

Ilmalämpöpumpun

Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja
sulatusjaksot sisältävä lämpökerroin

- laitteen lämpötilan asetusarvo +20 °C
- sisäyksikön imuilma alimmillaan +19,5 °C
- puhaltimen säätöasento 5
- lämmitystehontarve 6 kW (mitoitettava ulkolämpötila -26 °C)

Tilaja: Scanoffice Oy

Tilaja Scanoffice Oy
Tiilenlyöjänkuja 9 A
01720 Vantaa

Tilaus Teijo Syväkangas 29.1.2018

Yhteyshenkilö **VTT Expert Services Oy**
Tuotepäällikkö Mikko Nyman
Kemistintie 3, 02150 ESPOO
PL 1001, FI-02044 VTT, Finland
Puh. 020 722 4905
Sähköposti mikko.nyman@vtt.fi

Tehtävä **Ilmalämpöpumpun Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävän lämpökertoimen määrittäminen**

Näyte Tilaajan toimittama ilmalämpöpumppu, johon kuuluu sisäyksikkö, ulkoyksikkö ja näitä yhdistävä kylmäaineputkisto sekä kaukosäädin. Näytteen kuvaus on liitteessä 1.

Näyte vastaanotettiin 8.2.2018.
Mittaukset tehtiin 14-16.2.2018.

Tilaaaja asensi lämpöpumpun koejärjestelyyn. Ulkoyksikkö asennettiin 40 m³:n ilmastuhuoneeseen (VTT, Tutkimushalli 1, P104). Sisäyksikkö asennettiin 64 m³:n ilmastuhuoneeseen (VTT, Tutkimushalli 1, P103).

Mittausmenetelmät Ilmalämpöpumpun toimintakoe tehtiin tilaajan määrittelemällä koeohjelmalla. Toimintakokeessa tarkasteltiin laitteen toimintaa suomalaisia olosuhteita vastaavissa matalissa ulkoilman lämpötiloissa. Laitteen lämpökerroin (laitteen lämpötehon suhde laitteen ottamaan sähkötehoon) määritettiin toimintakokeen aikana soveltaen standardia SFS-EN 14511 /1/. Standardista poiketen lämpökerroin määritettiin mittaustuloksista liukuvana tuntilämpökertoimena, joka sisältää sulatusjaksot.

Laitteen lämpöteho määritettiin standardin SFS-EN 14511 /1/ osan 3 liitteen B mukaisella entalpia-menetelmällä. Laitteen lämpöteho on sisäyksikön kierrätysilman lämpökapasiteettivirran ja kierrätysilman lämpötilan muutoksen tulo. Laitteen ottama sähköteho on sisäyksikön ja ulkoyksikön yhteensä sähköverkosta ottama sähköteho.

Sisäyksikön ilmavirta puhaltimen eri toimintapisteissä määritettiin kompensatiomenetelmällä standardin SFS-EN 14511 /1/ osan 3 liitteen J mukaisesti. Ilmavirta mitattiin standardien ISO 5167-1 ja ISO 5167-2 /2/ mukaan. Ilmavirran ohjaussiivet säädettiin standardin ohjeen mukaisesti suurimman virtaaman edellyttämään asentoon.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Sisäyksikön ilmavirtaa mitattiin toimintakokeen aikana jatkuvasti anturista, joka oli kalibroitu kompensatiomenetelmällä ennen toimintakoeohjelman toteutusta. Toimintakokeen aikana sisäyksikköön ei ollut kytkettyä kompensatiomenetelmään kuuluvaa ilmavirran keräyskammiota.

Sisä- ja ulkoyksikköön tulevan ilman (imuilman) lämpötilat mitattiin Pt-100 vastusantureilla. Sisäyksiköstä lähtevän ilman (puhallusilma) lämpötila määritettiin paineaukkoon asennettujen neljän Pt-100 vastusanturin lämpötilan keskiarvona. Ulkoilman suhteellinen kosteus mitattiin kapasitiivisella anturilla (Vaisala HMP 233).

Ilmalämpöpumpun ottama sähköteho mitattiin sähkötehomittarilla (Norma D4155).

