

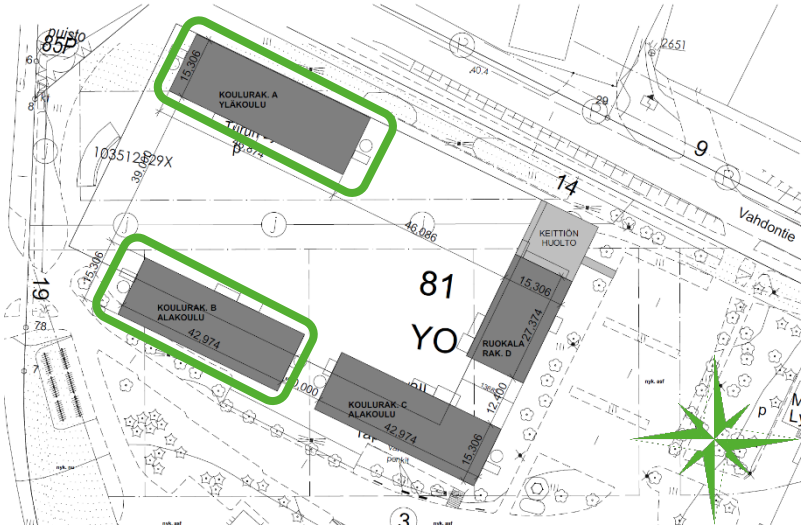
SIRATE
Ilmasta Hyvää.

Tutkimusraportti

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Turun Lyseon koulu, A- ja B-rakennukset

Varusmestarintie 19
20360 TURKU



17.4.2025
Projektinumero: 8171

Sirate Group Oy
www.sirategroup.fi
etunimi.sukunimi@sirategroup.fi
Y-tunnus 2496984-4

Tampere
Tampereentie 495
33880 Lempäälä
Puh. 046 851 4392

Turku
Lemminkäisenkatu 59
20520 Turku
Puh. 046 850 5088

Kuopio
Oppipojankuja 4
70780 Kuopio
Puh. 040 089 7727

Jyväskylä
Sepelitie 15
40320 Jyväskylä
Puh. 050 359 5837

Helsinki
Kaupintie 2
00440 Helsinki
Puh. 050 541 994

Sisällysluettelo

Tiivistelmä 4
1 Yleistiedot 5
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite 6
1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus 6
1.3 Lähtötiedot 8
1.3.1 Käytössä olleet asiakirjatiedot 8
1.3.2 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset 9
1.3.3 Olosuhdeseurannat (Turun kaupunki) 11
2 Tutkimusmenetelmät 12
3 Rakennetekniset tutkimukset 13
3.1 Alapohjat 13
3.2 Ulkoseinät 17
3.3 Väliseinät 19
3.4 Välipohjat 20
3.5 Yläpohjat 23
3.6 Materiaalinäytteet 24
4 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset 26
4.1 Sisäilman olosuhteet 26
4.1.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 27
4.1.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 29
4.2 Teolliset mineraalikuidut 30
4.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) 31
4.4 Hiukkasmittaukset 32
5 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset 34
5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus 34
5.2 Tuloilmajärjestelmän puhtaus ja teolliset mineraalikuidut 35
5.3 Painesuhteet 38
5.4 Ilmamäärämittaukset 41
5.5 Tuloilman lämpötila ja ilmanjako 42
6 Olosuhdearviointi 47
6.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma 47
6.2 Rakennusosien riskitekijät 47
6.3 Ilmastointijärjestelmä 48

6.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät 49
6.5 Olosuhdearvioinnin tulos 49
7 Johtopäätökset 51
8 Toimenpidesuositukset 52
Allekirjoitukset 52
Liitteet 52
Kirjallisuus 53

Tiivistelmä

Turun Lyseon koulun väistötilojen A- ja B-rakennusten käyttäjillä on esiintynyt oireita, joiden on epäilty liittyvän sisäilman laatuun ja erityisesti tilojen ilmanvaihto on koettu huonoksi. Rakennusten alkuperäinen tilakohtainen ilmanvaihto on (hallintosiipeä lukuun ottamatta) vuodenvaihteen 2023–2024 aikoihin uusittu keskitetyksi järjestelmäksi. Kevään 2024 aikana uusitun ilmanvaihdon koettiin toimivan hyvin, mutta syksystä alkaen se on koettu riittämättömäksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää A- ja B-rakennusten sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät.

Rakenteiden toteutus ja kunto todennettiin lähtötietojen ja lämpökuvauksen ilmavuotohavaintojen perusteella kohdennetuin rakenneavauksin ja materiaalinäyttein, sisäilman mahdollisia epäpuhtauksia selvitettiin kuitu- ja VOC-näyttein sekä hiukkasmittauksin. Ilmanvaihtojärjestelmä tarkastettiin visuaalisesti ja sen toimintaa selvitettiin erilaisin seurantamittauksin ja savukokein.

Tutkimusten perusteella rakenteet vastaavat suunnitelmia ja ovat kosteusteknisesti toimivia. Rakenteissa ei todettu kosteusvauriota eikä yhdessäkään materiaalinäytteessä esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Rakennukset ovat ilmatiiveydeltään hyvät, merkittäviä ilmavuotoja havaittiin ainoastaan wc-tilojen putkiläpivienneistä välipohjaan. Ilmanvaihdon hyvän tasapainon vuoksi vuotoilmamäärät ovat vähäisiä, mutta välipohjan ilmavuotojen kautta sisäilmaan voi kulkeutua välipohjan lämmöneristeistä teollisia mineraalikuituja.

Sisäilman epäpuhtaustutkimuksissa toimenpiderajat ylittyivät ainoastaan teollisten mineraalikuitujen osalta. Rakennusten sisäpinnoilla ja pintamateriaaleissa tai ilmanvaihtojärjestelmässä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä kuitulähteitä. Välipohjan ilmavuotojen lisäksi kuituja on sisäilmaan saattanut päätyä vuonna 2024 valmistuneiden ilmanvaihtotöiden yhteydessä.

Sisäilman olosuhteiden kannalta merkittävin ongelma todettiin huonetilojen lämpötiloissa, jotka eivät useassa tilassa täyttäneet asumisterveysasetuksen vaatimuksia liian matalan lämpötilan vuoksi, pääosin toimimattomien lämpöpatterien vuoksi. Näissä tiloissa myöskään tuloilma ei sekoittunut kunnolla huoneilmaan kuin hetkellisesti. Ongelma korostui A-rakennuksessa, jossa matala poistoilman lämpötila ohjasi ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereita lämmittämään tuloilmaa selvästi huoneilmaa lämpimämmäksi. Tuloilman huono sekoittuminen käytön ulkopuolella voi olla osasyynä tiloissa koettuun tunkkaisuuteen etenkin aamuisin.

Tiloissa, joissa huonelämpötilat olivat vaatimusten mukaiset ja tuloilman lämpötila tätä selvästi matalampi, ilmanvaihto toimi suunnitellusti. Savukokeiden perusteella kattohajottajien kautta jaettava tuloilma jakautui vedottomasti koko tilaan. B-rakennuksen ns. hallintosiivessä, joissa tuloilman päätelaitteet on asennettu seinille, ei tuloilmasuihku kanna koko tilaan. Ainakin kahdessa B-rakennuksen alkuperäisessä ilmanvaihtokoneessa havaittiin myös toimintahäiriöitä.

Koettuun sisäilman laatuun voi vaikuttaa etenkin A-rakennuksessa myös viereiseltä linja-autovarikolta kulkeutuvat hajut, joita myös tutkimusten aikana havaittiin hetkellisesti. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuudet olivat kuitenkin erittäin matalia, samoin VOC-sisäilmanäytteiden tulokset.

Työterveyslaitoksen ohjeen mukaisesti tehdyn olosuhdearvion tuloksena rakennukset sijoittuvat neliportaisen luokituksen toiseksi parhaaseen, B-luokkaan: Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset.

Tutkimustulosten perusteella suositellut toimenpiteet on esitetty raportin lopussa kappaleessa 8. Nopealla aikataululla on suositeltavaa estää ilmavuodot välipohjista, selvittää ja poistaa alkuperäisten ilmanvaihtokoneiden toimintahäiriöiden sekä lämmitysjärjestelmän ongelmien syyt.

1 Yleistiedot

Tutkimuskohde
Turun Lyseon koulu, A- ja B-rakennukset
Varusmestarintie 19, 20360 TURKU

Rakennusvuosi: 2020 (nykyisellä paikalla, elementit aiemmin käytössä 2016 alkaen)
Kerrosala: A-rakennus 1435 m^2; B-rakennus 1316 m^2
Tilavuus: A-rakennus 5460 m^3; B-rakennus 4985 m^3

Tilaaja
Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija
p. 040 489 4574
Turun kaupunki, tilapalvelut
Linnankatu 90 E, 20100 TURKU

Muut yhteyshenkilöt
Janne Järvinen, tekninen isännöitsijä, Parmaco Oy

Tutkimusten vastuuhenkilö
Vesa Koskinen, projektijohtaja, FT
rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Sirate Group Oy, Lemminkäisenkatu 59, 20520 TURKU
vesa.koskinen@siratегroup.fi, p. 040 648 2244

Tutkimushenkilöt
Vesa Koskinen, Suvi Kajanen, Ville Norri, Sirate Group Oy

Laboratoriot
Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö (mikrobit, teolliset mineraalikuidut)
Työterveyslaitos, Työympäristölaboratoriot (VOC)

Tutkimuksen ajankohta
Tutkimukset kohteessa tehtiin aikavälillä 22.11.2024–21.2.2024

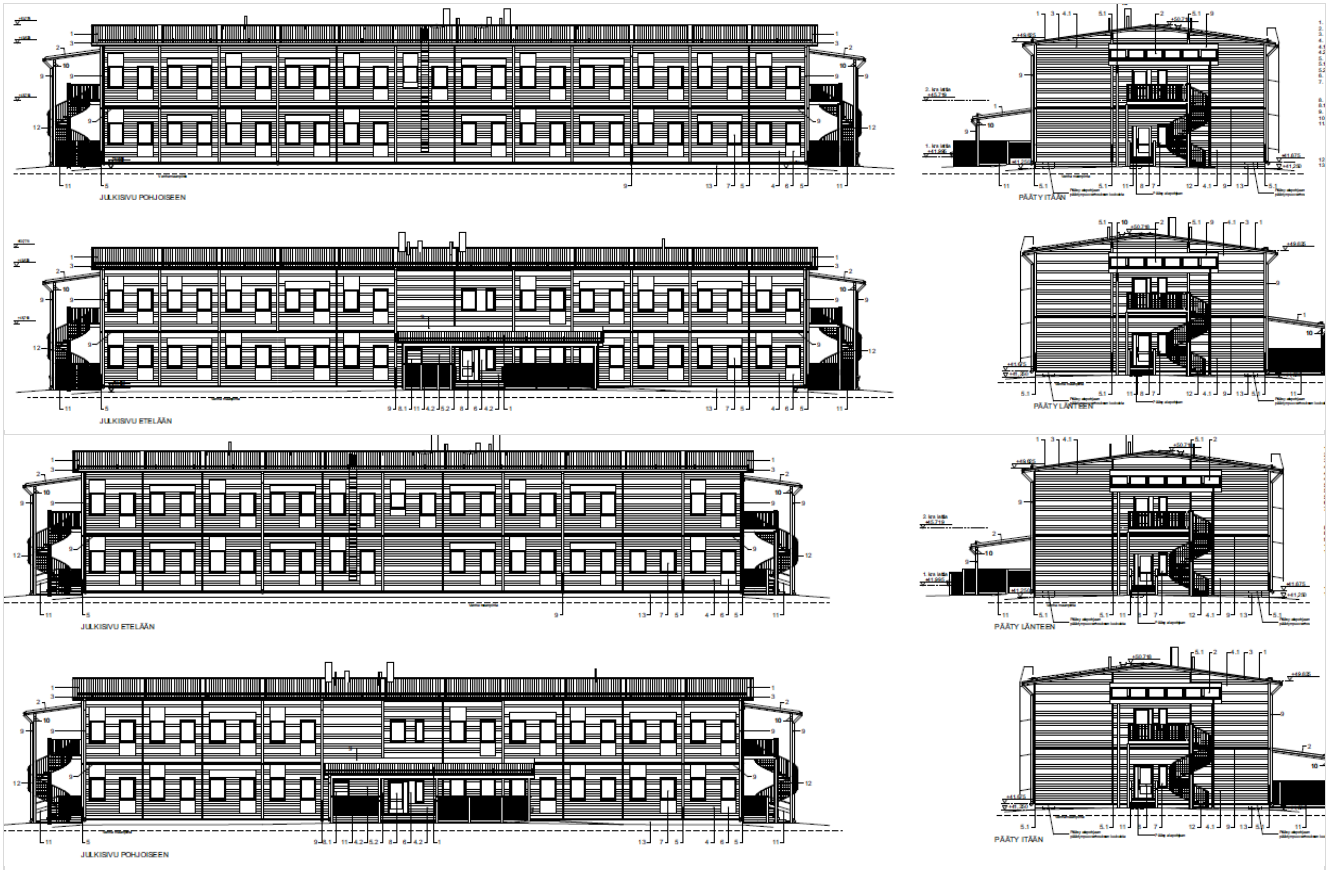
- Arviointikäynti 22.11.2024
- Paine-eroseurannat
- Olosuhdeseurannat 20.1.–.3.2.2025; 3.–17.2.2025
- Lämpökuvaus 24.1.2025
- Ilmanjaon selvitykset merkkisavulla 5.2.2025
- Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet 27.–21.2.2025
- Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastukset 20.2.2025
- Sisäilman VOC-näytteet 21.2.2025
- Hiukkasmittaukset (PM_{10} ja $PM_{2,5}$) 17.–20.2.2025

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

Turun Lyseon koulu on toiminut vuodesta 2020 tilaelementeistä rakennetuissa väistötiloissa A–D. Näistä A- ja B-rakennusten käyttäjillä on esiintynyt oireita, joiden on epäilty liittyvän sisäilman laatuun. Haittailmoituksia sisäilmasta on alkanut tulla A-rakennuksessa vuodenvaihteessa 2021–22 tapahtuneen vesivahingon korjauksen jälkeen. A- ja B-rakennuksissa on vuodenvaihteen 2023–2024 aikoihin uusittu alkuperäinen tilakohtainen ilmanvaihto (Hallintosiipeä lukuun ottamatta) keskitetyksi järjestelmäksi. Kevään 2024 aikana uusitun ilmanvaihdon koettiin toimivan hyvin, mutta syksystä alkaen se on koettu riittämättömäksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää A- ja B-rakennusten sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät.

1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus

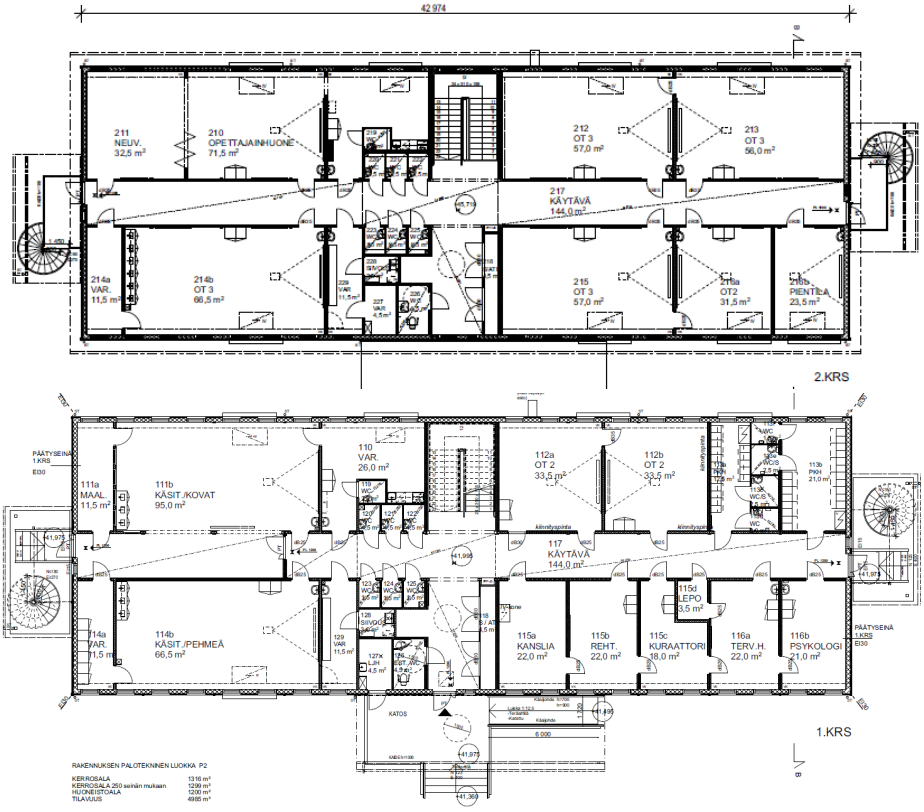
Turun Lyseon koulun väistötiloina on vuodesta 2020 toiminut neljä siirtokelpoista tilaelementtiä, joista tämä tutkimussuunnitelma koskee kahta (Rakennukset A ja B). Tilaelementit ovat valmistuneet vuonna 2016 ja toimineet toisessa paikassa ennen siirtoa nykyisille paikoilleen. Ulkoisesti lähes samannäköiset rakennukset on sijoitettu tasamaalle, koulun kentälle (kuva 1). A-rakennus on kokonaan opetuskäytössä luokkatiloina, alakerrassa on teknisen työn tilat ja yläkerrassa kuvataiteen (kuva 2). B-rakennuksessa on opetustilojen lisäksi hallinnon tiloja (Kuva 3). Kummassakin rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa alkuperäiset tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet korvattiin vuodenvaihteessa 2023–24 keskitetyllä järjestelmällä B-rakennuksen hallinnon tiloja lukuun ottamatta. Sähkökatkon vuoksi usean A-rakennuksen alkuperäisen ilmanvaihtokoneen vesipatterit jäätyivät joulukuussa 2021 ja aiheuttivat laajahkon vesivahingon.



Kuva 1. Rakennusten julkisivut eri ilmansuuntiin, yllä A-rakennus ja alla B-rakennus.



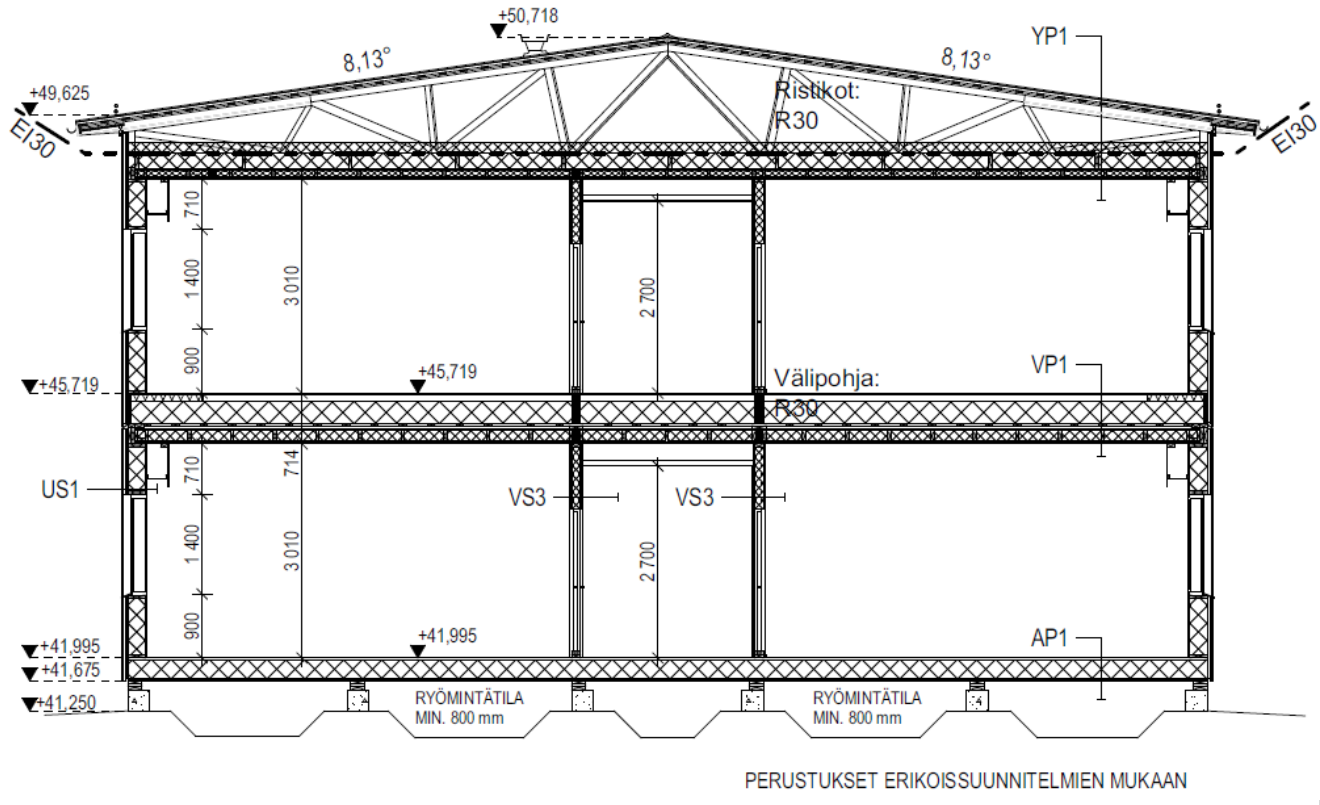
Kuva 2. Rakennuksen A molemmat kerrokset ovat opetuskäytössä.



Kuva 3. Rakennuksessa B on myös hallinnollisia tiloja alakerrassa ja opettajainhuone yläkerrassa.

Pääasialliset rakenneratkaisut

Rakennukset on perustettu ryömintätilaisena routimattomalle maapohjalle betonisten perustuspalkkien varaan (kuva 4). Rakennusten ala-, väli- ja yläpohjat ovat kertopuurunkoisia ja lämmöneristeenä on mineraalivilla. Rakennesuunnitelmien mukaan levypintaiset yläpohjatasot toimivat vaakapalkkeina, jotka siirtävät vaakavoimat pystyjäykisteinä toimiville levypintaisille ulko- ja väliseinille. Ulko- ja väliseinät ovat puurunkoisia kipsilevyseiniä, julkisivut puupaneloituja.



Kuva 4. Rakennuksen leikkauskuva.

1.3 Lähtötiedot

1.3.1 Käytössä olleet asiakirjatiedot

- Arkkitehti-, LVIA-, sähkö- ja rakennekuvat vuodelta 2020 kattavasti, Parmaco Oy
- Ilmanvaihdon muutoskuvat A-rakennus, Pro-inssit Oy, 6.11.2023
- Ilmanvaihdon muutoskuvat B-rakennus, Pro-inssit Oy, 2.2.2024
- Tarkastuskertomus, Turun ympäristöterveys, 14.4.2022
- Mittaustyöseloste, Varsinais-Suomen Kiinteistökuivaus Oy, 23.12.2021 (päivitetty 4.3.2022)
- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus – Alkututkimus/Vaihe 1, Raksystems, 1.12.2022
- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus – Jatkotutkimus/Vaihe 2, Raksystems, 19.1.2023
- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus – Jatkotutkimus/Vaihe 2, Alapohjan kartoitus ryömintätilan puolelta, Raksystems, 9.5.2023
- Työterveyshuollon lausunto Turun Lyseon koulun Runosmäen yksikön väistötilojen sisäilman laadun terveydellisestä merkityksestä, Länsirannikon Työterveys, 7.2.2023
- Avoimien mineraalivillakuitujen kartoitus, B- ja C-rakennukset, Raksystems, 23.2.2023

- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus – Jatkotutkimus/Vaihe 2, Laskeutuneen pölyn mineraalikuitunäytteet, Raksystems, 3.4.2023.
- Katselmuspöytäkirja, Kattava Oy, 18.9.2023
- Ilmanvaihtolaitoksen ilmavirtojen mittauspöytäkirja, A-rakennus, 27.1.2024
- Ilmanvaihtolaitoksen ilmavirtojen mittauspöytäkirja, B-rakennus, 18.4.2024
- Työterveyshuollon raportti Turun Lyseon koulun Runosmäen yksikön väistötiloihin syyskuussa 2024 tehdystä sisäilmakyselystä sekä lausunto sisäilman laadun terveydellisestä merkityksestä, Länsirannikon Työterveys, 20.9.2024

1.3.2 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset

Turun ympäristöterveyden valvontasuunnitelman mukaisessa tarkastuksessa huhtikuussa 2022 todettiin koulun siirtyneen väistötiloihin kolmeen tilaelementtiin vuonna 2020 (ruokala neljännessä elementissä). A-rakennusta käyttivät vuosiluokat 7–9 ja B-rakennusta 4–6. A-rakennuksessa todettiin joulun 2021 aikoihin tapahtuneen vesivahinko ilmanvaihtokoneiden jäätymisen seurauksena. Kastuneet tilat otettiin pois käytöstä ja kuivattiin. A-rakennuksen eteisen katon akustiikkalevyissä havaittiin vanhoja kosteuden jälkiä. Kastuneet akustiikkalevyt määrättiin uusittaviksi. Tilojen ulkoilmavirtojen perusteella tehty mitoitus todettiin oikeaksi käyttäjämäärään nähden. Koneellisen ilmanvaihdon osalta ei havaittu puutteita, mutta ilmamäärien suunnitelmanmukaisuus tuli varmistaa mittauksin seuraavan puhdistuksen yhteydessä. Sisäilman laadusta ei ollut tullut ympäristöterveyteen yhteydenottoja.

Kiinteistökuivauksen mittaustyöselostuksessa todettiin Recover Nordic tarkastusraporttiin (ei käytettävissä) viitaten A-rakennuksen kuuden tuloilmakoneen vesipatterien jäätyneen ja haljenneen (havaittu 7.12.2021), minkä seurauksena vettä oli valunut tilojen lattioille. Seinärakenteiden todettiin kastuneen alakerran tiloissa 111(a+b), 114a, 112–113, 117 ja 116 sekä 2. kerroksessa 211b ja porrashuoneen vastaisessa aulassa (Raporteissa kastuneiksi ja korjatuiksi merkityt seinärakenteet on merkitty tämän tutkimussuunnitelman liitteenä oleviin pohjakuviin). Lattiarakenteista ei suhteellisen kosteuden mittauksin havaittu poikkeamia. Kastuneilta seinänosilta uusittiin mineraalivillaeristeet ja levytykset, kastuneet puurakenteet kuivattiin. Korjaustyöt on dokumentoitu työselostuksessa valokuvin.

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen (Raksystems) vaiheen 1 lähtötiedoissa todettiin tutkimuksen syyksi mahdollisesti sisäilmaan liittyvä oireilu, jota osa käyttäjistä oli kokenut osassa A-rakennuksen tiloja. Ensimmäiset ilmoitukset sisäilmaan liittyvistä ongelmista saatiin käyttäjiltä syksyllä 2022. Ennen tutkimuksia tehdyssä sisäilmastokyselyssä ongelmallisiksi koettiin melu, tunkkainen ilma, riittämätön ilmanvaihto, pöly ja lika sekä vaihteleva huonelämpötila. Tutkimuksessa havaittiin 8 yksittäistä kosteuden aiheuttamaa jälkeä, joiden perusteella arvioitiin, että rakenteisiin oli jäänyt korjaamattomia kosteusvaurioita joulukuun 2021 vesivahingoista. Osan jäljistä arveltiin syntyneen elementtien irrotuksen yhteydessä sitä purettaessa alkuperäiseltä sijaintipaikaltaan. Ilmanvaihto oli ilmamääriltään riittävä ja vastasi suunnitteluarvoja, mutta tuloilman jaossa arveltiin olevan puutteita. Kahdessa tilassa huonelämpötilojen mitattiin olevan välillä 23,5–24,5 °C oppituntien jälkeen. Paine-ero ulkoilmaan vaihteli välillä -2…-6 Pa. Rakenneavauksia suositeltiin luokkien 211b ja 111 b väliseen välipohjaan, luokan 113 ja sen vessojen alapohjaan ja vessojen seinien alaosiin sekä luokan 114a alapohjaan ulko-oven ympäristöstä. Ilmavuotoja suositeltiin paikantamaan lämpökuvauksella ja merkkiainetutkimuksilla ja ilmanjako savukokeilla.

Jatkotutkimuksen (Raksystems 19.1.2023) havaintojen perusteella putkikotelojen kosteusjälkien arvioitiin aiheutuneen lämpöjohtojen liitosten vuodoista. Putkikoteloissa havaittiin pieniä määriä pinnoittamatonta mineraalivillaa. Rakenneavauksissa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista eikä niiden kautta otetuissa materiaalinäytteissä esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Tutkimusta jatkettiin toukokuussa 2023 alapohjan tarkastuksella ryömintätilasta. Tässä havaittiin, että alapohjarakenteen alapinnan tuulensuojalevyjen kaikkia saumoja ei ollut

tuettu laudoin. Tämän vuoksi tilaelementtien välisiä lämmöneristeitä ja kumitiivisteitä oli irronnut ja pieneläimiä päässyt alapohjan eristetilaan.

Rakennuksista B ja C kartoitettiin helmikuussa 2023 (Raksystems 23.2.2023) putkikoteloiden mahdollisia mineraalikuitulähteitä. Kartoituksessa havaittiin putkieristeiden asennuksissa puutteita. Lisäksi ainakin B-rakennuksessa seinien putkiläpiviennit olivat tiivistämättömiä.

Työterveyshuollon lausunnossa sisäilman laadun terveydellisestä merkityksestä todettiin työterveydessä käyneen 4 työntekijää. Kuntotutkimusraporteista merkittävimmiksi löydöiksi mainittiin näkyvät kosteusvauriot ja putkikoteloiden mahdollinen teollinen mineraalikuitu ja pöly. Yhteenvetona suositeltiin toteuttamaan kosteusvaurioituneiden rakenteiden korjaukset kosteusvaurioihin liitettyjen terveydellisten riskien vuoksi. Lisäksi suositeltiin teollisten mineraalikuitujen mittausta.

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä A-rakennuksen sisäilmasta selvitettiin kahden viikon laskeumanäytteistä (Raksystems 3.4.2023). Näytteet kerättiin yhdeksästä tilasta, kaikissa huonepintojen sijaan petrimaljoilta. Kaikista tutkituista huoneista osalla maljoista havaittiin kuituja. Mittausajankohdan mukaisen asumisterveysasetuksen Soveltamisohjeen osan 3 mukaisella tulkinnalla, toimenpideraja ei yhdessäkään tilassa kuitenkaan ylittynyt mittausepävarmuus huomioituna. (Toukokuun 2024 päivityksessä tulkintaohjetta muutettiin siten, että kaikkiaan otetuista 26 näytteestä kahdessa toimenpideraja olisi ylittynyt.)

Katselmuspöytäkirjassa (Kattava 2023) on lähinnä valokuvin dokumentoituja kattovuodon korjauksia. Yhteenvedossa todettiin veden päässeen kovalla sateella harjapellin alta aluskatteelle kohtaan, jossa aluskate oli väärin asennettu. Kastuneet villat ja kipsilevy uusittiin ja vuotoreitti korjattiin. Pöytäkirjasta ei käy ilmi vuotopaikka eikä rakennus.

Tilaajalta saadun tiedon mukaan A-rakennukseen uusittiin ilmanvaihto kokonaan ja B-rakennukseen hallintosiipeä lukuun ottamatta vuodenvaihteen 2023–2024 aikoihin. Aikaisempi tilakohtainen ilmanvaihto korvattiin keskitetyllä järjestelmällä, jonka piirustukset olivat tätä suunnitelmaa laadittaessa käytettävissä. Keväällä ilmanvaihdon koettiin toimivan hyvin, mutta syksyllä 2024 ilmanvaihto on koettu riittämättömäksi. Arviointikäynnillä ilmanvaihdon riittämättömyyteen liittyvät havainnot tulivat esille muutamaa yksittäistä tilaa lukuun ottamatta.

A-rakennuksen tulo- ja poistoilmamäärät säädettiin ja mitattiin 27.1.2024. Pöytäkirjan mukaan toteutuneet ilmamäärät vastaavat hyvin suunnitelmia, yksittäisissä päätelaitteissa oli 1. kerroksessa enimmillään 4 % eroja, eri ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärissä alle 1 %. Toisen kerroksen käytävän tuloilmamäärät jäivät yhteensä n. 9 l/s vaadittua pienemmäksi (suunnitellusti yhteensä 160 l/s).

B-rakennuksen 18.4.2024 päivätyn mittauspöytäkirjan mukaan erot säädettyjen ja vaadittujen ilmamäärien välillä olivat myös pieniä. Yksittäisissä päätelaitteissa erot olivat enimmillään 9 %, kokonaisilmamäärissä koneittain 0–4 %.

Työterveyshuollon syyskuussa 2024 tekemässä sisäilmastokyselyssä yli 90 % vastaajista koki sisäilmasta johtuvan haitan sekä mahdollisesti johtuvan oirehtimisen suurena kuormitustekijänä. Suurimmaksi ongelmaksi koettiin huono tai riittämätön ilmanvaihto (100 % vastaajista). Sisäilman koettiin sekä liian kuumaksi (85 % usein) ja kuivaksi (79 %), mutta toisinaan myös liian kylmäksi (74 %). Kosteusvaurioon viittaavista hajuista ilmoitti 41 % ja muista epämiellyttävistä hajuista 74 %. Pölyisyyttä koettiin esiintyvän melko usein. Vastaajista 94 % raportoi ylähengitystieoireista, joita valtaosa koki päivittäin tai melko usein. Alahengitystie-, silmä- ja iho-oireita koko yli 70 % vastaajista. Toistuvaa raksasta oloa tai väsymystä ja päänsärkyä raportoi n. 90 % vastaajista.

Työterveyshuollon lausunnon perusteella: ”Tutkimuksissa ei ole tehty sellaisia löydöksiä, jotka muuttaisivat työterveyshuollon arviota sisäilman laadun terveydellisestä merkityksestä. Tehtyjen korjausten jälkeen sisäilman laadussa ei ole toistaiseksi todettu mitään, mikä aiheuttaisi terveyden menettämisen vaaraa. Koska oireilua kuitenkin esiintyy laajasti työntekijöiden keskuudessa ja sisäilmailmoituksia on tehty varsin runsaasti,

työterveyshuolto pitää tärkeänä, että tiloja tutkitaan tarkoituksenmukaisesti sisäilmatyöryhmän arvion perusteella ja näiden tutkimusten perusteella arvioidut mahdolliset tarvittavat korjaukset tehdään asianmukaisesti.”

1.3.3 Olosuhdeseurannat (Turun kaupunki)

Turun kaupunki on seurannut molemmissa rakennuksissa yksittäisten tilojen sisäilman olosuhteita (lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus sekä muutamassa tilassa TVOC) noin vuoden ajan. A-rakennuksen toisessa kerroksessa lämpötilat ovat seurannan perusteella loka-marraskuussa 2024 pysyneet hyvin välillä 20–22 °C. Ensimmäisen kerroksen tiloissa vaihtelu on ollut huomattavasti suurempaan ja tilan 116 lämpötila olisi mittausdatan perusteella ollut jatkuvasti välillä 17–20 °C. B-rakennuksen lämpötilamittauksissa vaihtelut ovat A-rakennusta suuremmat, vaihtelu välillä +14–24 °C. Mittaustulos ei vastaa arviointikäynnin havaintoja ja selittyy kaupungin sisäilma-asiantuntijalta saadulla tiedolla, jonka mukaan mittarit ovat olleet lähellä ikkunoita, koska niiden pääasiallinen tarkkailtava asia on ollut paine-ero. Tämän vuoksi lämpötilatulokset eivät ole luotettavia, koska ikkunoita on pidetty usein auki.

Hiilidioksidimittauksissa pitoisuudet olivat A-rakennuksessa koulupäivän aikana enimmillään n. 1000 ppm ja B-rakennuksessa säännöllisesti n. 1000–1200 ppm. Yksittäisiä ylityksiä lukuun ottamatta pitoisuudet ovat olleet selvästi alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät on esitetty alla tiivistetystä ja kattavasti liitteessä 1.

Rakenne ja kosteustekniset tutkimukset

- **Rakenneavauksin** todettiin päärakennetyyppien ja elementtiliitosten toteutus. Rakenteiden kunto arvioitiin aistinvaraisesti ja materiaalinäyttein. Avauspaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa.
- **Materiaalinäytteiden mikrobiologista** kuntoa analysoitiin suoraviljelymenetelmällä ja tulokset tulkittiin asumisterveysasetuksen (1) ja sen soveltamisohjeen (2) mukaisesti. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua.
- **Lämpökuvauksella** selvitettiin rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoreittejä RT 14-11239-ohjekorttia (3) soveltaen. Kuvaus tehtiin tehostetussa alipaineessa (-10 Pa).

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

- **Paine-eroseurannoin** selvitettiin ilman kulkusuuntia sekä ilmanvaihdon toimintaa. Mittauspaikat on esitetty liitteen 3 pohjakuvissa. Tuloksia verrataan asumisterveysasetuksen (1) ja sen soveltamisohjeen (2) ohjearvoihin, uusissa rakennuksissa myös Ilmanvaihtoasetuksen (4) ja siihen perustuvan oppaan (5) suunnitteluarvoihin.
- **Olosuhdeseurannoilla** selvitettiin sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta. Tuloksia verrataan asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajoihin ja/tai Sisäilmastoluokituksen 2018 (6) tavoitearvoihin.
- **Teollisten mineraalikuitujen** esiintymistä huonepinnoilla selvitettiin kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä vuonna 2021 päivitetyn asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2) osan III mukaisesti. Tuloksia verrataan asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajaan.
- **Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC)** esiintymistä sisätiloissa selvitettiin sisäilmanäyttein. Tuloksia verrataan asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajoihin.
- **Hengittyvien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$)** pitoisuuksia sisäilmassa selvitettiin jatkuvatoimisella hiukkasmittarilla. Tuloksia verrataan asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajoihin.

Ilmanvaihdon selvitykset

- **Tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin** pistokoemaisesti päätelaitteista vai kanavista. Tuloksia verrataan suunnitteluarvoihin, asumisterveysasetukseen (1) ja sen soveltamisohjeeseen (2) sekä Ilmanvaihtoasetuksen (4) ja siihen perustuvan oppaan (5) suunnitteluarvoihin.
- **Ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta** ja mahdollisia teollisten mineraalikuitujen lähteitä selvitettiin pistokoemaisesti tehdyin visuaalisin tarkastuksin LVI 39-10409-ohjekorttia (7) soveltaen. Visuaalisen tarkistuksen tueksi kerättiin geeliteippinäytteitä tuloilmakanavista.
- **Ilmanjaon toimintaa** selvitettiin savukokeilla, joiden tueksi tuloilman lämpötilaa mitattiin eri ilmanvaihtokoneiden

3 Rakennetekniset tutkimukset

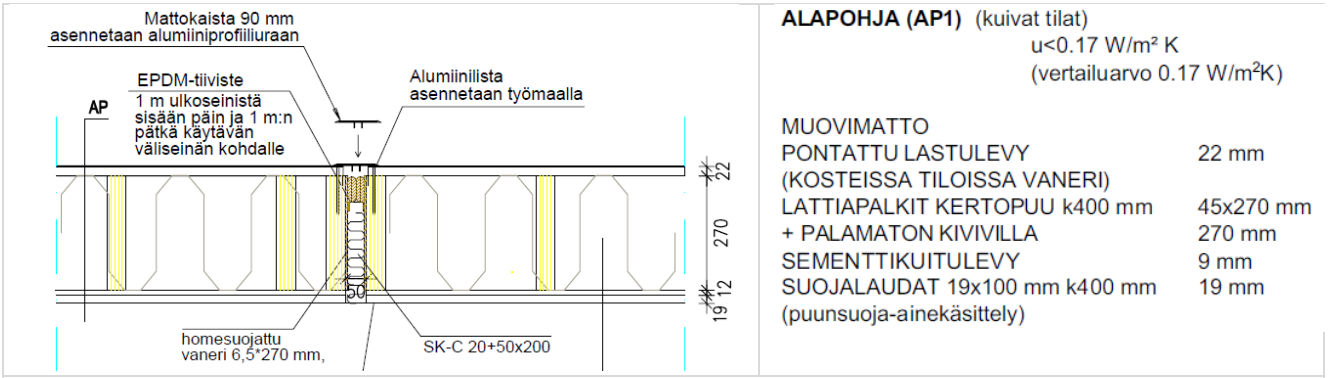
Tutkimuksen lähtötietoina oli kattavat piirustukset rakennusten rakenteista, joiden toteutuksen oli jo aiemmissa tutkimuksissa todettu vastaavan suunnitelmia. Aiemmissa tutkimuksissa rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden otto oli kohdennettu A-rakennuksessa tapahtuneen vesivahingon alueelle. Näissä tutkimuksissa rakenteisiin ei havaittu jääneen kosteus- ja/tai mikrobivaurioitunutta materiaalia.

Rakennuksissa sisäilmaongelmia on koettu lähes kaikissa tiloissa. Jotta rakenteiden sisältä voisi kulkeutua epäpuhtauksia näin laajalla alueelle, tulee niiden läpi olla systemaattisia ilmavuotoja sisätiloihin. Tämän vuoksi rakennetutkimuksia kohdennettiin tehostetussa alipaineessa tehdyssä lämpökuvauksessa (liite 4) havaittujen ilmavuotojen perusteella. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa.

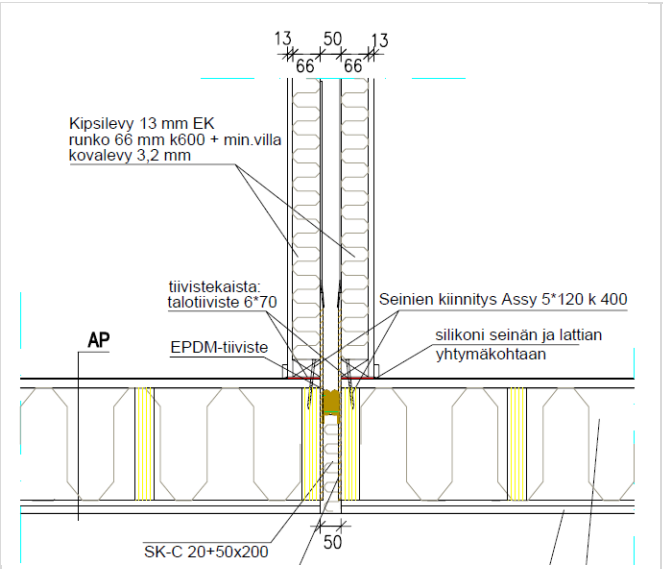
3.1 Alapohjat

Rakennuksen alapohjarakenne on kosteusteknisesti toimiva eikä tutkimuksissa havaittu merkkejä kosteusvaurioista. Elementtisaumoissa oli suunnitelmista poiketen uretaanivaahdotus ja höyrynsulkuteippaus sekä alapohjassa että ulkoseinissä. Alapohjasta havaittiin lähinnä B-rakennuksessa yksittäisiä, pienialaisia ilmavuotoja elementtisaumoista kohdissa, joissa höyrynsulkuteippaus puuttui tai oli revennyt. Havaitut ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.

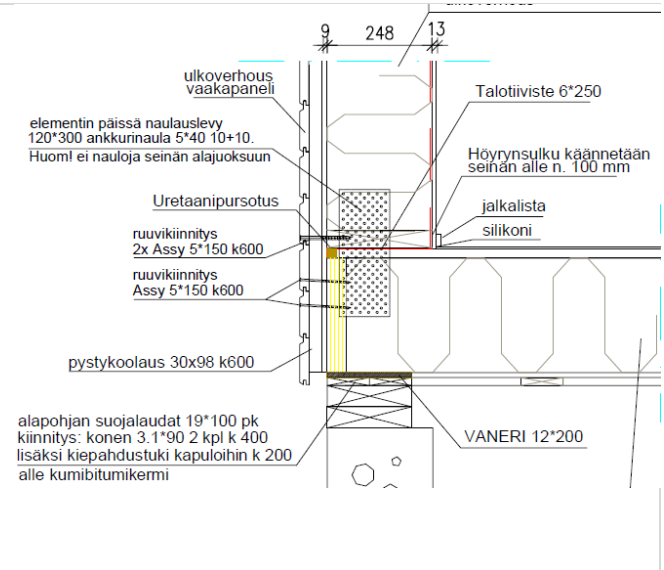
Rakenne ja riskit
Lähtötietojen mukainen alapohjarakenne on esitetty kuvassa 5. Aiempien kuntotutkimusten perusteella rakenne vastaa suunnitelmia. Alapohjarakenne on kosteusteknisesti toimiva. Sisäilman laadun kannalta merkittävä tekijä voi olla alapohjarakenteiden mahdolliset ilmavuodot esim. liitoskohdista (kuvat 6 ja 7), joiden mukana rakenteesta tai maaperästä voi kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin.



Kuva 5. Alapohjarakenne AP1 avoviipalesauman kohdalta. Märkätilojen rakenteessa AP2 lastulevy on korvattu 18 mm vanerilla.



Kuva 6. Alapohjarakenne väliseinällisen viipalesauman kohdalla.



Kuva 7. Alapohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymä.

Tutkimukset

Alapohjarakenne todettiin vastaavan suunnitelmia tilaan B110 tehdyllä rakenneavauksella RB02 (kuva 8, liite 2). Avauksesta ei havaittu viitteitä vaurioista.

Alapohja AP1 (RB02, B110)

- muovimatto
- lastulevy 28 mm
- mineraalivilla + kertopuupalkit 275 mm
- tuulensuojalevy 12 mm
- suojalaudoitus
- alustila

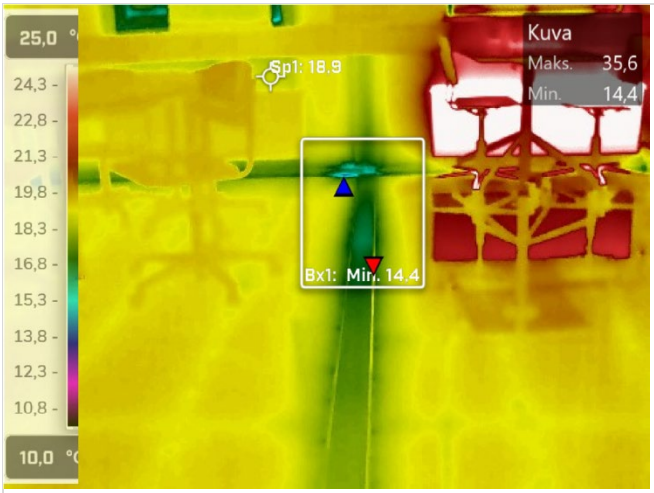


Kuva 8. Alapohjarakenne tarkastettiin tilaan B110 tehdyllä rakenneavauksella RB02.

Lämpökuvauksessa havaittiin alapohjasta pienialaisia ilmavuotoja elementtisaumoista keskilattialla tiloissa B110, B111b ja B117 sekä ulkoseinäliittymistä tiloissa A116, B111b, B112a, B112b, B114b ja B129.

Käsityöluokassa B114b alapohjan ja ulkoseinän liittymästä havaitun vähäisen ilmavuodon (kuva 9) kohdalta tehdyssä avauksessa RB13 havaittiin elementtisaumassa kuvan 5 piirustuksen vastaisesti EPDM-tiivisteen päällä uretaanivaahdotus ja höyrynsulkuteippi (kuva 10). Teippaus oli revennyt lattianrajasta (kuva 11), mikä selitti

havaitun ilmavuodon. Teippaus jatkui alapohjassa elementtisauman alumiinilistan alla (kuva 12). Höyrynsulkuteippi havaittiin lähes kaikissa B-rakennuksen ulkoseinä-, ala- ja välipohjien elementtisaumoissa, jotka eivät olleet väliseinien kohdalla. Ainoastaan tilassa B112a sekä aulan B117 ja WC:n B126 oviaukon kohdalla höyrynsulkuteippaus puuttui, mikä selittää näissä havaitut voimakkaammat ilmavuodot.



Kuva 9. Luokassa B114b havaittiin vähäinen ilmanvuoto ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta elementtisauman kohdalta.



Kuva 10. Avauksesta RB13 havaittiin sekä ulkoseinässä että alapohjassa elementtisauman sisäpinnassa höyrynsulkuteippaus.

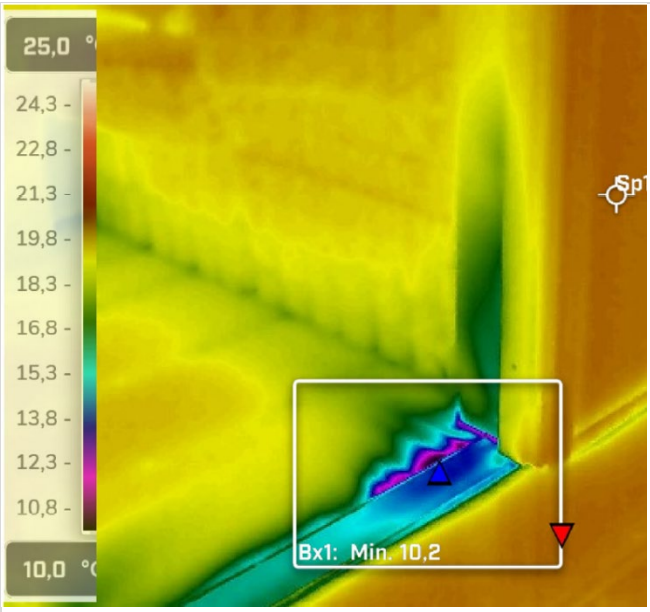


Kuva 11. Höyrynsulkuteippi oli repeytynyt ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta.

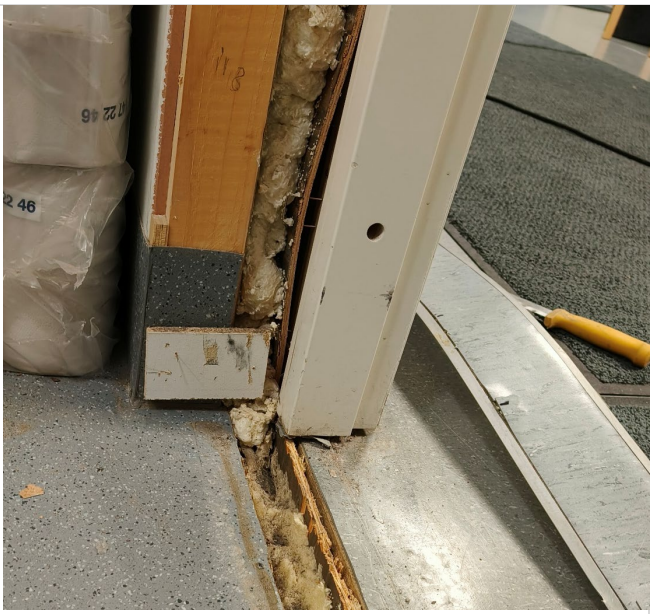


Kuva 12. Höyrynsulkuteippaus jatkui ulkoseinältä alapohjaan ja välipohjaan, kuten tässä tilan B216b ilmavuotokohdassa (Liite 4).

Sisääntuloaulan B117 ja WC:n b126 oviaukon kohdalla alapohjan elementtisauman ilmavuotoa selvitettiin rakenneavauksella RB11 (kuvat 13–16). Avauksesta todettiin uretaanivaahto alumiinilistan ja EPDM-tiivisteen välissä, mutta ei höyrynsulkuteippiä. Tiivisteen ja vanerin välissä oli koko alapohjarakenteen läpi ulottuva rako, joka selittää havaitun ilmavuodon. Rakenteen läpi tuleva ilma on pääosin ulkoilmaa, jonka merkittävin vaikutus sisäilmaan on pintojen jäähtyminen.



Kuva 13. Lämpökuvauksessa havaittiin alapohjan elementtisaumasta ilmavuotoa aulan B117 ja WC:n B126 oviaukon kohdalta (liite 4).



Kuva 14. Rakenneavauksella RB11 todettiin elementtisauman toteutus. Väliseinään tehdystä avauksesta havaittiin samalla vanerin irronneen pienialaisesti puurungosta, joka selittää vähäisen ilmavuodon seinärakenteesta kuvassa 9.

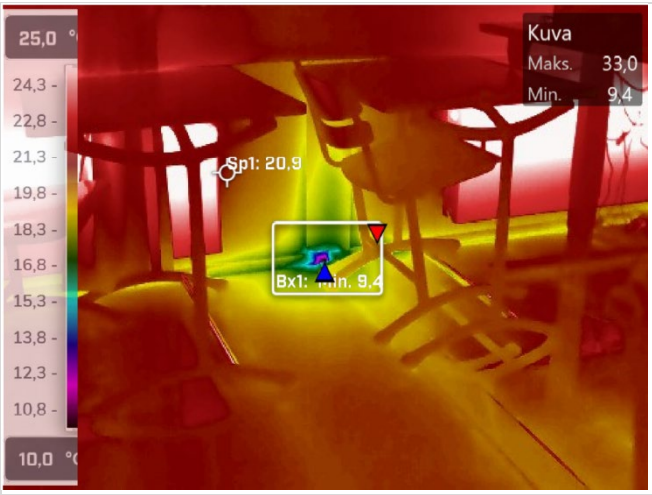


Kuva 15. Kuvan 5 piirustuksesta poiketen EPDM-tiivisteen (nuoli) ja alumiinilistan välissä oli epätasaisesti uretaania.



Kuva 16. EPDM-tiivisteen ja vanerin välissä oli selvä rako koko alapohjarakenteen läpi.

Tilassa B112b elementtisaumasta alapohjan ja ulkoseinän liittymästä havaitun ilmanvuodon (Kuva 17) kohdalla saumojen tiivistys sekä alapohjassa että ulkoseinässä oli toteutettu vastaavasti kuin edellä avauksessa RB11. Avauksen RB04 (kuva 18) perusteella ilmaa vuosi raoista, joita oli jäänyt uretaanivaahdotukseen.



Kuva 17. Lämpökuvauksessa havaittiin vähäistä ilmavuotoa tilan B112b elementtisaumasta alapohjan ja ulkoseinän liittymässä.



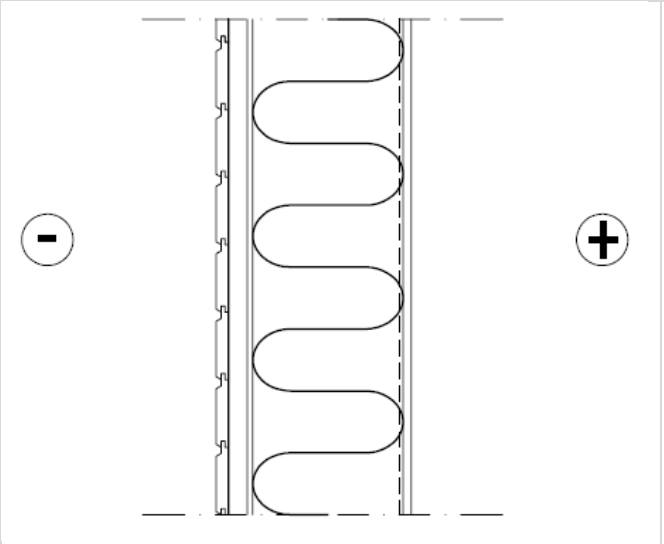
Kuva 18. Tilan B112b ilmavuotokohdassa saumassa ei ollut käytetty höyrynsulkuteippiä, kuten muissa saumoissa.

3.2 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinärakenteet vastasivat suunnitelmia ja ovat kosteusteknisesti toimivat. Ulkoseinän lämmöneristeistä otetuista 12 materiaalinäytteestä yhdessäkään ei esiintynyt poikkeavaa mikrobikasvustoa. Lämpökuvauksen perusteella ulkoseinissä on vain vähäisiä ilmavuotoreittejä rakenteista sisäilmaan. B-rakennuksessa käytöstä poistettujen korvausilmaventtiilien sekä tiivistämättömien läpivientien kautta sisälle vuotaa hallitsemattomasti ulkoilmaa. Havaitut ilmavuodot on suositeltavaa estää tiivistyskorjauksin.

Rakenne ja riskit

Suunnitelmien mukainen ulkoseinärakenne on esitetty kuvassa 19. Rakenne on kosteusteknisesti toimiva, tuulettuva puurunkoinen kipsilevyseinä. Kuten alapohjankin osalta, sisäilman laadun kannalta oleellista on rakenteen liitosten ja höyrynsulun ilmatiiviys.



ULKOSEINÄ (US1)	u<0.17 W/m² K (vertailuarvo 0.17 W/m²K)
KIPSILEVY EK	13 mm
HÖYRYNSULKUMUOVI SFS 4225	
PYSTYRUNKO	48x245 mm
+ PALAMATON KIVIVILLA	250 mm
TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
PYSTYKOOLAUS k600 mm	30x98 mm
PANELOINTI VAAKA	23*175 mm

Kuva 19. Lähtötietojen mukainen ulkoseinärakenne US1.

Tutkimukset

Ulkoseinärakenteen todettiin vastaavan suunnitelmia avausten RA04–RA08 ja RB01, RB06, RB09, RB14–RB16 ja RB17–RB18 perusteella. Ikkunoiden ala- ja yläpuolella on ulkopinnassa paikoin kivilevyt (kuva 20), joiden taakse julkisivupanelointi jatkuu. Ikkunoiden alla rakenteen sisäpinnassa höyrynsulkumuovin ulkopuolella on vaneri (kuvat 20–23). Ulkoseinän lämmöneristeistä otetuista 12 materiaalinäytteestä yhdessäkään ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa (taulukko 1, liite 5).



Kuva 20. Ikkunoiden ala- ja yläpuolella on julkisivupanelointi päällä paikoin kivilevyt.



Kuva 21. Avauksesta RB08 todettiin paneloinnin takana pystykoolaus, tuuletusrako ja tuulensuojalevy.



Kuva 22. Seinärakenteen todettiin tuulettuvan hyvin.



Kuva 23. Ikkunoiden alla lämmöneristeen sisäpinnassa on vanerointi.

Lämpökuvauksessa ulkoseinistä havaittiin vain vähän ilmavuotoja, jotka liittyivät pääosin jo edellisessä kappaleessa kuvattuihin elementtisaumoihin alapohjaliittymissä. B-rakennuksessa merkittävää ilmavuotoa ulkoseinistä havaittiin myös vanhoista korvausilma-aukoista ja tiivistämättömistä läpivienneistä (liite 4). Yksittäisiä ilmavuotoja havaittiin myös ikkunoiden tiiviste- ja karmiväleistä. Avauksen RA02 todettiin ikkunakarmit tiivistetyn höyrynsulkuteipein seinärunkoon. Ulkoseinän höyrynsulkumuovi limittyi teippauksen kanssa (kuvat 24 ja 25), mutta teipin ja sisäpuolen kipsilevyn väliin (teipin päälle). Näin ollen seinän höyrynsulku oli paikoin kiinnitetty niitein ikkunakarmiin. Toteutus oli lämpökuvauksen perusteella kuitenkin tiivis.



Kuva 24. Ikkunakarmi oli tiivistetty höyrynsulkuteipein seinärunkoon. Höyrynsulkumuovi on kuitenkin teipin päällä.



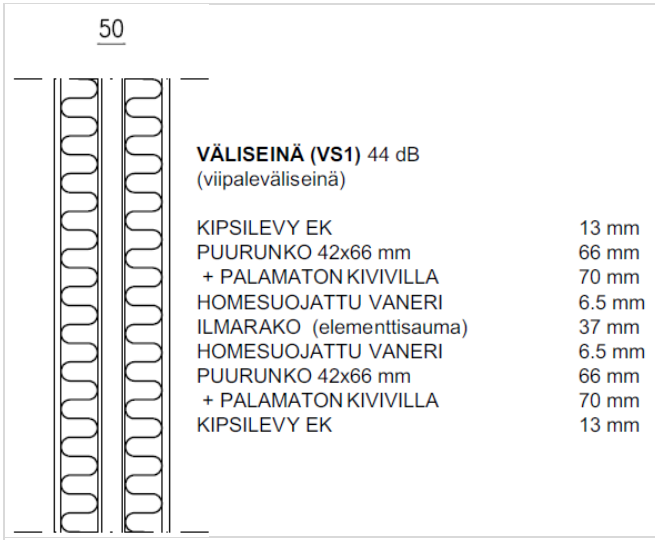
Kuva 25. Seinän höyrynsulku oli tuotu teipin päälle ja paikoinkiinnitetty niitein ikkunakarmiin.

3.3 Väliseinät

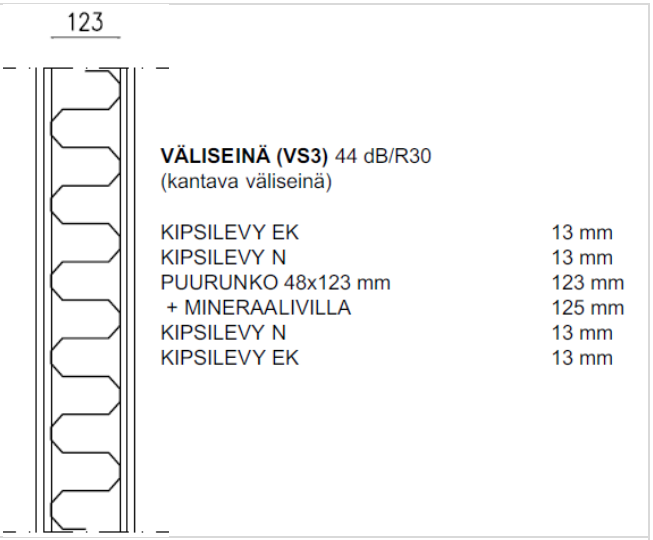
Väliseinärakenteet vastasivat pistokoemaisesti tehtyjen rakenneavausten perusteella suunnitelmia eikä avausten yhteydessä otetuissa materiaalinäytteissä esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Rakenteista ei lämpökuvauksissa havaittu merkittäviä ilmavuotoja, joiden mukana voisi kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin.

Rakenne ja riskit

Lähtötietojen perusteella rakennuksissa on sekä huoneiden että elementtien välisiä väliseiniä. Elementtien välisten viipaleväliseinien (VS1) rakenne on esitetty kuvassa 26, sen liittymä alapohjaan kuvassa 6 ja huoneiden välisten kantavien väliseinien (VS3) rakenne kuvassa 27. Ei-kantavassa väliseinässä (VS2) puurungon vahvuus on pienempi ja rungon ja kipsilevyjen välissä on 12 mm vanerit. Kaikissa väliseinissä on eristeenä mineraalivillaa.



Kuva 26. Elementtien välisen ns. viipaleväliseinän rakenne.



Kuva 27. Huoneiden välisten kantavien väliseinien rakenne.

Huoneiden välisten seinien materiaalit voivat vaurioituva poikkeavan kosteusrasituksen (vesivahinko) seurauksena. Riski elementtien välisten viipaleväliseinien kastumiselle on huoneiden välisiä seiniä suurempi rakennusten purku-, siirto- ja rakennusvaiheessa, mikäli näissä sääsuojaus on pettänyt.

Tutkimukset
Väliseinärakenteista ei lämpökuvauksessa havaittu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan, minkä vuoksi rakenteet tarkastettiin vain pistokoemaisesti tehdyin rakenneavauksin RA01, RA09, RB09 ja RB11. Avausten yhteydessä otetuissa materiaalinäytteissä (**M4** ja **M16**) ei todettu poikkeavaa mikrobistoa (taulukko 1).

Avauksesta RA01 todettiin väliseinärakenteen vastaavan kuvan 26 suunnitelmaa ja myös irrotetun ulkoseinästä piirustusten mukaisesti uretaanivaahdolla (kuva 28). Seinän alaohjauspuu lähtee alapohjalevytyksen päältä, josta se on irrotettu solumuovikaistalla. Elementtisauman EPDM-tiiviste oli avauskohdassa asennettu tiiviisti (Kuva 29).



Kuva 28. Väliseinärakenteen toteutusta tarkasteltiin avauksella RA01 tilasta A112.

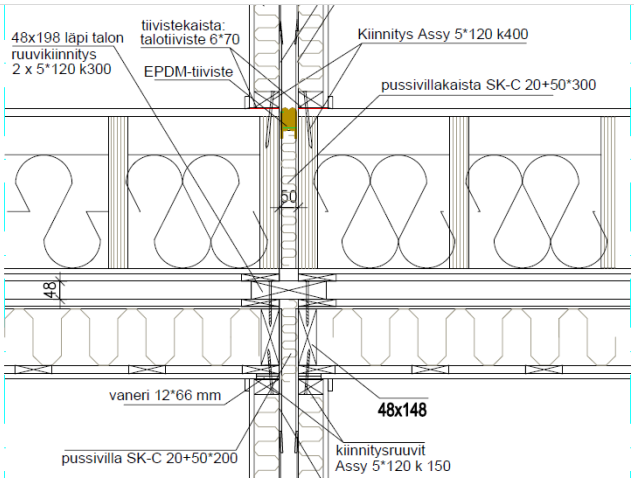


Kuva 29. Väliseinän sisälle jäävä alapohjan elementtisauma oli tiivistetty suunnitelmien mukaisesti EPDM-tiivisteellä.

