivät poikenneet merkittävästi ilmavirtojen säätöpöytäkirjan (M-Ventti 18.6.2025) mukaisista ilmavirroista.

Luokkatilojen raitisilmavirrat ovat tavanomaisissa luokkatiloissa riittävät (vähintään 6 l/s/hlö) noin 40 henkilölle ja Luokkatilassa 212 ilmavirta on riittävä 68 henkilölle.

11.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihto

Rakennuksen tulo- ja poistoilmakoneet ovat vuodelta 2004, eli ne ovat 21 vuotta vanhoja. Ohjekortin RT 18-10922 ”Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot” mukaan ilmanvaihtokoneiden tilastollinen tekninen käyttöikä on normaalilla käytöllä 20…25 vuotta, joten ilmanvaihtokoneiden tilastollinen tekninen käyttöikä on lähiaikoina päättymässä. Yleiskunnoltaan ilmanvaihtokoneet ovat kuitenkin vielä melko hyvässä kunnossa eikä koneissa havaittu kuitulähteitä.

Kahdessa ilmanvaihtokoneessa (TK/PK1 ja TK/PK3) lämmöntalteenoton ohituksen vivusto oli epäkunnossa, jonka vuoksi lämmöntalteenotto ei toimi suunnitellusti. **Toimenpide-ehdotukset:** Suosittelemme, että rikkinäiset vivustot korjataan ja samalla varmistutaan muiden koneiden vivustojen kiinnitys. Muutoin koneissa ei havaittu selkeitä korjaustarpeita eikä ilmanvaihtokoneiden uusiminen tai saneeraaminen ole lähivuosina ajankohtaista.

Rakennuksen neljästä huippuimurista kolme on vuodelta 2004 ja keittiön huippuimuri on vaihdettu lähivuosina. **Toimenpide-ehdotukset:** Suosittelemme varautumaan uusimattomien huippuimureiden uusimiseen lähivuosien aikana.

Ilmanvaihtokanavat on nuohottu äskettäin. Kanavistot olivat pistokoeluonteisen tarkastelun perusteella puhtaita eikä kanavistossa havaittu kuitulähteitä. Ilmanvaihdon päätelaitteet on pääosin uusittu vuonna 2004. Päätelaitteissa ei havaittu kuitulähteitä.

Ilmavirtojen säätötyön jälkeen mitatut ilmavirrat olivat lähellä suunniteltuja ilmavirtoja ja ilmavirtojen säätöpöytäkirjassa (M-Ventti, päivätty 18.6.2025) ilmoitettuja arvoja. Luokkatilojen suunnitteluilmavirrat olivat normaalikokoisissa luokissa noin 250 l/s, joka on riittävä 42 henkilölle (ilmavirtasuositus vähintään 6 l/s/hlö). Ilmavirrat ovat tilojen käyttäjämääriin nähden hyviä.

Keittiössä havaittiin yksittäisen huuvaan integroidun tuloilmayksikön säleiden olevan irti paikaltaan säleiden toisesta päästä. **Toimenpide-ehdotukset:** Suosittelemme säleiden kiinnitystä paikoilleen huoltoluonteisena toimenpiteenä.

Osa tiloista on koettu käyttäjäkyselyn mukaan vetoisiksi. On todennäköistä, että vetoisuus on johtunut ainakin osittain ilmanvaihdon säätöjen puutteista. Osaltaan vetoisuuteen voi vaikuttaa myös liian lähelle syrjäyttävän ilmanjaon tuloilmaelimiä olevat kalusteet tai tuloilman liian alhainen lämpötila. **Toimenpide-ehdotukset:** Suosittelemme, että tuloilmaelimien viereen asennetut kalusteet siirretään mahdollisuuksien mukaan etäämmälle (min. 1 m etäisyys) tuloilmaelimistä. Vetoisaksi koetuissa tiloissa on suositeltavaa mahdollisuuksien mukaan siirtää myös pulpetteja hieman etäämmälle tuloilmaelimiä. Talvikaudella tulee varmistua myös siitä, että tuloilman lämpötila ei ole liian alhainen. Suosittelemme tarkkailemaan vetoisuutta tulevana talvikautena kalusteiden siirron ja tehdyn ilmavirtojen säädön

jälkeen. Todennäköisesti tilanne on ainakin osittain korjaantunut kesän aikana tehtyjen ilmanvaihdonsäätöjen vaikutuksesta.

Tilojen kesäaikaiseen koettuun kuumuuteen on ainakin osittain vaikuttanut toimimattomat lämmöntalteenoton vivustot. On oletettavaa, että tilanne korjaantuu ainakin osittain, kun vivustot korjataan. **Toimenpide-ehdotukset:** Suosittelemme ilmanvaihdon käytön tehostusta lämpiminä ajankohtina, jolloin tiloja saataisiin jäähdytettyä yöaikaan viileämmällä ulkoilmalla.

12 Sisäilman VOC-mittaukset, mineraalikuidut ja olosuhdeseurantamittaukset

Tutkimusten yhteydessä tiloista otettiin viisi sisäilmassa olevien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää ja -laatua mittaavia VOC-ilmanäytteitä. Näytteenotot keskitettiin tiloihin, joissa käyttäjät ovat havainneet poikkeavia hajuja tai joissa pintamateriaalien katsottiin olevan mahdollisia VOC-emissioita aiheuttavia. Tämän lisäksi huonetiloista otettiin tasopinnoille kerääntyvien mineraalikuitujen määrää kahden viikon laskeuma-ajalla mittaavia kuitunäytteitä. Sisäilman VOC-yhdisteiden näytteenottokohdat on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla VOC1 – VOC5 ja alkuperäiset testausselosteen raportin liitteenä 4. Tasopintojen kuitukeräyskohdat on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla K1 – K6. Kesäkuussa kerättyjen kuitunäytteiden testausseloste on esitetty raportin liitteenä 6 ja elo-syyskuun vaihteessa kerättyjen näytteiden tulokset liitteessä 5.

Sisäilman olosuhteita; lämpötila ja suhteellinen kosteus, hiilidioksidipitoisuus, TVOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä) ja paine-ero ulkovaipan yli mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena kahden viikon ajan (23.10.- 6.11.2024) rakennuksen eri tiloissa, viidestä mittauspisteestä. Olosuhteita mittaavien antureiden sijainnit on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla Olos.1 – Olos.5.

Mittausjaksolla tilat olivat normaalikäytössä. Olosuhteita mittaavien antureiden Olos.1 – Olos.5 sekä paine-eromittauspisteiden PA4 – PA8 sijainnit on esitetty liitteessä 1 ja mittausten kuvaajat liitteessä 9.

Taulukko 15. *Sisäilman olosuhteita mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena kahden viikon ajan seuraavissa tiloissa. Taulukossa PAx = paine-ero, T = lämpötila, RH = suhteellinen kosteus, CO2 = hiilidioksidipitoisuus ja TVOC = VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuus (ppb).*

Tila	Olosuhdemittarit	Ilmansuunta
Luokka A117	Olos.1 (T/RH/CO2/TVOC), PA4	pohjoinen, itäreuna
Toimisto A104	Olos.2 (T/RH/CO2/TVOC), PA8	etelä, itäreuna
Luokka A212	Olos.3 (T/RH/CO2/TVOC), PA6	pohjoinen, itäreuna
Luokka A208	Olos.4 (T/RH/CO2/TVOC), PA5	etelä
Luokka A202	Olos.5 (T/RH/CO2/TVOC), PA7	länsi

12.1 Sisäilman VOC-mittaukset

Sisäilman VOC-yhdistepitoisuudet mitattiin 4.6.2025 ensimmäisen kerroksen luokasta 117 (VOC1) ja toimistotilasta A104 (VOC2) sekä ylemmän kerroksen luokkatiloista A212 (VOC3), A208 (VOC4) ja A203 (VOC5).

Taulukossa 16 on esitetty kohteesta kerättyjen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset. Näytteenkeräykseen käytettiin Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkea. Taulukossa 16 tulokset on esitetty yhdisteen omalla vasteella laskettuina. Erikseen tolueenivasteella raportoidut, yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on esitetty alla olevassa taulukossa sulkujen sisällä. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) on laskettu tolueenivasteella.

Tuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksessa (STM 545/2015) annettuihin toimenpideraja-arvoihin sekä Työterveyslaitoksen käyttämiin viitearvoihin ”Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilma kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille toimistotyyppisissä kohteissa, päivitetty 4.4.2024”. Taulukon 16 sininen väri tarkoittaa TTL:n

kyseiselle yhdisteelle käyttämän viitearvon ylitystä ja harmaa väri tarkoittaa tieteellisessä kirjallisuudessa yhdisteelle raportoidun hajukynnyksen ylitystä.

Näytteiden testausseloste on esitetty raportin liitteenä 4.

Taulukko 16. *Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset. Sinisellä korostetut tulokset tarkoittavat Työterveyslaitoksen ko. yhdisteelle käyttämän viitearvon ylitystä.*

Yhdiste	**VOC1** A117 [µg/m³]	**VOC2** A104 [µg/m³]	**VOC3** A212 [µg/m³]	**VOC4** A208 [µg/m³]	**VOC5** A203 [µg/m³]
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt					
n-dodekaani		0,8			
2,4-dimetyyliheptaani	2				2
C_{12}-alkaani	1				1
Hiilivetyseokset					
hiilivetyseos kiehumapistevälillä 85-100°C					3
Aromaattiset hiilivedyt					
tolueeni	0,5	0,4	0,4		0,4
m-/p-ksyleenit	0,5				
Terpeenit ja niiden johdannaiset					
α-pineeni	0,8	0,6	0,5	0,4	0,8
3-kareeni	1	0,9	0,8	0,6	0,9
Yksiarvoiset alkoholit					
1-butanoli	1	1			
1-pentanoli		1			
2-etyyli-1-heksanoli	16 (12)	0,7	0,7		0,5
C_9-alkoholit	2		0,7		
Alkoholi- ja fenolieetterit					
2-butoksietanoli		2			
Aldehydit					
n-pentanaali	0,8	4	1		0,8
n-heksanaali	2	11	2	0,5	1
n-heptanaali	0,5	0,9	0,5		0,6
n-oktanaali	0,5	0,7	0,5		0,4
n-nonanaali	3	2	2	0,4	1
n-dekanaali	2	1	2	0,5	0,7
bentsaldehydi	1	1	0,7	0,7	1
Ketonit					
asetofenoni	0,6	1	0,6		0,8
Orgaaniset hapot					
heksaanihappo		3			
Piiyhdisteet					
oktametyylisyklotetrasiloksaani			0,5		
dimetyylisilaanidioli		2			
TVOC	**40**	**30**	**10**	**<10**	**10**

[1] TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
[2] TVOC-alueen ulkopuolella.

Kaikille tutkituista näytteistä analysoiduille haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole kirjallisuudessa määritetty hajukynnystä. Analyyseissä mitattiin kuitenkin hajukynnyksen ylittäviä pitoisuuksia, joten tutkituissa tiloissa on selvästi mitattavia hajuja.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on 50 µg/m³. STMa 545/2015:ssa on erikseen asetettu toimenpideraja-arvoksi 2-etyyli-1-heksanolille 10 µg/m³, TXIB:lle 10 µg/m³, naftaleenille 10 µg/m³ ja styreenille 40 µg/m³.

Laboratorion ilmoittama keskimääräinen mittausepävarmuus ±30 % huomioituna tilan ”A117” sisäilman tolueenivasteella laskettu 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus 8–16 µg/m³ alittaa sille STMa 545/2015:ssa asetetun toimenpideraja-arvon 10 µg/m³.

12.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet

Tilojen yleisilme oli pääosin siisti. Yläpölyjä oli paikoin runsaasti, lisäksi tiloissa on paikoin runsaasti irtaimistoa. Tasopinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen määrät mitattiin kahden viikon laskeumasta kolmella rinnakkaisella näytteellä ensimmäisen kerroksen toimistotilasta A104 (K1), luokkatilasta A117 (K2), liikuntasalista A123 (K3) sekä ylemmän kerroksen luokkatiloista A208 (K4), A212 (K5) ja A202 (K6). Tutkimusten yhteydessä kuitulaskeumanäytteet tiloista otettiin kahteen kertaan, ennen koulun kesäloman alkua ja elo – syyskuun vaihteessa, lukuvuoden alettua. Mittausjaksojen välissä tiloissa tehtiin ilmanvaihdon säätötöitä.

Kesäkuussa mitattujen kuitulaskeumanäytteiden testausseloste on esitetty raportin liitteenä 6 ja elo-syyskuussa mitattujen näytteiden liitteenä 5.

Taulukko 17. *Tutkimuksien yhteydessä huonetilojen tasopinnoilta ennen koulun kesälomaa otettujen kuitulaskeumanäytteiden (keräysaika 14 vrk, mittausjakso 13.5. – 27.5.2025) tutkimustulokset tilakohtaisesti. Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajan ylittävät tulokset on esitetty lihavoiduilla näytetunnuksilla, Kx. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteessä 6.*

Näytetunnus	Tila	Näytteenottokohta	Tulos, kuitua kpl/cm2	Tulkinta, yksittäinen näyte	Tulkinta, näytesarja
K1-1	A104	matala lipasto	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K1-2	A104	matala vetolaatikosto	0,14	tavanomainen	
K1-3	A104	pieni sivupöytä	<0,09	tavanomainen	
K2-1	A117	opettajan pöytä	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K2-2	A117	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K2-3	A117	matala senkki	0,14	tavanomainen	
K3-1	A123	puolapuiden alapuoli	0,14	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K3-2	A123	pilarin takapuoli	<0,09	tavanomainen	
K3-3	A123	puolapuiden alapuoli	0,14	tavanomainen	
K4-1	A208	matala senkki	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K4-2	A208	matala laatikosto	<0,09	tavanomainen	
K4-3	A208	opettajan pöytä	<0,09	tavanomainen	
K5-1	A212	matala laatikosto	0,14	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K5-2	A212	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K5-3	A212	matala senkki	**0,21**	tavanomainen, mittausepävarmuus huomioituna	
K6-1	A202	matala senkki	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K6-2	A202	matala senkki	0,14	tavanomainen	
K6-3	A202	matala senkki	**0,21**	tavanomainen, mittausepävarmuus huomioituna	

Taulukko 18. *Tutkimuksien yhteydessä huonetilojen tasopinnoilta koulun kesäloman jälkeen otettujen kuitulaskeumanäytteiden (keräysaika 14 vrk, mittausjakso 27.8.-10.9.2025) tutkimustulokset tilakohtaisesti. Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajan ylittävät tulokset on esitetty lihavoiduilla näytetunnuksilla, Kx. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteessä 5.*

Näytetunnus	Tila	Näytteenottokohta	Tulos, kuitua kpl/cm2	Tulkinta, yksittäinen näyte	Tulkinta, näytesarja
K1-1	A104	matala lipasto	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K1-2	A104	matala vetolaatikosto	<0,09	tavanomainen	
K1-3	A104	pieni sivupöytä	<0,09	tavanomainen	
K2-1	A117	opettajan pöytä	**0,21**	tavanomainen, mittausepävarmuus huomioituna	ei ylitä toimenpiderajaa
K2-2	A117	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K2-3	A117	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K3-1	A123	puolapuiden alapuoli	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K3-2	A123	pilarin takapuoli	<0,09	tavanomainen	
K3-3	A123	puolapuiden alapuoli	<0,09	tavanomainen	
K4-1	A208	matala senkki	0,14	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K4-2	A208	matala laatikosto	<0,09	tavanomainen	
K4-3	A208	opettajan pöytä	<0,09	tavanomainen	
K5-1	A212	matala laatikosto	0,14	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K5-2	A212	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K5-3	A212	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K6-1	A202	matala senkki	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K6-2	A202	matala senkki	<0,09	tavanomainen	
K6-3	A202	matala senkki	<0,09	tavanomainen	

12.3 Paine-eromittaukset

Tutkimusten yhteydessä huonetilojen painesuhdetta tutkittiin kahden viikon seurantamittauksena viidestä huonetilasta. Seurantamittaukset tehtiin ilmavirtojen säätötoimien jälkeen elo – syyskuun vaihteessa 2025. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla PA4 – PA8 ja mittauskäyrät liitteen 9 kuvissa 1 – 5. Tutkimusraportissa esitetään tuloskuvaajat ainoastaan jälkimmäisen mittausjakson osalta.

Mittaustulosten perusteella rakennuksen painesuhteet ovat ilmanvaihdon säätöjen jälkeen pääosin tasapainossa koko mittausjakson ajan ollen pääasiassa välillä -4…+4 Pa, eikä tuulioloilla havaittu olevan merkittävää vaikutusta tilojen painesuhteisiin. Huonetilat A104 (PA8), A117 (PA4), A208 (PA5) ja A212 (PA6) olivat mittausjaksolla pääsääntöisesti koko ajan lievästi ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Huone A202 (PA7) oli mittausjaksolla aikana tilojen käyttöaikaan lievästi ylipaineinen (+0…+6 Pa) ulkoilmaan nähden ja käyttöajan ulkopuolella alipaineinen (-1…-4 Pa) ulkoilmaan nähden. Tiloista mitatut ilmavirrat olivat lähellä suunnitteluarvoja, eivätkä selitä tilojen lievää ylipaineisuutta.

Mittausjakson tuulisimmat päivät ajoittuivat mittausjakson loppupuolelle, 10.9. ja 11.9., jolloin tuulen nopeus nousi ajoittain 9 m/s tuntumaan. Keskimäärin tuuli oli mittausjaksolla noin 1…4 m/s. Tuulen suunta vaihteli.

Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen vaihtelut näkyvät paine-erojen kuvaajissa, jolloin tilojen ylipaineisuus nousi. Ilmanvaihtokoneiden käyntitasojen vaihtelu aiheuttamat muutokset painesuhteissa näkyvät selvimmin ajanjaksoina, jolloin tuuli on ollut heikkoa yhtäjaksoisesti useamman tunnin ajan.

12.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Mittausjaksolla ulkoilman lämpötila vaihteli välillä 7…24 °C (Ilmatieteenlaitos, Turun Artukainen). Huonetilojen lämpötilat nousivat päivisin ulkoilman lämpötiloja seuraillen myös käyttöajan ulkopuolella. Lisäksi mittauskäyrissä havaittiin tilojen käyttöaikaista lämpötilojen nousua, jolloin huonelämpötilat nousivat 22…23 °C:een tuntumaan. Mittausjaksolla kaikkien seurattujen tilojen sisäilman lämpötila vaihteli pääasiassa välillä +20…23 °C. Alemman kerroksen luokkatilassa A117 mitattiin käyttöajan ulkopuolella toistuvasti hieman alle 20 °C:een huonelämpötiloja. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.5 ja mittauskäyrät liitteen 9 kuvissa 6 - 10.

Mittausjaksolla ulkoilman kosteus oli korkea ja vaihteli 62…99 %RH välillä. Huonetilojen sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana pääasiassa välillä 30…85 %RH. Tilojen huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus noudatti viipyillen ulkoilman lämpötilassa ja suhteellisessa kosteudessa tapahtuvaa vaihtelua ja käyttöaikaan mittaustuloksissa havaittiin vain vähäistä tilojen käytöstä johtuvaa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden nousua. Viikonloppuisin mitattujen tilojen sisäilman suhteellisessa kosteudessa havaittiin ilmanvaihdon tehoalenemasta ja lämpötilojen laskusta aiheutuvaa nousua.

12.5 Hiilidioksidipitoisuus

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin viidestä eri tilasta kahden viikon seurantamittauksena. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.5 ja mittauskäyrät liitteen 9 kuvissa 11 – 15.

Tutkituissa tiloissa ei yleisesti havaittu poikkeuksellisen korkeita hiilidioksidipitoisuuksia. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden havaittiin nousevan käyttöaikaan lyhytkestoisesti n. 600…800 ppm tuntumaan.

Mittaustulosten kuvaajat on esitetty liitteessä 9. Kuvaajissa on selkeästi nähtävissä tavanomainen hiilidioksidipitoisuuden nousu tilojen käyttöaikoina, ja yöllä sekä viikonloppuisin pitoisuudet laskivat ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden tasolle. Mittaustulosten perusteella tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi kaikissa tiloissa alle Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajan 1550 ppm.

Ilmanvaihdon tutkimusten yhteydessä tilojen ilmavirtojen mitattiin olevan suunnitteluarvojen mukaisia (Ks. raportin osio 11 ”Ilmanvaihto”).

12.6 Sisäilman TVOC

Huonetilojen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismääriä (TVOC) mitattiin muiden olosuhdemittausten ohella. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.5 ja mittauskäyrät liitteen 7 kuvissa 16 – 20.

Kaikissa mitatuissa tiloissa havaittiin käytönaikaista TVOC pitoisuuksien nousua, jolloin pitoisuudet nousivat hetkellisesti 2000 bpp tuntumaan. Selkeistä käytönaikainen TVOC pitoisuuksien nousu oli rehtorin toimistossa (A104, Olos. 2). Tämän lisäksi luokkahuoneessa A117 (Olos. 1) ja luokkahuoneessa A208 havaittiin yksittäisinä mittauspäivinä käytönaikaan yli 4000 ppb TVOC pitoisuutta, joka laski nopeasti perustasolle, alle 1000 ppb pitoisuuteen.

12.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

12.7.1 Sisäilman VOC-näytteet

Kaikkien tutkittujen tilojen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet sekä niiden summapitoisuudet (TVOC) alittavat STMa 545/2015:ssa niille esitetyt toimenpideraja-arvot.

Kaikkien tutkittujen tilojen sisäilmassa esiintyy erittäin pieninä pitoisuuksina tavanomaisia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden pääasiallisia lähteitä sisäilmaan ovat muovit ja muovituotteet; puu ja puutuotteet; lakat ja vahat sekä pesu- ja desinfiointiaineet.

Tiloissa A117, A104 ja A212 ylittyvät pienelle osalle havaituista yhdisteistä TTL:n niille käyttämät viitearvot. Kokemustemme mukaan ylityksiä voidaan kuitenkin pitää maltillisina ja tilojen käyttötapa huomioiden tavanomaisina. Rakennuksen itäpäädyssä huoltopihan kohdalla sijaitsevan tilan A203 sisäilmassa esiintyy erittäin pienenä pitoisuutena alifaattisista hiilivedyistä koostuva hiilivetyseos (kiehumapistevälillä 85-100°C). Kyseinen hiilivetyseos voi viitata bensiinin, dieselin tai pakokaasujen kulkeutumiseen tilan sisäilmaan.

Tilassa A208 ei havaittu TTL:n viitearojen ylityksiä.

Toimenpide-ehdotus: Mittaustulokset eivät edellytä jatkotoimenpiteitä.

12.7.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet

Kahden viikon kuitulaskeumanäytteiden tulosten perusteella mittausepävarmuustarkastelu huomioiden tiloissa ei havaittu voimassa olevan Asumisterveysasetuksen STM 545/2015 toimenpiderajaa (0,2 kpl/cm^2) ylittäviä tasopintojen kuitupitoisuuksia. Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä tiloissa ei havaittu rikkoontuneita, mineraalivillaa sisältäviä alakattolevyjä tai mineraalivillatilkkeitä, joista voisi irrota kuituja huonetiloihin. Ilmanvaihdossa ei havaittu kuitulähteitä.

Toimenpide-ehdotus: Mittaustulokset eivät edellytä jatkotoimenpiteitä. Mineraalikuitujen aiheuttaman sisäilmariskin minimoimiseksi, olemme suositelleet levytettyjen ulkoseinien tiiveyden parantamista ja alakattojen ja kotelointien sisällä olevien paljasta mineraalivillaa olevien tilkkeiden päällystämistä rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä (Ks. raportin osiot ”6 Välipohjat”, ”7 Ulkoseinät ja maanvastaiset seinät ”, ”9 Väliseinät” ja ”10 Vesikattoja yläpohja”).

12.7.3 Huonetilojen paine-ero ulkoilmaan nähden

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmavaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) todetaan, että rakennuksen ulko- ja ulospuhallusvirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Kokemuksen mukaan ylipaineisuus voi aiheuttaa myös tunkkaisuuden tunnetta tiloissa. Sisäilman kosteuslisä oli seurantajakson aikana hyvin pieni, joten ylipaineisuudesta ei ole välitöntä haittaa rakenteille.

Tehtyjen seurantamittausten mukaan rakennuksen painesuhteet ulkoilman suhteen ovat hallinnassa ja tilat ovat käyttöaikaan pääosin lievästi ylipaineisia ulkoilman suhteen. Käyttöajan ulkopuolella tilojen ylipaineisuus laskee lähelle tasapaineisuutta. Mittausjaksolla tuuliolot olivat maltilliset, eikä huonetilojen mittauskäyrissä näkynyt selkeää tuulenpaineesta aiheutuvaa painesuhdevaihtelua.

Toimenpide-ehdotus: Mittaustulosten mukaan painesuhteet ovat lähellä tasapainotilaa, eikä painesuhteisiin liity välitöntä toimenpidetarvetta. Olemme suositelleet levytettyjen ulkoseinien paikallisia vauriokorjauksia ja rakenneosien kattavaa tiiveyden parantamista rakennuksen seuraavan suuremman remontin yhteydessä (Ks. raportin osiot 5 ”Alapohjat”, 6 ”Välipohjat” ja 7 ”Ulkoseinät maanvastaiset seinät”). Huonetilojen painesuhteet tulee säätää lähelle tasapaineisuutta tai lievästi alipaineisiksi korjauksen valmistuttua.

12.7.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötila on yksi keskeinen viihtyvyystekijä. Korkea lämpötila aiheuttaa epämukavuutta. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin, kun lämpötila on +21…+22 °C. Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan sisäilman lämpötilan tavoitearvo lämmityskaudella on +21 °C. Yleensä sisäilmaan liitettävät oireet lisääntyvät 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. Rakennuksessa on toimistotiloja, joten tilojen lämpöolosuhteiden tulosten tulkinnassa käytetään toimistotilojen osalta Sisäilmastoluokitus 2018 viitearvoja ja muiden tilojen osalta Asumisterveysasetusta. Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylittymisenä lämmityskauden ulkopuolella pidetään +20…+32 °C. ulkopuolisia lämpötiloja.

