

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Dmitri Korhonen

## **Tuotantolaitoksen olosuhdemittaukset**

Opinnäytetyö 2017

## Tiivistelmä

Korhonen Dmitri

Tuotantolaitoksen olosuhdemittaukset, 170 sivua, 9 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, toimitusjohtaja

DI Mika Komulainen, HC Engineering

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli suorittaa rakennusfysikaalisia olosuhdemittauksia tuotantolaitoksessa kahden kuukauden aikana. Olosuhdemittauksiin kuuluvat äänitasomittaukset, lämpökuvaus sekä lämpötila- ja kosteusmittaukset. Työssä tehtiin myös operatiivisen lämpötilan mittaus hallin työskentelypaikoissa, energiankulutuksen kumulatiivinen seuranta sekä seurattiin lähialueen Ilmatieteenlaitoksen antamia säätietoja vertailua varten. Hallissa tehtiin myös pölymittauksia Kuopion yliopiston henkilökunnan voimin kahden päivän ajan.

Laitoksen hallia lämmitettiin kahdella eri järjestelmällä: ItuGraf -säteilypaneeleilla ja kiertoilmapuhaltimilla. Näitä lämmitysmenetelmiä verrataan keskenään tehtyjen mittausten perusteella. Hallissa tuotetaan ja varastoidaan ItuGraf-säteilypaneeleita sekä niiden tarvikkeita. Opinnäytetyössä tarkastellaan hallin rakennusteknisiä osia kuten seiniä ja yläpohjaa.

Mittaukset antoivat säteilypaneeleita puoltavia tuloksia. Melutason, ilman liikkeen, operatiivisen lämpötilan ja energiakulutuksen mittausten tulokset osoittivat selkeän säteilypaneelien hyödyn.

Asiasanat: tuotantolaitos, rakennusfysiikka, olosuhdemittaukset, lämpötilaseuranta, ilmankosteusseuranta, äänitasoseuranta, lämpökuvaus, pölymittaus.

## **Abstract**

Korhonen Dmitri

Environmental measurements of industrial plant, 170 Pages, 9 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Engineering Lappeenranta

Civil and construction engineering

Structural engineering

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Mr. Timo Lehtoviita, lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr. Mika Komulainen, managing director, HC Engineering

The main purpose of this Bachelor's Thesis was to carry out environmental measurements in the manufacturing plant during two months. Environmental measurements include sound level measurements, thermal imaging, temperature and humidity measurements. This thesis contains the temperature measurement of operational management in working areas, the cumulative energy consumption monitoring and monitoring weather data provided by the local National Weather Service for comparison. The dust measurements were done in the production hall during two days by the staff of the University of Kuopio.

During two months, the production hall was warmed by two different systems: ItuGraf -radiating panels and the circulation fans. These heating methods were compared with each other based on the measurements mentioned in the preceding paragraph. In the production hall Itula Oy produce and store ItuGraf panels and their accessories. The thesis examines the technical elements of the building management such as walls and roofs.

The measurements gave results that support the radiation panels. The results of the noise, air motion, operational temperature and energy consumption measurements showed the benefits of radiation panels.

Keywords: industrial plant, building physics, environmental measurements, temperature monitoring, humidity measurements, sound level monitoring, thermal imaging, dust measuring.

## Sisältö

Käsitteet.....	6
1 Johdanto.....	7
2 Lähtötiedot.....	9
3 Sääseuranta.....	11
4 Lämmitysjärjestelmät.....	12
4.1 ItuGraf-säteilypaneelit.....	12
4.2 Kiertoilmalämmitysjärjestelmä.....	21
5 Lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	22
5.1 Mittalaitteet.....	23
5.2 Menetelmät.....	23
5.3 Tulokset ja niiden tulkinta.....	24
6 Lämpökuvaus.....	25
6.1 Mittalaitteet.....	25
6.2 Menetelmät.....	26
6.3 Tulokset.....	27
7 Melumittaukset.....	28
7.1 Mittalaitteet.....	28
7.2 Menetelmät.....	29
7.3 Tulokset.....	29
8 Energiankulutus.....	30
8.1 Mittalaitteet.....	30
8.2 Menetelmät.....	30
8.3 Tulokset ja niiden tulkinta.....	31
9 Operatiivinen lämpötila.....	32
9.1 Mittalaitteet.....	32
9.2 Menetelmät.....	33
9.3 Tulokset.....	33
10 Pölymittaus.....	34
10.1 Mittalaitteet.....	34
10.2 Menetelmät.....	35
10.3 Tulokset ja tulkinta.....	36
11 Ilman liike.....	37
11.1 Mittalaitteet.....	37
11.2 Menetelmät.....	37
11.3 Tulokset.....	38
12 Yhteenveto.....	39
Kuvat.....	41
Taulukot.....	42
Kuviot.....	42
Lähteet.....	43

## Liitteet

- Liite 1 Pohjapiirustukset, sivut 44 ja 45
- Liite 2 Rakennustapaselostus, sivut 46-52
- Liite 3 Lämpötila- ja kosteusmittausraportti, sivut 53-66
- Liite 4 Lämpökuvauksraportit, sivut 67-145
- Liite 5 Energiankulutustaulukko, sivu 146
- Liite 6 Operatiivisen lämpötilan käyrät, sivut 147-149
- Liite 7 Pölymittausraportti, sivut 150-157
- Liite 8 Kalibrointitodistukset, sivut 158-168
- Liite 9 Työolosuhdekysely, sivut 169 ja 170

## **Käsitteet**

### **Operatiivinen lämpötila**

Operatiivisella lämpötilalla tarkoitetaan huoneilman lämpötilan ja ihmistä ympäröivien pintojen säteilylämpötilojen keskiarvoa. Operatiivinen lämpötila kuvastaa huoneilman lämpötilasta poikkeavien pintalämpötilojen vaikutusta ihmisen lämmöntunteeseen.

### **Hormi-ilmiö**

Hormi-ilmiö tarkoittaa ilmanpaineen vaihtelua korkeuden mukaan. Tämä tarkoittaa, että kerrostaloissa alimmissa kerroksissa on alipaine ja ylimmissä kerroksissa ylipaine.

### **Turbulenttinen virtaus**

Turbulenttinen virtaus on nestemäinen putkivirtaus, kun laminaariset kerrokset ovat sekoittuneena keskenään. Turbulenttisessa virtauksessa nesteosat liikkuvat epämääräisesti, kuitenkin keskimääräisellä nopeudella virtaussuuntaan.

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on vertailla tuotantolaitoksen lämmitysmenetelmiä: ItuGraf-säteilypaneeleja ja kiertoilmalämmitysjärjestelmää. Opinnäytetyössä kerrotaan hallin rakennusteknisistä osista, säteilypaneelien tekniikasta, kiertoilmajärjestelmästä, mittalaitteista sekä analysoidaan mittatuloksia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, kumpi lämmitysjärjestelmä on kokonaisuutena parempi lämpö-, kosteus-, ääni- ja energiamittausten perusteella. Lämpötila- ja kosteusmittaukset suoritetaan Tinytag Plus 2 -dataloggerien avulla. Kohteesta otetaan lämpökuvia lämpökameralla FLIR T620bx, mitataan melunta- ja äänianalysointilaitteella Nor140, tarkkaillaan energiakulutusta, mitataan pölyn määrää DustTrak-laitteella ja tehdään henkilökunnan työolosuhdekysely. Kaikki mittauksissa käytetyt laitteet, pois lukien pölymittausten ja ilman virtausnopeuden laitteet, on lainattu Saimaan ammattikorkeakoululta. Mittausten suorituksissa ja mittausraporttien laatimisessa avusti Saimaan ammattikorkeakoulun kehitysinsinööri Lauri Pellinen. Mittausohjelman laadinnasta on vastannut tilaaja.

Opinnäytetyössä pohditaan myös, kummalla vertailtavista menetelmistä on tarkoituksenmukaisempaa lämmittää kyseisen kokoluokan rakennus. Pohdinnassa otetaan huomioon lämmitystehojen, laitteiston teknisen käyttöiän ja huollon tarpeen perusteella todellinen kannattavuus ja työskentelymukavuus.

Opinnäytetyö tehdään ItuGraf-säteilypaneeleita valmistavalle Itula Oy:lle, ja työn ideana on tutkia säteilypaneelien hyötyä ja käyttöä hallissa. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää markkinoinnissa. Itula Oy on vuonna 1990 perustettu yritys, joka tarjoaa lämmöntuotantolaitteita ja kaiken tarvittavan vesikiertoisin lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin. Tuotteisiin kuuluvat lämpöpatterit, kattosäteilylämmitys ja -jäähdytysjärjestelmät, putkistojärjestelmät, lattialämmitys ja -viilennysjärjestelmät, venttiilit ja säätölaitteet sekä kotelointijärjestelmät. Tuotevalikoimaan kuuluu oman tuotannon lisäksi eurooppalaisia LVI-alan markkinajohtajien tuotemerkkejä. Yritys toimii HC-Engineering Oy:n suunnittelijoiden kanssa Suomessa. Yrityksen pääkonttori, ItuGraf-tuotanto ja keskusvarasto sijaitsevat Puntalassa Ruokolahdella, ja myyntikonttori Vantaalla. Yritys työllistää noin 30 henkilöä.

Opinnäytetyö rajataan koskemaan vertailussaan ItuGraf-säteilypaneelijärjestelmää ja kiertoilmalämmitysjärjestelmää. Olosuhdemittausten tulokset analysoidaan ja niitä verrataan tavoitetasoon.

Työn tavoitteena on luoda vertailu ja helpottaa kannattavimman lämmitystavan valintaa. Työn tuloksista saadaan lämpötila- ja kosteusseurantakuviot, energiankulutuksen seurantakuviot ja lämpökameralla havaittavat lämpövuodot.

Työssä kerrotaan mittauksissa käytetyistä mittalaitteista, lämmityslaitteista, olosuhdemittausvaiheista, ja hallin rakennusteknisistä tiedoista. Työn tavoitteena on myös selvittää ja vertailla hallin lämmitystarvetta ja -järjestelmää. Työssä käsitellään myös ilmavirtauksia ja pölymittauksia.



## 2 Lähtötiedot

Lähtötietoja olosuhdemittauksia varten kerättiin tutkimalla rakennuksen piirustuksia sekä laitteiden esitteitä ja mittaamalla olosuhteita. Rakennuksen piirustukset on esitetty liitteessä 1. Raportin kohteena toimi Itula Oy:n tuotantolaitos, joka sijaitsee Ruokolahden Puntalassa osoitteessa Raudustie 3. Kohde on puurunkoinen harjakattoinen 1300 m<sup>2</sup> tuotantolaitos, joka on rakennettu vuonna 2001.

Kyseessä on tuotantolaitos, jossa on puolilämmin halli tuotantolinjaa ja varastointia varten sekä lämmin tila henkilöstön toimistotiloja varten. Toimistotilojen yläpuolella toisessa kerroksessa on tuotannon komponenttilinjat, laboratorio ja taukotila. Hallin kantavat rakenteet ovat seuraavat: alapohjassa maanvarainen betonilaatta, yläpohjassa kaarevat harjapalkit liimapuusta kooltaan 185x1310 mm lujuusluokkaa GL30 sekä liimapuupilarit kooltaan 185x485 mm 6 m jaolla. Hallin leveys 18,6 m ja pituus 48 m. Toimistotilojen kantavat rakenteet ovat betonia.

Puolilämmin tila on tarkoitettu hetkelliseen oleskeluun pelkästään sisävaatetusta käyttäen. Tilan lämpötilaa pidetään +5 °C ja +17 °C välillä. Lämpimän ja puolilämpimän tilojen välissä pitää olla kosteus- ja lämpötekniisesti sellaiset rakenteet, että lämpimän tilan sisäilmasto-olot saavutetaan energiatehokkaasti.

Rakennuksen ulkovaipan osien U-arvot ovat:

- ulkoseinä 300 mm, U-arvo=0,4 W/m<sup>2</sup>K
- yläpohja 600 mm, U-arvo=0,3 W/m<sup>2</sup>K

Rakennuksesta on esitetty lisää tietoa rakennustapaselostuksessa liitteessä 2.

Mittausten suoritustavat, laitteiden tekniset tiedot ja valokuvat ovat lainattu kirjoista ja Internetin tietolähteistä.

Seuraavissa kuvissa 1-4 on esitetty rakennuksen julkisivut.



Kuva 1. Julkisivu pohjoiseen



Kuva 2. Julkisivu itään



Kuva 3. Julkisivu etelään



Kuva 4. Julkisivu länteen

### 3 Sääseuranta

Mittausten aikana seurattiin Ilmatieteenlaitoksen ilmoittamia säähavaintoja. Lämpökuvausten ensimmäisen mittauspäivän lämpötila, pilvisuus ja tuulen nopeus on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Ilmatieteenlaitoksen säähavainnot Puntalassa 10.2.2017.

Sopivat pakkaset -8... -6 °C antoivat hyvän mahdollisuudet kuvata sisällä. Silloin vuotojen paikat ovat havaittavissa. Aurinko mahdollisesti lämmitti tiettyjä paikkoja, mutta kokonaisuudessa ei haitannut lämpökuvausta.

Toisen kuvauspäivän lämpötila, pilvisuus ja tuulen nopeus on esitetty kuvassa 6. Tänä kuvauspäivänä pilvisuus oli runsaampaa, mutta lämpötila pysyi samana, mikä mahdollisti vertailukelpoiset kuvausolosuhteet.



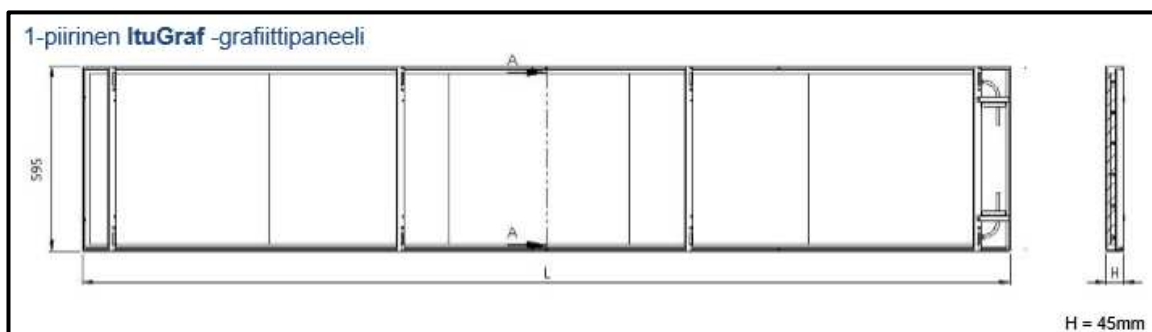
Kuva 6. Ilmatieteenlaitoksen säähavainnot Puntalassa 24.2.2017.

## 4 Lämmitysjärjestelmät

Tässä luvussa käsitellään hallissa käytettävät kaksi lämmitysjärjestelmää: säteilypaneelit ja kiertoilmalämmitys.

### 4.1 ItuGraf-säteilypaneelit

Hallissa on 1-piirinen ItuGraf-säteilypaneeli (kuva 7). Säteilypaneelissa on halkaisijaltaan 10 mm kuparinen virtausputki yhdessä grafiittikerroksessa. Säteilypaneelin peltikasetti on muotoiltua perforoitua teräslevyä. Säteilypaneelit ovat maalattuja standardin RAL 9016 -sävyihin.



Kuva 7. 1-piirinen ItuGraf-säteilypaneeli (2.)

Säteilypaneelien vakiokokoja on viisi: leveys 595 mm ja pituus 590, 1190, 1790, 2390 ja 2990 mm. Säteilypaneelit voidaan käyttää sekä jäähdytys- että lämmitystarpeisiin. (1.)

Taulukossa 1 on esitetty säteilypaneelien kokojen mukaiset jäähdytystehot ja lämpötilaerot.

JÄÄHDYTYSTEHOTAUUKKO						
W						
LT-ERO	° C	595x590	595x1190	595x1790	595x2390	595x2990
ΔT=-	5	21	42	63	84	106
ΔT=-	6	26	53	79	105	131
ΔT=-	7	32	63	95	126	158
ΔT=-	8	37	74	111	148	186
ΔT=-	9	43	85	128	171	214
ΔT=-	10	48	97	145	194	242
ΔT=-	11	54	109	163	217	272
ΔT=-	12	60	121	181	241	302
ΔT=-	13	66	133	199	266	332
ΔT=-	15	79	158	237	316	394

Taulukko 1. Jäähdytystehotaulukko (1.)

Kohteen hallissa on käytössä keskikokoiset säteilypaneelit. ItuGraf-säteilypaneeli on kooltaan 595x1790 mm, painoa 11,7 kg ja putkitilavuutta 0,6 litraa. Säteilypaneelien koon valintaan vaikuttaa sen optimaalinen lämmönsiirto pinta-alaneliötä kohden. (1.)

Säteilypaneelit sijoitetaan kattoon joko teräsvaijerilla tai ketjuilla. Kaikki paneelit pituuteen 2390 mm asti kiinnitetään neljällä kannakkeella, 2990 mm paneelit kiinnitetään kuudella kannakkeella. Kaikki tuotteet ovat CE-merkitty. Paneelien kuljetuskestävyys on testattu Lansmont tärypöydällä. Testien mukaan paneelit kestävät ainakin 2400 km kuorma-autokuljetusta. ItuGraf-säteilypaneelit varastoidaan kuivassa, vähintään +0 °C tilassa. (1.)

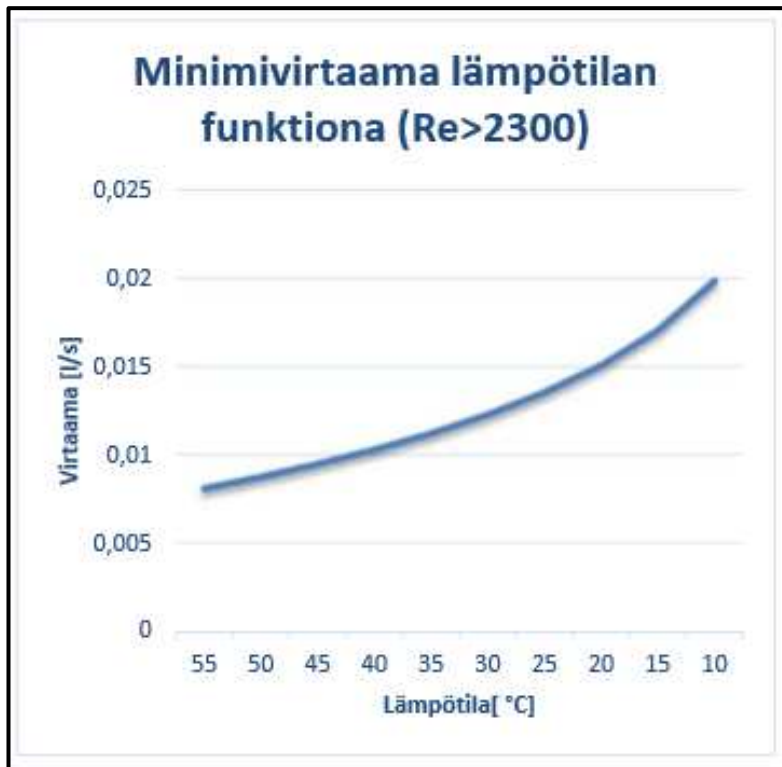
Taulukossa 2 on esitetty säteilypaneelien kokojen mukaiset lämmitystehot ja lämpötilaerot. Erikokoisilla paneeleilla saavutetaan haluttu lämpötila, mutta lämmitystehot suurenevat isompaan paneeliin suuntaan. Tämä tarkoittaa, että isommat paneelit lämmittävät/jäähdyttävät tilan tehokkaammin kuin pienemmät. Säteilypaneeleita voidaan käyttää sekä halleissa että toimistotiloissa.

LÄMMITYSTEHOTAUUKKO W						
LT-ERO	° C	595x590	595x1190	595x1790	595x2390	595x2990
ΔT=+	10	44	88	133	178	223
ΔT=+	11	49	98	148	199	248
ΔT=+	12	55	108	164	220	275
ΔT=+	13	60	119	179	241	301
ΔT=+	14	65	129	195	262	328
ΔT=+	15	71	140	212	284	355
ΔT=+	16	76	151	228	306	383
ΔT=+	17	82	162	245	328	410
ΔT=+	18	87	173	261	350	438
ΔT=+	19	93	184	278	373	467
ΔT=+	20	99	195	295	396	495
ΔT=+	21	104	206	312	419	524
ΔT=+	22	110	217	329	442	553
ΔT=+	23	116	229	347	465	582
ΔT=+	24	122	240	364	488	611
ΔT=+	25	127	252	382	512	641
ΔT=+	26	133	264	399	536	670
ΔT=+	27	139	275	417	560	700
ΔT=+	28	145	287	435	584	730
ΔT=+	29	151	299	453	608	760
ΔT=+	30	157	311	471	632	791
ΔT=+	32	170	335	508	681	852
ΔT=+	34	182	359	544	730	913
ΔT=+	36	194	384	581	780	976
ΔT=+	38	207	409	619	830	1039
ΔT=+	40	219	434	657	881	1102
ΔT=+	41	226	446	676	906	1134
ΔT=+	42	232	459	695	932	1166
ΔT=+	43	238	471	714	957	1198
ΔT=+	44	245	484	733	983	1230
ΔT=+	45	251	497	752	1009	1262
ΔT=+	46	258	509	771	1035	1295
ΔT=+	47	264	522	791	1061	1327
ΔT=+	48	271	535	810	1087	1360
ΔT=+	49	277	548	830	1113	1393
ΔT=+	50	284	561	849	1139	1426

Taulukko 2. Lämmitystehotaulukko (1.)

Säteilypaneelien rakenne lyhyesti: s-muotoiset kupariputket ja grafiittikerros sekä teräslevy ja teräsranka. Grafiittikerros mahdollistaa tasaisen lämmönjakautumisen koko paneelin alueella. (1.)

S-muotoisissa kupariputkissa virtaa nestettä, yleisimmin vettä. Putkissa virtaaman on oltava turbulenttinen, jotta lämmitys- tai jäähdytysteho toteutuu. Turbulenttinen virtaama saavutetaan seuraavilla virtaamilla lämpötilan funktiona, mikä on esitetty seuraavassa kuviossa 1. (1.)



Kuvio 1. Minimivirtaama lämpötilan funktiona. (1)

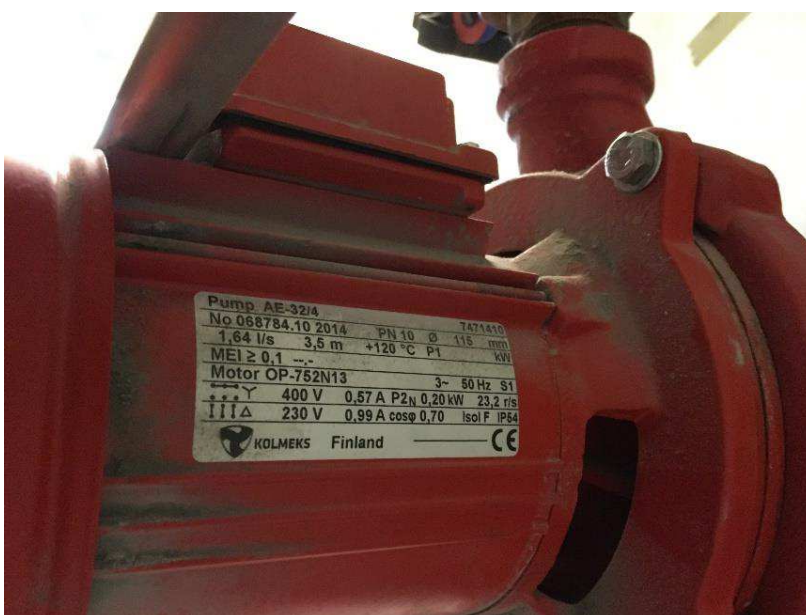
Toimistopuolen säteilypaneelien kiertoveden virtaus on toteutettu Magna3-kiertovesipumpulla. Grundfos kiertovesipumppu 3. sarja on monipuolinen pumppu, joka sopii veden kierrätykseen lämmitys-, jäähdytys- ja käyttövesijärjestelmissä. Magna3 valvoo järjestelmän lämpöenergian jakautumista ja kulutusta, mikä auttaa välttämään turhia kustannuksia sekä ylimääräisiä energiamittareita. Laitteen mittaustarkkuus on +/-10 % toimintopisteestä riippuen. Pumpussa on flowlimit-toiminto, mikä mahdollistaa asettamaan pumpulle virtaamarajoituksen enimmäisarvon. Pumppu myös tarkkailee jatkuvasti haluttua virtaamaa, mikä vähentää järjestelmän epätasapainoriskiä ja parantaa järjestelmän kokonaista energiatehokkuutta. Magna3-pumppu sopii lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin, ilmastointijärjestelmiin, lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmiin, maalämpöpumppujärjestelmiin sekä aurinkolämpöjärjestelmiin. (4.)

Pumpun tekniset tiedot ovat seuraavat: maksimi virtaama 78,5 m<sup>3</sup>/h, maksimi nostokorkeus 18 m, maksimi käyttöpainne 16 bar, nesteen lämpötila -10...+110 °C. (4.)

Hallin puolelle vedenkierto on toteutettu Kolmeks-teollisuuspumpulla ( kuvat 8 ja 9). Teollisuuspumppu kierrättää vettä kaikkien säteilypaneelien ja kiertoilmahuuhtimien kautta.



Kuva 8. Pumpun kiinnitys lämpökattilaan.



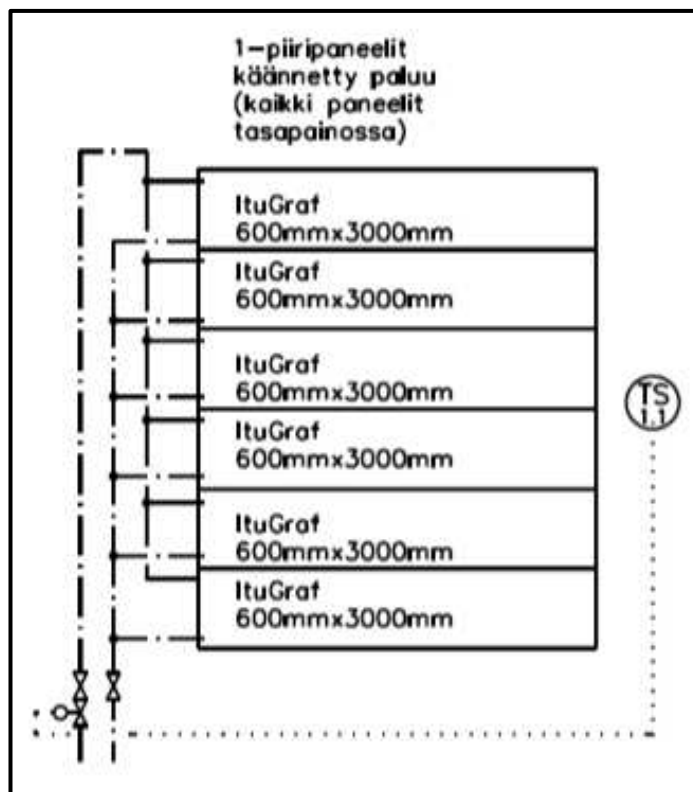
Kuva 9. Pumppu AEP32/4SC, 0,2 kW.



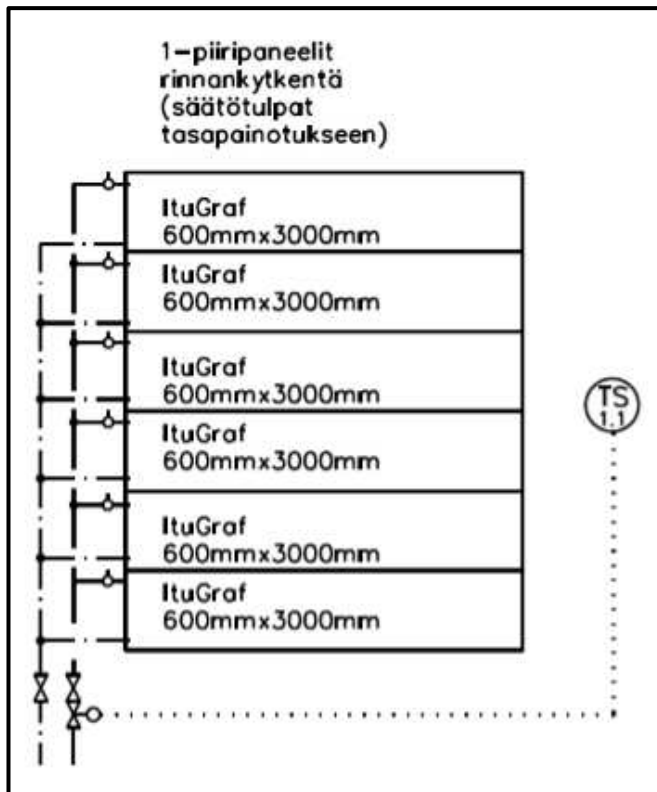
Säteilypaneelien asennuksessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- pelkästään jäähdytyksessä yläpuolista eristystä ei suositella
- jäähdytys on kuivajäähdytystä ja tarvitsee kastepisteautomaatiikan
- paneelit sijoitetaan tasaisesti ikkunoiden ja ulkoseinien lähelle
- korkein sallittu menoveden lämpötila on 55 °C sekä korkein sallittu käyttöpaine on 16 bar
- säteilyepäsymmetrian välttämiseksi säteilypaneelin keskilämpötilan tulisi olla alle 45 °C, kun huonekorkeus on alle 3 m (1).

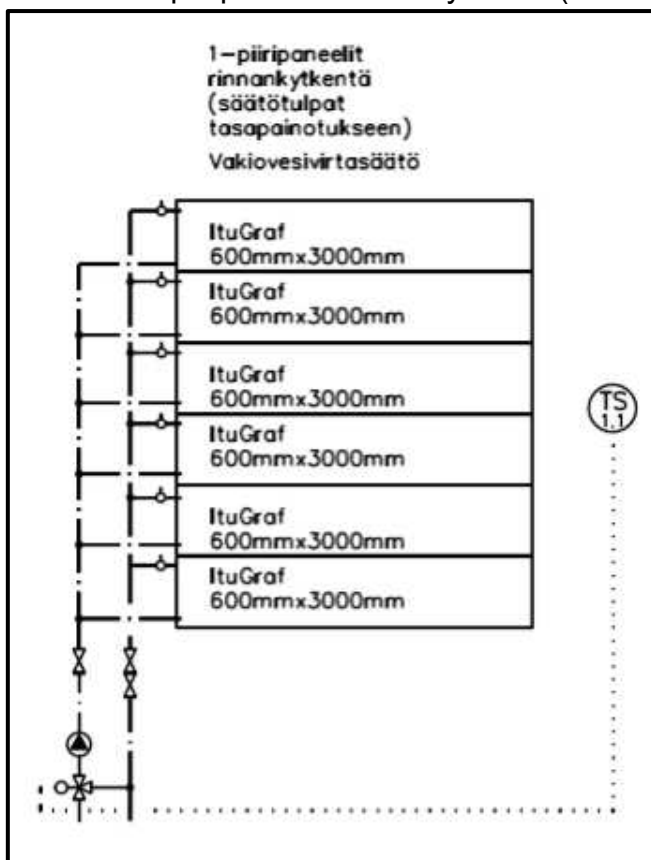
Esimerkkejä säteilypaneelien rinnankytkemisestä esitetty kuvissa 10 – 12.



Kuva 10. 1-piiripaneelit käännetty paluu (kaikki paneelit tasapainossa) (1)



Kuva 11. 1-piiripaneelit rinnankytkentä (säätötulpat tasapainotukseen) (1)



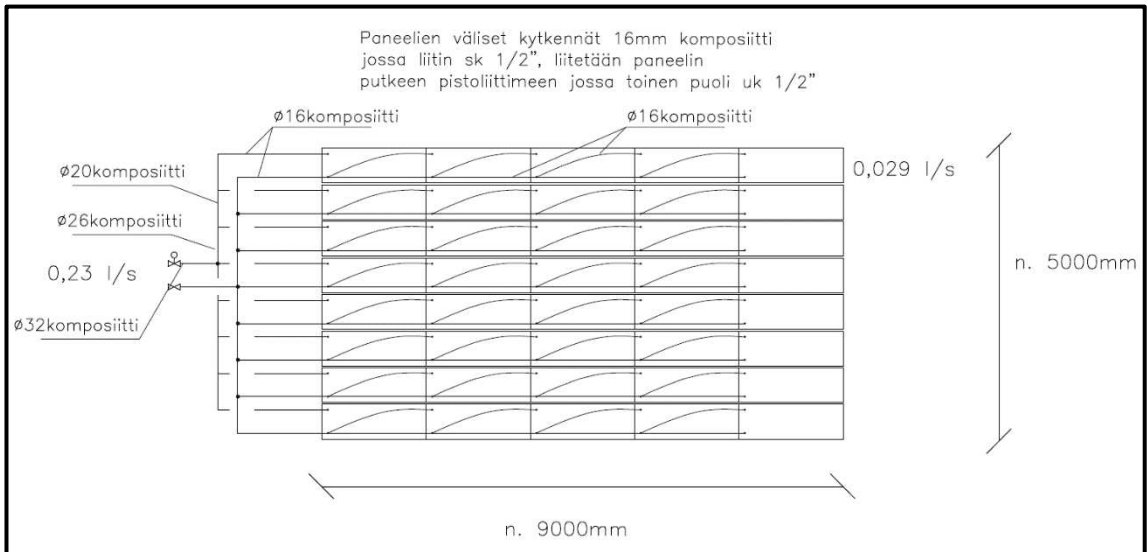
Kuva 12. 1-piiripaneelit rinnankytkentä (säätötulpat tasapainotukseen), vakiovesivirtasäätö. (1)

Kuvissa 13 ja 14 näkyy miten säteilypaneelit ovat sijoitettu Itula Oy:n hallissa.



Kuvat 13 ja 14. Itula Oy :n tuotantohallin säteilypaneelien sijainti katossa.

Seuraavassa kuvassa 15 on esitetty hallissa käytetyt paneelien rinnankytkennät.



Kuva 15. Säteilypaneelien rinnankytkentä hallissa.

Säteilypaneelit kiinnitetään suoraan paneelien jäykistetangoissa olevien kiinnityspisteiden kautta. Upotettaessa säteilypaneelit levykattoon on käytettävä ristikoolausta, johon varataan paneelien levyiset 610 mm ja noin 50 mm syvyiset koolausvälit. Kiinnitys toteutetaan peltikiinnikkeillä paneelien reunasta. (1.)

## 4.2 Kiertoilmalämmitysjärjestelmä

Kiertoilmajärjestelmä on toteutettu kiertoilmapuhaltimilla (kuva 16). Kiertoilmapuhaltimien läpi kiertää kuuma vesi. Puhaltimet puhaltavat veden tuottama lämpö tarkoitettuun suuntaan, meidän tapauksessa alas lattiaan. Vesi lämmitetään sähköisesti kattilassa, josta se kiertää pumppujen avulla kaikkien kiertoilmapuhaltimien kautta ja palaa takaisin.



Kuva 16. Hallin katonrajassa oleva kiertoilmapuhallin.

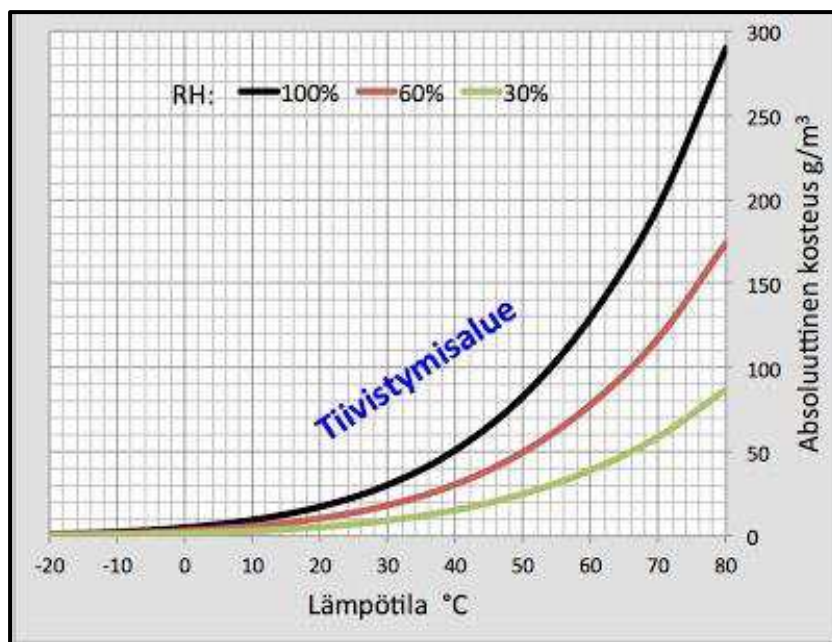
Kiertoilmapuhaltimen tekniset tiedot: yksivaiheinen ulkoinen moottori, 2-rivinen vesipatteri, säädettävät suuntaimet, automaattitoiminta, ilmavirta: 2 500 m<sup>3</sup>/h, lämmitysteho: 14-20 kW. Kiertoilmapuhaltimien sijainti on esitetty pohjapiirustuksessa: P1-P6.