3.4 Välipohjat

Välipohjarakenteet vastasivat suunnitelmia eikä niiden lämmöneristeistä otetuissa näytteissä todettu mikrobivaurioita. Välipohjista havaittiin merkittäviä ilmavuotoja erityisesti rakennusten keskiosissa olevien WC-tilojen tiivistämättömien putkiläpivientien kautta. B-rakennuksessa välipohjan lämmöneristevillaa oli läpivientien kohdalla runsaasti pudonneena alakattolevytyksen päällä. Merkittävien ilmavuotojen mukana voi välipohjan eristeistä kulkeutua teollisia mineraalikuituja sisäilmaan. Ilmavuodot tulee estää tiivistyskorjauksin nopealla aikataululla.

Rakenne ja riskit
Rakennuksen suunnitelmien mukainen välipohjarakenne on esitetty kuvassa 30. Elementtirakenteen vuoksi välipohja on tavanomaista paksumpi, kosteusteknisesti kuitenkin toimiva. Vesivahingon yhteydessä rakenteessa on useita kerroksia, alimpana höyrynsulkumuovi, joita pitkin vesi voi levitä kauaskin vuotokohdasta. Vettä voi myös jäädä piiloon rakenteeseen ilman näkyviä vaurioon viittavia jälkiä rakenteen alapinnassa. Aiemmissa A-rakennuksen tutkimuksissa viitteitä välipohjarakenteen kastumisesta ei havaittu.

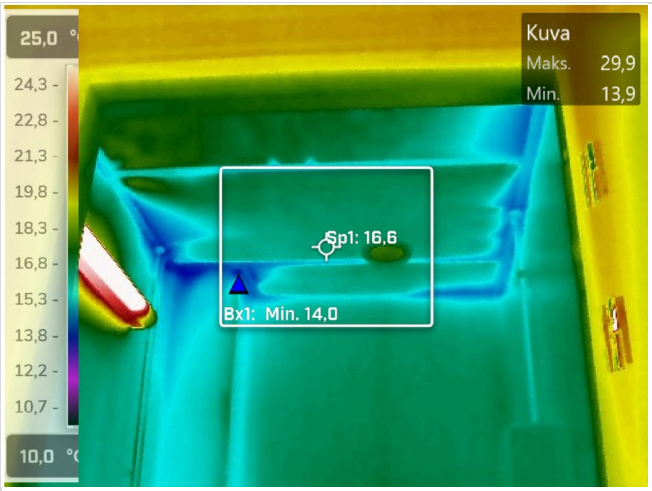


MUOVIMATTO	
LASTULEVY	22 mm
KERTOPUU k400 mm	51x400 mm
+ MINERAALIVILLA	300 mm
PALOKIPSILEVY	15 mm
HARVALAUTA 19x100 mm k400	19 mm
ASENNUSPUUT TUKILINJOILLA	48x198 mm
HARVALAUTA 19x100 mm	19 mm
HAVUVANERI	6,5 mm
RUNKO 42x148 mm k600	
+ MINERAALIVILLA	150 mm
HÖYRYNSULKUMUOVI SFS 4225	
ALUSRUOTEET 23x120 mm k400	23 mm
AKUSTOLEVYT / KIPSILEVY	13 mm

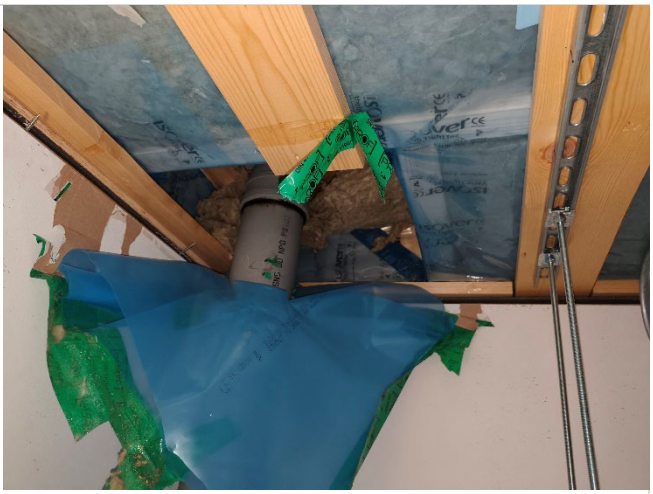
Kuva 30. Välipohjarakenne elementtien liitoksessa viipaleväliseinän kohdalla.

Tutkimukset

Välipohjarakenteen todettiin vastaavan suunnitelmia tilasta B229 tehdyllä avauksella RB17 sekä alapuolelta tehdyin havainnoin (kuvat 31–36). Lämpökuvauksessa välipohjista havaittiin hyvin vähän ilmavuotoja yläpuolisiin tiloihin elementtisaumojen kohdilta. Rakennusten keskiosien vessojen alakaton päältä havaittiin kuitenkin voimakasta ilmavuotoa sisälle (kuva 31). Näissä läpivientien höyrynsulkumuovit olivat irronneet välipohjan mineraalivillat pudonneet B-rakennuksessa alakattolevytyksen päälle (kuvat 32–34). Myös A-rakennuksessa vessojen läpiviennit välipohjaan olivat avoimia, mutta villoja ei ollut jätetty alakattotilaan (kuvat 35 ja 36). Välipohjan tiivistämättömien läpivientien kohdalta otetuissa materiaalinäytteissä (M6 ja M7) ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Muulla alakattotilassa höyrynsulut oli asennettu hyvin pistokoemaisesti tehtyjen tarkastusten perusteella. Alakattojen akustiikkalevyjen yläpinnat olivat pinnoittamatonta mineraalivillaa.



Kuva 31. Voimakasta ilmavuotoa välipohjarakenteesta WC:n B12 alakaton päälle.



Kuva 32. WC:n B125 viemäriputken läpiviennin höyrynsulkumuovi oli irti.



Kuva 33. Mineraalivillat oli jätetty irtonaisena alakaton päällä WC:ssä B125…



Kuva 34. …kuten myös WC:ssä B120.

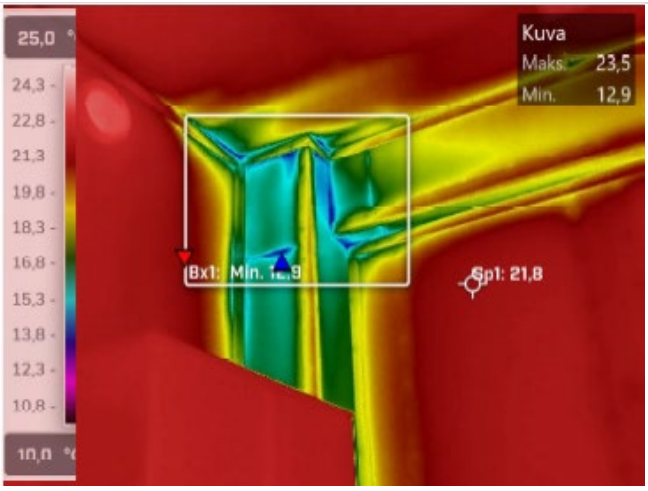


Kuva 35. WC:n A126 viemäriläpiviennistä villat oli poistettu, höyrynsulku oli kuitenkin avoin.



Kuva 36. WC:n A125 viemäriputken läpivienti oli avoin, alakattotilassa ei ollut irtonaista villaa.

Välipohjista havaittiin ilmavuotoja myös B-rakennuksen putkikoteloiden ja välipohjien liittymistä (Kuva 37). Tilan B112b putkikoteloon tehdyistä avauksista todettiin läpivientiä kuitenkin yritetyn tiivistää höyrynsulkuteippauksin (Kuva 38). Kotelon mineraalivillaeristeestä otetussa materiaalinäytteessä (**M1**) ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa (Taulukko 1).



Kuva 37. Ilmavuotoa putkikotelon välipohjaliitoksesta tilassa B116b.

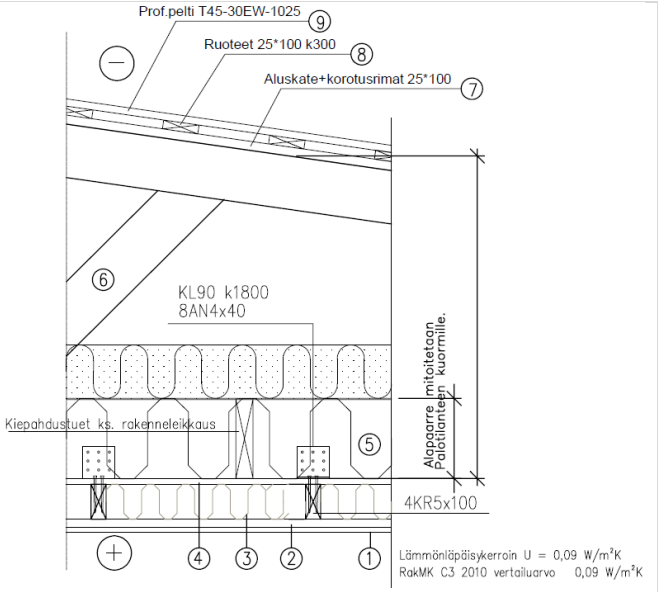


Kuva 38. Ilmavuotoa havaittiin myös tilan B112b putkikotelon läpiviennistä välipohjaan, jota oli kuitenkin pyritty tiivistämään höyrynsulkuteippauksin.

3.5 Yläpohjat

Yläpohjarakenteesta ei tehostetussa alipaineessa tehdyssä lämpökuvauksessa havaittu ilmavuotoja, joiden mukana yläpohjasta voisi kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin. Myös yläpohjan läpiviennit oli tiivistetty huolellisesti.

Rakenne ja riskit
Suunnitelmien mukainen yläpohjarakenne on esitetty kuvassa 39. Rakenteen kosteustekniset riskit liittyvät vesikaton vuotoihin, aluskatteen vaurioihin/asennusvirheisiin ja höyrynsulun epätiiviyteen.



YLÄPOHJA (YP1) EI30, RISTIKOT R30
u<0.09 W/m² K
(vertailuarvo 0.09 W/m²K)

VESIKATE PROFIILIPELTI	
VESIKATTORUOTEET k300	25x100 mm
ALUSKATERIMA	25x100 mm
ALUSKATE	
NAULALEVYRISTIKKO R30	
+ PUHALLUSVILLA	120 mm
+ PALAMATON MINERAALIVILLA	250 mm
PALOKIPSILEVY	15 mm
PUURUNKO 42x98 mm	
+ MINERAALIVILLA	100 mm
HÖYRYNSULKUMUOVI SFS 4225	
KOOLAUS k300 mm	23x120 mm
AKUSTO-/KIPSILEVY	13 mm

Kuva 39. Suunnitelmien mukainen yläpohjarakenne.

Tutkimukset

Yläpohjarakenteista ei lämpökuvauksissa havaittu edes tehostetussa alipaineessa merkittäviä ilmavuotoja sisätiloihin. Normaalissa käyttötilanteessa tilat ovat yleensä ylipaineiset yläpohjaan nähden, jolloin ilman kulkusuunta mahdollisten pistemäisten ilmavuotoreittien kautta on sisältä ulospäin.

Alakautta tehtyjen aistinvaraisten tarkastusten perusteella yläpohjan läpiviennit oli toteutettu selvästi huolellisemmin kuin välipohjan. Tiivistyksissä oli käytetty mm. XPS-levyä, uretaanivaahtoa sekä läpivientikauluksia (kuvat 40–43).



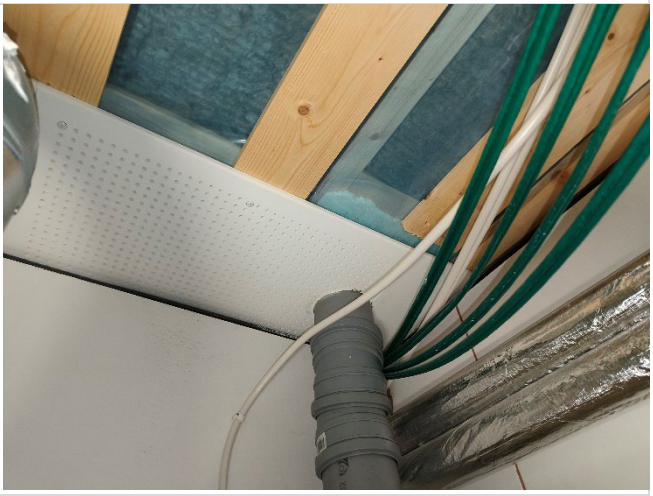
Kuva 40. WC:n A222 yläpohjan putkiläpivienti oli tiivistetty XPS-levyä ja uretaanivaahtoa käyttäen.



Kuva 41. WC:n A225 putkiläpiviennissä XPS-levy ja uretaanivaahtoa.



Kuva 42. WC:n B225 läpiviennissä oli käytetty läpivientikumi ja uretaanivaahto.



Kuva 43. WC:n B222 läpiviennissä vanhan alakaton takana oli käytetty uretaanivaahtoa.

3.6 Materiaalinäytteet

Yhteenveto rakenneavausten yhteydessä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysistä on esitetty taulukossa 1. Näytteenottopaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa ja analyysivastaus liitteenä 5. Analyysivastauksen perusteella yhdessäkään rakenneavausten yhteydessä otetussa materiaalinäytteessä ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa.

Taulukko 1. Yhteenveto materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tuloksista.

Tila	Rakenneosa	Tarkenne	Materiaali	Näyte	Tuloksen tulkinta
B112b	putkikotelo	lämmöneriste	mineraalivilla	M1	**ei kasvua**
B112b	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M2	**ei kasvua**
B115a	ulkoseinä	lämmöneriste, ikkunan alta	mineraalivilla	M3	**ei kasvua**
B115b/a	väliseinä	eriste	mineraalivilla	M4	**ei kasvua**
B111a	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M5	**ei kasvua**
B126	välipohja	läpiviennin kohdalta (ilmavuodot)	mineraalivilla	M6	**ei kasvua**
B125	välipohja	läpiviennin kohdalta (ilmavuodot)	mineraalivilla	M7	**ei kasvua**
B213	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M8	**ei kasvua**
B213	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M9	**ei kasvua**
B214b	ulkoseinä	lämmöneriste, ikkunan alta	mineraalivilla	M10	**ei kasvua**
B214a	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M11	**ei kasvua**
A114a	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M12	**ei kasvua**
A114a	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M13	**ei kasvua**
A116	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M14	**ei kasvua**
A213	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M15	**ei kasvua**
A212	väliseinä	eriste	mineraalivilla	M16	**ei kasvua**
A211b	ulkoseinä	ulkoseinän lämmöneriste	mineraalivilla	M17	**ei kasvua**

4 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

4.1 Sisäilman olosuhteet

Sisäilman olosuhdeseurannoissa todettiin molemmissa rakennuksissa merkittäviä eroja eri tilojen huonelämpötiloissa. Monessa tilassa lämpötilat olivat tilojen käytössä ollessakin asumisterveysasetuksen vaatimuksia matalammat. Useassa näistä vain osa lämpöpattereista oli toiminnassa. Tuloilmaa viileämpi sisäilma heikentää myös tuloilman sekoittumista huonetilaan. Sisäilman kosteudet olivat vuodenajalle tyypilliset ja hiilidioksidipitoisuudet jäivät selvästi alle toimenpiderajan. Rakennusten lämmitysjärjestelmän toiminta tulee tarkastaa ja kunnostaa sekä huonelämpötiloja nostaa asumisterveysasetuksen vaatimukset täyttäviksi.

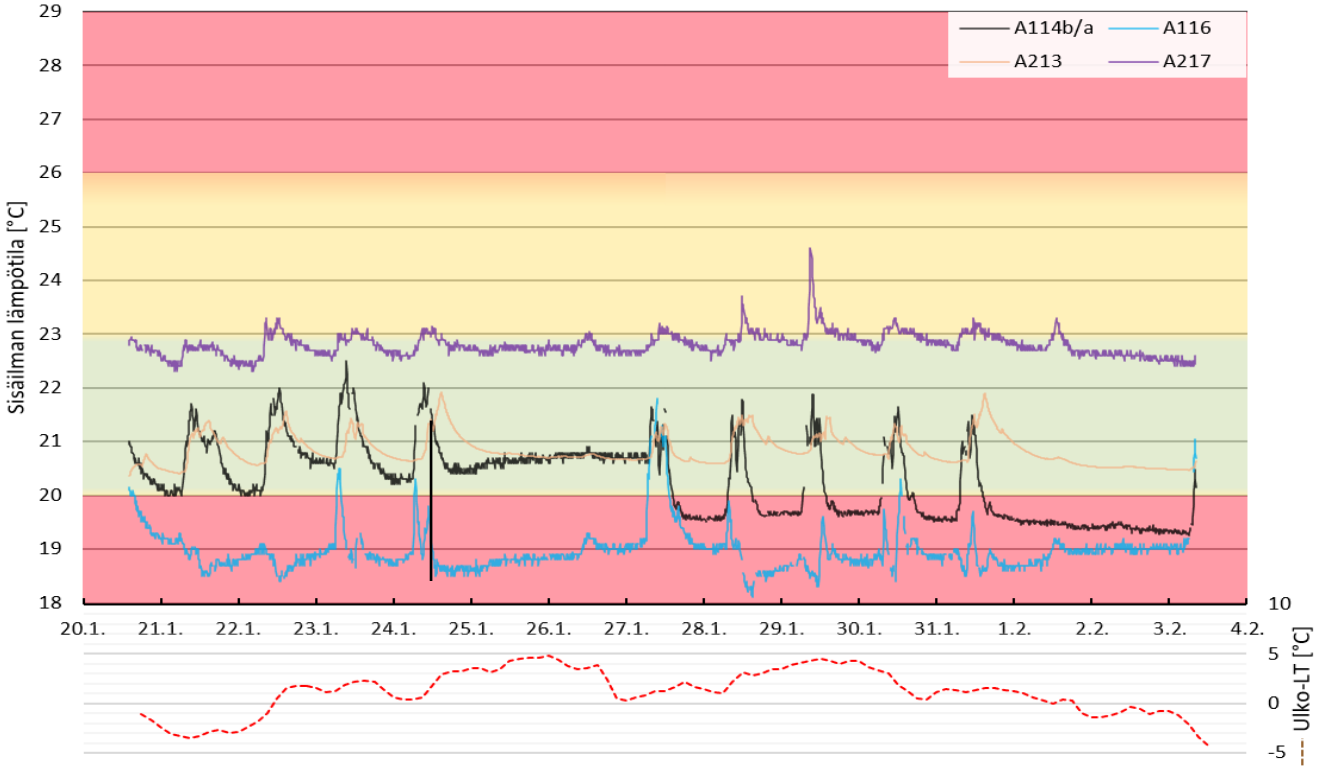
Sisäilman olosuhteita mitattiin 2 viikon ajan kymmenestä tilasta sekä A- että B-rakennuksesta. Mittauspisteet, joiden valinnassa huomioitiin käyttäjien toiveet, on esitetty liitteen 3 pohjakuvissa ja yhteenveto seurantamittausten tuloksista on esitetty taulukossa 2. Tulokset on esitetty esimerkinomaisesti seuraavissa kappaleissa ja seurantamittausten tuloskuvaajat liitteissä 9 ja 10. Tässä luvussa esitettyjen seurantamittausten lisäksi ilmanvaihdon ja ilmanjaon toiminnan selvittämiseksi tehtyjen seurantamittausten tuloksia on esitetty luvussa 5.

Taulukko 2. Yhteenveto sisäilman olosuhdeseurantojen tuloksista. Selvät poikkeamat asumisterveysasetuksen vaatimuksista on korostettu punaisella pohjavärillä, lievät poikkeamat tavoitearvioista keltaisella.

Mittaus	Tila	IV-kone	Lämpötila		Hiilidioksidi	Käyttäjien huomiot
			käyttöaikana	muulloin	SI2018-luokka	
OS1	A114b	ATK01	S3-luokassa	20–21 °C	S2	oppilaita paljon poissa
OS1	A114a	ATK01	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	toistuvasti kylmä
OS2	A111b	ATK01	S3-luokassa	19–20 °C	S2	aamulla viileää 22.1 ja 3.2.
OS3	A113	ATK02	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	-
OS4	A116	ATK02	jatkuvasti alle tp-rajan	18–19 °C	S2	-
OS5	A115	ATK02	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	toistuvasti kylmä
OS6	A214a	ATK03	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	-
OS7	A211b	ATK03	S3-luokassa	20–21 °C	S2	24.1. huono ilma
OS8	A213	ATK04	S2-luokassa	20–21 °C	S2	-
OS9	A215	ATK04	S3-luokassa	21–22 °C	S2	-
OS10	A217	-	tp-rajojen sisällä	22–23 °C	S3	-
OS11	B114b	BTK01	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	-
OS12	B111b	BTK01	S3-luokassa	n. 20 °C	**S1**	pölyistä 29.–30.1.
OS13	B112b	02TK6	jatkuvasti alle tp-rajan	17–19 °C	S2	toistuvasti kylmä, kostea
OS14	B115b	02TK5	S2-luokassa	20–22 °C	**S1**	-
OS15	B115a	02TK5	S2-luokassa	20–22 °C	**S1**	useana päivänä tunkkainen
OS16	B214b	BTK02	S2-luokassa	20–22 °C	**S1**	-
OS17	B210	BTK02	aamuisin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	huono ja kuiva ilma
OS18	B213	BTK03	pääosin alle tp-rajan	18–20 °C	S2	-
OS19	B215	BTK03	pääosin alle tp-rajan	19–20 °C	S2	-
OS20	B217	-	S2-luokassa	21–22 °C	S2	-

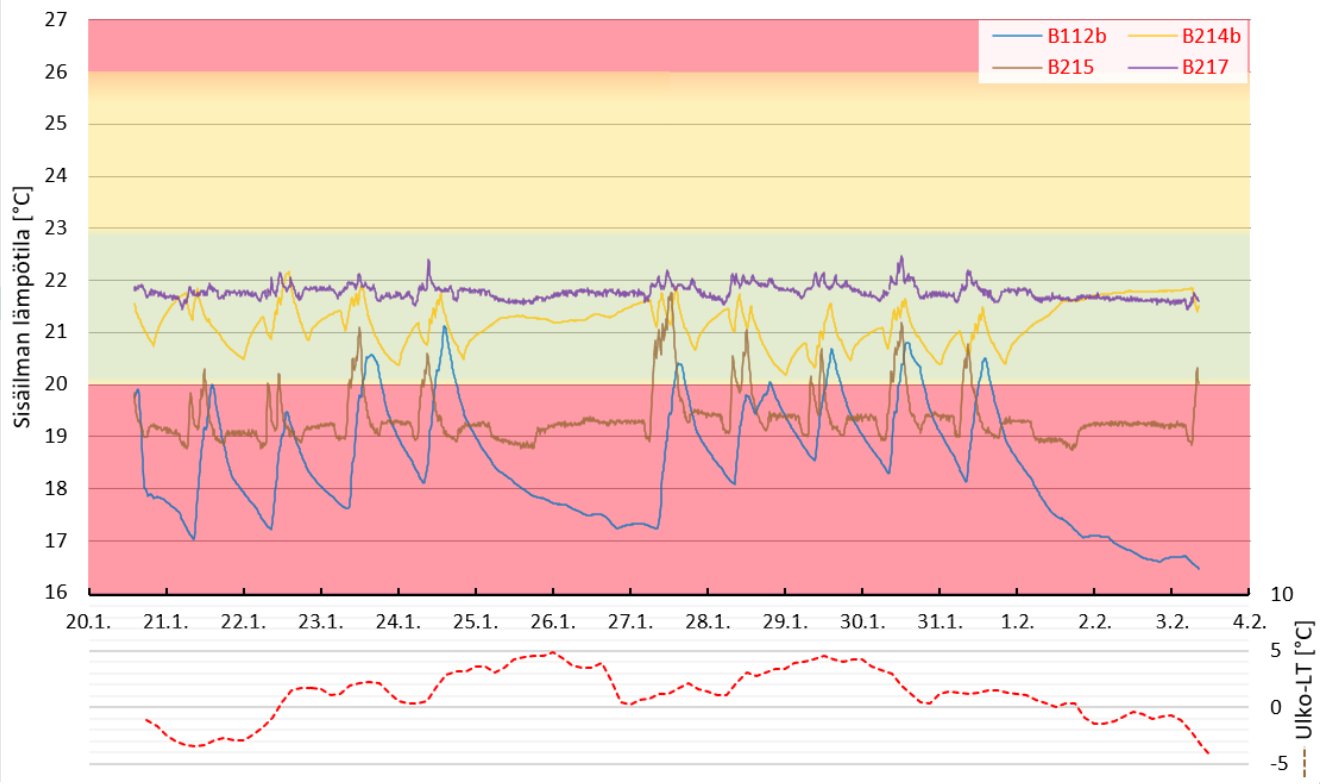
4.1.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötiloissa havaittiin molemmissa rakennuksissa selviä eroja eri tilojen välillä. Kuvassa 44 on esimerkkeinä esitetty lämpötilat A-rakennuksen viidessä eri tilassa seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Tilan A114b mittari (musta kuvaaja) siirrettiin tilaan A114a 24.1. klo 14 (musta pystyviiva). Tiloissa A217, A213 ja A114b lämpötilat olivat asumisterveysasetuksen mukaiset ja pääosin Sisäilmastoluokituksen 2018 luokissa S2/S3. Musiikkiluokan A116 lämpötilat eivät koko seurantajakson aikana olleet kuin lyhyitä hetkiä asumisterveysasetuksen vaatimusten mukaiset. Tilassa A114a lämpötilat putosivat käytön ulkopuolella toimenpiderajan alle ja nousivat vaatimuksen mukaisiksi vasta tilojen käytön myötä seuraavana aamuna. Seurantajaksolla tilan A114a käyttäjät olivat kokeneet tilan aamuisin kylmäksi lukuun ottamatta lämpimän viikonlopun jälkeistä aamua 27.1.



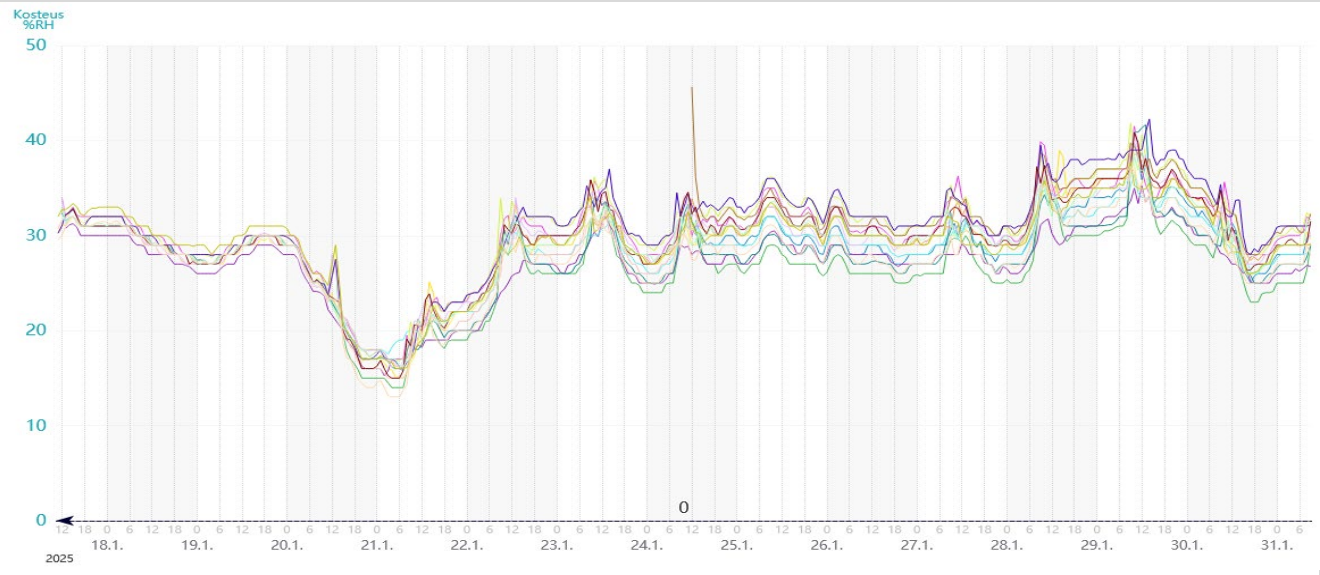
Kuva 44. Sisäilman lämpötilat viidessä eri A-rakennuksen tilassa (mittari siirretty A114b:stä 114a:han 24.1.–musta pystyviiva). Punainen taustaväri kuvaa asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen alittavaa/ylittävää lämpötila-aluetta, vihreä taustaväri Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaista S3-luokkaa. Alemmassa kuvaajassa on ulkolämpötila säähavaintoasemalta (Turku Artukainen).

Myös B-rakennuksen lämpötilat vaihtelivat tiloittain (Kuva 45). Esimerkiksi tiloissa B112b ja B215 lämpötila täytti asumisterveysasetuksen vaatimukset vain pienen hetken päivästä tilojen lämmettyä niiden käytön myötä. Tilassa B217 sen sijaan lämpötila pysyi ympäri vuorokauden tasaisesti noin 22 °C:ssä.

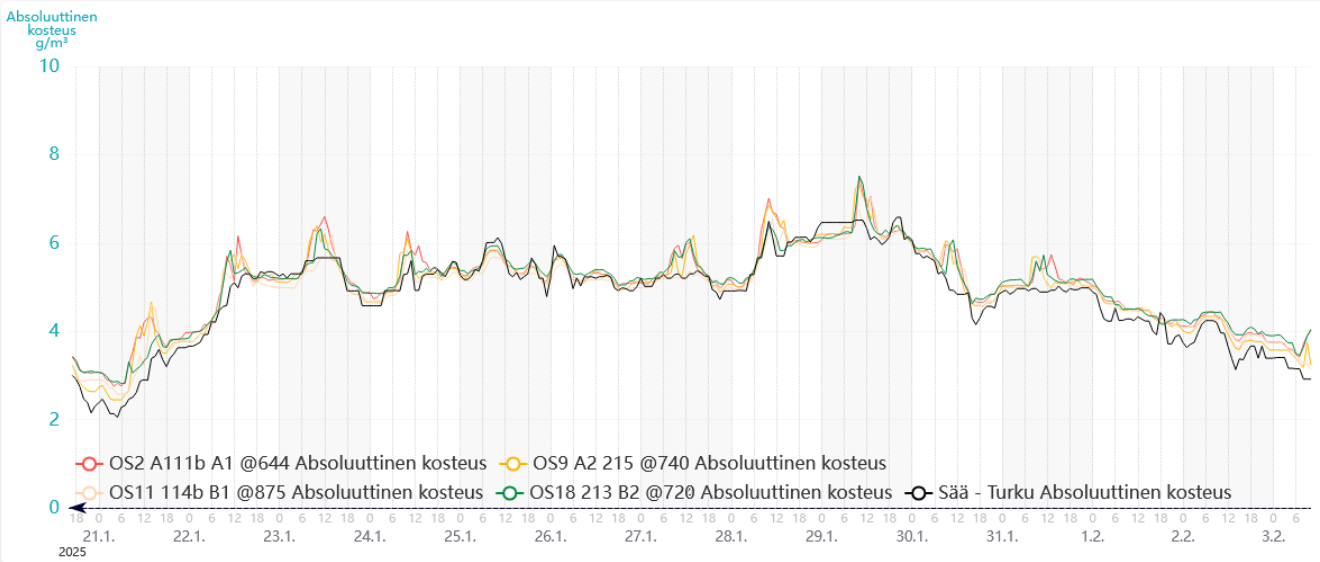


Kuva 45. Sisäilman lämpötilat neljässä eri B-rakennuksen tilassa. Punainen taustaväri kuvaa asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen alittavaa/ylittävää lämpötila-aluetta, vihreä taustaväri Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaista S3-luokkaa. Alemmassa kuvaajassa on ulkolämpötila säähavaintoasemalta (Turku Artukainen).

Sisäilman suhteellisissa kosteuksissa havaittiin tilojen välillä vain pieniä eroja, mikä johtui vaihtelevista huonelämpötiloista (kuva 46). Verrattaessa ulko- ja sisäilman kosteussisältöjä (absoluuttinen kosteus, kuva 47) voidaan todeta sisäilman suhteellisen kosteuden seuraavan tarkasti ulkoilman olosuhteita ja rakennuksen käytön aiheuttaman kosteustuoton olevan vähäistä.



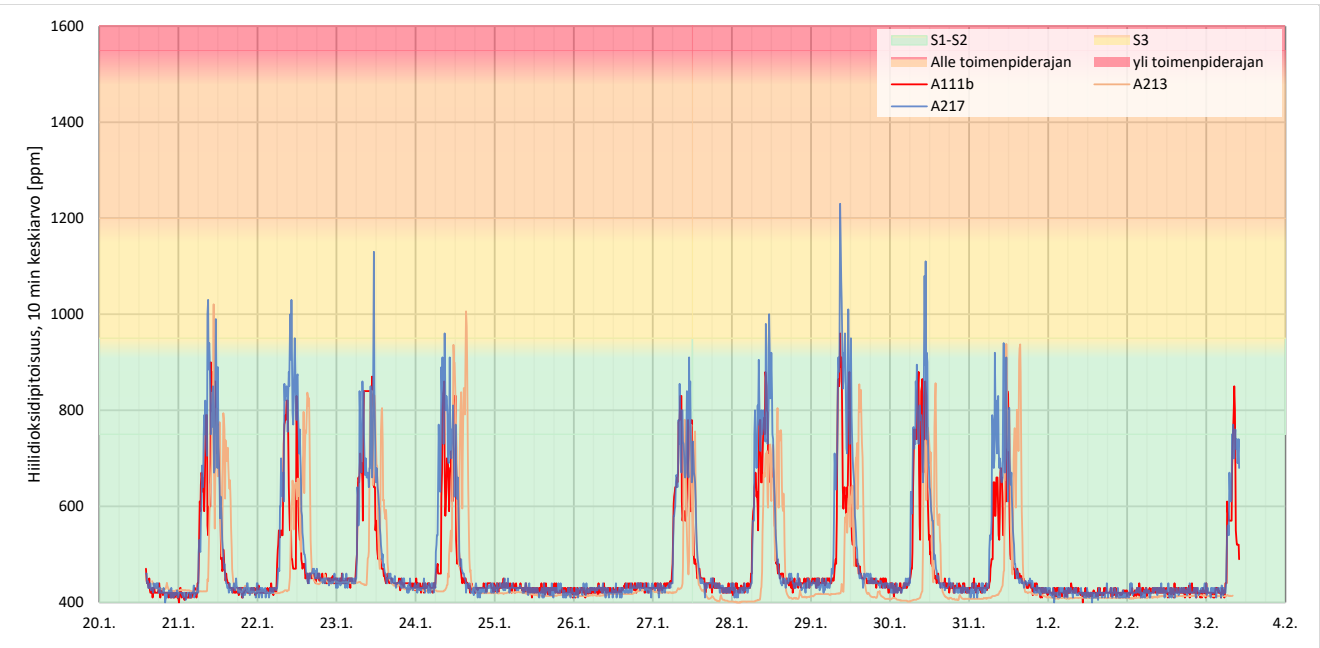
Kuva 46. Sisäilman suhteellisissa kosteuksissa oli pieniä tilakohtaisia eroja eri huonelämpötilojen vuoksi.



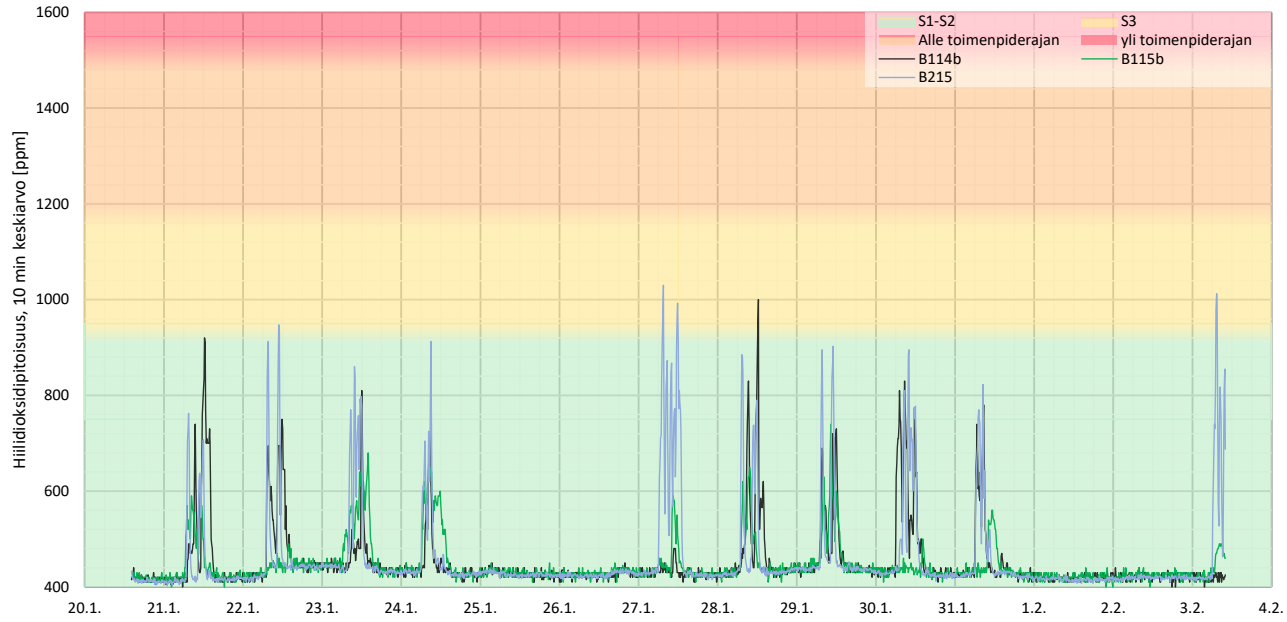
Kuva 47. Sisäilman kosteussisältö (ja siten myös suhteellinen kosteus) seurasivat tarkasti ulkoilman olosuhteita (musta kuvaaja). Rakennuksen käytöstä aiheutuva kosteustuotto on erittäin vähäistä tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi.

4.1.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidiseurantojen tuloksia on esitetty esimerkinomaisesti kuvissa 48 (A-rakennus) ja 49 (B-rakennus). Seurantojen perusteella hiilidioksidipitoisuudet olivat kaikissa tiloissa pieniä ja selvästi alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Hetkellisiä poikkeamia lukuun ottamatta tilat täyttivät myös Sisäilmastoluokituksen S2- ja osin jopa parhaan S1-luokan vaatimukset.



Kuva 48. Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet olivat pieniä ja selvästi alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan (punainen pohjaväri) kaikissa A-rakennuksen tiloissa, joista tässä on esitetty kolme selkeimmin toisistaan poikkeavaa kuvaajaa.



Kuva 49. B-rakennuksessa hiilidioksidipitoisuudet olivat vielä pienemmät kuin A-rakennuksessa ja täyttivät neljässä tilassa koko seurantajakson jopa Sisäilmastoluokituksen parhaan, S1-luokan vaatimukset.

4.2 Teolliset mineraalikuidut

Kahden viikon pölylaskeumanäytteiden perusteella molempien rakennusten sisäilmassa esiintyi poikkeavasti teollisia mineraalikuituja. asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyi kahdessa näytteessä, joiden lisäksi neljän näytteen kuitupitoisuudet olivat lievästi koholla. Myös kaikkien näytteiden mediaanipitoisuus oli tavanomaista suurempi. Kuitujen poistamiseksi sisäilmasta ja sisäpinnasta suositellaan tehostettua siivousta välipohjien tiivistyskorjausten jälkeen.

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisäilmassa selvitettiin puhdistetuille huonepinnoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä otetuin geeliteippinäyttein. Yhteenveto näytetuloksista on esitetty taulukossa 3, mittauspaikat liitteen 3 pohjakuvissa ja analyysivastaus liitteenä 6. Näytteitä otettiin soveltamisohjeen (2) mukaisesti 3 kpl/tutkittava tila.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan mittausepävarmuus huomioituna ylittäviä näytteitä havaittiin tiloissa A115 ja B115b (Näytteet **K2.1** ja **K6.3**). Toimenpiderajan lukuarvon ylittäviä tuloksia oli myös neljässä muussa eri tiloista otetuissa näytteissä (**K1.1**, **K3.3**, **K5.1** ja **K8.2**). Tavanomaista poikkeavaa on myös se, että sekä tilojen A114a, A211b ja B112b että kaikkien otettujen kuitunäytteiden mediaanitulos (0,14 kuitua/cm2) ylittää laajojen aineistojen (8; 9) mediaanipitoisuudet, jotka ovat vuosien ajan olleet alle määritysrajan < 0,1 kuitua/cm^2.

Taulukko 3. Yhteenveto mineraalikuitunäytteiden analyysituloksista.

Kuidut sisäilmasta, huonepinnoille 14 vrk aikana laskeutunut pöly, epävarmuutena (MEV) laboratorion ilmoittamaa lukemaepävarmuus 29,5 %					
Tila	Näyte-tunnus	Kuituja [kpl/näyte]	Kuituja [kpl/cm^2]	MEV ala- ja yläraja [kpl/cm^2]	Tulkinta (epävarmuus huomioituna)
A114a	**K1.1**	3	0,21	(0,151–0,278)	**Koholla**
	K1.2	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
	K1.3	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
A115	**K2.1**	4	0,29	(0,201–0,37)	**Poikkeava**
	K2.2	0	0,00	(0–0)	**Normaali**
	K2.3	1	0,07	(0,05–0,093)	**Normaali**
A211b	**K3.1**	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
	K3.2	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
	K3.3	3	0,21	(0,151–0,278)	**Koholla**
A212	**K4.1**	1	0,07	(0,05–0,093)	**Normaali**
	K4.2	1	0,07	(0,05–0,093)	**Normaali**
	K4.3	0	0,00	(0–0)	**Normaali**
B112a	**K5.1**	3	0,21	(0,151–0,278)	**Koholla**
	K5.2	1	0,07	(0,05–0,093)	**Normaali**
	K5.3	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
B115a	**K6.1**	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
	K6.2	0	0,00	(0–0)	**Normaali**
	K6.3	4	0,29	(0,201–0,37)	**Poikkeava**
B210	**K7.1**	2	0,14	(0,101–0,185)	**Normaali**
	K7.2	1	0,07	(0,05–0,093)	**Normaali**
	K7.3	0	0,00	(0–0)	**Normaali**
B215	**K8.1**	0	0,00	(0–0)	**Normaali**
	K8.2	3	0,21	(0,151–0,278)	**Koholla**
	K8.3	0	0,00	(0–0)	**Normaali**

4.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Sisäilman VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudet sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat erittäin matalia ja alittivat selvästi asumisterveysasetuksen toimenpiderajat.

Tiloissa koetun tunkkaisuuden vuoksi sisäilmasta kerättiin ilmanäytteitä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämiseksi. Jotta näytteillä saataisiin selvitettyä rakennuksesta peräisin olevia yhdisteitä, tehtiin näytteenotto loman aikana. Näytteet kerättiin aamulla, jolloin ilmanvaihto oli ollut osateholla yön ajan. Yhteenveto näytteiden analyysituloksista on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Yhteenveto sisäilmanäytteiden VOC-analyysin tuloksista.

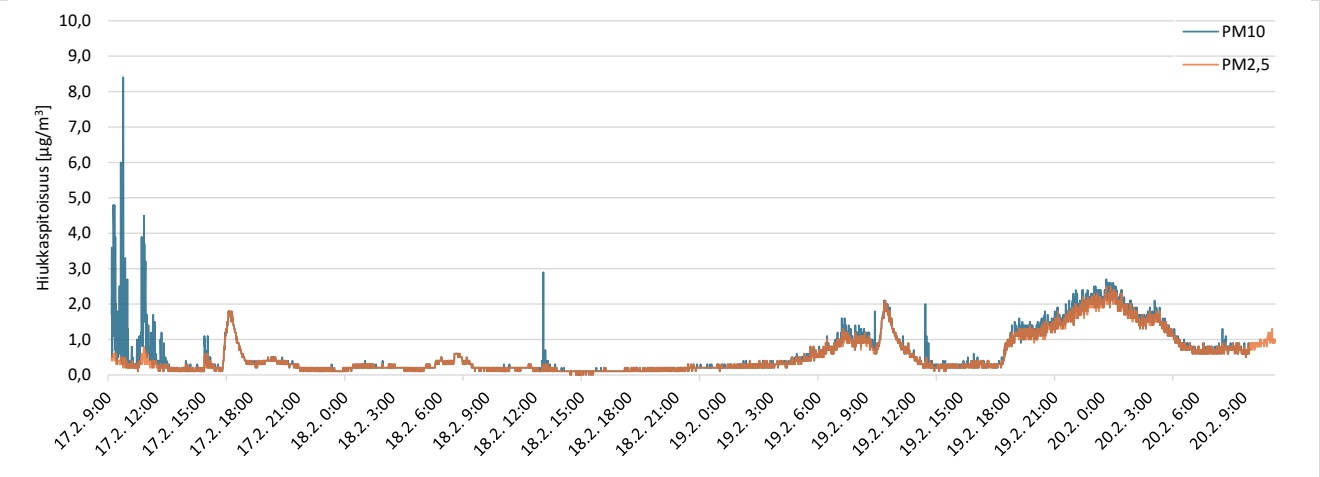
Yhdiste	Toimenpide-raja [µg/m³]	VOC 1 A113 [µg/m³]	VOC 2, A214a [µg/m³]	VOC 3, B112a [µg/m³]	VOC 4, A216 [µg/m³]	VOC 5 B214b [µg/m³]	VOC 6 B115c [µg/m³]
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaali-dioli di-isobutyraatti (TXIB)	10	-	-	-	-	-	-
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10	-	-	-	-	0,4	0,5
Naftaleeni	10 (ei hajua)	-	-	-	-	-	-
Styreeni	40	-	-	-	-	-	-
Muut yksittäiset yhdisteet	50	≤ 0,9	≤ 3	≤ 0,9	≤ 0,8	≤ 1	≤ 1
TVOC	400	< 10	20	< 10	< 10	10	10

4.4 Hiukkasmittaukset

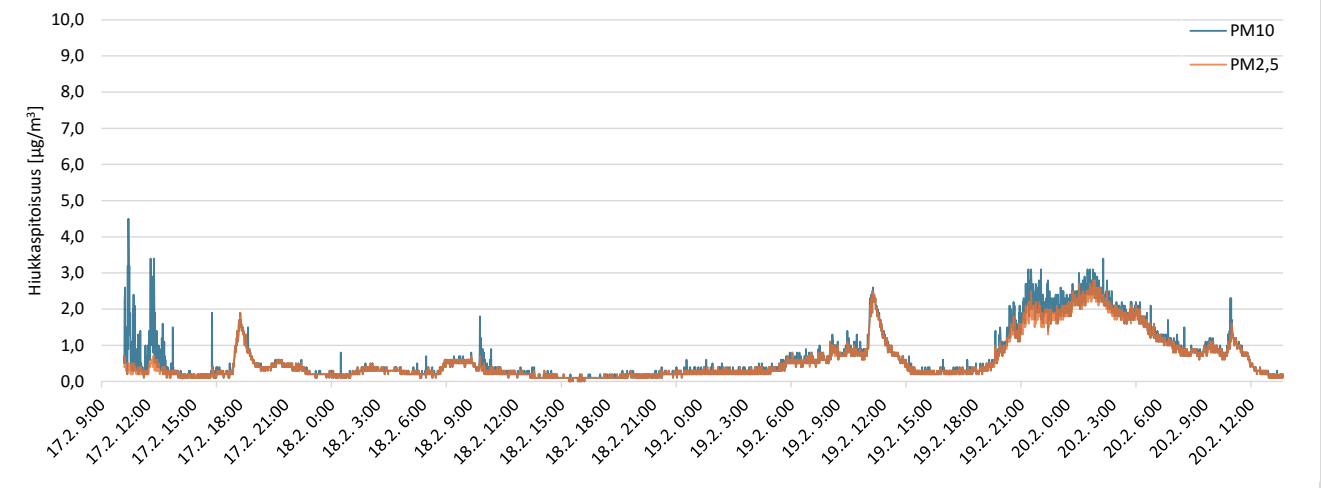
Hengitettävien ja pienhiukkasten pitoisuudet olivat pieniä ja selvästi alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

Rakennuksen A luokkatiloihin havaittiin tutkimusten aikana kulkeutuvan diesel-öljyn hajua viereiseltä linja-autovarikolta. Tämän vuoksi sisäilmasta mitattiin hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuuksia molemmista rakennuksista kolmen vuorokauden ajan jatkuvatoimisella aerosolispektrometrillä. Mittausten tuloskuvaajat on esitetty kuvissa 50 ja 51.

Mittausten perusteella sisäilman hiukkaspitoisuudet olivat koko mittausjakson ajan pienet. A-rakennuksen PM_{10}-hiukkasten 24 tunnin keskiarvo oli enimmillään 1,1 g/m³ (2 % toimenpiderajasta 50 µg/m³) ja PM2,5-hiukkasten 1,1 g/m³ (4 % toimenpiderajasta 25 µg/m³). Vastaavasti B-rakennuksessa keskiarvot olivat enimmillään 1,3 µg/m³ (PM_{10}) ja 1,2 µg/m³ ($PM_{2,5}$).



Kuva 50. Hengitettävien (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuudet tilassa A113 alittivat selvästi asumisterveysasetuksen toimenpiderajat seurantajaksolla 17.–20.2.2025. Pitoisuudet olivat selvästi alle toimenpiderajojen (PM_{10}–50 µg/m³ ja $PM_{2,5}$–25 µg/m³).



Kuva 51. Hengitettävien (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuudet tilassa B112a alittivat selvästi asumisterveysasetuksen toimenpiderajat seurantajaksolla 17.–20.2.2025. Pitoisuudet olivat selvästi alle toimenpiderajojen (PM_{10}–50 µg/m^3 ja $PM_{2,5}$–25 µg/m^3).

5 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus

Rakennusten kaikki käytössä olevat ilmanvaihtokoneet ovat uudehkoja, hyväkuntoisia ja ominaisuuksiltaan riittäviä. Suunnitelmien mukaiset ilmamäärät ylittävät nykymääräysten vaatimukset ja uusittujen koneiden alueella käytettyjen kattohajottajien ansiosta tuloilman jako on mahdollista toteuttaa tehokkaasti, mutta vedottomasti.

A-rakennuksen alkuperäinen tilakohtainen ilmanvaihtojärjestelmä on vuodenvaihteessa 2023–2024 korvattu keskitetyllä järjestelmällä, joka on toteutettu neljällä rakennusautomaatioon kytketyllä tulo- ja poistoilmanvaihtokoneella ATK01–ATK04 (KAIR EcoRotor 3080 ja KAIR EcoCounter 2185, kuva 52). Lisäksi sosiaalitilassa A130 on alkuperäinen tulo-poistoilmanvaihtokone 01TK12 (Swegon Casa W9, kuva 53) ja myös WC-tilojen poistoilmanvaihto on alkuperäinen (01PK1, huippuimuri FläktWoods STEC-3 vesikatolla).

B-rakennuksessa alkuperäinen ilmanvaihto on WC-tilojen lisäksi käytössä 1. kerroksen luoteispäädyssä (mm. hallinnon tilat). Näitä tiloja palvelevat tulo-poistoilmakoneet 02TK5–02TK8 (Swegon Casa W9, koneiden kyljissä merkinnät 05TK5–08) sekä WC-tilojen huippuimuri 02PK1 (STEC-3). Muissa opetustiloissa tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet on uusittu vastaavasti kuin A-rakennuksessa (ilmanvaihtokoneet BTK01-BTK03).

Uudet ilmanvaihtokoneet ATK01–04 ja BTK01–03 on kytketty rakennusautomaatioon ja niitä etäohjataan valvomosta. Koneet käyvät täydellä teholla arkisin klo 06–20 ja osateholla muina aikoina. Tuloilman lämpötilaa ohjataan poistoilman lämpötilan perusteella. Alkuperäiset tulo-poistoilmanvaihtokoneet eivät tutkimusten aikana olleet kytketty automaatioon ja niiden aikaohjelmat säädetään suoraan koneilta. WC-tilojen poistoilmanvaihto käy vakioteholla jatkuvasti. Suunnitelmien mukaan A-rakennuksen ilmanvaihto on n. 5 % ja B-rakennuksen 9 % alipaineinen.

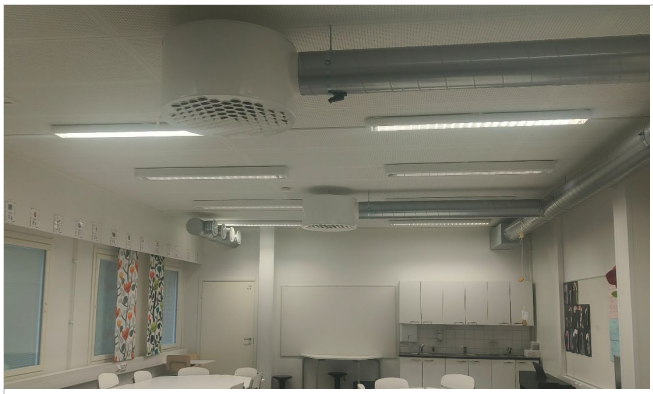


Kuva 52. Uusi tulo-poistoilmanvaihtokone BTK01 (KAIR EcoCounter).



Kuva 53. Käyttöön jääneet alkuperäiset tulo-poistoilmanvaihtokoneet ovat Swegon Casa W9-mallia, tässä 02TK7.

Luokissa, joissa ilmanvaihto on uusittu, ilmanjako on toteutettu tilojen keskiosassa sijaitsevin kattohajottajin (DYFC, kuva 54). B-rakennuksen 1. kerroksen luoteispäädyn luokissa sekä hallinnon tiloissa tuloilma jaetaan seinissä olevilla päätelaitteilla (kuva 55).



Kuva 54. Luokissa tuloilma jaetaan pääasiassa keskellä tilaa olevin kattohajottajin.



Kuva 55. Osassa B-rakennuksen 1. kerroksen tiloja tuloilma jaetaan seinillä olevin päätelaittein.

5.2 Tuloilmajärjestelmän puhtaus ja teolliset mineraalikuidut

Rakennusten kaikki ilmanvaihtokoneet ovat uudehkoja ja hyväkuntoisia. Ilmanvaihdossa ei myöskään ole teollisten mineraalikuitujen lähteitä. Alkuperäisen ilmanvaihdon alueella (B-rakennuksen 1 kerroksen hallintosiipi) tuloilmakanavissa on selvästi havaittava pölykertymä. Tuloilmajärjestelmän sisäpinnoilta kerätyistä 10 näytteestä ainoastaan B-rakennuksen alkuperäisen tuloilmakoneen 02TK6 näytteen kuitupitoisuus oli poikkeava. Alkuperäisen, vielä käytössä olevan ilmanvaihtojärjestelmän kanavat on suositeltavaa puhdistaa.

Ilmanvaihtojärjestelmän kunto ja puhtaus tarkastettiin visuaalisesti. Alkuperäisen tuloilmakoneen 02TK5 (Kuva 56) raitisilmapelti sulkeutuu automaattisesti koneen sammuessa. Koneen peltisillä sisäpinnoilla ei ole jälkiä kosteuden pääsystä koneen sisälle. Suodattimet asentuvat tiiviisti: ennen tuloilmasuodattimia koneessa on jonkin verran karkeaa pölyä ja likaa, suodattimien jälkeen ei (Kuvat 57 ja 58). Koneessa ei ole teollisten mineraalikuitujen lähteitä. Tuloilmakoneet 02TK6 ja 02TK7 olivat vastaavassa kunnossa. Koneiden suodattimet on merkintöjen perusteella vaihdettu kolmesti vuodessa.



Kuva 56. Tuloilmakone 02TK5 on sisäpinnoiltaan puhdas eikä sisällä teollisten epäpuhtauslähteitä.



Kuva 57. Ennen tuloilmasuodattimia koneen pinnoilla on vähän karkeaa likaa.



Kuva 58. Suodattimien jälkeen kone on puhdas, tässä tuloilmapuhallin ja vesipatteri.

Uusitut tuloilmakoneet ovat odotetusti sisäpinnoiltaan puhtaat (Kuva 59). Pinnoilla ei ole jälkiä kosteuden pääsystä järjestelmään. Raitisilmapellit sulkeutuvat automaattisesti koneen sammuessa (Kuva 60) ja suodattimet asentuvat tiivisti (Kuva 61).



Kuva 59. Tuloilmakone BTK01 (EcoCounter 2185) on peltisiltä sisäpinnoilta puhdas eikä sisällä epäpuhtauslähteitä.

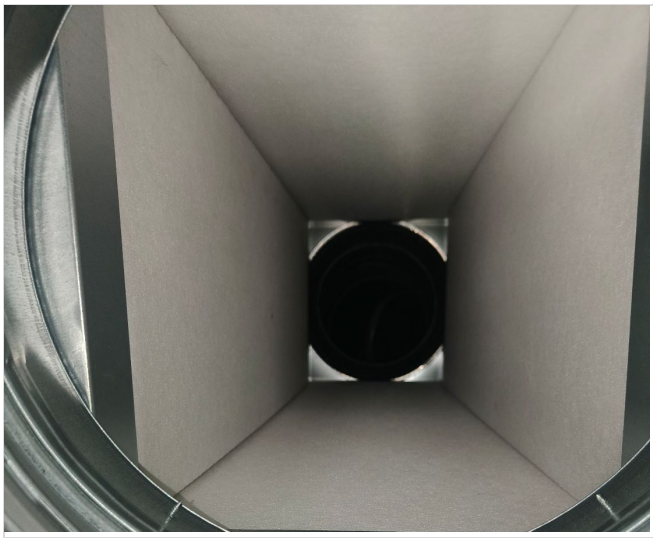


Kuva 60. Raitisilmapellit sulkeutuvat tiiviisti koneen sammuessa (BTK03, EcoRotor 3080).

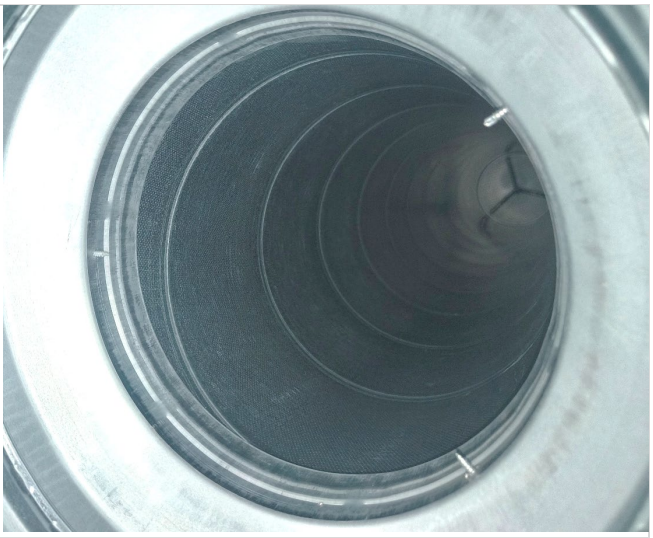


Kuva 61. Suodattimet asentuvat tiiviisti (BTK01).

Tuloilmakanaviston puhtautta tarkasteltiin puhdistusluukkujen ja pääte-elinten kautta. Kanavistossa olevat äänenvaimentimet ovat tyyppiä Linbad KVDPX, jonka polyesterikuituisesta äänenvaimennusmateriaalista ei irtoa teollisia mineraalikuituja tuloilmaan (Kuva 62). Uudet tuloilmakanavat olivat odotetusti puhtaita (kuva 63), B-rakennuksen alkuperäisen ilmanvaihdon tulokanavissa oli sen sijaan selvää pölykertymää (kuva 64). Tuloilman päätelaitteiden äänenvaimennusmateriaaleista ei irtoa teollisia mineraalikuituja (Kuva 65).



Kuva 62. Tuloilmakanavien äänenvaimentimissa ei ole käytetty mineraalivillaa, joka voisi toimi kuitulähteenä.



Kuva 63. Uudet kanavat olivat puhtaita.



Kuva 64. B-rakennuksen alkuperäisen ilmanvaihdon tuloilmakanavissa oli selvä pölykertymä (rajat näkyvissä klo 3:ssa ja 9:ssä).



Kuva 65. Myöskään B-rakennuksen päätelaitteiden äänenvaimennusmateriaaleista ei irtoa teollisia mineraalikuituja. Pinnat ovat osin värjääntyneet pölyn vaikutuksesta.

Visuaalisen tarkastuksen tueksi tuloilmakanavien sisäpinnoilta otettiin geeliteippinäytteitä teollisten mineraalikuitujen määrittämiseksi. Yhteenveto kuitunäytteiden analyysituloksista on esitetty taulukossa 5, mittauspaikat liitteessä 3 ja analyysivastaus liitteenä 7. Yksittäistä näytettä (KT7) lukuun ottamatta kuitupitoisuudet olivat pieniä.

Taulukko 5. Yhteenveto tuloilmajärjestelmän sisäpinnoilta otettujen geeliteippinäytteiden analyysituloksista.

Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavista, tuntematon laskeuma-aika					
Tila	**Näytetunnus**	**Näytteenotto-paikka**	**Tuloilmakone**	**Tulos [kpl/cm2]**	**Tulkinta**
A114b	**KT1**	tulokanava (PL)	ATK01	2,1	Normaali
A113	**KT2**	tulokanava (PL)	ATK02	3,1	Normaali
A211b	**KT3**	tulokanava (PL)	ATK03	6,8	Normaali
A216	**KT4**	tulokanava (PL)	ATK04	3,0	Normaali
A217	**KT5**	päätelaite	vanha kone	5,7	Normaali
B110	**KT6**	tulokanava (PL)	BTK01	1,0	Normaali
B112a	**KT7**	päätelaite	02TK6	32,0	Poikkeava
B115b	**KT8**	päätelaite	02TK5	7,9	Normaali
B210	**KT9**	tulokanava (PL)	BTK02	6,1	Normaali
B215	**KT10**	tulokanava (PL)	BTK03	1,6	Normaali

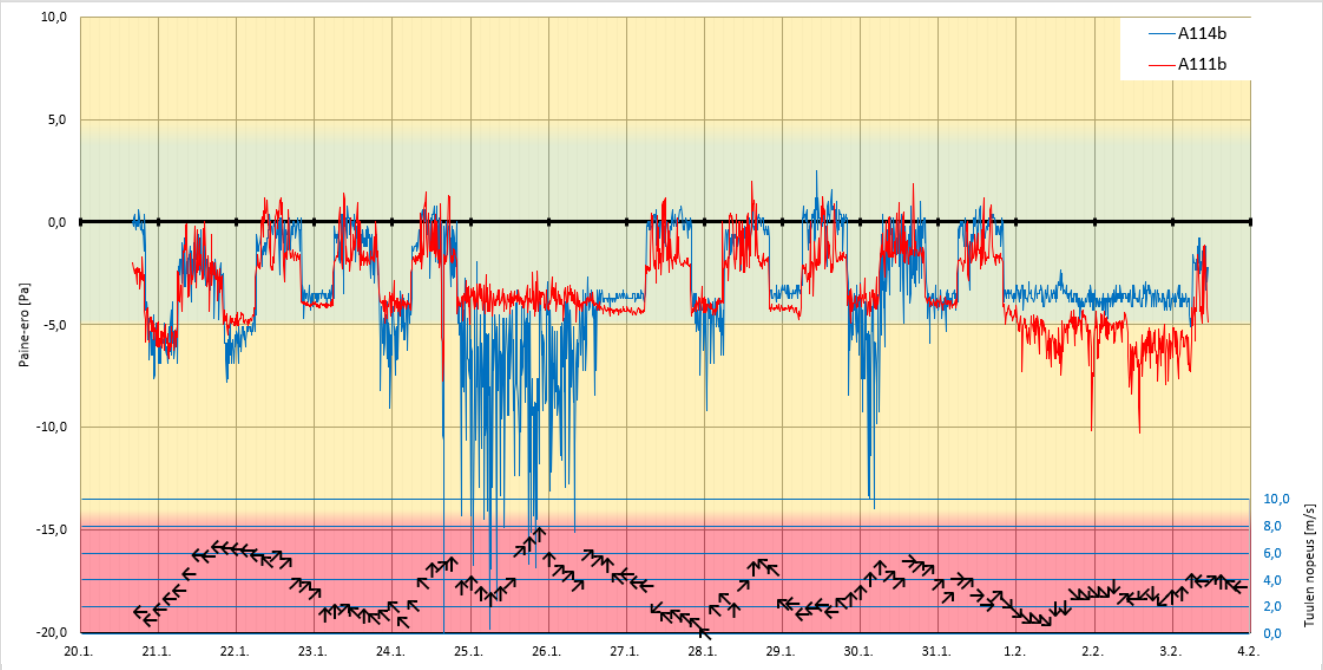
5.3 Painesuhteet

Kummankin rakennuksen useasta tilasta tehdyissä seuranmittauksissa paine-erot ulkoilmaan olivat suositusten mukaisesti pääsääntöisesti välillä -5…+5 Pa. Pääilmanvaihdon aikaohjelmat ovat havaittavissa tuloskuvaajissa, mutta näidenkin vaikutus painesuhteisiin on pieni. Tuulen melko voimakas vaikutus paine-eroihin viittaa rakennusten hyvään ilmatiiviyteen. Tällöin vähäinen paine-ero ulkoilmaan on osoitus ilmanvaihdon mitoituksen ja ilmamääräsäätöjen tasapainosta.

