



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

RUOVEDEN JÄÄHALLIN LÄMPÖKUVAUS JA ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Aku Tervala

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Rakennusalan työnjohto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työjohto

TERVALA, AKU:

Ruoveden jäähallin lämpökuvaus ja energiatehokkuuden parantaminen

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Joulukuu 2015

Jatkuvasti tiukentuvat energiamääräykset luovat paineita uudisrakentamiselle ja olemassa olevan rakennuskannan korjaamiselle. Jäähalleille ei suoranaisesti ole määritelty omia energiatehokkuusvaatimuksia, mutta niissä piilee kuitenkin huomattava energiasäästöpotentiaali.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli esittää toimenpide-ehdotuksia Ruoveden jäähalliyhtiölle jäähallin energiatehokkuuden parantamiseksi. Työn tarkoituksena oli suorittaa lämpökamerakuvaus jäähallissa lämpövuotokohtien ja mahdollisten eristepuutteiden paikantamiseksi.

Opinnäytetyössä käsiteltiin jäähallien energiatehokkuutta sekä lämpökuvausta yleisellä tasolla ja esiteltiin Ruoveden jäähallin energian kulutusta ja rakenteita. Työn toiminnallinen osa käsitti Ruoveden jäähallin lämpökuvauksen ja sen tulosten tulkinnan. Pohjautuen teoreettiseen viitekehykseen ja lämpökuvaukseen annettiin toimeksiantajalle toimenpide-ehdotuksia energiatehokkuuden parantamiseen.

Lämpökuvauksessa suurimmat ilmavuodot havaittiin hallin lämpimien ja kylmien tilojen välisissä rakenteissa sekä hallin ulko-oven tiivisteissä. Näiden ilmavuotojen tiivistäminen ja eristäminen parantaisivat siis jäähallin energiatehokkuutta.

Ruoveden jäähallissa energiatehokkuutta voitaisiin parantaa myös hankkimalla uusi kylmäkoneisto nykyisen jo hieman vanhentuneen tilalle. Valaistuksen osalta saavutettaisiin pienempi energiankulutus vaihtamalla nykyiset halogeenilamput led-valaisimiin. Käyttökäytön henkilöstön kouluttamisella ja ohjaamisella olisi mahdollista saavuttaa vielä lisäsäästöä energiankäytössä.

Asiasanat: jäähalli, energiatehokkuus, lämpökuvaus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

TERVALA, AKU:

Thermography and Improvement of Energy Efficiency of Ruovesi Indoor Ice Rink

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 10 pages
December 2015

Increasingly stringent energy regulations create pressure for new construction and existing building stock reparation. There are no own energy efficiency demands for ice rinks but they reside in significant energy-saving potential.

The aim of this thesis was to present proposals for action to improve energy efficiency at Ruovesi indoor ice rink. The purpose of the thesis was to perform a thermographic survey at ice arena to locate heat losses and potential lack of insulation.

The thesis dealt with indoor ice rinks energy efficiency and thermography at a general level. Also Ruovesi indoor ice rink was introduced by its energy consumption and structures. The functional part of the thesis included the thermography and interpretation of the results at Ruovesi indoor ice rink. Based on theoretical framework and thermography there were given proposals for client for actions to improve energy efficiency.

The biggest air leaks at thermography were found in structures between warm and cold areas and at the front door seals. Sealing and isolation of these leaks would improve the energy efficiency of the ice rink.

The energy efficiency at Ruovesi ice rink could be improved by replacing the old refrigerating machine with modern type. By changing the old halogen lights to LED-lights would reduce energy consumption. With training and guidance to operating staff, there would be ways to reach even more savings in energy usage.

Key words: indoor ice rink, energy efficiency, thermography

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	RUOVEDEN JÄÄHALLI.....	6
	2.1 Rakenteet	6
	2.2 Energian kulutus	7
3	JÄÄHALLIEN ENERGIATEHOKKUUS	9
	3.1 Kylmäkoneisto	9
	3.2 Valaistus.....	10
	3.3 Lämmön- ja routaeristys	11
	3.4 Jäähallin ja jään ylläpito	11
4	LÄMPÖKUVAUS	13
	4.1 Yleistä	13
	4.2 Lämpökuvauksen valmistelu	14
	4.3 Lämpökuvaustulosten tulkinta.....	15
5	LÄMPÖKUVAUS RUOVEDEN JÄÄHALLISSA.....	17
	5.1 Kuvauskalusto.....	17
	5.2 Kuvauksen suorittaminen ja tulokset.....	18
6	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	20
	6.1 Kylmäkone.....	20
	6.2 Valaistus.....	20
	6.3 Lämmöneristäminen ja hallin tiiveys.....	21
	6.4 Jäähallin käyttö	21
7	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Lämpökuvausraportti	25

1 JOHDANTO

Jäähallit ovat erikoisrakennuksia sekä käyttötarkoitukseltaan että energiankulutukseltaan. Näissä erityispiirteissä piileekin suuri energiasäästöpotentiaali, sillä normaali yksiratainen jäähalli saattaa kuluttaa vuodessa 20 - 30 kertaa niin paljon sähköenergiaa kuin tavallinen omakotitalo. Suurin säästöpotentiaali on sellaisissa jäähalleissa, joissa kylmäkoneistosta saatavaa lauhde-energiaa ei hyödynnetä ja hallin lämmitys hoidetaan kaukolämmöllä. (Jäähallien energiatehokkuuden nykytilatutkimusraportti 2015, 2)

Toinen suuri asia, joka parantaa energiatehokkuutta jäähalleissa on riittävä ja toimiva lämmöneristys rakenteissa. Jäähallien lämmöneristämiseksi erityishaasteet luovat rakennuksien erityisvaatimukset. Normaalissa asuinrakennuksessa lämmöneristyksen tarkoituksena on pitää kylmä ilma ulkona ja lämmin sisällä, jäähalleissa lämmöneriste toimii toisinpäin. Lämmöneristyksen toiminnan tarkastelu onnistuu parhaiten rakenteita rikkomatta lämpökameralla. Lämpökamerakuvauksella saadaan selville lämmöneristyspuutteen lisäksi myös ilmanvuotokohtat. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 45–52)

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on laatia toimenpide-ehdotuksia Ruoveden jäähalliyhtiölle jäähallin energiatehokkuuden parantamiseksi. Työn tarkoituksena on tehdä lämpökuvaus jolla voidaan paikantaa mahdolliset lämpövuodot ja puutteet eristyksessä.

Ruoveden jäähalliin on suunnitteilla useita perusparannuksia tulevien vuosien aikana muun muassa valaistukseen ja kylmäkoneistoon. Tässä opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan rakenteiden ilmapuotoja, mahdollisia puutoksia lämmöneristyksessä sekä kylmäkoneiston tehokkaampaa hyödyntämistä.

2 RUOVEDEN JÄÄHALLI

Ruoveden jäähalli (kuva 1) on valmistunut vuonna 1997. Halli on rakennettu lähes tal-kootyöllä ja se otettiin käyttöön marraskuussa vuonna 1997. Pukuhuone- ja sosiaalitalat sekä kahvio valmistuivat joulukuussa 1998 (RuoSkA 2015). Halli on luokitukseltaan harjoitusjäähalli ja hallissa on 400 katsomopaikkaa.