Huonetilojen sisäilman lämpötilat ja suhteellinen kosteus on vuodenaikaan nähden tyypillinen ja tilojen käyttöaikaan voimassa olevien toimenpiderajojen ja tavoitetasojen mukainen. Käyttöajan ulkopuolella tiloissa havaittiin lyhytkestoisesti hieman alle +20 °C:een huonelämpötiloja. Sisäilman suhteellinen kosteus tarkasteluissa tiloissa oli vuodenaikaan nähden tyypillisen korkea ja kohosi korkeimmalle tilojen käyttöajan ulkopuolella, jolloin myös rakennuksen ilmanvaihdon teho laskee ja huonetilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden tasoittuvat.

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.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme olosuhdemittausten uusimista seuraavan lämmityskauden aikana, jotta lämmitysjärjestelmässä olevat mahdolliset puutteet saadaan arvioitua. Jos käyttäjät ilmoittavat lämpöviihtyvyysongelmista, mittausten tueksi käyttäjille voidaan tehdä koettuja huonelämpötiloja kartoittava kysely.

12.7.5 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

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

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

Huonetilojen sisäilman hiilidioksiditasoissa havaittiin selkeää käytönaikaista nousua, jolloin sisäilman hiilidioksidipitoisuudet nousivat korkeimmillaan 800 ppm tuntumaan. Tiloissa ei havaittu Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajoja ylittäviä hiilidioksidipitoisuuksia. Ilmanvaihdon tutkimusten yhteydessä huonetilojen tulo- ja poistoilmavirrat todettiin suunnitteluarvojen mukaisiksi.

Toimenpide-ehdotus: Mittaustulosten mukaan huonetilojen ilmanvaihto on käyttäjämäärät huomioiden riittävää. Ilmanvaihdon tutkimusten mukaan järjestelmän ilmavirrat ovat suunnitteluarvojen mukaisia (ks. raportin osio ”11 Ilmanvaihto”).

12.7.6 Sisäilman TVOC

Huonetiloissa havaittiin paikallisesti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärien (TVOC) nousua. Tasojen nousu liittyy selvästi tilojen käyttöön. Tilojen tehokas ilmanvaihto tuulettaa yhdisteet pois huonetiloista.

Toimenpide-ehdotus: Ei toimenpide-ehdotuksia.

13 Viemärikuvaus

13.1 Tiivistelmä suoritetuista kuvauksista

Rakennuksen salaoja- ja sadevesiviemärit on uusittu vuonna 2004 tehdyssä peruskorjauksessa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kohteena olevan koulun sadevesi- ja saloajaviemärien kunto sisäpuolisella tv-kuvauksella. Tutkimusten yhteydessä viemärilinjoja

kuvattiin pistemäisesti. Raportti on laadittu kohteesta saatujen lähtötietojen, paikalla suoritettujen tv-kuvausten sekä tiloista tehtyjen havaintojen perusteella.

Tv-kuvausten perusteella **sadevesiviemärit** ovat hyvässä kunnossa ja toimii moitteettomasti. Rakennuksen pohjoisreunalla olevissa sadevesilinjoissa havaittiin jonkin verran kiviä, oksia ja lietettä, jotka saattavat vaikuttaa sadevesilinjojen normaaliin toimintaan.

Kuvatuissa **salaojalinjoissa** havaittiin tv-kuvauksessa puitten juuria, jotka eivät vielä vaikuta linjojen toimivuuteen, mutta saattavat kasvaessaan aiheuttaa tukkeumaa tai linjojen hajoamista. Tv-kuvausten perusteella salaojalinjat ovat vielä toiminnallisesti hyvässä kunnossa, mutta aiheuttavat kosteusteknisen riskin tulevaisuudessa.

Viemärikuvauslinjat on esitetty raportin liitteenä 10 olevassa asemakuvassa.

13.2 Sadevesiviemärit

13.2.1 Havainnot

Rakennuksen sadevesiviemärit ovat muoviviemäriä, joissa on tiivisteelliset muhviliitokset. TV-kuvausten ja lähtötietojen perusteella tutkittavan siiven sadevesiviemärit on uusittu aiempien peruskorjausten aikana.

Rakennuksen sadevesikaivoissa oli tarkastushetkellä hieman vettä ja hiekkaa. Kaivojen tarkastuksessa ei havaittu kaivojen painumaa.



Kuvat 289 ja 290. *Oikeanpuoleinen kuva rakennuksen pohjoispuolella olevasta sadevesien ja salaojien keräyskaivosta. Vasemmanpuoleinen kuva etupihan (eteläpuoli) sadevesien ja salaojien keräyskaivosta.*

13.2.2 Sadevesiviemäreiden tv-kuvaukset

Sadevesiviemäreitä tarkasteltiin tv-kuvauksella niin, että viemäreiden kunnosta saatiin yleiskuva.

Kuvauksien tarkoituksena oli selvittää koulurakennuksen sadevesien toimivuus pistokoeluentaisella otannalla. Takapihan puolella kahdessa (SVTV3 ja SVTV4) kuvatussa sadevesilinjassa havaittiin oksia, kiveä ja lehtiä ennen kaivoa, joka saattaa aiheuttaa linjojen toimintahäiriöitä.

Rakennuksen etupuolella kuvatuissa sadevesilinjoissa ei havaittu puutteita.





Kuvat 291 ja 292. *Vasemmassa kuvassa (SVTV3) sadevesilinjan lopussa ennen kaivoa oksia, kiviä ja lietettä. Oikeassa kuvassa (SVTV4) sadevesilinjan lopussa ennen kaivoa kiviä, oksia ja lietettä.*

Sadevesiviemäreiden tv-kuvaustaulukko havaintoineen ja kuntoluokituksineen on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 19. *Sadevesiviemäreiden TV-kuvaustaulukko.*

Sadevesiviemäreiden TV-KUVAUS

Kuvaus n:o	Kuvaus-kohta	Kuvaus-suunta	Putki-materiaali	Koko / mm	Havainnot	Kuvattu matka / m	Kunto-luokka
SVTV1	SVSY1	M	M	110	Linjassa ei havaittu puutteita.	4,4	5
SVTV2	SVSY2	M	M	110	Linjassa lievää aaltoilua.	10,7	4
SVTV3	SVSY3	M	M	110	Linjassa lievää aaltoilua ja linjanlopussa roskakertymää. Painehuuhtelu	10,7	3
SVTV4	SVSY4	M	M	110	Linjassa roskakertymää. Painehuuhtelu	6,9	3
SVTV5	SVSY5	M	M	110	Linjassa ei havaittu puutteita.	6,4	5
						39,10	

Kuntoluokat		Jäljellä oleva tekninen käyttöikä
KL5	Toiminnallisesti hyväkuntoinen	yli 10 v.
KL4	Tyydyttävässä kunnossa, ei välitöntä uusimis- tai korjaustarvetta	5-10 v.
KL3	Välttävässä kunnossa, painehuuhtelu tai korjaustarve lähivuosina	3-5 v.
KL2	Heikkokuntoinen, teknisesti vanhentunut, heti korjattava tai uusittava	1-3 v.
KL1	Jäljellä olevaa käyttöikää ei voi määrittää	0-1 v.

13.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tv-kuvausten perusteella sadevesiviemärit ovat hyvässä kunnossa ja toimivat moitteettomasti. Rakennuksen takana olevissa sadevesilinjoissa havaittiin jonkin verran kiviä, oksia ja lietettä, joka saattavat vaikuttaa sadevesilinjojen normaaliin toimintaan.

Toimenpide-ehdotukset: Suosittelemme sadevesilinjojen painehuuhtelua huoltoluonteisena työnä.

13.3 Salaojat

13.3.1 Salaojaviemäreiden tv-kuvaukset

Salaojaviemäreitä tarkasteltiin tv-kuvauksella, pistokoeluonteisesti kokoojakaivoista käsin, yhteensä 5 kpl kuvauksia.

Kuvauksien tarkoituksena oli selvittää koulun salaojalinjojen toimivuus pistokoeluentaisella otannalla. Linjoja kuvattiin rakennuksen takana sijaitsevasta kokoojakaivosta ja rakennuksen sivussa olevasta kokoojakaivosta käsin.

Rakennuksen takapihan puolella kokoojakaivoista (SOK1) kuvattiin yksi salaojalinja rakennuksen metsikön puoleista seinustaa myötäillen.
Rakennuksen välituntipihan puolella kokoojakaivosta (SOK2) kuvattiin yksi linja joka yhdistyy kaivoon (SOK1), linjassa havaittiin pieniä juuria, jotka eivät vielä vaikuta linjan toimivuuteen. Rakennuksen leikkipihan puoleisessa kulmassa olevasta salaojakaivosta kuvattiin

linjat kaivoille (SVK2 ja SVK4). Kaivosta SVK3 kuvatuissa linjoissa oli havaittavissa myös jonkin verran pieniä juuria, jotka eivät vielä vaikuta linjojen toimivuuteen.





Kuvat 293 ja 294. *Vasemmassa kuvassa (SOTV2) linjassa pieniä juuria. Oikeassa kuvassa (SOTV4) linjassa pieniä juuria.*

Salaojalinjojen tv-kuvaustaulukko havaintoineen ja kuntoluokituksineen on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 20. *Salaojaviemäreiden TV-kuvaustaulukko.*

SALAOJIEN TV-KUVAUS

Kuvaus n:o	Kuvaus-kohta	Kuvaus suunta	Putki-materiaali	Koko / mm	Havainnot	Kuvattu matka / m	Kunto-luokka
SOTV1	SOK1	V	M	100	Linjassa ei havaittu puutteita.	22,6	5
SOTV2	SOK2	V	M	100	Linjassa havaittiin pieniä juuria. Juuret eivät vielä vaikuta linjan toimivuuteen.	10,7	3
SOTV3	SOK3	V	M	100	Linjassa havaittiin pieniä juuria. Juuret eivät vielä vaikuta linjan toimivuuteen.	11,8	3
SOTV4	SOK3	M	M	100	Linjassa havaittiin pieniä juuria ja lievää aaltoilua. Juuret ja aaltoilu ei vielä vaikuta linjan toimivuuteen.	11,9	3
SOTV5	SOK3	M	M	100	Linjassa havaittiin pieniä juuria, Juuret eivät vielä vaikuta linjan toimivuuteen.	11,9	3
						68,90	

Kuntoluokat		Jäljellä oleva tekninen käyttöikä
KL5	Toiminnallisesti hyväkuntoinen	yli 10 v.
KL4	Tyydyttävässä kunnossa, ei välitöntä uusimis- tai korjaustarvetta	5-10 v.
KL3	Välttävässä kunnossa, painehuuhtelu tai korjaustarve lähivuosina	3-5 v.
KL2	Heikkokuntoinen, teknisesti vanhentunut, heti korjattava tai uusittava	1-3 v.
KL1	Jäljellä olevaa käyttöikää ei voi määrittää	0-1 v.

13.3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kuvatuissa salaojalinjoissa havaittiin tv-kuvauksessa pieniä juurikasvustoja, jotka ei vielä vaikuta linjojen toimivuuteen, mutta kasvaessaan saattavat aiheuttaa tukkeumaa tai linjojen hajoamista. Tv-kuvausten perusteella salaojalinjat ovat vielä toiminnallisesti hyvässä kunnossa, mutta aiheuttavat riskin tulevaisuudessa.

Toimenpide-ehdotukset: Suosittelemme salaojalinjojen painehuuhtelua, jonka jälkeen salaojalinjat kuvataan uudestaan, linjojen toimivuuden varmistamiseksi.

14 Olosuhdearvio

14.1 Menetelmäkuvaus

Olosuhdearvio on laadittu Työterveyslaitoksen julkaisun ”Sisäilmastoselvitys ja olosuhdearviointi, ohje työpaikkojen sisäilmastoselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville”, Isokääntä Päivi ja Rautiala Sirpa, 2023 mukaisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sisäilman laadun ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmavuotoreitteihin, kuitulähteisiin, ilmanvaihdon toimivuuteen, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitoisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Olosuhdearvioinnin tulos antaa tiivistetyn kokonaiskuvan sisäilman laadusta ja olosuhteista sekä toimenpidetarpeesta tutkimusalueella. Olosuhdearviointi voidaan tehdä koko rakennuksesta, sen osasta tai yksittäisestä tilasta.

Olosuhdearvioinnin raportoinnissa ei arvioida terveydellistä merkitystä, eikä oteta kantaa mahdollisiin terveyshaittoihin tai löydösten ja oireilun syy-seuraussuhteeseen.

Olosuhdearviossa tarkastellaan seuraavia osa-alueita:

1. Ilmatiiveys ja vuotoilma
2. Rakennusosien riskitekijät
3. Ilmastointijärjestelmä ja
4. Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

Osa-alueet pisteytetään ja olosuhdearvioinnin tulos sijoittuu yhteenlasketun kokonaispistemäärän perusteella luokkaan A-D. Jokaisesta osa-alueesta voi saada 0…3 pistettä sen mukaan, miten kriteerit täyttyvät. Kriteerit on esitetty Työterveyslaitoksen julkaisussa taulukoissa 5-8. Olosuhdearviointi tehdään valitsemalla Työterveyslaitoksen taulukoista kohta, jonka kriteereistä täyttyy suurin osa. Eri osa-alueiden pisteet lasketaan yhteen, jolloin kokonaispistemäärä voi olla välillä 0…12.

Olosuhdearvioinnin tulosta arvioidaan asteikolla A…D seuraavasti:

A. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä

B. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä

C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä

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

14.2 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 21. *Rakennusosien ilmatiiviydestä ja vuotoilmasta selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 1).*

Rakennusosien vuotoilmareittien ja epätiiviiden materiaalien todentaminen ja arviointi	
vuotoilmareittien määrä	vuotoilmareittejä: ei ole, on erittäin vähän, on vähän, on jonkin verran, on paljon
vuotoilmareittien koko ja epätiiviin materiaalin laajuus	vuotoilmareitti on: pistemäinen, pieni, keskikokoinen, suuri
	epätiivistä materiaalia [a]: ei ole, on pienialaisesti, on laaja-alaisesti, on erittäin laaja-alaisesti
Todetun vuotoilmareitin tai epätiiviin materiaalin sijainnin vaikutuksen arviointi	
vuotoilmareitin sijainnin vaikutus epäpuhtausriskiin	sijainti: ei lisää, voi lisätä vähän, voi lisätä jonkin verran, voi lisätä paljon epäpuhtaan [b] vuotoilman riskiä
Ilmatiiviyden ja vuotoilman kulkeutumisen todentaminen ja arviointi	
rakennusosien ilmatiiviys **tai** tutkimusalueen ilmanvuotoluku (q_{50})	ilmatiiviys on: erittäin hyvä, hyvä, keskimääräinen, huono
	q_{50} on: nykymääräyksiä parempi, nykymääräysten mukainen, nykymääräyksiä heikompi, nykymääräyksiä paljon heikompi
vuotoilman tai hajun kulkeutuminen ja kesto	vuotoilmaa tai hajua: ei kulkeudu, kulkeutuu ajoittain, kulkeutuu lähes kokoaikaisesti, kulkeutuu kokoaikaisesti
paine-eron vaikutus vuotoilman kulkeutumiseen	paine-eron keskiarvo [c]: ei lisää kulkeutumista, lisää vähän, lisää jonkin verran, lisää paljon vuotoilman kulkeutumista

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti ilmatiiviyttä ja vuotoilman määrä kohteessa arvioidaan seuraavasti: **’’Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu. 2 pistettä’’.** Arvio koskee kaikkia tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Alapohjan ja ulkoseinärakenteiden liittymissä sekä seinien sisäpinnoilla havaittiin epätiiveysalueita, joiden kautta virtaa ilmaa sisätiloihin.
- Huonetiloihin voi kulkeutua vuotoilmaa sekä maapohjasta että rakenteiden eristetiloista, joissa on todettu paikallisia mikrobivaurioita.
- Rakennuksen ilmatiiviys on paikoin puutteellinen. Seurantamittauksissa tuulenpaineen ei kuitenkaan havaittu aiheuttavan merkittävää painesuhteiden vaihtelua.
- Huonetilat ovat tämänhetkisissä normaaleissa käyttöoloissaan pääsääntöisesti ylipaineisia, rakenteiden epätiiveysalueiden kautta kulkeutuu huonetiloihin vain vähän epäpuhtauksia.

14.3 Rakennusosien riskitekijät

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 22. *Tutkimusalueen rakenneosista selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 2).*

Rakennusosan riskitekijä, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
kosteustekninen/-vaurion riski	riskejä sisältävän rakennusosan määrä, laajuus, sijainti
muun epäpuhtauslähteen riski	rakennusosan riskimateriaalin [b] määrä, laajuus, sijainti
Rakennusosan toteutunut riski, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
poikkeava kosteus rakennusosassa	poikkeavan kosteuden määrä, laajuus, sijainti
näkyvä kosteusvaurio pintamateriaalissa	näkyvien kosteusvaurioiden [a] määrä, laajuus, sijainti
näkyvä kosteusvaurio rakennusosan sisällä, mistä kulkeutui vuotoilmaa	näkyvien kosteusvaurioiden [a] määrä, laajuus, sijainti
Tilaosan riskitekijä, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
tilapinnan tai tilavarusteen materiaali, jossa on päästöriski	riskimateriaalin [b] sijainti, laajuus, määrä

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti **'' Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin. 1 piste''.** Arvio koskee tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Alapohjassa, ulkoseinissä ja väliseinässä on havaittu vain paikallisesti viitteitä mikrobivaurioista.
    - Alaosistaan maanvastaisten, sisäpuolelta lämmöneristettyjen ulkoseinien systemaattiset mikrobivauriot ovat kuitenkin mahdollisia.
- Lattiamateriaalien yhteydessä havaittiin vain paikallisesti viitteitä päällysteiden kemiallisesta vaurioitumisesta.
- Vuotoilmavirrat kulkevat huonetiloihin mineraalivillaeristeitä sisältävistä rakenteista. Vuotoilman kulkeutuminen tiloihin on kuitenkin tämänhetkisissä normaaleissa käyttöolosuhteissa epätodennäköistä.
- Tiloissa on mineraalikuituja sisältäviä akustiikkamateriaaleja sekä mineraalivillalla tilkittyjä läpivientejä, joista ei kuitenkaan todettu vapautuvan mineraalikuituja huonetiloihin
- Tilapinnat on uusittu 2000-luvun peruskorjauksissa. Pintamateriaalit ovat hyväkuntoisia ja vähäpäästöisiä.

14.4 Ilmastointijärjestelmä

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 23. *Tutkimusalueen ilmastointijärjestelmästä selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 3).*

Järjestelmäkokonaisuuden laatu ja vaikutus sisäilman lämpöoloihin ja paine-eroihin.	
järjestelmän laatu ja vaikutus sisäilman lämpöoloihin	tyyppi, ikä/elinkaaren vaihe, tavoitearvot, lämmitys/LTO, jäähdytys, kostutus, suodatus, kondenssiriskit, jäätymisriskit, vesi-/lumiriskit, kanavisto, ohjaustapa, säätöarvot, käyttöarvot, käyttöajat, kokonaisilmavirta, korvaus-, siirto- ja palautusilma, ilmanjakotapa ja suuntaus, muutokset, toimivuus
rakennusautomaatio ja sen toimivuus	ohjaustapa, säätöarvot, käyttöarvot, käyttöajat, antureiden kunto, tulo- ja poistoilmavirtojen tasapaino
järjestelmän aiheuttama paine-ero ja sen vaikutus	kosteusrasitus rakennusosiin, vuotoilma rakennusosista, tulo- ja poistoilmavirtojen tasapaino, erillispoistot, korvaus-, siirto- ja palautusilma
Järjestelmän epäpuhtauslähteet ja epäpuhtauksien kulkeutumisriski sisäilmaan.	
kone, kanavat, päätelaitteet ja suodatus	epäpuhtauslähteet [a], puhtaus [a], suodatusluokka, tiiviys
Järjestelmän vaikutus tilojen sisäilmaan	
tilojen ilmavirrat ja niiden suhde suunnitteluarvoihin	tavoitearvot, mitoitusarvot tulo- ja poistoilmavirta, ulkoilmavirta [a]
tilojen sisäilman aistinvarainen laatu ja olosuhteet	aistinvarainen; laatu [a], lämpöolot [a], järjestelmän melu [a], haju, ilmanvaihtuvuus
Erillisen jäähdytysjärjestelmän tai -laitteen vaikutus tilojen sisäilmaan.	
erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite	kunto, toimivuus, lämpöolot [a], puhtaus [a]

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti kohteen ilmastointijärjestelmää arvioidaan seuraavasti: **''Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilmanlaatua ja olosuhteita. 1 piste''**. Arvio koskee koko tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit ovat toimintakuntoisia mutta niiden tekninen käyttöikä on päättymässä lähiaikoina.
- Kahdessa koneessa järjestelmän lämmöntalteenotto ei toimi rikkinäisen vivuston takia. Todennäköisesti vika on aiheuttanut kesäaikaan tilojen ylilämpenemistä ja tilanneetta saadaan korjattua ainakin osittain vivustot korjaamalla.
- Ilmanvaihtokanavissa tai ilmanvaihdon päätelaitteissa ei ole kuitulähteitä.
- Ilmamäärät ovat lähellä suunnitteluarvoja ja käyttäjämäärien mukaisia.

14.5 Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden tutkimukset

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 24. *Esimerkkejä tutkimusalueelta olosuhdearviointia varten tarvittaessa selvitettävistä tekijäistä (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 4).*

Olosuhdearviointia varten tarvittaessa selvitettäviä tekijöitä	
biologiset tekijät	mikrobit (bakteerit ja sienet)
fysikaaliset tekijät	ilman virtausnopeus (veto), pintalämpötila, sisäilman lämpötila, sisäilman suhteellinen kosteus, ääniolosuhteet (melu), radon, ulkoilmavirta
kemialliset tekijät	ammoniakki, asbesti, formaldehydi, hiilidioksidi, hiilimonoksidi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), hiukkaset, polysykliset aromaattiset yhdisteet (PAH), teolliset mineraalikuidut

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti kohteessa **'' Biologisia, fysikaalisia ja/tai kemiallisia tekijöitä on vähän. 1 piste.** Arvio koskee tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Puurunkoisten ulkoseinien yhteydessä on havaittu paikallista mikrobikasvua.
    - Hallintotilojen sisäpuolelta lämmöneristettyjen, alaosistaan maanvastaisten ulkoseinien systemaattiset mikrobivauriot ovat kuitenkin mahdollisia.
- Opettajanhuoneen alueella väliseinässä on havaittu mikrobivaurio.
- Lattiapäällysteiden yhteydessä havaittiin viitteitä mikrobikasvusta ja kemiallisesta vaurioitumisesta.
- Tiloissa on mineraalikuituja sisältäviä akustiikkamateriaaleja ja mineraalivillaeristeitä, joista voi vapautua mineraalikuituja huonetiloihin. Tiloissa ei havaittu tasopinnoille kerääntyvien mineraalikuitujen toimenpiderajan ylityksiä.

14.6 Olosuhdearvioinnin tulos

Olosuhdearvion tulos on kohteeseen tehtyjen tutkimusten perusteella **C**: ” Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan **tai** toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella”.

Tulos muodostuu neljän osa-alueen perusteella, jotka pisteytetään seuraavasti:

Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	2 p	
Rakennusosien riskitekijät	1 p	
Ilmastointijärjestelmä	1 p	
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1 p	
Yhteensä		**5 p**

15 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Tässä luvussa on esitetty yhteenveto suositelluista toimenpiteistä. Tarkemmat suositukset löytyvät edellä kunkin luvun lopusta. Esitetyt korjaustoimenpidesuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

Alla on esitetty tärkeimmät toimenpide-ehdotukset kiireellisyysjärjestyksessä.