Rakennusten painesuhteita mitattiin jokaisesta tutkittavasta kerroksesta kahteen eri ilmansuuntaan. Mittauspisteet on esitetty liitteen 3 pohjakuvissa ja tuloskuvaajat liitteenä 11.

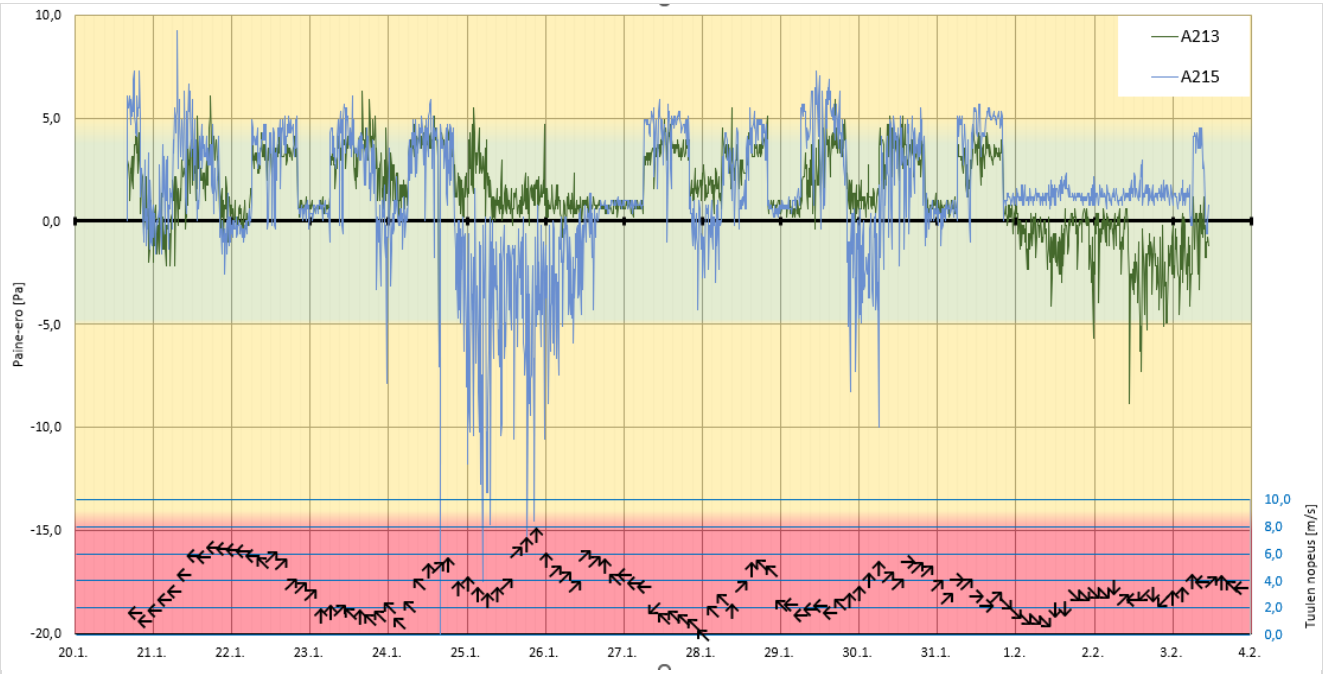
Kuvassa 66 on esimerkkinä A-rakennuksen 1. kerroksen tuloskuvaajat vastakkaisilla puolilla sijaitsevista tiloista A114 (etelä) ja A111b (pohjoinen). Kumpikin tila on ilmanvaihdon vaikutuksesta suositusten mukaisesti lievän alipaineinen ulkoilmaan (-5…0 Pa) koko seurantajakson 20.1.–3.2. Arkisin päiväaikaan paine-ero ulkoilmaan on lähes nollassa. Öisin ja viikonloppuisin ilmanvaihdon käydessä osateholla tilat alipaineistuvat lievästi enemmän. Etelänpuoleinen tuuli lisää etelän puolen tilojen alipaineisuutta selvimmin 24.–25.1. ja 29.1. Vastaavasti jakson lopussa 31.1. alkaen pohjoistuuli tekee samaa pohjoisen puoleisille tiloille. Tuulen voimakas vaikutus paine-eroon viittaa rakennuksen hyvään ilmatiiviyteen. Tällöin vähäinen paine-ero ulkoilmaan on osoitus ilmanvaihdon mitoituksen ja ilmamääräsäätöjen tasapainosta.

Paine-eroseurantaa lopetettaessa 3.2.2025 todettiin tuloilmakoneen 02TK5 sammuneen edeltävänä yönä (ks. myös kappale 5.4)



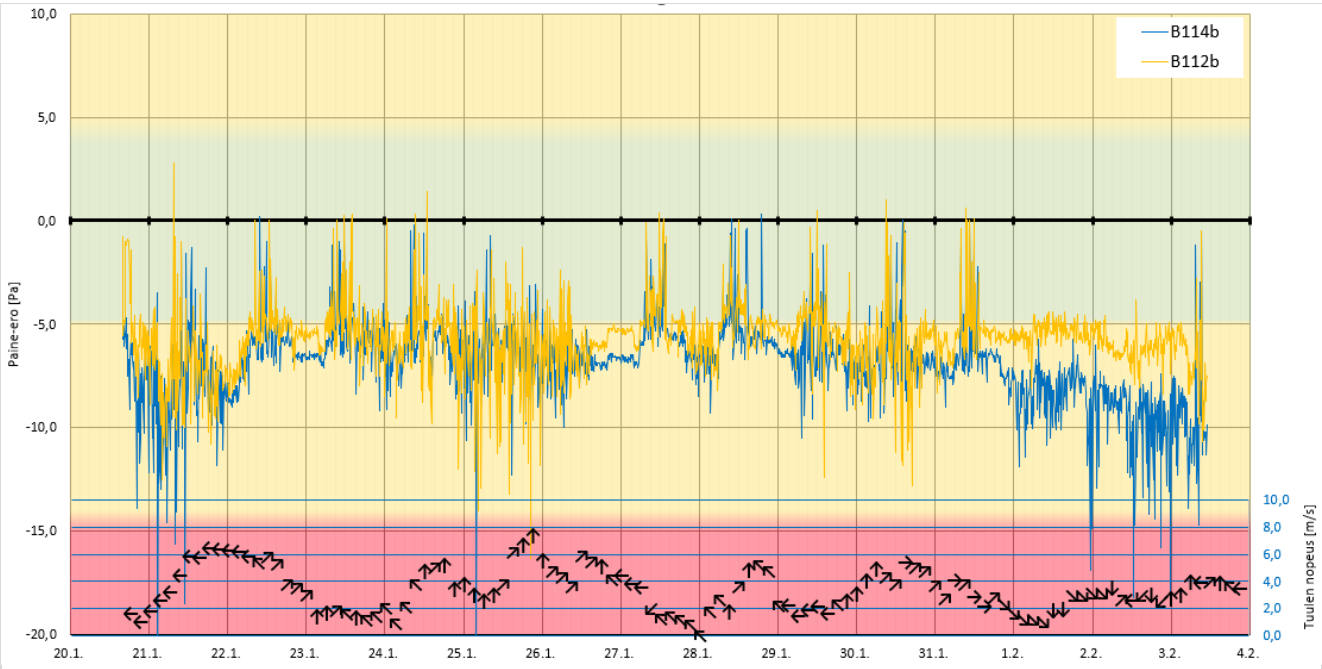
Kuva 66. A-rakennuksen 1. kerroksen paine-ero ulkoilmaan eri puolella rakennusta sijaitsevista tiloista A114b (etelä) ja A111b (pohjoinen) yhdessä tuulen nopeuden ja suunnan (nuolet) kanssa.

Ilmanvaihdon ja tuulen vaikutukset näkyvät selvästi myös A-rakennuksen toisen kerroksen painesuhteissa (Kuva 67). Tilat ovat kuitenkin jatkuvasti lievän ylipaineiset (0…+5 Pa) ulkoilmaan.

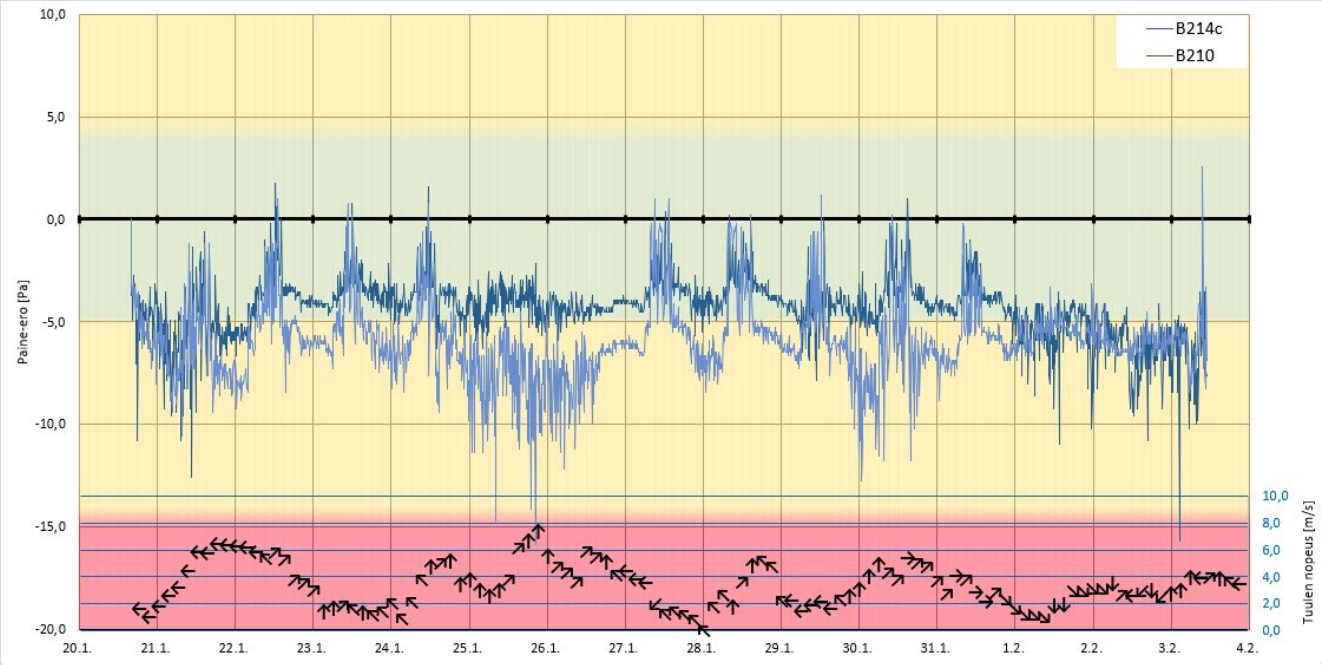


Kuva 67. A-rakennuksen 2. kerroksen paine-ero ulkoilmaan eri puolella rakennusta sijaitsevista tiloista A215 (etelä) ja A213 (pohjoinen) yhdessä tuulen nopeuden ja suunnan (nuolet) kanssa.

B-rakennuksessa sekä ala- että yläkerta ovat lievän alipaineiset ulkoilmaan (kuvat 68 ja 69). Ilmanvaihdon aikaohjelma on havaittavissa kuvaajista, mutta ei yhtä selvästi kuin A-rakennuksessa. Myös B-rakennuksessa tuulen vaikutus viittaa rakennuksen hyvään ilmatiiveyteen.



Kuva 68. B-rakennuksen 1. kerroksen paine-ero ulkoilmaan eri puolella rakennusta sijaitsevista tiloista B112b (etelä) ja B114b (pohjoinen) yhdessä tuulen nopeuden ja suunnan (nuolet) kanssa.



Kuva 69. B-rakennuksen 2. kerroksen paine-ero ulkoilmaan eri puolella rakennusta sijaitsevista tiloista B210 (etelä) ja B214c (pohjoinen) yhdessä tuulen nopeuden ja suunnan (nuolet) kanssa.

5.4 Ilmamäärämittaukset

Pistokoemaisesti tehtyjen mittausten perusteella sekä tulo- että poistoilmamäärät vastasivat hyvin suunnitteluarvoja ja ilmanvaihto oli hyvin tasapainossa. Seurantamittausten perusteella koneiden käydessä osateholla ilmamäärät pienenevät noin puoleen verrattuna täyteen tehoon. B-osan tuloilmakoneissa 02TK5 ja 02TK6 toiminnassa havaittiin toistuvia häiriöitä, joiden syy tulee selvittää.

Pistokoemaisesti eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueilta tehtyjen ilmamäärämittausten tulokset on esitetty taulukossa 6 ja mittauspisteet liitteen 3 pohjakuvissa. Mittaustulosten perusteella ilmamäärät vastasivat hyvin suunnitteluarvoja, poikkeamat olivat pääosin alle 10 %.

Taulukko 6. Pistokoemaisesti eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueilta tehtyjen ilmamäärämittausten tulokset tilakohtaisesti. Verrattaessa mitattuja arvoja suunnitteluarvoihin poikkeamat olivat pieniä: kaikki alle 20 %, pääosin alle 10 %.

	Tuloilma			Poistoilma			
Tila	Suunniteltu [l/s]	Mitattu [l/s]	Poikkeama [%]	Suunniteltu [l/s]	Mitattu [l/s]	Poikkeama [%]	Tulon ja poiston erotus [l/s]
A113	120	108,2	-9,8 %	-120	-113,2	-5,6 %	-5,0
A114b	200	182,5	-8,8 %	-200	-191,2	-4,4 %	-8,8
A116	200	200,3	0,1 %	-200	-191,8	-4,1 %	8,5
A211b	300	273,7	-8,8 %	-300	-270,4	-9,9 %	3,3
A216	200	178,6	-10,7 %	-200	-191,3	-4,3 %	-12,8
B112a	90	87,7	-2,5 %	-90	-86,6	-3,7 %	1,1
B114b	200	192,1	-3,9 %	-180	-192,4	6,9 %	-0,2
B115a	35	37,4	6,9 %	-35	-37,1	6,1 %	0,3
B115b	35	36,7	4,8 %	-35	-32,8	-6,3 %	3,9
B210	200	175,6	-12,2 %	-200	-195,4	-2,3 %	-19,8
B215	190	160,7	-15,4 %	-190	-184,2	-3,1 %	-23,5
B216b	110	105,2	-4,4 %	-110	-108,6	-1,2 %	-3,4

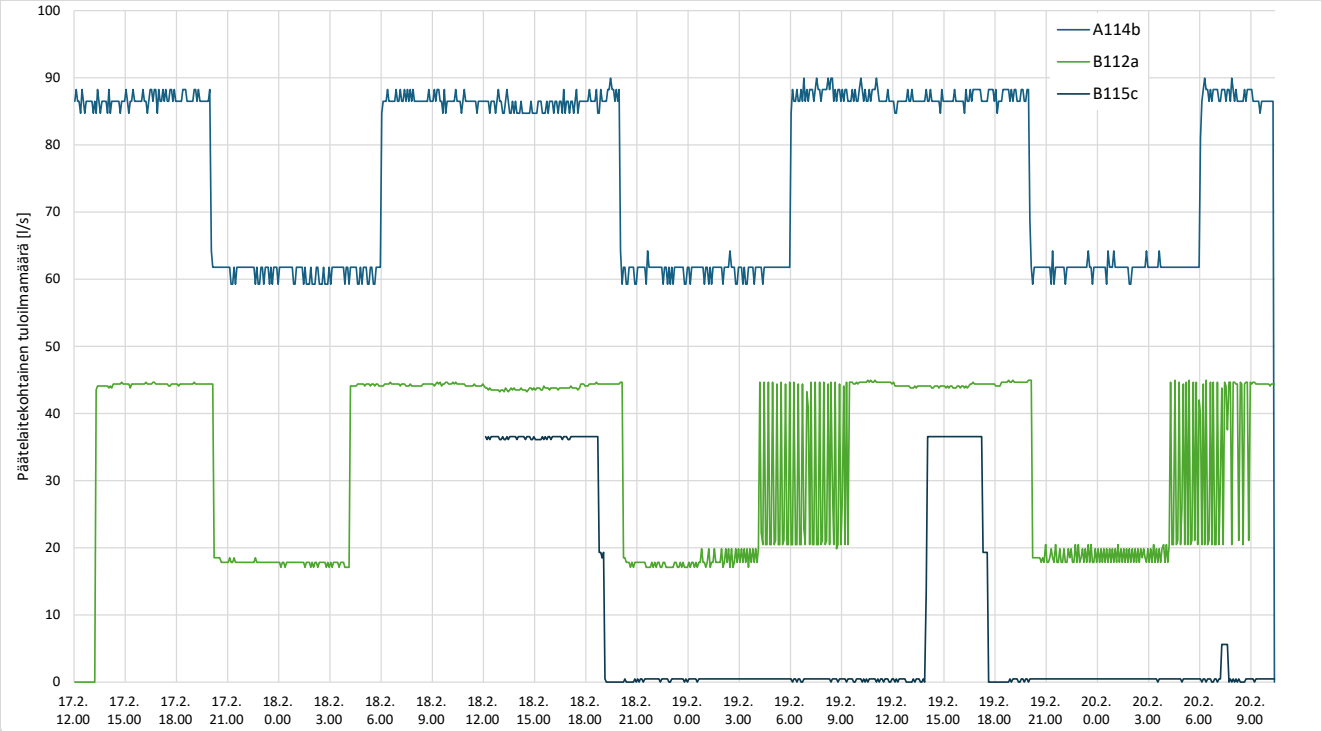
Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmien toteutumista ja osatehon vaikutusta tuloilmamääriin selvitettiin yksittäisten tuloilman päätelaitteista tehdyin paine-eroseurannoin. Yhteenveto mittaustuloksista on esitetty taulukossa 7 ja mittauspaikat liitteen 3 pohjakuvissa.

Mittausten perusteella uusitut, etähallittavat tuloilmakoneet ATK01–ATK04 ja BTK01–BTK03 käyvät täydellä teholla arkisin klo 06–20 ja osateholla muuna aikana. Osateholla tuloilmamäärät ovat näissä koneissa n. 50 % täyden tehon ilmamääristä A-rakennuksen 1. kerroksen tiloja palvelevan ATK01 osateholla ilmamäärä oli n. 70 % täyden tehon ilmamäärästä.

Taulukko 7. Paine-eroseurannoin yksittäisistä tuloilman päätelaitteista mitatut eri ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmat sekä tuloilmamäärien suhteet osa- ja täysteholla.

Tila	täysi teho tulolma [l/s]	osateho tulolma [l/s]	osateho täydestä	Aikaohjelma 1/1 -teho	Tuloilmakone	Huomiot
A114b	86	61,0	70,9 %	06 - 20	ATK01	
A113	50	23,0	46,0 %	06 - 20	ATK02	
A211b	76	37,0	48,7 %	06 - 20	ATK03	
A216	98	49,0	50,0 %	06 - 20	ATK04	
B114b	105	56,0	53,3 %	06 - 20	BTK01	
B112a	44	18,0	40,9 %	04 - 20	02TK6	häiriöt
B115c	36	0,0	0,0 %	?	02TK5	häiriöt
B210	88	41,0	46,6 %	06 - 20	BTK02	
B216b	50	23,0	46,0 %	06 - 20	BTK03	

Alkuperäiset B-rakennuksen tuloilmakoneet eivät ole etähallinnan parissa. Tuloilmakoneen 02TK6 koneen toiminnassa havaittiin häiriö kahtena mittausjakson aamuna (kuva 70). Tilan B112a päätelaitteen ilmamäärät vaihtelivat nopeasti 20–45 l/s välillä yli viiden tunnin ajan. Jo edeltävinä öinä osateholla ilmamäärät vaihtelivat nopeasti 17–20 l/s välillä. Hallinnon tiloja palveleva tuloilmakone 02TK5 puolestaan oli suuren osan mittausjaksosta sammuksissa (käynnissä vain 18.2. klo 18:40 asti ja uudelleen 19.2. klo 14–17).



Kuva 70. Tuloilman päätelaitteiden mittayhteistä tehdyn paine-eroseurannan perusteella lasketut ilmamäärät kolmessa tilassa. Tilassa A114 (sininen) tuloilmakoneen aikaohjelma (klo 06–20) näkyy selvästi. Tilaa B112 (vihreä) palvelevan IV-koneen 02TK06 käynnissä oli ongelmia kahtena aamuna. Tilan B115c (musta) tuloilmakone 02TK5 oli suurimman osan mittausjaksosta sammuneena.

5.5 Tuloilman lämpötila ja ilmanjako

Tuloilman lämmityksen säätöasetusten vuoksi tuloilma on etenkin A-rakennuksessa pääosin huoneilmaa lämpimämpää eikä siten sekoitu tehokkaasti koko tilaan. Osin toimimattomien lämpöpatterien (tai niiden säätöasetusten) vuoksi molemmissa rakennuksissa usean tilan lämpötila on poikkeavan matala. Tällöin poistoilman mukaan säätyvä tuloilman lämmitys yrittää lämmittää tilaa. Savukokeiden perusteella kattohajottajin keskeltä huonetta jaettu ilma leviää hyvin koko tilaan, mikäli sen lämpötila on huoneilmaa kylmempi. Tiloissa, joissa ilma jaetaan seinälle asennetuin päätelaittein, ilmasuihku ei ulotu kunnolla koko tilaan. Lämmitysjärjestelmän kunnostuksen yhteydessä tulee myös tuloilman lämmityksen säätöasetukset tarkistaa. B-rakennuksessa tuloilmanjakoa on suositeltavaa parantaa korvaamalla alkuperäiset tuloilman päätelaitteet kattohajottajilla.

Ilmanjaon toimintaa selvitettiin pistokoemaisesti tehdyin savukokein. Rakennusten sekoittavassa ilmanvaihdossa tuloilma jaetaan huoneisiin katossa tai katon rajassa olevin tuloilman päätelaittein. Raittiin tuloilman sekoittumiseksi huoneilmaan oleellista on, että tuloilma on viileämpää (vähintään 2 °C) kuin huoneilma. Tämän vuoksi savukokeiden tueksi mitattiin myös tuloilman lämpötiloja eri tuloilmakoneista. Yhteenveto seurantamittausten tuloksista on esitetty taulukossa 8 ja mittauspaikat liitteen 3 pohjakuvissa. Tuloksia on selvennetty myös kuvien 71–74 tuloskuvaajissa.

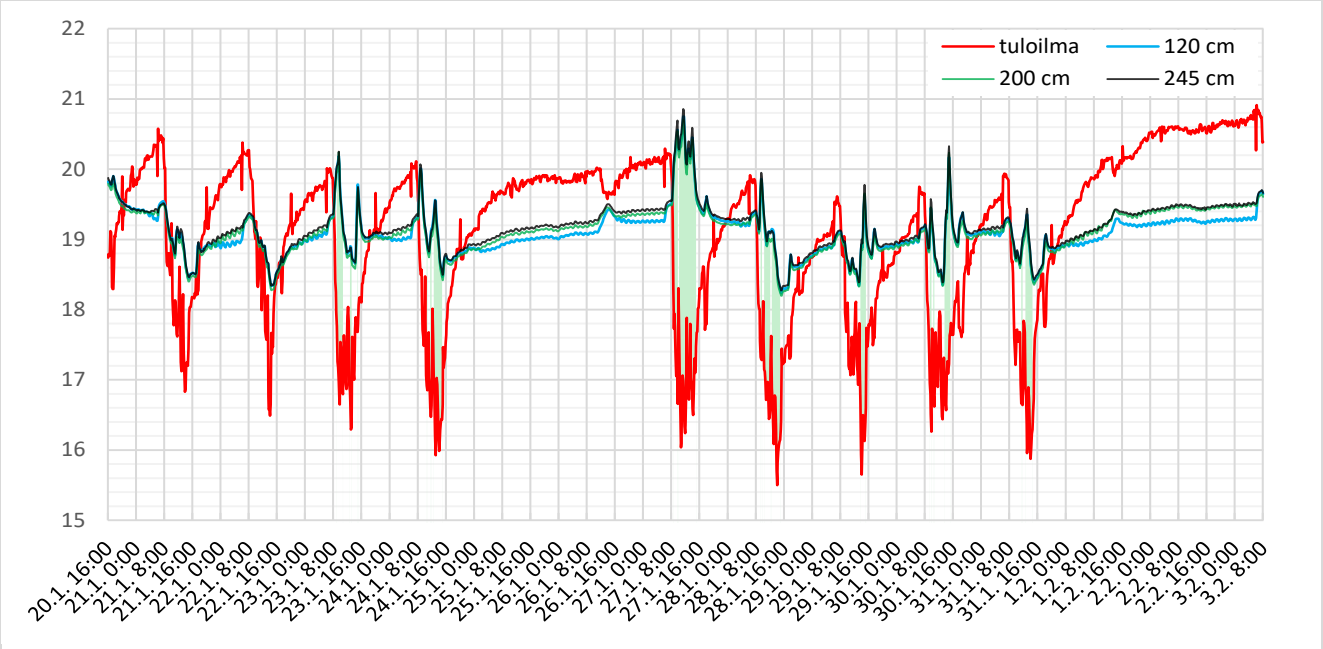
Taulukosta 8 havaitaan, että A-rakennuksessa tuloilman lämpötilat ovat keskimäärin samansuuruiset huonelämpötilan kanssa. Esimerkiksi tilassa A211b tuloilma on vain kolmasosan kahden viikon mittausajasta viileämpää kuin huoneilma ja vain 6 % ajasta suositusten mukaisesti vähintään 2 °C:tta tätä viileämpää.

Rakennuksessa B tuloilma on selvästi viileämpää (17–18 °C) kuin A-rakennuksessa (19–21 °C). Tilojen B212 ja B215 matalan huonelämpötilan vuoksi tuloilma on kuitenkin vain alle neljäsosan seurantajaksosta riittävästi huoneilmaa viileämpää. Tiloissa B115a, B214b ja B213 tavoiteltu lämpötilaero toteutuu lähes koko seurantajakson.

Taulukko 8. Huoneilman ja tuloilman lämpötilat viidessä tilassa sekä A- että B-rakennuksessa. Mittausten perusteella on laskettu se osuus mittausjaksosta, jolloin tuloilma on ollut vähintään 2 °C:tta huoneilmaa viileämpää, mikä mahdollistaa tuloilman tehokkaan sekoittumisen huoneilmaan.

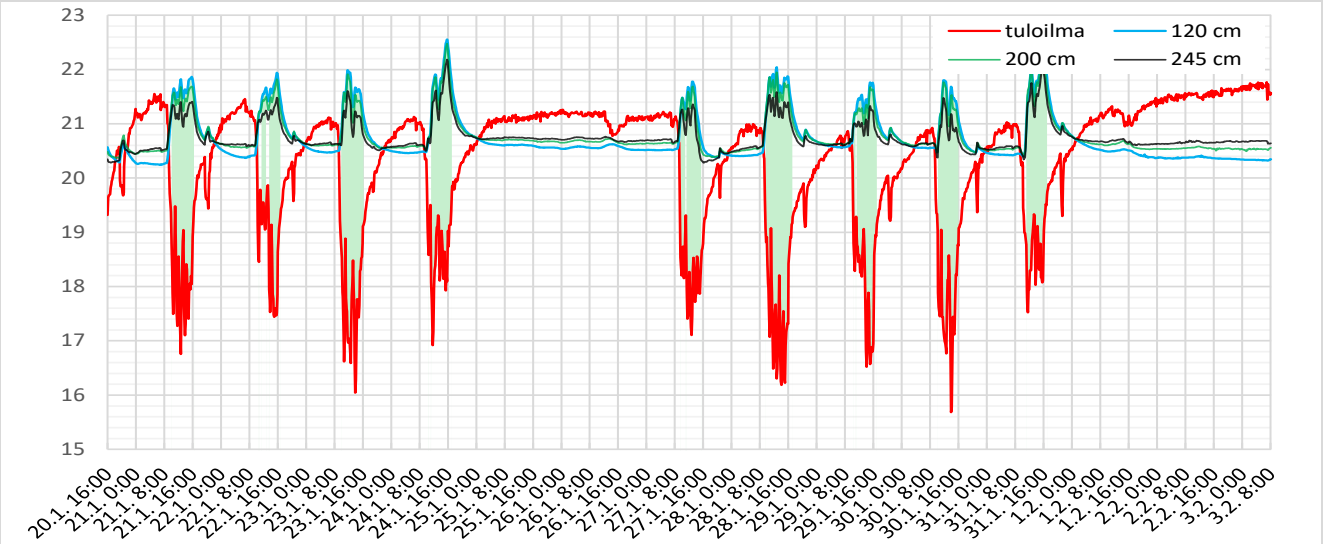
	Mittausaika	Huoneilman lämpötila (KA)	Tuloilman lämpötila (KA)	Tuloilman lämpötila alle huoneilman lämpötilan		Tuloilman lt väh. 2 °C alle huoneilman lämpötilan	
Tila	[min]	t_H [°C]	t_T [°C]	$t_T < t_H$ [min]	mittausajasta	[min]	mittausajasta
A116	19690	19,1	19,1	7080	36 %	1480	8 %
A114a	14170	20,1	19,1	10840	76 %	2180	15 %
A211b	17450	20,8	21,1	4850	28 %	960	6 %
A213	19690	20,7	20,3	8360	42 %	3370	17 %
A215	19690	21,6	20,6	17180	87 %	3210	16 %
B115a	13990	20,9	17,6	13950	100 %	13840	99 %
B212	19690	18,9	17,2	19690	100 %	4440	23 %
B214b	19690	21,2	17,7	19690	100 %	19690	100 %
B213	19660	19,8	17,2	19660	100 %	18740	95 %
B215	14280	19,4	17,7	14280	100 %	2330	16 %

Kuvassa 71 on havainnollistettu taulukon 8 tulosta tilassa A116b. Huoneilman lämpötilat eri korkeuksilta (sininen, vihreä ja musta kuvaaja) mitattuna vaihtelevat n. välillä 19–20 °C. Tuloilman lämpötila (punainen kuvaaja) laskee tilojen käytön myötä 16–18 °C:een, mutta nousee käytön päättyessä huoneilmaa lämpimämmäksi, jopa 21 °C:een. Tämä johtuu ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin toiminnasta, joka seuraa poistoilman lämpötilaa (ilmeisesti koko koneen palvelualueelta). Matalan huonelämpötilan vuoksi poistoilma on asetusarvoa kylmempää aina, kun huonelämpötila ei nouse käyttäjien vaikutuksesta riittävästi. Tällöin tuloilmaa lämmitetään täydellä teholla. Huonelämpötilaan tuloilman lämmityksellä on kuitenkin vain vähän vaikutusta lukuun ottamatta viikonloppuja, jolloin ilmanvaihto käy osateholla pidemmän ajan yhtäjaksoisesti (Huoneilmaa tulisi lämmittää seinäpatterein ei ilmanvaihdolla). Edellä kuvatusta syystä tuloilma on vain hetkellisesti tilojen ollessa käytössä riittävän viileää (vihreä värjäys kuvassa).



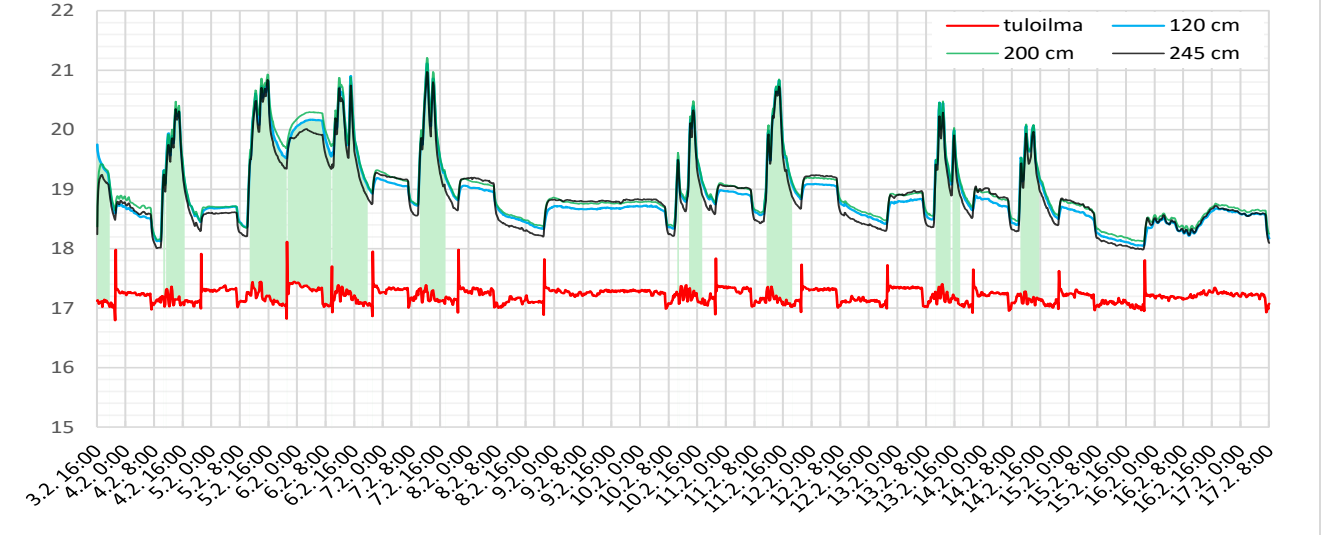
Kuva 71. Tilassa A116 tuloilman lämpötila (punainen käyrä) alitti suositellulla 2 asteella huonelämpötilan (sininen) kahden viikon seurantajakson aikana yhteensä vajaan 25 tunnin (7,5 %) ajan (värjätty vihreä alue). Lämpötilan kerrostumisen selvittämiseksi korkeuksilta 200 ja 245 cm tehtyjen mittausten kuvaajat on esitetty vihreällä ja mustalla.

Tilassa A213 (kuva 72) huonelämpötila oli noin asteen verran korkeampi kuin tilassa A116. Tämän vaikutuksesta tuloilman lämmitys katkeaa hieman nopeammin tilojen ollessa käytössä ja tavoiteltu lämpötilaero tulo- ja huoneilman välillä toteutui n. 17 % koko mittausjaksosta. Tuloilman sekoittuminen on tehokkainta tilojen ollessa käytössä, minkä ansiosta hiilidioksidipitoisuudet pysyivät pieninä. Käytön ulkopuolella sekoittuminen on kuitenkin vähäistä, mikä saattaa aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta etenkin aamuisin.

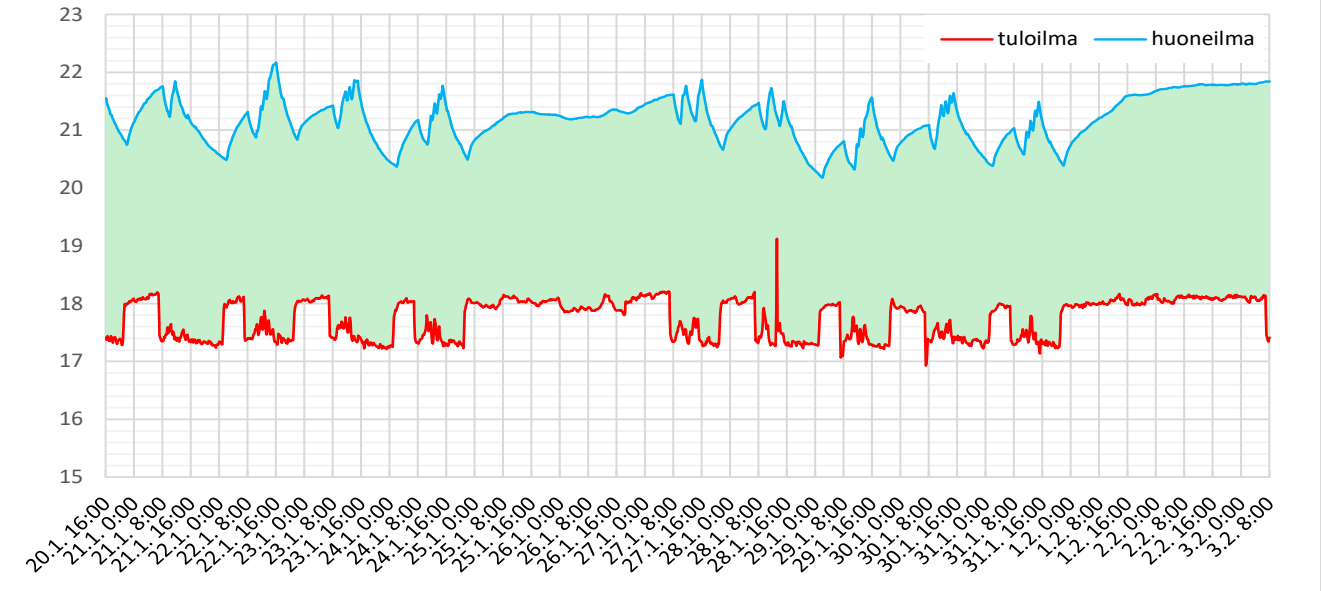


Kuva 72. Tilassa A213 huonelämpötila oli korkeampi kuin tilassa A116, minkä vuoksi tuloilma oli suositusten mukaisesti vähintään 2 astetta huonelämpötilaa matalampi lähes koko ajan tilan ollessa käytössä (17 % koko seuranta-ajasta). Muuna aikana tuloilma oli kuitenkin lähes huoneilman lämpöistä ja öisin sekä viikonloppuisin sitä lämpimämpää, mikä esti tuloilman tehokkaan sekoittumisen huonetilaan.

B-rakennuksen tilassa B212 tuloilman lämpötila oli koko seurantajakson huoneilmaa viileämpää. Matalan huonelämpötilan vuoksi tavoiteltu vähintään 2 asteen ero toteutui kuitenkin vain 23 % seuranta-ajasta (kuva 73). Sen sijaan tilassa B214b, jossa huonelämpötila oli jatkuvasti 21 °C:een tietämissä, saavutettiin tulo- ja huoneilman välillä riittävä lämpötila koko seurantajakson ajan (kuva 74).



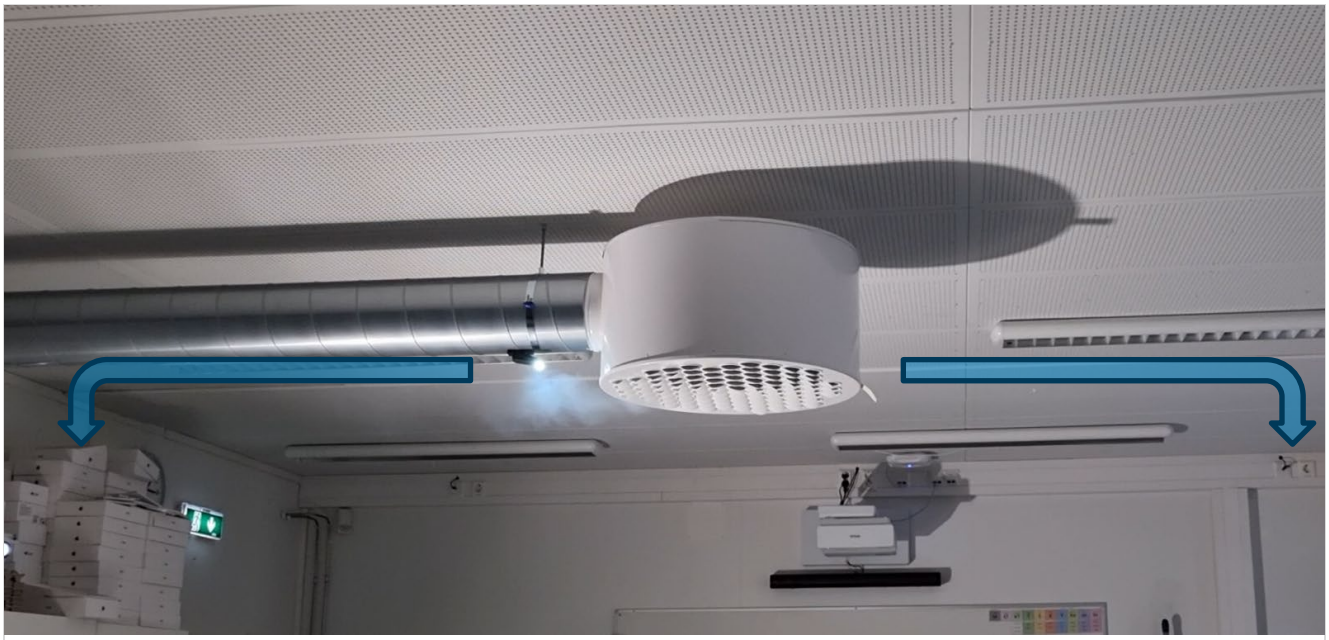
Kuva 73. Tilassa B212 tuloilman lämpötila oli jatkuvasti alle 18 °C. Matalan huonelämpötilan 18–19 °C vuoksi suositeltu kahden asteen ero ei kuitenkaan toteudu kuin päiväaikaan sekä muuta seurantajaksoa selvästi lämpimämpänä yönä 5.–6.2.2025. Suositeltu kahden asteen ero tulo- ja huoneilman välillä toteutui 23 % koko seurantajakson ajasta (vihreä alue).



Kuva 74. Tilassa B214b tuloilman lämpötila oli koko seurantajakson yli 2 °C huoneilman lämpötilaa matalampi. Lämpötilaeron vuoksi tuloilmanjaon oli mahdollista toimia optimaalisesti koko seurantajakson ajan (100 %).

Tuloilmanjaon toimintaa testattiin myös merkkisavun avulla erilaisissa tiloissa koulutyön päätyttyä. Luokassa B114b savukone laitettiin tuloilman päätelaitteen sisälle. Savua tuli päätelaitteesta suunnitellusti kaikkiin suuntiin (kuvassa 75 valaistuksen vuoksi näkyy vain pieni sektori). Tuloilma pysyi hyvin kiinni katossa, kunnes törmäsi seiniin. Ideaalitilanteessa hitaimmin virtaava osa huoneilmaa viileämmästä tuloilmasuihkusta putoaa painovoiman vaikutuksesta alas huonetilaan jo ennen seiniä. Kokeen aikana savua kuitenkin levisi koko luokkatilaan.

Ilman virtausnopeudet olivat matalia myös kohdassa, jossa luokan kahdesta eri päätelaitteesta tulleet ilmasuihkut kohtasivat.



Kuva 75. Tuloilman päätelaitteen sisälle laskettu savu pysyi katon rajassa, kunnes törmäsi seinään. Valaistuksen vuoksi savu näkyy kunnolla kuvassa vain pienessä sektorissa, vaikka sitä laitteesta virtasi joka suuntaan.

Toimistotilassa B115a tuloilman päätelaite oli seinällä oven päällä. Päätelaitteen eteen laskettu savu suuntautui heti voimakkaasti alaviistoon eikä levinnyt lainkaan huoneen vastakkaiseen päätyyn, jossa huoneen toinen työpiste sijaitsi. Huoneen oven ollessa auki, savua kulkeutui oviaukosta käytävään. Tuloilmasuihkun kantama parani hieman, kun päätelaitteen kansi käännettiin siten, että sen reikäpuoli oli yläpuolella.



Kuva 76. Tilassa B115a tuloilmasuihku suuntautui alas eikä saavuttanut huoneen ikkunapäätyä lainkaan. Huoneen oven ollessa auki savua imeytyi sen kautta alipaineisempaan käytävään.

6 Olosuhdearviointi

Olosuhdearviointi on Työterveyslaitoksen ohjeen (10) mukaisten kriteerien ja pisteiden avulla tehtävä arvio. Olosuhdearviointi tehdään arvioimalla neljää osa-aluetta arviointikriteerien avulla. Mikäli arviointikriteereitä täyttyy eri osatulosten vaihtoehdoista yhtä monta, arvioinnista vastaava asiantuntija ratkaisee, mikä osatuloksista ja sen kriteereistä kuvaa tutkimusaluetta parhaiten. Arvioitavat osa-alueet ovat rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma, rakennusosien riskitekijät, ilmastointijärjestelmä sekä biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät. Arvioinnissa kukin osa-alue saa pisteitä, jotka lasketaan yhteen. Kokonaispistemäärän perusteella arviointitulos sijoittuu luokkiin A-D. A-luokan rakennus vastaa tavanomaista parempaa rakennusta, kun taas D-luokan rakennuksessa sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta ja toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti. Olosuhdearvioinnin raportoinnissa ei arvioida terveydellistä merkitystä, eikä oteta kantaa mahdollisiin terveyshaittoihin tai löydösten ja oireilun syyseuraussuhteeseen.

6.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

Rakennuksissa tehostetussa alipaineessa tehdyn lämpökuvauksen perusteella vuotoilmareittejä on vähän. Vuotoilmareitit välipohjaan ovat paikallisia mutta keskikokoisia. Koska vuotoilmaa sisätiloihin tulee mineraalivillaeristeisen välipohjan kautta, katsotaan reittien voivan lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä jonkin verran (vuotoilman leviäminen alipaineisista WC-tiloista muihin tiloihin on vähäistä). Lämpökuvauksen, paine-eroseurantojen ja tulo- ja poistoilmamäärien hyvän tasapainon vuoksi, arvioidaan rakennusten ilmatiiviyden olevan vähintään nykymääräysten mukainen. Tilat ovat paine-eroseurantojen perusteella lähes jatkuvasti tavoitetasolla, minkä vuoksi vuotoilmaa kulkeutuu rakennusosista sisäilmaan vain ajoittain. Käytön aikainen alipaine on rakennuksen hyvästä ilmatiiviydestä huolimatta vähäistä, joten se lisää vuotoilman kulkeutumista vähän. Yhteenveto osa-alueen arvioinnista, sekä osatuloksesta on esitetty Taulukossa 9.

Osatuloksen arvioksi saatiin **vaihtoehto 1: Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.**

Taulukko 9. Yhteenveto osa-alueen ”Rakennusosien tiiviys ja vuotoilma” olosuhdearvioinnista.

Arviointikriteeri	Pisteet	
Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on vähän.	1	
Vuotoilmareitit ovat keskikokoisia tai epätiivistä materiaalia on laaja-alaisesti.	2	
Vuotoilmareittien tai epätiiviin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä jonkin verran.	2	
Ilmatiiviys on heikko tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräysten mukainen.	1	
Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan ajoittain.	1	
Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista vähän.	1	
Osatuloksen arviointi	**Pisteet**	**Osumat**
Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.	0	0
Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.	**1**	**4**
Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.	2	2
Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.	3	0

6.2 Rakennusosien riskitekijät

Riskinarvion perusteella kosteusteknisiä tai kosteusvaurion riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole. Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia on jonkin verran: välipohjien mineraalivillaeristeet, joista havaittiin merkittäviä ilmavuotoja sisälle.

Rakennuksissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta. Aiemman vesivahingon jäljiltä havaittiin yksittäisiä, kuivuneita kosteuden aiheuttamia jälkiä pienialaisesti. Vuotoilmaa kulkeutui merkittävästi vain välipohjarakenteista, missä näkyviä kosteusvaurioita ei havaittu. Tilapinnat ovat uusia ja laajasti M1-luokkaa. Yhteenveto osa-alueen arvioinnista, sekä osatuloksesta on esitetty Taulukossa 10.

Osatuloksen arvioksi saatiin **vaihtoehto 0: Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.**

Taulukko 10. Yhteenveto osa-alueen ”Rakennusosien riskitekijät” olosuhdearvioinnista.

Arviointikriteeri	Pisteet	
Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole.	0	
Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia on vähän.	1	
Poikkeavaa kosteutta ei ole.	0	
Näkyviä kosteusvaurioita on pintamateriaaleissa vähän ja ne ovat pienialaisia.	1	
Vuotoilmaa kulkeutuu rakennusosan sisältä, missä näkyviä kosteusvaurioita ei ole.	0	
Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M1-luokkaa tai niihin rinnastettavia materiaaleja.	0	
Osatuloksen arviointi	**Pisteet**	**Osumat**
Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.	**0**	**4**
Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	1	2
Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	2	0
Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	3	0

6.3 Ilmastointijärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltu ilmamääriltään nykymääräyksiä paremmaksi, mutta lämpötilojen tavoitearvot (S1 ja S2) eivät toteudu, koska vain osa lämpöpattereista oli lämpiminä. Ilmanvaihdon toiminta ei kuitenkaan heikennä sisäilman lämpöolosuhteita. Ilmanvaihto on kytketty rakennusautomaation ja toimii hyvin käytön aikana. Tuloilman lämmityksen asetusten ja matalan huonelämpötilan vuoksi käyttöajan ulkopuolella automaation toiminnassa on puutteita. Ilmanvaihdosta aiheutuva alipaine on seurantamittausten perusteella vähäinen, vaikka rakennusten ilmatiiviys on hyvä. Näin ollen järjestelmästä aiheutuvan alipaineen ei katsota lisäävän vuotoilman kulkeutumisriskiä. Tilojen käytöstä johtuva kosteustuotto on myös olematon, joten vähäinen ylipaineisuus ei myöskään lisää kosteusrasitusta rakenneosiin. Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole teollisten mineraalikuitujen lähteitä. Matalan lämpötilan sekä hetkellisesti tutkimuksen aikana havaitun dieselöljyn hajuna vuoksi sisäilman olosuhteet arvioidaan tavanomaista huonommaksi. Tilojen ilmavirrat ovat nykymääräyksiä paremmat, mutta lämmitysongelmien vuoksi lämpötilat eivät ole S1/S2-luokissa. Näin ollen parhaiten tilannetta kuvaa kriteeri: Tilojen ilmavirrat ovat suunnitelmien ja nykyisten ilmanvaihtomääräysten mukaisia. Yhteenveto osa-alueen arvioinnista, sekä osatuloksesta on esitetty Taulukossa 11.

Osatuloksen arvioksi saatiin **vaihtoehto 1: Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.**

Taulukko 11. Yhteenveto osa-alueen ”Ilmastointijärjestelmä” olosuhdearvioinnista.

Arviointikriteeri	Pisteet	
Järjestelmä ja sen toiminta tai käyttötapa eivät todennäköisesti heikennä sisäilman lämpöoloja.	1	
Rakennusautomaatio on ja se oikein käyttöaikoina, mutta sen toiminnassa on puutteita käyttöaikojen ulkopuolella	1	
Järjestelmästä johtuva alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumisriskiä eikä ylipaine aiheuta kosteusrasitusta rakennusosiin.	0	
Järjestelmä on puhdas eikä sisällä epäpuhtauslähteitä.	0	
Tilojen ilmavirrat ovat suunnitelmien ja nykyisten ilmanvaihtomääräysten mukaisia.	1	
Aistinvaraisesti arvioitu sisäilman laatu ja olosuhteet ovat huonot	3	
Osatuloksen arviointi	**Pisteet**	**Osumat**
Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.	0	2
Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.	**1**	**3**
Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	2	0
Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	3	1

6.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

Olosuhdearvioinnissa pisteytykseen vaikuttavat vain ne mittaus- ja analyysitulokset, jotka eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa. Tutkimuksissa poikkeava analyysitulos saatiin kahdesta teollisten mineraalikuitujen laskeumanäytteestä. Lisäksi neljästä tilan lämpötilaseurannoissa huonelämpötila ei täyttänyt asumisterveysasetuksen vaatimuksia. Suhteessa tutkimusalueen kokoon arvioidaan, että yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua raja-arvoa. Yhteenveto osa-alueen arvioinnista, sekä osatuloksesta on esitetty Taulukossa 12.

Osatuloksen arvioksi saatiin **vaihtoehto 1: Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä on vähän.**

Taulukko 12. Yhteenveto osa-alueen ”Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät” olosuhdearvioinnista.

Arviointikriteeri	Pisteet	
Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa suhteessa tutkimusalueen kokoon.	1	
Osatuloksen arviointi	**Pisteet**	**Osumat**
Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä ei ole poikkeavasti.	0	0
Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä on vähän.	**1**	**1**
Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä on jonkin verran.	2	0
Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä on paljon.	3	0

6.5 Olosuhdearvioinnin tulos

Tiloissa tehdyn kuntotutkimuksen ja sisäilmamittausten perusteella olosuhteet ovat luokkaa B: **Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta voi olla tarve tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä.** Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 13. Olosuhdearvioinnin eri osa-alueiden pistemäärät.

Osa-alue	Pisteet
Ilmatiiviys ja vuotoilma	1
Rakennusosien riskitekijät	0
Ilmastointijärjestelmä	1
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1
Yhteensä	**3**

Taulukossa 14 on esitetty olosuhdearvioinnin tulos taulukoiden 9–12 kriteereihin perustuen.

Taulukko 14. Olosuhdearvion tulos.

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 voi olla tarve 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

7 Johtopäätökset

Turun Lyseon koulun väistötiloina toimivat tilaelementtirakennukset A ja B vastaavat rakenneavausten perusteella toteutukseltaan hyvin suunnitelmien mukaisia rakenteita, jotka ovat kosteusteknisesti toimivia. Rakenteissa ei todettu kosteusvauriota eikä yhdessäkään materiaalinäytteessä esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Rakennusten ilmatiiveys on tehostetussa alipaineessa tehdyn lämpökuvauksen perusteella hyvä ja vähintään nykymääräysten mukainen, merkittäviä ilmavuotoja havaittiin ainoastaan wc-tilojen putkiläpivienneistä välipohjaan. Ilmanvaihdon hyvän tasapainon vuoksi vuotoilmamäärät ovat vähäisiä, mutta välipohjan ilmavuotojen kautta sisäilmaan voi kulkeutua välipohjan lämmöneristeistä teollisia mineraalikuituja.

Sisäilman epäpuhtaustutkimuksissa toimenpiderajat ja/tai viitearvot ylittyivät ainoastaan teollisten mineraalikuitujen osalta. Toimenpideraja ylittyi kahdessa kahden viikon laskeumanäytteessä ja myös kaikkien 24 näytteen mediaanipitoisuus oli koholla. Rakennusten sisäpinnoilla ja pintamateriaaleissa tai ilmanvaihtojärjestelmässä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä kuitulähteitä. Välipohjan ilmavuotojen lisäksi kuituja on sisäilmaan saattanut päätyä vuonna 2024 valmistuneiden ilmanvaihtotöiden yhteydessä.

Sisäilman olosuhteiden kannalta merkittävin ongelma todettiin huonetilojen lämpötiloissa. Useassa tilassa asumisterveysasetuksen vaatimukset eivät täyttyneet liian matalan lämpötilan vuoksi. Yksittäisissä tiloissa lämpötilat olivat matalia käyttäjien toiveesta, pääosin kuitenkin toimimattomien lämpöpatterien vuoksi. Näissä tiloissa myöskään tuloilma ei sekoittunut kunnolla huoneilmaan kuin hetkellisesti. Ongelma korostui A-rakennuksessa, jossa matala poistoilman lämpötila ohjasi ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereita lämmittämään tuloilmaa selvästi huoneilmaa lämpimämmäksi. Tilojen käytön myötä nousseen huonelämpötilan ansiosta tuloilman lämmitys katkesi päivisin hetkeksi, jolloin ilmamääriltään riittävä ilmanvaihto huuhteli tilat tehokkaasti ja riitti pitämään hiilidioksidipitoisuudet matalina. Tuloilman huono sekoittuminen käytön ulkopuolella voi kuitenkin vaikuttaa tiloissa koettuun tunkkaisuuteen etenkin aamuisin.

Tiloissa, joissa huonelämpötilat olivat vaatimusten mukaiset ja tuloilman lämpötila tätä selvästi matalampi, ilmanvaihto toimi suunnitellusti. Savukokeiden perusteella kattohajottajien kautta jaettava tuloilma jakautui vedottomasti koko tilaan. B-rakennuksen ns. hallintosiivessä, joissa tuloilman päätelaitteet on asennettu seinille, ei tuloilmasuihku kanna koko tilaan. Ainakin kahdessa B-rakennuksen alkuperäisessä ilmanvaihtokoneessa havaittiin myös toimintahäiriöitä.

Koettuun sisäilman laatuun voi vaikuttaa etenkin A-rakennuksessa myös viereiseltä linja-autovarikolta kulkeutuvat hajut, joita myös tutkimusten aikana havaittiin hetkellisesti. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuudet olivat kuitenkin erittäin matalia, samoin VOC-sisäilmanäytteiden tulokset.

Kuntotutkimustulosten perusteella Työterveyslaitoksen ohjeen mukaisesti tehdyn olosuhdearvion tuloksena rakennukset sijoittuvat neliportaisen luokituksen toiseksi parhaaseen, B-luokkaan: Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta voi olla tarve tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella.

8 Toimenpidesuositukset

Tutkimustulosten perusteella suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

1. Altistumisriskiä teollisille mineraalikuiduille tulee vähentää.
    a) Ilmavuodot välipohjista alakerrosten wc-tiloihin tulee estää tiivistyskorjauksin. Myös muut lämpökuvauksessa havaitut ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.
    b) B-rakennuksen alkuperäiset ilmanvaihtokanavat on suositeltavaa puhdistaa.
    c) Toimenpiteiden valmistettua tiloissa on suositeltavaa tehdä yläpölyjen puhdistus, jonka jälkeen on hyvä ylläpitää tehostettua siivoustasoa 1–2 kuukauden ajan.
2. Lämpöpatterien ja niiden termostaattien toiminta sekä säädöt tulee tarkastaa siten, että tilojen lämpötilat täyttävät asumisterveysasetuksen vaatimukset.
3. Tuloilman lämpötilan säätö tulee toteuttaa siten, että tuloilman lämpötila pysyy jatkuvasti n. 2 astetta huonelämpötilaa viileämpänä.
4. Toimenpide-ehdotuksen 1. yhteydessä suositellaan myös seuraavia toimenpiteitä:
    a) B-rakennuksen alkuperäisten ilmanvaihtokoneiden käyntiongelmien syyn selvittäminen ja korjaaminen.
    b) B-rakennuksen alkuperäisen päätelaitteiden korvaaminen muuta rakennusta vastaavilla, tilojen keskiosiin asennettavilla kattohajottajilla.

Allekirjoitukset

Turku 17.4.2025
Sirate Group Oy

Timo Murtoniemi
aluejohtaja, FT
Rakennusterveysasiantuntija C-21552-26-15
Rakennusten lämpökuvaaja C-8819-25-12
Sisäilma-asiantuntija C-27594-38-23

Vesa Koskinen
projektijohtaja, FT
Rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Sisäilma-asiantuntija C-23577-38-17
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-20645-24-14
Rakennusten lämpökuvaaja C-27326-25-23
Rakennusten tiiviyden mittaaja C-27325-31-23

Liitteet

1. Tutkimusmenetelmät
2. Pohjakuvamerkinnät, rakennetutkimukset
3. Pohjakuvamerkinnät, ilmanvaihdon ja sisäilman tutkimukset
4. Lämpökuvausraportti
5. Testausseloste, materiaalinäyte, suoraviljely, Turun yliopisto, Aerobiologia, 10.3.2025
6. Testausseloste, teolliset mineraalikuidut, 14 vrk laskeuma, Turun yliopisto, Aerobiologia, 11.2.2025
7. Testausseloste, teolliset mineraalikuidut, tuloilmakanava, Turun yliopisto, Aerobiologia, 24.2.2025
8. Analyysivastaus, VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta, Työterveyslaitos, 26.2.2025

9. Tuloskuvaajat, olosuhdeseurannat, lämpötila
10. Tuloskuvaajat, olosuhdeseurannat, hiilidioksidi
11. Tuloskuvaajat, paine-eroseurannat

Kirjallisuus

1. **Asumisterveysasetus 2015.** *Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.* Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.
2. **Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016.** Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Valvira, 2016. Dnro 2731/06.10.01/2016.
3. **RT 14-11239.** *Rakennuksen lämpökuvaus.* Rakennustieto Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2016.
4. **Ilmanvaihtoasetus 2017.** *Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.* Ympäristöministeriö 2017. https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009.
5. **Seppänen 2019.** *Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa.* Seppänen O, ym. The Finnisch Association of HVAC Societies (FINVAC), 2019 . https://finvac.org/iv-oppaat/.
6. **RT 07-11299.** *Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.* Rakennustietosäätiö RTS 2018.
7. **LVI 39-10409.** *Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkistus -ohjekortti.* Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto 2007.
8. **TTL Kuitukatsaus 2020.** *Teolliset mineraalikuidut toimistotyyppisissä työtiloissa.* Tuomi, Wallenius, Mahiout, Rautiala, Lappalainen, Työterveyslaitos 2020. http://urn.fi/URN:ISBN:9789522619167.
9. **Rakennusterveystietokanta.** *Rakennusterveystietokanta-loppuraportti.* V. Koskinen, V. Lappainen, T. Murtoniemi, Sirate Group 2024, https://www.tsr.fi/hankkeet-ja-tutkimustieto/rakennusterveystietokanta/.
10. **Sisäilmastoselvitys ja olosuhdearviointi.** *Ohje työpaikkojen sisäilmastoselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville.* Isokääntä, Rautiala, Työterveyslaitos 2022.
11. **Laboratorio-opas 2018.** *Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät.* Pessi, A-M, Jalkanen, K, Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy, 2018.
12. **Tyosuojelu.fi.** Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot.
13. **TTL Kuidut 2016.** *Teolliset mineraalikuidut.* Työterveyslaitos 2016. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Teolliset-mineraalikuidut.pdf.
14. **IV-perustelumuistio 2019.** *Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja perustelumuistio.* Kuntien sisäilmaverkosto.
15. **Kollanen 2016.** *Sisäilman kuitukorjaukset.* Kollan, T. Opinnäytetyö, Rateko 2016. www.hometalkoot.fi/guides.

Liite 1. Tutkimusmenetelmät

Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset

Rakenneavaukset

Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia, joista aistinvaraisesti todettiin päärakennetyyppien ja elementtiliitosten toteutus ja kunto. Lisäksi otettiin tarvittaessa materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksiin. Pölyn leviäminen rakenneavauksia tehtäessä estettiin kohdepoistoa käyttämällä (H-luokan imuri). Rakenneavauksiin tehtiin ainoastaan väliaikaiset, ilmatiiviit paikkaukset. Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet on merkitty liitteen 2 pohjakuviin ja tekstissä olevat tilanumeroinnit viittaavat liitteen 2 numerointiin.

Mikrobinäytteet materiaaleista

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat perustuivat lähtötietoihin ja kohteessa tehtyihin havaintoihin. Näytteet pyrittiin ottamaan vaurioituneimmasta kohdasta tai sellaisesta kohdasta rakennetta, jossa vaurioitumisen todennäköisyys on suurin. Näytteenottopaikat on merkitty liitteen 2 pohjakuviin. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua. Vastaavaa värikoodausta ongelman/vaurion asteesta on sovellettu myös muihin näytteisiin.

Suoraviljelymenetelmä
Materiaalinäytteet kerättiin puhtailla välineillä puhtaaseen muovipussiin ja toimitettiin viimeistään kolmen päivän sisällä analysoitavaksi laboratorioon. Näytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä akkreditoidussa ja Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa (TY Aerobiologia). Tarkempi menetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa.

Mikrobinäytteiden viitearvot – suoraviljelymenetelmä
Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

Taulukko 15. Suoraviljelymenetelmän tulosasteikko. (2)

Tulos	Merkitys
-	*Ei mikrobeja*
+	*1–19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)*
++	*20–49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)*
+++	*50–199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)*
++++	*≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)*

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. (1) Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. (2)

*Rakennusmateriaalissa **voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa**, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++). Suoraviljelyn tulokset **voivat viitata mikrobikasvustoon** silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita. (2)*

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteusvauriota, vaikka mikrobikasvua ei välttämättä ole ehtinyt muodostua. Kosteusvaurio voidaan todeta näkyvänä kosteusvauriojälkenä tai pintakosteusosoittimen tai rakennekosteusmittausten avulla. Pintakosteusosoittimen antama positiivinen tulos (osoittimen näyttämä mittauslukema on kostealla/märällä alueella) tulee varmentaa rakennekosteusmittauksen avulla ennen kuin toimenpiderajan katsotaan ylittyneen. (2)

Toimenpiderajan ylittävä lahovaurio voidaan todeta puurakenteen näkyvänä muutoksena tai mekaanisena lujuuden menetyksenä. Aistinvaraisen arvion perusteella todettuna toimenpiderajan ylittymisenä pidetään kosteusvauriojäljen lisäksi sekä homeen hajua että näkyvää mikrobikasvusto. (2)

Kuivan näytteen viljely suositellaan tehtäväksi viimeistään viiden päivän sisällä näytteenotosta. Kostea näyte suositellaan viljeltävän näytteenottoa seuraavana päivänä, koska kosteuden voidaan ajatella vaikuttavan mikrobipitoisuuteen säilytyksen aikana. Näytteet säilytetään kylmässä (+4…+8 °C) ennen viljelyä sekä mahdollisen suoramikroskopointitarpeen ja/tai uudelleenviljelytarpeen varalta. (2; 11)

Lämpökuvaus

Sisävaipan erityyppisten liitosrakenteiden (seinä- ja lattialiitokset, ikkuna-seinäliitokset, seinä-kattoliitokset, läpiviennit) tiiveyttä tarkasteltiin lämpökameralla. Kuvakset tehtiin RT 14-11239 Rakennuksen lämpökuvaus -ohjekorttia (3) soveltaen. Lämpökuvaksesta laadittu erillinen raportti on liitteenä 4.