## 5 Lämpötila ja suhteellinen kosteus

Lämpötila on tärkein sisäilman viihtyvyystekijä. Lämpötilaviihtyisyys vaihtelee välillä +20...+22 °C. Lämpötilaan vaikuttavat sisustusmateriaalit ja rakenteiden tekniset ominaisuudet sekä lämmityslaitteet. Seurannassa oleva halli on puolilämmin tila, jolloin hallissa riittää lämpötila välillä +5...+17 °C. Viileät pinnat voivat aiheuttaa vedon tunnetta, lisäksi niihin tiivistyy kosteutta. STM:n sisäilmaohjeen mukaan alin sallittu pintalämpötila on +9 °C. (5; 10.)

Olosuhdemittauksiin kuuluu myös ilman kosteuden mittaaminen, joka ilmoitetaan suhteellisena kosteutena. Suhteellinen kosteus kertoo, kuinka monta prosenttia ilmassa on vesihöyryä siitä määrästä, joka tietyssä lämpötilassa voi olla ilmassa tiivistymättä. Ulkoilmassa kylmän ilman suhteellinen kosteus voi olla 100 %, mutta tullessaan sisälle sen suhteellinen kosteus laskee. (5.)

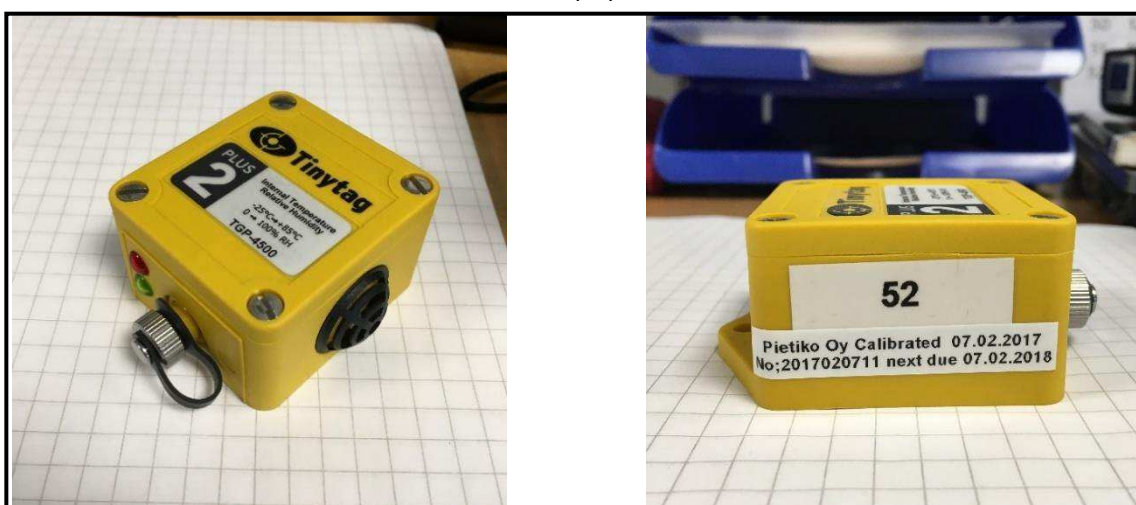
Kosteus myös voidaan ilmoittaa absoluuttisena kosteutena eli ilman vesihöyrypitoisuutena. Lämmin ilma voi sitoa enemmän vettä kuin kylmä, jolloin eri lämpötiloissa suhteellisen kosteuden ollessa sama ilman vesihöyrypitoisuus on erilainen. Tämä teoria on esitetty kuviossa 2. Sisäilmastoluokan S3 mukaan ei ole tavoitearvoa suhteelliselle kosteudelle puolilämpimässä tilassa. (5.)



Kuvio 2. Ilman lämpötilan ja absoluuttisen kosteuden välinen yhteys (5)

## 5.1 Mittalaitteet

Mittauksissa käytettiin Gemini Tinytag Plus 2 -dataloggereita (kuva 17), jotka on suunniteltu mittaamaan ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden erilaisissa olosuhteissa, ulkoilmassa sekä sisätiloissa. Laitteen kotelo on iskunkestävä ja vedenpitävä, mikä mahdollistaa laitteen käytön ankarissakin olosuhteissa. Laitetta voidaan käyttää esimerkiksi seuraavissa mittaustilanteissa: ulkona ympäristön seuranta, ilmaston muutosten seuranta, kasvuolosuhteiden seuranta, villieläinten elinympäristön seuranta, sisätilojen teollisuusalueiden olosuhdeseuranta ja valmistusmenetelmien olosuhdeseuranta. (2.)



Kuva 17. Tinytag plus 2 -dataloggeri

Dataloggerin tekniset tiedot ovat seuraavat: 32 000 lukukertaa, magneettinen katkaisin, lukutietojen järjestely: mittauksen ajankohta, lämpötila, suhteellinen kosteus, kastepistelämpötila; lukuintervalli 1 s... 10 pvä, kaksi täysin ohjelmoivaa hälytysmerkkiä. Dataloggerin lukuolosuhteet ovat -40...+85 °C. Lämpötilamittausten tarkkuus vaihtelee 0,5 – 0,9 °C. (2.)

Loggerien kalibrointitodistukset on esitetty liitteessä 8.

## 5.2 Menetelmät

Dataloggereita sijoitettiin yksi kappale ulos ja kuusi kappaletta sisätilaan; näin saatiin vertailu sisä- ja ulkoilman välillä. Sisällä loggerit asennettiin kuuteen eri korkeuteen: 0,05 m, 1,5 m, 1,9 m, 4,2 m, 4,4 m ja 6 m. Ulkona oleva loggeri oli 2,1 m korkeudessa. Loggerien sijainti on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1. Loggerit sijoitettu pisteisiin RH1, RH2 ja ulkologgeri RH3. RH1:ssä loggerit ovat

korkeuksissa 0,05 m, 1,5 m ja 4,4 m. RH2:ssa loggerit ovat korkeuksissa 1,9 m, 4,2 m ja 6 m.

Loggerit kiinnitettiin pilariin lautojen päihin ja hyllykön varjoiselle puolelle. Data-loggerit säädettiin mittaamaan kerran 3:ssa minuutissa. Tämä tarkoittaa sitä, että loggerien muistia riitti mittaamaan 33:n vuorokauden jakson. Tämän jälkeen loggerit otettiin pois, ladattiin mittaustulokset tietokoneelle ja kiinnitettiin loggerit takaisin mittaamaan seuraavan kuukauden jakson.

### **5.3 Tulokset ja niiden tulkinta**

Lämpötilan ja kosteuden mittausten tulokset liitteessä 3. Lämpötilatulosten tarkastelujaksoina ovat viikot 9, 11, 12 ja 13. Viikolla 9 ja 11 hallia lämmittivät kiertoilmapuhaltimet. Viikolla 12 ja 13 hallia lämmittivät säteilypaneelit.

Viikolla 9, 2.3. ja 8.3. välisenä aikana, lämpötilakerrostuma pystysuunnassa oli noin kolme astetta ja hallin keskilämpötila oli +16 °C. Työn aikana lämpötilojen keskihajonta oli suurempi kuin viikonloppuna. Viikolla 11, 17.3 ja 23.3. välisenä aikana, lämpötilakerrostuma pystysuunnassa oli kolme astetta. Arkisin lämpötilakerrostuma oli noin neljä astetta ja viikonloppuna noin kaksi astetta. Kiertoilmapuhaltimien aikana hallin keskilämpötila oli +18 °C.

Viikolla 12, 23.3. ja 29.3. välisenä aikana, hallin lämpötilakerrostuma pystysuunnassa oli noin 2 astetta. Työn aikana hallin lämpötilakerrostuma nousi neljään asteeseen ja viikonloppuna laski liki yhteen asteeseen. Viikolla 13, 29.3. ja 5.4. välisenä aikana, hallin lämpötilakerrostuma pystysuunnassa oli noin kaksi astetta. Arkisin lämpötilakerrostuma oli noin kolme astetta, kun viikonloppuna vain yhden asteen verran. Säteilypaneelien aikana hallissa keskilämpötila oli +18 °C.



## 6 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus suoritettiin lämpökameralla ainetta rikkomattomin menetelmin. Sillä voidaan selvittää rakennusmateriaalien ominaisuuksia, rakenteiden lämpötekniistä toimivuutta, vaipan ilmanpitävyyttä, rakennusten lämpöolosuhteita ja viihtyisyyttä sekä talotekniikan vikoja ja puutteita. Lämpökuvausten tarkoitus on etsiä rakennuksen ulkovaipan viat ja puutteet, kylmäsilat, vaipan ilmapuodot sekä tarkastella lämmöneristeiden kuntoa ja toimivuutta. Lämpökameralla voidaan myös havaita kosteusvauriot seuraavien tekijöiden vaikutuksesta: kosteus aiheuttaa pinnan jäähtymistä, kosteus parantaa materiaalin lämmönjohtavuutta, mutta heikentää sen eristyskykyä, sekä kosteus muuttaa pinnan lämpösäteilyn heijastumisominaisuutta. Lämpökuvauksella voidaan lisäksi todeta lämmitysjärjestelmistä tarve ilmata vesipatterit, vesipattereiden ja putkistojen tukkeutumia, termostaattien toimivuus sekä piilossa olevien lämmönluovuttajien sijainti rakenteissa. Ilmanvaihtojärjestelmästä voidaan todeta tuloilman ja poistoilman sijainti, tuloilman lämpötila, esilämmityksen toiminta ja lämmön talteenotto, sekä kylmän ilman liikeratoja pinnoilla ja ilmanvaihtojärjestelmän mahdollisia vuotoja. Sähköjärjestelmistä voidaan todeta ylikuormitetut sulakkeet, löysät ja hapettuneet liitokset sekä ylikuormitetut sähköjohdot. (9.)

Lämpökuvausten yhteydessä suoritettiin erityyppisiä tukimittauksia ja menetelmiä kuten sisäilman ja ulkoilman olosuhdemittaukset: lämpötila, suhteellinen kosteus sekä sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero (9).

### 6.1 Mittalaitteet

Mittauksissa käytettiin Flir T620bx -lämpökameraa (kuva 18). Se on kiinteistökuvausvauksiin tarkoitettu kannettava lämpökamera. Kuvan resoluutio on 640x480 pikseliä, lämpötila-alue -20...+160 °C sekä lämpötilatarkkuus +/-2 °C. (3.)



Kuva 18. Flir T620bx -lämpökamera.

Kamerassa on kääntyvä objektiivi, mikä mahdollistaa mukavan kuvauksen eri suuntiin. Paine-ero mitattiin Alnor 560M (kuva 19) elektronisella laitteella. Lämpökameran ja paine-ero laitteen kalibroitodistukset on esitetty liitteessä 8.



Kuva 19. Alnor 560M paine-ero laite.

## 6.2 Menetelmät

Hallin ulko-ovia ei käytetty mittauksia edeltävien 24 tunnin aikana, joten saavutettiin tasaiset olosuhteet kuvauksia varten. Kuvausten aikana hallissa ilman keskilämpötila oli 17 °C ja suhteellinen kosteus 30 % sekä paine-ero 7 Pascalia alipainetta, mikä mahdollisti lämpökuvauksen selkeyden. Toisessa kerroksessa hormivaikutuksen takia alipainetta oli vain 3,5 Pascalia.

Lämpökuvauksen aloitettiin itäisestä ulkoseinästä kiertäen hallia myötäpäivään, jotta vältettiin kuvien sekaantuminen keskenään. Lämpökuvauksen aloitettiin ensimmäisestä kerroksesta. Tämän jälkeen siirryttiin toiseen kerrokseen. Viimeiseksi kuvattiin rakennuksen yläpohjaliitokset. Lämpökuvauksessa otettiin kuvia seinistä, pilareista, ikkunoista, ovista, lattiasta ja katosta. Lämpökuvauksessa etsittiin kylmiä kohtia, jotka löytyivät pilareiden, ikkunoiden ja ovien liitoksista. Ulkoilman ja sisäilman välinen paine-ero mitattiin ulko-ovien kautta raottamalla ne. Laitteeseen kiinnitettiin letku. Laite pidettiin sisällä, kun letkun toinen pää vietiin oven toiselle puolelle ulos samalle tasolle kuin laite. Näin toistettiin oven yläreunassa,

keskellä ja alhaalla. Ovien alareunasta mitattiin -8 Pa ja yläreunasta -6 Pa. Yläkerran ulko-ovessa paine-ero vaihteli -2... -5 Pa. Negatiivinen arvo tarkoittaa alipainetta.

Lämpökuvauksia suoritettiin kahtena päivänä. Ensimmäisenä päivänä 10. maaliskuuta hallia lämmittivät säteilypaneelit. Toisena kuvauspäivänä 24. maaliskuuta hallia lämmittivät kiertoilmapuhaltimet. Kuvausten tarkoitus oli verrata lämpövuotojen laajuutta ja pintojen lämpötilaeroja eri lämmitysjärjestelmien käytön aikana.

### **6.3 Tulokset**

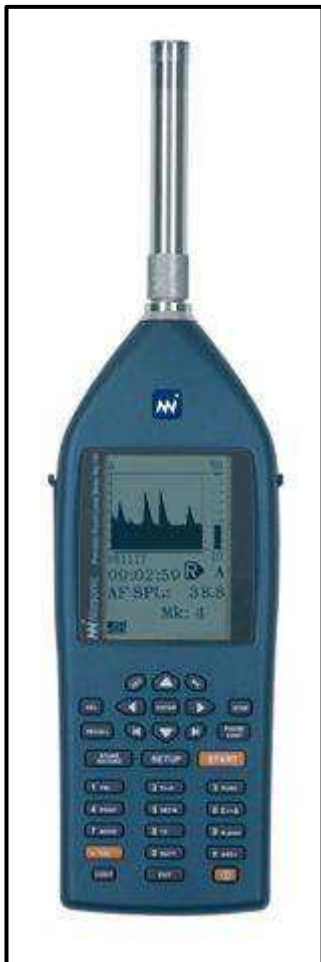
Lämpökuvausten tuloksista koottiin lämpökuvausraportit, jotka ovat liitteessä 4. Lämpökuvauksissa havaittiin lämpötilavuotoja ikkunoissa, pilareiden liitoskohdissa ja ovissa. Mittausraporttien kuvista on havaittavissa minimilämpötilan eroja. Kun säteilypaneelit olivat päällä, pintojen lämpötila oli keskimäärin asteen korkeampi kuin kiertoilmapuhaltimien aikana.

## 7 Melumittaukset

Melu on biologinen stressitekijä, joka voi vaikuttaa ihmisen fysiologiseen järjestelmään. Yleensä melu koetaan häiritseväksi ja kiusalliseksi. Korkeataajuiset äänet kuten ulina ja vinku aiheuttavat eniten häirintää. Melun seassa työskentely voi vaikuttaa ihmisen mielialaan ja suorituskykyyn. Kuulon heikkenemiseen tarvitaan yli 80 dB:n meluallistumista vähintään tunnin ajan. (5.)

### 7.1 Mittalaitteet

Melutaso mitattiin Norsonic Nor140-äänianalysaattorilla (kuva 20). Laitteella voidaan mitata reaaliajan äänitaso sekä tallentaa tulokset tutkimuksia varten.



Laite soveltuu seuraaviin tarkoituksiin: melulähteen määrittäminen, ympäristömelun mittaus, tuulivoimaloiden melumittaus, rakennusakustiikan mittaus, työpaikkojen melumittaus, tuotekehitys, laadunvalvonta, melukartoitus, äänitehotason mittaus, puheen ymmärrettävyys, värähtelymittaus, melun haitallisuusnauhoitus sekä FFT-kapeakistaisuusmittaus (10).

Laitteen ominaisuuksia: 120 dB dynamiikka, maksimi mittausarvo 140 dB, mittaa samanaikaisesti kahdella taajuuspainotuksella, äänen nauhoitus, melutaso-aika tallennus, taajuusalue 0,4 – 20 kHz, FFT-analyysi 9,6 Hz:iin asti sekä kohinageneraattori (10).

Kuva 20. Nor140-äänianalysaattori

## **7.2 Menetelmät**

Melutaso mitattiin äänitasomittareilla Norsonic Nor140 ja Nor118. Mittaukset suoritettiin illan ja yön aikana, kun hallissa ei tehty työtä. Työn aikana melun lähteenä toimivat trukki ja radio sekä kiertoilmapuhaltimet. Vertailua varten mittausten aikana käytettiin molempia lämmitysjärjestelmiä vuorotellen.

Mittauksissa oli kolme eri tilannetta. Ensimmäisessä tilanteessa kaikki kiertoilmapuhaltimet olivat päällä. Toisessa tilanteessa puolet kiertoilmapuhaltimista oli päällä. Kolmannessa tilanteessa kaikki kiertoilmapuhaltimet oli sammutettu, mikä kuvasi säteilypaneelien aikaista tilannetta.

## **7.3 Tulokset**

Mittausten ensimmäisen jakson, kun kaikki kiertoilmapuhaltimet olivat päällä, tulokset vaihtelivat 57,8 – 58,3 dB välillä. Toisen mittausjakson tulosten vaihteluväli oli 52,2 – 53,0 dB. Kolmannen jakson aikana, kun kaikki kiertoilmapuhaltimet oli suljettu, tulokset vaihtelivat 30,0 ja 30,5 dB välillä.

## 8 Energiankulutus

### 8.1 Mittalaitteet

Energiankulutuksen seurantalaitteet ovat ABB:n toimittamia (kuva 21). Kokonaiskulutus ilmoitetaan kWh:na ja hetkellinen kulutus ilmoitetaan kW:na. Sähkökattilassa vesi lämmitetään sähköllä. Veden lämpötila säädetään automaattisesti.



Kuva 21. Sähkölaitteen lukemajärjestelmä

### 8.2 Menetelmät

Energiankulutusta seurattiin teknisessä tilassa olevasta energiankulutuksenseurantalaitteelta. Energiakulutuksen seurantajaksoina on kahden viikon jaksot kiertoilmapuhaltimilla sekä säteilypaneeleilla.

Energian kulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat seuraavat: lämpötila ulkona, rakenteiden tiiviys ja lämmityksen tarve. Tasoittaakseen energian kulutuksen, laskettiin päivien lämmitystarveluvut ja astepäivät, mitkä huomioivat sähkön kulutuksen sekä sisä- ja ulkolämpötilat. Nämä luvut laskettiin kaavalla 1.

$$S_{Tp} = \int_{t_1}^{t_2} (T_s - T_u) dt \quad (1)$$

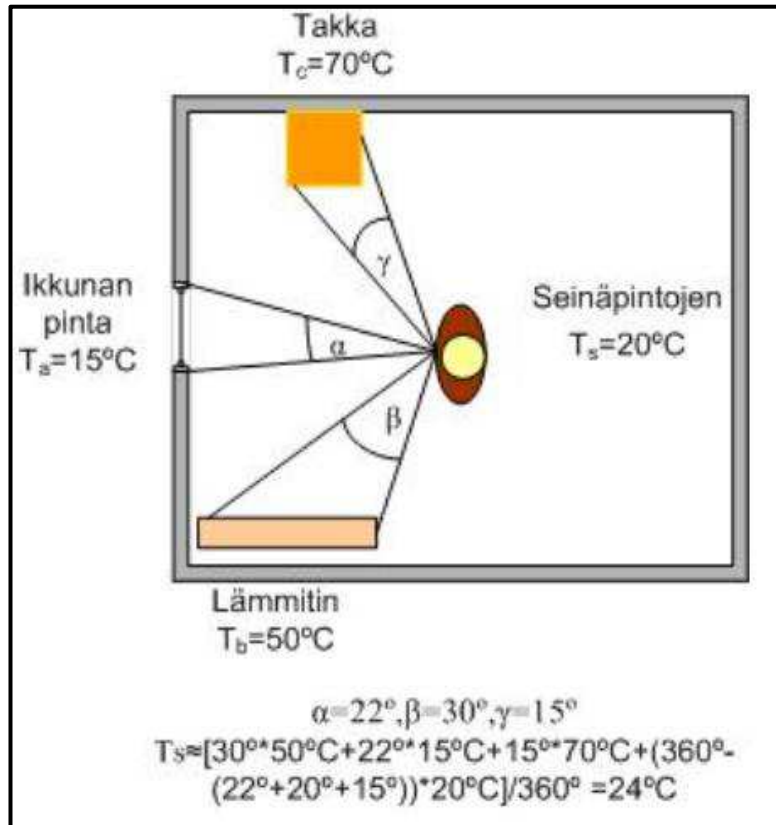
### **8.3 Tulokset ja niiden tulkinta**

Energiankulutus on esitetty Excel-taulukon muodossa liitteessä 5.

Vertailussa olevat lämmitysjärjestelmät antoivat erilaisia tuloksia ulkoilman lämpötilan ja lämmitystarpeen mukaan. Kokonaisuudessaan astetuntikorjattuna säteilypaneelit kuluttivat parhaimmillaan noin 20 % vähemmän energiaa kuin kiertoilmapuhaltimet.

## 9 Operatiivinen lämpötila

Operatiivinen lämpötila on ihmisen aistima tietyn hetken kokonaislämpötila. Se voidaan joko laskea (kuva 22) tai mitata mustapallo-anturilla. (8.)



Kuva 22. Operatiivisen lämpötilan esimerkkilaskelma (8)

Operatiiviseen lämpötilaan vaikuttavia tekijöitä ovat kylmien pintojen lähteet ja etäisyydet, lämpimien pintojen lähteet ja etäisyydet sekä ilman virtausnopeus ja kosteus (8).

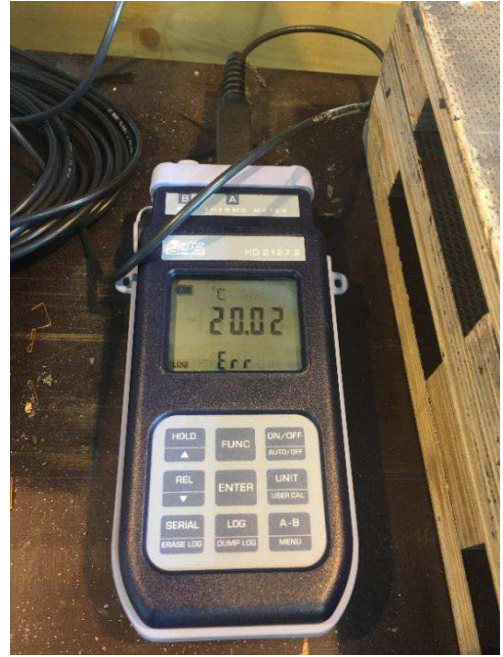
### 9.1 Mittalaitteet

Operatiivinen lämpötila mitattiin heijastuslämpötila-anturilla (kuva 23). Se kertoo ihmisen aistiman lämpötilan. Mustapallon sisälle on kierretty lämpötila-anturi. Anturi liitetään Delta OHM -mittariin. Mustapallo-anturin tekniset tiedot: PT-100 4-johdin anturi, 2 m kaapeli, mustapallo-anturin halkaisija 150 mm, mittausalue -20...+70 °C. (6.)





Kuva 23. Mustapallo lämpötila-anturi



Kuva 24. Delta OHM HD 2127 -mittari

Delta OHM-lämpötilamittariin (kuva 24) liitettiin anturit lämpötilamittauksia varten. Tekniset tiedot: mittausalue  $-200...+850\text{ }^{\circ}\text{C}$ , resoluutio  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tarkkuus  $\pm 0,2\%$  lukemasta, anturi PT100 tai NI100, toimii paristoilla, sisäinen muisti tietojen tallentamista varten. Laitteeseen voidaan kytkeä samanaikaisesti kaksi anturia. (7.)

## 9.2 Menetelmät

Anturi asennettiin kokoonpanon alkupäähän ja toiseen kerrokseen työpisteen viereen. Näin saatiin mahdollisimman tarkka lukema ihmisen aistimasta lämpötilasta. Ensimmäinen jakso mitattiin 10.3., jolloin hallia lämmittivät säteilypaneelit. Toisena jaksena 17.3. hallia lämmittivät kiertoilmapuhaltimet. Molempina päivinä puolet ajasta mittari oli kokoonpanon vieressä ja puolet ajasta toisessa kerroksessa. Kolmas pitempi jakso mitattiin kokoonpanon keskiosan vieressä, dataloggerien läheisyydessä. Näin saatiin vertailtua kahden eri anturin tulokset keskenään.

## 9.3 Tulokset

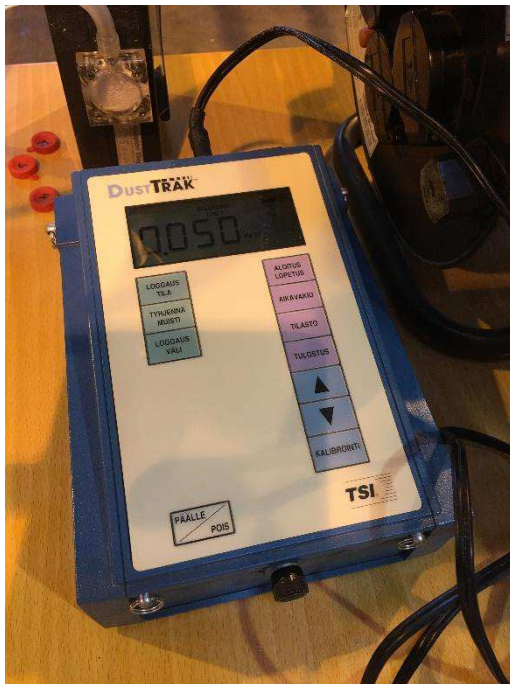
Tulokset on esitetty kuvioissa liitteessä 6. Keskimäärin operatiivinen lämpötila oli asteen tai kaksi korkeampi, kuin tavallinen lämpötilatulokset. Kiertoilmapuhaltimien aikana operatiivinen lämpötila oli asteen pienempi kuin säteilypaneelien aikana.

## 10 Pölymittaus

Pölymittausten tehtävänä oli mitata pölypitoisuuksia tuotantohallissa 8.3. ja 9.3.2017.

### 10.1 Mittalaitteet

Pölymittauksissa käytettiin kuutta laitetta. Yksi niistä oli optinen hiukkaslaskuri. Viisi muuta olivat pumppuja keräimien kanssa. Optinen hiukkaslaskuri (kuva 25) mittaa alle 10 µm kokoisten hiukkasten määrä ilmassa. Laite ilmoittaa tulokset mg/m<sup>3</sup>. Laitteessa on sisäänrakennettu pumppu ja suodatin. Laite tallentaa tietyn ajan välein saadut tulokset analyysiä varten.



Kuva 25. DustTrak TSI 8520-hiukkasmittari.

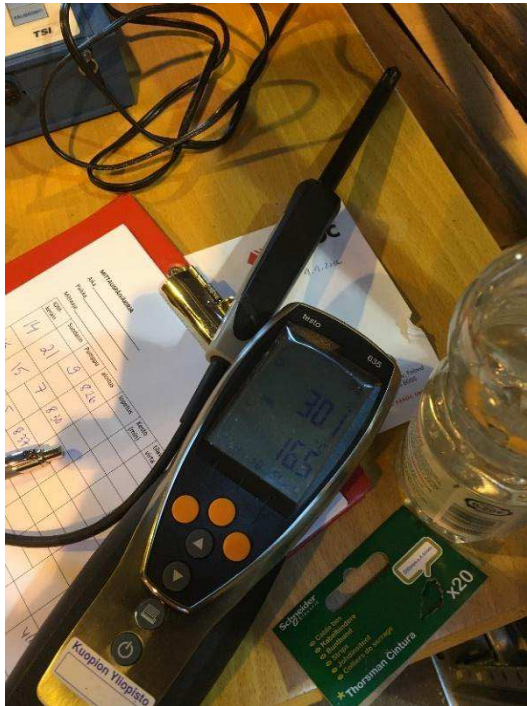
Pölynäytteet kerättiin ilmasta SKC-pumpun (kuva 26) avulla IOM-keräimessä (kuva 27) olevalle esipunnitulle suodattimelle. Mittauksissa käytettiin nitroselluloosasuodattimia, joiden huokosluku on 0,8 µm. Pumpun virtausnopeus oli 2,0 l/min. Pölymittausten aikana mitattiin ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta Testo 635-laitteella (kuva 28).



Kuva 26. SKC 224 pumppu



Kuva 27. IOM -keräin



Kuva 28. Testo 635 -lämpötila- ja kosteusmittari.

## 10.2 Menetelmät

Pölymittaukset tilattiin Itä-Suomen yliopistolta. Tutkijatohtori Kuopiosta kävi paikalla kahtena päivänä asentamassa pölyn mittalaitteet ja seurasi mittausten kulkua. Mittausten jälkeen pölysuodattimet punnittiin laboratoriossa ja tuloksista koottiin raportti, joka on liitteessä 7.

Ensimmäisenä päivänä hallissa olivat toiminnassa puhaltavat iv-laitteet ja toisena päivänä säteilylämmittimet. Mittausten tarkoituksena oli verrata pölypitoisuuksia päivien välillä.

Keräimen läpi imetyn ilman tilavuus laskettiin kalibroidun pumpun kalibrointiker-toimen ja käytetyn ajan perusteella. Pölyä kerättiin pumppujen avulla keräimessä oleville suodattimille kiinteästä pisteestä 1,5 metrin korkeudessa. Keräyspisteitä oli viisi: tuotantolinjan alku- ja loppupäissä, tuotantolinjan keskellä sekä valvomon ja yläkerran työskentelypaikan vieressä. Mittauspisteiden sijainti on pölymittaus-raportin liitteenä. Mittausten aikana myös mitattiin lämpötila ja suhteellinen kos-teus. Toinen pölymittalaite DustTrak-mittari oli paikallaan samassa paikassa ko-koonpanon loppupäässä molempina päivinä.

Pumpun ja keräimen käyttö lyhyesti: suodatin esipunnittiin laboratoriossa, suoda-tin asennettiin keräimeen, keräin asennettiin haluttuun korkeuteen statiiviin, ke-räimen alaosaan kiinnitettiin letku pumpulle, kalibroitu pumpun virta laitettiin päälle.

### **10.3 Tulokset ja tulkinta**

Ensimmäisen päivän aikana DustTrak -hiukkasmittarin tulosten keskiarvo oli 0,05 mg/m<sup>3</sup> ja toisena päivänä 0,048 mg/m<sup>3</sup>. Yhteensä pölyn pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,019...0,953 mg/m<sup>3</sup>. Paikallisten keräimien pölyn pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,04...0,16 mg/m<sup>3</sup>.

Pölymittausten tuloksen antoivat pienet määrät pölyhiukkasia noin 3 % annetusta HTP-arvoista, mikä voi tarkoittaa, että hallissa on vähän terveydelle haitallista pölyä. HTP-arvot ovat haitallisten hiukkaspitoisuuksien raja-arvot, jotka ovat epä-orgaanisilla hiukkasilla kahdeksan tunnin aikana 10 mg/m<sup>3</sup> ja orgaanisilla hiuk-kasilla 5 mg/m<sup>3</sup>. Mittauspisteet olivat paikalliset, joten mitatut pitoisuudet eivät suoraan kuvaa työntekijöiden altistumistasoja.

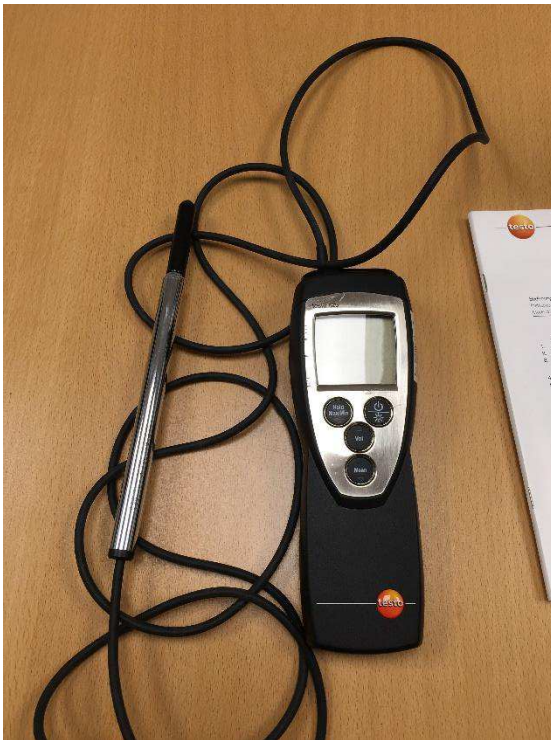
Mittausten tarkoituksena oli verrata tilan pölysyyttä eri järjestelmien ollessa päällä. Kuitenkin tulosten erot johtuivat pääosin hallissa työskentelykuormituk-sesta. Eniten pölyä levitti trukin käyttö. Molempina päivinä trukkia käytettiin vaih-televasti.

## 11 Ilman liike

Ilman liike tarkoittaa sisäilman liikettä, eli ilman virtausnopeuksien mittauksia. Virtausnopeus ilmoitetaan m/s. Mittauksia tehtiin 4. huhtikuuta illalla, kun hallissa ei työskennelty.

### 11.1 Mittalaitteet

Mittauksissa käytettiin Testo 425-sarjan mittalaitetta ja kuumalanka-anturia. Laite on esitetty kuvassa 29. Kyseessä on virtausnopeusmittari, joka mittaa anturin läpi kulkevan ilma nopeuksia ja ilmoittaa lukemat 0,01 m/s tarkkuudella. Laitteen tekniset tiedot: toimintaolosuhteet: -20... +50 °C, toiminta-aika 20 tuntia, anturin mitausalue 0-20 m/s ja tarkkuus +/- 0,03 m/s.



Kuva 29. Testo 425 -virtausnopeusmittari.

### 11.2 Menetelmät

Virtausnopeusmittauksia suoritettiin illalla, kun hallissa ei työskennelty, jotta vältettiin ylimääräistä ilmaliikettä. Ilman liike mitattiin kuudessa eri pisteessä, jotka on merkitty pohjapiirustukseen T1-T6. Mittari asennettiin paikalleen mittaamaan muutaman minuutin ajaksi. Mittarin antamat tiedot kirjattiin ylös ja laskettiin tulosten keskiarvot.

### **11.3 Tulokset**

Kiertoilmapuhaltimien aikana mitatut ilmavirtaukset vaihtelivat 0,07-0,92 m/s.

Kiertoilmapuhaltimien ollessa pois päältä hallissa ilman liike oli 0,01 m/s.

## 12 Yhteenveto

Säteilypaneeleissa ei ole liikkuvia osia, mikä nostaa järjestelmän käyttöikä. Kiertoilmapuhaltimissa on pyöriviä osia, jotka kuluvat aikanaan. Kiertoilmapuhaltimien suodattimet ja osat vaativat huoltoa, mikä nostaa elinkaarikustannuksia.

Hallin keskilämpötila on pysynyt hyvin halutussa tasossa kummallakin lämmitysjärjestelmällä lämmitettäessä. Säteilypaneelit lämmitävät tasaisesti niiden alapuolista tilaa. Kiertoilmapuhaltimet kierrättävät ilmaa kaikkialla hallissa. Olosuhdekyselyn perusteella henkilöstö oli sitä mieltä, että säteilypaneelien aikana ilma tuntui lämpimämmältä kuin kiertoilmapuhaltimien aikana. Olosuhdekyselyn lomakkeet on esitetty liitteessä 9.