KUVA 1. Ruoveden jäähalli (Kuva: Jukka Majala 2014)

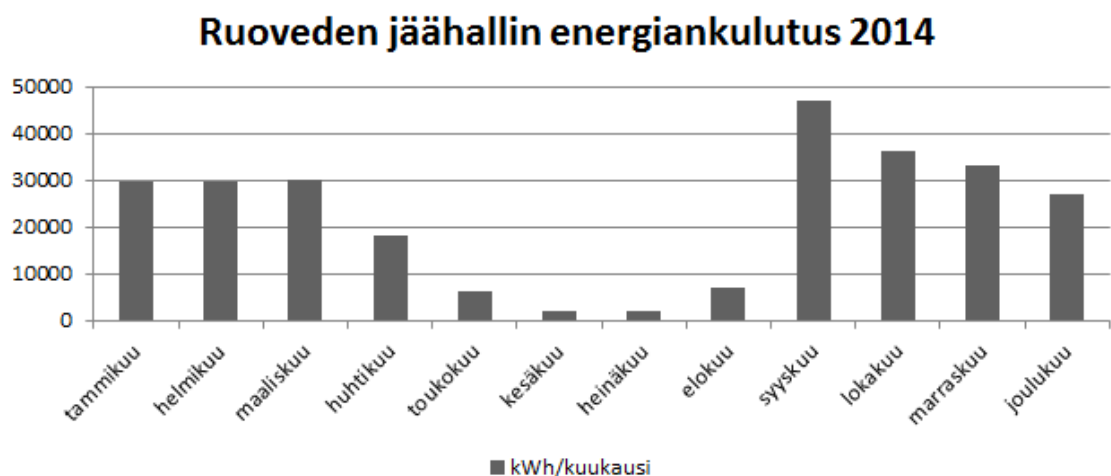
2.1 Rakenteet

Ruoveden jäähallin runko on rakennettu perustuksiin jäykästi kiinnitetyistä valssatuista I-pilareista ja jänneväliiltään 36 m pituisista teräputkipalkkirakenteisista kattoristikoista, jotka on sidottu toisiinsa puisin katto-orsin ja jäykistetty kahdesta kehävälisestä tuulisitein. Hallin yläpohja on kehien päälle rakennettu puurunkoinen, uretaanilevyillä eristetty rakenne. Katteena on aaltopeltiä. (Ramboll 2014.)

Seinät on koolattu sahatavaralla ja eristetty puhalletulla selluvillalla. Sisä- ja ulkopinnat on verhoiltu puulla räystäslinjaan asti. Rakenteen ulkopinnassa verhouksen alla on tuulensuojakipsilevy. Perustuksena toimivat tiivistetyn maanpinnan päälle valetut 1300 mm x 1800 mm teräsbetonirakenteiset pilarianturat. Teräsrakenne on kiinnitetty 400 mm x 400 mm pilarianturoihin M27 peruspultein. Valtaosa rakennuksen lattiapinta-alasta on maanvaraiseksi valettua teräsbetonilaattaa, jonka sisälle on asennettu kylmäaineputkisto jään jäädyttämistä varten. Muualla rakennuksessa on lattiapintana asfaltti. (Ramboll 2014.)

2.2 Energian kulutus

Ruoveden jäähalli kulutti noin 270 MWh energiaa vuonna 2014. Energian kulutuksen vaihtelu on suurta eri vuodenaikojen välillä (kuvio 2). Suurimmillaan energiankulutus on syyskuussa, kun jäänteko aloitetaan ja kylmäkoneisto käy täydellä teholla. (Majala 2015.)



KUVIO 1. Ruoveden jäähallin energiankulutus 2014 (Majala 2015, muokattu)

Merkittävimmät laitteet ja koneet, jotka vaikuttivat energiankulutukseen, sekä niiden tehot:

- Kylmäkone 2 x 30 kW
- Rataliuospumppu 12 kW
- Kenttävalaistus 16 kW
- Lämmitys ja lämmin käyttövesi 2 x 24 kW

- Ilmankuivaus 10–26 kW
- Keskuspölynimuri 16 kW
- Ilmalämpöpumput 2 x 4 kW

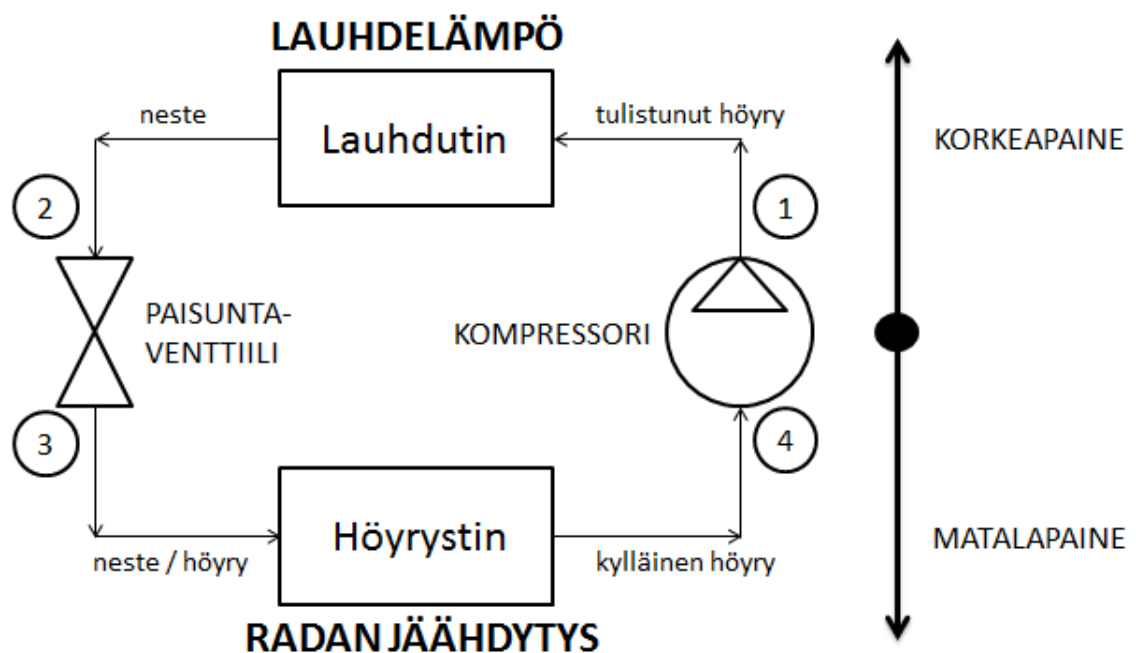
Hallissa kerätään lämmin käyttövesi kylmäkoneesta lämmönvaihtimen kautta varaajaan. Pukuhuone- ja sosiaalityötiloissa on käytössä lattialämmitys, varusteiden kuivaushuoneet lämmitetään ilmalämpöpumpuilla. Teknisissä tiloissa on käytössä suora sähkölämmitys. (Majala 2015.)

3 JÄÄHALLIEN ENERGIATEHOKKUUS

Jäähallien energiatehokkuuteen ja -kulutukseen vaikuttavat niin laite-, rakenne- kuin käyttöteknisetkin ominaisuudet. Yksittäisen tekniikan hallitseminen ei riitä hyvän lopputuloksen takaamiseksi, vaan on pystyttävä kokonaisuuden hallintaan. Näiden teknisten ominaisuuksien lisäksi ammattitaitoinen ja motivoitunut käyttöhenkilöstö on avainasemassa lopullisen toimintalaadun takaamiseksi. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 177.) Tässä luvussa käsitellään tätä kokonaisuutta eri ominaisuuksien kannalta.

3.1 Kylmäkoneisto

”Kylmälaitteisto on koko jäähallin sydän” (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 113). Kylmäkoneisto tuottaa jäähallin toimintaan tarvittavan kylmän ja myös hallin lämmittämiseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittavaa lämpöenergiaa. Kylmäkoneisto koostuu useista komponenteista, joista tärkeimmät ovat kompressorin, lauhdutin, paisunta-venttiili ja höyrystin. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 113.) Kuviossa 2 on kuvattu kylmäkoneiston toimintaperiaatetta.



KUVIO 2. Kylmäkoneiston periaatekuva (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 113)

Jäähdytysprosessissa kompressorin nostaa kaasumaisen kylmäaineen painetta, jolloin kylmäaineen lämpötila nousee (kuviossa 2 välillä 4-1). Kylmäaine jäähdytetään lauhduttamalla nesteeksi ja samalla se luovuttaa lämpöenergiaa ympäristöön (väli 1-2). Paisunta-venttiilissä kylmäaineen paine tasaantuu höyrystimen paineeseen (väli 2-3). Höyrystimessä kylmäaine höyrystyy ja sitoo lämpöä ympäristöstään (väli 3-4). (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 113.)