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Sisäilman olosuhdeseurannat

Sisäilman olosuhteita (lämpötila, hiilidioksidipitoisuus, suhteellinen kosteus) mitattiin 1–2 viikon mittaisin seurantamittauksin etäluettavilla ilmanlaatumittareilla (Iotsu L2 AQ08/AQ05, mittaustarkkuudet: LT ± 0,5 °C, RH ± 2%, CO_2 ± 30 ppm + 3% lukemasta/Elsys ERS CO2, mittaustarkkuudet LT ± 0,2 °C, RH ± 2%, CO_2 ± 50 ppm / 3% lukemasta). Tulokset tallennetiin 2,5 minuutin välein LoraWAN yhteyden kautta pilvipalvelimelle (Mairi.fi).

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja
Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m^3 (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (1) Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on n. 400 ppm.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää ihmisistä peräisin olevien epäpuhtauksien esiintymisen indikaattorina ja sen perusteella voidaan arvioida ilmanvaihdon riittävyyttä tilojen käyttöön nähden. Tilanteissa, joissa ilmanvaihto on todettu tämän asetuksen mukaiseksi, mutta ilmanvaihto on riittämätön suhteessa tilojen epätavanomaiseen käyttöön, on terveyshaitan ehkäisemiseksi ensisijaisesti tehtävä muutoksia tilojen käyttötapaan. Hiilidioksidi itsessään ei aiheuta kyseisissä pitoisuuksissa terveyshaittaa. (2)

Sisäilmastoluokitus 2018 (6) mukaiset tavoitearvot sisäilman hiilidioksidipitoisuuslisälle (suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) ovat:

- < 350 ppm; luokka S1, yksilöllinen sisäilmasto
- < 550 ppm; luokka S2, hyvä sisäilmasto
- < 800 ppm; luokka S3, tyydyttävä sisäilmasto.

Sisäilmastoluokitus 2018 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden apuna, kun tavoitteena on rakentaa entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisen lisäksi soveltuvin osin myös korjausrakentamisessa

Huoneilman lämpötilan toimenpideraja
Toimenpideraja huoneilman lämpötilalle palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa on lämmityskaudella 20–26 °C. (2)

Sisäilmastoluokitus 2018 (6) mukaiset tavoitearvot sisäilman lämpötiloille lämmityskaudella ovat:

- 21–22 °C; luokka S1, yksilöllinen sisäilmasto
- 20–22°C; luokka S2, hyvä sisäilmasto
- 20–23 °C; luokka S3, tyydyttävä sisäilmasto.

Huoneilman suhteellinen kosteus
Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. (1) Asetuksessa ei säädetä tarkkoja suhteellisen kosteuden rajoja, joiden välillä ilman suhteellinen kosteus (RH %) voi vaihdella. Huoneilman suhteellisen kosteuden suosituksena on aiemmin ollut 20–60 %. Tämän lisäksi on todettu, että sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä, eikä näistä arvoista poikkeamista voida pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät. Toisaalta kylminä pakkasjaksoina huoneilman 60 % suhteellinen kosteus aiheuttaa jo suuren mikrobikasvun riskin rakenteiden sisäpintojen kylmimmissä kohdissa. (2)

Työsuojeluhallinnon suosituksen mukaan ilman suhteellinen kosteus tulisi työpaikoilla olla noin 30–50 prosenttia. (12)

Teolliset mineraalikuidut

Teollisten mineraalikuitujen määrää sisäilmassa arvioitiin geeliteippinäytteiden avulla vuonna 2024 päivitetyn asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2) osan III mukaisesti. Tutkittavasta tilasta otettiin vähintään kolme näytettä. Näytteet kerättiin geeliteipeillä kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä suoraan huonepinnoilta, jotka mittausjakson alkaessa oli puhdistettu. Kuitujen lukumäärä laskettiin valomikroskoopin avulla akkreditoidussa, Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa (Turun yliopisto, Aerobiologia).

Teollisten mineraalikuitujen viitearvot
Teollisten mineraalikuitujen toimenpiderajana on kahden viikon pölylaskeumasta määritettynä 0,2 kuitua/cm². (1)

Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Keraamisia kuituja tavataan pääasiassa teollisuudessa (metalliteollisuus, energiantuotanto), joten niiden esiintyminen toimistoympäristössä on epätodennäköistä. Eristevillojen pääkäyttötarkoitus on lämmön tai äänen eristys. Kuidut ovat epäsäännöllisen muotoisia ja kokoisia. Niitä valmistetaan keräyslasista (lasivilla), kiviaineksesta (vuorivilla eli kivivilla) ja kuonasta (kuonavilla). Villatuotteet myydään levyinä, mattoina tai kouruina. Eristevillakuitujen poistumisaika elimistöstä on muutamia viikkoja tai kuukausia; ne eivät todennäköisesti aiheuta pitkäaikaisia terveysvaikutuksia. Eristevillakuidut aiheuttavat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, ja ne saattavat altistaa ylähengitysteiden tulehduksille. Eristevillakuiduissa sideaineena käytetty fenoliformaldehydihartsi voi herkistää ihoa ja limakalvoja. *(13)*

Teollisten mineraalikuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet mineraalikuituiset akustiikkalevyt huonetiloissa sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (2)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritettiin sisäilmasta kerätyillä aktiivisilla VOC-näytteillä. VOC-näytteet kerättiin pumpun avulla Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorbentteihin. Pumpun virtausnopeus oli n. 0,2 l/min ja näytekoko n. 9 dm^3. Näytteet

analysoitiin akkreditoidussa ja Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa (Työterveyslaitos) käyttäen ISO 16000-6 -standardiin pohjautuvaa analyysimenetelmää, jossa näytteet analysoidaan kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS).

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. (1)

*Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille on esitetty taulukossa (**Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**).*

Taulukko 16. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yksittäisille VOC-yhdisteille

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)	10 µg/m³
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10 µg/m³
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, 10 µg/m³
Styreeni	40 µg/m³

Hiukkasmittaukset

Hiukkaspitoisuuksia mitattiin sisäilmasta jatkuvatoimisella hiukkasmittauksella käyttäen Grimm Aerosol spectrometer 1108 15-kanavaista spektrometriä, joka voidaan asettaa mittaamaan standardin EN481 mukaisia pölyjakeita (hengittyvä-, keuhko- ja alveolijae) sekä USA-EPA mukaisia PM-jakeita (PM_{10}, $PM_{2,5}$ ja PM_1). Lisäksi laitteella saadaan pitoisuustasot jokaiselle 0,3–20 µm väliselle hiukkaskokoalueelle. Tulokset arvioidaan asumisterveysasetuksen (1) ja sen soveltamisohjeen (2) mukaan.

Hiukkaspitoisuuksien toimenpiderajat

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään 50 µg/m³ ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään 25 µg/m³. (1)

LVI-järjestelmien tutkimukset

Painesuhteet

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin 1–2 viikon mittaisia paine-eroseurantamittauksia rakennuksen ulkovaipan yli sekä eri tilojen välillä. Mittauksissa käytettiin sekä etäluettavia paine-eroantureita (Iotsu L2 DP01, Sensirion SDP800, mittausalue ±50 Pa, mittaustarkkuus ±1 %/HK Instruments DPT250-R8-AZ-D, mittausalue ±50 Pa, mittaustarkkuus 1 % ± 1 Pa), joiden tulokset tallennettiin 2,5 minuutin välein LoraWAN yhteyden kautta pilvipalvelimelle (Mairi.fi) että jatkuvatoimisia paine-eroantureita (Series MS Magnesense, Dwyer, mittausalue ±50 Pa, mittaustarkkuus ±1 %), joiden tulokset tallennettiin 5 minuutin välein (Tinytag, Gemini). Mittausten aikana ilmanvaihtojärjestelmä oli tavanomaisissa käyttöasetuksissaan. Mittauspaikat on esitetty liitteen 3 pohjakuvissa ja tuloskuvaajat liitteessä 11.

Painesuhteiden ohjearvot

Ympäristöministeriön asetuksen (4) mukaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Asetukseen perustuvan, vuonna 2019 julkaistun oppaan (5) mukaan uusien, muiden kuin asuinrakennusten, kokonaistulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan yhtä suuriksi siten, ettei rakennusvaipan yli synny haitallisia paine-eroja. Ilmavirtojen lopullinen asettelu/säätö on tehtävä siten, ettei ilmanvaihto aiheuta ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli eikä alipaine ole haitallisen suuri (yleensä alle

5 Pa). (5) Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. (2)

Rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan ei aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tämän lisäksi käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihto ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi korvausilman puutteesta syntyneen liiallisen alipaineisuuden vuoksi. (2)

Ilmamäärämittaukset

Tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin pistokoemaisesti pääte-elimistä SwemaFlow 126 -huppumittarilla sekä paine-eromenetelmällä (Swema 3000md). Tuloksia verrataan suunnitteluarvoihin, asumisterveysasetukseen ja sen soveltamisohjeeseen sekä tarvittaessa rakennusajankohtana voimassa olleisiin rakennusmääräyksiin.

Ilmanvaihdon ohjearvot

Ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään 6 dm^3/s henkilöä kohden. Ulkoilmavirta saa kuitenkin olla 4 dm^3/s henkilöä kohden, jos varmistutaan siitä, ettei sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä. (2)

Lähtökohtaisesti ilmanvaihdon tulee täyttää ilmanvaihdolle asetetut rakennusluvan aikana voimassa olleet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 annetut määräykset. Vanhoissa rakennuksissa, joissa on esim. painovoimainen ilmanvaihto tai muu ilmanvaihtojärjestelmä, jota ei ole suunniteltu 6 dm^3/s/hlö vaatimuksen mukaisesti, voidaan kuitenkin sallia ilmanvaihto, joka on vähintään 4 dm^3/s/hlö. Tällöin on kuitenkin erikseen huolehdittava siitä, että terveyshaittoja ei synny kosteuslisän, lämpökuorman tai epäpuhtauksien näkökulmasta. (2)

Tuloilman lämpötila

Vakioilmavirtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilman lämpötilan on hyvä olla pari astetta (2 °C) huoneen tavoitelämpötilaa (21–22 °C) matalampi. Tämä mahdollistaa tuloilman laskeutumisen oleskeluvyöhykkeelle, sekoittumisen huoneilmaan ja ilman vaihtumisen koko huoneessa. (14)

Tarpeenmukaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilman lämpötilan on hyvä olla 3–4 °C huoneen tavoitelämpötilaa (21–22 °C) matalampi (ks. luku 3.3). Tällä varmistetaan, että mitoitustehon ilmavirtoja pienempikin ilmavirta sekoittuu hyvin huoneilmaan ja ilma vaihtuu muuallakin kuin katon rajassa. (14)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja teolliset mineraalikuidut

Ilmanvaihtojärjestelmää, sen puhtautta ja mahdollisia teollisten mineraalikuitujen lähteiden olemassaoloa järjestelmässä selvitettiin pistokoemaisesti tuloilmakoneisiin ja -kanaviin tehdyin visuaalisin tarkastuksin LVI 39-10409-ohjekorttia (7) soveltaen. Visuaalisen tarkistuksen tueksi kerättiin geeliteippinäytteitä tuloilmakanavista. Kuitujen lukumäärät laskettiin valomikroskoopin avulla akkreditoidussa laboratoriossa (TY Aerobiologia).

Teollisten mineraalikuitujen viitearvot

Tuloilmakanavien pinnoilta otettujen geeliteippinäytteiden teollisten mineraalikuitujen pitoisuuksille ei ole olemassa viitearvoja asunnoille, kouluille tai päiväkodeille. Työterveyslaitoksen havaintoaineistossa lähinnä toimistorakennusten tuloilmakanavien sisäpinnoilta otettujen teippinäytteiden pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 10–30 kuitua/cm^2. (8) Aineisto perustuu pääosin vanhemmista ja mahdollisesta kuituongelmaisista kohteista otettuihin näytteisiin, jotka on useimmiten otettu puhdistamattomista kanavista. Kymmenien kuitujen esiintyminen neliösenttimetriä kohden tuloilmakanavien pinnoilla on aina merkki mahdollisesta kuitulähteestä. (15)

Liite 2. Rakennetutkimukset
A-rakennus, 1. KRS

RA# US (A120),
-mineraalivilla (**M#**)

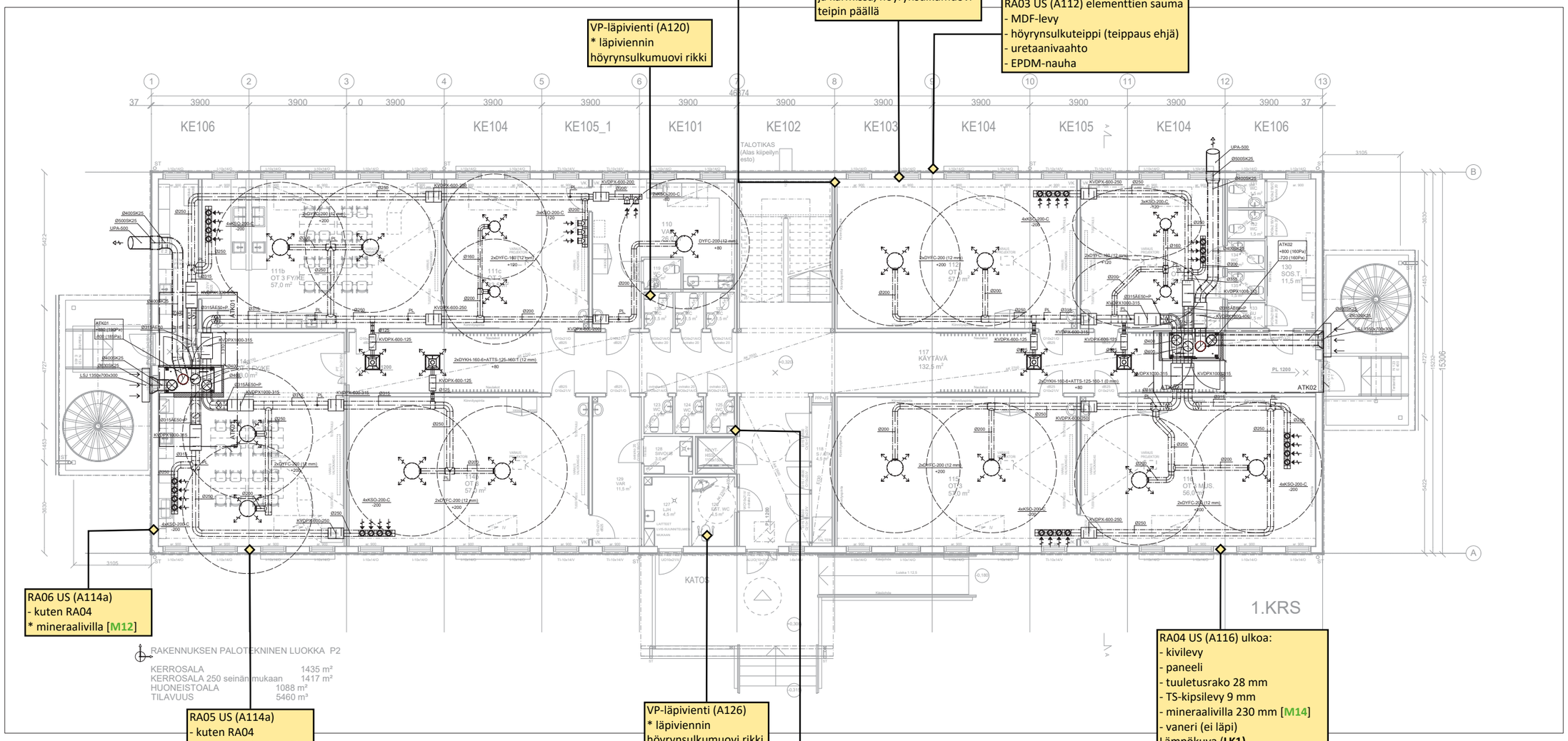
RA-rakenneavaus
(A#) rakennus, tilanumero
(M#) materiaalinäyte
AP-alapohja, VP-välipohja,
US-ulkoseinä, VS-väliseinä

RA01 Väliseinä, US-liitos (A112)
- kipsilevy 13 mm
- mineraalivilla 70 mm
- vaneri 7 mm
- ilmaväli 25 mm
- vaneri (ei läpi)
* Alajuoksu AP-pinnalta, alla solumuovi + kittaus
** VS-runko irti US-levytyksestä, välissä uretaanivaahto

RA02 US ikkuna (A112)
- lista
- höyrynsulkumuovi + teippi
- mineraalivilla
* höyrynsulkuteippi US-rungon ja karmissa, höyrynsulkumuovi teipin päällä

RA03 US (A112) elementtien sauma
- MDF-levy
- höyrynsulkuteippi (teippaus ehjä)
- uretaanivaahto
- EPDM-nauha

VP-läpivienti (A120)
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki



RA06 US (A114a)
- kuten RA04
* mineraalivilla [M12]

RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN LUOKKA P2

KERROSALA	1435 m²
KERROSALA 250 seinän mukaan	1417 m²
HUONEISTOALA	1088 m²
TILAVUUS	5460 m³

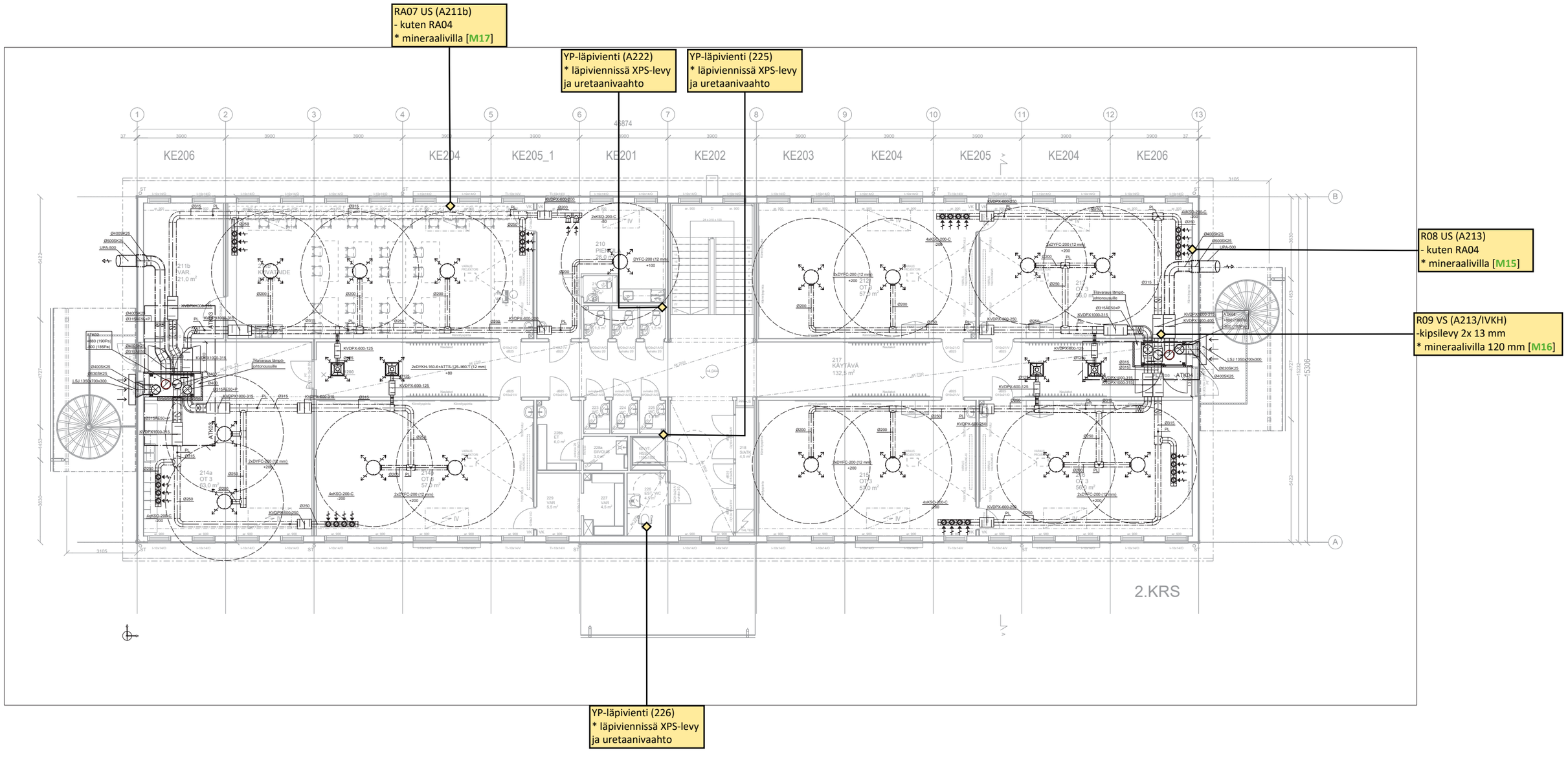
RA05 US (A114a)
- kuten RA04
* mineraalivilla [M13]

VP-läpivienti (A126)
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki

VP-läpivienti (A125)
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki

RA04 US (A116) ulkoa:
- kivilevy
- paneeli
- tuuletusrako 28 mm
- TS-kipsilevy 9 mm
- mineraalivilla 230 mm [M14]
- vaneri (ei läpi)
Lämpökuva (**LK1)**

Liite 2. Rakennetutkimukset
A-rakennus, 2. KRS



Liite 2. Rakennetutkimukset
B-rakennus, 1. KRS

RB01 US, (B111a)
- kivilevy
- paneeli
- tuuletusrako 28 mm
- TS-kipsilevy 9 mm
- mineraalivilla 230 mm [M5]
- vaneri (ei läpi)

LK19,20

RB02 AP (B110)
- muovimatto
- lastulevy 28 mm
- mineraalivilla 275 mm (kertopuupalkit)
- tuulensuojalevy 12 mm
- koolaus
- alustila

VP-läpivienti (B120)
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki
** välipohjan eristeet osin alakaton päällä

RB03 VP-läpivienti (B125)
- mineraalivilla [M7]
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki
** välipohjan eristeet osin alakaton päällä

LK9

RB04 US/AP liittymä (B112a)
US elementtisauma
- MDF-levy
- uretaanivaahto
- EPDM-nauha

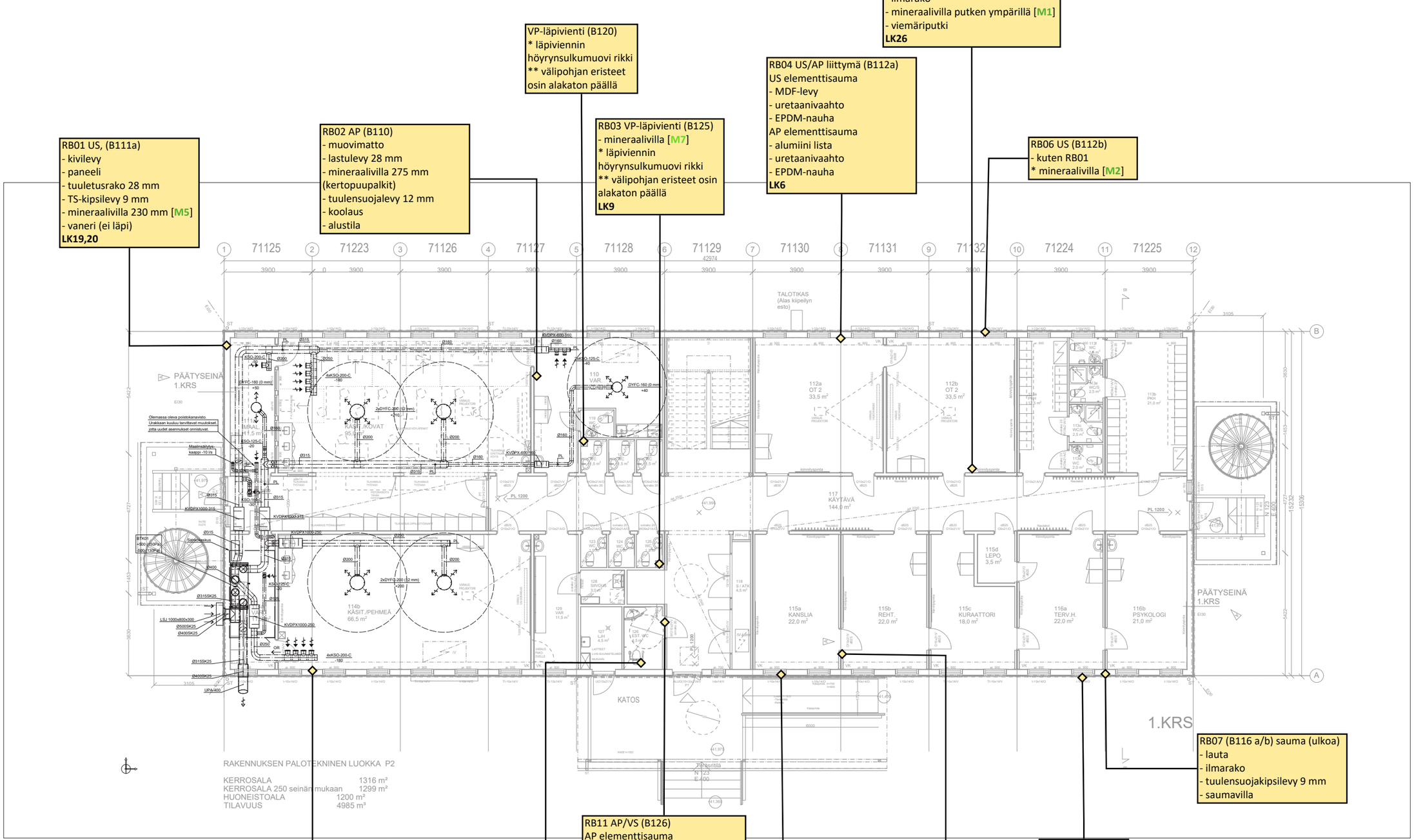
AP elementtisauma
- alumiini lista
- uretaanivaahto
- EPDM-nauha

LK6

RB05 kotelo (B112a)
- kipsilevy 13 mm
- ilmarako
- mineraalivilla putken ympärillä [M1]
- viemäriputki

LK26

RB06 US (B112b)
- kuten RB01
* mineraalivilla [M2]



RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN LUOKKA P2

KERROSALA	1316 m²
KERROSALA 250 seinän mukaan	1299 m²
HUONEISTOALA	1200 m²
TILAVUUS	4985 m³

RB07 (B116 a/b) sauma (ulkoa)
- lauta
- ilmarako
- tuulensuojakipsilevy 9 mm
- saumavilla

RB08 US (B116a)
kuten RB01

RB09 VS (B115a/b)
- kipsilevy 13 mm
- mineraalivilla 70 mm [M4]
- vaneri 7 mm
- ilmaväli 25 mm
- vaneri (ei läpi)
* mineraalivilla

RB10 US, ikkunan alta (B115a)
- kuten RB01
* mineraalivilla [M3]

RB11 AP/VS (B126)
AP elementtisauma
- alumiini lista
- uretaanivaahto (osin irti)
- EPDM-nauha

VS-elementtisauma
- lastulevy
- uretaanivaahto (vanerien välissä)
- mineraalivilla

LK7

RB12 VP-läpivienti (B126)
- mineraalivilla [M6]
* läpiviennin höyrynsulkumuovi rikki
** välipohjan eristeet tippuneet alakaton päälle

LK8

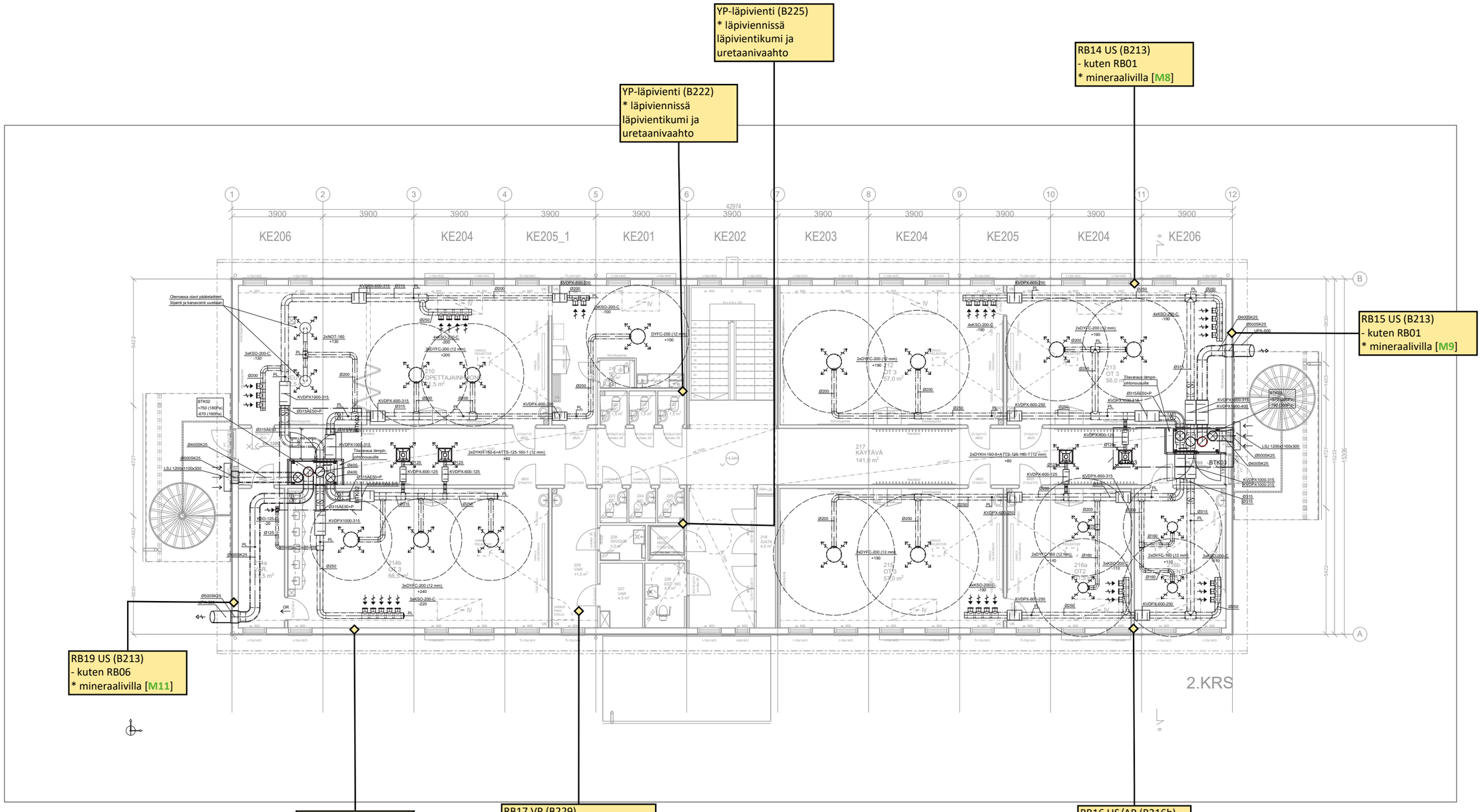
RB13 AP/US liittymä (B114b)
US elementtisauma
- MDF-levy
- höyrynsulkuteippi*
- uretaanivaahto
- EPDM-nauha

AP elementtisauma
- alumiini lista
- höyrynsulkuteippi*
- uretaanivaahto
- EPDM-nauha

* teippaus revennyt liittymästä

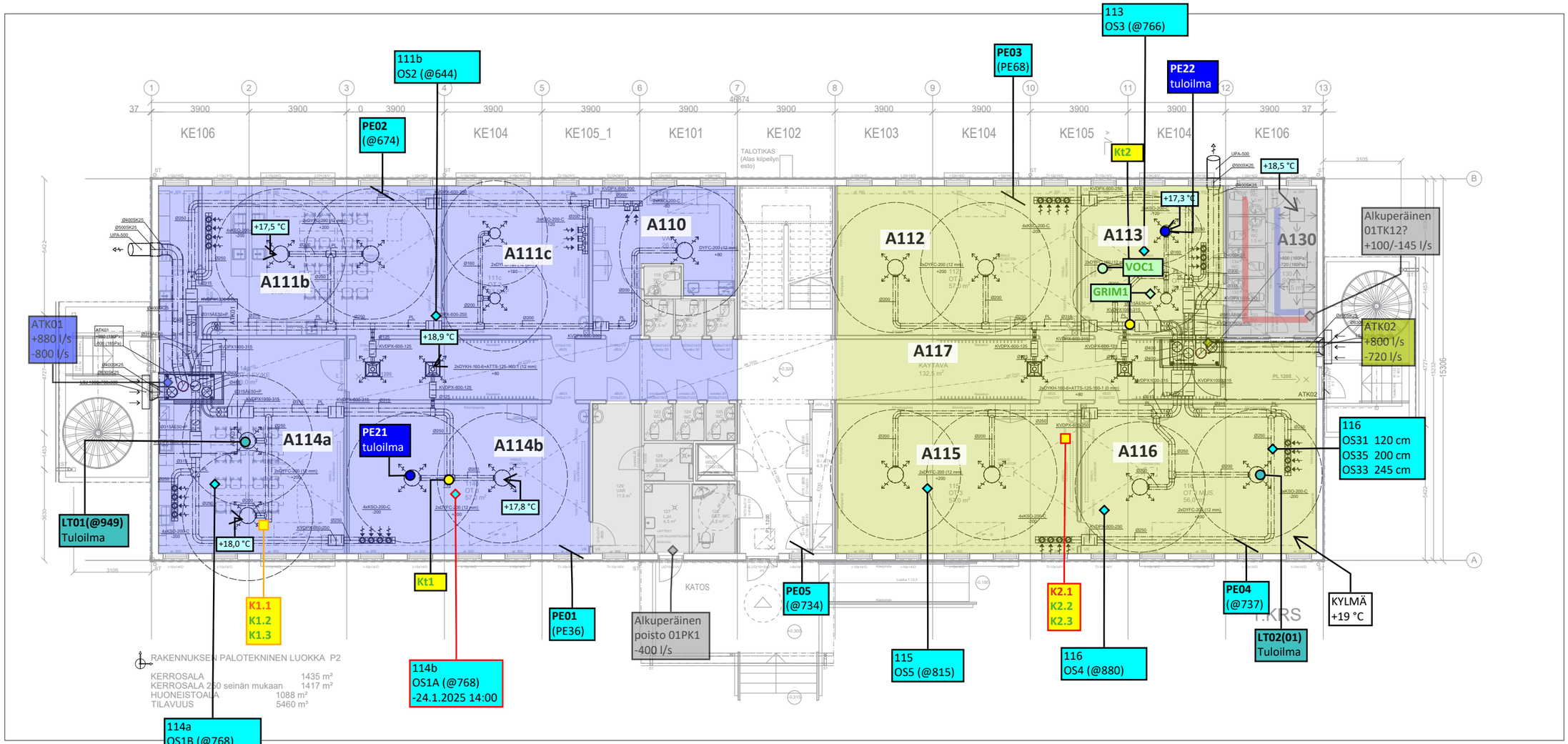
LK12

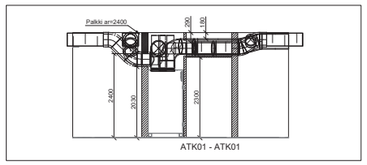
Liite 2. Rakennetutkimukset
B-rakennus, 2. KRS

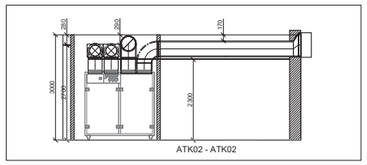


Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
Sisäilmatutkimukset
A-rakennus, 1. KRS, uusi IV

PE01 — Olosuhde- ja paine-eroseurannat
LT01 — Lämpötilaseuranta (tuloilma)
K1.1-K1.3 — Kuitunäytteet 14 vrk laskeuma
Kt1 — Kuitunäytteet, ilmanvaihto
VOC1 — Sisäilman VOC-näytteet
GRIM1 — Hiukkasmittaukset Ilmamäärien seurantamittaukset
PE21 tuloilma

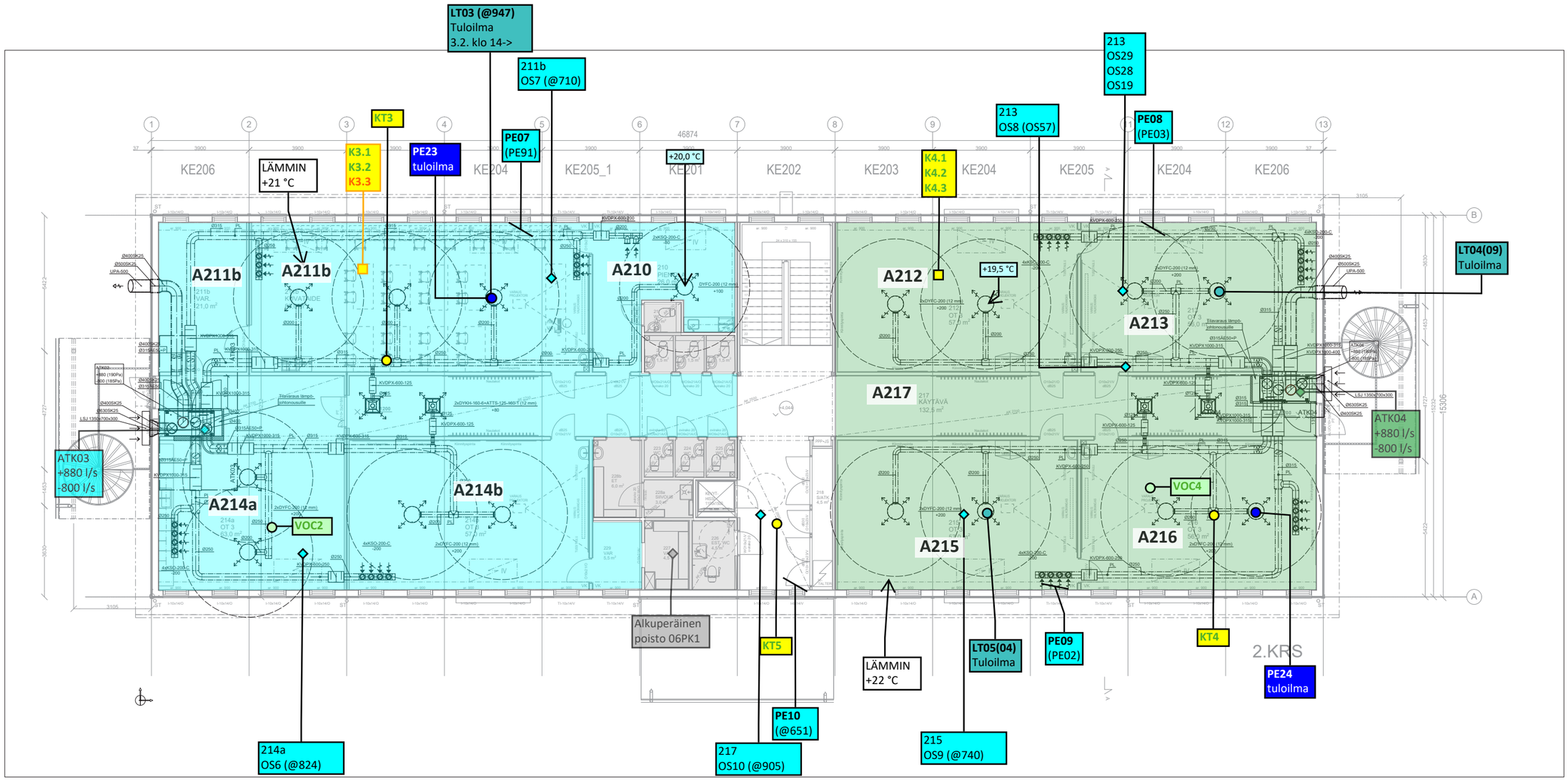


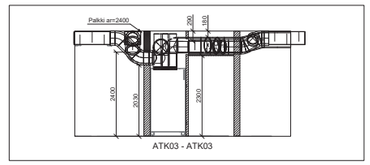


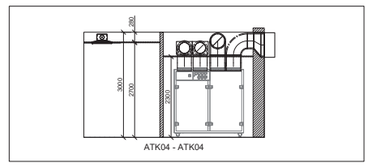


TYÖN NRO 65	KORTELI/TILA B1	TÖHTI/Mitto 3	MUHUTAUTUMISEN MERKINTÄT
RAKENNUSTUNNUS MUUTOS			PIIRUSTUKLAJI LVI–JÄRJESTELMÄT
RAKENNUKSEEN Käsi yk. OSOITE TURUN LYSEO Varusmestarintie 19 20360 Turku			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO A–RAKENNUS 1. KERROS
PI PRO INSSIT	Pro–Insslt Oy Korkeakoulunkatu 1 33720 Tampere		Hallin. tiht. [mm] / Hallinallan tihkeätä [cm²] / Tihkeätä [m²] / Hiukkaimen ja tihk / Rakenne [mm] / Rakenne [mm]
PIIRTÄJÄ JT	Suunnittelija	Työnumero	Suunnittelusta / PIIRJN: LVI 301A .
Pvm. 6.11.2023	Tarkastaja suunnittelija	Rinnakkaisnimiä ja tietoja	

Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
Sisäilmatutkimukset
A-rakennus, 2. KRS, uusi IV

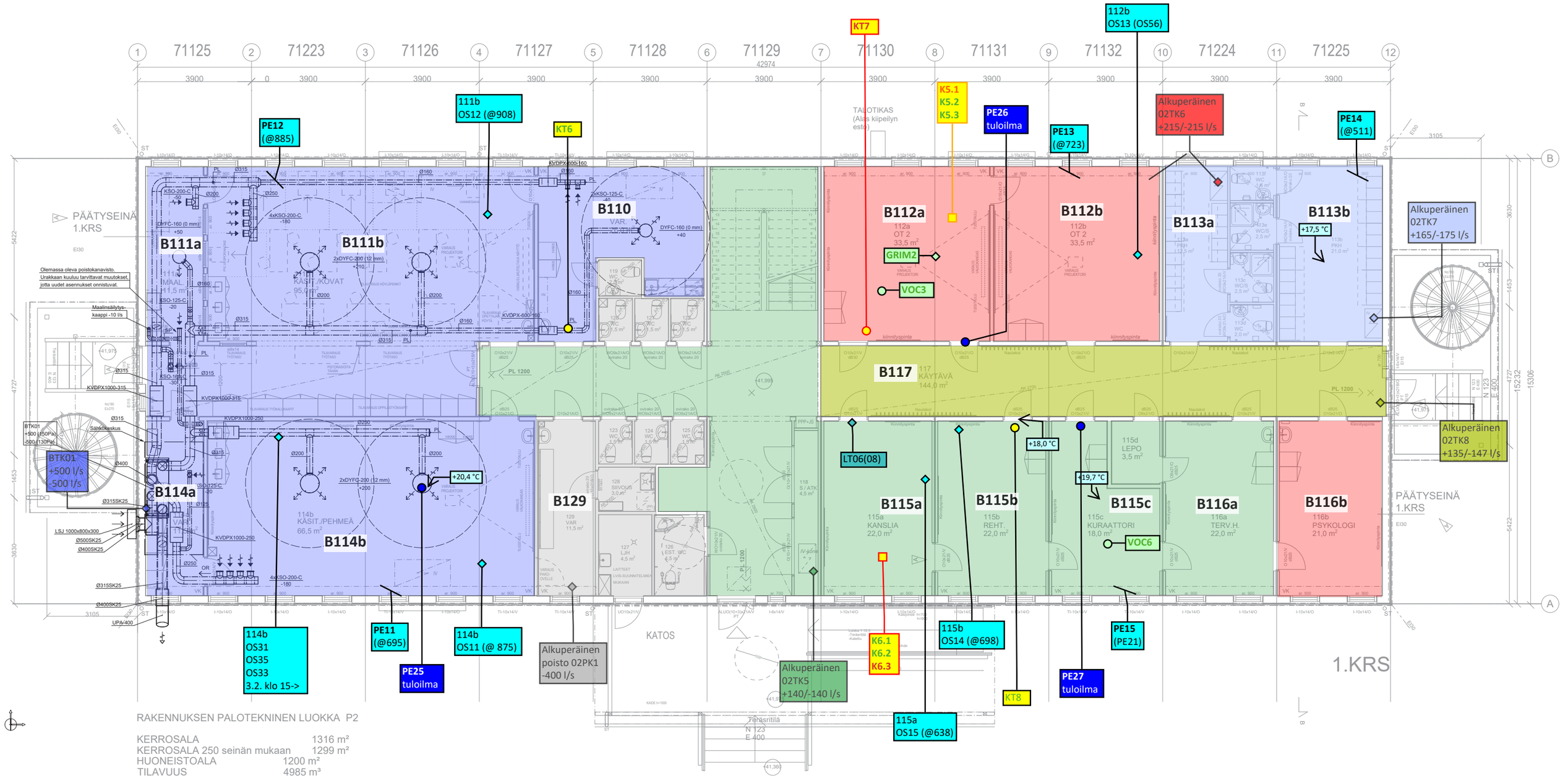






PROJEKTI: 85	KORTELI/RAK: 81	TOIMTILNRO: 3	MUUTOKSEN MERKINTÄT
PIIRUSTUKSEN NIMI: MUUTOS			PIIRUSTUSLAJI: LVI–JÄRJESTELMÄT
PIIRUSTUKSEN KOHDE: TURUN LYSEO Varusmestarintie 19 20360 Turku			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ: ILMANVAIHTO A–RAKENNUS 2. KERROS
PI PRO INSSIT Pro-Inssit Oy Korkeakoulunkatu 1 33720 Tampere			Hoito. tiet. (mm): Hallinnollan tiknästö (mm): Tiknästö (m): Rakennus (m): Rakennus (VAK):
PIIRTÄJÄ: di	Suunnittelija: di	Työnumero:	Suunnittelusta: LVI
Pvm: 8.11.2023	Varteilleg suunnittelija:	Rinnevahvenja ja tukikka Asem. Ekstr. LVI-laitteet AM	PIIR.No: 302A
			MUUTOS: .

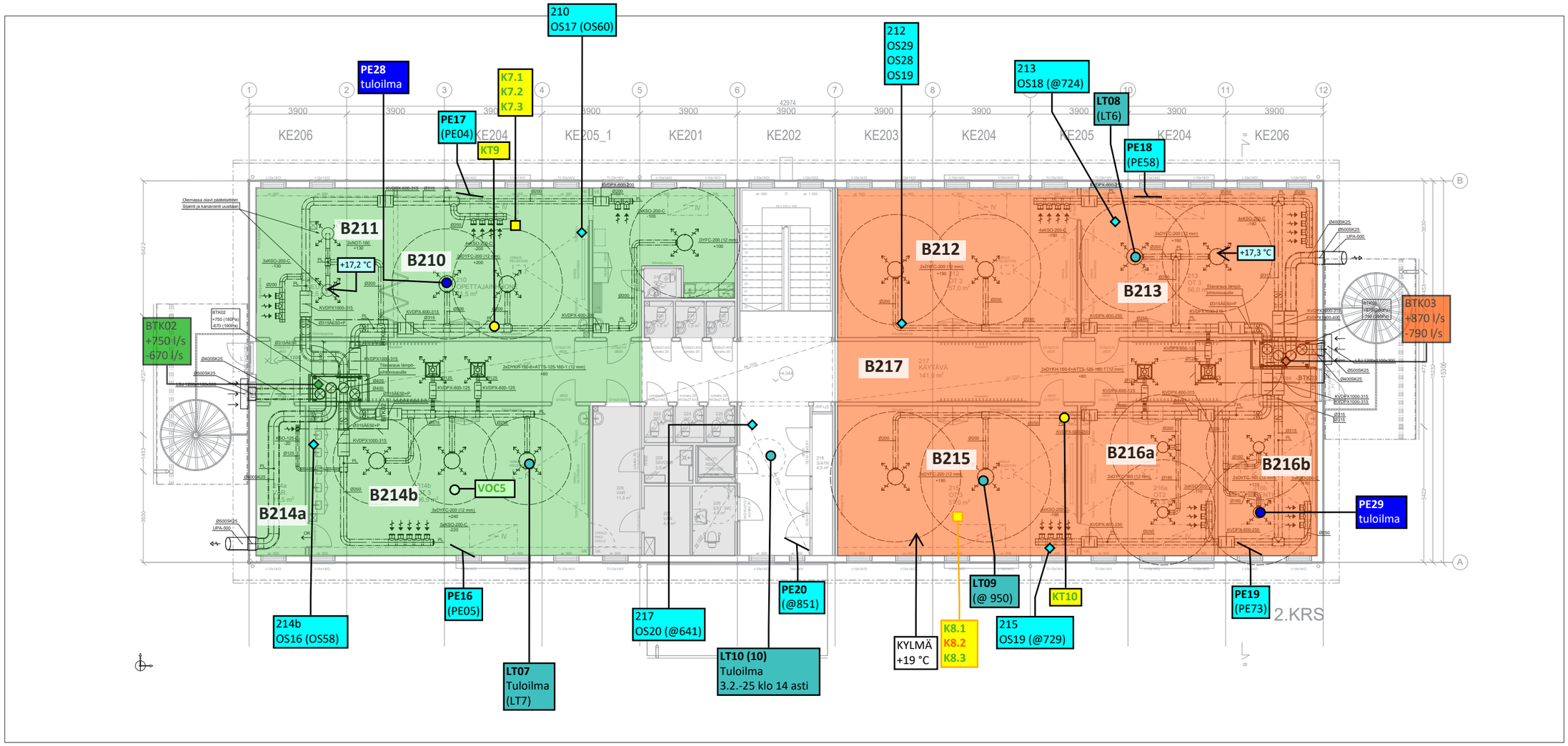
Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
Sisäilmatutkimukset
B-rakennus, 1. KRS, uusi IV

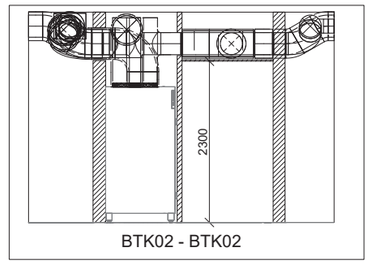


RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN LUOKKA P2

KERROSALA	1316 m²
KERROSALA 250 seinän mukaan	1299 m²
HUONEISTOALA	1200 m²
TILAVUUS	4985 m³

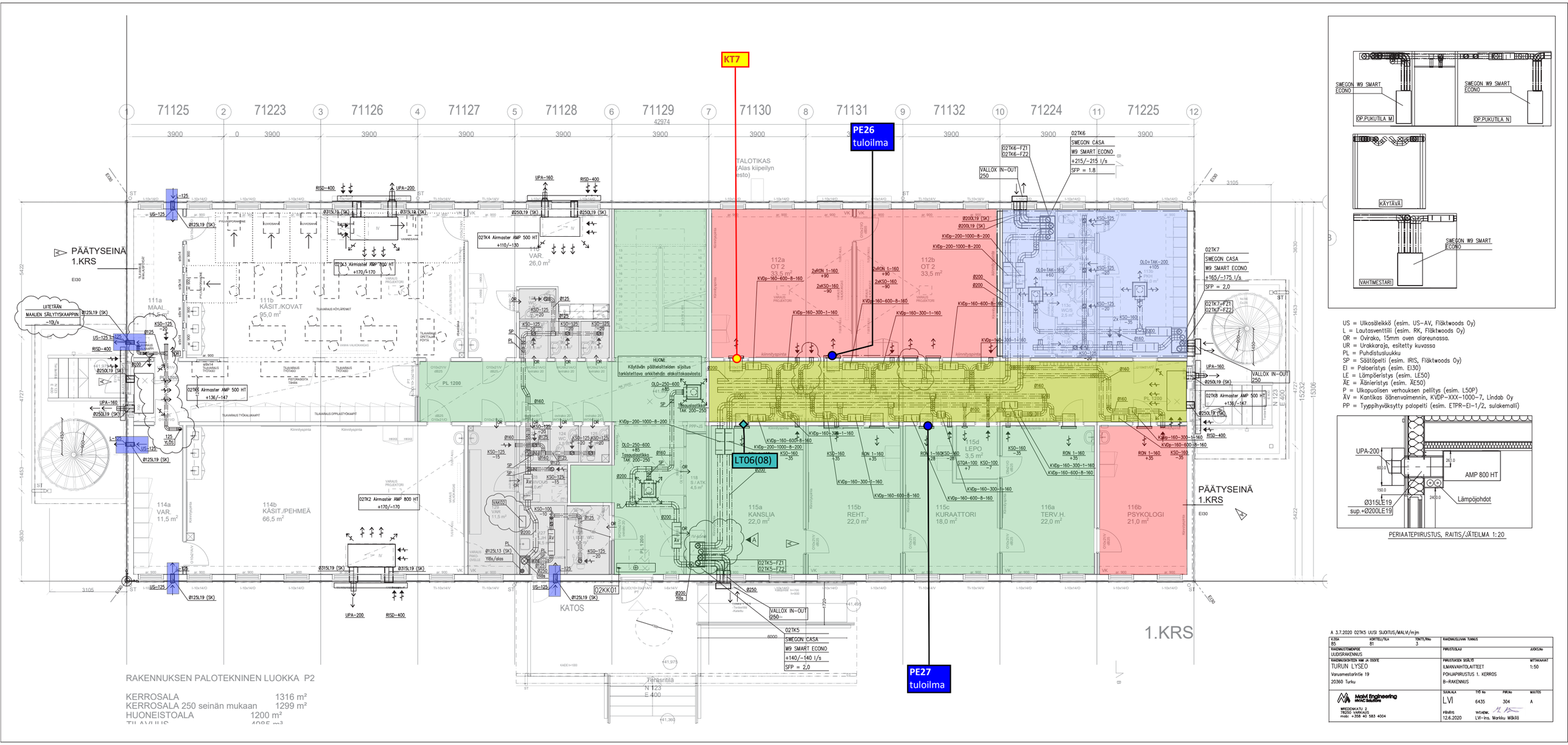
Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
Sisäilmatutkimukset
B-rakennus, 2. KRS, uusi IV





PROJEKTI BS	KORTTELI/TILA 81	TONTTI/Rno 3	MUUTOKSEN MERKINTÄ
RAKENNUSTUNNUS MUUTOS		PIIRUSTUKSET LVI-JÄRJESTELMÄT	JOKOLKo -
RAKENNUSTEN NIMI JA OSOITE TURUN LYSEO Varusmestarintie 19 20360 Turku		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO B-RAKENNUS 2. KERROS	MITTAKAAVAT 1:50
PI PRO INSSIT Pro-Insslt Oy Korkeakoulukatu 1 33720 Tampere		Hallin. tiln. [m²] Kiinteistön tilavuus [m³] Kiinteistö [m²] Rakennuksen ja rist Rakenne [m²] Rakenne [m³]	
PIIRTÄJÄ JS	Suunnittelija JS	Työnumero	
Pvm 02.02.2024	Vastuullinen suunnittelija Ilmanvaihtoinsinööri AIK	Suunnittelualue LVI	PIIR.No 302B
			MUUTOS .

Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
B-rakennus, 1. KRS, alkuperäinen IV



US = Ulkosäleikkö (esim. US-AV, Fläktwoods Oy)
L = Lautasventtiili (esim. RK, Fläktwoods Oy)
OR = Ovirako, 15mm oven alareunassa.
UR = Urakkaraja, esitetty kuvassa
PL = Puhdistusluukku
SP = Säätöpelti (esim. IRIS, Fläktwoods Oy)
EI = Paloeristys (esim. EI30)
LE = Lämpöeristys (esim. LE50)
ÄE = Äänieristys (esim. ÄE50)
P = Ulkopuolisen verhouksen pellitys (esim. L50P)
ÄV = Kanavan äänenvaimennin, KVDP-XXX-1000-7, Lindab Oy
PP = Tyyppihyväksytty palopelti (esim. ETPR-EI-1/2, sulakemalli)

PERIAATEPIIRUSTUS, RAITIS/JÄTEILMA 1:20

A 3.7.2020 02TK5 UUSI SIJOITUS/MALV/mjm

KOSKA	KORTTELI/TILA	TONTTI/Nro
85	81	3

RAKENNUSTOIMENPIDE: UUDISRAKENNUS
RAKENNUKSEN NIMI JA OSOITE: TURUN LYSEO, Varusmestarintie 19, 20360 Turku
RAKENNUSLUVAN TUNNUS
PIIRUSTUSLAJI: ARKKI.No
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ: ILMANVAIHTOLAITTEET, POHJAPIIRUSTUS 1. KERROS, B-RAKENNUS
MITTAKAAVAT: 1:50

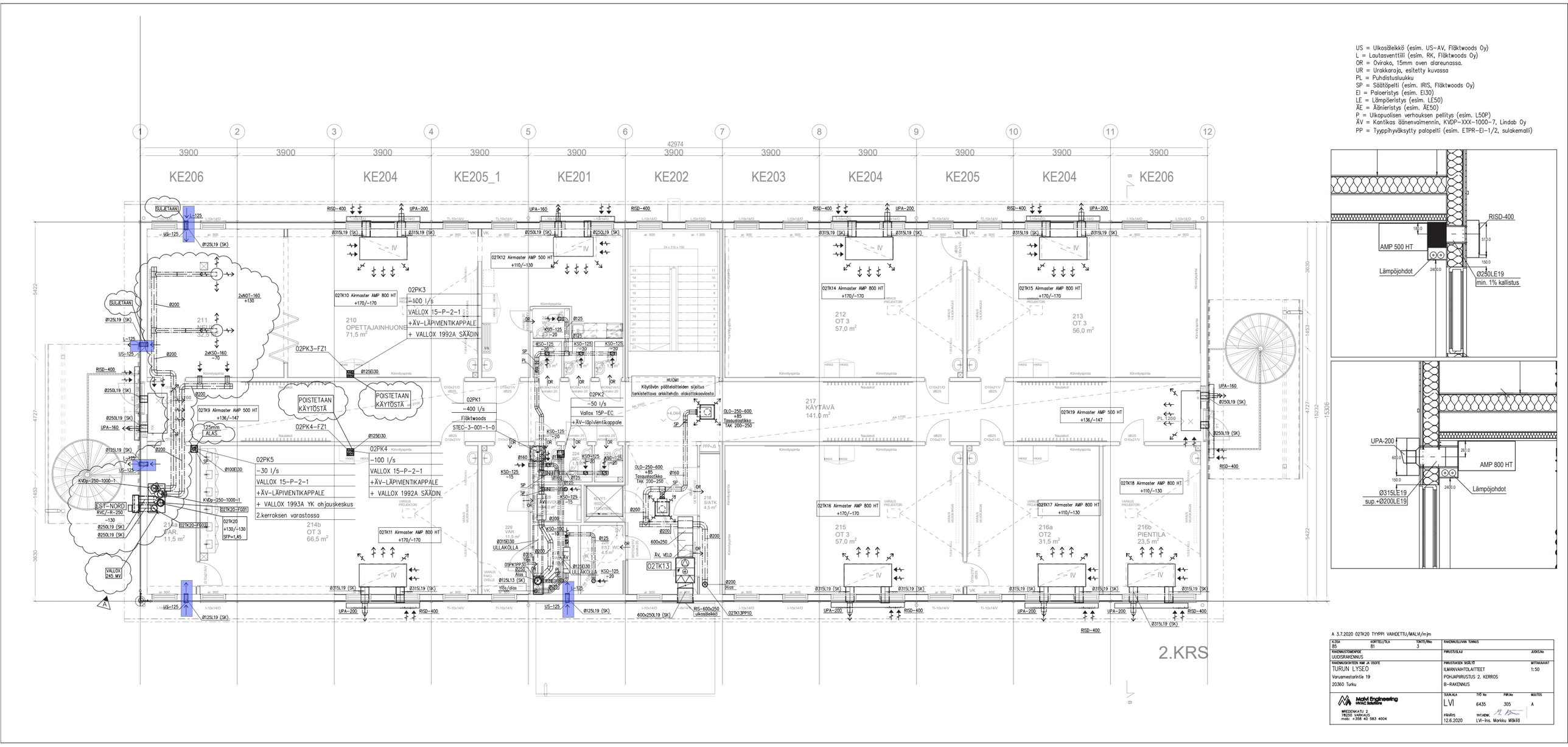
Motiv Engineering HVAC Solutions
Wredenkatu 2, 78250 VARKAUS, mobi: +358 40 583 4004

SUUNNL	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
LVI	6435	304	A

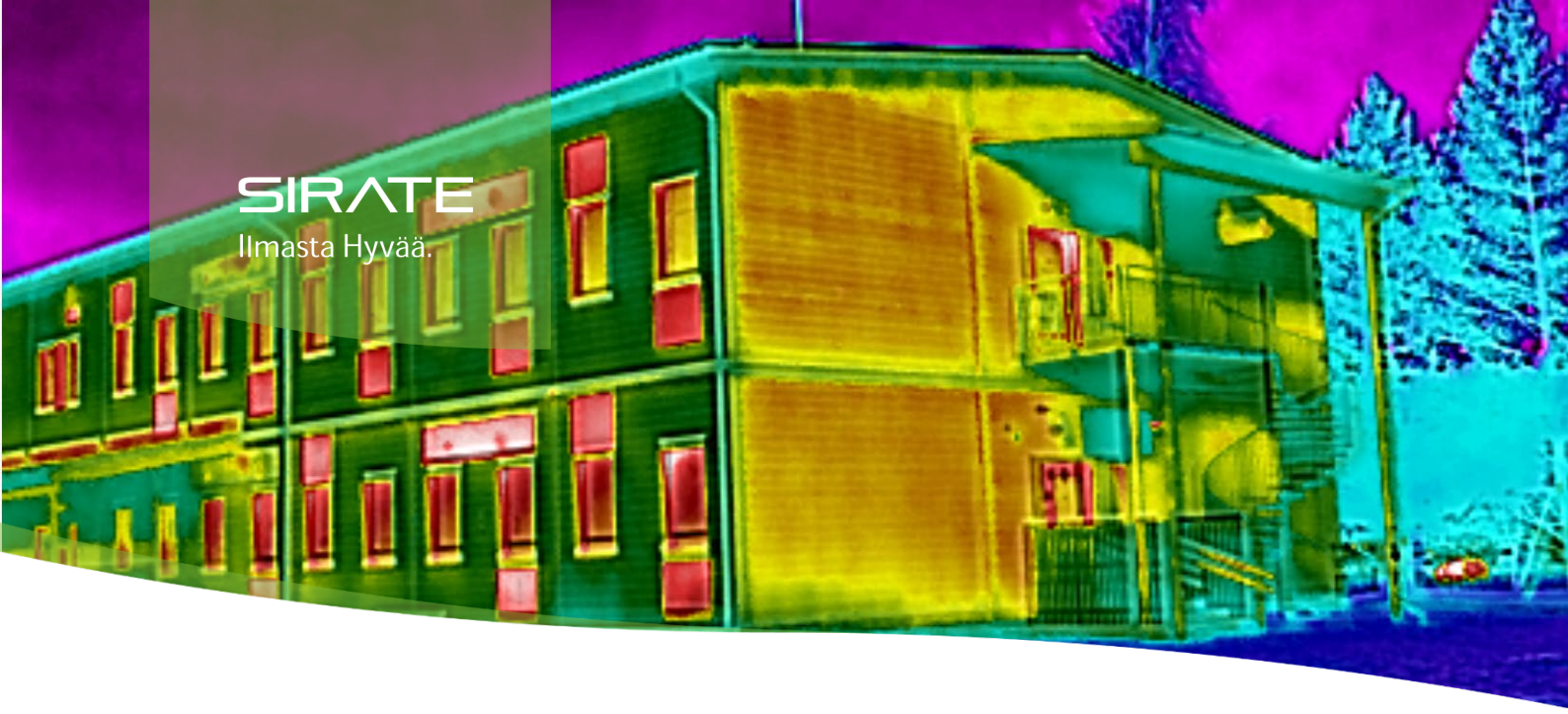
PÄIVÄYS 12.6.2020 | YHTEYH. LVI-ins. Markku Mäkitö

Vanhat IV-läpiviennit, vrt. lämpökuvat, Liite 4.4

Liite 3. Ilmanvaihdon palvelualueet
B-rakennus, 2. KRS, alkuperäinen IV



Vanhat IV-läpiviennit, vrt. lämpökuvat, Liite 4.4



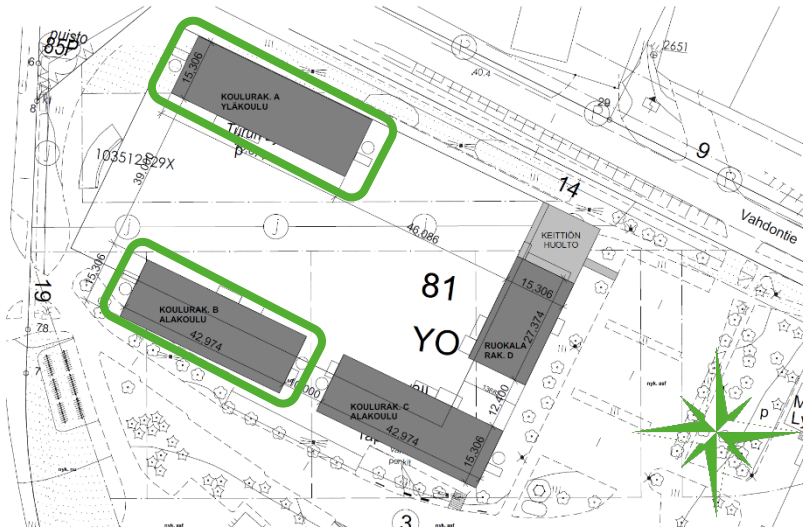
SIRATE
Ilmasta Hyvää.