Energiankulutus oli säteilypaneelien aikana noin 20 % vähemmän kuin kiertoilmapuhaltimien aikana. Kiertoilmapuhaltimia käytettäessä tarvittiin enemmän energiaa lämpöpatterien lämmitämiseen ja puhaltimien pyörittämiseen. Säteilypaneeleita käytettäessä kaikki tuotettu lämpö siirtyy suoraan lämmitävään tilaan ilman hukkavuotoja, mikä vähentää energiankulutusta.

Päivän pituisten pölymittausten perusteella ei pystytä varmasti sanomaan henkilöstön todellista pölyaltistumaa. Mittarien tulokset antoivat hyviä arvoja. Myöskään lämmitysjärjestelmien välillä ei havaittu pölymäärissä eroja. Eniten pölyä nostatti trukin käyttö. Olosuhdekyselyn perusteella henkilöstö oli sitä mieltä, että kiertoilmapuhaltimien aikana pölyn määrä oli suurempi kasvoissa ja hengitysteissä, mikä aiheutti runsasta yskimistä viikonloppuisin.

Operatiivisen lämpötilan tulokset näyttivät, että säteilypaneelien tuottama lämpö sitoutuu paremmin ympäröiviin pintoihin, mikä tuntuu miellyttävältä. Säteilypaneelien aikana operatiivinen lämpötila oli asteen korkeampi kuin kiertoilmapuhaltimien aikana.

Melupainemittaukset osoittivat, että säteilypaneelit ovat äänettömät. Kiertoilmapuhaltimien aikana melu hallissa oli huomattavasti suurempi, ja hiljaisen tuotantoprosessin aikana melu on ärsyttävä tekijä.

Ilman liike oli kiertoilmapuhaltimilla selkeästi suurempi kuin säteilypaneelien aikana. Mikäli tuotannossa olisi pölyä, kiertoilmapuhaltimet kierrättäisivät sitä voimakkaasti.

Taulukossa 3 on esitetty tekninen vertailu. Tulokset puhuvat selkeästi säteilypaneelijärjestelmän puolesta. Erityisesti äänitason vaikutus oli huomattavissa.

	<b>säteilypaneelit</b>	<b>kiertoilmapuhaltimet</b>
hallin keskilämpötila, °C	18	17
pystysuuntainen lämpötilakerrostusvaihteluväli, °C	1-3	2-4
lämpökuvien pintalämpötilavaihteluväli, °C	8-23	7-23
operatiivinen lämpötila, °C	21	20
suhteellinen kosteus, %	28	28
meluvaihteluväli, dB	28-30	53-58
energiankulutus, kWh/astetunti	16-18	20-23
pölyvaihteluväli, mg/m <sup>3</sup>	0,015-0,953	0,019-0,501
ilman liikkeen vaihteluväli, m/s	0,01	0,07-0,92

Taulukko 3. Tekninen vertailu.

Mittausten jälkeen opittiin, että säteilypaneelit ovat innovatiivinen keksintö ja tarkoituksenmukaisempi näistä kahdesta lämmitysjärjestelmästä. Säteilypaneelit soveltuvat sekä hiljaisiin työskentelytiloihin että asuintiloihin. Havaintojen perusteella säteilypaneelien käyttö on suositeltavaa myös energian säästön näkökulmasta.



## Kuvat

- Kuva 1. Julkisivu pohjoiseen, s. 10
- Kuva 2. Julkisivu itään, s. 10
- Kuva 3. Julkisivu etelään, s. 10
- Kuva 4. Julkisivu länteen, s. 10
- Kuva 5. Ilmatieteenlaitoksen säähavainnot Puntalassa 10.2.2017, s. 11
- Kuva 6. Ilmatieteenlaitoksen säähavainnot Puntalassa 24.2.2017, s. 11
- Kuva 7. 1-piirinen ItuGraf-säteilypaneeli, s. 12
- Kuva 8. Pumpun sijainti, s. 16
- Kuva 9. Pumppu AEP32, s. 16
- Kuva 10. 1-piiripaneelit käännetty paluu, s. 17
- Kuva 11. 1-piiripaneelit rinnankytkentä, s. 18
- Kuva 12. 1-piiripaneelit rinnankytkentä vakiovesivirtasäädöllä, s. 18
- Kuva 13. Itula Oy tuotantohallin säteilypaneelien sijainti katossa, s. 19
- Kuva 14. Itula Oy tuotantohallin säteilypaneelien sijainti katossa, s. 19
- Kuva 15. Säteilypaneelien rinnankytkentä hallin katossa, s. 20
- Kuva 16. Hallin katonrajassa oleva kiertoilmapuhallin, s. 21
- Kuva 17. Tinytag plus 2 -dataloggeri, s. 23
- Kuva 18. Flir T620bx -lämpökamera, s. 25
- Kuva 19. Alnor 560M paine-ero laite, s. 26
- Kuva 20. Nor140 -äänianalysaattori, s. 28
- Kuva 21. Sähkölaitteen lukemajärjestelmä, s. 30
- Kuva 22. Operatiivisen lämpötilan esimerkkilaskelma, s. 32
- Kuva 23. Mustapallo lämpötila-anturi, s. 33
- Kuva 24. Delta OHM HD 2127 -mittari, s. 33
- Kuva 25. DustTrak TSI 8520-hiukkasmittari, s. 34
- Kuva 26. SKC 224 pumppu, s. 35
- Kuva 27. IOM -keräin, s. 35
- Kuva 28. Testo 635 -lämpötila- ja kosteusmittari, s. 35
- Kuva 29. Testo 425 -virtausnopeusmittari, s. 37

## **Taulukot**

Taulukko 1. Jäähdytystehotaulukko, s. 12

Taulukko 2. Lämmitystehotaulukko, s. 14

Taulukko 3. Tekninen vertailu, s. 40.

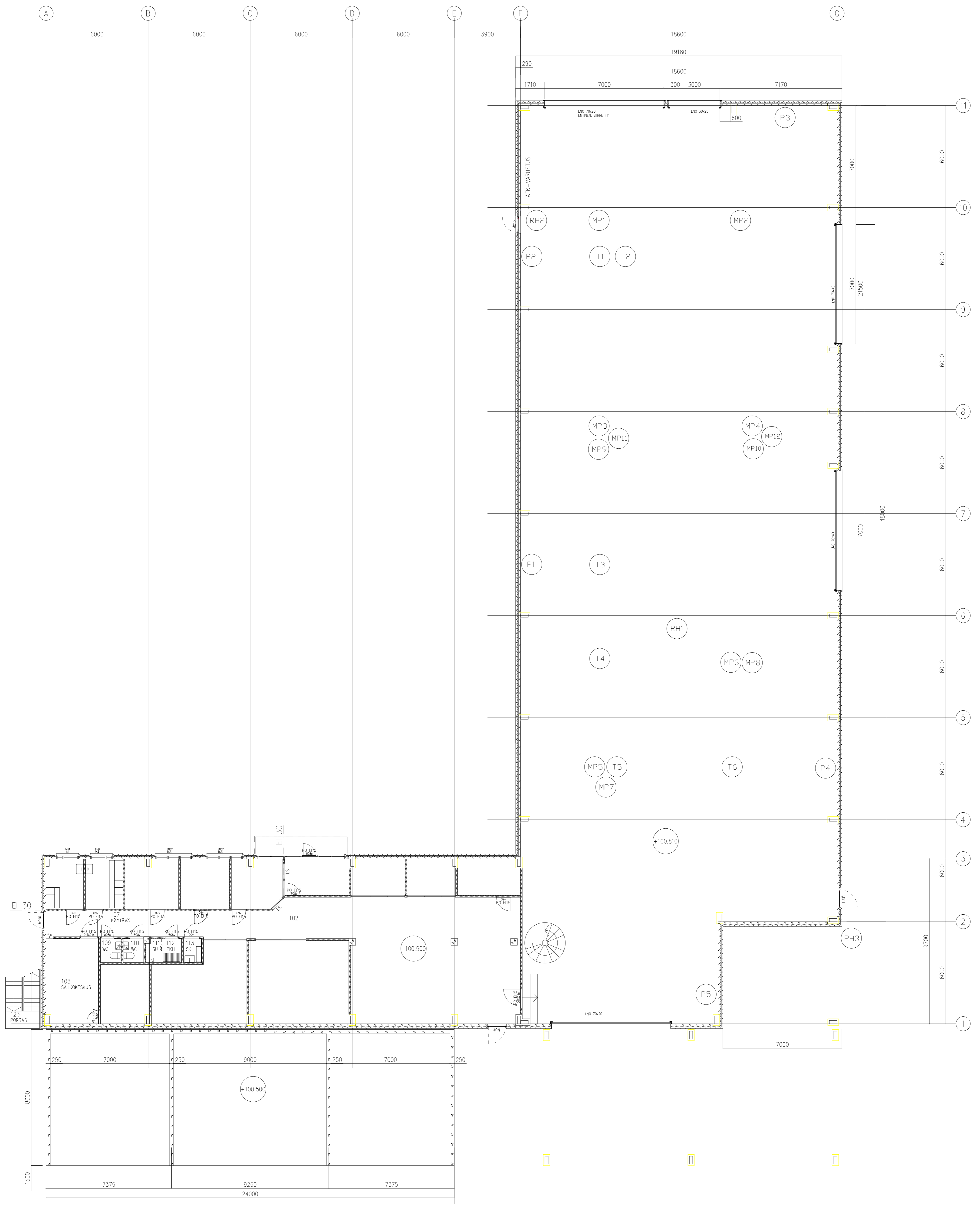
## **Kuviot**

Kuvio 1. Minimivirtaama lämpötilan funktiona, s. 15

Kuvio 2. Ilman lämpötilan ja absoluuttisen kosteuden välinen yhteys, s. 22

## Lähteet

1. ItuGraf-säteilypaneelin tekninen esite. PDF-dokumentti. Luettu 1.2.2017.
2. TinyTag-Plus-2 -dataloggeri <http://www.geminidataloggers.com/data-loggers/tinytag-plus-2> Luettu 2.2.2017.
3. Flir-T620bx-lämpökamera <https://www.infradex.com/flir-t6xx-sarja/> Luettu 2.2.2017.
4. Magna3-kiertovesipumppu <http://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/magna3.html> Luettu 3.2.2017.
5. Sisäilmayhdistys ry <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Fysikaaliset-tekijat> Luettu 8.2.2017.
6. Mustapallo lämpötila-anturi <http://www.pietiko.fi/tuotteet/mustapallo-lampotila-anturi-swema-t52> Luettu 9.2.2017.
7. Operatiivinen lämpötila <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1195454056021/1239039810756/1239039883042/1239039931696.html> Luettu 9.2.2017.
8. Paloniitty, S. 2011. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
9. RakMK C3-2010. PDF-dokumentti. Luettu 22.2.2017.
10. Äänitasomittari <http://www.mip.fi/cms/fi/mittalaitteet/melu-ja-aeaeni/aeaenitasomittarit/norsonic-aeaenitasomittarit/nor-140> Luettu 24.2.2017.
11. Virtausnopeusmittari <http://www.sensorcell.fi/WebRoot/vilkasfi02/Shops/2016080104/57CD/C0DA/F5B8/E5E2/88A8/0A28/1010/C882/testo-425-esite.pdf> Luettu 6.4.2017.



K.O.S.A. Ruokolahhti	KORTTELI/ALA 25	TONNIT/No 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSLOMPPU UUDISRAKENNUS			PIRUSTUSLAJI Pohjapiirustus
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Itula Oy:n tuotantolaitos Raudustie 3 Puntala			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ 1. kerros
			JUOKS.No 1
			MITTAKAAVAT 1:100
	SUUNN. ALA RAK	TYÖ No 1	PIIR. No 1
	PIKÄIKYYS 02.03.2017	YHTEENK. Korhonen Dmitri	MAUTOS 1200850



# RAKENNUSTAPASELOSTUS

## YLEISTIEDOT

### Rakennuskohteen nimi

Itula Oy tuotantolaitos

### Osoite

Raudustie 3, Puntala, Ruokolahti

### Rakennuspaikkaa koskevat tiedot

Kaupungin osa Oritlampi, kortteli 25, tontti 3, tuotantolaitos RaudusTimber Oy

### Rakennusaineet ja -osat

Hallin kantava runko liimapuuta, toimiston kantava runko betonia.

### Paloluokka

P1 palonkestävä

### Autopaikat

20 ap tontilla

## LAAJUUSTIEDOT

### Bruttoala (m<sup>2</sup>)

1 300 m<sup>2</sup>

### Kerrosala (m<sup>2</sup>)

1 460 m<sup>2</sup>

### Tilavuus (m<sup>3</sup>)

10 400 m<sup>3</sup>

## **RAKENNUTTAJA JA SUUNNITTELIJAT**

### **Rakennuttaja**

RaudusTimber Oy  
Raudustie 3, Puntala

### **Pääsuunnittelu**

Arkkitehtitoimisto Reijo Seppänen Oy  
Mannerheimintie 18, Mikkeli

### **Arkkitehtisuunnittelu**

Arkkitehtitoimisto Reijo Seppänen Oy  
Mannerheimintie 18, Mikkeli

### **Rakennesuunnittelu**

Arkkitehtitoimisto Reijo Seppänen Oy  
Mannerheimintie 18, Mikkeli

### **LVI-suunnittelu**

Rejlers Oy  
Graanintie 5

### **Sähkösuunnittelu**

Rejlers Oy  
Graanintie 5

### **Maa- ja pohjarakennussuunnittelu**

Rejlers Oy  
Graanintie 5

# 1 RAKENNUSOSAT

## 11 ALUEOSAT

### 111 Maaosat

#### 1111 Raivausosat

- 1111.1 Rakennusalueen alkutarkastus
- 1111.2 Oleva puusto ja muu kasvillisuus  
Poistettava puusto on raivattu rakennusalueelta.  
Noudatetaan:
  - MaaRYL 2000 11.43, 11.53, 11.6
  - RT 89-10620

#### 1112 Kaivannot

- Noudatetaan:
- rakennesuunnitelmat
  - LVIS –suunnitelmat

#### 1114 Täyttöosat

- Kaivojen ympärystäyttö
- tasauskerros murske # 0 – 16 mm
  - ympärystäyttö murske # 0 – 16 mm
  - lopputäyttö tiivistettävissä olevilla kaivumailla
- Noudatetaan LVI- suunnitelmat.

## 113 PÄÄLLYSTEET

- 1130 Maanpinta madalletaan tarpeen mukaan paikoitellen niin, että uusi multakerros asettuu ympäröivien asfalttipintojen tasolle.  
Noudatetaan ARK -suunnitelmat / asemapiirros.

### 1132 Liikennealueiden päällyste

- 1132.1 Asfalttipäällyste  
Noudatetaan ARK -suunnitelmat.



**12 TALO-OSAT**

**121 PERUSTUKSET**

**1211 Anturat**

Noudatetaan:

- rakennesuunnitelmat
- RunkoRYL 2000 23.42
- mitat, raudoitukset ja toleranssit rakennesuunnitelmissa
- alapuolisen maan jäätyminen estettävä

**1212 Perusmuurit, tukimuurit ja sokkelit**

Perusmuurit ja sokkelit puhtaaksi valettua betonia.

Vedeneristykset siveleristykseenä rakennesuunnitelmien mukaisesti.

Noudatetaan RAK- suunnitelmia.

**122 ALAPOHJA**

**1221 Alapohjalaatat**

Maanvarainen betonilaatta

Alapohjana on maanvarainen lämmöneristetty betonilaatta. Laattojen pinta teräshierretään.

Lattiakaivolla varustettujen tilojen lattiaan tehdään kallistukset alustan tasauskerrokseen.

Pintalaatan vahvuus kauttaaltaan tasainen. Kallistus yleensä 1:100, lattiakaivon ympärillä 1:50.

Pintojen laatu BY 40 luokka 2.

Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

**123 RUNKO**

**1233 Pilarit**

Hallin kantava pystyrunko on puuta. Toimiston kantava pystyrunko on betonia.

Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

**1234 Palkit**

Hallin kantava vaakarunko on puuta. Toimiston kantava vaakarunko on betoni.

Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

**1236 Yläpohjat**

Yläpohja on puuta.

Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

## **124 JULKISIVUT**

### **1241 Ulkoseinät**

- 1241.1 Ulkoseinien sisäverhous  
Ulkoseinien sisäpinta verhotaan toimistotiloissa (ja niihin verrattavissa sisätiloissa) kipsilevyillä, joka kiinnitetään puurankaan.  
Noudatetaan RAK- suunnitelmat.
- 1241.4 Ulkoseinien ulkoverhous  
Ulkoseinien ulkoverhous paneloidaan.  
Noudatetaan ARK- suunnitelmat.

### **1242 Ikkunat**

- Ikkunat valmistetaan ikkunakaaviota noudattaen.  
Noudatetaan:  
- ARK -ikkunakaaviot  
- ARK -detaljipiirustukset

### **1243 Ulko-ovet**

- Ovet valmistetaan ja varustetaan ovikaaviota noudattaen.  
Käytettävä avaintyyppi on elektroninen lukitusjärjestelmä iLOQ.

### **1244 Julkisivuvarusteet**

- Ulkotikkaat rakennesuunnitelmien mukaan kuumasinkittyä terästä.

## **126 VESIKATOT**

### **1261 Vesikattorakenteet**

- Vesikaton alusrakenteet rakennesuunnitelmissa.  
Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

### **1263 Vesikatteet**

- Vesikate on muovipinnoitettua teräsohutlevyä, aluslaudoitus katteen valmistajan ohjeiden mukaan.  
Noudatetaan RAK- suunnitelmat.

### **1264 Vesikattovarusteet**

- 1264.1 Vesikaton laitteiden ja hormien suojapellit.  
Kaikki vesikatolle tehtävien LVI -läpivientien juuret suojataan muovipinnoitetuilla teräspelleillä.  
S- ja IV- laitteiden läpiviennit sekä puiset jalustaosuudet LVIS- osapiirustusten mukaan. Kaikki vesikatteen lävistykset tiivistetään neopreenikumitiivistein.
- 1264.2 Syöksytorvet  
Toimisto-osan syöksytorvet LVIS- suunnitelman mukaisesti.  
Hallin syöksytorvet RAK- ja LVIS- suunnitelmien mukaisesti.

## **13 TILAOSAT**

### **1311 Väliseinät**

- 1311.1 Yleistä, laatuvaatimukset
- noudatetaan SisäRYL 2000 412.5, taulukko 412:T2, luokka 2, korjaus SisäRYL 2000 412.8
  - seinän toleranssit SisäRYL 2000 412.5, taulukko 412:T1, luokka 2
  - valmiin pinnan saumat ja limitykset SisäRYL 2000 412.5, taulukko 412:T4, luokka 2
- 1311.2 Levyseinät  
Rakennetyyppien mukaisesti.  
Noudatetaan:
- verhoulevyn toimittajan asennustapa- ja työohjeet
  - RAK- suunnitelmat (rakennetyypit)

### **1315 Väliovet**

- 1315.1 Laakaovet  
Ovet valmistetaan ja varustetaan ovikaavioiden mukaisesti.  
Palo-ovet asennetaan tyyppi hyväksynnän mukaisesti (ml. karmien ja kynnysten palotiivistys).

## **132 TILAPINNAT**

Sisäpintojen tasoitus- ja maalaus käsittelyt suoritetaan huone- ja maalausselityksen mukaisesti.

### **1321 Lattioiden pintarakenteet**

- 1322.1 Pintavalu  
Märkätiloihin (lattiakaivo) tehdään kallistusvalu pohjapiirroksiin merkityillä alueilla.

### **1322 Lattiapäällysteet**

- 1322.1 Tasoitus  
Kuivissa huonetiloissa, joihin asennetaan parkettilattia, betonipinta tasoitetaan.  
Noudatetaan Vetonit -työskentelyohjeet.
- 1322.2 Lattialaatoitus märkätiloissa  
Märkätilojen lattiat ja seinät peitetään muovipäällysteellä.  
Noudatetaan:
- ARDEX- työohjeet
  - ARK- huoneseloste

**1323 Sisäkattorakenteet**

- 1323.1 Toimistojen alakatto  
Kipsilevyalakatto, ripustettu, sileä ja saumattu
- ripustettu teräsranka, k 400 mm
  - reunaohennettu kipsilevy (13 mm), kiinnitys ruuveilla
  - kiinnitysruuvien kannat tasoitetaan, saumaus saumanauhaa käyttäen
  - peittomaalaus huonekorttien mukaan
- Noudatetaan knauf- rakennedetaljit ja asennusohjeet.

- 1326 Seinäpinnat**  
Maalaus käsittelyt maalaus- ja huoneselityksen ohjeita noudattaen.

**133 TILAVARUSTEET**

- 1331 Vakiokiintokalusteet**  
Neuvottelutilojen kalusteet ARK- kalustepiirustuksen mukaan.  
Astianpesukoneen alle vuotosuojakaukalo.  
Pukuhuonetiloissa vaatekaapit pohjapiirrosten mukaisesti.

**1333 Varusteet**

- 1333.1 Rakennusvarusteet huonekorttien mukaisesti.

- 1334 Vakiolaitteet**  
Keittiölaitteet ARK- kalustepiirustuksen mukaisesti.

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Korhonen Dmitri

## **Lämpötila- ja kosteusmittausten raportti**

## Sisältö

1 Kohteen yleistiedot.....	3
1.1 Kohde ja osoite .....	3
1.2 Tutkimuksen tilaaja .....	3
1.3 Tutkimuksen tavoite .....	3
1.4 Tutkimuksen tekijä .....	3
1.5 Tutkimusajankohta.....	3
1.6 Kuvaus kohteesta .....	3
2 Lähtöarvot.....	4
2.1 Mittausmenetelmät.....	4
2.2 Rakennuksen ilmanvaihto.....	4
2.3 Rakennuksen rakenteet .....	4
2.4 Rakennuksen lämmitysjärjestelmät.....	4
3 Ohjeet ja määräykset .....	5
3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset.....	5
3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset .....	5
4 Raja-arvot .....	6
4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta.....	6
4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit .....	6
5 Lämpötila- ja suhteellisen kosteuden mittausten tulokset ja johtopäätökset ....	7
5.1 Lämpötilojen ääriarvot ja vaihtelut.....	7
5.2 Suhteellisen kosteuden ääriarvot ja vaihtelut.....	7
6 Yhteenveto.....	8

## Liitteet

1. Kiertoilmapuhaltimet 2.3.-8.3.
2. Kiertoilmapuhaltimet 17.3.-23.3.
3. Säteilypaneelit 23.3.-29.3.
4. Säteilypaneelit 29.3.-5.4.
5. Suhteellinen kosteus 10.2.-16.3.
6. Suhteellinen kosteus 17.3.-5.4.

# **1 Kohteen yleistiedot**

## **1.1 Kohde ja osoite**

Itula Oy tuotantolaitos, Raudustie 3, Puntala, Ruokolahti

## **1.2 Tutkimuksen tilaaja**

Tutkimuksen tilaaja on Itula Oy. Tilaajan edustaja ja ohjaaja DI Mika Komulainen HC Engineering.

## **1.3 Tutkimuksen tavoite**

Tutkimuksen tavoitteena on mitata lämpötilaa ja suhteellista kosteutta ulkona ja hallissa eri korkeuksissa. Mittausten tavoitteena on selvittää hallin lämpötilaerot ja -kerrostumat kun käytetään kahta eri lämmitysjärjestelmää.

## **1.4 Tutkimuksen tekijä**

Saimaan ammattikorkeakoulu, opiskelija Korhonen Dmitri, ohjaaja Pellinen Lauri

## **1.5 Tutkimusajankohta**

Tutkimus suoritettiin 10. helmikuuta 2017 – 4. huhtikuuta 2017.

## **1.6 Kuvaus kohteesta**

Kohteena toimi puurunkoinen harjakattoinen tuotantolaitos, pinta-alaltaan 1 300 m<sup>2</sup> ja tilavuudeltaan 10 400 m<sup>3</sup>. Tuotantolaitoksessa on puolilämmin halli sekä lämmin toimistotila.

## **2 Lähtöarvot**

### **2.1 Mittausmenetelmät**

Kohteeseen asennettiin kuusi TinyTag-dataloggeria kuuteen eri korkeuteen: lattialle, 1,5 m, 1,9 m, 4,2 m, 4,0 m ja 6 m. Lisäksi yksi loggeri asennettiin pohjoisen ulkoseinän ulkopuolelle 2,1 m korkeuteen.

### **2.2 Rakennuksen ilmanvaihto**

Rakennuksen ilmanvaihto toteutettu koneellisesti, joka tutkimusten aikana ei ole päällä.

### **2.3 Rakennuksen rakenteet**

Hallin kantavat rakenteet: pilarit ja palkit liimapuuta. Ulkovaippa ulkopäin: lautaverhoilu, eriste, vanerilevy. Yläpohja: pelti, eriste, pelti.

### **2.4 Rakennuksen lämmitysjärjestelmät**

Rakennuksen lämmitysjärjestelmät: ituGraf-säteilypaneelit ja kiertoilmapuhallin. Mittausten aikana on käytetty molempia järjestelmiä viikon pituisina jaksoina. Jokaisena jaksone oli päällä vain toinen järjestelmä.



### **3 Ohjeet ja määräykset**

#### **3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset**

1. Terveysuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset. 26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

2. Terveysuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta, on kiinnitettävä huomiota, että rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys.

3. Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje

4. Sisäilmayhdistyksen julkaisu 5: Sisäilmastoluokitus 2000

#### **3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset**

1. RakMK C3 Lämmöneristys Määräykset 2003. Rakennuksen vaipan lämpötekniset vaatimukset.

2. RakMK D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Lämpöolot, ilmanvaihto, melun ohjeavot.

3. RakMK D3 Rakennuksen energiatalous Määräykset ja ohjeet 1978. Sisäilman suunnittelun ohjeistus.

4. RT-07-10564 Rakennuksen sisäilmasto. Sisäilman lämpöolot ja lämpökuormat.

## 4 Raja-arvot

### 4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta

Puolilämpimän hallin tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään +5 °C mutta alle +17 °C. Toimiston puolella lämpimän tilan lämpötilana pidetään yli +17 °C.

### 4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit

Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja rakentamismääräyskokoelman osan C3 mukaisesti:

seinä	0,4 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,3 W/m <sup>2</sup> K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,36 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,8 W/m <sup>2</sup> K

Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasojen summasta, mutta kuitenkin enintään 50 % rakennuksen julkisivupinta-alasta.

## **5 Lämpötila- ja suhteellisen kosteuden mittausten tulokset ja johtopäätökset**

Lämpötilamittausten tulokset ovat esitetty käyrinä liitteissä 1-6.

### **5.1 Lämpötilojen ääriarvot ja vaihtelut**

Nosto-oven käyttö on käytännössä ainoa tekijä, joka on saanut aikaan kylmimmät tulokset. Korkeimmat lämpötila-arvot mitattiin säteilypaneelien käytön aikana, kun sisälle on päästetty kylmää ilmaa. Säteilypaneelit reagoivat tähän tehokkaammin kuin kiertoilmapuhaltimet nostoen lämmitystehoaan. Kiertoilmapuhaltimissa on käytössä yksi pyörimisnopeus ja joko päällä tai pois päältä asennot. Tämän takia kiertoilmapuhaltimien käytön aikana lämpimän ilman karkaaminen ei onnistuta hallitsemaan. Silloin hallin ilman lämpötila jatkaa tippumista, kunnes ilmanvuoto pysäytetään kokonaan.

Johtopäätökset: säteilypaneelit lämmittävät tilaa tehokkaasti säteilyperiaatteella, sekä reagoivat ilmanvuotoihin tehokkaammin. Kiertoilmapuhaltimet toimivat perinteisesti, puhaltavat lämmintä ilmaa ylhäältä alas kiertäen ilmaa hallissa.

### **5.2 Suhteellisen kosteuden ääriarvot ja vaihtelut**

Suhteellisen kosteuden sisäpuoliset huiput saavuttiin nosto-oven käytön aikana. Silloin kylmä oli päässyt sisälle ja nostanut hetkellisesti lattian ja 1,5 m korkeudella olevien loggerien ympärillä olevaa suhteellista kosteutta. Muissa korkeuksissa suhteellisen kosteuden vaihtelut johtuvat sisä- ja ulkolämpötilojen erojen takia. Kun sisällä vallitsi lämmin ilma, suhteellinen kosteus laski, ja puolestaan nousi, kun halli viileni. Mittausten aikana suhteellinen kosteus vaihteli 15 – 45 RH% välillä. Ulkona suhteellinen kosteus pääasiassa oli 99 RH% pinnassa pakkasen vuoksi.

## 6 Yhteenveto

Mittausten aikana nosto-oven käyttö vaikutti olennaisesti lämpötilakäyrien vaihteluun. Viikonloppujen ajaksi lämpötilat tasoittuivat eri korkeuksissa.

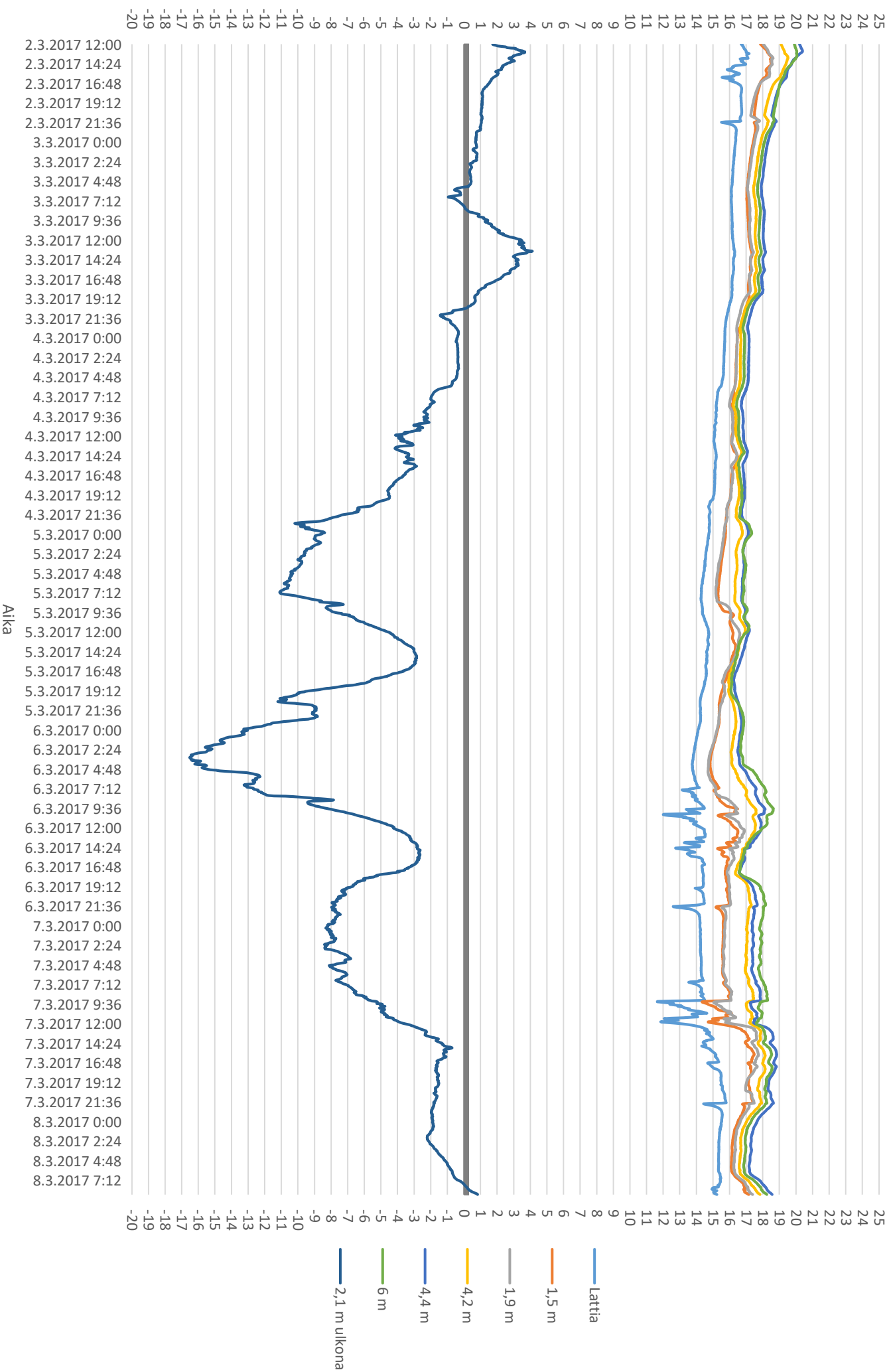
Yhteenvetona lämpötilamittausten perusteella kiertoilmapuhaltimien ja säteilypaneelien ero on vähäinen. Mittausjaksojen aikana hallin keskilämpötila on pysynyt +17 °C, riippumatta siitä kumpi laite sitä lämmitti. Viikonloppuisin säteilypaneelien aikana lämpötilakerrostuma hallin pystysuunnassa oli asteen pienempi kuin kiertoilmapuhaltimien aikana. Arkisin, työskentelyaikana hallin lämpötilat nousivat molemmissa tapauksissa.

Kosteuskäyrän mukaan, hallissa vallitsi normaali suhteellinen kosteus. 8.3. ja 9.3. aikana, loggerit siirrettiin toimiston puolelle. Silloin ne tarkistettiin, ladattiin tiedot tietokoneelle ja sijoitettiin takaisin paikoilleen.

