

SIRATE
Ilmasta Hyvää.



Tutkimusraportti

Lisätutkimukset

Kupittaaan urheiluhalli
Tahkonkuja 5
20520 TURKU



25.1.2023
Päivitetty:
Projektinnumero: 7167
Pysyvä rakennustunnus: 103454404U
Suojeluluokka: sr-2

Sirate Group Oy

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

Tampere

Tampereentie 495
33880 Lempäälä
Puh. 046 851 4392

Turku

Lemminkäisenkatu 59
20520 Turku
Puh. 046 850 5088

Kuopio

Viestikatu 3
70600 Kuopio
Puh. 040 089 7727

Jyväskylä

Alasinkatu 1 - 3
40321 Jyväskylä
Puh. 040 089 7757

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
1 Lähtötiedot	4
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite.....	4
1.2 Perustiedot	5
1.3 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset ja korjaukset.....	5
1.4 Käytössä olleet asiakirjatiedot.....	6
2 Tutkimusmenetelmät	7
2.1 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset	7
2.1.1 Sisäilman olosuhdeseurannat	7
2.1.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta	8
2.2 Lämpökuvaus.....	8
3 Tulokset	9
3.1 Sisäilman olosuhteet	9
3.1.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	9
3.1.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	11
3.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta	12
3.3 Lämpökuvaus.....	13
3.4 Muut havainnot ja tiedot	13
4 Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset.....	14
5 Toimenpidesuosituksset	15
Allekirjoitukset.....	15
Liitteet	15
Kirjallisuus.....	15

Tiivistelmä

Kupittaaan urheiluhalliin on suunnitteilla peruskorjaus, jonka lähtötiedoiksi rakennukseen tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus kesällä 2022. Tämän lisätutkimuksen tavoitteena oli selvittää yläpohjarakenteiden kuntoa pakkaskaudella tehtävällä lämpökuvauksella sekä vapautuuko vaurioituneiksi todetuista lattiapäällysteistä sisäilmaan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC). Lisäksi täydennettiin sisäilman olosuhdemittauksia lämmityskaudella tehdyin seurantamittauksin.

Rakennuksen pohjakerroksesta otetuista neljästä sisäilman VOC-näytteestä kahdessa (keilahallin kahvio ja pukuhuone) esiintyi selvästi Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävät pitoisuudet TXIB:tä (2,2,4-trimeytyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti). Todennäköisin lähde poikkeavalle sisäilmapitoisuudelle on jo aiemmin kosteusmittausten perusteella vaurioituneiksi todetut lattiapäällysteet. Tämä on kuitenkin suositeltavaa varmentaa päällysteistä otettavin materiaalinäyttein, jotka samalla täydentäisivät kesällä 2022 tehtyä haitta-ainekartoitusta syksyllä 2022 julkaistun uuden ohjeistuksen mukaiseksi. Muiden VOC-yhdisteiden sisäilmapitoisuudet olivat matalia ja selvästi alle toimenpiderajojen.

Rakennuksen ylemmässä, urheiluhallikerroksessa tehdyssä lämpökuvauksessa havaittiin useita merkittäviä ilmavuotoja erityisesti rakennuksen kaakkois- ja luoteissivuilla, joissa kaarikatto on lähimpänä maanpintaa. Vuotoja havaittiin ikkunoista, yläpohjan liimapuupalkkien liitoksista sekä ikkunoiden päältä alakaton taakse. Merkittäviä ilmavuotoja havaittiin myös laajenuksena tehdyn juoksuputken ja vanhan osan liittymästä, juoksuputken alapohjan ja ulkoseinien liittymästä sekä urheiluhallin lasiseinien ulko-ovien liittymistä. Lämpökuvauksen havainnot on esitetty tarkemmin liitteenä 3 olevassa lämpökuvauksessa. Rakennuksen henkilökunnalta saadun tiedon urheiluhallin katossa on kuluvana talvikautena havaittu useita vesivuotoja.

Sisäilman olosuhdeseurannoissa hiilidioksidipitoisuudet olivat matalia ja huoneilman suhteelliset kosteudet vuodenajalle tyypilliset. Pohjakerroksen tiloissa sisäilman lämpötilat olivat sisäliikuntatilojen tavoitetasojen mukaiset. Yleisurheiluhallin lämpötila laskee pakkaskaudella helposti alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan sekä sisäliikuntatilan tavoitetason. Seurantajaksolla lämpötila laski myös joulun pyhien aikana tilojen ollessa suljettuina yleisöltä, minkä vuoksi ilmanvaihtoa ei ilmeisesti käytetty normaalilla teholla.

Tehtyjen tutkimusten perusteella suositamme seuraavia toimenpiteitä:

1. Sisäilmassa todettujen poikkeavien TXIB-pitoisuuksien lähde tulee varmentaa korjaustoimenpiteiden valitsemiseksi
 - a) Keilahallin lattiapäällysteistä suositellaan otettavan materiaalinäytteitä VOC-analyysiin.
 - b) Keilahallin lattiapäällysteiden ja keilaratojen puhdistus- ja hoitoaineiden tuotesisällöt tulee tarkastaa
2. Urheiluhallin katon vesivuodot tulee selvittää ja korjata
 - a) Katon vesivuodot on suositeltavaa dokumentoida valokuvin ja niiden sijainnit merkitä pohjakuviin
 - b) Vesikatteen kunto on suositeltava tarkastaa em. havaintoja hyödyntäen peltikattotöihin erikoistuneen palveluntuottajan toimesta
3. Lämpökuvauksessa havaittujen ilmavuotojen korjaaminen tulee toteuttaa viimeistään peruskorjauksen yhteydessä.

1 Lähtötiedot

Tutkimuskohde

Kupittaaan urheiluhalli
Tahkonkuja 5, 20520 TURKU

Rakennusvuosi: 1971
Kerrosala: 11 836 m²
Suojeluluokka: sr-2

Tilaaja

Hannele Luoma, sisäilma-asiantuntija
hannele.luoma@turku.fi, p. 040 660 4303,

Turun kaupunki, Tilapalvelut
Linnankatu 90 E, 2. krs

Muut yhteyshenkilöt

Ismo Pyöli, liikuntapaikkamestari

Tutkimusten vastuhenkilö

Vesa Koskinen, projektijohtaja, FM
rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-20645-24-14
Rakennusten lämpökuvaaja C-27326-25-23

Sirate Group Oy, Lemminkäisenkatu 59, 20520 TURKU
vesa.koskinen@sirategroup.fi, p. 040 648 2244

Tutkimushenkilöt

Suvi Kajanen, Ville Norri, Timo Murtoniemi, Sirate Group Oy

Laboratoriot

Työterveyslaitos, Työympäristölaboratoriot (VOC-ilmanäytteet)

Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset kohteessa tehtiin aikavälillä 15.12.-28.12.2022

- VOC-ilmanäytteet 15.12.2022
- Lämpökuvaus 22.12.2022
- Olosuhdeseurantamittaukset 15.-28.12.2022

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

Kupittaaan urheiluhalliin on suunnitteilla peruskorjaus, jonka lähtötiedoiksi rakennukseen tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus kesällä 2022. Tämän lisätutkimuksen tavoitteena oli selvittää yläpohjarakenteiden kuntoa pakkaskaudella tehtävällä lämpökuvauksella sekä vapautuuko vaurioituneiksi todetuista lattiapäällysteistä sisäilmaan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC). Lisäksi täydennettiin sisäilman olosuhdemittauksia

lämmityskaudella tehdyin seurantamittauksin. Kuntotutkimuksessa suositeltua yläpohjan liimapalkkien tutkimusta ei tehty, koska vastaava tutkimus korjaussuositukseen on tehty jo 2021.

1.2 Perustiedot

Tutkimuskohteena on vuonna 1971 valmistunut urheiluhalli. Rakennuksen suojeluluokka on sr-2: rakennus on kaupunkikuvallisesti ja rakennustaiteellisesti arvokas rakennus. Rakennusta ei saa purkaa ilman pakottavaa syytä eikä siinä saa suorittaa vaipan ulkopuolella sellaisia lisärakentamis- tai muutostöitä, jotka tarvelevät julkisivujen ja vesikaton perusmuotoa. Rakennuksen osin maanpinnan alapuolisessa ensimmäisessä kerroksessa on pukuhuone-, kuntosali- yms. tiloja sekä ampumarata ja keilahalli. Ylemmässä kerroksessa on katsomollinen yleisurheiluhalli, johon on vuosituhannen vaihteessa tehty laajennuksena juoksuputki.

Pilaripalkkirunkoinen rakennus on lähtötietojen mukaan perustettu pääosin paaluille ja länsinurkastaan maan varaan. Alapohjarakenteet ovat kantavia tai maanvaraisia betonilaattoja. Välipohjarakenteena on betoninen ylälaattapalkisto. Hallin kaareva yläpohja on pääosin puurunkoinen, juoksuputkessa teräsrunkoinen. Vesikatteenä on pelti. Pohjakerroksen maanvastaaiset ulkoseinärakenteet ovat betonirakenteisia ja lämmöneristetyt sisäpuolelta. Maanpinnan yläpuoliset ulkoseinät ovat pääosin lämpölasia, muilta osin peltikasetteja.

Rakennuksessa on usealla ilmanvaihtokoneella toimiva koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa käytetään myös kierrätysilmaa. Alkuperäistä järjestelmää on saneerattu osittain useassa osassa.

1.3 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset ja korjaukset

Viimeisimpinä tutkimuksina on rakennuksessa tehty kesällä 2022 kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus (Sirate 3.10.2022) sekä haitta-ainekartoitus (Sirate 17.10.2022) ja yleisurheiluhallin teollisten mineraalikuitujen mittaukset 14 vrk laskeumanäytteillä vuodenvaihteessa 2021 - 2022 (Sirate 28.1.2022). Kuntotutkimuksessa todettiin alapohjan poikkeavan alkuperäisistä rakennesuunnitelmista ja olevan laajasti kosteusvaurioitunut. Alapohjasta nouseva kosteus on aiheuttanut lattiapäällysteiden kemiallisen vaurioitumisen, mikä voi vaikuttaa sisäilman laatuun. Maanvastaisten seinärakenteiden mineraalivillaiset lämmöneristeet olivat vain paikallisesti mikrobivaurioituneita, sillä jo käyttökänsä ylittänyt bitumisively on toistaiseksi suojannut eristeitä ulkopuoliselta kosteudelta. Yksittäisenä sisäilman laadun kannalta merkittävimmät mikrobivauriot ovat juoksuradan kaarrekorotusten alle jätetyt muottilaudat, jotka ovat lahovaurioituneet. Korotusten alta kulkeutuu halkeamien kautta mikrobiperäistä hajua sisätiloihin.

Yleisurheiluhallissa tehdyissä teollisten mineraalikuitujen mittauksissa 14 vrk laskeumanäytteiden kuitupitoisuudet ylittivät Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Kuitulähteinä toimivat hallin katon iäkkäät akustiikkalevyt sekä kuntotutkimuksessa tehdyn selvityksen ja rakennuksen iän perusteella myös ilmanvaihtojärjestelmän äänenvaimennusmateriaalit.

Kuntotutkimuksessa annetut, ennen peruskorjausta tehtävät korjaustoimenpidesuositukset olivat: juoksuradan kaarteiden halkeamien tiivistäminen, palautuskeskuksen eteisen (tila 107) asennuslattian ja kevyen ulkoseinän vaurioiden korjaaminen, kuitulähteiden poisto/pinnoitus, ampumaradan poistoilmakoneiden toiminnan tarkastus ja epäpuhtauksien kulkeutumisen estäminen ala- ja välipohjien kanaaleista sisäilmaan.

Kesällä 2022 tehdyn kuntotutkimuksen jälkeen selvisi, että yläpohjan liimapuukaarten kuntoa on selvitetty ja niiden korjaukselle on laadittu korjaustyöselostus kesällä 2021 (Inspecta Oy).

Rakennuksessa on tehty ilmanvaihtojärjestelmän saneeraus vuonna 1996 ja eteläpäädyn ilmanvaihtokonehuone on muutettu sosiaalituloiksi. Entinen talonmiehen asunto on muutettu palautuskeskukseksi 1999 ja

samassa yhteydessä on alueella tehty ainakin lämpöverkon saneeraus. Pesuhuonetoiloissa 092 - 096 on tehty muutoksia vuonna 2009.

Joulukuussa 1991 myrsky irrotti rakennuksen peltikatetta noin 600 m2 alueelta (Helsingin Sanomat 30.12.1991). Aistinvaraisen arvion, ilmakuviin ja käyttäjiltä saadun tiedon perusteella alkuperäinen peltikate on todennäköisesti uusittu kokonaan, mahdollisesti laajennusosan (juoksuputki) rakentamisen yhteydessä (asiakirjavahvistusta ei ollut käytettävissä).

Rakennuksen käyttäjiltä saadun tiedon mukaan keilahalliin on tulvinut runsaasti vettä salaojien tukkeutumisen vuoksi vuonna 1994, minkä seurauksena salaojat olisi kunnostettu. Käyttäjien mukaan myös lasijulkisivu olisi uusittu jossain vaiheessa, mutta tälle ei saatu vahvistusta käytettävissä olleista asiakirjoista.

Saunaosasto on saneerattu vuoden 2016 kuvien mukaisesti.

1.4 Käytössä olleet asiakirjatiedot

- Tutkimusraportit Sirate Group Oy (28.1.2022, 3.10.2022 ja 17.10.2022)
- Korjaustyöselostus, liimapuukaaret, Inspecta Oy, 9.7.2021
- Rakennuksen ajantasaiset pohjakuvat ja julkisivukuvat
- Alkuperäisiä rakenne- ja LVI-kuvia
 - Lämpöjohdot, N:o 68066-L-1 ja 68066-L-2, 23.10.1969
 - ilmanvaihto, kenttätaso, N:o 68066-A-3 ja 68066-A-4, 10.10.1969
 - ilmanvaihto, pohjataso, N:o 68066-A-1, 68066-A-2 (osin) 18.9.1969
 - Kanaalin poikkileikkaus, osat 0 ja 1, 10.1.1969
 - Kellarin katto, tason laudoitus, 1.10.1969
- Ilmanvaihto, saneeraus, kuvat, 96P39-LVI-301 - 309 , 29.10.1996
- Saunatilojen saneeraus 2016
 - lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät, L_G1201, 31.5.2016
 - vesi ja viemärijärjestelmät, L_G2201
 - ilmanvaihtojärjestelmät, L_3301
- Muutoksia vuosilta 1996, 1997 ja 1999

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

2.1.1 Sisäilman olosuhdeseurannat

Sisäilman olosuhteita (lämpötila, hiilidioksidipitoisuus, suhteellinen kosteus) mitattiin noin 2 viikon mittaisin seurantamittauksin etäluettavilla ilmanlaatumittareilla (lotsu L2 AQ05, mittaustarkkuudet: LT ± 0,5 °C, RH ± 2%, CO₂ ± 30 ppm + 3% lukemasta). Tulokset tallennettiin 2,5 minuutin välein LoraWAN yhteyden kautta pilvipalvelimelle (AWS, Amazon Web Services).

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m³ (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus (1). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on n. 400 ppm.

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

Sisäilmastoluokitus 2018 (3) mukaiset tavoitearvot sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle (suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) ovat:

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

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

Huoneilman lämpötilan toimenpideraja tavoitetasot sisäliikuntatiloissa

Toimenpiderajat huoneilman lämpötilalle asunnoissa ovat lämmityskaudella +18...+26 °C. Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa toimenpiderajat ovat lämmityskaudella 20 - 26 °C. (2)

Sisäliikuntatiloissa suunnittelun tavoitetasot lämpötiloille ovat LVI-kortin 06-1066 (4) mukaan:

- yleisurheilussa 18 - 24 °C ,
- kuntosaliharjoittelussa ja painonnostossa 17 - 24 °C,
- Pukuhuoneissa 20 - 21 °C ja
- Pesutiloissa 21 - 23 °C.