15.1 Huolto- ja kunnostustyöt ja tutkimukset ennen laajempia korjauksia:

- Piha-alue (kohdat 4 ja 7)
  - Sadevesijärjestelmissä havaittujen puutteiden (räystäskouru välituntipihalla ja pyöräkatoksen kattovesien kulkeutuminen) korjaus
  - rakennuksen ympärille asennetun patolevytyksen kattavuuden tarkastus rakennuksen päädyistä ja pohjoisreunalta
- Alapohja (kohta 5)
  - kompressiohuoneen viilennyslaitteista valuvan veden poisto
- Välipohja (kohta 6)
  - kellarin ja ensimmäisen kerroksen välillä olevien välipohjaläpivientien tiivistäminen palo-osastointi huomioiden
- Ulkoseinät (kohta 7)
  - hallintotilojen levytettyjen ulkoseinien tiiveyden parantaminen sisäilmanlaadun turvaamiseksi nopealla aikavälillä suorittavana, väliaikaisena toimenpeenä
- Väliseinät (kohta 9)
  - paikallinen kosteusvauriokorjaus opettajanhuoneen käytävänpuoleisessa väliseinässä
  - vaurioalueella kulkevan viemärin tiiveyden ja toimivuuden tarkastus
- Vesikatto- ja yläpohja (kohta 10)
  - aktiivisten vesivuotokohtien paikannus ja korjaus vesikatteella
  - katteella olevien epätiiviitten läpivientien tiivistäminen
  - katteella olevien lauhduttimien kiinnitys ja läpivientien tiivistys
- Ilmanvaihto (kohta 11)
  - lämmöntalteenottojärjestelmän vivustojen korjaus
  - keittiön poistohuuvan irronneiden säleiden kiinnitys huoltotyyppisenä työnä
  - sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset seuraavan talvikauden aikana
  - kalusteiden siirto etäämmälle syrjäyttävän ilmanjaon tuloilmaelimistä.
  - tuloilman sopivasta lämpötilasta varmistuminen
- Viemärijärjestelmät (kohta 13)
  - Sadevesi- ja salaojajärjestelmien viemärilinjojen painehuuhtelu huoltotyyppisenä työnä
  - Salaojien uudelleen kuvaus linjojen toimivuuden tarkistamiseksi

15.2 Rakennuksen laajemmissa korjauksissa huomioitavia asioita:

- Piha-alue (kohta 4)
  - vierusmaan pinnanmuotojen muutos pintavesiä poisjohtavaksi ja pinnan lasku perustusten ulkopuolisen patolevytyksen reunan yläpuolelle
  - patolevytyksen asennus, jos vierusmaata päätetään avata rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä
- Alapohja (kohta 5)
  - muovimattojen uusiminen kompressorihuoneessa, siivouskeskuksessa, keittiön varastotilassa ja käytävällä A133
    - ennen uudelleenpäällystystä tulee varmistua alustan riittävän kuivuuden lisäksi mikrobiologisesta ja kemiallisesta puhtaudesta
  - keittiön lattiakaatojen tehostaminen
  - alapohjan ilmatiiveyden parantaminen
    - alapohjan ulkoseinä- ja väliseinäliittymien tiivistys
    - alapohjan epätiiviitten läpivientien tiivistys
- Välipohjat (kohta 6)

    - huonetilojen välillä olevien välipohjaläpivientien tiiveyden parantaminen mineraalikuituriski huomioiden
    - toisen kerroksen tuulikaapin lattiapäällysteen uusiminen alusmateriaaleineen
- Ulkoseinät (kohta 7)
    - ensimmäisen kerroksen hallintotilojen mikrobivaurioituneiden, alaosastaan maanvastaisten ulkoseinien korjaus rakennusfysikaalisesti toimiviksi rakenteiksi
    - toisen kerroksen levytettyjen ulkoseinien paikallisten mikrobivaurioiden korjaus
    - toisen kerroksen levytettyjen ulkoseinien tiiveyden parantaminen rakenneliittymät ja läpiviennit ym. epätiiveyskohdat massaamalla, mikäli seinien sisäverhouksia ei päätetä avata rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä
    - julkisivuistaan levytettyjen ulkoseinien tuulensuojissa havaittujen puutteiden korjaus
        - Julkisivulevytysten poiston yhteydessä tulee tuulensuojissa ja puurungoissa olevien vaurioiden laajuus ja korjaustarve arvioida
    - kivirakenteisten ulkoseinien läpivientien ja kannakointi- ym. kiinnityskohtien tiivistäminen
- Ikkunat- ja ulko-ovet (kohta 8)
    - keittiön ikkunalistojen uusiminen ja ikkunakarmien huoltomaalaus
        - keittiön ilmanvaihtoa tulee mahdollisuuksien mukaan tehostaa kosteuskondenssin vähentämiseksi.
    - alemman kerroksen sinisten metalliulko-ovien huoltomaalaus
- Väliseinät (kohta 9)
    - väliseinissä olevien läpivientien tiivistäminen
    - väliseinäliittymien tiiveyden parantaminen alapohjaan ja ulkoseiniin kohdistuvien korjausten yhteydessä
- Vesikatto ja yläpohja (kohta 10)
    - yläpohjan ja vintissä kulkevien putkien lämmöneristeissä havaittujen puutteiden korjaus
    - katteen laajempi huoltokorjaus
    - yläpohjan läpivientien tiivistäminen
- Ilmanvaihto (kohta 11)
    - käyttöikänsä päässä olevien ilmanvaihtokoneiden ja huippuimureiden uusinta

Turussa 3.11.2025

AFRY Finland Oy

Tarkastanut:





Mari Soininmäki, FT
rakennusterveysasiantuntija
C-21596-26-15

Heli Teivainen, RI (AMK)
rakennusterveysasiantuntija
C-6653-26-11

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Rx Rakenneavaus

Px Rakenneporaus

MPx Kosteusmittauspiste

MAx Merkkiainekoe

Nx Mikrobinäyte

Olos.X Olosuhdeseurantamittaus

Kx Kuitunäyte tasopinnalta

VOC VOC-näyte sisäilmasta

AKx Alakaton avaus

AHx Asbesti ja PAH materiaalinäytteestä

Lattiassa kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja

Seinässä kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja

Seinässä kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja, mutta ei rakennekosteutta

Välipohjan alapinnalla kosteusjälkiä mutta ei kohonneita pintakosteusilmaisimen arvoja

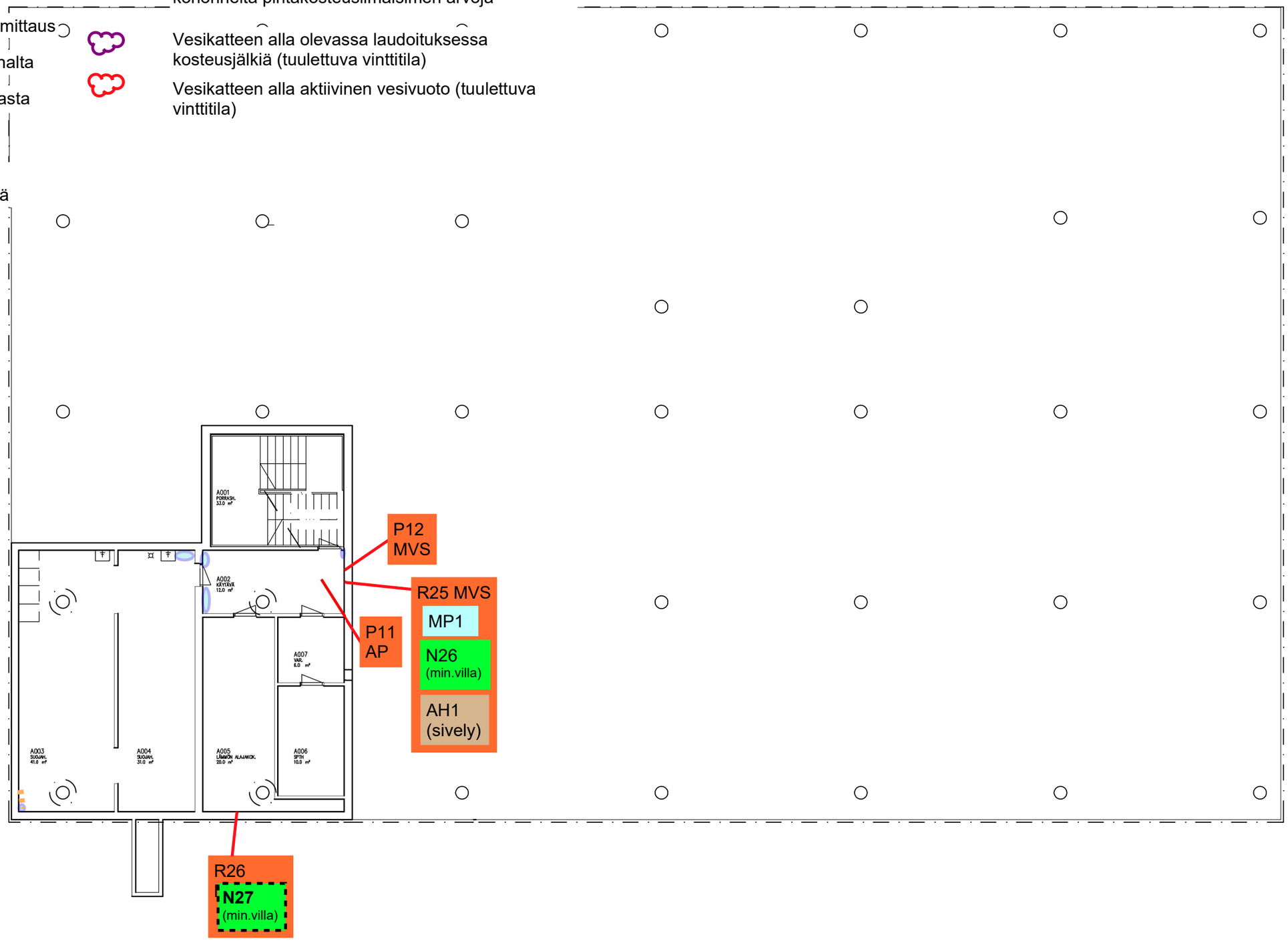
Vesikatteen alla olevassa laudoituksessa kosteusjälkiä (tuulettuva vinttitila)

Vesikatteen alla aktiivinen vesivuoto (tuulettuva vinttitila)

Musta yhtenäinen viiva selitteen ympärillä tarkoittaa poikkeavaa tulosta, esim. mikrobikasvustoa, kosteutta tai ilmavuotoa.

Katkoviivalla toteutettu kehys tarkoittaa mahdollisesti poikkeavaa tulosta.

Kellariin rajautuva alue = välipohjarakenne



R10 MVS
N19
(min.villa)
MA2 US

P1 AP
MP1

MP12
MVS

K2.3

P10 MVS
MP10

MP11
MVS

K3.1

K3.2

K3.3

K2.2

R3 VS
N2
(paperi)
N3
(paperi)

R9 AP

MP14
VS

MA1
AP

Olos.1

VOC1

K2.1

PA4

R4 VS
N4
(paperi)
N5
(min.villa)

V4

V3

AK2

AK1

V2

P9 AP
MP9

P2 AP
MP2

P3 AP
MP3

R7 US
N10
(min.villa)

R8 VS
N11
(paperi)

AK6

P7 AP
MP7

V1

MP13
AP

MA5
AP

R6 US
N7
(puu)
N8
(min.villa)
N9
(paperi)

AK4

AK3

R2 kotelo

PA8

P8 AP
MP8

P6 AP
MP6

R1 kotelo
N1
(eriste +
laasti)

P4 VP
MP4

VOC2

AK5

K1.3

Poistettava ikkuna!

K1.2

K1.1

MA3
US

MA4
VP

R5 US
N6
(min.villa)

P5
AP
MP5

Olos.2

1.krs A-osa, 1 : 50

R19 US elementti
N23 (min.villa)

R20 US levyrakenne
N18 (min.villa)

K5.3

V5

R27 kotelo

R21 US levyrakenne
N17 (min.villa)

R22 US elementti
N24 (min.villa)

K5.2

VOC3

PA6

R18 kotelo

Olos.3

K5.1

Olos.5

AK12

K6.2

K6.1

2.krs A-OSA

AK8

R17 kotelo

K6.3

PA7

AK13

AK11

AK10

R23 US levyrakenne
N15 (paperi)
N16 (min.villa)

R28 kotelo

K4.1

AK7

P13 VP

VOC4

AK9

VOC5

R24 US elementti
N25 (min.villa)

MA6 US

MA7 US

R11 US levyrakenne
N12 (min.villa)

Purettava ulkoseinä

R12 US elementti
N20 (min.villa)

R14 US elementti
N21 (min.villa)

R13 US levyrakenne
N13 (min.villa)

PA5

Olos.4

K4.3

K4.2

käytävä B-osaan

R15 US elementti
N22 (min.villa)

R16 US levyrakenne
N14 (min.villa)

TURUN YLIOPISTO | Biodiversiteetti

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausselosteen tunniste: Pääskyvuorenkoulu_A-osa-Valmat_AFRY_160625.xlsb

TESTAUSSELOSTE: materiaalinäyte, suoraviljely (Valvira, 2016)

Selosteen sisältö rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely (Valvira) 11 kpl, suoramikroskopointi 2 kpl

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja:	AFRY Buildings Finland Oy / Mari Soininmäki
	Veistämönaukio 1-3, 20100 Turku
Laskutus:	laskutus viite: 3031 TRE/SARI/101029426-001
Toimitusosoite:	mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottopvm: 16.6.2025

Kohde: **Pääskyvuoren koulu A-osa**

Näytteenottaja: AFRY Buildings Finland Oy / Mari Soininmäki

Näytteet:	**Kuvaus (materiaali)**	*Laboratorion antama tunniste*
N1.	R1, kotelo AP, US liittymä liikuntasauma (laasti + uretaani)	*BÖ618, BÖ694*
N2.	VS, tila A117 kipsilevy eristetilaa vasten R3 (paperi)	*BÖ619, BÖ695*
N3.	VS A117, Eriste AP vasten R3 (mineraalivilla)	*BÖ620*
N4.	R4, VS Aula, kipsi, tausta vs peltirankaa vasten (paperi)	*BÖ621, BÖ696*
N5.	R4 VS Aula, eriste AP vasten (mineraalivilla)	*BÖ622*
N6.	R5 US NH A103 Eriste alapuuta vasten (mineraalivilla)	*BÖ623*
N7.	R6 US A 104 Alaohjauspuun pinta (puu)	*BÖ624, BÖ697*
N8.	R6 US A104 Lämmöneriste alapuuta vasten (mineraalivilla)	*BÖ625*
N9.	R6 US A 104, Tuulensuojalevyn eristetilan puoleinen pinta (kipsilevypaperi)	*BÖ626, BÖ698*
N10.	R7 US A112, Eriste alajuoksua vasten (mineraalivilla)	*BÖ627*
N11.	R8 VS A112 Sisäverhouslevyn tausta (kipsilevyn paperi)	*BÖ628*

Analyysi: **Menetelmä: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määritys ja mikrosienilajiston tunnistus.**

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016

Pessi ja Jalkanen, 2018, Laboratorio-opas. Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely

Analyysi sisältää viljelyyn perustuvan suku/lajitason tunnistuksen ja semikvantitatiivisen määräarvion. Viljely tehdään suoraan maljoille ilman laimennusta. Mikrobien viljelyyn perustuvana menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit. Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty *.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei anneta laskennallista mittausepävarmuusarviota. Pesäkelaskennan epävarmuus vaihtelee kasvualustoittain, 5 – 13.5 %. Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Menetelmä on akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä. Tarkempi kuvaus on liitteessä.

Näytteet: Saapuneet 16.6.2025; viljely: 17.6.2025 / Sirkku Häkkilä

Analyysi: Raisa Ilmanen, Satu Saaranen

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratoriosta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Menetelmätiedot ja tulosten tulkintaperiaatteet ovat liitteessä. Testausselosteen osittainen kopioiminen tai kopioiminen ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS Finnish Accreditation Service T312 (EN ISO/IEC 17025)

Huomiot: Laboratorion huomioita, lisäanalyysit: Näytteistä, joiden kasvua ei voitu varmasti selvittää viljelymenetelmällä, tehtiin suoramikroskopointi, mikäli se oli näytemateriaalin / näytemäärän puolesta mielekästä.

Lisäanalyysi:	**Menetelmä: Homesienikasvuston toteaminen.** ISO 16000-21:2013 Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas. Suoramikroskopointi. Sienirihmaston ja itiöiden havainnointi; rajoitettu tunnistus (enimmillään sukutason tunnistus)
	Preparointi: 30.6.2025 / Raisa Ilmanen; analysointi: 30.6.2025 / Raisa Ilmanen

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:

N1. R1, kotelo AP, US liittymä liikuntasauma (laasti + uretaani) *BÖ618*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	7 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus sp.*	+		
	*Aspergillus versicolores l.r. **	+	2 kpl	
	*Engyodontium s.r. **	+	2 kpl	
	*Stachybotrys **	+	1 kpl	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus ochraceus l.r. **	+	3 kpl	
	*Aspergillus versicolores l.r. **	+	2 kpl	
	*Aspergillus, Eurotium l.r. **	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus ochraceus l.r. **	+	2 kpl	
	*Aspergillus versicolores l.r. **	+	6 kpl	
	*Aspergillus, Eurotium l.r. **	+	1 kpl	
	Cladosporium	+		
	Penicillium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), mutta lajistossa havaitut useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon.
Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ694*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas.
Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta.
Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoa eikä sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ619, BÖ695

N2. VS, tila A117 kipsilevy eristetilaa vasten R3 (paperi) *BÖ619*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Chaetomium s.r. **	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ695*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas.
Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta.
Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoa. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N3. VS A117, Eriste AP vasten R3 (mineraalivilla) *BÖ620*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	2 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Chaetomium s.r. **	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus versicolores l.r. **	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Usean indikaattorin esiintyminen yksittäisinä pesäkkeinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ621, BÖ696

N4. R4, VS Aula, kipsi, tausta vs peltirankaa vasten (paperi) *BÖ621*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus, Eurotium l.r. ****	+	1 kpl	
	Cladosporium	+		
	Penicillium	+		
	Sporothrichum	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus, Eurotium l.r. ****	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Alternaria*	+		
	Cladosporium	+		
	Penicillium	+		
	*Scopulariopsis s.r. ****	+	1 kpl	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ696*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas.
Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta.
Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoa. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ622

N5. R4 VS Aula, eriste AP vasten (mineraalivilla) *BÖ622*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N6. R5 US NH A103 Eriste alapuuta vasten (mineraalivilla) *BÖ623*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. –**
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ624, BÖ697

N7. R6 US A 104 Alaohjauspuun pinta (puu) *BÖ624*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. ++**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		++		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. ++**
Homesienet	*Penicillium*	++		
Hiivasienet	*Sporobolomyces **	+	8 kpl	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. ++**
Homesienet	*Penicillium*	++		
	Cladosporium	+		
Hiivasienet	*Sporobolomyces **	+	3 kpl	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. ++**
Homesienet	*Penicillium*	++		
	*Aspergillus, Eurotium l.r. **	+	4 kpl	
	Cladosporium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot
Näytemateriaali oli tummentunutta.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), mutta lajistossa havaitut useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon.
Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ697*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti tummunut.
Preparointi: Näyte preparoitiin muutosalueelta.
Mikroskopointi: Näytteessä havaittiin erittäin runsaita määriä sienirihmastoa. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä on sienikasvusto.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N8. R6 US A104 Lämmöneriste alapuuta vasten (mineraalivilla) *BÖ625*

Bakteerit, THG-alusta		**Yht. +**
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		**Yht. –**
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N9. R6 US A 104, Tuulensuojalevyn eristetilan puoleinen pinta (kipsilevypaperi) *BÖ626*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +++**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+++		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. ++**
Homesienet	*Penicillium*	++		
Hiivasienet		+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. ++**
Homesienet	*Penicillium*	++		
	*Aspergillus versicolores l.r. **	+	1 kpl	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Alternaria, Ulocladium l.r. **	+	1 kpl	
	Cladosporium	+		
	Penicillium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot
Näytemateriaali oli tummentunutta.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ698*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti tummunut.
Preparointi: Näyte preparoitiin muutosalueelta.
Mikroskopointi: Näytteessä havaittiin erittäin runsaita määriä sienirihmastoa. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä on sienikasvusto.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N10. R7 US A112, Eriste alajuoksua vasten (mineraalivilla) *BÖ627*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
	*Aspergillus, Eurotium l.r. **	+	2 kpl	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus, Eurotium l.r. **	+	1 kpl	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +++**
Homesienet	*Aspergillus restricti l.r. **	+++		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N11. R8 VS A112 Sisäverhouslevyn tausta (kipsilevyn paperi) *BÖ628*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +++**
Aktinomykeetit *		+ 3 kpl	
Muut bakteerit		+++	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. ++++**
Homesienet	*Penicillium*	++++	
	*Aspergillus usti l.r. **	++	
	*Chaetomium s.r. **	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. ++++**
Homesienet	*Penicillium*	++++	
	*Aspergillus usti l.r. **	+	
	*Chaetomium s.r. **	+	
Hiivasienet		+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. ++++**
Homesienet	*Penicillium*	++++	
	*Aspergillus usti l.r. **	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot
Näytemateriaali oli tummentunutta siinä oli näkyvää kasvustoa.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin erittäin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.
Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Lausunto

Yhteenveto tuloksista

Näyte /Lab.tunniste	Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin
N1. /BÖ618, BÖ694	Viljelyn tulos viittaa mikrobikasvustoon. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.
N2. /BÖ619, BÖ695	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.
N3. /BÖ620	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N4. /BÖ621, BÖ696	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.
N5. /BÖ622	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N6. /BÖ623	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N7. /BÖ624, BÖ697	Viljelyn tulos viittaa mikrobikasvustoon. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä esiintyy sienikasvustoa.
N8. /BÖ625	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N9. /BÖ626, BÖ698	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä esiintyy sienikasvustoa.
N10. /BÖ627	Käytetyllä viljelymenetelmällä havaittiin mikrobikasvusto.
N11. /BÖ628	Käytetyllä viljelymenetelmällä havaittiin mikrobikasvusto.

Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään analyyseillä varmistettua mikrobikasvua tai korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota rakennuksen sisäpinnalla tai sisäpuolisessa rakenteessa. Toimenpideraja ylittyy myös mikäli sisätiloissa oleva voi altistua muussa rakenteessa tai tilassa olevalle mikrobikasvulle. Terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski. (STM:n asetus 545/2015)

Tulosten arviointi

Näytekokonaisuudessa on mikrobikasvustoa osoittava näyte / näytteitä. Analyysillä vahvistettua, normaalista poikkeavaa mikrobikasvustoa rakennusmateriaalissa tai pinnalla voidaan pitää toimenpiderajan ylittymisenä ilman aistinvaraista varmistusta tai esimerkiksi kosteusmittausta (Valviran ohje 8/2016).

Näytteissä, joissa tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, on toimenpiderajan ylittymistä harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, jos on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

Rajaus:
Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valviran ohje 8/2016) kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen ja rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua. Näitä muita tiloja ja rakenteita ovat esimerkiksi kellarit, rakennusten alapohjat ja yläpohjat. Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Ilmayhteyden osoittamisessa voidaan käyttää esimerkiksi merkkiaineita tai -savuja.

Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöin ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä (Valviran ohje 8/2016).

Testausselosteeseen liittyvät laboratorion kirjaamat poikkeamat tai huomiot on esitetty etusivulla. Mahdolliset näytekohtaiset huomiot tai poikkeamat on esitetty näytekohtaisten tulosten yhteydessä.

Huomioitavaa

Epäillystä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava arvioitaessa altistumisen todennäköisyyttä.

Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Suoramikroskopointimenetelmä selvittää elinkyvyttömän sienirihmaston tai sieni-itiöiden esiintymisen, mutta vain preparoidun osanäytteen osalta. Edustava osanäyte onnistuu parhaiten kovilta materiaaleilta. Aktinomykeettien esiintymistä ei havaita tässä tarkastelussa.

Selosteen vahvistavat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 30.6.2025

Sirkku Häkkilä
FM, rakennusterveysasiantuntija,
laboratorion esimies

Raisa Ilmanen
FM, projektitutkija

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN SUORAVILJELY, Valvira 2016: ANALYYSIMENETELMÄ JA TULKINTAPERIAATTEET

Käyttötarkoitus ja merkitys terveyshaitan selvittämisessä

Asumisterveysasetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Toimenpideraja on terveydensuojeluvalvonnan kynnysarvo sille, milloin on ryhdyttävä toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Terveyshaittaa arvioitaessa ja siihen liittyvää toimenpiderajaa sovellettaessa on huomioitava altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta sekä muut vastaavat tekijät.

Näytteenotto ja analyysi:

Näytteenotto: Ks. Pessi ja Jalkanen, 2018

Viljely: Osanäyte rakennusmateriaalista viljellään suoraan kullekin kasvualustatyypille. Viljely tehdään 5 vrk sisällä näytteenotosta. Kasvatusajat: pesäkelaskenta 7±1 vrk, sienimääritys 7–14 vrk, aktinomykeettilaskenta 14±1 vrk. Kasvatuslämpötila: 25±3 °C. Kasvualustat: Taulukko 1.

Taulukko 1. Analyysissä käytetyt kasvualustat

	Kasvualusta ja sillä kasvavat mikrobit
THG	**Tryptoni-hiivauute-glukoosialusta**; aktinomykeetit ja muut bakteerit
M2	**2 % mallasuutealusta**; mesofiiliset sienet
Hagem	**Hagem-alusta**; mesofiiliset sienet
DG18	**Dikloraani-glyseroli-18-alusta**; kserofiiliset, muita sieniä kuivemmassa kasvavat sienet; vesiaktiivisuusvaatimus a_w = 60 – 80)

Analysointi: Materiaalin mikrobimäärä määritetään kasvattamalla mikrobit, jolloin vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat, elinkykyiset mikrobit ovat laskettavissa. Menetelmä on semikvantitatiivinen eli tulos ilmoitetaan runsaussuhdeasteikolla (ks. Taulukko 2.). Sienilajisto tunnistetaan viljelmästä mikroskopoimalla. Bakteereista tyypitetään ryhmänä aktinomykeetit. Jos näyte on tulkittavissa vaurioituneeksi ennen määräaikaa, voidaan näyte tarvittaessa raportoida alustavasti.

Akkreditoitu menetelmä: Asumisterveys, mikrobiologia. Rakenteen mikrobikasvua selvittävä menetelmä
Testattava materiaali: Rakennusmateriaali
Testityyppi, mittausalue: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määritys ja mikrosienilajiston tunnistus.
Testausmenetelmä: Suoraviljely. - Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016, päivitys 2020. - Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät.
Analysointi ja tulosten tulkinta perustuvat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016) ja sitä tukevaan Laboratorio-oppaaseen (Pessi ja Jalkanen, 2018). Menetelmä on laboratorion akkreditoidussa pätevyysalueessa (www.finas.fi).
Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksyttyjen menetelmien rekisterissä.

Tulosten esittäminen: Tulokset ilmoitetaan suhteellisella asteikolla (Taulukko 2.). Kosteusvauriota indikoivat mikrobit (Taulukko 3.) on merkitty *. Mikäli sienien tai aktinomykeettien määrät alittavat runsaan rajan (<50 pesäkettä / malja), raportoidaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärät. Muiden bakteerien kuin aktinomykeettien määriä ei käytetä tulkinnassa, mutta niiden pesäkemäärät ilmoitetaan vastaavalla asteikolla.

Epävarmuutta lisäävät seikat ilmoitetaan näytekohtaisessa tulkinnassa. Ylikasvutilanteessa jonkun mikrobin kasvunopeus käytetyllä kasvualustalla on muita huomattavasti nopeampi, jolloin kyseinen mikrobi voi peittää alleen muita pesäkkeitä. Ylikasvu heikentää pesäkemääräarvion tarkkuutta. Ylikasvu ei tarkoita ko. mikrobin vallitsevuutta.

Taulukko 2. Pesäkemäärä/malja (tulkinta)

-	0 kpl (ei mikrobeja)
+	1–19 kpl (niukasti mikrobeja)
++	20–49 kpl (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	50–199 kpl (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 kpl (erittäin runsaasti mikrobeja)

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Suoramikroskopointi lisäanalyysinä:

Viljelymenetelmällä mikrobikasvustoa osoittamaton rakennusmateriaalinäyte voi olla vaurioitumaton, mutta kasvusto voi olla myös kuivunut tai ko. sieni ei kasva käytetyillä alustoilla. Tällainen kasvusto voidaan mahdollisesti havaita suoramikroskopoimalla. Laboratorio tekee analyysin erillisestä tilauksesta (tutkimuspyyntö).