Lämpötila [°C]

Kiertoilmapuhaltimet

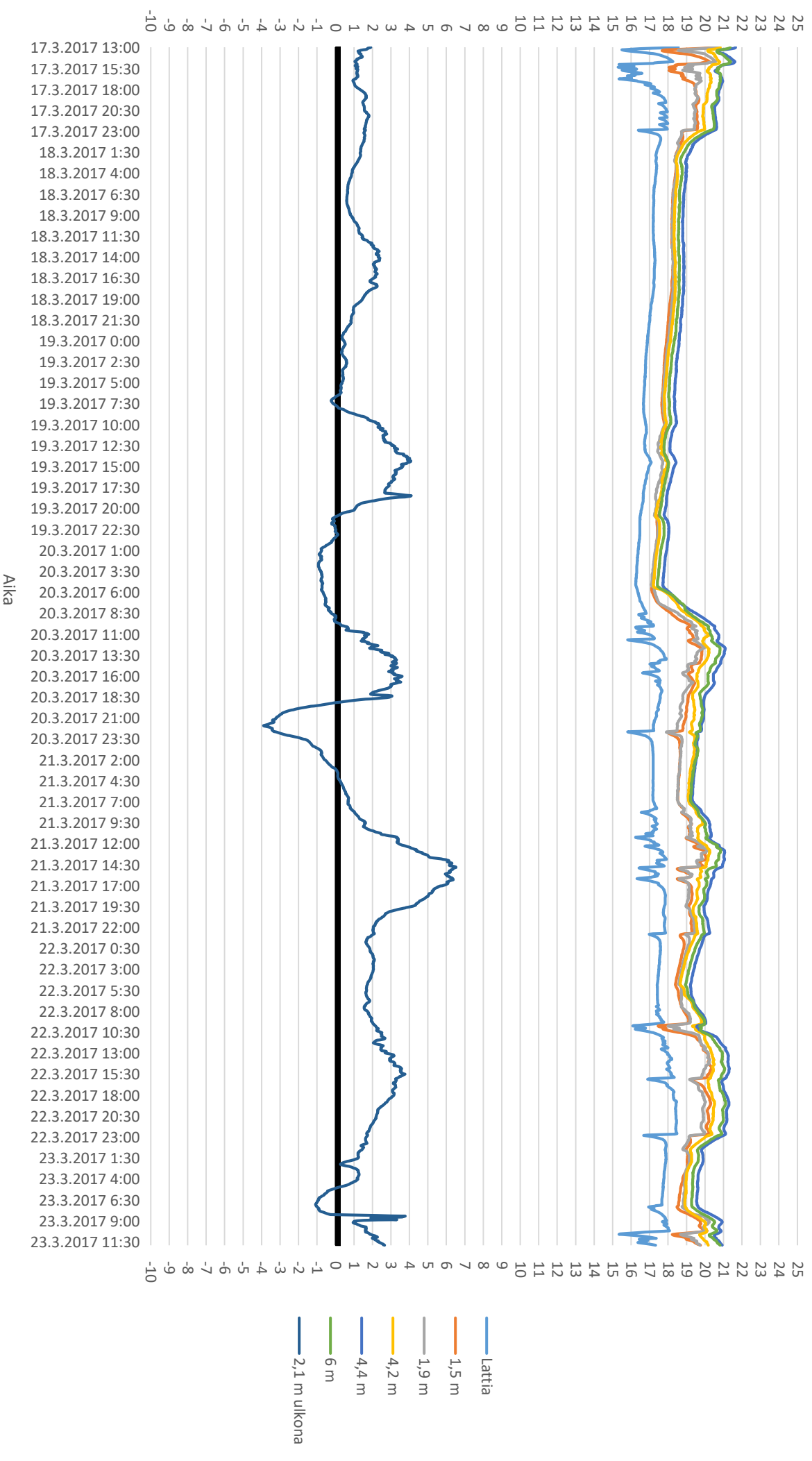
Lämpötila [°C]

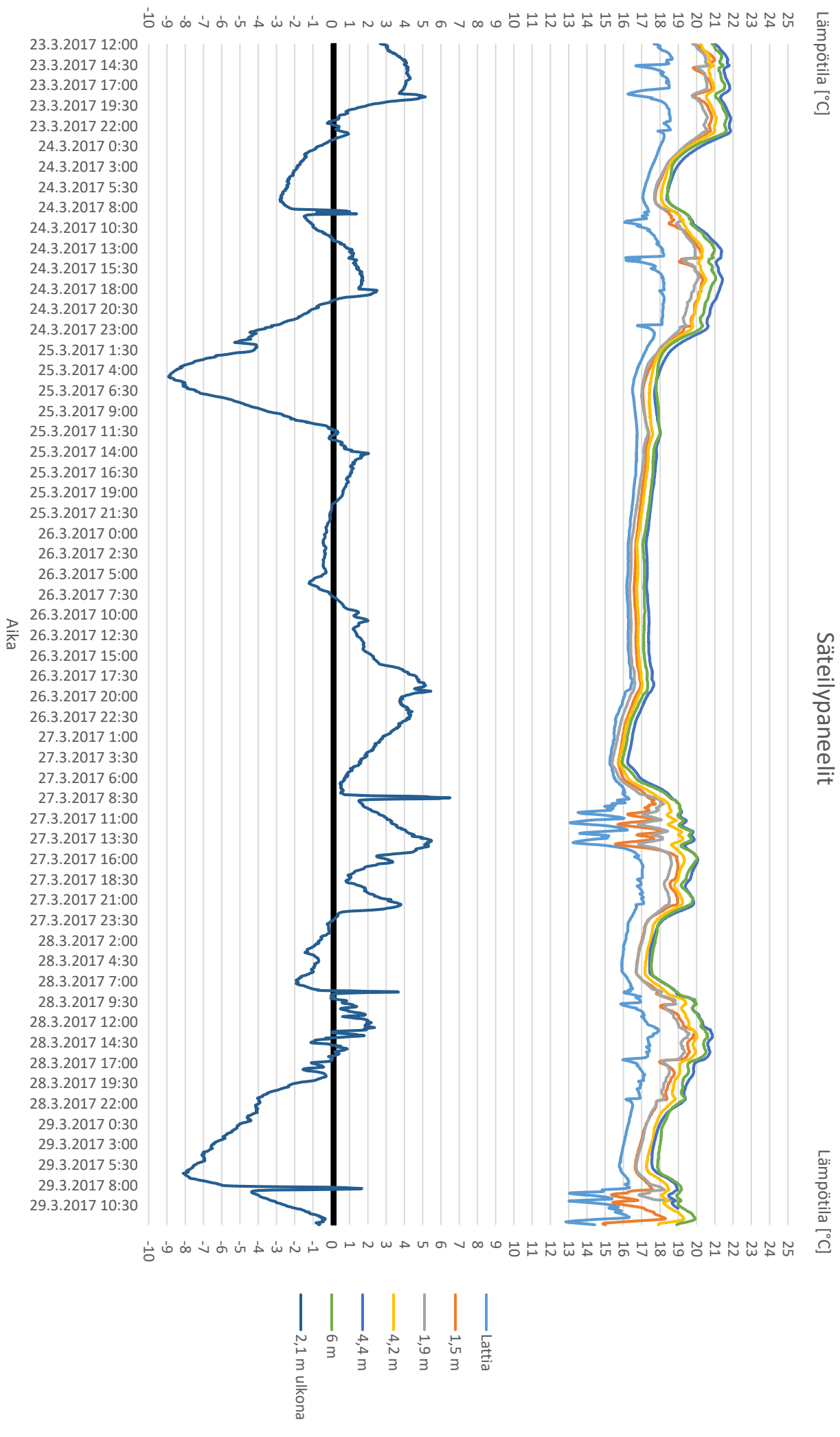


Lämpötila [°C]

Kierroilmapuhaltimet

Lämpötila [°C]

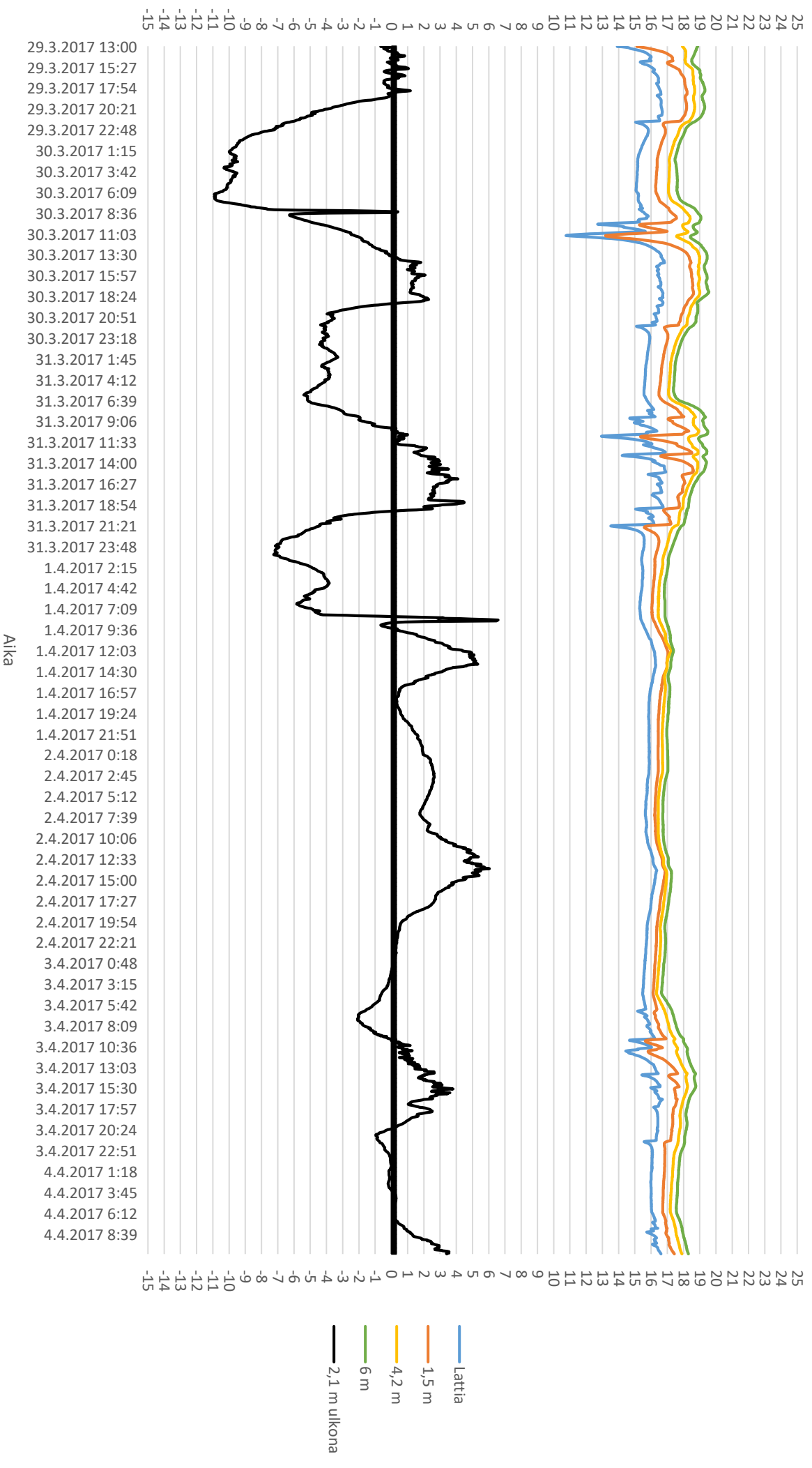




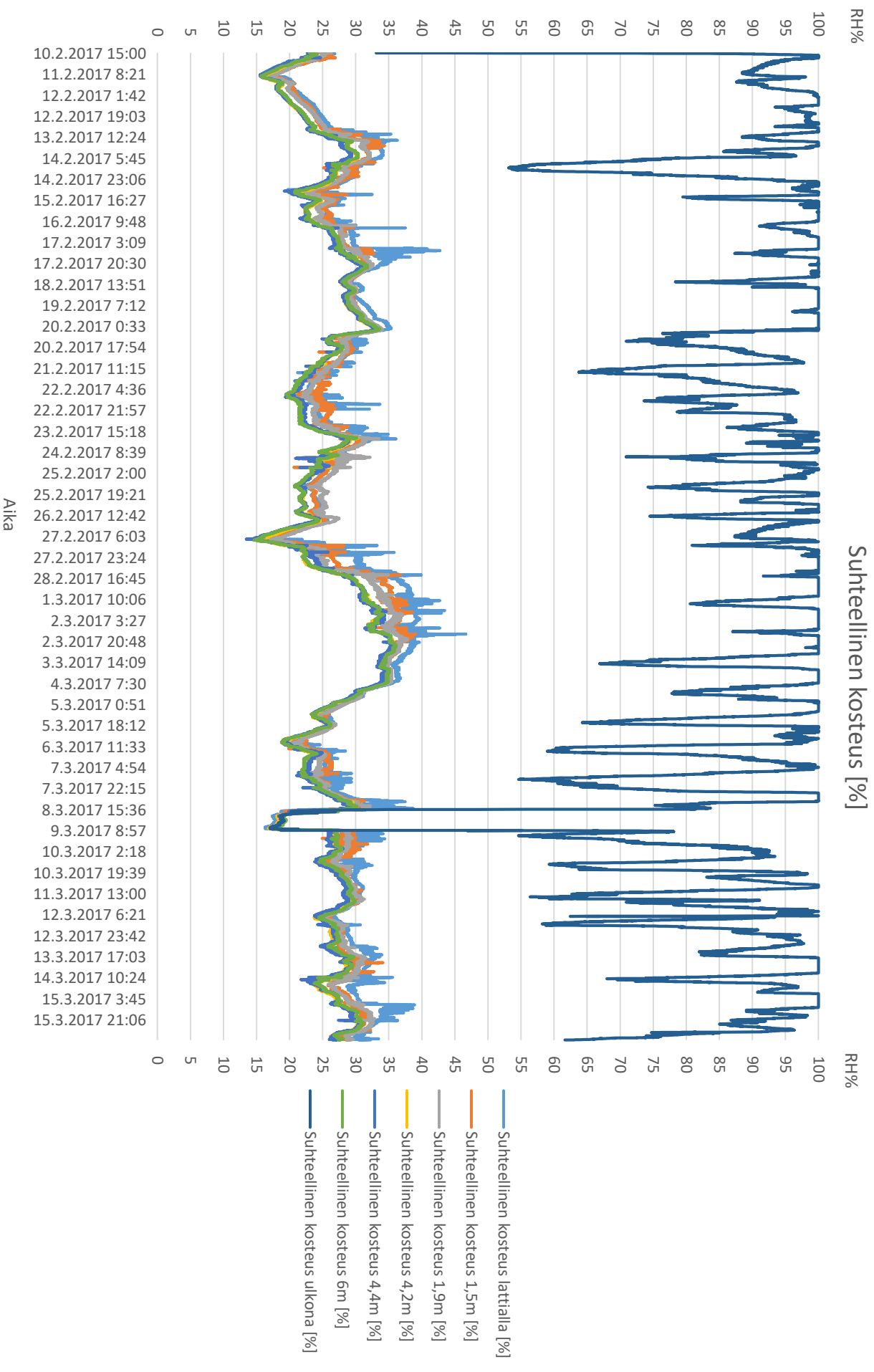
Lämpötila [°C]

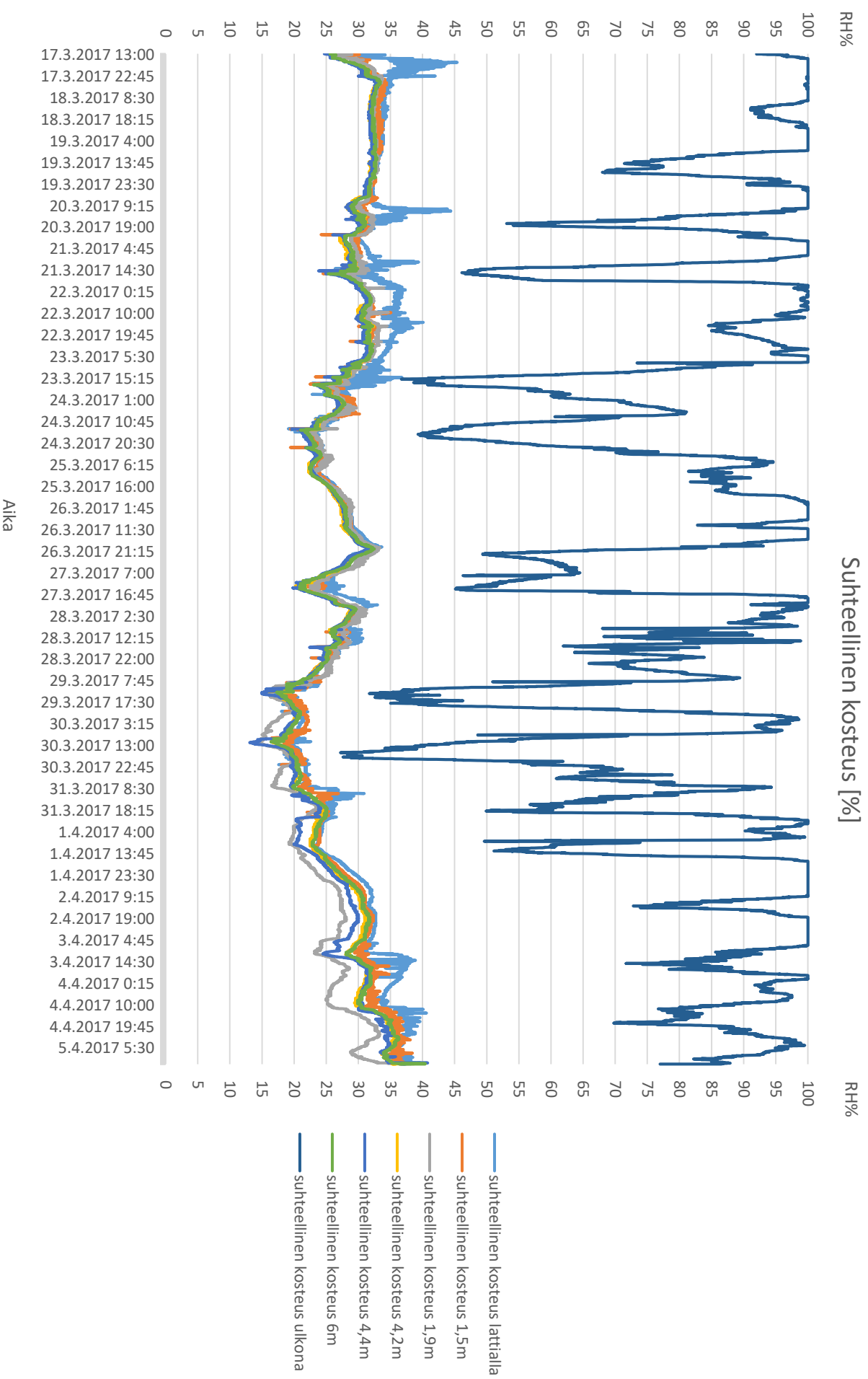
Säteilypaneelit

Lämpötila [°C]









Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Korhonen Dmitri

## **Lämpökuvausraportti**

## Sisältö

1 Kohteen yleistiedot.....	3
1.1 Kohde ja osoite .....	3
1.2 Tutkimuksen tilaaja .....	3
1.3 Tutkimuksen tavoite .....	3
1.4 Tutkimuksen tekijä .....	3
1.5 Tutkimusajankohta.....	3
1.6 Kuvaus kohteesta .....	3
2 Lähtöarvot.....	4
2.1 Mittausmenetelmät.....	4
2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet .....	4
2.3 Rakennuksen ilmanvaihto.....	4
2.4 Rakennuksen rakenteet .....	4
2.5 Rakennuksen lämmitysjärjestelmä.....	4
3 Ohjeet ja määräykset.....	5
3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset.....	5
3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset .....	5
4 Raja-arvot .....	6
4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta.....	6
4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit .....	6
5 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset .....	7
5.1 Vikojen taulukointi ja korjausluokitus sekä sanallinen yhteenveto jatkoimenpiteistä .....	7
5.2 Arvio myös mahdollisista muista pintalämpötiloihin vaikuttavista tekijöistä.....	7
6 Yhteenveto.....	7

## Liitteet

1. Pohjapiirustus kuvienottoaikoista
2. Kuvaluettelo
3. Kenttätyölomake
4. Mittausraportti

# **1 Kohteen yleistiedot**

## **1.1 Kohde ja osoite**

Itula Oy tuotantolaitos, Raudustie 3, Puntala, Ruokolahti

## **1.2 Tutkimuksen tilaaja**

Tutkimuksen tilaaja on Itula Oy ja HC Engineering Mika Komulainen.

## **1.3 Tutkimuksen tavoite**

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ulkovaippaan rajoittuvien rakenteiden lämpöfysikaalinen toimivuus ilmapuotojen ja lämmöneristyksen osalta. Tutkimuksessa selvitetään lisäksi sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero sekä keskilämpötila.

## **1.4 Tutkimuksen tekijä**

Saimaan ammattikorkeakoulu, opiskelija Korhonen Dmitri, ohjaaja Pellinen Lauri

## **1.5 Tutkimusajankohta**

Tutkimus suoritettiin 10. helmikuuta 2017 8:30-13:00 välisenä aikana.

## **1.6 Kuvaus kohteesta**

Kohteena toimi puurunkoinen harjakattoinen tuotantolaitos, pinta-alaltaan 1 300 m<sup>2</sup> ja tilavuudeltaan 10 400 m<sup>3</sup>. Tuotantolaitoksessa on puolilämmin halli sekä lämmin toimistotila.

## **2 Lähtöarvot**

### **2.1 Mittausmenetelmät**

Kohdetta kuvattiin Flir T620bx -lämpökameralla. Lämpökuvia otettiin ilmapuotopaikoista, ulkovaipasta ja lattiasta. Kuvausten aikana myös käytettiin etäisyysmittaria ja paine-eromittaria.

### **2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet**

Lämpökuvausten aikana hallin sisälämpötila oli +17 °C ja suhteellinen kosteus 30 % sekä paine-ero 7 Pascalia alipainetta. Ulkona oli aurinkoista ja tyyntä, lämpötila -7 °C sekä suhteellinen kosteus 95 %.

### **2.3 Rakennuksen ilmanvaihto**

Rakennuksen ilmanvaihto toteutettu koneellisesti, joka ei ole päällä.

### **2.4 Rakennuksen rakenteet**

Hallin kantavat rakenteet: pilarit ja palkit liimapuuta. Ulkovaippa ulkopäin: lautaverhoilu, eriste, vanerilevy. Yläpohja: pelti, eriste, pelti.

### **2.5 Rakennuksen lämmitysjärjestelmä**

Kuvausten aikana päällä oli säteilypaneelilämmitysjärjestelmä.

### **3 Ohjeet ja määräykset**

#### **3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset**

1. Terveysuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset. 26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.
2. Terveysuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta, on kiinnitettävä huomiota, että rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys.
3. Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje
4. Sisäilmayhdistyksen julkaisu 5: Sisäilmastoluokitus 2000

#### **3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset**

1. RakMK C3 Lämmöneristys Määräykset 2003. Rakennuksen vaipan lämpötekniset vaatimukset.
2. RakMK D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Lämpöolot, ilmanvaihto, melun ohjeavot.
3. RakMK D3 Rakennuksen energiatalous Määräykset ja ohjeet 1978. Sisäilman suunnittelun ohjeistus.
4. RT-07-10564 Rakennuksen sisäilmasto. Sisäilman lämpöolot ja lämpökuormat.

## 4 Raja-arvot

### 4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta

Puolilämpimän hallin tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään +5 °C mutta alle +17 °C. Toimiston puolella lämpimän tilan lämpötilana pidetään yli +17 °C.

### 4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit

Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja rakentamismääräyskokoelman osan C3 mukaisesti:

seinä	0,4 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,3 W/m <sup>2</sup> K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,36 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,8 W/m <sup>2</sup> K

Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasalojen summasta, mutta kuitenkin enintään 50 % rakennuksen julkisivupintaalasta.



## **5 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset**

### **5.1 Vikojen taulukointi ja korjausluokitus sekä sanallinen yhteenveto jatkotoimenpiteistä**

Pilarit toimivat kylmäsiltoina. Pilarien ja perusmuurin liitoksissa ilmavuotoja. Nosto-ovien kiskoissa ilmavuotoja. Ovi- ja ikkunanpielet ovat kylmäsiltoja.

Ilmavuodot kohtuullisia, muttei aiheuta vedontunnetta. Ei korjaustoimenpiteitä, mutta lisätutkimuksia kuten tiiviysmittaus on tarpeen.

### **5.2 Arvio myös mahdollisista muista pintalämpötiloihin vaikuttavista tekijöistä**

Lämpökuvauksen aikana lämmitysjärjestelmänä oli säteilypaneelilämmitys. Säteilypaneelien tuottaman lämmön heijastuma on havaittavissa. Aurinkoisen päivän tuottama lämpö havaittavissa siihen paistavilla alueilla.

## **6 Yhteenveto**

Hallissa on havaittavissa useita ilmanvuotopaikkoja: pilarien ja ulkoseinien liitoksissa, pilarien ja perusmuurin liitoksissa, katonrajassa, ikkunoiden karmeissa, nosto-ovien kiskoissa sekä entisten rakojen eristyksissä.

Keskiarvo lämpötilaindeksi 60 % on hyvä puolilämpimäksi halliksi. Ilmavuotopaikkojen eristys näkyisi enemmän energian kulutuksessa kuin lämpötilaindeksissä.

## Mittausraportissa käytetyt termit ja käsitteet

**Mittauspiste:** kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittauspisteen lämpötilan.

**Mittausalue** min: arvo kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittausalueen sisältä löydetyn minimilämpötilan.

**Mittausalue** max: arvo kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittausalueen sisältä löydetyn maksimilämpötilan.

**Emissiivisyys:** Kappaleen säteilemän energian osuus kappaleen kokonaisenergian määrästä ilmaistaan emissiivisyytenä. Se on desimaaliluku nollan ja ykkösen väliltä. Mitä suurempi emissiivisyys, sitä vähemmän kappale heijastaa ympäristön energiaa ja sitä enemmän kappale säteilee lämpöä.

**Paine-ero:** Paine-eromittaus on lämpökuvausta tukeva toimenpide. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero mitataan 1 pascalin tarkkuudella. Rakennuksen optimi paine-ero ulkoilmaan nähden on noin -0... -10 pascalia, eli hienoinen alipaine sisällä.

**Lämpötilaindeksi:** Lämpötilaindeksillä voidaan arvioida rakennuksen vaipan lämpöteknistä toimivuutta. Seinän ja lattian pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötilojen mittauksia ei voida tehdä - 5 °C ± 1 °C :n ulkolämpötilassa, ts. jos ulkolämpötila on alle - 5 °C tai yli - 5 °C (max + 5 °C) mittaustoleranssi huomioon ottaen.

Lämpötilaindeksi määritellään seuraavasti:

$$TI = \frac{T_{sp} - T_o}{T_i - T_o} \cdot 100\%$$

TI = lämpötilaindeksi

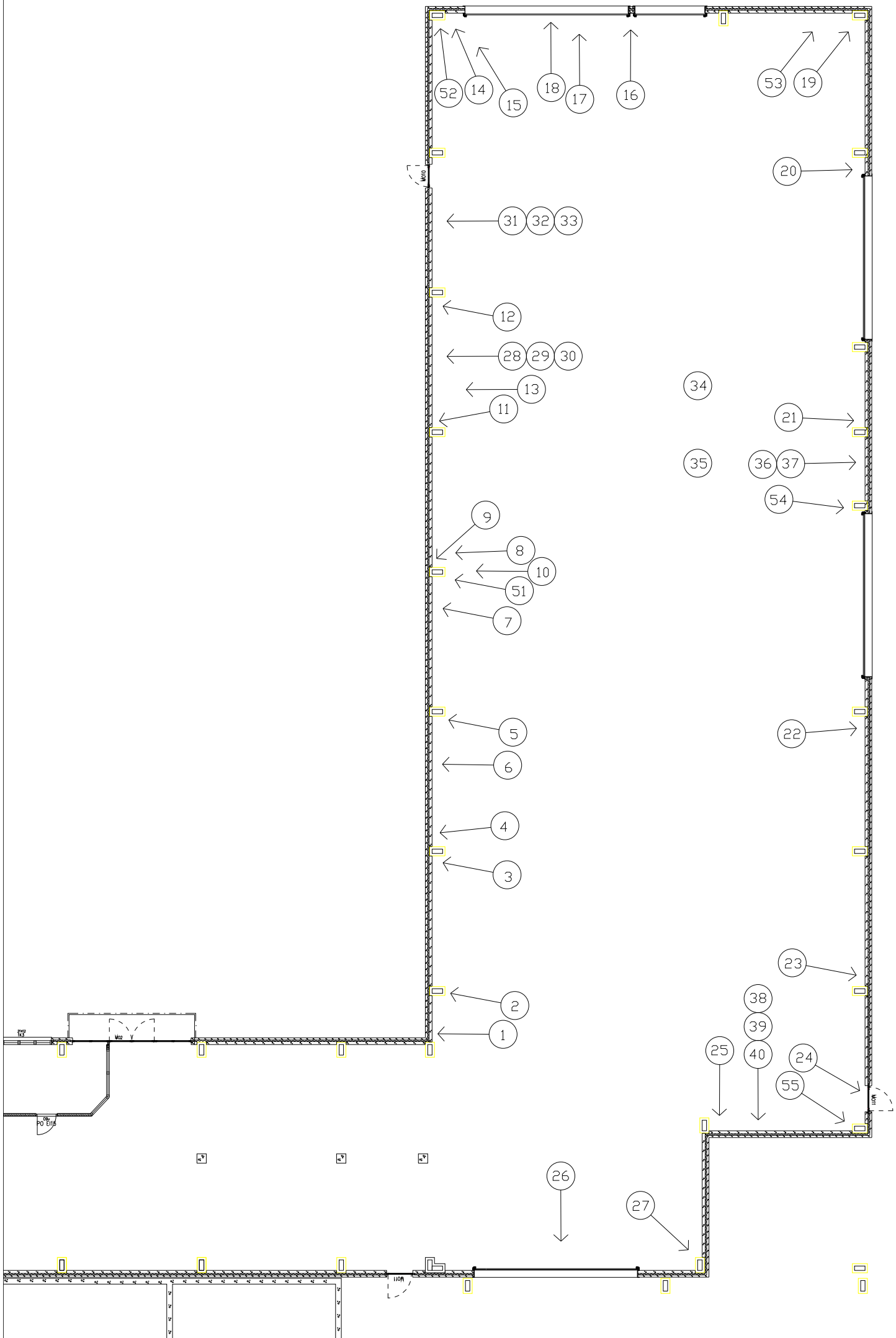
T<sub>sp</sub> = sisäpinnan lämpötila, °C

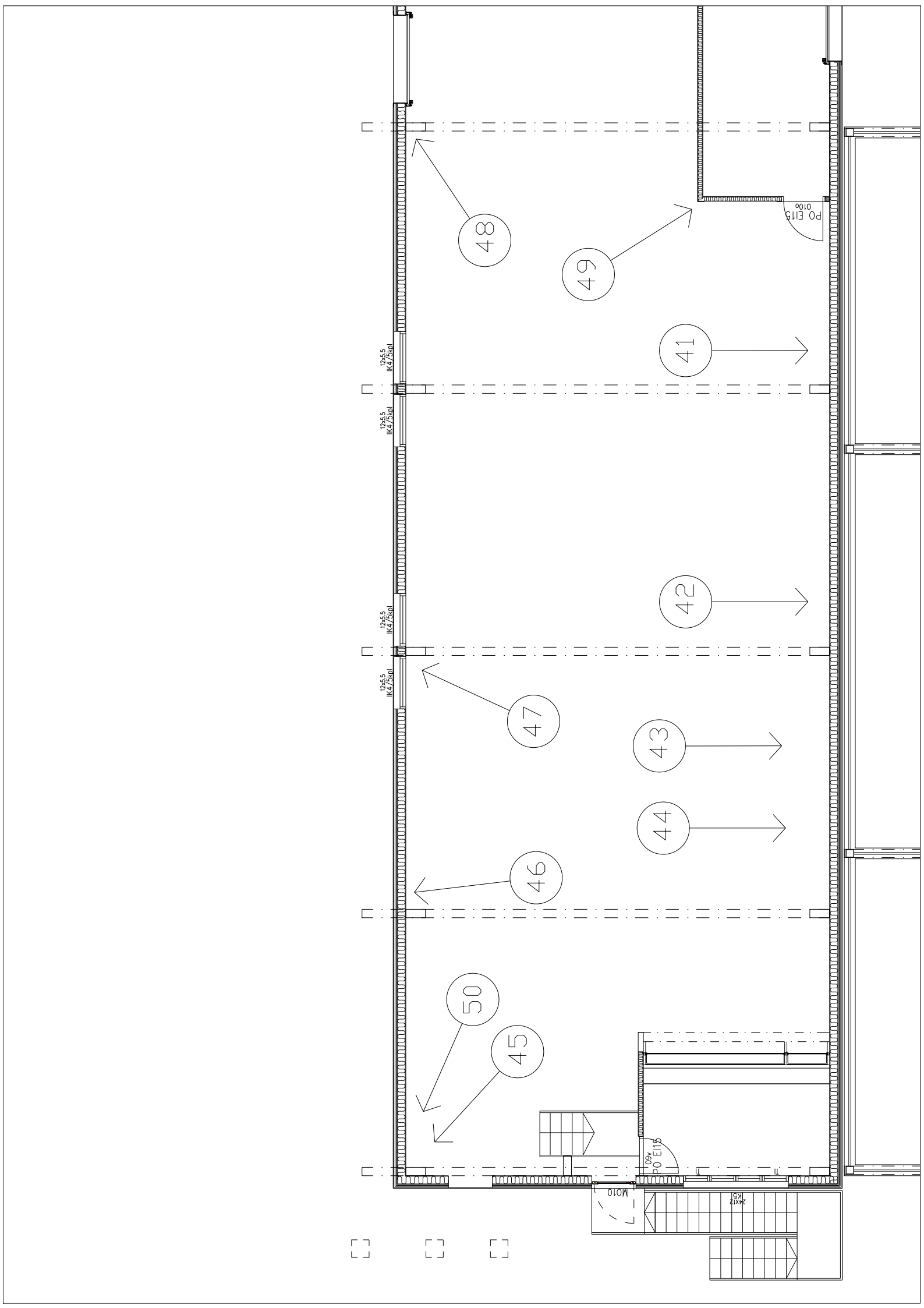
T<sub>i</sub> = sisäilman lämpötila, °C

T<sub>o</sub> = ulkoilman lämpötila, °C

Määritelmä	Heikko taso	Välttävä taso	Hyvä taso
Sovelletaan:		Korjausrakentamisessa	Uudisrakentamisessa
Indeksi seinän lämpötilalle	0-80	81-84	85-100
Indeksi lattian lämpötilalle	0-86	87-96	97-100
Indeksi pistemäiselle vioille	0-60	61-64	65-100

Lämpötilaindeksin laskemiseksi on määritettävä huoneilman lämpötila, ulkoilman lämpötila ja sisäpinnan (seinä tai lattia) lämpötila.