Huoneilman suhteellinen kosteus

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä (1). Asetuksessa ei säädetä tarkkoja suhteellisen kosteuden rajoja, joiden välillä ilman suhteellinen kosteus (RH %) voi vaihdella. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositukseksi on aiemmin ollut 20 - 60 %. Tämän lisäksi on todettu, että sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastolisistä syistä, eikä näistä arvoista poikkeamista voida pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset

edellytykset täyttyvät. Toisaalta kylminä pakkasjaksoina huoneilman 60 % suhteellinen kosteus aiheuttaa jo suuren mikrobikasvun riskin rakenteiden sisäpintojen kylmimmissä kohdissa. (2)

Työsuojeluhallinnon suosituksen mukaan ilman suhteellinen kosteus tulisi työpaikoilla olla noin 30 - 50 prosenttia (5).

2.1.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritettiin sisäilmasta kerätyillä aktiivisilla VOC-näytteillä. VOC-näytteet kerättiin pumpun avulla Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorbentteihin. Pumpun virtausnopeus oli n. 0,2 l/min ja näytekoko n. 9 dm³. Näytteet analysoitiin akkreditoitussa ja Ruokaviraston hyväksymässä Työterveyslaitoksen laboratoriossa käyttäen ISO 16000-6 -standardiin pohjautuvaa analyysimenetelmää, jossa näytteet analysoidaan kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS).

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

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

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yksittäisille VOC-yhdisteille

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

2.2 Lämpökuvaus

Sisävaipan erityyppisten liitosrakenteiden (seinä- ja lattialiitokset, ikkuna-seinäliitokset, seinä-kattoliitokset, läpiviennit) tiiveyttä tarkasteltiin lämpökameralla. Kuvaukset tehtiin RT 14-11239 Rakennuksen lämpökuvaus -ohjekorttia (6) soveltaen. Lämpökuvauksesta on laadittu erillinen raportti, joka on tämän raportin liitteenä 3.

3 Tulokset

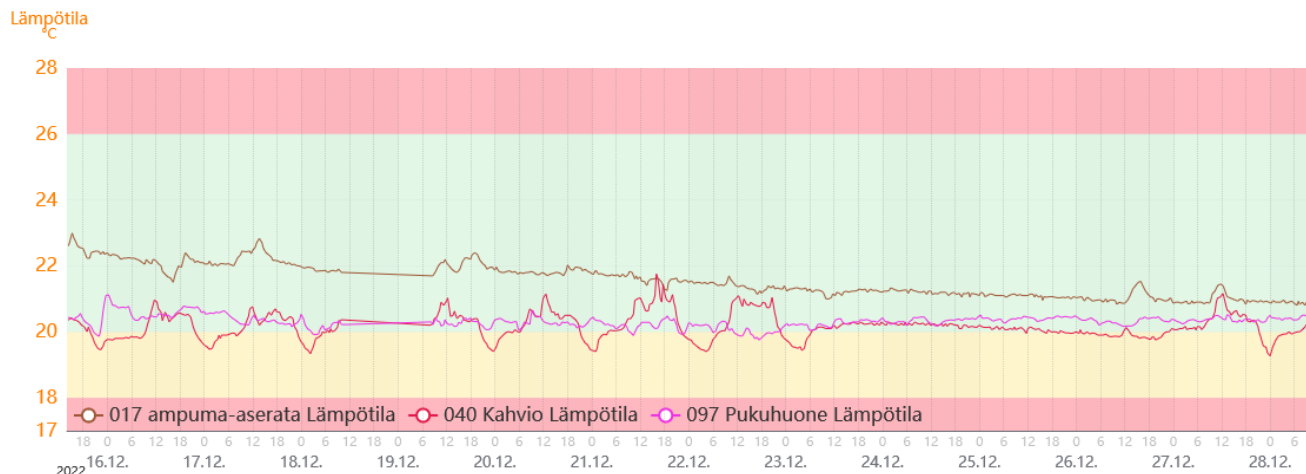
3.1 Sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötilat laskivat seurantajaksolla urheiluhallissa alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ulkoilman jäähtyessä n. $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sekä joulun pyhien aikana, jolloin tilat eivät olleet käytössä. Muissa tiloissa lämpötilat olivat tavoitetasolla. Sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenajalle tyypillisesti matalat ja hiilidioksidipitoisuudet selvästi alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

Sisäilman olosuhteita mitattiin 15.12.2022 - 4.1.2023 seitsemästä pisteestä, pohjakerroksen viidestä tilasta 017, 040, 051, 052 ja 097 sekä yläkerroksen yleisurheiluhallista kahdelta eri korkeudelta, katsomon alaosasta ja yläosasta.

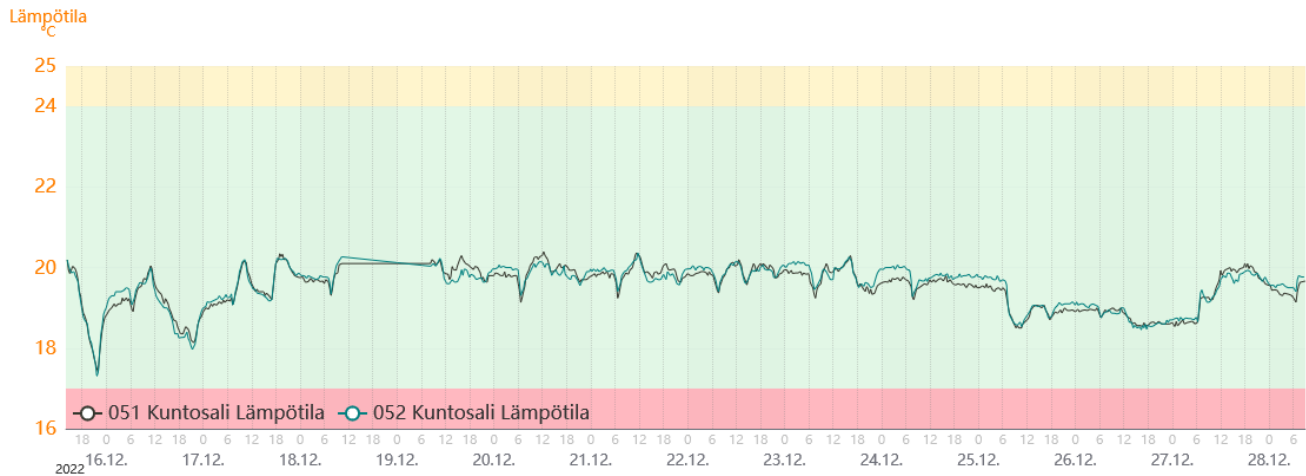
3.1.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötilojen seurantamittausten tuloskuvaajat on esitetty tilojen eri käyttötarkoitusten ja lämpötilojen tavoitetasojen perusteella eritellysti kuvissa 1 - 3. Ampumaradan ja keilahallin kahvion 040 lämpötilat täyttivät koko seurantajakson 15. - 28.12.2022 Asumisterveysasetuksen vaatimukset ja pukuhuoneen 097 lämpötila tavoitetasolla $20 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kuva 1).



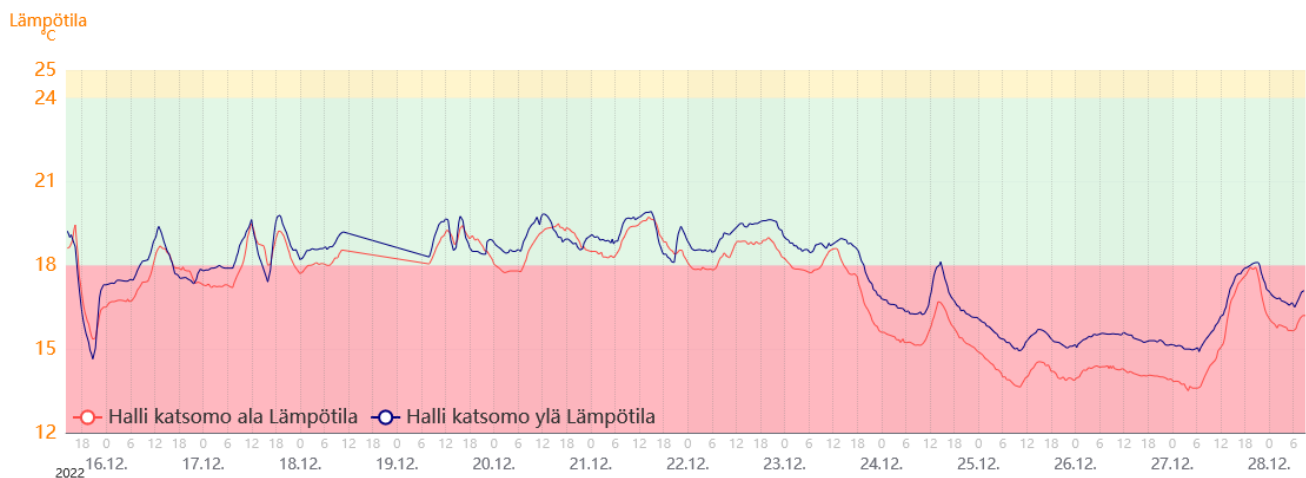
Kuva 1. Sisäilman lämpötilat ampumaradalla, keilahallin kahviossa sekä pukuhuoneessa 097 seurantajaksolla 15. - 28.12.2022. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittävät lämpötila-alueet on esitetty punaisella taustavärillä ja pukuhuonetilojen lämpötilojen tavoitetaso vihreällä taustavärillä.

Pohjakerroksen kuntosaleissa 051 ja 052 lämpötilat olivat koko seurantajakson ajan tavoitetasolla $17 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, joka kyseisen tyyppisissä sisäliikuntatiloissa sallii Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa matalamman lämpötilan. Käytännössä lämpötilat vaihtelivat yksittäistä iltaa lukuun ottamatta välillä $18 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja täyttivät siten myös Asumisterveysasetuksen vaatimukset (Kuva 2).

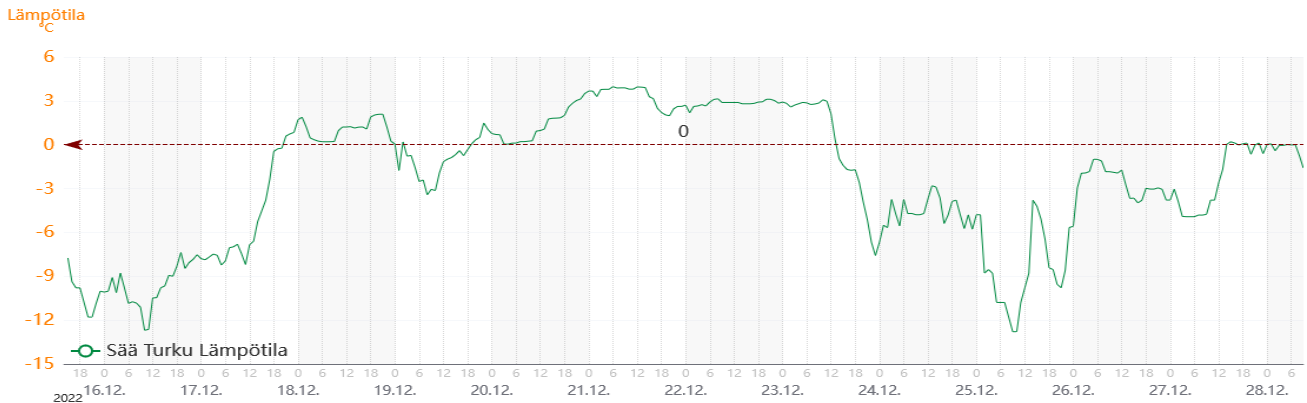


Kuva 2. Sisäilman lämpötilat kuntosaleissa 051 ja 052 seurantajaksoilla 15. - 28.12.2022. Kuntosalitilojen lämpötilojen tavoitetaso on esitetty vihreällä taustavärillä.

Urheiluhallin lämpötila laski seurantajakson alussa sekä joulun pyhien aikana alle yleisurheilukäytössä olevan sisäliikuntatilan tavoitetason alarajan (Kuva 3). Sisätilojen jäähtymiseen vaikutti kummallakin jaksolla ulkoilman lämpötilan lasku n. -10 °C tasolle (Kuva 4). Joulun pyhien aikana sisäilman lämpötilaan vaikutti myös se, että tilat olivat suljettuina ja ilmanvaihto ilmeisesti poissa päältä tai osateholla.

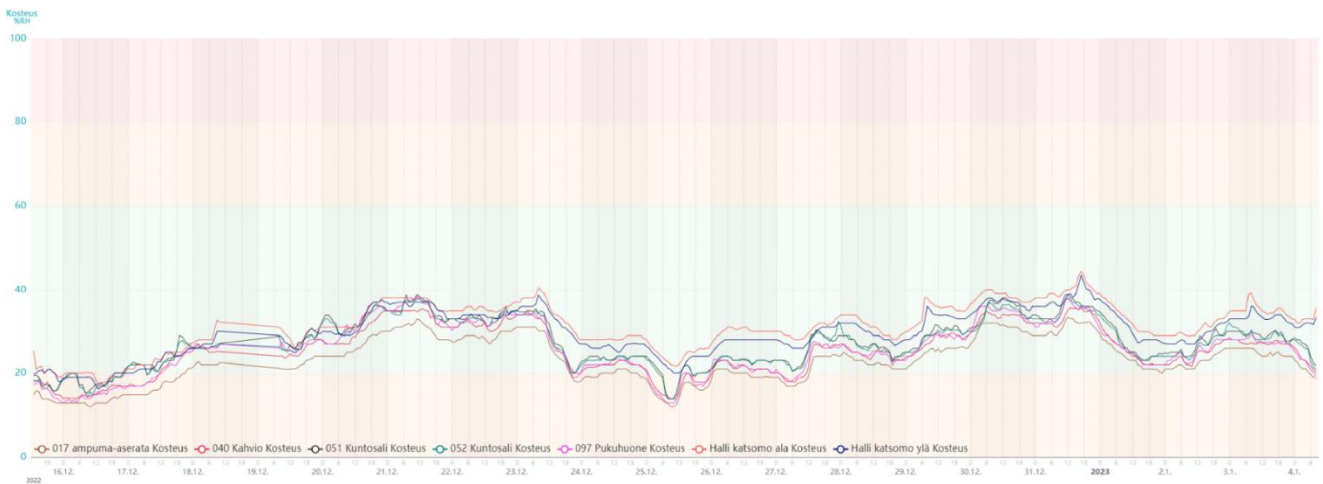


Kuva 3. Sisäilman lämpötilat urheiluhallissa seurantajaksoilla 15. - 28.12.2022. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittävät lämpötila-alueet on esitetty punaisella taustavärillä ja yleisurheilutilojen lämpötilojen tavoitetaso vihreällä taustavärillä.



Kuva 4. Ulkoilman lämpötilä (säähavaintoasema) 15. - 28.12.2022.

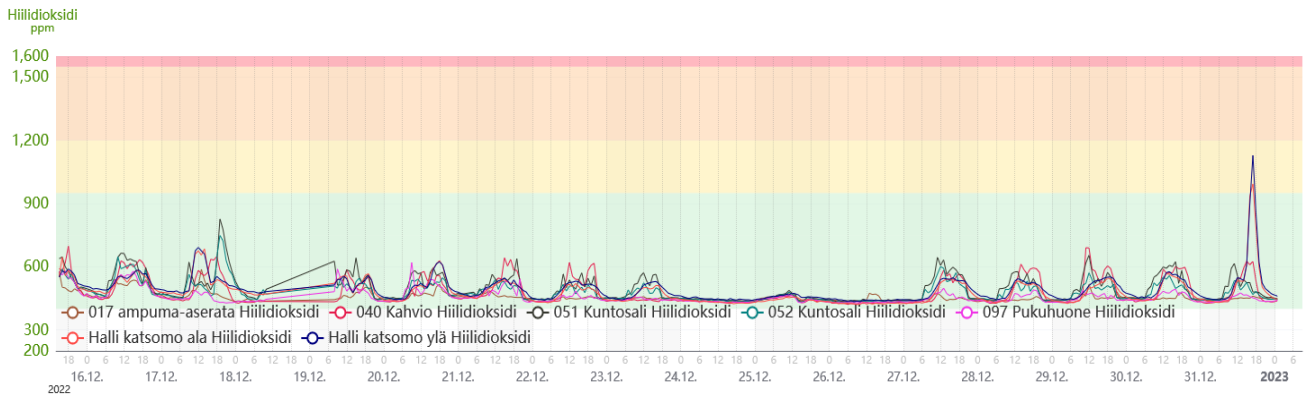
Talvikaudelle tyypillisesti sisäilman suhteellinen kosteus on ollut matala vaihdellen välillä 10 - 45 % välillä (kuva 5).