Suoramikroskopointi onnistuu luotettavasti vain kovilta materiaaleilta, kuten puu. Materiaalin mahdolliselta värimuutosalueelta tai satunnaisesti valituista kohdista tehdyiltä valomikroskooppipreparaateilta havainnoidaan sienirihmasto ja -itiöt. Kattava tai laikuittainen rihmasto näytepinnassa osoittaa sienikasvustoa. Mikroskoopilla varmennettu sienirihmasto useassa kohden näytettä viittaa sienikasvustoon näytteessä. Menetelmällä ei havaita aktinomykeettikasvustoja.

Tulkinnan perusteet

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän ja rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa, kun sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat runsaat (+++ / ++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, kun sieniä tai aktinomykeettejä on kohtalaisesti tai niukasti (++/+), mutta lajistossa on useita kosteusvaurioindikaattoreita (muuten kuin yksittäisinä pesäkkeinä). **Toimenpiderajan ylittymistä on tällöin harkittava** suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, jos on epäiltävissä, että niukat tai kohtalaiset mikrobimäärät selittyvät muutoin. Suoramikroskopoinnilla voidaan vahvistaa tulkintaa.

Usean indikaattorin esiintyminen pieninä määrinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei voida antaa laskennallista mittausepävarmuusarviota. Epävarmuutta tulokseen laboratoriossa aiheuttavat näytteen käsittely ja osanäytteen viljely maljoille sekä pesäkelaskennan epävarmuus (pesäkelaskennan epävarmuus, n. 6–10 %). Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Kosteusvauriota indikoiva lajisto

Kosteusvaurioon viittaavina on esitetty Valviran soveltamisohjeen (2016) mukaisesti kosteusvauriolle tyypilliset mikrobiryhmät (Taulukko 3.). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Näytekohtaisessa tulkinnassa on voitu lisäksi mainita muu poikkeava lajisto. Ohjeen kosteusvauriota indikoivan lajiston taulukkoon tehtiin 19.2.2020 päivityksessä sieninimistön muutoksista johtuvia tarkennuksia. Nimistöselkiytyksellä on pyritty välttämään virhetulkintoja esimerkiksi verrattaessa DNA-pohjaisiin tai kemiallisiin tunnistusmenetelmiin.

Rajaukset

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2016) mukaiset tulkintaohjeet soveltuvat asumis-, oleskelu- tai työpaikkakäytössä oleviin sisätiloihin, joissa ei ole sellaista tuotantoon tai toimintaan liittyvää mikrobilähdettä, jonka vaikutusta ei voida sulkea pois tulosten tulkinnasta.

Toimenpiderajoina esitettyjä pitoisuusrajoja ei voida suoraan soveltaa eristemateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa (alapohjarakenteet ja lämmöneristeet). Maaperän tai ulkoilman kanssa suorassa kosketuksessa oleviin lämmöneristeisiin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa lämmöneristeessä. Rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin usein todellisiin, rakennusteknisesti havaittuihin kosteusvaurioihin. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään asetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaisena toimenpiderajan ylityksenä vain silloin, kun rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin. Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöinkään ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä. (Valvira, 2016)

Mikrobikasvun merkitys rakennuksessa

Yllä kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen tai rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua (Valvira, osa IV, 2016). Toimenpiderajat eivät ole terveysperusteisia, vaan niiden avulla osoitetaan olosuhde, eli mikrobikasvu materiaalissa. Toimenpiderajan ylittyminen vaatii nimensä mukaisesti toimenpiteitä siltä, jonka vastuulla haitta on. Toimenpiteitä voivat olla haitan selvittäminen ja tarvittaessa poistaminen tai rajoittaminen. (Valvira, osa I, 2016). Terveyshaitan arvioinnissa huomioidaan mikrobikasvun laajuus, sijainti, ilmayhteys sisäilmaan ja painesuhteet, jotka kaikki vaikuttavat altistumisen todennäköisyyteen ja määrään.

Viitteet

Pessi, A-M ja Jalkanen, K, 2018. Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan kustannus Oy, Pori. 2018. 76 ss.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015 (finlex.fi)

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa I, Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty 25.4.2016) www.valvira.fi

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV, Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty 19.2.2020) www.valvira.fi

Taulukko 3. Testausselosteen tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreina käytetyt mikrobiryhmät (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016; päivitetty 19.2.2020). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Suku- / lajiryhmätarkkuus noudattelee mikroskooppisesti toteutettavissa olevaa tunnistustarkkuutta viljellyistä pesäkkeistä. Taulukossa on esitetty myös aiemmin käytetty nimitys kosteusvaurioindikoiviksi todetuista suvuista sekä esimerkkejä ryhmiin sisällytetyistä lajeista tai suvuista. Lyhenteet: sr. = sukuryhmä, lr. = lajiryhmä.

Selosteessa käytetty nimitys	**Aiemmin käytetty nimitys; ryhmään kuuluvia sukuja tai lajeja**
aktinomykeetit	aktinomykeetit; mm. suvut *Streptomyces, Nocardia, Pseudonocardia, Nocardiopsis*
Acremonium s.r.	*Acremonium;* mm. *Sarocladium, Gliocladium, Acremonium;* aiemmat *Acremonium* -lajit
Alternaria, Ulocladium l.r..	*Ulocladium; Alternaria sektiot Ulocladioides, Ulocladium, Pseudoulocladium* = aiempi *Ulocladium*-suku
Aspergillus fumigatus l.r.	*Aspergillus fumigatus; A. fumigatus* ja lähilajit
Aspergillus ochraceus l.r..	*Aspergillus ochraceus;* mm. *A. ochraceus, A. westerdijkiae* ja lähilajit
Aspergillus restricti l.r..	*Aspergillus penicillioides / Aspergillus restrictus; Aspergillus sektio restricti* mm. *A. penicillioides, A. restrictus* ja lähilajit
Aspergillus versicolores l.r.	*Aspergillus sydowii, Aspergillus versicolor;* mm. *A. jensenii, A. puulaauensis, A. sydowii, A. versicolor* ja lähilajit
Aspergillus terreus l.r..	*Aspergillus terreus; A. terreus* ja lähilajit
Aspergillus usti l.r..	*Aspergillus ustus; A. sektio usti* mm. lajit *A. ustus, A. puniceus*
Aspergillus, Eurotium l.r.	*Eurotium; Aspergillus sektio Aspergillus,* aiempi *Eurotium* -suku
Engyodontium s.r.	*Engyodontium;* suvut *Engyodontium* ja *Parengyodontium*
Chaetomium s.r.	*Chaetomium; Chaetomium* -tyyppiset homeet; suvut *Chaetomiaceae;* mm. *Chaetomium, Botryotrichum, Humicola*
Exophiala s.r.	*Exophiala; Exophiala*-tyyppiset homeet; mm. suvut *Exophiala, Phaeococcomyces, Rhinocladiella, Ramichloridium*
Fusarium s.r.	*Fusarium; Fusarium* ja *Neocosmospora* –suvut
Geomyces s.r.	*Geomyces; Pseudogymnoascus*-suku, ja suvuton muoto *Geomyces*
Oidiodendron	*Oidiodendron* –suku
Paecilomyces Purpureocillium	*Paecilomyces; Paecilomyces* -suku ja suvusta erotettu *Purpureocillium* –suku
Phialophora s.r.	*Phialophora sensu lato;* mm. suvut *Phialophora, Cadophora, Coniochaeta*
Scopulariopsis s.r.	*Scopulariopsis;* suvut *Scopulariopsis, Microascus*
Sporobolomyces	*Sporobolomyces* -suku
Coelomycetes s.r.	*Sphaeropsidales;* mm. *Didymella, Phoma*
Stachybotrys, Memnoniella	*Stachybotrys* -suku; nyt *Stachybotrys* ja *Memnoniella* -suvut
Trichoderma	*Trichoderma* –suku
Tritirachium.	*Tritirachium* –suku
Wallemia	*Wallemia* –suku

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausselosteen tunniste: PääskyvuorenkouluAosa_valmat_AFRY_180625#2.xlsb

TESTAUSSELOSTE: materiaalinäyte, suoraviljely (Valvira, 2016)

Selosteen sisältö rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely (Valvira) 17 kpl, suoramikroskopointi 1 kpl

Testausseloste korvaa aiemman selosteen PääskyvuorenkouluAosa_valmat_AFRY_180625, vahvistettu 2.7.2025 *

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja: AFRY Buildings Finland Oy / Mari Soininmäki
Veistämönaukio 1-3, 20100 Turku
Laskutus: viite: 3031 TRE/Sari/101029426-001
Toimitusosoite: mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottopvm: 18.6.2025
Kohde: **Pääskyvuoren koulu A-osa**
Näytteenottaja: Mari Soininmäki

Näytteet:	**Kuvaus (materiaali)**	*Laboratorion antama tunniste*
N12.	R11 A209 US pääty lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ635*
N13.	R13 A209 US pitkä sivu lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ636*
N14.	R16 US A207 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ637*
N15.	R23 US A204 sisäverhouslevyn (kipsilevy) tausta (paperi)	*BÖ638, BÖ704*
N16.	R23 US A 204 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ639*
N17.	R21 US A 201 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ640*
N18.	R20 A210 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla)	*BÖ641*
N19.	R10 A117 MVS eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ642*
N20.	R12 A 209 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ643*
N21.	R14 A 209 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ644*
N22.	R15 A207 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ645*
N23.	R19 A 210 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ646*
N24.	R22 A 201 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ647*
N25.	R24 A204 US eriste/elementti (mineraalivilla)	*BÖ648*
N26.	R25 A002 MVS eriste (mineraalivilla)	*BÖ649*
N27.	R26 A005 MVS eriste (mineraalivilla)	*BÖ650*

Analyysi: **Menetelmä: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määritys ja mikrosienilajiston tunnistus.**

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016
Pessi ja Jalkanen, 2018, Laboratorio-opas. Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely

Analyysi sisältää viljelyyn perustuvan suku/lajitason tunnistuksen ja semikvantitatiivisen määräarvion. Viljely tehdään suoraan maljoille ilman laimennusta. Mikrobien viljelyyn perustuvana menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit. Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty *.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei anneta laskennallista mittausepävarmuusarviota. Pesäkelaskennan epävarmuus vaihtelee kasvualustoittain, 5 – 13.5 %. Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratoriosta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Menetelmätiedot ja tulosten tulkintaperiaatteet ovat liitteessä. Testausselosteen osittainen kopioiminen tai kopioiminen ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS Finnish Accreditation Service T312 (EN ISO/IEC 17025)

	Menetelmä on akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä. Tarkempi kuvaus on liitteessä.
Näytteet:	Saapuneet 18.6.2025; viljely: 18.6.2025 / Marika Viljanen Analyysi: Raisa Ilmanen, Satu Saaranen

Huomiot: Laboratorion huomioita, lisäanalyysit: Näytteistä, joiden kasvua ei voitu varmasti selvittää viljelymenetelmällä, tehtiin suoramikroskopointi, mikäli se oli näytemateriaalin / näytemäärän puolesta mielekästä.

Laboratorion huomioita, muuta: Tämä testausseloste korvaa aiemman selosteen PääskyvuorenkouluAosa_valmat_AFRY_180625, allekirjoitettu 2.7.2025, siinä havaitun kirjausvirheen vuoksi. Pyydämme hävittämään aiemman selosteen.

Lisäanalyysi:	**Menetelmä: Homesienikasvuston toteaminen.** ISO 16000-21:2013 Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas. Suoramikroskopointi. Sienirihmaston ja itiöiden havainnointi; rajoitettu tunnistus (enimmillään sukutason tunnistus)
	Preparointi: 2.7.2025 / Raisa Ilmanen; analysointi: 2.7.2025 / Raisa Ilmanen

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:

N12. R11 A209 US pääty lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ635*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	5 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +++**
Homesienet	*Penicillium*	+++		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +++**
Homesienet	*Penicillium*	+++		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +++**
Homesienet	*Penicillium*	+++		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N13. R13 A209 US pitkä sivu lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ636*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. ++**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		++	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. ++**
Homesienet	*Alternaria*	+	
	Aureobasidium	+	
	Botrytis	+	
	Cladosporium	+	
	Penicillium	+	
Hiivasienet		+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. ++**
Homesienet	*Cladosporium*	++	
	Aspergillus sp.	+	
	Aureobasidium	+	
	Penicillium	+	
Hiivasienet		+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +++**
Homesienet	*Cladosporium*	+++	
	Alternaria	+	
	Aureobasidium	+	
	Penicillium	+	
Hiivasienet		+	

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä.
Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N14. R16 US A207 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ637*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	3 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+		
	Penicillium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ638, BÖ704

N15. R23 US A204 sisäverhouslevyn (kipsilevy) tausta (paperi) *BÖ638*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+	
	Penicillium	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava suoramikroskopointi (natiivitarkastelu) samasta näytteestä *BÖ704*

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas.
Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta.
Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoa eikä sieni-itiöitä.
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N16. R23 US A 204 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ639*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Chaetomium s.r. **	+	1 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+		
	Penicillium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot
Näytemateriaali oli lievästi tummentunutta.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ640

N17. R21 US A 201 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ640*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot
Näytemateriaali oli lievästi tummentunutta.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N18. R20 A210 lämmöneriste ikkunan viereltä (mineraalivilla) *BÖ641*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +++**
Aktinomykeetit *		+	2 kpl	
Muut bakteerit		+++		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +++**
Homesienet	*Cladosporium*	++		
	Alternaria	+		
	*Alternaria, Ulocladium l.r. **	+		
	Aureobasidium	+		
	*Coelomycetes s.r. **	+		
	Penicillium	+		
Hiivasienet		+		
	*Sporobolomyces **	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +++**
Homesienet	*Cladosporium*	+++		
	Aureobasidium	+		
	*Coelomycetes s.r. **	+		
	Penicillium	+		
Hiivasienet		++		
	*Sporobolomyces **	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +++**
Homesienet	*Cladosporium*	+++		
	Alternaria	+		
	*Alternaria, Ulocladium l.r. **	+		
	Penicillium	+		
Hiivasienet		+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N19. R10 A117 MVS eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ642*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	1 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ643

N20. R12 A 209 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ643*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. –**
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N21. R14 A 209 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ644*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		–		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Paecilomyces variotii* *	+	1 kpl	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus usti l.r.* *	+	1 kpl	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ645

N22. R15 A207 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ645*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		–	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ646

N23. R19 A 210 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ646*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		–	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Aspergillus sp.*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ647

N24. R22 A 201 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ647*

Bakteerit, THG-alusta		**Yht. +**
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		**Yht. –**
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ648

N25. R24 A204 US eriste/elementti (mineraalivilla) *BÖ648*

Bakteerit, THG-alusta			**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		–	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			**Yht. +**
Homesienet	*Cladosporium*	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

BÖ649

N26. R25 A002 MVS eriste (mineraalivilla) *BÖ649*

Bakteerit, THG-alusta		**Yht. –**
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	–	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		**Yht. –**
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		**Yht. –**
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		**Yht. –**

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu lainkaan elinkykyisiä mikrobeja.
Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

N27. R26 A005 MVS eriste (mineraalivilla) *BÖ650*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		+	3 kpl	
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. ++**
Homesienet	*Aspergillus versicolores l.r. **	++	24 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. ++**
Homesienet	*Aspergillus versicolores l.r. **	++	23 kpl	
	Penicillium	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. ++**
Homesienet	*Aspergillus versicolores l.r. **	++	20 kpl	
	Penicillium	+		

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), mutta kohtalaisina määrinä havaitut kosteusvaurioindikaattorisienet viittaavat mikrobikasvustoon. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Lausunto

Yhteenveto tuloksista

Näyte /Lab.tunniste	Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin
N12. /BÖ635	Käytetyllä viljelymenetelmällä havaittiin mikrobikasvusto.
N13. /BÖ636	Käytetyllä viljelymenetelmällä havaittiin mikrobikasvusto.
N14. /BÖ637	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N15. /BÖ638, BÖ704	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.
N16. /BÖ639	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N17. /BÖ640	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N18. /BÖ641	Käytetyllä viljelymenetelmällä havaittiin mikrobikasvusto.
N19. /BÖ642	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N20. /BÖ643	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N21. /BÖ644	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N22. /BÖ645	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N23. /BÖ646	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N24. /BÖ647	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N25. /BÖ648	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N26. /BÖ649	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N27. /BÖ650	Viljelyn tulos viittaa mikrobikasvustoon.

Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään analyyseillä varmistettua mikrobikasvua tai korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota rakennuksen sisäpinnalla tai sisäpuolisessa rakenteessa. Toimenpideraja ylittyy myös mikäli sisätiloissa oleva voi altistua muussa rakenteessa tai tilassa olevalle mikrobikasvulle. Terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski. (STM:n asetus 545/2015)

Tulosten arviointi

Näytekokonaisuudessa on mikrobikasvustoa osoittava näyte / näytteitä. Analyysillä vahvistettua, normaalista poikkeavaa mikrobikasvustoa rakennusmateriaalissa tai pinnalla voidaan pitää toimenpiderajan ylittymisenä ilman aistinvaraista varmistusta tai esimerkiksi kosteusmittausta (Valviran ohje 8/2016).

Näytteissä, joissa tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, on toimenpiderajan ylittymistä harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, jos on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

Rajaus:
Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valviran ohje 8/2016) kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen ja rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua. Näitä muita tiloja ja rakenteita ovat esimerkiksi kellarit, rakennusten alapohjat ja yläpohjat. Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Ilmayhteyden osoittamisessa voidaan käyttää esimerkiksi merkkiaineita tai -savuja.

Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöin ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä (Valviran ohje 8/2016).

Testausselosteeseen liittyvät laboratorion kirjaamat poikkeamat tai huomiot on esitetty etusivulla. Mahdolliset näytekohtaiset huomiot tai poikkeamat on esitetty näytekohtaisten tulosten yhteydessä.

Huomioitavaa

Epäillystä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava arvioitaessa altistumisen todennäköisyyttä.

Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Suoramikroskopointimenetelmä selvittää elinkyvyttömän sienirihmaston tai sieni-itiöiden esiintymisen, mutta vain preparoidun osanäytteen osalta. Edustava osanäyte onnistuu parhaiten kovilta materiaaleilta. Aktinomykeettien esiintymistä ei havaita tässä tarkastelussa.

Selosteen vahvistavat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 9.9.2025

Raisa Ilmanen
FM, projektitutkija

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN SUORAVILJELY, Valvira 2016: ANALYYSIMENETELMÄ JA TULKINTAPERIAATTEET

Käyttötarkoitus ja merkitys terveyshaitan selvittämisessä

Asumisterveysasetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Toimenpideraja on terveydensuojeluvalvonnan kynnysarvo sille, milloin on ryhdyttävä toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Terveyshaittaa arvioitaessa ja siihen liittyvää toimenpiderajaa sovellettaessa on huomioitava altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta sekä muut vastaavat tekijät.

Näytteenotto ja analyysi:

Näytteenotto: Ks. Pessi ja Jalkanen, 2018

Viljely: Osanäyte rakennusmateriaalista viljellään suoraan kullekin kasvualustatyypille. Viljely tehdään 5 vrk sisällä näytteenotosta. Kasvatusajat: pesäkelaskenta 7±1 vrk, sienimääritys 7–14 vrk, aktinomykeettilaskenta 14±1 vrk. Kasvatuslämpötila: 25±3 °C. Kasvualustat: Taulukko 1.

Taulukko 1. Analyysissä käytetyt kasvualustat

	Kasvualusta ja sillä kasvavat mikrobit
THG	**Tryptoni-hiivauute-glukoosialusta**; aktinomykeetit ja muut bakteerit
M2	**2 % mallasuutealusta**; mesofiiliset sienet
Hagem	**Hagem-alusta**; mesofiiliset sienet
DG18	**Dikloraani-glyseroli-18-alusta**; kserofiiliset, muita sieniä kuivemmassa kasvavat sienet; vesiaktiivisuusvaatimus a_w = 60 – 80)

Analysointi: Materiaalin mikrobimäärä määritetään kasvattamalla mikrobit, jolloin vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat, elinkykyiset mikrobit ovat laskettavissa. Menetelmä on semikvantitatiivinen eli tulos ilmoitetaan runsaussuhdeasteikolla (ks. Taulukko 2.). Sienilajisto tunnistetaan viljelmästä mikroskopoimalla. Bakteereista tyypitetään ryhmänä aktinomykeetit. Jos näyte on tulkittavissa vaurioituneeksi ennen määräaikaa, voidaan näyte tarvittaessa raportoida alustavasti.

Akkreditoitu menetelmä: Asumisterveys, mikrobiologia. Rakenteen mikrobikasvua selvittävä menetelmä
Testattava materiaali: Rakennusmateriaali
Testityyppi, mittausalue: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määritys ja mikrosienilajiston tunnistus.
Testausmenetelmä: Suoraviljely. - Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016, päivitys 2020. - Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät.
Analysointi ja tulosten tulkinta perustuvat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016) ja sitä tukevaan Laboratorio-oppaaseen (Pessi ja Jalkanen, 2018). Menetelmä on laboratorion akkreditoidussa pätevyysalueessa (www.finas.fi).
Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksyttyjen menetelmien rekisterissä.

Tulosten esittäminen: Tulokset ilmoitetaan suhteellisella asteikolla (Taulukko 2.). Kosteusvauriota indikoivat mikrobit (Taulukko 3.) on merkitty *. Mikäli sienien tai aktinomykeettien määrät alittavat runsaan rajan (<50 pesäkettä / malja), raportoidaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärät. Muiden bakteerien kuin aktinomykeettien määriä ei käytetä tulkinnassa, mutta niiden pesäkemäärät ilmoitetaan vastaavalla asteikolla.

Epävarmuutta lisäävät seikat ilmoitetaan näytekohtaisessa tulkinnassa. Ylikasvutilanteessa jonkun mikrobin kasvunopeus käytetyllä kasvualustalla on muita huomattavasti nopeampi, jolloin kyseinen mikrobi voi peittää alleen muita pesäkkeitä. Ylikasvu heikentää pesäkemääräarvion tarkkuutta. Ylikasvu ei tarkoita ko. mikrobin vallitsevuutta.

Taulukko 2. Pesäkemäärä/malja (tulkinta)

-	0 kpl (ei mikrobeja)
+	1–19 kpl (niukasti mikrobeja)
++	20–49 kpl (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	50–199 kpl (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 kpl (erittäin runsaasti mikrobeja)

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Suoramikroskopointi lisäanalyysinä:

Viljelymenetelmällä mikrobikasvustoa osoittamaton rakennusmateriaalinäyte voi olla vaurioitumaton, mutta kasvusto voi olla myös kuivunut tai ko. sieni ei kasva käytetyillä alustoilla. Tällainen kasvusto voidaan mahdollisesti havaita suoramikroskopoimalla. Laboratorio tekee analyysin erillisestä tilauksesta (tutkimuspyyntö).

Suoramikroskopointi onnistuu luotettavasti vain kovilta materiaaleilta, kuten puu. Materiaalin mahdolliselta värimuutosalueelta tai satunnaisesti valituista kohdista tehdyiltä valomikroskooppipreparaateilta havainnoidaan sienirihmasto ja -itiöt. Kattava tai laikuittainen rihmasto näytepinnassa osoittaa sienikasvustoa. Mikroskoopilla varmennettu sienirihmasto useassa kohden näytettä viittaa sienikasvustoon näytteessä. Menetelmällä ei havaita aktinomykeettikasvustoja.

Tulkinnan perusteet

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän ja rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa, kun sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat runsaat (+++ / ++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, kun sieniä tai aktinomykeettejä on kohtalaisesti tai niukasti (++/+), mutta lajistossa on useita kosteusvaurioindikaattoreita (muuten kuin yksittäisinä pesäkkeinä). **Toimenpiderajan ylittymistä on tällöin harkittava** suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, jos on epäiltävissä, että niukat tai kohtalaiset mikrobimäärät selittyvät muutoin. Suoramikroskopoinnilla voidaan vahvistaa tulkintaa.

Usean indikaattorin esiintyminen pieninä määrinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei voida antaa laskennallista mittausepävarmuusarviota. Epävarmuutta tulokseen laboratoriossa aiheuttavat näytteen käsittely ja osanäytteen viljely maljoille sekä pesäkelaskennan epävarmuus (pesäkelaskennan epävarmuus, n. 6–10 %). Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Kosteusvauriota indikoiva lajisto

Kosteusvaurioon viittaavina on esitetty Valviran soveltamisohjeen (2016) mukaisesti kosteusvauriolle tyypilliset mikrobiryhmät (Taulukko 3.). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Näytekohtaisessa tulkinnassa on voitu lisäksi mainita muu poikkeava lajisto. Ohjeen kosteusvauriota indikoivan lajiston taulukkoon tehtiin 19.2.2020 päivityksessä sieninimistön muutoksista johtuvia tarkennuksia. Nimistöselkiytyksellä on pyritty välttämään virhetulkintoja esimerkiksi verrattaessa DNA-pohjaisiin tai kemiallisiin tunnistusmenetelmiin.

Rajaukset

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2016) mukaiset tulkintaohjeet soveltuvat asumis-, oleskelu- tai työpaikkakäytössä oleviin sisätiloihin, joissa ei ole sellaista tuotantoon tai toimintaan liittyvää mikrobilähdettä, jonka vaikutusta ei voida sulkea pois tulosten tulkinnasta.

Toimenpiderajoina esitettyjä pitoisuusrajoja ei voida suoraan soveltaa eristemateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa (alapohjarakenteet ja lämmöneristeet). Maaperän tai ulkoilman kanssa suorassa kosketuksessa oleviin lämmöneristeisiin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa lämmöneristeessä. Rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin usein todellisiin, rakennusteknisesti havaittuihin kosteusvaurioihin. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään asetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaisena toimenpiderajan ylityksenä vain silloin, kun rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin. Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöinkään ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä. (Valvira, 2016)

Mikrobikasvun merkitys rakennuksessa

Yllä kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen tai rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua (Valvira, osa IV, 2016). Toimenpiderajat eivät ole terveysperusteisia, vaan niiden avulla osoitetaan olosuhde, eli mikrobikasvu materiaalissa. Toimenpiderajan ylittyminen vaatii nimensä mukaisesti toimenpiteitä siltä, jonka vastuulla haitta on. Toimenpiteitä voivat olla haitan selvittäminen ja tarvittaessa poistaminen tai rajoittaminen. (Valvira, osa I, 2016). Terveyshaitan arvioinnissa huomioidaan mikrobikasvun laajuus, sijainti, ilmayhteys sisäilmaan ja painesuhteet, jotka kaikki vaikuttavat altistumisen todennäköisyyteen ja määrään.

