

Tutkimusselostus

Kartanonkosken koulu

Rakenne- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Ilmanvaihdon kuntotutkimus

7.2.2024



Tiivistelmä

Kartanonkosken koulu on vuonna 2006 rakennettu, yhtenäiskouluna ja päiväkotina toimiva rakennus. Koulurakennus on pääasiassa kaksi kerroksinen ja siihen liittyy yksikerroksinen päiväkotirakennus.

Rakennuksen ulkoseinät ovat betonielementtirakenteiset ja julkisivut ovat tiiliverhoilut ja osittain rapattu tai puuverhoiltu. Rakennus on perustettu paaluanturoille ja sokkelirakenteena on kantavat sokkelipalkit. Ala-, väli- ja yläpohjarakenteet ovat pääosin ontelolaatastoja. Vesikatto on tehty puurakenteisilla ristikoilla ontelolaattarakenteisen yläpohjan päältä.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden kunto ja sisäilmaan vaikuttavat tekijät koko kiinteistön osalta, pääpaino tutkimuksissa kohdistettiin koulurakennukseen. Merkittävimmät sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät liittyvät rakennuksen ilmanvaihtoon. Lisäksi sisäilman laatuun vaikuttaa paikallisesti vaurioituneet muovimattolattiat solussa I / Olkkala sekä alaslaskettujen kattojen yläpuolella havaitut kuitulähteet.

Tutkimuksissa tarkastettiin kaikki sisätilat aistinvaraisesti sekä pintakosteudenosoittimella. Lisäksi katselmoitiin piha-alue, ullakot ja vesikatto. Alapohjien ryömintätiloista tarkastettiin reilu 50 %.

Tutkimuksissa tehtiin viiltomittauksia alapohjarakenteeseen yhteensä 9 kpl ja välipohjarakenteeseen 6 kpl. Rakenneavauksia tehtiin eripuolille rakennusta seuraavasti: alapohjiin 5 kpl, välipohjiin 2 kpl, ulkoseiniin 13 kpl, väliseiniin 2 kpl sekä hormoneihin ja onteloihin 6 kpl. Materiaalinäytteitä otettiin rakenneavauksista seuraavasti: ulkoseinien mineraalivillaeristeestä 12 kpl ja väliseinän mineraalivillaeristeestä 1 kpl.

Rakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti, lämpökameralla, merkkisavulla sekä merkkiainekokein. Merkkiainekokeita tehtiin seuraavasti: ulkoseinärakenteisiin 6 kpl, väliseinärakenteisiin 2 kpl ja hormirakenteeseen 1 kpl. Lämpökameralla tarkastettiin soluissa I, C ja D (Olkkala, Inkala, Kuitia, Ruukki, Haikko) ala-, väli-, ja yläpohjaliittymiä.



Sisätilojen lämpötilaa, kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta sekä painesuhteita mitattiin yhteensä 18 luokkatilassa, lisäksi alapohjan ryömintätilan ja käyttötilojen välistä painesuhdetta mitattiin yhdestä mittapisteessä. Mittaustulosten perusteella käyttötilojen painesuhteet vaihtelevat voimakkaasti yli- ja alipaineen välillä. Käytönaikana (klo 8–16) tilat ovat kuitenkin pääosin ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Tuulettuva ryömintätila on käytönaikana pääosin ylipaineinen käyttötilaan nähden, suosittelemme säätämään ilmanvaihdon alipaineiseksi. Tilojen kosteuspitoisuus on vuodenaikaan nähden tavanomainen. Hiilidioksidipitoisuudet alittivat kaikissa tiloissa STMa 545/2015 toimenpiderajan 1550 ppm, joten ilmanvaihto on riittävä käyttäjämäärään nähden.

Ilmanvaihdon ja rakennusautomaatiojärjestelmän toimivuutta tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä mittaamalla ilmamääriä. Ilmanvaihto ja rakennusautomaatiojärjestelmien havaittiin olevan toimintakuntoisia. Merkittävänä molempiin järjestelmiin liittyvänä havaintona alkuperäisten suunnitelmin mukainen ilmanvaihdon tarveohjaus ei ole enää käytössä. Lisäksi tutkimuksessa suoritettujen mittausten perusteella ilmamäärissä ja painesuhteissa havaittiin puutteita. Ilmamäärämittauksissa ilmeni, että tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa tilakohtaisesti tai rakennusosien ja tilojen välillä. Tämä aiheuttaa paine-eroja eri tilojen välillä, jolloin ilma liikkuu rakenteiden kautta ja voi kuljettaa mukanaan hajuja heikentäen sisäilman laatua koko rakennuksessa. Lisäksi kun huomioidaan iv-koneiden ja ilmanvaihtokanavien havaittu pölyisyys, suosittelemme suorittamaan ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyön. Rakennusautomaation osalta ei havaittu merkittäviä toiminnallisia puutteita, mutta toimintoja on yksinkertaistettu alkuperäisiin toimintaselostuksiin nähden.

Pintakosteuskartoituksen ja viiltomittausten perusteella kohonnutta kosteutta havaittiin solun I / Olkkalan (tilat 2037–2040, 2042 osittain, 2043–2049) lattiapinnoilla, missä lattiapinnoite on asennettu liian märän [REDACTED] päälle. VOC-mittauksen perusteella tilan



2037 sisäilman 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus ylittää STMa 545/2015 asetetun toimenpideraja-arvon. Muovimatot hajoaminen liiallisen kosteuden vaikutuksesta huonontaa sisäilman laatua paikallisesti solu I 2. kerroksessa ja muovimatot suositellaan uusimaan tulevan kesän aikana. Kohonneita kosteuksia havaittiin lisäksi paikallisesti sosiaalitilojen 1100, 1105, 1109, 1117, 1123 märkätilojen ovien kohdalla, missä pesuvedet pääsevät kulkeutumaan maton alle. Vaurioituneet muovimatot ovat paikallisia eikä heikennä sisäilman laatua, mutta suositellaan uusimaan pintojen toimivuuden ja vaurion etenemisen vuoksi.

Yleisesti eripuolilla rakennusta pääasiassa käytävillä havaittiin alakattojen yläpuolella merkittävästi avoimia villapintoja sekä vapaita villakuituja, jotka päästessään käyttötiloihin heikentävät koettua sisäilman laatua. Tästä syystä suosittelemme poistamaan ja/tai pinnoittamaan vapaat villapinnat.

Ulkoseinärakenteiden materiaalinäytteissä ei havaittu mikrobikasvua, eikä ulkoseinärakenteiden liittymissä havaittu merkittäviä ilmavuotoja. Tilan Tilan 2041b ulkoseinässä havaittu eristämättömän kohta on alle yhden metrin levyinen lattianrajassa oleva alue, jolla ei ole merkitystä rakenteen toiminnalle tai sisäilman laadulle. Liikuntasalin seinässä havaitulla vanhalla, ei-aktiivisella kosteusvauriolla ei ole vaikutusta sisäilman laatuun, mutta suosittelemme korjaamaan seinässä näkyvät pinnoitevauriot.

Julkisivuissa on useampia huollollisia toimenpidetarpeita, jotka eivät kuitenkaan vielä ole aiheuttaneet merkittäviä vaurioita. Julkisivujen osalta suosittelemme huonokuntoisten saumojen ja kittauksen uusimista, julkisivupellitysten kiinnityksen ja tiiveyden parantamista sekä puuosien huoltomaalausta. Samassa yhteydessä suositellaan uusimaan ikkunoiden ulkopuitteiden kittaukset.

Ikkunoiden osalta kiireisenä huoltotyyppisenä toimenpiteenä suositellaan sulkemaan kaikkien avoinna olevat ikkunoiden ulkopuitteet ja kartoittamaan samalla heloitusten ja tiivisteiden korjauslaajuus.



Tilan 1122 väliseinässä havaittiin ilmalämpöpumpun sisäyksikön kondenssiveden aiheuttama kosteusvaurio, mikä heikentää sisäilman laatua paikallisesti ja vaurioituneet rakenteet suositellaan uusimaan.

Onteloissa ja tekniikkakuiluissa ei havaittu orgaanista muottitavaraa tai muuta poikkeavaa rakennusjätettä. Kuiluista on ilmayhteyksiä sisäilmaan alaslaskettujen kattojen sisällä ontelolaatan saumoista sekä tekniikan läpivienneistä. Tiiveyspuutteet vaikuttavat tilojen painesuhteisiin ja ne suositellaan korjaamaan.

Ullakkotilat ja vesikatot ovat pääosin hyvässä kunnossa, eikä niihin kohdistu isoja korjaustarpeita tai sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Ullakkotiloissa aluskatteessa ja tuulenohjaimissa on irronneita osia, jotka suositellaan korjaamaan. Ullakkotiloissa on huonosti toteutettuja palokatkoja ja yleisesti alapohjien osalta muovisissa sadevesiviemäreiden läpivienneissä ei havaittu palokatkomansetteja. Rakennuksen paloturvallisuuden osalta suosittelemme kattavaa kartoitusta ja puutteiden korjaamista paloteknisen asiantuntijan tekemänä.

Tutkimuksen toimenpidesuosituksena on paljon yksittäisiä kohteita ja siitä syystä tässä tiivistelmässä on esitetty ainoastaan sisäilman kannalta merkittävimmät sekä yleisesti kiireellisimmät toimenpidesuositukset. Kaikki suositeltavat toimenpiteet on esitetty luvussa 17.

Sisällys

1	Tutkimuksen yleistiedot.....	11
2	Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot.....	12
2.1	Tutkimuksen lähtötiedot.....	12
2.2	Kohteen kuvaus.....	12
3	Piha- ja aluerakenteet.....	14
3.1	Rakenteet.....	14
3.2	Havainnot.....	15
3.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	18
4	Alapohjat	19
4.1	Rakenne.....	19
4.2	Havainnot.....	22
4.2.1	Alapohjan yläpuoliset tilat	22
4.2.2	Ryömintätila	26
4.3	Kosteusmittaukset	34
4.4	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet	42
4.5	Alapohjarakenteiden ilmatiiveys	43
4.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	45
5	Välipohjat	48
5.1	Rakenne.....	48
5.2	Havainnot.....	49
5.3	Kosteusmittaukset	51
5.4	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet	56
5.5	Välipohjarakenteiden ilmatiiviys	56



5.6	Sisäilman VOC-mittaukset	57
5.7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	59
6	Sisäkatot	60
6.1	Rakenne	60
6.2	Havainnot	61
6.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	65
7	Julkisivut ja ulkoseinärakenteet	67
7.1	Rakenne	67
7.2	Havainnot	69
7.3	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet	76
7.4	Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys	77
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	83
8	Ikkunat	84
8.1	Rakenne	84
8.2	Havainnot	84
8.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	86
9	Väliseinärakenteet	87
9.1	Rakenne	87
9.2	Havainnot	88
9.3	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet	89
9.4	Väliseinärakenteen ilmatiiveys	91
9.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	93
10	Rakennuksen sisäpuoliset hormit ja ontelot	94
10.1	Havainnot	94

10.2 Ilmatiiveys.....	97
10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	100
11 Vesikatto- ja yläpohjarakenteet	100
11.1 Rakenne.....	100
11.2 Havainnot.....	103
11.3 Yläpohjien ilmatiiveys	111
11.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	114
12 Muut havainnot.....	116
13 Sisäilman olosuhteet.....	116
13.1 Paine-erot	117
13.2 Hiilidioksidipitoisuus	118
13.3 Lämpötila ja suhteellinen kosteus	118
13.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	119
14 Ilmanvaihto.....	122
14.1 Ilmanvaihtojärjestelmä	122
14.2 Ulkoilmalaitteet	124
14.3 Ilmanvaihtokoneet	125
14.4 Ilmanvaihtokanavat	132
14.5 Päätelaitteet ja ilmanjako	134
14.6 Ilmamäärät ja hetkellinen paine-ero	136
14.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	138
14.7.1 Ilmanvaihtokoneet.....	138
14.7.2 Ilmanvaihtokanavat ja ilmamäärät	140
14.7.3 Päätelaitteet ja ilmanjako	141

15 Rakennusautomaatio	142
15.1 Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	142
15.2 Lämmitysjärjestelmä (kaukolämmön alajakokeskus).....	144
15.3 Ilmanvaihtojärjestelmä	146
15.4 Muut järjestelmät	151
15.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	153
15.5.1 Rakennusautomaatiojärjestelmä	153
15.5.2 Lämmitysjärjestelmä.....	154
15.5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	154
15.5.4 Muut järjestelmät	156
16 Ilmanvaihdon yhteenveto	157
16.1 Yhteenveto	157
17 Toimenpidesuosituksset.....	157
17.1 Rakennustekniikkaan liittyvät toimenpidesuosituksset	157
17.1.1 Huoltoluonteiset toimenpiteet	158
17.1.2 Kiireelliset, 1 vuoden sisällä tehtävät korjaustoimenpiteet	158
17.1.3 Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet	159
17.2 Ilmanvaihdon ja automaation toimenpidesuosituksset	160
17.2.1 Huoltoluonteiset toimenpiteet	160
17.2.2 Kiireelliset, 1 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet	161
17.2.3 Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet	162
17.2.4 Seuraavassa peruskorjauksessa huomioitavia asioita	163

Liitteet

1. Tutkimusvälineet ja menetelmät (3 sivua)
2. Sijaintikaaviot (20 sivua)
3. Analyysivastaus, mikrobianalyysit MetropoliLab Oy 3.11.2023 (4 sivua)
4. Ilmamäärien mittauspöytäkirja (4 sivua)
5. Olosuhtemittausten kuvaajat (36 sivua)
6. Rakenneavaukset kootusti (13 sivua)
7. Analyysivastaus, VOC-ilmanäytteet MetropoliLab Oy 9.1.2024 (5 sivua)



1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Kartanokosken koulu

Tilkuntie 5, 01520 Vantaa

Tutkimuksen tilaaja

VTK Kiinteistöt Oy

Elannontie 3, 01510 Vantaa

Yhteyshenkilöt: Harri Helenius, harri.helenius@vtkoy.fi

Tehtävä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakenteiden kunto ja sisäilmaan vaikuttavat tekijät koko kiinteistön osalta, pääpaino tutkimuksissa kohdistetaan koulurakennukseen.

Tutkimusajankohta

Tutkimuksen kenttätöitä tehtiin 16-19.10.2023 sekä 2.11.2023.

Olosuhdeseuranta tehtiin aikavälillä 19.10.-2.11.2023.

Tutkimuksen tekijät

AFRY Buildings Finland Oy

Linnoitustie 5, 02600 Espoo

Laura Hongisto, vastaava kuntotutkija

Ville Pasanen, kuntotutkija

Emma Taavettila, kuntotutkija

Pasi Marttila, LVI-kuntotutkija

Peetu Kumpuniemi, LVI-kuntotutkija

Projekti: BP1794



2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot

2.1 Tutkimuksen lähtötiedot

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

- Alkuperäiset ARK- suunnitelmat
- Alkuperäiset RAK- suunnitelmat
- Alkuperäiset LVI- suunnitelmat
- Osittainen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus, E-siipi 11.8.2014 (Sisäilmatalo Kärki)
- Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus, koulu ja päiväkoti 30.1.2015 (Sweco Oy)
- Sisäilmastotekniset korjaussuunnitelmat 29.5.2015 (Sweco Oy)
- Kosteuskartoitus tiloissa 1096/1070, 1072, 2004, 1215, 30.6.2016 (Sweco Oy)
- Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus, koulun hallintotilat ja päiväkoti 2.2.2017 (Sweco Oy)
- Automaatiojärjestelmän huoltoraportti 2023 (Fidelix Oy)

2.2 Kohteen kuvaus

Tutkimusten kohteena oleva Kartanonkosken koulu on vuonna 2006 rakennettu tiiliverhoiltu, yhtenäiskouluna ja päiväkotina toimiva rakennus. Rakennuksen pinta-ala on noin 11 178,00 kem². Koulurakennus on kaksi kerroksinen ja siihen liittyy yksikerroksinen päiväkotirakennus. Rakennuksen omistaa VTK Kiinteistöt Oy.

Rakennuksen julkisivut ovat tiiliverhoilut ja osittain rapattu. Rakennus on perustettu paaluanturoille ja sokkelirakenteena on kantavat sokkelipalkit. Ala-, väli- ja yläpohjarakenteet ovat pääosin ontelolaatastoja. Vesikatto on

tehty puurakenteisilla ristikoilla ontelolaataston päältä. [REDACTED]

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ja jatkuvatoiminen olosuhdeseurantajärjestelmä. Seurantamittausten mukaan tilassa ei ole todettu kohonnutta hiilidioksidipitoisuutta, mutta tilat ovat käyttöaikaan ylipaineisia ulkoilmaan nähden.

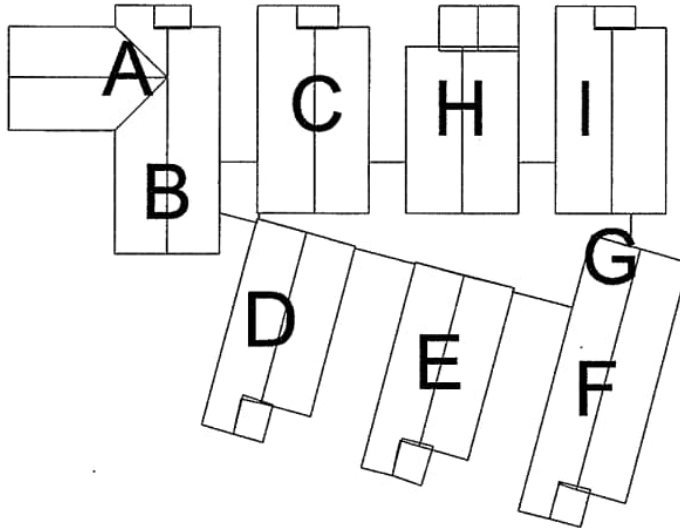
Kohteeseen on tehty kattava sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus vuonna 2015 ja sen jälkeen kohdistettuja korjauksia ja tutkimuksia eri tiloihin. Lisäksi rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa on selvitetty. Soluissa A, B, C, D, E, F on kiinnitetty alapohjan irronneet lämmöneristeet. Solussa D ja E-solun 2. kerroksessa on parannettu ulkoseinien, alapohjan, välipohja ja ikkunoiden liittymien ja läpivientien ilmatiiveyttä. Soluissa E ja F on tehty paikallisia tiivistyskorjauksia. Lisäksi käytävien alaslaskettujen kattojen avoimet mineraalivillalevyt on poistettu ja alaslaskutilat on puhdistettu. Koulun käyttäjillä on tullut palautetta sisäilmasta eri puolilla koulurakennusta.

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





Kuva 1. Ilmakuva Kartanonkosken koulusta, lähde Vantaan kaupungin karttapalvelu.



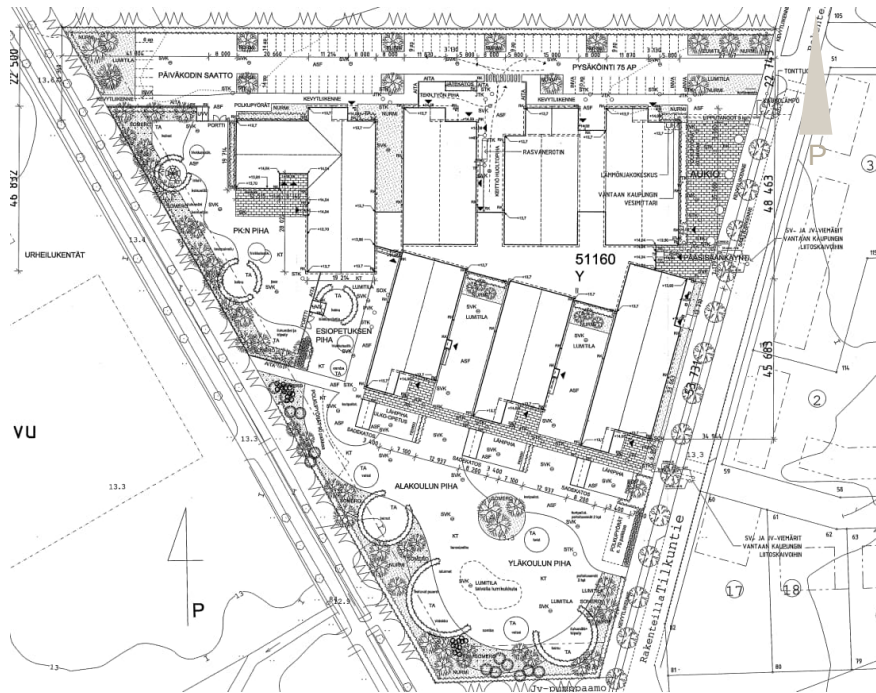
Kuva 2. Kartanonkosken koulun solujen sijainnit.

3 Piha- ja aluerakenteet

3.1 Rakenteet

Rakennus sijaitsee tasaisella maaperällä. Rakennuksessa on salaojajärjestelmä. Rakennuksien vierustalla on yleisesti asfaltti- ja betonikiveyspäälyste sekä paikoin viherkasvillisuutta. Sisäpihan puolella on hiekka/sorapäälyste lasten ja nuorten leikkialueella (etelä- ja länsijulkisivuilla). Pohjoisjulkisivulla on asfaltoitu pysäköintialue.

Sade- ja sulamisvedet ohjataan tiilikatteisilta vesikatoilta syöksytorvilla rännikaivoihin, joista vedet edelleen ohjataan todennäköisesti sadevesijärjestelmään.



Kuva 3. Ote asemapiirustuksesta (ARK B02-001, 22.06.2004, Arkkitehtitoimisto Perko Oy). Kuvassa esitetty ilmansuunta pohjoiseen.

3.2 Havainnot

Piha-alueet katselmoitiin aistinvaraisin menetelmin maasta käsin. Piha-alueiden pintamateriaalien kunto on pääosin hyvä. Asfaltti- ja betonikiveyspäällysteissä ei havaittu merkittäviä halkeamia tai painumia.

Aistinvaraisesti arvioituna maanpinta kallistaa rakennuksien vierustalla loivasti rakennuksesta poispäin. Havaintojen perusteella vesikattojen vedet ohjautuvat syöksytorvista hallitusti rännikaivoihin. Viitteitä merkittävästä kosteusrasituksesta rakennuksen vierustalla ei havaittu. Paikoin perusmuurin pinnalla on syöksytorvien taustalla merkkejä roiskevesistä. Lähinnä kohdissa, joissa syöksytorvien taustalla on perusmuurissa elastinen elementtisauma, voi olla riskinä, että epätiiviistä saumakohdasta roiskevettä pääsee kulkeutumaan rakenteeseen.

Piha-alueella ei havaittu alueita, joissa sadevedet lammikoituisivat perusmuurin vierustalle. Sisäpihalla on leikkialueilla hienojakoista maainesta, johon runsaiden sateiden aikaan voi muodostua lammikoita. Tällä

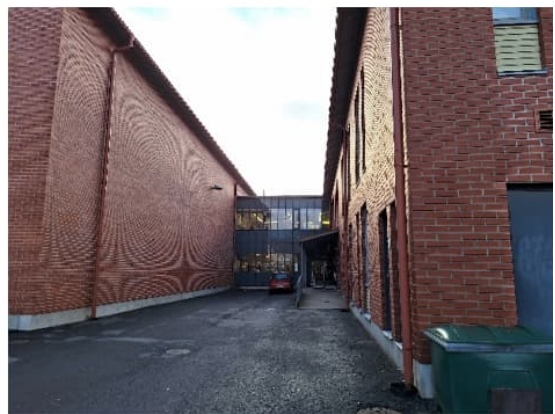
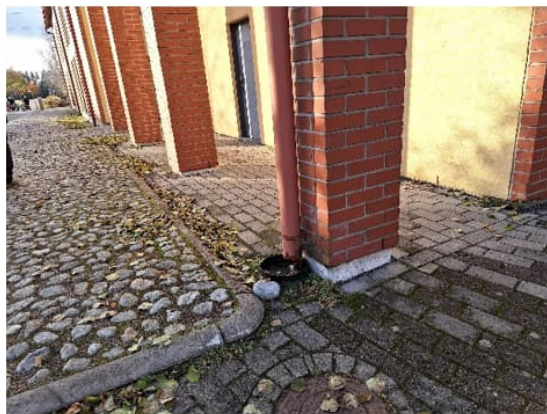


ei havaittu kuitenkaan olevan kosteusteknistä vaikutusta rakennuksen perustuksiin, sillä hiekka-alueet eivät sijaitse rakennuksen välittömässä läheisyydessä.

Salaojantarkastuskaivoja avattiin pistokoeluontoisella otannalla. Tarkastetuilta osin vedenpinta on asianmukaisesti salaojaputkien alapuolella, mikä viittaa siihen, että järjestelmä toimii oikein.

Sisäpihan puoleisten katosten yksittäiset rännikourut ovat vääntyneet todennäköisesti ilkvallan seurauksesta. Havaintojen perusteella kourut ovat kuitenkin vielä hyvin kiinni. Yksittäisen sisääntulokatoksen syöksytorven jatkosliitoskohdan havaittiin olevan osittain irti / löystynyt solun D / Haikko länsijulkisivulla.

Pohjoisjulkisivulla (pysäköintialue) sijaitsevan jätevaraston metallisen ulko-oven käynti on vaikeutunut, ovi on vääntynyt.



Kuva 4 a-d. Yleiskuvia rakennuksien piha-alueista. Piha-alueet ovat siistikuntoiset.



Kuva 5. Solun D / Haikko länsijulkisivu. Katoksen syöksytorven jatkokohdan liitos on löystynyt ja osittain irti.



Kuva 6. Havaintojen perusteella tiilikatteisien vesikattojen vedet ohjautuvat syöksytorvista hallitusti sadevesikaivoihin. Paikoin perusmuurin pinnalla on viitteitä roiskevesistä, kuten tummentumaa ja viherkasvustoa. Kohdissa, joissa syöksytorven läheisyydessä on perusmuurin elastiset elementtisaumat, on riskinä, että roiskevedet kulkeutuvat epätiiviistä saumakohdista rakenteeseen (ks. luku 7.2).



Kuva 7. Etelän puoleisen sisäpihan katosten rännikourut ovat paikoin vääntyneet, todennäköisesti ilkvallan seurauksesta.



Kuva 8. Rakennuksen pohjoisjulkisivulla sijaitsevan jätevaraston metallinen ulko-ovi on vääntynyt (käyntiongelma).

3.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Piha-alueet ovat pääosin hyvässä kunnossa, eikä niissä havaittu sisäilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä.

Havaintojen perusteella maanvastaisten rakenteiden (perusmuuri) ulkopuolinen kosteuseristys ja salaojat toimivat hyvin. Piha-alueet ovat siistikuntoiset eikä niihin kohdistu kiireellisiä korjaustarpeita. Seuraavan 5 vuoden kuluessa on hyvä varautua asfaltti- ja betonikiveyspäällysteiden paikkakorjauksiin lähinnä liikennöidyillä- ja jalankulkuväylillä.



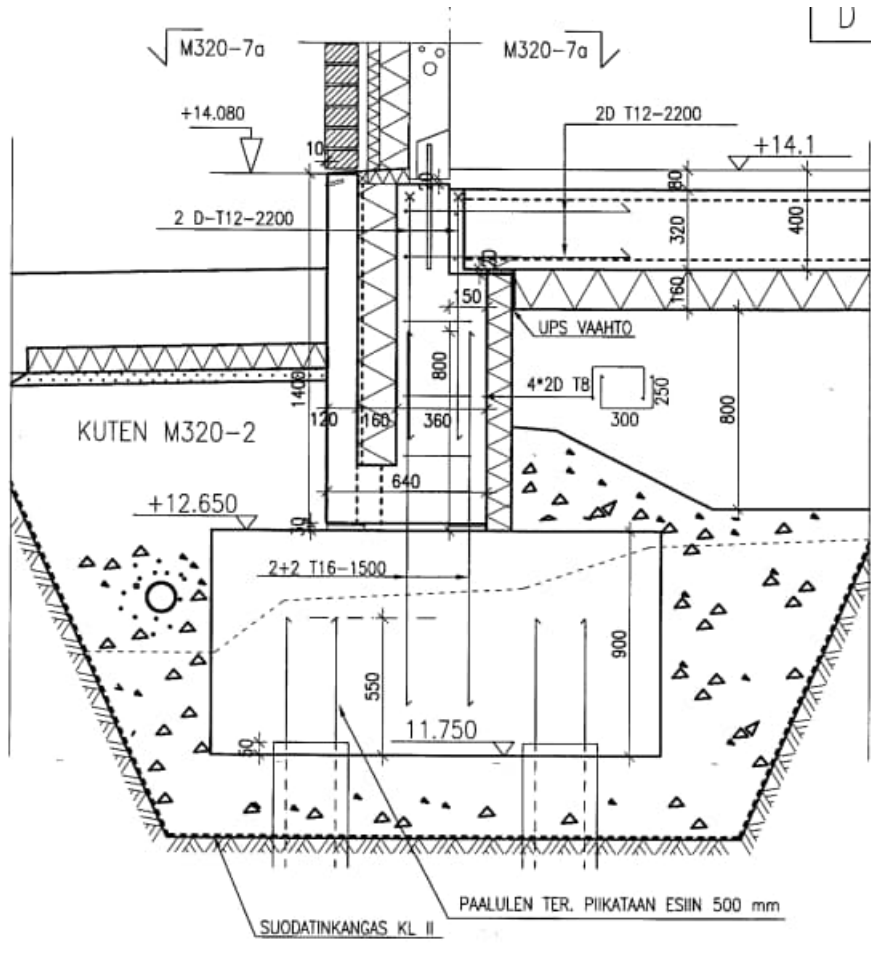
Huoltokorjauksena, suosittelemme parantamaan solun D-osan / Haikko länsijulkisivun yksittäisen sisääntulokatoksen syöksytorven löystyneen jatkosliittymän kiinnitystä. Lisäksi suosittelemme säätämään pohjoisjulkisivun jätevaraston ulko-oven käynnin ja korjaamaan vääntyneen rännikourun huollollisina toimenpiteinä.

Salaojien kuvaus ja huuhtelu suositellaan tekemään noin 5...8 vuoden välein.

4 Alapohjat

4.1 Rakenne

Rakennus on perustettu betonipaalujen varaan. Rakennuksessa on pääasiassa ontelolaattarakenteinen alapohja, jonka alla on koneellisesti tuuletettu alustatila. Ontelolaatasto on tuettu kantavien betonirakenteisten sokkelipalkkien ja teräsrakenteisten WQ-palkkien päälle. [REDACTED]



Kuva 9. Rakennuksen sokkelileikkaus ulkoseinälinjalla kantavan sokkelielementin päällä.

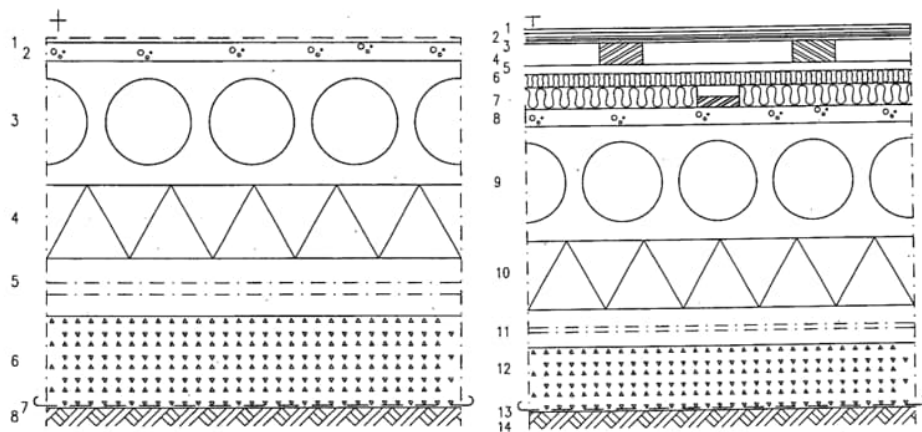
Tuulettuva alapohjarakenne AP1 on suunnitelmien perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- Pintamateriaali
- Pintabetoni 45...75 mm
- Ontelolaatta 320 mm
- solupolystyreenieriste 160 mm
- tuuletettu alustila väh. 800 mm
- sepeli 6...32 mm 150 mm
- suodatinkangas 0,2 mm
- perusmaa, kallistettuna 1:100 salaojiin päin

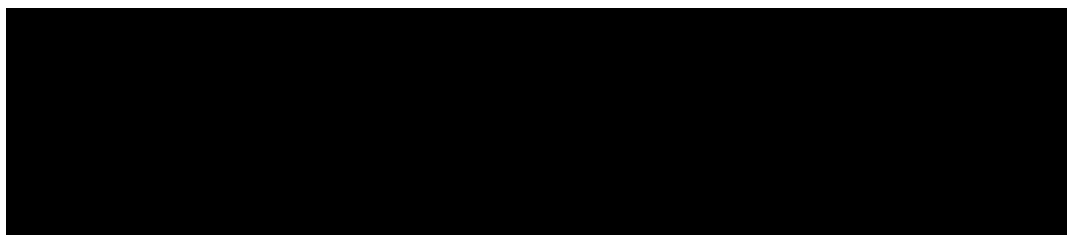


Tuulettuva alapohjarakenne liikuntasalin kohdalla AP2 on suunnitelmien perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- joustoparkettilattia 8 mm
- ympäripontattu vaneri 24 mm
- koolaushuopa 2 mm
- puukoolausta 45x95mm 45 mm
- koolaushuopa 2 mm
- puukoolausta 45x95mm + mineraalivilla 30 mm 45 mm
- työvara/asennuskiilat + mineraalivilla 50 mm 0...25 mm
- Pintabetoni 45...75 mm
- Ontelolaatta 320 mm
- solupolystyreenieriste 160 mm
- koneellisesti tuuletettu alustila vähintään 800 mm
- sepele 6...32 mm 150 mm
- suodatinkangas 0,2 mm
- perusmaa, kallistettuna 1:100 salaojiin päin



Kuva 10 Tuulettuva alapohjarakenne AP1 ja liikuntasalin alapohjarakenne AP2





Hissin syvennyksessä alapohja on 300 mm paksu paikalla valettu teräsbetonilaatta.

Alun perin lattiapinnat on suunnitelmien mukana ollut linoleumimattoja ja jalkalistat muovijalkalistoja. Teknisten aineiden luokissa ja porrassyöksyissä on lähtötietojen mukaan kuminen kolikkomatto. Lähtötietojen mukaan rakennuksessa on tehty ilmatiiveyden parantamiskorjauksia. Korjauksissa lattiaseinäliittymiä ja läpivientejä on tiivistetty ja lattiapintoja kapseloitu. Lisäksi lattiapintamateriaaleja on uusittu vinyylilankuksi ja keraamiseksi laataksi.

4.2 Havainnot

4.2.1 Alapohjan yläpuoliset tilat

Alapohjien pintamateriaalina on käytetty käytävillä ja yleisissä tiloissa pääasiassa keraamista laattaa. Luokkahuoneissa on vinyylilankkua, teknisentyön tiloissa kumista kolikkomattoa. Yksittäisissä käytävissä, pukuhuoneissa, varastotiloissa ja siivoushuoneissa on käytetty muovimattoja. Liikuntasalissa on joustoparkettilattia ja keittiössä akryylibetoni. [REDACTED] liikuntasalin varastoissa on maalattu betonilattia ja käytävillä muovimattoja sekä keraamista laattaa.

Keraamisissa laatoituksissa, vinyylilankkulattioissa ja teknisen tilan kolikkomatossa ei havaittu puutteita tai kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja.

Solun I [REDACTED] pukuhuoneiden lattioissa (tilat 1100, 1105, 1109, 1117, 1123) havaittiin kohonneita vertailuarvoja märkätilojen edustoilla. Muovimatto vaikutti paikoin olevan irti alustastaan, saumojen



tiiveydessä on puutteita ja lisäksi pesuhuoneen ja pukuhuoneen välisessä kynnyksessä ei ollut korotusta. ■■■■■■■■■■ IV-laitehuoneessa 1112 lattiapinnoite on useasta kohdasta haljennut.

Keittiön akryylibetonissa ei havaittu lammikoitumisen aiheuttamia jälkiä. Käyttäjältä saadun tiedon mukaan pesutilanteessa pesuvedet menevät kuitenkin usein emännänhuoneeseen tilaan 1081. Tilassa on akryylibetonilla toteutetut seinälle nostot. Yksittäinen merkittävä puute keittiön akryylibetonissa on astianpesuhuoneen 1084 kulmauksessa, jossa lattia-seinäliittymästä akryylibetoni on halki ja irronnut alustastaan.

Suunnitelmista poiketen liikuntasalin joustoparkettilattiassa ei ollut eristekerrosta, vaan lattian puurakenteet on asennettu suoraan betonin päälle.

Havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvien kuvateksteissä:



Kuva 11 a-b. Valtaosa tilojen lattiapinnoista on keraamista laattaa tai vinyyilankkua. Näissä lattioissa ei havaittu poikkeavia pintakosteuden vertailuarvoja, eikä pintavaurioita.



Kuva 12 a-b. I1-osan [REDACTED] sosiaalityloja. Suurissa suihkuhuoneissa on keraaminen laatoitus. Lattiakaivojen ritaläkannet eivät pysy hyvin paikallaan, vaan ne irtoavat niiden päälle astuttaessa. Pukuhuoneissa on muovimatto, josta havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja märkätilojen kynnyksen edustalla. Suuremmissa suihkutiloissa on kahdeksan suihkua ja viisi lattiakaivoa. On mahdollista, että lattiakallistukset eivät ole riittäviä ja kynnyks liian matala, jolloin vesi pääsee kulkeutumaan pukuhuoneen puolelle.



Kuva 13 a-b. Yleisesti sosiaalityloissa on muovimatot ja pesuhuoneissa keraaminen laatoitus. Oven kohdalla ei ole tarkoituksenmukaista kynnystä ja lähes kaikkien pesutilojen ovien edustoilla havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja.



Kuva 14 a-b. Varastotiloissa on maalattuja ja epoksilla pinnoitettuja betonilattioita. Useassa betonilattiassa on selkeitä halkeamia. Kuvassa vasemmalla solun I [REDACTED] IV- ja dieselhuone 1112, kuvassa oikealla solun G auditorion alla oleva varasto. Myös liikuntasalin välinevaraston maalatussa lattiapinnassa on halkeamia.



Kuva 15 a-b. Solun H / Suitia Liikuntasalin joustoparkettilattia ei ole suunnitelmien mukainen. Rakenteesta puuttuu suunnitelmissa esitetty mineraalivillaeriste. Betonin ja puurakenteiden välissä on tarkoituksenmukainen huopakaistale.



*Kuva 16 a-c. Solun C1/Ruukki, astianpesutilan 1084
akryylibetonipinnoitteessa on halkeama ja pinnoite on irronnut
seinäliittymästä. Tällä kohtaa ei kuitenkaan havaittu kohonneita
vertailuarvoja pintakosteudenosoittimella.*

4.2.2 Ryömintätila

Rakennuksen alapohjanryömintätila kattaa lähes koko rakennuksen pinta-
alan. [REDACTED]

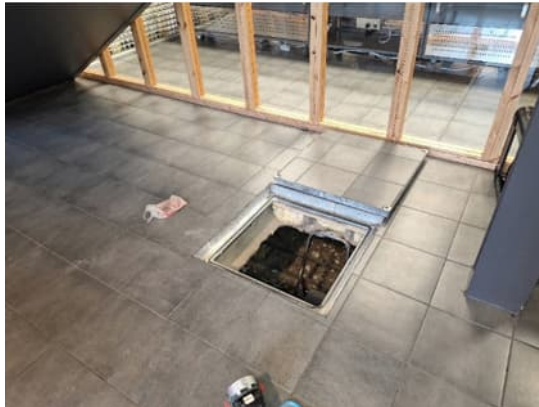
[REDACTED] Ryömintätila on havaintojen mukaan yhtenäinen, eikä siinä ole
erillisiä osastoiteja. Ryömintätilassa on koneellinen tulopoistoilmanvaihto,
jonka mukana ryömintätilaan tuodaan lämmitettyä ilmaa. Ryömintätilan



sokkelinvastaiset ja ontelolaatan alapinnat on eristetty solupolystyreeni-levyillä.

Ryömintätilaan on kulku eri rakennusosista luukkujen kautta. Luukkuja on yhteensä kahdeksan, joista tutkimuksessa avattiin yhteensä kuusi luukku. Ryömintätilan korkeus on noin 80...90 cm ja maanpinta on karkeaa singeliä.

Ryömintätilasta tarkastettiin yli 50 %. Tarkastettu alue sekä tarkastuksessa tehtyt havainnot on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 17 a-b. Tarkastusluukkuja on yhteensä kahdeksan. Solun G1 aulassa 1155 on kaksi tarkastusluukkuja. Kuvan luukku on lähempänä auditoriota. Tarkastusluukuissa on kuminen tiivistekerros, joka puristuu luukun painosta ja ruuvikiristyksellä tiivistetään. Toisen luukun tiiviste oli lähtenyt irti, eikä luukku ole ilmatiivis. Osasta luukkuja puuttui myös kiristykseen tarvittavat ruuvit. Yhdessä luukussa tiiviste oli teipattu kiinni ilmastointiteipillä.



Kuva 18 a-b. Ryömintätila on tehtyjen havaintojen mukaan kokonaan yhtenäistä tilaa, eikä siinä ole erillisiä osastoiteja. Ryömintätilassa ilma oli kohtalaisen raikas, eikä irtovettä havaittu.



Kuva 19 a-b. Ryömintätilan ilmanvaihto on toteutettu rakennusosien päädyissä olevien poistoilmapäätelaitteiden sekä sokkelin vierustaa pitkin kulkevien tuloilmapäätelaitteiden avulla. Tarkastetulla alueella päätelaitteet toimivat ja ilmavirtaus oli oikeansuuntainen, ryömintätilasta kanavaan päin.



Kuva 20 a-b. Tarkastetuilla osin EPS levysaumoja ei ole pääosin tiivistetty ryömintätilassa, vaan levyt on asennettu puskuun ja auenneissa saumoissa on havaittavissa ontelolaatan alapinta.



Kuva 21 a-b. Ryömintätilassa havaittiin runsaasti eritasoisia kannakointipuutteita sadevesiviemäröinneissä. Heikosti toteutetun kannakoinnin vuoksi putkia on irronnut liitoksista ainakin liikuntasalin ja sähköpääkeskuksen 1133 kulmauksen kohdalla. Viemäriputkia ei ole eristetty ryömintätilassa.



Kuva 22 a-b. Irronnut kattosadevesiviemärin putki Solun E1 / Laukko tilan 1191 kulmauksessa. Irtoaminen johtuu puutteellisesta kannakoinnista. Kattosadevedet pääsevät kastelemaan alapohjan ryömintätilaa. Myös toinen irronnut sadevesiviemärin y-haara oli H-osan liikuntasalin kulmauksessa.



Kuva 23 a-b. Puutteellisesti kannakoitu viemäriputki Solun F1 / Teijo päädyssä. Viemäri on kiilattu EPS-levynpalalla tiukasti runkoviemärin varaan.



Kuva 24 a-b. Kuvat Solu C1 / Ruukki keittiön alta. Ryömintätilan ilmanvaihdon kanavan kannakointi on hapettunut.



Kuva 25 a-b. Solu C1 / Ruukki, astianpesutilan 1084 lattiakaivo vuotaa ryömintätilaan. Tällä kohtaa ryömintätilassa EPS-levyjen alapintaan on muodostunut kasvustoa. Maassa oli kastumisen aiheuttamaa jälkeä.



Kuva 26 a-b. Ryömintätilassa on erilaisia käyttämättömiä viemäriläpivientejä sekä sähköjohtojen putkituksia. Kuvat auditorion alta. Vasemmalla polyuretaanivaahdolla tukittu ei-käytössä oleva viemäriputki. Kuvissa oikealla sähköjohtojen suojaputkia, joista osa ei ole käytössä.



Kuva 27 a-b. Ryömintätilassa havaittiin hyvin vähän orgaanista materiaalia, kuten muottipuutavaraa. Muutaman palkkilinjan juotosvalujen muotit oli jäänyt paikalleen ja yksittäisiä muottilevyjä on jätetty paikalleen. Aistinvaraisesti arvioituna muottitavaroihin ei ole vielä kohdistunut merkittävää kosteusrasitusta.



Kuva 28 a-d. Ryömintätilassa on runsaasti erilaisia eristepuutteita. Yleisin puute on läpiviennin kohdalla irronnut/repeytynyt eriste. Lisäksi useita muutamien neliömetrien kokoisia alueita, joista eriste puuttuu kokonaan. Paikoin eristeet ovat myös irronneet kiinnityksestään.



Kuva 29 Solun I ryömintätilassa on runsaasti irti olevia kokonaisia EPS-levyjä. Havaintojen mukaan solun I eristelevyt on kiinnitetty ainoastaan liimaamalla alustaan ja mekaaninen kiinnike puuttuu kokonaan. Osa levyistä ei ole vielä irronnut, mutta ne olivat osittain irti ja heiluivat. Irronneet suuret eristelevyt ovat repineet mukanaan sähköjohtoja.

4.3 Kosteusmittaukset

Lattianpäällysteiden kosteusteknistä toimivuutta selvitettiin pintakosteuskartoituksen lisäksi viiltomittauksilla. Alapohjarakenteeseen tehtiin kaikkiaan 9 kpl viiltomittauksia pinnoitteen alle. Viiltomittauskohdat valittiin siten, että mittauskohdat vastasivat yleisiä pintakosteuden osoittimen vertailuarvoja alueella sekä poikkeavien vertailuarvojen kohdalle.

Kosteusmittausten mittauspistekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 1 alapohjan kosteusmittaukset. Mittapisteiden sijainnit ovat lisäksi pohjakuvaliitteessä 2.



Kuva 30 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V1 Solu H / Suitia, laitehuone 1089. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 85, joka oli alueen korkein vertailuarvo. Viiltomittaustulos oli alhainen (52,4 %RH). Viillosta havaittiin muovi-/kumimatolle tyypillinen lievä muovin haju ja maton kiinnitys oli tiukka.



Kuva 31 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V2 / solu C / Ruukki, käytävä 1076 sähkökaapin edustalla. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 61, joka vastasi yleisesti alueella havaittuja vertailuarvoja. Viiltomittaustulos oli alhainen (64,2 %RH). Viillosta ei havaittu poikkeavaa hajua ja muovimaton kiinnitys oli kohtalaisen tiukka.



Kuva 23 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V9, solu I, tilassa 1109 pesutilan sisäänkäynnin kohdalla. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 100, joka on korkeahko paikallinen lukema. Viiltomittauksen kosteusmittaus tulos oli korkea (98,5 RH %). Viillosta havaittiin kemiallista pesuainemaista hajua, muovimaton kiinnitys oli lähes olematon johtuen kiinnitysliiman puutteesta.



Kuva 24 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V10, solu I, tilassa 1105. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 75, joka vastasi tilassa muuten mitattuja vertailuarvoja. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalainen (80,8 % RH). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua, maton kiinnitys oli kohtalainen.



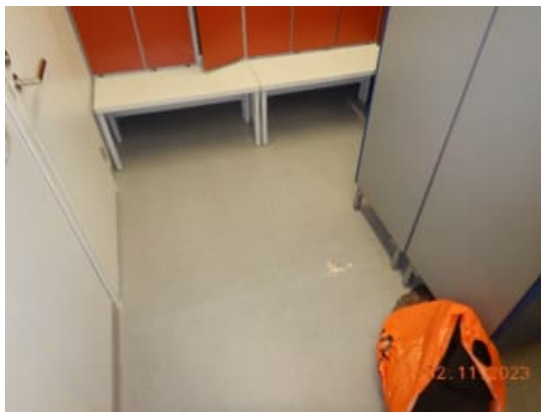
Kuva 25 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V11, solu I, tilassa 1134. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 85, joka vastasi tilassa muuten mitattuja vertailuarvoja. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalainen (77,9 % RH). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua, maton kiinnitys oli kohtalainen.



Kuva 26 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V12, solu I, tilassa 1134. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 85, joka vastasi tilassa muuten mitattuja vertailuarvoja. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalainen (77,2 % RH). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua, sekä kosteahkon tunkkaista betonin hajua. Muovimaton kiinnitys oli kohtalainen.



Kuva 32 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V13, solu B1, tilassa 1046. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 88, joka oli koholla verrattuna tilan yleisiin arvoihin. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalaisen matala mittauspisteen lämpötilaan nähden (70,3 % RH ja 26,6 °C). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua. Muovimaton kiinnitys oli kohtalainen.



Kuva 33 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V14, solun B1 tilassa 1046. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 65, joka vastasi tilassa muuten mitattuja vertailuarvoja. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalaisen matala mittauspisteen lämpötilaan nähden (68,5 % RH ja 32,3 °C). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua. Muovimaton kiinnitys oli kohtalainen.



Kuva 34 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V15, solun B1 tilassa 1041. Mittauskohdalla pintakosteusilmaisimen vertailuarvo oli 80, joka oli käytävällä havaituista vertailuarvoista korkein. Viiltomittauksen kosteusmittaustulos oli kohtalaisen korkea (78,3 % RH). Viillosta oli havaittavissa muovimatolle tyypillistä hajua. Muovimaton kiinnitys oli kohtalainen.

Taulukko 1. Alapohjarakenteiden kosteusmittauspisteiden V1, V2 ja V9-V15 viiltokosteusmittaustulokset 18.10.2023 ja 3.11.2023.

Tulostaulukossa esitetty GANN on pintakosteuden osoittimen vertailuarvo mittapisteen kohdalla, t on lämpötila ja RH on suhteellinen kosteus.

Tulostaulukossa on myös esitetty lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs).

Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
sisäilma H1 tila 1089		H45	17,9	33,8	5,16	
V1, tila H1 1089	85	H44	17,9	52,4	8,02	tiukka kiinnitys, muovimatolle tyypillinen muovin haju



Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
<i>sisäilma</i> C1 tila 1076		H40	20,0	31,4	5,46	
V2, C1 tila 1076	61	H42	20,1	64,2	11,18	ei poikkeavaa hajua kohtalaisen tiukka kiinnitys
<i>sisäilma,</i> I1 tila 1109		H36	21,1	24,7	4,51	
V9, I1 tila 1109	100	H43	23,7	98,5	21,19	kemiallinen haju, olematon kiinnitys (ei liimaa)
<i>sisäilma,</i> I1 tila 1105		H37	19,6	26,0	4,52	
V10, I1 tila 1105	75	H35	19,6	80,8	13,73	muovimatolle tyypillinen haju, kohtalainen kiinnitys
<i>sisäilma,</i> I1, tila 1134		H35	21,0	26,3	4,85	

Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
V11, I tila 1135	85	H45	20,9	77,9	14,26	muovimaton haju, kohtalainen kiinnitys
V12, II tila 1135	85	H44	21,9	77,2	14,92	muovimaton ja kosteahkon betonin haju, kohtuullinen kiinnitys
<i>sisäilma</i> , B1 tila 1046		H35	23,3	23,1	4,7	
V13 B1 tila 1046	88	H37	26,6	70,3	17,72	lievä kemiallinen haju, kohtuullinen kiinnitys
<i>sisäilma</i> , B1 tila 1046		H45	25,6	19,2	4,52	
V14 B1 tila 1046	65	H36	32,2	68,5	25,62	lievä kemiallinen haju, kohtuullinen kiinnitys

Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
<i>sisäilma, B1 tila 1041</i>		H44	21,1	24,8	4,6	
80	80	H43	21,3	78,3	14,61	lievä kemiallinen haju, kohtuullinen kiinnitys

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

4.4 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Alapohjan pintarakenteisiin tehtiin yhteensä 5 kpl rakenneporauksia/-avausta. Yleisesti alapohjissa ei ole suunnitelmien ja havaintojen mukaan eloperäisiä materiaaleja, joten materiaalinäytteitä ei otettu.

Rakenneavaukset RA4, RA6, RA8 ja RA10 tehtiin poraamalla ontelolaatan päällä olevaan betonivaluun 32 mm reiät. Rakenteet vastasivat kaikissa kohdissa pääpiirteittäin suunnitelmia. Poikkeuksena oli eripaksuiset tasoite sekä epoksi/primerit-kerrokset, joita oli paikoin useita kerroksia pintalaatan päällä.

RA28 tehtiin liikuntasalin parkettilattiaan ja havaittiin, että rakenteesta puuttuu suunnitelmien mukainen eristekerros. Eristekerrosta ei havaittu myöskään näyttämön alapuolisen tilan kautta tehdyssä tarkastuksessa.



Taulukko 2. Taulukossa on esitetty alapohjarakenteisiin tehtyjen rakenneavausten sijainnit.

Lista rakenneavauksista
D1 Haikko 1176 RA4
D1 Haikko 1190 RA6
E1 Laukko 1199 RA8
E1 Laukko 1204 RA10
H1 Suitia 1087 RA28



Kuva 35 a-b. Rakenneporaukset RA8 E1 Laukko tilassa 1199 ja RA3D1 Haikko tilassa 1176. Molemmissa porauksissa vinyylilankun alla havaittiin epoksikerros sekä tasoitekerroksen alla että sen päällä.

4.5 Alapohjarakenteiden ilmatiiveys

Alapohjarakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti, merkkisavulla sekä lämpökameralla.

Alapohjan ilmatiiveyden tarkastelu lämpökameralla toteutettiin kahdessa rakennusosassa C1 Ruukki ja D1 Haikko. Rakennusosat alipaineistettiin ilmanvaihdon automaation avulla alipainesiseksi ulkoilmaan nähden.

Painesuhteet vaihtelivat rakennusosa ja tilakohtaisesti -10...-26 Pa välillä.

Lämpökameratarkastelussa ei havaittu ilmapuotokohtia

alapohjaliittymissä. Merkkisavulla tarkasteltuna solun C1 Ruukki, käytävän 1076 sähköpääkeskuksen läpiviennistä oli vähäinen ilmavirtaus huonetilaan päin.

Merkkiainekokeita ei tehty, sillä alapohjarakenteen alla oleva ryömintätila on hyvin suuri, eikä merkkiainekokeen toteuttaminen olisi onnistunut ilman merkittäviä toimenpiteitä. [REDACTED]

Aistinvaraisia havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:

AAVUTET



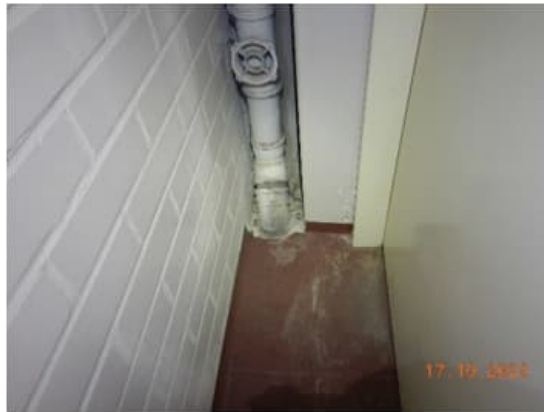
Kuva 36 a-b. Esimerkkikuva lämpökameralla tehdystä katselmuksesta. Alapohja-ulkoseinäliittymissä ei havaittu ilmavuotoja.



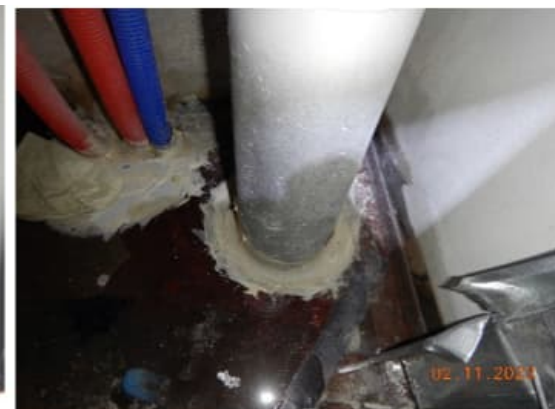
Kuva 37 a-b. D1 / Haikko, Luokkahuone 1176, Sadevesiviemäröinnin putkiläpivienti alapohjan läpi. Läpivientiin on tehty ilmatiiveyden



parantamisen korjauksia. Kaikissa tarkastetuissa koteloinneissa läpiviennit vaikuttivat tiiviiltä.



Kuva 38 a-b. C1 / Ruukki, Käytävällä 1076 sijaitseva sähkökeskus, jonka läpiviennit on tiivistetty palokatkomassalla. Läpiviennistä havaittiin vähäinen ilmavirtaus huonetilaan päin



Kuva 39 a-b. E1 / Laukko luokahuoneessa 1199, Viemäriputki vaihtuu metallisesta muoviseksi noin 20 cm ennen alapohjan läpivientiä. Alapohjaliittymä on tiivistetty elastisella massalla ja vaikutti aistinvaraisesti ilmatiiviiltä. Läpivienneissä ei havaittu palokatkoja ryömintätilan eikä sisätilojen puolelta tarkasteltuna.

4.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteet todettiin kosteusteknisesti toimiviksi. Lähes kaikissa tiloissa viiltomittausten kosteusmittaustulokset ja pintakosteusilmaisimen vertailuarvolukemat olivat normaalilla tasolla.



Soluun I1 tehtyjen viiltomittausten perusteella sosiaali-tilojen muovimatoissa havaittiin paikallisesti kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja pesutilojen edustalla. Yhdestä mittapistestä (V9/1109) mitattiin koholla olevia kosteusmittaustuloksia viiltomittauksissa.

Viiltomittauksen mittapiste valikoitui koholla olevien pintakosteusilmaisimen vertailuarvojen perusteella pesutilan 1106 ja pukuhuoneen 1109 välisen oviaukon edustalle. Mittapisteen kohdalla muovimaton alapinnalla ei ollut lainkaan kiinnitysliimaa. Kohonneet kosteusmittaustulokset johtuvat havaintojen mukaan puutteellisesti kiinnitetyn muovimaton ja kynnyksen epätiivelyskohtien kautta muovimaton alle kulkeutuneista pesuvesistä.

Vastaavanlaisia kohonneita pintakosteushavaintoja märkätilojen ja sosiaali-tilojen kynnyksen edustalla havaittiin tiloissa 1100, 1105, 1123 ja 1117. On siis todennäköistä, että kynnysliittymän kautta kastuneita muovimattolattioita on myös näissä muissa pukuhuoneissa. Paikallisesti kastunut muovimatto ei heikennä merkittävästi sisäilman laatua, sillä ilmanvaihto huuhtelee tiloja tehokkaasti. Suosittelemme kuitenkin tilojen 1100, 1105, 1109, 1123 ja 1117 muovimattojen poistamista joko kauttaaltaan tai vähintään noin 1 metrin matkalle pesuhuoneen ovelta ja lattiarakenteen kuivattamista ennen uuden lattiapäällysteen asentamista edellä mainituissa tiloissa. Uusien pintamateriaalien asentamisen yhteydessä suositellaan kiinnittämään erityistä huomiota kynnysliittymien vesitiiveyteen ja kynnyksen riittävään korkeuteen, jolla pidennetään rakenteiden käyttöikää.