Lämpökuvaus 10.2.2017

	nimike	Tmin [°C]	Tl,min (%)	Mittauspiste [°C]	Tl, piste (%)	Tmax [°C]	Ti [°C]	To [°C]	h [m]	d [m]
1	IR2937	3,1	44	18,6	106	50,1	17	-8	1,6	5
2	IR2939	3,1	44	17,0	100	22,1	17	-8	1,6	4
3	IR2941	0	32	13,7	87	22,5	17	-8	1,6	4
4	IR2943	0,9	36	9,7	71	19,0	17	-8	1,6	4
5	IR2945	7,3	61	12,1	80	21,0	17	-8	1,6	2
6	IR2947	10,4	74	11,3	77	13,7	17	-8	1,6	2
7	IR2949	4,3	49	12,2	81	18,1	17	-8	1,6	3
8	IR2951	2,9	44	8,7	67	19,3	17	-8	1,6	3
9	IR2953	1,4	38	8,7	67	16,6	17	-8	1,6	2
10	IR2955	2,8	43	13,6	86	30,5	17	-8	1,6	4
11	IR2957	9,8	71	17,5	102	19,0	17	-8	1,6	4
12	IR2959	0,6	34	8,4	66	19,7	17	-8	1,6	4
13	IR2961	16,4	98	18,0	104	19,6	17	-8	1,6	5
14	IR2963	-1,2	27	12,4	82	17,3	17	-8	1,6	4
15	IR2965	0,2	33	16,0	96	20,4	17	-8	1,6	7
16	IR2967	-0,3	28	14,7	90	26,2	17	-7	1,6	6
17	IR2969	13	83	15,5	94	21,4	17	-7	1,6	6
18	IR2971	12,6	82	17,8	103	25,5	17	-7	1,6	6
19	IR2973	-3,5	15	15,2	93	21,1	17	-7	1,6	5
20	IR2975	-6,1	4	2,3	39	26,9	17	-7	1,6	3
21	IR2977	7,2	59	12,6	82	22,0	17	-7	1,6	4
22	IR2979	9,1	67	11,5	77	18,2	17	-7	1,6	3
23	IR2981	-2,6	18	9,6	69	22,2	17	-7	1,6	2
24	IR2983	-8,8	-8	1,2	34	6,4	17	-7	1,6	2
25	IR2985	6,9	58	12,6	82	16,0	17	-7	1,6	2
26	IR2987	4,4	48	15,0	92	20,7	17	-7	1,6	5
27	IR2989	-1,8	22	6,6	57	20,2	17	-7	1,6	4
28	IR2991	6,9	53	20,2	105	41,1	19	-7	6	5
29	IR2995	15,1	88	18,7	103	19,0	18	-7	4	5
30	IR2997	12,8	82	17,8	103	19,2	17	-6	1,6	5
31	IR2999	16,8	91	18,8	99	42,0	19	-6	6	5
32	IR3001	16,4	93	18,5	102	19,0	18	-6	4	5
33	IR3005	11,2	75	17,8	103	24,0	17	-6	1,6	5
34	IR3007	16,4	90	17,4	94	17,6	19	-6	6	6
35	IR3009	16,5	90	17,2	93	17,5	19	-6	6	6
36	IR3011	16,6	90	18,3	97	20,0	19	-6	6	5
37	IR3013	15	88	17,9	100	18,8	18	-6	4	5
38	IR3015	15,3	85	17,8	95	20,7	19	-6	6	5
39	IR3017	15,5	90	17,7	99	18,8	18	-6	4	5
40	IR3019	8,3	62	14,9	91	19,8	17	-6	1,6	5
41	IR3021	9,8	61	13,6	75	20,3	20	-6	1,6	6
42	IR3023	4,8	42	18,0	92	20,0	20	-6	1,6	5
43	IR3025	19	96	20,1	100	20,4	20	-6	1,6	5
44	IR3027	10,5	63	18,9	96	21,8	20	-6	0,5	5
45	IR3029	5,3	43	19,3	97	25,1	20	-6	1,6	5
46	IR3031	12,7	72	20,8	103	25,9	20	-6	1,6	5
47	IR3033	4,7	41	12,8	72	21,2	20	-6	1,6	5
48	IR3035	5,7	45	19,3	97	24,0	20	-6	1,6	7
49	IR3037	0,8	26	13,7	76	23,3	20	-6	1,6	7
50	IR3039	6,8	49	22,2	108	37,5	20	-6	1,6	8

	nimike	Tmin [°C]	TI,min (%)	Mittauspiste [°C]	TI, piste (%)	Tmax [°C]	Ti [°C]	To [°C]	h [m]	d [m]
51	IR3041	16,5	98	20,8	117	30,1	17	-6	1,6	5
52	IR3043	2,7	38	19,4	110	28,2	17	-6	1,6	5
53	IR3047	4,3	45	16,8	99	31,3	17	-6	1,6	5
54	IR3049	9,9	69	18,6	107	22,0	17	-6	1,6	5
55	IR3051	5,6	50	15,8	95	21,5	17	-6	1,6	5
56	IR3055	22,4	123	24,7	133	27,0	17	-6	1,6	5
57	IR3057	21,7	120	24,5	133	25,3	17	-6	1,6	5
58	IR3059	20	113	26,5	141	27,6	17	-6	1,6	5
59	IR3063	9,2	66	19,4	110	26,2	17	-6	1,6	7
Keskiarvo		8	57	16	83	23	18	-7		

Tmin minimi lämpötila

TI lämpötilaindeksi

Ti sisälämpötila

To ulkolämpötila

h kuvauskorkeus

d kuvausetäisyys

## Rakennuksen lämpökuvaus kenttätyölomake

### Kuvauksen suorittaja

Nimi: Korhonen Dmitri  
Puh: 040 840 3640

Osoite: Maininkikatu 1 B 24  
Lämpökamera: Flir T620

### Tilaaaja

Nimi: Itula Oy  
Puh:

Osoite: Raudustie 3

### Kohteen tiedot:

Kohde: Teollisuushalli  
Uudisrakennus

Osoite: Raudustie 3  
Rakennusvuosi: 2001

### Kuvausolosuhteet

	9.2.17 8:00	9.2.17 20:00	10.2.17 8:00	10.2.17 13:00
Ulkoilman lämpötila	-8	-9	-8	-6
Sisäilman lämpötila	17	17	17	17
Auringonpaiste/pilvisuus	puolipilvinen	puolipilvinen	puolipilvinen	aurinkoinen
Tuulen nopeus ja suunta [m/s]	3 etelä	0	0	2 etelä
Paine-ero [Pa]	-7	-7	-7	-7
Sisäilman kosteus [RH %]	30	30	30	30

### Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä

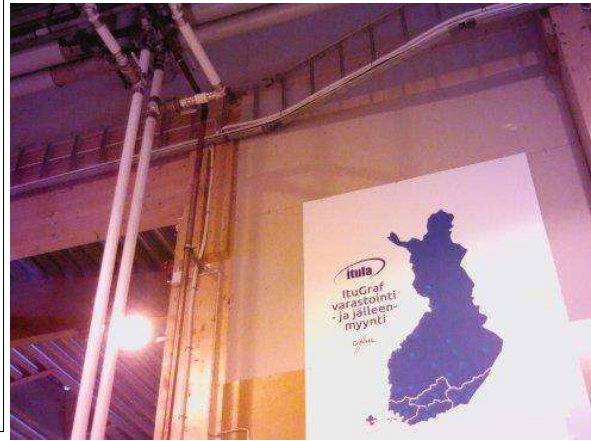
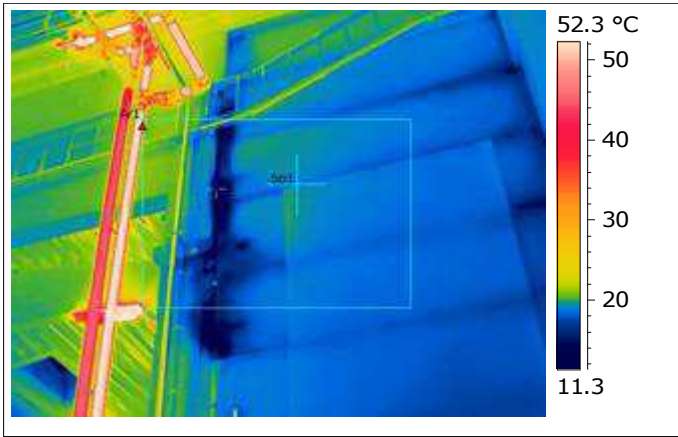
Ilmanvaihto

Rakenteet

- alapohja
- ulkoseinät
  
- yläpohja
- ikkunat

ItuGraf-grafiittipaneelit  
painovoimainen

maanvarainenlaatta  
290 mm: verhoilulaudoitus, tuuletusväli, koolaus,  
eristevilla, vanerilevy  
aaltopelti, eriste, aaltopelti  
1k ikkunat



Lämpökuva 1.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:23</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>18,6 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>50,1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>3,1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>44</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>106</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0,95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>18,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppe	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

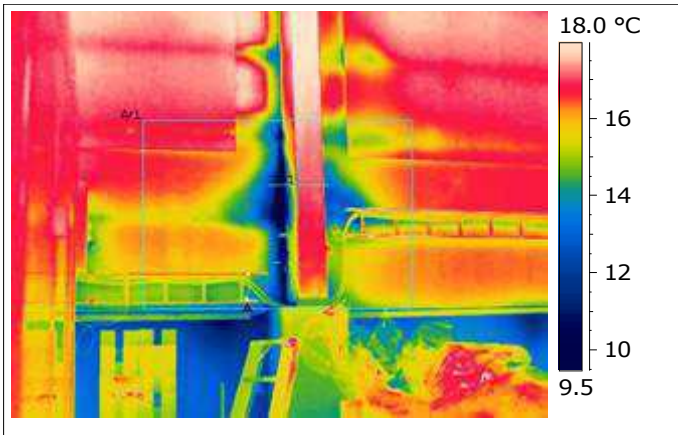
**Kommentti:** Nurkkapilari toimii kylmäsiltnä. Pilarin ja palkin liitoskohdassa ilmavuoto.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvittettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 2.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:30</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,0 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>22,1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>3,1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>44</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>100</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>15,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>4,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

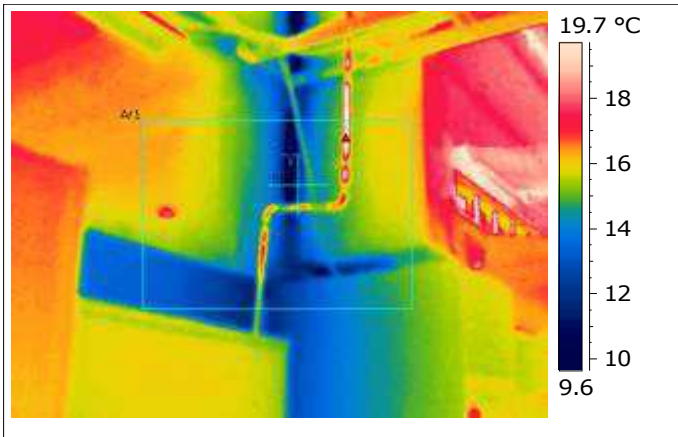
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Pilarin ja ulkoseinän liitoskohdassa ilmavuoto.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvittettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 5.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:45</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>12,1 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>21,0 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>7,3 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>61</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>80</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>15,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>2,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

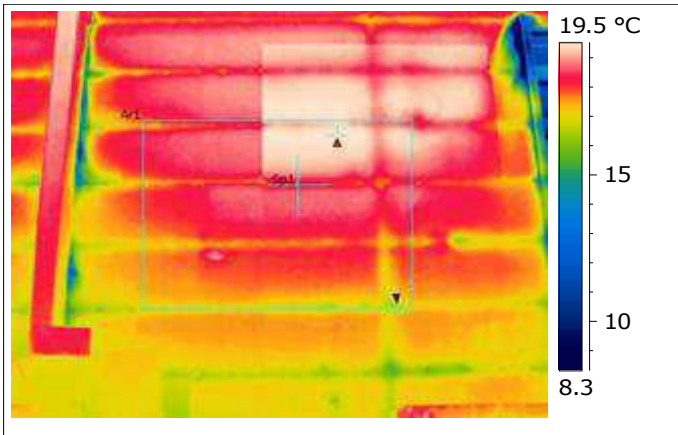
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Pilarin kiinnitysliitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 13.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:04</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>18,0 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>19,6 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16,4 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>98</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>104</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>18,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

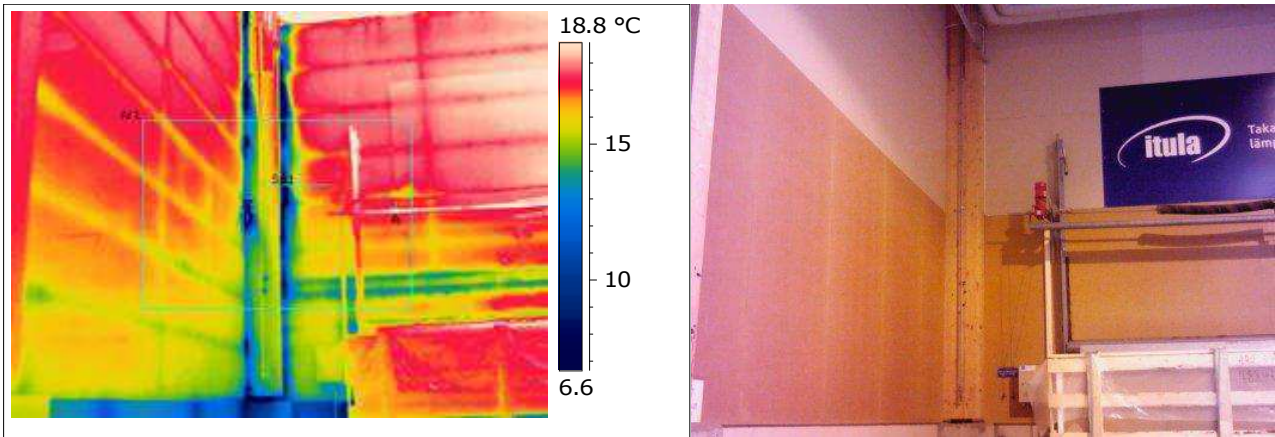
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Etelänpuoleinen ulkoseinä. Muovinen juliste selkeästi heijastaa paneelien tuottamaa lämpöä. Yläkulmassa jälleen huomattavissa ikkunan ilmavuodot. Lämpökuvassa erottuvat eriste-elementit.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvítettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekni- sen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 15.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:08</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>16,0 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20,5 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>0,2 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>33</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>96</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>15,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

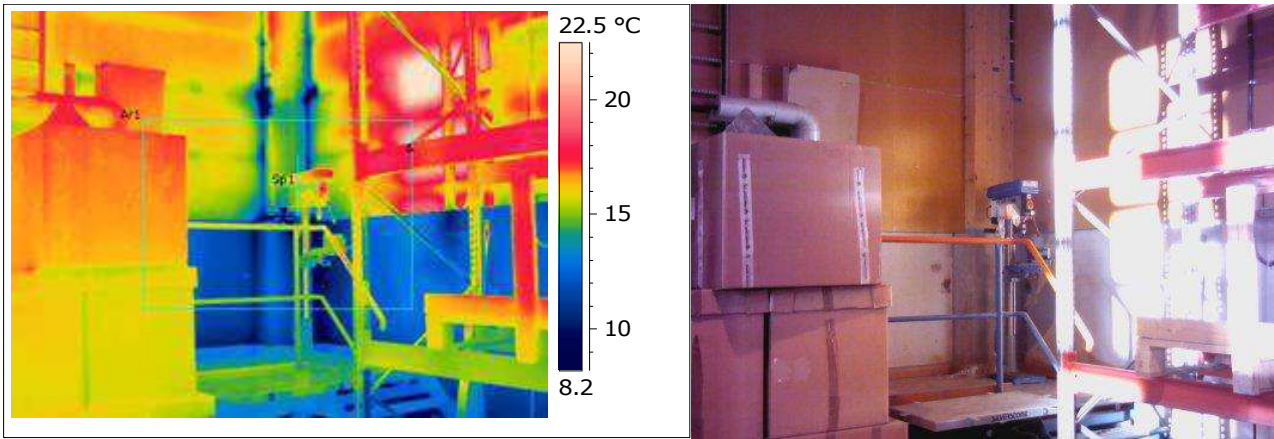
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Kuvan 14 nurkkapilari kauempaa ja ylempänä. Pilarin ja ulkoseinän liitos vuotaa.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 19.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:20</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>15,2 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>21,1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-3,5 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>15</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>93</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>14,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-7 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

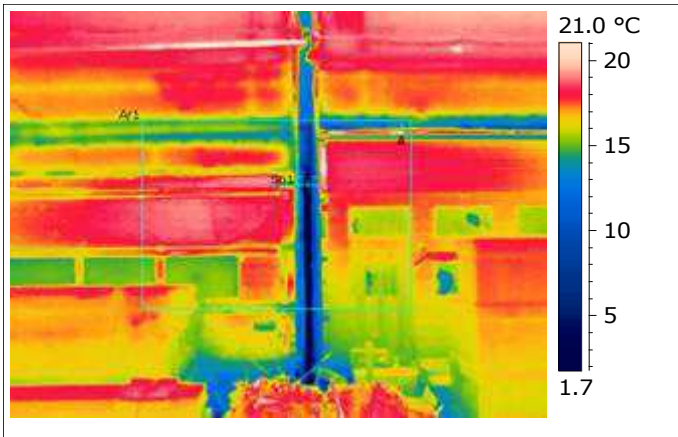
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Pilarin liitoksessa kylmäsilta, jota pitkin muodostuu ilmavuoto.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvítettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 16.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:10</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>14,7 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>26,5 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-0,3 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>28</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>90</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>16,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>6,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-7 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Nosto-ovien välinen liitoksessa eristepuutteita. Nosto-ovien kiskoissa ilmapuotoja.

Korjausluokka 1.

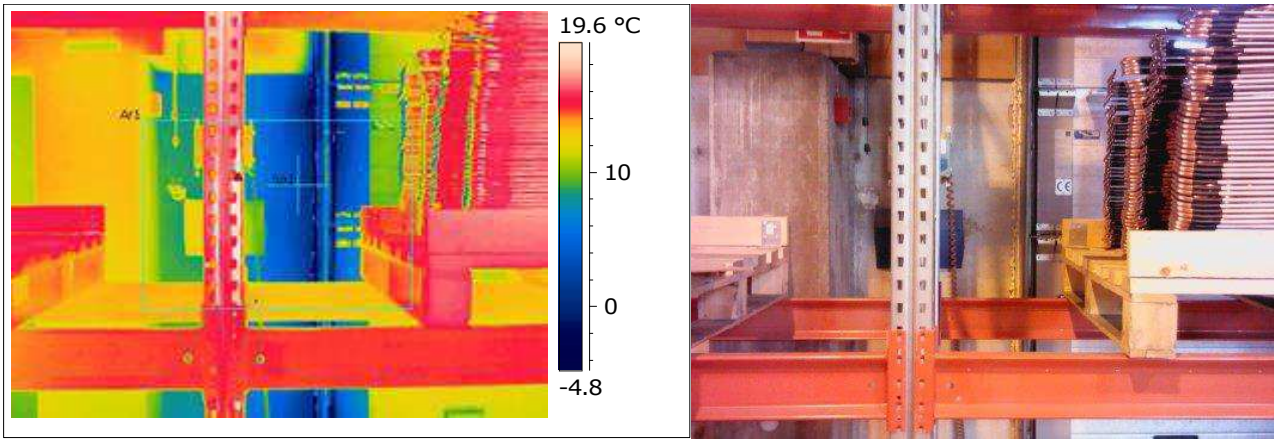
**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

**1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

**2. Korjaustarve selvittävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

**3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.

**4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 20.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:22</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>2,3 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>26,9 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-6,1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>4</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>39</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>9,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-7 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

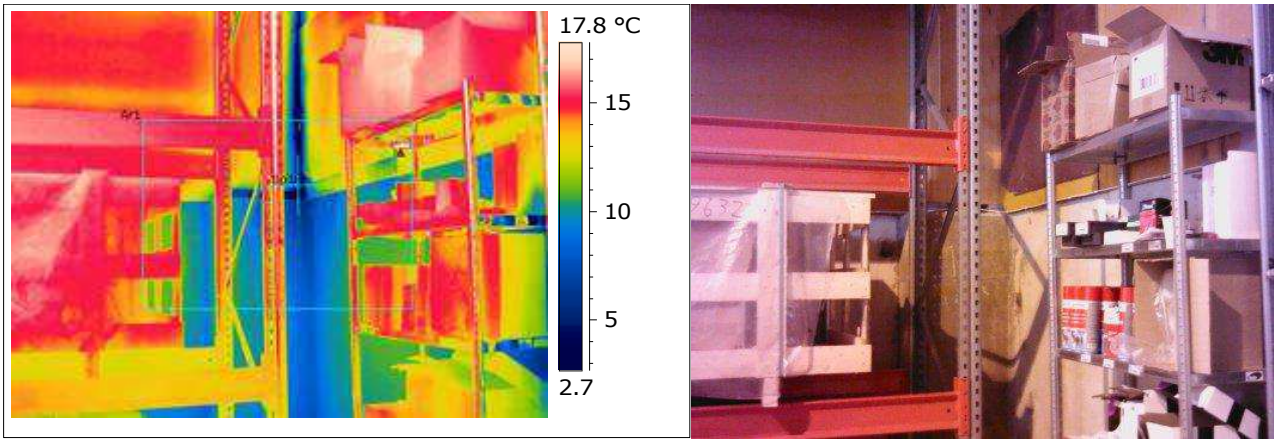
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Nosto-oven kiskoissa ilmavuoto.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 27.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:44</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>6,6 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20,2 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-1,8 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>22</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>57</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>12,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>4,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-7 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

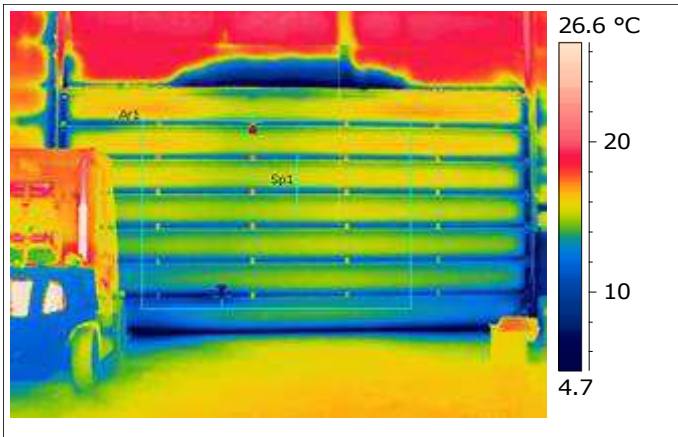
**Kommentti:** Pilarin liitos toimii kylmäsiltnä.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 26.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:43</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>15,0 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20,7 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>4,4 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>48</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>92</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>14,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-7 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	<b>-7 Pa</b>
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Nosto-oven yläpuolella selkeä ilmavuotoalue.

Korjausluokka 2.

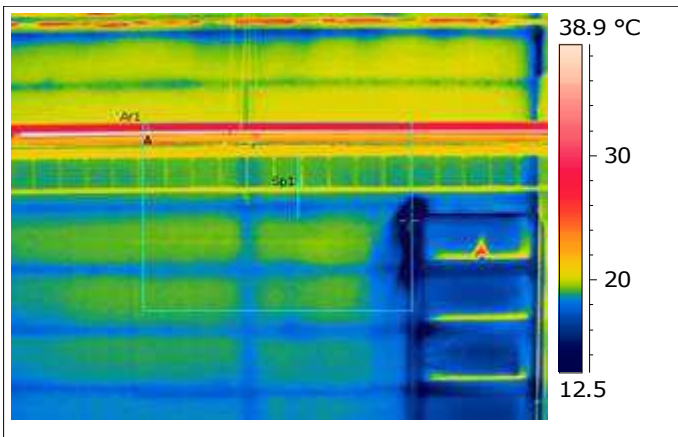
**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

**1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

**2. Korjaustarve selvittettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

**3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.

**4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 28.

**Mittausparametrit**

Aika	10:55
Mittauspisteen lämpötila	20,2 °C
Mittausalue maks. lämpötila	41,1 °C
Mittausalue min. lämpötila	6,9 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	53
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	105

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisuus	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-7 °C

**Sisäilman olosuhteet**

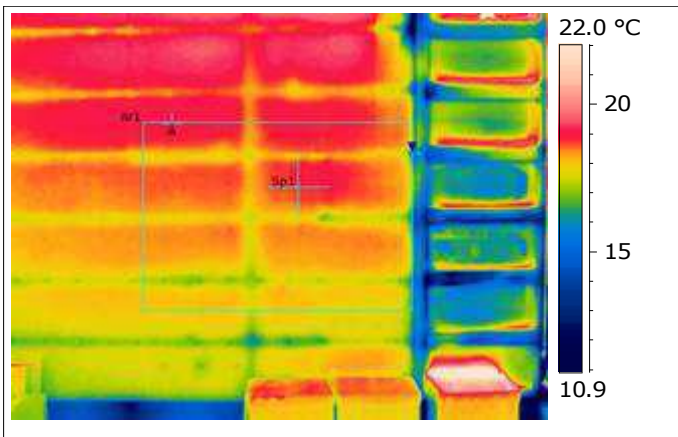
Sisäilman suhteellinen kosteus	25 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 28-30. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 29.

**Mittausparametrit**

Aika	10:58
Mittauspisteen lämpötila	18,7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19,0 °C
Mittausalue min. lämpötila	15,1 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	88
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	103

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	18,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-7 °C

**Sisäilman olosuhteet**

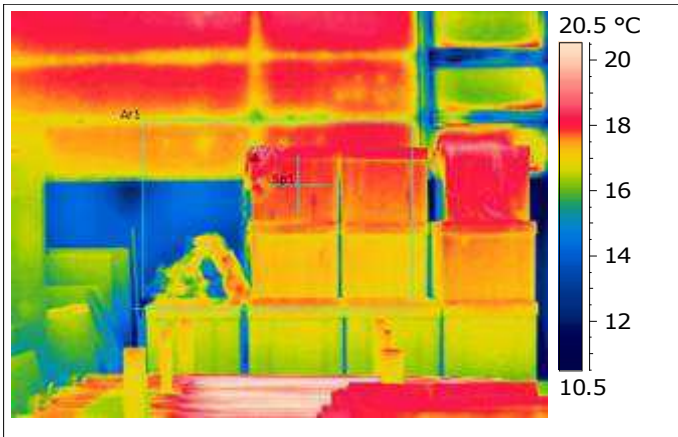
Sisäilman suhteellinen kosteus	28 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 30.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:02</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>19,2 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>12,8 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>82</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>103</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>17,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

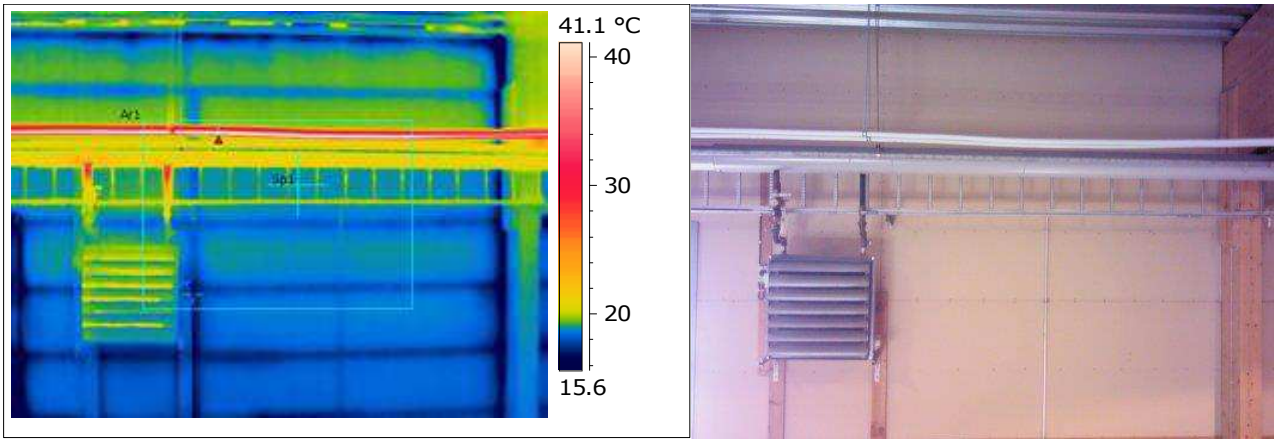
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 31.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:04</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>18,8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>42,0 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16,8 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>91</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>99</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>20,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

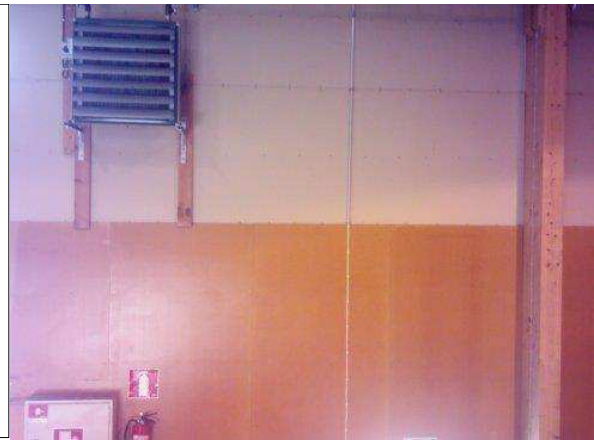
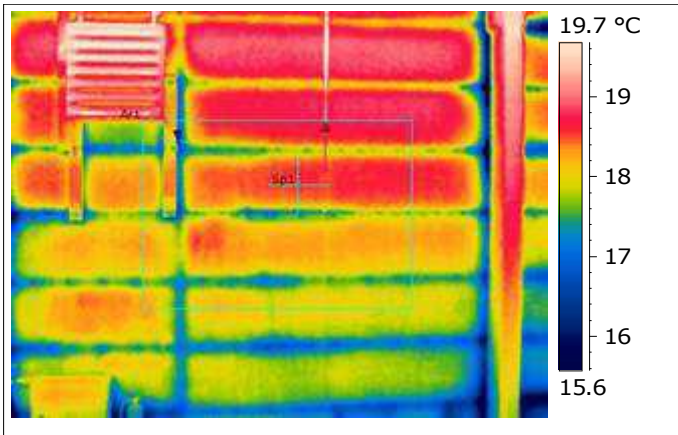
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>20 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>19 °C</b>

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 31-33. Säteilypaneelit viereisessä pilarien välikössä. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvítettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 32.

**Mittausparametrit**

Aika	11:04
Mittauspisteen lämpötila	18,5 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19,0 °C
Mittausalue min. lämpötila	16,4 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	93
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	102

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	18,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	28 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

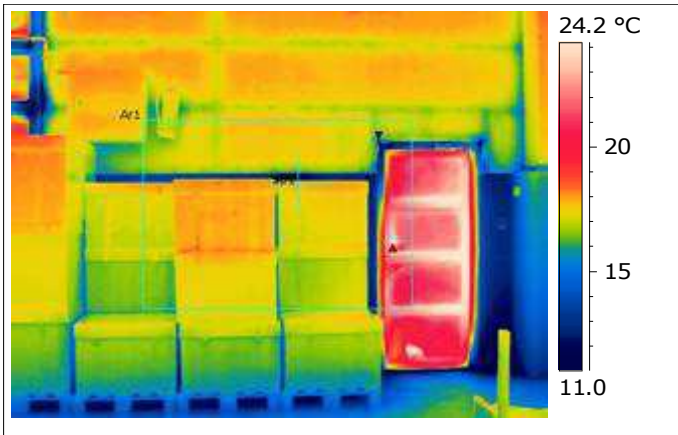
**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

**1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

**2. Korjaustarve selvittettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

**3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.

**4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 33.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:06</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>18.6 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>50.1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>3.1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>75</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>103</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>17,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

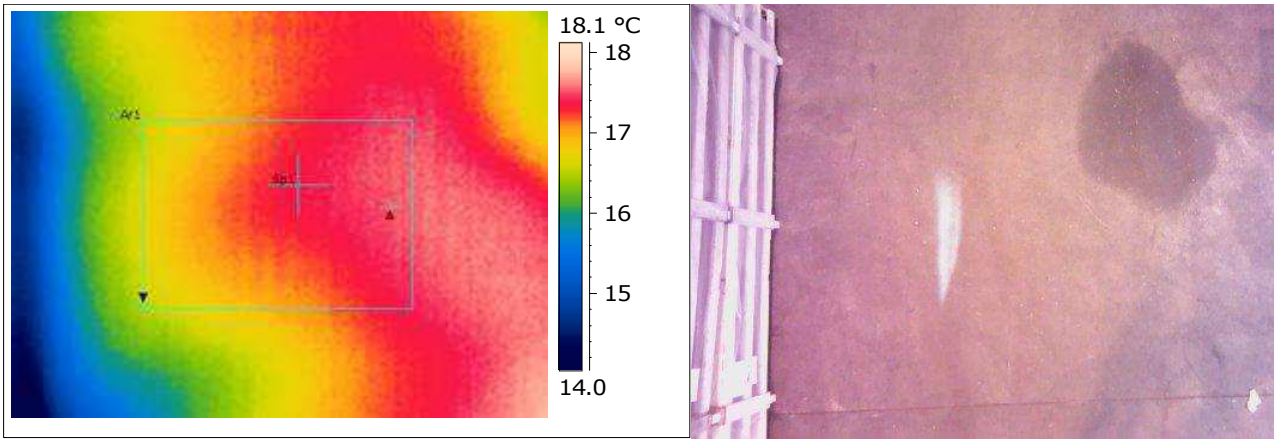
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 34.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:09</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,4 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>17,6 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16,4 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>90</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>94</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>17,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>6,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>25 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>19 °C</b>

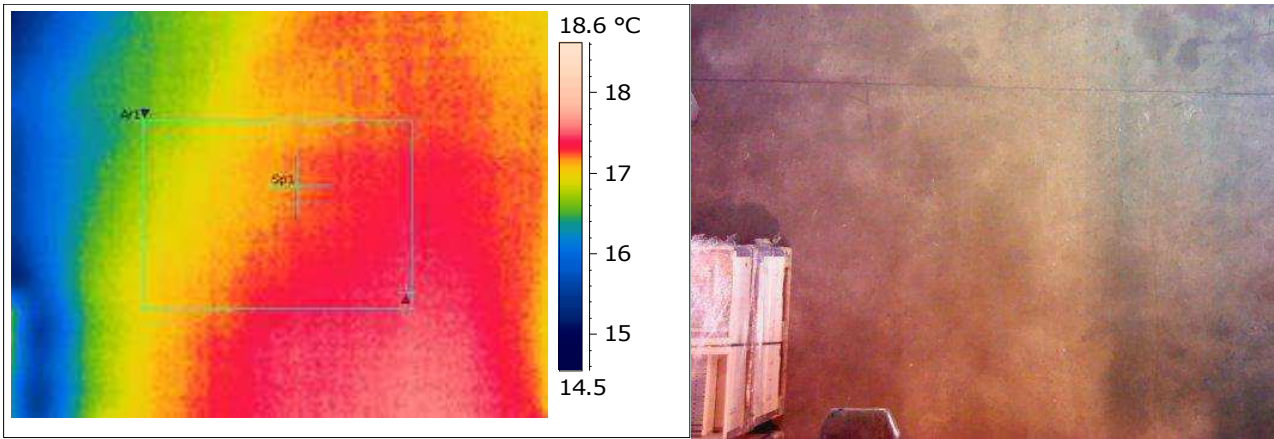
**Kommentti:** Säteilypaneelien alta kohtisuorassa kuva lattiasta. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvítettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 35.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:13</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,2 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>17,5 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16,5 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>90</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>93</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>17,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>6,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

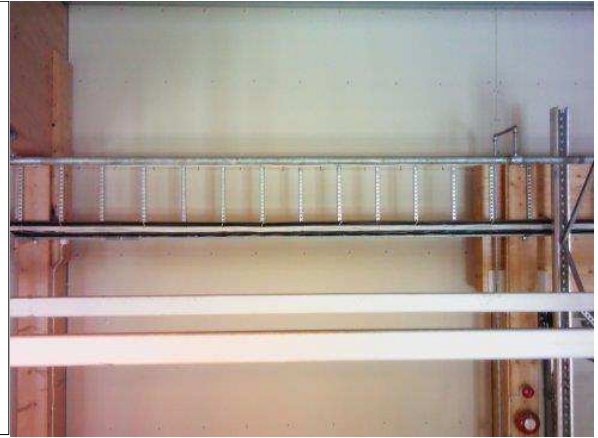
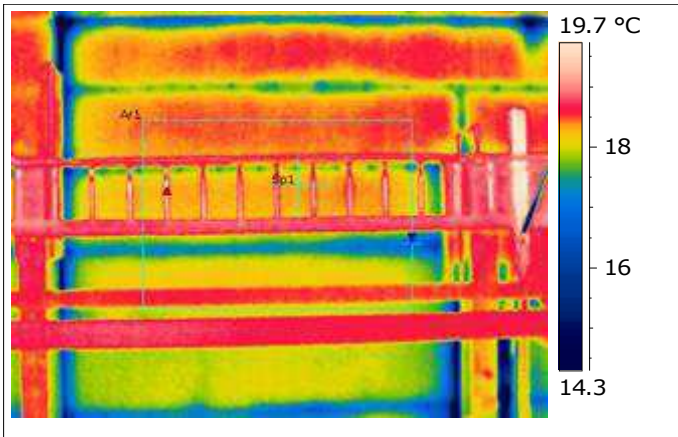
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>25 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>19 °C</b>

**Kommentti:** Säteilypaneelien viereinen lattian alue. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 36.

**Mittausparametrit**

Aika	11:13
Mittauspisteen lämpötila	18,3 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20,0 °C
Mittausalue min. lämpötila	16,6 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	90
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	97

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	18,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

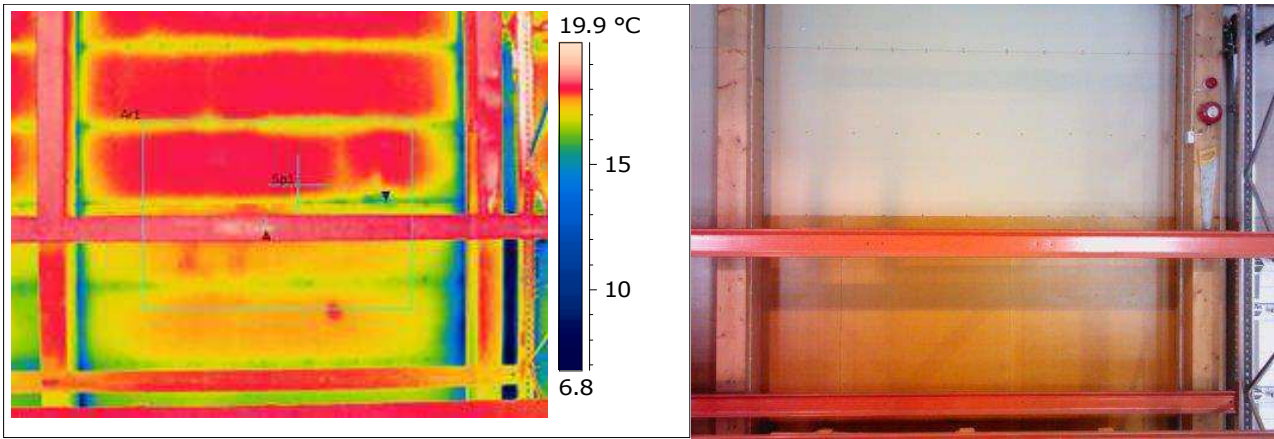
Sisäilman suhteellinen kosteus	25 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19 °C

**Kommentti:** Ulkoseinä pohjoiseen ylhäältä alas kuvissa 36 ja 37. Kyseisestä seinästä ei otettu kuvaa korkeudesta 1,6 metriä, koska hyllyissä oli tavaraa. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 37.