Viitteet

Pessi, A-M ja Jalkanen, K, 2018. Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan kustannus Oy, Pori. 2018. 76 ss.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015 (finlex.fi)

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa I, Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty 25.4.2016) www.valvira.fi

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV, Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty 19.2.2020) www.valvira.fi

Taulukko 3. Testausselosteen tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreina käytetyt mikrobiryhmät (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016; päivitetty 19.2.2020). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Suku- / lajiryhmätarkkuus noudattelee mikroskooppisesti toteutettavissa olevaa tunnistustarkkuutta viljellyistä pesäkkeistä. Taulukossa on esitetty myös aiemmin käytetty nimitys kosteusvaurioindikoiviksi todetuista suvuista sekä esimerkkejä ryhmiin sisällytetyistä lajeista tai suvuista. Lyhenteet: sr. = sukuryhmä, lr. = lajiryhmä.

Selosteessa käytetty nimitys	**Aiemmin käytetty nimitys; ryhmään kuuluvia sukuja tai lajeja**
aktinomykeetit	aktinomykeetit; mm. suvut *Streptomyces, Nocardia, Pseudonocardia, Nocardiopsis*
Acremonium s.r.	*Acremonium;* mm. *Sarocladium, Gliocladium, Acremonium;* aiemmat *Acremonium* -lajit
Alternaria, Ulocladium l.r..	*Ulocladium; Alternaria sektiot Ulocladioides, Ulocladium, Pseudoulocladium* = aiempi *Ulocladium*-suku
Aspergillus fumigatus l.r.	*Aspergillus fumigatus; A. fumigatus* ja lähilajit
Aspergillus ochraceus l.r..	*Aspergillus ochraceus;* mm. *A. ochraceus, A. westerdijkiae* ja lähilajit
Aspergillus restricti l.r..	*Aspergillus penicillioides / Aspergillus restrictus; Aspergillus sektio restricti* mm. *A. penicillioides, A. restrictus* ja lähilajit
Aspergillus versicolores l.r.	*Aspergillus sydowii, Aspergillus versicolor;* mm. *A. jensenii, A. puulaauensis, A. sydowii, A. versicolor* ja lähilajit
Aspergillus terreus l.r..	*Aspergillus terreus; A. terreus* ja lähilajit
Aspergillus usti l.r..	*Aspergillus ustus; A. sektio usti* mm. lajit *A. ustus, A. puniceus*
Aspergillus, Eurotium l.r.	*Eurotium; Aspergillus sektio Aspergillus,* aiempi *Eurotium* -suku
Engyodontium s.r.	*Engyodontium;* suvut *Engyodontium* ja *Parengyodontium*
Chaetomium s.r.	*Chaetomium; Chaetomium* -tyyppiset homeet; suvut *Chaetomiaceae;* mm. *Chaetomium, Botryotrichum, Humicola*
Exophiala s.r.	*Exophiala; Exophiala*-tyyppiset homeet; mm. suvut *Exophiala, Phaeococcomyces, Rhinocladiella, Ramichloridium*
Fusarium s.r.	*Fusarium; Fusarium* ja *Neocosmospora* –suvut
Geomyces s.r.	*Geomyces; Pseudogymnoascus*-suku, ja suvuton muoto *Geomyces*
Oidiodendron	*Oidiodendron* –suku
Paecilomyces Purpureocillium	*Paecilomyces; Paecilomyces* -suku ja suvusta erotettu *Purpureocillium* –suku
Phialophora s.r.	*Phialophora sensu lato;* mm. suvut *Phialophora, Cadophora, Coniochaeta*
Scopulariopsis s.r.	*Scopulariopsis;* suvut *Scopulariopsis, Microascus*
Sporobolomyces	*Sporobolomyces* -suku
Coelomycetes s.r.	*Sphaeropsidales;* mm. *Didymella, Phoma*
Stachybotrys, Memnoniella	*Stachybotrys* -suku; nyt *Stachybotrys* ja *Memnoniella* -suvut
Trichoderma	*Trichoderma* –suku
Tritirachium.	*Tritirachium* –suku
Wallemia	*Wallemia* –suku

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Työterveyslaitos

Analyysivastaus

Tilaus: TTL25-02518
Raporttinumero: 056073
Raportointi pvm: 10.6.2025

Saaja:
AFRY Finland Oy
Turku
Mari Soininmäki
Veistämönaukio 1-3
20100 TURKU

FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Analyysi:	VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja:	M. Soininmäki
Viite:	3031 TRE/Sari, 1010129426-001
Näytteenottopvm:	4.6.2025
Vastaanottopvm:	9.6.2025
Käsittelijä(t):	Hännikäinen Anneli, Kuusisto Kim

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031* **VOC-määritys ilmanäytteestä**

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla. Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin(C_6) ja n-heksadekaanin(C_{16}) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset (µg/m³) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määritysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m³ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksymä asumisterveystutkimuksiin.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL25-02518-001 358636
Mittauskohde: Pääskyvuoren koulu, Talvitie 10 Turku / A-osa
Mittauspiste: VOC1, A117 Luokkahuone
Näytteenottoaika: 4.6.2025 6:18 - 7:03
Ilmamäärä: 9,17 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		40 µg/m³
Alifaattiset hiilivedyt		
2,4-Dimetyyliheptaani	2213-23-2	2 µg/m³ **
C12-alkaani		1 µg/m³ **
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,5 µg/m³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	0,5 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	1 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	0,8 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	1 µg/m³
C9-alkoholit		2 µg/m³ **
2-Etyyli-1-heksanoli[2]	104-76-7	16 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	2 µg/m³
Heksanaali[1]	66-25-4	2 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,5 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	3 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,5 µg/m³
Pentanaali[1]	110-62-3	0,8 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,6 µg/m³

[1] Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

[2] Tolueeniekvivalenttina 12 µg/m³.

TTL25-02518-002 418048
Mittauskohde: Pääskyvuoren koulu, Talvitie 10 Turku / A-osa
Mittauspiste: VOC2, A104 Neuvottelu
Näytteenottoaika: 4.6.2025 6:19 - 7:04
Ilmamäärä: 8,99 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		30 µg/m³
Alifaattiset hiilivedyt		
Dodekaani	112-40-3	0,8 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,9 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	0,6 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Pentanoli	71-41-0	1 µg/m³
1-Butanoli	71-36-3	1 µg/m³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,7 µg/m³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	2 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	1 µg/m³
Heksanaali[1]	66-25-4	11 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,9 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	2 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,7 µg/m³
Pentanaali[1]	110-62-3	4 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	1 µg/m³
Hapot		
Heksaanihappo eli kapronihappo	142-62-1	3 µg/m³
Piiyhdisteet		
Dimetyylisilaanidioli	1066-42-8	2 µg/m³ **

[1] Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

TTL25-02518-003 358575
Mittauskohde: Pääskyvuoren koulu, Talvitie 10 Turku / A-osa
Mittauspiste: VOC3, A212 Luokkahuone
Näytteenottoaika: 4.6.2025 6:25 - 7:10
Ilmamäärä: 8,92 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,8 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	0,5 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
C9-alkoholit		0,7 µg/m³ **
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,7 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,7 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	2 µg/m³
Heksanaali[1]	66-25-4	2 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,5 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	2 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,5 µg/m³
Pentanaali[1]	110-62-3	1 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,6 µg/m³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	0,5 µg/m³

[1] Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

TTL25-02518-004 358672
Mittauskohde: Pääskyvuoren koulu, Talvitie 10 Turku / A-osa
Mittauspiste: VOC4, A208 Luokkahuone
Näytteenottoaika: 4.6.2025 6:28 - 7:13
Ilmamäärä: 8,90 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		<10 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,6 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	0,4 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,7 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	0,5 µg/m³
Heksanaali[1]	66-25-4	0,5 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	0,4 µg/m³

[1] Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

TTL25-02518-005 358551
Mittauskohde: Pääskyvuoren koulu, Talvitie 10 Turku / A-osa
Mittauspiste: VOC5, A203 Luokkahuone
Näytteenottoaika: 4.6.2025 6:32 - 7:17
Ilmamäärä: 8,82 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		10 µg/m³
Alifaattiset hiilivedyt		
2,4-Dimetyyliheptaani	2213-23-2	2 µg/m³ **
C12-alkaani		1 µg/m³ **
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m³
Hiilivetyseokset		
Hiilivetyseos[2]		3 µg/m³ **
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,9 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	0,8 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,5 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	0,7 µg/m³
Heksanaali[1]	66-25-4	1 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,6 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	1 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,4 µg/m³
Pentanaali[1]	110-62-3	0,8 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,8 µg/m³

[1] Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

[2] Kiehumispisteväli noin 85-100 °C, sisältää alifaattisia hiilivetyjä.

Tulosten tarkastelu:

Näyte on kerätty Tenax TA -adsorptioputkeen.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoriotoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristöpalvelut

10.6.2025 Kim Kuusisto

Kuusisto Kim
asiantuntija
Helsinki

Tulokset koskevat vain vastaanotettuja näytteitä. Testauspäivämäärä(t) annetaan pyydettäessä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittua vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

TURUN YLIOPISTO | Biodiversiteetti

AEROBIOLOGIA

TURKU

Tunniste: PääskyvuorenKoulu_Kuitu_Afry_100925.xlsb

TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk

Selosteen sisältö: Laskeutuneen pölyn (14 vrk) geeliteippinäytteitä **18 kpl, c-k807 – c-k824**

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja:	AFRY Finland Oy
	Vesitämönaukio 1-3, 20100 Turku
Laskutus:	sama, viite: 101029426-001/Salokangas, Soininmäki
Toimitusosoite:	mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottoajanjakso: 27.8. - 10.9.2025

Kohde: **Pääskyvuoren koulu, uusintamittaukset**

Näytteenottaja: Olli Väätäinen

Analyysi:

Menetelmä: Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä, 14 vrk laskeutunut pöly

Sisäinen menetelmä, valomikroskopia

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Valvira Ohje 8/2016

Menetelmä on tarkoitettu mittaamaan pinnoille laskeutuneen pölyn kuitumäärää STM:n asetuksen 23.4.2015/545, 19 § ja asetusta soveltavan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira, 2016) mukaisen toimenpiderajan ylittymisen arvioimiseksi. Menetelmä on Finas -akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä.

Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan valomikroskoopin avulla teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Laskenta suoritetaan kahden viikon laskeutuneesta pölystä, jota varten näytteet on otettu 14 vrk aiemmin puhdistetulta tasopinnalta.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti tutkittavista tiloista on aina syytä ottaa useampia näytteitä; näytemäärä riippuu huonetilan pinta-alasta (ohjeena vähintään kolme 14 cm² näyteteippiä).

Tulosten tulkinta ja esitystapa:

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STM, asetus 23.4.2015/545, 19 § Hiukkasmaiset epäpuhtaudet). Toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus ylittyy mittausepävarmuus huomioiden (Valvira, 2016).

Tuloksina ilmoitetaan näytekohtaiset kuitupitoisuudet, joita verrataan toimenpiderajaan 0,2 kuitua/cm². Toimenpideraja ylittyy näytteen osalta, jos sen pitoisuus mittausepävarmuus huomioiden ylittää ko. pitoisuuden (Valvira, 2016). Laboratorion lukemaepätarkkuus kuitulaskennassa on 29,5 %. Lukemaepätarkkuutta käytetään analyysin mittausepävarmuutena huomioimatta jakaumaoletuksia.

Näytteet: Näytteet saapuneet laboratorioon: 10.9.2025

Analyysi: 18.9.2025 / Satu Saaranen

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratoriosta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS Finnish Accreditation Service T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulokset:

Näytteiden ottoon, sijoittumiseen sekä tiloihin liittyvät tiedot on saatu asiakkaalta

Näyte, lab.tunniste	Tila	Tulos		Huom.
		kuitua/näyte	kuitua/cm²	
K1-1 (c-k807)	A101: matala lipasto	0	< 0,09	(1
K1-2 (c-k808)	A101: matala vetolaatikosto	0	< 0,09	(1
K1-3 (c-k809)	A101: pieni sivupöytä	1	< 0,09	(1
K2-1 (c-k810)	A117: matala senkki	3	0,21	(2
K2-2 (c-k811)	A117: matala senkki	1	< 0,09	(1
K2-3 (c-k812)	A117: matala senkki	1	< 0,09	(1
K3-1 (c-k813)	A123: puolapuiden alapuoli	0	< 0,09	(1
K3-2 (c-k814)	A123: pilarin takapuoli	0	< 0,09	(1
K3-3 (c-k815)	A123: pilarin takapuoli	0	< 0,09	(1
K4-1 (c-k816)	A208: matala senkki	2	0,14	
K4-2 (c-k817)	A208: matala senkki	0	< 0,09	(1
K4-3 (c-k818)	A208: opettajan pöytä	1	< 0,09	(1
K5-1 (c-k819)	A212: matala laatikosto	2	0,14	
K5-2 (c-k820)	A212: matala senkki	0	< 0,09	(1
K5-3 (c-k821)	A212: matala senkki	0	< 0,09	(1
K6-1 (c-k822)	A202: matala sivupöytä	0	< 0,09	(1
K6-2 (c-k823)	A202: seinähylly	1	< 0,09	(1
K6-3 (c-k824)	A202: matala senkki	0	< 0,09	(1

Laboratorion huomioita:
(1 Kuitupitoisuus alittaa laskennallisen määritysrajan.
(2 Mittausepävarmuus huomioiden toimenpiderajan ylitys ei ole luotettava.

Tulosten tulkinta

Toimenpideraja alittui kaikissa näytteissä.

Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

Tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016). Tulkinnassa ei ole huomioitu näytteenottoon liittyviä virhelähteitä.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Teolliset mineraalikuidut ovat ensisijaisesti muiden oleskelutilojen kuin asuinympäristöjen olosuhteita heikentävä tekijä. Kuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet akustiikkalevyt sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (Valvira, 2016).

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulosten merkitystä pohdittaessa on tärkeää nähdä kokonaiskuva näytteenottokohteesta ja harkita sen perusteella toimenpiteitä. Korjaavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- mineraalivillojen pinnoitus lasikuitukankaalla tai sideaineella
- ilmastointi- ja ilmanvaihtoputkien puhdistaminen
- mineraalivillojen poistaminen tai korvaaminen

Lopullinen analyysitulosten tulkinta, jossa on huomioitu siihen vaikuttavat tekijät (virhelähteet ja tilan erityispiirteet) sekä muuna ajankohtana tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset, on näytteenottosuunnitelman tekijän, näytteenottajan tai tutkimuksen teettäjän vastuulla.

Viitteet

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016. Päivitys 3.5.2024. Saatavilla:https://valvira.fi/terveydensuojelu/asumisterveys

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4.2015/545. Saatavilla: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545

Selosteen vahvistajat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 18.9.2025

Raisa Ilmanen
FM, projektitutkija

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

TURUN YLIOPISTO | Biodiversiteetti
AEROBIOLOGIA
TURKU

Tunniste: Pääskyvuorenkoulu_kuitu_AFRY_270525.xlsb

TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk

Selosteen sisältö: Laskeutuneen pölyn (14 vrk) geeliteippinäytteitä **18 kpl, c-k734 – c-k751**

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja:	AFRY Finland Oy
	Veistämönaukio 1-3, 20100 Turku
Laskutus:	sama, Viite: 101029426-001/ Salokangas, Soininmäki
Toimitusosoite:	mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottoajanjakso: 13.5. - 27.5.2025

Kohde: **Pääskyvuoren koulu**

Näytteenottaja: Olli Väätäinen

Analyysi:

Menetelmä: Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä, 14 vrk laskeutunut pöly

Sisäinen menetelmä, valomikroskopia

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Valvira Ohje 8/2016

Menetelmä on tarkoitettu mittaamaan pinnoille laskeutuneen pölyn kuitumäärää STM:n asetuksen 23.4.2015/545, 19 § ja asetusta soveltavan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira, 2016) mukaisen toimenpiderajan ylittymisen arvioimiseksi. Menetelmä on Finas -akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä.

Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan valomikroskoopin avulla teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Laskenta suoritetaan kahden viikon laskeutuneesta pölystä, jota varten näytteet on otettu 14 vrk aiemmin puhdistetulta tasopinnalta.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti tutkittavista tiloista on aina syytä ottaa useampia näytteitä; näytemäärä riippuu huonetilan pinta-alasta (ohjeena vähintään kolme 14 cm² näyteteippiä).

Tulosten tulkinta ja esitystapa:

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STM, asetus 23.4.2015/545, 19 § Hiukkasmaiset epäpuhtaudet). Toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus ylittyy mittausepävarmuus huomioiden (Valvira, 2016).

Tuloksina ilmoitetaan näytekohtaiset kuitupitoisuudet, joita verrataan toimenpiderajaan 0,2 kuitua/cm². Toimenpideraja ylittyy näytteen osalta, jos sen pitoisuus mittausepävarmuus huomioiden ylittää ko. pitoisuuden (Valvira, 2016). Laboratorion lukemaepätarkkuus kuitulaskennassa on 29,5 %. Lukemaepätarkkuutta käytetään analyysin mittausepävarmuutena huomioimatta jakaumaoletuksia.

Näytteet: Näytteet saapuneet laboratorioon: 27.5.2025

Analyysi: 27.5.2025 - 4.6.2025 / Sirkku Häkkilä, Raisa Ilmanen

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratoriosta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS Finnish Accreditation Service T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulokset:

Näytteiden ottoon, sijoittumiseen sekä tiloihin liittyvät tiedot on saatu asiakkaalta

Näyte, lab.tunniste	Tila	Tulos		Huom.
		kuitua/näyte	kuitua/cm²	
K1-1 (c-k734)	A104: Matala lipasto	1	< 0,09	(1
K1-2 (c-k735)	A104: Matala vetolaatikosto	2	0,14	
K1-3 (c-k736)	A104: Pieni sivupöytä	1	< 0,09	(1
K2-1 (c-k737)	A117: Opettajan pöytä	1	< 0,09	(1
K2-2 (c-k738)	A117: Matala senkki	1	< 0,09	(1
K2-3 (c-k739)	A117: Matala senkki	2	0,14	
K3-1 (c-k740)	A123: Puolapuiden alapuoli	2	0,14	
K3-2 (c-k741)	A123: Pilarin takapuoli	0	< 0,09	(1
K3-3 (c-k742)	A123: Puolapuiden alapuoli	2	0,14	
K4-1 (c-k743)	A208: Matala senkki	1	< 0,09	(1
K4-2 (c-k744)	A208: Matala laatikosto	0	< 0,09	(1
K4-3 (c-k745)	A208: Opettajan pöytä	1	< 0,09	(1
K5-1 (c-k746)	A212: Matala laatikosto	2	0,14	
K5-2 (c-k747)	A212: Matala senkki	0	< 0,09	(1
K5-3 (c-k748)	A212: Matala senkki	3	0,21	(2
K6-1 (c-k749)	A202: Matala senkki	1	< 0,09	(1
K6-2 (c-k750)	A202: Matala senkki	2	0,14	
K6-3 (c-k751)	A202: Matala senkki	3	0,21	(2

Laboratorion huomioita:

(1 Kuitupitoisuus alittaa laskennallisen määritysrajan.

(2 Mittausepävarmuus huomioiden toimenpiderajan ylitys ei ole luotettava.

Tulosten tulkinta

Toimenpideraja alittui kaikissa näytteissä.

Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

Tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016). Tulkinnassa ei ole huomioitu näytteenottoon liittyviä virhelähteitä.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Teolliset mineraalikuidut ovat ensisijaisesti muiden oleskelutilojen kuin asuinympäristöjen olosuhteita heikentävä tekijä. Kuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet akustiikkalevyt sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (Valvira, 2016).

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

Tulosten merkitystä pohdittaessa on tärkeää nähdä kokonaiskuva näytteenottokohteesta ja harkita sen perusteella toimenpiteitä. Korjaavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- mineraalivillojen pinnoitus lasikuitukankaalla tai sideaineella
- ilmastointi- ja ilmanvaihtoputkien puhdistaminen
- mineraalivillojen poistaminen tai korvaaminen

Lopullinen analyysitulosten tulkinta, jossa on huomioitu siihen vaikuttavat tekijät (virhelähteet ja tilan erityispiirteet) sekä muuna ajankohtana tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset, on näytteenottosuunnitelman tekijän, näytteenottajan tai tutkimuksen teettäjän vastuulla.

Viitteet

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016. Päivitys 3.5.2024. Saatavilla:https://valvira.fi/terveydensuojelu/asumisterveys

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4.2015/545. Saatavilla: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545

Selosteen vahvistajat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 6.6.2025

Sirkku Häkkilä
FM, rakennusterveysasiantuntija,
laboratorion esimies

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

FINAS
Finnish Accreditation Service
T312 (EN ISO/IEC 17025)

TOP ANALYTICA
www.topanalytica.com

Tunniste: B252404

Top Analytica OY on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T337, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025:2017.

TUTKIMUSRAPORTTI	
Tilaaja: AFRY Finland Oy	Mittausten tekijä(t): Joanna Ekman
Saapunut: 19.6.2025	Mitattu: 23.6.2025
Näytteenottaja: Toni Veiro	
Lisätiedot:	

Asbestin toteaminen rakennusmateriaaleista

Asbestitestaus: ISO 22262-1:2012, muunneltu, pyyhkäisyelektronimikroskopia (SEM), energiadispersiivinen spektrometria (EDS) ja polarisaatiomikroskopia (PLM). Näytteiden esitutkimus toteutetaan stereomikroskoopilla. Tulos ilmoitetaan muodossa **KYLLÄ** tai **EI**. Tulokseen kirjataan todettu asbestityyppi ja testauslaitteisto. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Top Analytica Oy ei vastaa näytteenotossa mahdollisesti tapahtuneista virheistä.

Tulokset

Kohdetiedot*: Pääskyvuoren koulu

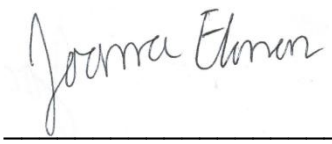
Tunnus*	Näytetiedot*	Tulos (KYLLÄ / EI)	Asbestityyppi	Tutkimus (PLM / SEM-EDS)
1	R25 MVS, Pikisively	EI	-	SEM-EDS

***=Asiakkaan antama tieto**

Johtopäätökset / Kommentit

- Näytteestä ei havaittu asbestikuituja

Turku 23.6.2025



Joanna Ekman
Tutkimusavustaja
Top Analytica Oy Ab
+358 44 787 4845

ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: **HL2503967**	Tarjousnumero	: OF242134
Asiakas	: **AFRY Finland Oy**	Projekti	: Pääskyvuoren koulu
Yhteyshenkilö	: Toni Veiro	Ostotilausnumero	: 101029426, Sari, Mari, 101-3031 TRE
Osoite	: Veistämönaukio 1-3 20100 Turku Suomi	Näytteenottaja	: Toni Veiro
		Näytteenottokohde	: ----
		Vastaanotetut näytteet	: 1
Sähköposti	: toni.veiro@afry.com	Analysoidut näytteet	: 1
Puhelin	: ----	Vastaanottopvm	: 2025-06-24 15:32
		Analyysien aloituspvm	: 2025-06-27
Sivu	: 1 / 3	Päiväys	: 2025-07-01 14:00

Yleiset kommentit

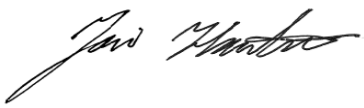
Tiedot näytteenottopaikasta ja -ajasta sekä mittauskohteista ovat asiakkaan ilmoittamia. Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratoriolta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvelvollisuuksista löytyy kotisivuiltamme http://www.alsglobal.fi

Tilauksen kommentit

Näyte HL2503967/001, menetelmä S-PAHGMS02 - määritysrajoja on jouduttu nostamaan matriisihäiriöistä johtuen.

Allekirjoitukset	*Asema*
Jari Hautala	Maajohtaja



Laboratorio	: ALS Finland Oy	Nettisivu	: www.alsglobal.fi
Osoite	: Härkähaankuja 7 B 01730 Vantaa Suomi	Sähköposti	: asiakaspalvelu.hki@alsglobal.com
		Puhelin	: +358 10 470 1200

Analyysitulokset

Näytematriisi: **RAKENNUSMATERIAALI**

	AH1 MVS pikisively
Asiakkaan näytetunnus	
Laboratorion näytetunnus	*HL2503967-001*
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika	*2025-06-20 00:00*

Parametri	**Tulos**	MU	*Yksikkö*	*LOR*	*Menetelmä*	*Laboratorio*
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)						
S-BM-PAHL-CR/PR						
naftaleeni	**4.24**	± 1.27	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
asenaftyleeni	<0.050	----	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
asenafteeni	**0.148**	± 0.044	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
fluoreeni	<0.100	----	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
fenantreeni	**2.05**	± 0.614	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
antraseeni	<0.050	----	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
fluoranteeni	**0.505**	± 0.152	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
pyreeni	**1.54**	± 0.464	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)antraseeni	**3.48**	± 1.04	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
kryseeni	**11.3**	± 3.39	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
bentso(b)fluoranteeni	**5.08**	± 1.52	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
bentso(k)fluoranteeni	<0.800	----	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)pyreeni	**1.36**	± 0.409	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
indeno(123cd)pyreeni	**0.257**	± 0.077	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
bentso(ghi)peryleeni	**3.59**	± 1.08	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
dibentso(ah)antraseeni	**1.90**	± 0.569	mg/kg	0.050	S-PAHGMS02	PR
PAH, 16 yhdisteen summa	**35.4**	----	mg/kg	0.80	S-PAHGMS02	PR

Analyysiraportin tulososa päättyy tähän

Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	*Menetelmäkuvaukset*
S-PAHGMS02	CZ_SOP_D06_03_161 pl. kappaleet 10.1.1, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2 (US EPA 8270D, US EPA 8082A, CSN EN 15527, ISO 18287, ISO 10382, CSN EN 17322). Puolihaihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen kaasukromatografilla ja MS- tai MS/MS -detektoinnilla. Yhdisteiden summapitoisuudet lasketaan mitatuista arvoista.

Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näytemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.