Liite 4. Lämpökuvausraportti

Ilmavuotokartoitus lämpökuvauksella

Turun Lyseon koulu, A- ja B-rakennukset

Varusmestarintie 19
20360 TURKU



3.4.2025
Projektinumero: 8171

Sirate Group Oy
www.siratегroup.fi
etunimi.sukunimi@siratегroup.fi
Y-tunnus 2496984-4

Tampere
Tampereentie 495
33880 Lempäälä
Puh. 046 851 4392

Turku
Lemminkäisenkatu 59
20520 Turku
Puh. 046 850 5088

Kuopio
Oppipojankuja 4
70780 Kuopio
Puh. 040 089 7727

Jyväskylä
Sepelitie 15
40320 Jyväskylä
Puh. 050 359 5837

Helsinki
Kaupintie 2
00440 Helsinki
Puh. 050 541 994

Sisällysluettelo

1 Yleistiedot 3
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite 3
1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus 3
2 Tutkimukset 4
2.1 Tutkimusmenetelmät ja kalusto 4
2.2 Toimenpiderajat 5
2.3 Raportoitavat poikkeamat 5
2.4 Olosuhteet tutkimusten aikana 5
3 Tulokset ja toimenpidesuositukset 6
Allekirjoitukset 7
Liitteet 7
Kirjallisuus 7

1 Yleistiedot

Tutkimuskohde
Turun Lyseon koulu, A- ja B-rakennukset
Varusmestarintie 19, 20360 TURKU

Rakennusvuosi: 2020 (nykyisellä paikalla, elementit aiemmin käytössä 2016 alkaen)
Kerrosala: A-rakennus 1435 m^2; B-rakennus 1316 m^2
Tilavuus: A-rakennus 5460 m^3; B-rakennus 4985 m^3

Tilaaja
Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija
p. 040 489 4574
urun kaupunki, tilapalvelut
Linnankatu 90 E, 20100 TURKU

Muut yhteyshenkilöt
Janne Järvinen, tekninen isännöitsijä, Parmaco Oy

Tutkimusten vastuuhenkilö
Vesa Koskinen, projektijohtaja, FT
rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Sirate Group Oy, Lemminkäisenkatu 59, 20520 TURKU
vesa.koskinen@siratегroup.fi, p. 040 648 2244

Tutkimushenkilöt
Vesa Koskinen, Suvi Kajanen, Ville Norri, Sirate Group Oy

Tutkimuksen ajankohta
Lämpökuvaus kohteessa tehtiin 24.1.2025

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

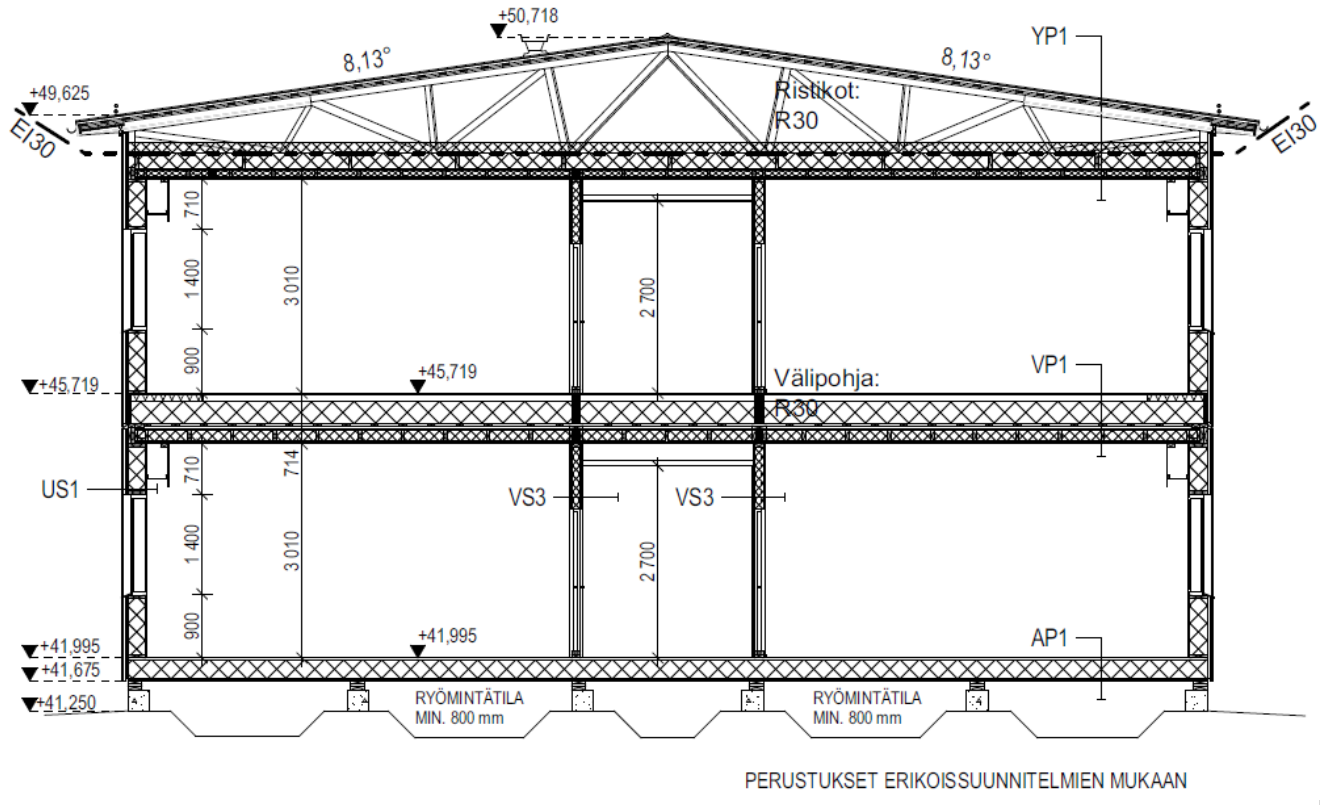
Lämpökuvaus tehtiin laajan kuntotutkimuksen yhteydessä rakenteellisten ilmavuotojen paikantamiseksi. Ilmavuotojen merkityksen arviointia varten tilat alipaineistettiin erillisellä puhaltimella ulkoilmaan nähden 10 Pa alipaineisiksi, mikä poikkesi hieman käyttötilanteen olosuhteista. Tämän vuoksi lämpötilaindeksejä ei verrata Asumisterveysasetuksen toimenpiderajoihin.

1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus

Turun Lyseon koulun väistötiloina on vuodesta 2020 toiminut neljä siirtokelpoista tilaelementtiä, joista tämä tutkimussuunnitelma koskee kahta (Rakennukset A ja B). Tilaelementit ovat valmistuneet vuonna 2016 ja toimineet toisessa paikassa ennen siirtoa nykyisille paikoilleen. Kummassakin rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa alkuperäiset tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet korvattiin vuodenvaihteessa 2023–24 keskitetyllä järjestelmällä B-rakennuksen hallinnon tiloja lukuun ottamatta.

Pääasialliset rakenneratkaisut

Rakennukset on perustettu ryömintätilaisena routimattomalle maapohjalle betonisten perustuspalkkien varaan (kuva 1). Rakennusten ala-, väli- ja yläpohjat ovat kertopuurunkoisia ja lämmöneristeenä on mineraalivilla. Suun-Rakennesuunnitelmien mukaan levypintaiset yläpohjatasot toimivat vaakapalkkeina, jotka siirtävät vaakavoimat pystyjäykisteinä toimiville levypintaisille ulko- ja väliseinille. Ulko- ja väliseinät ovat puurunkoisia kipsilevyseiniä, julkisivut puupaneloituja. Tarkemmat tiedot on esitetty kuntotutkimusraportissa.



Kuva 1. Rakennuksen leikkauskuva.

2 Tutkimukset

2.1 Tutkimusmenetelmät ja kalusto

Ulkovaipan erityyppisten liitosrakenteiden (seinä- ja lattialiitokset, ikkuna-seinäliitokset, seinä-kattoliitokset, läpiviennit) tiiveyttä tarkasteltiin lämpökameralla. Kuvakset tehtiin RT 14 11239 -ohjekorttia (Rakennuksen lämpökuvaus) (1) ja opasta (2) hyödyntäen. Lämpökuvat on esitetty raportin liitteenä 1 ja kuvauspaikat liitteen 2 pohjakuvassa.

Lämpökuvauksessa käytettiin seuraavaa kalustoa:

- lämpökamera: Flir T600bx (resoluutio 172 800 pikseliä, erottelukyky < 0,04 °C)
- Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin reaaliaikaisesti Flir MR77 -mittausanturilla. Lämpökameran parametrit asetettiin ensimmäisen tutkittavan tilan mittausten perusteella ja niitä säädettiin, mikäli olosuhteissa havaittiin oleellisia muutoksia tilojen välillä.

2.2 Toimenpiderajat

Asumisterveysasetuksessa (3) ja sen soveltamisohjeessa (4) annetut toimenpiderajat ja lämpöindeksit on esitetty taulukossa 2 ja taulukossa 3 on esitetty rakennuksen mitatun alipaineen vaikutus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin. Koska kuvaus tehtiin ensisijaisesti ilmavuotojen paikantamiseksi tehostetussa alipaineessa ei tuloksia voida verrata suoraan toimenpiderajoihin.

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat ja lämpöindeksi (4).

Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötila-indeksi TI
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella - lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	+20 °C…+32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella - palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+20 °C…+30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+11 °C	61

2.3 Raportoitavat poikkeamat

Lämpökuvauksessa havaitut selkeät poikkeamat, jotka vaikuttavat oleellisesti lämpöviihtyvyyteen, rakennuksen tai rakenteiden toimivuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen tai rakenteiden vaurioitumiseen, on aina raportoitava ja esitettävä niiden korjaamista tai lisätutkimuksia. Tällaisia poikkeamia ovat mm.

- eristeiden puuttuminen, eristysvirheet, ilmansulun vuodot, suuret pintalämpötilojen poikkeamat
- ilmavuodot sisätiloista rakenteisiin
- ilmavuodot sisätiloihin, joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan (radon ja mikrobit)
- laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- kosteusvaurioepäilyt
- talotekniikan mahdolliset viat ja puutteet.

Rakennuksissa voi ilmetä myös muita paikallisia poikkeamia, jotka analysoidaan tapauskohtaisesti. Normaalissa sisäpuolelta tehdyssä lämpökuvauksessa poikkeamista lasketaan lämpötilaindeksi tulosten tulkinnan helpottamiseksi.

2.4 Olosuhteet tutkimusten aikana

Ulkoilman lämpötila vaihteli tutkimuksen aikana välillä +2…+3 °C, keli oli pilvinen (8/8) ja tuuli etelän suunnasta n. 3 m/s. Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoaseman (Turku Artukainen) mukaan tutkimusta edeltäneen 12 tunnin aikana ulkoilman lämpötila vaihteli välillä 0…+3 °C ja keli oli pilvinen (7–8/8).

Sisäilman lämpötila oli lämpökuvauksen aikana n. +19…+23 °C ja suhteellinen kosteus 28–35 %RH. Rakennus oli kuvaushetkellä tyhjillään, mutta ilmanvaihto oli normaalissa käyttötilassa. Rakennuksessa tehdyn viikon mittaisen olosuhdeseurannan perusteella sisäilman olosuhteet kuvaushetkellä vastasivat nykyisiä käyttöolosuhteita, vaikka huonelämpötila alitti selvästi Asumisterveysasteuksen toimenpiderajan.

Paine-eroksi ulkovaipan yli asetettiin erillisellä puhaltimella 10 Pa (alipaineinen ulkoilmaan) ja paine-ero mitattiin seurantamittauksiin useasta mittauspisteestä rakennusten eri kerroksista.

3 Tulokset ja toimenpidesuositukset

Lämpökuvauksen tuloksista voidaan todeta seuraavaa:

1. Useassa tilassa huonelämpötilat olivat matalat, alle Asumisterveysasetuksessa sallitun. Kylmissä tiloissa oli vain osa lämpöpattereista toiminnassa.
2. Merkittävimmät ilmavuotoreitit havaittiin wc-tilojen tiivistämättömistä putkiläpivienneistä välipohjaan.
3. Elementtisaumat olivat pääosin tiiviit. Havaituissa ilmavuotokohdissa joko puuttui höyrynsulkuteippi tai se oli revennyt.
4. B-rakennuksessa oli usea vanha korvausilmaventtiili/käytöstä poistettu ilmanvaihdon läpivienti, jonka tiiviys ja lämmöneristys oli heikko.

Taulukko 2. Yhteenveto lämpökuvaushavainnoista ja korjausehdotuksista

Kuva	Tila	Havainnot	Korjausehdotus
A-rakennus			
1	Useat tilat, erityisesti A116	Matala huonelämpötila, osa pattereista kylmiä	Lämpötilan nosto, patterien toiminnan ja asetusten tarkastus ja säätö
1, 2	A116, A115	Vähäinen ilmavuoto elementtisaumasta	
3	A114a	Vähäinen ilmavuoto ikkunaliittymästä	
B-rakennus			
1, 14	B117, B114a	Ilmavuodot läpivienneistä	Läpivientien tiivistys
2,10,20	B116b, B129, B111a	Ilmavuoto rakenneliittymästä	Liittymien tiivistys
3, 23	B116b, B111b	Ilmavuodot putkikotelosta	Ilmavuotojen tiivistyskorjaukset
4	B116a	Ilmavuotoa viemäriläpiviennistä	Läpivientien tiivistys
5,11,15, 19, 30	B115a,B129, B111b, B111a, B211	Ilmavuoto ikkunan tiivistevälistä	Ikkunan toiminnan ja tiivisteen tarkastus ja korjaus
6, 7, 12, 21, 24, 25, 33	B112a,B117, B114b, B111b,B110,B112b, B216b	Ilmavuoto elementtisaumasta	Sauman tiivistyskorjaus
8,9	B126, B125	Ilmavuotoa välipohjasta	Ilmavuotojen tiivistyskorjaukset
12,19,21	B114b, B111b	Matala huonelämpötila, osa pattereista kylmiä	Lämpötilan nosto, patterien toiminnan ja asetusten tarkastus ja säätö
13, 17, 18, 28, 31	B114a,B111a,B214b B211	Vanhan korvausilmaventtiilin tulppaus lämmöneristämätön	Lämmöneristys ja läpiviennin tiivistys
27	B214b	Jäähtynyt alue yläpohjassa	Rakenteen toteutuksen tarkastaminen
29, 32	B217	Ilmavuotoa oven tiivistevälistä	Tiivisteiden tarkastus ja/tai kunnostus

Allekirjoitukset

Turku 3.4.2025
Sirate Group Oy



Vesa Koskinen
projektijohtaja, FT
Rakennusten lämpökuvaaja C-27326-25-23
Rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15

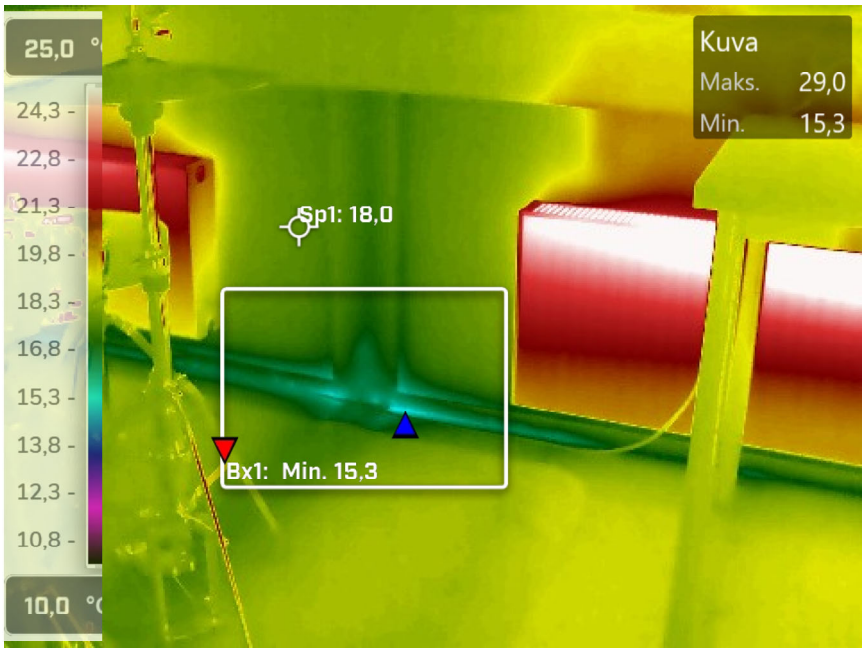
Liitteet

L4.1	Lämpökuvauksen mittausraportti, A-rakennus
L4.2	Pohjakuvat, lämpökuvien paikat, A-rakennus
L4.3	Lämpökuvauksen mittausraportti, B-rakennus
L4.4	Pohjakuvat, lämpökuvien paikat, B-rakennus

Kirjallisuus

1. **RT 14-11239.** *Rakennuksen lämpökuvaus.* Rakennustieto Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2016.
2. **Paloniitty 2015.** *Lämpökuvaus rakentamisessa.* Paloniitty S, Paloniitty J, Haimilahti J. Rakennustieto 2015.
3. **Asumisterveysasetus 2015.** *Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.* Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.
4. **Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016.** Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Valvira, 2016. Dnro 2731/06.10.01/2016.

Kohde/Huone: A116 Musiikki



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	15,3 °C
Alueen keskiarvo	17,7 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	29,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 1 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

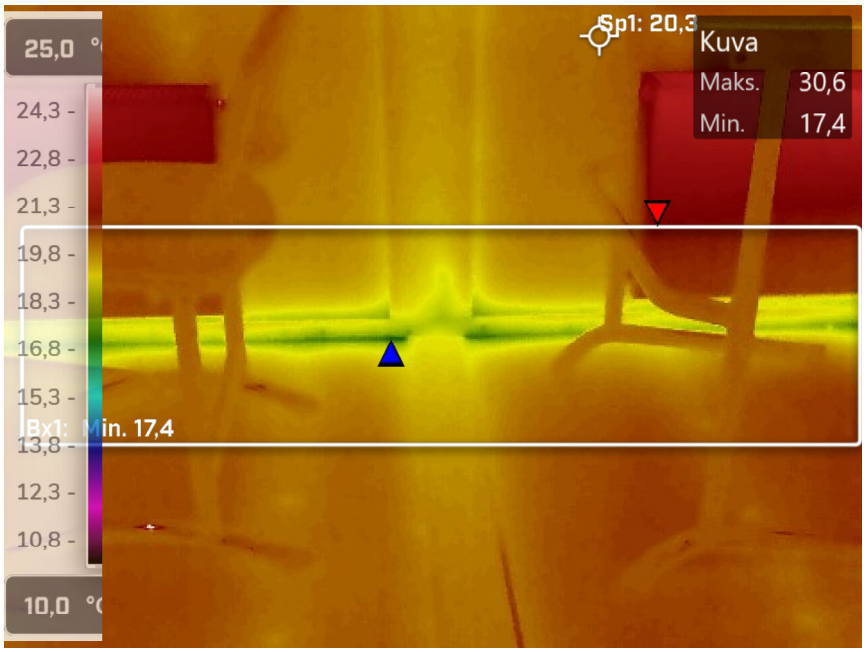
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**62**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**64**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Huonelämpötila on poikkeavan matala (+19 C). Lämmityspatterien lämpötilat matalia ja poikkesivat toisistaan. Lämpötilaa tulee nostaa, suositellaan tarkistamaan termostaattien toiminta ja asetukset.
Vähäinen ilmavuoto elementtisaumasta.

Kohde/Huone: A115



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,3 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	17,4 °C
Alueen keskiarvo	20,0 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 2 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

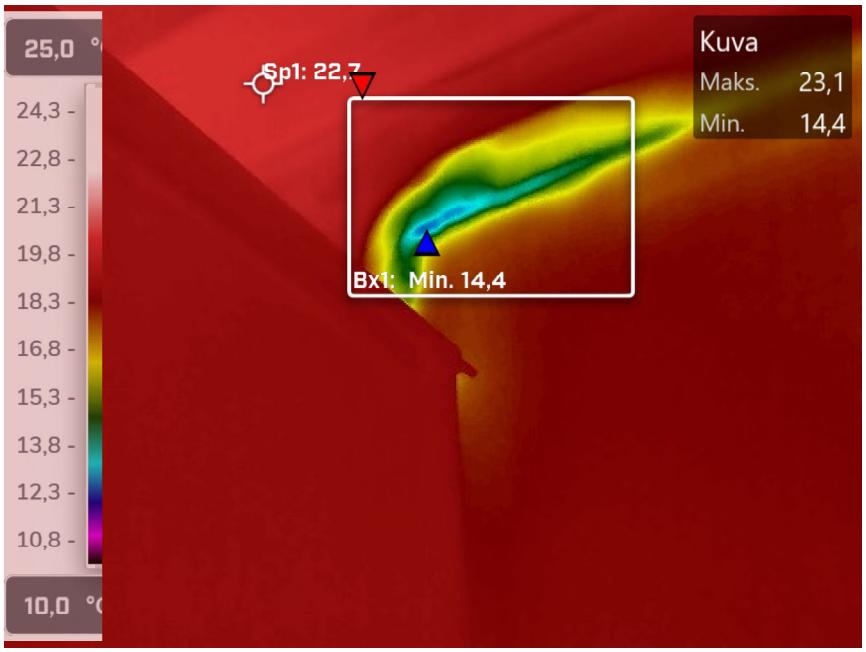
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**72**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**74**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Erittäin vähäistä ilmavuotoa lattianrajasta - ei korjaustarvetta.

Kohde/Huone: 114a FY/KE



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	22,7 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	14,4 °C
Alueen keskiarvo	20,1 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	23,0 °C
Sisäilman lämpötila	23,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 3 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

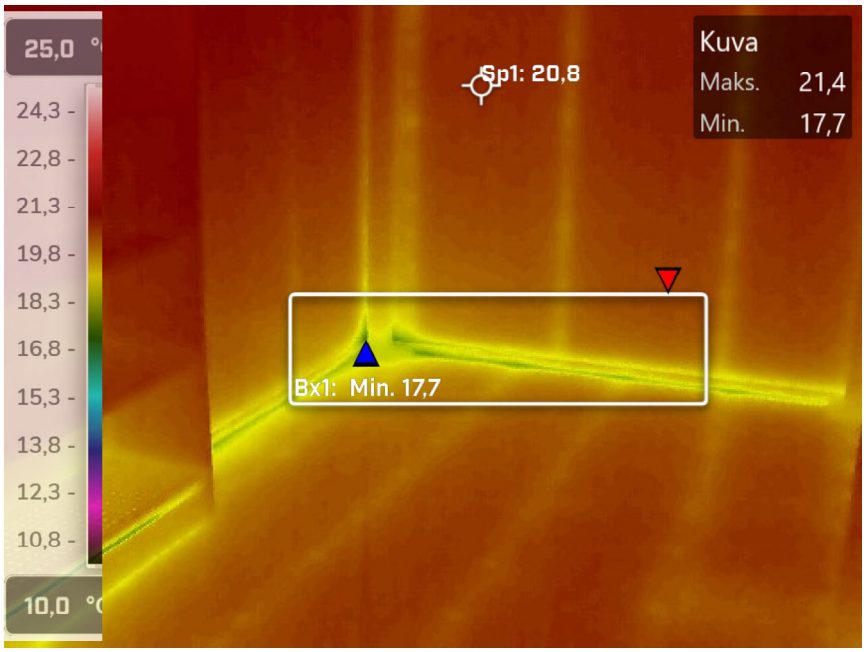
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**57**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**60**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vähäinen ilmavuoto ikkunaliittymästä.

Kohde/Huone: Porrashuone



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	17,7 °C
Alueen keskiarvo	19,9 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	23,0 °C
Sisäilman lämpötila	23,0 °C
Suhteellinen kosteus	35,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 4 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

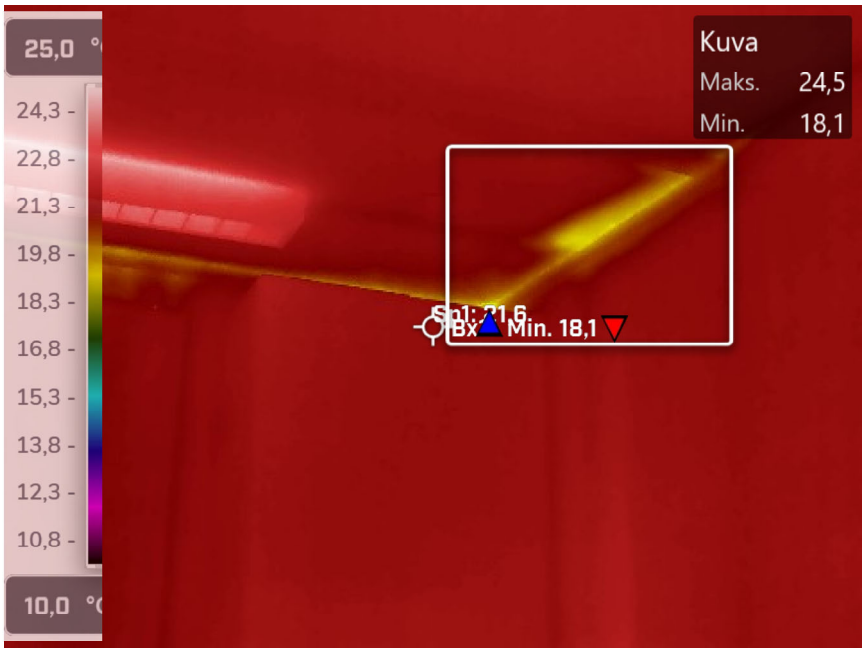
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**74**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**76**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

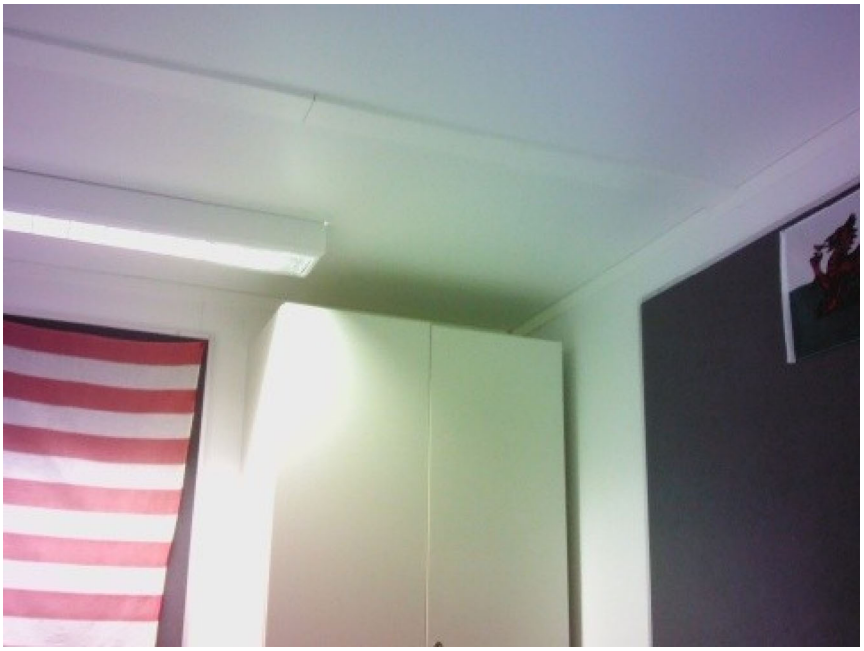
Merkityksetön ilmavuoto lattianrajasta - ei korjaustarvetta.

Kohde/Huone: A213



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	18,1 °C
Alueen keskiarvo	21,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	23,0 °C
Sisäilman lämpötila	23,0 °C
Suhteellinen kosteus	35,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 5 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

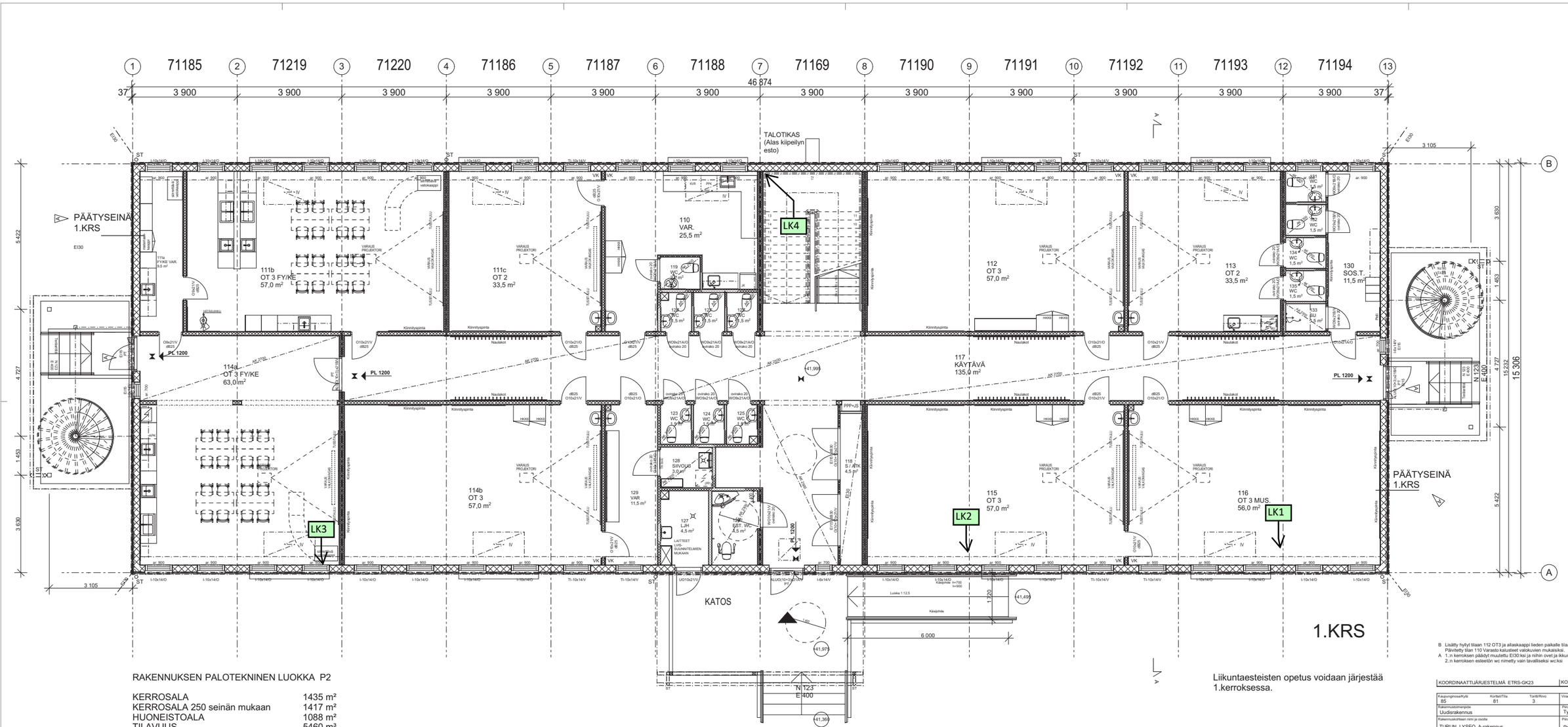
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**75**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**78**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Merkityksetön ilmavuoto ulkoseinän ja yläpohjan liittymästä - ei korjaustarvetta.

Liite 4.2. Lämpökuvauspaikat
A-Rakennus, 1. krs



RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN LUOKKA P2

KERROSALA	1435 m²
KERROSALA 250 seinän mukaan	1417 m²
HUONEISTOALA	1088 m²
TILAVUUS	5460 m³

Liikuntaesteisten opetus voidaan järjestää 1.kerroksessa.

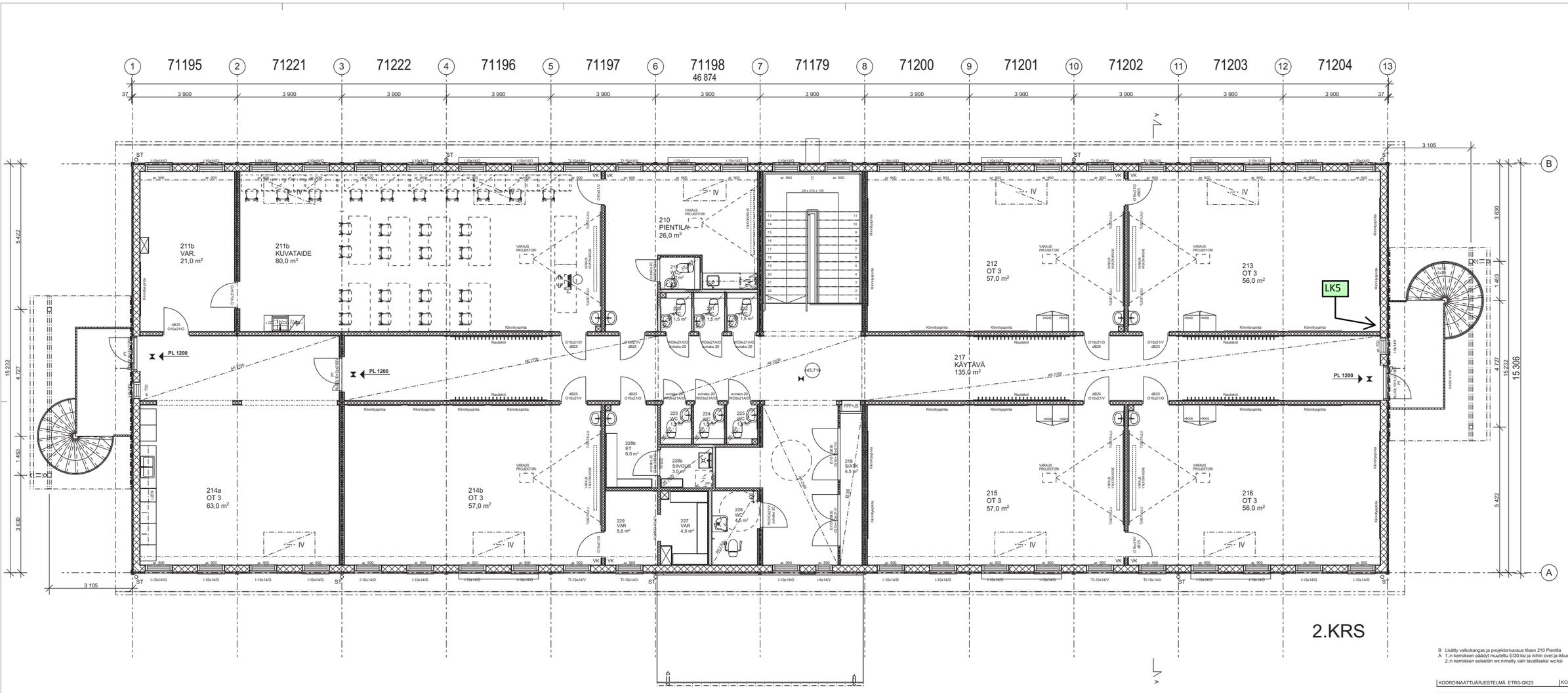
B	Lisätty hyllyt tilaan 112 OT3 ja aliaskaappi lieden paikalle tilaan 114a OT3 Fy/Ke. Päivitetty tilan 110 Varasto kalusteet valokuvien mukaisiksi.	11.06.2020 PKo
A	1.:n kerroksen päädyt muutettu EI30:ksi ja niihin ovet ja ikkunat EI15:ksi. 2.:n kerroksen esteetön wc nimetty vain tavalliseksi wc:ksi	5.6.2020 KK

KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK23 | KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Kaupunginosa/Kylä: 85	Kortteli/Tila: 81	Tontti/Rivno: 3	Viranomaisten arkistoinnissa käytettävä merkintä varten
Rakennustoimenpide: Uudisrakennus			Piirustuslaji: Työpiirustus — Juoksevia nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite: TURUN LYSEO, A-rakennus Varusmestarintie 19 20360 TURKU			Piirustuksen sisältö: Pohja 1. kerros — Mittakaava: 1:50
PARMACO Oy Haarlankatu 4 F (PL 50) 33231 TAMPERE Puh. 020 734 0011	Suunnittelija / Piirtäjä: Kari Kurkinen (RA) / PKo Tampere 12.05.2020		Työnumero - Pinnustusnumero: 6435 - A101 — ARK — Muutos: B

Keskikoulu_Mansikkala2

Liite 4.2. Lämpökuvauspaikat
A-Rakennus, 2. krs



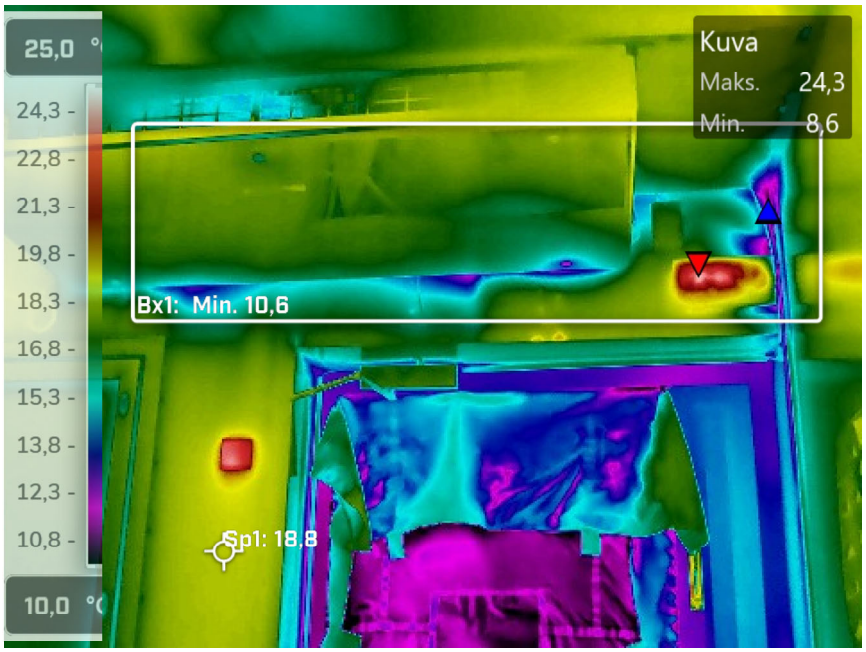
B Lisätty valkokangas ja projektorivaraus tilaan 210 Pientila — 11.06.2020 PKo
A 1.:n kerroksen päädyt,muutettu EI30:ksi ja niihin ovet ja ikkunat EI15:ksi. 5.6.2020 KK
2.:n kerroksen esteetön wc nimetty vain tavalliseksi wc:ksi

KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK23 | KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Kaupunginosa/Kylä: 85	Kortteli/Tila: 81	Tontti/Rivno: 3	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten
Rakennustunnuspiste: Uudisrakennus			Pirustustaso: Työpiirustus — Juoksevia nro
Rakennuskohtteen nimi ja osoite: TURUN LYSEO, A-rakennus, Varusmestarintie 19, 20360 TURKU			Pirustuksen sisältö: Pohja 2. kerros — Mittakaava: 1:50
PARMACO Oy, Haarlankatu 4 F (PL 50), 33231 TAMPERE, Puh. 020 734 0011	Suunnittelija / Piirtäjä: Kari Kurkinen (RA) / PKo, Tampere 12.05.2020		Työnumero - Pirustusnumero: 6435 - A102 — ARK, Muutos: B

Keskikoulu_Mansikkala2

Kohde/Huone: B117 Käytävä



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	10,6 °C
Alueen keskiarvo	17,3 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 1 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

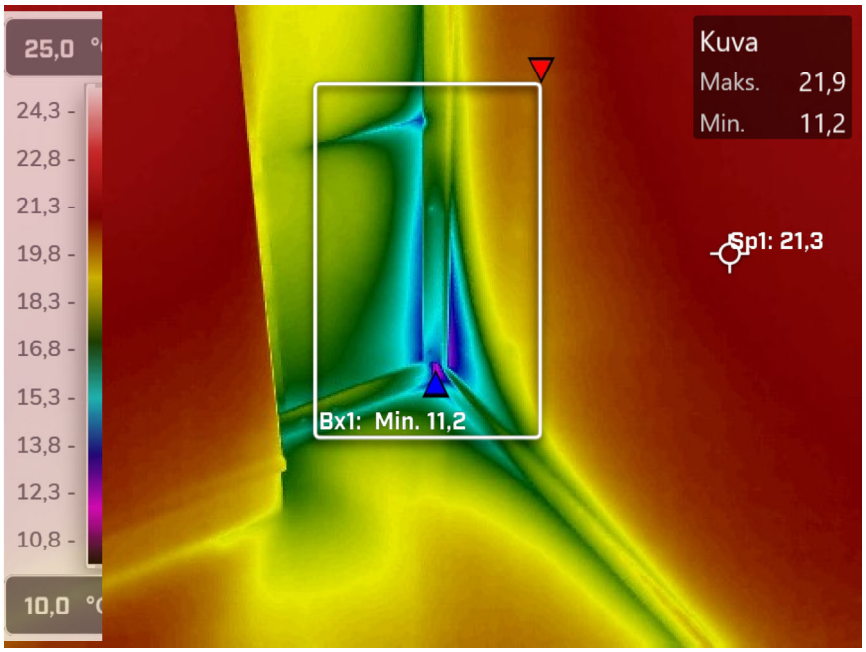
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**44**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**47**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ulkoseinän ja yläpohjan liittymästä sekä alkuperäisen ilmanvaihtokoneen läpivienneistä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B116b Psykologi



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,3 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	11,2 °C
Alueen keskiarvo	17,7 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 2 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

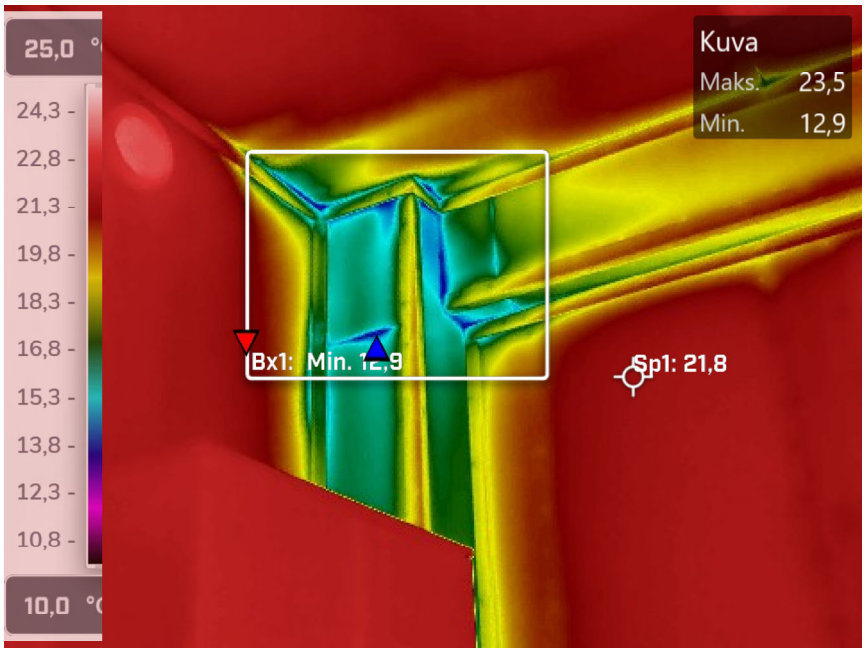
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**46**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**48**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ulko- ja väliseinän liittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B116b Psykologi



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,9 °C
Alueen keskiarvo	17,9 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	22,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 3 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

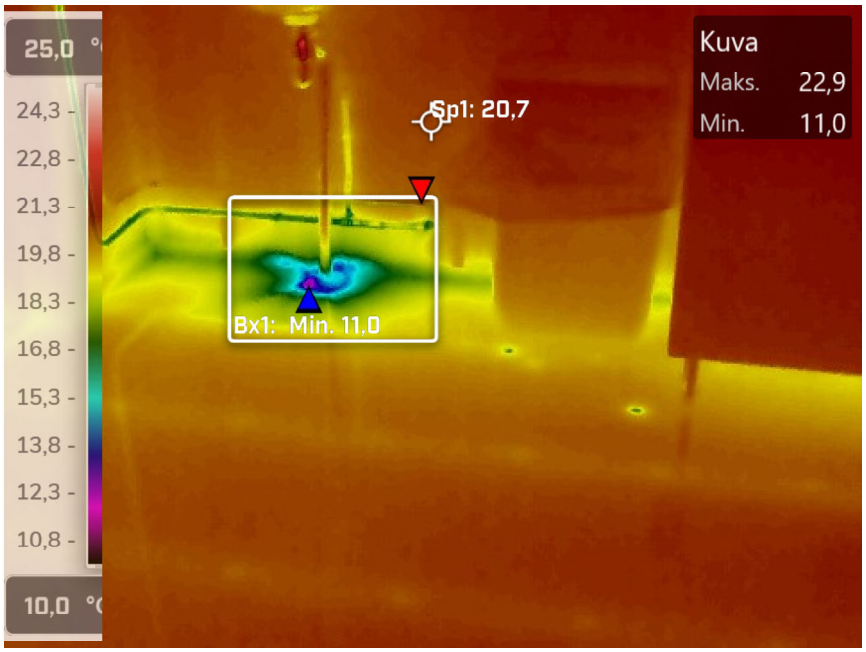
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**52**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**55**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa putkikotelosta ja sen liitoksesta välipohjaan. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: 116a Terv.h.



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,7 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	11,0 °C
Alueen keskiarvo	18,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 4 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

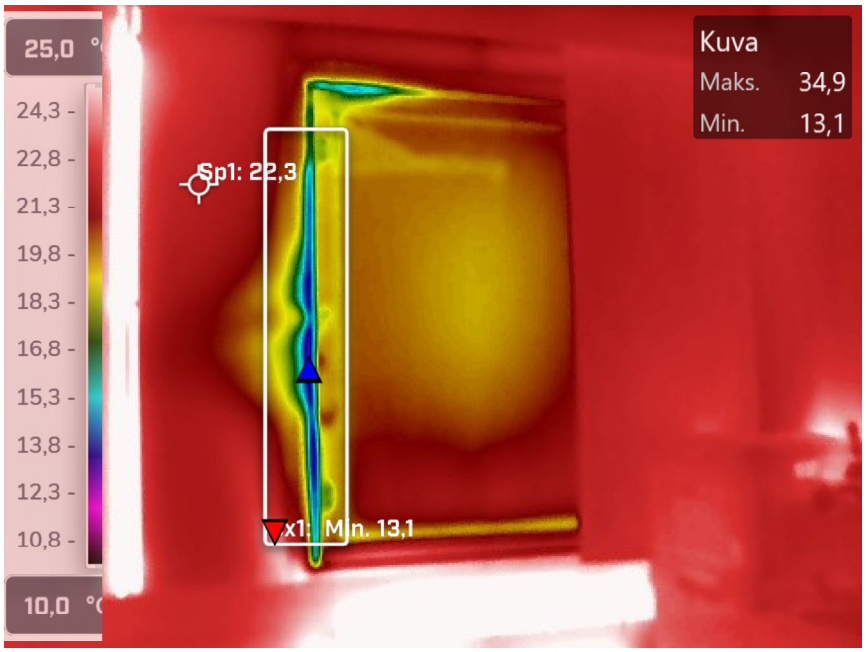
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**44**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**47**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa viemäriliittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B115a Kanslia



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	22,3 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	13,1 °C
Alueen keskiarvo	19,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	0,00 m
Heijastunut lämpötila	22,0 °C
Sisäilman lämpötila	22,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 5 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

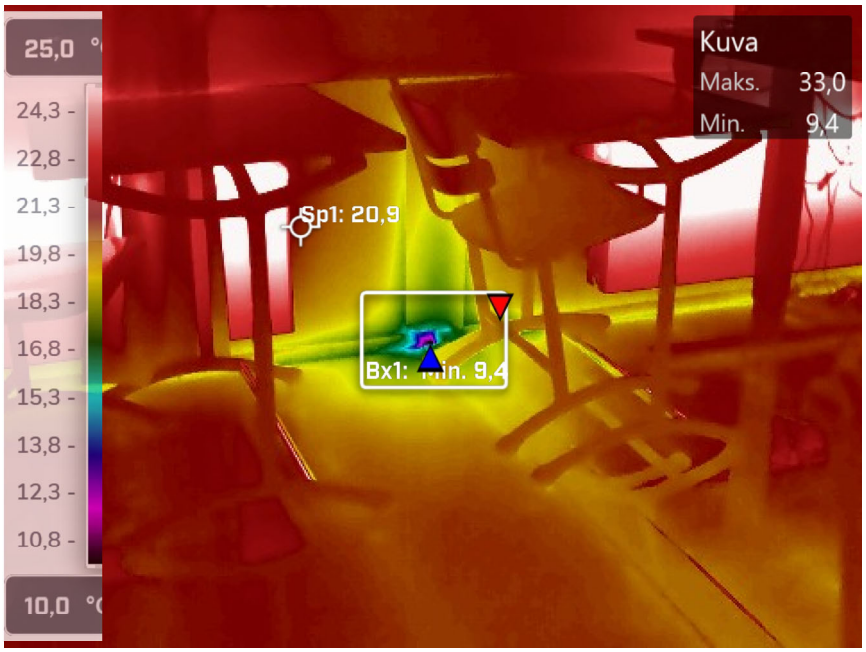
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**53**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**56**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ikkunan tiivistevälistä. Ikkuna ei sulkeudu kunnolla. Ikkunan sulkumekanismi tulee korjata.

Kohde/Huone: B112a



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,4 °C
Alueen keskiarvo	18,4 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 6 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

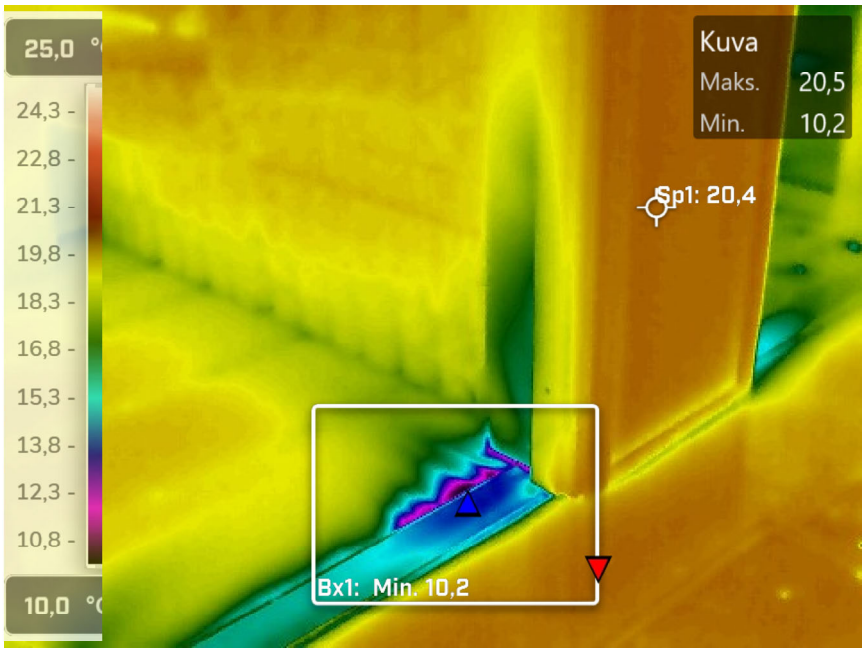
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**35**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**38**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Voimakas, pinta-alaltaan pieni ilmavuoto elementtisaumasta. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B117 Sisääntuloaula



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,4 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	10,2 °C
Alueen keskiarvo	17,7 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 7 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

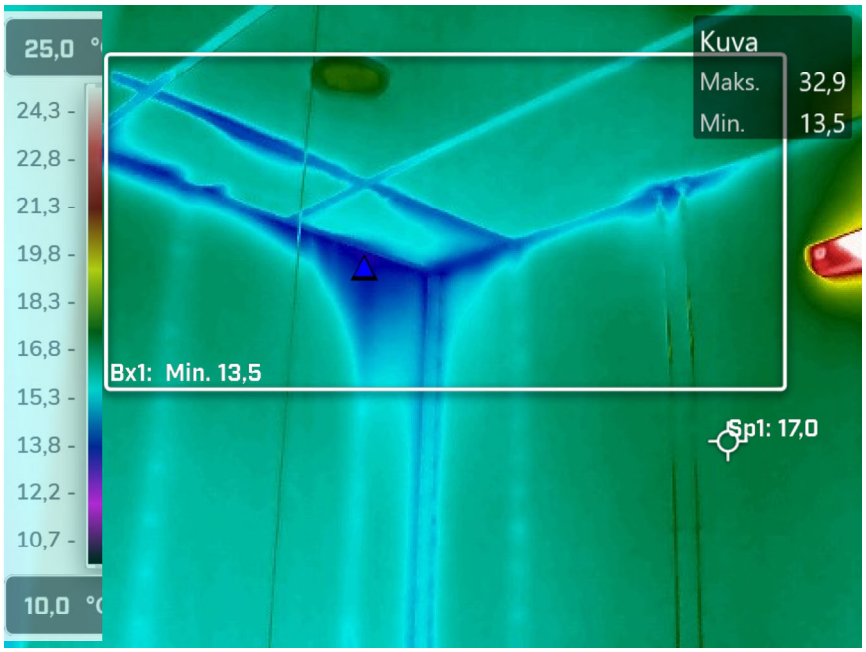
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**40**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**42**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa elementtisaumasta. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B126



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	17,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	13,5 °C
Alueen keskiarvo	16,3 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	18,0 °C
Sisäilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	35,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 8 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

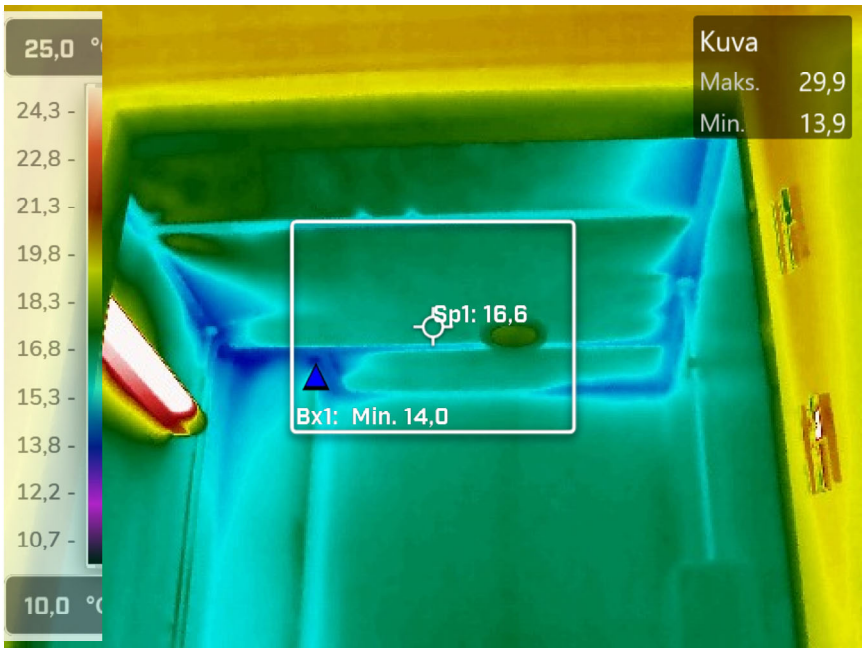
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**70**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**72**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

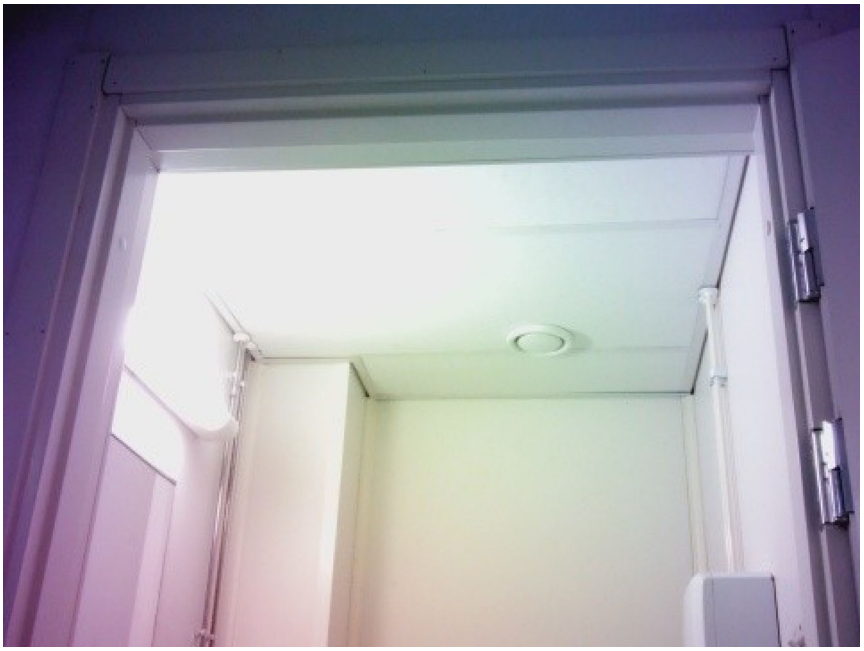
Ilmavuotoa välipohjasta alakaton päälle. Ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.

Kohde/Huone: B125



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	16,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	14,0 °C
Alueen keskiarvo	16,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 9 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

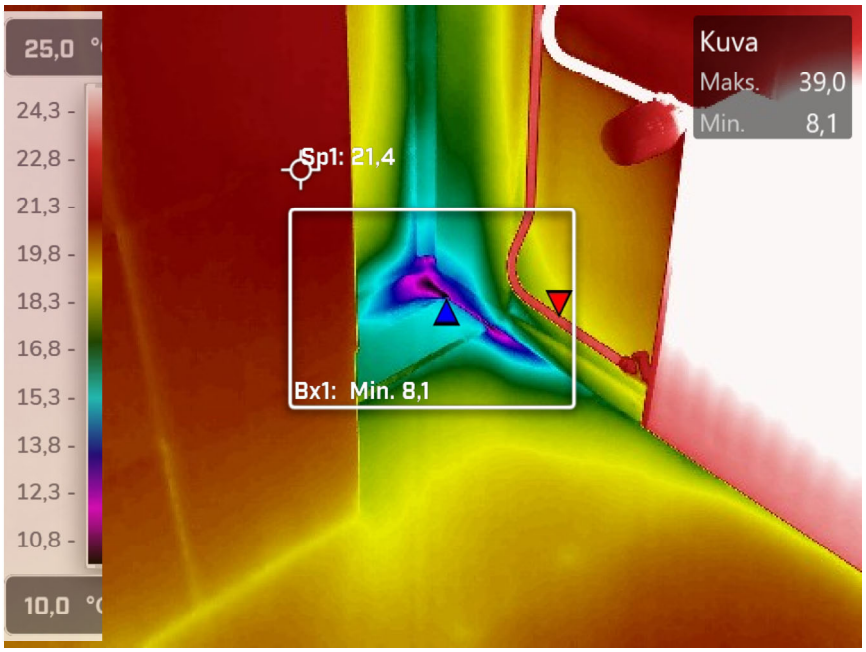
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**69**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**71**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa välipohjasta alakaton päälle. Ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.

Kohde/Huone: B129 Varasto



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,4 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,1 °C
Alueen keskiarvo	17,8 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 10

Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

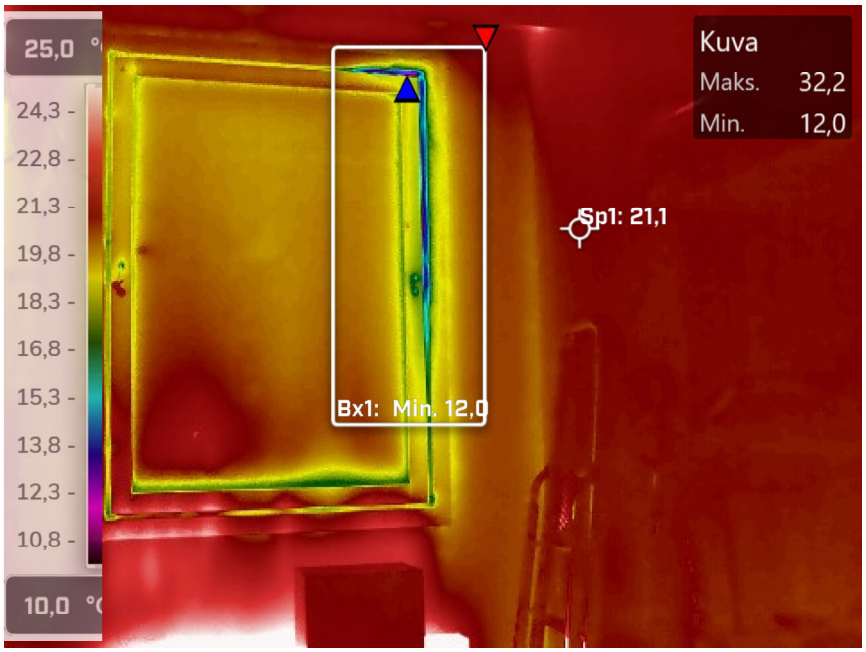
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**29**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**31**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ulkoseinän ja lattian liittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B129 Varasto



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,1 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,0 °C
Alueen keskiarvo	19,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 11 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

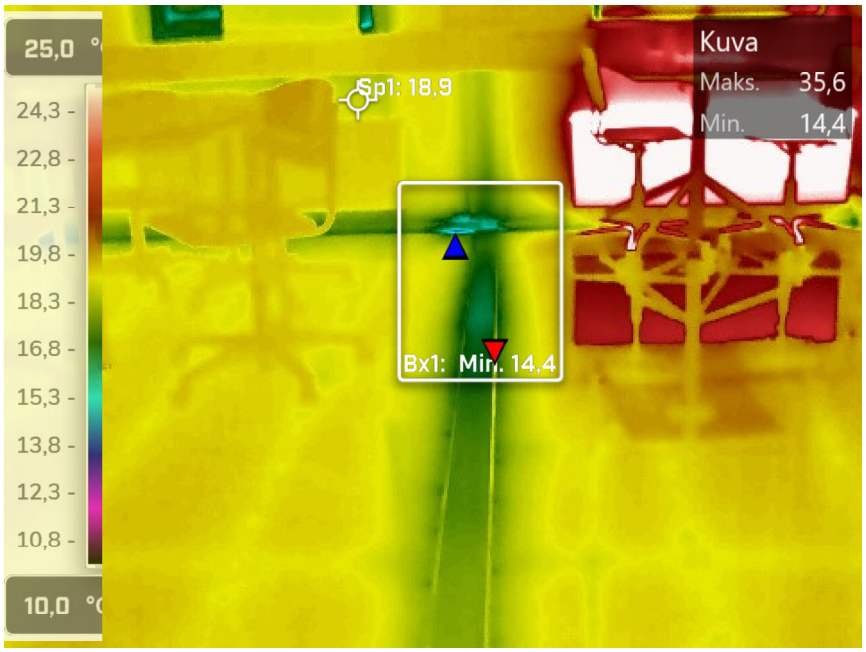
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**50**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**52**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ikkunatiivisteistä. Tiivisteet on suositeltava tarkastaa/vaihtaa.