**Mittausparametrit**

Aika	11:14
Mittauspisteen lämpötila	17,9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	18,8 °C
Mittausalue min. lämpötila	15,0 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	88
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	100

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	28 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18 °C

**Kommentti:** Pohjoinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

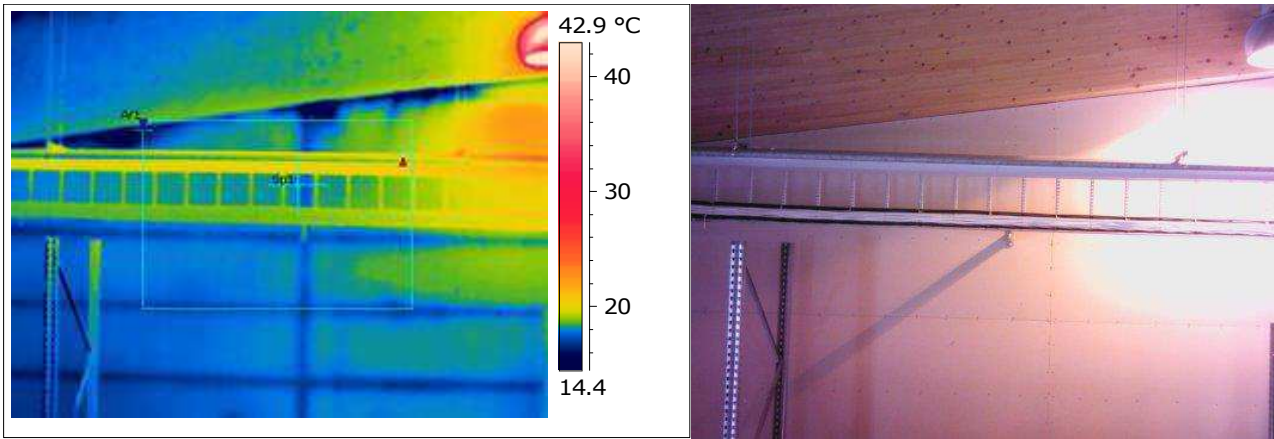
**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

**1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

**2. Korjaustarve selvítettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

**3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.

**4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 38.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:19</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20,7 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>15,3 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>85</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>95</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>20,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

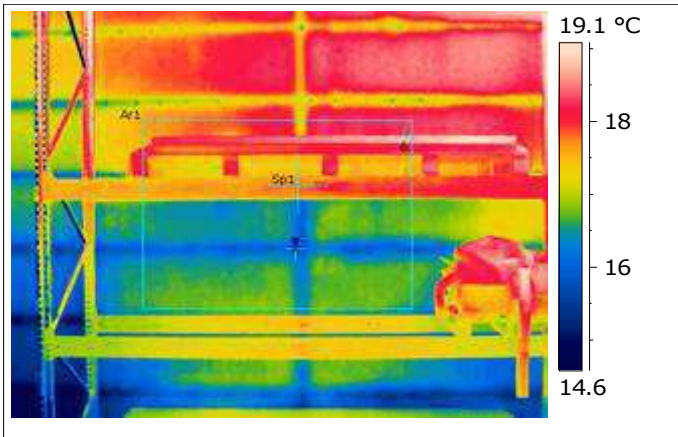
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>25 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>19 °C</b>

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 38-40. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 39.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:20</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17,7 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18,8 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>15,5 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>90</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>99</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>20,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

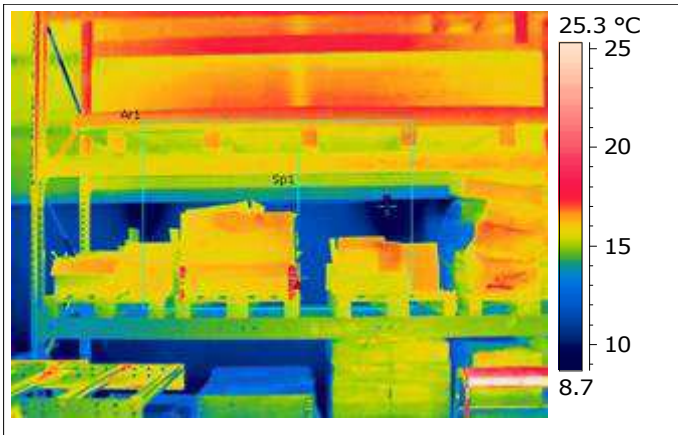
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>28 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>18 °C</b>

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvittävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 40.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:21</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>14,9 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>19,8 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>8,3 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>62</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>91</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>20,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

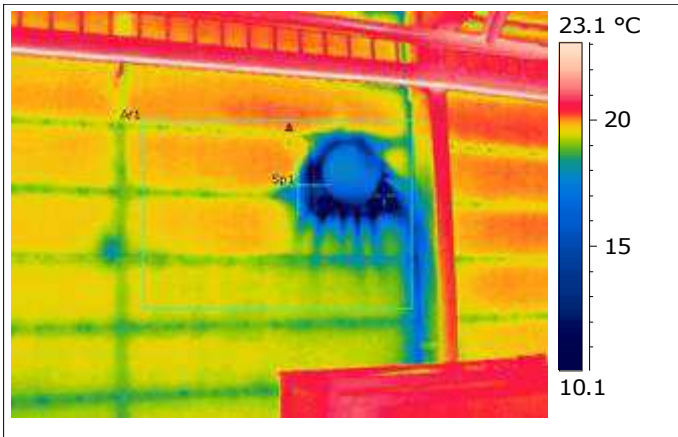
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17 °C</b>

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvittävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 42.

**Mittausparametrit**

Aika	11:27
Mittauspisteen lämpötila	18,0 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20,0 °C
Mittausalue min. lämpötila	4,8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	42
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	92

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	6,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	25 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	20 °C

**Kommentti:** Entinen aukko ulkoseinässä on huonosti eristetty.

Korjausluokka 2.

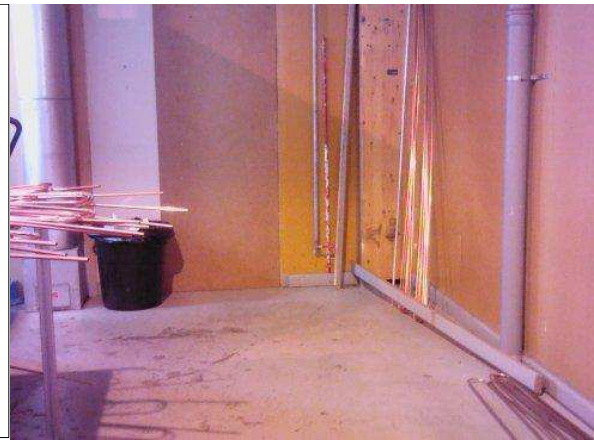
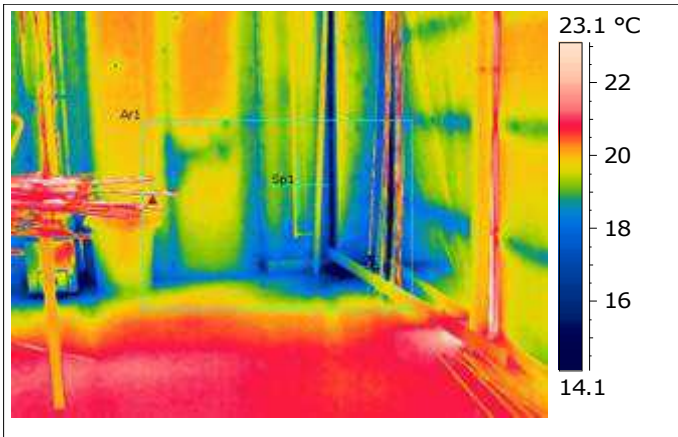
**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

**1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

**2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

**3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.

**4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 45.

**Mittausparametrit**

Aika	11:32
Mittauspisteen lämpötila	19,3 °C
Mittausalue maks. lämpötila	25,1 °C
Mittausalue min. lämpötila	5,3 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	43
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	97

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	25 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	20 °C

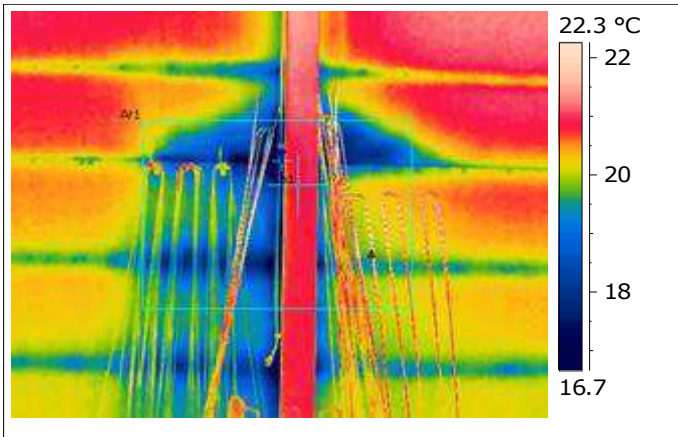
**Kommentti:** Pilarin liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvittettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 46.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>11:33</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>20,8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>25,9 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>12,7 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>72</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>103</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	<b>20,0 °C</b>
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5,0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-6 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

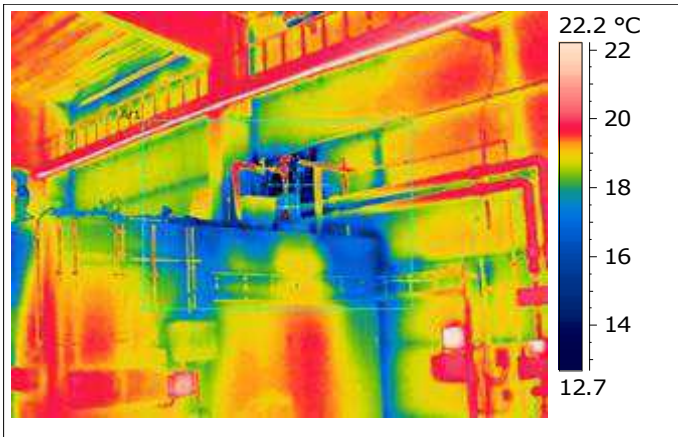
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>25 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>20 °C</b>

**Kommentti:** Pilarin ja ulkoseinäinen liitoksessa pieniä ilmavuotoja.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiivysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 49.

**Mittausparametrit**

Aika	11:41
Mittauspisteen lämpötila	13,7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	23,3 °C
Mittausalue min. lämpötila	0,8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	26
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	76

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20,0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	7,0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Aurinkoinen
Ulkoilman lämpötila	-6 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	25 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	20 °C

**Kommentti:** Vanha eristetty aukko ulkoseinässä. Eristys ei ole tiivis. Selkeitä ilmavuotoja.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Korhonen Dmitri

## **Lämpökuvausraportti**

## Sisältö

1 Kohteen yleistiedot.....	3
1.1 Kohde ja osoite .....	3
1.2 Tutkimuksen tilaaja .....	3
1.3 Tutkimuksen tavoite .....	3
1.4 Tutkimuksen tekijä .....	3
1.5 Tutkimusajankohta.....	3
1.6 Kuvaus kohteesta .....	3
2 Lähtöarvot.....	4
2.1 Mittausmenetelmät.....	4
2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet .....	4
2.3 Rakennuksen ilmanvaihto.....	4
2.4 Rakennuksen rakenteet .....	4
2.5 Rakennuksen lämmitysjärjestelmä.....	4
3 Ohjeet ja määräykset.....	5
3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset.....	5
3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset .....	5
4 Raja-arvot .....	6
4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta.....	6
4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit .....	6
5 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset .....	7
5.1 Vikojen taulukointi ja korjausluokitus sekä sanallinen yhteenveto jatkotoimenpiteistä .....	7
5.2 Arvio myös mahdollisista muista pintalämpötiloihin vaikuttavista tekijöistä.....	7
6 Yhteenveto.....	7

## Liitteet

1. Pohjapiirustus kuvienottoaikoista
2. Kuvaluettelo
3. Kenttätyölomake
4. Mittausraportti

# **1 Kohteen yleistiedot**

## **1.1 Kohde ja osoite**

Itula Oy tuotantolaitos, Raudustie 3, Puntala, Ruokolahti

## **1.2 Tutkimuksen tilaaja**

Tutkimuksen tilaaja on Itula Oy ja HC Engineering Mika Komulainen.

## **1.3 Tutkimuksen tavoite**

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ulkovaippaan rajoittuvien rakenteiden lämpöfysikaalinen toimivuus ilmavuotojen ja lämmöneristyksen osalta. Tutkimuksessa selvitetään lisäksi sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero sekä keskilämpötila.

## **1.4 Tutkimuksen tekijä**

Saimaan ammattikorkeakoulu, opiskelija Korhonen Dmitri, ohjaaja Pellinen Lauri

## **1.5 Tutkimusajankohta**

Tutkimus suoritettiin 24. helmikuuta 2017 8:30-11:00 välisenä aikana.

## **1.6 Kuvaus kohteesta**

Kohteena toimi puurunkoinen harjakattoinen tuotantolaitos, pinta-alaltaan 1 300 m<sup>2</sup> ja tilavuudeltaan 10 400 m<sup>3</sup>. Tuotantolaitoksessa on puolilämmin halli sekä lämmin toimistotila.

## **2 Lähtöarvot**

### **2.1 Mittausmenetelmät**

Kohdetta kuvattiin Flir T620bx -lämpökameralla. Lämpökuvia otettiin ilmapuotopaikoista, ulkovaipasta ja lattiasta. Kuvausten aikana myös käytettiin etäisyysmittaria ja paine-eromittaria.

### **2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet**

Lämpökuvausten aikana hallin sisälämpötila oli +17 °C ja suhteellinen kosteus 30 % sekä paine-ero 7 Pascalia alipainetta. Ulkona oli pilvistä ja tyyntä, lämpötila -7 °C sekä suhteellinen kosteus 95 %.

### **2.3 Rakennuksen ilmanvaihto**

Rakennuksen ilmanvaihto toteutettu koneellisesti, joka ei ole päällä.

### **2.4 Rakennuksen rakenteet**

Hallin kantavat rakenteet: pilarit ja palkit liimapuuta. Ulkovaippa ulkopäin: lautaverhoilu, eriste, vanerilevy. Yläpohja: pelti, eriste, pelti.

### **2.5 Rakennuksen lämmitysjärjestelmä**

Kuvausten aikana tilaa lämmittivät kiertoilmapuhaltimet.

### **3 Ohjeet ja määräykset**

#### **3.1 Terveydelliset ohjeet ja määräykset**

1. Terveysuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset. 26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

2. Terveysuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta, on kiinnitettävä huomiota, että rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys.

3. Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje

4. Sisäilmayhdistyksen julkaisu 5: Sisäilmastoluokitus 2000

#### **3.2 Rakenteelliset ohjeet ja määräykset**

1. RakMK C3 Lämmöneristys Määräykset 2003. Rakennuksen vaipan lämpötekniset vaatimukset.

2. RakMK D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Lämpöolot, ilmanvaihto, melun ohjeavot.

3. RakMK D3 Rakennuksen energiatalous Määräykset ja ohjeet 1978. Sisäilman suunnittelun ohjeistus.

4. RT-07-10564 Rakennuksen sisäilmasto. Sisäilman lämpöolot ja lämpökuormat.

## 4 Raja-arvot

### 4.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta

Puolilämpimän hallin tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään +5 °C mutta alle +17 °C. Toimiston puolella lämpimän tilan lämpötilana pidetään yli +17 °C.

### 4.2 Muut kohteeseen mahdollisesti sovellettavat kriteerit

Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja rakentamismääräyskokoelman osan C3 mukaisesti:

seinä	0,4 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,3 W/m <sup>2</sup> K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,36 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,8 W/m <sup>2</sup> K

Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasojen summasta, mutta kuitenkin enintään 50 % rakennuksen julkisivupinta-alasta.



## **5 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset**

### **5.1 Vikojen taulukointi ja korjausluokitus sekä sanallinen yhteenveto jatkotoimenpiteistä**

Pilarit, ovet ja ikkunat toimivat kylmäsiltoina. Pilarien ja perusmuurin liitoksissa ilmavuotoja. Nosto-ovien kiskoissa ilmavuotoja. Ilmavuodot kohtuullisia, muttei aiheuta vedontunnetta. Ei korjaustoimenpiteitä, mutta lisätutkimuksia kuten tiiviysmittaus on tarpeen.

### **5.2 Arvio myös mahdollisista muista pintalämpötiloihin vaikuttavista tekijöistä**

Lämpökuvauksen aikana lämmityksestä vastasivat kiertoilmapuhaltimet. Seinissä huomattavissa kiertoilmapuhaltimien lämmittämät viereiset alueet ja pinnat.

## **6 Yhteenveto**

Hallissa on havaittavissa useita ilmanvuotopaikkoja: pilarien ja ulkoseinien liitoksissa, pilarien ja perusmuurin liitoksissa, ikkunoiden karmeissa, nosto-ovien kiskoissa sekä entisten rakojen eristyksissä.

Keskiarvo lämpötilaindeksi 60 % on hyvä puolilämpimäksi halliksi. Ilmavuotopaikkojen eristys näkyisi enemmän energian kulutuksessa kuin lämpötilaindeksissä.

## Mittausraportissa käytetyt termit ja käsitteet

**Mittauspiste:** kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittauspisteen lämpötilan.

**Mittausalue** min: arvo kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittausalueen sisältä löydetyn minimilämpötilan.

**Mittausalue** max: arvo kertoo lämpökuvaan ohjelmallisesti sijoitetun mittausalueen sisältä löydetyn maksimilämpötilan.

**Emissiivisyys:** Kappaleen säteilemän energian osuus kappaleen kokonaisenergian määrästä ilmaistaan emissiivisyytenä. Se on desimaaliluku nollan ja ykkösen väliltä. Mitä suurempi emissiivisyys, sitä vähemmän kappale heijastaa ympäristön energiaa ja sitä enemmän kappale säteilee lämpöä.

**Paine-ero:** Paine-eromittaus on lämpökuvausta tukeva toimenpide. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero mitataan 1 pascalin tarkkuudella. Rakennuksen optimi paine-ero ulkoilmaan nähden on noin -0... -10 pascalia, eli hienoinen alipaine sisällä.

**Lämpötilaindeksi:** Lämpötilaindeksillä voidaan arvioida rakennuksen vaipan lämpöteknistä toimivuutta. Seinän ja lattian pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötilojen mittauksia ei voida tehdä - 5 °C ± 1 °C :n ulkolämpötilassa, ts. jos ulkolämpötila on alle - 5 °C tai yli - 5 °C (max + 5 °C) mittaustoleranssi huomioon ottaen.

Lämpötilaindeksi määritellään seuraavasti:

$$TI = \frac{T_{sp} - T_o}{T_i - T_o} \cdot 100\%$$

TI = lämpötilaindeksi

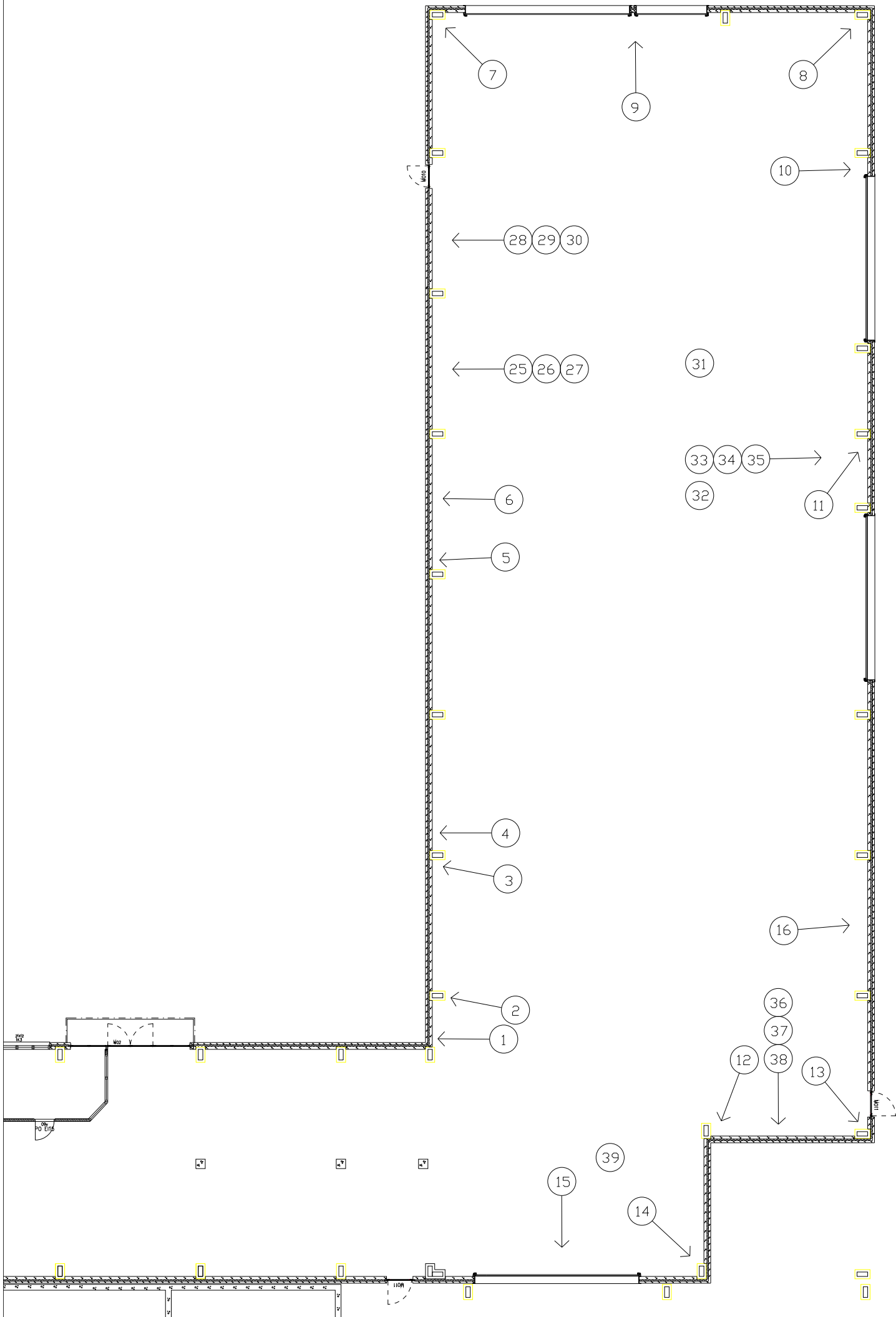
T<sub>sp</sub> = sisäpinnan lämpötila, °C

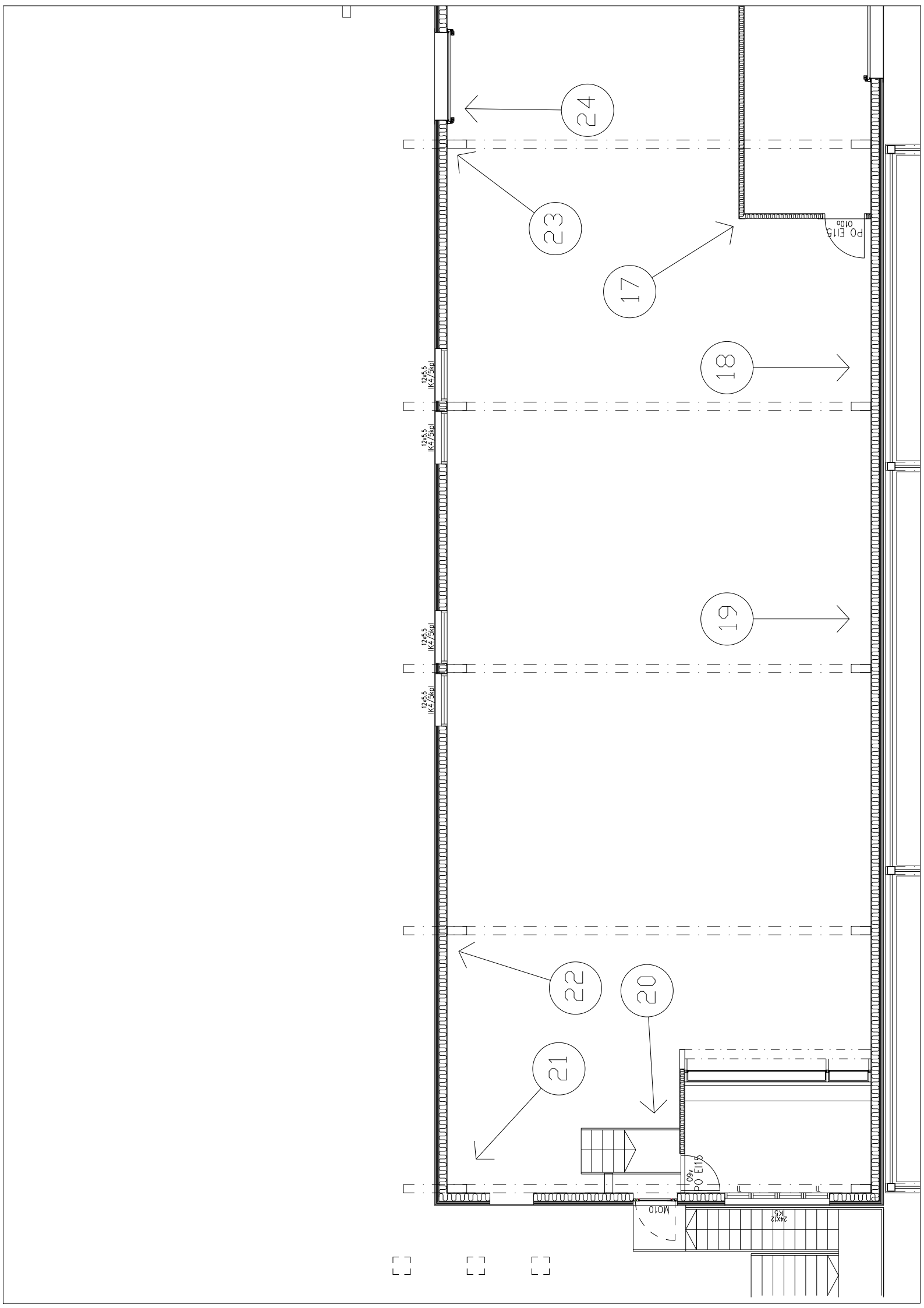
T<sub>i</sub> = sisäilman lämpötila, °C

T<sub>o</sub> = ulkoilman lämpötila, °C

Määritelmä	Heikko taso	Välttävä taso	Hyvä taso
Sovelletaan:		Korjausrakentamisessa	Uudisrakentamisessa
Indeksi seinän lämpötilalle	0-80	81-84	85-100
Indeksi lattian lämpötilalle	0-86	87-96	97-100
Indeksi pistemäiselle vioille	0-60	61-64	65-100

Lämpötilaindeksin laskemiseksi on määritettävä huoneilman lämpötila, ulkoilman lämpötila ja sisäpinnan (seinä tai lattia) lämpötila.





Lämpökuvaus 24.2.2017

	nimike	Tmin [°C]	Tl,min (%)	Mittauspiste [°C]	Tl, piste (%)	Tmax [°C]	Ti [°C]	To [°C]	h [m]	d [m]
1	IR3637	3,2	45	19,5	110	52,2	17	-8	1,6	5
2	IR3639	2,7	43	16,3	97	21,1	17	-8	1,6	3
3	IR3641	0	32	15,0	92	18,7	17	-8	1,6	4
4	IR3643	8,2	65	15,3	93	20,4	17	-8	1,6	3
5	IR3645	9,4	70	17,8	103	19,2	17	-8	1,6	4
6	IR3647	16,7	99	17,8	103	18,7	17	-8	1,6	7
7	IR3649	0,1	32	17,8	103	19,4	17	-8	1,6	10
8	IR3651	-1,5	26	16,4	98	18,2	17	-8	1,6	5
9	IR3653	0,6	34	17,6	102	21,2	17	-8	1,6	7
10	IR3655	-3,9	16	8,6	66	17,9	17	-8	1,6	3
11	IR3657	4,2	49	17,4	102	18,0	17	-8	1,6	3
12	IR3659	-0,2	31	14,6	90	17,8	17	-8	1,6	3
13	IR3661	-2	24	13,1	84	16,6	17	-8	1,6	3
14	IR3663	-0,6	30	10,7	75	18,8	17	-8	1,6	3
15	IR3665	0,9	36	12,4	82	18,3	17	-8	1,6	10
16	IR3669	17,9	104	19,9	112	57,1	17	-8	1,6	7
17	IR3671	-0,1	28	17,2	90	22,1	20	-8	1,6	7
18	IR3673	8,2	58	18,0	93	22,5	20	-8	1,6	3
19	IR3675	2,8	39	13,9	78	18,6	20	-8	1,6	3
20	IR3677	13,3	76	19,5	98	49,2	20	-8	1,6	5
21	IR3679	7,1	54	18,1	93	20,9	20	-8	1,6	3
22	IR3681	7,8	56	19,0	96	23,1	20	-8	1,6	2
23	IR3683	5,2	47	18,3	94	19,5	20	-8	1,6	2
24	IR3685	-1,6	23	15,0	82	21,3	20	-8	1,6	2
25	IR3687	16,7	91	17,9	96	19,2	19	-7	6	5
26	IR3689	16,5	94	17,7	99	18,1	18	-7	4	5
27	IR3691	12,6	82	14,7	90	17,7	17	-7	1,6	5
28	IR3693	16,8	92	17,9	96	44,8	19	-7	6	5
29	IR3695	15,7	91	17,7	99	20,3	18	-7	4	5
30	IR3697	1,7	36	11,9	79	17,7	17	-7	1,6	5
31	IR3699	16,1	89	16,5	90	16,6	19	-7	6	6
32	IR3701	16,1	89	16,6	91	16,8	19	-7	6	6
33	IR3703	13,7	80	17,9	96	20,8	19	-7	6	5
34	IR3705	11,8	75	17,8	99	19,1	18	-7	4	6
35	IR3707	9,7	70	15,1	92	18,2	17	-7	1,6	5
36	IR3709	10,6	68	19,0	100	26,9	19	-7	6	7
37	IR3711	16,8	95	17,8	99	19,2	18	-7	4	7
38	IR3713	11,2	76	14,0	88	19,1	17	-7	1,6	7
39	IR3715	7,2	57	19,0	109	30,1	17	-6	1,6	5
Keskiarvo		7	58	16	91	23	18	-8		

Tmin minimi lämpötila  
 Tl lämpötilaindeksi  
 Ti sisälämpötila  
 To ulkolämpötila  
 h kuvauskorkeus  
 d kuvausetäisyys

## Rakennuksen lämpökuvaus kenttätyölomake

### Kuvauksen suorittaja

Nimi: Korhonen Dmitri  
Puh: 040 840 3640

Osoite: Maininkikatu 1 B 24  
Lämpökamera: Flir T620

### Tilaaja

Nimi: Itula Oy  
Puh:

Osoite: Raudustie 3

### Kohteen tiedot:

Kohde: Teollisuushalli  
Uudisrakennus

Osoite: Raudustie 3  
Rakennusvuosi: 2001

### Kuvausolosuhteet

	23.2.17 8:00	23.2.17 20:00	24.2.17 8:00	24.2.17 11:00
Ulkoilman lämpötila	-6	-3	-8	-5
Sisäilman lämpötila	16	17	17	17
Auringonpaiste/pilvisuus	pilvinen	pilvinen	pilvinen	pilvinen
Tuulen nopeus ja suunta [m/s]	3	3	0	3
Paine-ero [Pa]	-7	-7	-7	-7
Sisäilman kosteus [RH %]	30	30	30	30

### Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä

Ilmanvaihto

Rakenteet

- alapohja
- ulkoseinät

- yläpohja
- ikkunat

kiertoilmapuhaltimet

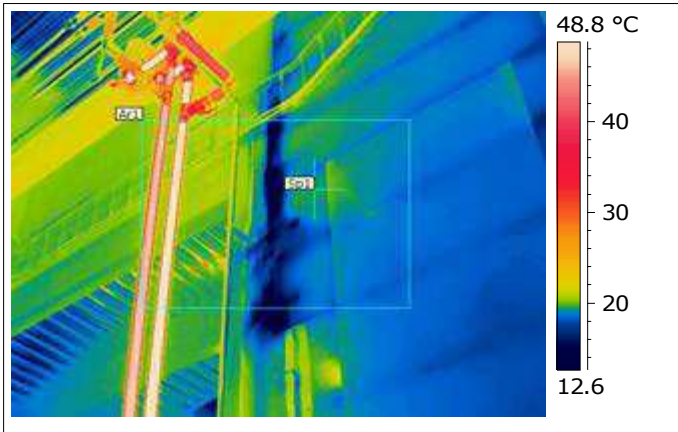
painovoimainen

maanvarainenlaatta

290 mm: verhoilulaudoitus, tuuletusväli, koolaus,  
eristevilla, vanerilevy

aaltopelti, eriste, aaltopelti

1k ikkunat



Lämpökuva 1.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:32:30</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>19.5 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>52.2 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>3.2 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>45</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>110</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

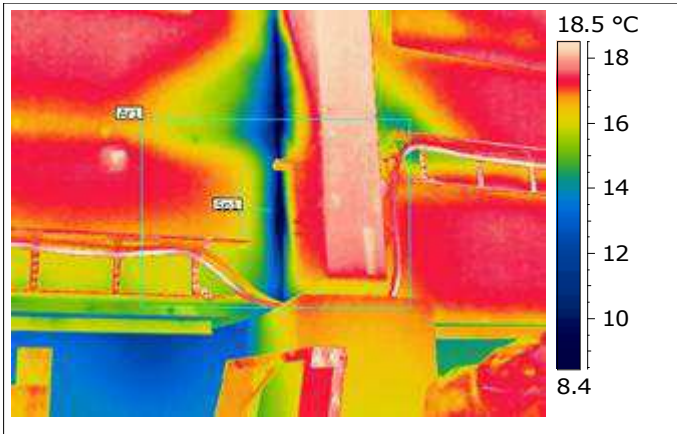
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nurkkapilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 2.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:34:29</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>16.3 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>21.1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>2.7 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>43</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>97</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

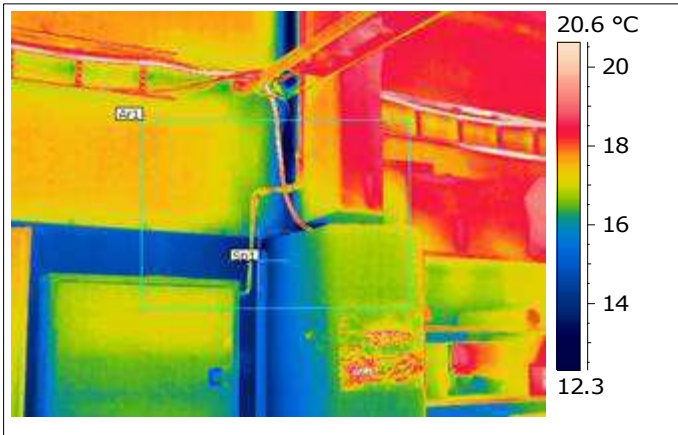
**Kommentti:** Pilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 3.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:39:20</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>15.3 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20.4 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>8.2 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>65</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>93</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

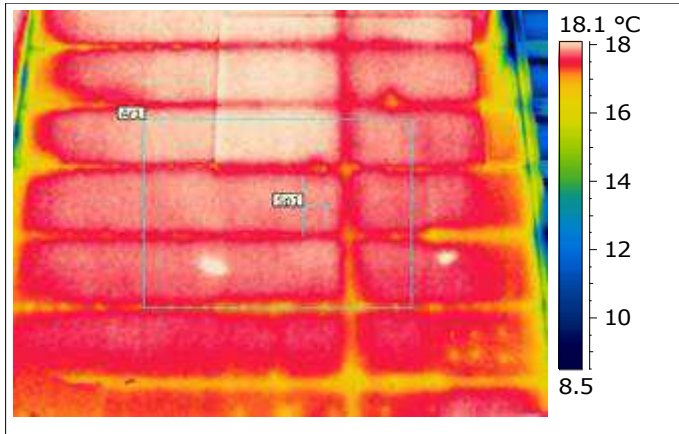
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Pilarin ja perusmuurin liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 4.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:46:52</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17.8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18.7 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16.7 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>99</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>103</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