Standardista SFS-EN 14511 /1/ poiketen

- laitteen lämpötilan asetusarvo ei ollut suurimmassa säätöasennossaan (korkein lämpötila), vaan asetusarvona oli +20 °C
- sisäyksikön imuilman sallittiin laskea alimmillaan lämpötilaan +19,5 °C
- lämmitystehontarvetta muutettiin kokeen aikana liitteessä 2 esitetyllä tavalla
- sisäyksikön imuilman lämpötila mitattiin kahdesta mittauspisteestä
- ulkoyksikön imuilman lämpötila mitattiin yhdestä mittauspisteestä
- puhaltimen säätöasento oli 5
- mittausväli oli koko koeohjelman ajan 30 sekuntia
- sisäyksikön negatiivinen lämmitysteho otettiin sulatusvaiheen osalta huomioon (liukuvan tuntikeskiarvon laskennassa)
- sisäyksikön ilmavirran lämpötilan muutoksen keskiarvoa ei laskettu 5 minuutin jaksoissa eikä siis laskettu tämän arvon vaihtelua (jos se vaihtelee yli 2,5 % katsotaan tällainen koejakso muutosvaiheen kokeeksi)
- ilman kosteus määritettiin suoraan suhteellisena kosteutena eikä ilman märkälämpötilaa mitattu erikseen.

Tulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 3. Mittaustulokset pätevät vain mitatulle näytteelle. Laite kävi sulatusjaksoja lukuun ottamatta keskeytyksettä lämmitystoiminnalla koko toimintakokeen ajan. Ulkoyksikön kondenssivesiallas (varustettu sulanapitovastuksella) pysyi sulana koko toimintakokeen ajan.

Viitteet

/1/ SFS-EN 14511:2013, parts 1-4, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling.

/2/ ISO 5167-1:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 1: General principles and requirements.

ISO 5167-2:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 2: Orifice plates.

Espoo 20.2.2018

Mikko Nyman
Tuotepäällikkö

Pekka Kettunen
Asiantuntija

LIITTEET

3 kpl

JAKELU

Tilaaaja
Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND

NÄYTTEEN KUVAUS, tilaajan antamien tietojen mukaan

Mitat (leveys x korkeus x syvyys), mm:

Sisäyksikkö: 851x293x270

Ulkoyksikkö: 800x630x300

Kylmäaineputkien pituus: 7,5 m

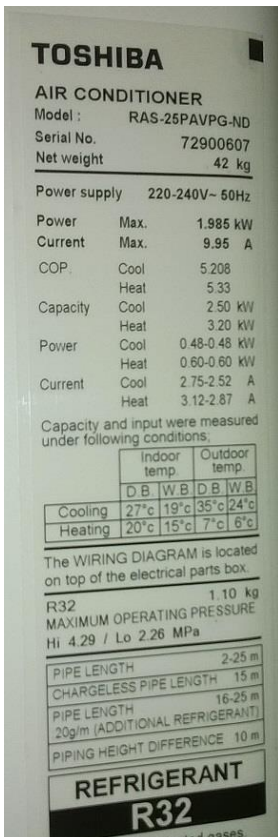
Kylmäaine: R32

Kylmäaineen massa: 1,10 kg

Sisäyksikön RAS-25PKVPG-ND tyyppikilpi:



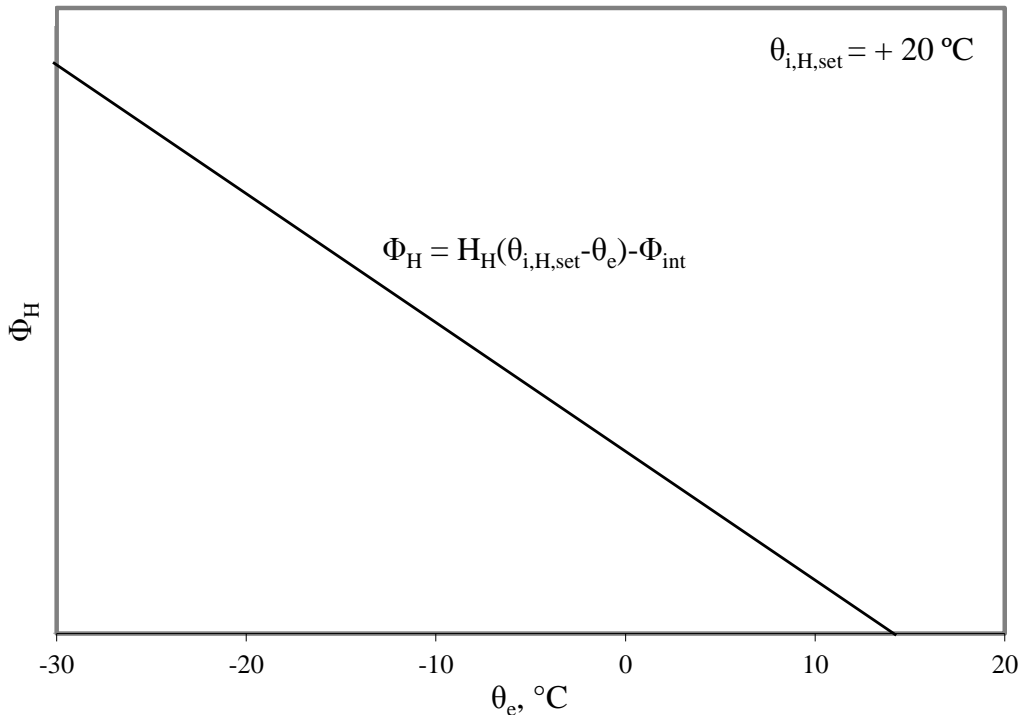
Ulkoyksikön RAS-25PAVPG-ND tyyppikilpi:



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
LÄMMITYSTEHONTARVE

Lämmitystehontarvetta Φ_H muutettiin toimintakokeen aikana seuraavasti:



Lämmitystehontarve noudattaa yhtälöä:

$$\Phi_H = H_H(\theta_{i,H,set} - \theta_e) - \Phi_{int},$$

missä

Φ_H on lämmitystehontarve, W

H_H on ominaislämpöhäviö, W/°C

$\theta_{i,H,set}$ on sisäilman lämpötila (20 °C), °C

θ_e on ulkoilman lämpötila, °C

Φ_{int} on lämmityksessä hyödynnettävien sisäisten lämpökuormien lämpöteho, W.

Toimintakokeessa käytettiin seuraavia vakioita:

$$H_H = 146 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

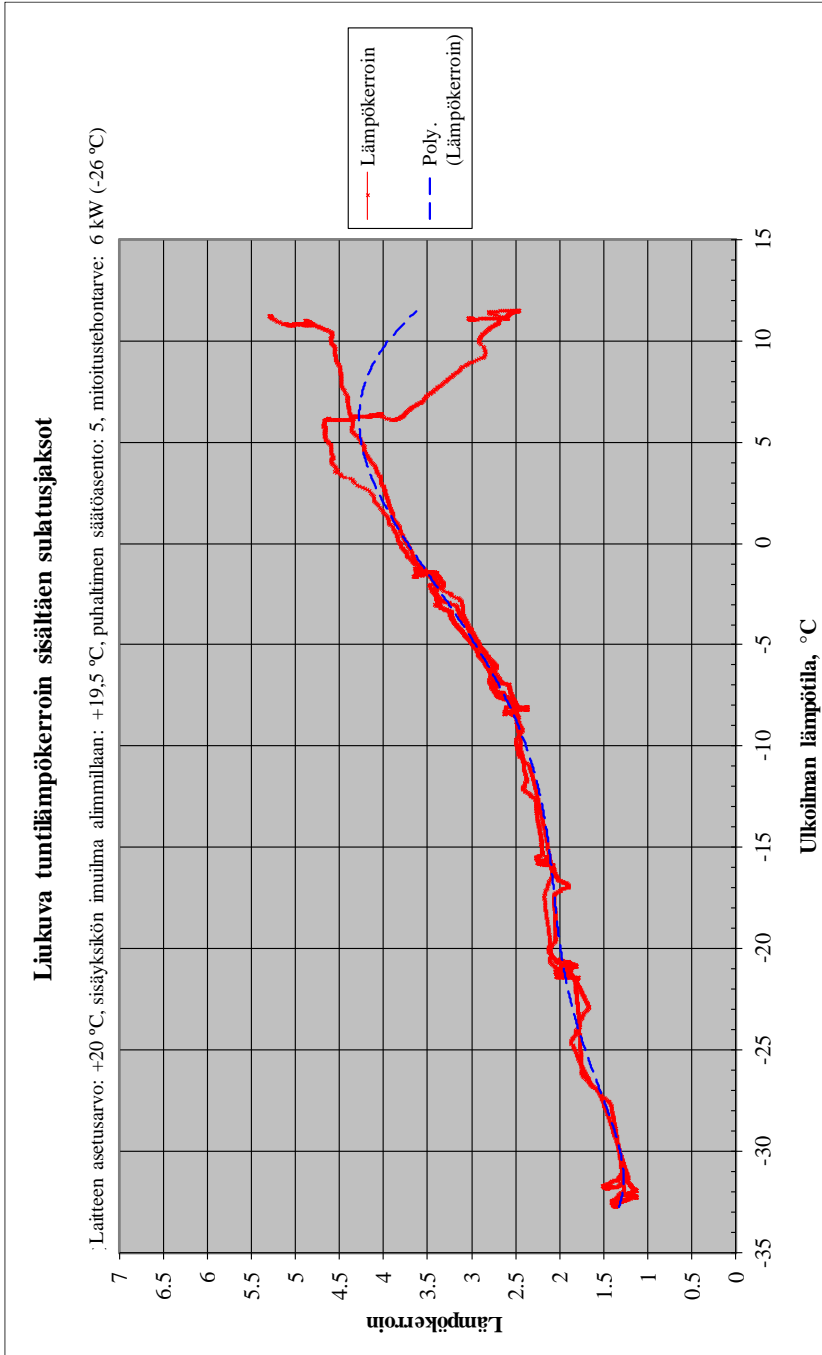
$$\Phi_{int} = 1 \text{ kW.}$$

Esimerkiksi lämmityskauden mitoittavalla ulkolämpötilalla - 26 °C on lämmitystehontarve 6 kW. Ilmalämpöpumpun lämmitysteho kattaa matalilla ulkoilman lämpötiloilla osan lämmitystehontarpeesta. Silloin osa lämmitystehontarpeesta on katettava muulla lämmitysjärjestelmällä.

Ilmalämpöpumpun sisäyksikön imuilman sallittiin toimintakokeen aikana laskea alimmillaan lämpötilaan +19,5 °C. Kun ilmalämpöpumpun lämmitysteho ei yksin riittänyt pitämään imuilman lämpötilaa arvossa +19,5 °C, osa lämmitystehontarpeesta katettiin muulla lämmitysjärjestelmällä kuin ilmalämpöpumpulla.

Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
TOIMINTAKOE

Liukuva tuntilämpöeroin toimintakokeen aikana sisältäen sulatusjaksot
(kuvassa on esitetty katkoviivalla lämpökertoimen kuudennen asteen polynomisovite).