Kylmäaineen jäähdyttämisessä syntyy paljon lämpöenergiaa, lauhdelämpöä, ja sen tehokas hyödyntäminen on tärkeä osa kylmätekniikan suunnittelua. Lauhdelämpöä syntyy harjoitushallissa riittävästi kattamaan koko vuoden lämmitys- ja lämpimän veden valmistuksen energiantarve. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 1999, 89–90.)

Lauhde-energia on käytännössä ilmaisenergiaa, sillä se syntyy energian pääkäytön sivutuotteena. Lauhdelämmön tehokas hyödyntäminen lämmityksessä ja lämpimän veden tuotossa onkin jäähallin energiatehokkuuden keskeisin tekijä. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 45.)

3.2 Valaistus

Suomen jääkiekkoliitto ry, Jääkiekon SM-liiga Oy ja Opetusministeriö (2004) ovat antaneet ohjeistuksen koskien jäähallien valaistusta. Ohjeessa on annettu selkeästi kaikki raja-arvot eri hallityypeille tärkeimpien näköympäristöä määrittelevien ja valaistavuuden ominaisuuksien kannalta. Näitä ovat:

- luminanssijakauma
- valaistusvoimakkuus
- häikäisy
- valon suuntaus
- valon väri
- valon värinvalinta

Valaistuksen vaikutus energiankulutukseen riippuu käytettävästä lamputyypistä. Halogeenilampun kuluttama energia on moninkertainen verrattuna uusiin energiansäästölampuihin tai led-valaisimiin. Halogeenilamput myös tuottavat runsaasti lämpöenergiaa,

minkä takia jäähallin jäähdyttämiseen kuluu enemmän energiaa. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 60; Lamput – Tutkittua tietoa 2015)

3.3 Lämmön- ja routaeristys

Jäähallien ulkovaipan lämmöneristysten paksuus riippuu siitä, kuinka paljon lauhdeenergiaa hyödynnetään lämmitysenergiana. Jos lauhde-energian käyttöaste on suuri, voidaan vaipan eristävyys valita melko vapaasti. Jos taas ostoenergiaa tarvitaan paljon, ovat lämmöneristysmääräykset suuressa osassa lämmöneristävyiden määrityksessä. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 90–93.)

Routaeristuksen merkitys on suuri jäähallin energiatehokkuudessa, hallin lattiapinta-alasta suuren osan ollessa rata-aluetta ja sen lämpötilan ollessa -6 – -8 astetta. Routamitoituksen lähtökohtana on, että perusmaa ei saa routia rakenteen kuormista maahan syntyvän jännitys jakauman alueella. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 48, 97).

Rata-alueen routasuojauksessa on tavoitteena välttää rakennuspohjan routiminen, joka voi johtaa ikeroudan syntymiseen. Vaikka rakennuspohja ei olisikaan routivaa, on jääkentän ja rakennuspohjan väliin mitoitettava lämmöneristys jäähallin energiatehokkuuden saavuttamiseksi. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 49–50.)

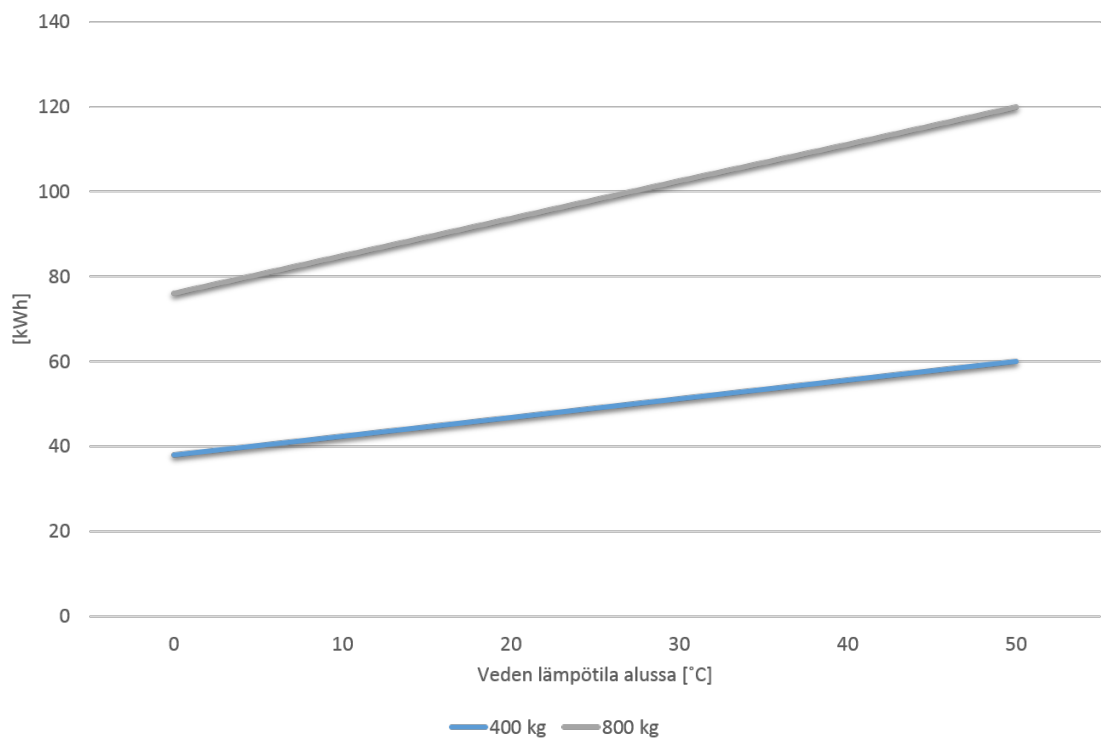
3.4 Jäähallin ja jään ylläpito

Jäähallin energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa monilla hallin ylläpito- ja huoltohenkilöstön jokapäiväisillä toimilla. Näitä toimia ovat Suomen jääkiekkoliiton ja Opetusministeriön (2007, 63–64) mukaan:

- Rata-alueen halliosan sisälämpötilan pitäminen mahdollisimman alhaisena.
- Tarpeettoman ilmanvaihdon välttäminen sekä puolilämpimien tilojen ja halliosan välisten kulkuyhteyksien pitäminen suljettuna.
- Jään lämpötilan pitäminen mahdollisimman korkeana. Vaadittava jäähdytysteho on suoraan verrannollinen jään pinnan lämpötilan ja huonelämpötilan erotukseen.

- Jään paksuuden pitäminen mahdollisimman pienenä, noin 20–30 mm. Jään paksuuden kasvaessa rata-alueen jäädytysteho alenee.
- Jäänhoidon suorittaminen mahdollisimman pienellä vesimäärällä, kuitenkin jään laatua vaarantamatta. Jäänhoitokoneen kunnosta huolehtiminen ja esimerkiksi höyläterän terävänä pitäminen auttavat vesimäärän pienentämisessä.
- Jäänhoitoon käytettävän veden lämpötilan pitäminen mahdollisimman alhaisena, kuitenkin ilman että jään laatu vaarantuu.
- Yleisvalaistuksen käyttäminen halliosan valaistuksena, kun rata-aluetta ei käytetä. Kenttävalaistus lisää sähkön ottotehoa ja rata-alueen lämpökuormaa. Samalla kokonaisenergian kulutus kasvaa.

Yksittäisen jäänhoitokerran vaatima energiamäärä on mahdollista jopa puolittaa pienentämällä vesimäärää ja alentamalla veden lämpötilaa, kuten kuviossa 3 on esitetty. (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 64.)