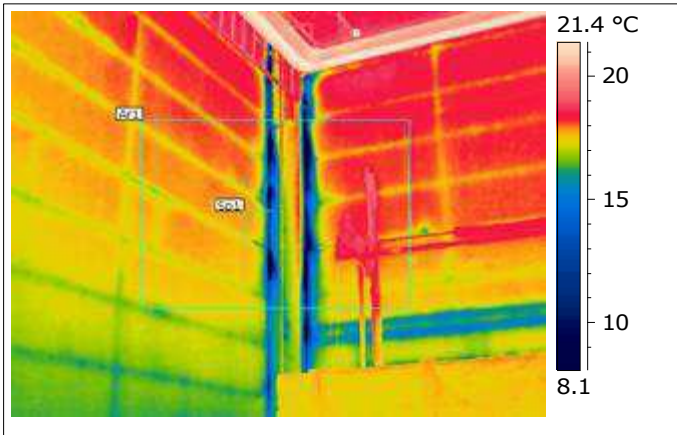
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Ei ongelmia.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 5.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:50:02</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17.8 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>19.4 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>0.1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>32</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>103</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>10.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

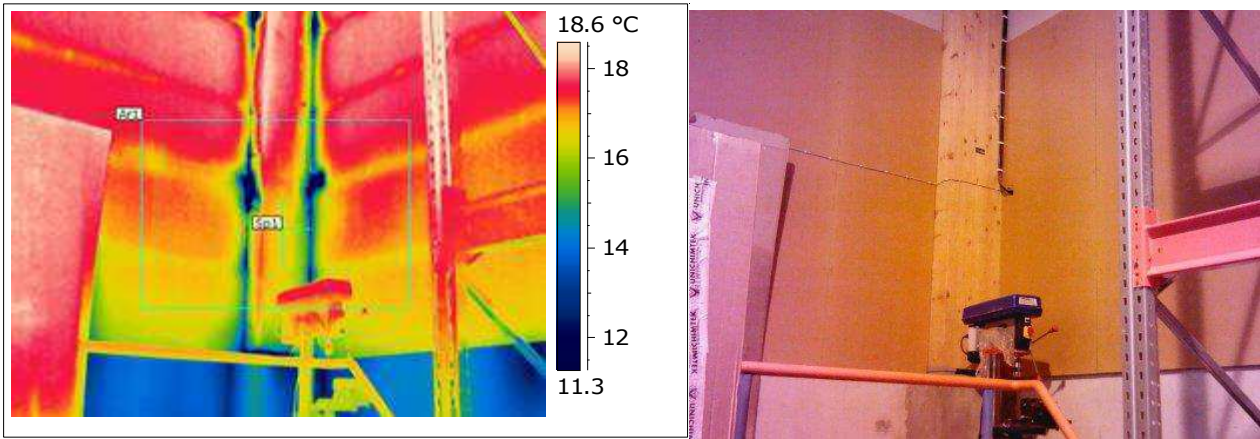
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nurkkapilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 6.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:51:58</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>16.4 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18.2 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-1.5 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>26</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>98</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>5.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

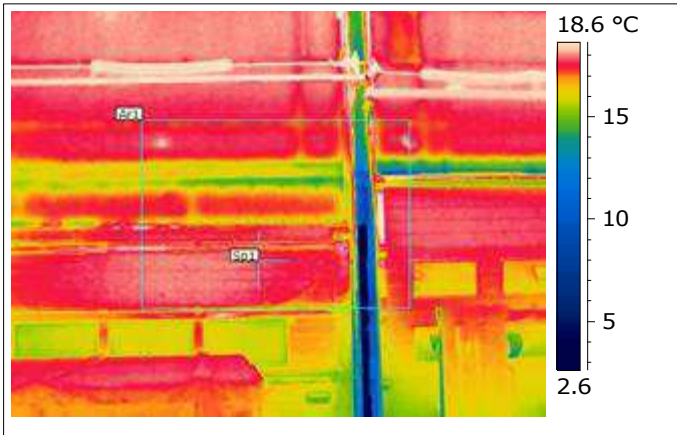
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nurkkapilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 7.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:53:15</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17.6 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>21.2 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>0.6 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>34</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>102</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

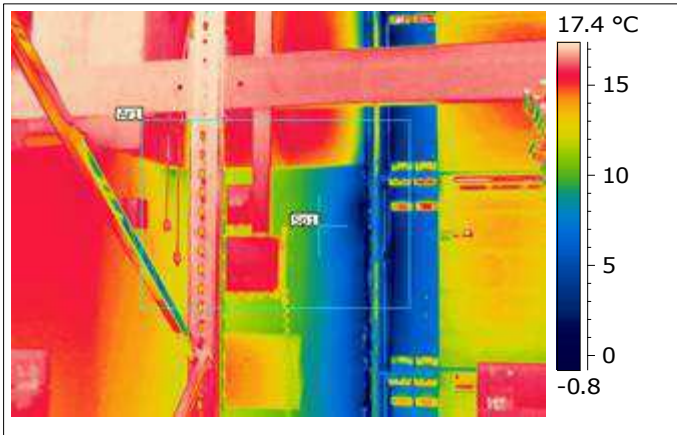
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nosto-ovien kiskojen eristys puutteellinen.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 8.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>8:54:25</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>8.6 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>17.9 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-3.9 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>16</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>66</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

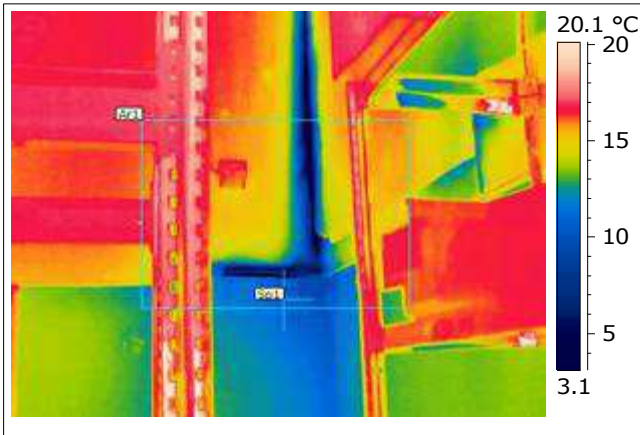
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nosto-ovien kiskojen eristys puutteellinen. Kiskoissa näkyviä rakoja.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 9.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:03:48</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>10.7 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18.8 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-0.6 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>30</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>75</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

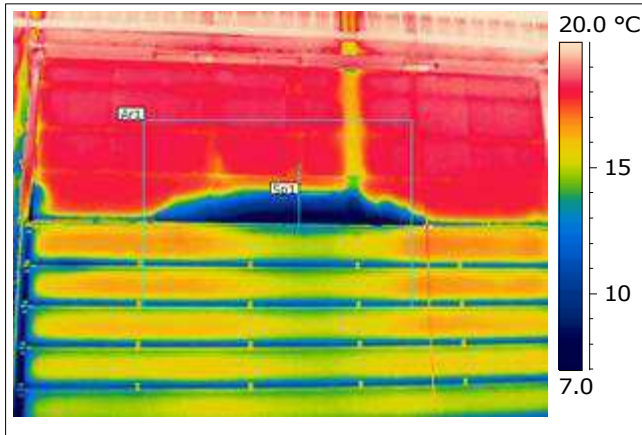
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

**Kommentti:** Nurkkapilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 10.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:04:57</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>12.4 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18.3 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>0.9 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>36</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>82</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>10.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>17.0 °C</b>

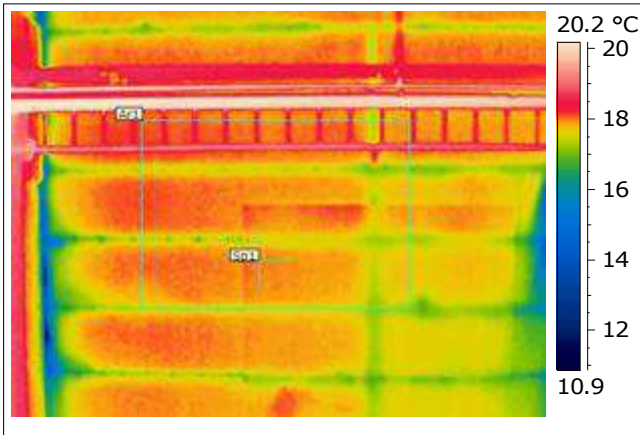
**Kommentti:** Nosto-oven yläpuolisessa eristyksessä ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 11.

**Mittausparametrit**

Aika	10:23:04
Mittauspisteen lämpötila	17.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.2 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	91
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	96

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

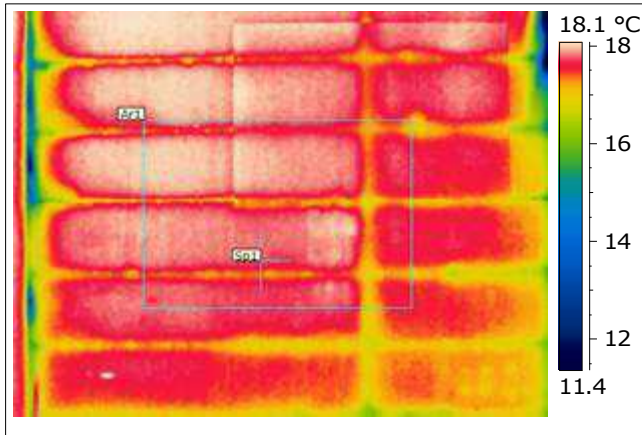
Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 25-27. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvaukorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 12.

**Mittausparametrit**

Aika	10:24:34
Mittauspisteen lämpötila	17.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	18.1 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.5 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	94
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	99

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

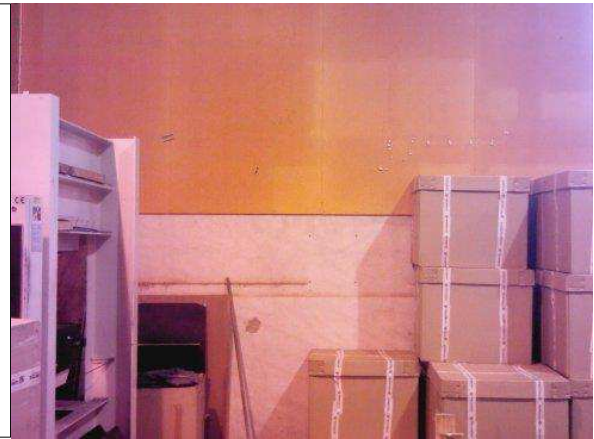
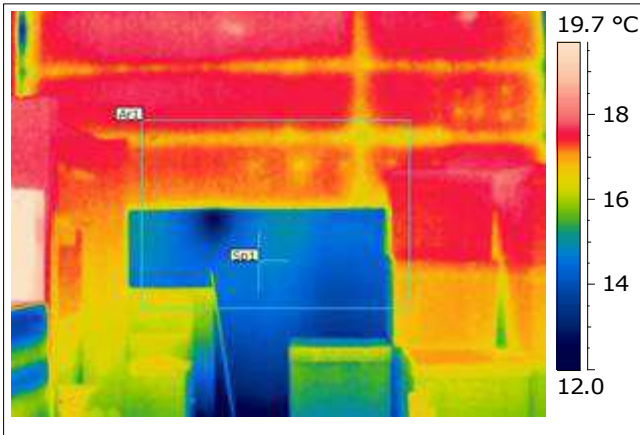
Sisäilman suhteellinen kosteus	28.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 13.

**Mittausparametrit**

Aika	10:25:14
Mittauspisteen lämpötila	14.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	17.7 °C
Mittausalue min. lämpötila	12.6 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	82
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	90

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

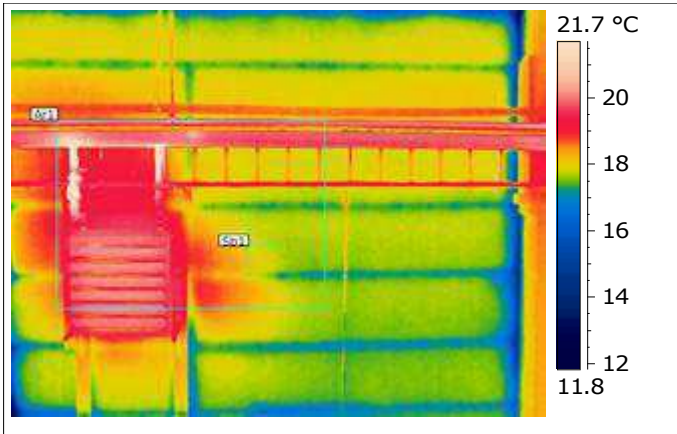
Sisäilman suhteellinen kosteus	30.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	17.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Säteilypaneelien kohdalta. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 14.

**Mittausparametrit**

Aika	10:27:55
Mittauspisteen lämpötila	17.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	44.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	92
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	96

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

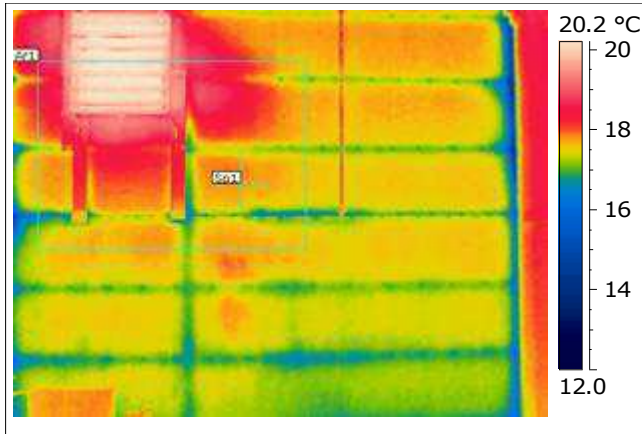
Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 28-30. Kiertoilmapuhaltimen kohdalla. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 15.

**Mittausparametrit**

Aika	10:28:20
Mittauspisteen lämpötila	17.7 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20.3 °C
Mittausalue min. lämpötila	15.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	91
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	99

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

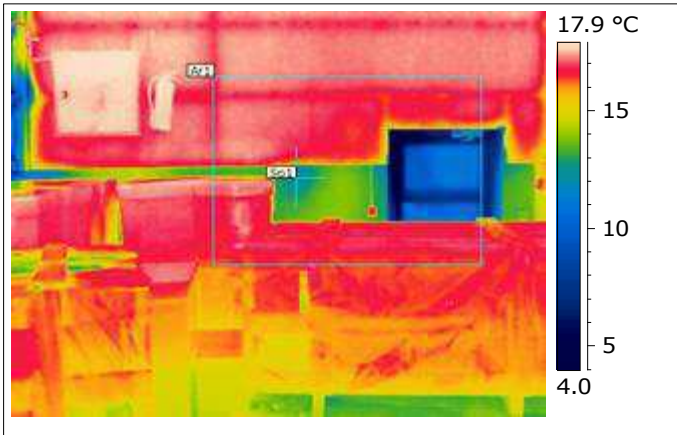
Sisäilman suhteellinen kosteus	28.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 16.

**Mittausparametrit**

Aika	10:28:55
Mittauspisteen lämpötila	11.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	17.7 °C
Mittausalue min. lämpötila	1.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	36
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	79

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

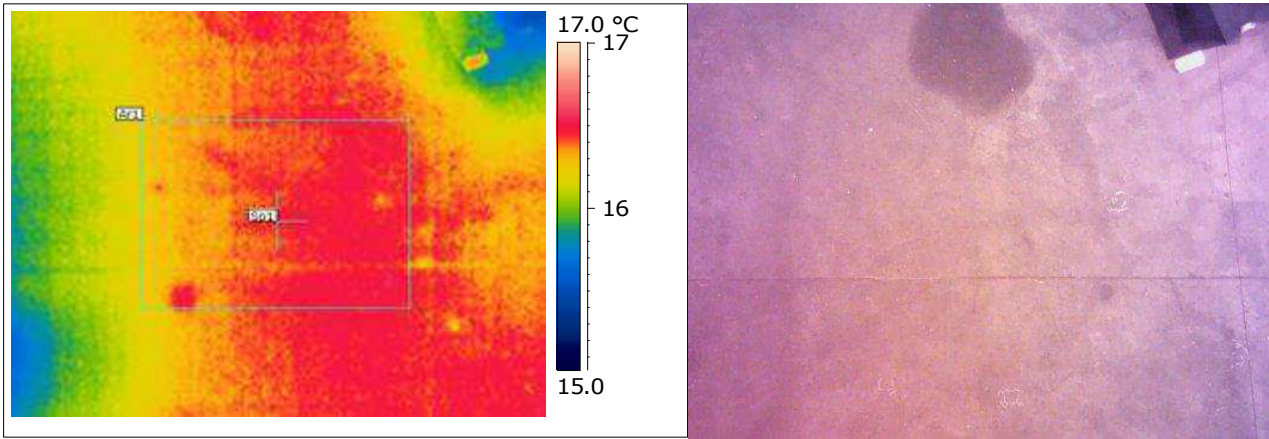
Sisäilman suhteellinen kosteus	30.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	17.0 °C

**Kommentti:** Eteläinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 17.

**Mittausparametrit**

Aika	10:31:54
Mittauspisteen lämpötila	16.5 °C
Mittausalue maks. lämpötila	16.6 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.1 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	89
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	90

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	6.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

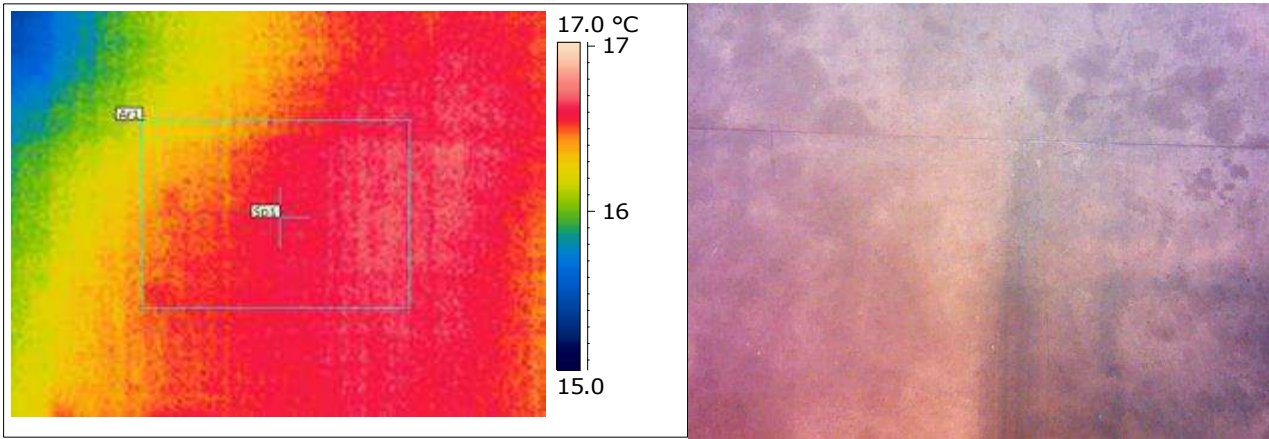
Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

**Kommentti:** Säteilypaneelien alta kohtisuorassa kuva lattiasta. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 18.

**Mittausparametrit**

Aika	10:33:41
Mittauspisteen lämpötila	16.6 °C
Mittausalue maks. lämpötila	16.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.1 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	89
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	91

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	6.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

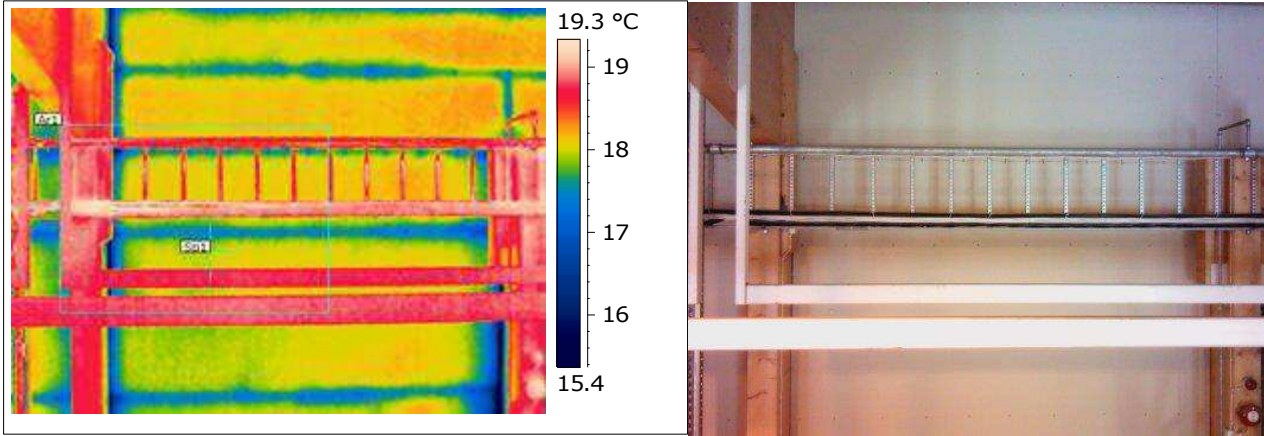
**Kommentti:** Säteilypaneelien viereinen lattian alue. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 19.

**Mittausparametrit**

Aika	10:36:32
Mittauspisteen lämpötila	17.9 °C
Mittausalue maks. lämpötila	20.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	13.7 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	80
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	96

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

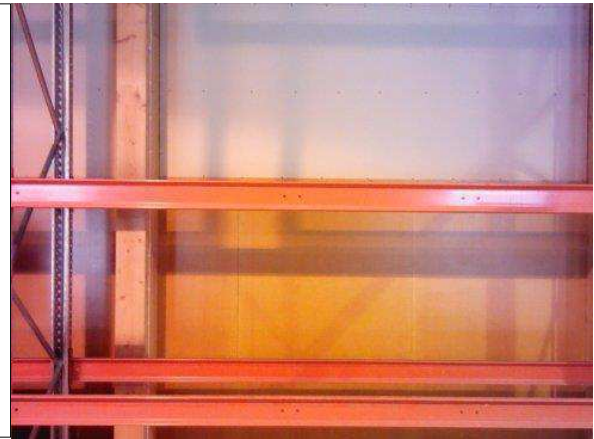
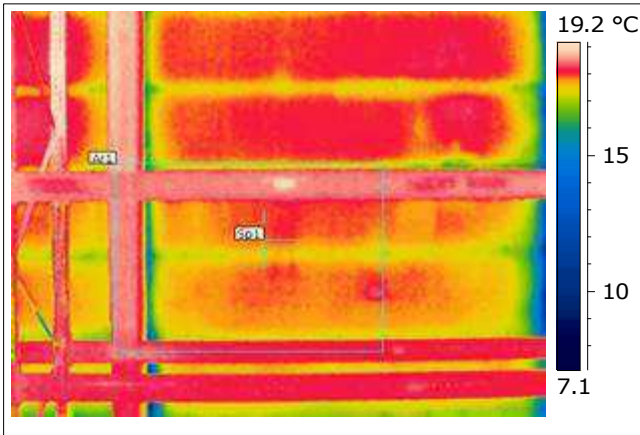
Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

**Kommentti:** Ulkoseinä pohjoiseen ylhäältä alas kuvissa 33-35. Kuvauskorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 20.

**Mittausparametrit**

Aika	10:37:04
Mittauspisteen lämpötila	17.8 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.1 °C
Mittausalue min. lämpötila	11.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	75
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	99

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	5.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

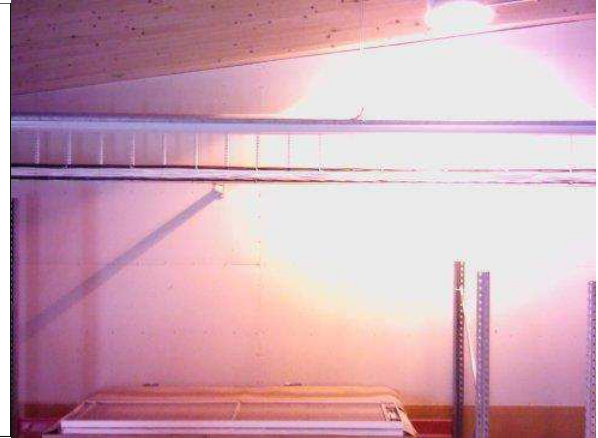
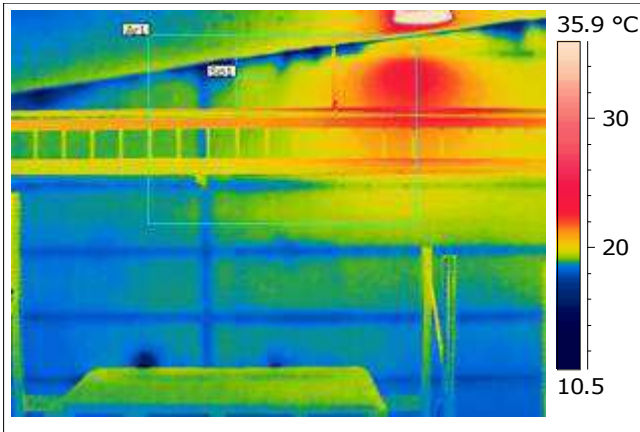
Sisäilman suhteellinen kosteus	28.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18.0 °C

**Kommentti:** Pohjoinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 21.

**Mittausparametrit**

Aika	10:41:40
Mittauspisteen lämpötila	19.0 °C
Mittausalue maks. lämpötila	26.9 °C
Mittausalue min. lämpötila	10.6 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	68
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	100

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	7.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

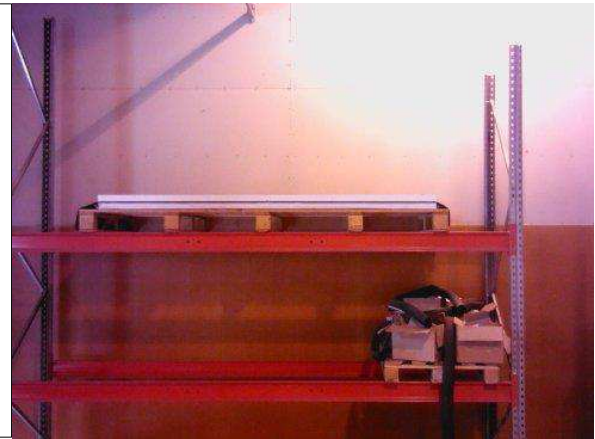
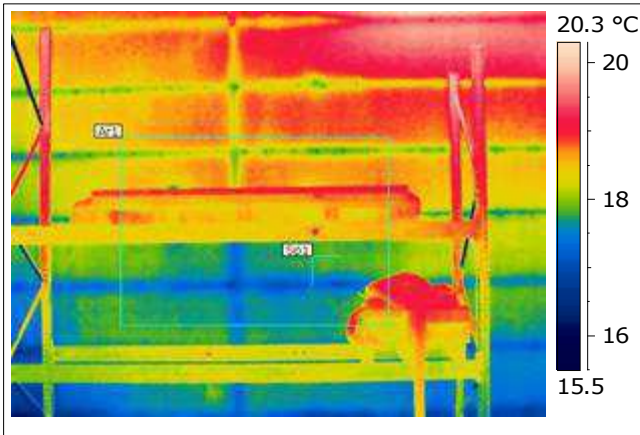
Sisäilman suhteellinen kosteus	25.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	19.0 °C

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä ylhäältä alas kuvissa 36-38. Kuvaukorkeus 6 metriä.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- 1. Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- 2. Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- 3. Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- 4. Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 22.

**Mittausparametrit**

Aika	10:42:07
Mittauspisteen lämpötila	17.8 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.2 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.8 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	95
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	99

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	7.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

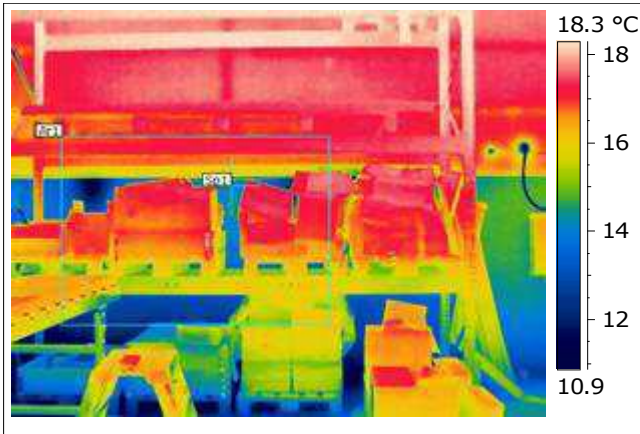
Sisäilman suhteellinen kosteus	28.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-5 Pa
Sisäilman lämpötila	18.0 °C

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 4 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 23.

**Mittausparametrit**

Aika	10:42:26
Mittauspisteen lämpötila	14.0 °C
Mittausalue maks. lämpötila	19.1 °C
Mittausalue min. lämpötila	11.2 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	76
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	88

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	0.95
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	7.0 m
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	-7.0 °C

**Sisäilman olosuhteet**

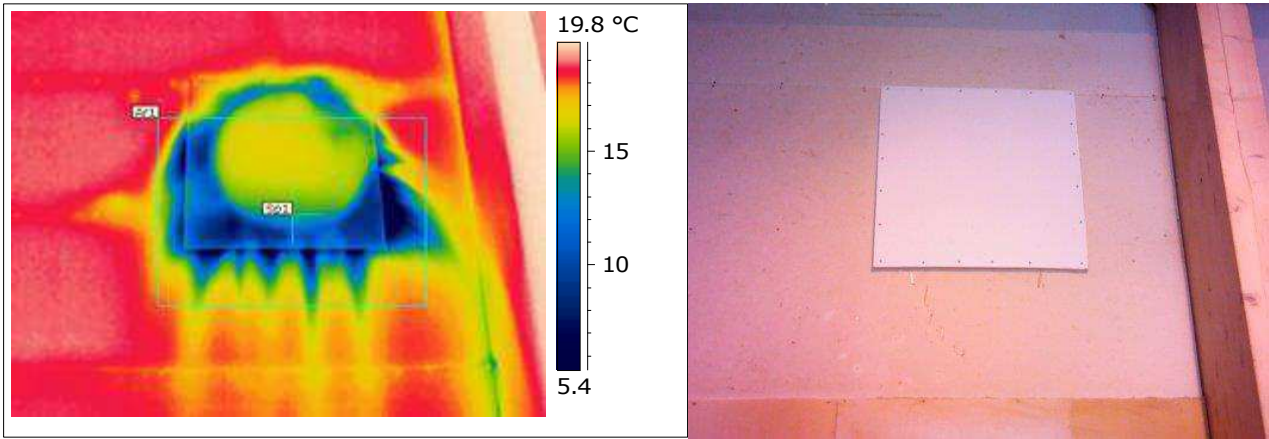
Sisäilman suhteellinen kosteus	30.0 %
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-7 Pa
Sisäilman lämpötila	17.0 °C

**Kommentti:** Itäinen ulkoseinä. Kuvauskorkeus 1,6 metriä.

Korjausluokka 4.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 24.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:38:52</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>13.9 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>18.6 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>2.8 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>39</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>78</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

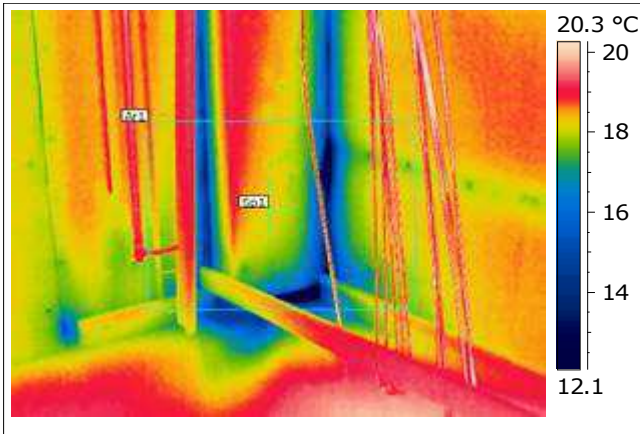
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>23.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>20.0 °C</b>

**Kommentti:** Ulkoseinän reiän eristyksessä ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 25.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:42:24</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>18.1 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>20.9 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>7.1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>54</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>93</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>3.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

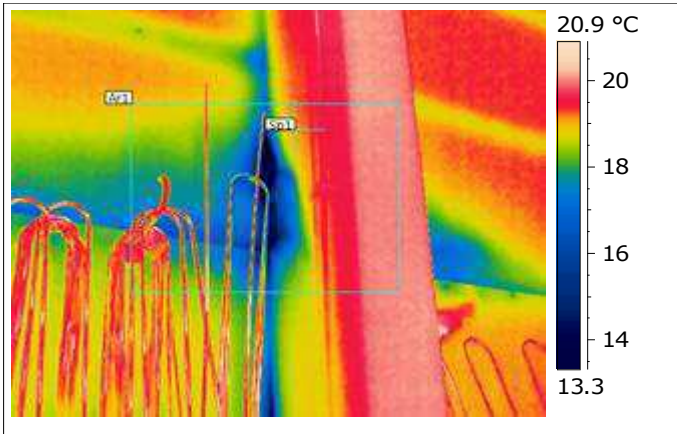
Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>23.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>20.0 °C</b>

**Kommentti:** Nurkkapilarin liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 3.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.



Lämpökuva 26.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:44:22</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>19.0 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>23.1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>7.8 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>44</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>106</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>2.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>23.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>20.0 °C</b>

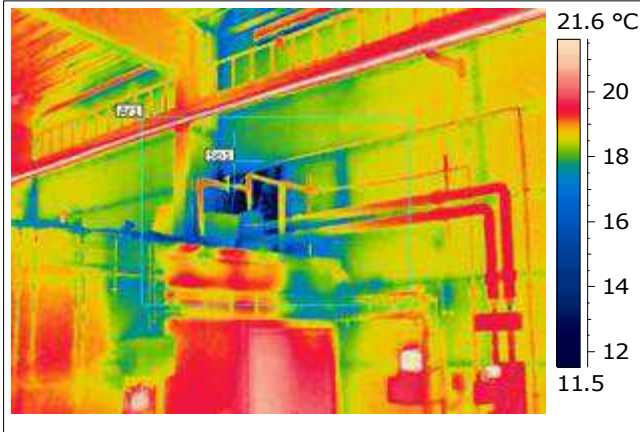
**Kommentti:** Pilarin ja ulkoseinän liitoksessa ilmavuotoja.

Korjausluokka 2.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekni- sen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.





Lämpökuva 27.

**Mittausparametrit**

Aika	<b>9:34:02</b>
Mittauspisteen lämpötila	<b>17.2 °C</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>22.1 °C</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>-0.1 °C</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>28</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>90</b>

Emissiivisyys (lämpökuvasta)	<b>0.95</b>
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	20.0 °C
Kuvausetäisyys (etäisyysmittarista)	<b>7.0 m</b>
Kameratyyppi	FLIR T620bx
Kameran sarjanumero	55904528

**Ulkoilman olosuhteet**

Tuuli	0 m/s
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila	<b>-8.0 °C</b>

**Sisäilman olosuhteet**

Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>23.0 %</b>
Paine-ero (negatiivinen = alipaine)	-3 Pa
Sisäilman lämpötila	<b>20.0 °C</b>

**Kommentti:** Ulkoseinässä reiän eristyksessä puutteita.

Korjausluokka 1.

**Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:**

- Korjattava** Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman Asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.
- Korjaustarve selvitettävä** Korjausterve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
- Lisätutkimuksia** Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten esimerkiksi kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
- Hyvä** Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %.