Kuva 5. Sisäilman suhteellinen kosteus on vuodenaikalle tyypillisesti matala kaikissa mittapisteissä.

3.1.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus on ollut kaikissa mittapisteissä matala, yksittäisenä piikkinä erottuu ainoastaan uudenvuoden aaton alkuiltä (klo 15 - 17), jolloin yleisurheiluhallin katsomon ala- ja yläosan mittapisteissä hiilidioksidipitoisuus nousee muuta tasoa korkeammaksi. Tällöinkin pitoisuus on kuitenkin selvästi alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Kuvassa 6 on esitetty kootusti hiilidioksidikuvaajat kaikissa mittapisteissä.



Kuva 6. Hiilidioksidipitoisuus on ollut koko seurantajakson ajan matala kaikissa mittapisteesissä. Asumisterveysasetuksen ylittävä pitoisuusalue on merkitty punaisella taustaväriyksellä ja Sisäilmastoluokituksen 2018 S3-luokka oranssilla ja S2-luokka vihreällä.

3.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Keilahallin tiloista otettujen sisäilman VOC-näytteiden TXIB-pitoisuudet ylittivät mittausepävarmuus huomioiduna Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Todennäköisin lähde yhdisteelle on aiemmin kosteusmittausten perusteella vaurioituneiksi todetut lattiapäällysteet.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) näytteet kerättiin ennen tilan avaamista käyttäjille aamulla klo 6 - 8, jolloin myös varmistettiin, ettei näytteenotto-tiloissa suoriteta siivousta tai oleskella näytteenoton aikana. Yhteenveto VOC-mittausten tuloksista on esitetty taulukossa 2. Tarkempi analyysivastaus on raportin liitteenä 2.

Taulukko 2. Yhteenveto VOC-mittausten tuloksista. Lukuarvot ovat TVOC-arvoja lukuun ottamatta laskettu yhdisteen omalla vasteella. Toimenpiderajan ylittävät TXIB-pitoisuudet on esitetty sekä omalla vasteella laskettuna että tolueniekvivalenttina (suluissa).

Yhdiste	Asumisterveysasetuksen toimenpideraja (µg/m ³)	VOC1 052 (µg/ m ³)	VOC2 097 (µg/ m ³)	VOC3 066 (µg/ m ³)	VOC4 041 (µg/ m ³)
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaa- lidioli di-isobutyaatti (TXIB)	10	0,4	0,4	80 (110)	35 (52)
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10	0,4	0,5	0,5	0,6
Naftaleeni	10 <i>ei saa esiintyä hajua</i>	-	-	-	-
Styreeni	40	-	-	-	-
Muut yksittäiset yhdisteet	50	alle toimen- piderajan	alle toimen- piderajan	alle toimen- piderajan	alle toimen- piderajan
TVOC	400	20	20	10	40

Työterveyslaitoksen ilmoittama keskimääräinen mittausepävarmuus analyysimenetelmälle on 30 %. Valviran ohjeistuksen (2) mukaisesti laskettuna tolueniekvivalenttina TXIB-pitoisuudet ovat mittausepävarmuudet huomioituna välillä 77 - 143 µg/m³ (VOC3) ja 36 - 68 µg/ m³ (VOC4). Tulokset ylittävät selvästi Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Aiemmin TXIB:tä on käytetty muovimattojen valmistuksessa viskositeetin alentajana ja nykyään sitä käytetään mm. maaleissa. Soveltamisohjeen (2) mukaan toimenpiderajan ylittäviin TXIB:n sisäilmapitoisuuksiin liittyy kohonnut astman riski.

3.3 Lämpökuvaus

Urheiluhallissa tehtiin erityisesti yläpohjan ilma- ja lämpövuotojen selvittämiseksi lämpökuvaus, jota varten rakennuksen yläkerta alipaineistettiin n. -15 Pa alipaineiseksi ulkoilmaan nähden erillisillä puhaltimilla. Lämpökuvauksen tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti liitteen 3 lämpökuvausraportissa.

Lämpökuvauksessa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja rakennuksen kaakkois- ja luoteissivulla ikkunoista sekä ikkunoiden yläpuolelta alakattolevytyksen taakse, kattopalkkien ulkovaippaliittymistä sekä juoksuputken alapohjan ja ulkoseinien liittymästä. Koillis- ja lounaissivujen lasiseinissä ei havaittu merkittäviä ilmavuotoja, seinien ulko-ovien liittymissä sen sijaan havaittiin voimakasta ilmavuotoa. Hallin katossa havaittiin vain yksittäisiä paikallisia lämpötilapoikkeamia.

3.4 Muut havainnot ja tiedot

Rakennuksen henkilökunnalta saadun tiedon mukaan urheiluhalliin on kuluvalle talvikaudella vuotanut katosta vettä useasta kohdasta.

4 Yhteenveto ja toimenpidesuosituks

Rakennuksen pohjakerroksesta otetuista neljästä sisäilman VOC-näytteestä kahdessa (keilahallin kahvio ja pukuhuone) esiintyi selvästi Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävät pitoisuudet TXIB:tä (2,2,4-trimeytyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti). Todennäköisin lähde poikkeavalle sisäilmapitoisuudelle on jo aiemmin kosteusmittausten perusteella vaurioituneiksi todetut lattiapäällysteet. Tämä on kuitenkin suositeltavaa varmentaa päällysteistä otettavin materiaalinäyttein, jotka samalla täydentäisivät kesällä 2022 tehtyä haitta-ainekartoitusta syksyllä 2022 julkaistun uuden ohjeistuksen mukaiseksi. Muiden VOC-yhdisteiden sisäilmapitoisuudet olivat matalia ja selvästi alle toimenpiderajojen.

Rakennuksen ylemmässä, urheiluhallikerroksessa tehdyssä lämpökuvauksessa havaittiin useita merkittäviä ilmapuotoja erityisesti rakennuksen kaakkois- ja luoteissivuilla, joissa kaarikatto on lähimpänä maanpintaa. Vuotoja havaittiin erityisesti ikkunoista, yläpohjan liimapuupalkkien liitoksista sekä ikkunoiden päältä alakaton taakse. Merkittäviä ilmapuotoja havaittiin myös laajennuksena tehdyn juoksuputken ja vanhan osan liittymästä, juoksuputken alapohjan ja ulkoseinien liittymästä sekä urheiluhallin lasiseinien ulko-ovien liittymistä. Lämpökuvauksen havainnot on esitetty tarkemmin liitteenä 3 olevassa lämpökuvauraportissa. Rakennuksen henkilökunnalta saadun tiedon mukaan urheiluhallin katossa on kuluvana talvikautena havaittu useita vesivuotoja.

Sisäilman olosuhdeseurannoissa hiilidioksidipitoisuudet olivat matalia ja huoneilman suhteelliset kosteudet vuodenajalle tyypilliset. Pohjakerroksen tiloissa sisäilman lämpötilat olivat sisäliikuntatilojen tavoitetasojen mukaiset. Yleisurheiluhallin lämpötila laskee pakkaskaudella helposti alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan sekä sisäliikuntatilan tavoitetason. Seurantajaksolla lämpötila laski myös joulun pyhien aikana tilojen ollessa suljettuina yleisöltä, minkä vuoksi ilmanvaihtoa ei ilmeisesti käytetty normaalilla teholla.

5 Toimenpidesuositukset

Tehtyjen tutkimusten perusteella suositamme seuraavia toimenpiteitä:

1. Sisäilmassa todettujen poikkeavien TXIB-pitoisuuksien lähde tulee varmentaa korjaustoimenpiteiden valitsemiseksi
 - a) Keilahallin lattiapäällysteistä suositellaan otettavan materiaalinäytteitä VOC-analyysiin.
 - b) Keilahallin lattiapäällysteiden ja keilaratojen puhdistus- ja hoitoaineiden tuotesisällöt tulee tarkastaa
2. Urheiluhallin katon vesivuodot tulee selvittää ja korjata
 - a) Katon vesivuodot on suositeltavaa dokumentoida valokuvin ja niiden sijainnit merkitä pohjakuviin
 - b) Vesikatteen kunto on suositeltava tarkastaa em. havaintoja hyödyntäen peltikattotöihin erikoistuneen palveluntuottajan toimesta
3. Lämpökuvauksessa havaittujen ilmapuotojen korjaaminen tulee toteuttaa viimeistään peruskorjauksen yhteydessä

Allekirjoitukset

Turussa 25.1.2023

Sirate Group Oy



Vesa Koskinen
projektijohtaja, FM
Rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-20645-24-14
Rakennusten lämpökuvaaja C-27326-25-23



Suvi Kajanan
asiantuntija, RI

Liitteet

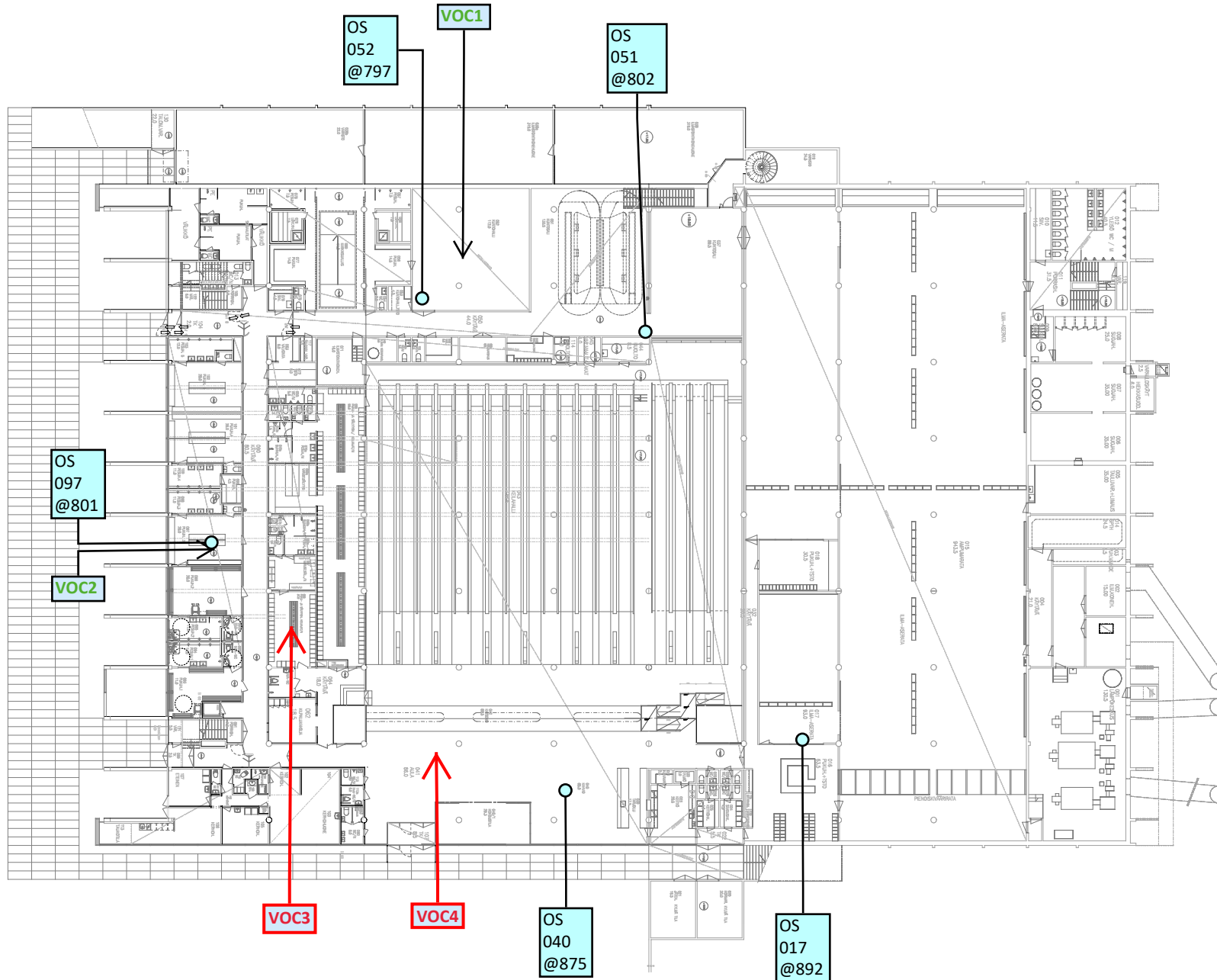
1. Pohjakuva
2. Analyysivastaus, haihtuvat orgaaniset yhdisteet sisäilmasta, Työterveyslaitos 21.12.2022
3. Lämpökuvausraportti

Kirjallisuus

1. **Asumisterveysasetus 2015.** Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2015.
2. **Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016.** Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Valvira, 2016. Dnro 2731/06.10.01/2016.
3. **RT 07-11299.** Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS 2018.

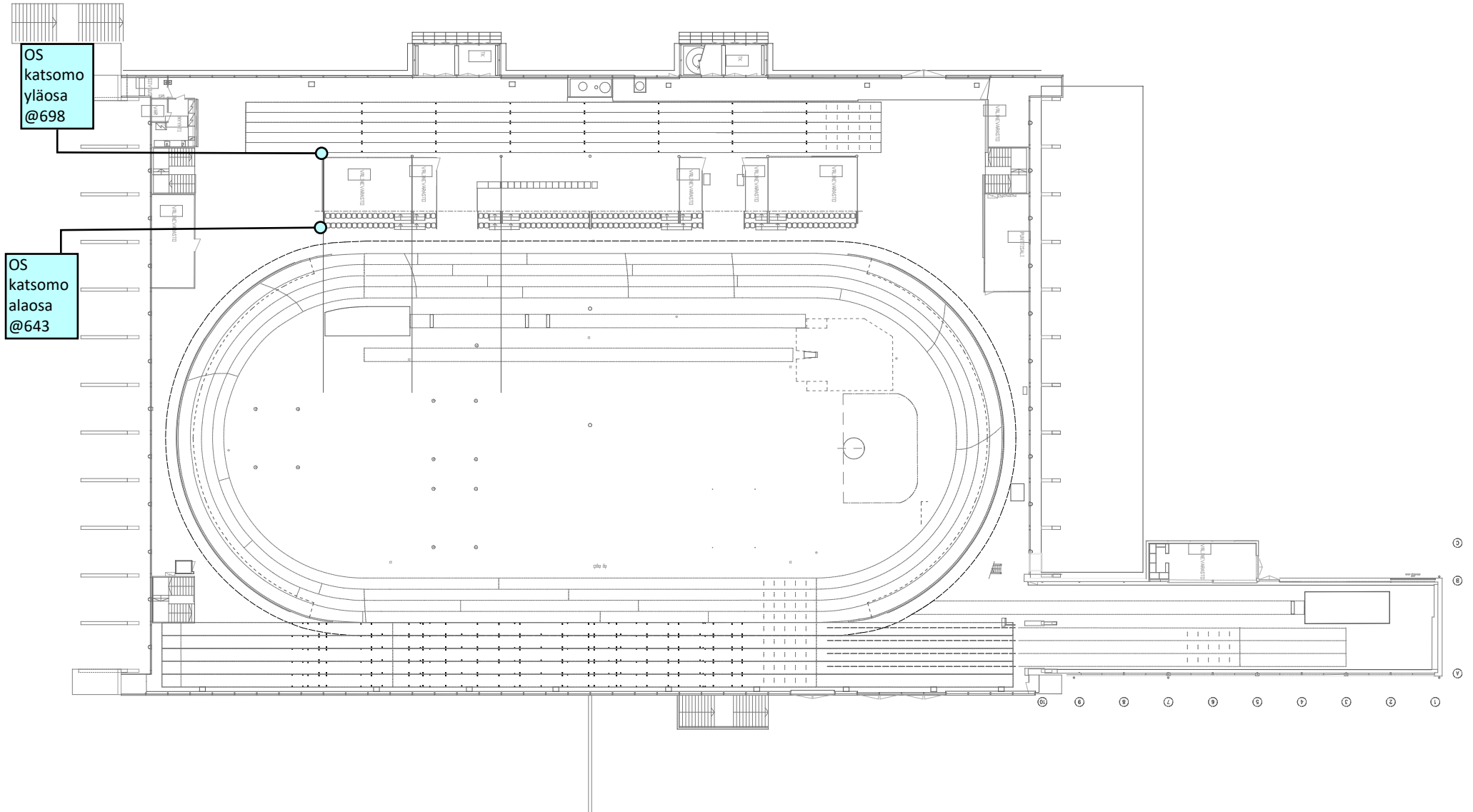
4. **LVI-06-10600.** *Sisäliikuntatilojen LVIA-suunnittelu, ohjekortti.* Rakennustietosäätiö 2017.
5. **Työsuojelu.fi.** Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>.
6. **RT 14-11239.** *Rakennuksen lämpökuvaukset.* Rakennustieto Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2016.