KUVIO 3. Vesimäärän ja veden lämpötilan vaikutus energiankulutukseen (Suomen jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö 2007, 64)

4 LÄMPÖKUVAUS

Rakennuksien sisäpintojen lämpötilat eivät ole koskaan tasaisia. Rakenteissa on aina pintalämpötilaeroja, mutta nämä poikkeamat eivät kuitenkaan aina merkitse rakenteiden tai eristeiden puutteita tai virheitä. Lämpökuvauksella ja tulosten oikeanlaisella ja osaavalla tulkinnalla päästään kuitenkin näiden puutteiden ja virheiden jäljille. (RT 14–10850, 2)

4.1 Yleistä

Lämpökamerat tulivat siviilimarkkinoille jo 1960-luvulla, jolloin ne olivat kooltaan suuria ja raskaita käsitellä. 1990-luvulta alkaen tekniikka on parantunut paljon ja kameroista on kehittynyt pienempiä, kevyempiä, tarkempia, halvempia ja yksinkertaisempia käyttää. Tämä on mahdollistanut lämpökuvauksen myös rakennusten kuvauksessa. (Paloniitty 2004, 9.)

Paloniitty (2004, 9) listaa mahdollisia asioita joita lämpökameralla voidaan selvittää:

- asumisviihtyvyys
- vaipan ilmanpitävyys
- rakenteiden fysikaalinen toiminta
- tietyin edellytyksin kosteusvauriot
- homevauriot
- talotekniikan viat ja puutteet.

Perustapauksessa lämpökuvaukseen sisältyy rakennuksen ulkovaipan kuvaus. Kuvauksella pyritään löytämään vaipan viat ja puutteet. Löydetyt poikkeamat raportoidaan lämpö- ja visuaalikuvina ja ongelmapaikat merkitään pohjapiirustuksiin. Lämpökuvauksen yhteydessä mitataan myös suureet sisä- ja ulkoilmasta, kuten lämpötilat, kosteudet, paine-erot ja aistinvaraiset havainnot. Näiden tietojen pohjalta saadaan tietoa ilmanvaihdosta ja sen toimivuudesta, sisäilman laadusta ja muista viihtyvyyteen vaikuttavista ongelmista. Tulosten pohjalta voidaan myös tehdä johtopäätöksiä ja jatkotoimenpide-ehdotuksia. (Paloniitty 2004, 9.)

Lämpökamerakuvaus perustuu kuvattavien pintojen emittoimaan eli lähettämään lämpösäteilyyn. Kaikki materiaalit ja pinnat emittoivat säteilyä ja sen voimakkuus riippuu pinnan emissiokertoimesta ja pintalämpötilasta. Pinnan emissiokerroin on luku välillä 0–1, joka tulee pinnan kyvystä säteillä infrapunaenergiaa suhteessa täydelliseen säteilijään jonka emissiivisyys on 1. Täydellinen säteilijä on mustakappale, joka absorboi kaiken siihen kohdistuvan säteilyn. Useimpien rakennusmateriaalien emissiivisyys on yleensä lähellä lukuarvoa 1 (taulukko 1), jolloin kuvaustilanteissa saadaan riittävän tarkkoja mitaustuloksia. (Paloniitty 2004, 15–18.)

TAULUKKO 1. Yleisimpien rakennusmateriaalien emissiivyyuskertoimia 20 C asteen lämpötilassa (Paloniitty 2004, 9)

Materiaali	Emissiivisyys	
	min	max
Alumiini	0,04	0,97
Betoni	0,95	0,97
Kuitulevy huokoinen		0,85
Kuitulevy kovalevy		0,75
Lastulevy		0,9
Laasti	0,87	0,94
Lakkapinta		0,93
Maalipinta	0,88	0,96
Maaperä		0,92
Muovimatto		0,94
Muovilaminaatti		0,94
Paperi	0,7	0,9
Puu	0,7	0,98
Puuvaneri		0,82
Kipsilevy käsittelemätön		0,9
Rappauspinta	0,85	0,95
Tapetti		0,9
Tervapaperi	0,93	0,95
Tiilimuuraus		0,94

4.2 Lämpökuvauksen valmistelu

Lämpökuvauksen suorittamista varten on tehtävä joukko erilaisia valmistelevia toimenpiteitä. Kuvattavasta tilasta on siirrettävä irtokalusteet pois niiltä seiniltä joihin kuvaus tehdään. Tämä tulee tehdä 12 tuntia ennen kuvausta. Kuvattavissa tiloissa ilmastoinnin ja

lämmityksen tulee olla normaaleilla asetuksilla 24 tuntia ennen kuvauksen aloittamista. (Ratu 1213–S, 3.)

Kuvaajan tulee selvittää ennen kuvausta tiedot rakennuksesta ja ympäröivistä olosuhteista. Näistä esimerkkeinä ulkolämpötila, tuulen nopeus, sisälämpötila, rakennuksessa vallitseva paine-ero ja rakennuksen rakenteet. Näiden tietojen pohjalta kuvaaja tekee suunnitelman kuvauksesta. Mahdollisia ongelmakohtia voidaan myös arvioida tutkittujen tietojen perusteella. (Ratu 1213–S, 4.)

4.3 Lämpökuvaustulosten tulkinta

Lämpökuvauksen kriittisin vaihe on tulosten tulkinta. Tulokinnassa lämpökamerakuvista saadaan selville rakennuksen poikkeamien vakavuus ja pystytään päättelemään tarvittavat korjaustoimenpiteet. Tulokinnon onnistumisen ehtona on, että lämpökuvaus on suoritettu oikein. (Paloniitty 2004, 69–70.)

Lämpökuvauksessa havaitut puutteet ja viat, raportoidaan ja niille esitetään korjausta tai jatkotutkimuksia. Tällaisia vikoja ja puutteita ovat Paloniityn (2004, 75) mukaan

- kosteusvaurioepäilyt
- eristeiden puuttumiset tai suuret epätasaisuudet
- sisäpintojen pintalämpötilat alittavat asumisterveysohjeen välttävän tason oleskeluvyöhykkeellä
- sisätilojen ylipaineesta aiheutuvat ilmavuodot rakenteisiin
- ilmavuodot, joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan (radon ja mikrobit)
- muut talotekniikan viat ja puutteet.

Lämpökuvauksen tulosten tulkintaan käytetään terveydellisiä ohjeita, koska rakenteelliset viranomaismääräykset ja ohjeet eivät anna selkeitä raja-arvoja tai lukuarvoja pintalämpötiloista. Terveydelliset ohjeet antavat rakennukselle minimitason ja tavoitetason. Tavoitetaso on uudisrakentamisessa tavoiteltava taso. Minimitaso koskee kaikkia asuinhuoneistoja rakennuksen iästä riippumatta. (Paloniitty 2004, 72.)

Tulkinnassa on kuitenkin muistettava, että kuvattaessa muita kuin asuinrakennuksia, on tuloksia käsiteltävä eri kriteerien mukaan. Näissä rakennuksissa, kuten esimerkiksi jäähalleissa, raja-arvot tavoiteltavaan tasoon saadaan rakennuksen käyttötarkoituksesta ja vallitsevista olosuhteista. (Paloniitty 2004, 73–74)

5 LÄMPÖKUVAUS RUOVEDEN JÄÄHALLISSA

Lämpökuvaus suoritettiin Ruoveden jäähallissa keskiviikkona 14.10.2015. kello 9.00 – 12.00. Kuvauksen kohteena olivat jäähallin sosiaalitilat, eli kahvio ja pukuhuoneet, sekä rata-alue. Ulkolämpötila oli kuvauksen ajan noin 8 celsiusastetta, rata-alueen lämpötila hallissa oli -3 celsiusastetta ja lämpimissä tiloissa lämpötila oli tilasta riippuen 20–24 celsiusastetta.