MU = Mittausepävarmuus

***** = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

Mittausepävarmuus:

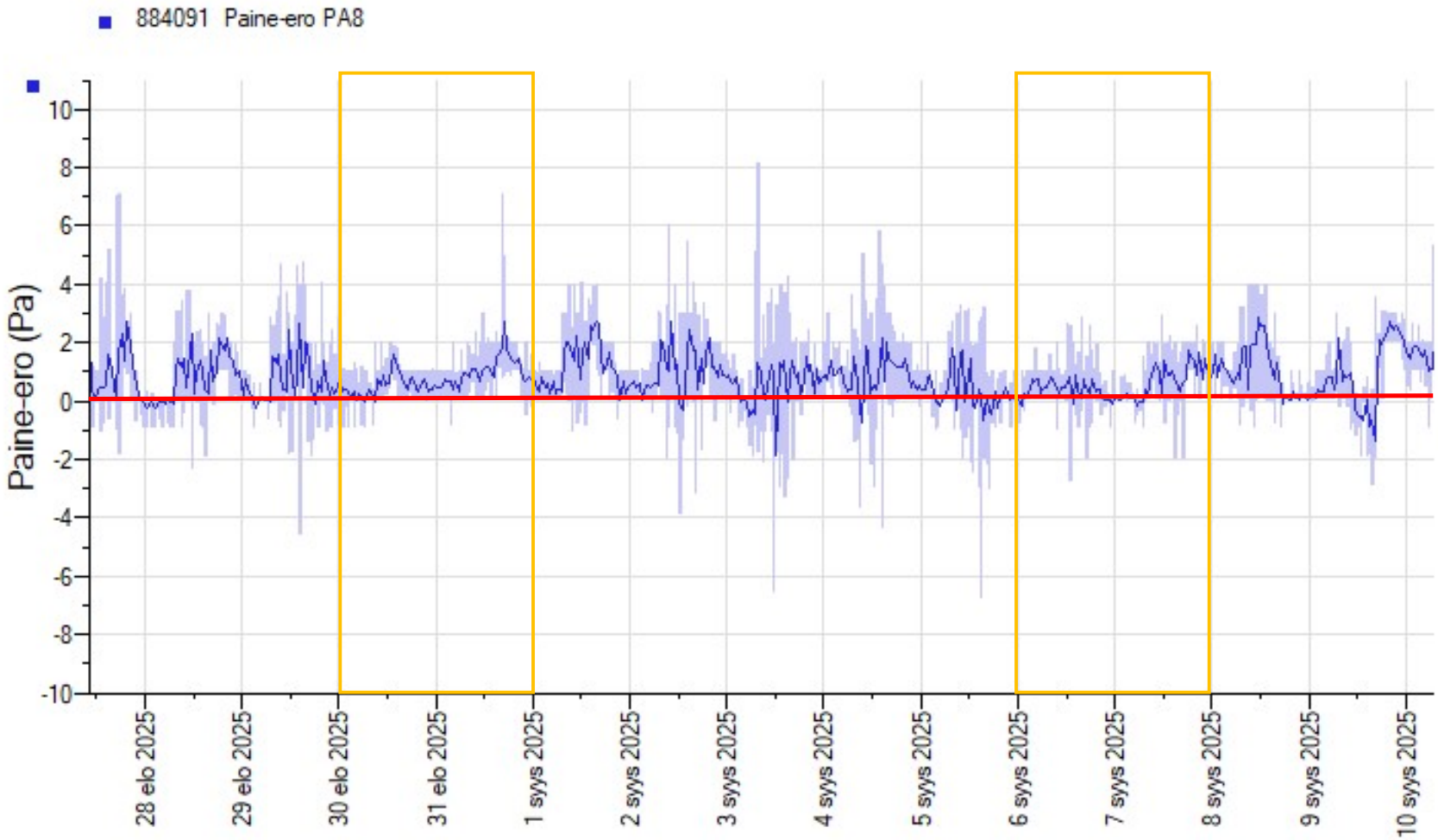
Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä. Mahdolliset poikkeavat mittausepävarmuudet on esitetty kunkin analyysin menetelmäkuvauksessa.

Analysoiva laboratorio

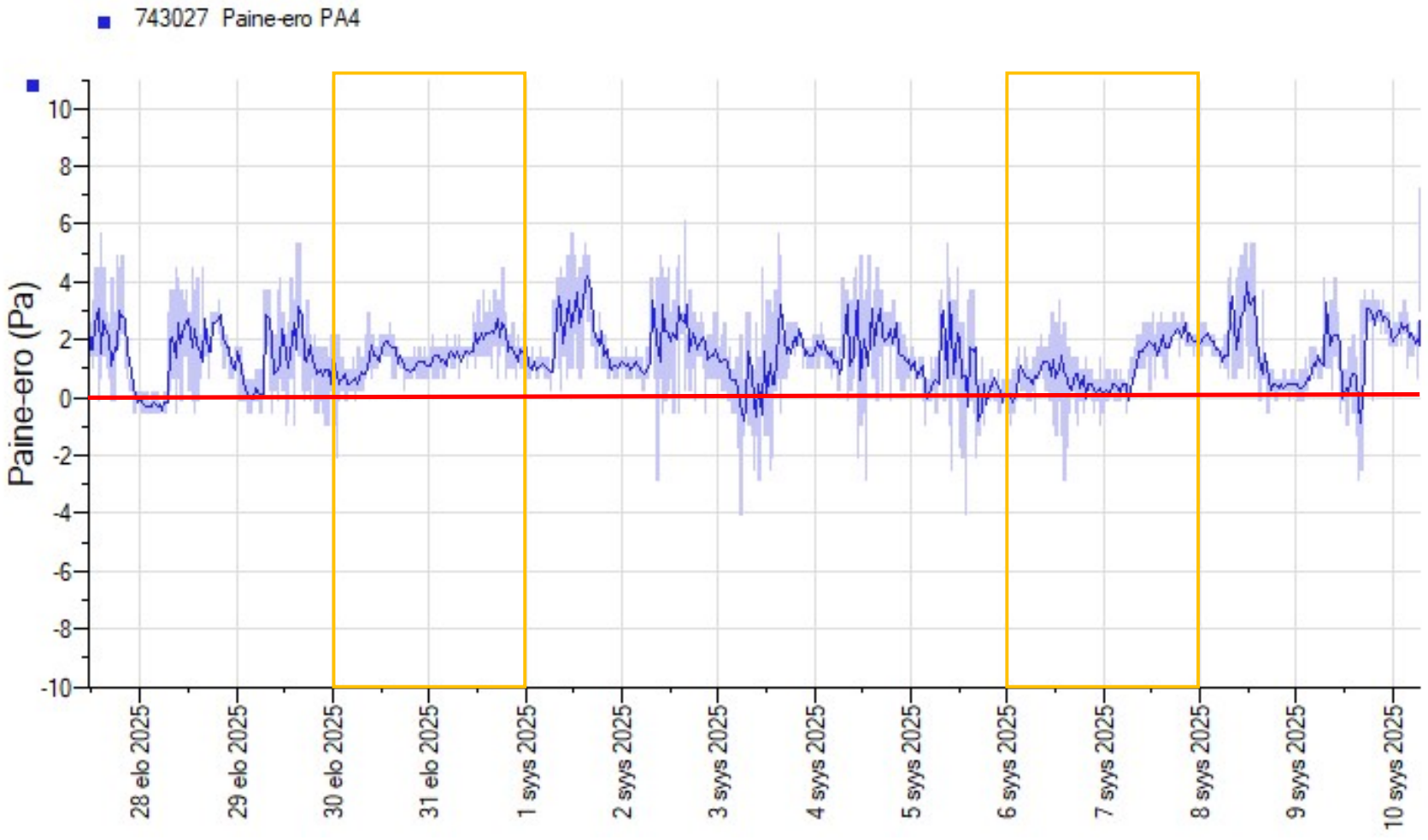
	Laboratorio
PR	*Analysoinnista vastaa* ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Praha 9 - Vysocany Tšekki 190 00 Akkreditointielin: CAI Akkreditointinumero: 1163, CSN EN ISO/IEC 17025:2018

Paine-ero - Luokkahuone A104



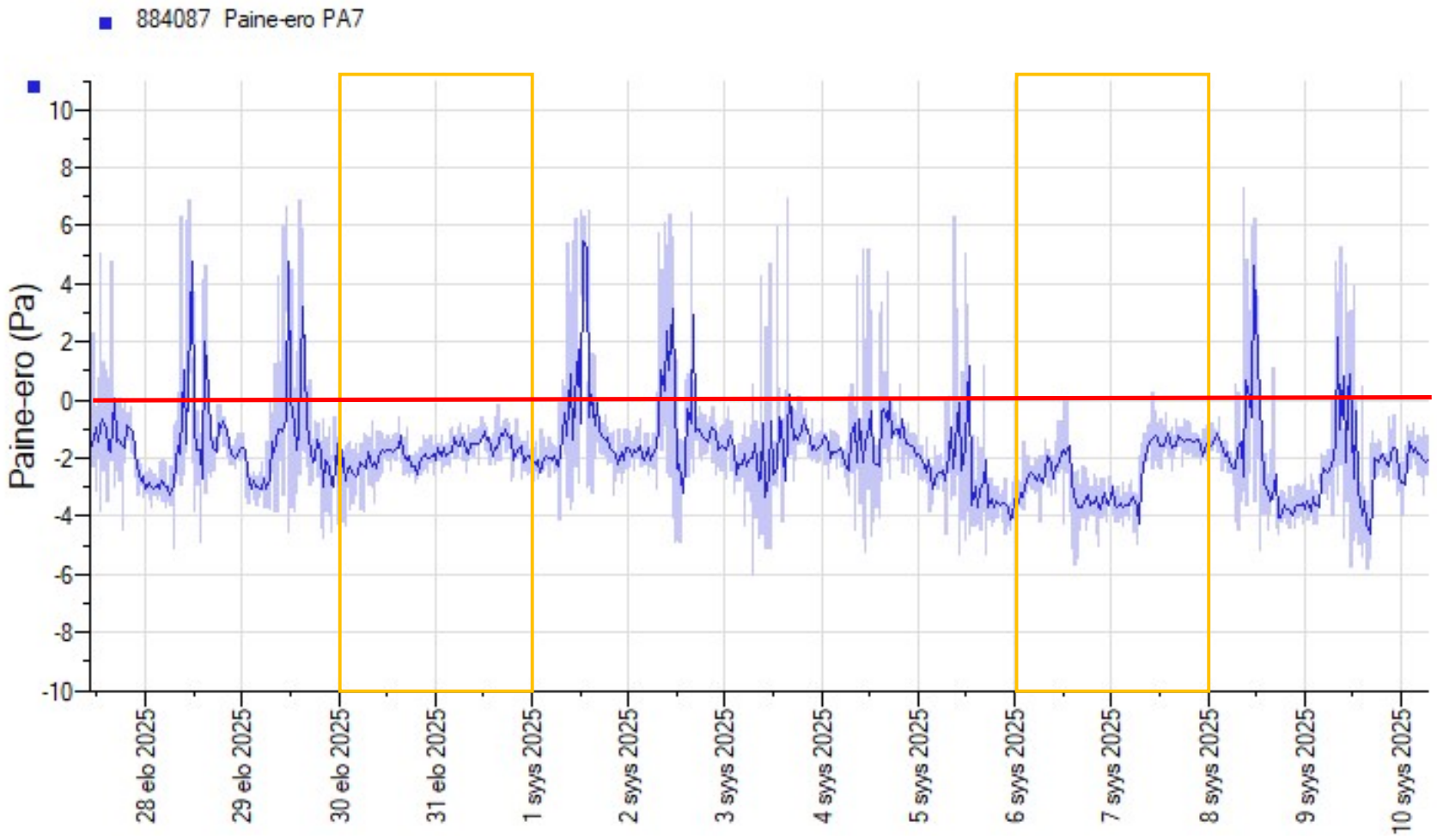
Kuva 1. *Luokkahuoneen A104 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Punaisella viivalla on merkitty paine-eron 0-taso. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.*

Paine-ero - Luokkahuone A117



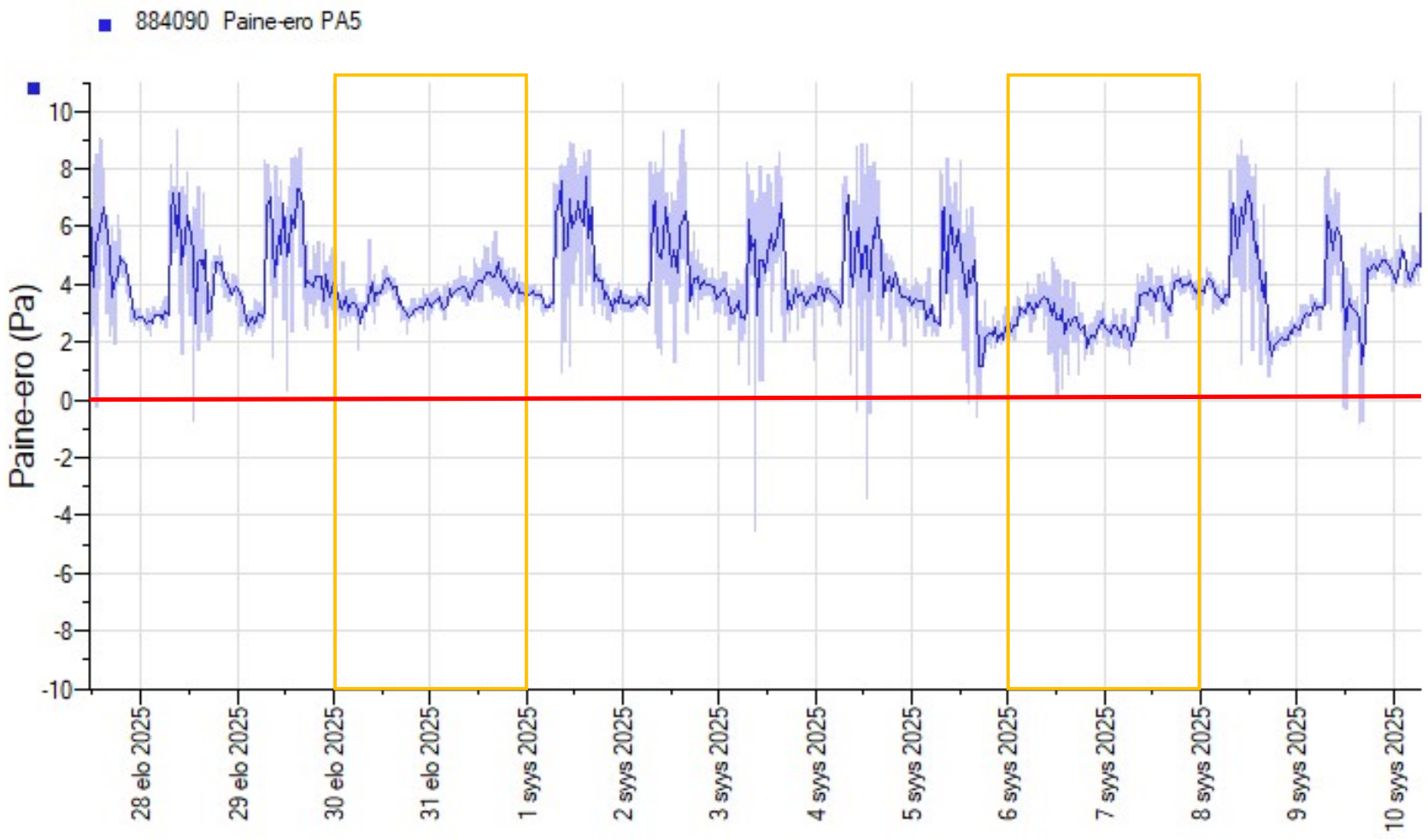
Kuva 2. *Luokkahuoneen A117 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Punaisella viivalla on merkitty paine-eron 0-taso. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.*

Paine-ero - Luokkahuone A202



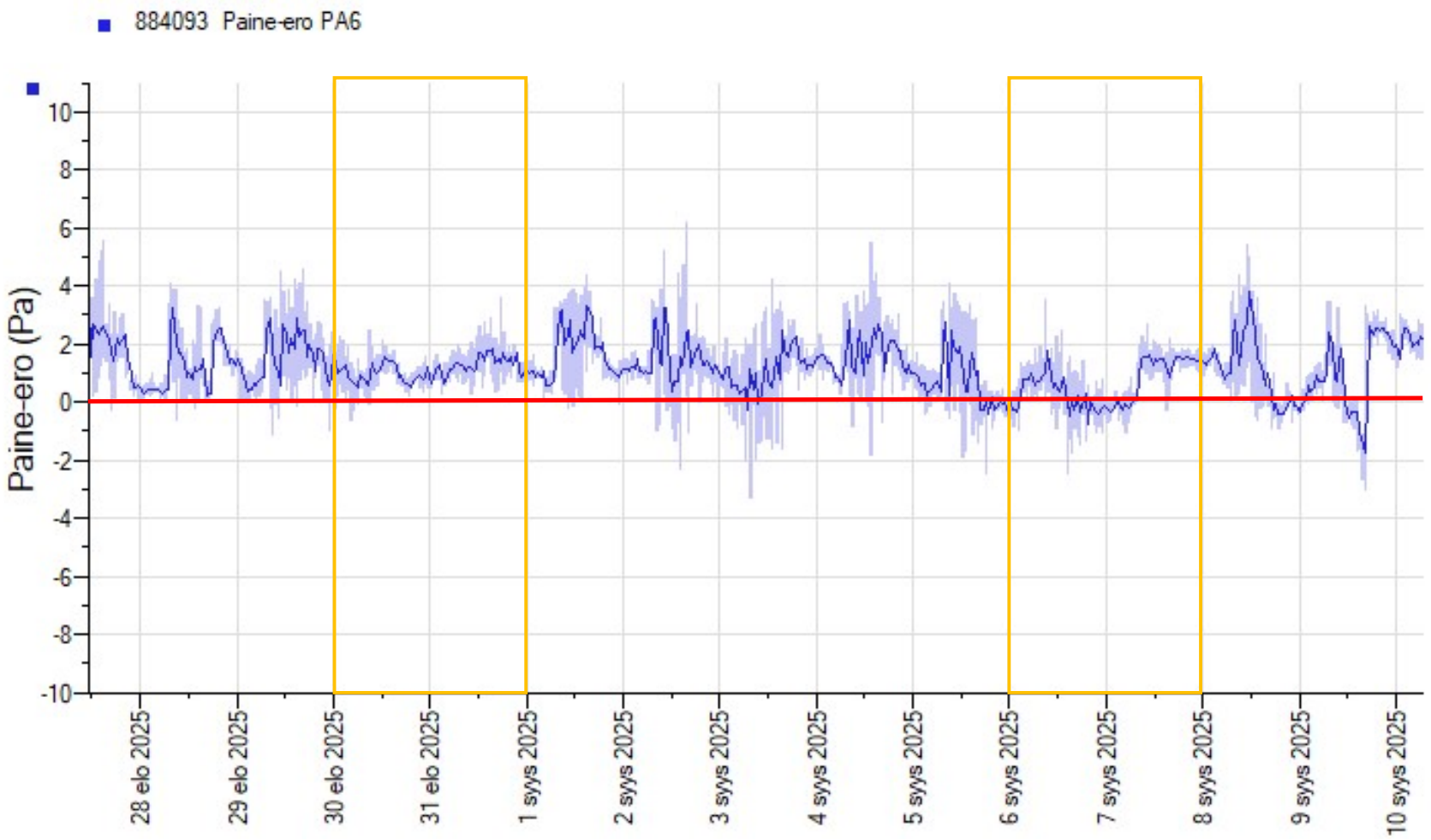
Kuva 3. *Luokkahuoneen A202 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Punaisella viivalla on merkitty paine-eron 0-taso. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.*

Paine-ero - Luokkahuone A208



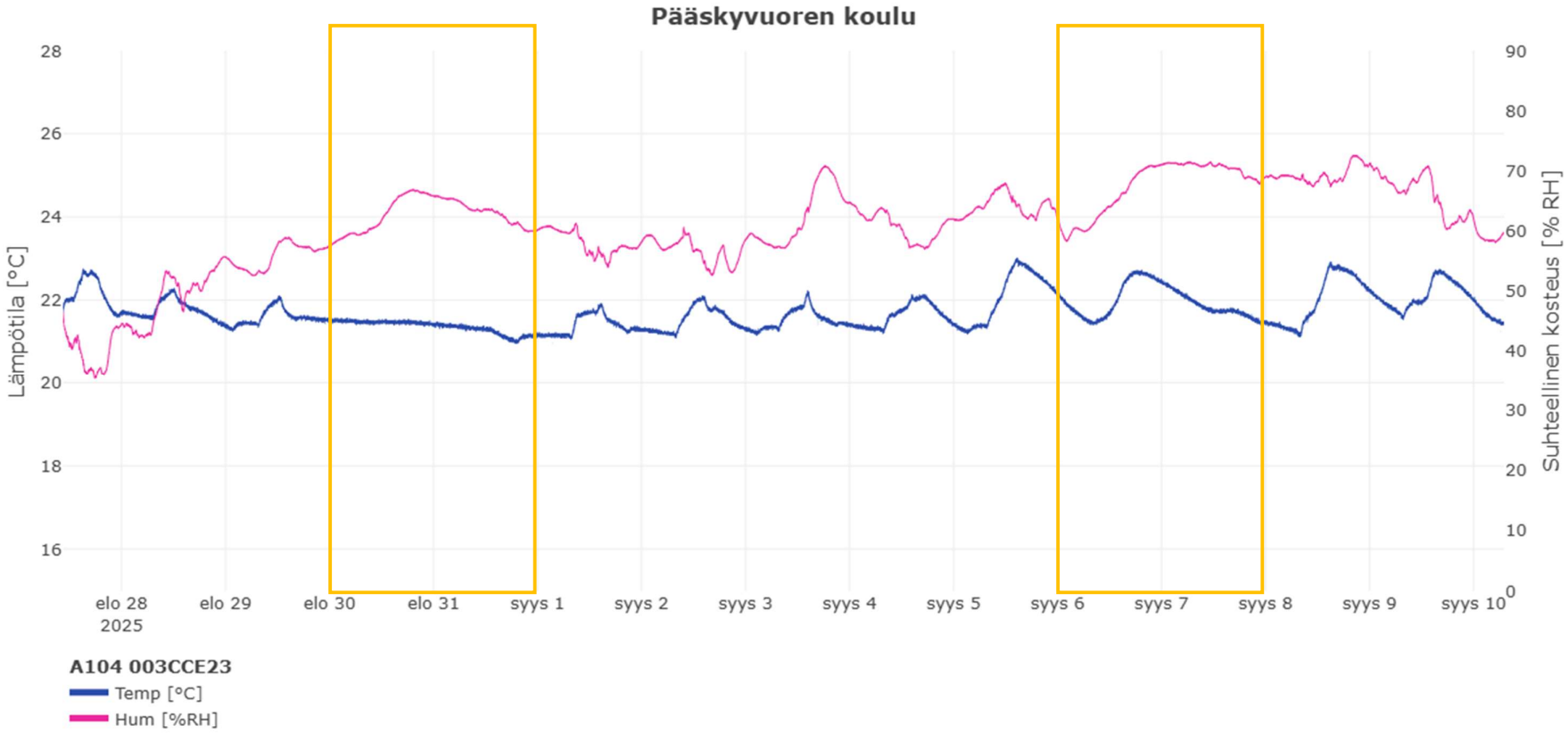
Kuva 4. *Luokkahuoneen A208 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Punaisella viivalla on merkitty paine-eron 0-taso. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.*

Paine-ero - Luokkahuone A212



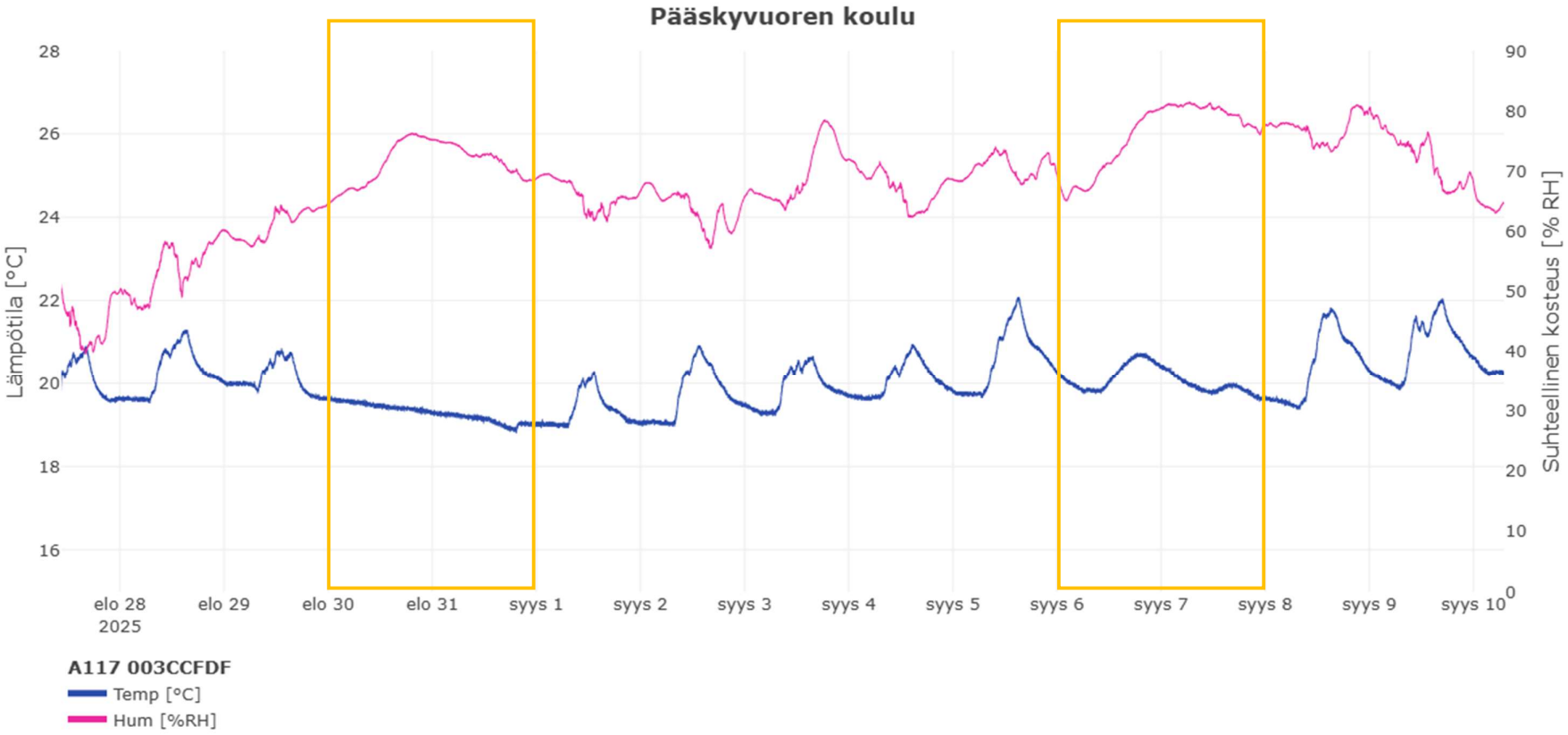
Kuva 5. *Luokkahuoneen A212 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Punaisella viivalla on merkitty paine-eron 0-taso. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.*

Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Luokkahuone A104



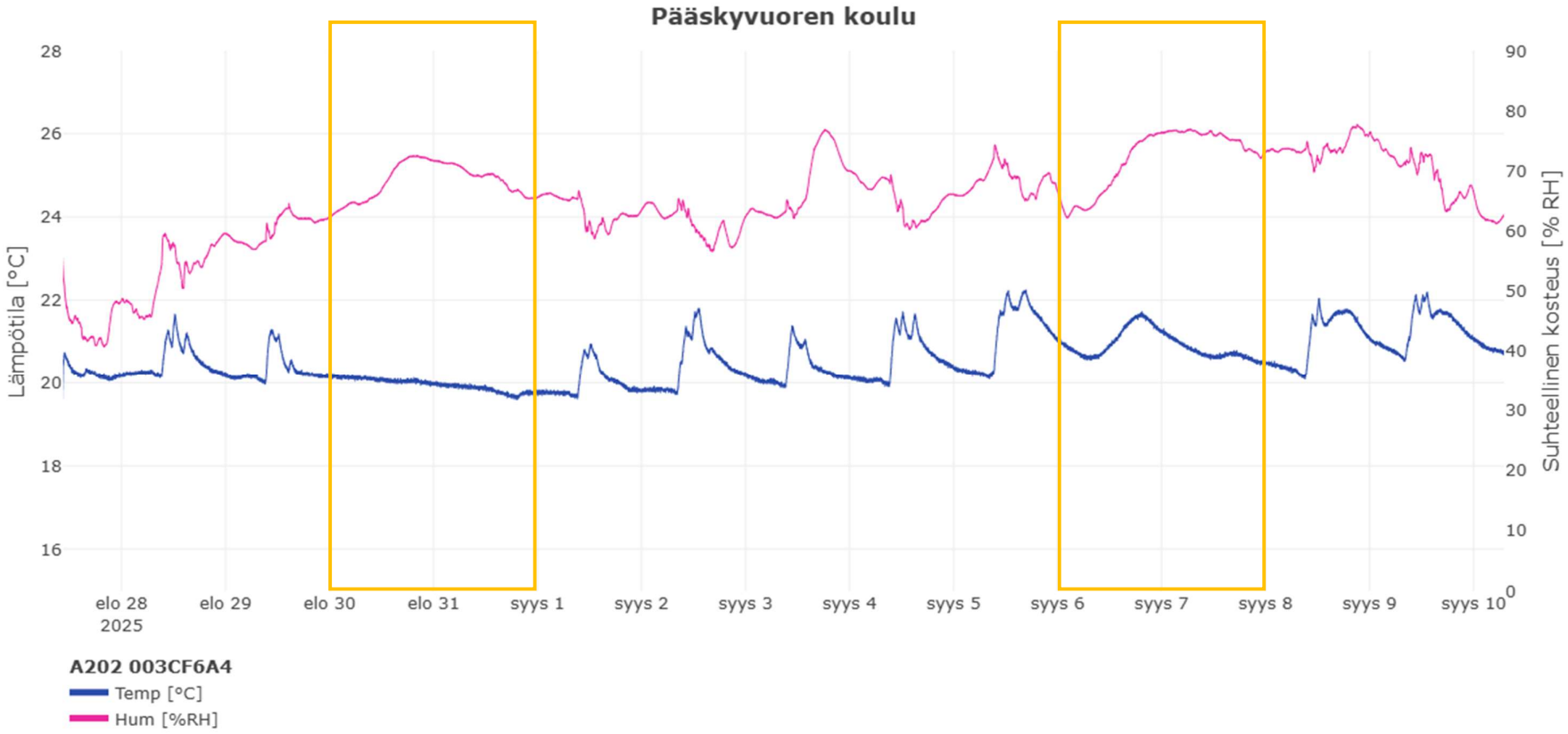
Kuva 6. *Luokkahuoneen A104 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.2.***

Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Luokkahuone A117



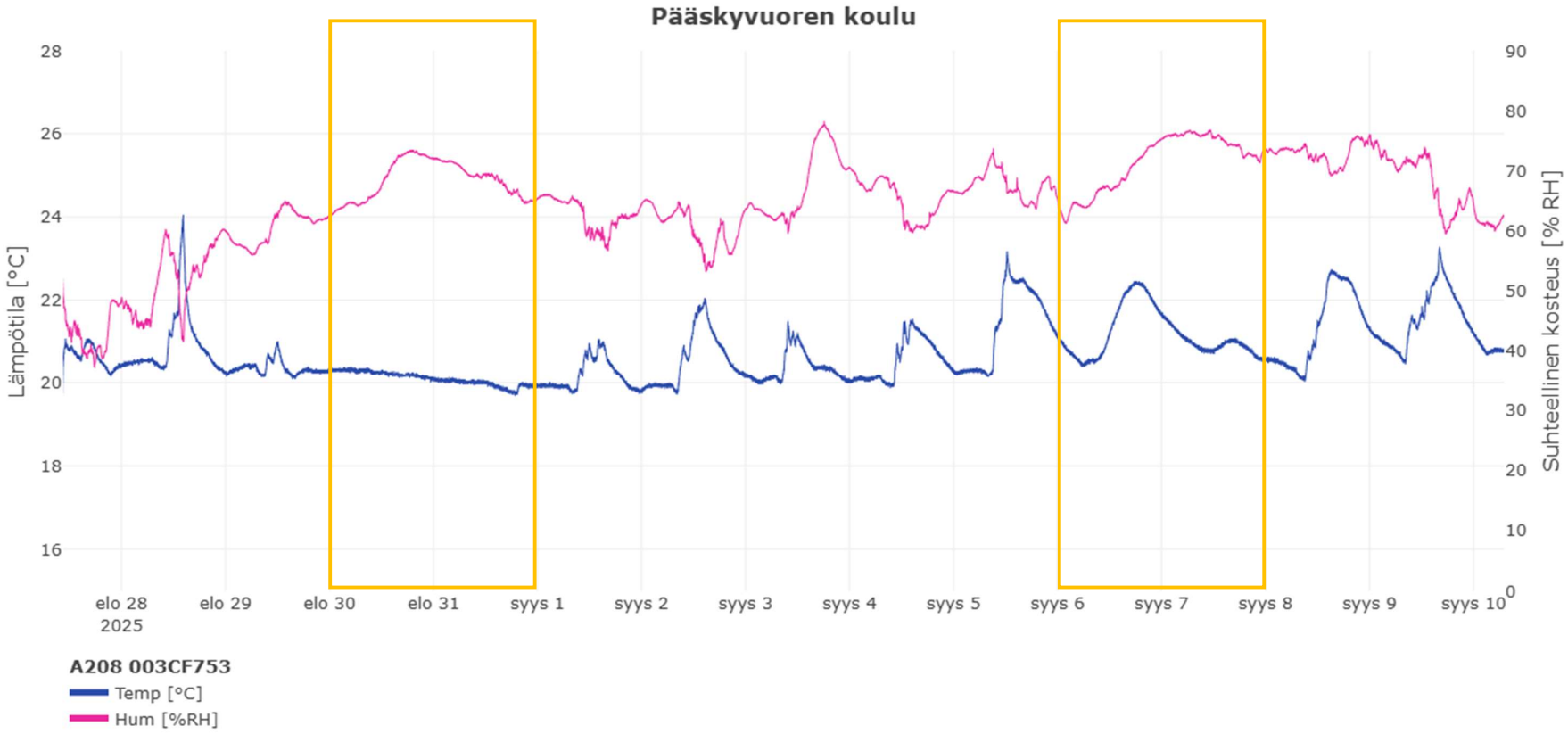
Kuva 7. *Luokkahuoneen A117 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.1.***

Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Luokkahuone A202



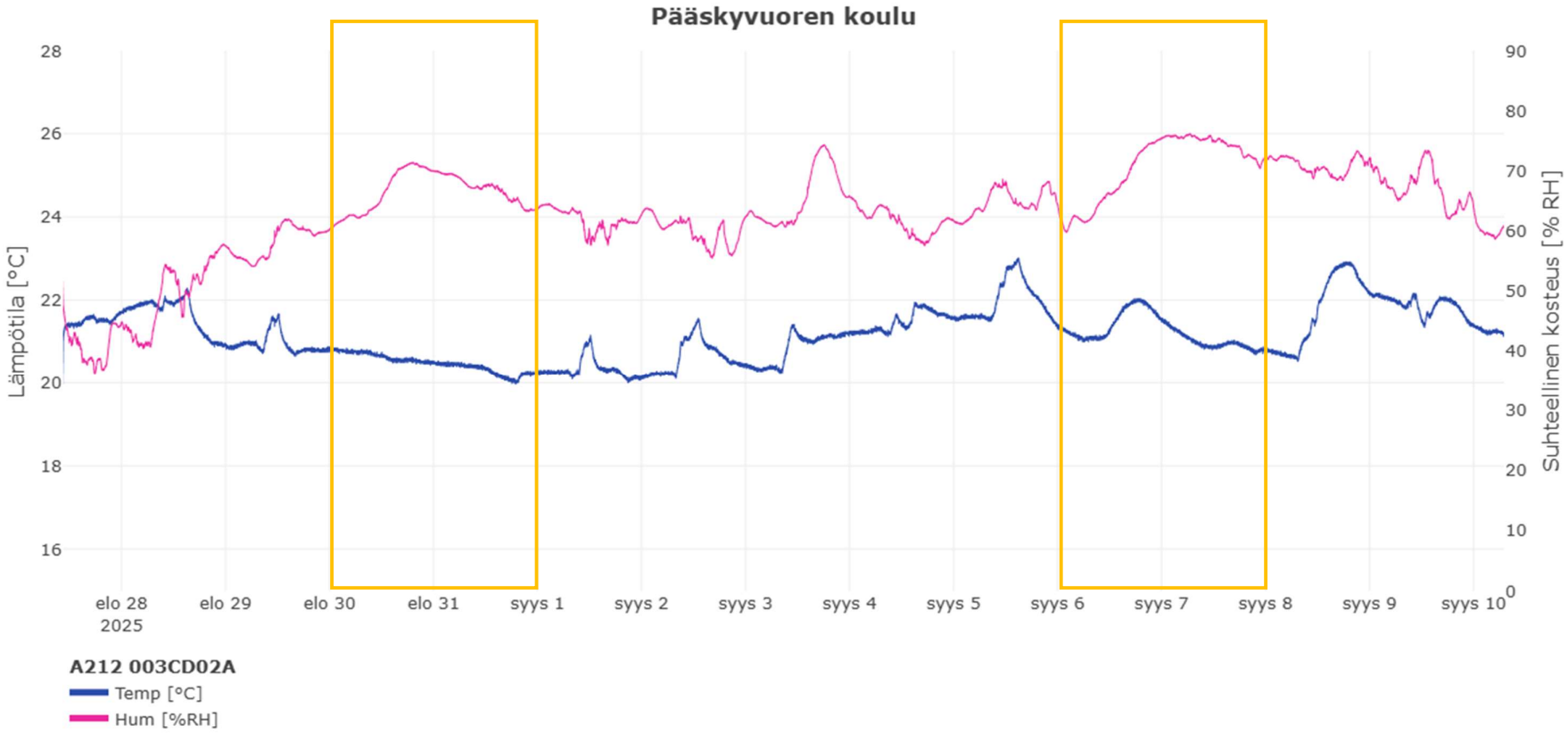
Kuva 8. *Luokkahuoneen A202 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.5.***

Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Luokkahuone A208



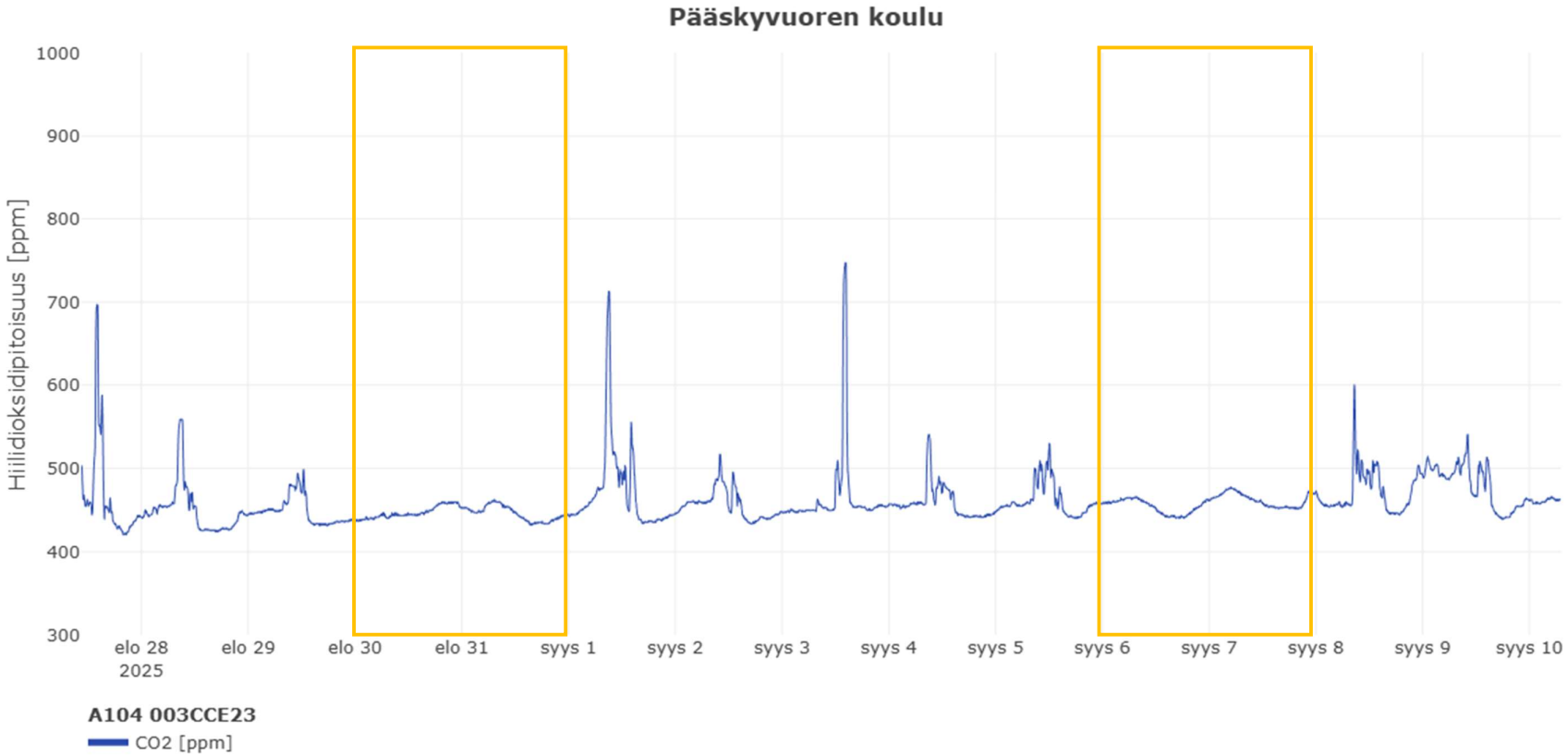
Kuva 9. *Luokkahuoneen A208 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.4.***

Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Luokkahuone A212



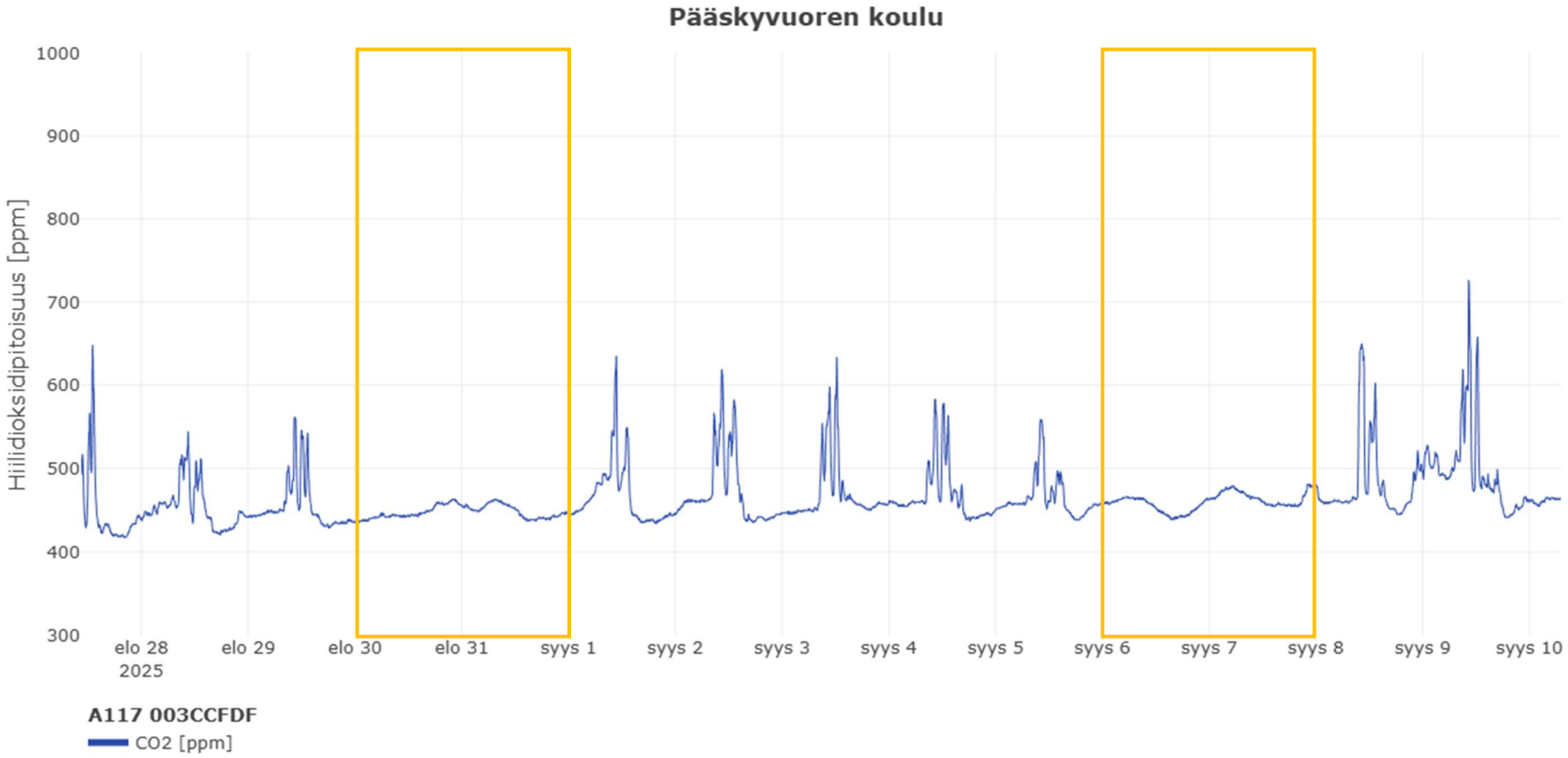
Kuva 10. *Luokkahuoneen A212 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.3.***

Hiilidioksidipitoisuus – Luokkahuone A104



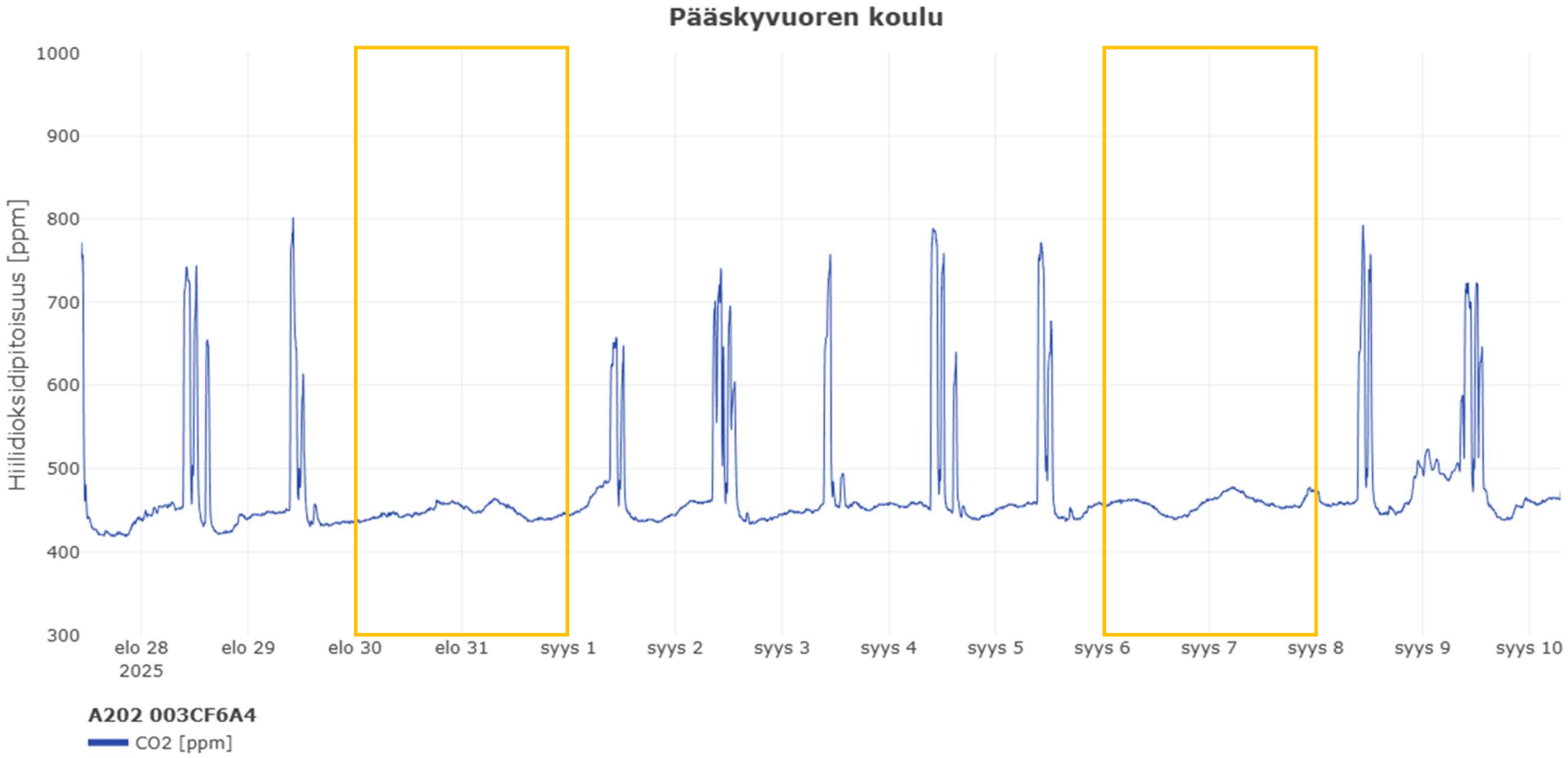
Kuva 11. *Luokkahuoneen A104 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.2.***

Hiilidioksidipitoisuus – Luokkahuone A117



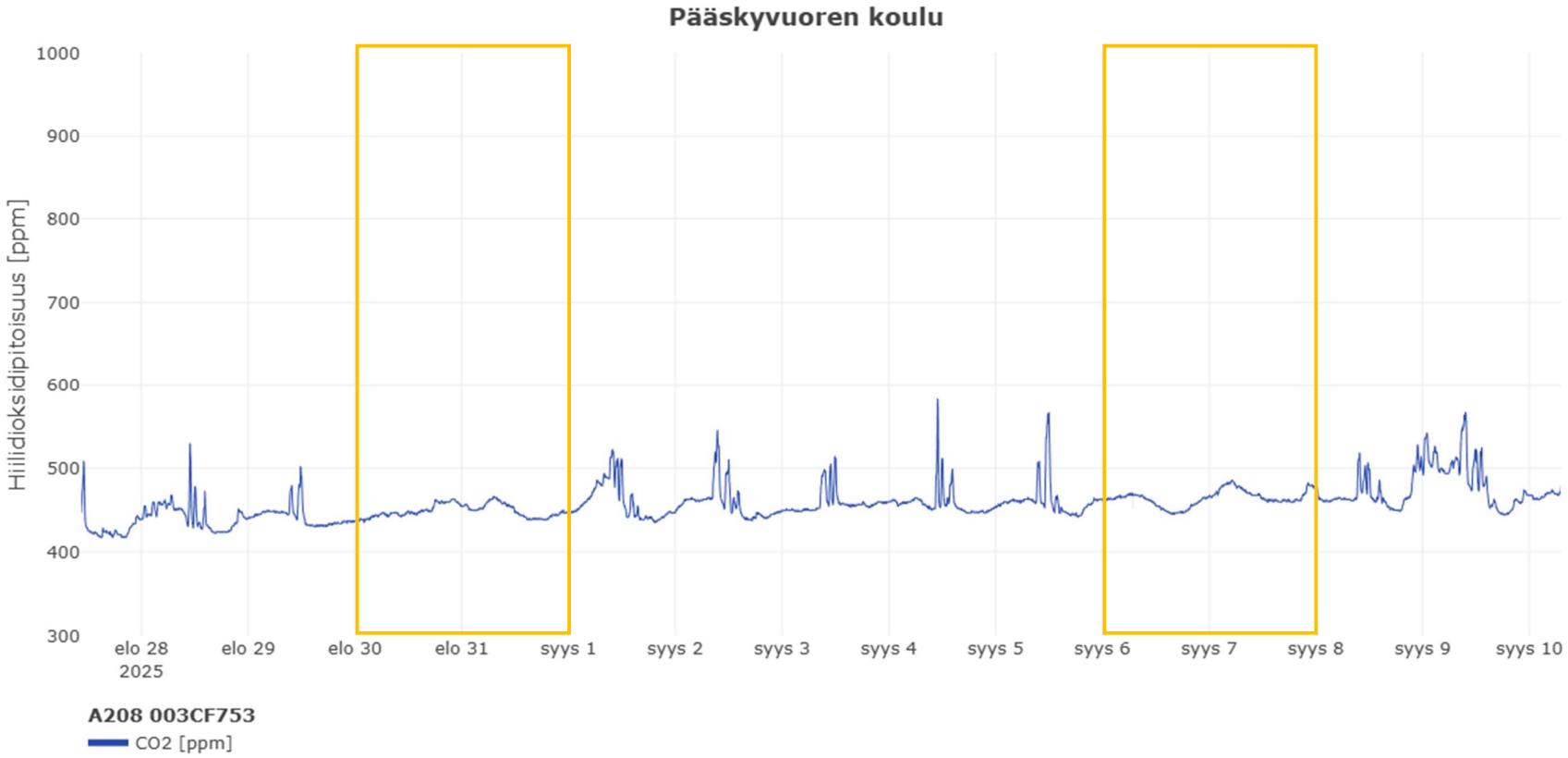
Kuva 12. *Luokkahuoneen A117 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.1.***