Liite 1. Pohjakuivat, tutkimuspaikat Pohjakerros



OS# - Olosuhdeseuranta
VOC# - sisäilman VOC-näyte

Liite 1. Pohjakuvat, tutkimuspaikat Kenttäterros



OS# - Olosuhdeseuranta
VOC# - sisäilman VOC-näyte

Saaja:

Sirate Group Oy

Vesa Koskinen

Lemminkäisenkatu 59

20520 TURKU



Analyysi: VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja: Suvi Kajanen
Viite: 7167 Kupittaaan urheiluhalli
Näytteenottopvm: 15.12.2022
Vastaanottopvm: 16.12.2022
Käsittelijä(t): Tillander Sari

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031*

VOC-määrittäminen ilmanäytteestä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla. Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin(C₆) ja n-heksadekaanin(C₁₆) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset (µg/m³) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämissuhteet on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m³ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL22-03685-001 252842
Mittauskohde: 7167 Kupittaaan urheiluhalli
Mittauspiste: VOC1 052 kuntosali
Näytteenottoaika: 15.12.2022 6:02 - 6:49
Ilmamäärä: 9,39 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		20 µg/m ³
Alifaattiset hiilivedyt		
Sykloheksaani	110-82-7	0,5 µg/m ³
Metyylisykloheksaani	108-87-2	0,4 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,8 µg/m ³
Tolueeni	108-88-3	1 µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	1 µg/m ³
Ksyleeni (o)	95-47-6	0,4 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,4 µg/m ³
Etanoli ¹	64-17-5	2 µg/m ³
2-Propanoli ¹	67-63-0	2 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,5 µg/m ³
Heksanaali	66-25-4	0,4 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	0,5 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	2 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyyraatti) ²	6846-50-0	0,4 µg/m ³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	0,8 µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	0,4 µg/m ³

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

² TVOC-alueen ulkopuolella.

TTL22-03685-002 252844
Mittauskohde: 7167 Kupittaaan urheiluhalli
Mittauspiste: VOC2 097 pukuhuone
Näytteenottoaika: 15.12.2022 6:05 - 6:50
Ilmamäärä: 9,09 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		20 µg/m ³
Alifaattiset hiilivedyt		
Sykloheksaani	110-82-7	0,6 µg/m ³
Metyylisykloheksaani	108-87-2	0,4 µg/m ³
Dekaani	124-18-5	0,4 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,8 µg/m ³
Tolueeni	108-88-3	1 µg/m ³
Etylibentseeni	100-41-4	0,4 µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	1 µg/m ³
Ksyleeni (o)	95-47-6	0,5 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,5 µg/m ³
Etanoli ¹	64-17-5	2 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,4 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	2 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti) ²	6846-50-0	0,4 µg/m ³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	0,5 µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	0,4 µg/m ³

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

² TVOC-alueen ulkopuolella.

TTL22-03685-003 254741
 Mittauskohde: 7167 Kupittaaan urheiluhalli
 Mittauspiste: VOC3 066 pukuhuone
 Näytteenottoaika: 15.12.2022 6:57 - 7:42
 Ilmamäärä: 9,09 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		10 µg/m ³
Alifaattiset hiilivedyt		
Sykloheksaani	110-82-7	0,4 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,6 µg/m ³
Tolueni	108-88-3	1 µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	0,9 µg/m ³
Ksyleeni (o)	95-47-6	0,4 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
C9-alkoholit		0,4 µg/m ³ **
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,5 µg/m ³
Etanoli ¹	64-17-5	16 µg/m ³
2-Propanoli ¹	67-63-0	2 µg/m ³
Fenolit		
Fenoli	108-95-2	0,9 µg/m ³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	2 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,7 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,4 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	0,4 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	2 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
Texanol (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyraatti)	25265-77-4	0,5 µg/m ³
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti) ^{2,3}	6846-50-0	80 µg/m ³

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

² TVOC-alueen ulkopuolella.

³ Tolueeniekvivalenttina 110µg/m³

TTL22-03685-004 254778
Mittauskohde: 7167 Kupittaaan urheiluhalli
Mittauspiste: VOC4 041 aula
Näytteenottoaika: 15.12.2022 6:59 - 7:44
Ilmamäärä: 8,99 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		40 µg/m ³
Alifaattiset hiilivedyt		
Sykloheksaani	110-82-7	0,5 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	0,7 µg/m ³
Tolueeni	108-88-3	3 µg/m ³
Etylibentseeni	100-41-4	0,4 µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	1 µg/m ³
Ksyleeni (o)	95-47-6	0,6 µg/m ³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
Limoneeni	5989-27-5	10 µg/m ³
α-Pineeni	80-56-8	0,5 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	0,4 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,6 µg/m ³
Etanoli ¹	64-17-5	8 µg/m ³
2-Propanoli ¹	67-63-0	2 µg/m ³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	9 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,6 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,4 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	0,4 µg/m ³
Pentanaali	110-62-3	0,4 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	3 µg/m ³
2-Butanoni ¹	78-93-3	4 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti) ^{2,3}	6846-50-0	35 µg/m ³

Altiste	CAS-numero	Tulos
¹ TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.		
² TVOC-alueen ulkopuolella.		
³ Tolueeniekvivalentina 52µg/m ³		

Tulosten tarkastelu:

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

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

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

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

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

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

21.12.2022



Hovi Hanna
erityisasiantuntija
Helsinki



Viitasaari Susanna
asiantuntija
Helsinki

Tulokset koskevat vain vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittua vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

SIRATE
Ilmasta Hyvää.

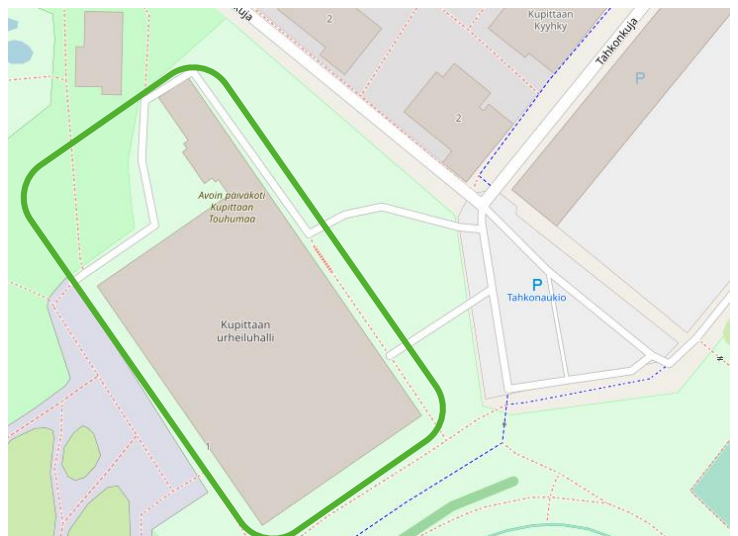
Tutkimusraportti

Lämpökuvaus

Kupittaaan urheiluhalli

Tahkonkuja 5

20520 Turku



12.1.2023

Päivitetty:

Projektinnumero: 7167

Pysyvä rakennustunnus: 103454404U

Suojeluluokka: sr-2

Sirate Group Oy

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

Tampere

Tampereentie 495
33880 Lempäälä
Puh. 046 851 4392

Turku

Lemminkäisenkatu 59
20520 Turku
Puh. 046 850 5088

Kuopio

Viestikatu 3
70600 Kuopio
Puh. 040 089 7727

Jyväskylä

Alasinkatu 1 - 3
40321 Jyväskylä
Puh. 040 089 7757

Sisällysluettelo

1 Lähtötiedot	3
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite.....	3
1.2 Perustiedot	3
2 Tutkimukset.....	4
2.1 Tutkimusmenetelmät ja -kalusto	4
2.2 Toimenpiderajat	4
2.3 Raportoitavat poikkeamat.....	5
2.4 Olosuhteet tutkimusten aikana.....	6
3 Tulokset ja toimenpidesuositukset	7
Allekirjoitus.....	7
Liitteet	7
Kirjallisuus.....	7

1 Lähtötiedot

Tutkimuskohde

Kupittaaan urheiluhalli
Tahkonkuja 5, 20520 Turku

Rakennusvuosi: 1971

Kerrosala: 11 836 m²

Tilaaja

Hannele Luoma, sisäilma-asiantuntija
hannele.luoma@turku.fi, p. 040 660 4303,

Turun kaupunki, Tilapalvelut
Linnankatu 90 E, 2. krs

Tutkimusten vastuhenkilö

Timo Murtoniemi, aluejohtaja, FT
rakennusterveysasiantuntija C-21552-26-15
Rakennusten lämpökuvaaja C-8819-25-12

Sirate Group Oy, Kutterintie 5, 20900 TURKU
timo.murtoniemi@sirategroup.fi, p. 046 850 5088

Tutkimushenkilöt

Suvi Kajanan, Ville Norri, Timo Murtoniemi, Sirate Group Oy

Tutkimuksen ajankohta

Lämpökuvaus tehtiin 22.12.2022

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

Kupittaaan urheiluhalliin on suunnitteilla peruskorjaus, jonka lähtötiedoiksi rakennukseen on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus kesällä 2022. Kuntotutkimuksessa suositeltiin lisätutkimuksina hallin yläpohjan ilma- ja lämpövuotojen selvittämistä lämpökuvauksella.

1.2 Perustiedot

Tutkimuskohteena on vuonna 1971 valmistunut urheiluhalli. Rakennuksen osin maanpinnan alapuolisessa ensimmäisessä kerroksessa on pukuhuone-, kuntosali- yms. tiloja sekä ampumarata ja keilahalli. Ylemmässä kerroksessa on katsomollinen yleisurheiluhalli, johon on vuosituhannen vaihteessa tehty laajennuksena juoksuputki.

Pilaripalkkirunkoinen rakennus on lähtötietojen mukaan perustettu pääosin paaluille ja länsinurkastaan maan varaan. Alapohjarakenteet ovat kantavia tai maanvaraisia betonilaattoja. Välipohjarakenteena on betoninen ylälaattapalkisto. Hallin kaareva yläpohja on pääosin puurunkoinen, juoksuputkessa teräsrunkoinen. Vesikatteena

on pelti. Pohjakerroksen maanvastaiset ulkoseinärakenteet ovat betonirakenteisia ja lämmöneristetyt sisäpuolelta. Maanpinnan yläpuoliset ulkoseinät ovat pääosin lämpölasia, muilta osin peltikasetteja.

Rakennuksessa on usealla ilmanvaihtokoneella toimiva koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa käytetään myös kierrätysilmaa. Alkuperäistä järjestelmää on saneerattu osittain useassa osassa.

2 Tutkimukset

2.1 Tutkimusmenetelmät ja -kalusto

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

Lämpökuvauksessa käytettiin seuraavaa kalustoa:

- lämpökamera: Flir T600bx (resoluutio 172 800 pikseliä, erottelukyky $< 0,04$ °C)
- Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin reaaliaikaisesti Flir MR77 -mittausanturilla. Lämpökameran parametrit asetettiin ensimmäisen tutkittavan tilan mittausten perusteella ja niitä säädettiin, mikäli olosuhteissa havaittiin oleellisia muutoksia tilojen välillä.
- Paine-ero mitattiin Swema 3000 md paine-eromittarilla
- Rakennus alipaineistettiin Retrotec -ilmatiiviyden testauslaitteistolla, joka koostui Retrotec Model 3350 ja 5000 puhaltimista sekä DM32 paine-eromittareista. Koska rakennuksen ilmanvaihto oli alipaineistuksen aikana normaalissa käyttöasennossa, ei vaipan yli saatu yli 15 Pa paine-eroa.

2.2 Toimenpiderajat

Asumisterveysasetuksessa (3) ja sen soveltamisohjeessa (4) annetut toimenpiderajat ja lämpöindeksit on esitetty taulukossa 1 ja taulukossa 2 on esitetty rakennuksen mitatun alipaineen vaikutus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin.

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat ja lämpöindeksi (4).

<i>Asunnossa</i>	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+18 °C ... +26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+18 °C ... +32 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+18 °C	87
Alin pistemäinen pintalämpötila	+11 °C	61
<i>Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa</i>	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella - lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	+20 °C ... +32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella - palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+20 °C ... +30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+11 °C	61

Taulukko 2. Rakennuksessa mitatun alipaineen vaikutus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin (4).

Mitattu alipaine rakennuksessa (Pa)	Korjaus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin	Mitattu alipaine rakennuksessa (Pa)	Korjaus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin
0 - 5		11	+3,0
6	+0,5	12	+3,5
7	+1,0	13	+4,0
8	+1,5	14	+4,5
9	+2,0	15	+5,0
10	+2,5		

2.3 Raportoitavat poikkeamat

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

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

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

2.4 Olosuhteet tutkimusten aikana

Ulkoilman lämpötila oli tutkimuksen aikana +3 °C, keli oli puolipilvinen (5/8) ja tuuli lounaan suunnasta n. 2 m/s. Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoaseman (Turku Artukainen) mukaan tutkimusta edeltäneen 12 tunnin aikana ulkoilman lämpötila vaihteli välillä 2,4...4,7 °C ja keli oli pilvinen (6 - 8/8).

Sisäilman lämpötila oli lämpökuvauksen aikana n. +18 °C ja suhteellinen kosteus n. 40 %RH. Rakennus oli kuvaushetkellä normaalissa käytössä ja ilmanvaihto normaalissa käyttötilassa.

Paine-ero ulkovaipan yli mitattiin kuvauksen alussa n. -5 Pa. Ulko-oveen asennettiin puhaltimet, joilla rakennuksen alipaineisuutta lisättiin yläpohjan ilmavuotojen havaitsemiseksi (kuva 1). Käytettäessä puhaltimia 50 %:n puhallusteholla rakennus saatiin -15 Pa alipaineiseksi. Vaikka puhallusteho nostettiin 70 %:iin (19 000 m³/h), alipaineisuudessa ei todettu muutosta. Alipaineisuuden kasvattaminen olisi vaatinut ilmanvaihtokoneiden pysäyttämistä, joten kuvaus suoritettiin saavutetussa 15 Pa:n alipaineessa. Lämpökuvauksen havainnot vahvistivat rakennuksen olleen näissä olosuhteissa alipaineinen koko yläpohjan suhteen.



Kuva 1. Alipaineistuslaitteisto asennettuna lounaissivun ulko-oveen.