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

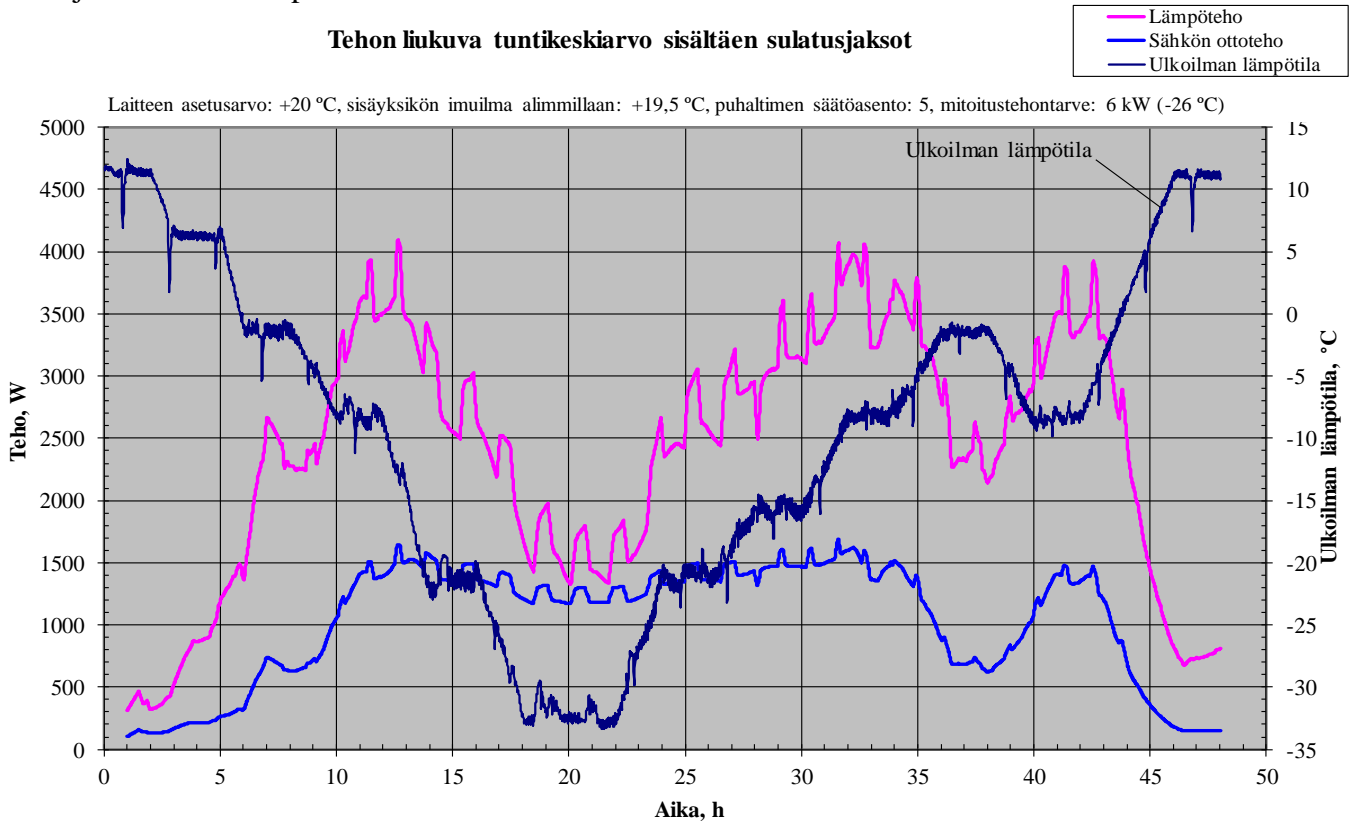
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