Suuremmissa pesutiloissa 1106 ja 1101 lattiakaivojen kannet eivät pysy paikallaan, ja voi aiheuttaa vaaratilanteita suihkuja käytettäessä. Kaivojen kiinnitys suositellaan tarkastamaan huoltotöiden yhteydessä ja tiivistämään tarvittaessa, kuitenkin niin, että kannet on helposti irrotettavissa siivouksen yhteydessä.

Havaintojen mukaan ryömintätilojen ilmanvaihto toimii eikä ryömintätilassa havaittu viitteitä ylimääräisestä kosteudesta.



Ryömintätilan lattiaeristeissä havaittiin erilaisia puutteita. Eristelevyjen saumat ovat auki, eristeessä on suurehkoja epäjatkuvuuskohtia sekä eristelevyjä on irronnut. Eristeiden puutteet huonontavat alapohjarakenteen lämmöneristyskykyä ja kylmäsilat voivat aiheuttaa sisäpintojen viilenemistä, erityisesti, mikäli ryömintätilan lämmitys ei jostain syystä toimi. Erityisesti solussa I eristelevyjä on irronnut kymmenien neliöiden alueelta. Irtoaminen johtuu mekaanisen kiinnityksen puuttumisesta. Levyt on kiinnitetty ainoastaan liimalla, joka ei ole riittävä kiinnitysmenetelmä. Irronneet levyt ovat aiheuttaneet sähköjohtoihin vetoa. Suosittelemme irronneiden levyjen asentamista takaisin ja parantamaan yleisesti levyjen kiinnitystä I-osassa mekaanisilla kiinnikkeillä. Lisäksi suosittelemme sähköjohtojen kytkentöjen tarkastusta oikosulkuriskin takia.

Ryömintätilojen irronneet sadevesiviemäriputket tulee korjata pikaisesti. Viemäriputkien uudelleen irtoamisen riskin vähentämiseksi suosittelemme viemäriputkilinjojen tuennan parantamista. Irronneet viemäriputket olivat kastelleet jonkin verran ryömintätilan sorastusta, mutta vesi on imeytynyt maahan ja ryömintätilan ilmanvaihto poistanut paikallisen kosteuslisän tehokkaasti, eikä kosteuslisä ole aistinvaraisesti havaittuna aiheuttanut ongelmia ryömintätilassa.

Ryömintätilan ollessa lämmitetty putkia ei tarvitse eristää mutta eristämättömiin viemäriputkiin kohdistuu jäätymisriski, mikäli alapohjan lämmitys jostain syystä vikaantuu. Alapohjan ollessa koneellisesti tuuletettu, alapohjan lämpötila voi laskea merkittävästi pitkien tai kovien pakkasjaksojen aikana. Vaikka viitteitä viemäreiden jäätymisestä ei toistaiseksi ole havaittu, voi jäätymisestä kuitenkin aiheutua ongelmia tulevaisuudessa.

Ryömintätilassa olevat muottipuutavarat eivät ole vielä vaurioituneet ryömintätilassa. Maasta irti olevien muottitavaroiden vaurioituminen on epätodennäköistä, mikäli ilmanvaihto toimii tarkoituksenmukaisesti. Maata vasten olevat muottitavarat ovat alttiimpia maaperästä nousevalle



kosteudelle. Muottitavaroiden poistaminen alapohjatilasta ei ole kiireellinen toimenpide, mutta se suositellaan tekemään ryömintätilaan kohdistuvien huoltotoimien yhteydessä.

Keittiön astianpesutilan lattiakaivo vuotaa ryömintätilaan. Vuoto on aktiivinen ja se tuottaa kosteuslisää ryömintätilaan. Vuodon ympärillä olevat eristelevyt ovat myös vaurioituneet kastumisesta johtuen. Vuodon syy suositellaan selvittämään ja korjaamaan kaivo. Kastuneet ja vaurioituneet eristeet suositellaan poistamaan.

Alapohjarakenteen ilmatiiveys on tarkastetuilta osin hyvä. Ilmavuotoja ei havaittu lämpökameratarkastelussa. Aistinvaraisesti liittymät ja läpiviennit oli tiivistettyjä. Merkkisavulla havaittiin yksittäinen ilmavuoto solun C1 Ruukki, käytävän 1076 sähköläpiviennissä. Yksittäisellä epätiivillä läpiviennillä ei ole merkitystä sisäilman laatuun ryömintätilan ollessa ylipaineinen epäpuhtauksia voi kulkeutua vähäisessä määrin sisäilmaan, joten suosittelemme läpiviennin tiivistämistä seuraavan vuoden aikana muiden korjausten yhteydessä. Ryömintätilan kulkuluukuissa on kuminen tiiviste, joka on osassa luukkuja irronnut, eikä pysy paikallaan. Luukkujen tiiveyden varmistamiseksi suosittelemme uusimaan huollollisena toimenpiteenä luukkujen tiivisteet ja varmistamaan, että luukut on kiinnitetty ruuvein, jolloin tiiviste puristuu vastepintoja vasten.

Tarkastetuilta osin alapohjan lävistäviä PVC-viemäriputkia ei ole palo-osastoitu, vaikka alapohja itsessään on osastoiva rakenne EI60.

Alapohjarakenteen läpivientien palonkestävyys tulee tarkastaa ja tarpeen mukaan korjata.

5 Välipohjat

5.1 Rakenne

Välipohjat ovat pääasiassa ontelolaattarakenteiset. [REDACTED]

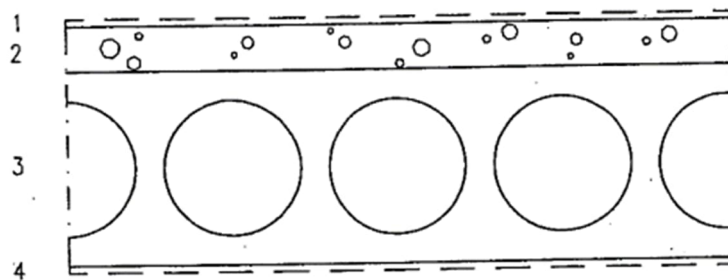
[REDACTED] Pintamateriaalina on pääosin

vinyyllilankkua, keraamista laattaa, kolikkomattoa ja muovimattoja. Wc- ja pesutiloissa on keraaminen laatta.



Välipohjarakenne VP1 on suunnitelmien perusteella ylhäältä alaspäin luेतeltuna seuraava:

- Pintamateriaali
- Pintabetoni 45...75 mm
- Ontelolaatta 265-320 mm
- Alaslaskettu katto



Kuva 40. Välipohjarakenne VP1 yleisesti



Alaslasketut katot on käsitelty kappaleessa 7. Sisäkatot.

5.2 Havainnot

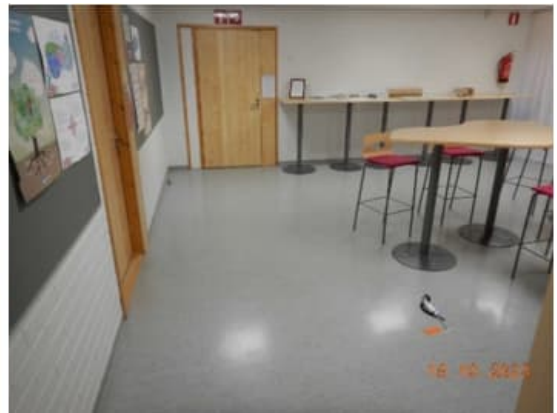
Välipohjien pintamateriaalina on pääasiassa käytävillä muovimattoa, linoleumimattoja sekä luokahuoneissa vinyylilankkua. Suurin osa välipohjista on ontelolaattarakenteisia, eikä niissä havaittu poikkeavia pintakosteuden vertailuarvoja.

Solun I / Olkkala [redacted] tilojen 2037–2040, osittain 2042 ja 2043–2049 muovimattolattioissa havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja. Lattioihin tehdyt viiltomittaukset on raportoitu alla olevassa kappaleessa 6.3 Kosteusmittaukset.

Havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:



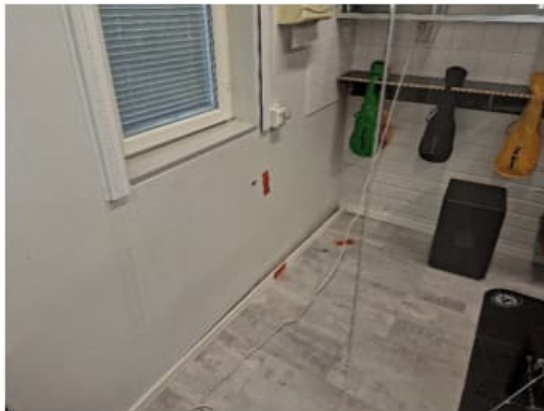
Kuva 41. Yleiskuva G2 aulan välipohjan linoleumimattopinnasta.



Kuva 42 a-b. Yleiskuvat luokahuoneesta, jossa on vinyylilankkulattia sekä käytävästä, jossa on muovimattolattia.



Kuva 43 a-b. IV-konehuoneissa on epoksipinnoite, joka toimii tilojen vedeneristeenä. I-osan IV-konehuoneessa yläpinnan epoksilattia on seinäliittymästä halki. Halkeaman kohdalla ei ollut kuitenkaan viitteitä kastumisesta.



Kuva 44 a-b. F2 Karuna, tilassa 2109 otettiin jalkalista irti ja tarkastettiin liittymä. Ulkoseinä-välipohjaliittymään on tehty tiivistys vinyylilankun alle.

5.3 Kosteusmittaukset

Lattianpäällysteiden kosteusteknistä toimivuutta selvitettiin pintakosteuskartoituksen lisäksi viiltomittauksilla. Välipohjarakenteeseen tehtiin kaikkiaan 6 kpl viiltomittauksia pinnoitteen alle. Viiltomittauskohdat valittiin siten, että mittauskohdat vastasivat yleisiä pintakosteuden osoittimen vertailuarvoja alueella sekä poikkeavien vertailuarvojen kohdalle.



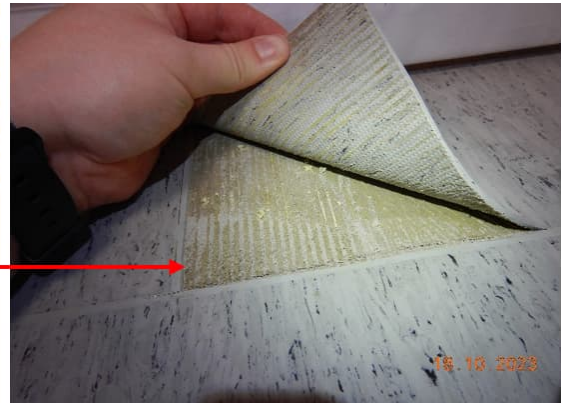
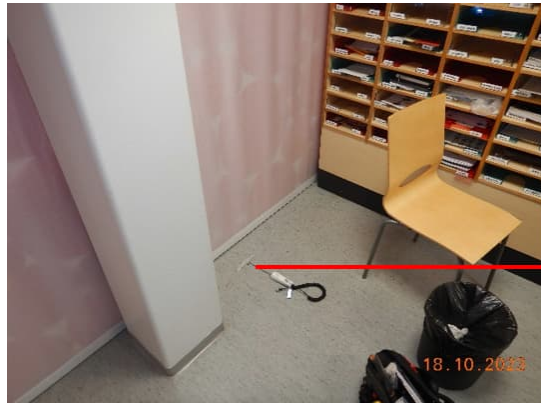
Kosteusmittausten mittauspistekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 2. Mittapisteiden sijainnit ovat lisäksi pohjakuvaliitteessä 2.



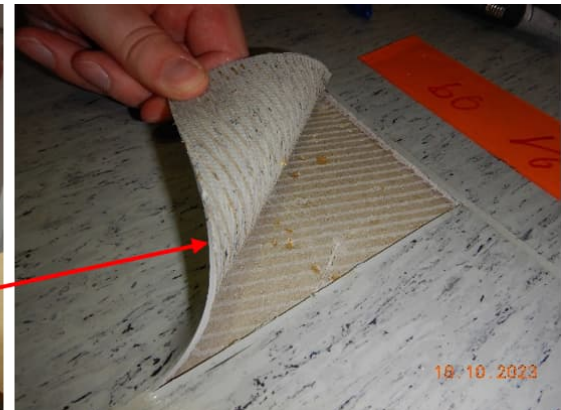
Kuva 45 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V3, solun I / Olkkala, tilassa 2037. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 80, joka oli alueen korkein vertailuarvo. Viiltomittaustulos oli korkeahko (81,8 %RH). Viillosta havaittiin normaalista poikkeavaa kemiallista hajua ja maton kiinnitys oli heikko.



Kuva 46 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V4, solun I / Olkkala, käytävällä 2044. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 60, joka oli alueen korkein vertailuarvo. Viiltomittaustulos oli korkeahko (79,5 %RH). Viillosta ei havaittu poikkeavaa hajua ja maton kiinnitys oli kohtalaisen tiukka.



Kuva 47 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V5, , solun I / Olkkala, opettajanhuoneessa 2042, pilarin vierestä [REDACTED]. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 70, joka oli alueen korkein vertailuarvo. Viiltomittauksena oli korkeahko (83,8% RH). Viillosta havaittiin normaalista poikkeava voimakas kemiallinen haju, maton kiinnitys oli heikko ja liima oli pehmeää.



Kuva 48 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V5, solun I / Olkkala, opettajanhuoneessa 2042, [REDACTED]. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 60, [REDACTED]. Viiltomittauksena oli korkeahko (83,4 %RH). Viillosta havaittiin normaalista poikkeava kemiallinen haju, maton kiinnitys oli heikko ja liima oli pehmeää.



Kuva 49 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V7, solun I / Olkkala, opettajanhuoneessa 2042, [REDACTED]. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 60, [REDACTED]. Viiltomittauksen tulos oli korkea (81,8 %RH). Viillosta havaittiin normaalista poikkeava kemiallinen haju ja maton kiinnitys oli heikko.



Kuva 50 a-b. Lattiapäällysteen alapuolinen viiltokosteusmittaus V8, solun I / Olkkala, opettajanhuoneessa 2042, alapuolella [REDACTED], vaan ontelolaatta välipohja. Mittauskohdalla pintakosteuden osoittimen vertailuarvo oli 40, joka oli alueen korkein vertailuarvo. Viiltomittauksen tulos oli matala (45,0 %RH). Viillosta ei havaittu hajua, mutta kiinnitys oli huono.



Taulukko 3. Välipohjarakenteiden kosteusmittauspisteiden V3 -V8 viiltokosteusmittaustulokset 18.10.2023. Tulostaulukossa esitetty GANN on pintakosteuden osoittimen vertailuarvo mittapisteen kohdalla, t on lämpötila ja RH on suhteellinen kosteus. Tulostaulukossa on myös esitetty lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs).

Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
sisäilma I2 tila 2037		H41	19,4	23,2	3,87	
V3, I2 tila 2037	80	H45	20,4	81,8	14,49	kemiallinen haju, heikko kiinnitys
sisäilma I2 tila 2044		h43	19,1	23,5	3,88	
V4, I2 tila 2044	60	h40	19,4	79,5	13,32	
sisäilma I2 tila 2042		H43	19,4	23,4	3,90	
V5, I2 tila 2042	70	H44	19,6	83,8	14,16	voimakas kemiallinen haju, heikko kiinnitys, liima pehmeää

Mittapiste	GANN	Mittapää	Lämpötila [°C]	Suht.kosteus [%RH]	Abs. [g/m ³]	Havainnot
V6, I2 tila 2042	60	H43	19,4	83,4	13,95	kemiallinen haju, heikko kiinnitys
V7, I2 tila 2042	60	H44	19,4	81,8	13,66	kemiallinen haju, heikko kiinnitys
V8, I2 tila 2042	50	H41	21,0	45,0	8,27	kemiallinen haju, heikko kiinnitys

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

5.4 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Välipohjarakenteisiin tehtiin yhteensä 2 rakenneporausta. F2 Karuna VP tilaan 2109 RA26, F2 Karuna VP tilaan 2111 RA27. Poraukset tehtiin väestösuojien päälle.

Välipohjarakenteissa ei havaittu suunnitelmissa eikä porauksissa mitään eloperäistä. Rakenteet vastasivat suunniteltua, eikä rakenteesta otettu materiaalinäytettä.

5.5 Välipohjarakenteiden ilmatiiviys

Välipohjarakenteessa ei ole ilmatilaa, jonka ilmayhteyttä sisäilmaan olisi ollut mahdollista mitata. Välipohjien ilmatiiveyttä ulkoseiniin tarkasteltiin

lämpökameralla kahdessa siivessä samassa yhteydessä, kun yläpohjaliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin. Lisäksi ilmatiiveyttä tarkasteltiin ulkoseinien merkkiainekokeissa. Välipohja-ulkoseinäliittymissä ei havaittu ilmavuotoja. Välipohjarakenteisiin liittyvien hormien ilmatiiveyttä on käsitelty kohdassa 11.



Kuva 51 a-b. F2 käytävän 2114 sähköpääkeskuksessa epätiivittä sähköläpivientejä alempaan kerrokseen. Yleisesti sähkökeskuksissa havaittiin yksittäisiä uusia läpivientejä, joita ei ole tiivistetty.

5.6 Sisäilman VOC-mittaukset

Tiloista 2037 ja 2042 kerättiin sisäilman VOC-näytteet havaittujen kosteuspitoisuuksien sisäilman laadun vaikutuksen arvioimiseksi. Taulukossa 4 on esitetty kohteesta kerättyjen VOC-yhdisteiden sisäilmanalyysien tulokset. Näytteenkeräykseen käytettiin Tenax TA-adsorbenttia. Taulukossa 4 tulokset on esitetty yhdisteen omalla vasteella laskettuina. Taulukossa 4 on esitetty erikseen tolueenivasteella lasketut yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet sulkujen sisällä. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) on laskettu tolueenivasteella.

Tuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 annettuihin toimenpideraja-arvoihin sekä Työterveyslaitoksen käyttämiin viitearvoihin "Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilma kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille, päivitetty 11.10.2023". Taulukon 4 punainen väri

tarkoittaa STMa 545/2015:ssa esitetyn toimenpideraja-arvon ylitystä, vihreä väri tarkoittaa TTL:n kyseiselle yhdisteelle käyttämän viitearvon ylitystä ja harmaa väri tarkoittaa tieteellisessä kirjallisuudessa yhdisteelle raportoidun hajukynnyksen ylitystä.

Taulukko 4. Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset

Yhdiste	VOC 1 (2042) [µg/m³]	VOC 2 (2037) [µg/m³]
Aromaattiset hiilivedyt		
m-/p-ksyleenit	0,8	2,5
o-ksyleeni	0,6	1,3
etyylibentseeni	0,2	0,6
propyylibentseeni	0,1	0,1
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-pineeni	0,6	1,2
limoneeni	0,9	
Yksiarvoiset alkoholit		
1-butanoli		7,3
2-etyyli-1-heksanoli	5,6	22,3 (26,7)
Aldehydit		
n-heksanaali		2,9
Esterit ja laktonit		
butyyliasetaatti		0,3
TVOC	17	51

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

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

- Analyysilaboratorion ilmoittama mittausepävarmuus ±30 % huomioituna näytteen 2 (2037) sisäilman tolueenivasteella laskettu 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus 18,7–34,7 µg/m³ ylittää sille STMa 545/2015:ssa asetetun toimenpideraja-arvon 10 µg/m³.
- Näytteen 2 (2037) sisäilman 1-butanolin pitoisuus 7,3 µg/m³ ylittää TTL:n sille käyttämän viitearvon 3 µg/m³.



5.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Välipohjarakenteet ja lattiapintamateriaalit ovat pääosin hyvässä kunnossa. Välipohjarakenteisiin liittyvät johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset kohdistuvat solun I2 /Olkkanan [REDACTED] välipohjan muovimattolattioihin, IV-konehuoneiden vedeneristeisiin sekä yleisesti sähkökeskusten välipohjan läpivienteihin. Muita sisäilmaan tai rakenteiden toimivuuteen vaikuttavia havaintoja ei tehty.

Solun I2 / Olkkanan [REDACTED] välipohjan viiltomittauksissa havaittiin koholla olevia kosteuspitoisuuksia sekä kosteuden vaikutuksesta vaurioitunutta muovimattoja. [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
betonissa ollut jäännöskosteus on tasaantunut rakenteeseen ja muovimaton alle on muodostunut mattoliiman ja maton vaurioitumisen mahdollistavat olosuhteet. Havaintojen perusteella vaurioita on jo syntynyt. VOC-tulosten perusteella tilassa 2043 on sisäilman laatua heikentäviä kemiallisia yhdisteitä. Kohonneet 2-etyyli-1-heksanolipitoisuudet viittaavat yleensä PVC-muovimattojen pehmittimenä käytetyn DEHP:n hajoamiseen alkalisen kosteuden vaikutuksesta. Yleensä kohonneiden 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuksien rinnalla samoista tiloista mitataan myös kohonneita 1-butanolipitoisuuksia.

Muutoin molemman tutkitun tilan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet sekä niiden summapitoisuudet (TVOC) alittavat STMa 545/2015:ssa niille esitetyt toimenpideraja-arvot sekä TTL:n iille käyttämät viitearvot. Tilojen sisäilmassa esiintyy erittäin pieninä pitoisuuksina tavanomaisia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden pääasiallisia lähteitä sisäilmaan ovat puu ja puutuotteet.

Solun I2 / Olkkanan [REDACTED] suosittelemme vaurioituneen muovimaton, liiman ja tasoitteet uusimista tiloista 2037–2040, osittain 2042 ja 2043–2049. Ennen uuden pintamateriaalin



asennusta on varmistuttava rakenteen riittävästä kuivuudesta tai materiaaliksi on valittava hyvin vesihöyryä läpäisevä ja kosteutta kestävä pintamateriaali.

IV-konehuoneiden vedeneristeessä havaittiin yksittäisiä halkeamia. Halkeamat suositellaan paikkaamaan, ettei rakenteisiin pääse kulkeutumaan kosteutta. Havaintojen mukaan rakenteisiin ei ole vielä päässyt kosteutta. IV-konehuoneiden kaikkia halkeamia ei kartoitettu, joten I-osan paikkauksen yhteydessä suosittelemme kiertämään kaikki konehuoneet läpi ja tekemään tarvittavat paikkaukset.

Välipohjien sähkökeskusten läpivientien osalta havaittiin yksittäisiä ilmayhteyksiä kerrosten välillä. Johtonippujen ilmayhteyksien tiivistäminen ei ole käytännössä mahdollista. Selkeiden tiivistämättömien yksittäisten johtojen tai putkien läpiviennit voidaan kuitenkin paikata liimamassalla. Suosittelemme F2 Karuna 2114 sähkökeskuksen läpivientien tiiveyden parantamista sekä samassa yhteydessä kaikkien rakennuksen sähkökeskusten läpivientien tarkastusta ja liimamassan lisäystä tarvittavilta osin.

6 Sisäkatot

6.1 Rakenne

Rakennuksessa on lähtötietojen mukaan useita erilaisia sisäkattorakenteita. Näistä tutkimuksessa on tarkasteltu alaslaskettuja kattoja, joita on pääasiassa käytävillä, sosiaalitiloissa ja osassa luokahuoneita.

Pesutiloissa on alaslaskettu puupaneloitu katto. Teknisen työnluokissa on puukoolattu levytetty ja reikäpellillä pinnoitettu alaslaskettu katto, missä on lisä-ääneneristyksenä 50 mm mineraalivillalevyä. Eteisten ja sisäänkäyntien alaslaskettu katto on suunnitelmien mukaan teräsrutiläkatto, jonka yläpuolella on 50 mm paksu musta akustiikkalevy. Opetustiloissa on suunnitelmien mukaan pääosin T-kattolistakiinnityksellä

ja reunoistaan listoitettuja akustiikkalevyjä. Levyt on ripustettu vain noin 60 mm irti kattopinnasta.

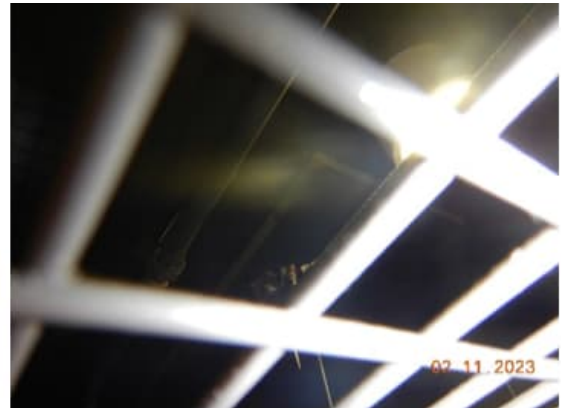
Lähtötietojen mukaan käytävillä on alaslaskettu T-listakiinnitetty akustiikkalevy, jonka päälle on suunniteltu irtoladontana asennettavat mineraalivillalevyt. Vuonna 2015 tehtyjen sisäilmakorjaussuunnitelmissa alaslasketun katon yläpuoliset mineraalivillalevyt on ohjeistettu poistettavaksi.

6.2 Havainnot

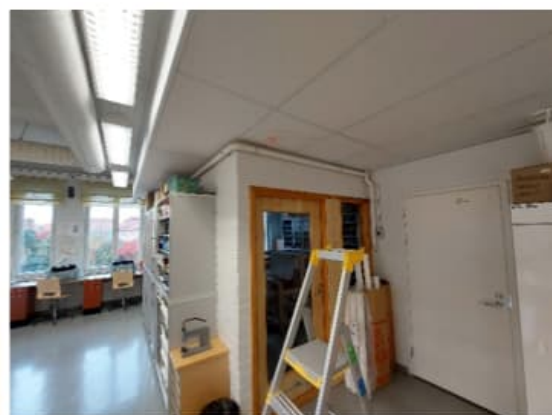
Alaslaskettujen kattojen yläpuolista tilaa tarkastettiin yhteensä 28 eri kohdasta. Tarkastuksia tehtiin kahdesta kolmeen kohtaan / rakennusosa / kerros. Alakattojen sisällä tehtyjä havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 52 a-b. Kuva a otettu C2 Inkala, käytävän 2014 alakatosta. Alakatossa on suunnitelmien mukainen "irtoladontana asennettu villalevytys" parantamassa akustiikkaa. Irtonaisia mineraalivillalevyjä havaittiin ainoastaan solujen C1 / Ruukki ja C2 / Inkala käytävillä, muualta villat on ilmeisesti otettu pois. Kuva b, lähes kaikissa alakatoissa on avoimia villapintoja ilmeisesti ontelolaattaa kannattelevien palkkien kohdalla paloeristeenä.



Kuva 53 a-b. Kuvassa a on solun G2 opetustilan 2030 kulmauksessa olevat alakaton villalevyt. Leikattujen villalevyjen reunoissa on vapaita villapintoja. Vapaita villapintoja havaittiin lähes kaikissa leikatuissa villalevyissä. Kuva b päiväkodin tuulikaapeissa on rutiläalakattoja. Osa alakattojen takana olevista mustapintaisten akustiikkalevyjen reunoista on pinnoittamattomia. Tuulikaapeissa on runsaasti ilmavirtauksia.



Kuva 54 a- b. Kuvassa a on solun G2 käytävällä 1152 alakattopinnassa havaittu vuotojälki. Vuotojälki on ontelolaatan vedenpoistoreiän kohdalla. Vuoto ei ole aktiivinen. Kuva b, C2 / Inkala luokahuoneessa 2005 on vuotojälki alakatossa. Vuotojäljen kohdalla on ontelolaatan läpivientejä. Aktiivisia vuotoja ei havaittu.



Kuva 55. Solun I, 1krs. käytävällä on useita alakattolevyjä, joissa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Jälkien kohdalla ei havaittu aktiivisia kosteudenlähteitä. Vuotojälkien kohdalla on jäähdytysputkia, jotka havaintojen mukaan on eristetty jälkikäteen. Vuotojälkien mahdollinen syy on jäähdytysputkien pintaan ennen eristystä kondensoitunut kosteus.



Kuva 56 a-b. Solun G2 Luokahuoneessa 2030 on ikkunoiden edustalla alakatossa vuotojälkiä. Jälkien kohdalla ei havaittu alakatossa aktiivisia kosteuslähteitä. Vuotojälkien kohdalla on jäähdytysputket, joissa on pistesyöpymän paikkausjälki, joka on todennäköisin vuotojälkien aiheuttaja.



Kuva 57 a- b. Solun G1 Käytävällä 2062, E1 oven kohdalla on alakatossa vuotojälkiä. Vuotojälkien kohdalla vesiputkessa on vuotojälki. Vuoto ei ollut aktiivinen tarkasteluhetkellä.



Kuva 58 a-b. Alakattojen sisällä havaittiin useassa paikassa käytöstä poistettuja viemäri- ja vesijohtoputkia. Osa putkista on tulpattu muovitulpilla ja osaa putkista ei ole tulpattu ollenkaan.



Kuva 59 a-b. Alakattojen sisällä on ilmeisesti luokahuoneiden sähköihin ja automaatioon liittyviä kytkentälaatikoita. Suuri osa laatikoista oli raoillaan tai kokonaan auki alakattojen sisällä.



Kuva 60 a-b. Solun I / Olkkalaa, tilassa 2042 on alakaton sisällä kulkevassa viemäriputkessa useita halkeamia ja aktiivisia vuotokohtia. Alakattolevyissä on vuotojälkiä.

6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alaslaskettujen kattojen pinnoilla havaitut vuotojäljet ovat pääasiassa ontelolaattojen vedenpoistoreikien, kylmäaineputkien tai putkiliittymien vuotojen kohdalla.

Suurin osa alakattojen vuotojäljistä on selvästi vanhoja eikä aktiivista vuotoa mm. ontelolaattojen vedenpoistoreista ei havaittu.

Kylmäaineputkessa vuotojälkien kohdalla havaittiin yksittäinen paikattu pistesyöpymä. Lisäksi useassa kohdassa kylmäaineputkien ympärille on



lisätty eristystä. Näin ollen osa alakattojen vuotojäljistä on todennäköisesti peräisin kylmäaineputken pintaan kondensoituneesta sisäilman kosteudesta. Suosittelemme kaikkien sijaintikaaviossa 2.1. esitettyjen alakattolevyjen uusimista, jotta vuotojen toistuvuutta voidaan arvioida.

Solun I / Olkkalaa tilassa 2042 oleva viemäriputken vuoto on aktiivinen ja viemäri suositellaan uusimaan haljenneelta osin. Tutkimusten yhteydessä havaitusta viemärin halkeamasta ja syksyllä tapahtuneesta viemärivuodosta johtuen, kaikkien viemärien kunto suositellaan tarkastettavaksi systemaattisesti TV-kuvauksella, jotta piilevät viat saadaan selville.

Alakattojen sisällä havaittiin avoimia villapintoja. Solujen C1 Ruukki ja C2 Inkala käytävän alakaton yläpuolella on edelleen irtonaisia mineraalivillalevyjä, jotka on suunniteltu poistettavaksi 2015 sisäilmakorjausten yhteydessä. Muiden alakattojen osalta villalevyt on poistettu, mutta tästä huolimatta alakattolevyjen päälle on jäänyt runsaasti villapölyä ja kuituja. Villalevyjen lisäksi alakattojen sisällä on havaittavissa kantavien palkkirakenteiden palosuojaukseen käytettyjä kivivillakaistoja ja alakaton villalevyjen leikkauspintoja, jotka ovat pinnoittamattomia. Päiväkodin tuulikaapeissa havaittiin ritiläkattojen takana ääneneristykseen tarkoitettuja villalevyjä, joiden reunat ovat pinnoittamatta.

Avoimista mineraalivillaeristeiden pinnoista irtoaa teollisia mineraalivillakuituja, jotka kulkeutuvat ilmapvirtausten mukana sisäilmaan alakaton epätiiviyden liittymien ja kattolevyjen avausten yhteydessä. Sisäilmaan kulkeutuvien kuitujen vaikutus sisäilman laadulle on kuitenkin arvion mukaan vähäinen. Tämän lisäksi vaikutus kohdistuu pääasiassa käytäviin. Suosittelemme poistamaan alakaton yläpuoliset irtonaiset mineraalivillalevyt ja korvaamaan ne tarpeen mukaan ympäriinsä pinnoitetuilla akustiikkalevyillä. Rakenteissa kiinni olevat mineraalivillaeristeet ja leikatut villapinnat pinnoittamaan esimerkiksi ruiskumaalaamalla ne M1 luokitellulla vesiohenteisella sisäkattomaalilla.



Villapintojen poistamisen ja pinnoittamisen jälkeen alakattotilat suositellaan siivoamaan kauttaaltaan.

Alakattojen sisällä havaittiin käytöstä poistettuja viemäri- ja vesijohtoputkia, jotka on tulpattu puutteellisesti. Tutkimuksessa ei saatu selville, miksi putkia on otettu pois käytöstä. Putkien kautta on mahdollisesti ilmayhteyksiä kerrosten välillä. Tämän lisäksi muovitulpalla tulpatussa viemäriputkessa on viemärin padottaessa riski irrota ja aiheuttaa vahinkoa. Käytöstä poistetut viemärit tulisi olla tulpata mekaanisesti kiinnitetyllä tulpalla ja suunnitelmallisesti. Suosittelemme selvittämään, miksi putket on poistettu käytöstä ja tulppaamaan ne tarkoituksen mukaisesti sekä tekemään niihin liittyen dokumentin, jossa merkattu muutokset järjestelmissä.

Alakattojen sisällä havaittiin useita sähköjärjestelmiin liittyviä asennuslaatikoita, jotka ovat raollaan tai kokonaan auki. Rasiat on tarkoitettu suojaamaan komponentteja pölyltä ja likaantumiselta. Auki olevat asennuslaatikot voivat altistaa järjestelmän vikatiloille. Suosittelemme tarkastamaan sulkemaan kaikki asennuslaatikot alakattojen sisältä.

Alakattolevyt, joissa on havaittavissa vesivuotojen aiheuttamia jälkiä suositellaan uusimaan yleisilmeen parantamiseksi ja jotta mahdolliset uudet vuodot havaitaan.

7 Julkisivut ja ulkoseinärakenteet

7.1 Rakenne

Rakennuksen ulkoseinät ovat pääosin tiiliverhoiltuja kantavia teräsbetoniseiniä. Julkisivu on pääosin rapattu tai puhtaaksi muurattu tiili ja paikoin puuverhoiltu. Ulkoseinien sisäpuolen betonivalu toimii rakenteen höyrynsulkuna ja lämmöneristeen ja julkisivumuurausten välissä on suunniteltu tuulettuva ilmarako.

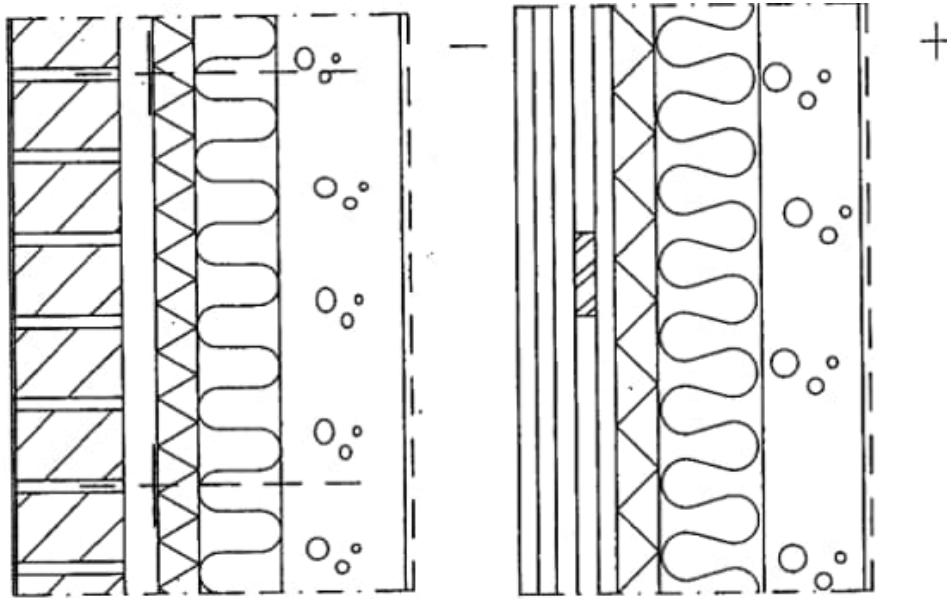


Ulkoseinärakenne rapatun julkisivun kohdalla (US1) on yleisesti ja suunnitelmien sekä rakenneavauksista tehtyjen havaintojen mukaan ulkoa sisälle päin lueteltuna seuraava:

- Pintakäsittely, rappaus
- Tiilimuuraus 130 mm
- ilmarako 40 mm
- mineraalivillaeriste 50+120 mm 170 mm
- teräsbetoni 160...180 mm
- pintakäsittely

Ulkoseinärakenne puuverhoillun julkisivun kohdalla (US2) on yleisesti ja suunnitelmien sekä rakenneavauksista tehtyjen havaintojen mukaan ulkoa sisälle päin lueteltuna seuraava:

- Pintamateriaali
- pystylomalaudoitus 2x22mm 44 mm
- vaakalaudoitus 25x100 k1200 25 mm
- (kestopuu)
- ilmarako 22 mm
- mineraalivillaeriste 50+125 mm 175 mm
- ja puurunko 50x125
- teräsbetoni 120 mm
- pintakäsittely



Kuva 61. Tiiliverhoiltu ulkoseinä yleensä US1 ja puuverhoiltu ulkoseinä US2

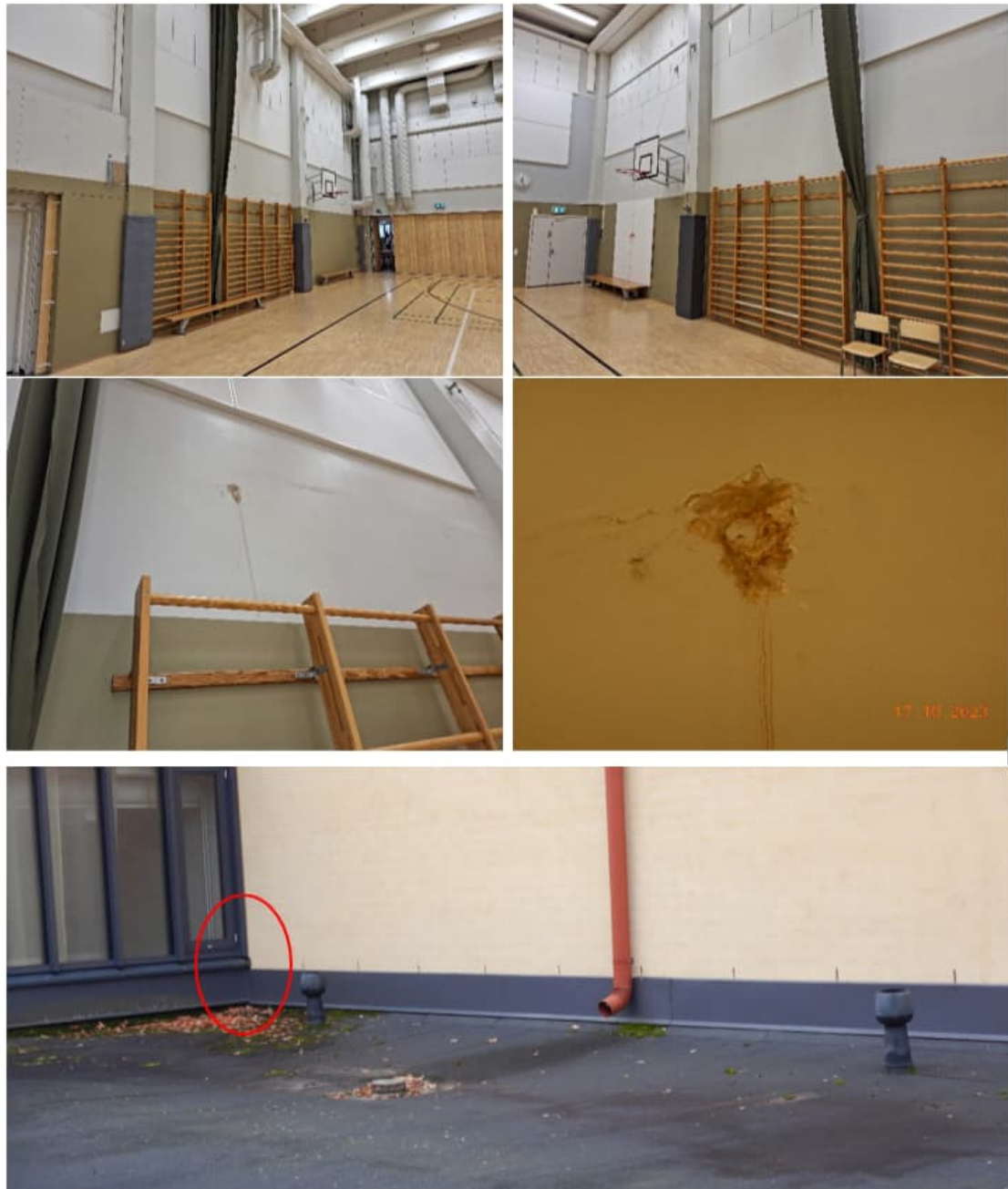
Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinät ovat 150 mm paksuja pelti-sandwich-elementtejä ja ne sijoittuvat rakennuksen yläpohjatilaan.

7.2 Havainnot

Ulkoseinien sisäpinnat ovat pääasiassa maalattuja. Auditoriossa ja liikuntasalissa on puuritiä verhous. Pinnat ovat pääasiassa siistit ja hyväkuntoiset. Yksittäisiä puutteita ja havaintoja on esitetty alla olevissa valokuvissa ja kuvateksteissä:



*Kuva 62 a-b. Yleiskuvat auditorion ja liikuntasalin puuritiäpintaisista
ulkoseinistä. Verhoilun takana on akustiikkalevy.*



Kuva 63 a-e. Solun H1 / Suitia liikuntasalissa 1087, I-osaa vasten oleva seinä on osittain väliseinään ja osittain ulkoseinää. Rakenteen liittymäkohdassa on sisäpuolella koko seinän matkalla halkeama ja vuotojälkiä. Yhdessä kohdassa vuotojälki on selkeästi suurempi. Jäljen kohdalla ei havaittu kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja. Jälki sijoittuu ikkuna-ulkoseinäliittymän kohdalle, jossa liittymää ei ole kitattu vaan sadevedellä on suora yhteys rakenteen sisälle.



Julkisivupintoja tarkasteltiin maantasolta sekä solujen I- ja H väliin jäävän [REDACTED] katolta käsin. Havainnot on esitetty alla olevissa valokuvin ja kuvateksteissä:



Kuva 64 a-b. Julkisivupinnoissa on ikkunoiden alla ja [REDACTED] ikkunan kohdalla puuverhoiltuja alueita, joiden maalipintojen kunto vaihtelee ilmansuunnasta riippuen, heikon ja tyydyttävän välillä.



Kuva 65 a-d. Julkisivun liikuntasaumot ja rakenneliittymien saumamassat ovat heikossa kunnossa. Kuvissa a ja b on esitetty rännikaivojen takana olevat saumat, joista osa on irronnut kokonaan ja osa on halki. Roiskevesi pääsee saumasta rakenteen sisälle. Lisäksi kuvissa c ja d on esitetty haljenneita ja irronneita saumauksia. Havaintojen mukaan saumamassaa on paikoin hyvin ohuesti.



Kuva 66. Saumojen puutteiden lisäksi porrastasanteiden kohdalla julkisivun rappauspintaan kohdistuu ylimääräistä kosteusrasitusta, ja rappauspinta on värjäätynyt sekä osittain irronnut. Paikoin rappauksen irtoaminen johtuu ilkvallasta.



Kuva 67 a-b. Rakennuksen julkisivupellityksissä on maantasosta katselmoituna useita kohtia, joissa pelti ei ole tiiviisti rappauspinnassa kiinni eikä liittymää ole kitattu. Korkeammalla olevia pellitysten liittymiä ei tarkastettu katselmuksen yhteydessä.



Kuva 68. Ikkunapellitysten kiinnityksissä havaittiin paikallisia puutteita. Maantasolla ja [REDACTED] katolta tehdyissä tarkastuksissa havaittiin yksittäisiä heikosti kiinni tai irrallaan olevia vesipeltejä. Pellitykset oli irti alakarmista ja karmin ja vesipellin liitosta ei oltu tiivistetty elastisella massalla. Muilta osin 2.kerroksen pellityksiä ei tarkastettu.



Kuva 69. Solujen I ja H väliin jäävältä [REDACTED] katolta tarkasteltuna liikuntasalin vastaisen katto-seinäliittymän pellitykset eivät ole upotettu eikä tiivistetty ulkoseinän rappauspintaan.

7.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 13 kpl rakenneporausta eristetilaan asti. Eristetilasta kerättiin yhteensä 12 kpl näytteitä mikrobianalyysiin. Rakenneavauskohdat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja MetropoliLab Oy:n mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3. Rakenneavausten tarkemmat havainnot on esitetty liitteessä X.

Taulukko 5. Ulkoseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset. Missään näytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Materiaalinäyte	Näytteenotto kohta ja rakenneavaus	Näyttemateriaali	Tulos
MAT1	D1 Haikko 1176, RA3	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT2	D1 Haikko, 1170 RA5	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT3	E1 Laukko, 1191 RA7	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT4	E1 Laukko, 1204 RA9	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT6	F1 Teijo, 1229 RA12	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT7	G1, auditorion alustila, RA15	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT8	C2 Inkala, 2016 RA19	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT9	C2 Inkala, 2016 RA20	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT10	C2 Inkala, 2005 RA21	mineraalivilla	ei mikrobikasvua



Materiaalinäyte	Näytteenotto kohta ja rakenneavaus	Näyttemateriaali	Tulos
MAT11	D2 Kuitia, 2066 RA22	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT12	E2 Mustio, 2100 RA23	mineraalivilla	ei mikrobikasvua
MAT13	F2 Karuna, 2109 RA25	mineraalivilla	ei mikrobikasvua

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä. Rakenneavaukset ja niistä tehdyt mittaukset sekä havainnot on kuvattu yksilöidysti liitteessä 6.

Kaikissa rakenneavauksissa ilmavirtauksen suunta oli rakennukseen päin. Avauksissa ei havaittu poikkeavaa hajua. Toteutukseltaan kaikki avauskohdat olivat pääpiirteittäin suunnitelmien mukaiset, poikkeuksena I2 Olkkalaa, tilaan 2041b yläpohjaa vasten oleva ulkoseinä, jossa porauskohdassa ei ollut lämmöneristettä. Rakenteessa on eristeen kohdalla noin 155 mm ilmaväli, ennen julkisivumuurausta kannattelevaa kevytsoraharkkoa. Endoskoopilla tarkasteltuna tällä kohtaa on hyväkuntoista koolaus-/muottilautaa sekä mahdollisesti villaa porauksen sivulla. [REDACTED]

7.4 Ulkoseinärakenteiden ilmatiiviys

Tutkimusten yhteydessä ulkoseinän rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti, lämpökameralla sekä merkkiainekokein. Merkkiainekokeita tehtiin yhteensä kuuteen luokahuoneeseen. Lähtötietojen mukaan tutkituista tiloista kolmeen tilaan on tehty ilmatiiveyden parantamisen korjauksia ja kolmeen ei ole tehty. Merkkiainekokeiden sijainnit on esitetty liitteessä 2 Sijaintikaavio.



Taulukko 6. Taulukossa on esitetty ulkoseiniin tehtyjen merkkiainekokeiden sijainnit ja onko tilaan tehty ilmatiiveyden parannuksia.

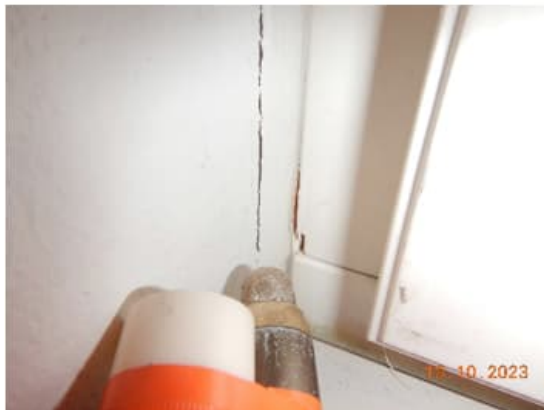
Ilmatiiveyttä on parannettu	Ilmatiiveyttä ei ole parannettu
D1 Haikko 1170 MK2	C2 Inkala 2016 MK1
E1 Laukko 1204 (vanha 1212) MK3	F1 Teijo 1229 MK5
E1 Laukko 1191 MK4	I2 Olkkalaa 2041b MK6

Kaikissa merkkiainekokeissa merkkiainetta syötettiin sisäkuoren läpi eristekerrokseen poratusta reiästä nopeudella 5 l/min noin 2 minuutin ajan. Kaasua syötettiin rakenteeseen noin 10 l. Tilat alipaineistettiin kokeita varten noin -10...-15 Pa alipaineiseksi. Normaalitilanteessa kaikki tilat olivat reilusti ylipaineisia rakenteeseen päin. Kaikkien merkkiainekokeiden havainnot olivat samanlaisia, poikkeuksena C2 Inkala 2016 MK1, jossa havaittiin yksittäinen vuoto myös ikkunapenkin alta. Muissa kokeissa vuotoa havaittiin ainoastaan ikkunakarmin salvoksista. Aistinvaraisesti arvioituna ikkunakarmi-ulkoseinäliittymissä oli halkeamia ja rakoja, mutta vuotoa ei voitu paikantaa näihin halkeamiin, sillä ikkunakarmin salvosten vuodot olivat liian suuria ja estivät havainnon tekemisen.

Yksityiskohtaiset havainnot merkkiainekokeittain on esitetty alla olevissa kuvissa ja niiden alla olevissa teksteissä:



MK1 C2 Inkala 2016:



Kuva 70. a-d. Merkkiainekoe 1, solu C2 / Inkala, tila 2016. Tilassa ei ole tehty ilmatiiveyden parannuksia. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli -10...-15 Pa välillä.

- Ikkunakarmi salvoksista voimakasta pistemäistä vuotoa.
- Yksittäinen poikkeava pistemäinen vuoto havaittiin ikkunalaudan ja ikkunapenkin välisestä siitoksesta vasemmasta alareunasta (kuva d)
- Lattia-ulkoseinäliittymästä, ikkunan pystykarmi-ulkoseinäliittymästä ja patterikiinnikkeistä ei havaittu vuotoa.



MK2 D1. Haikko tila 1170:



Kuva 71 a-b. Merkkiainekoe 2 solu D1 / Haikko tila 1170, johon on tehty ilmatiiveyden parantamisen korjaukset. Normaalitilanteessa huone oli noin +8...-10 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli -10...-13 Pa.

- Ikkunakarmi salvoksista voimakasta pistemäistä vuotoa.
- Vuotoa myös väli-pystykarmin salvoksen liitoksesta
- Lattia-ulkoseinäliittymästä ja patterikiinnikkeistä ei havaittu vuotoa.

MK3 E1 Laukko, tila 1204 (vanha 1212)

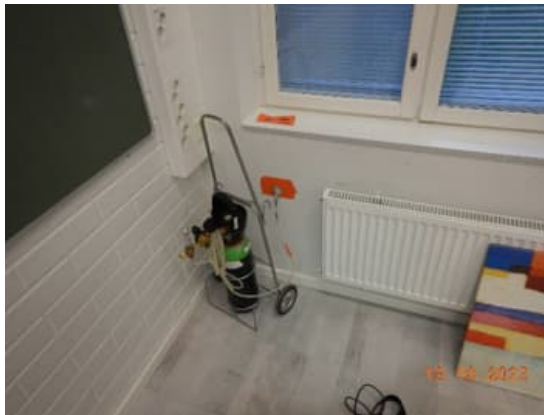


Kuva 72 a-b. Merkkiainekoe 3, solu E1 / Laukko, tila 1204 (vanha 1212, johon on tehty ilmatiiveyden parantamisen korjaukset. Normaalitilanteessa huone oli noin +15...+17 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli -13...-14 Pa.



- Ikkunakarmi salvoksista pistemäistä vuotoa.
- Lattia-ulkoseinäliittymästä ja patterikiinnikkeistä ei havaittu vuotoa.

MK4 E1 Laukko, 1191:



Kuva 73 a-b. Merkkiainekoe 4, solu E1 / Laukko, 1191, johon on tehty ilmatiiveyden parantamisen korjaukset. Painesuhde normaalitilanteessa +10 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero oli noin – 13 Pa.

- Ikkunakarmi salvoksista voimakasta pistemäistä vuotoa.
- Karmi ulkoseinäliittymässä on halkeama, mutta vuotoa ei voitu kohdistaa halkeamaan, sillä karmisalvoksesta havaittu voimakasta vuotoa.
- Lattia-ulkoseinäliittymästä, ikkunan pystykarmi-ulkoseinäliittymästä ja patterikiinnikkeistä ei havaittu vuotoa.



MK5 F1 Teijo. 1229:



Kuva 74 a-b. Merkkiainekoe 5, solu F1 / Teijo, tila 1229. Tilaan ei ole tehty ilmatiiveyden parannuksia. Painesuhde normaalitilanteessa +10...+11 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero oli noin – 13 Pa.

- Ikkunakarmi salvoksista voimakasta pistemäistä vuotoa. Kaikkien ikkunoiden salvokset ovat aistinvaraisesti arvioituna aukinaisia, mutta kaasu kulkeutui vain yhdestä salvoksesta sisäilmaan.
- Lattia-ulkoseinäliittymästä ei havaittu vuotoa.

MK6 I2 Olkkalaa, 2041b:

Merkkiainekoe 1, solu I2 / Olkkalaa, tila 2041b. Tilaan ei ole tehty ilmatiiveyden parannuksia. Normaalitilanteessa huone oli noin +10...+11 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kokeessa ulko- ja sisäilman välinen paine-ero oli -13 Pa. Merkkianekoe toteutettiin myös noin -3 Pa alipaineistuksella.

- Ikkunakarmi salvoksista voimakasta pistemäistä vuotoa. Kaikkien ikkunoiden salvokset ovat aistinvaraisesti arvioituna aukinaisia, mutta kaasu kulkeutui vain yhdestä salvoksesta sisäilmaan.
- Lattia-ulkoseinäliittymästä, ikkunan pystykarmi-ulkoseinäliittymästä ja patterikiinnikkeistä ei havaittu vuotoa.



7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinien rakenneavauksista otetuissa materiaalinäytteissä (12 kpl) ei havaittu mikrobikasvua eikä rakenteissa havaittu vaurioitumista tai siihen viittaavaa hajua. Rakennuksen ulkopuolella ei havaittu ulkoseinärakenteisiin kohdistuvia ulkopuolen kosteusrasituksia, jotka voisivat vaikuttaa rakenteen kuntoon. Merkkiainekokeissa ulkoseinä liittymät todettiin tiiviiksi ja ilmavuotoja havaittiin ikkunarakenteelle tyypillisestä ikkunakarmin salvoksesta. Yksittäinen poikkeava ilmavuoto havaittiin C2 Inkala tilassa 2016, jossa vuotoa havaittiin ikkunalaudan ja ikkunapenkin liitoksesta. Aistinvaraisten havaintojen ja merkkiainekokeiden perusteella havaituilla ilmavuodoilla ei ole merkitystä sisäilmanlaadulle.

Ainoa rakenneavauksissa havaittu puute ulkoseinissä oli eristämätön ulkoseinän osa I-osan [REDACTED] seinässä tilassa 2041B. [REDACTED] ulkoseinärakenne tarkastettiin erikseen 27.11. tehdyssä lämpökamerakuvauksessa ja todettiin eristämättömän kohdan olevan alle yhden metrin levyinen lattianrajassa oleva alue, jolla ei ole merkitystä rakenteen toiminnalle tai sisäilman laadulle.

Liikuntasalin ulkoseinässä sisäpuolella havaitut vuotojäljet olivat tutkimushetkellä kuivia, eikä vesivuotojen ajankohdasta ole tietoa. Ulkopuolelta tarkasteltuna vesikaton bitumikermiä ylösnosto seinää vasten on tehty tiiviisti ja asianmukaisesti, mutta pellitykset eivät ole vesitiiviitä. Vuotokohdalta tarkastettiin myös aluskatteen asemointi ja todettiin aluskatteen menevän ulkoseinälinjan yli. Jäljelle jäävät vesivuotoreitit ovat ikkunaliittymän pellityksissä olevat puutteet, mahdollinen kattokaivon vuoto tai kauempaa [REDACTED] tuleva vuotovesi ja veden kulkeutuminen betonilaatan pinnalla vaakasuunnassa liikuntasalia päin. Rakentamisen aikaista kastumistakaan ei voida poissulkea. Toimenpiteenä suosittelemme kattosadeviemäreiden TV-kuvausta, ikkunapellitysten tiivistystä ja liikuntasalin seinäpinnan vuotojälkien korjaamista poistamalla vaurioitunut maalikerros noin 0,5

metrin etäisyydelle vauriosta ja maalaamalla alue uudelleen. Mikäli vuotojälki uusiutuu, tulee vuodon syy selvittää vesikattorakennetta avaamalla.

Julkisivuissa havaittiin pintamateriaalien ja saumojen ikääntymistä sekä heikkoa kuntoa. Huonokuntoiset ja puutteelliset saumamassat ja rakenneliittymien kittaukset mahdollistavat sade- ja sulamisvesien kulkeutumisen rakenteisiin, mikä saattaa aiheuttaa paikallisia vaurioita rakenteisiin. Yleisesti kosteusrasitus myös heikentää rakenteen kuntoa ja lyhentää sen käyttöikää mm. pakkasrapauman takia. Huonokuntoiset maalipinnat lyhentävät puurakenteisten julkisivunosien käyttöikää ja ovat huononnäköisiä. Julkisivuihin liittyvänä toimenpiteenä suosittelemme julkisivujen saumojen ja liittymien kittauksen uusimista sekä puuosien huoltomaalausta seuraavan kahden vuoden kuluessa. Toimenpiteillä ylläpidetään rakenteiden hyvää kuntoa ja ehkäistään vaurioitumisen riskiä.

8 Ikkunat

8.1 Rakenne

Lähtötietojen mukaan ikkunat on puu-alumiini-ikkunoita (MSE-ikkunoita), jonka sisäpuiteessa 2- kertainen eristyslasi. Ikkunat on suunniteltu tiivistettävän mineraalivillalla ja elastisella saumamassalla ja ulkopuolelta 2- komponenttisella saumamassalla.

Vuoden 2015 sisäilmakorjaussuunnitelmissa ikkunaliittymien tiiveys on suunniteltu parannettavan Codex BST75 – butyyliisaumanauhalla.