Kohde/Huone: B114b Käsityö



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	14,4 °C
Alueen keskiarvo	18,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	3,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 12 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

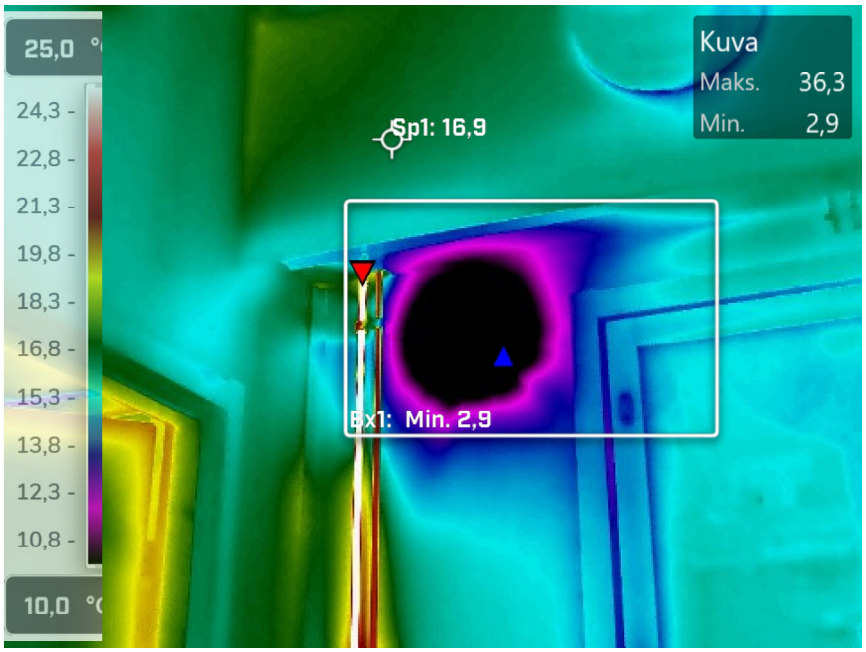
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**71**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**74**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Huonelämpötila matalampi kuin muissa tiloissa, pääosa lämmityspattereista kylminä.
Termostaattien toiminta ja asetukset on suositeltavaa tarkastaa.
Vähäistä ilmavuotoa elementtisaumasta.

Kohde/Huone: B114a Varasto



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	16,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	2,9 °C
Alueen keskiarvo	13,3 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	18,0 °C
Sisäilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C



Kuva 13 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

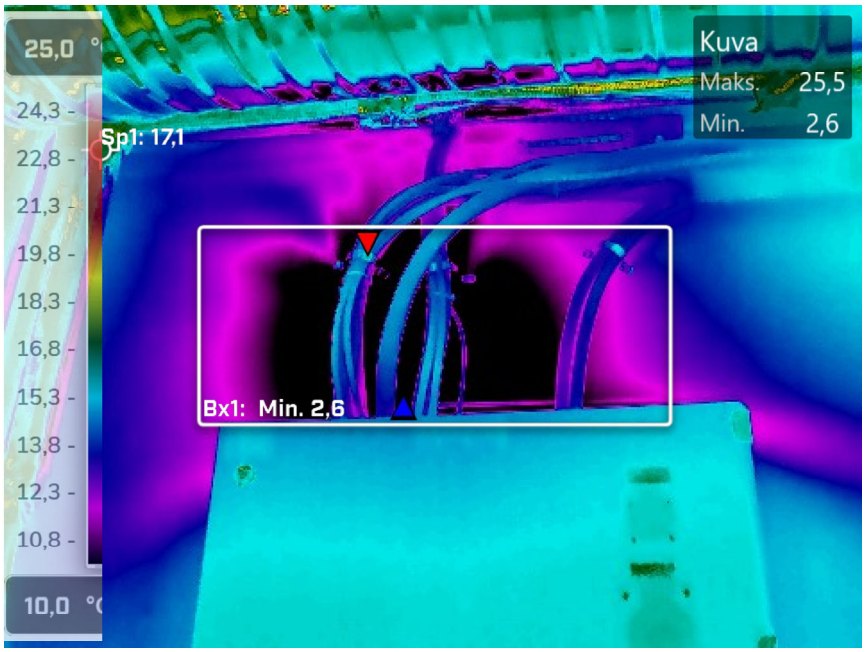
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**6**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**8**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vanha korvausilmaventtiili tulpattu vain sisäpinnasta, joka on ulkoilman lämpötilassa. Kannen alta myös ilmavuotoa sisälle. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata, korvausilma-aukko tukkia ja lämmöneristää.

Kohde/Huone: 114a Varasto



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	17,1 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	2,6 °C
Alueen keskiarvo	11,1 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	17,0 °C
Sisäilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C



Kuva 14 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

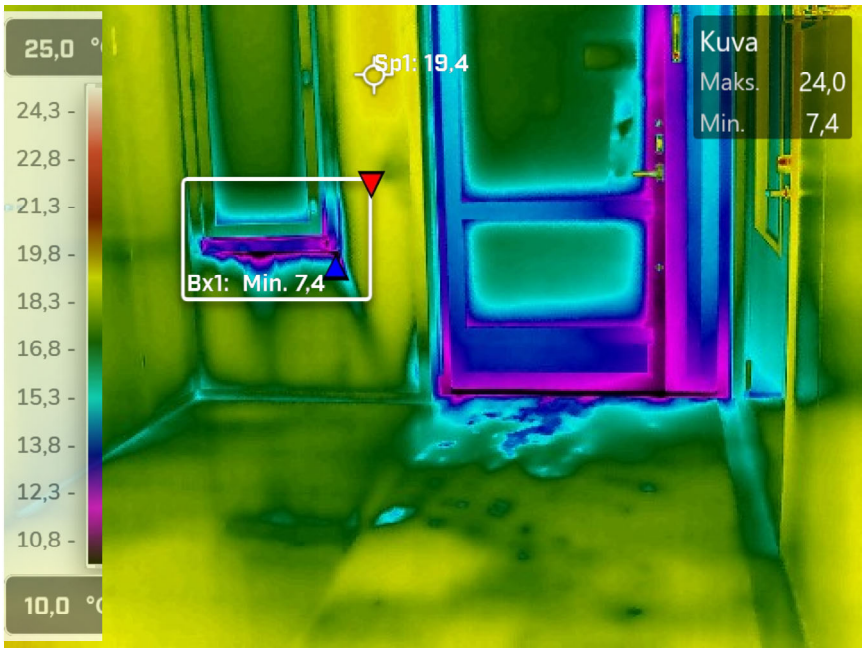
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**3,5**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**6**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Jäähtynyt seinäpinta, ilmavuotoa läpivienneistä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata ja seinän lämmöneristys tarkistaa.

Kohde/Huone: B111b Käsityö (tekninen)



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,4 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	7,4 °C
Alueen keskiarvo	16,1 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	3,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C



Kuva 15 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

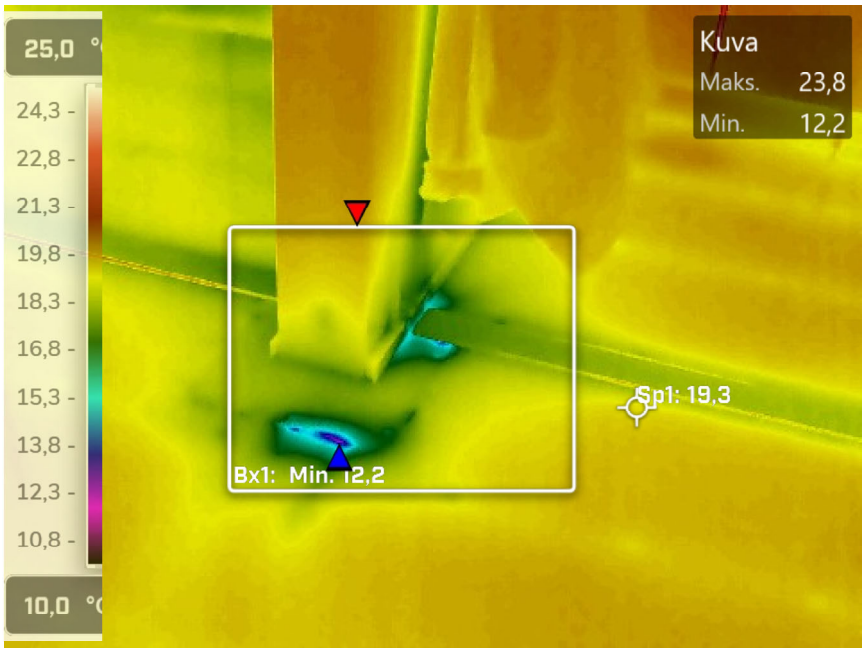
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**32**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**34**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ikkunaliittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B111b Käsityö



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,3 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,2 °C
Alueen keskiarvo	18,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C



Kuva 16 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

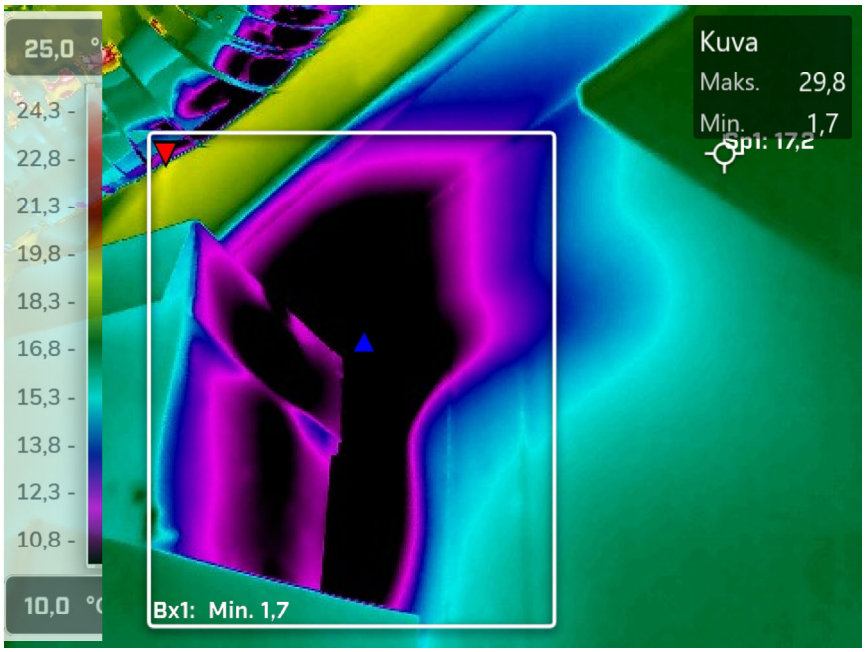
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**57**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**59**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vähäinen ilmavuoto alapohjasta.

Kohde/Huone: B111a Maalaus



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	17,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	1,7 °C
Alueen keskiarvo	12,3 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	17,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 17 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

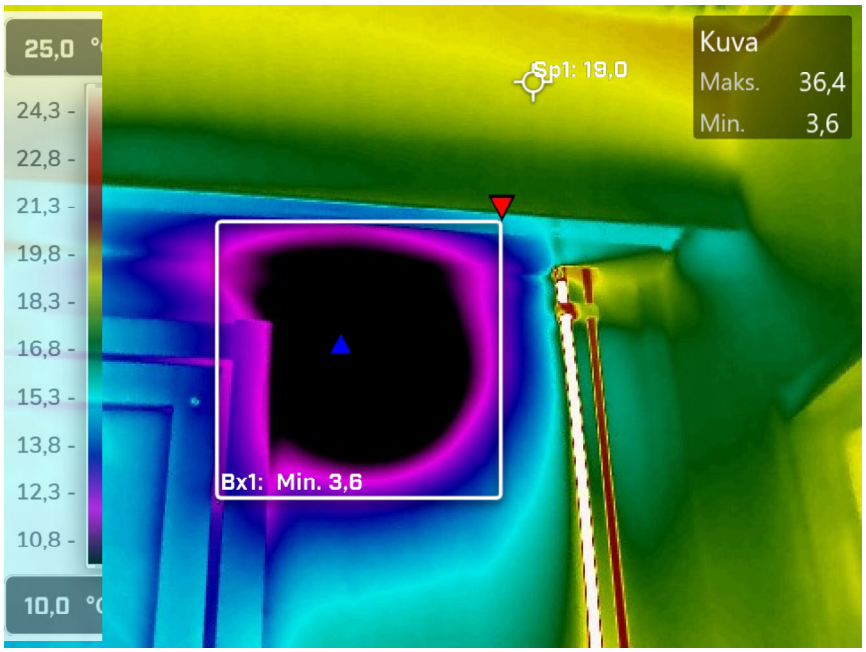
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**4**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**6**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vanha korvausilmaventtiili on jätetty auki. Reikä tulee tulpata ja lämmöneristää.

Kohde/Huone: B111a



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	3,6 °C
Alueen keskiarvo	9,9 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 18

Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

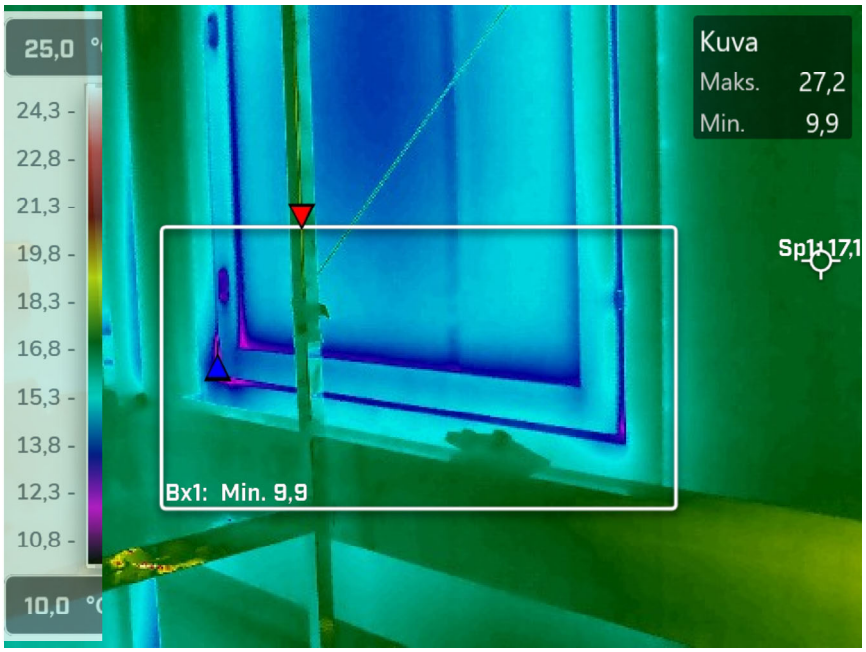
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**14**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**16**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vanha korvausilmaventtiili tulpattu vain sisäpinnasta, joka on ulkoilman lämpötilassa. Kannen alta myös ilmavuotoa sisälle. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata, korvausilma-aukko tukkia ja lämmöneristää.

Kohde/Huone: B111a Maalaus



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	17,1 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,9 °C
Alueen keskiarvo	15,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 19 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

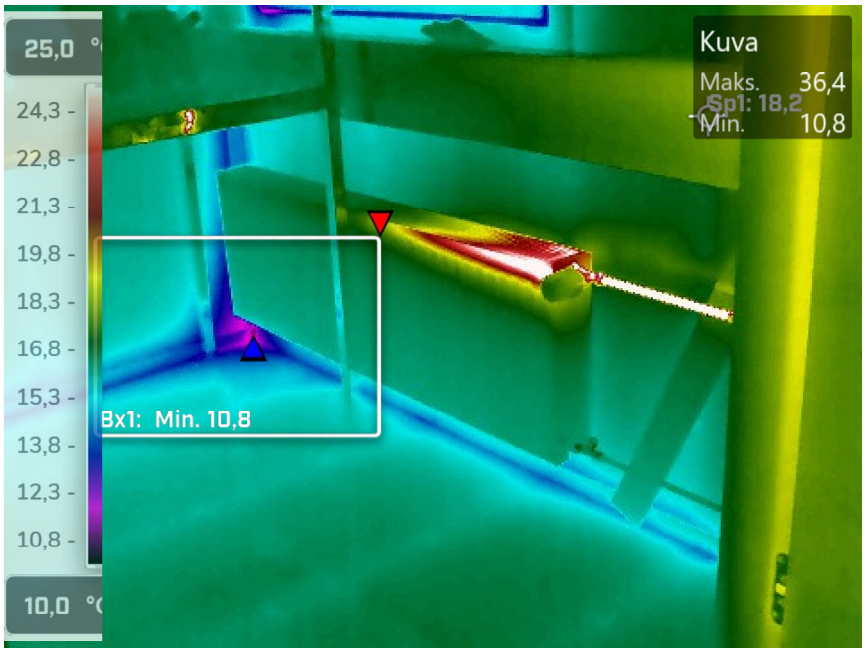
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**50**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**52**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Huonelämpötila matala ja ikkunan alla oleva patteri on kylmä (ks. kuva 18).
Termostaatin toiminta ja asetukset tulee tarkistaa.
Vähäistä ilmavuotoa ikkunatiivisteistä. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B111a Maalaus



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	10,8 °C
Alueen keskiarvo	15,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 20 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

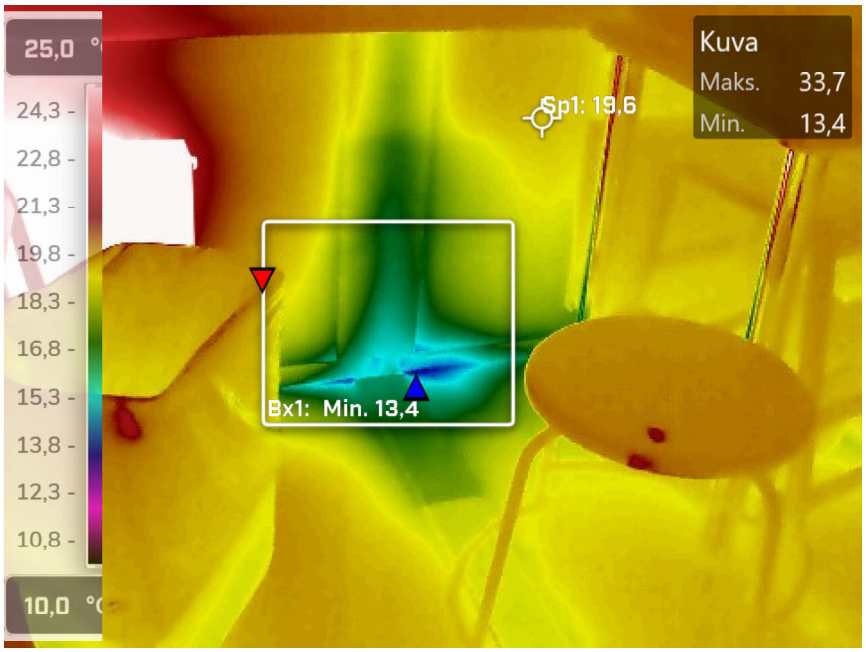
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**54**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**57**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Patteri on kylmä vaikka huonelämpötila on matala. Termostaatin toimista ja asetukset tulee tarkastaa.
Ulkonurkasta vähäistä ilmavuotoa. Korjauksena huonelämpötilan nosto ja patterin toiminnan tarkastaminen.

Kohde/Huone: B111b Tekninen työ



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	13,4 °C
Alueen keskiarvo	17,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 21 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

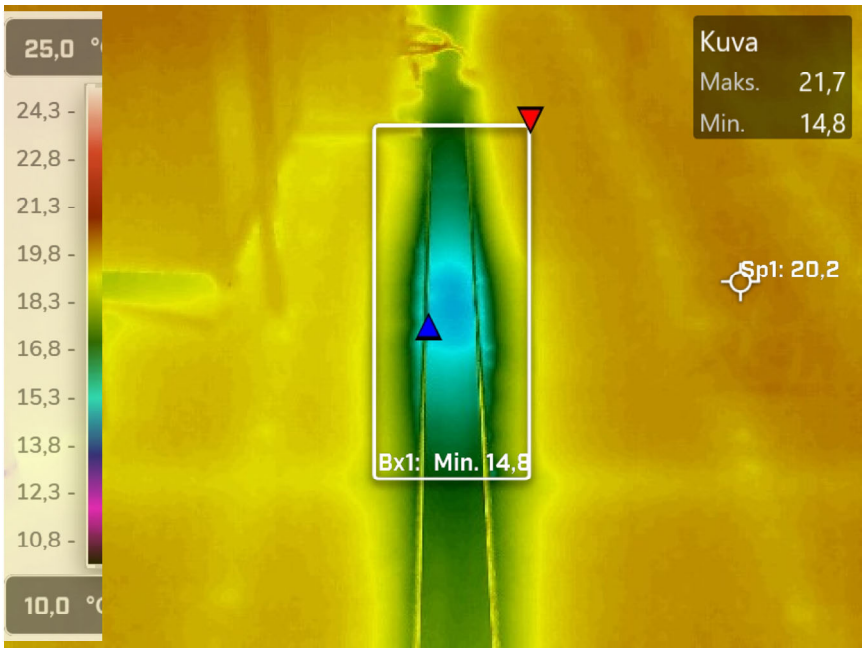
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**65**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**68**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vain toinen kuvan pattereista oli lämmin.
Vähäistä ilmavuotoa elementtisaumasta.
Patterin termostaatin toiminta ja asetukset tulee tarkistaa.

Kohde/Huone: B111b Tekninen työ



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	14,8 °C
Alueen keskiarvo	17,7 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 22 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

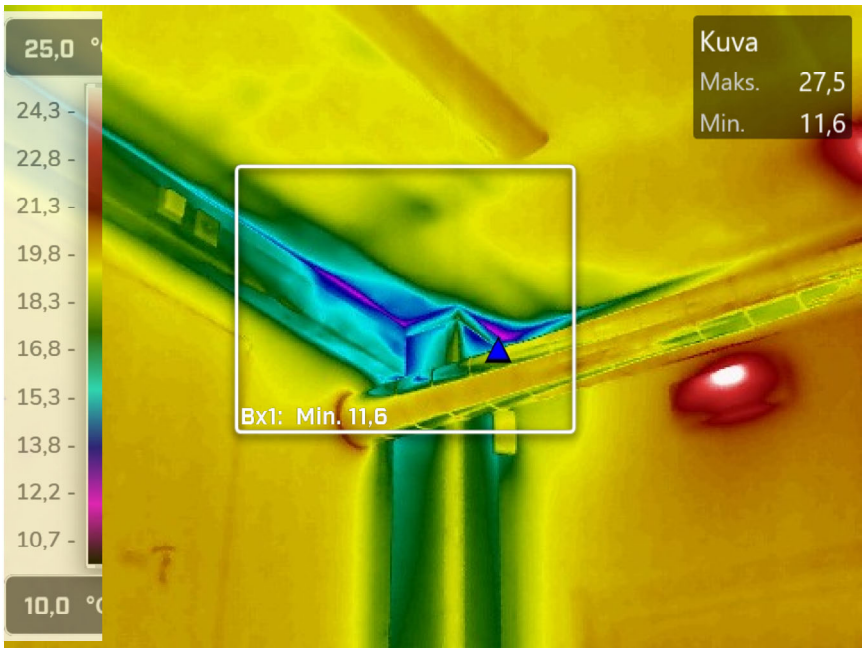
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**73**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**75**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vähäistä ilmavuotoa elementtisaumasta.

Kohde/Huone: B111b



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	
Alueen minimilämpötila (Bx1)	11,6 °C
Alueen keskiarvo	18,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 23 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

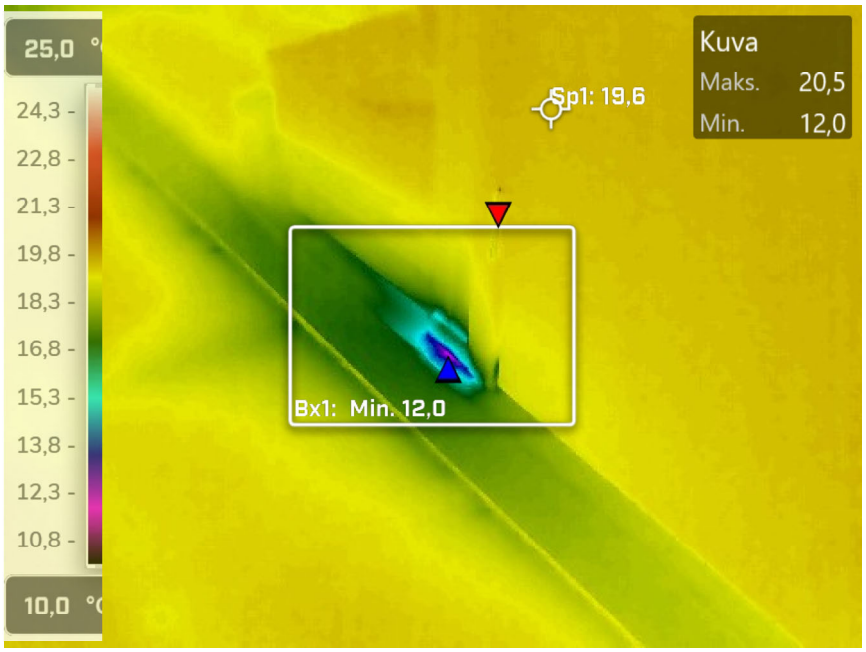
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**54**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**56**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa putkikotelosta ja sen välipohjaliittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.

Kohde/Huone: B110



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,0 °C
Alueen keskiarvo	18,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 24 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

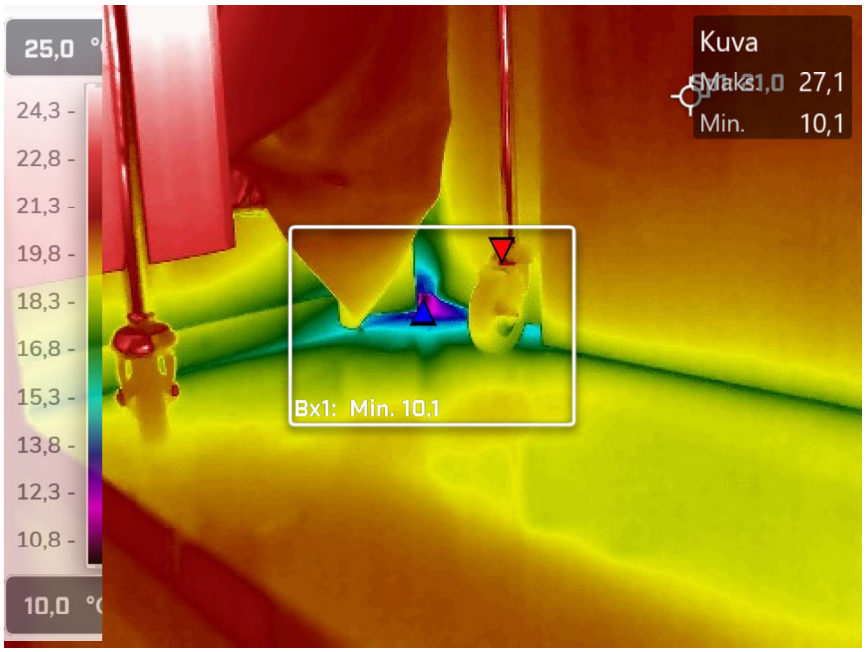
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**58**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**60**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vähäinen ilmavuoto elementtisauman viereen päättyvän väliseinän liitoksesta.Liitoksen toteutus on suositeltavaa tarkastaa.

Kohde/Huone: 112b



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	10,1 °C
Alueen keskiarvo	18,6 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 25 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

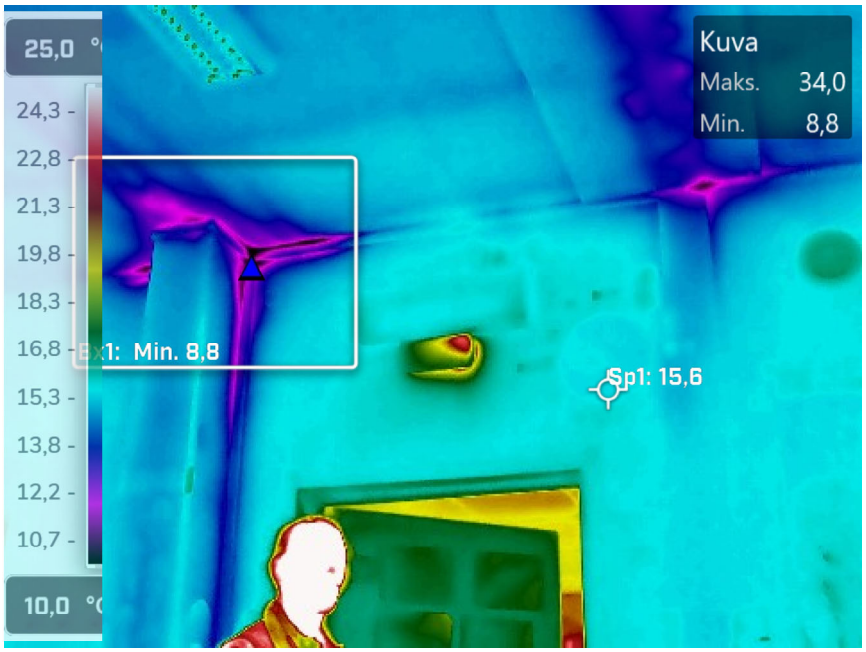
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**45**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**48**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

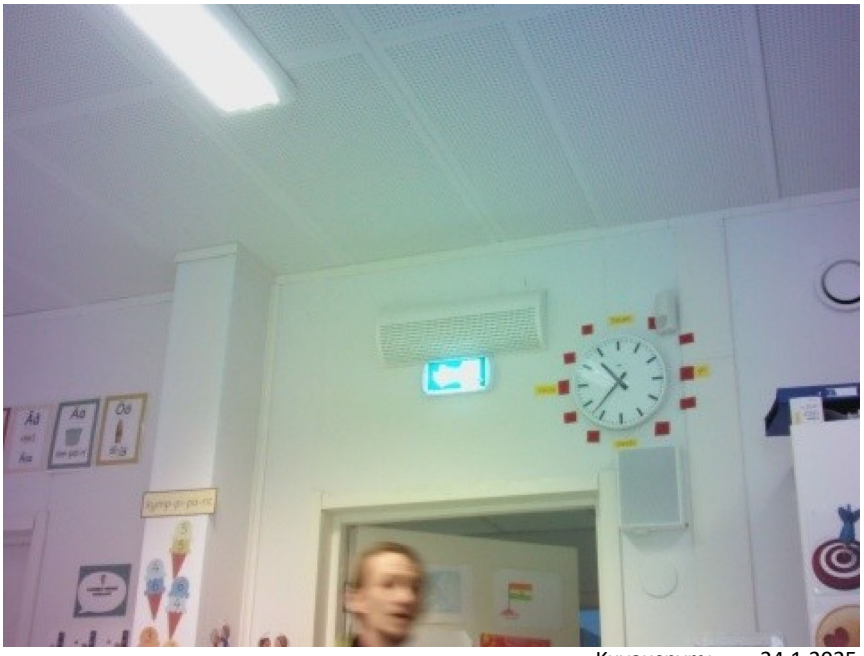
Vähäistä ilmavuotoa elementtisaumasta. Ilmavuoto on suositeltavaa korjata.

Kohde/Huone: B112b



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	15,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,8 °C
Alueen keskiarvo	14,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	17,0 °C
Sisäilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 26 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

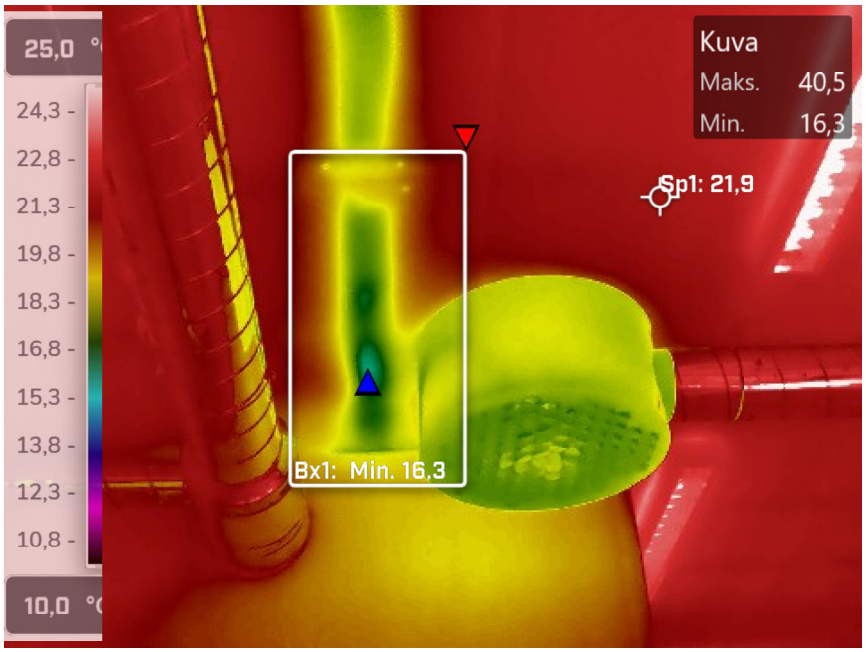
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**39**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**41**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

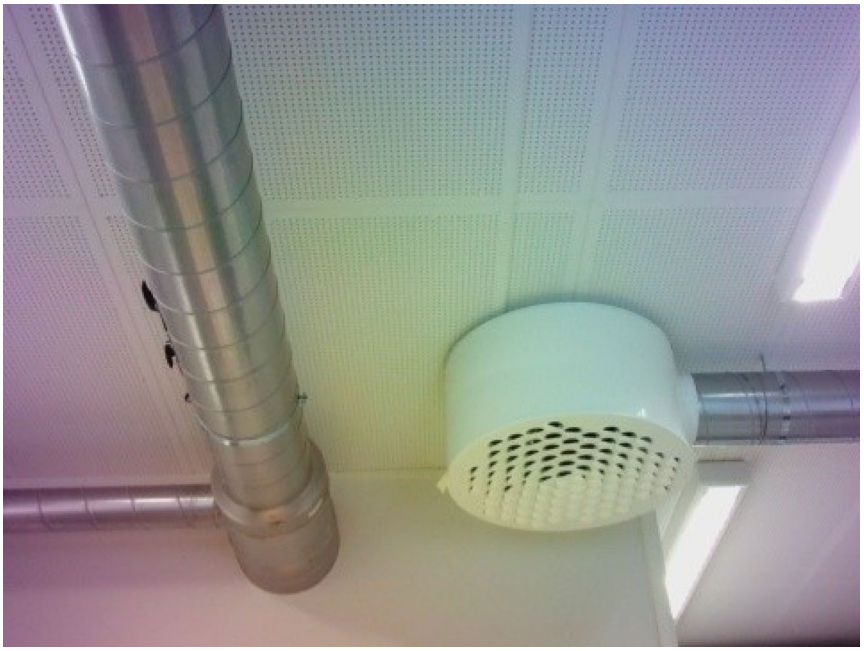
Ilmavuotoa putkikotelosta ja sen välipohjaliittymästä. Ilmavuodot on suositeltavaa tiivistää.

Kohde/Huone: B214b



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	21,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	16,3 °C
Alueen keskiarvo	19,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	22,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 27 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

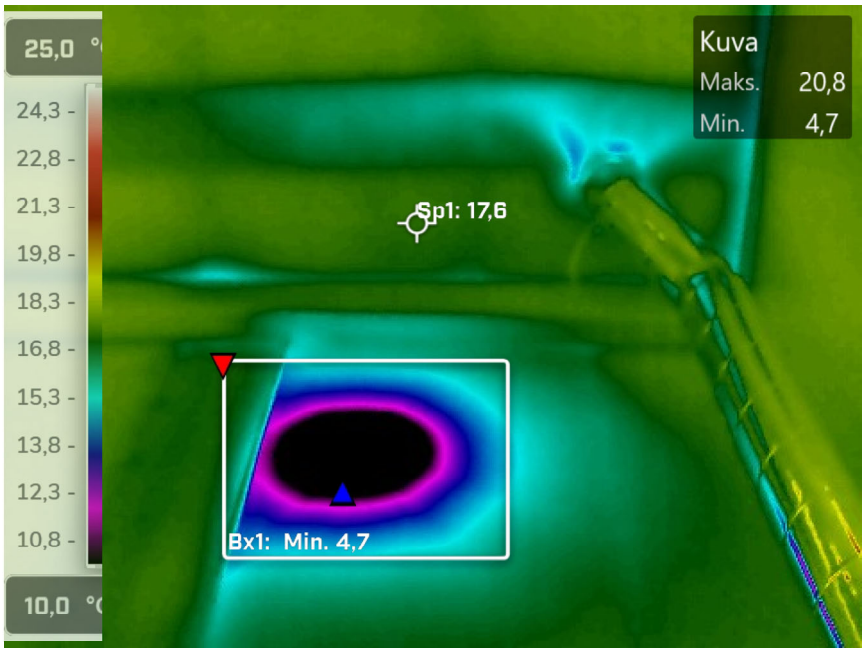
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**77**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**79**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Lievästi jäähtynyt alue yläpohjassa. Rakenteen toteutus on suositeltavaa tarkastaa.

Kohde/Huone: B214b Varasto



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	17,6 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	4,7 °C
Alueen keskiarvo	13,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	18,0 °C
Sisäilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 28 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

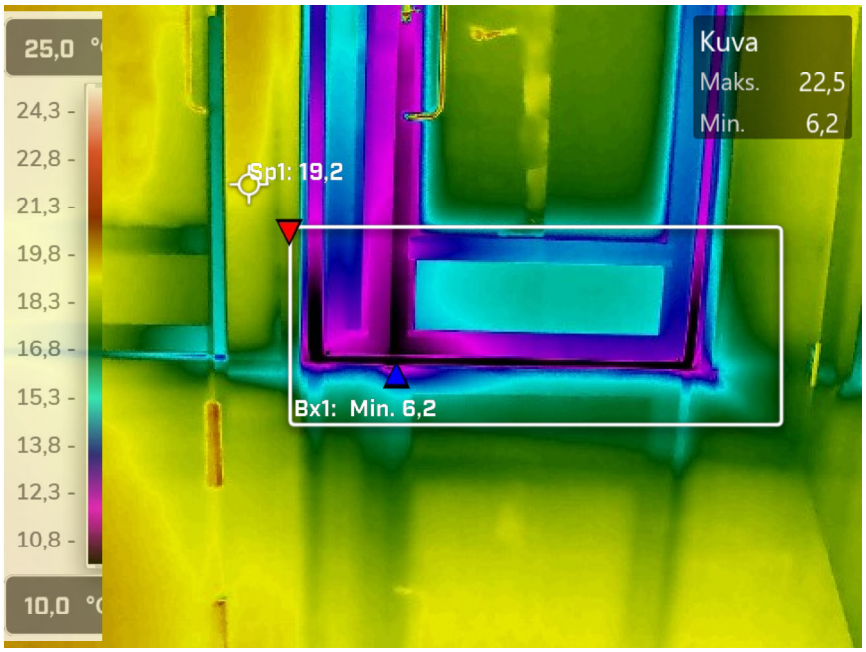
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**22**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**24**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vanha korvausilmaventtiili tulpattu vain sisäpinnasta, joka on ulkoilman lämpötilassa. Kannen alta myös ilmavuotoa sisälle. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata, korvausilma-aukko tukkia ja lämmöneristää.

Kohde/Huone: B217 Käytävä



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	19,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	6,2 °C
Alueen keskiarvo	14,7 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 29 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

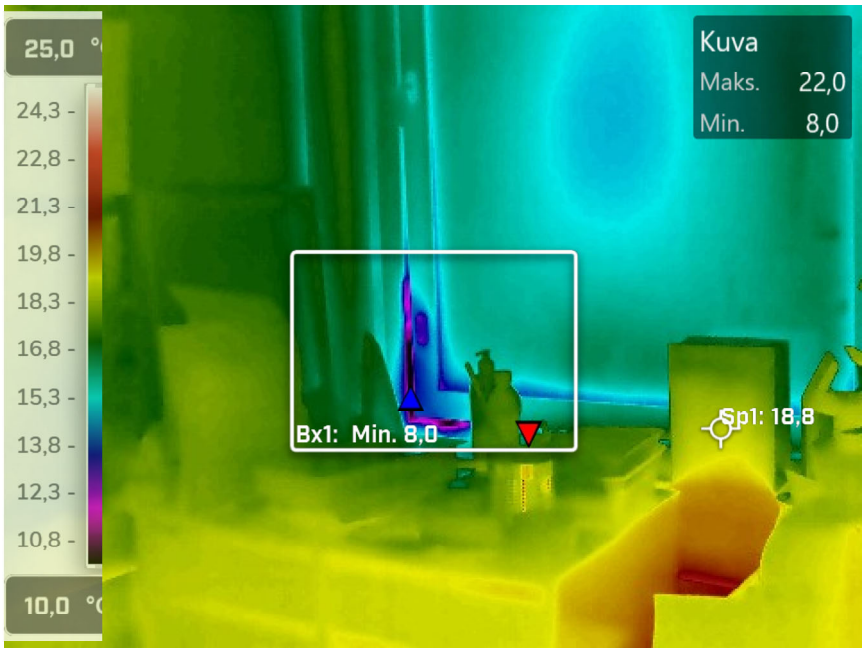
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**29**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**31**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa oven tiivistevälistä. Oven tiivisteet on suositeltava tarkastaa ja kunnostaa.
Myös oven pintalämpötilat ovat matalat, mikä on lähinnä metallioven ominaisuus ei vika.

Kohde/Huone: B211



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,0 °C
Alueen keskiarvo	16,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	20,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 30 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

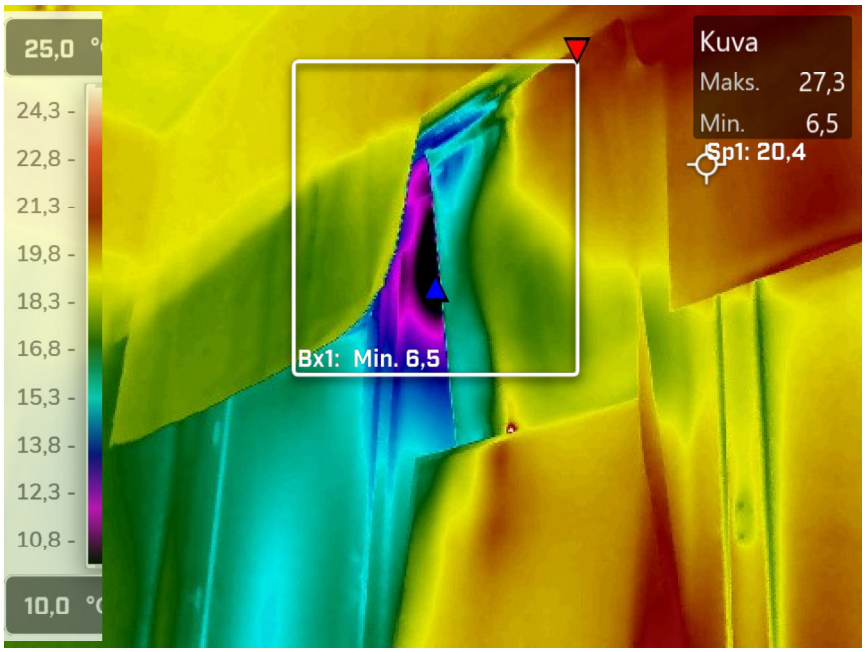
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**37**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**39**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa ikkunan tiivistevälistä. Tiivisteet on suositeltavaa uusia.

Kohde/Huone: B211



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,4 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	6,5 °C
Alueen keskiarvo	17,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 31 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

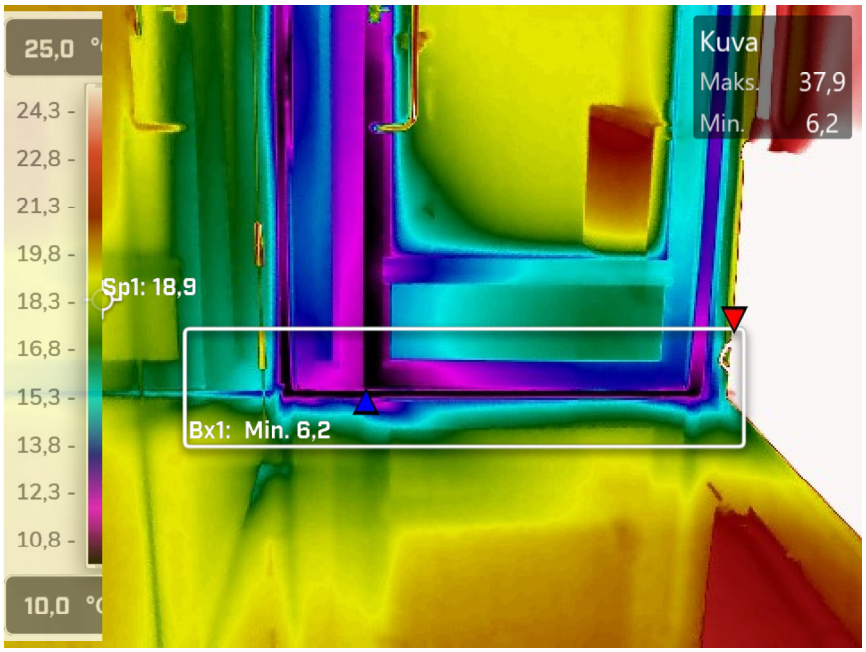
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**27**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**30**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vanha korvausilmaventtiili tulpattu vain sisäpinnasta, joka on ulkoilman lämpötilassa. Kannen alta myös ilmavuotoa sisälle. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata, korvausilma-aukko tukkia ja lämmöneristää

Kohde/Huone:



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	18,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	6,2 °C
Alueen keskiarvo	15,2 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	19,0 °C
Sisäilman lämpötila	19,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C



Kuva 32 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

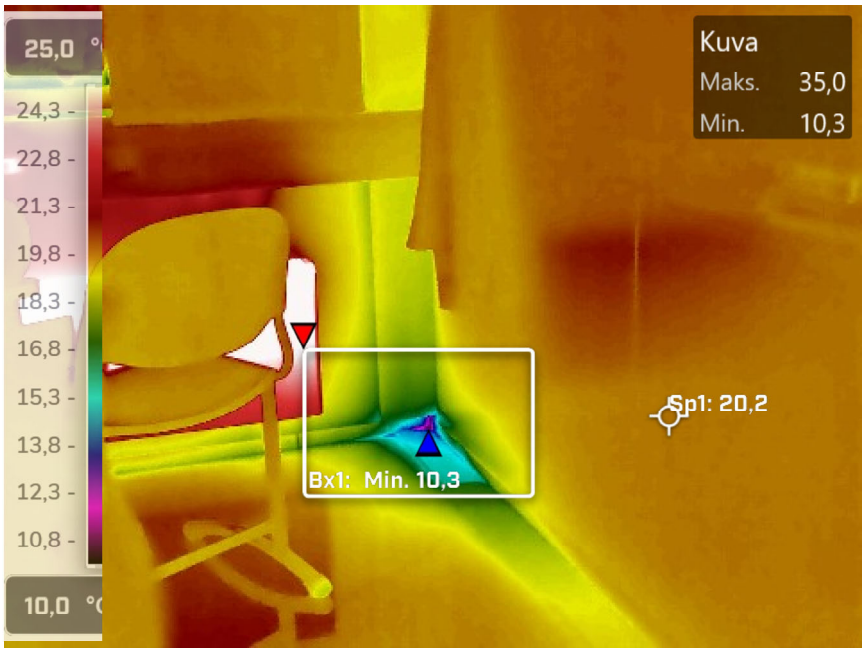
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**29**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**31**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Ilmavuotoa oven tiivistevälistä. Oven tiivisteet on suositeltava tarkastaa ja kunnostaa. Myös oven pintalämpötilat ovat matalat, mikä on lähinnä metallioven ominaisuus ei vika.

Kohde/Huone: B216b Pientila



Mittaukset	
Pisteen lämpötila (Sp1)	20,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	10,3 °C
Alueen keskiarvo	18,5 °C

Parametrit	
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Suhteellinen kosteus	30,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C



Kuva 33 Kuvauspvm: 24.1.2025

Ulkoilman olosuhteet	
Ulkoilman lämpötila	1,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	3 m/s etelä
Pilvisyys	Pilvinen 8/8
Paine-ero (alipainen, Pa)	-10

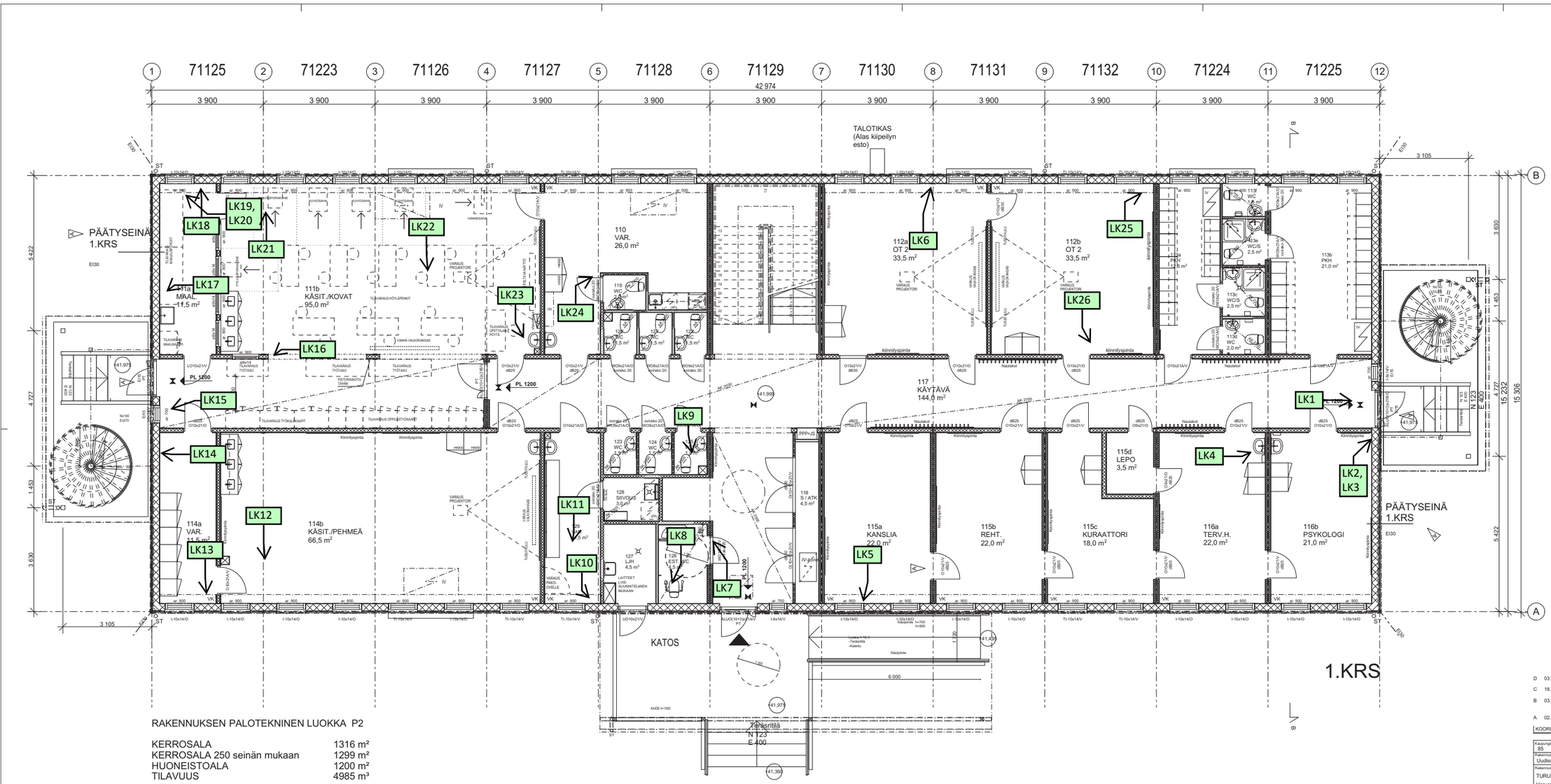
Lämpötilaindeksit	
Lämpötilaindeksi (TI)	**47**
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	**49**

Kameran tiedot	
Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2024

Kommentit:

Vähäistä ilmavuotoa elementtisaumasta. Imavuoto on suositeltavaa korjata.

Liite 4.4. Lämpökuvauspaikat
B-rakennus, 1. KRS



RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN LUOKKA P2

KERROSALA	1316 m²
KERROSALA 250 seinän mukaan	1299 m²
HUONEISTOALA	1200 m²
TILAVUUS	4985 m³

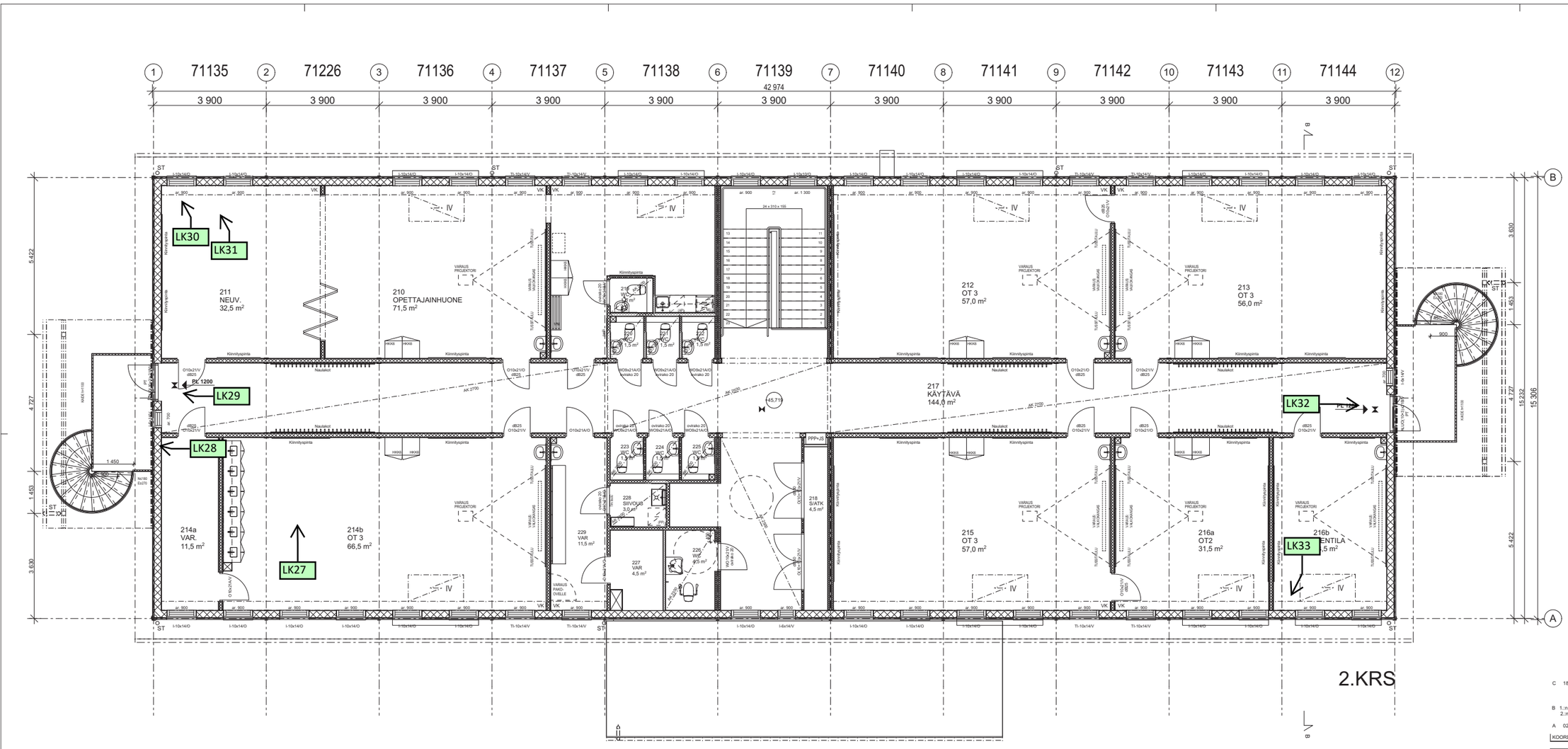
D	03.07.2020	Lisätty puutyöluokkaan varaukset koneille, kalustelle ja ohjauskeskukselle. Lisätty maalaussilaan vesipiste. Siirretty IV-kone kansliasta tekniseen komeroon 118. AA
C	18.06.2020	Katos lisätty koko luvkan matkalle KK
		Poistumisportaiden mitoituksia lisätty
B	03.06.2020	1.:n kerroksen päädyt muutettu EI30:ksi ja niihin ovet ja ikkunat EI15:ksi. KK
		2.:n kerroksen esteetön wc nimetty vain tavalliseksi wc:ksi
		Lisätty pako-ovi kansliaan
A	02.06.2020	Päivitetty viipalenumerointi ja pääsisäänkäyntiportaat PKo

KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK23	KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Kaupunginosa/Kylä: 85	Kortteli/Tila: 81	Tontti/Rivno: 3
Rakennustunnus: Uudisrakennus		Piirustuslaji: Työpiirustus
Rakennuskohteen nimi ja osoite: TURUN LYSEO, B-Rakennus, Varusmestarintie 19, 20360 TURKU		Piirustuksen sisältö: Pohja 1. kerros
		Mittakaava: 1:50
PARMACO Oy, Hiantarkatu 4 F (PL 50), 33231 TAMPERE, Puh. 020 734 0011	Suunnittelija / Piirtäjä: Kari Kurkinen (RAI.) / PKo, Tampere 14.05.2020	Työnumero - Piirustusnumero: 6435 - B101
		ARK, Muutos: D

Keskikoulu_Mansikkala1

Liite 4.4. Lämpökuvauspaikat
B-rakennus, 2. KRS



C	18.06.2020	Katos lisätty koko luiskan matkalle Poistumisportaiden mitoituksia lisätty — KK
B	1.:n kerroksen päädyt muutettu EI30:ksi ja niihin ovet ja ikkunat EI15:ksi. 2.:n kerroksen esteetön wc nimetty vain tavalliseksi wc:ksi — 3.6.2020 KK
A	02.06.2020	Päivitetty viipalenumerointi ja pääsisäänkäyntiportaat — PKo

KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK23 | KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Kaupunginosa/Kylä: 85	Korttel/Tila: 81	Tontti/Rivno: 3
Rakennustoimenpide: Uudisrakennus		Piirustuslaji: Työpiirustus
Rakennuskohteen nimi ja osoite: TURUN LYSEO, B-Rakennus Varusmestarintie 19 20360 TURKU		Piirustuksen sisältö: Pohja 2. kerros — Mittakaava: 1:50
PARMACO Oy Haarlankatu 4 F (PL 50) 33231 TAMPERE Puh. 020 734 0011	Suunnittelija / Piirtäjä: Kari Kurkinen (RA) / PKo Tampere 14.05.2020	Työnumero - Piirustusnumero: 6435 - B102 — ARK, Muutos C

Vinamomaisten arkistointimerkintöjä varten — Juoksseva nro

Keskikoulu_Mansikkala1

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausselosteen tunniste: 7181LyseonKoulu_VALMAT_Sirate_210225.xlsb

TESTAUSSELOSTE: materiaalinäyte, suoraviljely (Valvira, 2016)

Selosteen sisältö rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely (Valvira) 17 kpl

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja: Sirate Group Oy / Koskinen
Lemminkäisenkatu 59, 20520 Turku
Laskutus: verkkolasku, viite. 7181
Toimitusosoite: vesa.koskinen@siratergroup.fi

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottopvm: 21.2.2025
Kohde: **7181 Lyseon koulu, Turku**
Näytteenottaja: Vesa Koskinen, Ville Norri

Näytteet:	**Kuvaus (materiaali)**	*Laboratorion antama tunniste*
M1.	B1 112b putkikotelo (mineraalivilla)	*BÄ902*
M2.	B1 112b ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ903*
M3.	B1 115a US, ikkunan alta (mineraalivilla)	*BÄ904*
M4.	B1 115b/a, väliseinä (mineraalivilla)	*BÄ905*
M5.	B1 111a, ulkoseinä (pääty) (mineraalivilla)	*BÄ906*
M6.	B1, 126, välipohja, läpivienti (mineraalivilla)	*BÄ907*
M7.	B1, 125, välipohja, läpivienti (mineraalivilla)	*BÄ908*
M8.	B2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ909*
M9.	B2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ910*
M10.	B2, 214b, US, ikkunan alta (mineraalivilla)	*BÄ911*
M11.	B2, 214a, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ912*
M12.	A1, 114a, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ913*
M13.	A1, 114a, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ914*
M14.	A1, 116, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ915*
M15.	A2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ916*
M16.	A2, 213, väliseinä (mineraalivilla)	*BÄ917*
M17.	A2, 211b, ulkoseinä (mineraalivilla)	*BÄ918*

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

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)

	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 21.2.2025; viljely: 24.2.2025 / Iida Rissanen, Raisa Ilmanen Analyysi: Raisa Ilmanen, Satu Saaranen, Marika Viljanen

Huomiot: Laboratorion huomioita, lisäanalyysit: Näytteistä ei ollut tilattu viljelymenetelmää täydentävää suoramikroskopointia; suoramikroskopointi ei sovellu tämän näytekokonaisuuden materiaaleihin.

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:

M1. B1 112b putkikotelo (mineraalivilla) *BÄ902*

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)

M2. B1 112b ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ903*

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)

M3. B1 115a US, ikkunan alta (mineraalivilla) *BÄ904*

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)

M4. B1 115b/a, väliseinä (mineraalivilla) *BÄ905*

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

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)

M5. B1 111a, ulkoseinä (pääty) (mineraalivilla) *BÄ906*

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)

M6. B1, 126, välipohja, läpivienti (mineraalivilla) *BÄ907*

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

* 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)

M7. B1, 125, välipohja, läpivienti (mineraalivilla) *BÄ908*

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)

M8. B2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ909*

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)

M9. B2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ910*

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)

M10. B2, 214b, US, ikkunan alta (mineraalivilla) *BÄ911*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. +**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		+		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
	*Scopulariopsis s.r. ****	+	3 kpl	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+		
Sienet, kserofiiliset (DG-18)				**Yht. +**
Homesienet	*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.

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

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

M11. B2, 214a, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ912*

Bakteerit, THG-alusta				**Yht. –**
Aktinomykeetit *		–		
Muut bakteerit		–		
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)				**Yht. +**
Homesienet	*Scopulariopsis s.r. **	+	1 kpl	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)				**Yht. +**
Homesienet	*Penicillium*	+		
	*Scopulariopsis s.r. **	+	2 kpl	
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.

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

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

M12. A1, 114a, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ913*

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)

M13. A1, 114a, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ914*

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)

M14. A1, 116, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ915*

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)

M15. A2, 213, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ916*

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)

M16. A2, 213, väliseinä (mineraalivilla) *BÄ917*

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)

M17. A2, 211b, ulkoseinä (mineraalivilla) *BÄ918*

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

Lausunto

Yhteenveto tuloksista

Näyte /Lab.tunniste	Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin
M1. /BÄ902	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M2. /BÄ903	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M3. /BÄ904	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M4. /BÄ905	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M5. /BÄ906	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M6. /BÄ907	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M7. /BÄ908	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M8. /BÄ909	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M9. /BÄ910	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M10. /BÄ911	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M11. /BÄ912	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M12. /BÄ913	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M13. /BÄ914	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M14. /BÄ915	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M15. /BÄ916	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M16. /BÄ917	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
M17. /BÄ918	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.

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 ei ole näytteitä, joiden perusteella tulisi harkita toimenpiderajan ylitystä.

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 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).

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

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

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.

Selosteen vahvistavat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 10.3.2025

Marika Viljanen
FM, tutkimusteknikko

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 kosteusvaurio-indikaattoreita (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.

TURUN YLIOPISTO | Biodiversiteetti
AEROBIOLOGIA
TURKU

Tunniste: 8171LyseonKoulu_KUITU_Sirate_030225.xlsb

TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk

Selosteen sisältö: Laskeutuneen pölyn (14 vrk) geeliteippinäytteitä **24 kpl, c-k448 – c-k471**

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja:	Sirate Group Oy
	Lemminkäisenkatu 59, 20520 Turku
Laskutus:	verkkolasku
Toimitusosoite:	vesa.koskinen@siratеgroup.fi

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottoajanjakso: 20.1. - 3.2.2025

Kohde: **8171 Lyseon koulu**

Näytteenottaja: Ville Norri, Suvi Kajanen

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 soveltamis-ohjeen (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: 4.2.2025
Analyysi: 5.2.2025 - 7.2.2025 / Raisa Ilmanen, Satu Saaranen, Marika Viljanen

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-k448)	A, 114a: taso	3	0,21	(2
K1-2 (c-k449)	A, 114a: taso	2	0,14	
K1-3 (c-k450)	A, 114a: taso	2	0,14	
K2-1 (c-k451)	**A, 115: taso**	**4**	**0,29**	**Ylittää toimenpiderajan**
K2-2 (c-k452)	A, 115: taso	0	< 0,09	(1
K2-3 (c-k453)	A, 115: taso	1	< 0,09	(1
K3-1 (c-k454)	A, 211b: taso	2	0,14	
K3-2 (c-k455)	A, 211b: taso	2	0,14	
K3-3 (c-k456)	A, 211b: taso	3	0,21	(2
K4-1 (c-k457)	A, 212: taso	1	< 0,09	(1
K4-2 (c-k458)	A, 212: taso	1	< 0,09	(1
K4-3 (c-k459)	A, 212: taso	0	< 0,09	(1
K5-1 (c-k460)	B, 112a: taso	3	0,21	(2
K5-2 (c-k461)	B, 112a: taso	1	< 0,09	(1
K5-3 (c-k462)	B, 112a: taso	2	0,14	
K6-1 (c-k463)	B, 115a: taso	2	0,14	
K6-2 (c-k464)	B, 115a: taso	0	< 0,09	(1
K6-3 (c-k465)	**B, 115a: taso**	**4**	**0,29**	**Ylittää toimenpiderajan**
K7-1 (c-k466)	B, 210: taso	2	0,14	
K7-2 (c-k467)	B, 210: taso	1	< 0,09	(1
K7-3 (c-k468)	B, 210: taso	0	< 0,09	(1
K8-1 (c-k469)	B, 215: taso	0	< 0,09	(1
K8-2 (c-k470)	B, 215: taso	3	0,21	(2
K8-3 (c-k471)	B, 215: taso	0	< 0,09	(1

Laboratorion huomioita:

(1 Kuitupitoisuus alittaa laskennallisen määritysrajan.