Hiilidioksidipitoisuus – Luokkahuone A202



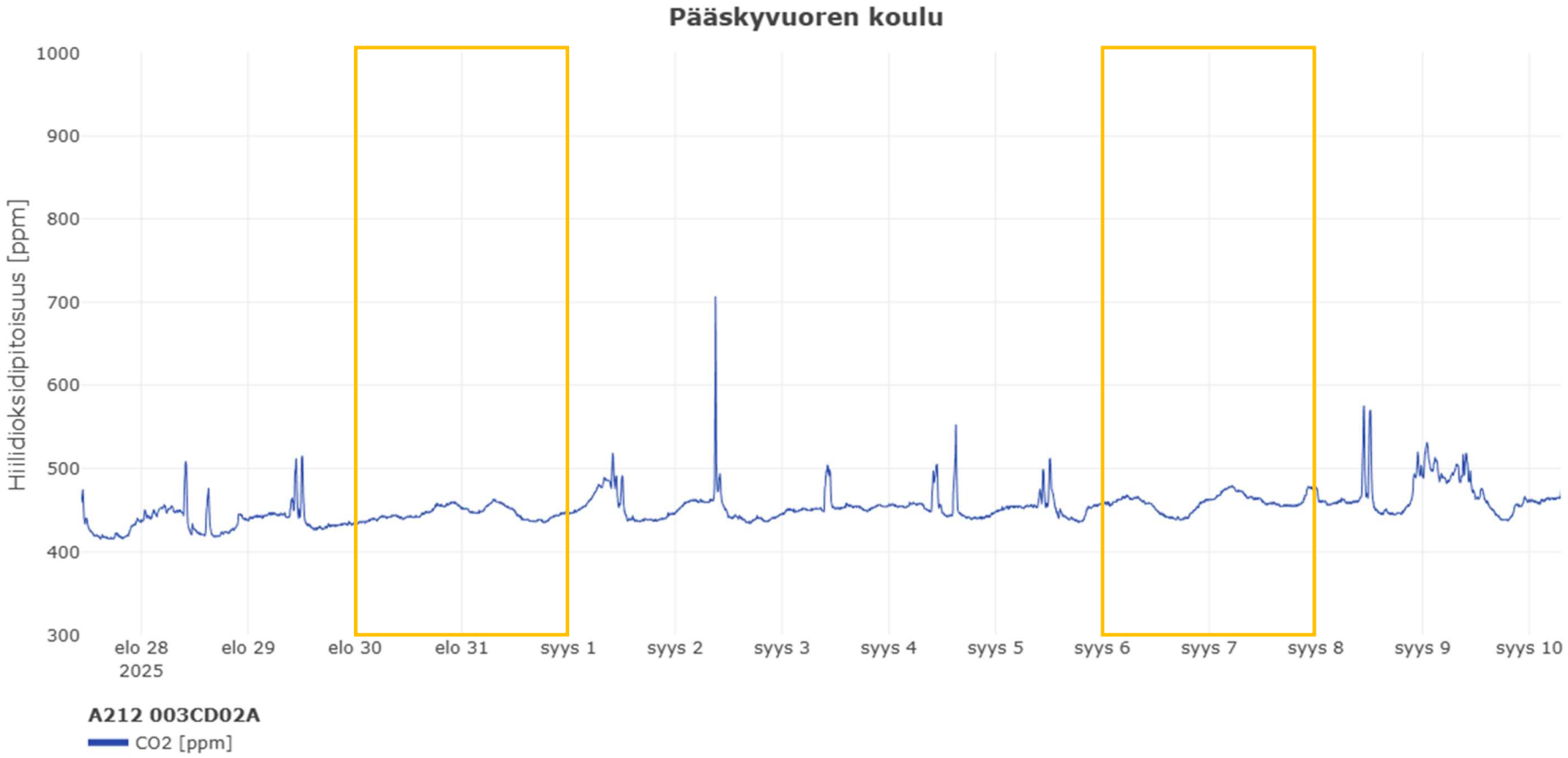
Kuva 13. *Luokkahuoneen A202 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.5.***

Hiilidioksidipitoisuus – Luokkahuone A208



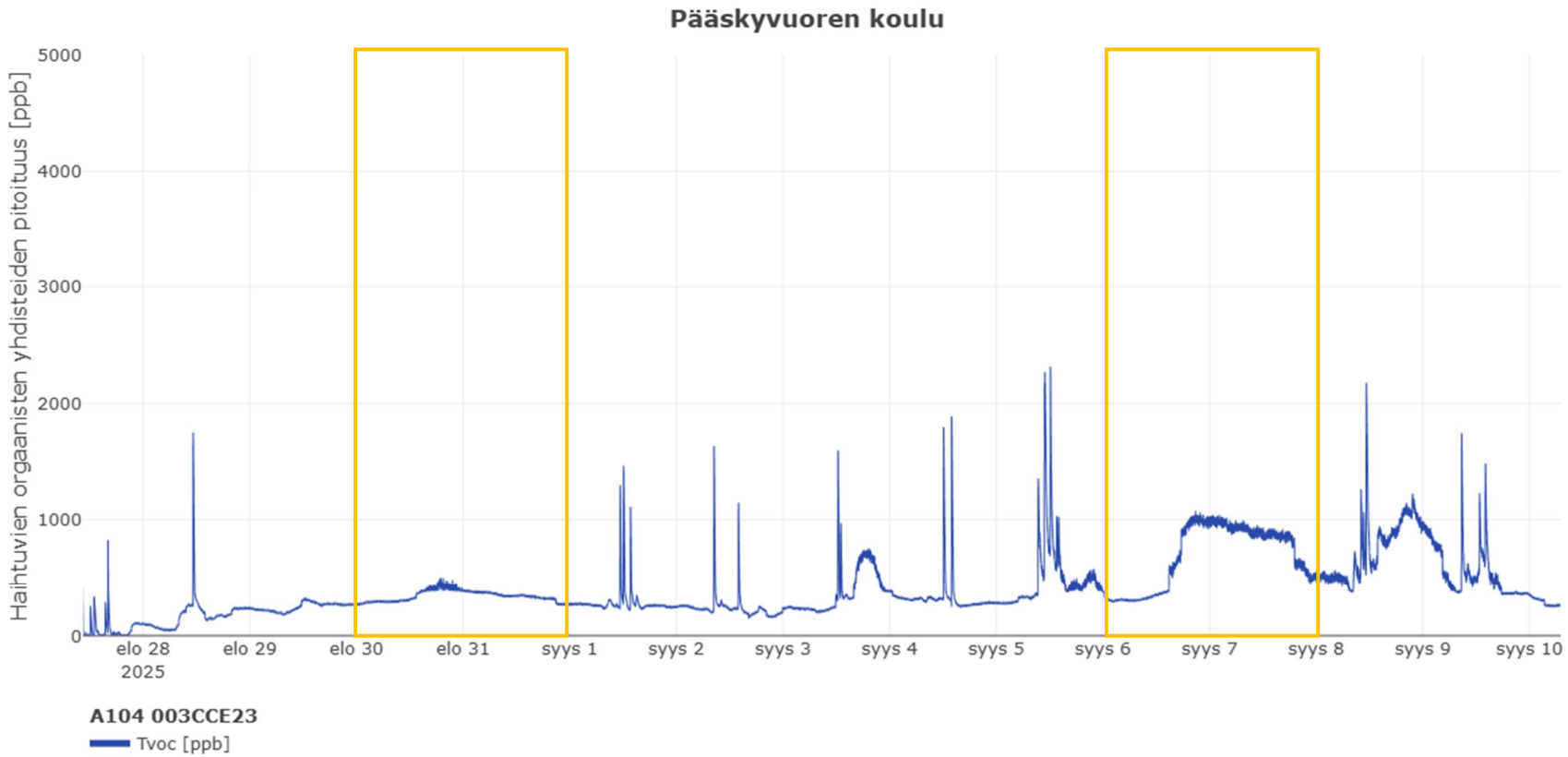
Kuva 14. *Luokkahuoneen A208 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.4.***

Hiilidioksidipitoisuus – Luokkahuone A212



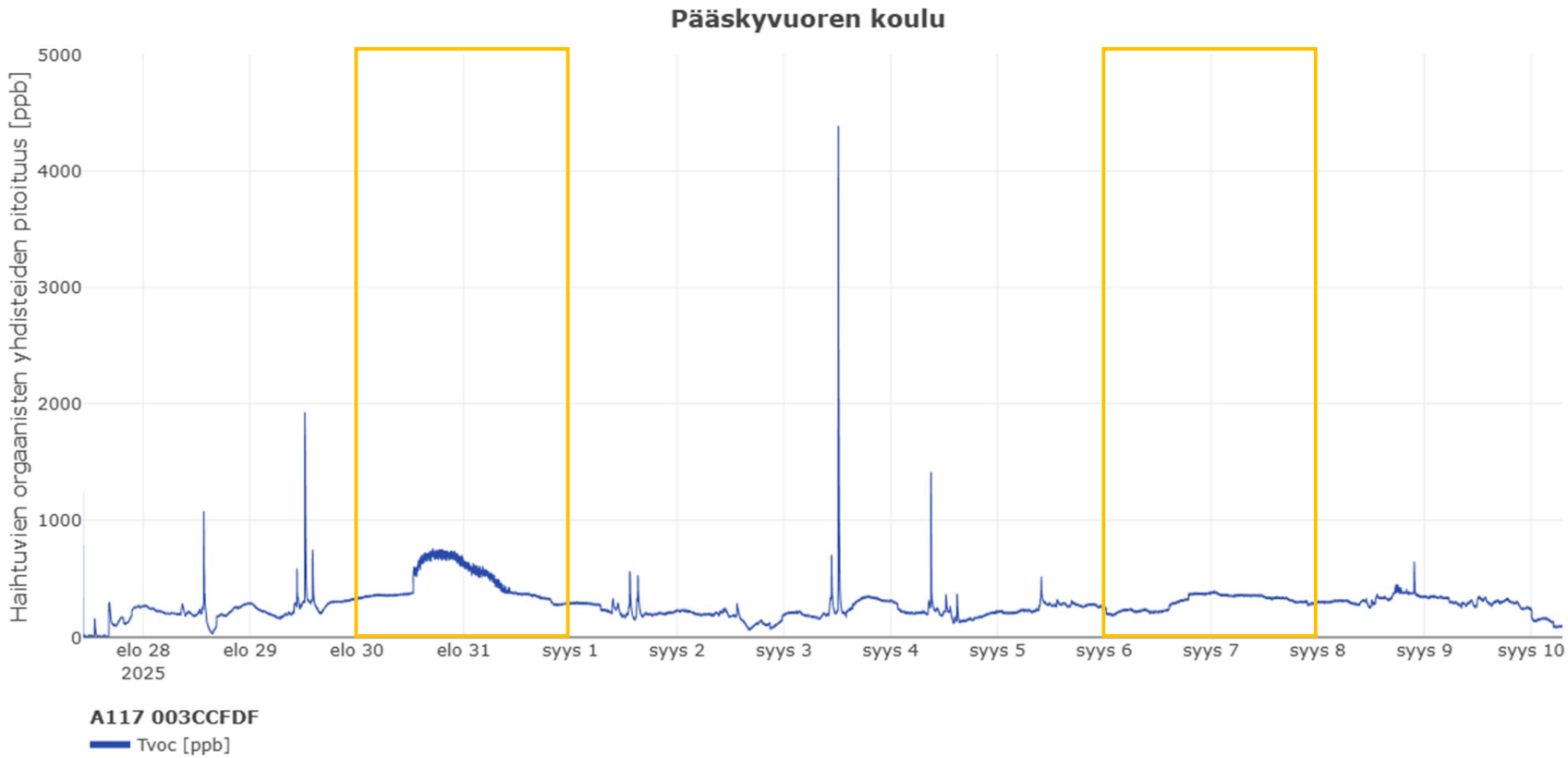
Kuva 15. *Luokkahuoneen A212 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.3.***

TVOC-pitoisuus – Luokkahuone A104



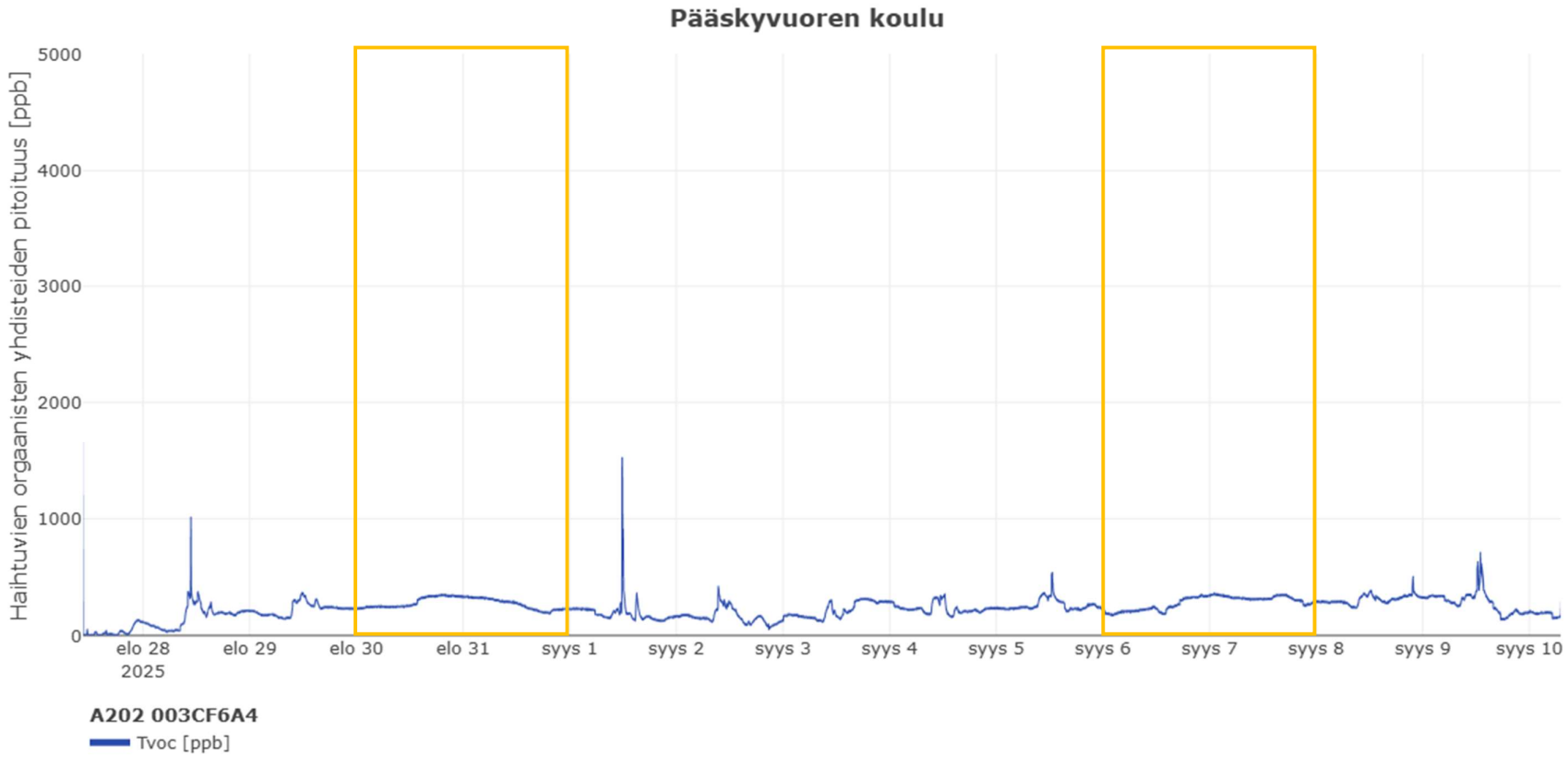
Kuva 16. *Luokkahuoneen A104 sisäilman TVOC-pitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.2.***

TVOC-pitoisuus – Luokkahuone A117



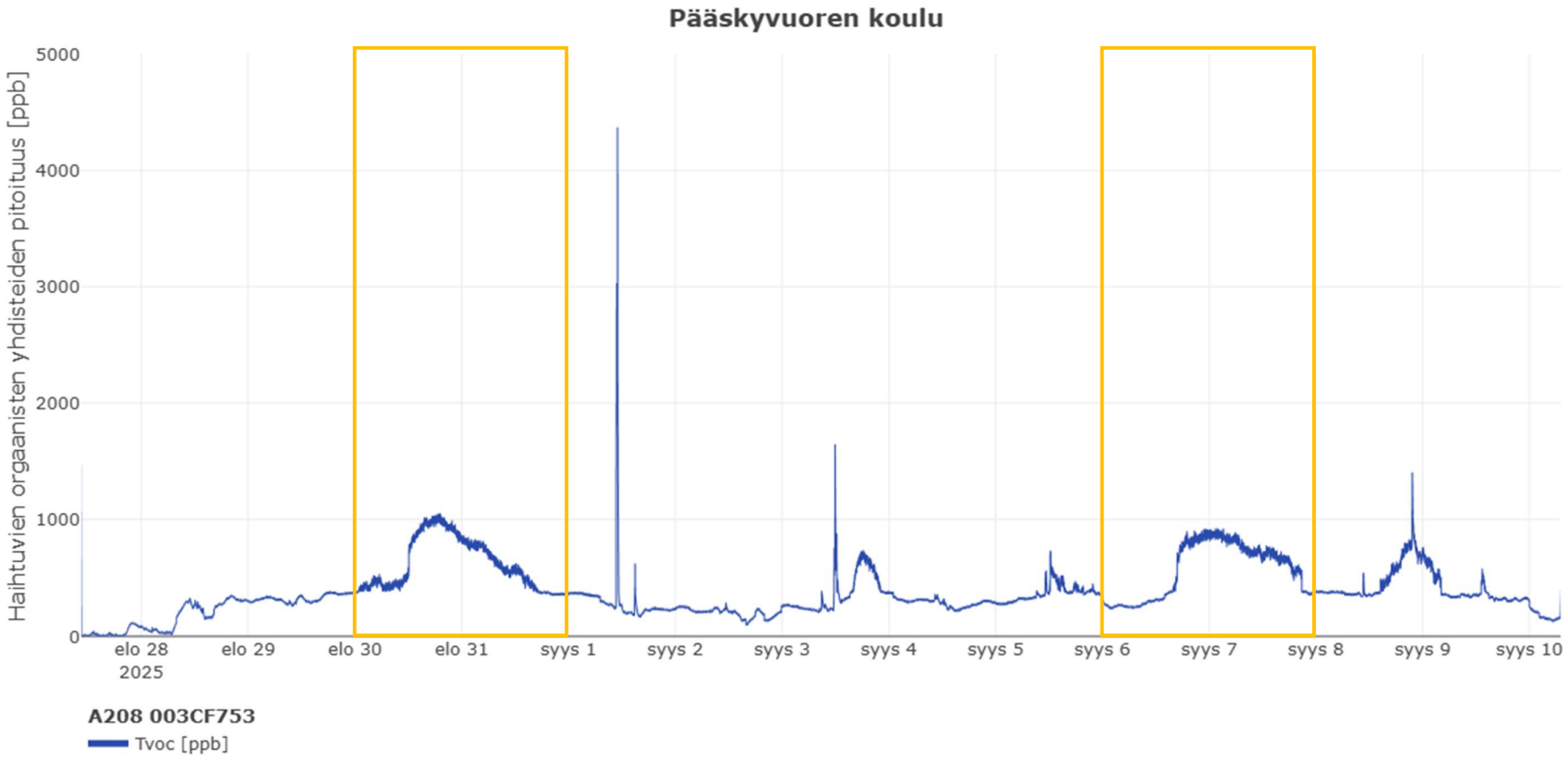
Kuva 17. *Luokkahuoneen A117 sisäilman TVOC-pitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.1.***

TVOC-pitoisuus – Luokkahuone A202



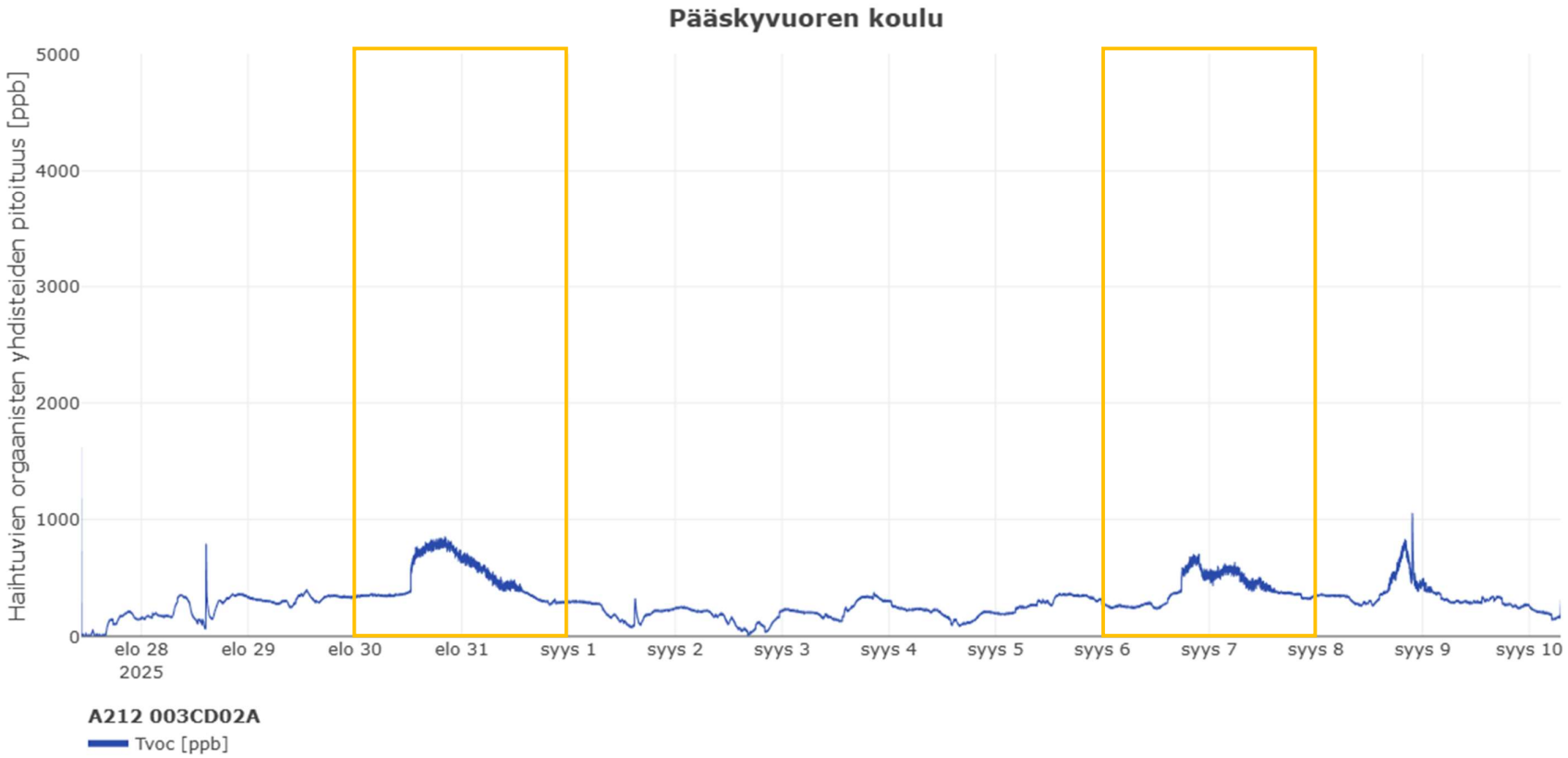
Kuva 18. *Luokkahuoneen A202 sisäilman TVOC-pitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.5.***

TVOC-pitoisuus – Luokkahuone A208



Kuva 19. *Luokkahuoneen A208 sisäilman TVOC-pitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.4.***

TVOC-pitoisuus – Luokkahuone A212



Kuva 20. *Luokkahuoneen A212 sisäilman TVOC-pitoisuus aikavälillä 27.8.–10.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.* ***Liite 1 = Olos.3.***

SVTVx Sadevesilinja

SOTVx Salaojalinja

Sadevesilinja

Salaojalinja

SVTV1

SVTV2

SVTV3

SOTV2

SVTV4

SOTV3

SOTV4

SVTV5

SOTV5

SOTV1 Salaojalinjan kuvauskohta ja -suunta

SVTV1 Sadevesilinjan kuvauskohta ja -suunta

Liite 11

LIITE 10 1/1