5.1 Kuvauskalusto

Lämpökamera, jota käytettiin kuvauksessa, oli Flir E60bx -kamera (kuva 2), joka oli lainassa Tampereen ammattikorkeakoulun mittausspalvelusta. Kameran IR-resoluutio on 360 x 240 pikseliä, lämpötilaherkkyys $<0,045$ °C ja lämpötilan mittausalue -20 – +120 °C. Laitteen paino on 880 grammaa, joten sen käsittely on helppoa. (FLIR E-Series bx: Flir 2013)

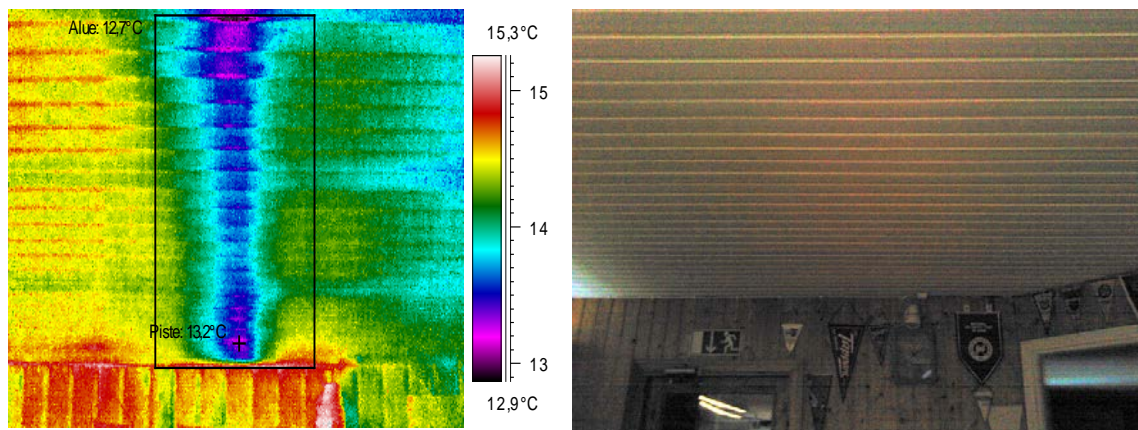


KUVA 2. Flir E60bx -lämpökamera. (FLIR E-Series bx: Flir 2015)

Kuvauksen apuna käytettiin dataloggereita jotka mittasivat ulko- ja sisäilman kosteutta ja lämpötilaa viiden minuutin välein. Käytössä oli myös paine-eromittari hallin ja ulkoilman paine-eron mittaamiseen.

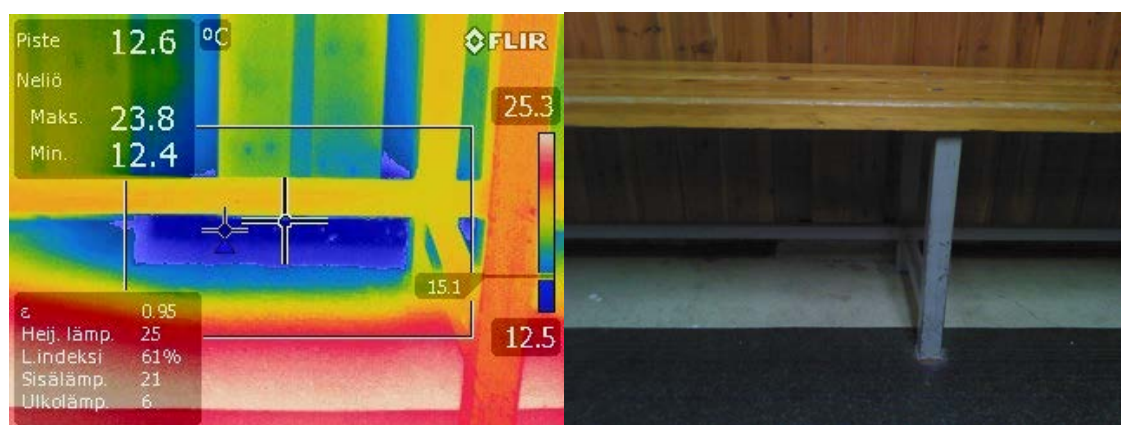
5.2 Kuvauksen suorittaminen ja tulokset

Kuvaus aloitettiin jäähallin kahviosta. Kahviosta kuvattiin ulkoseinät, lattia ja katto. Ilmavuotoja löytyi kummastakin kahvion ovesta sekä rata-aluetta vasten olevasta lattianrajasta. Myös mahdollinen puutteellinen eristys havaittiin kahvion katossa (kuva 3).



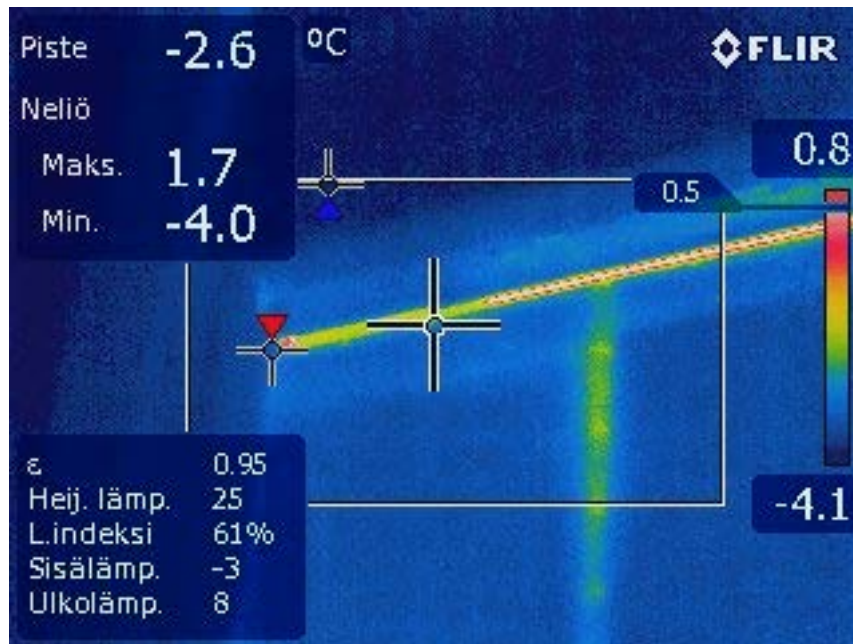
KUVA 3. Kahvion katon mahdollinen puutteellinen eristys

Kahvion jälkeen kuvattiin hallin pukuhuoneet. Pukuhuoneissa kuvattiin ulkoseinät ja rata-aluetta vasten olevat seinät. Suurimmat ilmavuodot olivat lattianraossa ulkoseinällä. Ilmavuoto johtui kantavan teräspilarin kiinnityksestä valettuun anturaan. Liitoksen alareuna oli jätetty paljaaksi ja eristämättä (kuva 4).



KUVA 4. Kylmäsilta pukuhuoneen lattianrajassa

Lämpimien tilojen jälkeen kuvattiin rata-aluetta ja sen rakenteita. Rata-alueen kuvauksessa havaittiin vain pieniä ilmavuotoja jäähallin ulko-oven puoleisella seinällä (kuva 5), mikä johtuu seinän rakenteesta. Jäähallin ulko-ovi on kiinni seinärakenteessa, joka voidaan siirtää tarvittaessa sivuun esimerkiksi kesällä jäähallissa pidettävien konserttien tai muiden tapahtumien vuoksi. Näin halliin voidaan ajaa kuorma-autolla sisään. Tämän suuren ”liukuoven” tiivistys on puutteellinen ja sitä kautta energiaa menee hukkaan.



KUVA 5. Jäähallin ulko-oven yläreunan ilmavuoto

6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Luvussa 5 esiteltyjen mittaustulosten ja aiempien lukujen teorian tiedon perusteella laadittiin Ruoveden jäähalliyhtiölle toimenpide-ehdotuksia parantamaan jäähallin energiatehokkuutta ja pienentämään energiankulutusta.