8.2 Havainnot

Ikkunoiden ulkopuitteiden lasituskittaukset ja sisäpuoliset muoviosat ovat ikääntyneitä ja huonokuntoisia. Tarkastettujen ikkunoiden karmin alakappaleen muoviset liukualustat ja osa muovisista heloituksen osista murtui ikkunaa avattaessa. Tuuletusikkunoiden aukipitolaitteet eivät toimi kunnolla, jolloin ulkopuite ei sulkeudu tiiviisti karmin tiivistettä vasten. E1,



Laukko tilasta 1204 puuttuu ulkopuute kokonaan. Lisää havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 75 a-b. Ikkunoissa havaittiin puutteita ulkopuitteiden ulkopuolisissa lasikittauksissa, jonka takia sade- ja sulamisvesi voivat päästä kulkeutumaan ulkopuitteen alakappaleen sisäpuoliselle pinnalle vaurioittaen sisäpuolisia puuosia.



Kuva 76 a-b. Ikkunoiden sisäpuolisissa tiivisteissä havaittiin myös puutteita ja osa tiivisteistä oli rikki.



Kuva 77. Tarkastetuilta osin havaittiin, että ikkunoiden ulkopuitteita on kokonaan auki ja sadevesi pääsee ikkunoiden väliin.

8.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ikkunoissa havaittiin merkittäviä ikkunoiden käyttöikää lyhentäviä puutteita, jotka suositellaan korjaamaan lähiaikoina. Huonosti sulkeutuvat ja kittauksiltaan epätiivit ulkopuitteet altistavat ikkunarakenteen kosteusrasitukselle, joka heikentää ikkunoiden kuntoa. Osa ikkunoista on mahdollisesti suljettu huolimattomasti ja ulkopuitetta ei ole kiinnitetty aukipitolaitteeseen. Kiireisenä toimenpiteenä suosittelemme kaikkien ikkunoiden avaamista ja ulkopuitteen sulkeutumisen varmistamista sekä sisäpuitteen tiivisteen uusimista. Kaikki puitteissa olevat lukot tulee sulkea. Samassa yhteydessä suositellaan tarkastamaan tuuletusikkunoiden välisulkimien kunto ja säätämään välisuljin kireäksi, jotta ulkopuite tiivistyy vesitiiviiksi. Puutteelliset ja rikkoutuneet välisulkimet suositellaan vaihtamaan uusiin ulkopuitteen kiinnimenemisen varmistamiseksi.

Rakennuksen julkisivuun kohdistuvien toimenpiteiden yhteydessä suosittelemme uusimaan ulkopuitteiden lasikittaukset vesitiiviiksi. Samassa yhteydessä huonosti asennetut ikkunapellitykset suositellaan



kiinnittämään kunnolla ja kittamaan pellitysten liittymät rakenteen vesitiiveyden varmistamiseksi.

9 Väliseinärakenteet

9.1 Rakenne

Rakennuksen kantavat väliseinät ovat teräsbetonirakenteisia, vähintään 160 mm paksuja seiniä. [REDACTED]

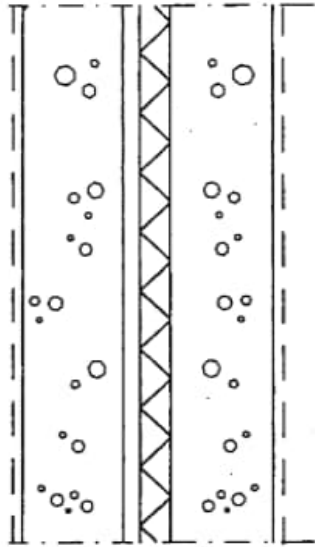
[REDACTED] Sisätiloissa seinäpinnat on pääosin maalattu. Märkätiloissa ja wc-tiloissa seinät on pääosin muurattuja ja pintamateriaalina on osittain keraaminen laatoitus ja märkätiloissa seinät on vedeneristetty.

Levyrakenteiset väliseinät VS5 ja VS6 on seuraavia:

- pintamateriaali
- kipsilevy 13 mm
- teräsrunko R70 k600
ja mineraalivilla (vain VS5) 70 mm
- kipsilevy 13 mm
- pintamateriaali

VS7 on muuten vastaava kuin VS5, mutta seinissä on tuplakipsilevytys (2x13 mm) ja teräsrunkorunko on 95 mm paksu.

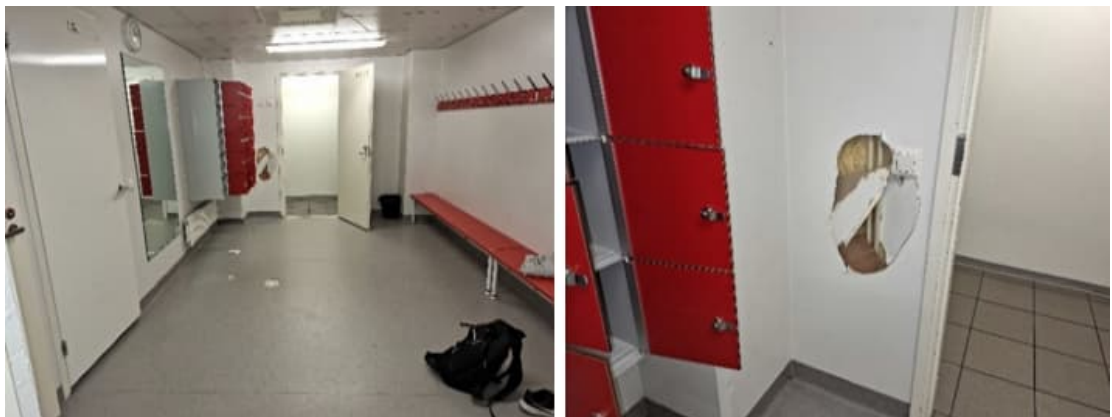
Eri osien väliin jäävät väliseinät ovat kaksinkertaisia kantavia 130 mm – 180 mm paksuja teräsbetoniseinä, jonka välissä on 30 mm paksu mineraalivillaeriste.



Kuva 78. Kaksinkertainen kantava väliseinä VS4

9.2 Havainnot

Väliseinien pintamateriaalit todettiin yleisesti hyväkuntoisiksi. Märkätilojen vedeneristetyissä seinissä ei havaittu puutteita. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin ja niiden kuvateksteissä:



Kuva 79 a-b. Solu-I, 1. kerroksen sosiaalitalan 1100 väliseinässä ilkeivallasta johtuva reikä.



Kuva 80 a-b. Solu I, tilojen 1122 ja 1116 välisessä väliseinärakenteessa havaittiin ilmalämpöpumpun sisäyksikön kondenssivesivuodon aiheuttama kosteusvaurio. Seinän alareuna oli tarkastushetkellä märkä.

9.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Väliseinärakenteisiin tehtiin kaksi rakenneavausta, joista toisessa havaittiin mineraalivilla. Mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin. Rakenneavauskohdat ja materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 2 ja MetropoliLab Oy:n mikrobianalyysien tulokset liitteessä 3.

Taulukko 7. Väliseinien materiaalinäytteen mikrobianalyysin tulos.

Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Materiaalinäyte	Näytteenottokohta ja rakenneavaus	Näytemateriaali	Tulos
MAT5	H1 Suitia, 1087 RAK11	mineraalivilla	ei mikrobikasvua

Havaintoja rakenneavauksista on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä. Rakenneavaukset ja niistä tehdyt mittaukset sekä havainnot on kuvattu yksilöidysti liitteessä 2.

Väliseinärakenne, rakenneavaus RA1, tila B1 1054

- maali

- betoni n. 160 mm
- ilmaväli n. 60 mm
- betoni



Kuva 81 a-b. Rakenneavaus RA1 B1, tila 1054, tehtiin luokkahuoneen ja teknisentyön tilan 1062 väliseen väliseinään. Väliseinärakenteessa ei havaittu tarkastelukohdalla suunnitelmien mukaista eristettä, vaan ilmaväli oli tyhjä.

Väliseinärakenne, rakenneavaus RA11 ja RA12, tila H1 Suitila 1087

- maali
- tasoite n. 1 mm
- betoni n. 150 mm
- mineraalivilla + ilmaväli n. 60 mm MAT5
- betoni



Kuva 82 a-b. Rakenneavaus RA11 H1/Suitia, tila 1087, tehtiin liikuntasalin 1087 ja astianpesuhuoneen 1084 väliseen väliseinään. Rakenteessa havaittiin suunnitelmien mukainen mineraalivillaeriste, josta otettiin materiaalinäyte MAT5 mikrobianalyysiä varten. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.

9.4 Väliseinärakenteen ilmatiiveys

Nyt tehtyjen tutkimusten yhteydessä väliseinärakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein. Kerroksellisen väliseinärakenteen ilmatiiveyttä tarkasteltiin kahdella merkkiainekokeella. Merkkiainekokeet tehtiin solun B1, tilaan 1062 ja solun H1/ Suitia, tilaan 1087.

Merkkiainetta syötettiin betoniseinään poratun reiän kautta betonirakenteiden välissä olevaan ilma-/eristetilaan. Kaasua laskettiin rakenteeseen 5 l/min kahden minuutin ajan.

Merkkiainekokeiden toteutus sekä havainnot on listattuna tilakohtaisesti alla:



Kuva 83 a-c. Merkkiainekoe MK7, solu B1, tila 1054. Normaalitilanteessa tilan painesuhde väliseinän ilmatilaan nähden oli 0...-2 Pa. Tila alipaineistettiin Blowerdoorilla ja mittauksessa alipaine oli -11...-13 Pa.

Merkkianekokeen MK7, B1 1054 havainnot:

- Alapohja-väliseinäliittymästä 15 cm leveydeltä kohtalaista vuotoa. Listan poistamisen jälkeen havaittiin mahdollisessa epoksitiivistyksessä noin 15 cm leveä halkeama, jossa epoksi on irronnut seinästä.
- Muita vuotokohtia ei havaittu.



Kuva 84 a-b. Merkkiainekoe MK8, solu H1 / Suitia, tila 1087. Liikuntasali alipaineistettiin rakennuksen oman ilmanvaihdon automaation säädöillä. Mittauksessa alipaine rakenteen ilmatilan ja sisäilman välillä oli -13...-15 Pa.

Merkkianekokeen MK8 H1 Suitia 1087 havainnot:

- Voimakasta kaasun kulkeutumista havaittiin parketin alla seinä-lattialiittymästä. Rakenneavauksesta tarkasteltuna vuotokohta on ilmeisesti seinän alareunassa olevien asennuspalojen kohdalla.

9.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Solun I, pukuhuoneessa 1100 ilkvallan takia hajonnut seinäpinta suositellaan paikkaamaan uudella levyllä.

Solun I, tilassa 1122 olevassa kastuneessa kipsilevyseinässä on aistinvaraisesti arvioituna ilmalämpöpumpun kondenssiveden aiheuttama kosteusvaurio. Vaurio ei vaikuta sisäilman laatuun yleisesti tiloissa, mutta se voi heikentää paikallisesti kompressorihuoneen 1122 ja viereisen varaston 1116 sisäilman laatua. Vaurion korjaamiseksi suosittelemme avaamaan ja uusimaan rakenteen kastuneen seinän alaosasta noin 0,5 m korkeuteen asti. Mikäli purkamisen yhteydessä havaitaan kastunutta rakennetta laajemmalla alueella, suositellaan purku ulottamaan 0,5 m ehjälle vaurioitumattomalle rakenteelle asti. Vaurion korjauksen yhteydessä tulee estää rakenteen uudelleen kastuminen parantamalla ilmalämpöpumpun sisäyksikön kondenssivedenpoistoa.



Rakennusosien välisten betonisten kaksinkertaisten betoniväliseinien välissä ei havaittu suunnitelmien mukaista mineraalivillaa solujen B-C välisessä seinässä, mutta solujen C-H väliseinässä havaittiin suunnitelmien mukainen mineraalivilla eriste. Mineraalivillaeristeestä otettiin materiaalinäyte, jossa ei todettu mikrobikasvua.

Merkkiainekokeiden perusteella solujen B-C väliseinän ilmapölytilassa 1054 havaittiin vähäinen ilmayhteys sisäilmaan lattia-seinäliittymän tiivistyksessä olevasta halkeamasta. Ilmayhteyden vaikutus sisäilmaan on merkityksetön ja se ei vaadi kiireisiä toimenpiteitä. Mikäli tilaan tehdään lattiaan liittyviä toimenpiteitä suositellaan niiden yhteydessä kuitenkin paikkaamaan vuotokohta.

Solujen C-H väliseinästä havaittiin liikuntasalin 1087 puolelta ilmayhteys parkettilattian alle ainakin betoniseinän asennuspalojen ja laastituksen välistä. Liikuntasalin puolelta lattia-väliseinäliittymän ilmatiiveyden parantaminen edellyttää parketin purkamista seinän vierustalta. Väliseinärakenteessa ei havaittu vaurioita, joten ilmavuutopaikka ei heikennä liikuntasalin sisäilman laatua. Suosittelemme tasapainoittamaan ilmanvaihdon ja huolehtimaan, että rakennuksen painesuhteet pysyvät ilmanvaihdolla hallinnassa. Lisäksi suosittelemme parantamaan lattian alapuolelle jäävän seinäpinnan ilmatiiveyttä parketin korjaustöiden yhteydessä.

10 Rakennuksen sisäpuoliset hormit ja ontelot

10.1 Havainnot

Rakennuksen ulkovaipan sisäpuolella on paljon erilaisia tekniikkakuiluja ja ontelotiloja, joista osaan tehtiin tarkastuksia rakenneporausten kautta. Tekniikkakuilut ovat tiilimuurattuja pystysuuntaisia usein välipohjarakenteen lävistäviä ja tekniikkaa sisältäviä rakenteita, joissa on usein myös tarkastusluukku. Ontelotiloilla tarkoitetaan erilaisten täydentävien rakenteiden, kuten portaiden ja auditorion katsomon alle jääviä ilmatiloja, joihin ei ole tarkastusluukkuja.



Porauksia tehtiin yhteensä 6 kpl (F1 Teijo tilaan 1231, F2 Karuna tilaan 2117, G1 tiloihin 1135, 1154 ja 2kpl tilaan 1161). Tarkastusluukkuja avattiin kuiluista ja koteloista yli kymmenestä kohdasta. Missään tarkastetussa hormissa tai ontelossa ei havaittu orgaanista materiaalia tai muuta rakennusjätettä. Yksittäisiä pakkausmuoveja, laasti-/betonijätettä sekä rakennuspölyä oli kuitenkin havaittavissa.

Seitsemän tekniikkakuilun ilmavirtauksen suunta tarkastettiin merkkisavulla. Seitsemästä kuilusta yhdestä (solu C2 / Inkala, tila 2015) havaittiin ilmavirtaus käyttötiloihin päin. Muissa tarkastuskohdissa ilmavirtaus oli käyttötilasta kuiluun päin.

Rakenneporauksia tehtiin seuraavasti:

G1 auditorio 1161 RA16 Auditorion alustilan ontelotilan kipsilevypintaan tehtiin 100 mm poraus. Ontelotilassa oli paljon pölyä ja laastirooskaa. Orgaanista jätettä tai poikkeavia hajuja ei havaittu.

G1 auditorio 1161 RA17 penkin alustilan ontelotila. Tällä kohtaa on linoleumimatto yläpinnassa. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Ontelotila on tyhjä tila ja rakenteet vastasivat suunnitelmia.

G1 aula 1152 RA2 portaikon alla olevaan ontelotilaan. Ontelo oli siisti ja sen pinnat vaikutti olevan betonipinnalla. Ontelossa ei havaittu muottilautaa, mutta siellä oli yksittäisiä pakkausmuoveja. Aulasta havaittiin voimakas ilmavirtaus onteloon päin. Alapohja-porrasseinäilyttymä vaikutti valetulta ja tiiviiltä. Poikkeavaa hajua ei havaittu.

G1 1135 RA29 poraus hissin takana olevaan tekniikkakuiluun. Avauksessa ei poikkeavaa hajua ja todettiin lievä ilmavirtaus rakenteeseen päin.

F2 Karuna 2117 RA30 poraus tekniikkakuiluun. Avauksessa ei poikkeavaa hajua ja todettiin lievä ilmavirtaus rakenteeseen päin.



F1 Teijo 1215 RA14 kotelorakenteeseen tehtiin 100 mm rasiaporaus.

Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Avaukseen päin havaittiin lievä ilmavirtaus. Kotelon sisällä on pinnoittamattomia villapintoja.

F1 Teijo 1231 RA13, 32 mm poraus tekniikkakuilun seinämään.

Avauksessa ei poikkeavaa hajua ja todettiin lievä ilmavirtaus rakenteeseen päin.



Kuva 85 a-d. G1 auditorion penkkien alla oleva ontelotila RA16.

Kipsilevypintaan tehtiin 100 mm poraus. Ontelotilassa oli paljon pölyä ja laastirooskaa. Orgaanista jätettä tai poikkeavia hajuja ei havaittu.



Kuva 86 a-b. D2 Kuitia, wc-tila 2077. Tarkastusluukusta katselmoitu hormi. Tekniikkakuilussa ei havaittu sinne kuulumatonta rakennusjätettä. Kuilun tasanteisiin on kertynyt rakennuspölyä.



Kuva 87 a-b. C2 Inkala, käytävä 2015 tekniikkakuilun tarkastusluukku. Kuilun sisällä on yksittäinen lauta sekä vähän rakennusjätettä.

10.2 Ilmatiiveys

Tekniikkakuilujen ja onteloiden ilmatiiveyttä arvioitiin aistinvaraisesti sekä yhdellä merkkiainekokeella, joka tehtiin solun I, tilan 1231 muurattuun hormirakenteeseen.

Aistinvaraisesti arvioituna tekniikkakuiluista on kohtalaisen paljon ilmavuotoja alaslaskettujen kattojen takana. Esimerkiksi ilmayhteyksiä on ontelolaatan saumojen kautta sekä erilaisista läpivienneistä.

Lisää havaintoja on esitetty alla olevissa valokuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 88 a-b. F2 Karuna 2117, tekniikkakuiluun tehtiin rakenneporaus, jonka tarkastettiin kuilun sisäpuoli. Kuilussa ei havaittu sinne kuulumatonta jätettä. IV-kanavan läpivienti välipohjaan oli valettu.

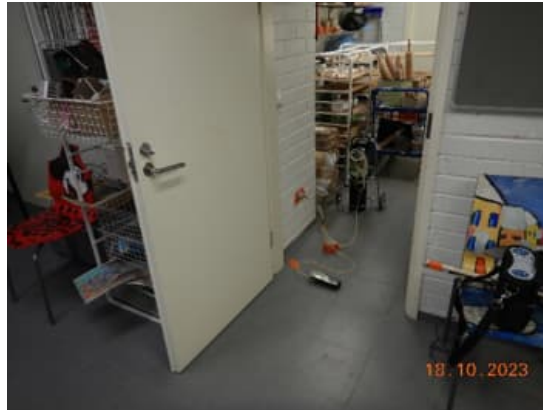


Kuva 89 a-d, Hissin 1134 ympärillä olevien tekniikkakuilujen liittymät alakattojen sisällä eivät ole ilmatiiviitä. Kuilun yläpäässä yläpohjan vastaisessa liittymässä on reilu yhden tiilen kokoinen aukko (kuva a, ympyröity punaisella). Myös muilta osin kuiluista on ilmayhteyksiä mm.



ontelolaatan saumojen kautta sekä kittauksen epäjatkuvuuskohdista. Tekniikkakuilun sisälle katsottiin porauksen kautta endoskoopilla, eikä siinä havaittu eloperäisiä rakennusmateriaaleja, kuten muottilautoja.

MK9 F1, Teijo tila 1231:



Kuva 90 a-d. Merkkiainekoe soluun F1/ Teijo, tila 1231. Kokeessa luokkahuoneen ja tekniikkakuilun välinen paine-ero luokkahuoneeseen päin vaihteli -10...-11 Pa välillä.

- Ontelolaatan sauman kohdalta hormista voimakas pistemäinen vuoto
- Valokatkaisijasta (johtoläpivienti tai kiinnike) kohtalainen pistemäinen vuoto
- Hormin lävistävästi IV-läpiviennistä voimakas viivamainen vuoto



10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tekniikkakuiluissa ja onteloissa ei havaittu merkittävässä määrin sinne kuulumattomia orgaanisia materiaaleja, kuten muottilautoja. Ainoastaan yhdessä tarkastetuista tekniikkakuiluista havaittiin yksittäinen laudan kappale. Muuten havainnot olivat pääasiassa pölyä, laastijäämiä sekä yksittäisiä pakkausmateriaaleja.

Onteloihin ei havaittu merkittäviä ilmayhteyksiä, mutta tekniikkakuilujen yläosissa, esimerkiksi ontelolaattojen saumojen kohdalla havaittiin selviä ilmatiiveyspuutteita. Näiden lisäksi tekniikkakuilujen läpiviennit ovat epätiivitä ja paikoin havaittiin suuriakin aukkoja alakattojen sisältä hormoneihin.

Suuremmat tekniikkakuilut jatkuvat 1. kerroksesta 2. kerrokseen. Hormien tiiveyspuutteet vaikuttavat mm. ilmanvaihdon toimintaan, mutta niillä ei ole merkittävää vaikutusta sisäilman laadulle. Hormien kautta myös vuotoilmaa voi kulkeutua kerroksista toiseen.

Suosittellemme parantamaan tekniikkakuilujen liittymien ilmatiiveyttä alakattojen sisällä sisäkattoihin liittyvien toimenpiteiden yhteydessä. Yksittäisillä vähäisillä ilmavuodoilla ei ole niin suurta merkitystä verrattuna suuriin aukkoihin, mikäli ilmanvaihto on kunnossa. Lisäksi suosittelemme poistamaan C2 Inkala, käytävä 2015 tekniikkakuilusta sinne kuulumaton jäte.

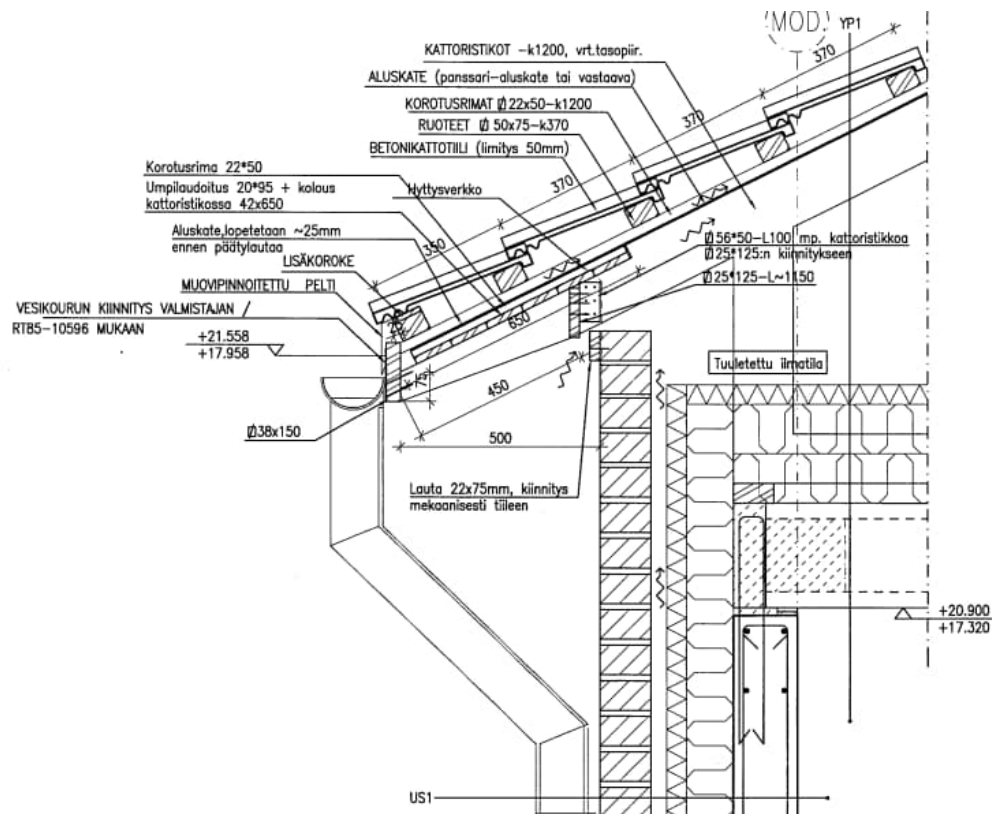
11 Vesikatto- ja yläpohjarakenteet

11.1 Rakenne

Rakennuksen vesikattona on pääosin harjakattoinen, aluskatteellinen tiilikate. Yläpohjan kantavana rakenteena ovat ontelolaataston tai paikallavalulaatan päälle rakennetut puurakenteiset kattoristikot. Liikuntahallin kohdalla on kantavat TT-laatat. Yläpohjan lämmöneristeenä on puhallettu mineraalivilla.

Yläpohjarakenne YP1 on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- tiilikate
- puuorret 50 mm
- korotusrima 25x50 25 mm
- aluskate (panssari- tai vastaava)
- kattokannattajat 45x400 k1200 (YP1) tai
- tuuletettu ilmatila >200 mm
- mineraalivilla, puhallusvilla 250 mm
- mineraalivilla 50 mm
- höyrynsulku, bitumikermi
- ontelolaatta/ kantava teräsbetoni-laatta
- pintamateriaali (maali tai kattopintaan kiinnitetyt akustointilevyt).

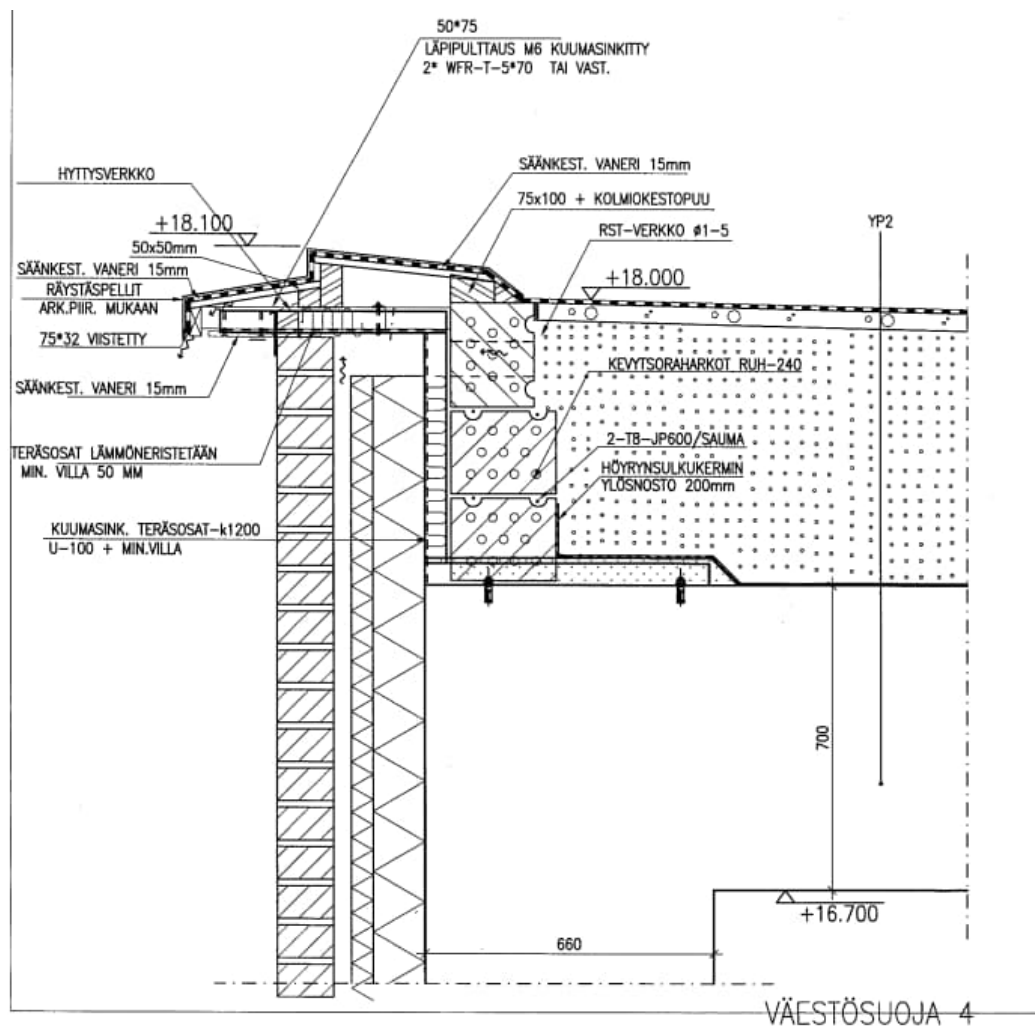


Kuva 91. Yläpohjarakenne YP1 ja räystääleikkaus yleensä

G-osan JA H- ja I-osien väliin jäävä katto on sisäpuolisella vedenpoistolla toteutettu bitumikermikatto. Yläpohjarakenne YP2 ovat ylhäältä alaspäin luetteluna seuraavat:

- kumibitumikermi

- tasausbetoni 40 mm
- suodatinkangas
- kevytsoraeriste 500-650 mm
- höyrynsulku, bitumikermi
- ontelolaatta/ kantava teräsbetoni-laatta
- pintamateriaali (maali tai kattopintaan kiinnitetyt akustointilevyt).



Kuva 92. Bitumikermikatto YP2 ja räystäsleikkaus [redacted] kohdalla.

Rakennuksessa on kuusi IV-konehuonetta, mitkä sijoittuvat C-F ja H-I osien yläpohjatilaan.

11.2 Havainnot

Rakennuksessa on kahdenlaisia vesikattoja: tiilikatteisia harjakattoja sekä kermikatteisia sisäänpäin viemäröityjä tasakattoja. Kermikatot tarkastettiin yläpuolelta. Tiilikatteisista harjakatoista yksi tarkastettiin harjalta.

Havaintoja on esitetty alla olevissa valokuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 93 Solun G kohdalla on kermikatteinen sisäänpäin viemäröity tasakatto. Katto oli havaintojen mukaan hyvässä kunnossa. Yksittäistä vähäistä veden lammikoitumista oli havaittavissa paikallisesti.



Kuva 94 a-b. Osa tiilikattojen sadevesistä valuvat suoraan kermikaton päälle, josta vesi johtuu pois sisäpuolisten viemäröintien kautta. Suurin osa tiilikattojen sadevesistä on johdettu räystäskourujen kautta syöksytorvilla rakennuksen ulkopuolella.



Kuva 95 a- b. Kuvassa a räystäskouruissa on saattolämmitys, joka kerää likaa kouruihin ja hankaloittaa kourujen puhdistusta. Kuvassa b räystäskourussa on yksittäisiä jatkoskohtia, joita on yritetty paikata kittaamalla. Havaintojen mukaan osa kittauksista vuotaa.



Kuva 96 a-d. Katepintoihin on kasvanut sammalta varjokohtiin.



Kuva 97 a-b. Tarkastetuilta osin vesikatteen läpiviennit vaikuttivat hyvin tehdyiltä ja tarkoituksenmukaisilta. Huippuimurit on sijoitettu lähelle harjaa ja pellitys viety harjatiilen alle. Viemärintuuletusputkien ja yläpohjan alipainetuulettimien läpiviennit on tehty tiilikattoon soveltuvalla valmisläpivientikappaleella.



Kuva 98. H-osan vesikatolla on lähekkäin runsaasti huippuimureita ja läpivientejä. Toteutus vaikutta toimivalta, eikä puutteita havaittu. Harjatiiliä on tiivistetty valkoisella tiivistysmassalla.



Kuva 99. Solujen H ja I välissä [redacted] yläpohja on kermikatettu tasakatto, jonne harjakattojen sadevedet on johdettu syöksytorvia pitkin. Syöksytorvista tuleva vesi kastelee syöksytorven kohdalla olevia rakenteita ja pitää pinnat kosteana.



Kuva 100 a-b. [redacted] kermikaton seinällenostojen pellitykset eivät ole vesitiiviisti asennettu seinäpintaan. Pellityksen alla



kermi on kuitenkin asennettu seinän muurauksen tehtyyn uraan ja nostettu tarkoituksenmukaisesti riittävän ylös.

Yläpohjatiloihin on kulku solun I porraskäytävän 2059 kautta metallisia kierreportaita pitkin. Solun I ullakkotilasta on kulku G-osan bitumikermikatolle, josta on kulku muihin ullakkotiloihin, pois lukien solut A ja B, joihin on kulku rakennuksen sisältä. Tutkimuksessa tarkastettiin kaikki ullakot, paitsi solujen A ja B osien ullakkotilat.

Havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä.



Kuva 101 a-b. Yleiskuvat ullakkotiloista. Ullakkotiloissa on asianmukaiset kulkusillat ja valaistus. Yleisilmeeltään ullakot ovat hyvässä kunnossa.



Kuva 102 a-b. Vesikaton räystääslinjalle on asennettu pahvisia tuulenohjaimia. Osa tuulenohjaimista on kiinnitetty pelkästään nitomalla ja osa puurimojen avulla. Räystäällä havaittiin useassa kohdassa irronneita



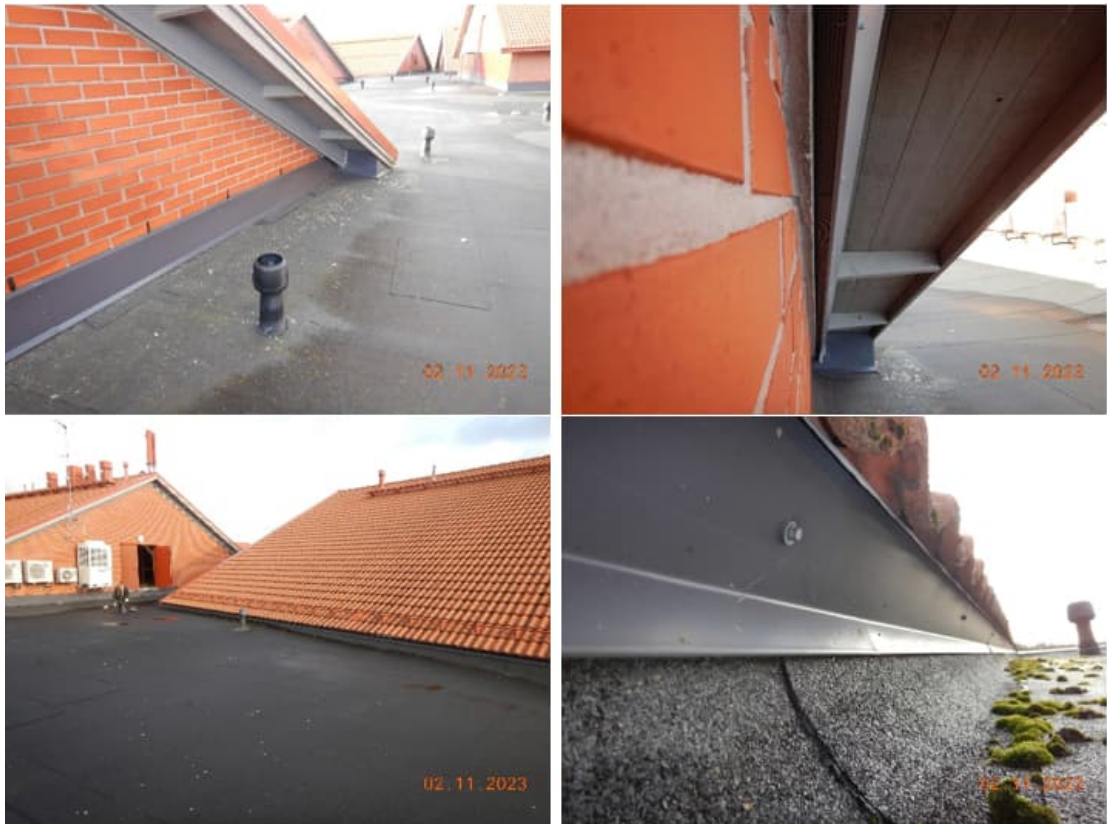
tuulenohjaimia. Havaintoja on lähes kaikissa ullakkotiloissa, eikä irronneiden tuulenohjaimien sijainteja ole erikseen esitetty tässä raportissa.



Kuva 103 a-b. Aluskatteen asemointia tarkastettiin muutamasta kohdasta tuulenohjaimen takaa. Aluskate on jatkettu tarkoituksenmukaisesti ulkoseinälinjan ulkopuolelle tarkastetuissa kohdissa.



Kuva 104 a- b. Ullakkotiloissa havaittiin ainakin kuudessa kohdassa aluskatteen olevan irti. Havainnot on esitetty liitteessä 2.1 Sijaintikaavio



Kuva 105 a-d. Solun F ullakkotila ja harjakatto rajautuu muita ullakkotiloja pidemmältä räystääsalueelta kermitettyyn tasakattoon. Kermin ylösnosto ja pellitys on tehty tiilikatteen alapintaan asti. Tämä estää ullakkotilan tuulettumisen räystäään kautta tällä kohtaa. Päätyräystäälle on kuitenkin tehty erillinen tuuletusrako. Arvion mukaan ullakon tuulettavuus on heikompi tällä kohtaa. Ullakon puolella ei kuitenkaan havaittu viitteitä tuuletuksen katvealueen aiheuttamista ongelmista.



Kuva 106 a- b. Ullakkotilassa oli yksittäisiä heikosti toteutettuja palo-osastointeja. Kuvassa a on solun I ullakolla oleva palo-osaston ovi, joka ei pysy kiinni. Oven kohdalla seinän läpi menee eristämätön johtosillan läpivienti. Yksittäisiä läpivientien palokatkopuutteita havaittiin myös solujen E ja H ullakkotiloissa. Kuvassa b, on esitetty solun H ullakon osastoivan muuratun seinän lävistävä johtoläpivienti.



Kuva 107 a-b. Tasakattoihin ei tehty avauksia. Tasakattoisen yläpohjarakenteen tuuletusta tarkasteltiin alipainetuulettimien kautta. Osassa alipainetuulettimia on erillinen tuuletusputki eristetilaan ja osassa ei ole. Tuuletusputkellisissa alipainetuulettimista oli havaittavissa lämmin ilmavirtaus, mutta putkettomissa ei.

11.3 Yläpohjien ilmatiiveys

Yläpohjarakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti, sekä lämpökameralla. Merkkiainekokeita ei tehty, sillä ontelolaattayläpohjan

suuriin ullakkotiloihin ei ole mahdollista toteuttaa merkkiainekoetta ilman merkittäviä toimenpiteitä.

Yläpohjan ilmatiiveyden tarkastelu lämpökameralla toteutettiin kahdessa solussa C1 Ruukki ja D1 Haikko. Rakennusosat alipaineistettiin ilmanvaihdon automaation avulla noin alipainesiseksi ulkoilmaan nähden. Painesuhteet vaihtelivat rakennusosa ja tilakohtaisesti -10...-26 Pa välillä. Lämpökameratarkastelussa ei havaittu merkittäviä ilmavuotokohtia yläpohjaliittymissä.

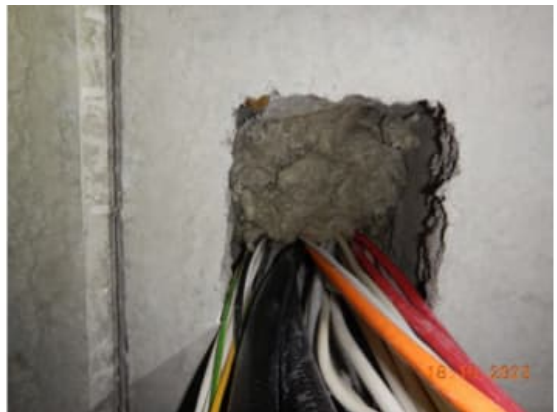
Yläpohjan läpivientien ilmatiiveyttä tarkasteltiin lisäksi aistinvaraisesti. Aistinvaraisia havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa ja kuvateksteissä:



Kuva 108 a-b. Yläpohjan läpiviennin toteutus tarkastettiin eristeiden alta. IV-kanavan läpivienti yläpohjan läpi on valettu umpeen kipsitäytöllä.



Kuva 109 a-b. IV-konehuoneissa läpiviennit on tiivistetty lattian epoksinnoitteella sekä palokatkomassalla.



Kuva 110 a-b. IV-konehuoneiden puolella läpiviennit ovat tiiviitä vaikka alapuolelta tarkasteltuna ne vaikuttavat huonosti toteutetuilta. Läpivienteihin on laitettu valun alustaksi mm. mineraalivillaa sekä uretaanivaahtoa.



Kuva 111 a-b. Liikuntasalin katossa on paljaita villapintoja näkyvissä IV-kanavien läpivienneissä. Yläpuolelta ullakkotilasta tarkasteltuina liittymissä on palokatkomassa.

11.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikatto on pääasiassa hyvässä kunnossa, eikä vesitiiveyspuutteita havaittu. Myöskään merkittäviä riskejä vesikatteeseen liittyen ei havaittu. Toimenpidesuosituksukset ovat pääasiassa huoltoon ja tavanomaiseen vesikattojen kunnostukseen liittyviä toimenpiteitä.

Vesikaton varjokohtiin kertynyt sammalkasvusto sekä räystäskourujen sammal suositellaan puhdistamaan muutaman vuoden sisällä.

Toimenpiteellä ylläpidetään vesikatteen kuntoa ja pidennetään sen käyttöikää. Käyttöiän pidentämiseen liittyen myös kermikatoille, joihin on ohjattu syöksytorvien kautta sadevesiä suositellaan asentamaan sadevesikouru, mikä ohjaa ylempien kattojen sade- ja sulamisvedet kaivolle vähentäen seinärakenteelle kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Julkisivuun tehtävien toimenpiteiden yhteydessä suosittelemme julkisivu- ja vesikattopellitysten kittausten korjausta- ja uusimista paremman vesitiiveyden saavuttamiseksi ja vesivuotoriskien pienentämiseksi.

Yleisesti suosittelemme vesikaton läpivienteihin liittyen säännöllistä tarkastamista viiden vuoden välein. Lisäksi sadevesikaivot, joihin on johdettu suuremmalta alueelta vettä suositellaan puhdistamaan ja tarkastamaan useammin.



Ullakkotiloissa ei havaittu mitään rakenteiden toimivuuteen tai rakennuksen käytettävyyteen vaikuttavia puutteita. Ainoana kiireisenä toimenpiteenä suosittelemme ullakkotiloissa havaittujen palo-osastojen puutteiden korjaamista.

Havaintojen mukaan ullakkotilat tuulettuvat hyvin ja mahdollisissa katvealueissakin kohtalaisesti, eikä mahdollisen puutteellisen tuulettumisen aiheuttamia vaurioita havaittu. Aluskate on asennettu ulkoseinälinjan yli, jolloin vedenkulkeutumisen riskiä ulkoseinärakenteisiin ei ole. Ullakkotiloissa ei havaittu vuotoja tai mitään muutakaan ylimääräiseen kosteusrasitukseen viittaavaa. Aluskatteet ja räystäiden tuulenohjaimet olivat pääasiassa kunnossa, eikä niissä havaitut puutteet aiheuta merkittävää haittaa rakenteen toiminnalle. Suosittelemme kuitenkin korjaamaan irronneet aluskatteet ja tuulenohjaimet seuraavan viiden vuoden kuluessa, jotta mahdollisten kattovuotojen aiheuttamien vaurioiden riskit pienenevät sekä puhallusvillat eivät pääse liikkumaan tuulen mukana ja mahdollisesti tukkimaan tuuletusrakoa.

Yläpohjien ilmatiiveys on hyvällä tasolla. Vaikka huonetiloista katsottuna läpiviennit vaikuttavat epätiiviiltä on havaintojen mukaan yläpohjarakenteen yläpinnassa tarkoituksenmukainen kipsivalutiivistys/osastointi tai muut vastaava rakenteen tiivistävä ja palokatkona toimiva rakenne.

Tasakattojen tuuletusputkista osa oli johdettu suoraan eristeeseen ja osa tuuletuskanavaan. Aistinvaraisesti arvioituna putkellisista tuulettimista havaittiin kuitenkin selvä ilmavirtaus ulkoilmaan päin, jonka perusteella voidaan olettaa tuuletusta kuitenkin tapahtuvan rakenteessa. Yleisesti kuitenkin kevytsoraeristetyt yläpohjat tuulettuvat hyvin, sillä kevytsoran ilmanvastusarvo on pieni ja kosteus pääsee tuulettumaan tehokkaasti pois rakenteesta.



12 Muut havainnot

B-osa wc-tilassa 1051 lavuaarin viemäriputki ei ole kunnolla kiinni ja vesi valuu putkea pitkin osin lattialle, osin lattiakaivoon. Putki suositellaan kiristämään.

Solun I [REDACTED] IV-laite/Dieselhuoneesta 1112 on voimakas dieselin ja ilmayhteys laitehuoneen oven kautta käytävälle aiheuttaen paikallisesti heikentynyttä koettua sisäilmanlaatua. Suosittelemme laitehuoneen oven tiivistämistä hajun leviämisen vähentämiseksi.

13 Sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta, hiilidioksidipitoisuutta ja painesuhteita ulkovaipan yli mitattiin noin kahden viikon mittausjaksolla 19.10. – 2.11.2023. Olosuhdemittauksia tehtiin 18 tilassa eri puolilla rakennusta ja eri kerroksissa. Lisäksi tuulettuvan ryömintätilan ja käyttötilojen välistä paine-eroa mitattiin F1/Teijo tilasta 1161 ja D1/Haikko tilasta 1183. D1/Haikko osalta mittalaitteeseen on tullut tekninen vika, minkä takia mittaustulosta ei saatu. Ulkoilman olosuhteina on käytetty Ilmatieteen laitoksen nettisivuilta saatuja Helsinki-Vantaa lentoaseman säätietoja.

Mittausajanjakson alussa oli syysloma, jolloin tilat olivat tyhjillään käyttäjistä (19.10.-22.10.2023). Muun aikaa tilat olivat normaalikäytössä. Mittareiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.2 ja mittaustulokset on esitetty liitteessä 5. Seuraavassa taulukossa on esitetty mittalaitteiden sijainnit tilakohtaisesti sekä käytetyt mittalaitteet ja alla on lyhyt kooste mittaustuloksista.

Taulukko 10. Olosuhdemittarien sijainnit ja ilmanvaihtokoneen palvelualueet. T=lämpötila ja kosteus, Pa=paine-eromittaus, CO2=hiilidioksidipitoisuus.

Tila	Osa	Palvelualue	Olosuhdeloggeri
Ulkoilma	Lähde: Helsinki-Vantaan lentoasema		

Tila	Osa	Palvelualue	Olosuhdeloggeri
Tila 1054	B1	TK01	Pa44, CO ₂ 21, T9
Tila 1064	C1, Ruukki	TK02	Pa48, CO ₂ 4, T33
Tila 1075	C2, Ruukki	TK02	Pa47, CO ₂ 13, T2
Tila 2005	C2, Inkala	TK02	Pa14, CO ₂ 26, T31
Tila 1179	D1, Haikko	TK07	Pa12, CO ₂ 17, T5
Tila 1172	D1, Haikko	TK07	Pa45, CO ₂ 14, T4
Tila 2066	D2, Kuitia	TK07	Pa39, CO ₂ 5, T16
Tila 2086	D2, Kuitia	TK07	Pa15, CO ₂ 18, T32
Tila 1199	E1, Laukko	TK08	Pa35, CO ₂ 20, T1
Tila 1194	E1, Laukko	TK08	Pa13, CO ₂ 10, T3
Tila 2087	E2, Mustio	TK08	Pa22, CO ₂ 15, T7
Tila 2106	E2, Mustio	TK08	Pa46, CO ₂ 19, T10
Tila 1229	F1, Teijo	TK09	Pa25, CO ₂ 16, T99
Tila 2107	F2, Karuna	TK09	Pa23, CO ₂ 22, T18
Tila 2111	F2, Karuna	TK09	Pa37, CO ₂ 3, T19
Tila 2031	G2	TK06	Pa40, CO ₂ 11, T12
Tila 1161	F1, Teijo (tuuletettu ryömintätila)	TK19	P16
Tila 1148	I1, Hammashoitola	TK05	Pa26, CO ₂ LPR6, T98
Tila 2040	I2, Olkkalaa	TK05	Pa38, CO ₂ 12, T17

13.1 Paine-erot

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin 18 tilassa. Mittaustulosten perusteella painesuhteet vaihtelevat voimakkaasti yli- ja alipaineen välillä.

B-osan painesuhteet vaihtelivat mittausjaksolla keskimäärin välillä -7

Pa...+10 Pa, ollen pääosin käytönaikana välillä +0 Pa...+7 Pa.

C1/Ruukki ja C2/Inkala painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -15

Pa...+15 Pa, ollen pääosin käytönaikana välillä -5 Pa...+15 Pa.

D1/Haikko ja D2/Kuitia painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -13

Pa...+15 Pa, ollen pääosin käytönaikana -5 Pa...+10 Pa.

E1/Laukko ja E2/Mustio painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -10 Pa...+20 Pa, ollen pääosin käytönaikana -3...+20 Pa

F1/Teijo ja F2/Karuna painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -15 Pa...+22 Pa, ollen pääosin käytönaikana -1...+17 Pa. F1/Teijo auditorion 1161 varastotilan ja tuulettuvan ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli keskimäärin välillä -12 Pa...+11 Pa, ollen pääosin käytönaikana -3...+11 Pa (positiivinen arvo kertoo käyttötilan olevan ylipaineinen ryömintätilaan nähden).

I1/Hammashoitola ja I2/Oikkalaa painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -26 Pa...+30 Pa, ollen pääosin käytönaikana -10...+25 Pa.

G2 tilassa 2031 painesuhteet vaihtelivat keskimäärin välillä -16 Pa...+28 Pa, ollen pääosin käytönaikana +3 Pa...+20 Pa.

Yleisesti viikonlopun aikana käyttötilat olivat ulkoilmaan nähden alipaineisia, paikoin painesuhteet vaihtelivat yli- ja alipaineen välillä. Tuulettuva ryömintätila oli viikonloppuisin pääosin ylipaineinen käyttötilaan nähden.

13.2 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin 18 tilassa. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli mittausjakson aikana keskimäärin käytönaikaan välillä 500...1145 ppm. Mittaustulokset alittivat kaikissa mitatuissa tiloissa selvästi STM:n asetuksen 545/2015 toimenpideraja-arvon 1550 ppm.

13.3 Lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötila oli koko mittausjakson aikana välillä +18,1 °C...+23,8 °C. Ulkoilman lämpötila vaihteli mittausjakson aikana välillä -3,9 °C...+5,8 °C.

Sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana välillä 16...40 %RH ja ulkoilman välillä 50...100 %RH.

Sisäilman kosteuspitoisuus (absoluuttinen kosteus) vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,0...7,7 g/m³ ja ulkoilman vaihteli välillä 2,5...7,1 g/m³. Sisäilman kosteuslisä (tilojen käytöstä aiheutuva kosteus) ulkoilmaan verrattuna oli pieni.

13.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Painesuhteet

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) soveltamisohjeen mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmastovaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Viitearvo ylittyi hetkellisesti mittausjakson aikana mittapisteissä C1/Ruukki ja C2/Inkala, D1/Haikko, E1/Laukko ja E2/Mustio, F2/Karuna sekä I1/Hammashoitola. Alipaineisiin sisätiloihin voi siirtyä ilmavirtausten mukana epäpuhtauksia rakenteista ja ulkoilmasta heikentäen sisäilman laatua.

Mittaustuloksen perusteella käyttötilat olivat kuitenkin pääosin käytön aikana (klo 8–16) voimakkaasti ylipaineisia ulkoilmaan nähden.

Mittaustuloksen perusteella tuulettuva ryömintätila on käytön aikana pääosin ylipaineinen käyttötilaan nähden (0 Pa...+10 Pa). Ryömintätilan ollessa ylipaineinen käyttötilaan nähden voi ilmavirtausten mukana kulkeutua epäpuhtauksia ja hajuja tilasta käyttötiloihin. Ryömintätilojen tulisi olla jatkuvasti alipaineisia käyttötiloihin nähden. Suosittelemme säätämään ryömintätilan paine-ero alipaineiseksi käyttötiloihin nähden.

Ilmanvaihtokoneiden käyttöaikojen vaikutus on havaittavissa paine-eromittauksissa.

Ilmanvaihtojärjestelmässä todettiin kuntotutkimuksen perusteella puutteita. Tilojen ilmamäärämittausten perusteella tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa tilakohtaisesti tai rakennusosien ja tilojen välillä. Lisäksi ilmanvaihtokoneissa ja ilmanvaihtokanavissa



havaittiin pölyisyyttä. Suosittelemme toteuttamaan luvussa 17.5 tarkemmin esitetyt toimenpiteet ilmanvaihtojärjestelmän osalta.

Suositlemme tarkastamaan paine-erot ulkoilmaan nähden pidempiaikaisella seurantamittauksella uudestaan ilmanvaihtojärjestelmän säätö- ja puhdistustöiden jälkeen.

Lämpötila ja kosteus

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

Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan sisäilman lämpötilan tavoitearvo lämmityskaudella on $+21\text{ °C}$. Työsuojeluhallinnon ohjeiden mukaan kevyessä istumatyössä lämpötilasuositus on $+21...+25\text{ °C}$.

Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylittymisenä lämmityskaudella pidetään $+20...+26\text{ °C}$ ja lämmityskauden ulkopuolella $+20...+32\text{ °C}$ ulkopuolisia lämpötiloja. Kouluissa lämpötilat voivat olla hetkittäin rajojen ulkopuolella.

Mitatuissa tiloissa sisäilman lämpötila vaihteli käytön aikana pääasiassa välillä $+18,5\text{ °C}...+22,6\text{ °C}$, pois lukien I1/hammashoitolan tila 1148, jossa lämpötila vaihteli välillä $+20\text{ °C}...+23,8\text{ °C}$. Mittaustulosten perusteella asumisterveysasetuksen lämmityskaudelle määrittämä toimenpideraja $+20...+26\text{ °C}$ alittuu usein luokkahuoneissa, erityisesti aamuisin. Usein viileä ilma koetaan helpompana hengittää, mutta se voi aiheuttaa myös epämiellyttävää tunnetta. Toimenpiderajan alituksesta johtuen suosittelemme huomioimaan tilojen lämpötilan ilmanvaihtoon ja automaatioon liittyvien toimenpiteiden yhteydessä, jotta alhainen lämpötila ei aiheuttaisi puutteita viihtyvyydessä.

Sisäilman suhteellisen kosteuspitoisuuden suosituksena pidetään noin 20...60 %RH. Tämän saavuttaminen ei ole aina mahdollista, sillä sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan, kun rakennuksessa ei ole kostutusta. Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on Suomessa alhainen, mikä kuivattaa limakalvoja ja voi aiheuttaa ärsytysoireita.

Mitatuissa tiloissa sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus on 16...40 %RH, mikä on tavanomainen vuodenaikaan nähden. Absoluuttinen kosteuspitoisuus tiloissa on keskimäärin 3 g/m³...7 g/m³. Mittaustulosten perusteella kosteuslisä ulkoilmaan nähden on kuitenkin varsin pieni eikä tiloissa ole sellaista toimintaa, mistä muodostuisi merkittävää kosteuslisää.

Hiilidioksidipitoisuus

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

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

Mittaustulosten perusteella tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toimenpiderajan 1550 ppm (ollen käytön aikana keskimäärin noin 400...1145 ppm välillä). Mittaustulosten perusteella ilmanvaihdon voidaan arvioida olevan riittävä käyttäjämääriin nähden.

14 Ilmanvaihto

14.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

Ilmanvaihtokoneet on sijoitettu rakennusosittain vesikatolla sijaitseviin ilmanvaihtokonehuoneisiin. Tilat ovat pääosin jäähdyttämättömiä, mutta ATK-luokat ovat jäähdytysmahdollisuus konvektoreiden avulla.

Ilmanvaihtoa ohjataan keskitetyn rakennusautomaation avulla. LVI-työselityksen mukaan ilmanvaihtolaitteiden mitoituksena käytetään tavanomaisissa tiloissa sisäilmaluokkaa S2. Tuloilman lämpötila oli useilla iv-koneille n. 17 °C (iv-koneet, joiden poistoilmalämpötila oli > 19 °C) tai 20 °C (iv-koneet, joiden poistoilmalämpötila oli < 19 °C).

Ilmanvaihdon viimeisimmän mittaus- ja säätötyön suoritusajankohta ei selvinnyt tutkimuksen yhteydessä.

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

Taulukko 8. Ilmanvaihtokojeluettelo (Hepacon Oy 19.11.2004).

IV-kone	Palvelualue	Rakennusosa	Ilmavirta
TK1 TF/PF - PF02	Päiväkoti	A	+3.15 / -2.30 m ³ /s -0.85 m ³ /s
TK2 TF/PF - PF02 - PF03 - PF04 - PF05 - PF06 - PF07 - PF08 - PF09 - PF10 - PF11 - PF12 - PF13 - PF14 - PF15	Teknisentyöntilat 1. kerros / Tekstiilityöntilat 2. kerros Purunpoisto Purunpoistotila Kotitalous Kotitalous Ahjo Hitsaus Maalaus Maalikaappi Juotoskaasut WC:t FYS. & KEM. vetokaapit Kokoelmah. vetokaapit Liesikuvut (tekstiilityö) Tekstiilipölynpoisto	C	+5.85 / -4.08 m ³ /s -0.85 m ³ /s -0.10 m ³ /s -0.24 m ³ /s -0.24 m ³ /s -0.60 m ³ /s -0.40 m ³ /s -0.90 m ³ /s -0.06 m ³ /s -0.18 m ³ /s -0.38 m ³ /s -0.09 m ³ /s -0.10 m ³ /s -0.06 m ³ /s
TK3 TF - PF01	Keittiö Astianpesu	C	+2.67 m ³ /s -1.18 m ³ /s



IV-kone	Palvelualue	Rakennusosa	Ilmavirta
- PF02	Rasvakanava		-1.45 m ³ /s
TK4 TF/PF	Liikuntasali	H	+4.00 / -4.00 m ³ /s
TK5 TF/PF	Hammashoito, sos.tilat, pukuh., hallinto ja oppilashuolto	I	+3.78 / -2.58 m ³ /s
- PF02	WC:t		-1.23 m ³ /s
- PF03	Ham. kohdepoistot		-0.10 m ³ /s
TK6 TF/PF	Ruokala, kirjasto, atk ja aula	G	+5.12 / -5.12 m ³ /s
TK7 TF/PF	Alakoulu	D	+4.75 / -4.034 m ³ /s
- PF02	WC:t		-0.42 m ³ /s
TK8 TF/PF	Yläkoulu	E	+4.78 / -4.038 m ³ /s
- PF02	WC:t		-0.40 m ³ /s
TK9 TF/PF	Musiikki, kuvaamataito, maantiet ja biologia	F	+5.91 / -5.60 m ³ /s
- PF02	WC:t		-0.27 m ³ /s
- PF03	Polttouuni		-0.16 m ³ /s
- PF04	Vetokaappi (biologia)		-0.40 m ³ /s
- PF05	Vetokaappi (kuvataide)		-0.10 m ³ /s
TK10 TF	Sähköpääkeskus		+0.25 m ³ /s
- PF01			-0.25 m ³ /s
TK12 TF	Ryömintätila	A / B	+0.33 m ³ /s
- PF01			-0.33 m ³ /s
TK13 TF	Ryömintätila	C	+0.33 m ³ /s
- PF01			-0.33 m ³ /s
TK14 TF	Ryömintätila	H	+0.23 m ³ /s
- PF01			-0.23 m ³ /s
TK15 TF	Ryömintätila	G	+0.10 m ³ /s
- PF01			-0.10 m ³ /s
TK16 TF	Ryömintätila	I	+0.25 m ³ /s
- PF01			-0.25 m ³ /s
TK17 TF	Ryömintätila	D	+0.18 m ³ /s
- PF01			-0.18 m ³ /s
TK18 TF	Ryömintätila	E	+0.18 m ³ /s
- PF01			-0.18 m ³ /s
TK19 TF	Ryömintätila	F	+0.13 m ³ /s
- PF01			-0.13 m ³ /s
PK01 PF	Porraskäytävä A		-0.04 m ³ /s
PK02 PF	Porraskäytävä B		-0.04 m ³ /s
PK03 PF	Porraskäytävä C		-0.025 m ³ /s
PK04 PF	Lämmönjakuhuone		-0.025 m ³ /s

14.2 Ulkoilmalaitteet

Ulkoilmasäleiköt ovat harvalamellisia säleikköjä ja ne ovat toteutettu silmämääräisten havaintojen perusteella suunnitelmien mukaisesti.