3 Tulokset ja toimenpidesuosituks

Lämpökuvauksen tuloksista voidaan todeta seuraavaa:

1. Rakennuksen kaakkois- ja luoteissivuilla, joissa kaarikatto on lähimpänä maanpintaa, esiintyi ikkunoiden yläpuolella alakattolevytyksen takana voimakkaita ilmavuotoja. Myös päätyikkunoiden kattopalkkien liittymissä esiintyy yleisesti ilmavuotoa. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.
2. Kaakkois- ja luoteissivujen ikkunakarmeista ja ikkunatiivisteiden väleistä on systemaattisia, voimakkaita ilmavuotoja sisälle. Ikkunat on suositeltavaa uusua tai niiden asennus ja tiivisteet korjata.
3. Juoksuputken alapohjan ja ulkoseinän liittymissä sekä juoksuputken ja hallin välisissä yläpohjaliittymissä esiintyy voimakasta ilmavuotoa. Lisäksi juoksuputken ulko-oven sekä ikkunoiden liittymissä esiintyy ilmavuotoja. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.
4. Koillis- ja lounaissivujen lasi-ikkunaseinissä ei yleisesti todettu merkittäviä vuotoja. Ikkunaseinässä olevien ulko-ovien liittymissä sen sijaan esiintyy voimakkaita ilmavuotoja. Myös yläpohjan ja ikkunaseinän liittymissä todettiin paikallisia vuotoja. Ilmavuodot on suositeltavaa korjata.
5. Hallin katossa ei todettu yleisesti lämpötilapoikkeamia. Pohjoisnurkassa (lämpökuvaa nro 25) todettiin paikallinen, voimakas ilmavuoto, joka tulee korjata. Lämpökuvassa 24 on esitetty paikallinen lämpötilapoikkeama hallin katossa, jonka merkitys sisäilman laadulle ei todennäköisesti ole suuri.

Allekirjoitus

Turussa 12.1.2023

Sirate Group Oy



Timo Murtoniemi
aluejohtaja, FT
Rakennusterveysasiantuntija C-21552-26-15
Rakennusten lämpökuvaaaja C-8819-25-12



Vesa Koskinen
projektijohtaja, FM
Rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Rakennusten lämpökuvaaaja C-27326-25-23
Rakennusten tiiviyden mittaaja C-27326-25-23

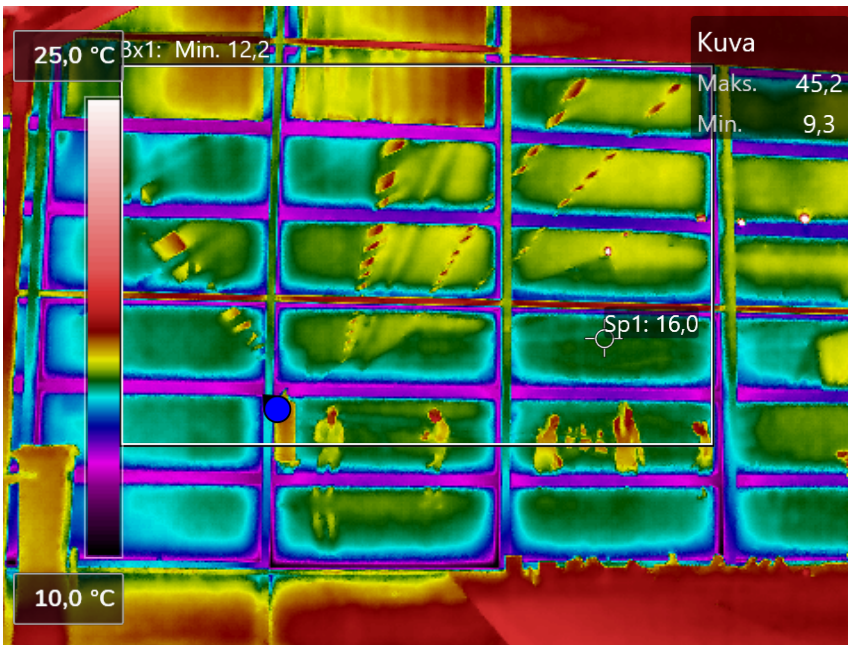
Liitteet

1. Lämpökuvausmittausraportti
2. Pohjakuvat

Kirjallisuus

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

Kohde/Huone: Lounaissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	16,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,2 °C
Alueen keskiarvo	15,7 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,2 °C
Suhteellinen kosteus	40,2 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	60,5
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	65,5

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



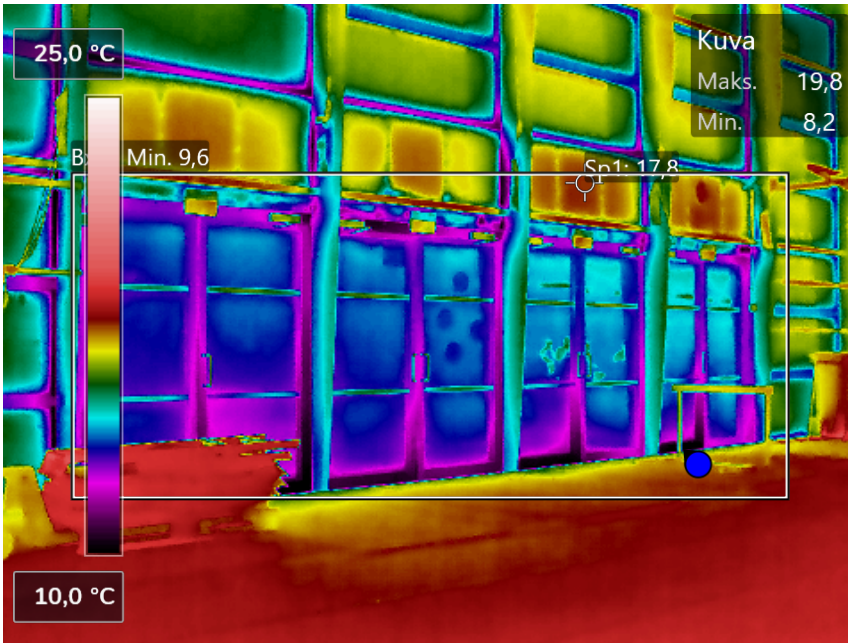
Kuva 1

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Yleiskuva lasiseinästä. Alumiinikarmit ovat jäähtyneet, mikä on rakenteelle ominaista. Ikkunoiden pintalämpötila on n. 16 °C.

Kohde/Huone: Lounaissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	17,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,6 °C
Alueen keskiarvo	14,5 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18 °C
Suhteellinen kosteus	39,8 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	43,9
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	48,9

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



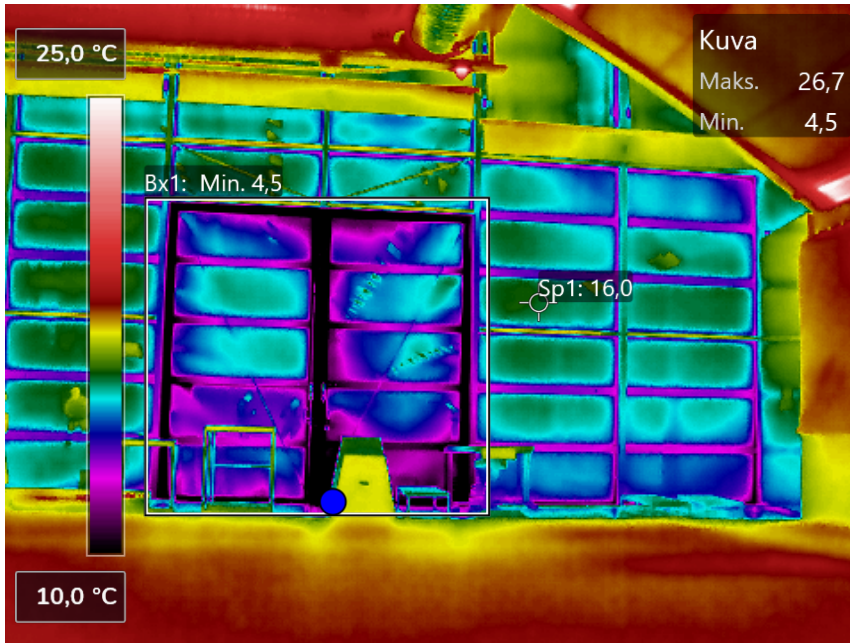
Kuva 2

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa tuulikaapin ovista.

Kohde/Huone: Lounaissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	16,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	4,5 °C
Alueen keskiarvo	13,4 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,1 °C
Suhteellinen kosteus	40,2 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	10,1
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	15,1

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



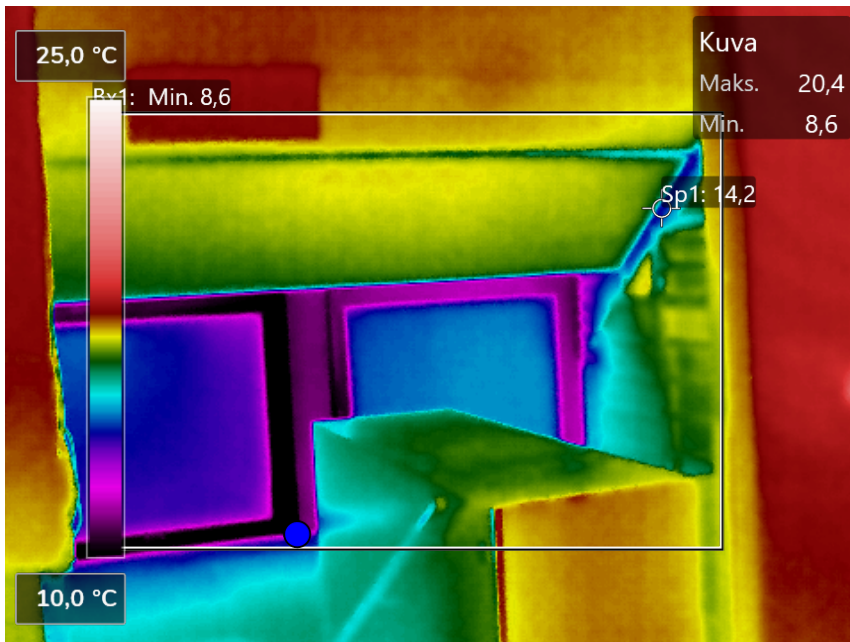
Kuva 3

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa lasiseinän ovista.

Kohde/Huone: Luoteissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	14,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,6 °C
Alueen keskiarvo	15,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,1 °C
Suhteellinen kosteus	40,6%
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	37
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	42

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



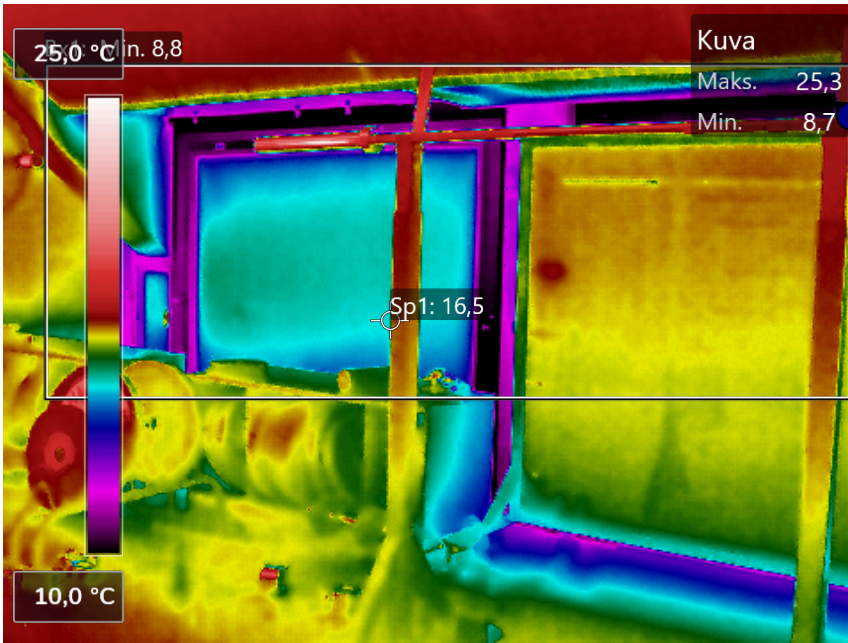
Kuva 4

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Alakattolevyn takaa on ilmavuotoja ja ikkunakarmit ovat jäähtyneet.

Kohde/Huone: Luoteissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	16,5 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,8 °C
Alueen keskiarvo	16,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,4 °C
Suhteellinen kosteus	40,9 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	37,7
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	42,7

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



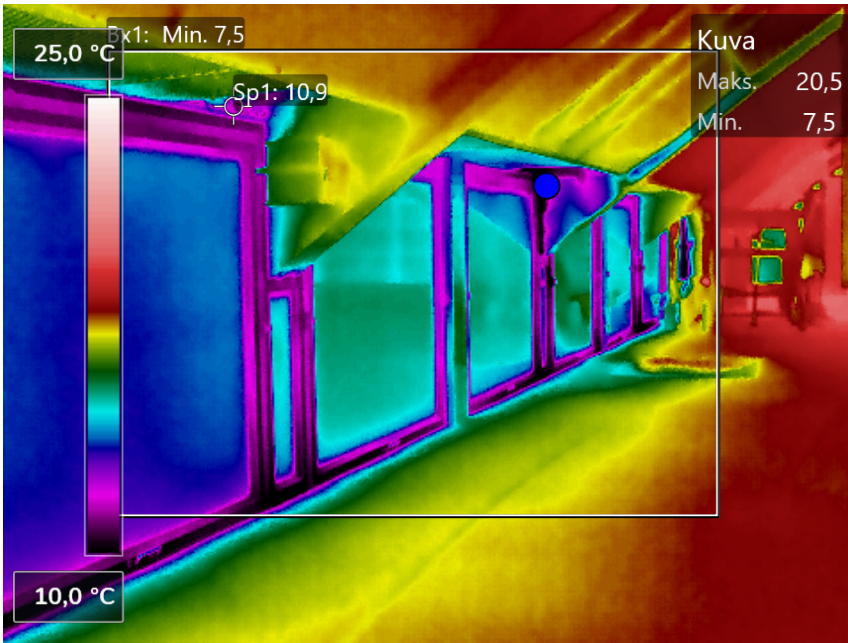
Kuva 5

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Alakattolevyn takaa on ilmavuotoja ja ikkunakarmit ovat jäähtyneet.

Kohde/Huone: Luoteissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	10,9 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	7,5 °C
Alueen keskiarvo	15,2 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,5 °C
Suhteellinen kosteus	40,7 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	29,1
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	34,1

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



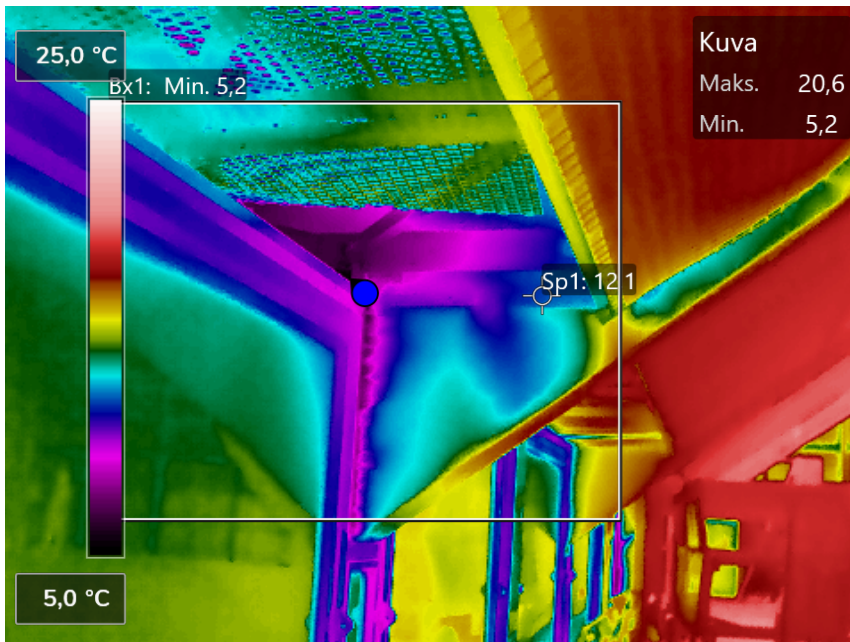
Kuva 6

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Alakattotelevyn takaa on ilmavuotoja ja ikkunakarmit ovat jäähtyneet.