6.1 Kylmäkone

Ruoveden jäähallin kylmäkone on edelleen alkuperäinen, lähes 20 vuotta vanha. Kylmäkone on edelleen toimiva ja kylmäteholtaan riittävä Ruoveden hallin tarpeisiin. Kylmäkone käyttää kuitenkin kylmäainetta R22, joka on käyttökiellossa vuoden 2015 alusta alkaen. Käyttökielto tarkoittaa sitä, ettei jäähdytysjärjestelmiin saa enää lisätä kyseistä kylmäainetta, vaikka se olisi talteen otettua ja puhdistettua.

Kylmäaineen ollessa käyttökiellossa kannattava toimenpide on vaihtaa kylmäkoneisto uuteen, nykyaikaisella ja ympäristöystävällisellä kylmäaineella toimivaan laitteistoon. Tällä tavalla voidaan valita hallin käyttömäärälle hyötysuhteeltaan toimivin kylmäaine ja kylmäkonetyyppi.

Kylmäkoneen energiatehokkuuden määrittelee myös omalta osaltaan lauhdelämmön hyödyntäminen. Ruoveden jäähallin kokoisessa hallissa lauhdelämpöä hyödyntämällä pystytään täyttämään lämpimän veden lämmitystarve sekä lämpimien tilojen lämmitys. Nykyinen kylmäkone tuottaa lämpimän käyttöveden Ruoveden jäähalliin ja onkin tärkeää energiatehokkuuden kannalta, että jatkossakin lauhdelämmöllä katetaan lämmitystarve.

6.2 Valaistus

Valaistus Ruoveden jäähallissa on toteutettu halogeenilampuilla, jotka kuluttavat runsaasti energiaa ja tuottavat huomattavan määrän lämpöä, joka taas nostattaa hallin energiankulutusta jäähdytystarpeen lisääntyessä.

Parannustoimenpiteenä on vaihtaa käytössä olevat halogeenilamput vähän energiaa kulluttaviin led-valaisimiin. Led-valaisimet kestävät jopa 20 kertaa pidempään kuin tavalliset halogeeni-lamput. Niiden valomäärä on huomattavasti suurempi ja lämmöntuotto reilusti pienempi. Led-valaisimien ostohinta on kalliimpi kuin muiden lampputyypin, mutta pitkällä tähtäimellä ne maksavat itsensä takaisin. Led-valaisimien hyviä puolia ovat myös nopea syttyminen ja värin säilyminen pitkään. (Lamput – Tutkittua tietoa 2015)

6.3 Lämmöneristäminen ja hallin tiiveys

Lämmöneristäminen on tehty Ruoveden jäähallissa huolellisesti ja riittävästi, ottaen huomioon hallin käyttötarkoituksen. Seinärakenteet on eristetty puhallusvillalla ja kattorakenteisiin tehty uretaanieristys paransi reilusti hallin energiatehokkuutta. Jäähallin lämpimissä tiloissa havaittiin ilmavuotoja rata-alueen vastaisissa osissa, kuten ovissa. Myös hallin sisäänkäynti on heikosti tiivistetty ja siinä on havaittavissa ilmavuotoa.

Energiatehokkuuden kannalta olisi tärkeää että suurimmat ilmavuodot saataisiin tukittua, jottei syntyisi turhaan energiankulutusta. Ovissa ja ikkunoissa helpoin korjauskeino on tiivisteiden uusiminen. Sisäänkäynnin ”liukuovi” olisi myös hyvä tiivistää talvella ja muulloinkin kun sitä ei tarvita.

Vaihtoehtoisesti sisäänkäyntiä voitaisiin parantaa asentamalla siihen tuulikaappi, joka estäisi ilmavuodot tehokkaasti. Tuulikaapin tulisi kuitenkin olla liikuteltavissa, sillä halliin on tarpeellista päästä ajamaan isommillakin ajoneuvoilla, esimerkiksi hallissa järjestettävien konserttien ja muiden tapahtumien takia.

6.4 Jäähallin käyttö

Jäähallin käytön energiatehokkuuteen vaikuttaa suurelta osin hallin käyttäjät ja henkilökunta. Kaikki hallin käyttäjät voivat omalta osaltaan parantaa toimintaa esimerkiksi pitämällä huolta siitä, että kaikki kylmien ja lämpimien tilojen ovet ovat tiiviisti suljetut eikä rata-alueen valoja käytetä turhaan.

Ruoveden jäähallissa on päivittäin jäänhoitokertoja päivästä ja pelien lukumäärästä riippuen noin 4–9. Jokainen näistä ajokerroista kuluttaa vettä noin 650 litraa haaleaa vettä. Hallin henkilökunta voi edesauttaa energiatehokkuutta omilla toimillaan. Jäänhoidossa veden määrän pienelläkin vähentämisellä ja veden lämpötilan laskemisella on suuri merkitys energian säästämiseksi, kuten luvussa 3.4 ja kuviossa 3 osoitetaan. Myös laitteiden ja koneiden kunnossapitäminen ja huoltaminen vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen.

7 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia toimenpide-ehdotuksia Ruoveden jäähallille paremman energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Työn tarkoituksena oli suorittaa lämpökuvaus, jonka avulla voitiin paikantaa rakenteiden lämpövuodot ja mahdolliset eristepuutokset. Aihe oli todella ajankohtainen, sillä Ruoveden jäähalliin on suunnitteilla parannuksia tulevien vuosien aikana. Myös jatkuvasti kiristyvät energiamääräykset luovat työlle oman lisäarvon.

Jäähallin lämpökuvaus sujui ilman suurempia ongelmia, ainoastaan sääolosuhteet eivät täysin vastanneet ihanteita osassa kuvista. Mittauksen luotettavuuden kannalta ihanteellisin tilanne olisi, mikäli sisä- ja ulkoilman lämpötilaero olisi vähintään 15 celsiusastetta. Hallin lämpimien ja kylmien tilojen välillä suoritetuissa lämpökuvissa vaadittava 15 celsiusasteen ero saavutettiin. Kuvattaessa hallin kylmän osan ulkoseiniä, lämpötilaero oli 11 celsiusastetta.

Kuvauksessa löydettiin useita lämpövuotokohtia sekä mahdollisia puutteita hallin eristyksessä. Merkittävistä lämpövuotokohdista tehtiin lämpökuvausraportit (liite 1), joista näkee selkeästi vuotojen vakavuuden ja mahdollisen korjaustarpeen. Lämpökuvien otto-paikat on merkitty liitteessä 2 olevaan pohjakuvaan.

Toimenpide-ehdotuksien esittäminen paremman energiatehokkuuden saavuttamiseksi vaati perehtymistä alan kirjallisuuteen ja julkaisuihin. Energiatehokkuus on monen eri osa-alueen summa ja yhtä ainoaa tietä onneen ei ole. Tässä opinnäytetyössä esitetyt ehdotukset toiminnan parantamisesta on yksi keino, joiden avulla Ruoveden jäähallissa voidaan saavuttaa säästöä energiankulutuksessa ja energian hyödyntämisessä.

LÄHTEET

FLIR E-series bx. 2013. Flir. Luettu 25.10.2015.

http://www.flir.com/uploadedFiles/Thermography_USA/Products/Product_Literature/flir-e-series-bx-datasheet.pdf

FLIR E60bx Infrared Camera. 2015. Flir. Luettu 17.11.2015.

<http://store.flir.com/product/e60bx-infrared-camera-refurbished/e-series-infrared-cameras>

Jäähalli. 2015. RuoSkA. Luettu 25.10.2015.

http://www.ruoska.fi/ruoska_ry/jaahalli/

Jäähallien energiatehokkuuden nykytilatutkimusraportti. 2015. Suomen jääkiekkoliitto.

<http://www.finhockey.fi/info/jaahallit/>

Jäähallien lämpö- ja kosteustekniikka. 2007. Suomen Jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 92. Tampere. Rakennustieto Oy.

Jäähallit ja tekojääkentät. 1999. Suomen Jääkiekkoliitto ja Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 71. Tampere. Rakennustieto Oy.