Ulkoilmanotoissa on erillinen kammio ennen iv-koneiden suodattimia.

Kammioihin on suunnitelmissa esitetty lumisieppareita ja/tai -stoppareita, joita ei tarkasteluissa havaittu (suunnitelmista ei kuitenkaan ole esitetty tarkennuksia, millaisia lumisiepparin /-stopparin tulisi olla). Kammiot ovat varustettu viemäröinneillä, eikä niiden sisäpinnoilla havaittu kuitulähteitä kuten mineraalivillaa.

IV-koneiden ulkoilmanotoista ja ulospuhalluksista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 112...Kuva 114).



Kuva 112 a-b. Yleiskuvat ulkoilmasäleiköstä ja ulkoilmakammioista (solu G). Kuvan B kammiossa on kosteusjälkiä, jotka viittaavat veden ja tuiskulumen pääsystä kammiioon.



Kuva 113 a-b. Yleiskuvat ulkoilmakammioista (solu F). Metallirakenteissa on korroosiovaurioita ja kammionpohjalla on kosteusjälkiä (kuva B).



Kuva 114 a-b. Yleiskuvat ulkoilmasäleiköstä ja ulkoilmakammioista (solu E). Säleikkö on lähellä kattopintaa ja kammiossa on jälkiä veden, sekä tuiskulumen pääsystä kammioon.

14.3 Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat alkuperäisiä vuodelta 2005. Ne ovat KOJA:n valmistamia Future mallisia ilmanvaihtokoneita. Vesikatolla sijaitsevat poistoilman huippumurit ovat myös KOJA merkkisiä ja silmämääräisesti alkuperäisiä vuodelta 2005. Puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajien avulla.

Rakennuksia palvelevat yleisilmanvaihtokoneet tarkastettiin silmämääräisesti huolto- ja puhdistusluukkujen kautta.

Iv-koneet on varustettu suodattimilla, hihnakäyttöisillä puhaltimilla, lämmöntalteenotoilla (pyörivä tai kuutio) ja äänenvaimentimilla, sekä

sulkupelleillä. Suodattimien suodatusluokat ovat seuraavat: tuloilma ePM1 65 % ja poistoilma ePM2.5 50 %.

Silmämääräisten havaintojen perusteella iv-koneiden tekniikka on pääosin alkuperäistä, mutta niiden mittaus- ja toimilaitteita on paikoin uusittu.

Iv-koneet ovat silmämääräisten havaintojen perusteella yleisesti tyydyttävässä kunnossa. Huoltomerkintöjen mukaan koneita huolletaan säännöllisesti ja suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 9) on esitetty merkittävimmät iv-koneissa tehdyt havainnot.

Taulukko 9. Ilmanvaihtokoneiden silmämääräisen tarkastuksen merkittävimmät havainnot. Yleiskuntoa on arvioitu asteikolla toimintakuntoinen–heikko–tyydyttävä–hyvä.

IV-kone	Yleiskunto:	Merkittävimmät havainnot:
TK1 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK2 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK3 TF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK3 PF2 (rasvakanava)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
TK4 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK5 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- tuloilmansuodatin- ja lto-osan kammion pohjalla hieman jälkiä seisoneesta vedestä ja/tai kalkkihärmää - tuloilmapuhaltimen hihnapyörät ovat kuluneet - poistoilmapuhaltimen hihnapyörät ovat hieman kuluneet - poistoilmapuhallin kammiossa hieman hienojakoista irtosoraa - ei suodattimien ohivuotoa tai merkittävää likaantumista
TK6 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK7 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- tuloilmansuodatin- ja lto-osan kammion pohjalla hieman jälkiä seisoneesta vedestä ja/tai kalkkihärmää
TK8 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- tuloilmansuodatin- ja lto-osan kammion pohjalla hieman jälkiä seisoneesta vedestä ja/tai kalkkihärmää - poistoilmapuhaltimen hihnapyörät ovat kuluneet
TK9 TF/PF (yleisilmanvaihto)	Tyydyttävä	- Lto-pellin moottori heikosti kiinni - tuloilmansuodatin- ja lto-osan kammion pohjalla hieman jälkiä seisoneesta vedestä ja/tai kalkkihärmää - tulo- ja poistoilmapuhaltimen hihnapyörät ovat kuluneet - poistoilmapuhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
TK12 TF	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja

IV-kone	Yleiskunto:	Merkittävimmät havainnot:
(ryömintätila)		
TK13 PF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
TK14 TF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK15 TF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK16 PF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
TK17 PF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
TK18 TF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
TK19 PF (ryömintätila)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
PK01 PF (porraskäytävä A)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja
PK02 PF (porraskäytävä B)	Tyydyttävä	- puhaltimessa laakerivaurioon viittaava sivuääni
PK03 PF (porraskäytävä C)	Tyydyttävä	- ei merkittäviä havaintoja

Ilmanvaihtokoneista tehtyjä yleishavaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (kaikista koneista ei ole erikseen esitetty kuvia samankaltaisuuden takia, Kuva 115...Kuva 123).



Kuva 115. Yleiskuva tulo- ja poistoilmanvaihtokoneesta (kuvassa iv-kone TK09).



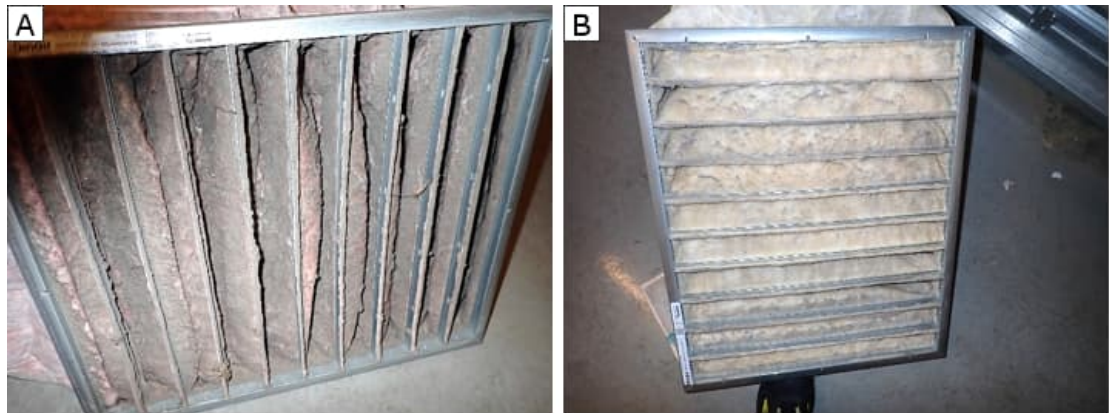
Kuva 116 a-b. Iv-konehuoneissa on paikoin lattiapinnoilla (iv-koneiden ulko-/tuloilmakammion alla) jälkiä seisoneesta vedestä, joka viittaa veden ja/tai tuiskulumen pääsyyn tuloilmasuodattimille. Kuvissa on iv-kone TK8.



Kuva 117 a-b. Ulkoilmapellit sulkeutuivat tarkastetuilla iv-koneilla. Suodatinsuodattimet ovat silmämääräisesti tiiviitä ja niiden tiivistykset ehjiä. Suodatinkammioiden pohjilla on paikoin kalkkihärmää, sekä jälkiä seisoneesta vedestä. Kuvissa on iv-kone TK09.



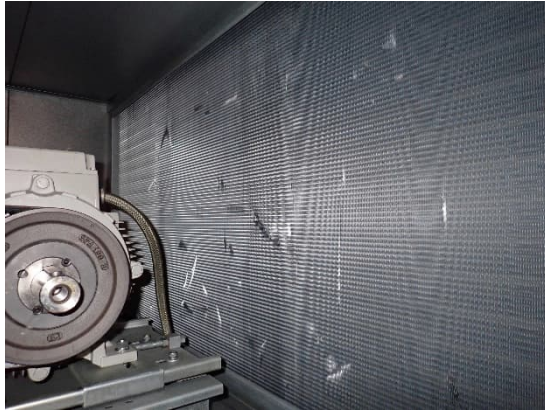
Kuva 118 a-b. Poistoilmapuolen äänenvaimentimet ovat yleisesti likaisia.



Kuva 119 a-b. Yleiskuvat tulo- ja poistoilmasuodattimesta. Kuvassa A on tuloilmasuodatin, jonka suodatinluokka on ePM1 65 % ja kuvassa B on poistoilmasuodatin, jonka suodatinluokka on ePM2.5 50 %. Suodattimet on huoltomerkintöjen mukaan vaihdettu viimeksi 3/2023.



Kuva 120 a-b. Lto-osien kammioiden pohjilla on jälkiä seisoneesta vedestä ja paikoin korroosioaurioita. IV-koneen TK8 kammion pohjalle kaadettiin vettä ja silmämääräisesti arvioituna se lammikoitua kammion pohjalle. A kuvassa on iv-kone TK09 ja B kuvassa on TK08.



Kuva 121. Tuloilmakoneiden lämmityspatterit ovat silmämääräisesti hyväkuntoisia. Merkittävää likaantumista ei havaittu.



Kuva 122. Yleiskuva puhaltimesta. Tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat hihnavetoisia ja varustettu erillisellä sähkömoottorilla.

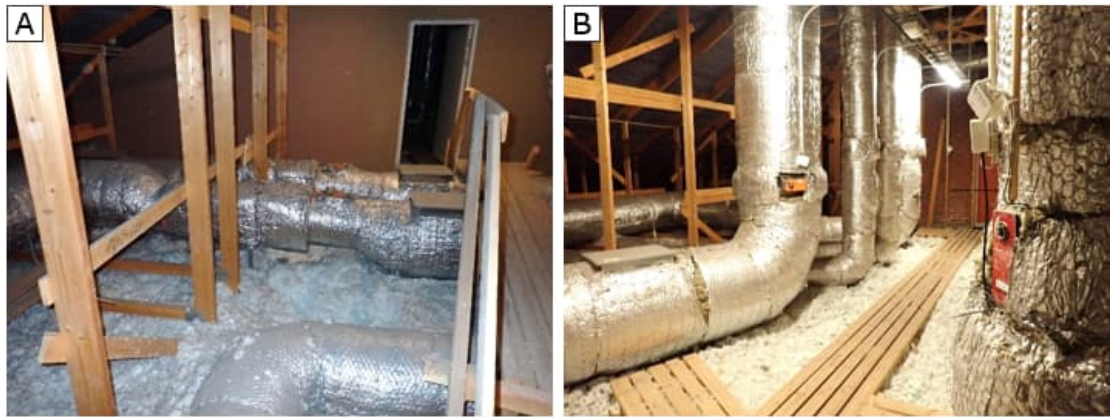


Kuva 123. Yleiskuva vesikatolla sijaitsevista huippuimureista.

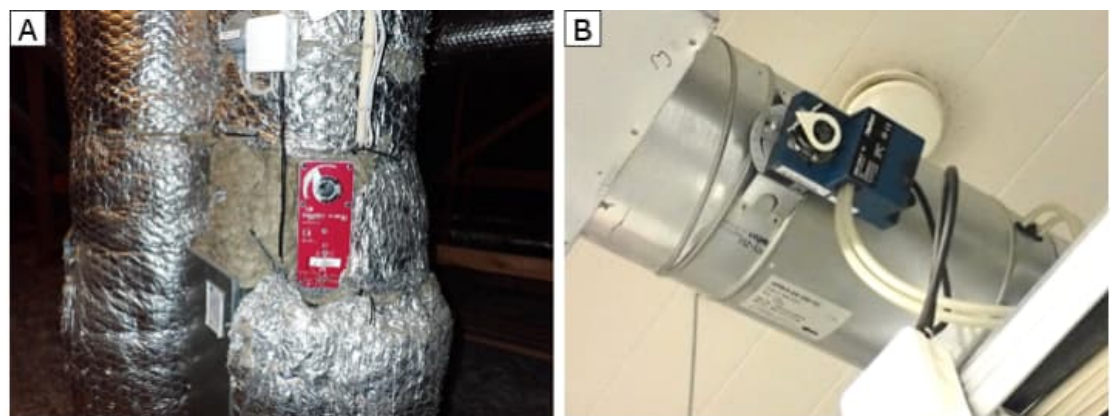
14.4 Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin kierresaumakanavaa tai osin kantikkaan muotoista metallikanavaa. Ilmanvaihtokanavissa on äänenvaimentimia, ilmamääräsäätimiä ja tehostuspeltejä. Ilmamääräsäätimet ovat laitemerkintöjen perusteella vuosilta 2005 ja 2015. Lisäksi niiden havaittiin olevan poistettu käytöstä ja ainakin tutkimuksen yhteydessä tarkastellut laitteet olivat silmämääräisesti asetettu auki asentoon.

Ilmanvaihtokanavistosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 124...Kuva 129).



Kuva 124 a-b. Yleiskuvat yläpohjassa sijaitsevista iv-kanavista. Silmämääräisten havaintojen perusteella kanavoinnit on eristetty asianmukaisesti.



Kuva 125 a-b. IV-konehuoneissa ja yläpohjatilojen iv-kanavissa on huomattava määrä moottoroituja tehostus- ja sulkupeltejä (kuva A), sekä



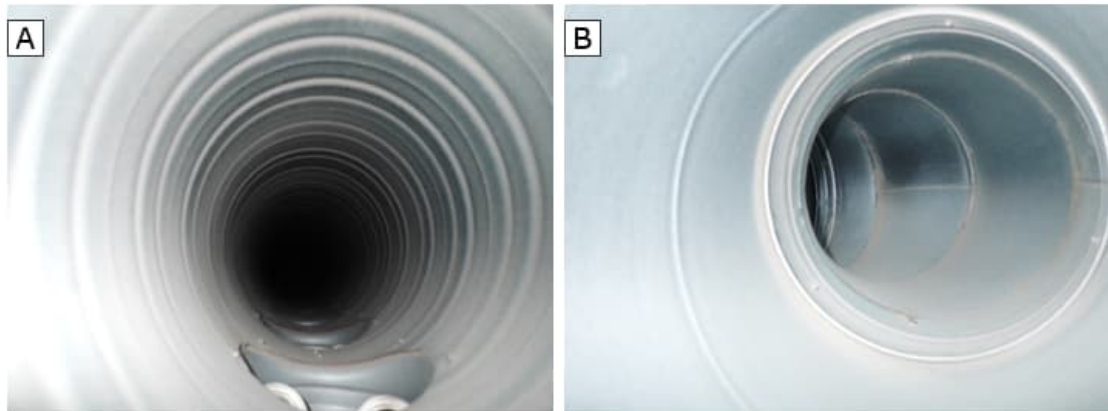
ilmamääräsäätimiä. Kuvassa B on Halton HFB ilmamääräsäädin vuodelta 2005.



Kuva 126. IV-konehuoneissa olevissa kanavissa havaittiin paikoin tiiveyspuutteita. Kuvan (iv-kone TK3) kanavassa havaittiin tiiveyspuute, missä liitoksen tiiveys on heikko ja tiivistysteippinä käytetty kangasteippi on monin paikoin irti.



Kuva 127 a-b. Yleiskuvat tuloilmakanavien puhtaudesta. Alakatossa sijaitsevat runkokanavat olivat pääosin melko puhtaat, mutta paikoin pölyä havaittiin hieman keskimääräistä enemmän (kuva A).



Kuva 128 a-b. Yleiskuvat poistoilmakanavien puhtaudesta. Poistoilmakanavat olivat tarkastetuilta osin hieman pölyisiä.



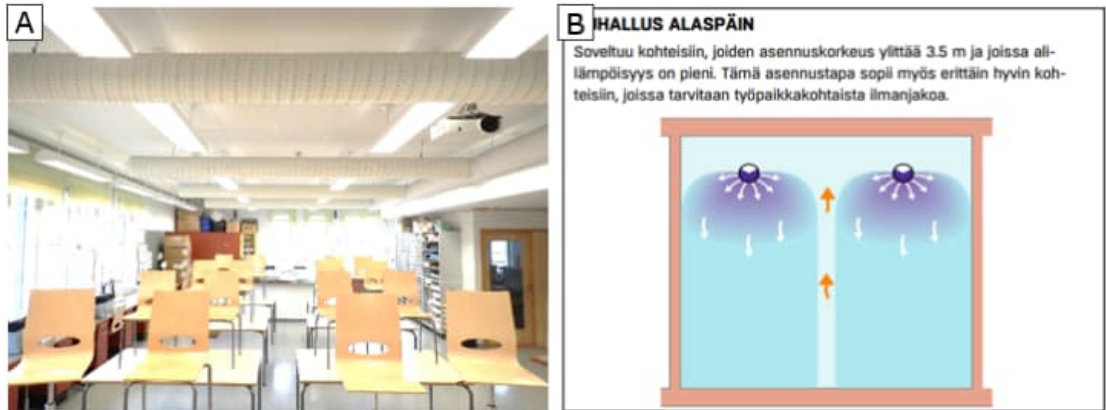
Kuva 129. Koulurakennusten käytävien alakattotiloissa on käytöstä poistettuja ilmamääräsäätimiä (IMS).

14.5 Päätelaitteet ja ilmanjako

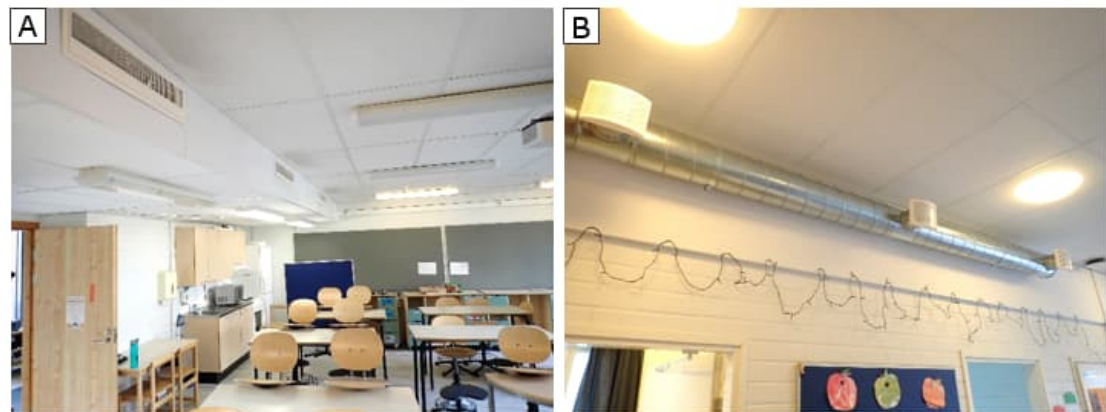
Opetustilojen tuloilmapäätelaitteet ovat pääosin suutinhajottajia tai hajottajia, muiden tilojen tuloilmapäätelaitteet ovat hajottajia ja/tai venttiileitä. Poistoilmapäätelaitteet ovat pääosin kartiomallisia venttiileitä ja vähäisiltä osin säleikköjä. Keittiötiloissa on rasva- ja kondenssihuuvut.

Ilmanvaihtotapa on pääosin sekoittava, mutta paikoin on käytetty myös syrjäyttävää ilmanvaihtotapaa.

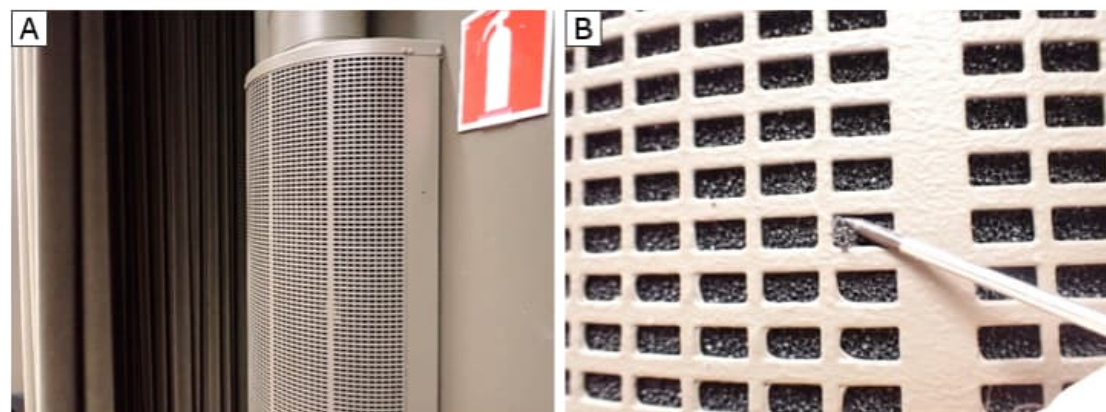
Päätelaitteista ja ilmanjaosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 130 a-b. Yleiskuva opetustilan tuloilmapäätelaitteista ja ilmanjaosta. 270°-kuviolla ja alaspäin -puhaltavien suutinkanavien asennuskorkeus on alle laitevalmistajan suosituksen 3.5 metriä (kuva B, Activent-ilmanjakojärjestelmä. 2024. Fläkt tekninen esite).

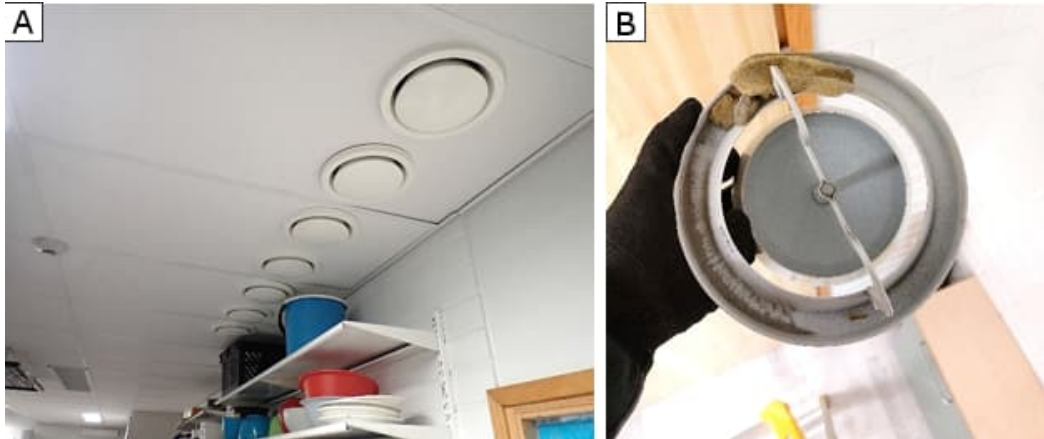


Kuva 131 a-b. Yleiskuvat opetustilojen tuloilmapäätelaitteista. Kuvassa A on seinäasenteisia hajottajia ja kuvassa B päiväkodin tilan 1014 tuloilmapäätelaiteratkaisu, joka poikkeaa huomattavasti suunnitellusta.





Kuva 132 a-b. Auditoriossa on syrjäyttävän ilmanvaihdon tuloilmapäätelaitteita, joiden sisällä oleva kennolevy on haurastunut.



Kuva 133 a-b. Yleiskuvat kartiomallisista poistoilmaventtiileistä. Venttiileiden vaahtomuovitiivisteet olivat haurastuneet ja/tai rikki (kuva B).

14.6 Ilmamäärät ja hetkellinen paine-ero

Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät määritettiin päätelaitteilta paine-eromittauksilla tai ilmanvaihtokanavasta kuumalanka-mittauksella. Hetkellistä paine-eroa tilan ja käytävätilan, sekä ulkoilman väliltä mitattiin hetkellisellä paine-eromittauksella. Mittaukset kohdistettiin tiloihin, joissa suoritettiin myös seurantamittauksia. IV-koneiden kokonaistulo- ja poistoilmamäärät määritettiin iv-konehuoneessa sijaitsevista kokoojakanavista kuumalanka-mittauksilla.

Seuraavissa taulukoissa on esitetty ilmamäärämittaukset tiivistetysti, sekä hetkelliset paine-eromittaukset (Taulukko 10...Taulukko 13). Tarkemmat mittaustiedot ja -arvot on esitetty liitteenä olevassa ilmamäärien mittauspöytäkirjassa.

Taulukko 10. Tilakohtaiset mitatut ja suunnitellut tulo- ja poistoilmamäärät. Ero (%) kuvaa mitatun ilmamäärän eroa suunniteltuun ilmamäärään. Keltaisella on korostettu tilakohtaisen ilmavirran sallitun

poikkeaman ± 15 % ylitys (LVI-työselostus, Hepacon Oy 23.3.2005.

Huom! RakMK D2, 2003 sallittu ylitys on ± 20 %).

Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät						
Tila	Tuloilma mitattu	Tuloilma suunniteltu	Ero	Poistoilma mitattu	Poistoilma suunniteltu	Ero
1014	+73 l/s	+100 l/s	-27 %	-93 l/s	-90 l/s	3 %
1034	ei mitattu	+240 l/s	-	-225 l/s	-240 l/s	-6 %
1054	+185 l/s	+180 l/s	3 %	-170 l/s	-160 l/s	6 %
1170	+260 l/s	+240 l/s	8 %	-233 l/s	-240 l/s	-3 %
1172	+239 l/s	+240 l/s	0 %	-210 l/s	-240 l/s	-13 %
1990	+235 l/s	+240 l/s	-2 %	-220 l/s	-240 l/s	-8 %
1204	+238 l/s	+240 l/s	-1 %	-200 l/s	-240 l/s	-17 %
1229	+611 l/s	+360 l/s	70 %	-418 l/s	-360 l/s	16 %
1233	+584 l/s	+400 l/s	46 %	-491	-380 l/s	29 %
2005	+380 l/s	+400 l/s	-5 %	-396	-370 l/s	7 %
2016	+90 l/s	+80 l/s	13 %	-74	-80 l/s	-8 %
2031	+171 l/s	+200 l/s	-15 %	-108	-200 l/s	-46 %
2041b	+65 l/s	+72 l/s	-10 %	-68	-72 l/s	-6 %
2066	+270 l/s	+240 l/s	13 %	-231	-240 l/s	-4 %
2067	+234 l/s	+240 l/s	-3 %	-211	-240 l/s	-12 %
2089	+254 l/s	+240 l/s	6 %	-240	-240 l/s	0 %
2100	+167 l/s	+140 l/s	19 %	-165	-140 l/s	18 %
2109	+523 l/s	+310 l/s	72 %	-344	-310 l/s	11 %
2111	+282 l/s	+310 l/s	-9 %	-343	-310 l/s	11 %

Taulukko 11. Iv-koneiden mitatut kokonaistulo- ja poistoilmamäärät. Ero % kuvaa mitatun ilmamäärän eroa suunniteltuun ilmamäärään. Keltaisella on korostettu tilakohtaisen ilmapvirran sallitun poikkeaman ± 10 % ylitys (LVI-työselostus, Hepacon Oy 23.3.2005. Huom! RakMK D2, 2003 sallittu ylitys on ± 10 %).

Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärät						
Koje	Tuloilma mitattu	Tuloilma suunniteltu	Ero	Poistoilma mitattu	Poistoilma suunniteltu	Ero
TK3	+1800	+2700	-33 %			
TK4 (FG10 auki)	+1530	+1520	1 %	-2430	-1520	59 %
(FG11 auki)	+1659	+2720	-39 %	-2430	-2720	-11 %
(FG12 auki)	+1680	+3920	-57 %	-2460	-3920	-37 %
TK5	+3980	+3800	5 %	-2800	-2600	8 %
TK7	+3480	4800	-28 %	-2720	-4300	-37 %
TK8	+3030	+4800	-37 %	-2900	-400	-34 %
TK9 (auditorion ims auki)	+3700	ei tiedossa	-	-2890	ei tiedossa	-
(IMS auki)	+4150	+5900	-30 %	-3070	-5600	-45 %

Taulukko 12. Taulukossa on tilakohtaisesti suoritettuja hetkellisiä paine-eromittauksia ulkoilmaan ja käytävätilaan nähden. Mittaus on suoritettu "opetustilasta" ulkoilmaan tai käytävätilaan päin (ikkuna- tai ovirako).

Mittaustuloksen ollessa negatiivinen, on "opetustila" alipaineinen ulkoilmaan tai käytävätilaan nähden.

Hetkelliset paine-eromittaukset		
Tila	Paine-ero ulkoilmaan nähden	Paine-ero käytävätilaan nähden
1057 (pää-sisääntuloaula)	10 Pa	-
1170 (opetustila)	5 Pa	-1 Pa
1229 (opetustila)	2 Pa	7 Pa
1233 (opetustila)	6 Pa	-1 Pa
2005 (opetustila)	-6 Pa (tehostettuna -10 Pa)	-12 Pa (tehostettuna -16 Pa)
2031 (opetustila)	-10 Pa	6 Pa
2041b (opetustila)	6 Pa	-2 Pa
2066 (opetustila)	7 Pa	3 Pa
2067 (opetustila)	6 Pa	3 Pa
2089 (opetustila)	12 Pa	1 Pa
2100 (opetustila)	7 Pa	-4 Pa
2109 (opetustila)	26 Pa	17 Pa
2111 (opetustila)	3 Pa	-5 Pa

Taulukko 13. Taulukossa on rakennusosia yhdistävän aulatilän ja eri rakennusosien tai tilan välillä suoritettuja hetkellisiä paine-eromittauksia. Mittaus on suoritettu aulatilasta rakennusosaan tai tilaan päin (oviraosta). Mittaustuloksen ollessa negatiivinen, on aulatilä alipaineinen rakennusosaan nähden.

Rakennuksien tai sisätilojen välisiä hetkellisiä paine-eromittauksia	
Mittaukset 1. kerros	Paine-ero
Rak. osa G -> Rak. osa I (mitattu G osalta I osaan päin)	-5 Pa
Rak. osa G -> Porrash. 1150 (mitattu G osalta porrashuoneeseen 1150 päin)	20 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa F (mitattu G osalta F osaan päin)	-3 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa E (mitattu G osalta E osaan päin)	-2 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa D (mitattu G osalta D osaan päin)	0 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa C (mitattu G osalta C osaan päin)	3 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa B / A (mitattu G osalta B/A osaan päin)	4 Pa
Pää-aula -> Auditorio (mitattu G osan aulatilasta auditorioon päin)	-30 Pa
Mittaukset 2. kerros	Paine-ero
Rak. osa G -> Rak. osa D (mitattu G osalta D osaan päin)	-16 Pa
Rak. osa G -> Rak. osa C (mitattu G osalta C osaan päin)	16 Pa
Rak. osa G -> tila 2029 (mitattu G osalta tilaan 2029 päin)	-13 Pa

14.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

14.7.1 Ilmanvaihtokoneet

Ulkoilmasäleiköt ovat toteutettu suunnitelmien mukaan ja ne ovat harvalamellisia säleikköjä, mutta ulkoilmanottojen kammioissa ei havaittu suunnitelmissa esitettyjä lumisieppareita tai -stoppareita. Tämä puute saattaa vaikuttaa ilmanvaihtokoneiden toimintaan erityisesti lumisissa olosuhteissa. Tuiskulumi voi päästä kammioon ja tukkia



tuloilmasuodattimet, lisäten koneen energiankulutusta. Tukkeutunut suodatin voi myös toimia mm. epäpuhtauslähteenä, jolloin hajuja kulkeutuu sisäilmaan, mikä heikentää sen laatua.

Lisäksi tutkimuksissa havaittiin useiden ilmanvaihtokoneiden tuloilmasuodatinkammioiden pohjilla seisoneen veden jälkiä, mikä arvioidaan johtuvan kosteuden ja/tai tuiskulumen pääsystä suodattimille. Suosittelemme puhdistamaan mekaanisesti tuloilmakoneiden suodatinkammioiden pohjat ja käsittelemään ne M1 luokan suoja-aineella (esim. TKR). Ulkoilmakammiot on varustettu viemäröinneillä, mikä estää veden kertymisen kammioiden pohjalle. Näiden havaintojen perusteella suosittelemme vähintään seuraamaan lumen kertymistä ulkoilmakammioihin ja suodattimille, sekä tarvittaessa lisäämään niihin lumisuojat /-säleiköt tai vastaavat ratkaisut. Lumisuojiin /-säleiköiden lisääminen vaatii ilmanvaihtosuunnittelua, koska niiden ominaisuuksia ei ollut alkuperäisissä suunnitelmissa tarkemmin määritelty, mutta niiden avulla voidaan varmistaa ilmanvaihtojärjestelmän tehokas toiminta kaikissa sääolosuhteissa.

Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit ovat alkuperäisiä vuodelta 2005 ja alkavat lähestyä noin 18 vuoden käyttöikää. Yleisesti ottaen koneet ovat tarkasteluiden perusteella tyydyttävässä kunnossa, lukuun ottamatta muutamia huippuimureita. Näissä huippuimureissa havaittiin laakerivaurioon viittaava sivuääniä ja rikkoutumisriskiin perustuen suosittelemme uusimaan seuraavat laitteet: TK3PF2, TK13PF3, TK16PF, TK17PF, TK19PF, PK20PF.

Ilmanvaihtokoneiden tekniikka on osittain vanhentunutta, mikä heikentää niiden toimintavarmuutta ja vaikuttaa niiden tehokkuuteen sekä energiankulutukseen. Osassa iv-koneita havaittiin puutteita, kuten kuluneet hihnapyörät ja hihnat, jotka vaikuttavat puhaltimen toimintaan ja lisäävät rikkoutumisriskiä. Suosittelemme korjaamaan havaitut puutteet iv-koneilta: TK5 ja TK9.



Lisäksi suosittelemme kattavaa huoltokorjausta kaikille iv-koneille, mikä parantaa niiden toimintavarmuutta ja energiatehokkuutta.

Huoltokorjauksella voidaan pidentää iv-koneiden käyttöikää vähintään 10 vuotta, minkä jälkeen suosittelemme seuraamaan niiden kuntoa tarkemmin vuosittain. Huoltokorjausprosessiin tulee sisällyttää vähintään seuraavat toimenpiteet: puhaltimien päivittäminen suoravetoisiksi, kaikkien tiivisteiden uusiminen, pattereiden ja koneen sisäosien huolellinen puhdistus, sekä mittaus-, säätö- ja toimilaitteiden uusiminen (mikäli ne ovat noin tai yli 10 vuotta vanhoja). Kokonaisvaltaista iv-koneiden uusimista suosittelemme harkitsemaan myöhemmin tulevaisuudessa, mutta huippuimureiden ikääntymisen takia on niiden kunto tarkastettava vuosittain ja uusittava tarvittaessa.

14.7.2 Ilmanvaihtokanavat ja ilmamäärät

Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin kierresaumakanavaa tai osin kantikkaan muotoista metallikanavaa. Kanavistojen havaittiin olevan yleisesti hieman pölyisiä ja poistoilmakanavat olivat paikoin selvästi pölyisempiä.

Suoritetuissa ilmamäärämittauksissa ilmeni, että tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa tilakohtaisesti tai rakennusosien että tilojen välillä.

Tämä aiheuttaa paine-eroja eri tilojen välillä, jolloin ilma liikkuu rakenteiden kautta ja voi kuljettaa mukanaan hajuja, mikä heikentää sisäilman laatua. Mittausten perusteella tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät, sekä iv-konekohtaiset kokonaistulo- ja poistoilmamäärät poikkeavat jopa yli 50 % suunnitellusta ilmamäärästä.

Ilmamäärämittauksia tukee myös sisätilojen välillä suoritettut hetkelliset paine-eromittaukset, joissa havaittiin merkittäviä paine-eroja eri tilojen ja rakennusosien välillä. On tärkeää huomioida, että epätasapainolla on vaikutuksensa sisäilman laatuun, sekä myös rakennuksien energiankulutuksiin. Ottaen huomioon ilmamäärien epätasapainon sekä iv-koneiden ja ilmanvaihtokanavien havaitun pölyisyyden, suosittelemme suorittamaan ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyön. Säätötyön yhteydessä on tärkeää varmistaa tilakohtaisten tehostusten oikeanlainen



toiminta ja estää merkittävien paine-eroja syntyminen. Jatkuvatoinen paine-eroseuranta tulisi suorittaa säätötyön aikana, sekä sen jälkeen laadunvarmistuksena. Jatkuva seuranta mahdollistaa nopean reagoinnin mahdollisiin puutteisiin paine-eroissa ja ilmamäärien hienosäätämisen sekä säätötyön aikana, että jälkeen.

Kanavissa on äänenvaimentimia, joissa ei havaittu suojaamatonta mineraalivillaa. Lisäksi kanavistoissa on merkittävä määrä ilmamääräsäätimiä ja tehostuspeltejä. Havaintojen perusteella ilmamääräsäätimet on poistettu käytöstä ja ainakin tarkastelluilta osin ne olivat asetettu auki asentoon. Havaintoihin perustuen tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät eivät säädä tarveohjatusti (hiilidioksidipitoisuuteen tai lämpötilaan perusten). Tarveohjauksen puuttuminen vaikuttaa enemmän energiatehokkuuteen kuin sisäilman laatuun. Tämä seikka on syytä ottaa huomioon ja tarvittaessa harkita niiden käyttöönottamista.

14.7.3 Päätelaitteet ja ilmanjako

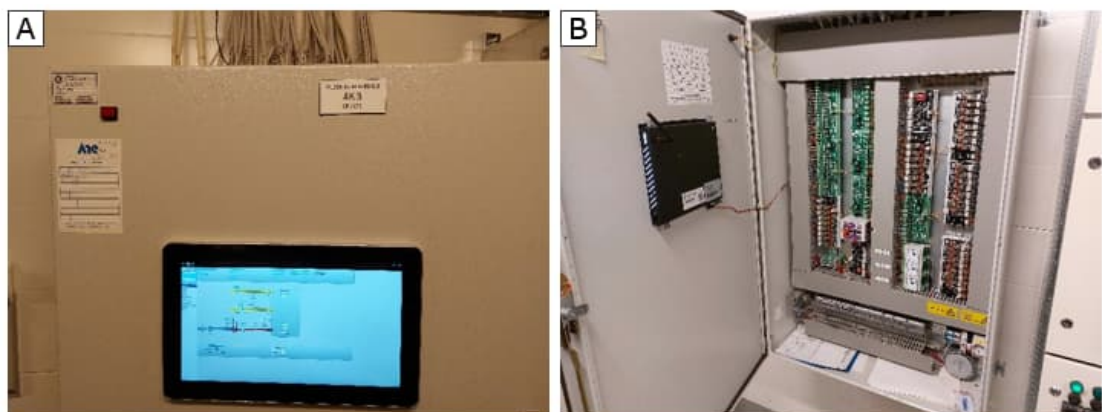
Tehtyjen havaintojen perusteella päätelaitteet vaikuttavat toimivilta tilojen nykyiseen käyttöön nähden, mutta niiden asennuksessa tai tiivisteissä havaittiin puutteita. Puutteet vaikuttavat sisäolosuhteisiin ja ilmanvaihdon säädettävyyteen. Erityisesti opetustilojen suutinkanavat ovat asennettu alle laitevalmistajan suositusta (asennuskorkeuden tulisi olla vähintään 3.5 metriä), mikä yhdistettynä matalaan tuloilman sisäänpuhalluslämpötilaan aiheuttaa todennäköisesti viihtyvyyshaittoja, kuten vedon tunnetta käyttäjillä.

Lisäksi tutkimuksissa huomattiin, että lämmityspattereiden termostaatit olivat pääosin asetettu maksimi-aukiasentoon, mikä yleisesti lisää energiankulutusta, sekä viittaa aikaisemmin mainittuun viihtyvyyshaittaan. On mahdollista, että lämmityspatterien läheisyydessä oleskelevat henkilöt kokevat samanaikaisesti viileää ja lämmintä lämmityskauden aikana, koska pattereiden on mahdollista lämmittää täysillä tuloilman puhaltaessa samanaikaisesti viileää ilmaa. Tilanne voi aiheuttaa yli 6 °C lämpötilaeron kyseisillä alueilla. Lämpötilan säätöä ja

kenttälaitteista. Alkuperäisen järjestelmän huonesäädinyksiköjä ei ole uusittu saneerauksen yhteydessä, eivätkä ne ole silmämääräisten havaintojen mukaan toiminnassa tai liitettynä nykyiseen järjestelmään.

Fidelix on suorittanut huollon rakennusautomaatiojärjestelmään keväällä 2023. Huoltoraportin (Automaatiojärjestelmä huoltoraportti, 14.9.2023, Fidelix Oy) mukaan järjestelmän käytössä ja kenttälaitteissa on havaittu useita puutteita. Käyttöön liittyvät puutteet ovat pistetietojen käsiohjauksia (esim. ohjaus- tai hälytyspisteen käsin asettelut, jotka ohittavat automaattiset toiminnot), jotka on raportin mukaan vapautettu automaatile huollon yhteydessä. Käsin ohjattuja pisteitä ei havaittu tutkimuksen yhteydessä.

Huoltoraportissa mainitut kenttälaitteita koskevat puutteet, olivat alkuperäisen järjestelmän aikaisia vikaantuneita kenttälaitteita, jotka on huollon yhteydessä uusittu. Tutkimuksessa havaittiin, että käytössä olevat kenttälaitteet ovat eri ikäisiä ja alkuperäistä laitekantaa on edelleen käytössä. Lisäksi Fidelix-järjestelmän alkuperäinen ohjelmointitason käyttäjätunnus (System) on edelleen käytössä laajoilla käyttöoikeuksilla.

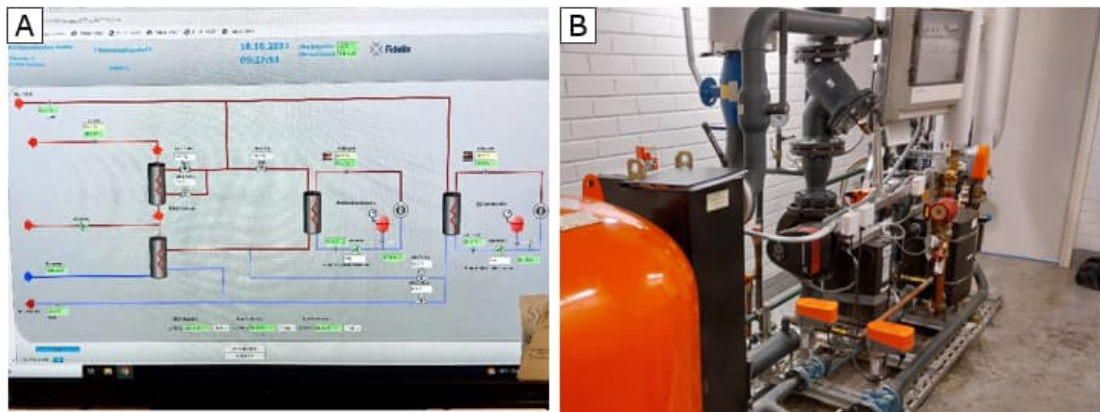


Kuva 134 a-b. Yleiskuvat valvonta-alakeskuksesta AK3 (VAK3). Alkuperäisen järjestelmän aikaiseen keskukseen on saneerattu käyttöpääte, keskusyksikkö ja liitäntämoduulit. Jäätymisvaaratermostaattit ovat silmämääräisen arvion perusteella alkuperäiset. Vastaava saneeraustapa toistui myös muissa tarkastelluissa valvonta-alakeskuksissa.

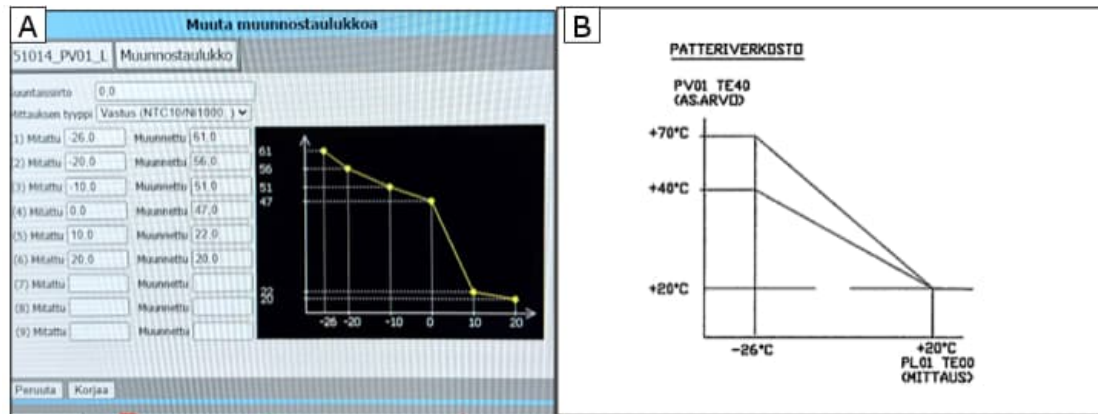
15.2 Lämmitysjärjestelmä (kaukolämmön alajakokeskus)

Kaukolämmön alajakokeskukselle suoritettiin silmämääräinen tarkastelu, arvioiden mittausten ja säätöjen toimivuutta. Tarkasteluiden perusteella kaukolämmön alajakokeskusta koskevat toiminnot vastaavat pääosin alkuperäisiä rakennusautomaatio suunnitelmia. Automaatiografiikalta ei havaittu patteriverkoston suunnitelmien mukaista yöpudotus-toimintoa. Lisäksi patteri- ja ilmanvaihtoverkostojen säätökäyrät poikkesivat merkittävästi suunnitelmissa esitetyistä säätökäyristä.

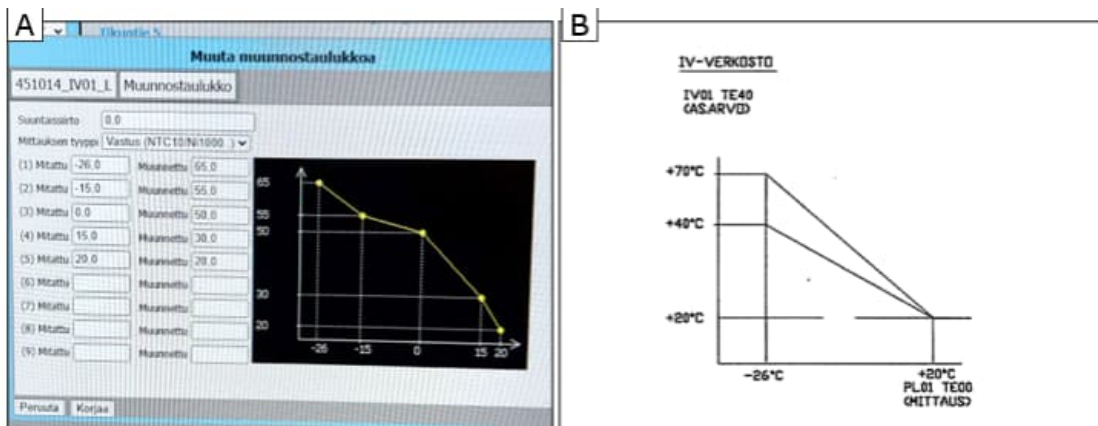
Seuraavissa kuvissa on esitetty lämmitysjärjestelmää koskevia havaintoja.



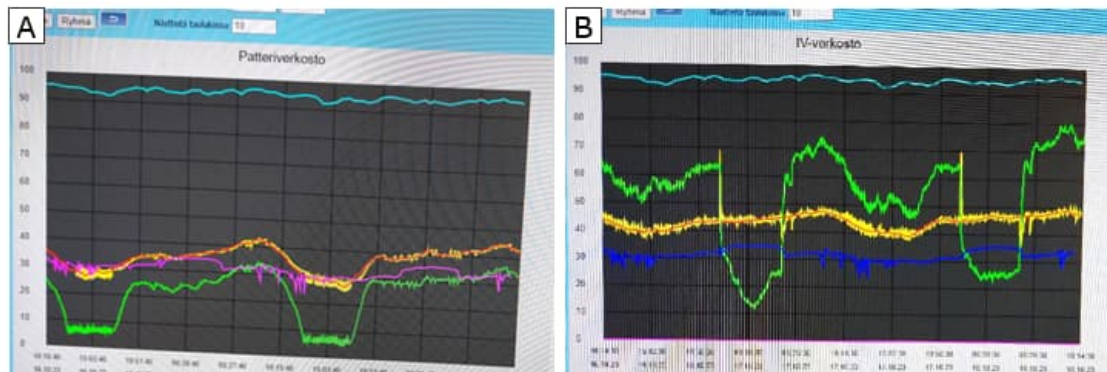
Kuva 135 a-b. Yleiskuvat lämmitysjärjestelmän grafiikasta ja kaukolämmön alajakokeskuksesta. Alajakokeskuksen kenttälaitteiden havaittiin olevan eri ikäisiä ja osassa säätöventtiileitä oli vanhoja vuotojälkiä. Grafiikalta havaittiin, että patteriverkoston painemittaus vaihtelee 1.7 ja 2.3 bar välillä, vaikka alakeskuksen paikallisen mittarin perusteella vaihtelua ei tapahdu. Pääosa alajakokeskuksen putkissa olevista elohopealämpötilamittareista ei ollut toimintakuntoisia.



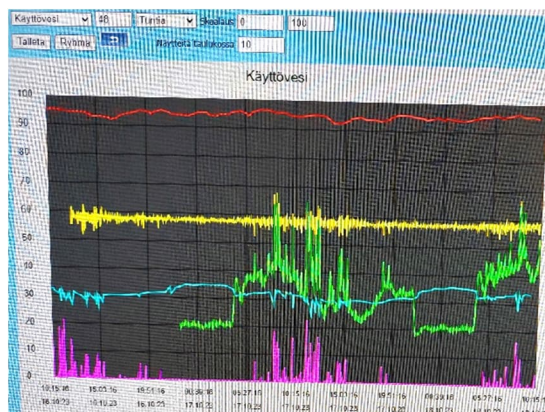
Kuva 136 a-b. Kuvissa on esitetty automaatioon asetettu patteriverkoston säätökäyrä (kuva a) ja alkuperäisten suunnitelmien mukainen säätökäyrä (kuva b).



Kuva 137 a-b. Kuvissa on esitetty automaatioon asetettu ilmanvaihtoverkoston säätökäyrä (kuva a) ja alkuperäisten suunnitelmien mukainen säätökäyrä (kuva b).



Kuva 138 a-b. Yleiskuvat patteri- ja ilmanvaihtoverkoston lämpötilan säädön pisteseurannoista. Molemmissa kuvaajissa punainen kuvaaja on tavoitelämpötila ja keltainen mitattu lämpötila, vihreä kuvaaja on säätöventtiilin asento.



Kuva 139. Yleiskuva käyttöveden lämpötilan säädön pisteseurannasta. Keltainen kuvaaja on mitattu lämpötila, kun tavoitelämpötila on 58 °C, vihreä kuvaaja on säätöventtiilin asento.

15.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennusautomaatiojärjestelmään on liitetty rakennuksen sisätiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet TK01...TK09 ja ryömintätiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet TK12...TK19. Lisäksi järjestelmään on liitetty erillisiä tulo- ja poistoilmapuhaltimeja. Tutkimuksessa suoritettiin yleissilmäys kaikkien ilmanvaihtokoneiden automaation grafiikoihin ja tarkasteltiin tarkemmin ilmanvaihtokoneiden TK02 (tekniSET- ja tekstiilityöt, kotitalous,



fy/ke), TK03 (keittiö), TK07 (alakoulu) ja TK08 (yläkoulu) toteutusta ja toimintaa, sekä pistokoeluonteisesti poistoilmapuhaltimien toimintoja.

Tarkasteltujen ilmanvaihtokoneiden toteutusten suunnitelmienmukaisuus vastasi pääosin alkuperäisiä rakennusautomaatiosuunnitelmia.

Kenttälaitteasennukset ovat pääosin rakentamisvuodelta 2006, mutta osa taajuusmuuttajista ja mittalaista on silmämääräisen arvion perusteella uusittu.

Toteutettujen toimintojen osalta havaittiin seuraavia muutoksia tai puutteita alkuperäisiin suunnitelmiin verraten:

- Sisätilojen ilmanvaihtokoneille ei ole toteutettu yötuuletus-toimintoja.
- Sisätilojen ilmanvaihtokoneiden tulo- ja poistoilman kanavapainesäätöjen toimintoja on yksinkertaistettu.
- Ryömintätilojen ilmanvaihtokoneiden puhaltimet on muutettuvakionopeuksille (vakiokosteus säätö on poistettu toiminnasta, sekä puhaltimen tehon rajoitus ulkoilman lämpötilan perusteella poistettu).
- Ryömintätilojen ilmanvaihtokoneiden yhteyteen suunniteltua homeindeksin laskentaa ei ole toteutettu.
- Huonesäätöihin liittyviä ilmamääräsäätimiä ei ole liitetty nykyiseen järjestelmään ja ilmamääräsäätimet ovat poistettu käytöstä.

Opetustiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden alkuperäisissä suunnitelmissa kanavapainesäädön toimintaselostuksen havaittiin olevan toiminnallisesti ristiriitainen. Suunnitelmien mukaan kanavapaineen asetusarvoa muutettaisiin puhaltimien taajuusviestin mukaan lineaarisella käyrällä (toiminta heikentäisi merkittävästi säädön toimintaa, kun tavoiteltu asetusarvo muuttuu samassa suhteessa kuin puhaltimen pyörimisnopeuden säätö). Nykyisellä yksinkertaistetulla toteutuksella puhaltimille on kiinteät kanavapaineen asetusarvot, johon pyritään säätämällä puhaltimien pyörimisnopeutta.

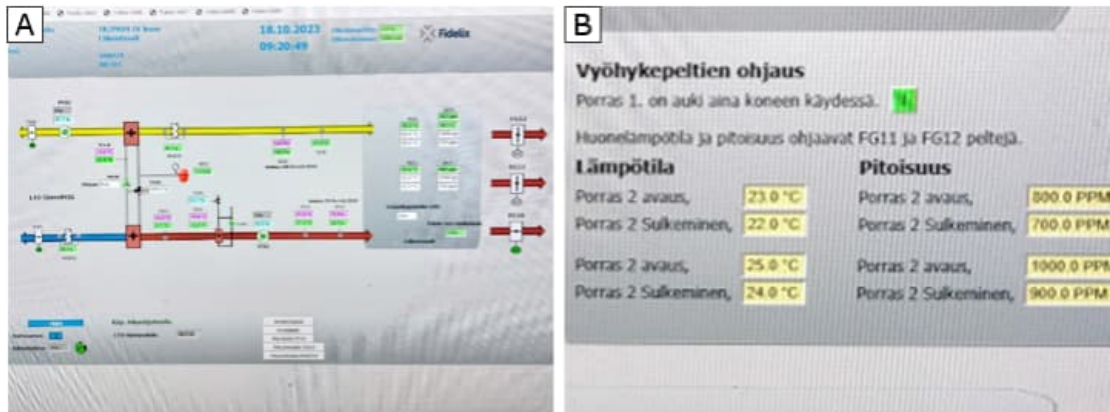


Ilmanvaihtokoneille TK02, TK03, TK07 ja TK08 suoritettujen koetestausten perusteella koneiden toiminnoissa ei havaittu merkittäviä puutteita, mutta ilmanvaihtokoneessa TK02 havaittiin toiminnallinen poikkeama testitilanteessa, kun koneen nestekiertoinen lämmöntalteenottojärjestelmä ohjautui seis-tilaan, vaikka lämmitystarvetta oli. Muut tarkemmin tarkastellut iv-koneet olivat erityyppisellä lto-järjestelmällä, eikä niiden toiminnassa havaittu vastaavaa poikkeamaa. Lisäksi osassa iv-koneiden paine-erolähettimissä havaittiin poikkeamia paine-erolähettimien näytön ja rakennusautomaation grafiikan lukemissa. Havaitut poikkeamat koskivat vanhempia edellisen järjestelmän aikaisia laitteita.

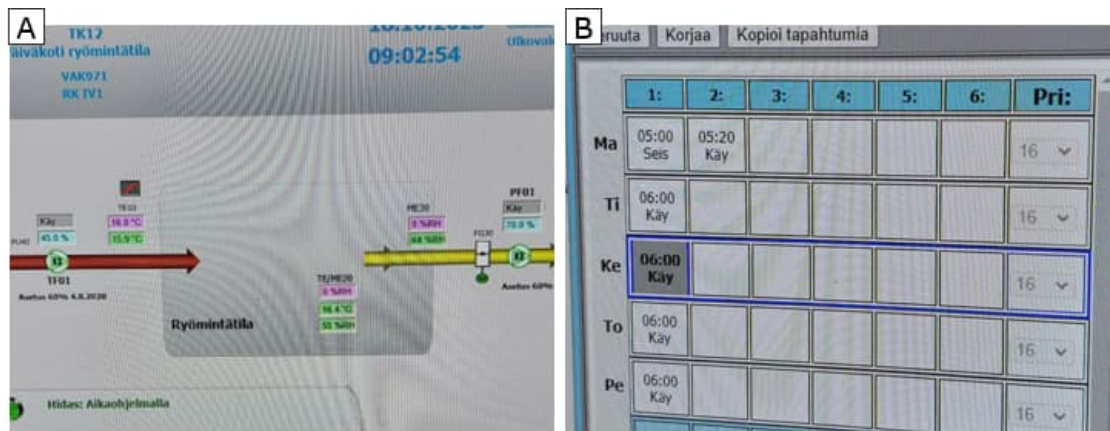
Pääosa järjestelmään liitetyistä erillispuhaltimista palvelee teknistentöiden, tekstiilitöiden, kotitalouden, fysiikan ja kemian opetustiloja. Puhaltimien toimintoja tarkasteltiin pistokoeluonteisesti automaation grafiikalta käsin. Niiden toiminnassa ei havaittu merkittäviä puutteita, mutta niiden toimintoihin liittyen tehtiin muutama havainto, jotka ovat esitetty seuraavassa luettelussa.

- Vähintään tilojen 2002, 2004, 2003B ja 2005 poistoilmapuhaltimien käyttökytkimet ovat päälle/pois-tyyppisiä ja kytkimet olivat olleet päällä kesä-syyskuusta asti.
- Hissikuilun poistoilmapuhaltimien (VAK6 PF03) ristiriitahälytyksen viive on 20 h, jolloin puhallin olisi lähes vuorokauden vikatilanteessa ennen hälytyksen aktivoitumista.
- Teknisten töiden poistoilmakanavan ilmamäärämittaus näyttää noin 200 l/s, kun puhallin ei ole päällä ja pellit ovat kiinni.