Kohde/Huone: Luoteissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	12,1 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	5,2 °C
Alueen keskiarvo	13,2 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	2,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	17,6 °C
Suhteellinen kosteus	41,4 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	15,1
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	20,1

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



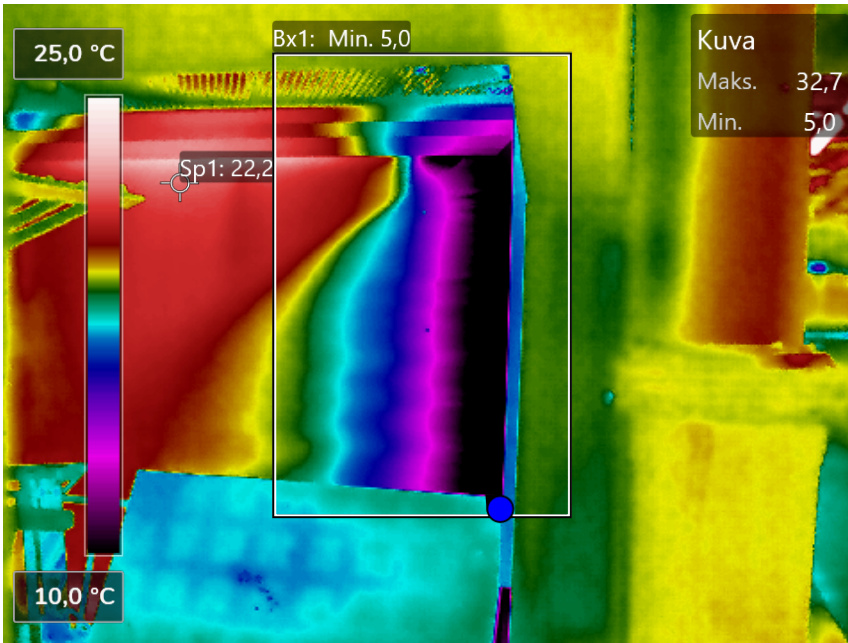
Kuva 7

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa alakattolevyn takaa ja palkin liittymästä.

Kohde/Huone: Luoteissivu



Kuva

Maks. 32,7
Min. 5,0

Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	22,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	5,0 °C
Alueen keskiarvo	16,7 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,5 °C
Suhteellinen kosteus	39,9 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	13,2
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	18,2

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



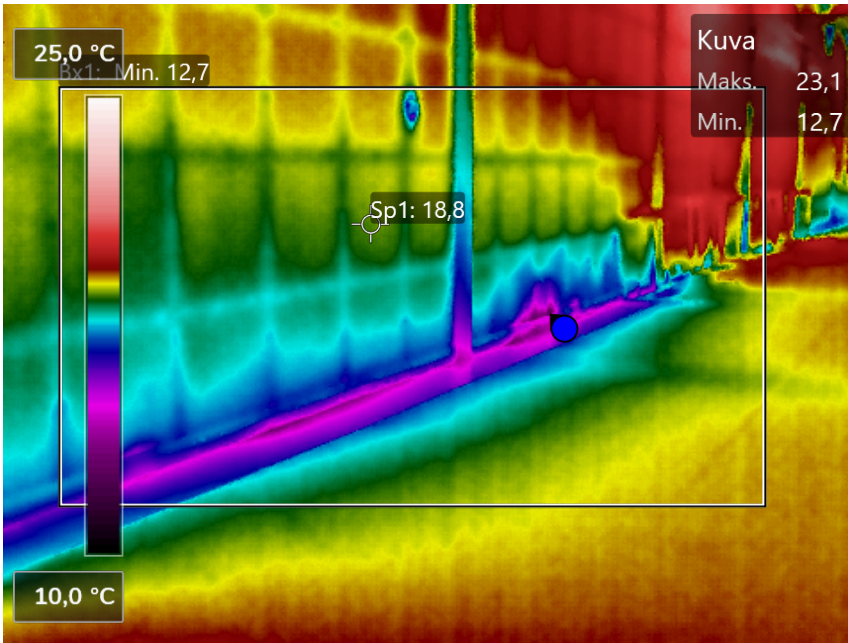
Kuva 8

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa palkin juuresta. Kuvan vasemmassa reunassa, levyn takana, kulkee poistokanava, joka lämmittää ulkoseinää.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	18,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	12,7 °C
Alueen keskiarvo	18,4 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	11,6 °C
Suhteellinen kosteus	38,7 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

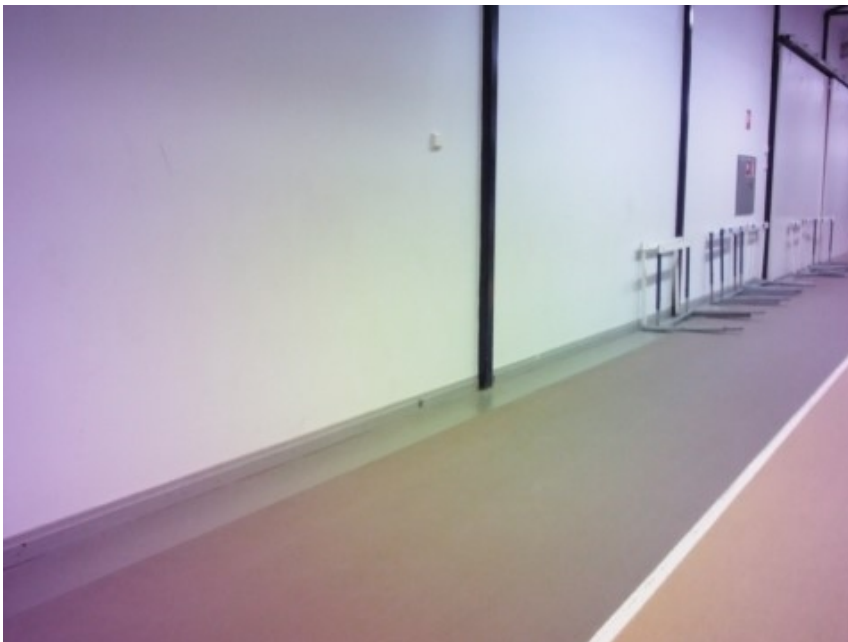
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	60,3
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	65,3

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



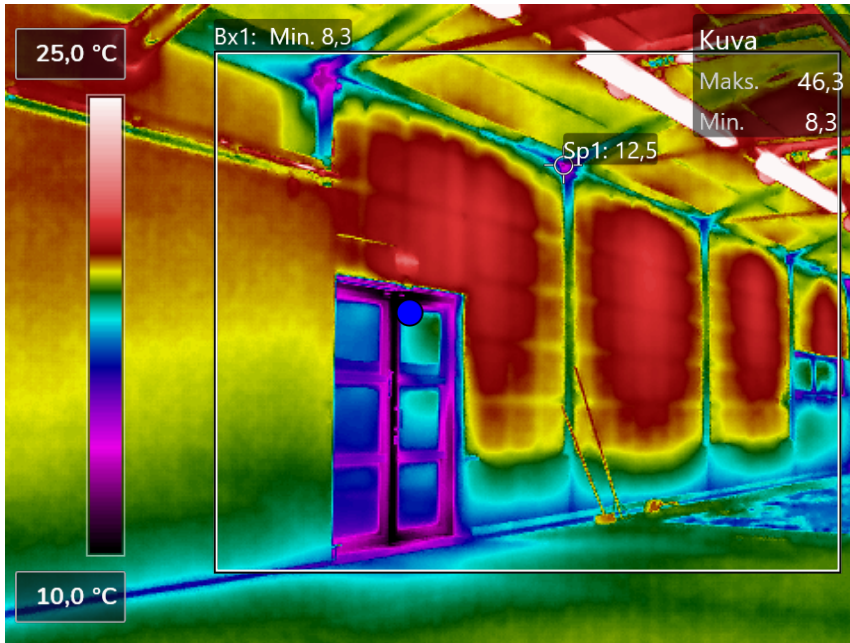
Kuva 9

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	12,5 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	8,3 °C
Alueen keskiarvo	19,1 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,5 °C
Suhteellinen kosteus	38,2 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	32
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	37

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



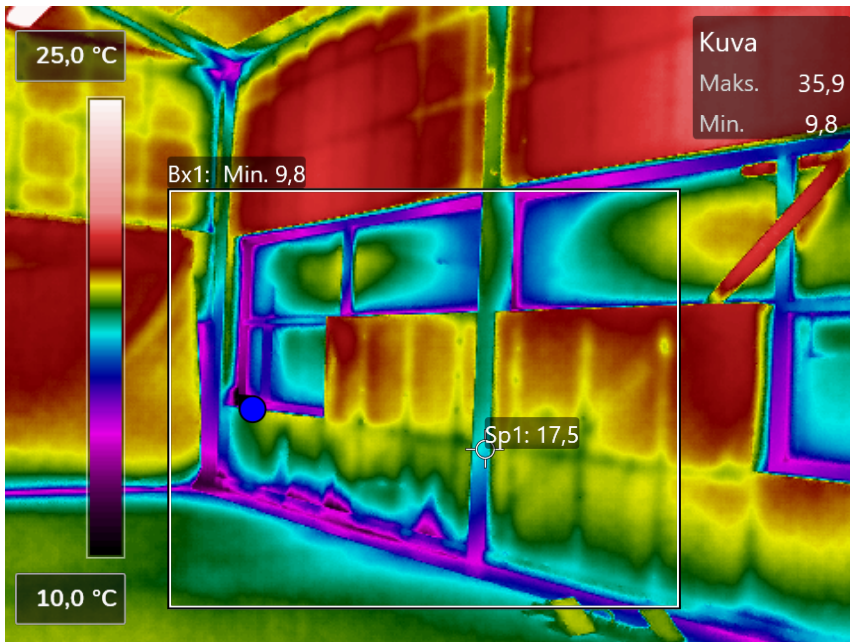
Kuva 10

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa ulko-ovesta. Metalliset kattoristikot toimivat kylmäsiltoina.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	17,5 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,8 °C
Alueen keskiarvo	18,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,5 °C
Suhteellinen kosteus	37,1 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	41
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	46

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



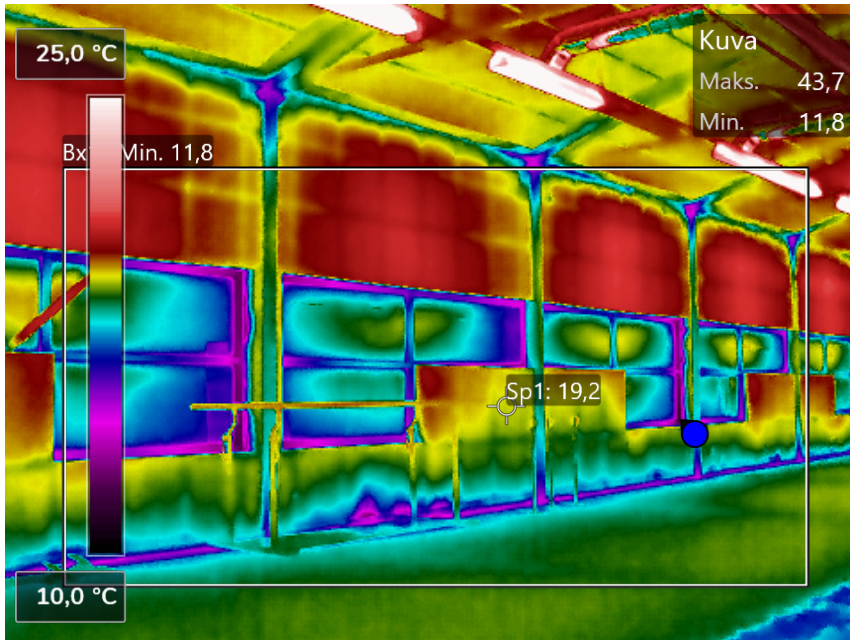
Kuva 11

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä ikkunaliittymästä.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	19,2 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	11,8 °C
Alueen keskiarvo	18,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,8 °C
Suhteellinen kosteus	38,4 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	52,3
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	57,3

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



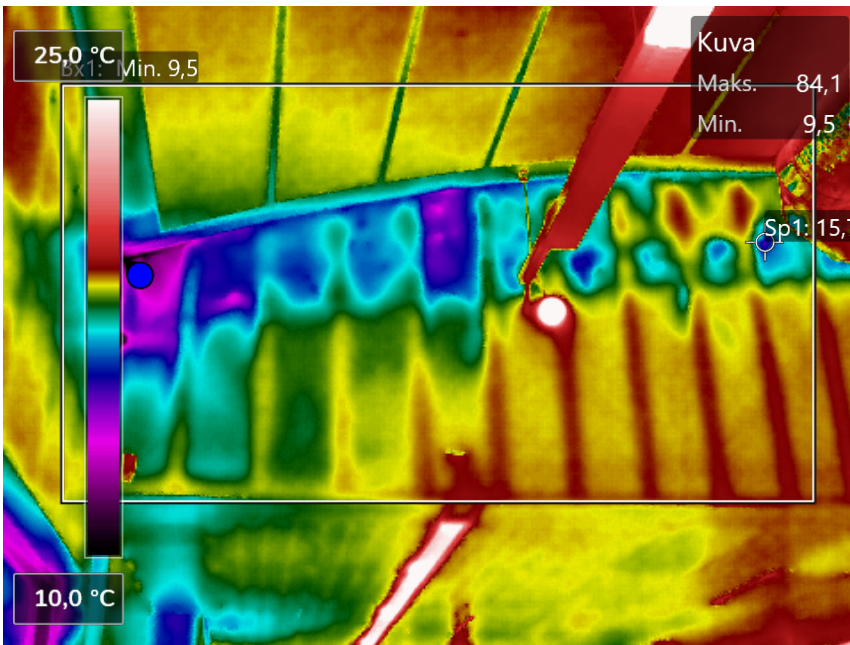
Kuva 12

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä ikkunaliittymästä. Metalliset kattoristikot toimivat kylmäsiltoina.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	15,7 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,5 °C
Alueen keskiarvo	18,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,8 °C
Suhteellinen kosteus	36,9 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

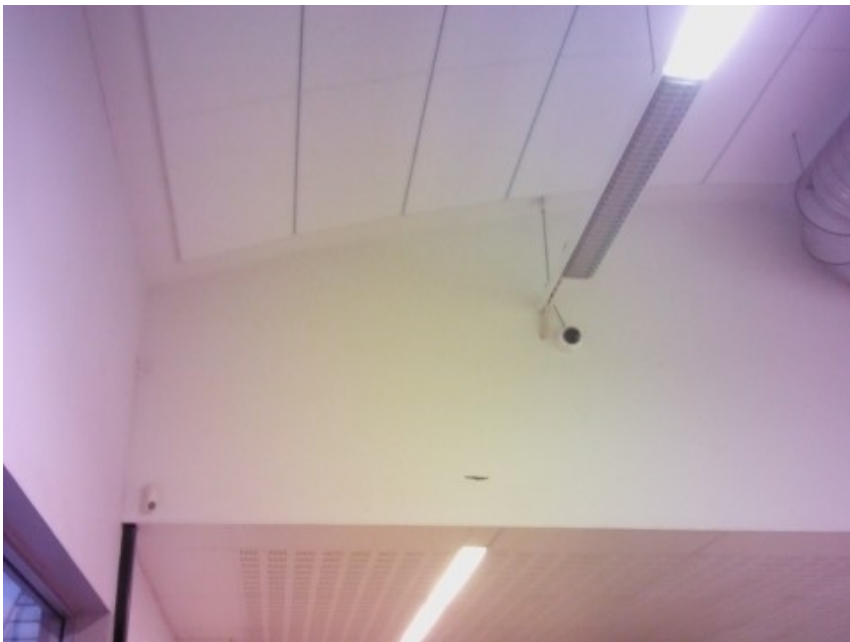
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	38,9
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	43,9

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



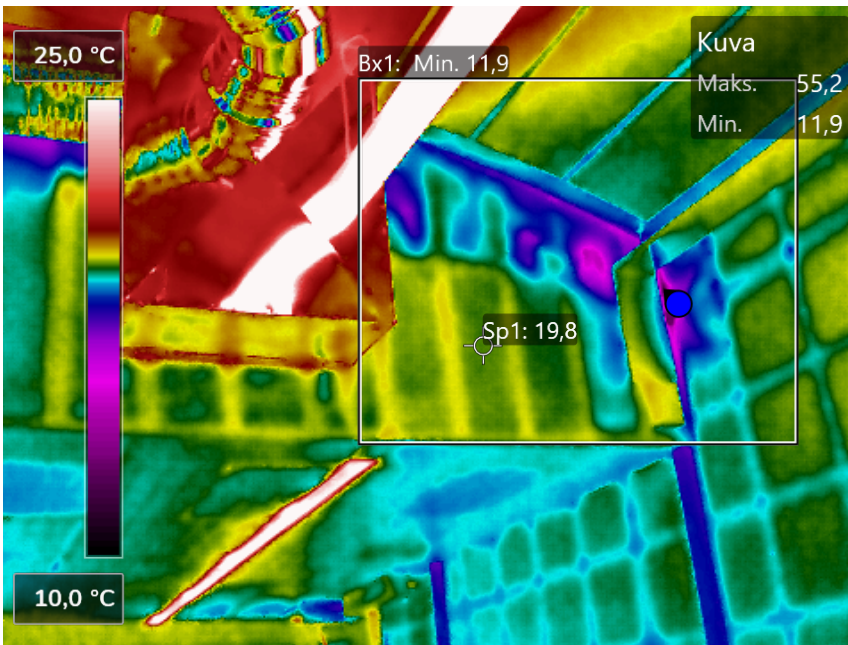
Kuva 13

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa yläpohjaliittymästä.