Lamput – Tutkittua tietoa. 2015. Lamputieto.fi. Luettu 24.11.2015.

<http://www.lamputieto.fi/lamput/>

Majala, J. Ruoveden Jäähalliyhtiön toimitusjohtaja. 2015. Jäähallin energiankulutus.

Sähköpostiviesti. jukka.majala@ruovesi.fi. Luettu 26.11.2015.

Paloniitty, S. 2004. Rakennuksen lämpökuvaus. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu

Ratu 1213-S. 2005. Rakennuksen lämpökuvaus – Lämpökuvaus, raportointi ja tilaaminen. Rakennustieto RT ry.

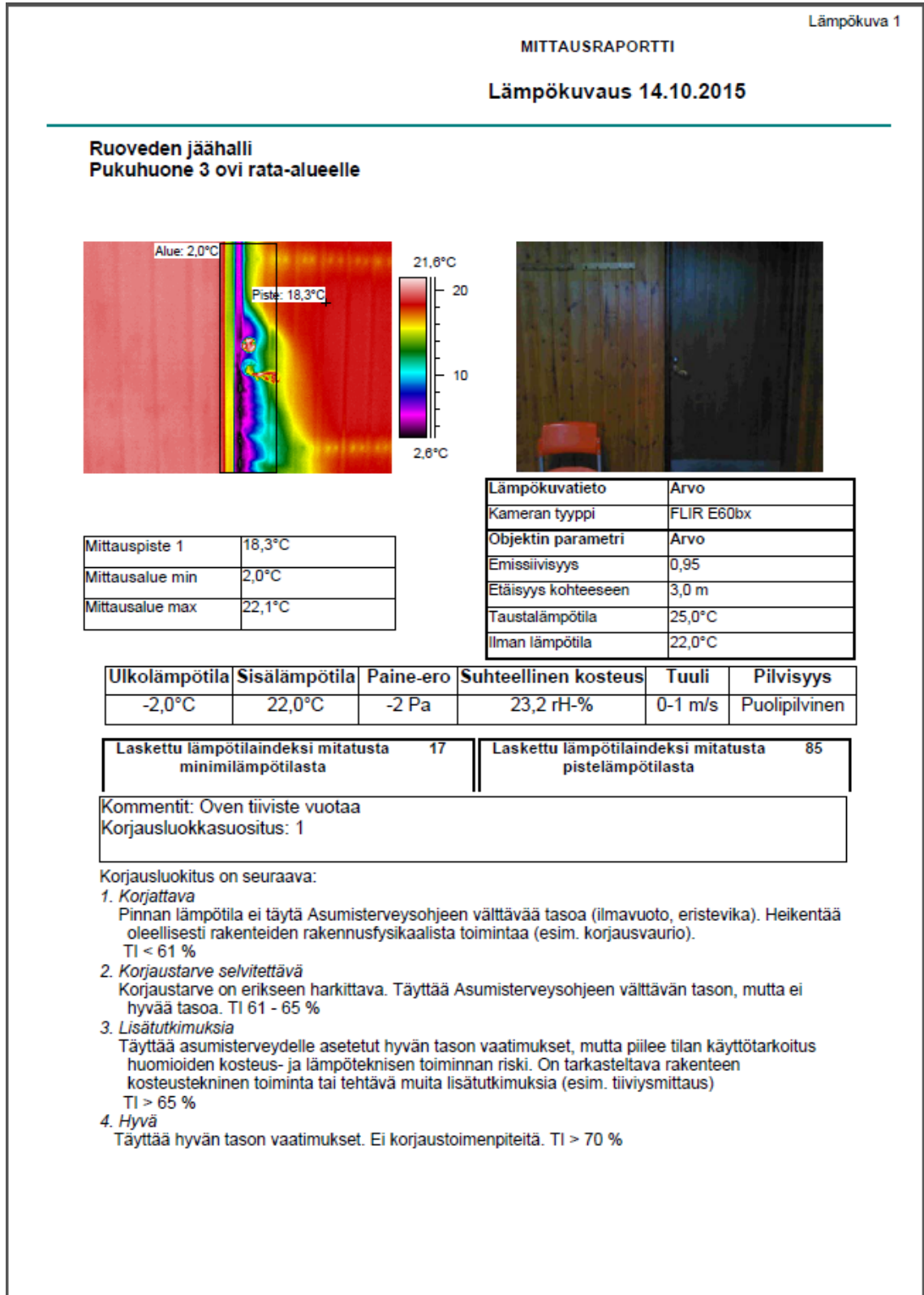
RT 14-10850. 2005. Rakennuksen lämpökuvaus – Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus. Rakennustieto RT ry.

Ruoveden harjoitusjäähalli – Kuntotutkimusraportti. 2014. Ramboll.

LIITTEET

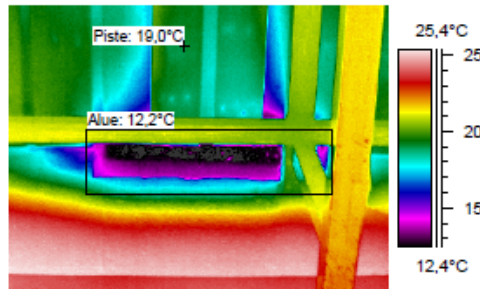
Liite 1. Lämpökuvausraportti

1 (9)



MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

Ruoveden jäähalli
Pukuhuone 3 ovi rata-alueelle

Mittauspiste 1	19,0°C
Mittausalue min	12,2°C
Mittausalue max	21,8°C

Lämpökuvatieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	22,0°C

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisyys
8,0°C	22,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen

Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta	30	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	78
--	----	---	----

Kommentit: Teräspilarin liitos anturaan. Kylmäsilta.

Korjausluokitus on seuraava:

1. Korjattava

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).

TI < 61 %

2. Korjaustarve selvítettävä

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa. TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)

TI > 65 %

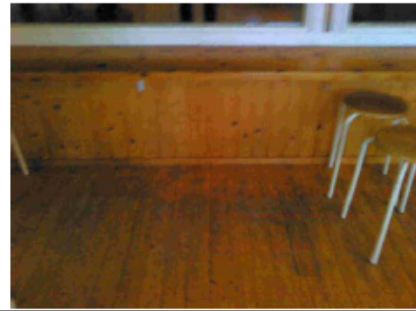
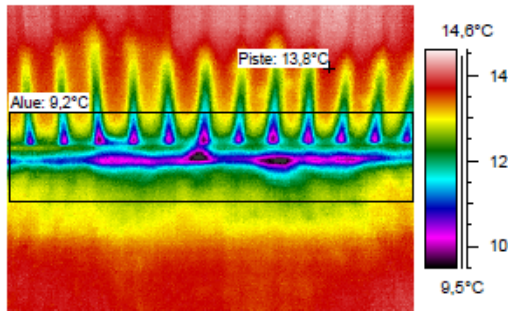
4. Hyvä

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

Ruoveden jäähalli
Kahvion rata-alueen vastainen seinä
lattianraja



Mittauspiste 1	13,8°C
Mittausalue min	9,2°C
Mittausalue max	13,4°C

Lämpökuvavieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötilä	25,0°C
Ilman lämpötilä	20,0°C

Ulkolämpötilä	Sisälämpötilä	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisyys
-2,0°C	20,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen

Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta	51	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	72
--	----	---	----

Kommentit: Lattianrajassa voimakas ilmavuoto
Korjausluokkasuositus: 1

Korjausluokitus on seuraava:

1. Korjattava

Pinnan lämpötilä ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).
TI < 61 %

2. Korjaustarve selvitettävä

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa. TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