Seuraavissa kuvissa on esitetty muita ilmanvaihtojärjestelmiin liittyviä havaintoja.



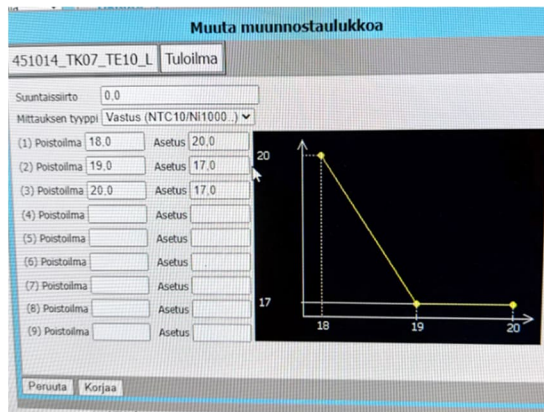
Kuva 140 a-b. Yleiskuvat ilmanvaihtokoneesta TK4 (liikuntasali) ja vyöhykkeitien ohjausasetuksista. Koneessa on portaittain toimivat vyöhykkeitit, joiden ei havaittu toimivan täysin suunnitellusti. Vyöhykkeitit eivät avautuneet lämpötilamittausten (TE20 ja TE21) ylityksistä, ja hiilidioksidipitoisuus mittausten (QE20 ja QE21) täytyi molempien ylittää raja-arvot ennen peltien avautumista.



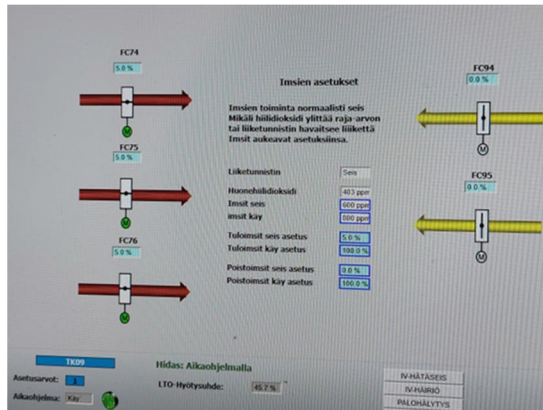
Kuva 141. Yleiskuva ryömintätilan ilmanvaihtokoneen TK12 grafiikasta ja aikaohjelmasta. Tulo- ja poistoilmahuuhtimien käyntitehot poikkeavat grafiikalle esitetyistä teksteistä. Aikaohjelmassa on 20min seis-jakso, joka maanantai. Vastaavia huomioita aikaohjelmiin liittyen tehtiin myös ryömintätilojen ilmanvaihtokoneista TK13, TK14, TK15, TK16. Grafiikkateksteistä poikkeava tehoasetus havaittiin TK12 lisäksi iv-koneessa TK19.



Kuva 142. Yleiskuvat ilmanvaihtokoneesta TK07 ja sen lto:n huurteenesto-toimintoa koskevista asetuksista. Ilmanvaihtokoneen alkuperäiset tulo- ja poistoilmapuhaltimen ilmamäärämittarit on korvattu ilmamäärälähettimillä, ja niiden ilmamäärätiedot on tuotu automaation grafiikalle. Asetusten mukaan LTO ohjataan kokonaan pois käytöstä (0,0 %) huurteen estotilanteessa. Vastaavat havainnot tehtiin myös ilmanvaihtokonetta TK08 koskien.



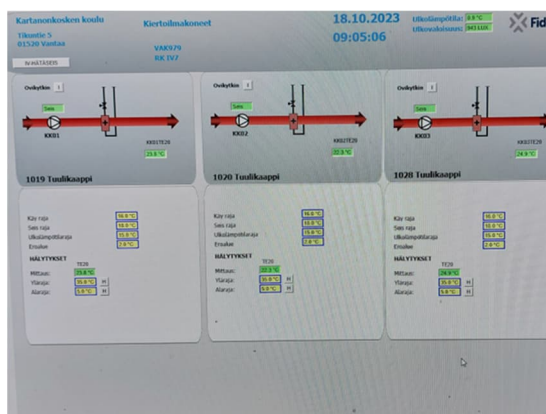
Kuva 143. Ilmanvaihtokoneelle TK07 aseteltu tuloilman lämpötilan säätökäyrä. Suunnitelmien mukaan tuloilma lämpötilalla tulisi olla kiinteä asetusarvo 18 °C.



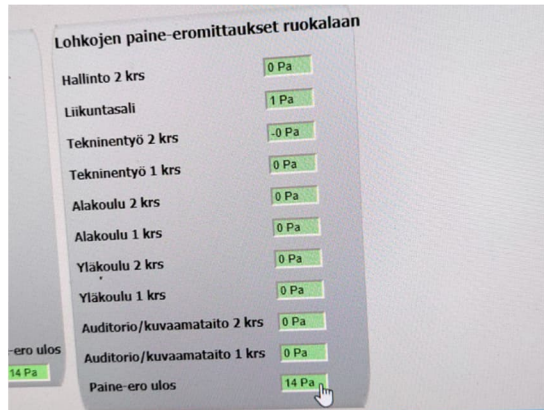
Kuva 144. Auditorion ilmanvaihdossa on käytössä ainoat Fidelix-järjestelmään liitetyt ilmamääräsäätimet (ims). Ne toimivat 2-pisteohjauksena liiketunnistin tiedon tai hiilidioksidipitoisuusmittausten perusteella. Alkuperäisessä suunnitelmassa tehostus on esitetty tapahtuvan huoneilmanlämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuteen raja-arvon ylittymisen perusteella. Ohjaustoiminnan testauksessa havaittiin, että ilmanvaihtokoneen TK09 poistoilmapuhallin ei saavuta sille asetettua kanavapaineasetusta.

15.4 Muut järjestelmät

Seuraavissa kuvissa on esitetty havaintoja muihin järjestelmiin liittyen.



Kuva 145. Yleiskuva alakeskukseen 1 liitetyistä oviverhopuhaltimista. Puhaltimien toiminta ja käynnistysrajat poikkeavat alkuperäisistä suunnitelmista.



Kuva 146. Ilmanvaihtokoneen TK06 (ATK / Aula / Ruokala) grafiikalla on esitetty eri rakennusosien ja aulan välisiä paine-eromittauksia. Tarkastelu hetkellä usean eri rakennusosan väliovet olivat auki, mistä syystä paine-eroa ei juurikaan ollut. Lisäksi todettiin, että mittaukset eivät vastanneet tutkimuksessa suoritettuja hetkellisten mittausten mittaustuloksia.



Kuva 147 a-b. Yleiskuvat alkuperäisen rakennusautomaatiojärjestelmän aikaisesta huoneyksiköstä ja ilmamääräsäätimestä. Osa ilmamääräsäätimestä (oranssi peltimoottori) on säätimen vuosiluvun perusteella uusittu 2015. Opetustiloista johtavista poistoilmakanavista on kanava-asenteiset hiilidioksidilähettimet irrotettu. Hiilidioksidimittausten lisäksi huoneyksiköt ovat mitanneet huoneen sisälämpötilaa huoneisiin sijoitetuilla lämpötila-antureilla.



15.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

15.5.1 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Havaintojen perusteella rakennusautomaatiojärjestelmän voidaan todeta olevan hyvässä toimintakunnossa, mutta sen nykyinen toteutus ei vastaa laajuudeltaan alkuperäisiä rakennusautomaatiosuunnitelmia. Opetustilojen ilmanvaihto ei ole enää tarveohjattua ja ilmanvaihtokoneiden säätötoimintoja on yksinkertaistettu. Nykyistä toteutusta voidaan pitää toimintavarmempana sen yksinkertaistetun rakenteen takia, mutta sen energiatehokkuus on heikompi, koska ilmanvaihto käy täydellä käyttöteholla sen ollessa päällä. Lisäksi opetustilojen sisäilmaolosuhteista ja tilakohtaisen ilmanvaihdon toimintaa ei voida valvoa rakennusautomaatiojärjestelmästä käsin, kun huonesäätöjärjestelmä on poistettu käytöstä.

Ohjelmointitason käyttäjätunnuksen "System" salasana on laajalti tiedossa ja se on myös kirjoitettu muistilapulle valvomotietokoneen yhteyteen. Suosittelemme rajaamaan tunnuksen käyttöoikeudet katselutasolle tai poistamaan käyttäjätunnuksen sen väärin käyttämisen estämiseksi. Lisäksi suosittelemme käymään läpi ja ajantasaistamaan olemassa olevat käyttäjätunnukset niiden katselu- ja käsiohjausoikeuksien osalta. Lisäksi suosittelemme tarkastamaan GSM-modeemin liittymän toiminnan tekstiviestihälytysten lähetystä varten.

Rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteista osa on alkuperäisen järjestelmän aikaisia. Ne ovat ikääntyneitä ja niiden toimintavarmuus on heikentynyt. Järjestelmän toiminnan varmistamiseksi suosittelemme kartoittamaan ja uusimaan alkuperäiset mitta- ja toimilaitteet, kuten pelti- ja venttiilimoottorit, taajuusmuuttajat, jäätymisvaaratermostaatit, lämpötila-anturit, paine- ja paine-erolähettimet.

Paikallisilta valvonta-alakeskuksilta ei löytynyt pisteseurantoja, jotka on mahdollisesti toteutettu Fidelix-järjestelmän pilvivalvomoon. Paikallisista pisteseurannoista olisi kuitenkin hyötyä paikan päällä tehtävissä tarkasteluissa vianhaku- tai huoltotoihin liittyen. Suosittelemme lisäämään

kaikille ala-asemille tärkeimpien mittaus- ja säätöpisteiden historiaseurannat.

15.5.2 Lämmitysjärjestelmä

Patteri- ja ilmanvaihtoverkostojen menoveden lämpötilan ja ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämpötilan säätökäyrien havaittiin olevan suunnitelmista poikkeavia, eikä muutosten tarkoituksenmukaisuus selvinnyt tutkimuksessa. Säätökäyrien asetteluilla on vaikutus huonetilojen sisäilman lämpötilaan ja sitä kautta tilojen käyttäjäkokemuksiin. Mikäli kiinteistössä koetaan viihtyvyshaittoja sisälämpötilaan tai ilmanvaihdon aiheuttaman vedontunteeseen liittyen, suosittelemme palauttamaan lämmitysjärjestelmän säätökäyrät suunnitelmien mukaisiksi, ja tämän jälkeen hienosäätämään lämpötila-asetuksia pienin muutoksin ja riittävän pitkällä aikavälillä, jotta muutosten vaikutukset kerkeävät tasaantua (esim. max-muutos: 0.5 °C / viikko). Ilmanvaihtokoneiden tuloilmanlämpötilojen säätökäyrät suositellaan asetettavaksi niin, että tuloilma on noin 2 °C poistoilman lämpötilaa matalampi lämmityskaudella.

15.5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtokoneessa TK02 neste-lto-järjestelmän toiminnassa havaittu poikkeama voi johtaa siihen, että tuloilman lämmitys tapahtuu pelkästään lämmityspatterin avulla. Ilman lto-järjestelmän toimintaa, ilmanvaihtokoneen lämpöenergian kulutus kasvaa merkittävästi. Suosittelemme selvittämään ja korjaamaan lto:n toiminnan ilmanvaihtokoneesta TK02 ja samassa yhteydessä suorittamaan vastaavat toimenpiteet myös muille kiinteistön neste-lto-järjestelmillä varustetuille koneille. Lisäksi suosittelemme asettelemaan LTO-kuutioilla varustettujen ilmanvaihtokoneiden sulatustoiminnon aikaisen lto-avauksen 15 %, jotta lämmöntalteenottoa ei ohiteta täysin sulatustoiminnon aikana (osassa koneita avauksen havaittiin olevan 0 %).

Erillispoistopuhaltimien käsiytkimien havaittiin olevan osin päälle/poistyyppisiä, jolloin ne voivat jäädä tarpeettomasti päälle vaikuttaen tilan



painesuhteisiin ja energian käyttöön. Suosittelemme päälle/pois-tyyppisten kytkimien korvausta ajastinkytkimillä, jolloin kytkimen tila nollautuu asetellun ajan kuluttua (esim. 0...6 h).

Ryömintätiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden toimintoja oli havaintojen mukaan yksinkertaistettu. Koneet toimivat käynnin aikana vakionopeudella ryömintätilan suhteellisesta kosteudesta tai ulkoilman lämpötilasta riippumatta, jolloin niiden energiatehokkuus on heikompi. Lisäksi alkuperäisen suunnitelman ja nykyisen toteutuksen mukaan ryömintätilan tuloilman mukana voi tilaan kulkeutua tilaan enemmän kosteutta, kun sieltä poistoilman mukana poistetaan. Suosittelemme palauttamaan ilmanvaihtokoneille ulkoilmanlämpötilaan perustuvan tehon rajoitustoiminnon. Lisäksi suosittelemme harkitsemaan seuraavia lisäyksiä järjestelmään: tehonrajoitustoiminto ulko- ja sisäilman absoluuttiseen kosteusmittaukseen perustuen, sekä jatkuvatoimisia ja hälytyksillä varustettuja paine-eromittauksia ryömintä- ja sisätilojen välille.

Erillispoistopuhaltimien yhteydessä havaittiin poikkeuksellisen pitkä hälytysviive hissikuilun poistoilmapuhaltimen hälytyksessä. Liian pitkä hälytys viive voi pidentää alkavan ongelman ilmenemistä.

Hälytysasetuksia ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu yleisellä tasolla ja tarkemmin. Suosittelemme muiden rakennusautomaatiota koskevien toimenpiteiden yhteydessä tarkastelemaan hälytyspisteiden viiveet ja prioriteetit vastaamaan Vantaan kaupungin rakennusautomaation suunnitteluohjetta.

Auditorion ilmanvaihdon tehostus tilanteessa ilmanvaihtokoneen TK09 poistoilman kanavapaine ei saavuttanut sen tavoitearvoa, jolloin poistoilmamäärä ei saavuta säädettyä ilmamäärä. Riittämättömän paineen tuoton arvioidaan johtuva vikaantuneesta poistoilmapuhaltimesta, koska siitä kuului laakerivaurioon viittaava sivuääni. Suosittelemme tarkastamaan puhaltimen toiminnan kaikissa toimintatiloissa poistoilmapuhaltimen korjauksen jälkeen. Korjauksen jälkeen tulee ilmamäärät mitata- ja säätää suunnitelmien mukaisesti sekä varmentaa



ilmanvaihdon toimivuus kaikissa sen toimintatiloissa. Lisäksi suosittelemme harkitsemaan jatkuvatoimista paine-eromittausta hälytyksellä auditorion ja aulatilán välille.

Liikuntasalin nykyisestä vyöhykeohjausten toteutuksesta ja puutteellisuudesta johtuen, voi liikuntasalin sisäilma heikentyä ennen kuin järjestelmä tehostaa ilmanvaihtoa vyöhykeohjauksilla. Suosittelemme korjaamaan vyöhykeohjaukset niin, että suurin yksittäinen lämpötila- tai hiilidioksidimittaus määrää tehostus tarpeen. Lisäksi ilmanvaihto tulee mitata- ja säätää suunnitelmien mukaisesti, sekä sen toiminta varmentaa kaikissa sen toimintatiloissa.

15.5.4 Muut järjestelmät

Oviverhopuhaltimien arvioidaan käyvän nykyisesti asetusten takia suunniteltua käyttöä enemmän. Turhan energiankäytön välttämiseksi suosittelemme muuttamaan oviverhopuhaltimien toiminnan alkuperäisiä suunnitelmia vastaaviksi.

Alkuperäisen huonesäätöjärjestelmän laitekanta on edelleen rakennuksessa, vaikka järjestelmä ei ole toiminnassa. Järjestelmä on ikääntynyt, eikä se ole sellaisenaan yhteensopiva nykyisen Fidelix-järjestelmän kanssa. Osa järjestelmästä olisi kuitenkin uudelleen käytettävissä (esim. johdotukset ja ims-rungot), mikäli huonesäätöjärjestelmä otettaisiin uudelleen käyttöön. Suosittelemme harkitsemaan huonesäätöjärjestelmän saneerausta ilmanvaihtokoneiden huoltokorjauksen yhteydessä tai viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa. Mikäli huonesäätöjärjestelmä otetaan uudelleen käyttöön, suositellaan sen toteutus uudelleen suunniteltavaksi varmemman ja tehokkaamman toiminnan saavuttamiseksi. Huonesäätöjärjestelmän käytöllä on mahdollista parantaa kiinteistön energiatehokkuutta ja sisäilmaolosuhteiden pitävyyttä.

16 Ilmanvaihdon yhteenveto

16.1 Yhteenveto

Ilmanvaihto ja rakennusautomaatiojärjestelmien havaittiin olevan toimintakuntoisia niiden käytössä olevilta osilta. Ilmanvaihtojärjestelmässä tilakohtainen tarveohjaus on poistettu käytöstä, koska alkuperäistä huonesäätöjärjestelmää ei ole uusittu tai liitetty nykyiseen rakennusautomaatiojärjestelmään. Ilmanvaihtokoneet ovat toiminnallisten komponenttien osalta ikääntyneitä ja niiden huoltokorjaamista suositellaan niiden toimintavarmuuden ja energiatehokkuuden takaamiseksi. Lisäksi osassa puhaltimia havaittiin laakerivaurioihin viittaavia sivuääniä, jotka suositellaan korjattavaksi ennen niiden rikkoutumista.

Ilmamäärämittauksissa ilmeni, että tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa tilakohtaisesti tai rakennusosien ja tilojen välillä. Tämä aiheuttaa paine-eroja eri tilojen välillä, jolloin ilma liikkuu rakenteiden kautta ja voi kuljettaa mukanaan hajuja heikentäen sisäilman laatua. Lisäksi kun huomioidaan iv-koneiden ja ilmanvaihtokanavien havaittu pölyisyys, suosittelemme suorittamaan ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja säätötyön.

Rakennusautomaatiojärjestelmän osalta käyttäjäolosuhteisiin vaikuttavana tekijänä suosittelemme hienosäätämään ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien lämpötila-asetukset niiden yhteen toimivuuden parantamiseksi. Lisäksi harkinnan varaisesti saneeraamaan ja palauttamaan tilakohtaisen ja tarveohjatun ilmamäärien säätöjärjestelmä käyttöön, jolloin saavutetaan energiatehokkuutta ja sisäilmaolosuhteiden pitävyyttä.

17 Toimenpidesuosituksukset

17.1 Rakennustekniikkaan liittyvät toimenpidesuosituksukset

Seuraavassa on listattuna rakennustekniikkaan liittyviä toimenpidesuosituksia niiden kiireellisyysjärjestyksessä.



17.1.1 Huoltoluonteiset toimenpiteet

- Alapohjan ryömintätilan irti olevien viemäriputkien kiinnitys
- Astianpesuhuoneen lattiakaivon vuodon tarkastus ja korjaus
- Kaikkien rakennuksen ikkunoiden ulkopuitteiden kiinni laittaminen, samassa yhteydessä heloituksen ja tiivisteiden uusimistarpeen kartoitus.
- Vuotojäljellisten alakattolevyjen uusiminen
- Solun I2 Olkkala tilan 2042 haljenneen viemäriputken korjaaminen
- Rakennuksen kaikkien jätevesi- ja sadevesiviemäreiden TV-kuvaus
- Kattoviemäreiden TV-kuvaus, ainakin solujen H- ja I välisellä tasakatolla.
- Rakennuksen palo-osastojen tarkastus ja puutteiden korjaus
- B-osa 1051 lavuaarin viemäriputken kiristys
- I-osan laite- ja dieselhuoneen oven ilmatiiveyden parantaminen
- solun D-osan / Haikko länsijulkisivun yksittäisen sisääntulokatoksen syöksytorven löystyneen jatkosliittymän kiinnityksen korjaaminen
- Pohjoisjulkisivun jätevaraston ulko-oven käynnin
- Vääntyneen rännikourun korjaaminen
- Pesutilojen 1106 ja 1101 lattiakaivojen kansien kiinnittäminen

17.1.2 Kiireelliset, 1 vuoden sisällä tehtävät korjaustoimenpiteet

- F2 Karuna 2114 ja C1 Ruukki, käytävän 1076 sähkökeskuksen läpivientien tiiveyden parantamista sekä samassa yhteydessä kaikkien rakennuksen sähkökeskusten läpivientien tarkastusta ja liimamassan lisäystä tarvittavilta osin.
- Solun I1 / 1122 huoneen kastuneen väliseinän korjaaminen ja kondenssivedenpoiston korjaaminen



- Solun I2 / Olkkalan [REDACTED] tilojen vaurioituneen muovimaton, liiman ja tasoitteet uusimista tiloista 2037–2040, sekä osittain tiloista 2042 ja 2043–2049
- Liikuntasalin seinän paikallisen maalipinnan kosteusvaurion korjaaminen ja ulkopuolen pellityksen kittäminen
- IV-konehuoneiden vedeneristysten paikkakorjaukset
- Solun I1 sosiaali-tilojen 1100, 1105, 1109, 1117 ja 1123 muovimattojen osittainen uusiminen

17.1.3 Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet

- Alapohjan ryömintätilan putkikannakointi- ja eristepuutteiden korjaukset
- Alakattoihin liittyvät toimenpiteet
 - alakattojen päällä olevien villalevyjen poisto soluissa C1 ja C2
 - vapaiden villapintojen pinnoittaminen alakattotiloissa
 - alakattotilojen puhdistus
 - alakattotiloissa olevien sähköjärjestelmän asennuslaatikoiden sulkeminen
 - alakattotiloissa olevien käytöstä poistettujen viemäreiden ja vesijohtojen asianmukainen tulppaus
 - tekniikkakuilujen aukkojen sulkeminen ja ilmatiiveyden parantaminen
 - Solun C2 / Inkala, käytävä 2015 tekniikkakuilun yksittäisen rakennusjätteen poistaminen
- Ikkunoiden heloituksen ja tiivisteiden uusiminen huoltotyönä tehdyn kartoituksen perusteella
- Julkisivuihin liittyvät kunnostustyöt, jotka suositellaan tekemään samalla kertaa



- ikkunoiden ulkopuitteiden kittauksen uusiminen
- pellitysten kiinnityksen ja tiiveyden varmistaminen, kittauksen uusiminen
- saumamassojen uusiminen
- puuosien huoltomaalaus
- Ullakkotiloissa olevien irronneiden aluskatteiden ja tuulenohjaimien korjaus
- Varautumaan asfaltti- ja betonikiveyspäällysteiden paikkakorjauksiin lähinnä liikennöidyillä- ja jalankulkuväylillä.

17.2 Ilmanvaihdon ja automaation toimenpidesuosituks

Seuraavassa on listattuna ilmanvaihtoon ja automaatioon liittyviä toimenpidesuosituksia niiden kiireellisyysjärjestyksessä.

17.2.1 Huoltoluonteiset toimenpiteet

Seuraavassa on listattu ilmanvaihtoon liittyviä huoltoluonteisia toimenpiteitä:

- Seuraamaan lumen kertymistä ulkoilmakammioihin ja -suodattimille (Luomisuojien / -säleikön tarpeen seuranta).
- Huippuimureiden kunnon vuosittainen toimintakunnon tarkastus. (uusimis- ja korjaustarpeen arviointi, ennen peruskorjausta).
- Rakennusautomaatiojärjestelmän GSM-liittymän toiminnan selvitys ja tarpeen mukainen uusiminen (tekstiviestihälytysten jatkolähetystä varten)

Seuraavassa on listattu rakennusautomaatioon liittyviä huoltoluonteiset toimenpiteet:

- Fidelix rakennusautomaatiojärjestelmän System-käyttäjä tunnuksen oikeuksien rajoitus tai tunnuksen poistaminen (yleisesti tiedossa oleva tunnus, toimenpiteellä ehkäistään sen väärinkäyttöä).



- Hienosäätämään ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien lämpötila-asetukset niiden yhteen toimivuuden parantamiseksi (tarpeen mukaan asetukset tulee palauttaa suunnitteluarvoihin ja aloittaa uudelleen säätö niistä).
- Rakennusautomaatiojärjestelmän pisteseurantojen lisääminen paikallisille valvonta-alakeskuksille (oleellisimmat säätö- ja mittauspisteet paikallisia huolto- ja selvitystoimenpiteitä varten)
- Ilmanvaihtokoneen TK02 lto:n ohjaustoimintojen ohjelmallinen tarkastus ja tarpeen mukainen korjaus. Samalla varmistaa muiden neste-lto-koneiden ohjaustoiminnot, sekä täsmäyttää kuuto-lto-järjestelmien sulatus-asetukset. (toimenpiteillä varmistetaan lto-järjestelmien energiatehokas toiminta).
- Tarkastamaan ja täsmäyttämään hälytyspisteiden hälytysviiveet ja prioriteetti vastaamaan Vantaan kaupungin rakennusautomaation suunnitteluohjetta.

17.2.2 Kiireelliset, 1 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet

Seuraavassa on listattu ilmanvaihtoon liittyviä kiireellisiä korjaus- ja huoltotoimenpiteet:

- Huippuimureiden: TK3PF2, TK13PF3, TK16PF, TK17PF, TK19PF, PK20PF uusiminen (laitteissa havaittiin laakerivaurioon viittaava sivuääni).
- Ilmanvaihtokoneiden TK5 ja TK9 hihnapyörien ja vetohihnojen uusiminen. Lisäksi ilmanvaihtokoneen TK9 poistoilmapuhaltimen laakerikorjaus. Korjausten jälkeen ilmamäärät tulee varmentaa, että ne ovat suunnitelmien mukaiset. (Heikkokuntoiset hihnaveto-osta ja laakerit heikentävät iv-koneiden toimintakuntoa ja energiatehokkuutta).
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja säätötyö. (parantava vaikutus järjestelmän energiatehokkuuteen ja sisäilmaolosuhteisiin).
 - Säätötyön yhteydessä heikkokuntoisten poistoilmaventtiilien tiivistysten uusiminen (estää ilmavuotoja ja vaimentaa ääniä).



- Säättötyön aikana ja noin 2 viikkoa sen jälkeen jatkuvatoiminen paine-erojen seurantamittaus. (Hienosäätöä ja laadunvarmistusta varten).

Seuraavassa on listattu rakennusautomaatioon liittyviä kiireellisiä korjaus- ja huoltotoimenpiteet:

- Erillispoistopuhaltimien päälle/pois-tyyppisten käsikytkimien vaihtaminen ajastinkytkimiin (vältetään puhaltimien pitkäaikaista ja tarpeetonta päälle jääntiä).
- Palauttamaan ryömintätilojen ilmanvaihtokoneille alkuperäisten toimintaselostusten mukaiset ohjelmalliset tehonrajoitustoiminnot (energiansäästö talvikaudella, koneissa ei ole lämmöntalteenottoja).
- Liikuntasalin vyöhykeohjausten korjaus yksittäisiin lämpötila- tai hiilidioksidimittauksiin perustuvaksi (tehostus toimi nykyisellään suunnitellusti).
- Oviverhokoneiden ohjaustoimintojen muuttaminen alkuperäisiä suunnitelmia vastaavaksi (turhan lämpöenergian käytön välttämiseksi).

17.2.3 Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet

Seuraavassa on listattu ilmanvaihtoon liittyviä korjaus- ja huoltotoimenpiteet:

- Ilmanvaihtokoneiden huoltokorjaus.
 - Sisältää vähintään seuraavat: koneiden ja pattereiden perusteellinen puhdistus, kaikkien tiivisteiden uusiminen, puhaltimien uusiminen (suoravetoiset), yli 10 vuotta vanhojen mittaus- ja säätölaitteiden uusiminen ja lämmityspattereiden virtaamien perussäätö
 - Samassa yhteydessä tuloilmakammioiden pohjien käsittely M1 luokan suoja-aineella
 - Luomisuojien / -säleiköiden tarpeenmukainen lisääminen (mitoitus vaatii ilmanvaihtosuunnittelua)



Seuraavassa on listattu rakennusautomaatioon liittyviä korjaus- ja huoltotoimenpiteet:

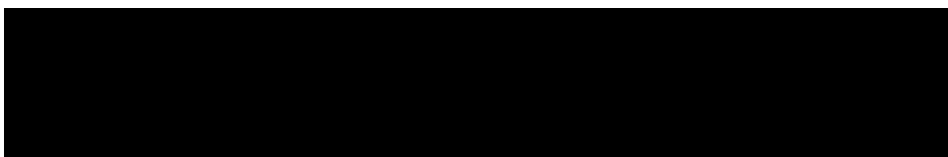
- Harkinnan varaisesti saneeraamaan ja palauttamaan tilakohtaisen ja tarveohjatun ilmamäärien säätöjärjestelmä käyttöön (suositeltava toteuttaa viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa)
- Alkuperäisten kenttälaitteiden kartoittaminen ja uusiminen.
- Harkinnan varaisesti lisäämään ryömintätilojen ilmanvaihtokoneille ohjelmallisen tehorajoitustoiminnon perustuen ulko- ja sisäilman absoluuttiseen kosteusmittaukseen (toimenpide vaatii uusia laiteasennuksia ja rau-suunnittelua).
- Harkinnan varaisesti lisäämään ryömintä- ja oleskelutilojen välille jatkuvatoimiset paine-eromittaukset hälytyksillä, sekä auditorion ja aulatilán välille.

17.2.4 Seuraavassa peruskorjauksessa huomioitavia asioita

- Ilmanvaihtokoneiden ja huippuimureiden uusiminen (harkinnan varaisesti).

AFRY Buildings Finland Oy

7.2.2024



Laura Hongisto, Ins. (AMK)

Rakennusterveysasiantuntija



Emma Taavettila, Ins. (AMK)

Asiantuntija

Ville Pasanen, Ins. (AMK)

Asiantuntija



Pasi Marttila

Peetu Kumpuniemi

LVI-asiantuntija

LVI-asiantuntija

1 Tutkimusmenetelmät ja -välineet

Aistinvarainen arviointi

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

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 - lukulaitteyhdistelmää, asteikko 0-177. Pintakosteudenilmaisim kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin pinta-anturiin kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakierrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viiltomittaukset

Lattioiden muovipäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 tai HM42- mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41 tai HM40 - lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepä tarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteseen.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus HMP42:lla on $\pm 0,2$ °C. Mittalaittevalmistajan ilmoittama HM42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on $\pm 1,5$ %RH (0...90 %RH) ja $\pm 2,5$ %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,2$ °C. Mittalaittevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheimmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapää > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen $\pm 1,5$ %RH.

Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan AFRY Buildings Finland Oy:ssä noin neljän kuukauden välein.

Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittaukset

Rakenteiden eristetilojen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 tai HM42 -mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta n. 200 mm syvyydelle eristetilaa mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin mahdollisuuksien mukaan rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41 tai HM40-lukulaitteella. Tulokset ovat suuntaa-antavia, erityisesti



isompien rakenneavausten kautta tehtyinä, sillä rakenteen olosuhteet pääsevät rakenteen avaamisen jälkeen jossain määrin tasapainottumaan huoneilman olosuhteiden kanssa.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus HMP42:lla on $\pm 0,2$ °C. Mittalaittevalmistajan ilmoittama HM42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on $\pm 1,5$ %RH (0...90 %RH) ja $\pm 2,5$ %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,2$ °C. Mittalaittevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapää > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen $\pm 1,5$ %RH.

Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan AFRY Buildings Finland Oy:ssä noin neljän kuukauden välein.

Ilman liikkeet, ilmavuodot

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

Kahden huonetilan ilmanjakoa tarkasteltiin Handyfogger (Tiny CX) savukoneen avulla. Savukoneen neste höyrytetään ja sitä ohjataan tuloilmapäätteen eteen. Savu liikkuu ilmapvirtausten mukana ja näin voidaan selvittää tuloilman jakoa huonetilassa.

Merkkiainetutkimus

Rakenteiden ilmatiivyyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Kokeessa rakenteen eristetilaa laskettiin merkkiainekeasua (5 % H₂ + 95 % N₂) noin 2 minuutin ajan virtausnopeudella 5 l/min. Huonetilassa merkkiaineen määrää mitattiin merkkiaineanalyysointorilla (Sensistor 9012 WRS) ja siihen liitettävällä anturilla. Analyysointorilla tutkittiin, virtaako kaasua rakenteiden liittymien kautta huonetiloihin, kun huonetilalla on alipaineinen tutkittavaan rakenteeseen nähden.

Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärät mitattiin SwemaAir 3000-monitoimimittarilla ja siihen yhdistetyllä kuumalangalla. Kuumalangan mittaustarkkuus on noin ± 5 %. Mittausvirhe on paikasta riippuen noin ± 5 %.

Paine-eromittaukset suoritettiin Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20 % tarkkuuteen. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä noin 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

Ilman liikkeet

Ilmanjakoa tarkasteltiin Handyfogger (Tiny CX) savukoneen avulla. Savukoneen neste höyrytetään ja sitä ohjataan tuloilmapäätteen eteen. Savu liikkuu ilmapvirtausten mukana ja näin voidaan selvittää tuloilman jakoa huonetilassa.

Painesuhteiden pitkäaikaissuranta

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

Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset

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

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaissuranta

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

Rakenneavaukset

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

Mikrobianalyysit

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

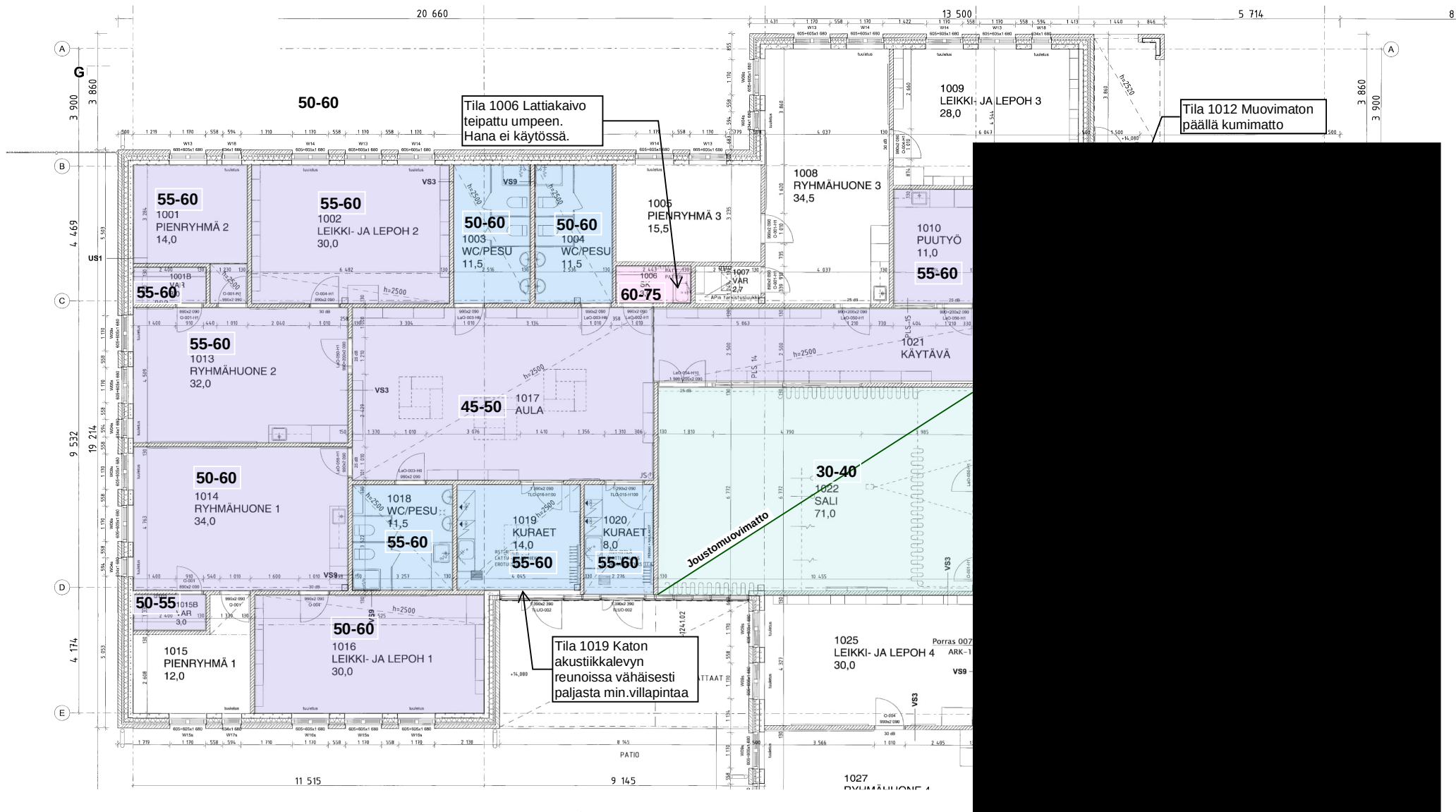
MERKINNÄT POHJAKUVISSA:

- 60-70** Pintakosteusilmaisimen vertailuarvot (lattia),
kohonneet arvot punaisella >85
-  Kohonneiden vertailuarvo-alueiden pinta-ala
- 100** Pintakosteusilmaisimen vertailuarvot (seinien alaosa)
- RAK** Rakenneavaus ja materiaalinäytteet
- MPx** Kosteusmittauspiste, porareikämittaukset
- MKx** Merkkiainekokeet, ilmatiiveysmittaukset
- Vx** Viiltomittaus
(Lattiatpinnoitteen alapuolinen kosteusmittaus)
- PA_x**
CO2x
Tx Paine-ero (PA)
olosuhdemittaus (T=lämpötila, CO2=hiilidioksidi)
- abc** Yleiset huomiot, kommentit

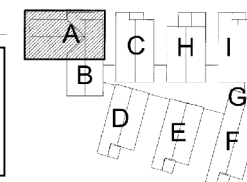
LATTIAPINNOITTEET POHJAKUVISSA:

-  Kumimatto (kolikko)
-  Muovimatto
-  Massapinnoite
-  Vinyyli-laatta
-  Vinyyli-laminaatti
-  Linoleum
-  Maalattu betoni
-  Pinnoitettu betoni
-  Keraaminen laatta
-  Parketti
-  Lautalattia
-  EPDM-matto

1.kerros A-osa Päiväkoti



Yleisesti:
Ulkopuutteen lasitusmassa kulunut.
Vuotojalkiä karmin välitilan puolella,
muovisen lasituslistan päällä.



1.kerros B-osa Päiväkoti

KARTANOKOSKEN KOULU, SISÄILMATUTKIMUKSET
SIJAINTIKAAVIOT
AFRY Buildings Finland Oy
25/11/2023

Tila 1028 Alakatossa
paljasta villapintaa



Viilto mittaukset

Tila 1046 sisäilma
25,6 °C / 19,2 %RH / 4,52 g/m³

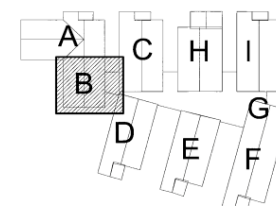
V13 GANN 88
26,6 °C / 70,3 %RH / 17,72 g/m³
lievä kemiallinen haju, kohtuullinen
kiinnitys

V14 GANN 65
32,2 °C / 68,5 %RH / 25,62 g/m³
lievä kemiallinen haju, kohtuullinen
kiinnitys

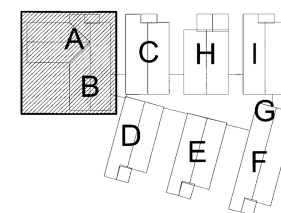
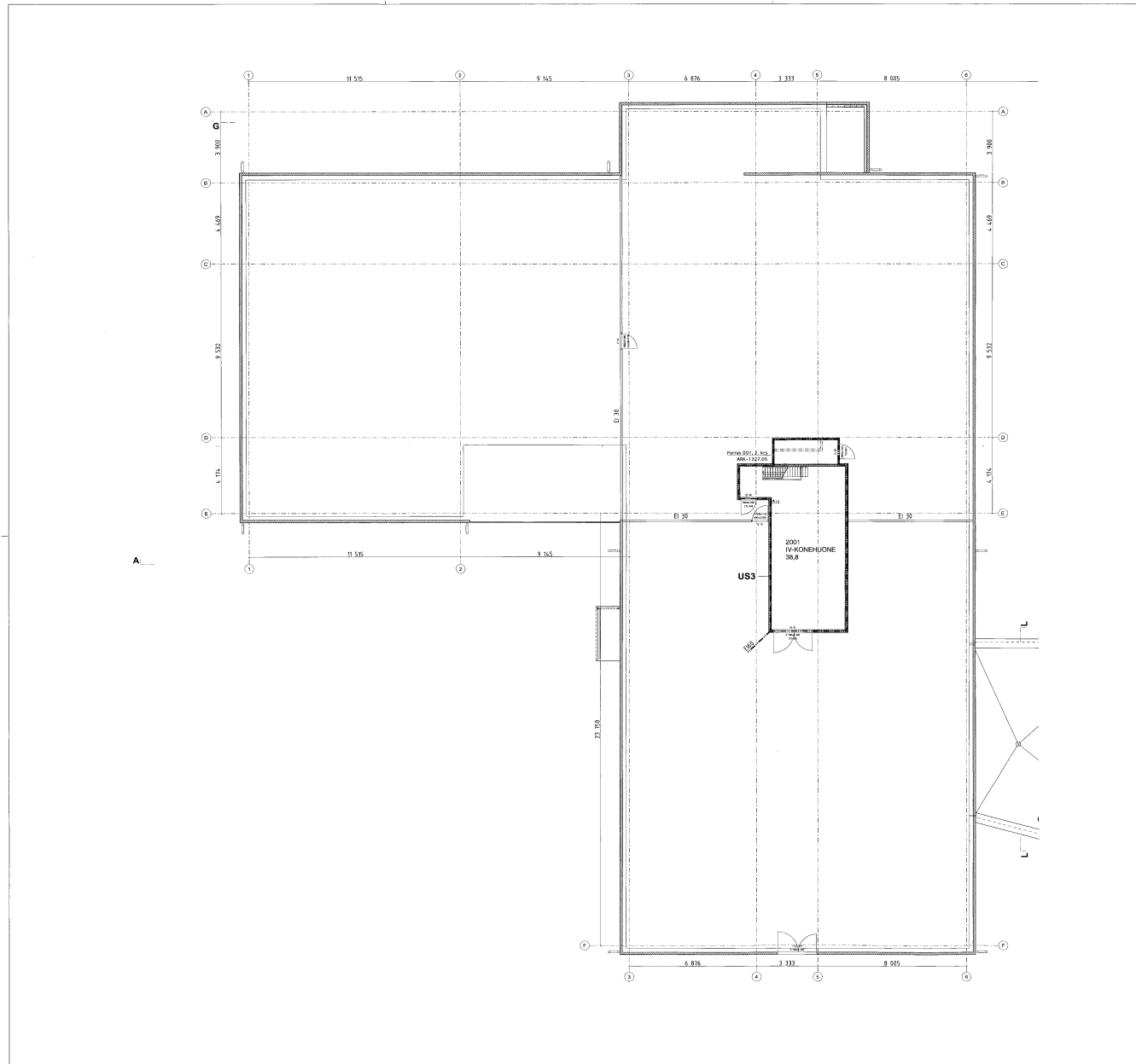
Tila 1041 sisäilma
21,1 °C / 24,8 %RH / 4,6 g/m³

V15 GANN 80
21,3 °C / 778,3 %RH / 14,61 g/m³
lievä kemiallinen haju, kohtuullinen
kiinnitys

Yleisesti:
Ulkopuutteen lasitusmassa
kulunut.



2.kerros A-B-osa



2.kerros C-osa Inkala

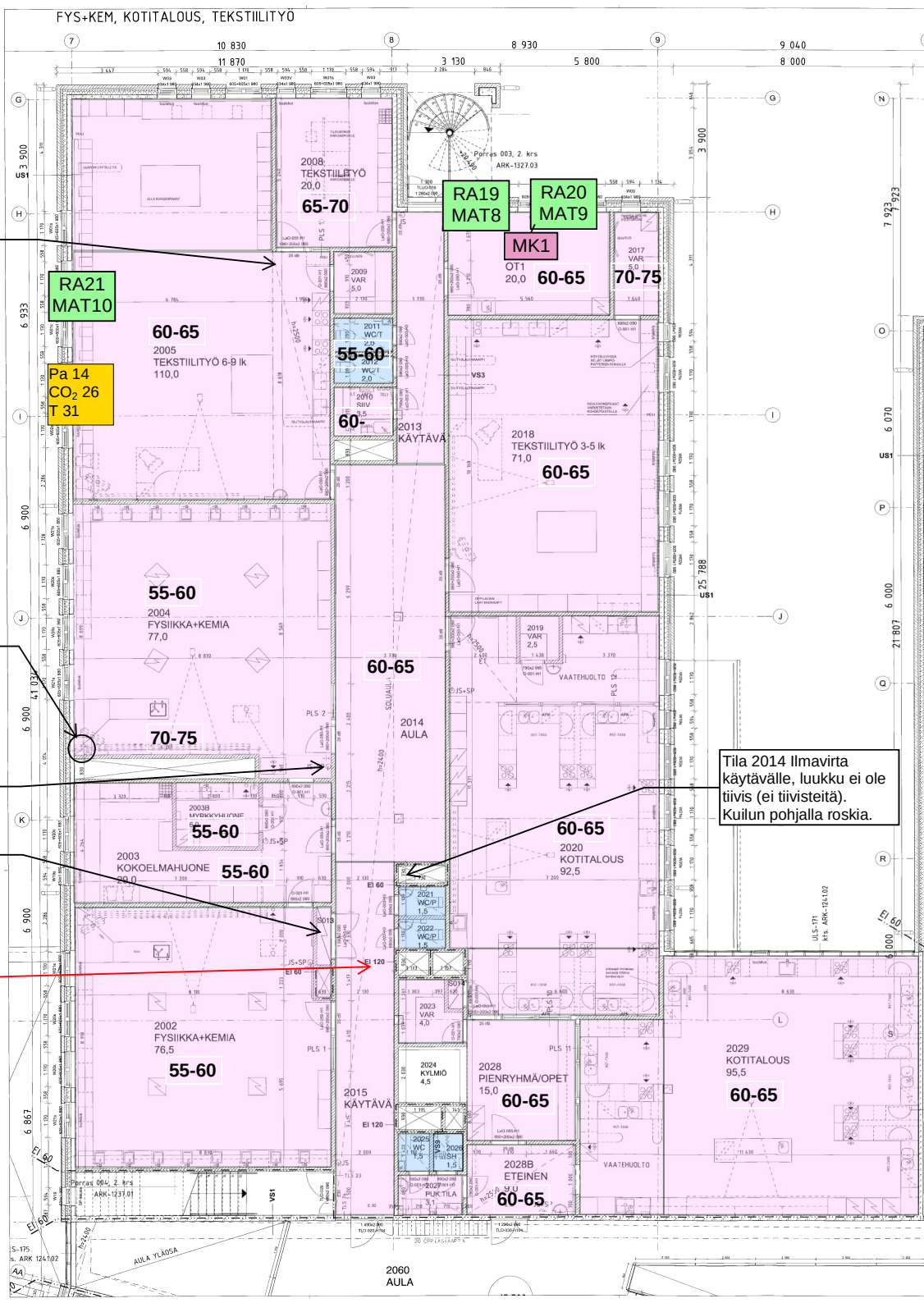
Tila 2005 Kuiva
vuotojälkikatossa. Ilmeisesti
ontelolaatan vedenpoistoreiästä
peräisin.

Tila 2004 Levykotelo;
valurautainen viemäriputki.
Aistinvaraisesti ilmavirtaus
huonetilaan.

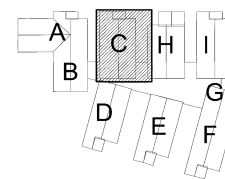
Tila 2004 Häätäsuikun kaivo
kuivunut, viemärin hajua
sisäilmaan

Tila S013 Välipohjassa
epätiviä läpivientejä.

Tila 2015 Alakaton
sisällä villalevyjä

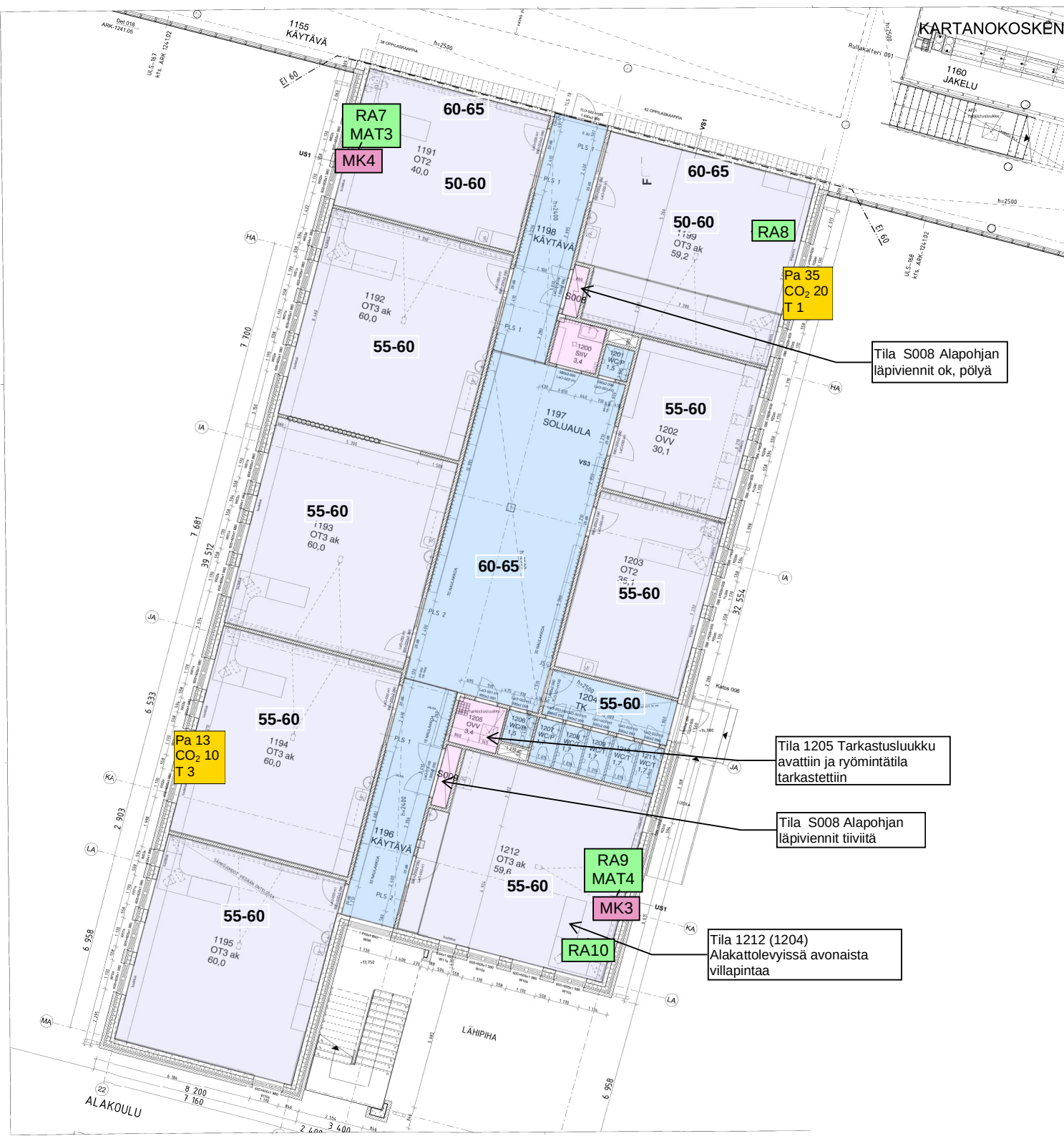


Yleisesti:
Käytävän alaslaseketun katon
sisällä villalevyjä.