Kohde/Huone: Juoksuputki



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	19,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	11,9 °C
Alueen keskiarvo	20,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,8 °C
Suhteellinen kosteus	37,7 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

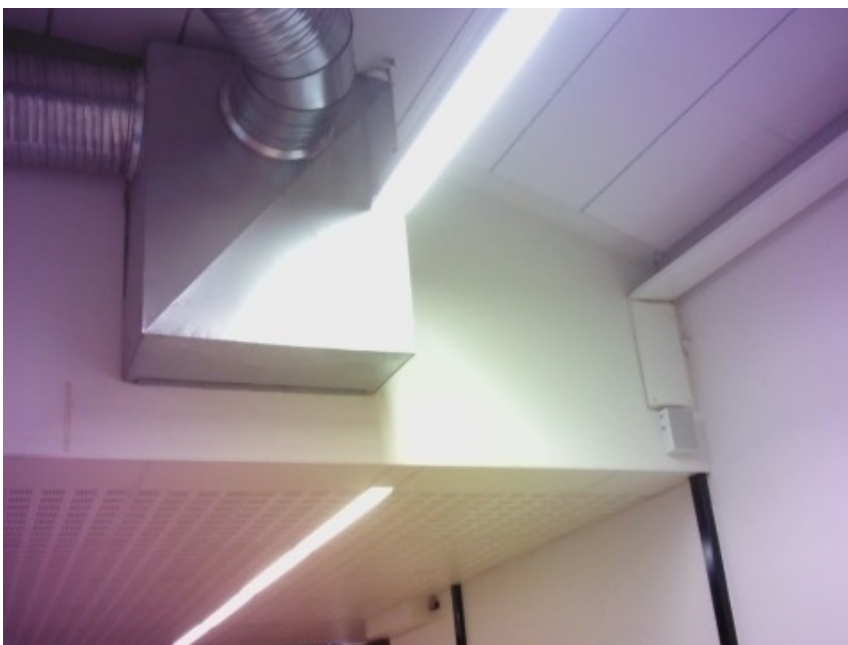
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	53,2
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	58,2

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



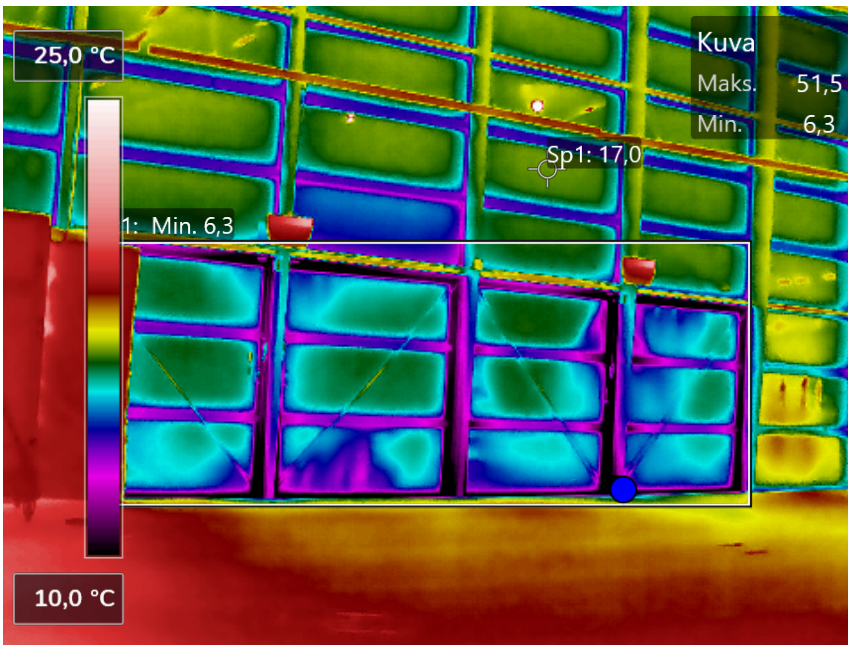
Kuva 14

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa yläpohjaliittymästä.

Kohde/Huone: Koillissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	17,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	6,3 °C
Alueen keskiarvo	15,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,3 °C
Suhteellinen kosteus	38,5 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	20,5
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	25,5

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



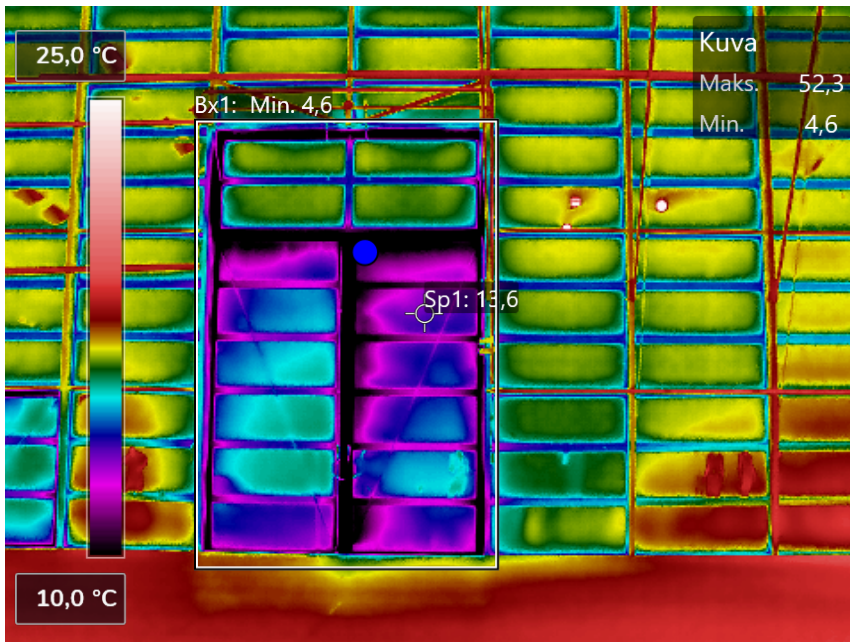
Kuva 15

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa lasiseinän ovista.

Kohde/Huone: Koillissivu



Mittaukset

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

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,8 °C
Suhteellinen kosteus	38,1%
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	10
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	15

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



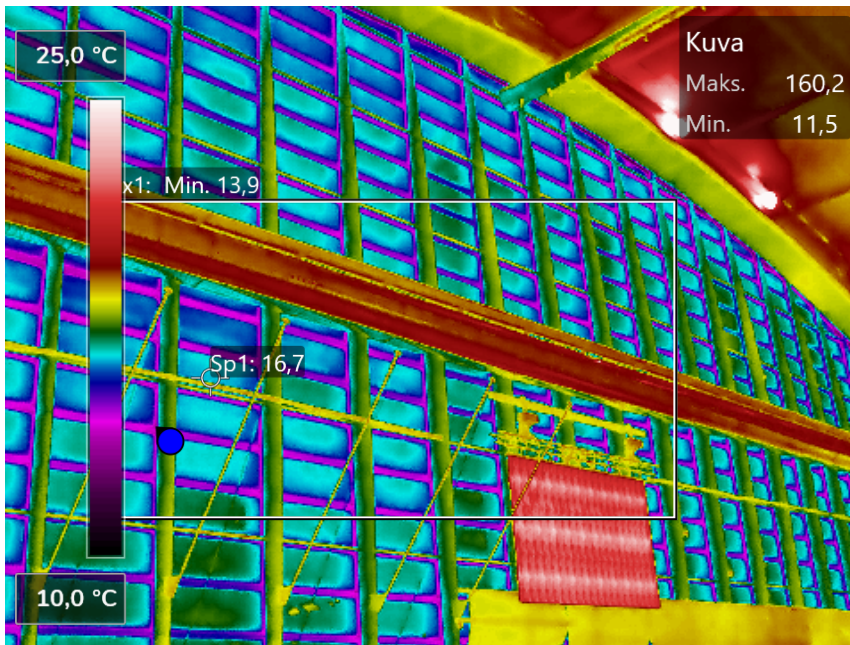
Kuva 16

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa lasiseinän ovista.

Kohde/Huone: Koillissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	16,7 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	13,9 °C
Alueen keskiarvo	17,6 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,1 °C
Suhteellinen kosteus	38,8 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

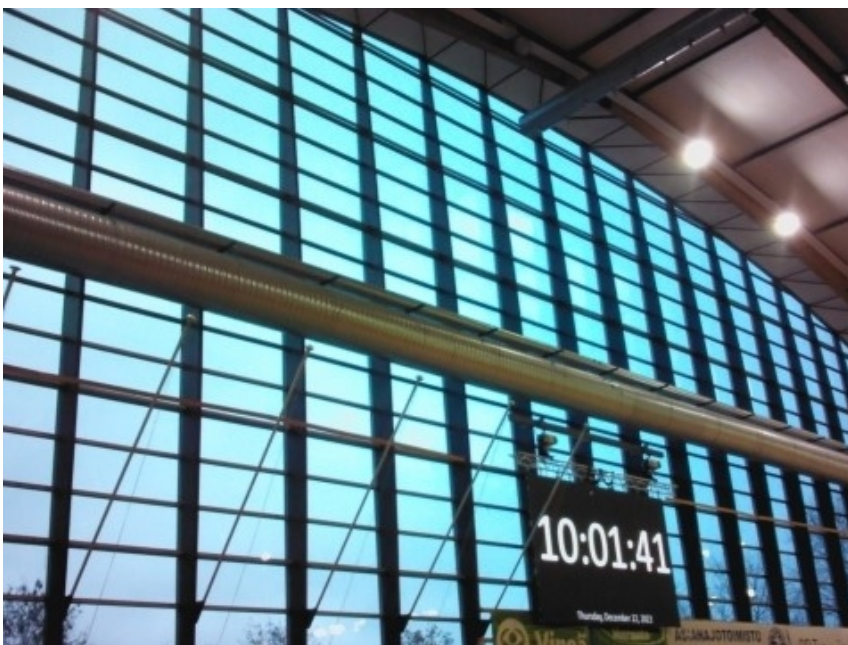
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	67,4
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	72,4

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



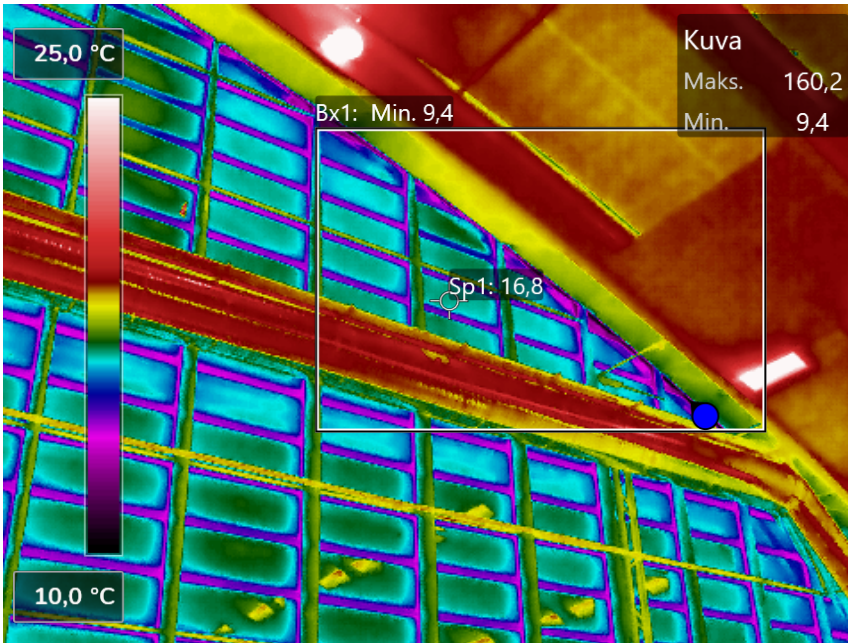
Kuva 17

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Yleiskuva lasiseinästä. Alumiinikarmit ovat jäähtyneet, mikä on rakenteelle ominaista. Ikkunoiden pintalämpötila on n. 17 °C.

Kohde/Huone: Koillissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	16,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	9,4 °C
Alueen keskiarvo	17,9 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,5 °C
Suhteellinen kosteus	37,7 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	39,1
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	44,1

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



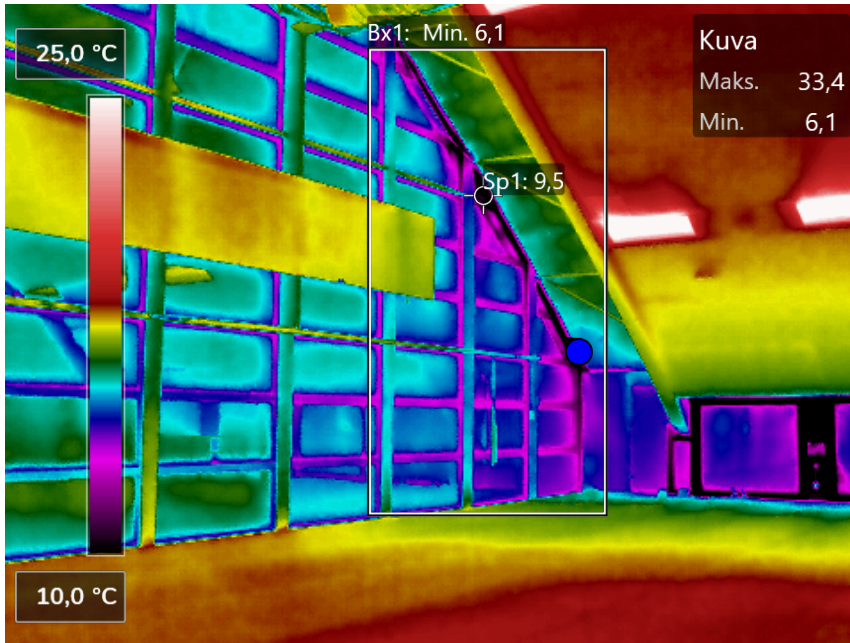
Kuva 18

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa ikkunaseinän ja yläpohjan liittymästä.

Kohde/Huone: Koillisivu



Kuva

Maks. 33,4
Min. 6,1

Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	9,5 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	6,1 °C
Alueen keskiarvo	15,5 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,8 °C
Suhteellinen kosteus	38,5 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	19,5
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	24,5

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



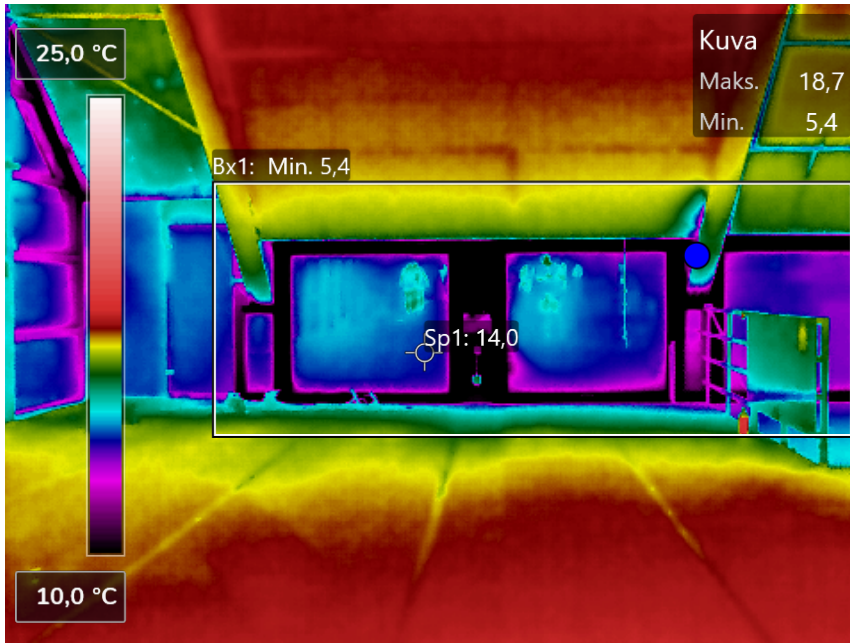
Kuva 19

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa ikkunaseinän ja yläpohjan liittymästä.