(2 Mittausepävarmuus huomioiden toimenpiderajan ylitys ei ole luotettava.

Tulosten tulkinta

Osassa näytteitä kuitupitoisuus ylitti toimenpiderajan.

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

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

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).

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 11.2.2025

Marika Viljanen
FM, tutkimusteknikko

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)

AEROBIOLOGIA

TURKU

Tunniste: 8171LyseonKoulu_TkKUITU_Sirate_170225.xlsb

TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeutunut pöly, määrittämätön laskeuma-aika

Selosteen sisältö: Laskeutuneen pölyn (määrittämätön laskeuma-aika) näytteitä **10 kpl; C-k531 - 540**

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja:	Sirate Group Oy
	Lemminkäisenkatu 59,20520 Turku
Laskutus:	verkkolasku
Toimitusosoite:	vesa.koskinen@sirategroup.fi

Tiedot näytteenotosta:		Näytteenottopvm:	17.2.2025
Kohde:	**8171 Lyseon koulu**		
Näytteenottaja:	Ville Norri, Suvi Kajanen		

Analyysi:

Menetelmä: Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä, määrittämätön laskeuma-aika

Sisäinen menetelmä, valomikroskopia

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Valvira Ohje 8/2016

Menetelmä on tarkoitettu mittaamaan pinnoille laskeutuneen pölyn kuitumäärää. Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan valomikroskoopin avulla teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. (Valvira, 2016).

Menetelmällä on Finas-akkreditonti. Menetelmällä ei ole Ruokaviraston hyväksyntää asumisterveystutkimuksena.

Tulosten esitystapa:

Laskenta suoritetaan määrittämättömän laskeuma-ajan pölystä ja tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Mikäli kuitupitoisuus on korkea, mikroskopoidaan näyteteipistä osanäyte. Menetelmällä saadaan selville teollisten mineraalikuitujen kokonaismäärä, mutta ei niiden kuitutyyppiä. (Kovanen ym., 2006.) Laskennallinen määritysraja on 0.09 kuitua/cm² näytteenottoteipillä, jonka pinta-ala on 14 cm²; tässä määritysrajassa ei huomioida count-tyyppisen datan jakaumaoletuksia. Laboratorion lukemaepätarkkuus kuitulaskennassa on 29.5 %. Lukemaepätarkkuutta käytetään analyysin mittausepävarmuutena huomioimatta jakaumaoletuksia.

Näytteet: Näytteet saapuneet laboratorioon: 19.2.2025

Analyysi: 21.2.2025 / 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.
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

Tulokset:

Mittauskohdetta yksilöivät tiedot on saatu asiakkaalta

Näytekoodi (laboratorion tunniste)		Mittauskohta	Tulos [kuitua/cm²]	Huom.
KT1	(C-k531)	A 114b	2,1	TK
KT2	(C-k532)	A 113	3,1	TK
KT3	(C-k533)	A 211b	6,8	TK
KT4	(C-k534)	A 216	3,0	TK
KT5	(C-k535)	A 217	5,7	TK
KT6	(C-k536)	B 110	1,00	TK
KT7	(C-k537)	B 112a	32	TK
KT8	(C-k538)	B 115b	7,9	TK
KT9	(C-k539)	B 210	6,1	TK
KT10	(C-k540)	B 215	1,6	TK

Näytealan ollessa 14 cm² määritysraja on 0,09 kuitua/cm²

Näytteenottajan huomioita:

TK Näyte on otettu tuloilmakanavan pinnalta.

Tulosten tulkinta

Näytteistä ei anneta tulkintaa.
Menetelmälle (mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä, määrittämätön laskeuma-aika) ei ole määritetty toimenpiderajaa.

Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

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). Työterveyslaitoksen tuoreessa tuloilmakanavapintojen kuitumittausaineistossa 15% ylitti pitoisuuden 30 kuitua/cm² mediaanin ollessa 4,4 kuitua/cm² (Tuomi ym. 2020).

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.

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

Viitteet

Kovanen, K. ym. 2006. Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt: Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes No. 2360 Saatavilla: https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2006/T2360.pdf

Tuomi, T. Ym. 2020. Teolliset mineraalikuidut toimistotyyppisissä työtiloissa : Esiintyminen, altistumisen arviointi, terveysvaikutukset ja päästöjen hallinta. Työterveyslaitos. Saatavilla: http://www.julkari.fi/handle/10024/139149

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016. Päivitys 3.5.2024. Saatavilla: https://valvira.fi/terveydensuojelu/asumisterveys

Selosteen vahvistajat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 24.2.2025

Marika Viljanen
FM, tutkimusteknikko

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)

Työterveyslaitos

Analyysivastaus

Tilaus: TTL25-00864
Raporttinumero: 050406
Raportointi pvm: 26.2.2025

Saaja:
Sirate Group Oy
Vesa Koskinen
Lemminkäisenkatu 59
20520 TURKU

T013 (EN ISO/IEC 17025)

Analyysi:	VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja:	Vesa Koskinen
Viite:	8171
Näytteenottopvm:	21.2.2025
Vastaanottopvm:	25.2.2025
Käsittelijä(t):	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:

TTL25-00864-001	253598
Mittauskohde:	8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste:	A113
Näytteenottoaika:	21.2.2025 7:40 - 8:25
Ilmamäärä:	9,11 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		<10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,9 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-Pineeni	80-56-8	0,5 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	0,7 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,7 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	2 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	1 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,5 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	3 µg/m³

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

TTL25-00864-002 253091
Mittauskohde: 8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste: A214a
Näytteenottoaika: 21.2.2025 7:44 - 8:29
Ilmamäärä: 9,66 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		20 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	1 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,5 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,6 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	2 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	2 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,8 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	2 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	3 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,7 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	2 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,8 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	1 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,6 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	6 µg/m³
Esterit ja laktonit		
Etyyliasetaatti	141-78-6	0,6 µg/m³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	1 µg/m³
Dodekametyylisykloheksasiloksaani	540-97-6	2 µg/m³ **
Tetradekametyylisykloheptasiloksaani	107-50-6	0,7 µg/m³ **
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	3 µg/m³

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

TTL25-00864-003	254722
Mittauskohde:	8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste:	B112a
Näytteenottoaika:	21.2.2025 7:54 - 8:39
Ilmamäärä:	9,07 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		<10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,9 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-Pineeni	80-56-8	0,9 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,8 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	0,8 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	0,7 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,7 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	3 µg/m³

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

TTL25-00864-004	253746
Mittauskohde:	8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste:	A216
Näytteenottoaika:	21.2.2025 8:31 - 9:16
Ilmamäärä:	9,11 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		<10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,8 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,5 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,5 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,4 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	2 µg/m³

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

TTL25-00864-005 253038
Mittauskohde: 8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste: B214b
Näytteenottoaika: 21.2.2025 8:43 - 9:28
Ilmamäärä: 9,66 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	1 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,5 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-Pineeni	80-56-8	0,4 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	0,6 µg/m³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,4 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Dekanaali	112-31-2	0,7 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	1 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,4 µg/m³
Nonanaali	124-19-6	0,5 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,5 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	0,8 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,7 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	3 µg/m³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	0,4 µg/m³
Dodekametyylisykloheksasiloksaani	540-97-6	1 µg/m³ **
Tetradekametyylisykloheptasiloksaani	107-50-6	0,4 µg/m³ **
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	1 µg/m³

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

TTL25-00864-006 255378
Mittauskohde: 8171 Turun Lyseon koulu
Mittauspiste: B115c
Näytteenottoaika: 21.2.2025 8:46 - 9:31
Ilmamäärä: 9,07 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		10 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	1 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	0,6 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,8 µg/m³
α-Pineeni	80-56-8	2 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	0,9 µg/m³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,5 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	1 µg/m³
Heptanaali	111-71-7	0,5 µg/m³
Oktanaali	124-13-0	0,7 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	1 µg/m³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,8 µg/m³
Asetoni[1]	67-64-1	5 µg/m³
Hapot		
Propaanihappo	79-09-4	0,8 µg/m³

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

Tulosten tarkastelu:

Näyte on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

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.

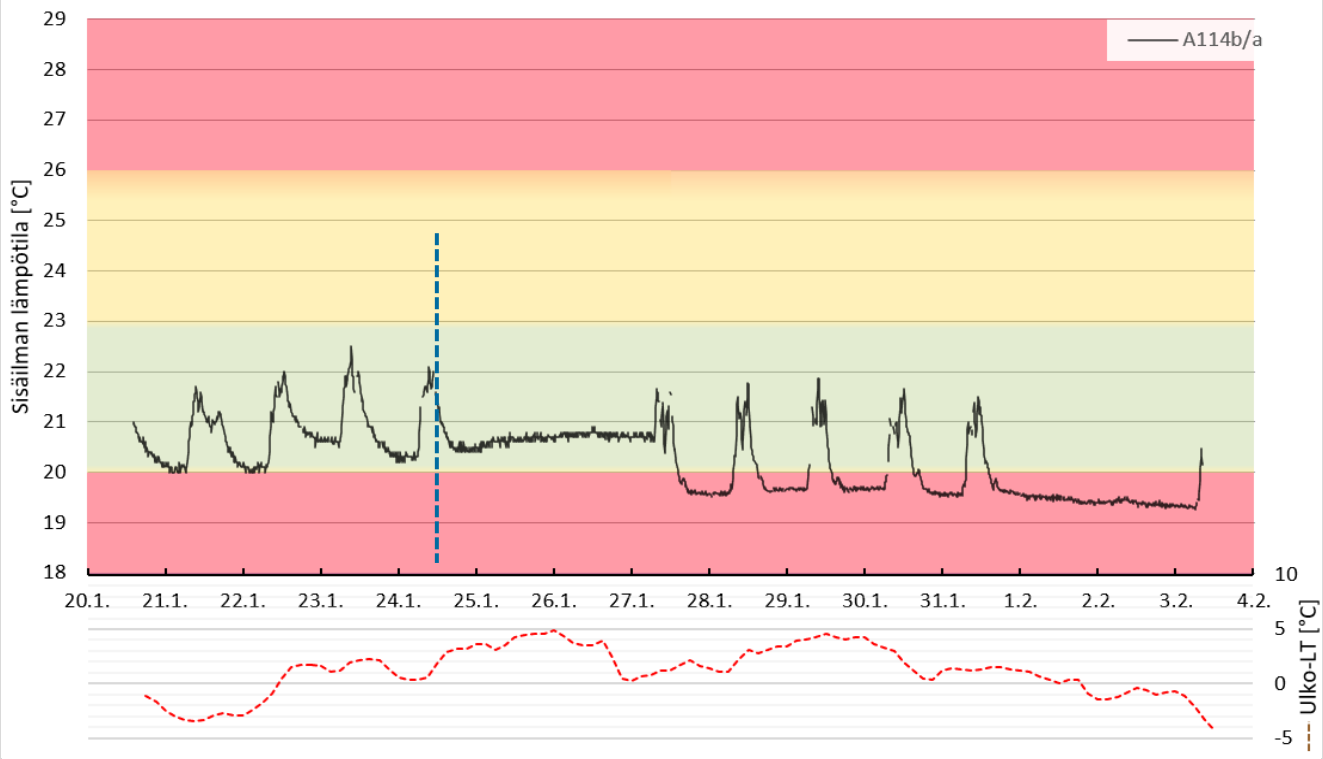
Työympäristöpalvelut

26.2.2025

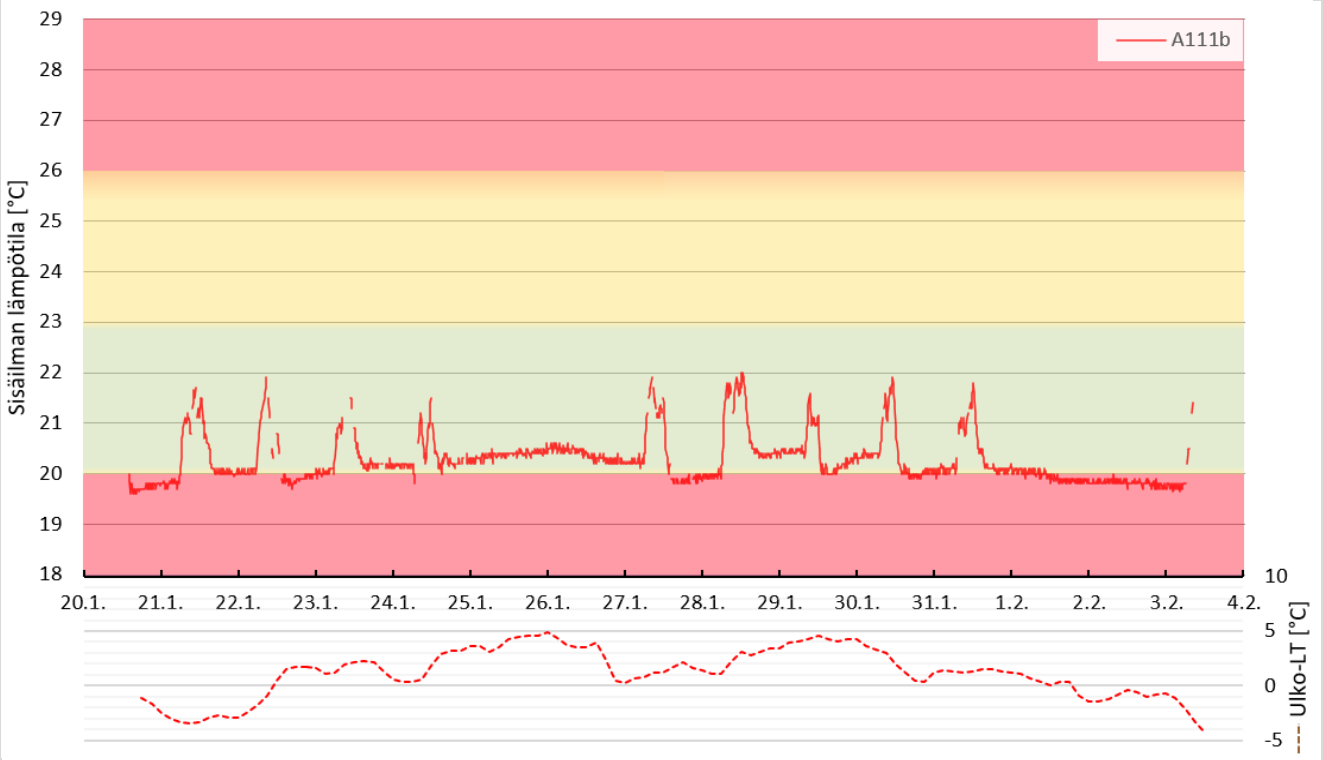
Hovi Hanna
erityisasiantuntija
Helsinki

Kuusisto Kim
asiantuntija
Helsinki

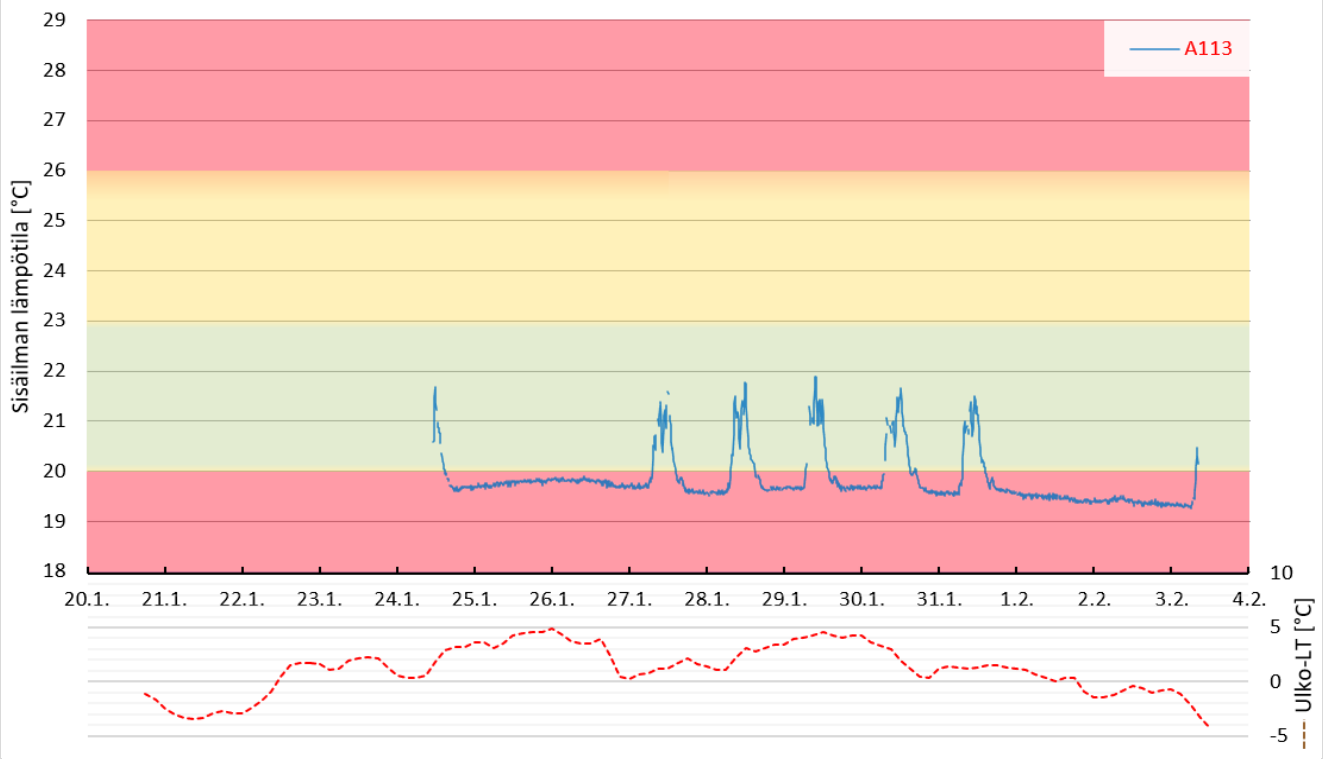
Tulokset koskevat vain vastaanotettuja näytteitä. Testauspäivämäärä(t) annetaan pyydettäessä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittua vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



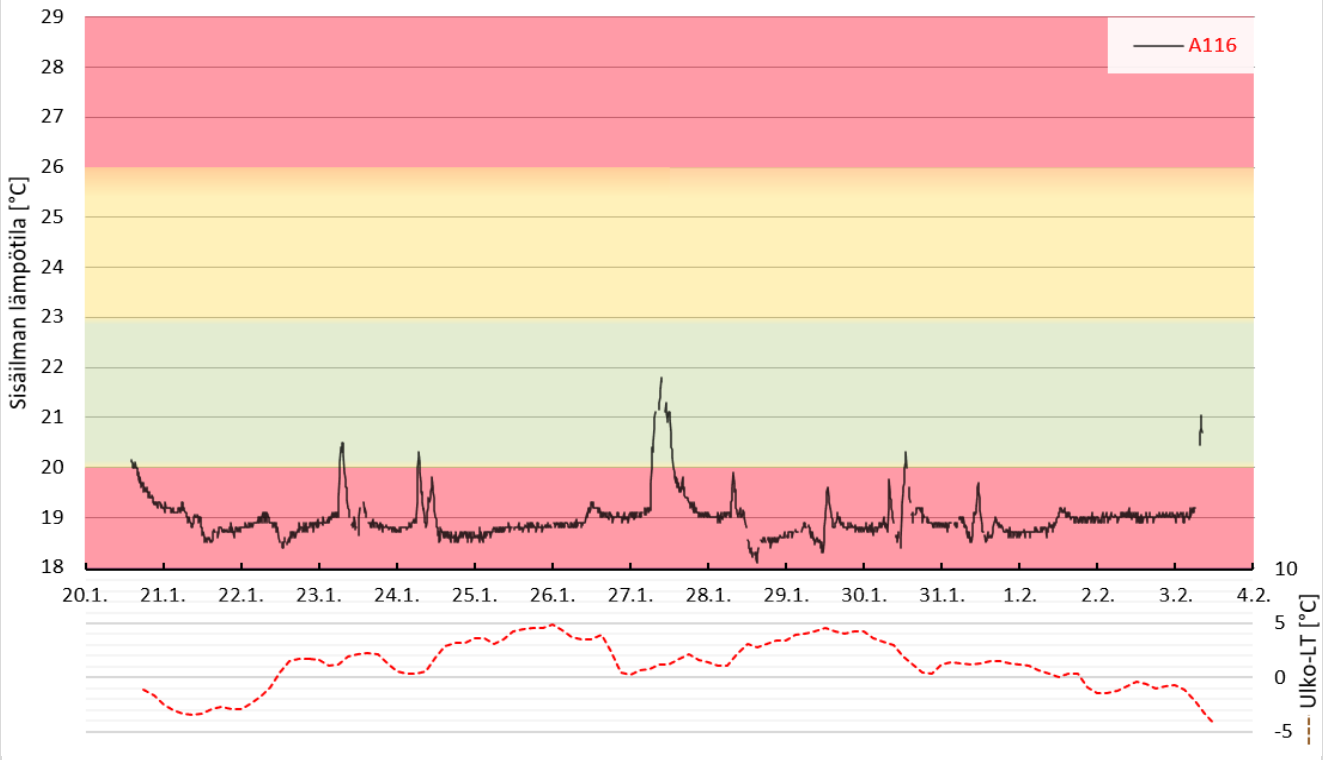
Kuva 1. Huoneilman (A114b/a) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Mittari siirrettiin 24.1. tilasta 114b tilaan 114a. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3. Käyttäjät kokivat tilan kylmäksi.



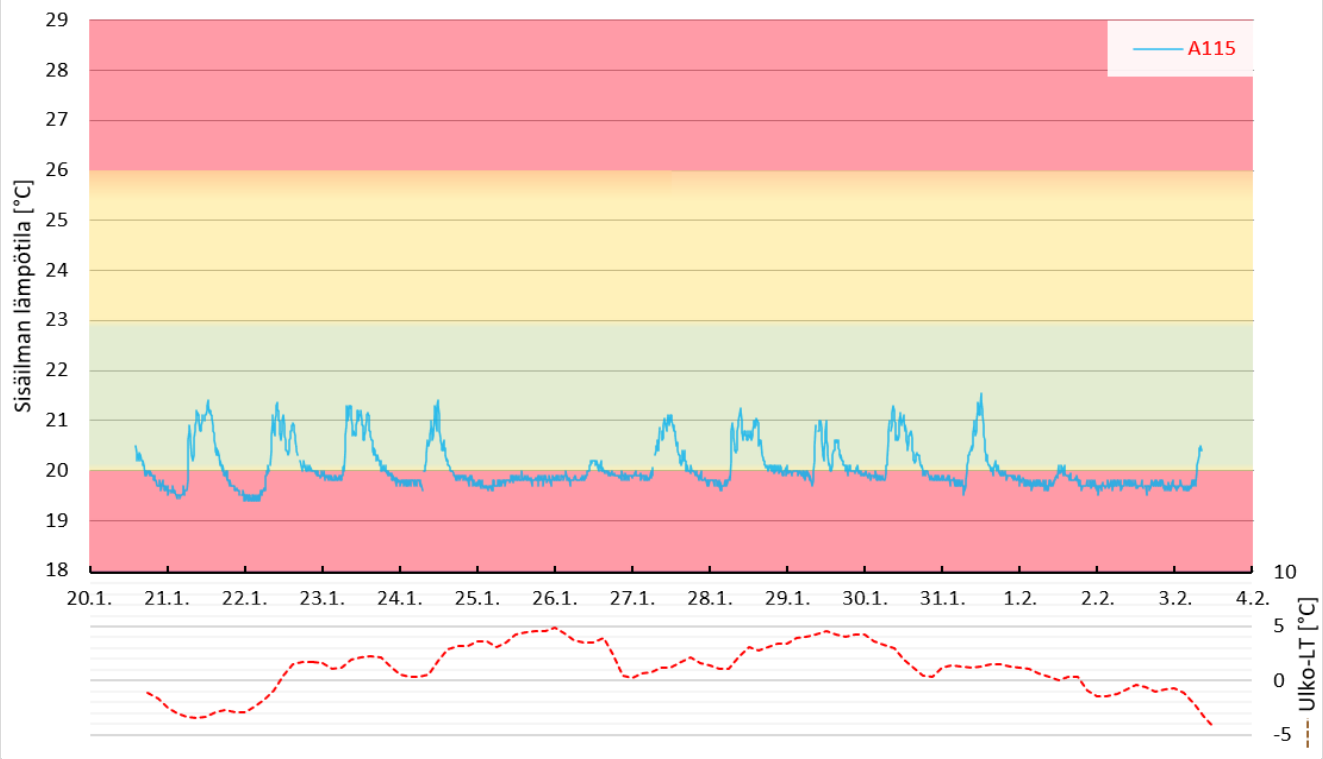
Kuva 2. Huoneilman (A111b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3. Käyttäjät kokivat tilan kylmäksi erityisesti 22.1. ja 3.2.



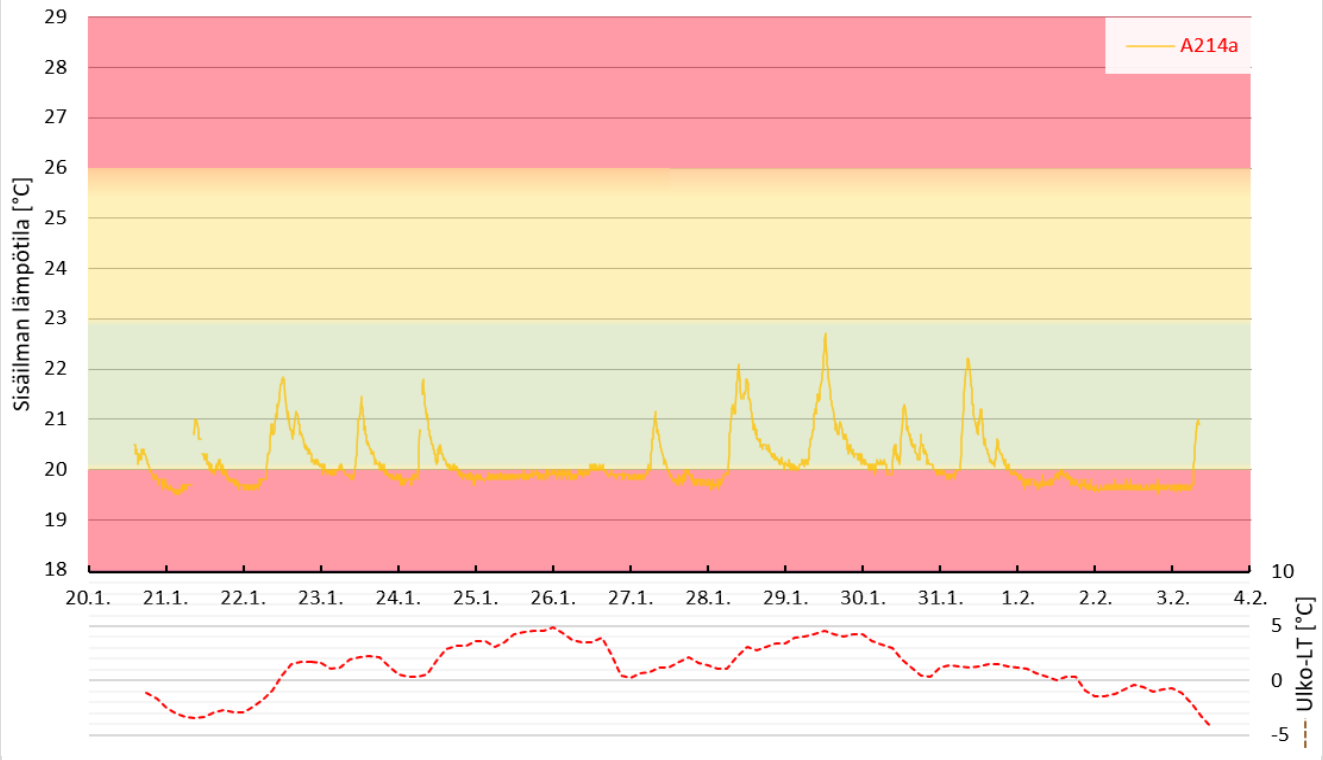
Kuva 3. Huoneilman (A113) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



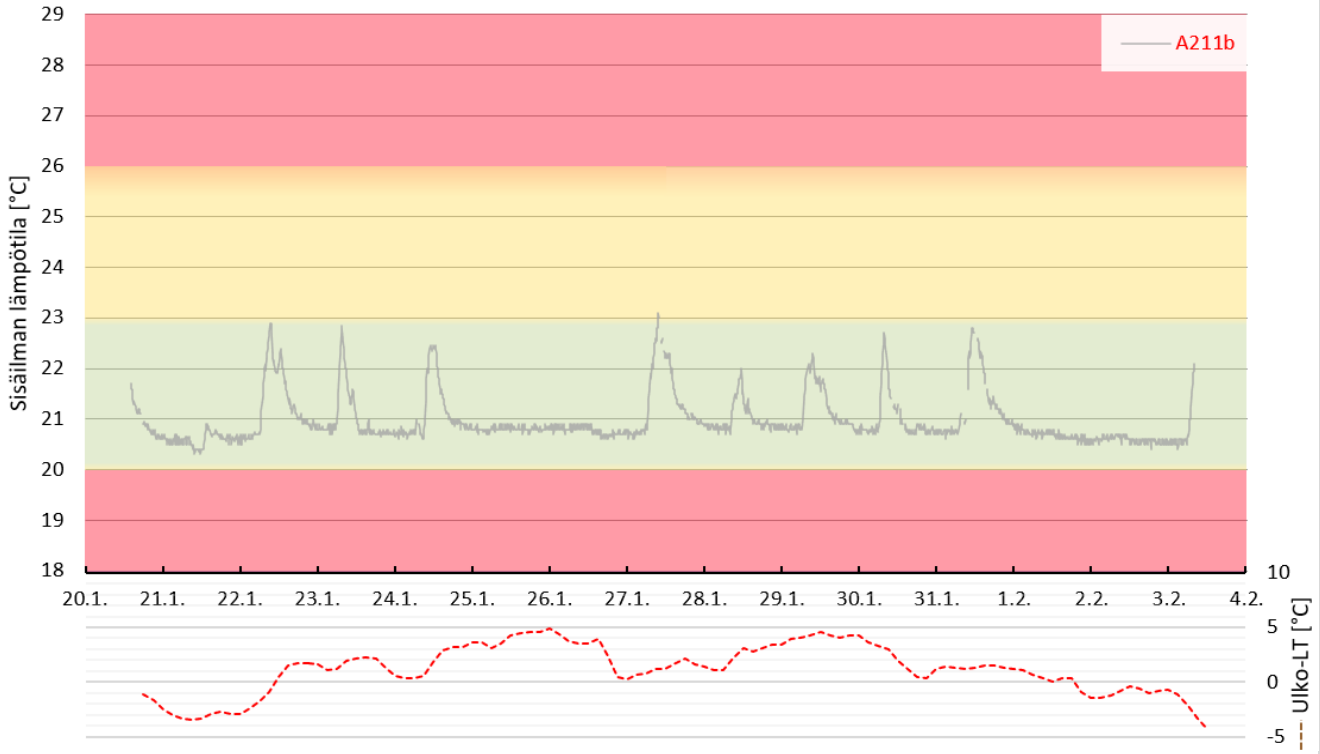
Kuva 4. Huoneilman (A113) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



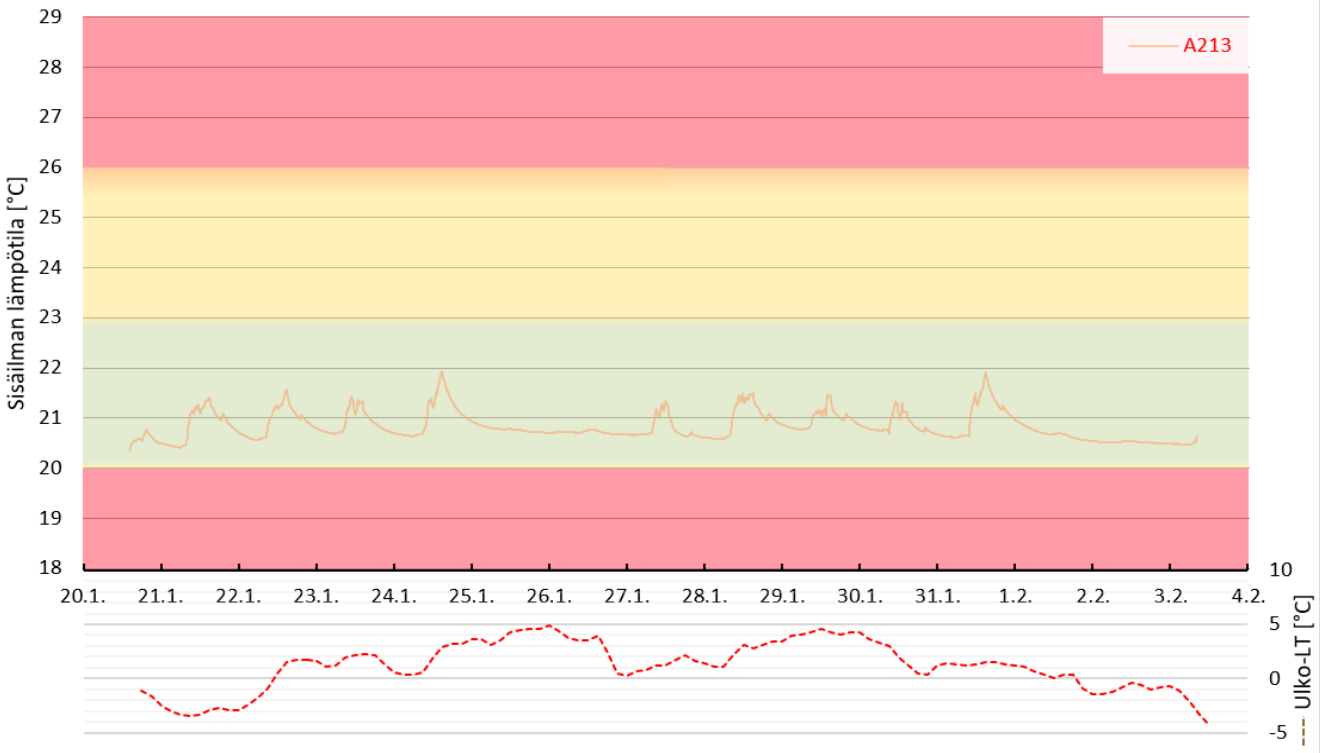
Kuva 5. Huoneilman (A115) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3. Käyttäjät kokivat tilan päivittäin kylmäksi.



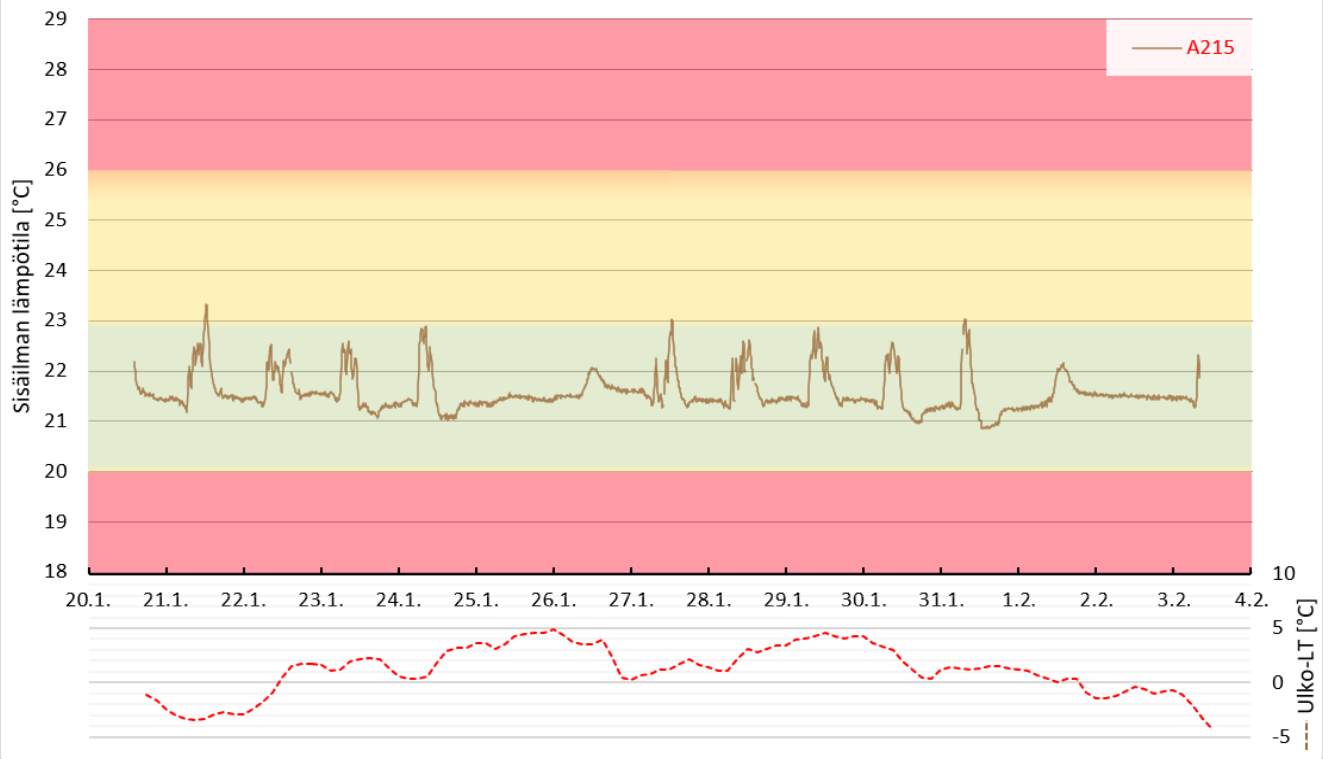
Kuva 6. Huoneilman (A214a) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



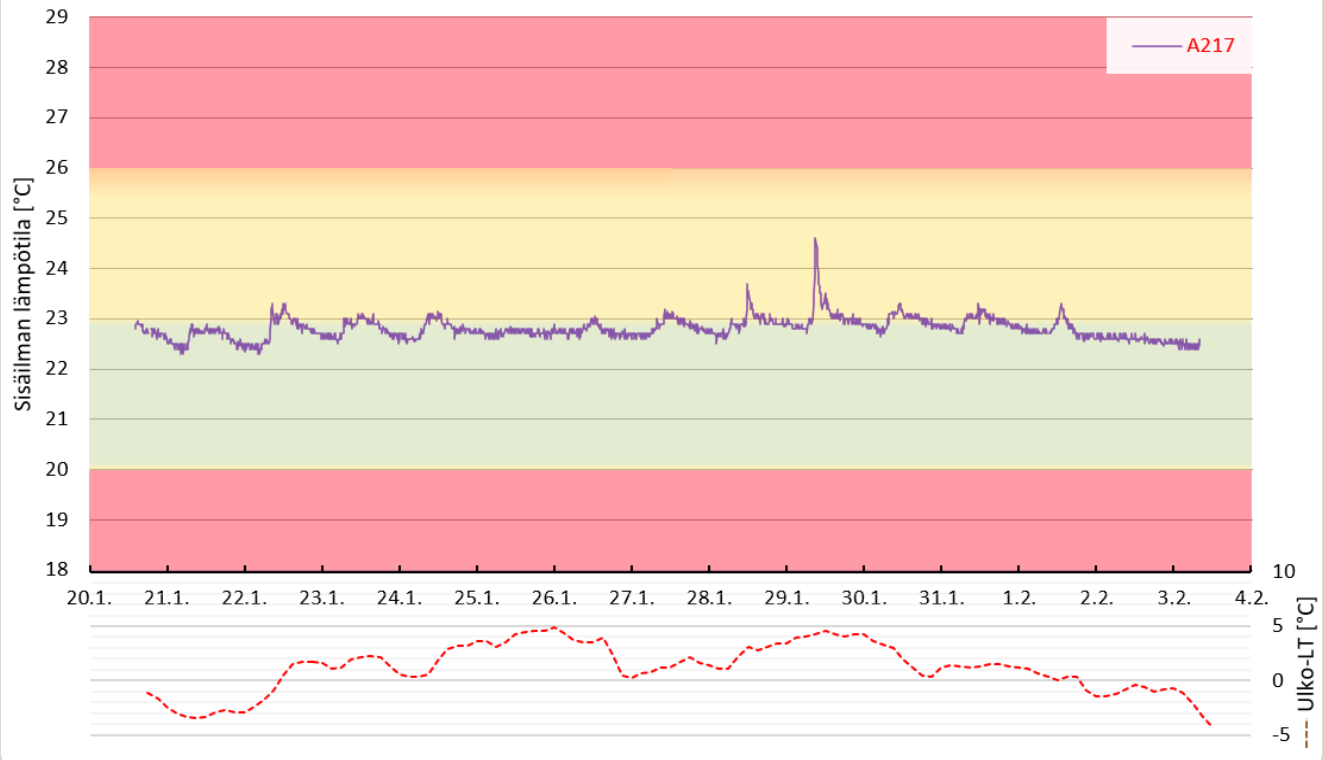
Kuva 7. Huoneilman (A211b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



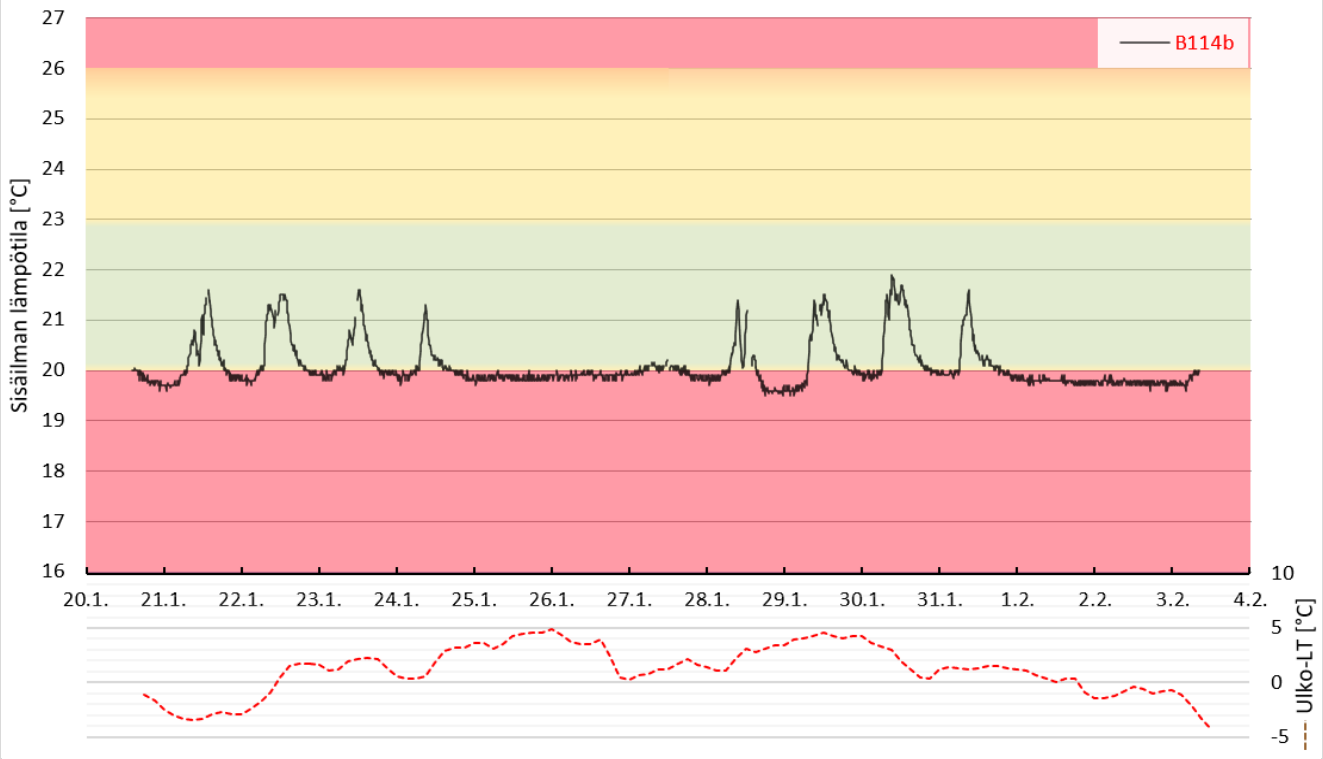
Kuva 8. Huoneilman (A213) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



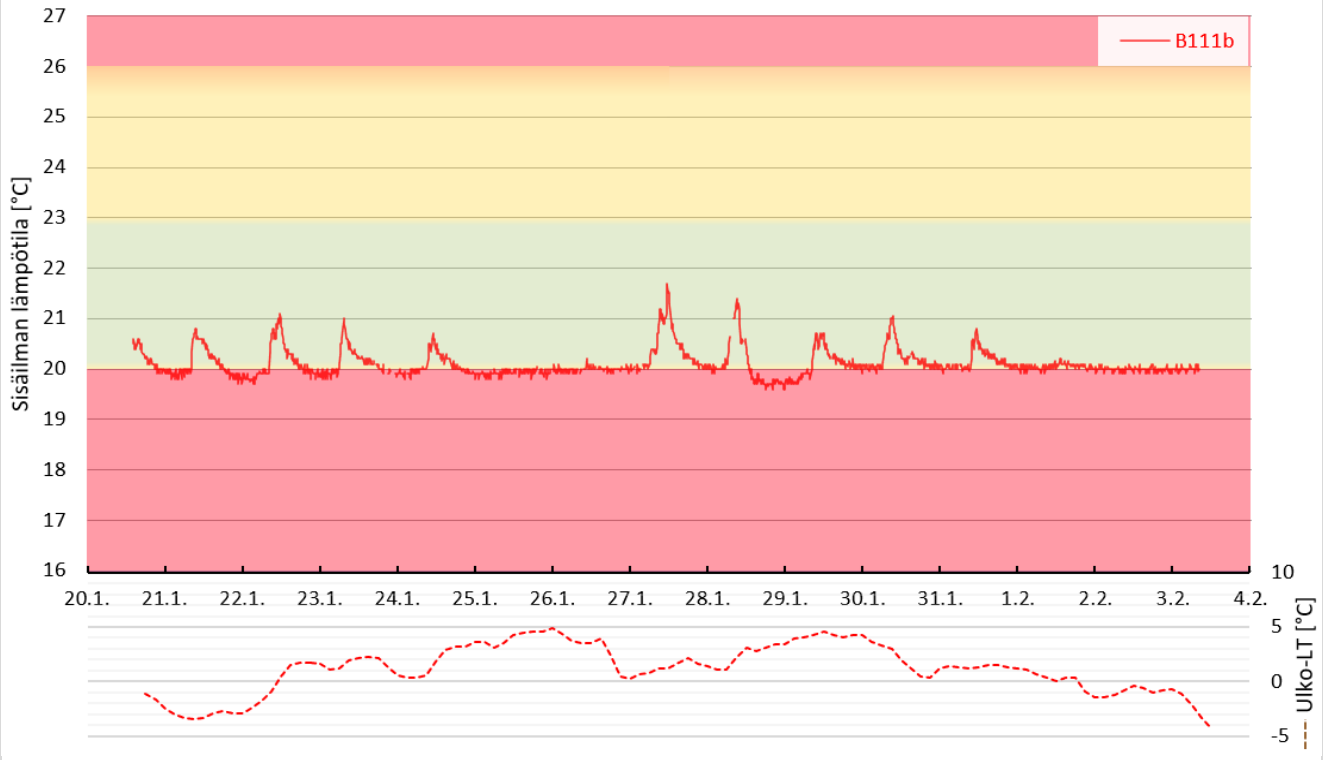
Kuva 9. Huoneilman (A215) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



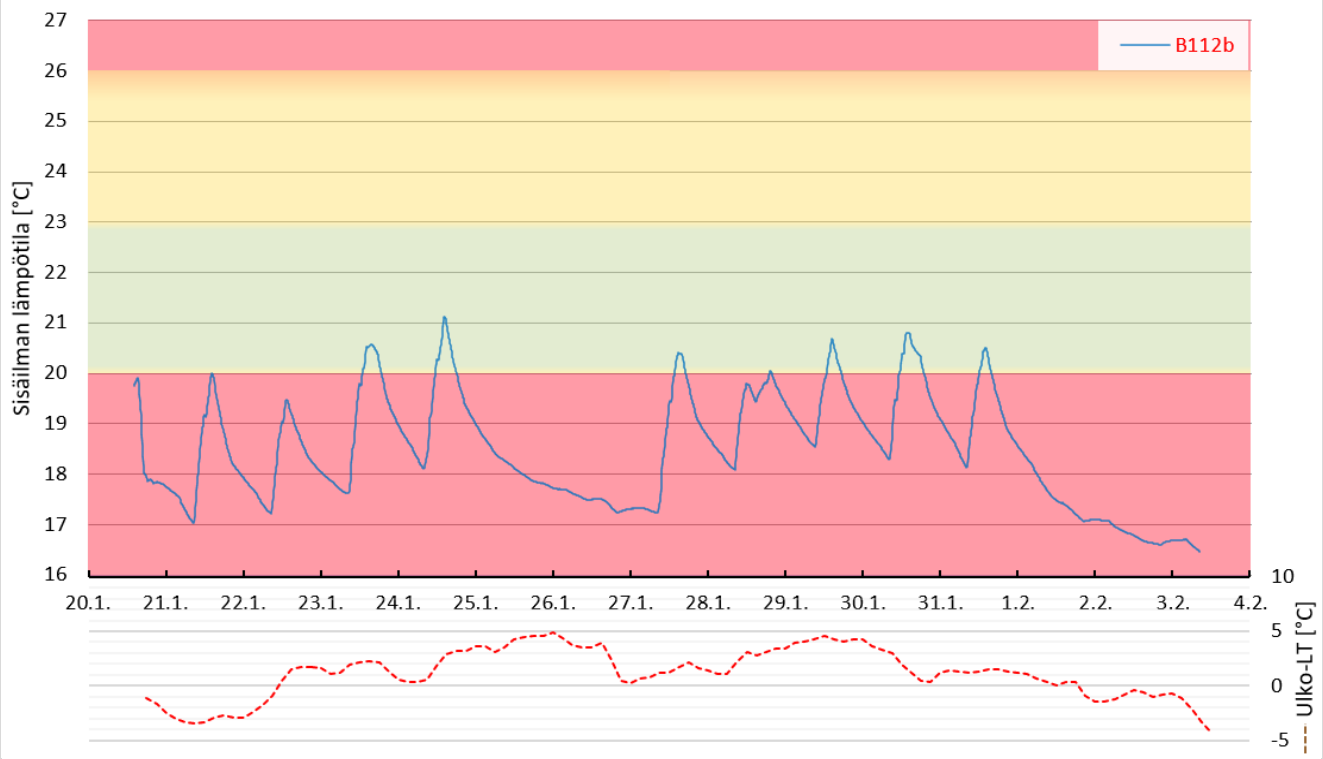
Kuva 10. Huoneilman (A217) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



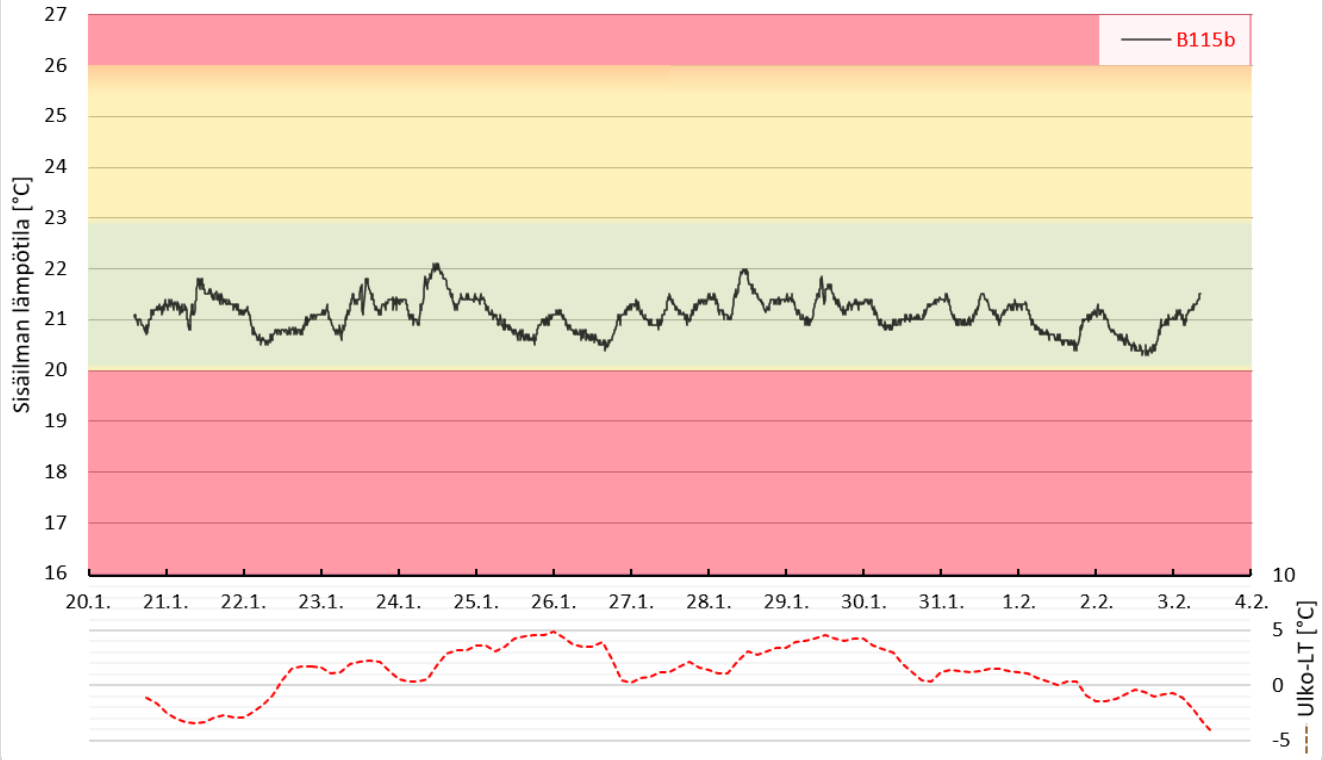
Kuva 11. Huoneilman (B114b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



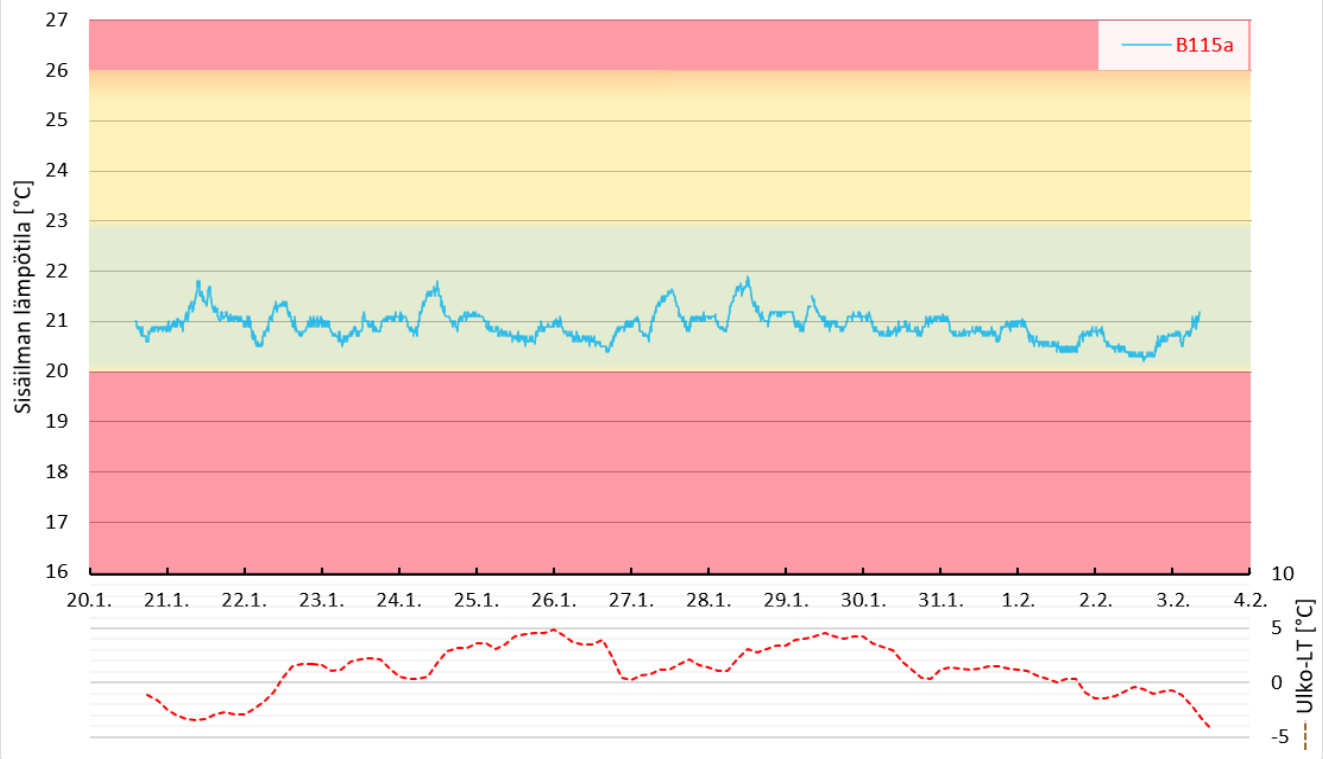
Kuva 12. Huoneilman (B111b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



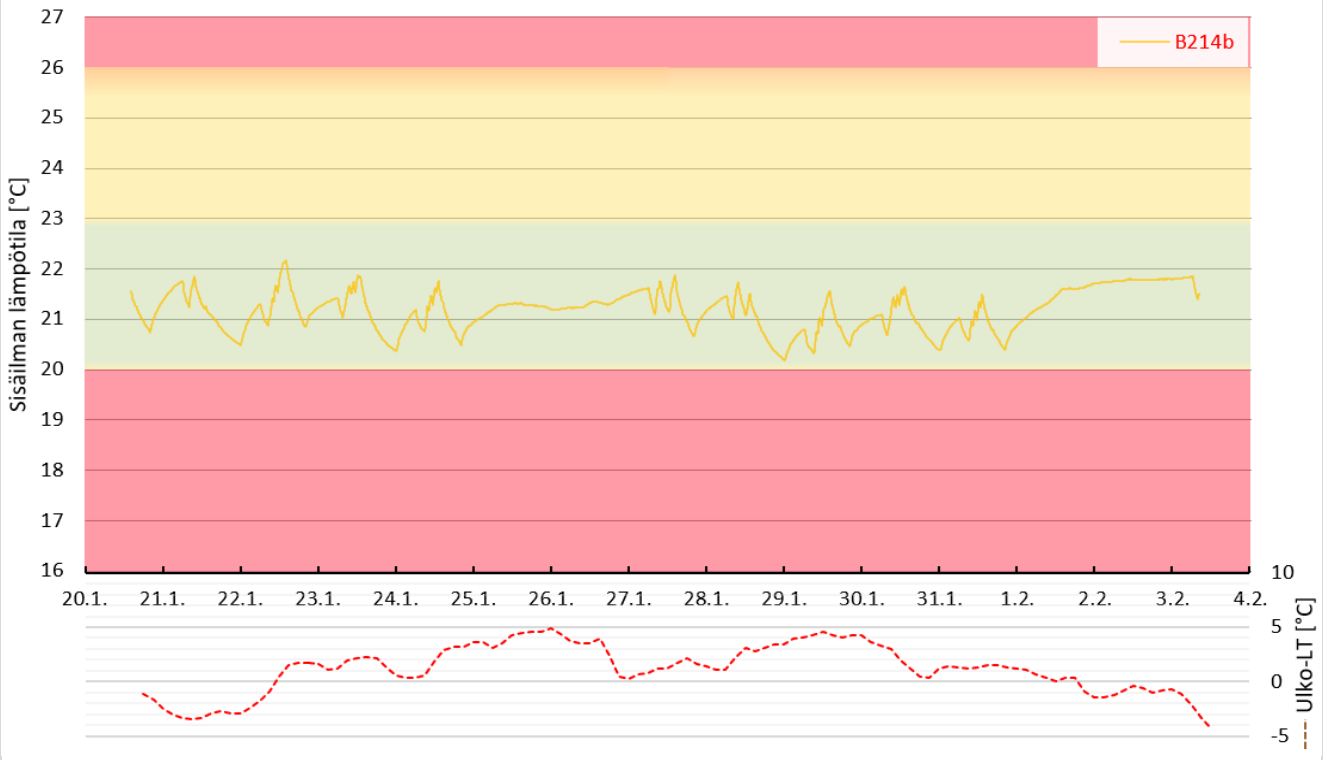
Kuva 13. Huoneilman (B112b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3. Käyttäjät kokivat tilan kylmäksi.