1.kerros E-osa Laukko

KARTANOKOSKEN KOULU, SISÄILMATUTKIMUKSET
SIJAINTIKAAVIOT
AFRY Buildings Finland Oy
25/11/2023

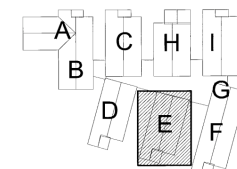


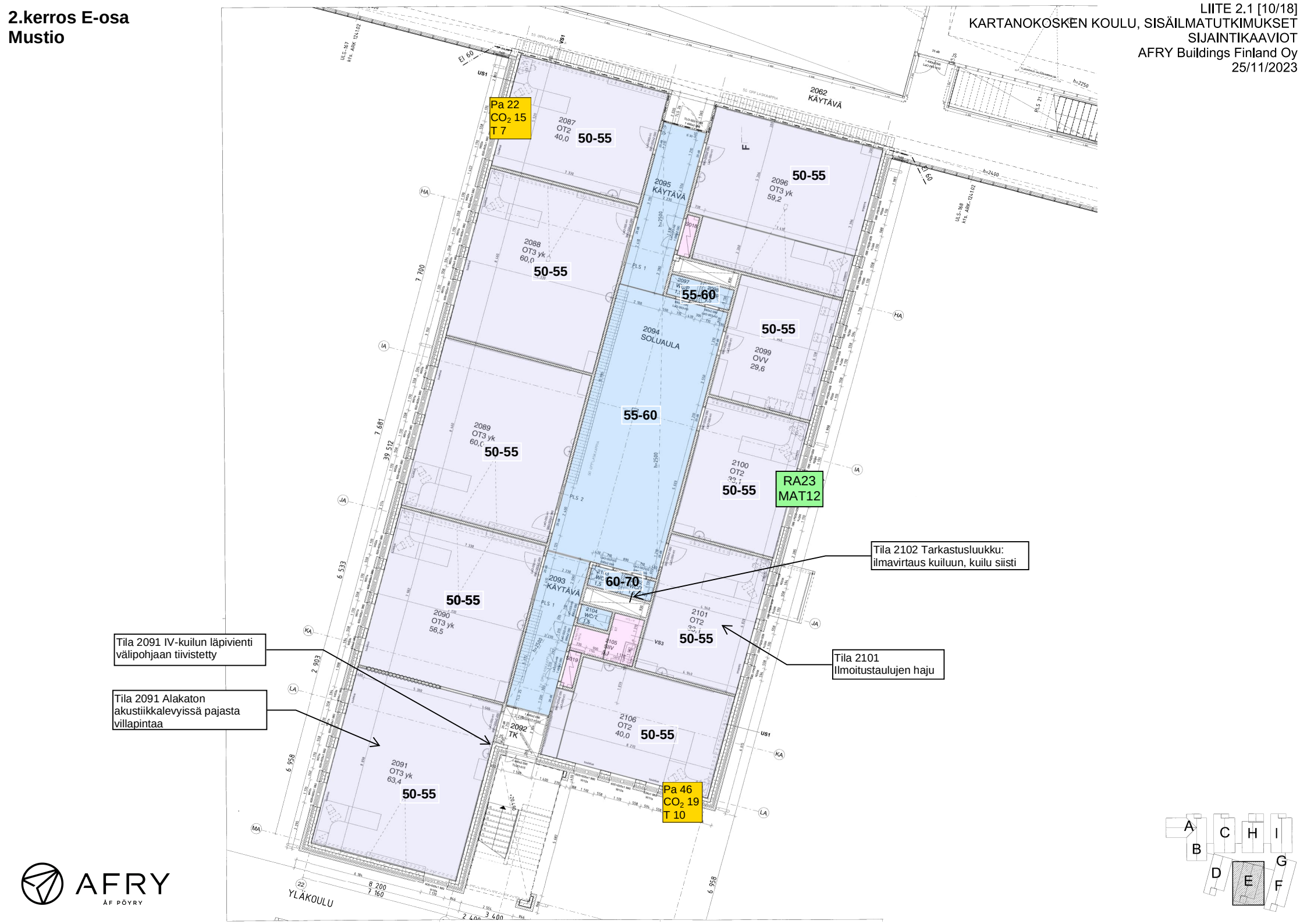
Tila S008 Alapohjan läpiviennit ok, pölyä

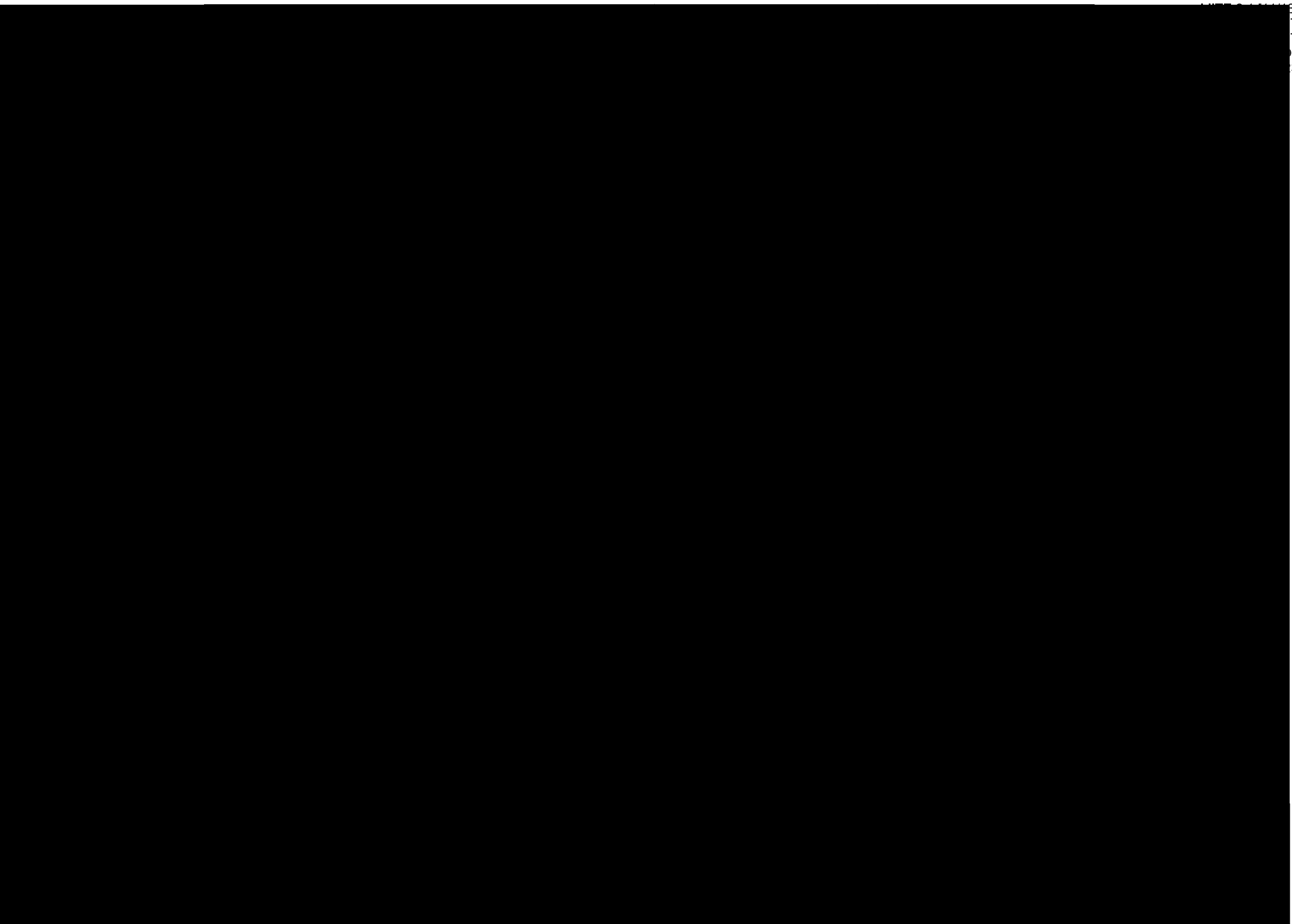
Tila 1205 Tarkastusluukku avattiin ja ryömintätila tarkastettiin

Tila S008 Alapohjan läpiviennit tiiviitä

Tila 1212 (1204) Alakattolevyissä avonaista villapintaa







2.kerros F-osa Karuna



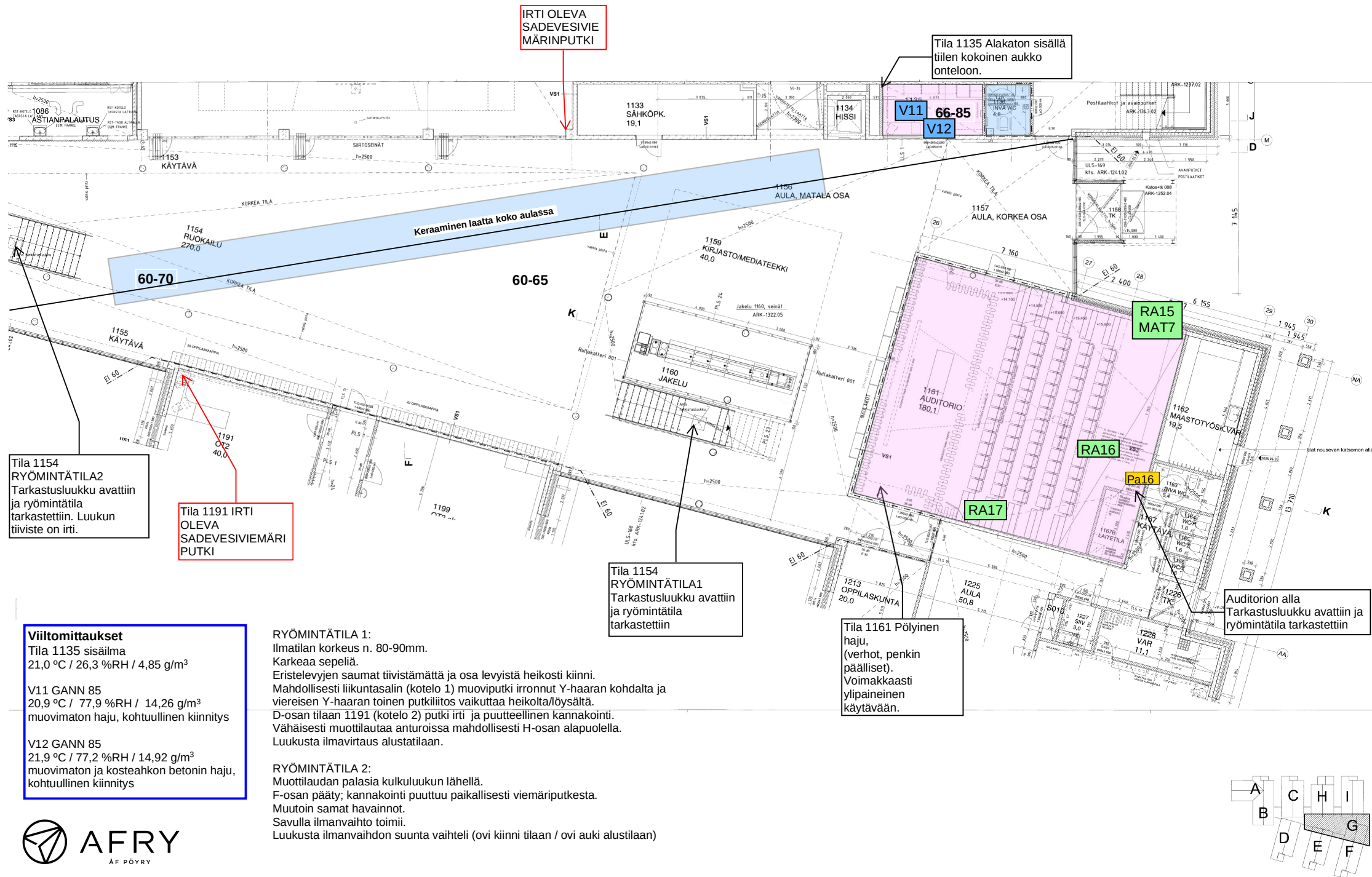
Tila 2116 Pahvin ja
vihkojen hajua

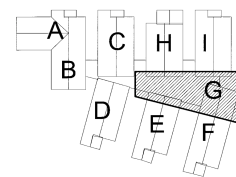
Tila 2117 Välipohjassa epätiiviitä
sähköläpivientejä
(tarkastettu savulla)

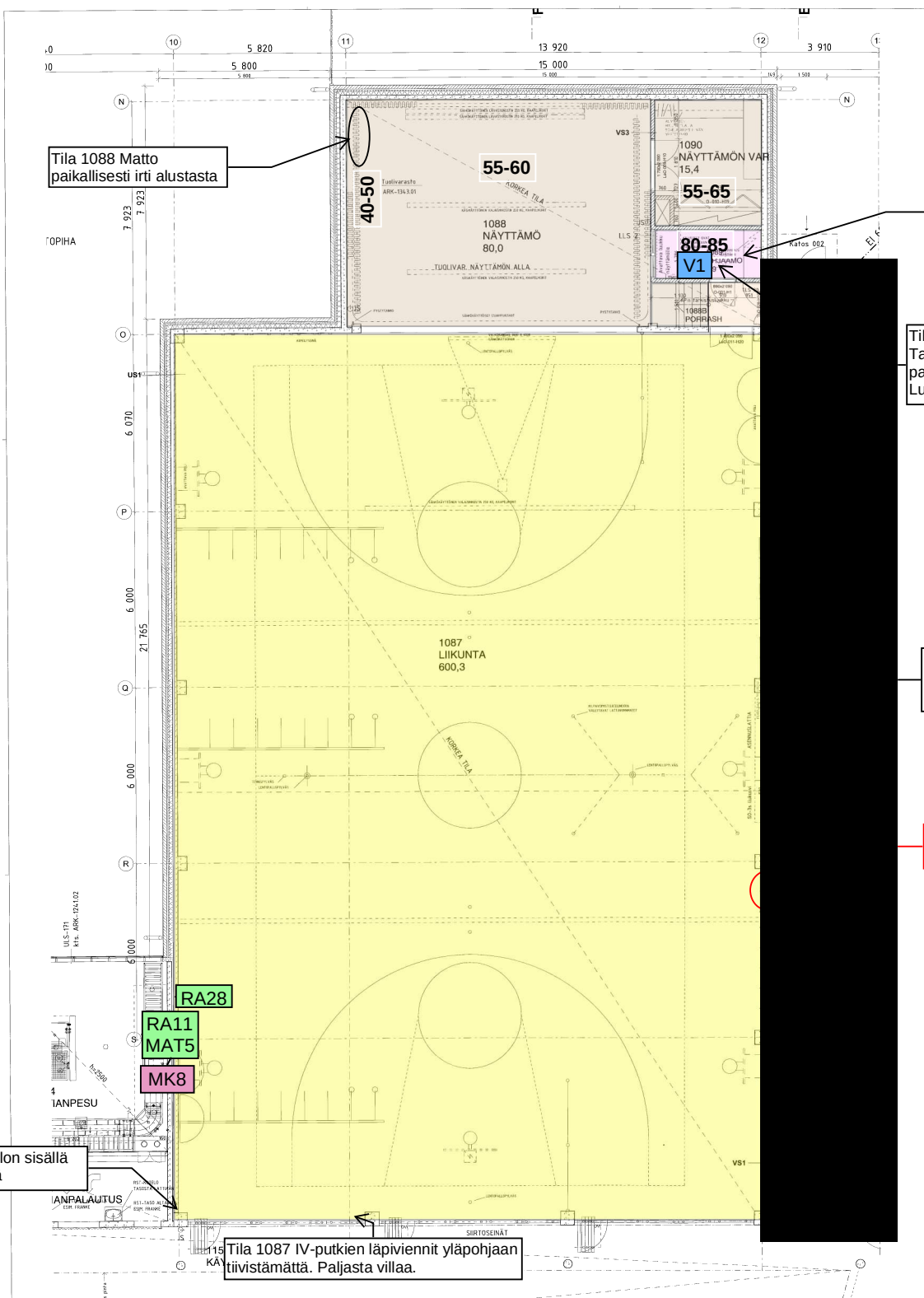
Tila 2117 Oven vieressä
levyn alareuna kupruilee

Tila S021 Epätiiviitä
liittymiä välipohjassa ja
väliseinässä

1.kerros G-osa Aula ja auditorio





1.kerros H-osa
Suitia

Tila 1088 Matto paikallisesti irti alustasta

Tila 1089
Mattosauma
ratkennut

Viilto mittaukset

Tila 1089 sisäilma
17,9 °C / 33,8 %RH / 5,16 g/m³

V1 GANN 85
17,9 °C / 52,4 %RH / 8,02 g/m³
muovimatolle tyypillinen haju, tiukka
kiinnitys

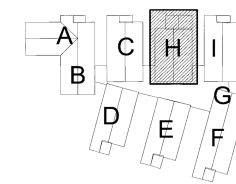
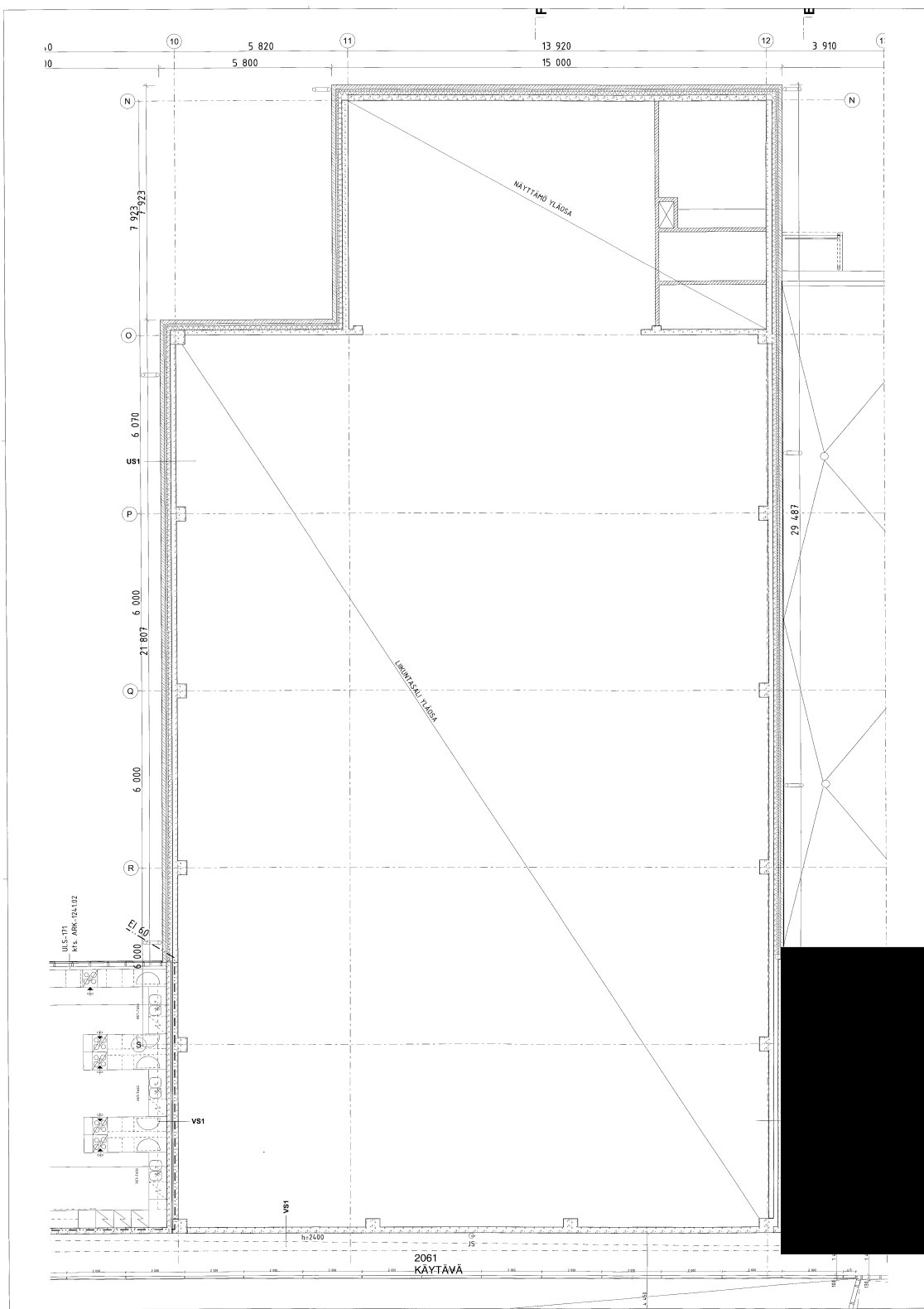
Tila 1089
Tarkastusluukun päällä
paljon audiolaitteita.
Luukkua ei aukaistu

Tila 1087 Seinässä koko matkalla
halkeamia.

Tila 1087 Vanhoja vuotojälkiä.
Maalipinta hilseilee ja härmettä

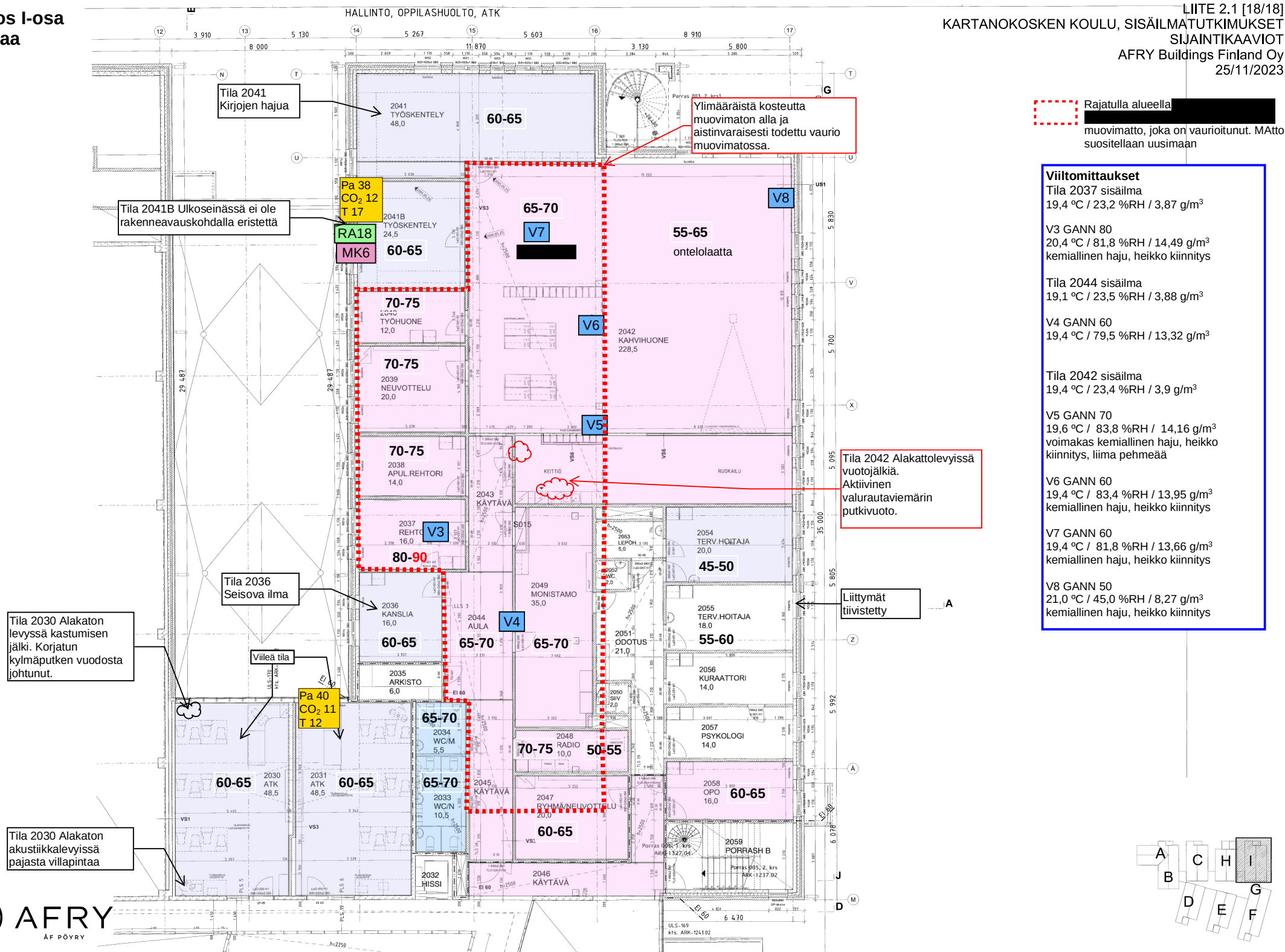
Tila 1087 Levykotelon sisällä
halkeama seinässä

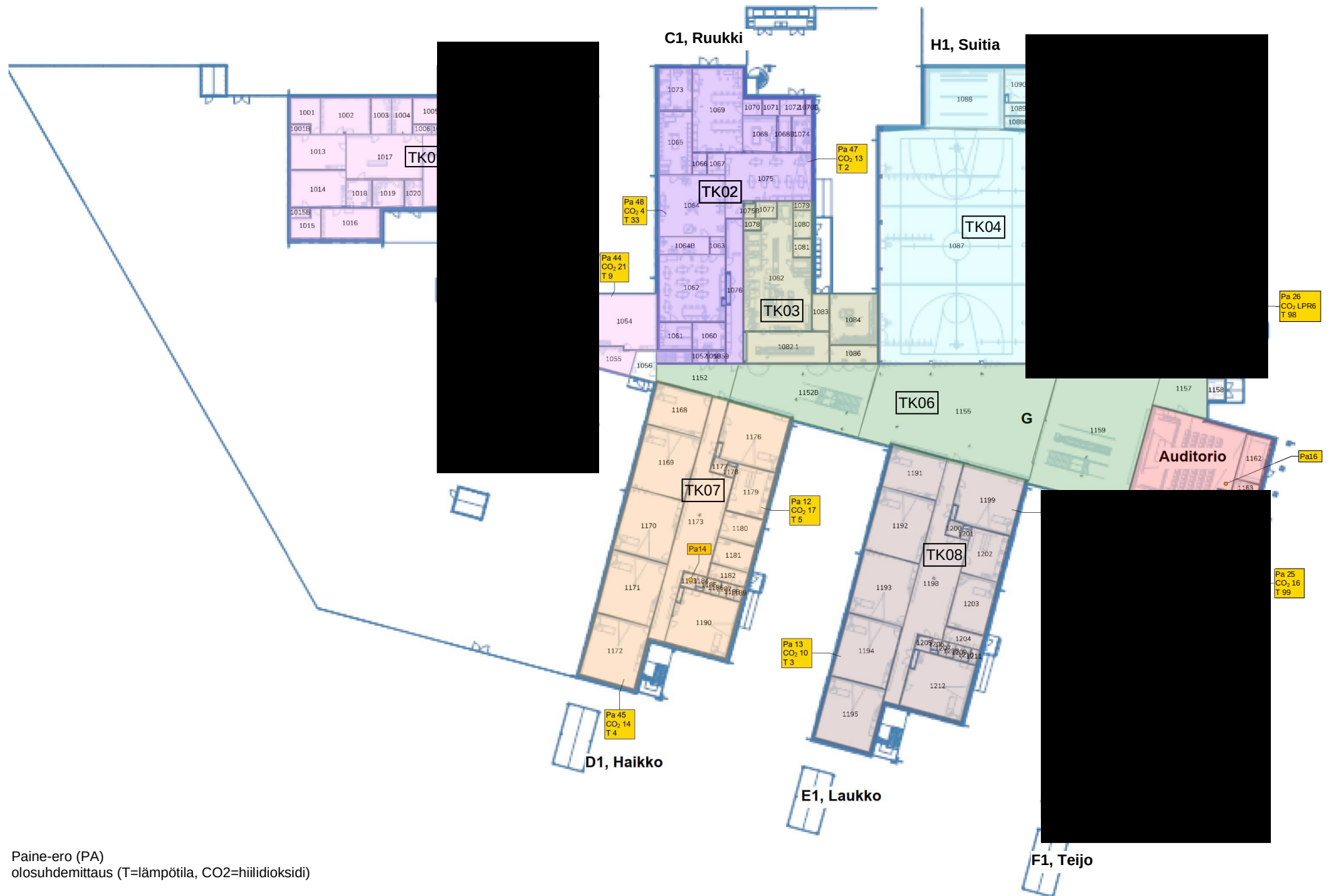
Tila 1087 IV-putkien läpiviennit yläpohjaan
tiivistämättä. Paljasta villaa.



2.kerros I-osa Olkkalaa

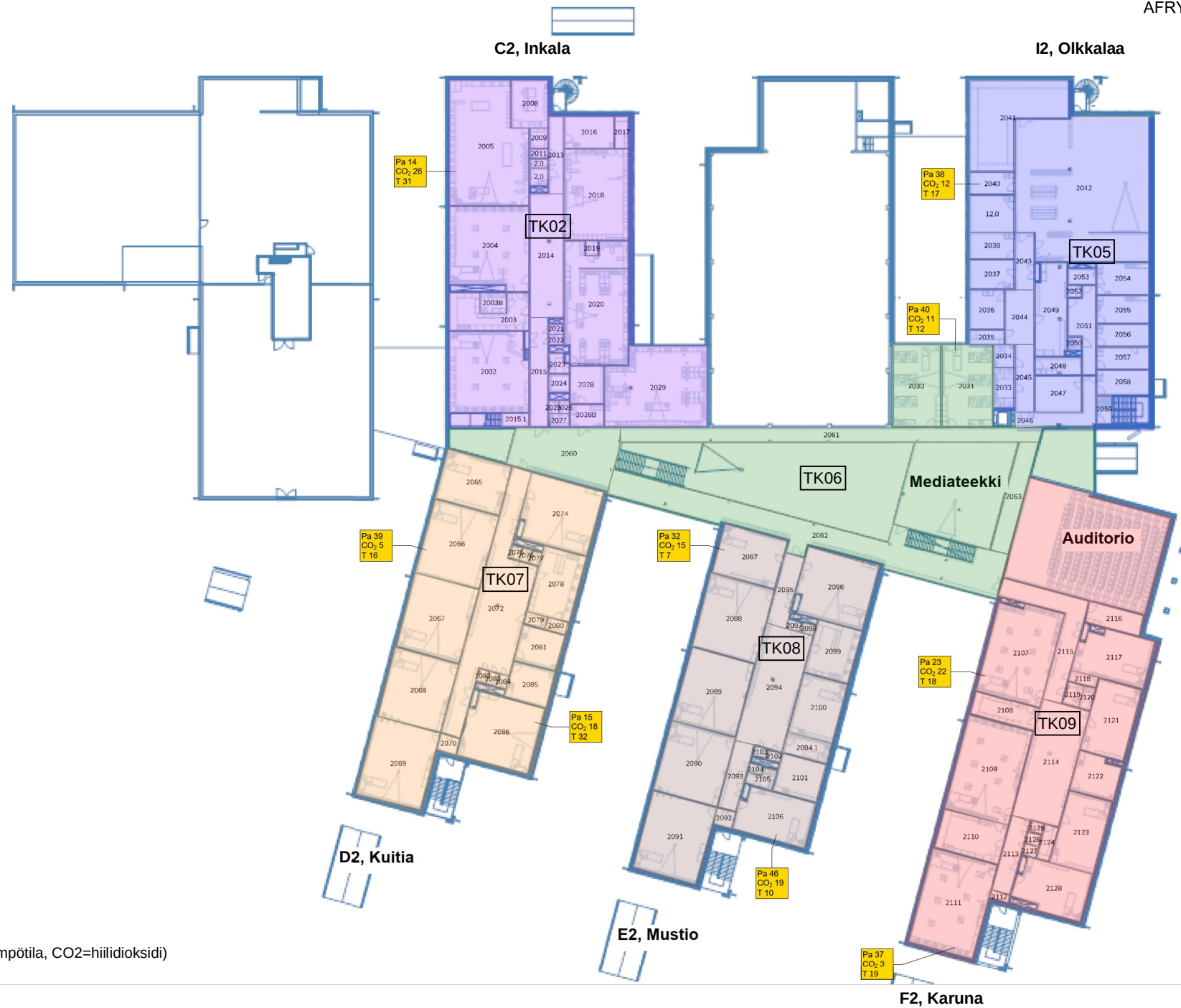
KARTANOKOSKEN KOULU, SISÄILMATUTKIMUKSET
SIJAINTIKAAVIOT
AFRY Buildings Finland Oy
25/11/2023





PA_x
CO₂x
Tx

Paine-ero (PA)
olosuhdemittaus (T=lämpötila, CO₂=hiilidioksidi)



PA_x
CO₂x
Tx

Paine-ero (PA)
olosuhdemittaus (T=lämpötila, CO₂=hiilidioksidi)

Tilaaaja
2911977-7
AFRY Buildings Finland Oy
Hongisto Laura

Linnoitustie 5
02600 ESPOO

Maksaja

AFRY Buildings Finland Oy
c/o Vahanen yhtiöt laskutus

Linnoitustie 5
02660 ESPOO



Näytetiedot	Näyte	Materiaalit		
	Näyte otettu	17.10.2023	Kellonaika	
	Vastaanotettu	19.10.2023	Kellonaika	16.10
	Tutkimus alkoi	20.10.2023	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	Kartanokosken koulu		
	Näytteenottaja	Taavetila Emma		
	Viite	Hongisto/BP1794/LPR: 457-5030		

33652-1: Rakennusmateriaali, MAT1: D-osa 1176, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteenoksi toimitettu		4,9		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100

33652-2: Rakennusmateriaali, MAT1: D-osa 1170, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteenoksi toimitettu		3,0		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100

33652-3: Rakennusmateriaali, MAT3: E-osa 1191, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteenoksi toimitettu		2,5		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100

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

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

33652-4: Rakennusmateriaali, MAT4: E-osa 1204, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		2,9		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

33652-5: Rakennusmateriaali, MAT5: H-osa 1087 (liikuntasali), VS, min.villa, Kartanokosken koulu

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

33652-6: Rakennusmateriaali, MAT6: F-osa 1229, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		3,0		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

33652-7: Rakennusmateriaali, MAT7: G-osa 1.krs auditorion alustila, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		3,0		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

33652-8: Rakennusmateriaali, MAT8: C-osa 2016, US, min.villa (ulkop. tiilimuuraus), Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		2,9		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

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

33652-9: Rakennusmateriaali, MAT9: C-osa 2016, US, min.villa (ulkop. lautaverhous), Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		3,8		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100
				pmy/g

33652-10: Rakennusmateriaali, MAT10: C-osa 2005, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		3,1		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100
				pmy/g

33652-11: Rakennusmateriaali, MAT11: D-osa 2066, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		2,9		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100
				pmy/g

33652-12: Rakennusmateriaali, MAT12: E-osa 2100, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		2,9		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100
				pmy/g

33652-13: Rakennusmateriaali, MAT13: F-osa 2109, US, min.villa, Kartanokosken koulu

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		3,5		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100
				pmy/g

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

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

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

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittaasepävarmuus
Näytteeksi toimitettu määrä, Aktinomykeettipitoisuus #, THG	Gravimetrinen Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	11 %
Bakteeripitoisuus, muut, THG	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	19 %
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus, 2 % MALLAS	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	10 %
Hiiva- ja homeitiöpitoisuus, DG18	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	9 %

Analyytituloksen teknisen suorituksen mittaasepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

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

Analyytituloskohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittaasepävarmuuteen.

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit

Kosteusvaurioindikaattorit:

Acremonium sp.	Geomyces sp.	Sporobolomyces sp.
aktinomykeetit	Eurotium sp.	Stachybotrys sp.
Aspergillus fumigatus	Exophiala sp.	Trichoderma sp.
Aspergillus ochraceus	Fusarium sp.	Tritirachium sp.
Aspergillus restricti -lajiryhmä	Oidiodendron sp.	Ulocladium sp.
Aspergillus sydowii	Paecilomyces sp.	Wallemia sp.
Aspergillus terreus	Paecilomyces variotii	
Aspergillus ustus	Phialophora sp.	
Aspergillus versicolor	Phoma sp. (Coelomycetes-sukuryhmä)	
Botryotrichum sp.	Rhinochlaena sp.	
Chaetomium sp.	Scopulariopsis sp.	

Muut sienet:

Absidia sp.	Chrysonilia sp.	Verticillium sp.
Alternaria sp.	Cladosporium sp.	
Aspergillus sp.	Geotrichum sp.	
Aspergillus flavus	hiivat	
Aspergillus niger	Mucor sp.	
Aureobasidium sp.	Mycelia sterilia	
Beauveria sp.	Penicillium sp.	
Botrytis sp.	Rhizopus sp.	

Yhteyshenkilö Thure Tiina, 010 3913 404, mikrobiologi

Tiedoksi Hongisto Laura, laura.hongisto@afry.com;
Pasanen Ville, ville.pasanen@afry.com;
Taavettila Emma, emma.taavettila@afry.com

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

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

Kohde	Kartanonkosken koulu
Osoite	Tilkuntie 5, Vantaa
Päivämäärä	mittaukset suoritettu 18.-19.10.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / TSI 9565-P
Mittaja	Pasi Marttila & Peetu Kumpuniemi

[illegible][illegible][illegible]

Kohde	Kartanonkosken koulu
Osoite	Tilkuntie 5, Vantaa
Päivämäärä	mittaukset suoritettu 18.-19.10.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / TSI 9565-P
Mittaja	Pasi Marttila & Peetu Kumpuniemi

[illegible][illegible]

Tila / kerros	TULOILMA								POISTOILMA								LISÄTIEDOT
	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ Virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %	
D-rakennus																	
1170	TK7	2xAktivent-250	250			260	240	8 %	TK7	KSO	160	52	15	45	40	13 %	
										KSO	160	45	15	42	40	5 %	
										KSO	160	41	15	40	40	0 %	
										KSO	160	38	15	38	40	-5 %	
										KSO	160	32	15	35	40	-13 %	
										KSO	160	29	15	33	40	-18 %	
												yht.		233	240	-3 %	
1172	TK07	2xAktivent-250	250			239	240	0 %	TK7	KSO	160	44	18	41	40	2 %	
										KSO	160	42	17	40	40	0 %	
										KSO	160	32	17	35	40	-13 %	
										KSO	160	26	17	32	40	-20 %	
										KSO	160	25	17	31	40	-23 %	
										KSO	160	25	17	31	40	-23 %	
												yht.		210	240	-13 %	
2066	TK07	2xAktivent-250	250			270	240	13 %	TK07	KSO	160	52	15	45	40	13 %	
										KSO	160	45	15	42	40	5 %	
										KSO	160	40	15	39	40	-3 %	
										KSO	160	35	16	37	40	-8 %	
										KSO	160	31	15	35	40	-13 %	
										KSO	160	29	15	33	40	-18 %	
												yht.		231	240	-4 %	
2067	TK07	2xAktivent-250	315			234	240	-3 %	TK07	KSO	160	46	15	42	40	5 %	
										KSO	160	38	15	38	40	-5 %	
										KSO	160	33	15	36	40	-10 %	
										KSO	160	28	16	33	40	-18 %	
										KSO	160	25	15	31	40	-23 %	
										KSO	160	25	15	31	40	-23 %	
												yht.		211	240	-12 %	
E-rakennus																	
1990 (1199)	TK8	2xAktivent-250	250			235	240	-2 %	TK8	KSO	160	50	15	44	40	10 %	
										KSO	160	44	15	41	40	2 %	
										KSO	160	35	15	37	40	-8 %	
										KSO	160	31	15	34	40	-15 %	
										KSO	160	27	15	32	40	-20 %	
										KSO	160	27	15	32	40	-20 %	
												yht.		220	240	-8 %	
1204 (1212)	TK8	2xAktivent-250	250			238	240	-1 %	TK8	KSO	160	24	15	20	40	-25 %	
				</													

Kohde	Kartanonkosken koulu
Osoite	Tilkuntie 5, Vantaa
Päivämäärä	mittaukset suoritettu 18.-19.10.2023
Mittalaitteet	Swema 3000 / TSI 9565-P
Mittaja	Pasi Marttila & Peetu Kumpuniemi

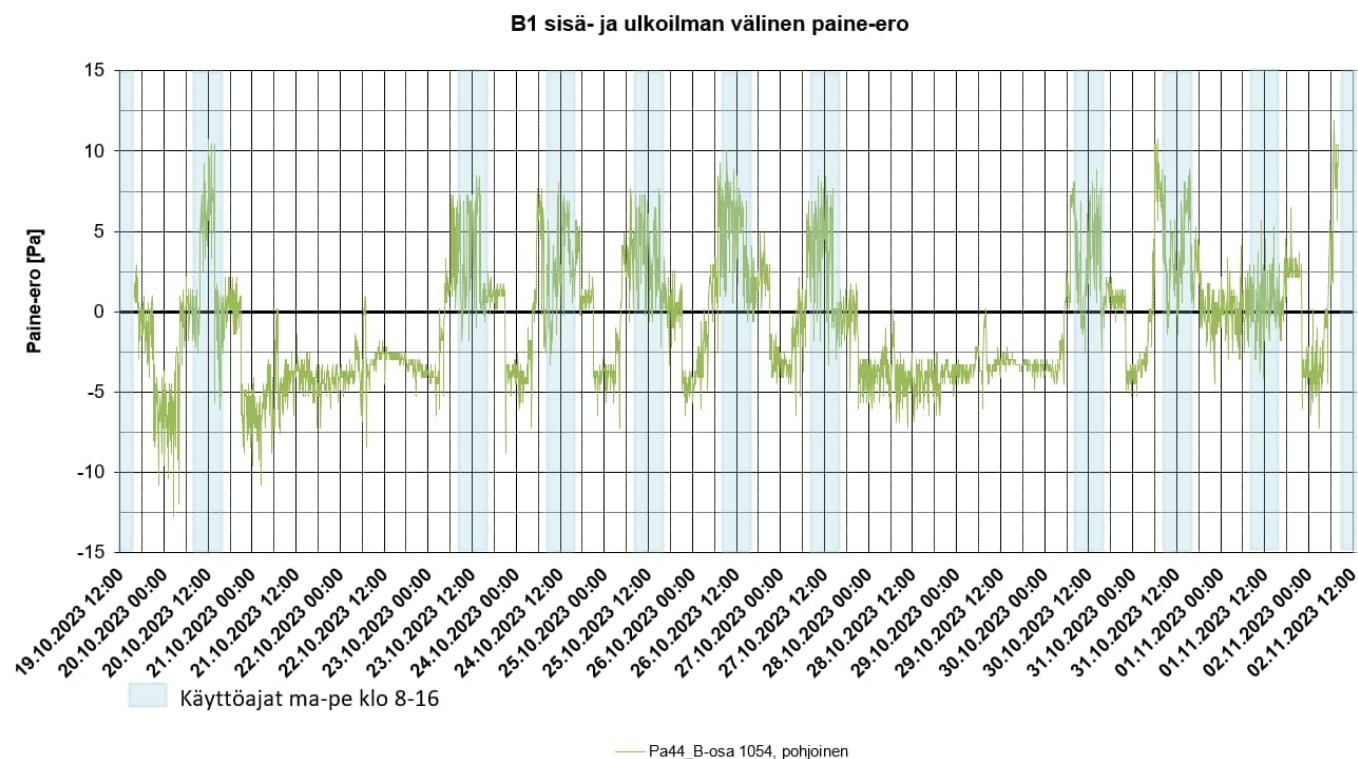
[illegible][illegible]

Tila / kerros	TULOILMA								POISTOILMA								LISÄTIEDOT	
	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ Virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %	Koje	Mittauspaikka	Koko	Paine/ virtaus	Rako/ K-arvo	Mitattu l/s	Suunniteltu l/s	Ero %		
E-rakennus																		
2100	TK8	Aktivent	200	20		83	70	19 %	TK8	KSO	160	46	10	36	35	3 %		
		Aktivent	200	21		84	70	20 %		KSO	160	50	10	37	35	6 %		
						yht.	167	140		19 %	KSO	160	55	13	43	35	23 %	
											KSO	160	70	13	49	35	40 %	
											yht.	165	140	18 %				
2089	TK8	2xAktivent-250	250			254	240	6 %		KSO	160	21	20	34	40			
										KSO	160	22	22	37	40	-8 %		
										KSO	160	25	16	33	40	-18 %		
										KSO	160	29	20	40	40	0 %		
										KSO	160	34	21	45	40	13 %		
										KSO	160	42	22	51	40	28 %		
F-rakennus																		
1229	TK09	Aktivent	250			144	90	60 %	TK09	KSO	200	35	25	51	51	0 %		
		Aktivent	250			156	90	73 %		KSO	200	42	25	56	51	10 %		
		Aktivent	250			157	90	74 %		KSO	200	42	25	56	51	10 %		
		Aktivent	250			154	90	71 %		KSO	200	44	25	57	51	12 %		
						yht.	611	260		135 %	KSO	200	50	25	61	52	17 %	
											KSO	200	56	25	64	52	23 %	
											KSO	200	72	25	73	52	40 %	
											yht.	418	360	16 %				
1233	TK09	Aktivent	250			137	100	37 %	TK09	KSO	200	78	20	66	54	22 %		
		Aktivent	250			148	100	48 %		KSO	200	89	19	68	54	26 %		
		Aktivent	250			157	100	57 %		KSO	200	87	19	68	54	26 %		
		Aktivent	250			142	100	42 %		KSO	200	95	18	68	54	26 %		
						yht.	584	400		46 %	KSO	200	101	18	71	54	31 %	
											KSO	200	108	19	75	55	36 %	
											KSO	200	115	18	75	55	36 %	
											yht.	491	380	29 %				
2109	TK09	Aktivent	250			180	104	73 %	TK09	KSO	200	49	20	53	51	4 %		
		2xAktivent-250	315			352	206	71 %		KSO	200	55	20	56	51	10 %		
						yht.	532	310		72 %	KSO	200	55	18	52	52	0 %	
											KSO	200	62	20	59	52	13 %	
											KSO	200	61	21	60	52	15 %	
											KSO	200	73	29	64	52	23 %	
2111																		
2111	TK09	3xAktivent-250	250			282	310	-9 %	TK09	KSO	200	78	19	66	51	29 %		
											KSO	200	74	19	62	51	22 %	
											KSO	200	64	19	58	52	12 %	
											KSO	200	61	17	53	52	2 %	
											KSO	200	62	18	55	52		

[illegible]

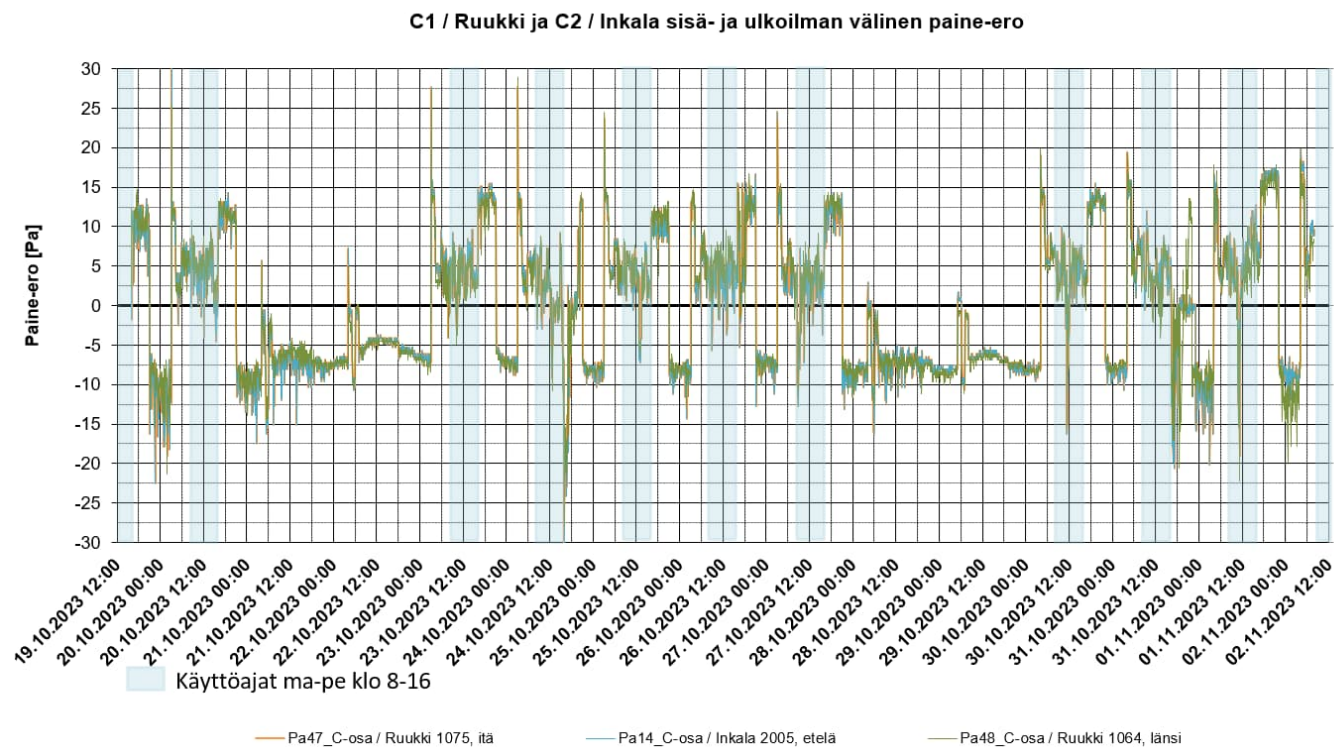
1 Paine-ero mittausjaksolla 19.10.-2.11.2023

B-osa



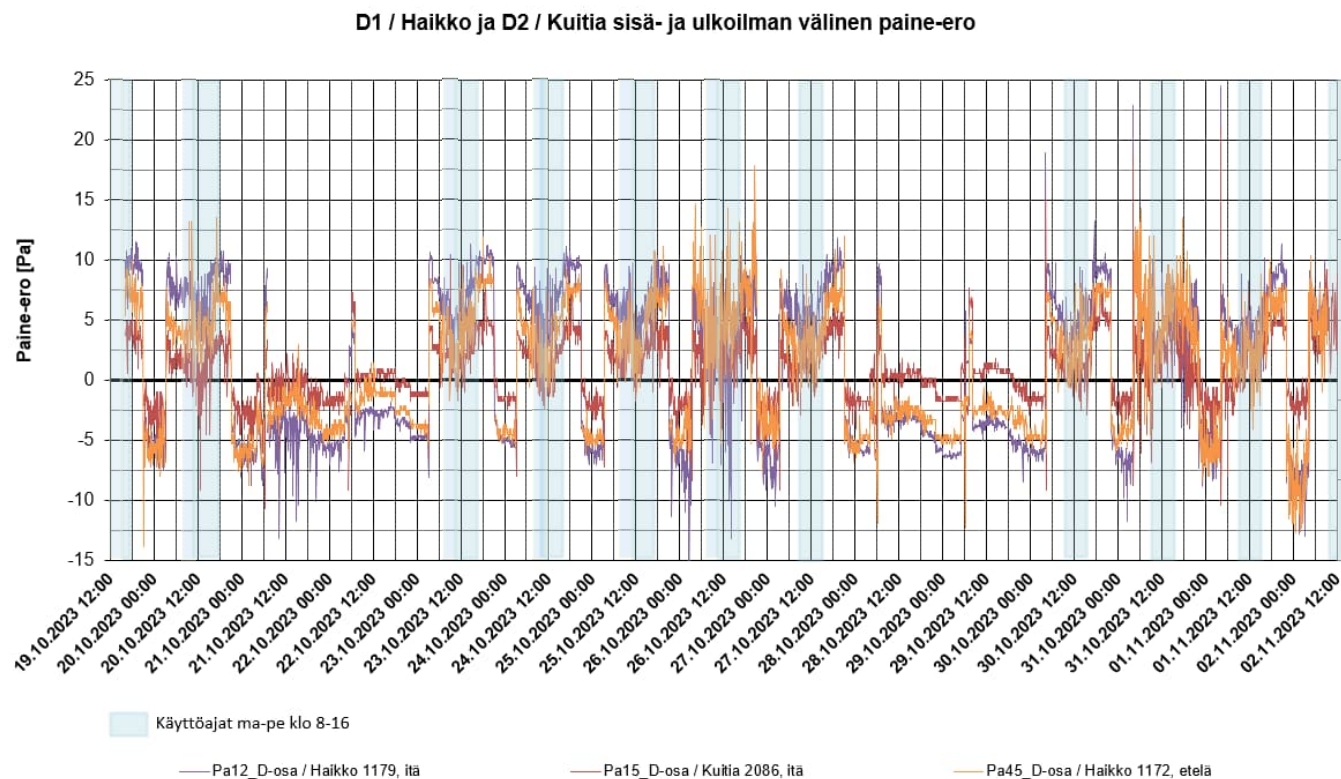
Kuvaaja 1. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä B-osan tilassa 1054. Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -7 Pa...+10 Pa ja käytönaikana keksimäärin välillä +0 Pa...+7 Pa. Viikonloppuisin tilat olivat alipaineisia ulkoilmaan nähden.

C1/Ruukki ja C2/Inkala



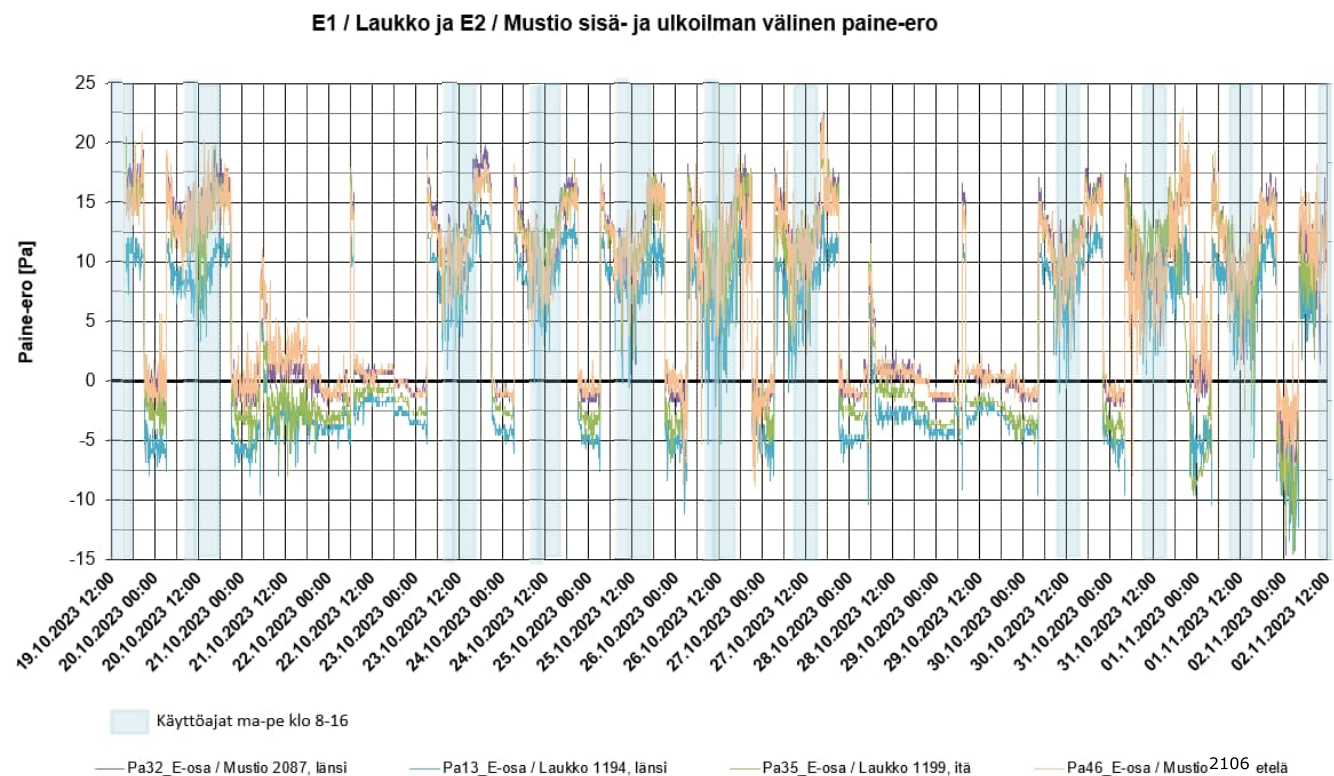
Kuvaaja 2. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä osassa C1/Ruukki (1064, 1075) ja C2/Inkala (2005). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat -15 Pa...+15 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -5 Pa...+15 Pa. Viikonloppuisin tilat olivat pääosin alipaineisia ulkoilmaan nähden.

D1/Haikko ja D2/Kuitia



Kuvaaja 3. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä osassa D1/Haikko (1172, 1179) ja D2/Kuitia (2066). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -13 Pa...+15 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -5 Pa...+10 Pa. Viikonloppuisin tilat olivat pääosin alipaineisia ulkoilmaan nähden.

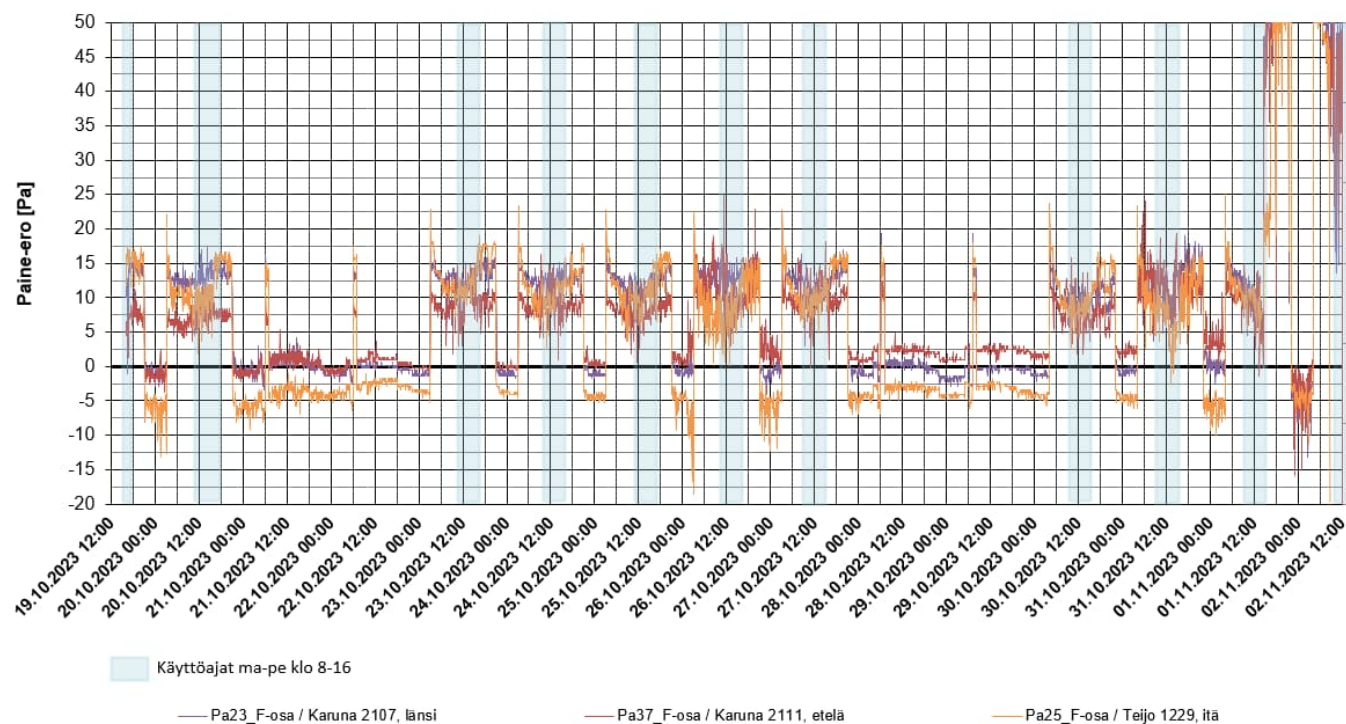
E1/Laukko ja E2/Mustio



Kuvaaja 4. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä osassa E1/Laukko (1194, 1199) ja E2/Mustio (2106, 2087). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -10 Pa...+20 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -3...+20 Pa. Viikonloppuisin tilojen painesuhteet vaihtelivat yli- ja alipaineen välillä.

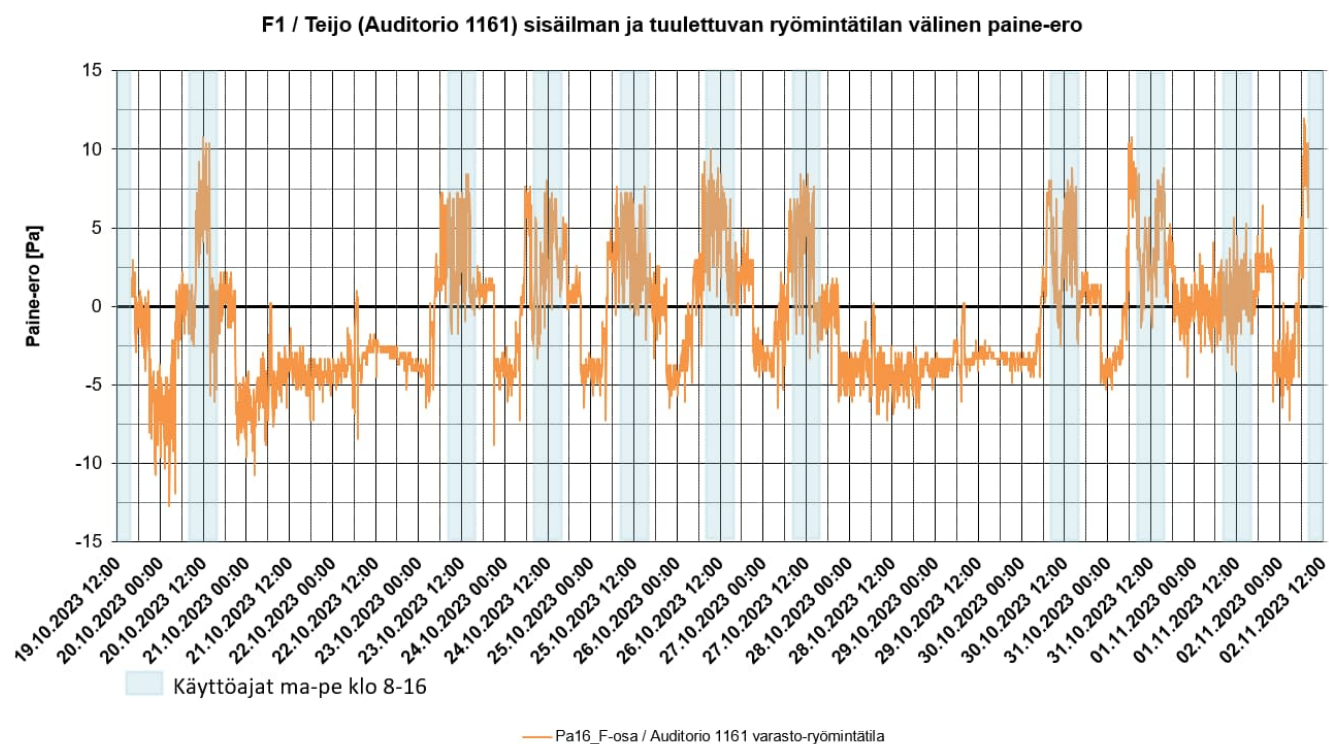
F1/Teijo ja F2/Karuna

F1 / Teijo ja F2 / Karuna sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero



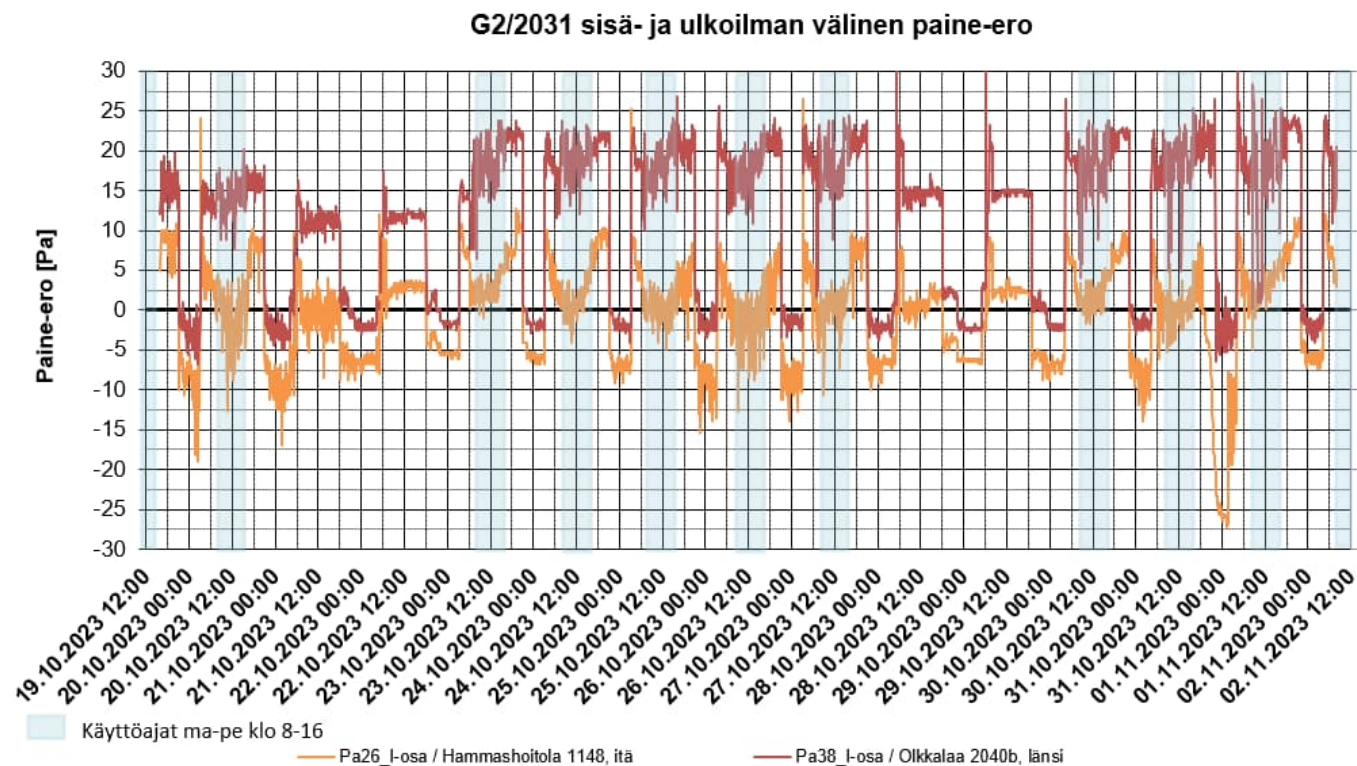
Kuvaaja 5. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä osassa F1/Teijo (1229) ja F2/Karuna (2111, 2107). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -15 Pa...+22 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -1...+17 Pa. Mittausjaksolla 1.11–2.11. painesuhteet vaihtelevat -15 Pa...+50 Pa välillä. Viikonloppuisin painesuhteet vaihtelivat pääosin ali- ja ylipaineen välillä.