## Itula Oy:n tuotantolaitoksen olosuhdemittaukset

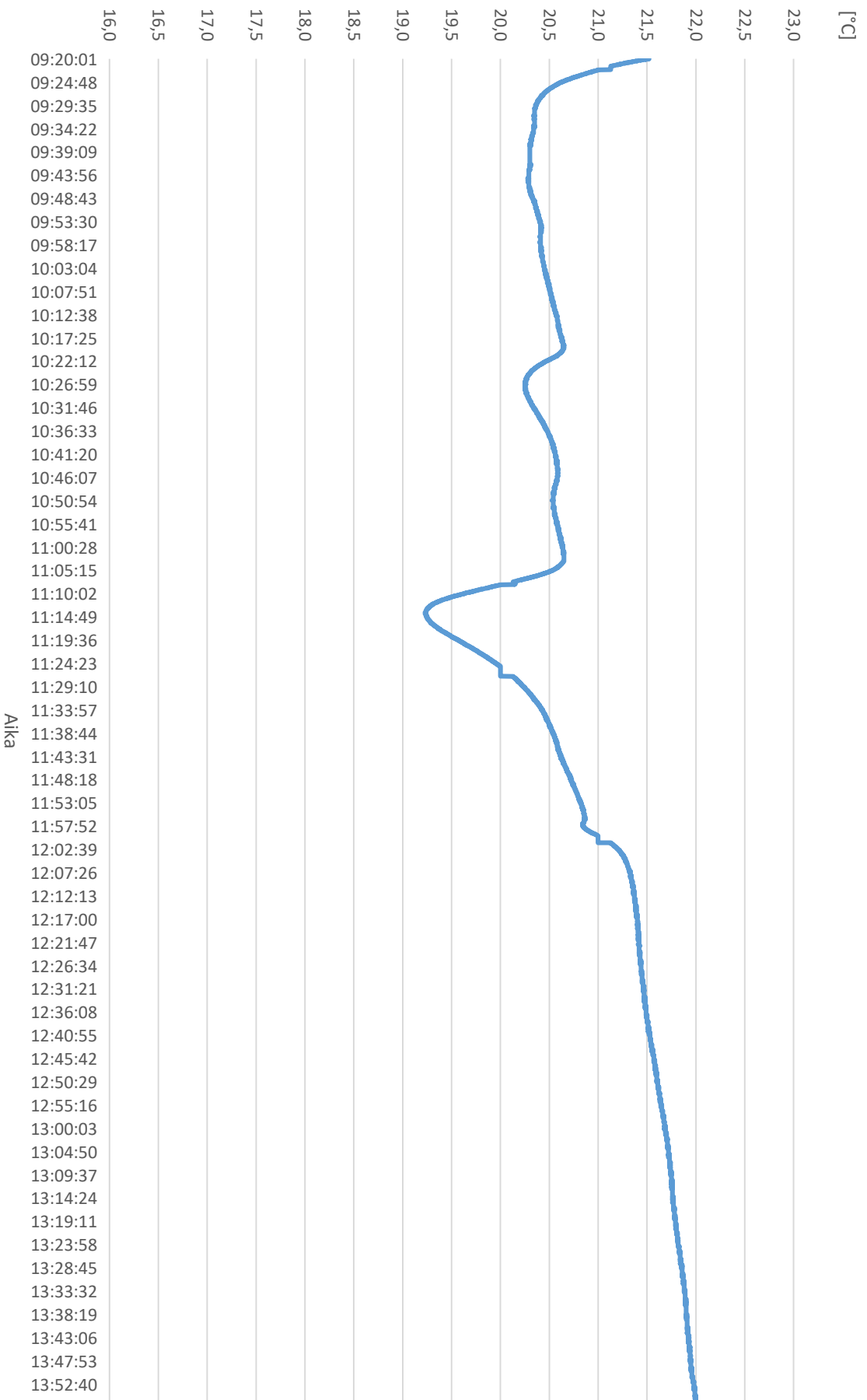
Energiakulutuksen seuraaminen

pvm	aika	Mittarien antamat arvot			kulutus, kok. [kWh]	kulutus, tsto [kWh]	kulutus, halli [kWh]	Mittarien antamat arvot			erotus, kok. [kW]	erotus, tsto [kW]	erotus, halli [kW]	ulko T [°C]
		kWh, kok.	kWh, tsto	kWh, halli				kW, kok.	kW, tsto	kW, halli				
2.3.2017	11:00	470981	4904	466077				36,9	4	32,9				1
8.3.2017	9:00	475218	5950	469268	4237	1046	3191	29,5	4	25,5	-7,4	0	-7,4	0
17.3.2017	9:00	480656	7097	473559	5438	1147	4291	18	5	13	-11,5	1	-12,5	1
23.3.2017	9:00	483847	7853	475994	3191	756	2435	5,8	4	1,8	-12,2	-1	-11,2	2
29.3.2017	13:00	486657	8646	478011	2810	793	2017	12	2	10	6,2	-2	8,2	-3
4.4.2017	11:00	489799	9457	480342	3142	811	2331	-	-	-	-	-	-	2

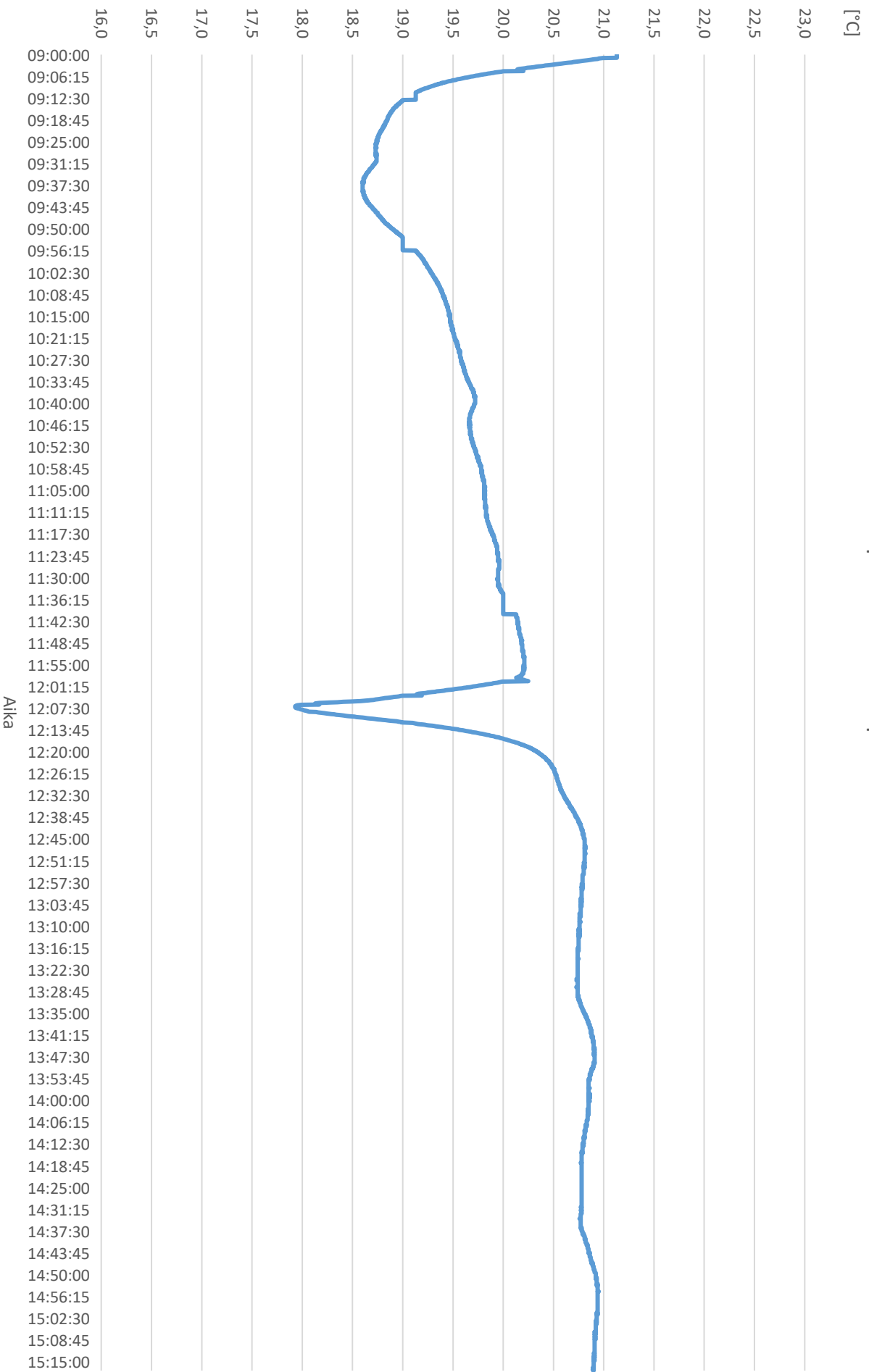
Paneelit	astepäiväluku	kWh/astetunti	kWh
23.03.-29.03.	129	16	2017
29.03.-04.04.	130	18	2331

Puhaltimet	astepäiväluku	kWh/astetunti	kWh
02.03.-08.03.	140	23	3191
17.03.-23.03.	122	20	2435

### Operatiivinen lämpötila 10.3.



### Operatiivinen lämpötila 17.3.



# Operatiivinen lämpötila [°C] 22.3.-31.3.





## Pölymittaukset Itula Oy:n tuotantotiloissa Ruokolahdella

Aika: 8.-9.3.2017

Paikka: Itula Oy  
Raudustie 3  
56510 Puntala (Ruokolahti)

Mittaukset ja raportin laadinta:

tutkijatohtori, FT Maija Leppänen

Itä-Suomen yliopisto,  
Ympäristö- ja biotieteiden laitos,  
Sisäympäristön ja työhygienian tutkimusryhmä,  
PL 1627  
70211 Kuopio  
040 355 2893, [maija.leppanen@uef.fi](mailto:maija.leppanen@uef.fi)

---

Maija Leppänen



## Sisällys

1 JOHDANTO .....	3
2 MENETELMÄT .....	3
<b>2.1 Pölymittausmenetelmät</b> .....	3
<b>2.2 Olosuhteet mittausten aikana</b> .....	4
3 TULOKSET .....	4
4 TULOSTEN TULKINTA.....	7



## 1 JOHDANTO

Mittauksilla selvitettiin pölypitoisuuksia Itula Oy:n tuotantotiloissa 8. ja 9.3.2017. Ensimmäisenä mittauspäivänä hallissa olivat toiminnassa puhaltavat iv-laitteet ja toisena päivänä säteilylämmittimet. Mittausten tarkoituksena oli verrata pölypitoisuuksia päivien välillä.

## 2 MENETELMÄT

### 2.1 Pölynmittausmenetelmät

Työpaikan ilmassa esiintyvää leijuvaa pölyä kerättiin pumppujen avulla IOM-keräimissä oleville nitroselluloosasuodattimille ( $0.8\ \mu\text{m}$  AAWP, Millipore) kiinteästä pisteestä kiinnittämällä IOM-keräin statiiviin (Kuva 1). Ilmanäytteen tilavuusvirta IOM-keräimen sisällä olevan suodattimen läpi oli 1,96-2,05 L/min. Suodattimelle jäänyt pöly punnittiin laboratoriossa ja tästä laskettiin hengittyvän pölyn pitoisuus. Mittausten taustatiedot on esitetty Taulukossa 1.

Liitteessä 1 on esitetty mittauspisteiden sijainti.

Lisäksi pölypitoisuutta mitattiin reaaliaikaisesti jatkuvatoimisella optisella hiukkaslaskurilla (DustTrak, malli 8520, TSI) mittauspisteessä 1 (Liite 1).



**Kuva 1.** Kiinteän pisteen pölykeräys IOM-keräimellä.



**Taulukko 1.** Hengittyvän pölyn näytteiden taustatiedot.

Näyte	Pvm	Mittauspiste	Keräysaika (min)
1	8.3.	Kokoonpanolinjaston loppu, 1	8:26-15:06 (400)
2	8.3.	Kokoonpanolinjaston alkupää, 2	8:30-15:08 (397)
3	8.3.	Keskellä kokoonpanoa, 3	8:37-15:09 (392)
4	8.3.	Valvomon vieressä, 4	8:42-15:13 (391)
5	8.3.	Kupariputkien taivutus, yläkerta, 5	8:48-15:15 (387)
6	9.3.	Kokoonpanolinjaston loppu, 1	7:59-14:59 (420)
7	9.3.	Kokoonpanolinjaston alkupää, 2	8:02-15:01 (419)
8	9.3.	Keskellä kokoonpanoa, 3	8:05-15:04 (419)
9	9.3.	Valvomon vieressä, 4	8:14-15:08 (414)
10	9.3.	Kupariputkien taivutus, yläkerta, 5 *	8:11-15:11 (419)

\* Työpisteellä ei työskennelty lainkaan 9.3.2017.

## 2.2 Olosuhteet mittauksen aikana

Mittauksen ajan työpisteissä oli normaali työskentelytilanne. Lämpötila ja suhteellinen kosteus mitattiin eri työpisteistä Testo 635-mittarilla ja ne on esitetty Taulukossa 2. Kokoonpanopisteessä sijaitsevat uunit lämmittivät ilmaa ja lämpötila oli selvästi korkeampi kokoonpanopisteessä (mittauspiste 6) kuin mittauspisteessä 1 (Liite 1).

**Taulukko 2.** Olosuhteet eri työpisteissä.

Työpiste	Suhteellinen kosteus, %		Lämpötila, °C	
	8.3.2017	9.3.2017	8.3.2017	9.3.2017
mittauspiste 1, kokoonpanolinjaston loppu	27,2	24,2	17,8	20,5
mittauspiste 5, yläkerta	23,0	22,3	19,3	21,2
kokoonpano, mittauspiste 6	26,0	22,3	19,8	21,9

## 3 TULOKSET

Taulukossa 3 on esitetty hengittyvän pölyn pitoisuudet mitattuna eri mittauspisteissä. Kokoonpanolinjaston alku- ja loppupäässä pitoisuudet olivat samaa luokkaa molempina mittauspäivinä. Kokoonpano-osaston keskellä sen sijaan mitattiin selkeästi suurempi hengittyvän pölyn pitoisuus toisena mittauspäivänä. Valvo-



mon vieressä sijaitsevan mittauspisteen pölypitoisuus oli korkeampi ensimmäisenä mittauspäivänä. Yläkerrassa, mittauspisteessä 5 pölypitoisuus oli matala molempina päivinä.

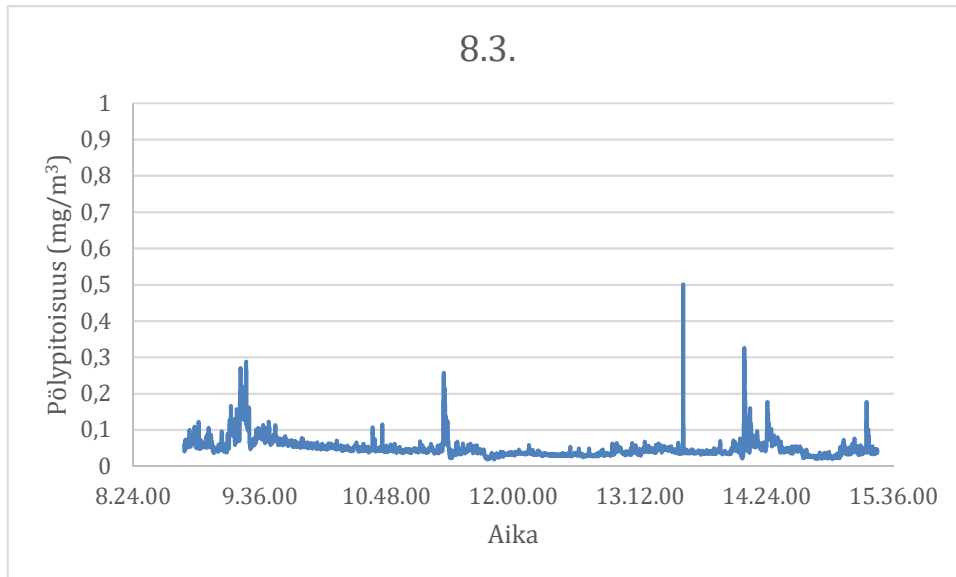
Taulukossa 4 on esitetty Dust Trak-mittarin tiedoista lasketut keskiarvot ja pitoisuusvaihtelut mittauspäivinä. Keskiarvopitoisuus oli hieman alhaisempi toisena mittauspäivänä. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty pölypitoisuuden vaihtelua päivän aikana. Kuvista nähdään, että molempina päivinä pölypitoisuus on valtaosan ajasta alhainen (alle 0,1 mg/m<sup>3</sup>). Pitoisuuden hetkittäiset nousut selittyvät hyvin pitkälti trukki liikenteellä mittauspisteen läheisyydessä.

**Taulukko 3.** Mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet.

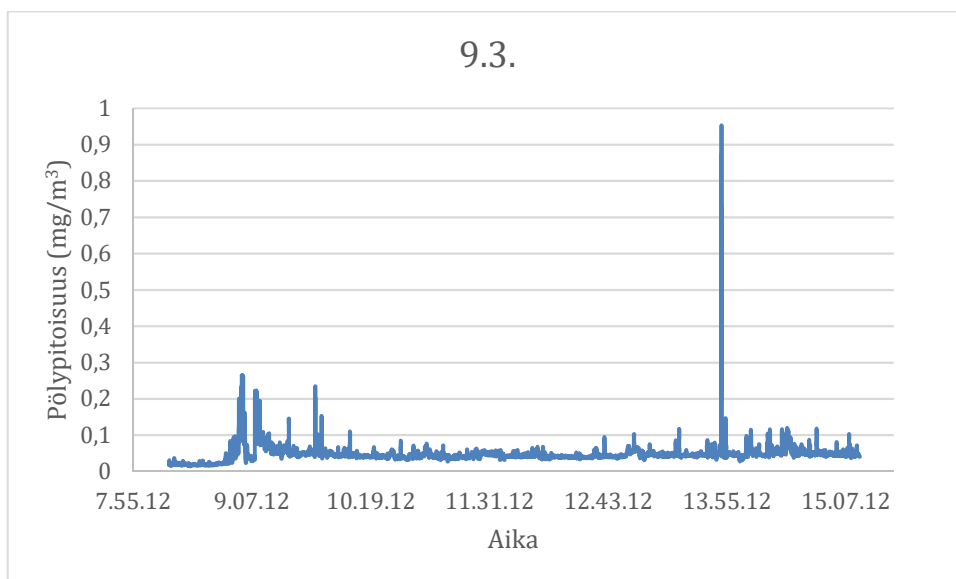
Mittauspiste	Pitoisuus mg/m <sup>3</sup>	
	8.3.2017	9.3.2017
Kokoonpanolinjaston loppu, 1	0,13	0,13
Kokoonpanolinjaston alkupää, 2	0,12	0,13
Keskellä kokoonpanoa, 3	0,09	0,16
Valvomon vieressä, 4	0,14	0,06
Kupariputkien taivutus, yläkerta, 5	0,04	0,06

**Taulukko 4.** Dust Trak –mittarin tulokset.

	8.3.2017	9.3.2017
Mittausajan keskiarvo, mg/m <sup>3</sup>	0,05	0,048
Pitoisuuksien vaihteluväli, min...max, mg/m <sup>3</sup>	0,019...0,501	0,015...0,953



**Kuva 2.** Pölypitoisuus mitattuna jatkuvatoimisella DustTrak –hiukkasmittarilla mitauspisteessä 1 (8.3.2017).



**Kuva 3.** Pölypitoisuus mitattuna jatkuvatoimisella DustTrak –hiukkasmittarilla mitauspisteessä 1 (9.3.2017).



## 4 TULOSTEN TULKINTA

Työpaikan ilmasta mitattuja pitoisuuksia verrataan yleensä yksittäisten yhdisteiden haitalliseksi tunnettuihin pitoisuuksiin (HTP-arvoihin). HTP-arvot ovat Sosiaali- ja terveysministeriön arvioita työntekijän hengitysilman epäpuhtauksien pienimmistä pitoisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden terveydelle tai lisääntymisterveydelle. Epäorgaanisen ja orgaanisen pölyn kahdeksan tunnin HTP-arvot ovat  $10 \text{ mg/m}^3$  ja  $5 \text{ mg/m}^3$  (Sosiaali- ja terveysministeriö 2016).

Kaikki mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet alittivat 8 h HTP-arvot ja olivat suurimmillaan vain 1,6 % epäorgaaniselle pölylle annetusta kahdeksan tunnin HTP-arvosta ja 3,2 % orgaaniselle pölylle annetusta kahdeksan tunnin HTP-arvosta. On kuitenkin huomioitava, että mitatut pitoisuudet eivät suoraan kuvaa työntekijöiden altistumistasoja, sillä näytteet kerättiin kiinteistä pisteistä, joissa pitoisuudet ovat tyypillisesti alhaisemmat kuin hengitysvyöhykkeeltä mitatut pitoisuudet.

Mittausten tarkoituksena oli verrata tuotantotilan pölypitoisuuksia kahtena eri päivänä, joista toisena päivänä olivat päällä hallin puhaltimet ja toisena päivänä säteilylämmittimet. Tuloksia tulkitessa on huomioitava se, että tuotantotiloissa oli erilaista toimintaa eri päivinä ja on vaikea päätellä aiheutuivatko muutokset pölypitoisuuksissa hallin toiminnoista, puhaltimen/säteilylämmittimien toiminnasta vai molemmista. Toisena mittauspäivänä (säteilylämmittimet päällä) hallissa oli huomattavan paljon vähemmän trukkiliikennettä ja liikennettä nosto-oven läheisyydessä. Lisäksi mittauspisteen 5 läheisyydessä ei työskennelty lainkaan toisena päivänä. Sen sijaan mittauspisteen 2 läheisyydessä oli toisena päivänä enemmän toimintaa kuin ensimmäisenä päivänä.

Tulokset edustavat mittaushetken tilannetta.

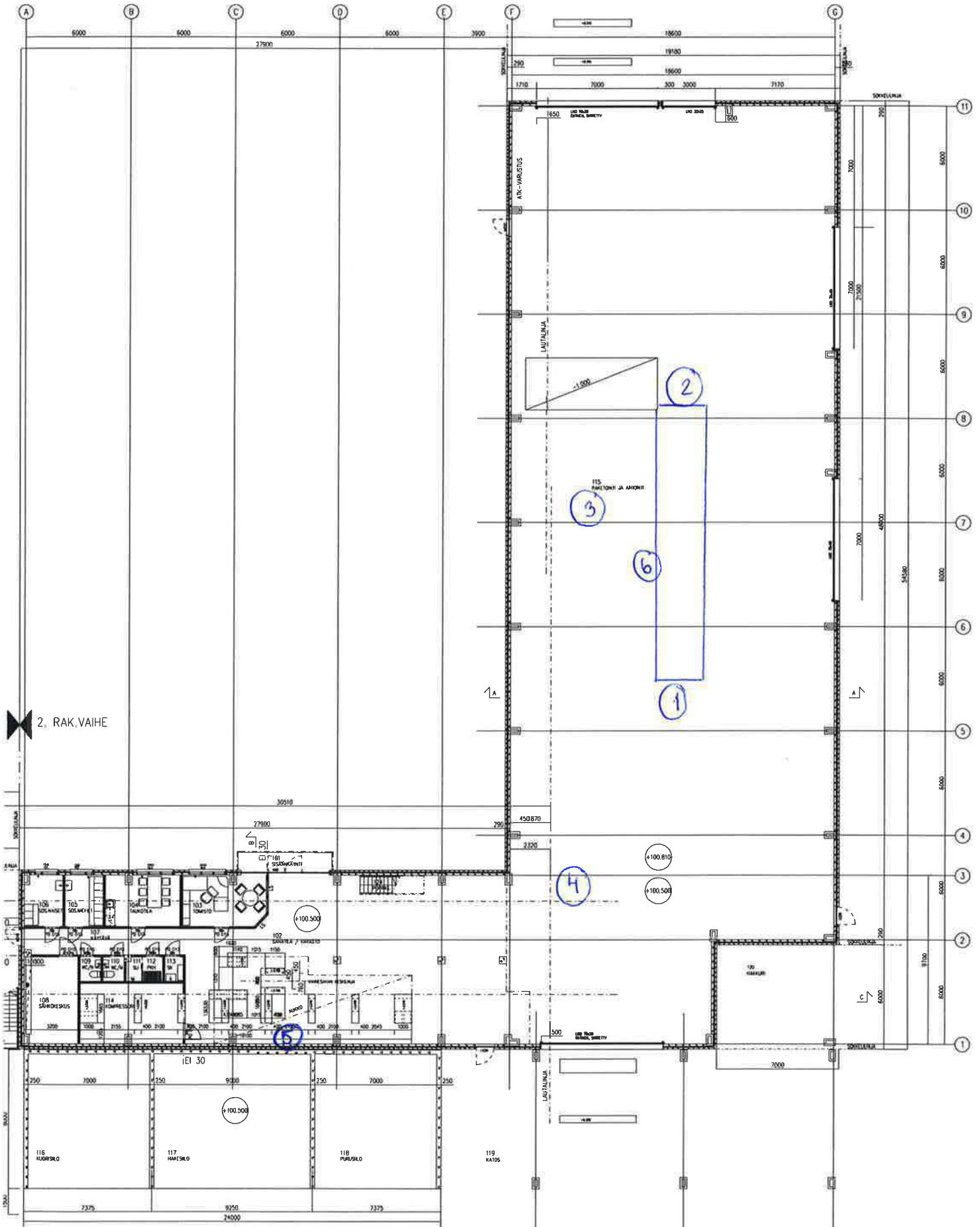
### LÄHTEET:

Sosiaali- ja terveysministeriö 2016. HTP-arvot 2016. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2016:8. Helsinki 2016.

# Luote 1. Mittauspisteet

- ① kokoonpanolinjaston loppu
- ② kokoonpanolinjaston alkupää
- ③ keskellä kokoonpanoa

- ④ valvomon vieressä
- ⑤ kupariputkien taivutus, yläkerta
- ⑥ kokoonpano (lämpökilaja kosteusmittaus)



2. RAK.VAIHE

**Certificate of Calibration****Certificate No: 201702076****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 702865 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>11,8</b>	<b>0,5</b>
<b>32,9</b>	<b>32,5</b>	<b>-0,4</b>
<b>75,4</b>	<b>74,8</b>	<b>-0,6</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,781</b>	<b>0,121</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio

**Certificate of Calibration****Certificate No: 201702077****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 703247 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>12,1</b>	<b>0,8</b>
<b>32,9</b>	<b>32,3</b>	<b>-0,6</b>
<b>75,4</b>	<b>74,5</b>	<b>-0,9</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,847</b>	<b>0,187</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio

**Certificate of Calibration****Certificate No: 201702078****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 702843 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.

Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.

Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>11,8</b>	<b>0,5</b>
<b>32,9</b>	<b>32,1</b>	<b>-0,8</b>
<b>75,4</b>	<b>74,3</b>	<b>-1,1</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,867</b>	<b>0,207</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio



**Certificate of Calibration****Certificate No: 201702079****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 702857 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>11,5</b>	<b>0,2</b>
<b>32,9</b>	<b>32,5</b>	<b>-0,4</b>
<b>75,4</b>	<b>74,8</b>	<b>-0,6</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,721</b>	<b>0,061</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio

**Certificate of Calibration****Certificate No: 2017020710****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 703246 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>12,2</b>	<b>0,9</b>
<b>32,9</b>	<b>32,3</b>	<b>-0,6</b>
<b>75,4</b>	<b>74,5</b>	<b>-0,9</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,778</b>	<b>0,118</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio

**Certificate of Calibration****Certificate No: 2017020711****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 702840 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref. value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
<b>11,3</b>	<b>12,0</b>	<b>0,7</b>
<b>32,9</b>	<b>32,5</b>	<b>-0,4</b>
<b>75,4</b>	<b>74,7</b>	<b>-0,7</b>

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurement error (B - A)
<b>20,66</b>	<b>20,668</b>	<b>0,008</b>

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio

**Certificate of Calibration****Certificate No: 2017020712****Instrument: Tinytag logger Ultra 2 TGP-4500 No: 703263 humidity and Temperature logger****Customer: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy****Calibrating instruments:**

ETI Reference Thermometer No: D15020359 and sensor integral 130mm Pt-100 Probe Certificate No: K058-13757.  
 Accuracy +/- 0,03 °C + instrument resolution +/- 0,01 °C. Cal Date: 03 February 2017. Cal Due 03 February 2018.  
 Humidity: LiCl 11,3 %RH Saturated Salt solutions Certificate No: K008-X02091 Uncertainty +/-0,6%RH, MgCl 32,9%RH  
 Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Y02340 Uncertainty +/-0,8 %RH ,NaCl 75,4 %RH Saturated Salt  
 solutions.Certificate No K008-Z03144 Uncertainty +/- 1,1 %RH. Saturated Salt solutions Certificate No: K008-Z01959  
 K2SO4 97,4%RH. Uncertainty +/-1,3 %RH

**Reference instruments and equipments certificate and traceability:**

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service (UKAS) and Finnish Accreditation Service (FINAS). It provides traceability of measurements to the SI system of units and/ or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes, including the National Institute of Standards and Technology (NIST)

Ambient conditions/ humidity 23 %RH, Temperature 20 °C, Pressure 1040 hPa

Uncertainty of measurements 11...90%RH +/- 2,0%, 90...97,4%RH +/-3,0%RH, temperature +/- 0,3°C

**Measurement results %RH**

Ref.value (A) %RH	Instrument display(B) %RH	Measurement error %RH (B-A)
11,3	12,2	0,9
32,9	32,6	-0,3
75,4	74,8	-0,6

**Measurement results °C**

Ref value(A) °C	Instrument display (B)	Measurment error (B - A)
20,66	20,663	0,003

Calibration date 07.02.2017

Next Calibration Due 07.02.2018

Calibrated by:



Rauno Saarnio



## Service Repair Report

RMA	30168996	Repair Type	Z2 : Non Warranty
Service Sales Order	20706931	Serial Number	55904528
PO Number	20705170		

### Appendix A - Product Returned

Part Number	Description	Serial Number(s)	Qty
55901-4303	FLIR T620bx 45° (incl. Wi-Fi) (30 Hz)	55904528	1

### Appendix B - Problem Reported/Actions Taken

For calibration and service.

Calibration of camera system

- Verified calibration
- New calibration certificate

General overhaul and system checks

- Updated camera firmware
- Checked camera image & fusion alignment
- General cleaning of system
- Function test

Test OK.

### Appendix C - Parts and Labour

Part Number	Description	Serial Number(s)	Qty
GM-T1	Calibration & Overhaul		1,00



## Service Repair Report

RMA	30168996	Repair Type	Z2 : Non Warranty
Service Sales Order	20706931	Serial Number	55904528
PO Number	20705170		

**Service Date** : 2015-08-12

Bill To:  
YLEISELEKTRONIIKKA OYJ  
PO Box 73  
02201 ESPOO  
FINLAND  
0102891270

Ship To:  
YLEISELEKTRONIIKKA OYJ  
LUOMANNOTKO 6  
02200 ESPOO  
FINLAND  
0102891270

Thank you for choosing FLIR Systems AB for your servicing needs. We understand that you have choices in your infrared needs and we appreciate your business.

Should you have any problems or comments please contact us at phone number +46 (0)8 753 2500 .

**Appendix A** - List of equipment returned to us for repair and what was returned to you in this shipment.

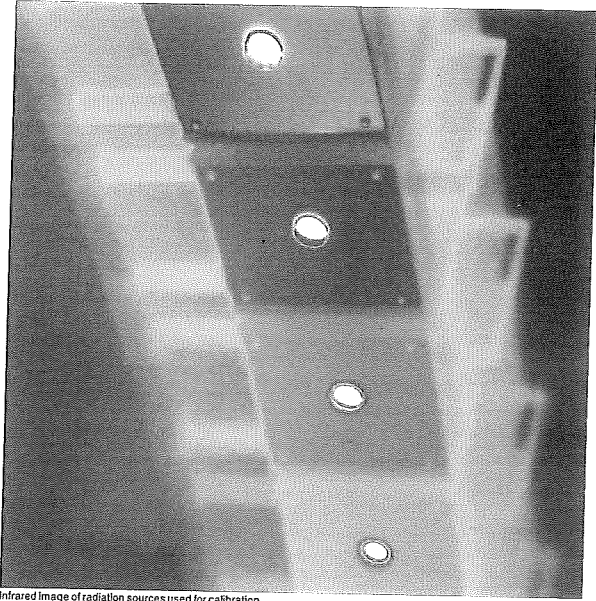
**Appendix B** - List of problem(s) reported and actions taken.

**Appendix C** - List of parts and labor used to facilitate the repair.



## Calibration certificate

Model: FLIR T620  
Serial: 55904528  
Site: FLIR Systems AB, Sweden  
Date: August 12, 2015



Infrared image of radiation sources used for calibration



This is to certify that the calibration of the camera identified on the reverse side of this card is carried out using radiation sources that are traceable to National Standards at the SP Technical Research Institute of Sweden, or to NIST, National Institute of Standards and Technology (USA).

Quality control



1558507

FLIR Systems AB  
P.O. Box 7376  
SE-187 15 Täby  
Sweden  
Telephone: +46 8 753 25 00  
Telefax: +46 8 753 23 64  
<http://www.flir.com>  
<http://support.flir.com>



# Kalibrointitodistus

Todistus No:201702075

Kalibroinnin kohde: **Alnor AXD 560M No: 02117034 Painemittari**

Asiakas: **Saimaan Ammattikorkeakoulu**

Käytetyt mittauslaitteet .Paine: Beamex Calibration Pump. Mitoimikalibraattori MC2-MF No:13679.Todistus No: K026-16P5949. Kalibroitu: 23.12.2016. Jäljitettävyys Finas K026 (IEC 17025).Vertailumittari Swema3000MD no 681989 Todistus no: K058- 13120. Kalibroitu 01.07.2016.Jäljitettävyys: Finas Finnish Accreditation Service K058 Ympäristöolosuhteet: Huoneolosuhteet vertailumittarin näyttämä 20 °C, ilman kosteus 23 %RH .Ilmanpaine 1039 hPa. Mittauksen tarkkuus: Arvioitu kokonaisepäätarkkuus 0...200Pa alueella +/- 0,4 Pa -300...1500 Pa alueella +/-1,0 Pa.

## Mittaustulokset Pa

Vertailuarvo(A) Pa	Mittarinnäyttämä(B) Pa	Erotus(B-A) Pa
-100,00	-100,8	-0,80
10,00	10,1	0,10
20,00	19,8	-0,20
50,00	49,7	-0,30
100,00	99,1	-0,90
200,00	199,0	-1,00
1000,0	994,0	-6,00
1500	1487	-13,00

Kalibrointi voimassa: 07.02.2018

Päivämäärä:07.02.2017 Rauno Saarnio

Kalibroinnin suorittaja:



Säteilypaneelien vaikutus työskentelyyn

- huono
- neutraali
- hyvä

Puhaltimien vaikutus työskentelyyn

- huono
- neutraali
- hyvä

Hallissa vallitseva lämpötila

säteilypaneelit päällä

- kylmä
- sopiva
- kuuma

puhaltimet päällä

- kylmä
- sopiva
- kuuma

Hallissa vallitseva ilmanlaatu

säteilypaneelit päällä

- huono
- sopiva
- hyvä

puhaltimet päällä

- huono
- sopiva
- hyvä

Yleisesti ottaen työolosuhteet

- ei miellytä
- normaalit
- miellyttää

Vapaamuotoinen kommentti työolosuhteisiin liittyen

Tuotantolaitoksen olosuhdemittaukset

Vastaukset

Säteilypaneelien vaikutus työskentelyyn

huono											0
neutraali	1	1	1	1							4
hyvä	1	1	1	1	1	1					6

Puhaltimien vaikutus työskentelyyn

huono	1	1	1	1	1	1	1				7
neutraali	1	1	1								3
hyvä											0

Hallissa vallitseva lämpötila: säteilypaneelit päällä

kylmä											0
sopiva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
kuuma											0

Hallissa vallitseva lämpötila: puhaltimet päällä

kylmä	1	1	1								3
sopiva	1	1	1	1	1	1	1				7
kuuma											0

Hallissa vallitseva ilmanlaatu: säteilypaneelit päällä

huono	1										1
sopiva	1	1	1	1	1	1					6
hyvä	1	1	1								3

Hallissa vallitseva ilmanlaatu: puhaltimet päällä

huono	1	1	1	1	1	1					6
sopiva	1	1	1								3
hyvä	1										1

Muuta huomioitavaa:

- SoundTex kankaan lämmittäminen tuottaa savua, joka koetaan epäterveelliseksi
- työviikon jälkeen, kun puhaltimet olivat päällä, viikonlippuna yskiminen on lisääntynyt.

Yhteenveto

- ItuGraf-paneelit koetaan paremmaksi lämmitysjärjestelmäksi
- ilmanlaatu koetaan vähemmän pölyiseksi paneelien ollessa päällä
- säteilypaneelien ollessa päällä, hallissa tuntuu lämpösempi.