Kohde/Huone: Kaakkoissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	14,0 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	5,4 °C
Alueen keskiarvo	13,9 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,5 °C
Suhteellinen kosteus	38,3 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	15,6
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	20,6

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



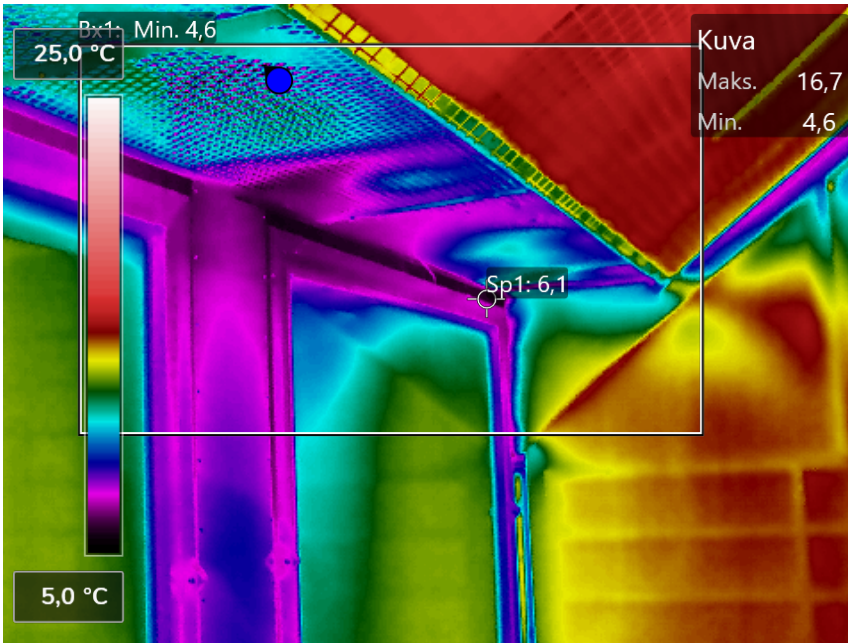
Kuva 20

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Ilmavuotoa kattopalkkien juuresta. Ikkunakarmit ovat voimakkaasti jäähtyneet.

Kohde/Huone: Kaakkoissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	6,1 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	4,6 °C
Alueen keskiarvo	11,0 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,4 °C
Suhteellinen kosteus	39,3 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	10,4
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	15,4

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



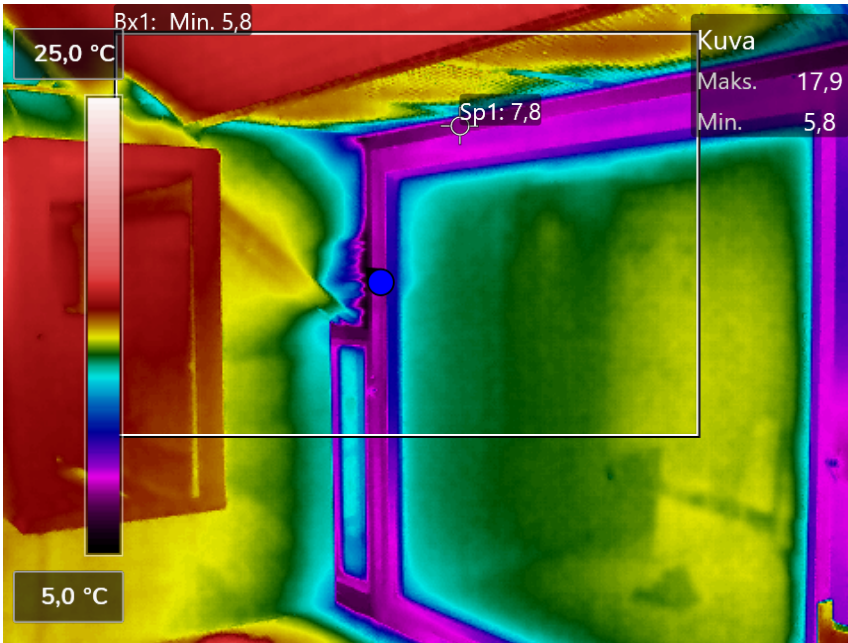
Kuva 21

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa alakattolevyjen takaa. Ikkunakarmit ovat jäähtyneet. Lämpötila-asteikkoa on muutettu.

Kohde/Huone: Kaakkoissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	7,8 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	5,8 °C
Alueen keskiarvo	13,9 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	18,2 °C
Suhteellinen kosteus	39,6%
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	18,3
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	23,3

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



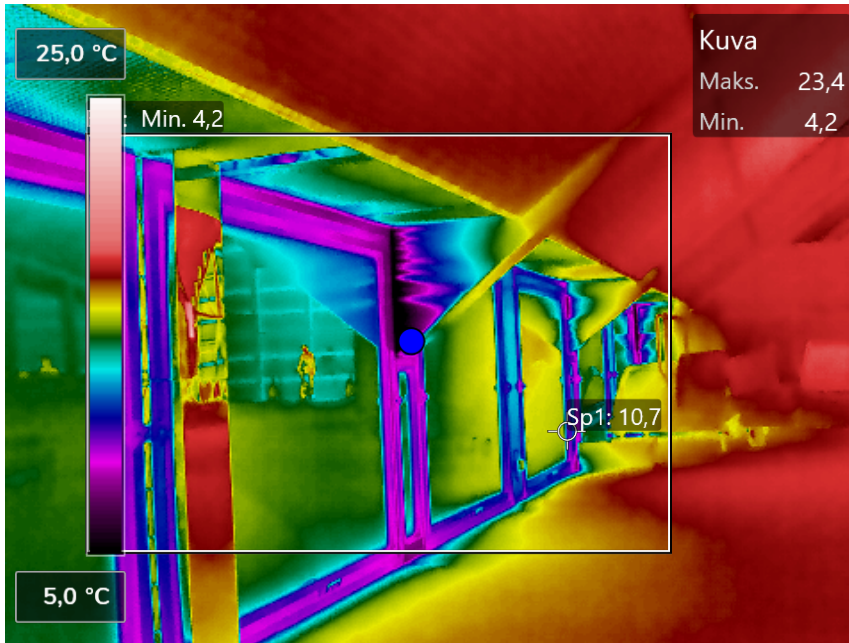
Kuva 22

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa alakattolevyjen takaa ja kattopalkin juuresta. Lämpötila-asteikkoa on muutettu.

Kohde/Huone: Kaakkoissivu



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	10,7 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	4,2 °C
Alueen keskiarvo	14,3 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	17,9 °C
Suhteellinen kosteus	39,4 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	7,9
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	12,9

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



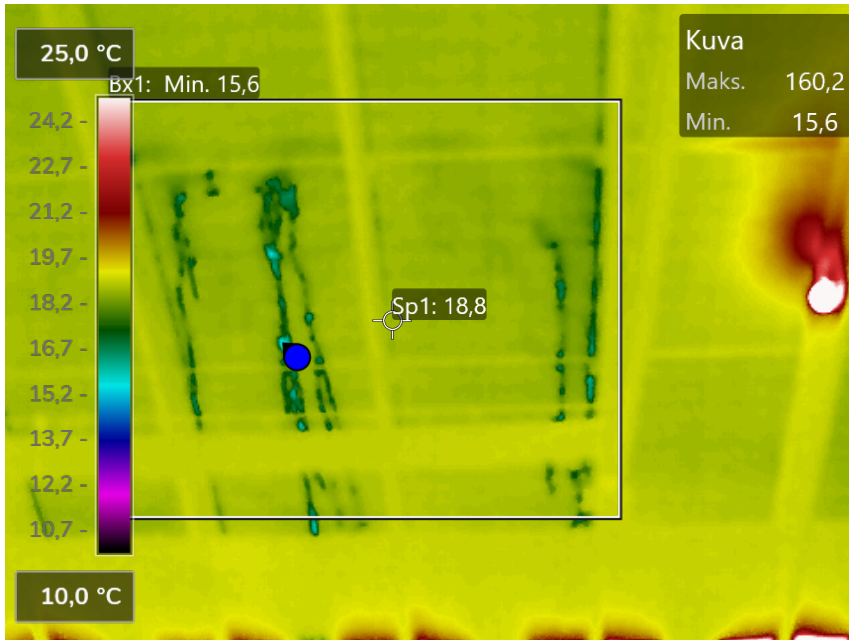
Kuva 23

Kuvauspvm: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa kattopalkkien juuresta. Ikkunakarmit ovat jäähtyneet. Lämpötila-asteikkoa on muutettu.

Kohde/Huone: Hallin katto



Mittaukset

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

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,5 °C
Suhteellinen kosteus	37,6%
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

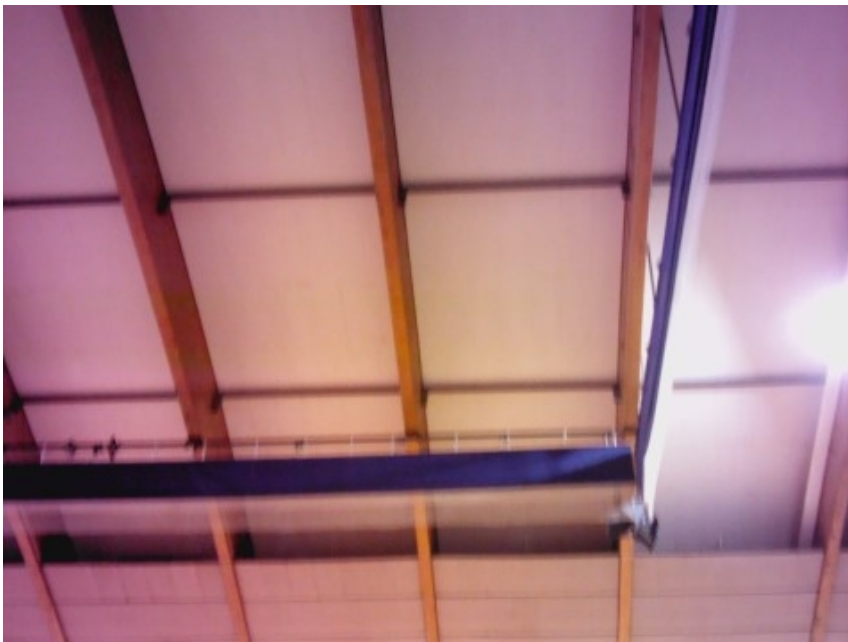
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	76,6
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	81,6

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



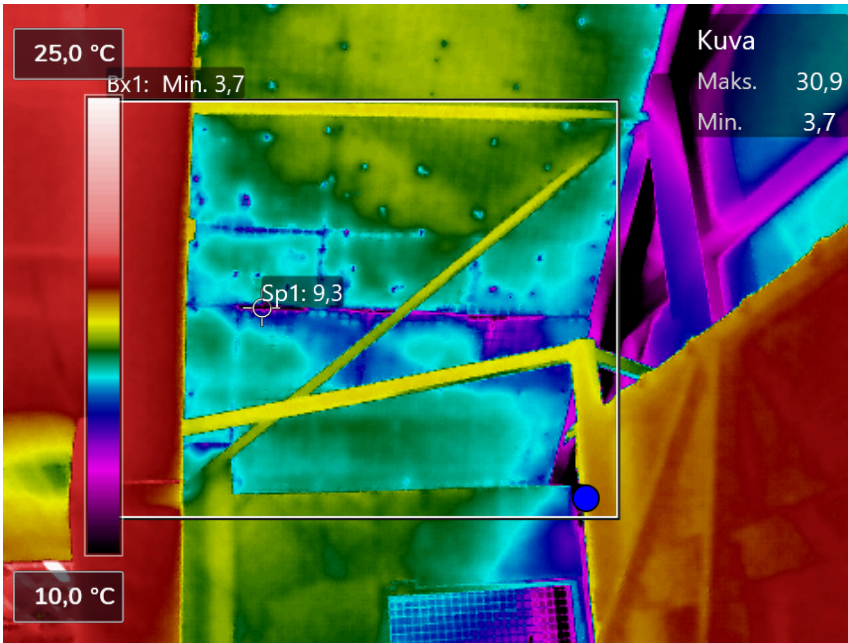
Kuva 24

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Hallin katossa on paikallisesti lievästi jäähtyneitä alueita. Yleisesti ottaen katossa ei todettu merkittäviä lämpötilapoikkeamia.

Kohde/Huone: Hallin katto



Mittaukset

Pisteen lämpötila (Sp1)	9,3 °C
Alueen minimilämpötila (Bx1)	3,7 °C
Alueen keskiarvo	16,8 °C

Parametrit

Emissiivisyys	0,92
Etäisyys	8,00 m
Heijastunut lämpötila	20,0 °C
Ilman lämpötila	18,0 °C
Suhteellinen kosteus	40,0%
Ulk. optiikan läp.	1,00
Vertailulämpötila	3,0 °C

Sisäilman olosuhteet (MR77)

Sisäilman lämpötila	19,6 °C
Suhteellinen kosteus	37,1 %
Paine-ero (alipaine, Pa)	15

Ulkoilman olosuhteet

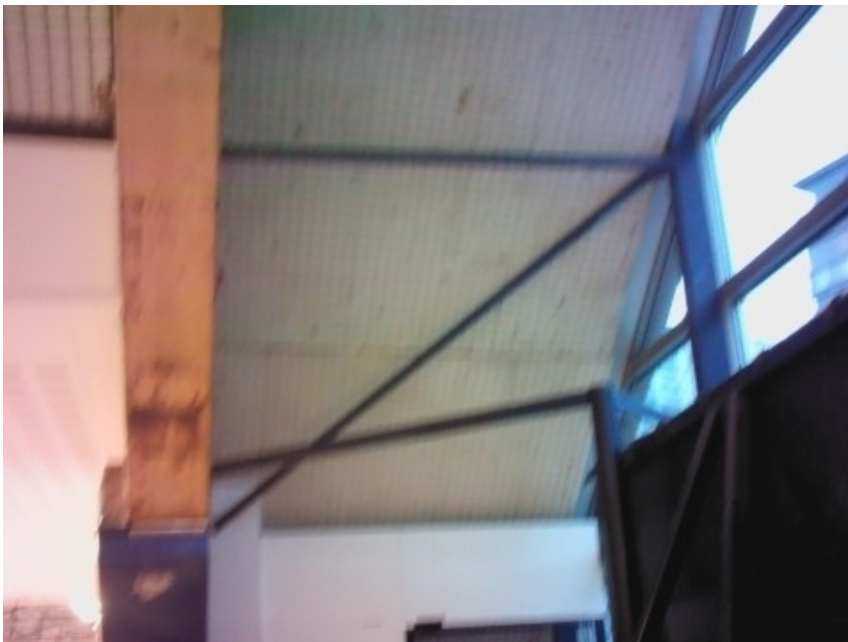
Ulkoilman lämpötila	3,0 °C
Tuulen nopeus ja suunta	2 m/s Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen 5/8

Lämpötilaindeksit

Lämpötilaindeksi (TI)	4
Paine-erokorjattu lämpötilaindeksi	9

Kameran tiedot

Kameran malli	FLIR T600bx
Kameran sarjanumero	55910627
Kalibrointi	2022



Kuva 25

Kuvauspv: 22.12.2022

Kommentit:

Voimakasta ilmavuotoa yläpohjan ja ikkunaseinän liittymästä. Yläpohja on voimakkaasti jäähtynyt, koska kattolevyjen taakse pääsee kylmää ilmaa.