F1/Teijo (paine-ero sisäilman ja tuulettuvan ryömintätilan välillä)



Kuvaaja 6. Paine-ero sisäilman ja tuulettuvan ryömintätilan välillä osassa F1/Teijo (auditorion varasto 1161). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -12 Pa...+11 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -3...+11 Pa. Viikonloppuisin tila on pääasiassa alipainen tuulettuvaan ryömintätilaan nähden.

I1/Hammashoitola ja I2/Olkkalaa



Kuvaaja 7. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä osassa I1/Hammashoitola (1148) ja I2/Olkkalaa (2040b). Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -26 Pa...+30 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä -10...+25 Pa. Viikonloppuisin painesuhteet vaihtelivat ali- ja ylipaineen välillä.

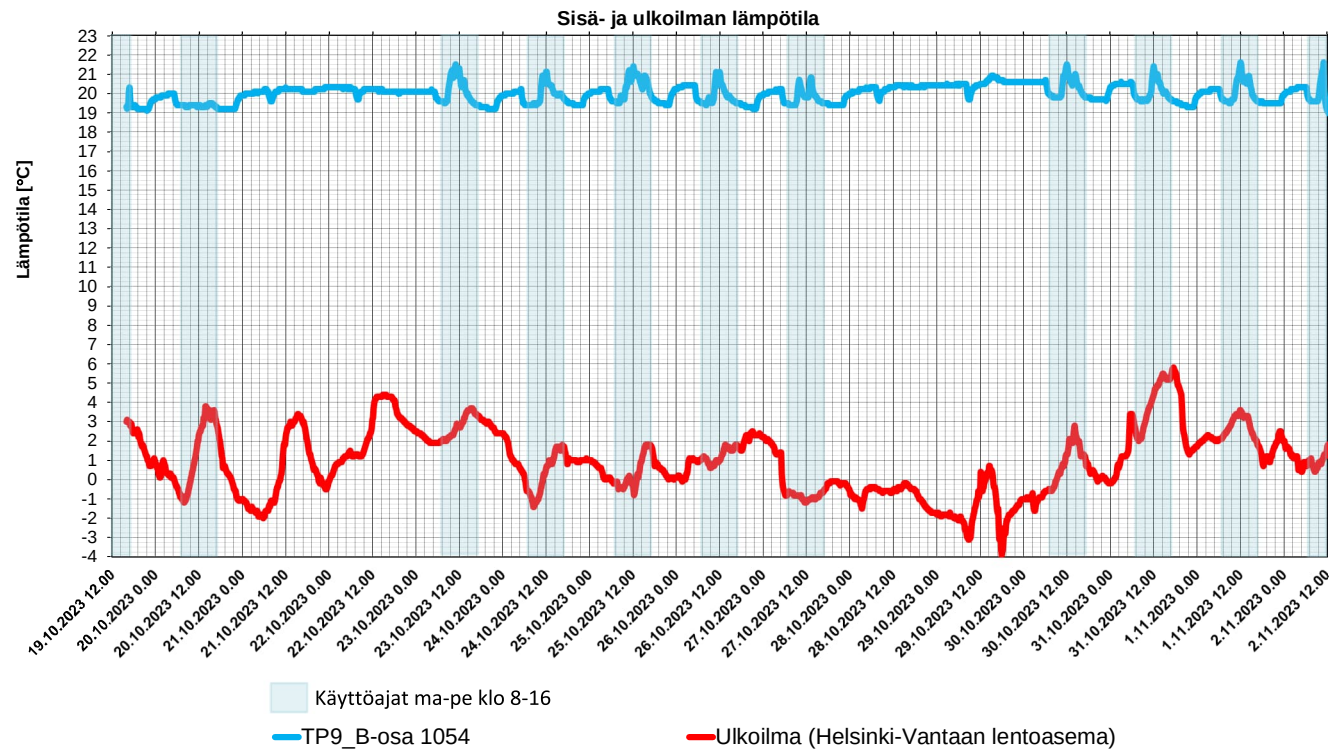
G2 tila 2031



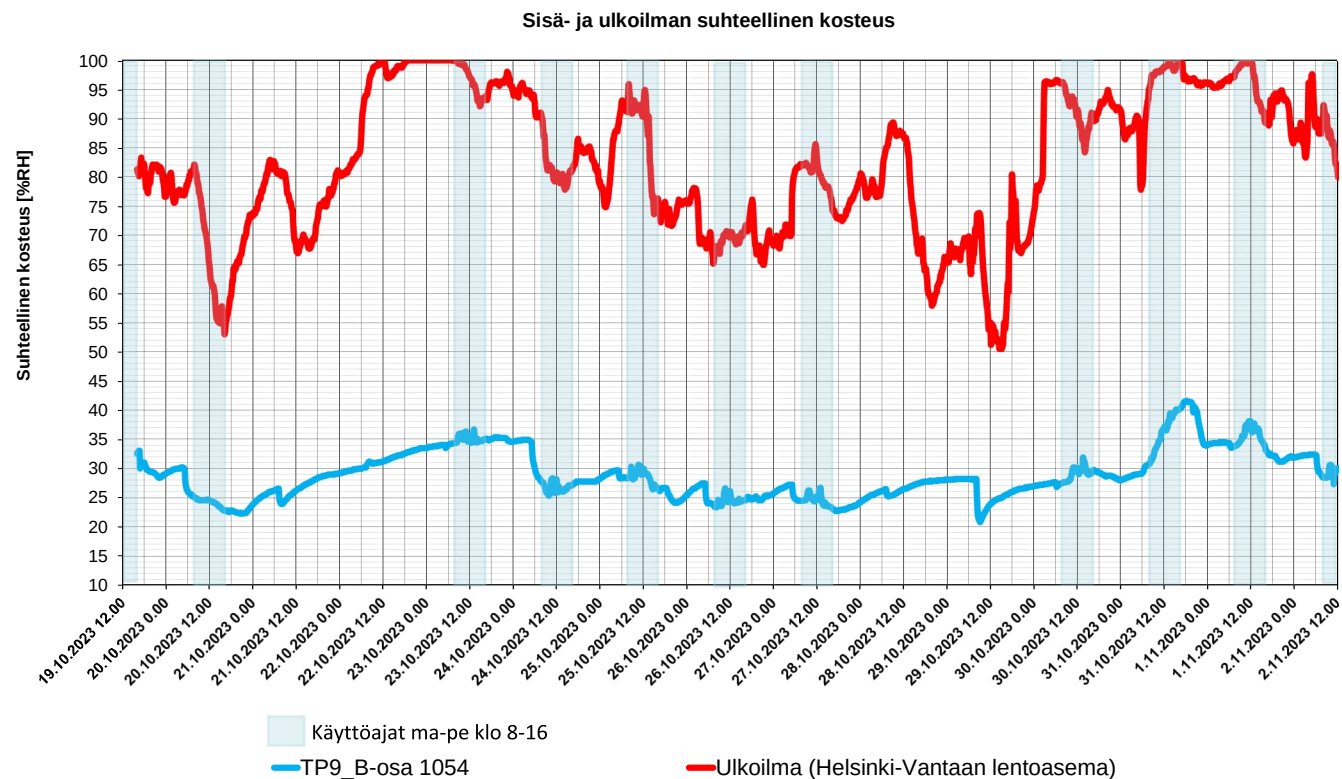
Kuvaaja 8. Paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä G2 tilassa 2031. Mittausjaksolla painesuhteet vaihtelivat välillä -16 Pa...+28 Pa ja käytönaikana keskimäärin välillä +3...+20 Pa. Viikonloppuisin painesuhteet vaihtelivat ali- ja ylipaineen välillä.

2 Lämpötila, suhteellinen kosteus ja absoluuttinen kosteus 19.10.-2.11.2023

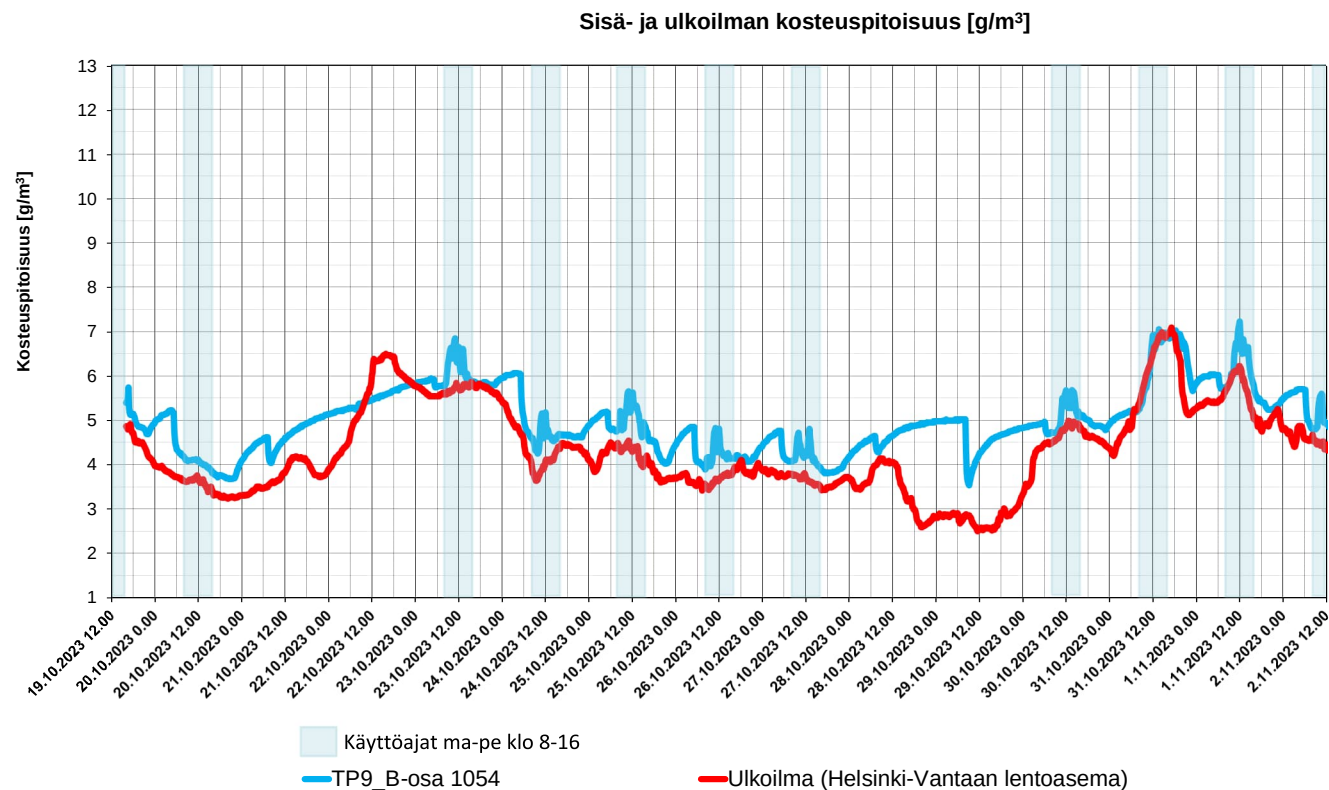
B-osa



Kuvaaja 9. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa B-osassa tilassa 1054. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,0...+21,5 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

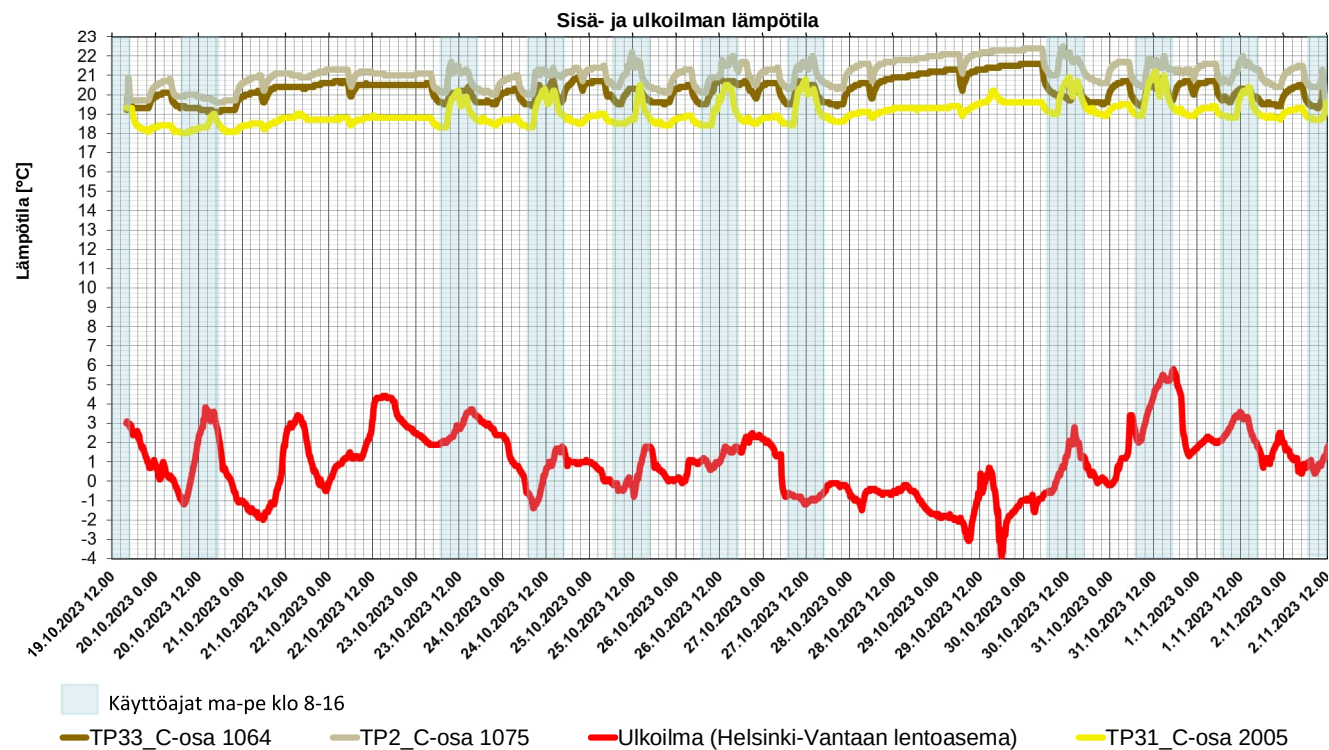


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona B-osassa tilassa 1054. Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 20...41 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH.

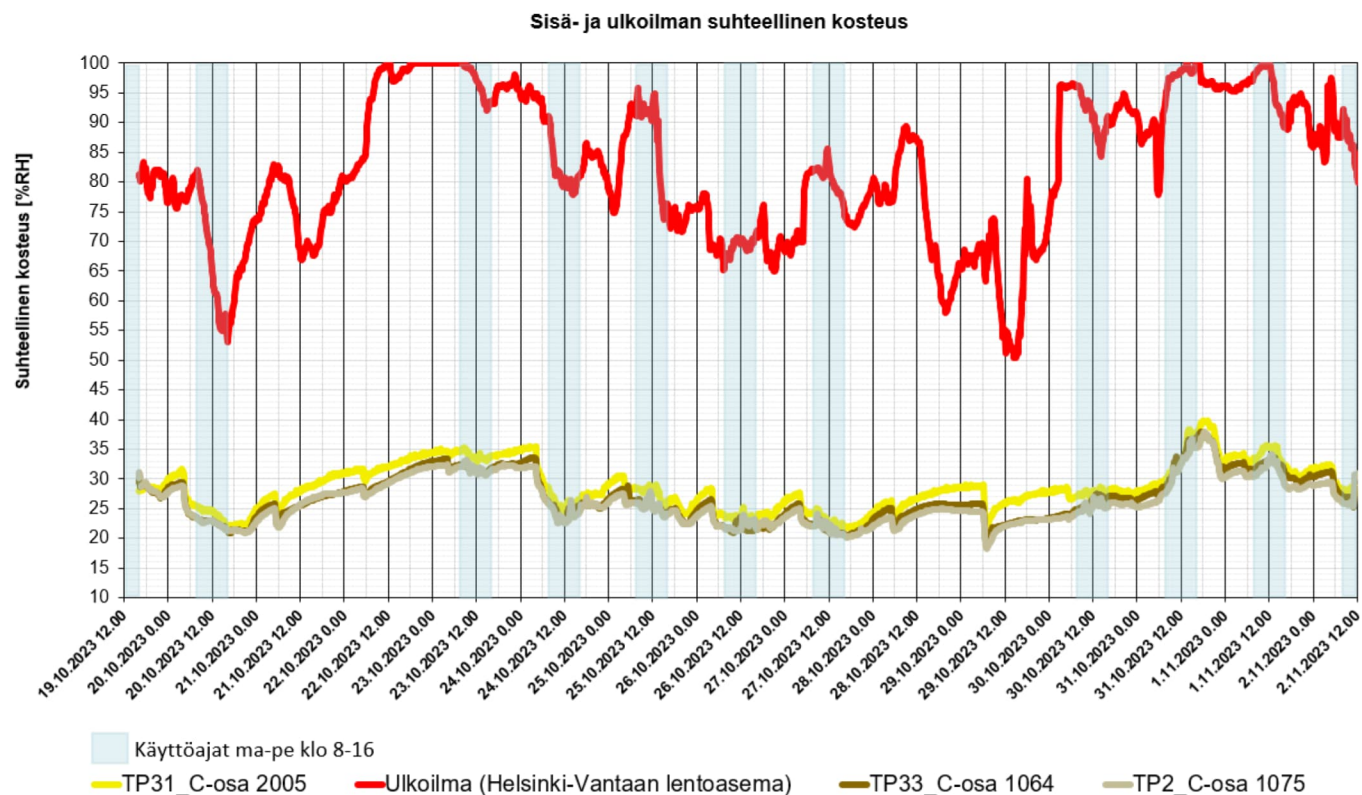


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa B-osan tilassa 1054. Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,7...7,2 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

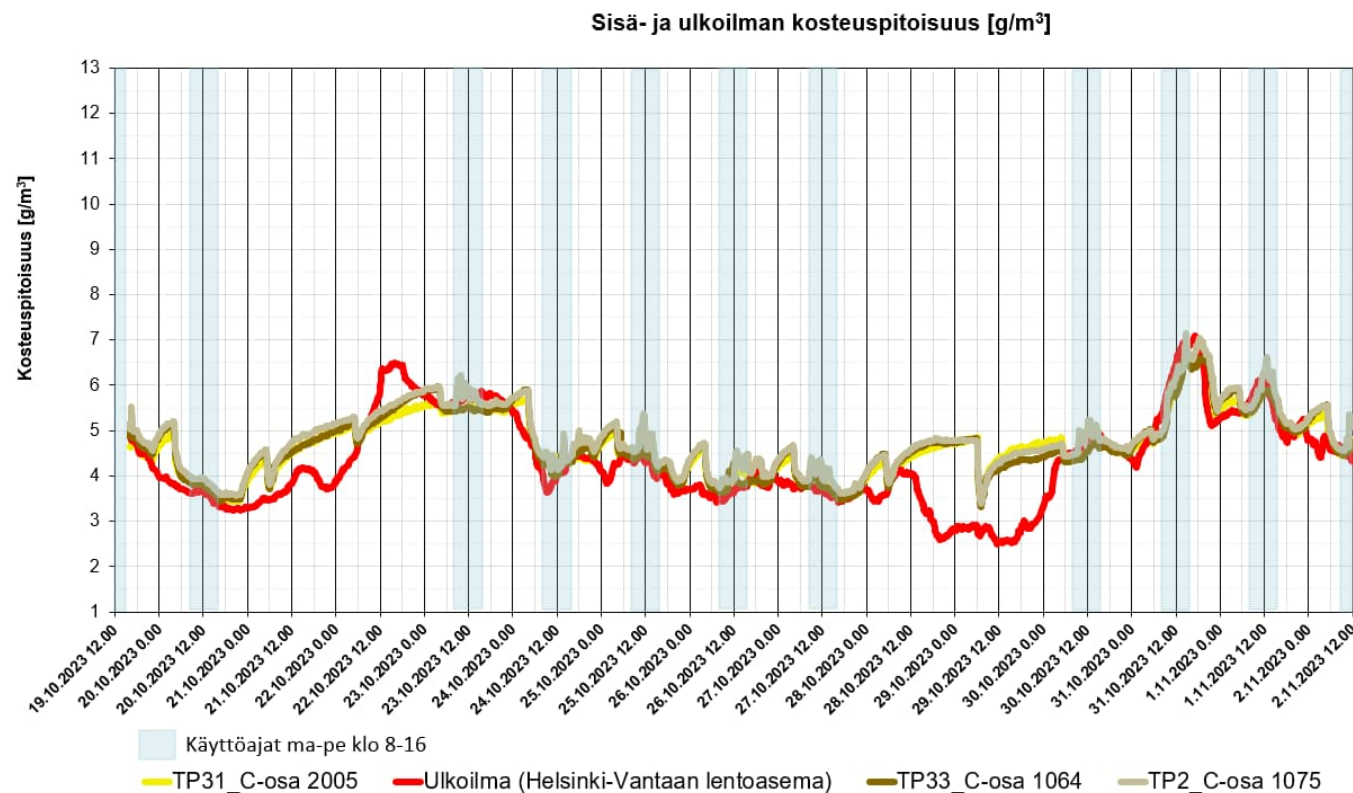
C1/Ruukki ja C2/Inkala



Kuvaaja 10. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa C1/Ruukki (1064, 1075) ja C2/Inkala (2005). Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +18,1...+22,3 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

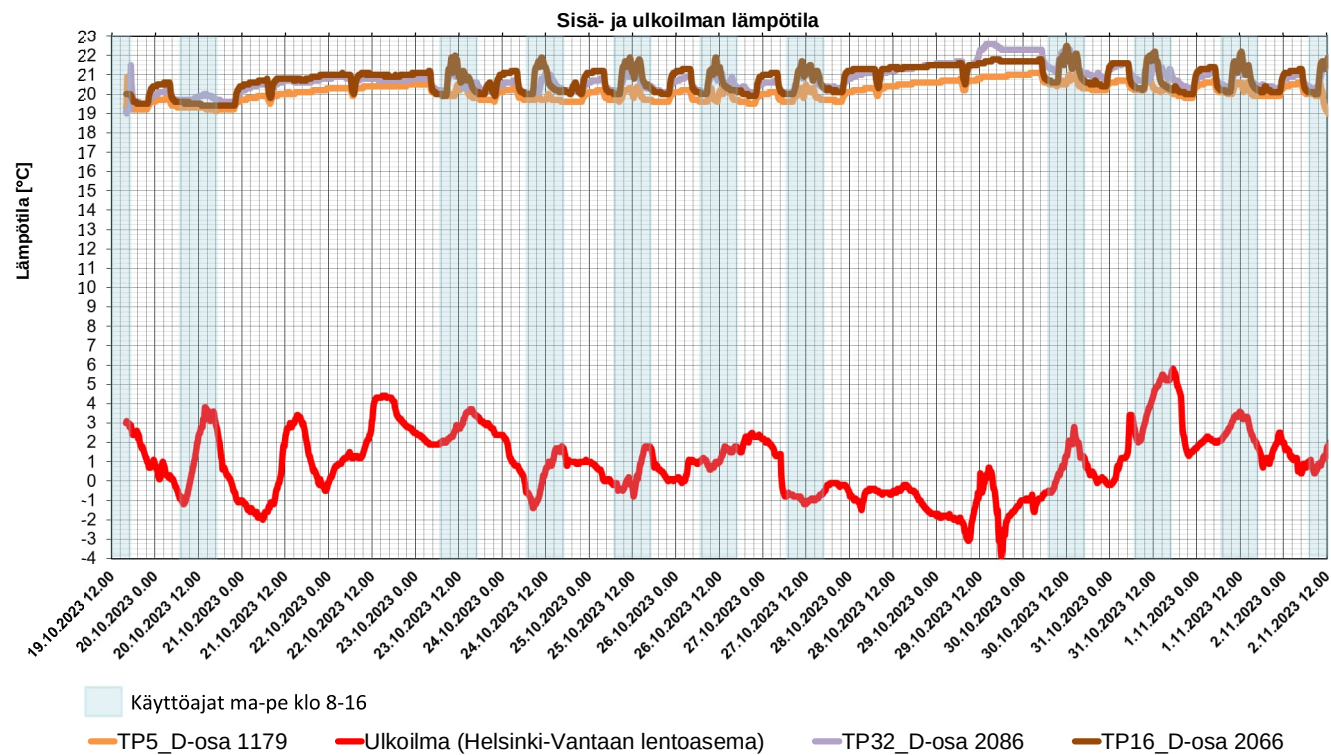


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona C1/Ruukki (1064, 1075) ja C2/Inkala (2005). Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 18...40 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH.

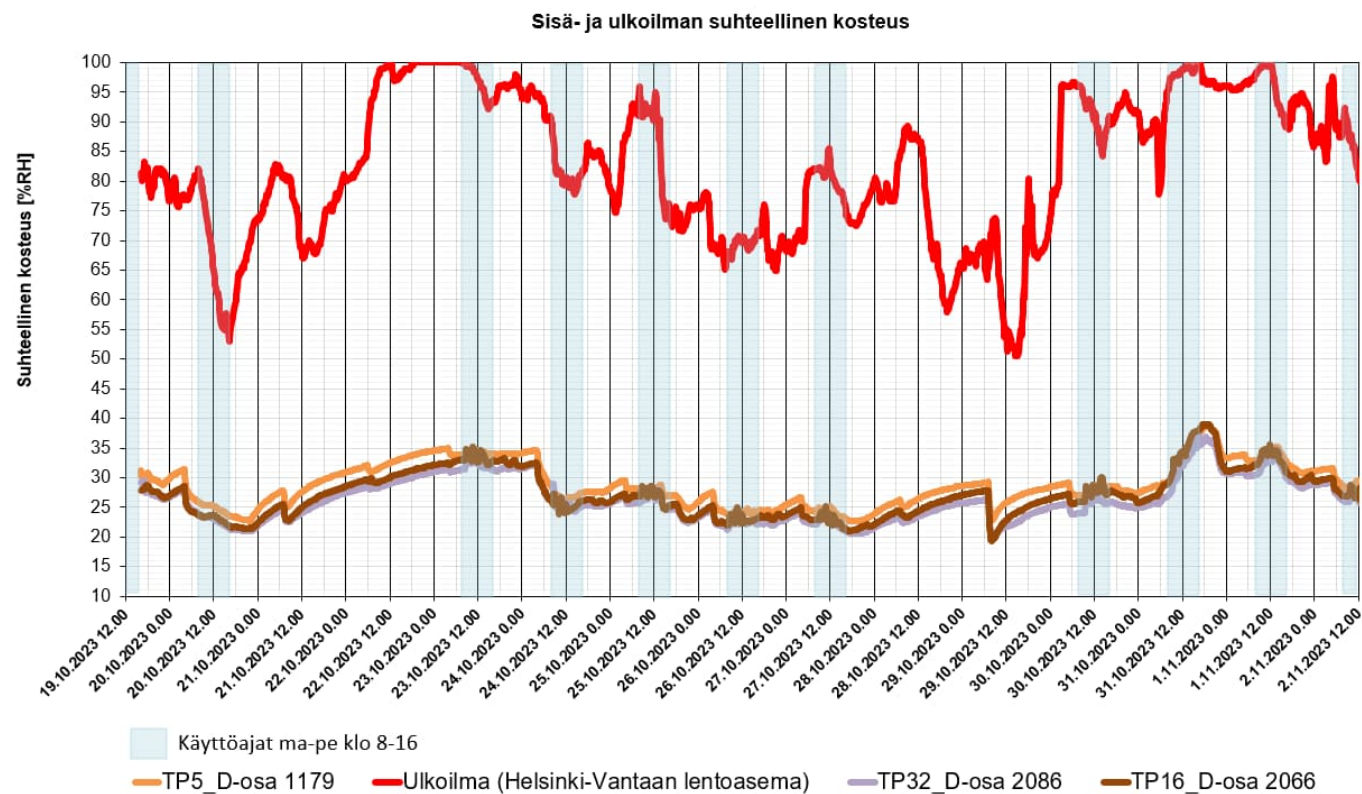


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa C1/Ruukki (1064, 1075) ja C2/Inkala (2005). Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,6...6,9 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

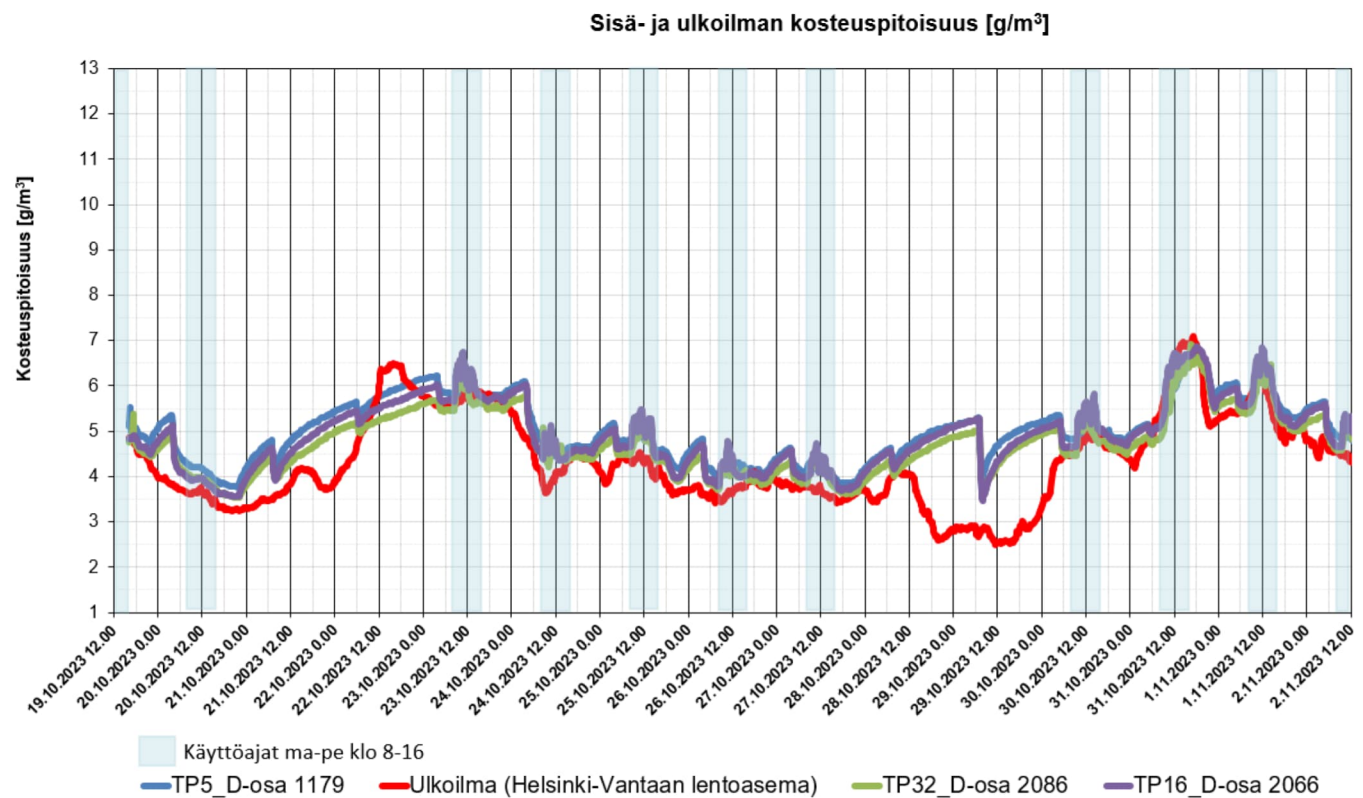
D1/Haikko ja D2/Kuitia



Kuvaaja 11. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa D1/Haikko (1179) ja D2/Kuitia (2066, 2086). Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,0...+22,6 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

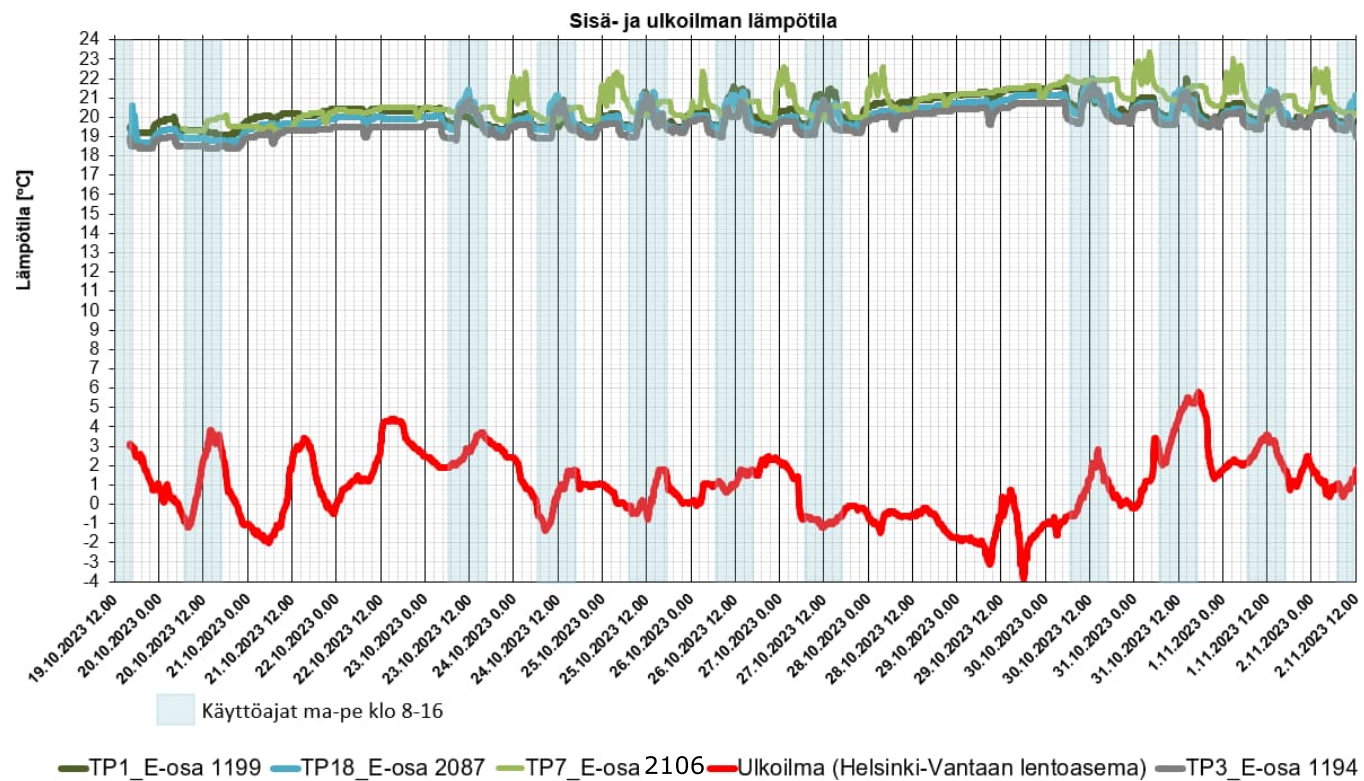


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona D1/Haikko (1179) ja D2/Kuitia (2066, 2086). Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 19...39 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH.

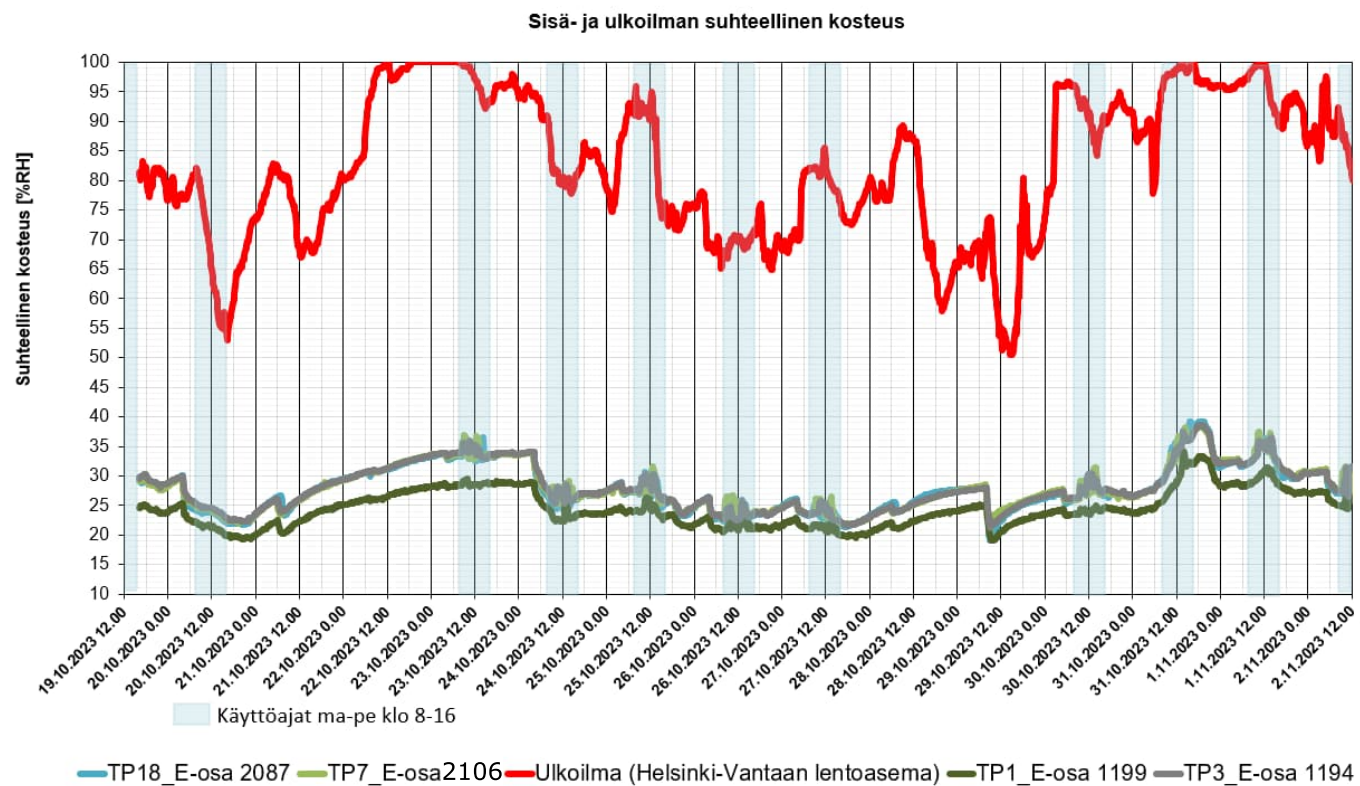


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa D1/Haikko (1179) ja D2/Kuitia (2066, 2086). Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,6...6,7 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

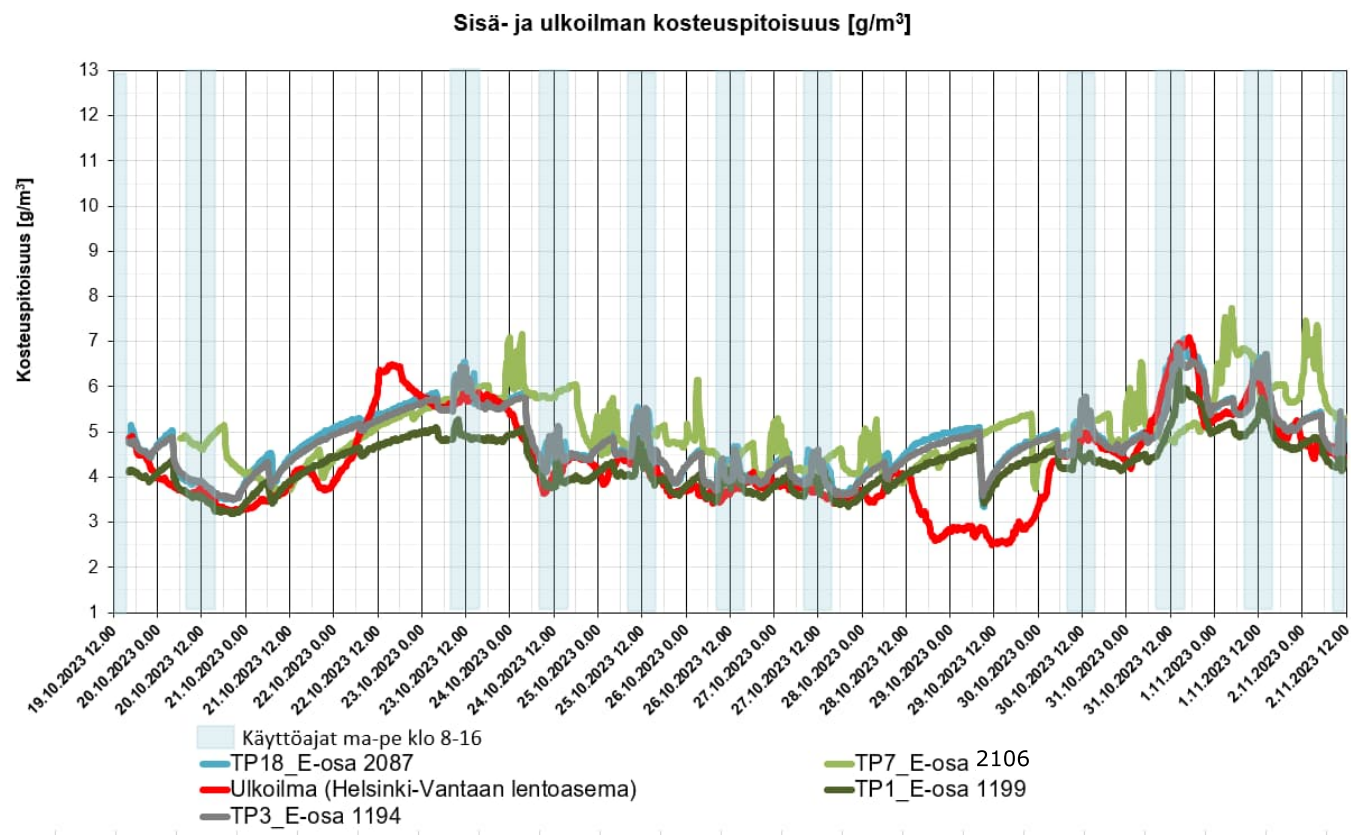
E1/Laukko ja E2/Mustio



Kuvaaja 12. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa E1/Laukko (1194, 1199) ja E2/Mustio (2087, 2106). Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +18,4...+23,4 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

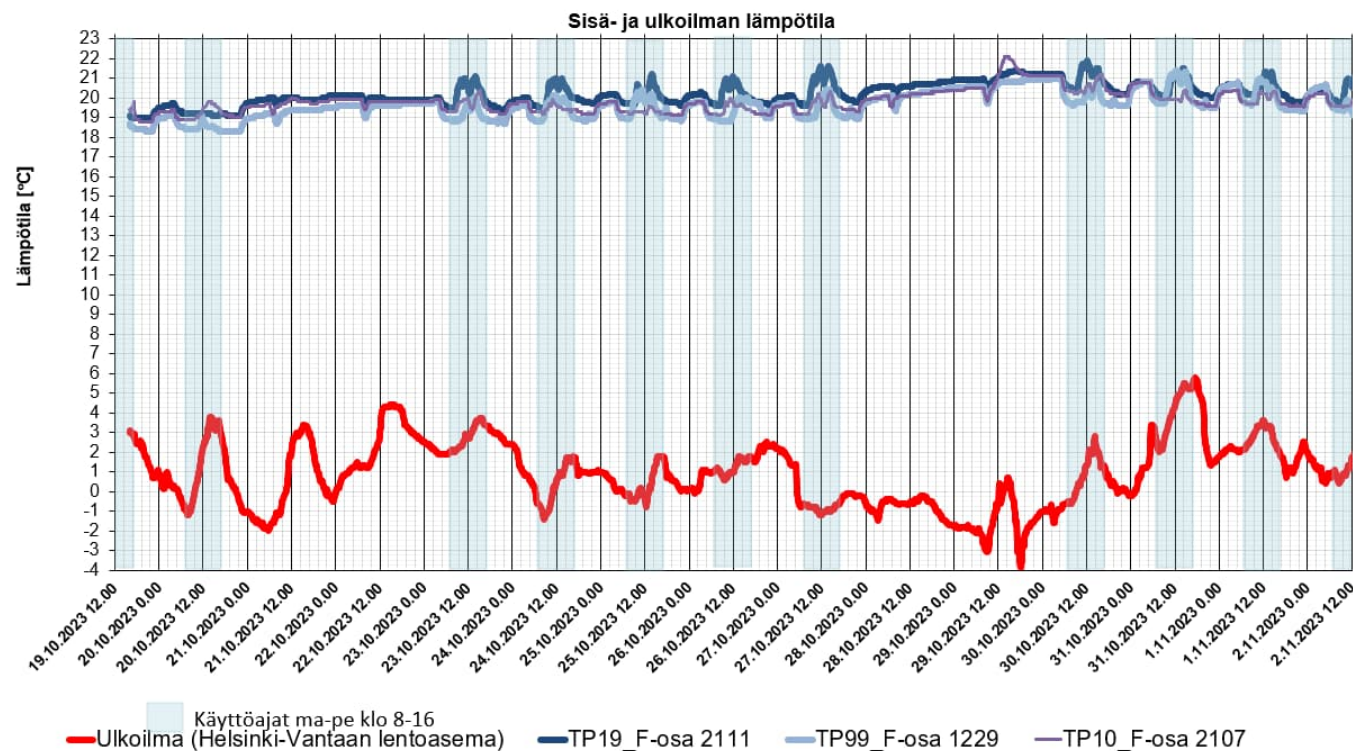


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona E1/Laukko (1194, 1199) ja E2/Mustio (2106, 2087). Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 19...39 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH.

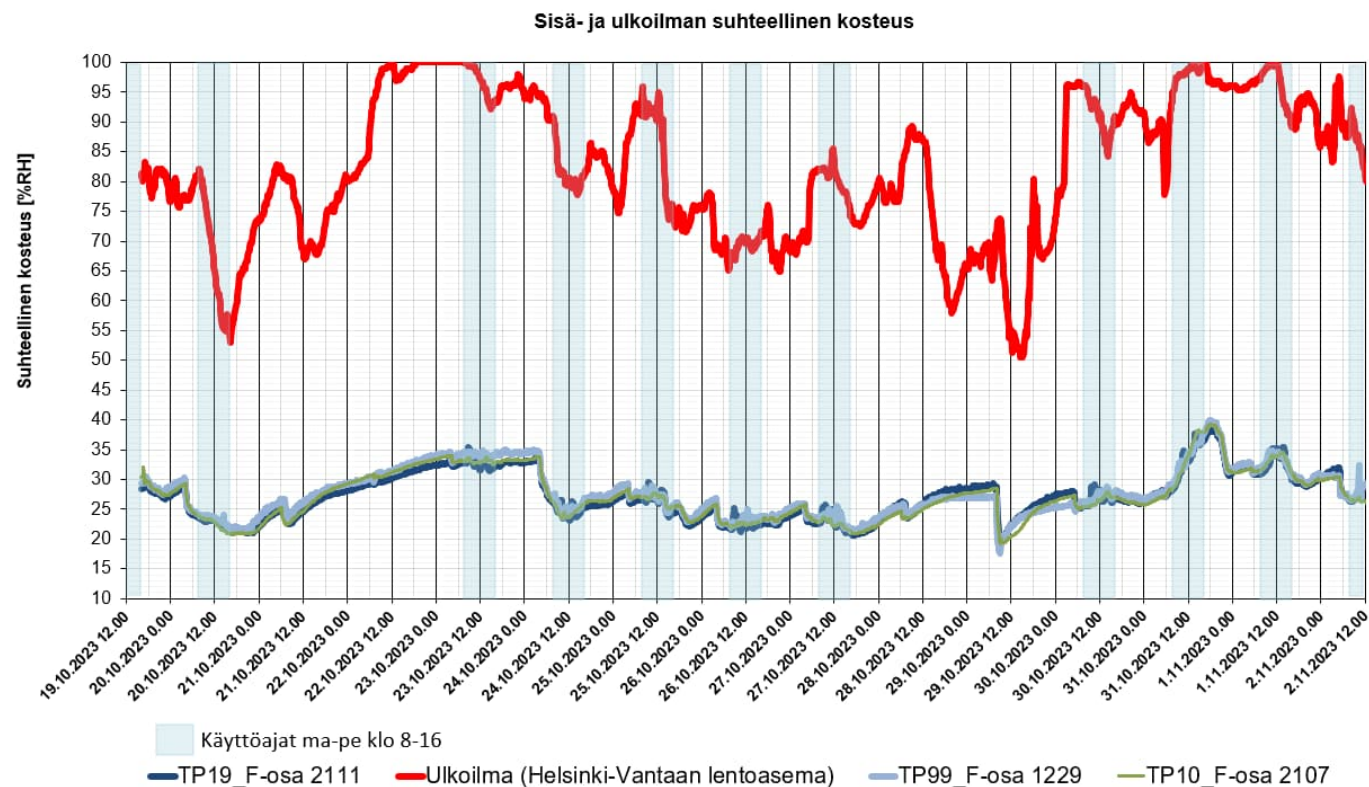


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa E1/Laukko (1194, 1199) ja E2/Mustio (2106, 2087). Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,2...7,7 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

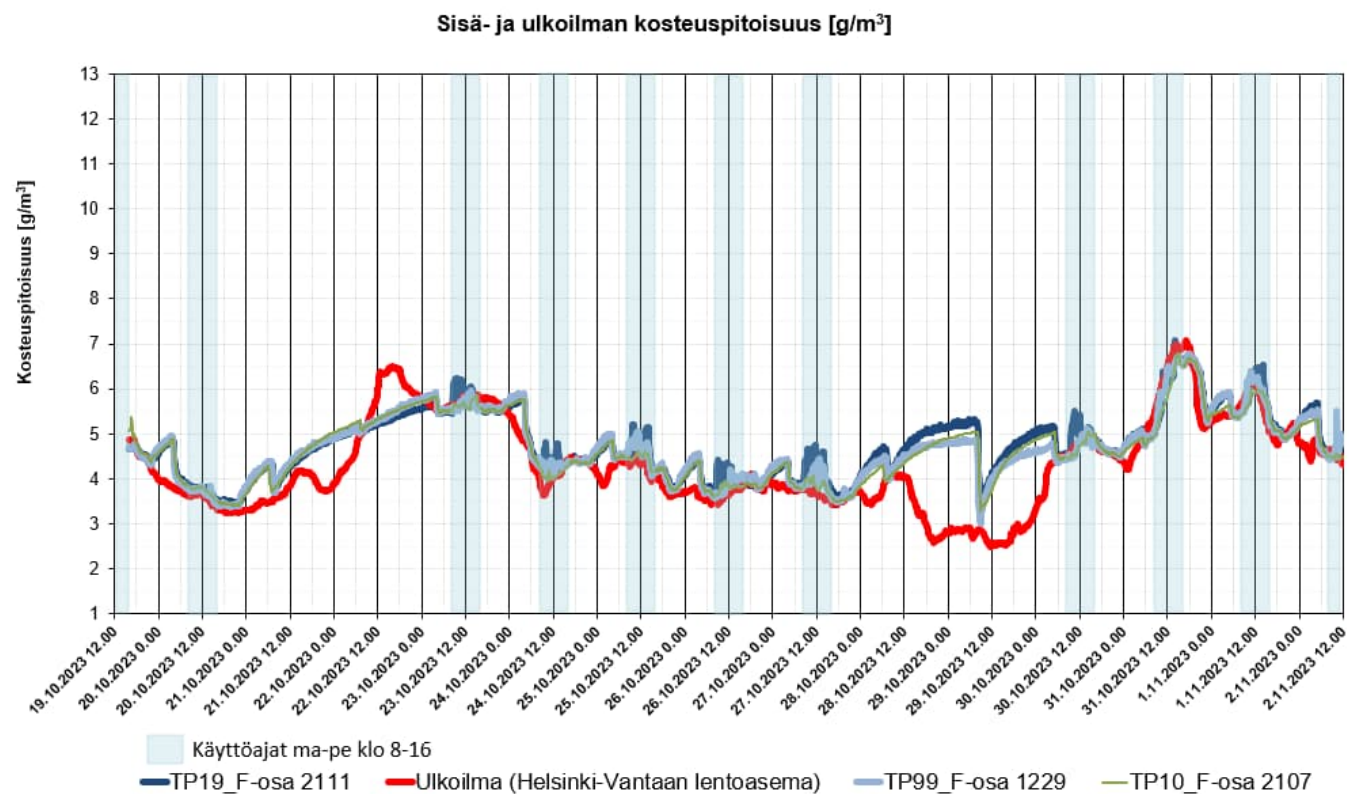
F1/Teijo ja F2/Karuna



Kuvaaja 13. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa F1/Teijo (1229) ja F2/Karuna (2107, 2111). Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +18,3...+22,0 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

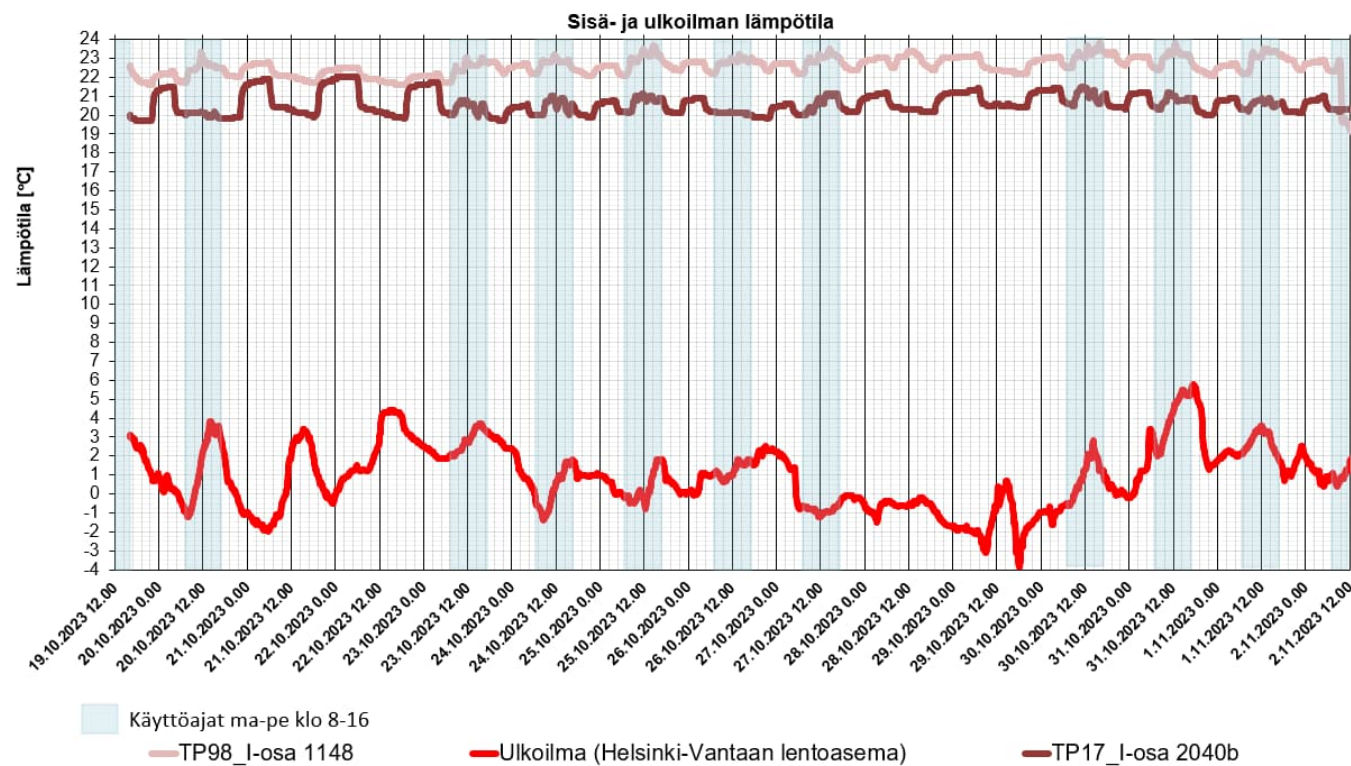


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona F1/Teijo (1229) ja F2/Karuna (2107, 2111). Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 18...40 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH.