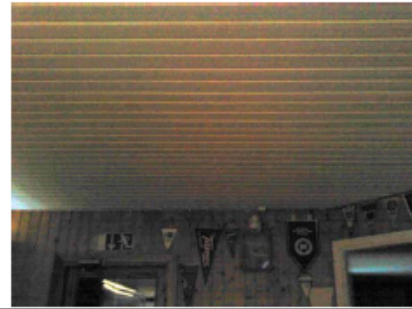
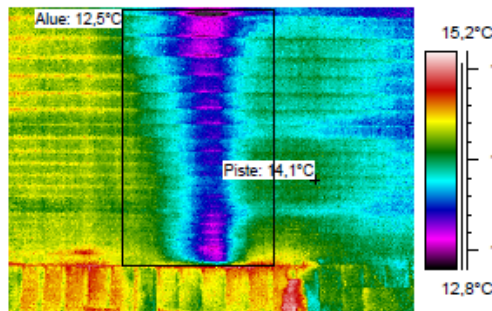
Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)
TI > 65 %

4. Hyvä

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

Ruoveden jäähalli
Kahvion katto

Mittauspiste 1	14,1°C
Mittausalue min	12,5°C
Mittausalue max	14,9°C

Lämpökuvatieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	21,0°C

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisyys
-2,0°C	21,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen
Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta			63	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	
				70	

Kommentit: Katossa eristeputte tai IV-putki joka kulkee pinnassa
Korjausluokitus: 2

Korjausluokitus on seuraava:

1. Korjattava

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).
TI < 61 %

2. Korjaustarve selvitettävä

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa. TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

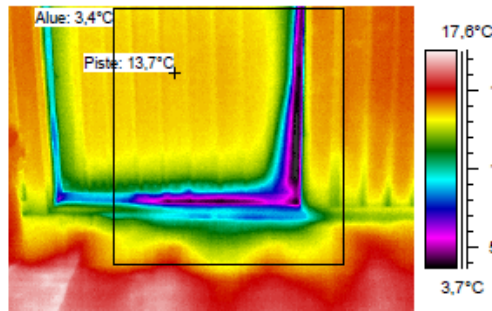
Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkastettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)
TI > 65 %

4. Hyvä

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

Ruoveden jäähalli
Kahvion ovi rata-alueelle

Mittauspiste 1	13,7°C
Mittausalue min	3,4°C
Mittausalue max	15,2°C

Lämpökuvavieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	22,0°C

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisuus
-2,0°C	22,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen
Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta			23	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	
				65	

Kommentit: Oven tiivisteet vuotavat
Korjausluokkasuositus: 1

Korjausluokitus on seuraava:

1. Korjattava

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).

TI < 61 %

2. Korjaustarve selvitettävä

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa. TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkastettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)

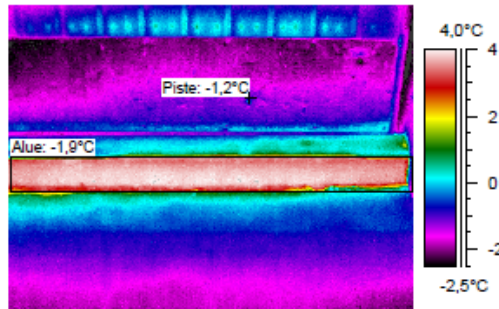
TI > 65 %

4. Hyvä

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

**Ruoveden jäähalli
Pukuhuone 3 ovi rata-alueen puolelta**


Mittauspiste 1	-1,2°C
Mittausalue min	-1,9°C
Mittausalue max	4,3°C

Lämpökuvatieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	-2,0°C

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisuus
22,0°C	-2,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen
Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta		100	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta		97

Kommentit: Pukuhuoneen ovi kuvattuna ulkoa, laatta johtaa lämpöä rata-alueelle

Korjausluokitus on seuraava:

1. *Korjattava*

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).
TI < 61 %

2. *Korjaustarve selvítettävä*

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa. TI 61 - 65 %

3. *Lisätutkimuksia*

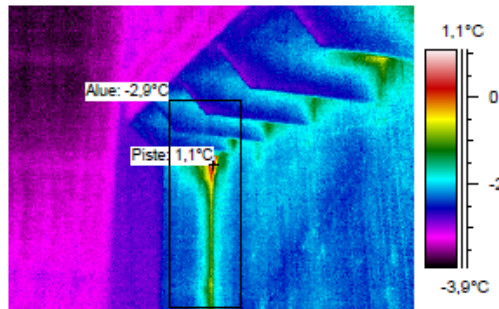
Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)
TI > 65 %

4. *Hyvä*

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

**Ruoveden jäähalli
Varusteiden kuivaushuoneen ja katsomon välinen nurkkaus**


Mittauspiste 1	1,1°C
Mittausalue min	-2,9°C
Mittausalue max	1,9°C

Lämpökuvavieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	-2,0°C

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisuus
20,0°C	-2,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen
Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta		104	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta		86

Kommentit: Kuivaushuoneen nurkasta vuotaa lämmintä ilmaa rata-alueelle

Korjausluokitus on seuraava:

1. *Korjattava*

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).
TI < 61 %

2. *Korjaustarve selvítettävä*

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.
TI 61 - 65 %

3. *Lisätutkimuksia*

Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta pillee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)

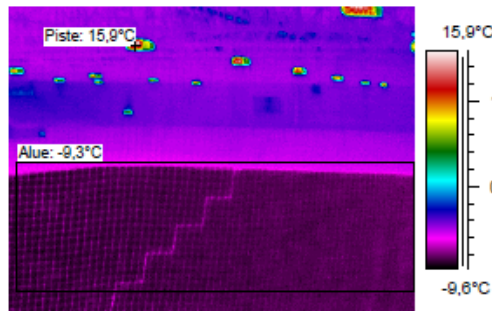
TI > 65 %

4. *Hyvä*

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

**Ruoveden jäähalli
Varusteiden kuivaushuoneen ja katsomon välinen nurkkaus**


Mittauspiste 1	15,9°C
Mittausalue min	-9,3°C
Mittausalue max	-5,1°C

Lämpökuvatieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	-2,0°C

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisyys
8,0°C	-2,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen
Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta			173	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	
				-79	

Kommentit: Lampujen lämpösäteily

Korjausluokitus on seuraava:

1. *Korjattava*

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).

TI < 61 %

2. *Korjaustarve selvittävä*

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

TI 61 - 65 %

3. *Lisätutkimuksia*

Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiivysmittaus)

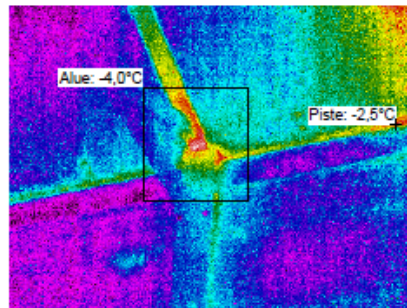
TI > 65 %

4. *Hyvä*

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

MITTAUSRAPORTTI

Lämpökuvaus 14.10.2015

**Ruoveden jäähalli
Varusteiden kuivaushuoneen ja katsomon välinen nurkkaus**


Mittauspiste 1	-2,5°C
Mittausalue min	-4,0°C
Mittausalue max	-2,4°C

Lämpökuvatieto	Arvo
Kameran tyyppi	FLIR E60bx
Objektin parametri	Arvo
Emissiivisyys	0,95
Etäisyys kohteeseen	3,0 m
Taustalämpötila	25,0°C
Ilman lämpötila	-2,0°C

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero	Suhteellinen kosteus	Tuuli	Pilvisyys
8,0°C	-2,0°C	-2 Pa	23,2 rH-%	0-1 m/s	Puolipilvinen

Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta minimilämpötilasta	120	Laskettu lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	105
--	-----	---	-----

Kommentit: Kattorakenteen liitoskohta teräspilareihin, pientä lämpövuotoa

Korjausluokitus on seuraava:

1. *Korjattava*

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. korjausvaurio).

TI < 61 %

2. *Korjaustarve selvítettävä*

Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

TI 61 - 65 %

3. *Lisätutkimuksia*

Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoituksen huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus)

TI > 65 %

4. *Hyvä*

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %

Liite 2. Lämpökuvien ottopaikat jäähallin pohjakuvassa