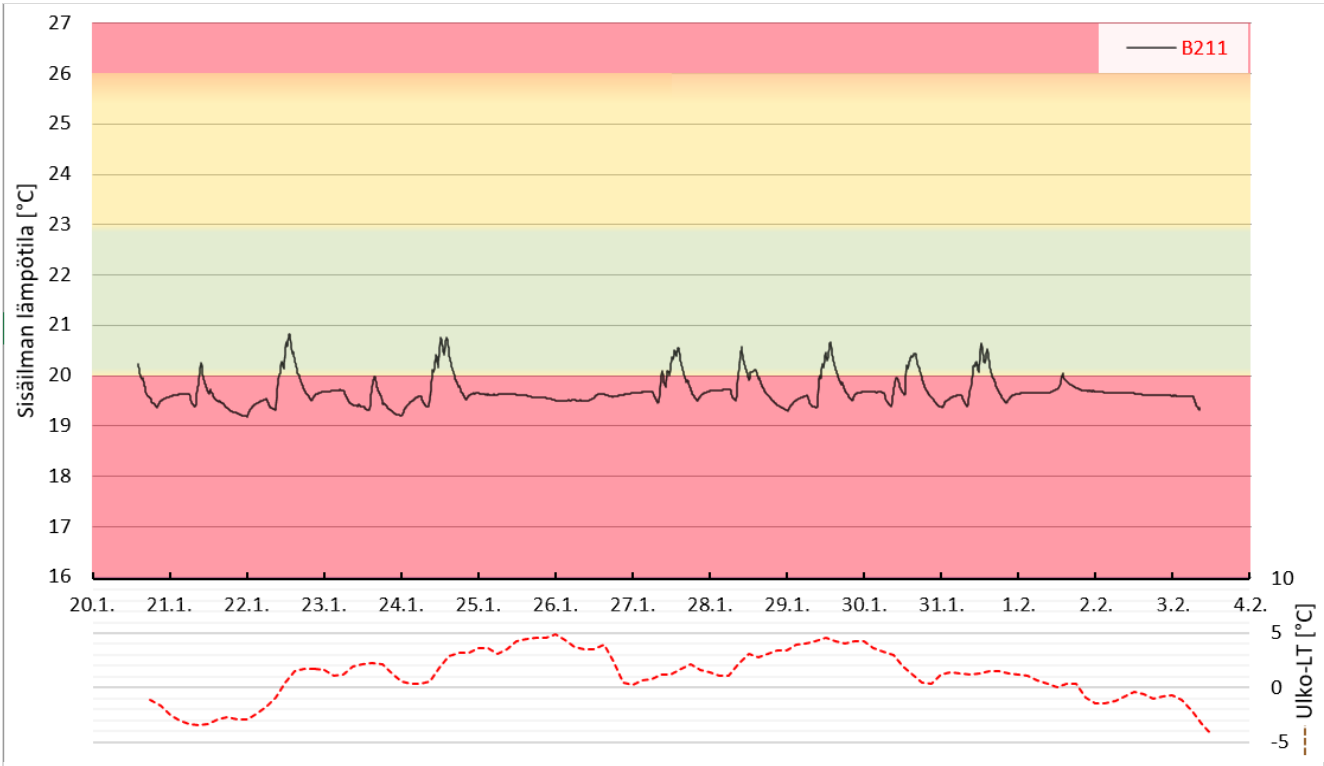
Kuva 14. Huoneilman (B115b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



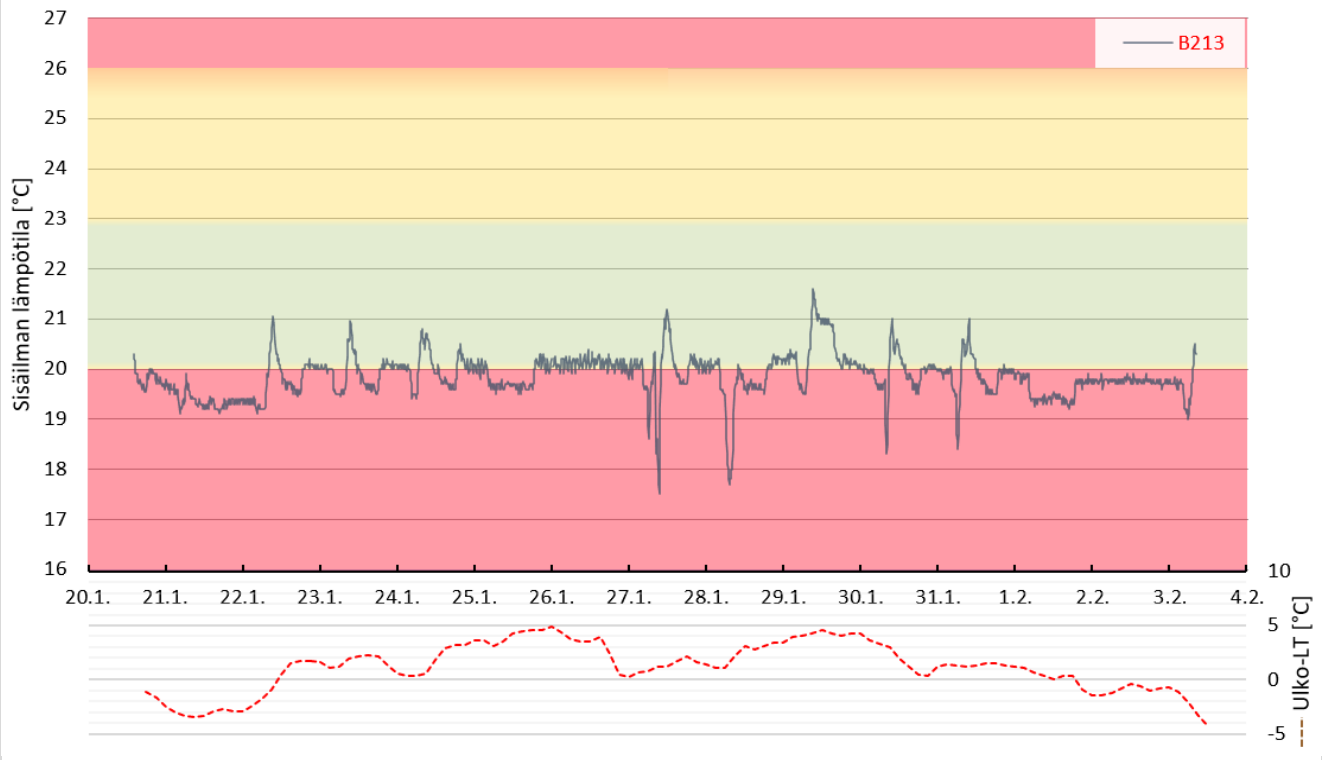
Kuva 15. Huoneilman (B115a) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3. Tila koetti viileäksi 27.1. ja lämpimäksi aamulla 3.2.2005.



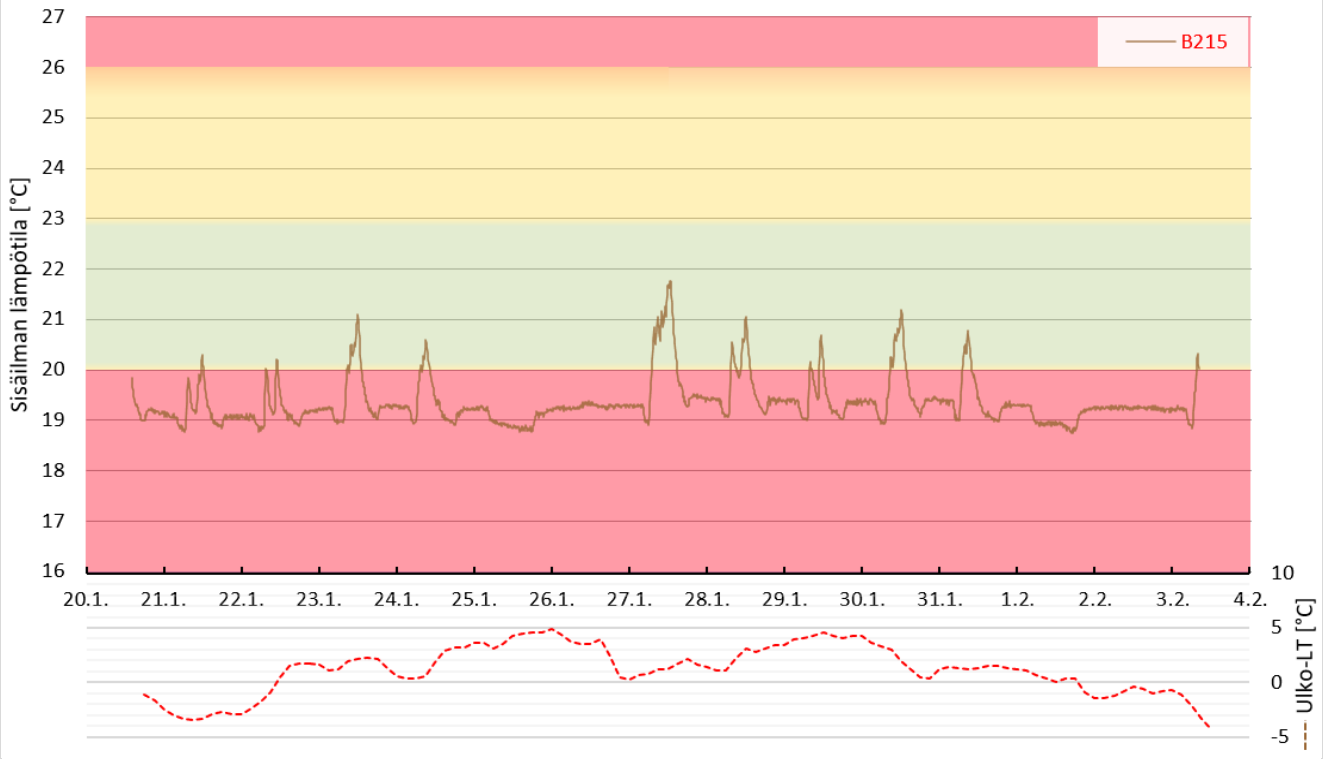
Kuva 16. Huoneilman (B214b) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



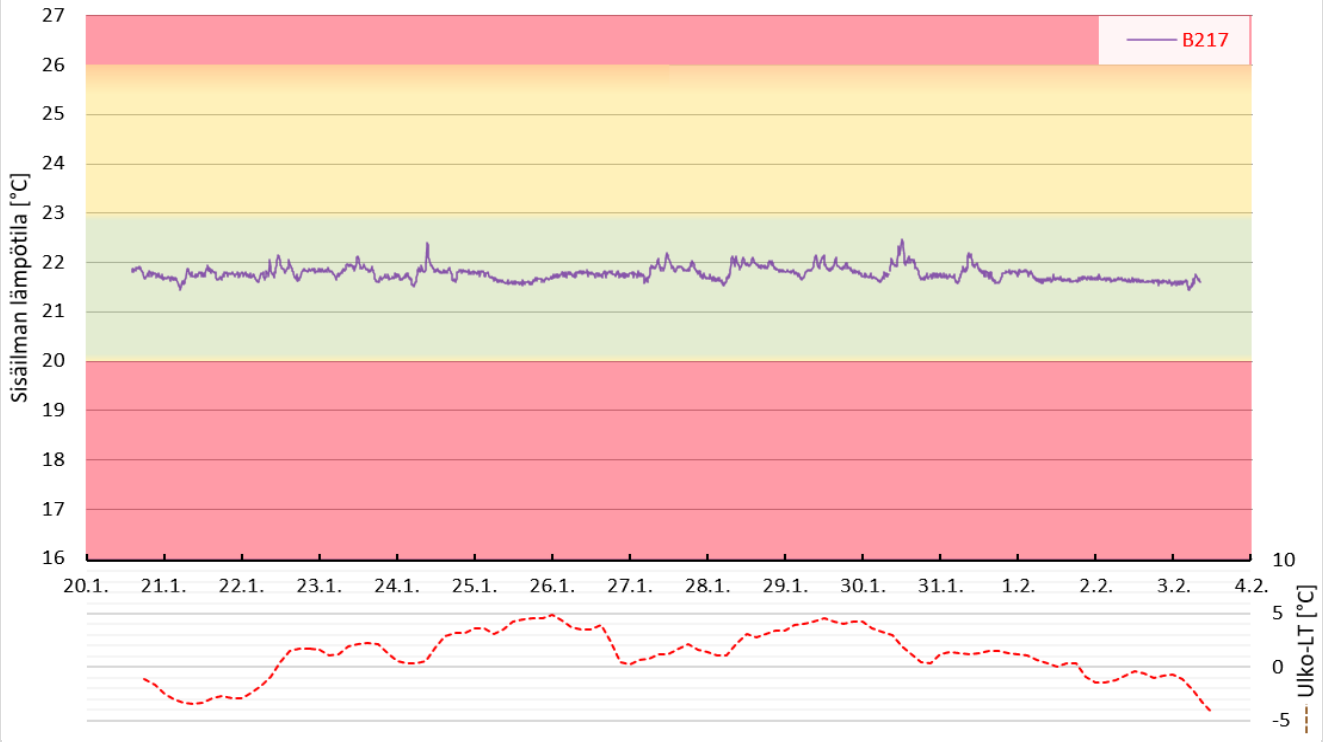
Kuva 17. Huoneilman (B210) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



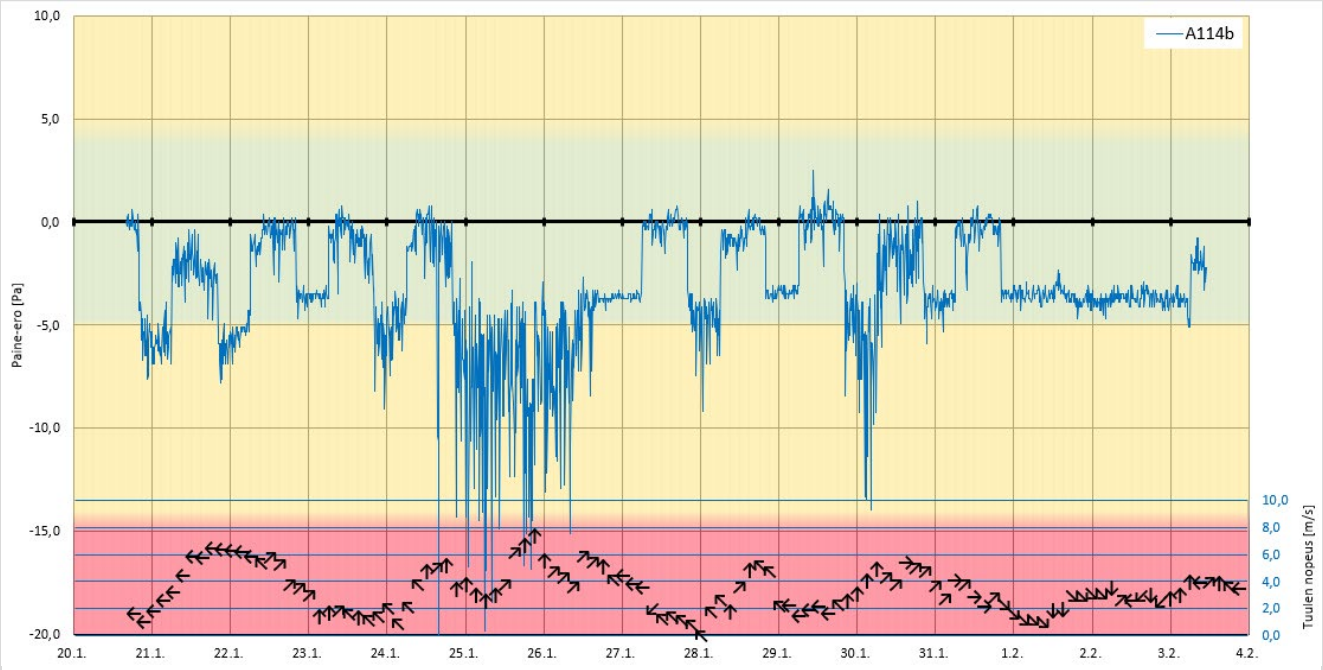
Kuva 18. Huoneilman (B213) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



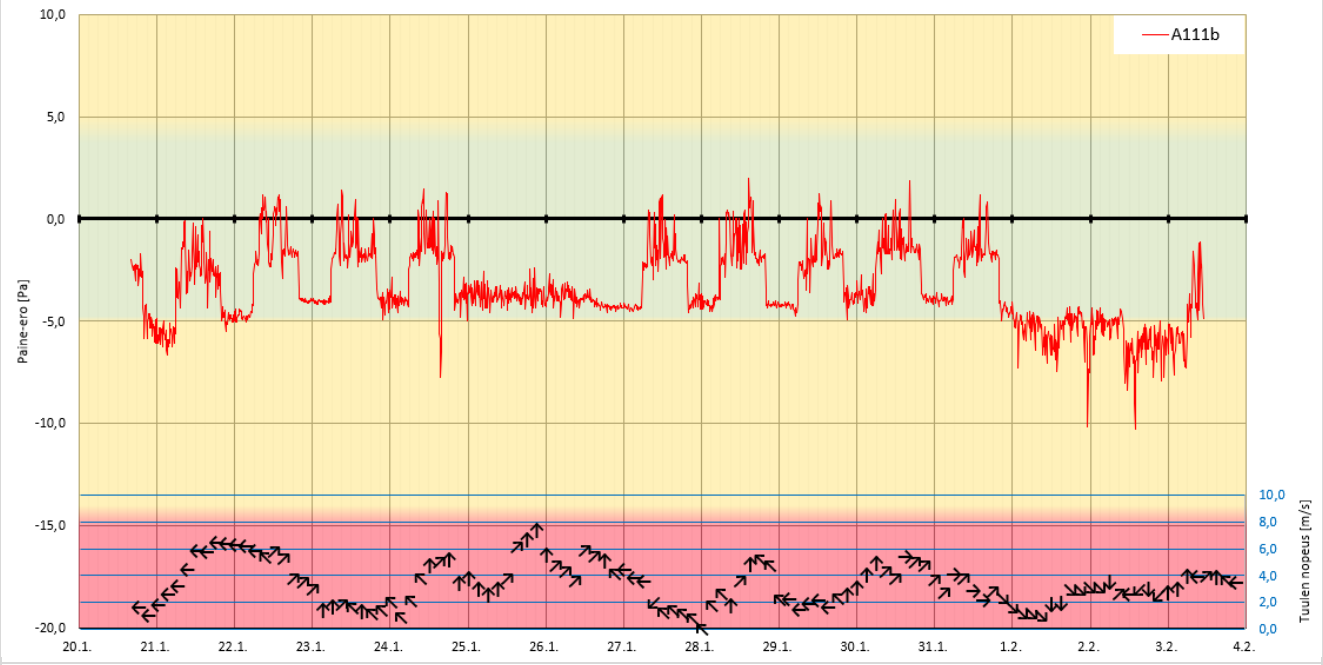
Kuva 19. Huoneilman (B215) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



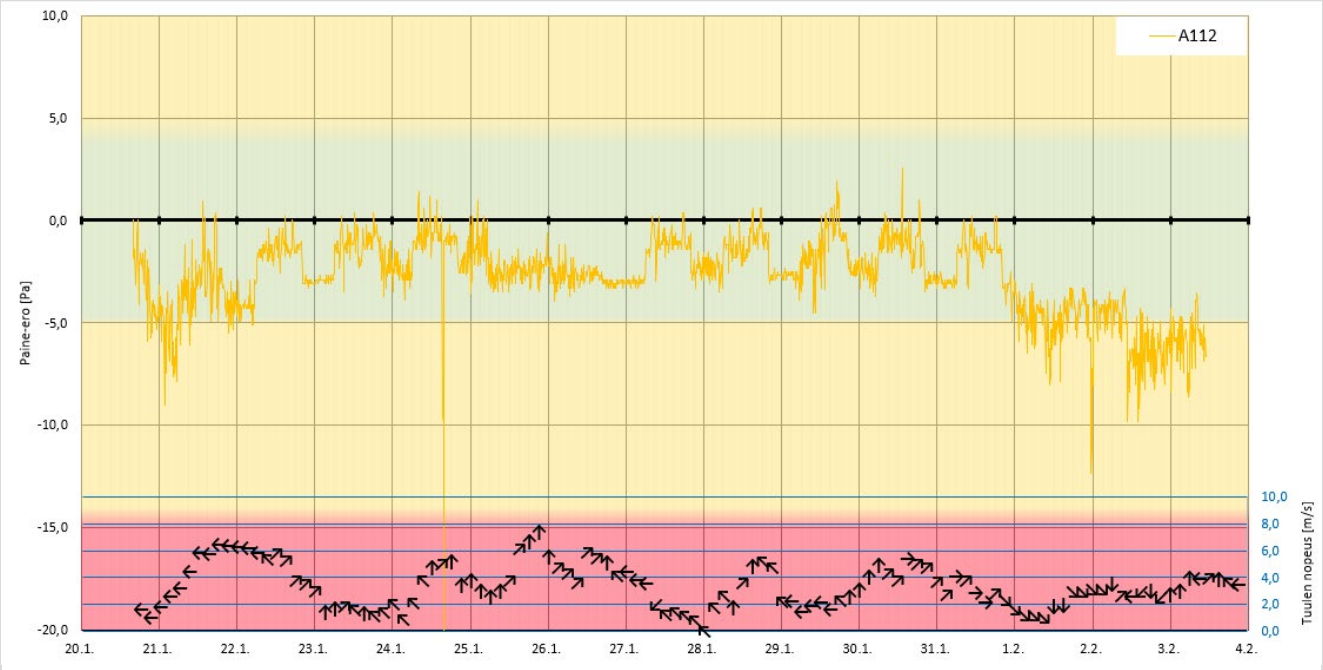
Kuva 20. Huoneilman (B217) ja ulkoilman lämpötilat seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Punaisella taustavärillä merkitty lämpötila-alueet, jotka eivät täytä Asumisterveysasetuksen vaatimuksia (toimenpiderajat). Vihreä taustaväri vastaa Sisäilmastoluokituksen 2018 luokkaa S3.



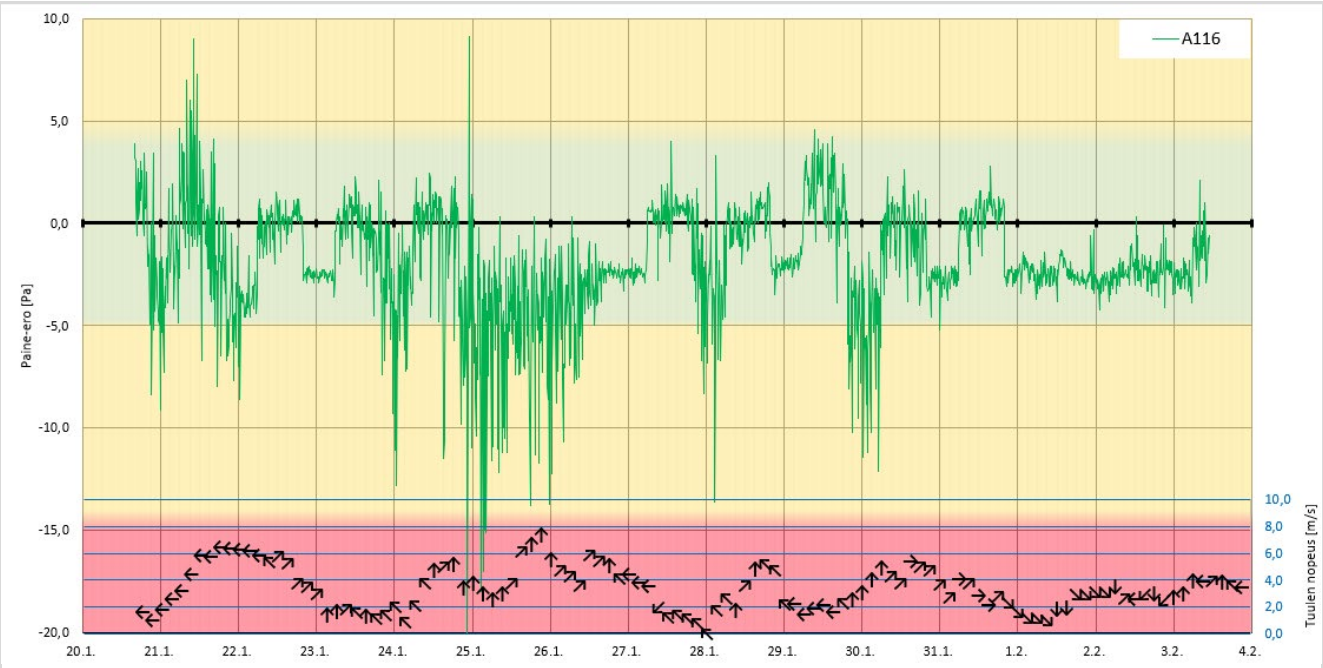
Kuva 1. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A114b ja ulkoilman välillä sekä alla tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



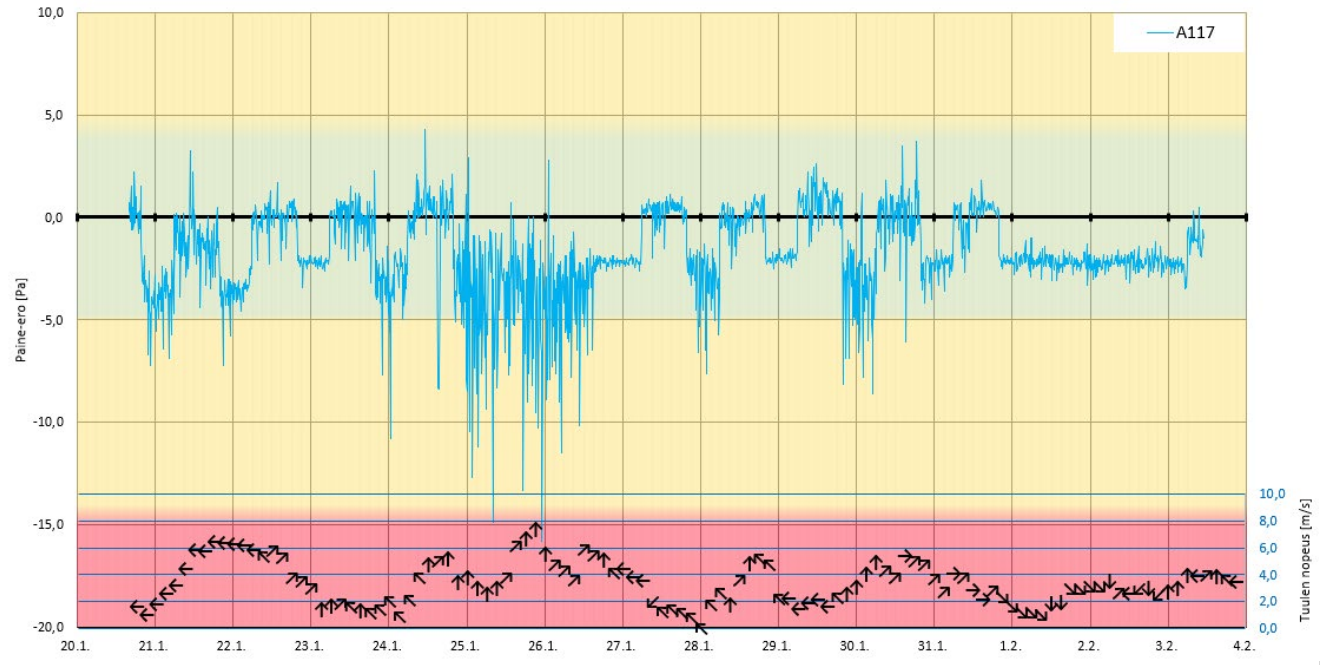
Kuva 2. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A111b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



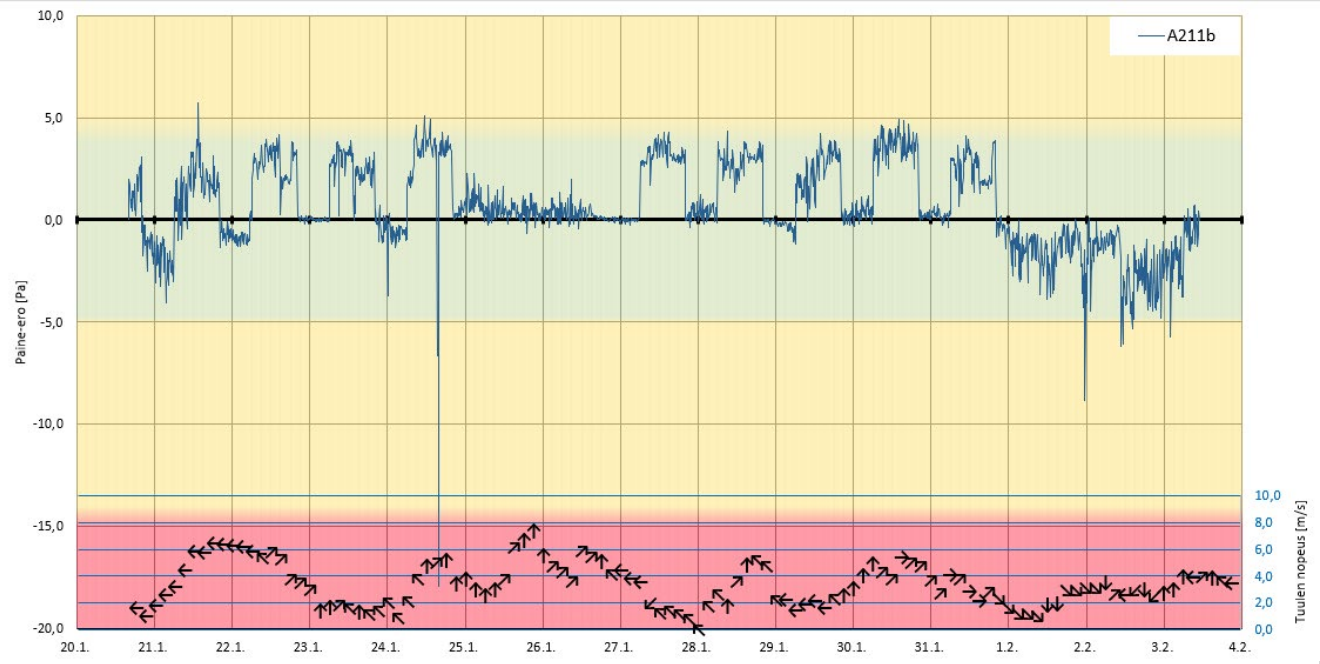
Kuva 3. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A112 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



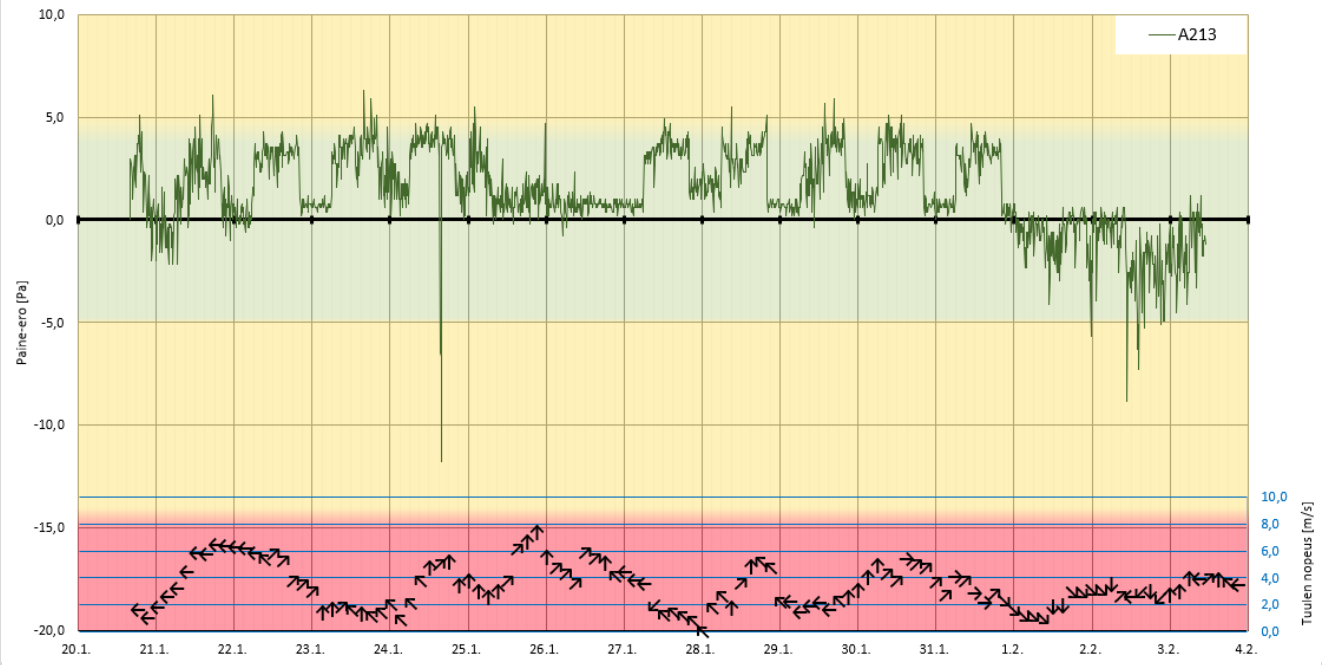
Kuva 4. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A116 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



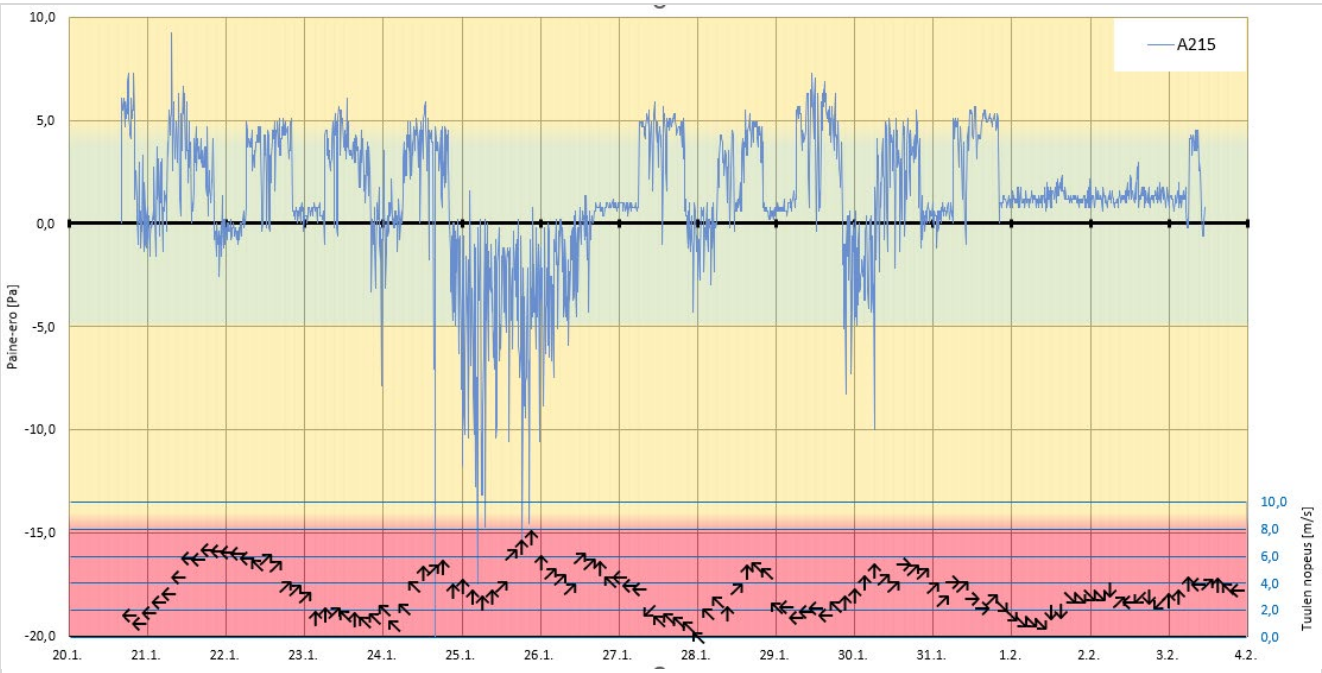
Kuva 5. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A117 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



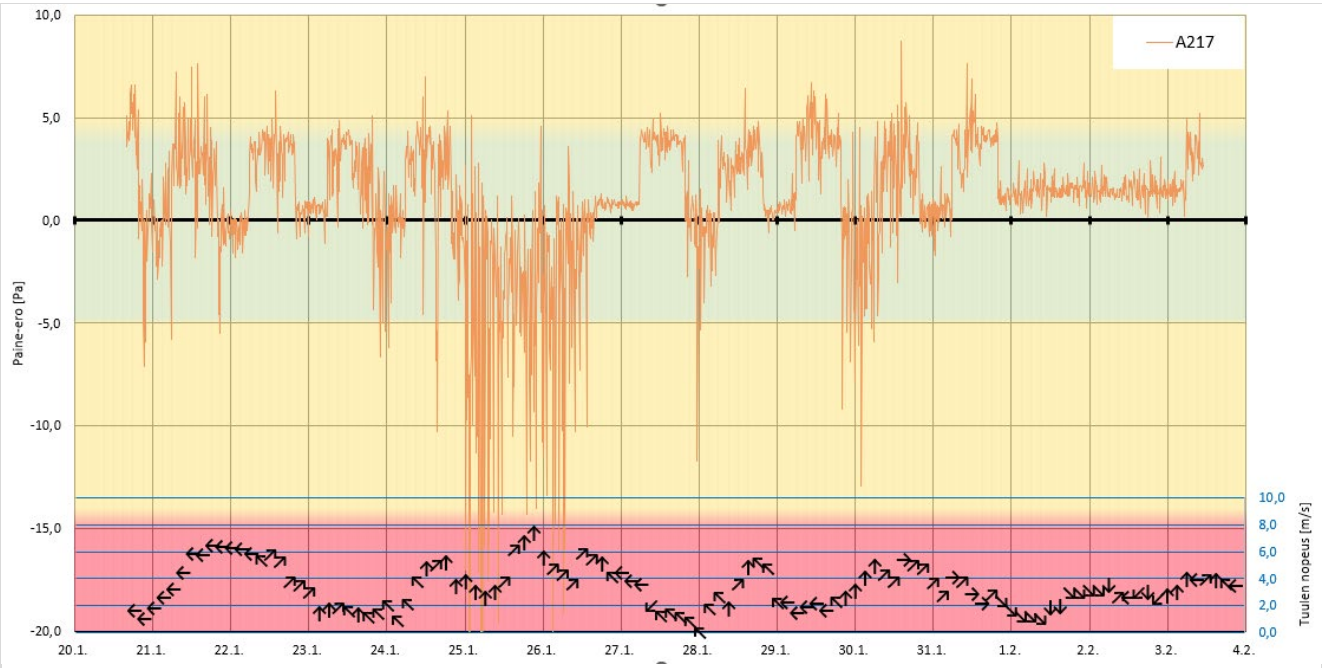
Kuva 6. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A211b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



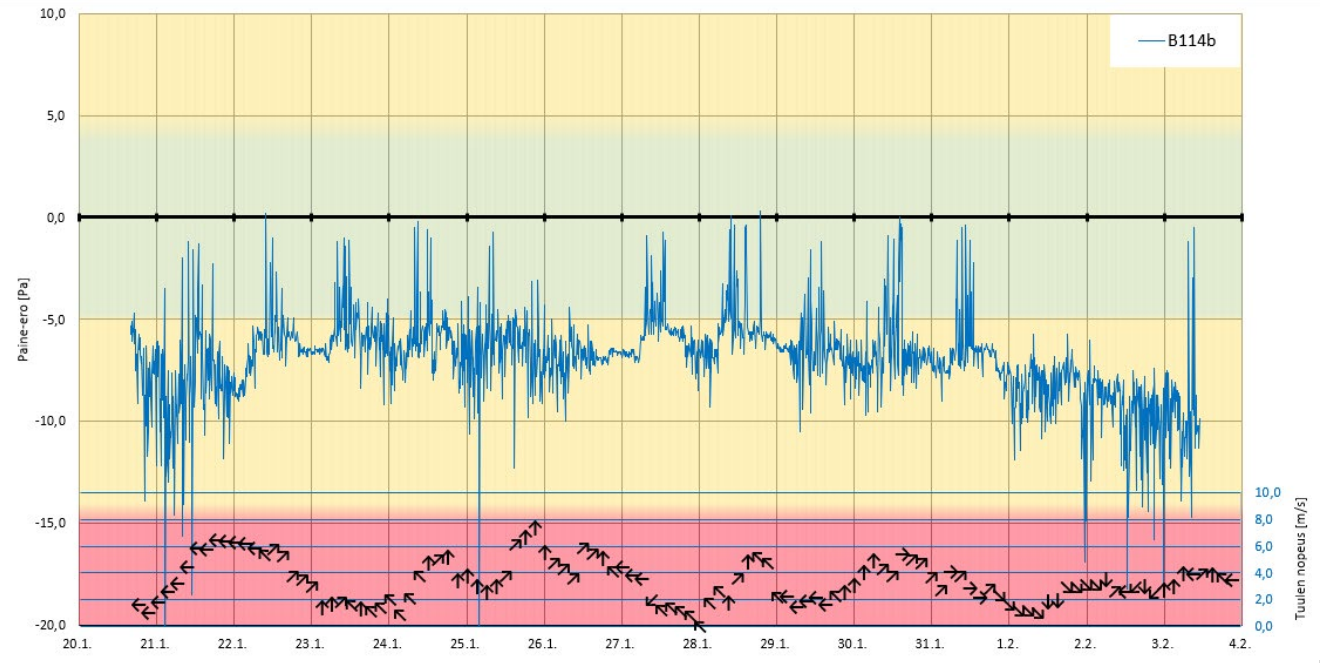
Kuva 7. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A213 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



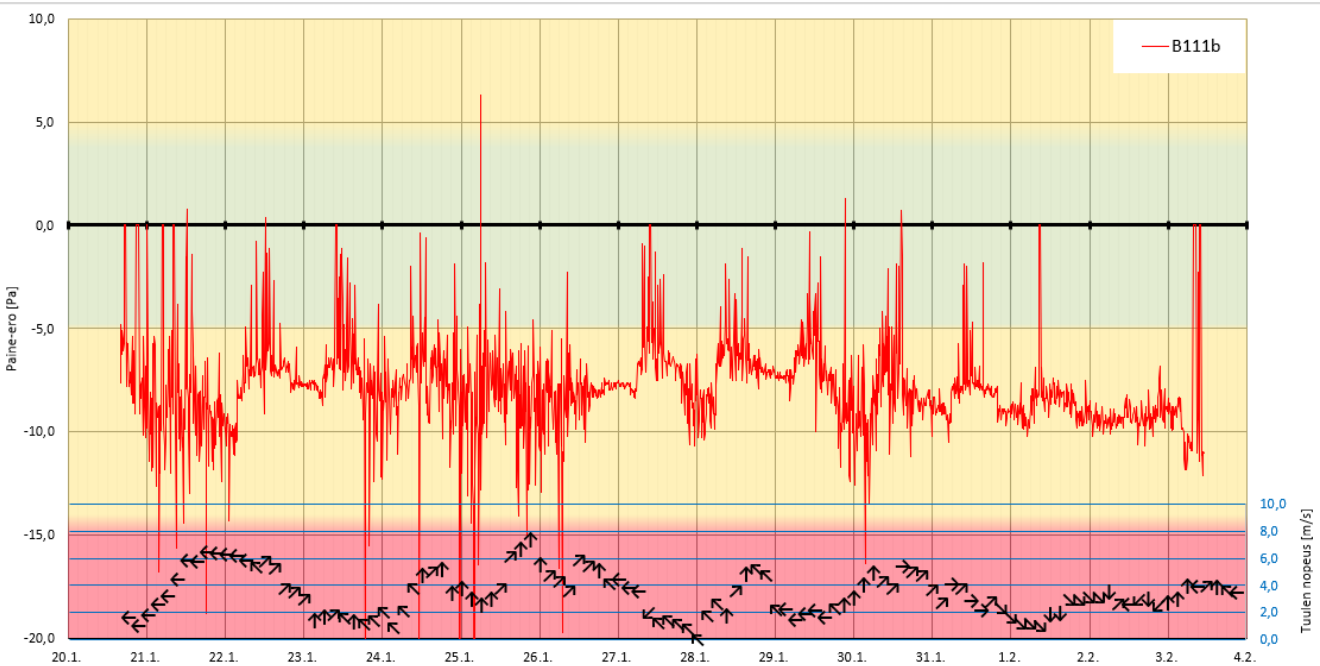
Kuva 8. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A215 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



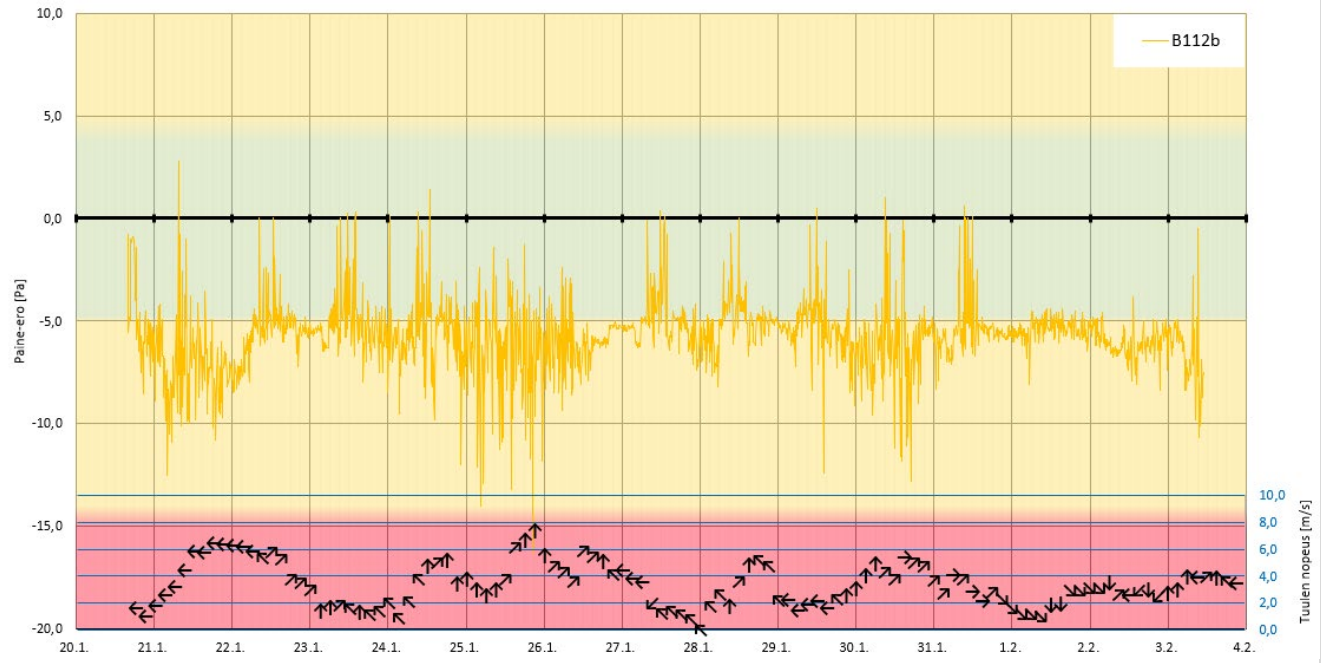
Kuva 9. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan A217 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



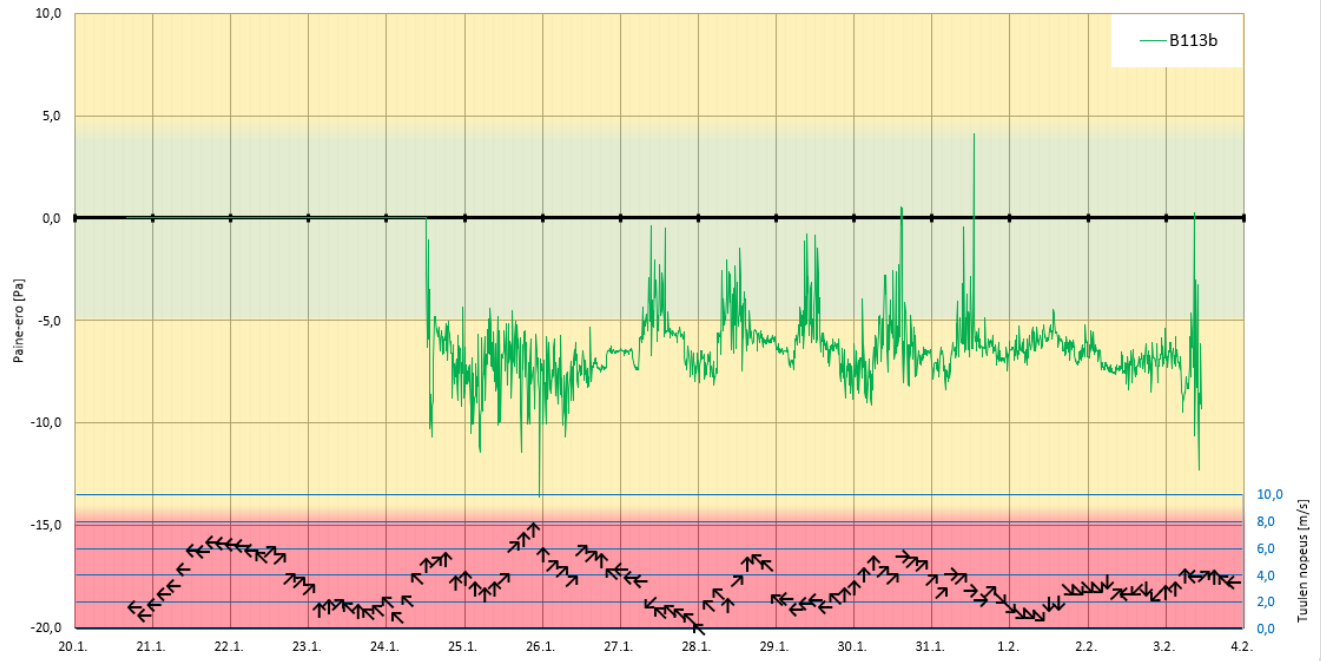
Kuva 10. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B114b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



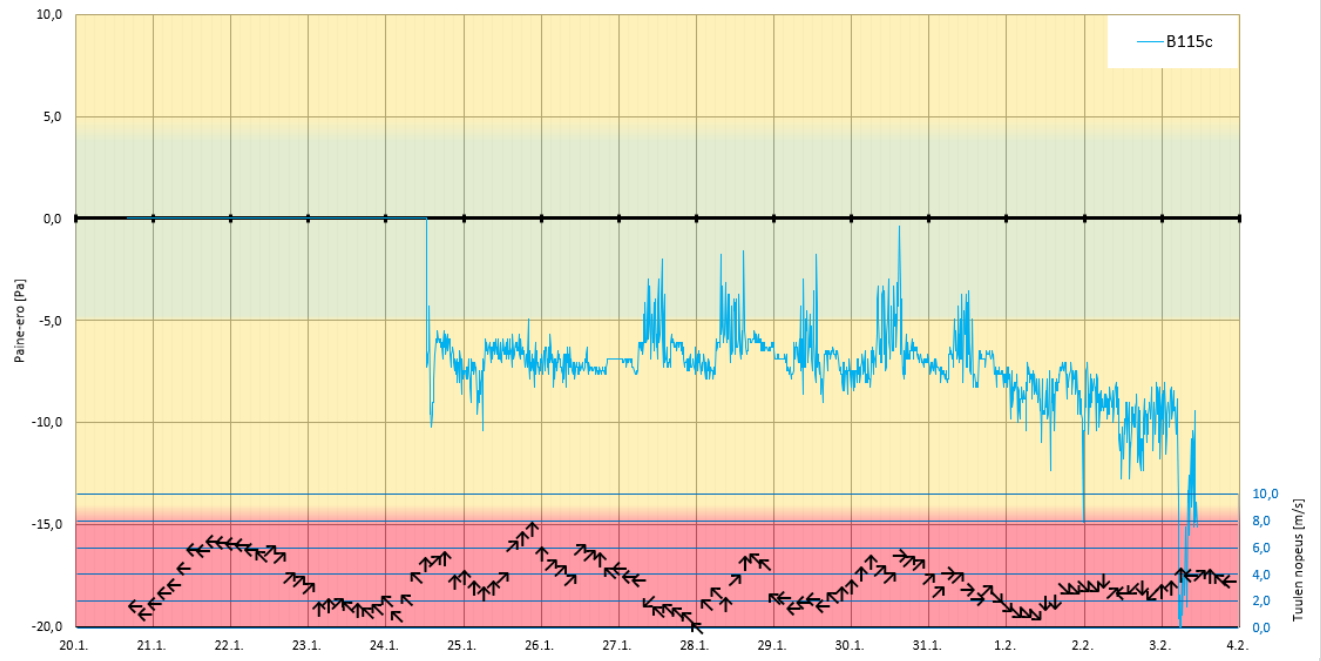
Kuva 11. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B111b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



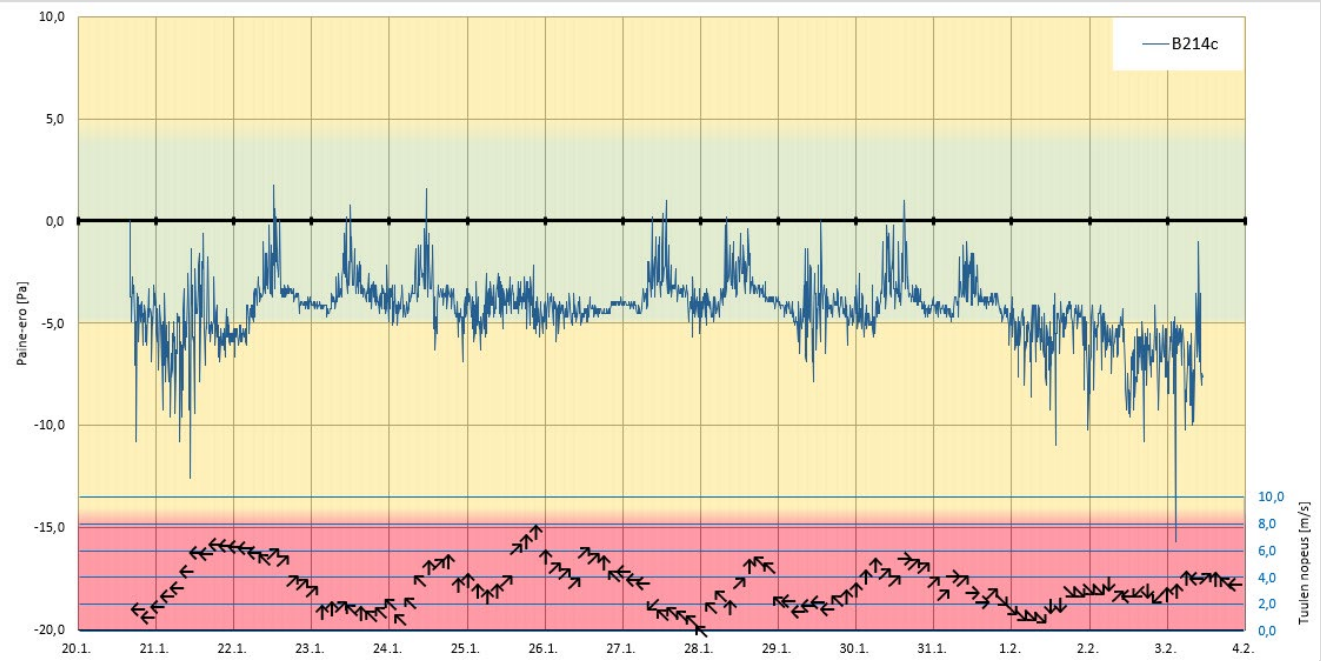
Kuva 12. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B112b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



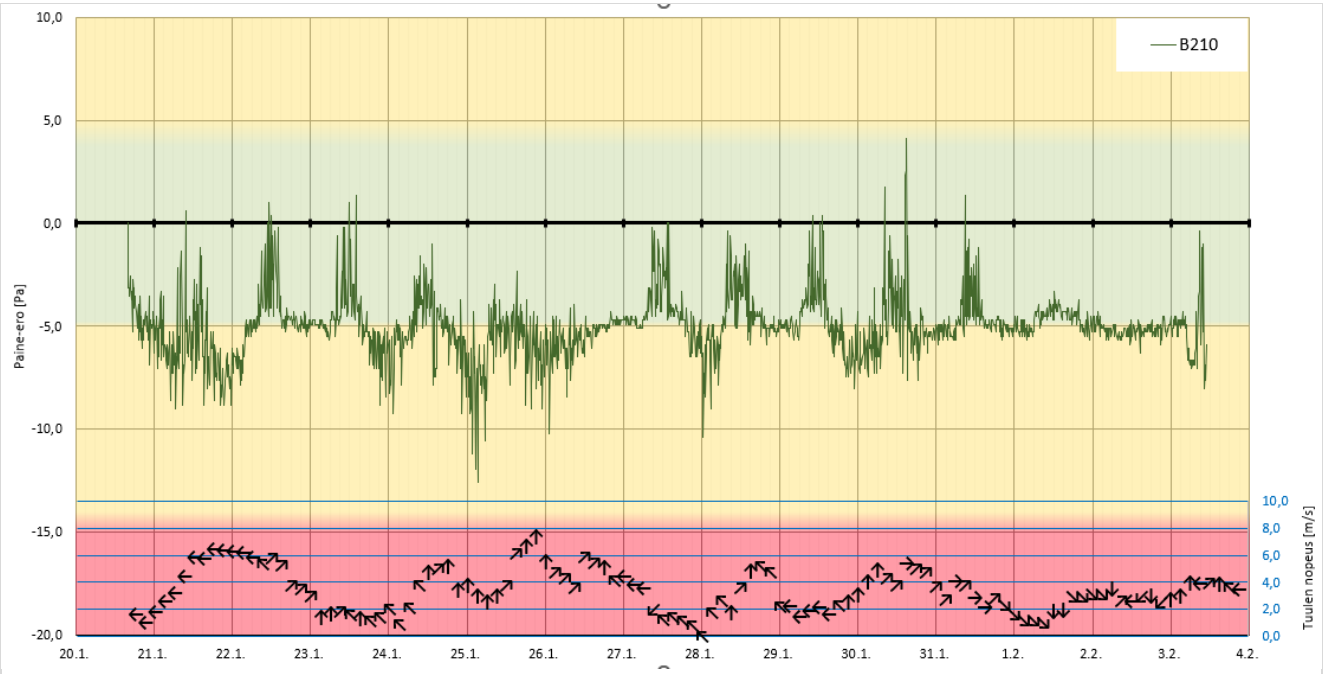
Kuva 13. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B113b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



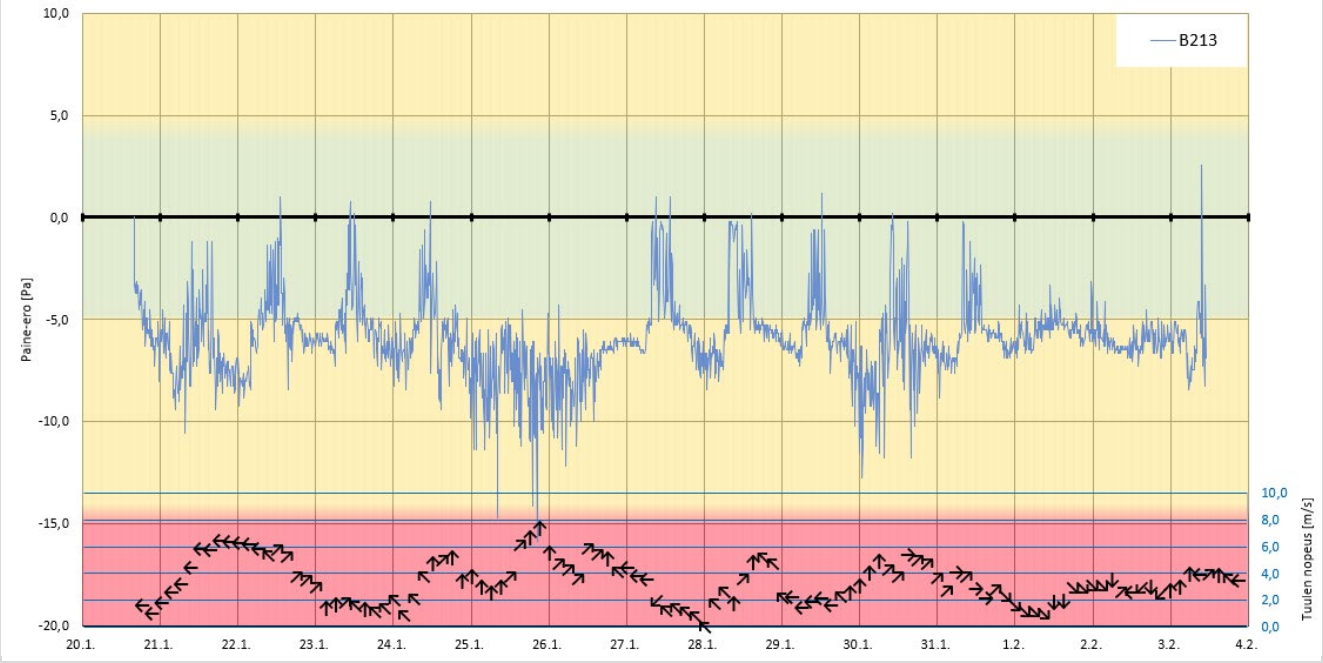
Kuva 14. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B115c ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



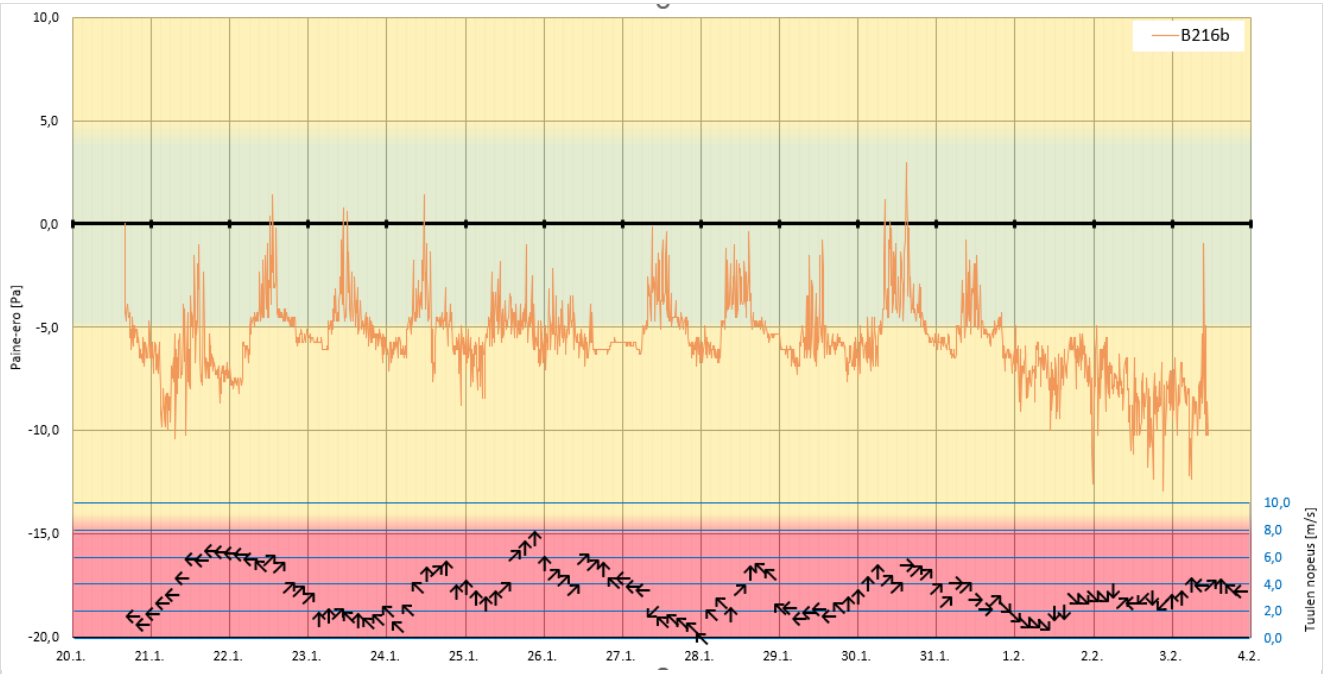
Kuva 15. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B214c ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



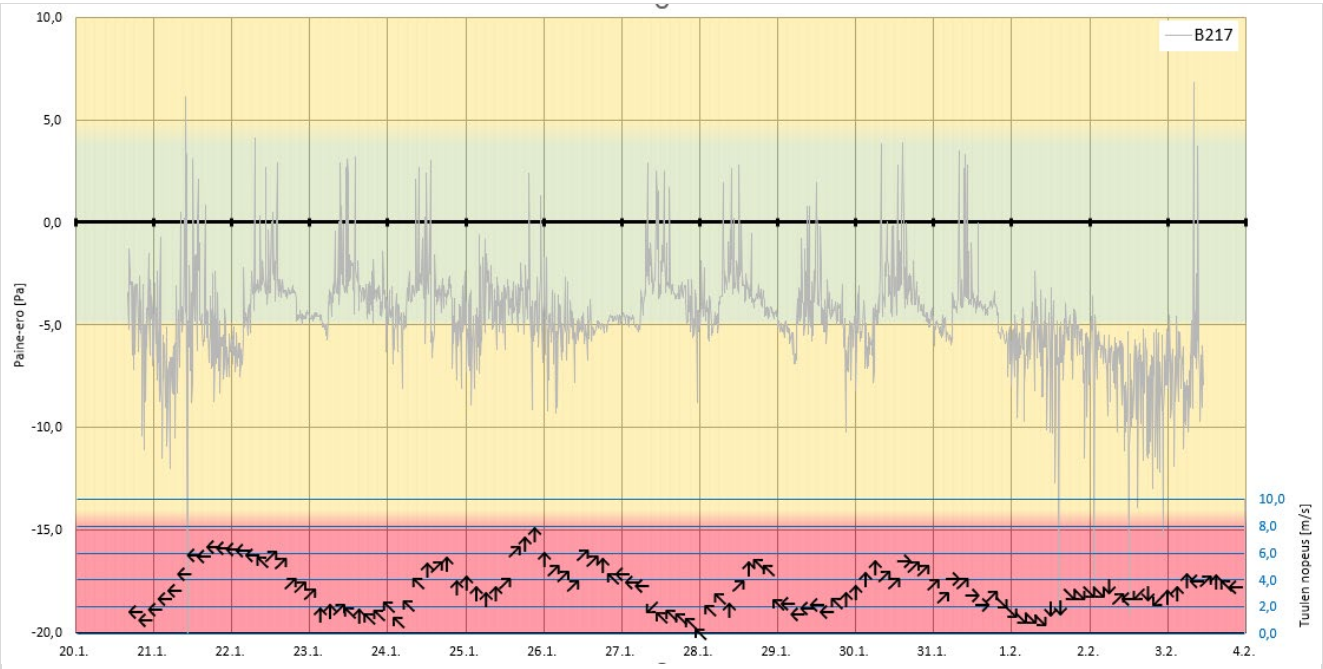
Kuva 16. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B210 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



Kuva 17. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B213 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



Kuva 18. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B216b ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.



Kuva 19. Paine-eroseurannan tuloskuvaaja tilan B217 ja ulkoilman välillä sekä tuulen nopeus ja suunta seurantajaksolla 20.1.–3.2.2025. Vihreä taustaväri kuvaa tavoitetasoa ja punainen alue Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen enimmäisarvon ylitystä alipaineisuudelle.