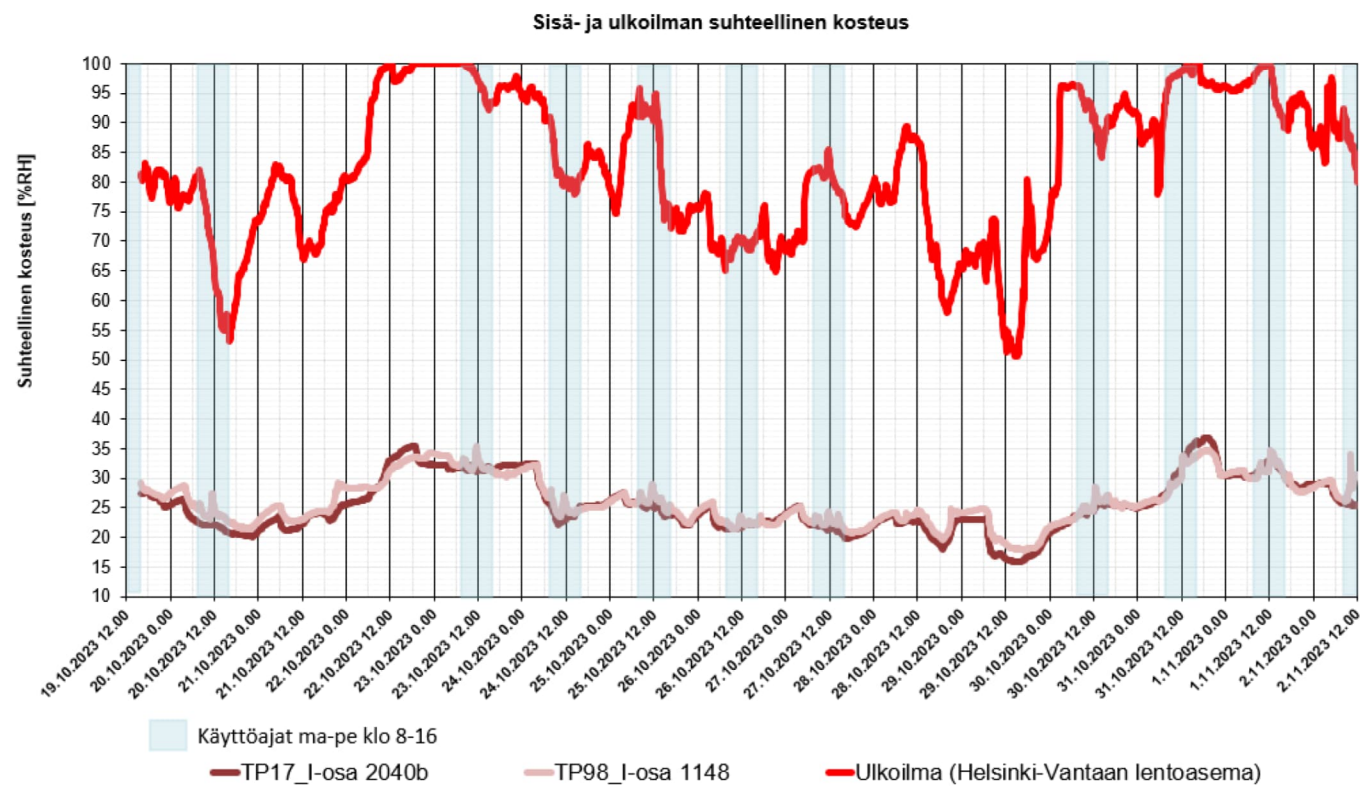


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa F1/Teijo (1229) ja F2/Karuna (2107, 2111). Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,0...7,0 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

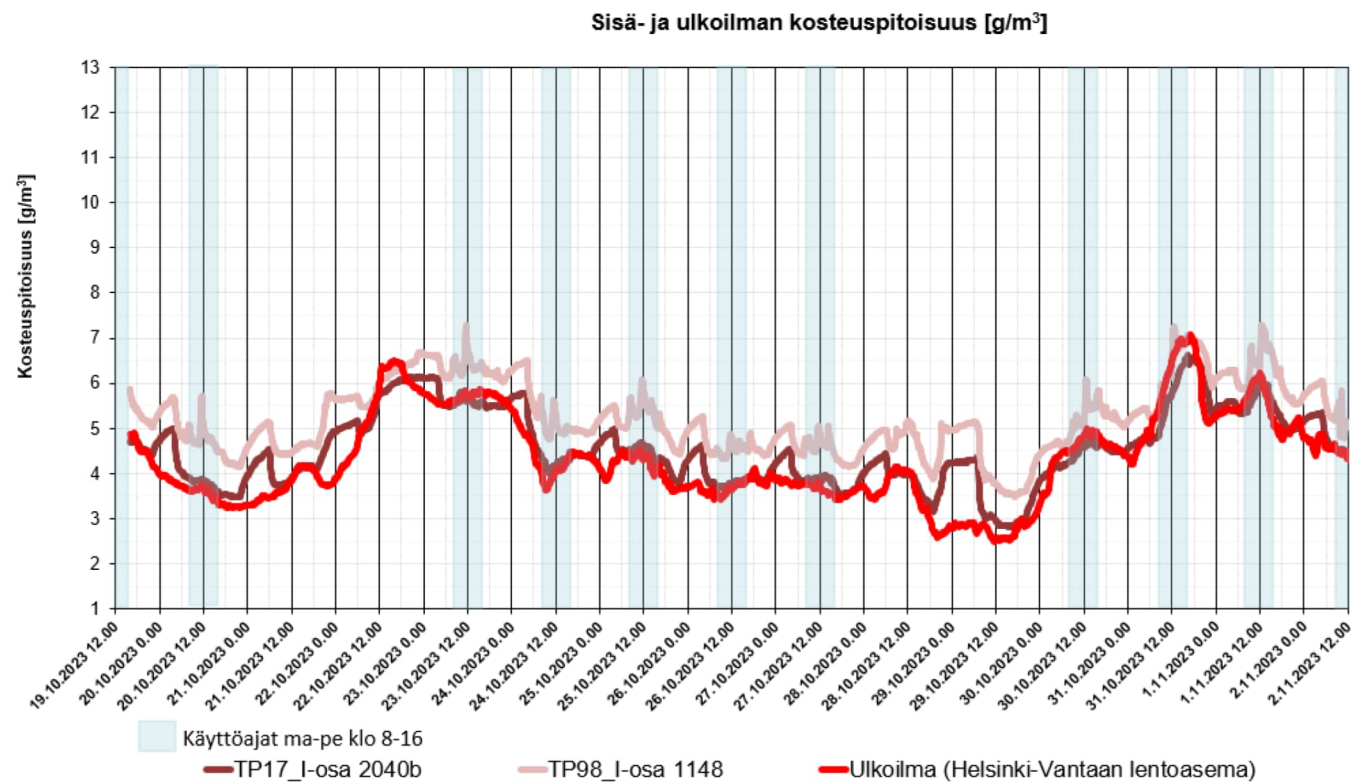
I1/Hammashoitola ja I2/Olkkalaa



Kuvaaja 14. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa I1/Hammashoitola (1148) ja I2/Olkkalaa (2040b). Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,8...+23,8 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.

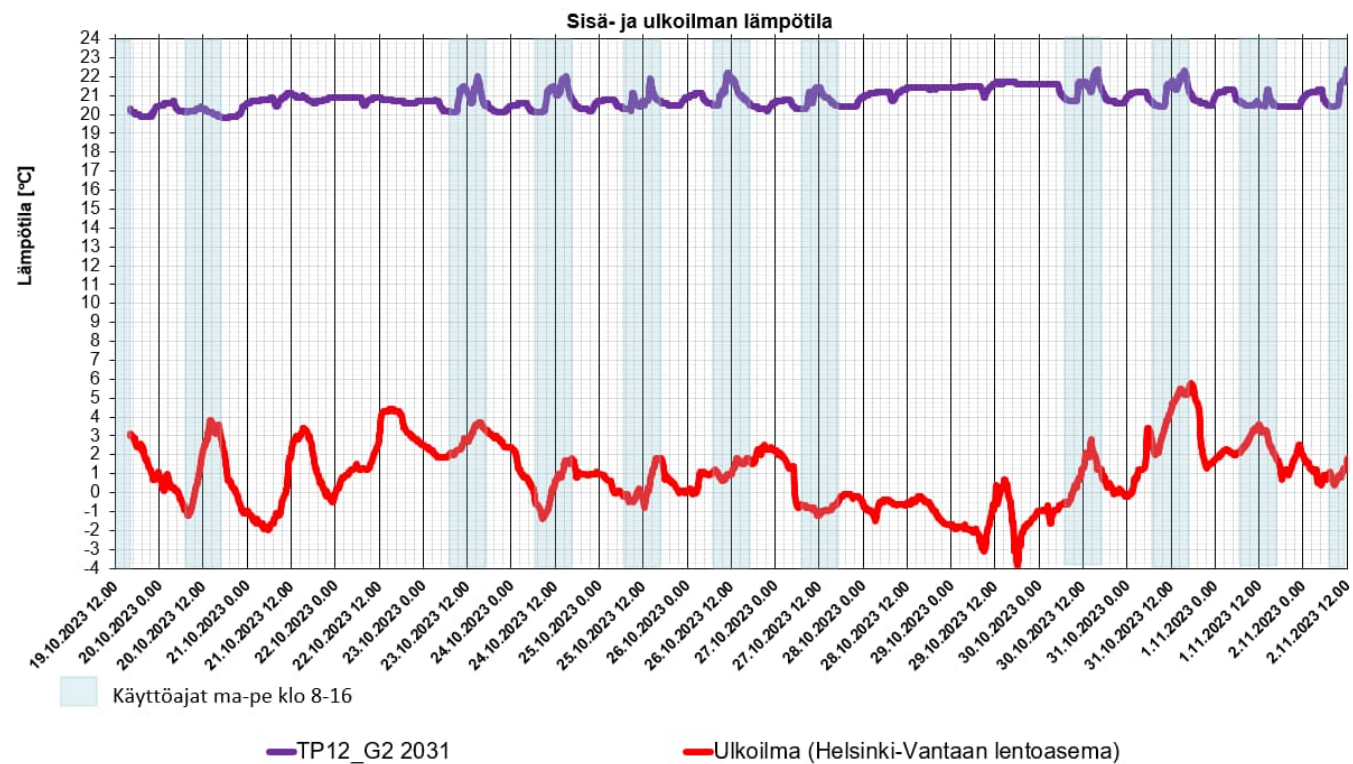


Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona I1/Hammashoitola (1148) ja I2/Olkkalaa (2040b). Sisäilman suhteellinen kosteus mittaajaksolla vaihteli välillä 16...37 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH

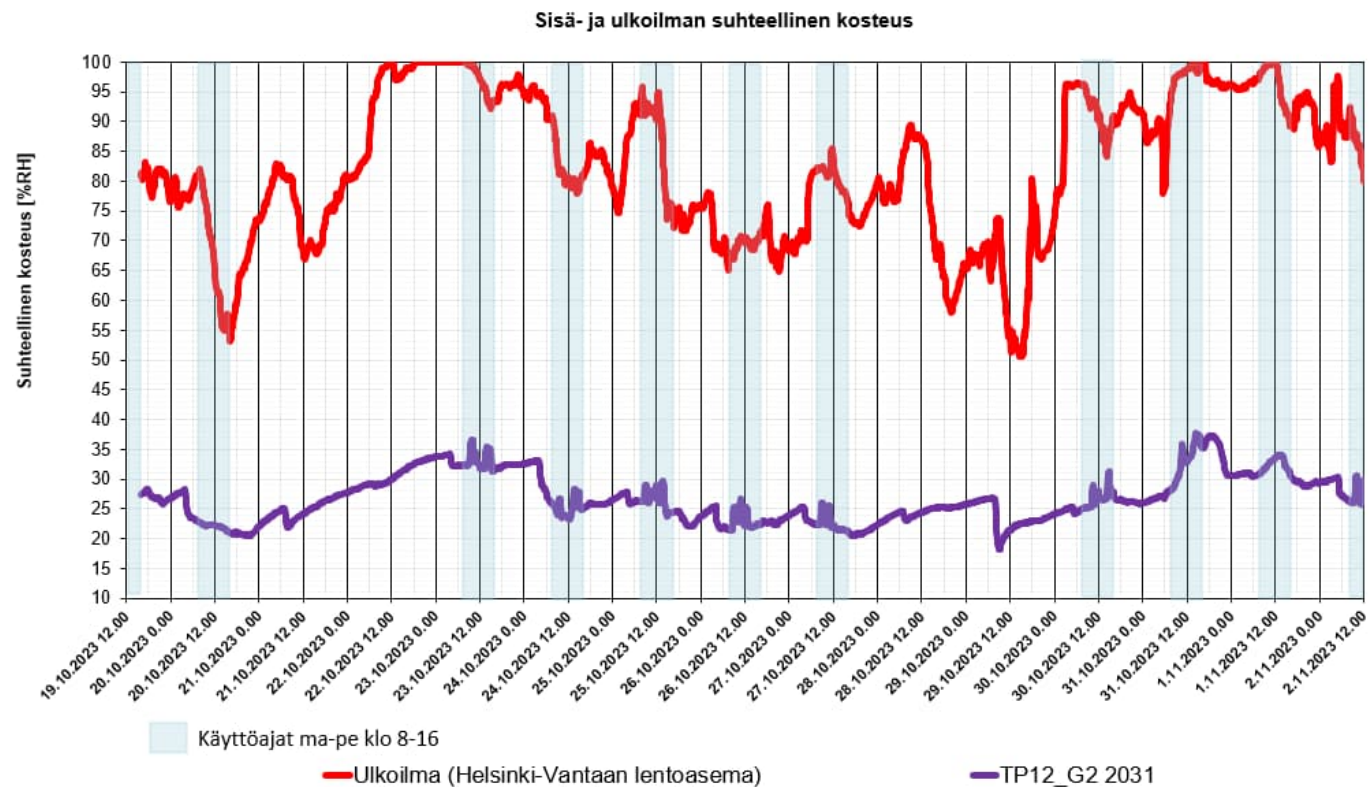


Kuvaaja 2. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa I1/Hammashoitola (1148) ja I2/Olkkalaa (2040b). Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 2,9...7,1 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

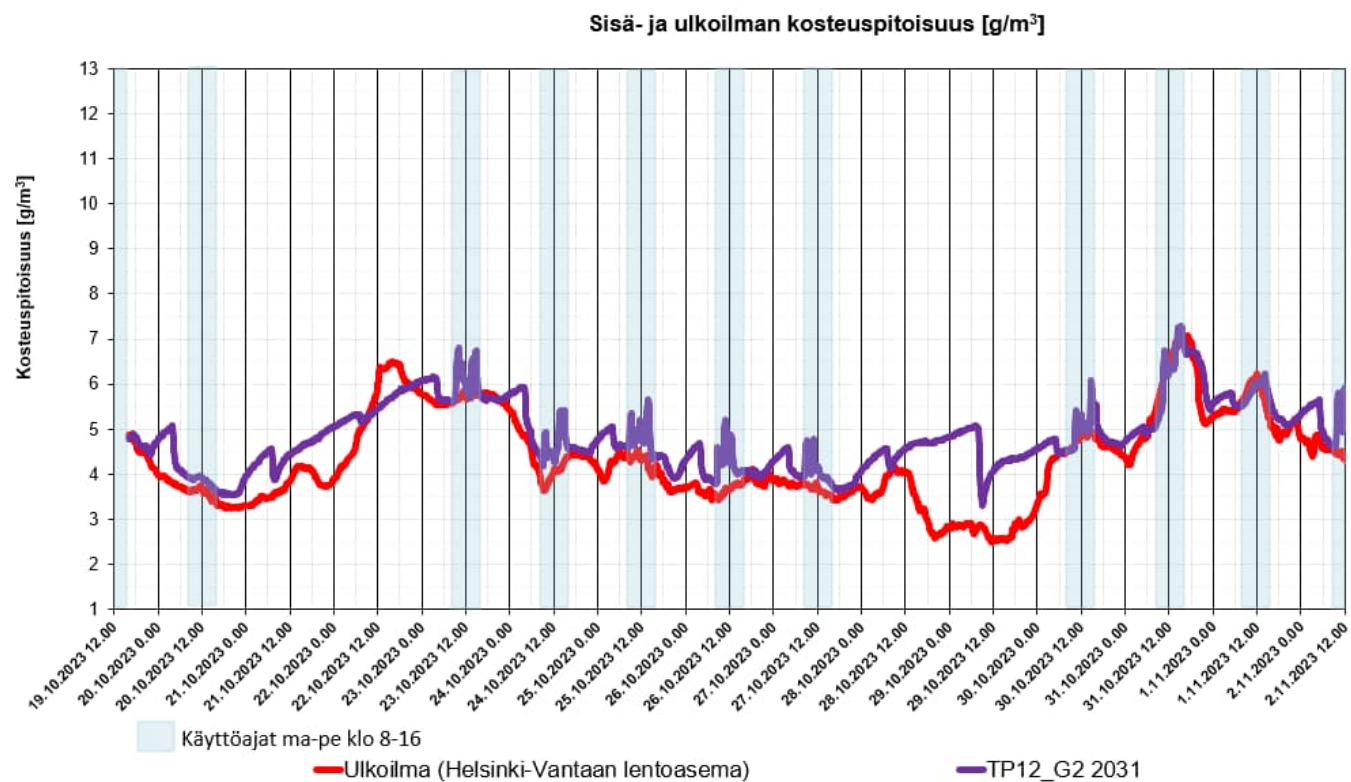
G2 tilassa 2031



Kuvaaja 15. Lämpötilat käyttötiloissa sekä ulkoilmassa G2 tilassa 2031. Lämpötilat vaihtelivat sisäilmassa mittausjakson aikana välillä +19,8...+22,2 °C ja ulkoilmassa välillä -3,9...+5,8 °C.



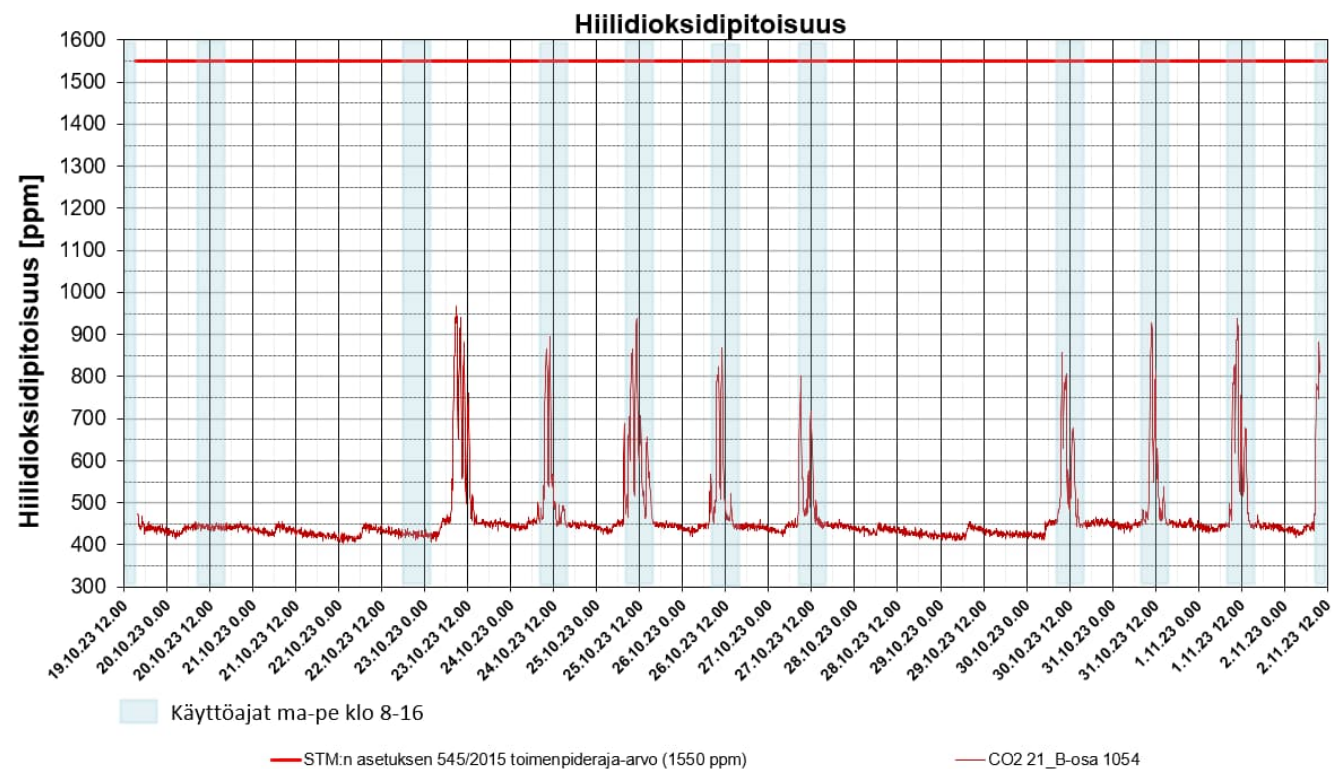
Kuvaaja 16. Suhteellinen kosteus sisällä sekä ulkona G2 tilassa 2031. Sisäilman suhteellinen kosteus mittausjaksolla vaihteli välillä 16...37 %RH ulkoilman suhteellisen kosteuden ollessa välillä 50...100 %RH



Kuvaaja 17. Ilman sisältämä absoluuttinen kosteus sisä- ja ulkotiloissa G2 tilassa 2031. Sisäilman absoluuttinen kosteus vaihteli mittausjakson aikana välillä 3,6...7,0 g/m³ ulkoilman absoluuttisen kosteuden ollessa 2,5...7,1 g/m³.

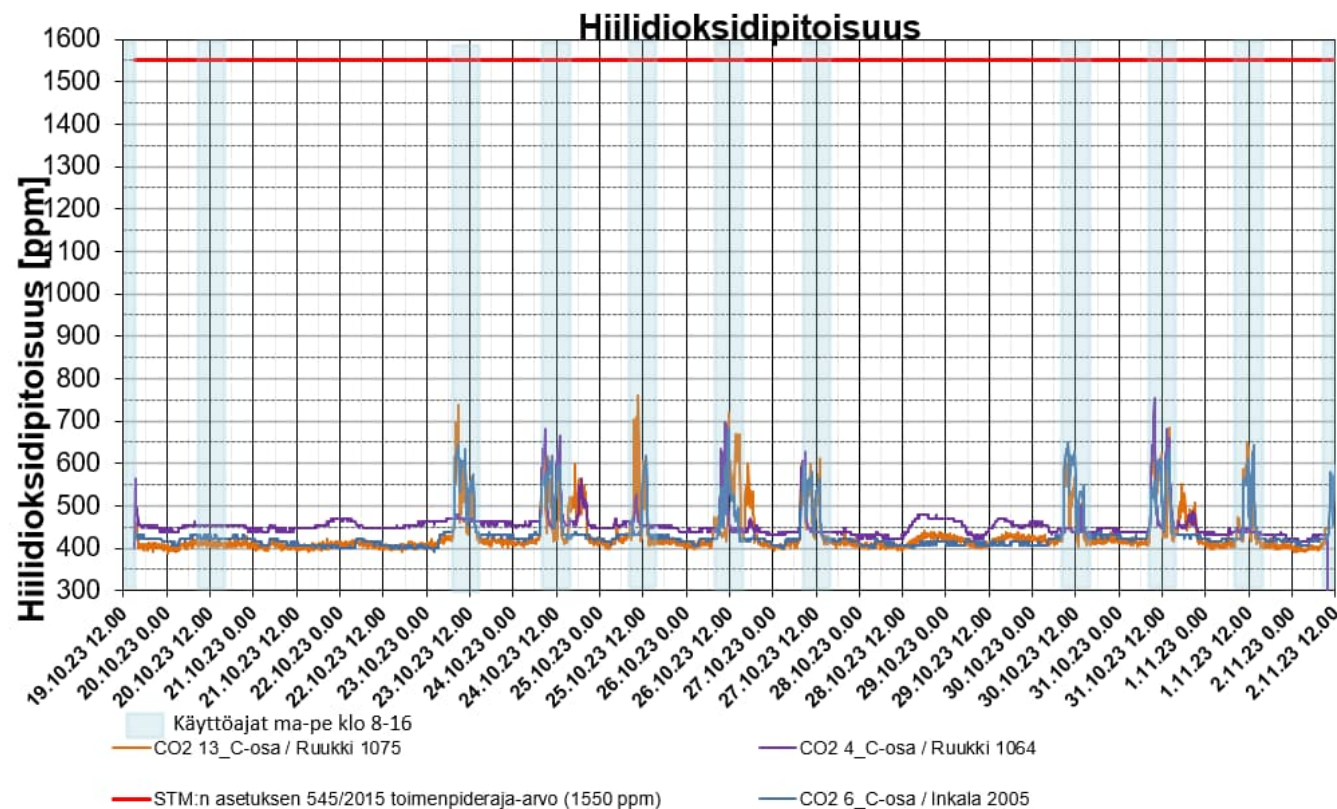
3 Hiilidioksidipitoisuus 19.10.-2.11.2023

B-osa



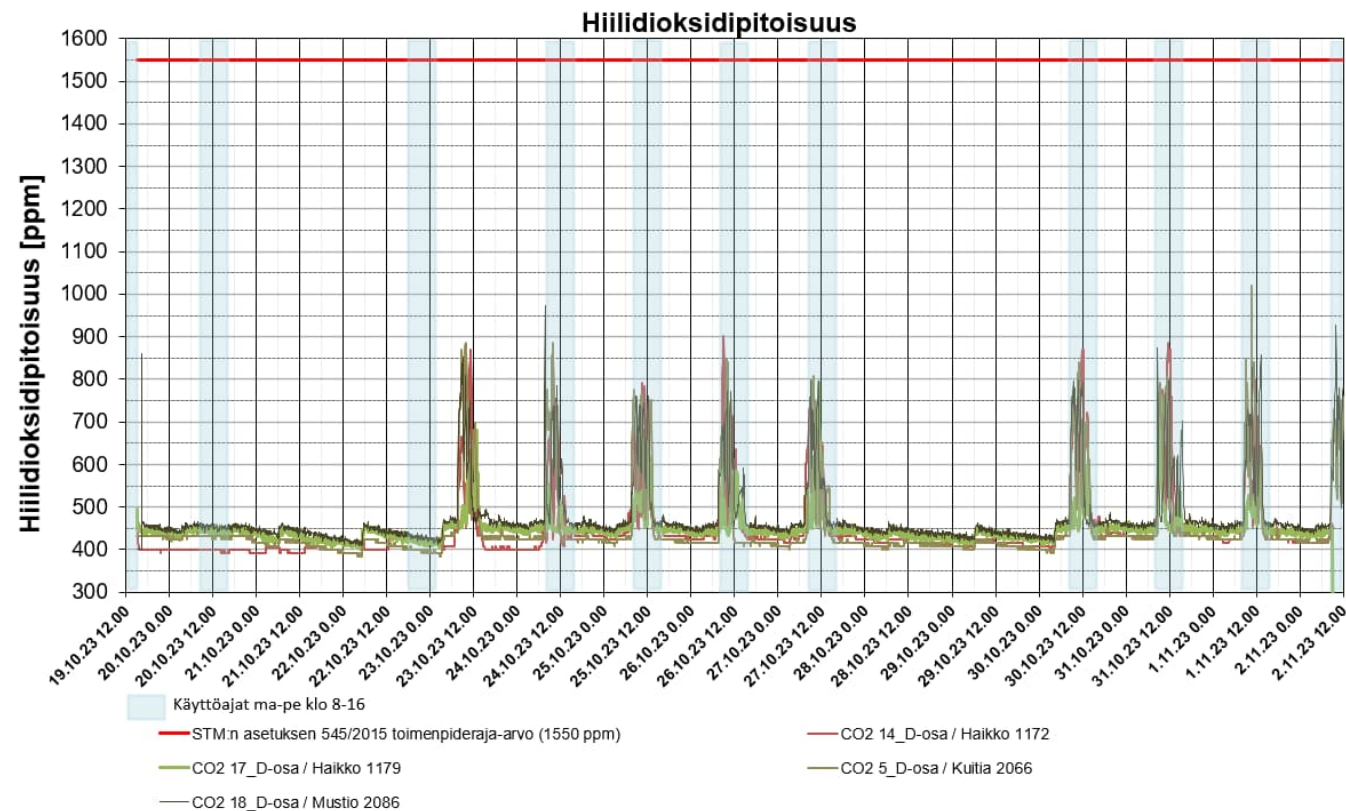
Kuvaaja 1. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus B-osan tilassa 1054. Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 420...960 ppm.

C1/Ruukki ja C2/Inkala



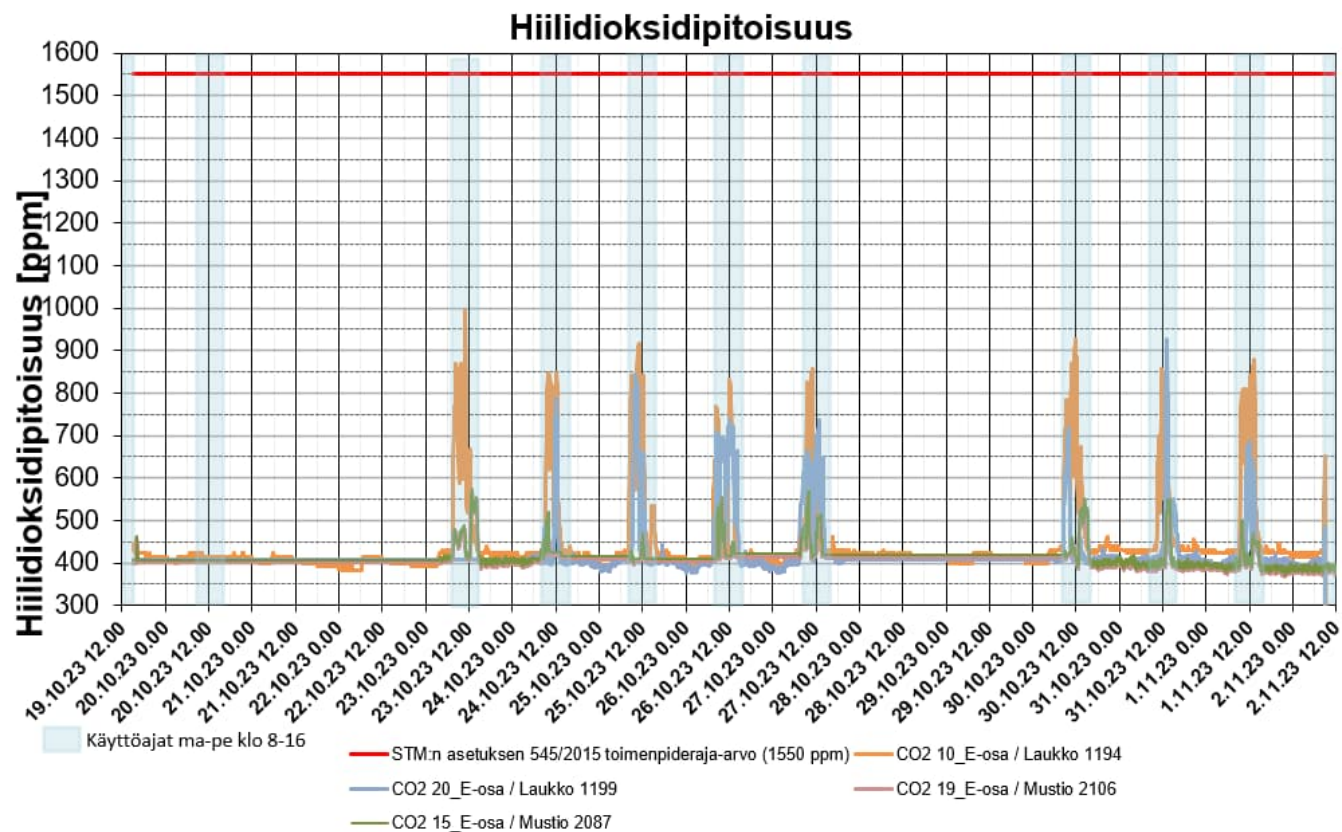
Kuvaaja 2. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus C1/Ruukki (1064, 1075) ja C2/Inkala (2005). Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 400...750 ppm.

D1/Haikko ja D2/Kuitia



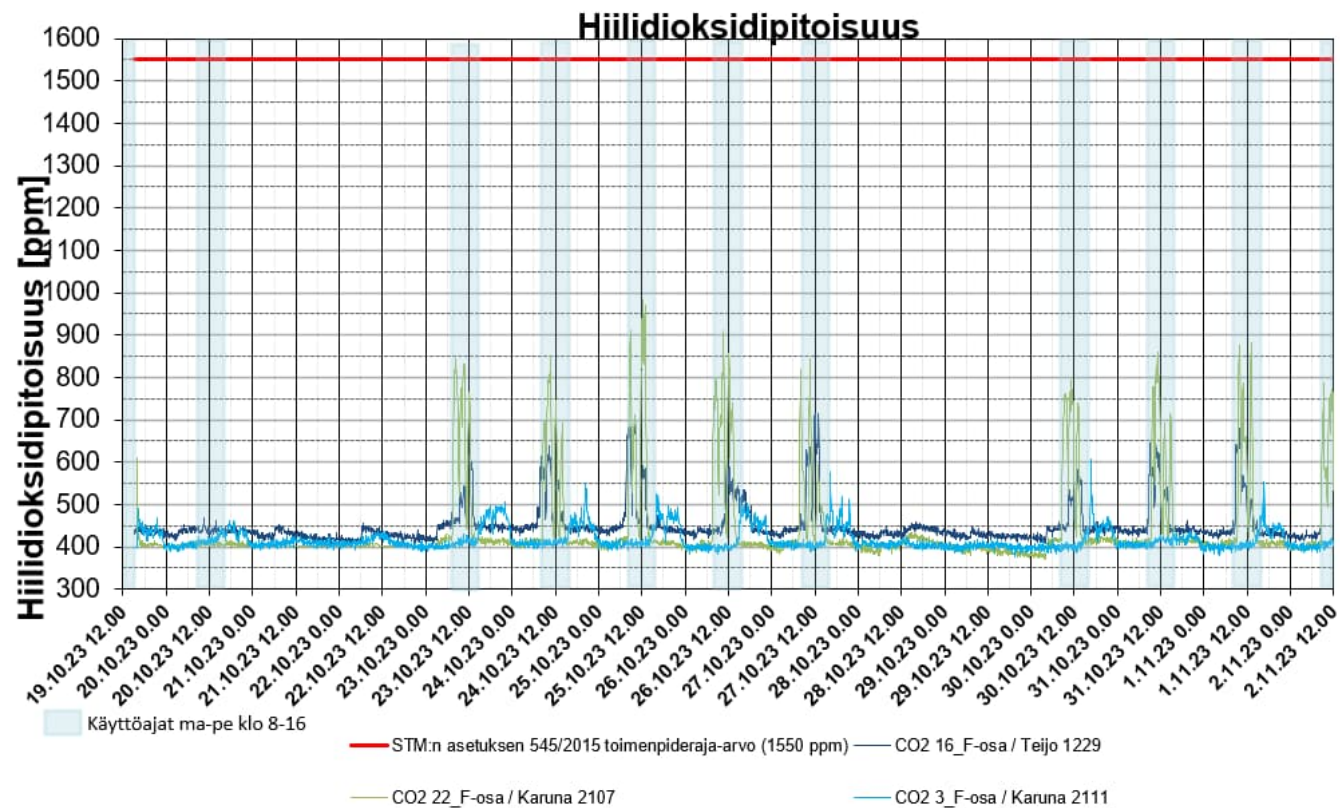
Kuvaaja 3. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus D1/Haikko (1179, 1172) ja D2/Kuitia (2066, 2086). Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 400...1020 ppm.

E1/Laukko ja E2/Mustio



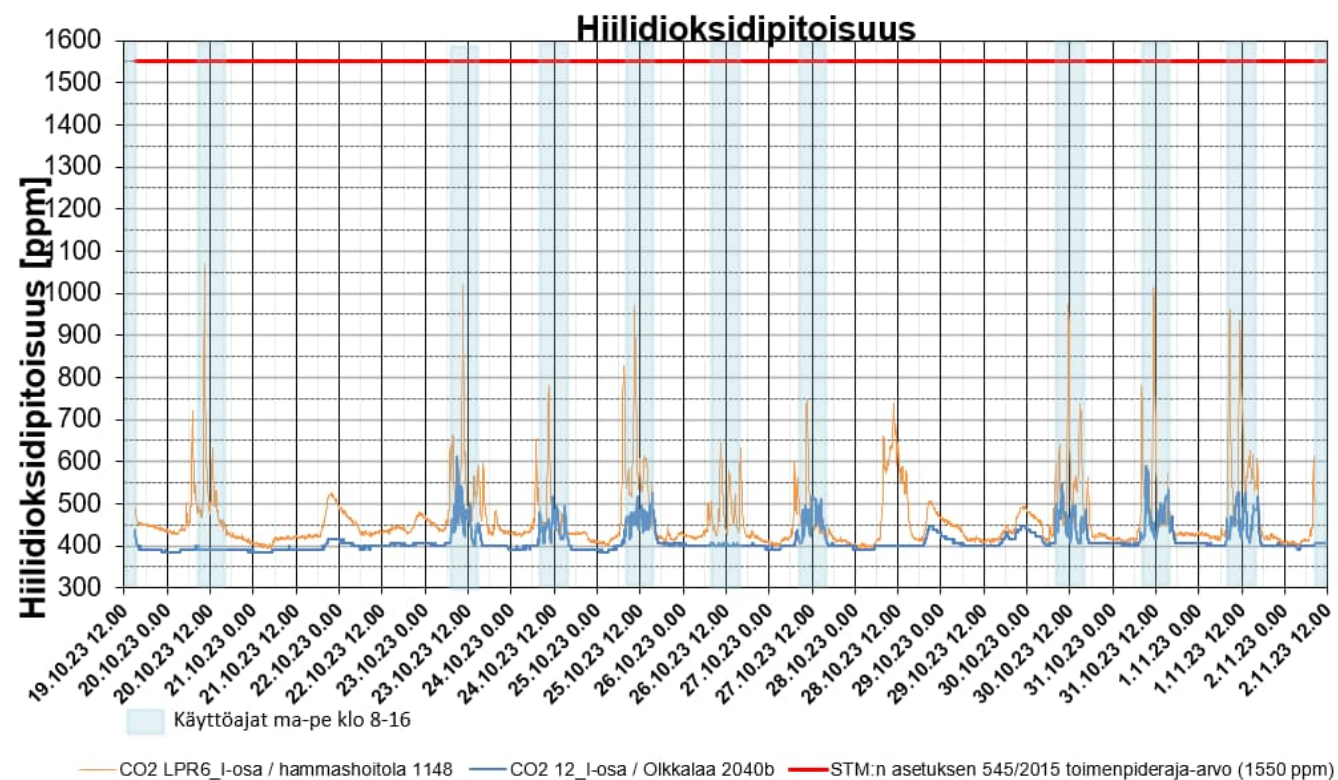
Kuvaaja 4. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus E1/Laukko (1194, 1199) ja E2/Mustio (2106, 2087). Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 400...1000 ppm.

F1/Teijo ja F2/Karuna



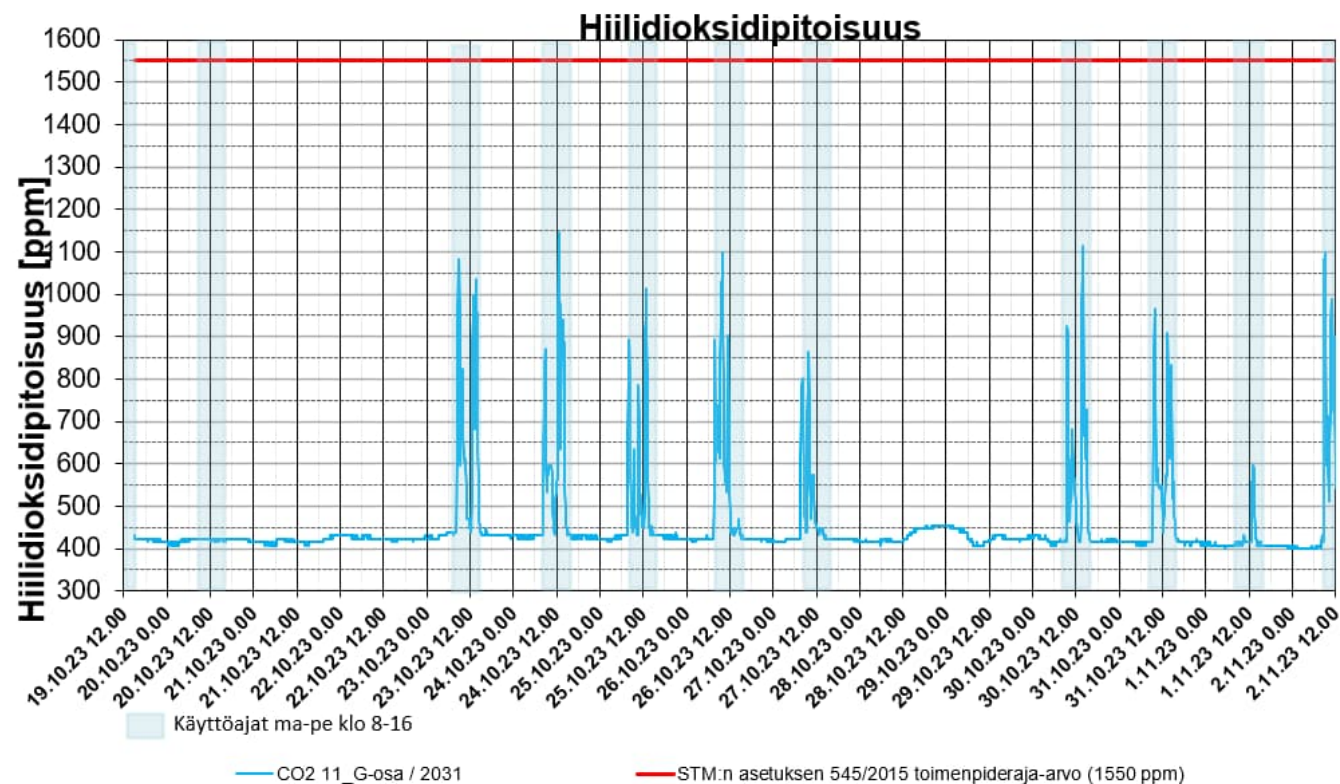
Kuvaaja 5. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus F1/Teijo (1229) ja F2/Karuna (2107, 2111). Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä keskimäärin 400...950 ppm.

I1/Hammashoitola ja I2/Olkkalaa



Kuvaaja 6. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus I1/Hammashoitola (1148) ja I2/Olkkalaa (2040b). Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 400...1070 ppm.

G2, tila 2031



Kuvaaja 7. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus G2 tilassa 2031. Mittaustuloksen perusteella hiilidioksidipitoisuus vaihteli keskimäärin välillä 410...1145 ppm.

25.11.2023

Rakenneavaukset

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA1 (VS)	B-osa, tila 1054
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • maali • ~160 mm betoni • ~60 mm ilmaväli • betoni (rakenneavaus lopetettiin tähän)
 	
Rakenneavaus tehtiin tilan 1054 väliseinärakenteeseen. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilaan päin luokkahuoneen oven ollessa kiinni. Oven ollessa auki ilmavirtaus muuttui huonetilasta rakenteeseen virtaavaksi. Rakenneavauksesta ei havaittu lämmöneristettä.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA2	Aula 1152, portaiden alustila
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~2 mm maali ja tasoite • ~200 mm betoni
 	
Rakenneavaus tehtiin aulatilaa 1152, portaiden alustilan seinärakenteeseen. Portaiden alustilassa betonirakenteet ovat siistit, paljaalla betonipinnalla, pohjalla oli havaittavissa paikoin rakennusmuovia.	

25.11.2023

Rakenneavauksessa havaittiin voimakas ilmavirtaus sisätilasta portaiden alustilan suuntaan. Rakenneavauksesta ei havaittu poikkeavia hajuja.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA3 (US)	D-osa, tila 1176
MAT1	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • maali • ~170 mm betoni • ~230 mm mineraalivilla
	

Rakenneavaukset tehtiin tilan 1176 ulkoseinärakenteeseen.

Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus rakenteen suuntaan. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Ulkoseinärakenteen lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte MAT 1 mikrobianalyysiin. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA4 (AP)	D-osa, tila 1176
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~6 mm vinyylilaatta • ~3 mm tasoite • ~1 mm primeri • ~60 mm tasausbetoni • ontelolaatta (rakenneavausta ei jatkettu)
	

Rakenneavaukset tehtiin tilan 1176 alapohjarakenteeseen.

25.11.2023

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Rakenteesta ei otettu näytteitä.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA5 (US)	D-osa, tila 1170
MAT2	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~170 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~100 mm kova villa • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)



Rakenneavaukset tehtiin tilan 1170 ulkoseinärakenteeseen.

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.

Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT2 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA6 (AP)	D-osa, tila 1170
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~6 mm vinyylilaatta • ~3 mm tasoite • ~60 mm tasausbetoni • ontelolaatan yläpinta (rakenneavausta ei jatkettu)



25.11.2023

Rakenneavaukset tehtiin tilan 1170 alapohjarakenteeseen.

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA7 (US)	E-osa, tila 1191
MAT3	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~170 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50 mm kova villa (rakenneavausta ei jatkettu)
	

Rakenneavaukset tehtiin tilan 1191 ulkoseinärakenteeseen.

Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.

Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT3 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA8 (AP)	E-osa, tila 1199
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • epoksinnoite • tasoite • epoksi • ~60 mm tasausbetoni • ontelolaatta
Rakenneavaukset tehtiin tilan 1199 alapohjarakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA9 (US)	E-osa, tila 1204
MAT4	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • maali • ~160 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla

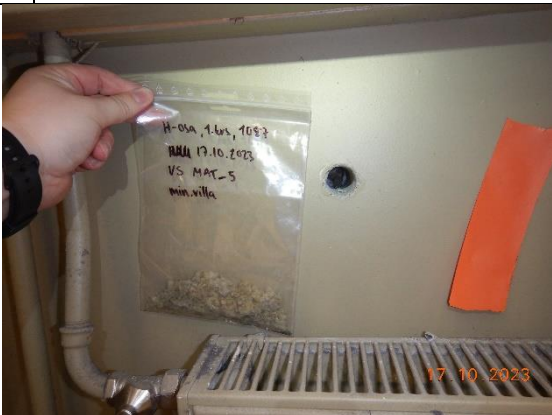
25.11.2023

	• ~50 mm kova villa • ~55 mm ilmaväli • tiili (rakenneavausta ei jatkettu)
	Rakenneavaukset tehtiin tilan 1204 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT4 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA10 (AP)	E-osa, tila 1191
Ei materiaalinäytettä	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • vinyylilaatta • ~2 mm tasoite ja primeri • ~2 mm tasoite • ~1 mm primeri (punainen) • ~70 mm tasausbetoni(rakenneavausta ei jatkettu)
	
	Rakenneavaus tehtiin tilan 1204 alapohjarakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA11 (VS)	H-osa, tila 1087
MAT5	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali

25.11.2023

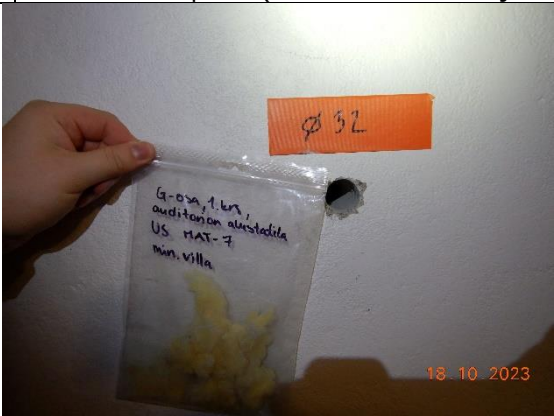
	• ~1 mm tasoite • ~150 mm betoni • ~70 mm mineraalivilla ja ilmapäli • betoni
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 1087 väliseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmapärtäus huonetilasta rakenteeseen. Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT5 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materi-aalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.	

Avas ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA12 (US)	H-osa, tila 1087
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~170 mm betoni • ~150 mm mineraalivilla • ~80 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 1087 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmapärtäus huonetilasta rakenteeseen. Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT5 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materi-aalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.	

25.11.2023

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA13 (Kuilu)	F-osa, tila 1231
Rakenneavaus tehtiin tilan tekniikkakuiluun tilassa 1231.	
Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA14 (kotelorakenne)	F-osa, tila 1215
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~13 mm kipsilevy • muovi • mineraalivilla
Rakenneavaus tehtiin tilan 1215 kotelorakenteeseen.	
Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA15 (US)	G-osa, auditorion ulkoseinä alustatilassa
MAT7	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~190 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~100 mm kovavilla ja tuuletusrako • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan auditorion ulkoseinärakenteeseen.	
Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen.	
Rakenneavauksesta otettiin näyte MAT7 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA16	G-osa, levyseinä auditorion penkkien alustilaan

25.11.2023



Rakenneavaus tehtiin tilan auditorion penkkien alustilaan.

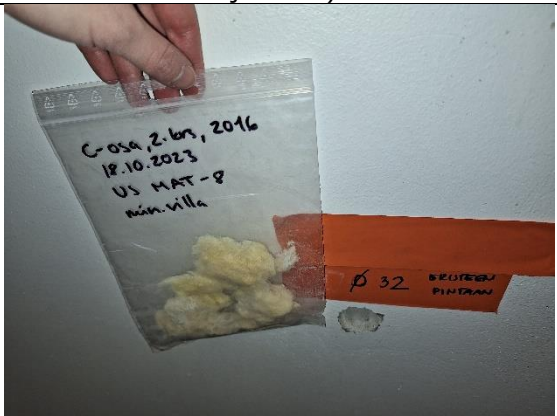
Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Alustilassa ei havaittu rakennusjätettä, mutta hieman pölyä.

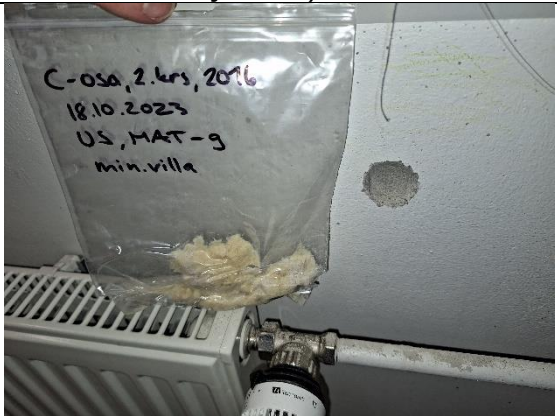
Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA17 (AP)	G-osa, auditorion penkkien alustila
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • linoleumimatto pinnassa • rakenteen alla tyhjä tila (suunnitelmien mukainen)
Rakenneavaus tehtiin auditorion penkkien alustilan rakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmvirtaus huonetilasta rakenteeseen.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA18 (VS)	I-osa, tila 2041B
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~160 mm betoni • ~155 mm ilmatila • harkko (rakenneavausta ei jatkettu)
Rakenneavaus tehtiin tilan 2041 väliseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmvirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteessa on mahdollisesti kovavillaa tai lautaa, näytettä ei pystytty ottamaan rakenneavauksesta.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA19 (US)	C-osa, tila 2016
MAT8	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~150 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50...60 mm kovavilla

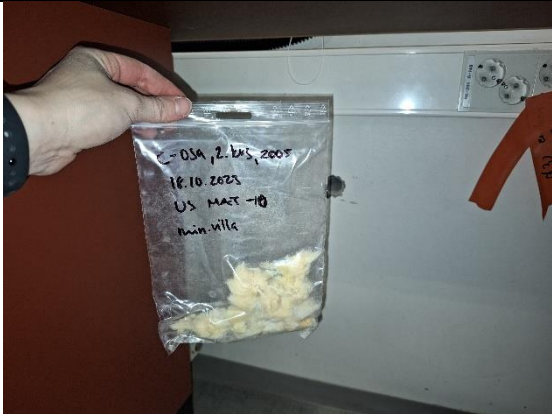
25.11.2023

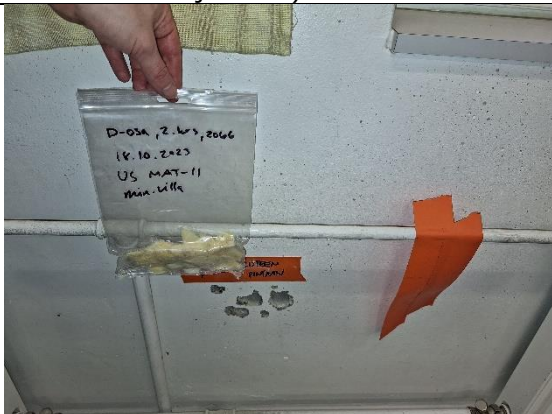
• kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)	
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2016 ulkoseinärakenteeseen, jonka ulkopuolella on tiiliverhous. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT8 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA20 (US) MAT9	C-osa, tila 2016 Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~150 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50...60 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2016 ulkoseinärakenteeseen, jonka ulkopuolella on lautaverhous. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmavirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT9 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA21 (US) MAT10	C-osa, tila 2005 Rakenne sisäpinnasta lueteltuna:

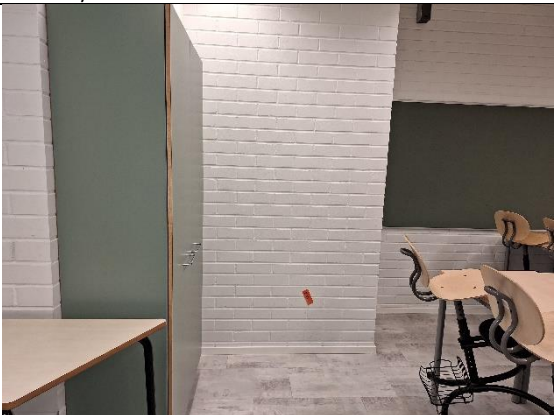
25.11.2023

	• ~maali • ~150 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50...60 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2005 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmvirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT10 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

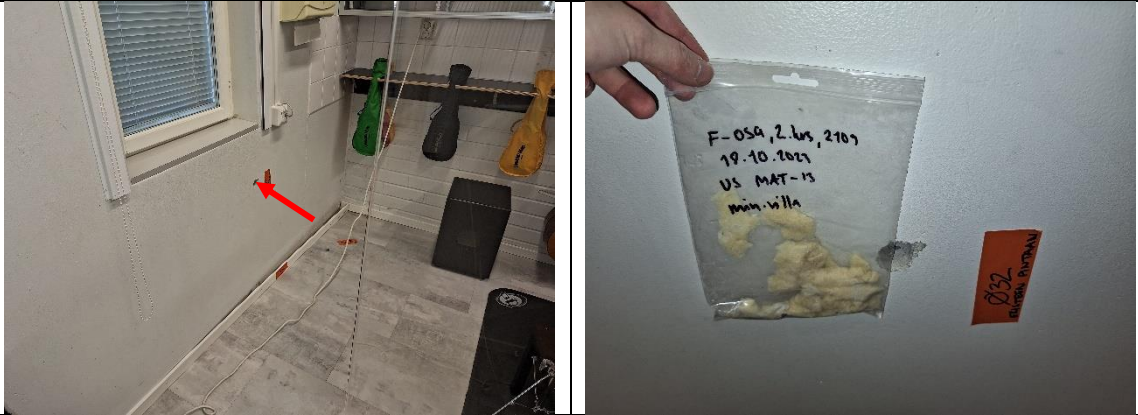
Avas ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA22 (US)	D-osa, tila 2066
MAT11	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~150 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50...60 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2066 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmvirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT11 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

25.11.2023

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA23 (US) MAT12	E-osa, tila 2100 Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~155 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~50...60 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2100 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmapvirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT12 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA24 (kuilu)	F-osa, tila 2117
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2117 tekniikkakuilun rakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmapvirtaus huonetilasta rakenteeseen.	

25.11.2023

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA25 (US) MAT13	F-osa, tila 2109 Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • ~maali • ~155 mm betoni • ~125 mm mineraalivilla • ~45 mm kovavilla • kova pinta (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2109 ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksesta havaittiin ilmvirtaus huonetilasta rakenteeseen. Rakenteesta otettiin materiaalinäyte MAT13 lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA26 (VP)	F-osa, tila 2109 Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: • >100 mm betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2109 välipohjarakenteeseen. Rakenteessa ei ole täyttökerrosta.	

25.11.2023

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA27 (VP)	F-osa, tila 2111
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: >100 mm betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin tilan 2111 välipohjarakenteeseen. Rakenteessa ei ole täyttökerrosta.	

Avaus ja materiaalinäyte	Tila / huoneselite
RA28 (AP)	H-osa, liikuntasali
	Rakenne sisäpinnasta lueteltuna: ~8 mm sauvaparketti ~22 mm vaneri ~130 mm puukoolaus ja ilmatila - betoni (rakenneavausta ei jatkettu)
	
Rakenneavaus tehtiin liikuntasali alapohjarakenteeseen. Rakenteessa ei havaittu lämmöneristettä. Alimman koolauksen ja betonirakenteen välissä havaittiin bitumikermikaista. Rakenteesta havaittiin ilmavirtaus rakenteesta liikuntasaliin. Betonipinnalla havaittiin pölyä.	

Tilaaaja

0124610-9

Vantaan kaupunki

Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat

Asematie 10A

01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	04.01.2024	Kellonaika	
	Vastaanotettu	04.01.2024	Kellonaika	12.15
	Tutkimus alkoi	04.01.2024	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteenottaja	Syrjäläinen Tommi		
	Viite	Kartanonkosken koulu, Vantaan kaupunki		

Laboratorion lisätiedot:

Liitteenä näytekohtainen dokumentti VOC-yhdisteiden pitoisuuksista.

Näytteet on otettu laboratorion pumpuilla.

Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Analyysi	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID)
Yksikkö	µg/m ³
Menetelmä	ISO 16000-6:2021 (Tenax TA)
MU %	30
Näyte	*
244-1, Sisäilma VOC, 1(2042), Kartanonkosken koulu, Vantaan Kaupunki	17
244-2, Sisäilma VOC, 2(2037), Kartanonkosken koulu, Vantaan Kaupunki	51

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee Metropolilabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella. Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratorion osittain kopiointi ei ole sallittua. Testausseleoste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Yhteyshenkilö Tiusanen Aleks, aleksi.tiusanen@metropolilab.fi, kemisti**Tiedoksi** Hongisto Laura, laura.hongisto@afry.com;
Syrjäläinen Tommi, tommi.syrjalainen@afry.com

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

Liite testausselosteeseen	2024-00244-01		
Näyte	1(2042)		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		17	73
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		2.7	16
C6-C8		2.7	16
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	5.6	6.7	39
2-Etyyli-1-heksanoli	5.6	6.7	39
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	2	12
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<2,3	<1,0	0
Etyylibentseeni	0.2	<1,0	0
1,3+1,4-Ksyleeni	0.8	1.0	6
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	0.6	1.0	6
Propyylibentseeni	0.1	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyli	<0,20	<1,0	0
Alkylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	<0,1	<1	0
Etyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Butyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0

	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
Halogenoituja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karboonylit yht.	<3,1	<1	0
Heksanaali	<1,5	<1,0	0
2-Furankarbonsaldehydi	<2,7	<1,0	0
Bentsaldehydi	<2,3	<1,0	0
Oktanaali	<2,3	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karboonylleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	0
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	2	1.2	7
Pineeni	0.6	0.6	3
Delta-3-kareeni	<0,10	<1,0	0
Limoneeni	0.9	0.6	4
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Liite testausselosteeseen	2024-00244-02		
Näyte	2(2037)		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>51</u>	<u>78</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		3.1	6
C6-C8		3.1	6
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	29.5	29.6	58
2-Etyyli-1-heksanoli	22.3	26.7	52
Butanoli	7.3	2.9	6
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	4	5	10
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<2,3	<1,0	0
Etyylibentseeni	0.6	<1,0	0
1,3+1,4-Ksyleeni	2.5	3.0	6
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	1.3	2.1	4
Propyylibentseeni	0.1	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0.3	<1	0
Etyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0.3	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri	<5,0	<5,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri asetaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0

	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
Halogenoituja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karboonylit yht.	<3,1	1.2	2
Heksanaali	2.9	1.2	2
2-Furankarboxialdehydi	<2,7	<1,0	0
Bentsaldehydi	<2,3	<1,0	0
Oktanaali	<2,3	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karboonylleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	0
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	1	1.1	2
Pineeni	1.2	1.1	2
Delta-3-kareeni	<0,10	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			