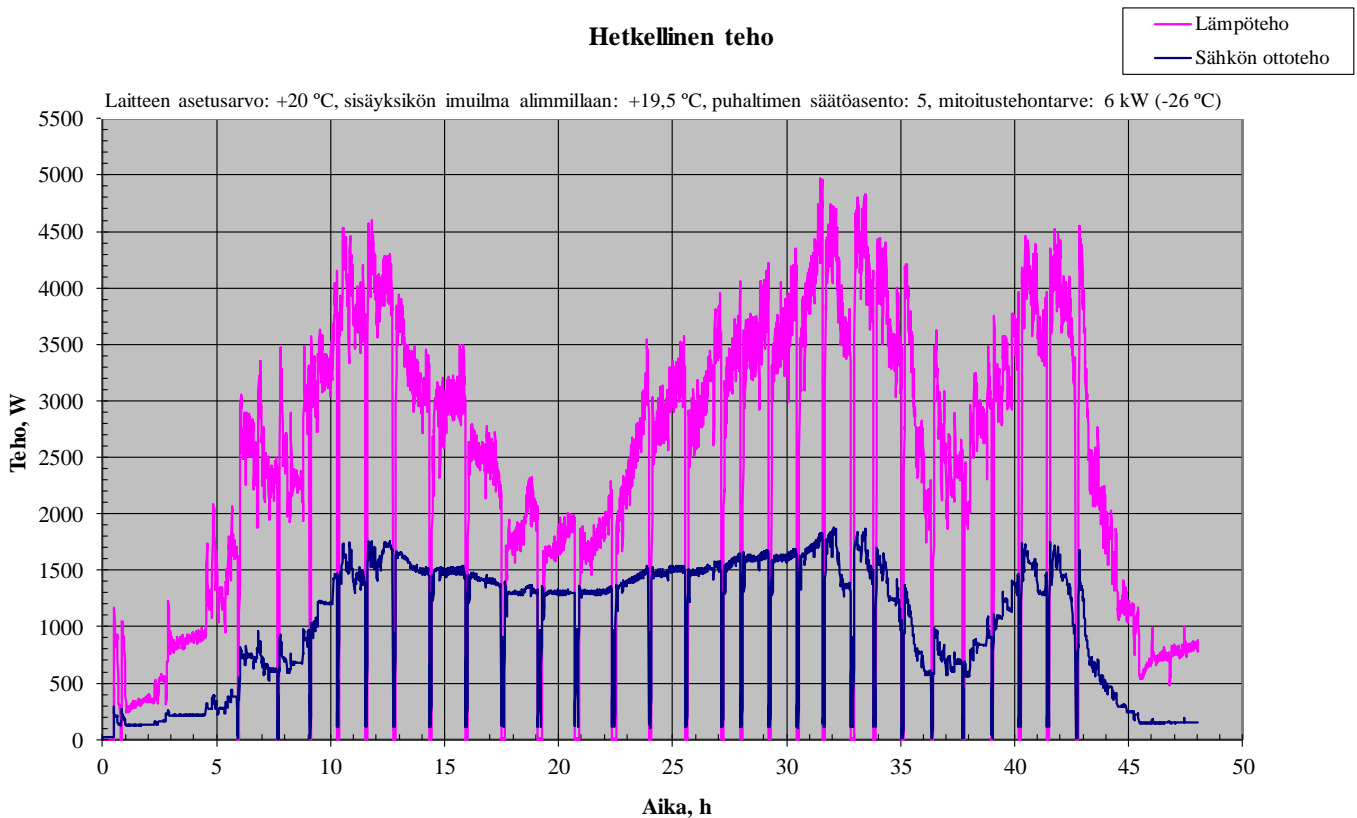
Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
TOIMINTAKOE

Teho ja ulkoilman lämpötila toimintakokeen aikana.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot



Hetkellinen teho

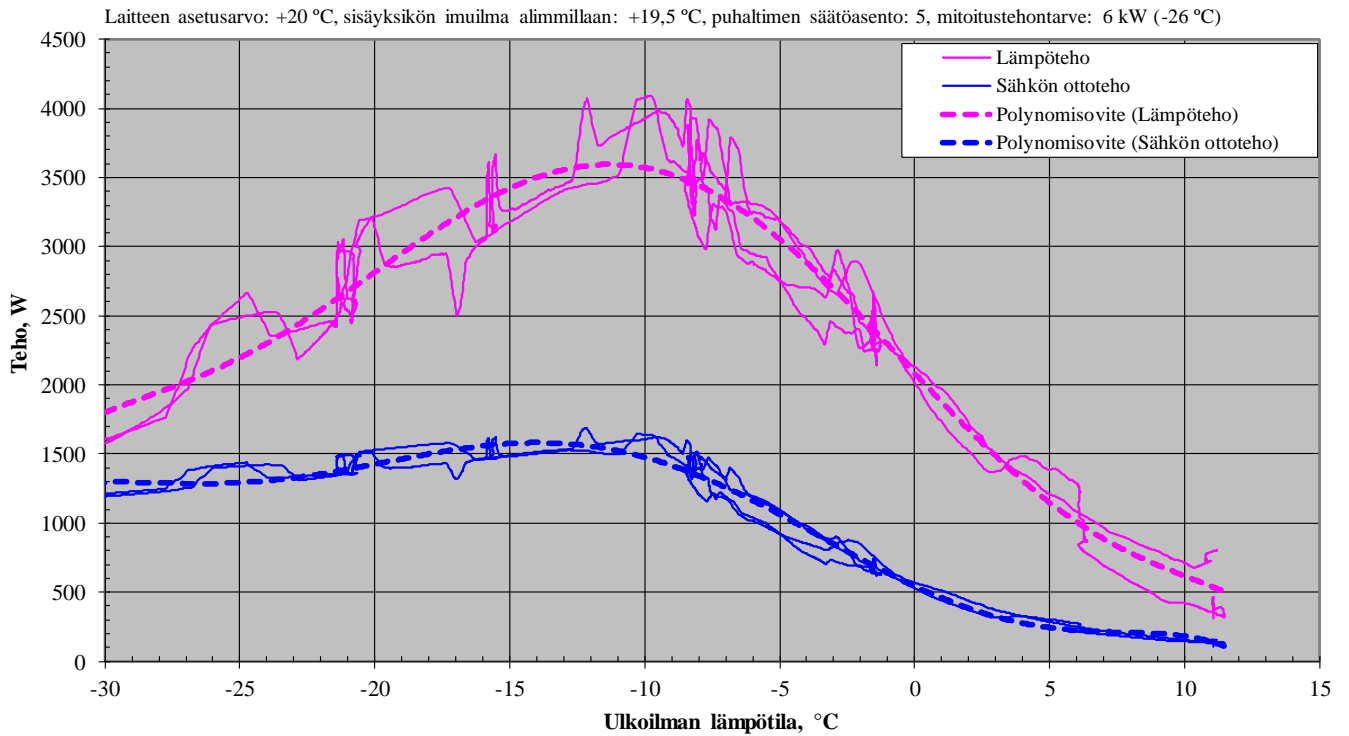


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
TOIMINTAKOE

Tehon liukuva tuntikeskiarvo ulkolämpötilan funktiona.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot

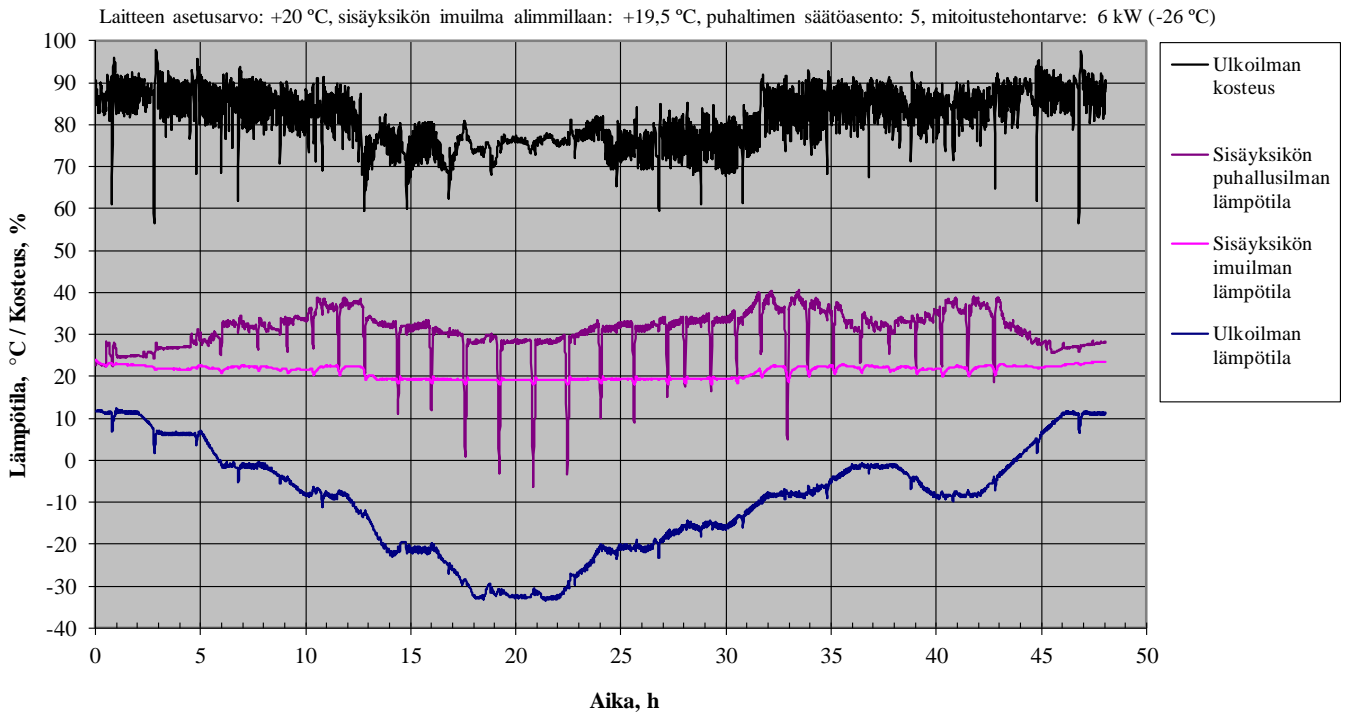


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

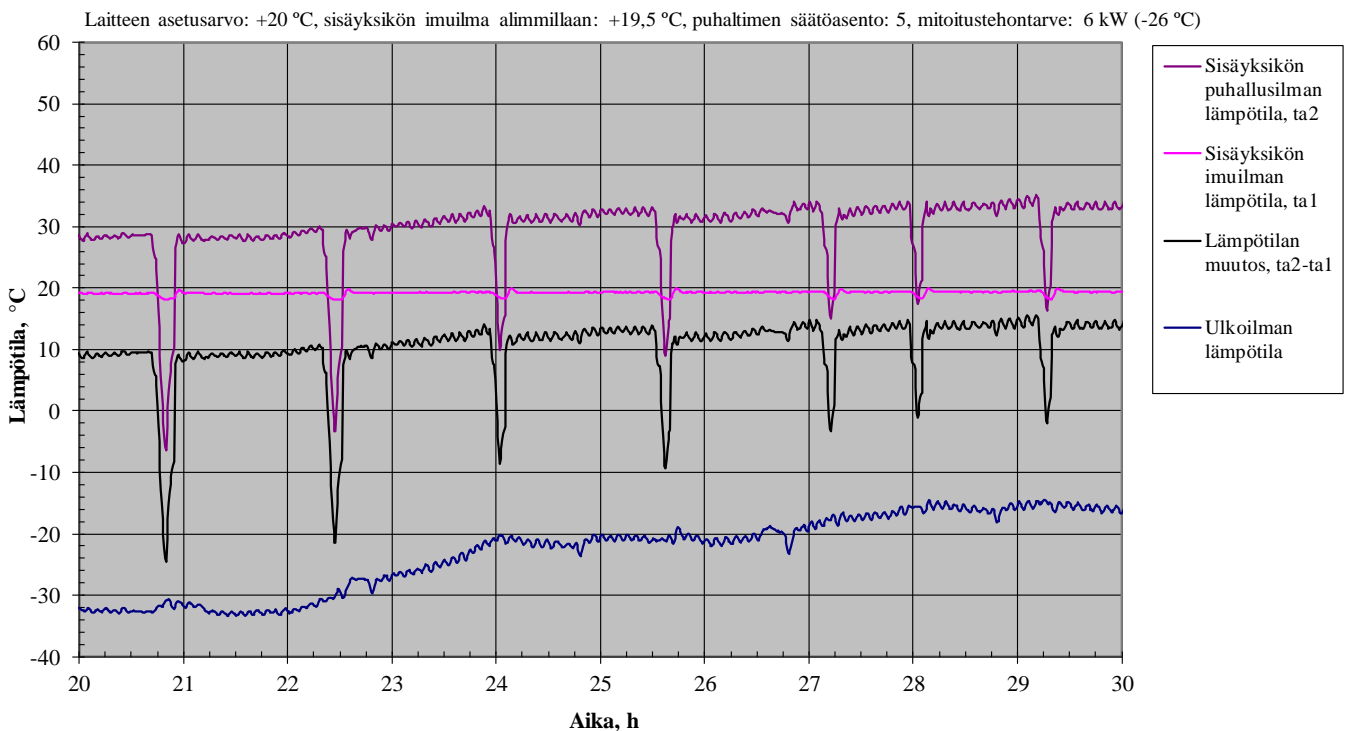
Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja ulkoilman kosteus toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja kosteus kokeen aikana



Sisäyksikön lämpötilat ja lämpötilanmuutos

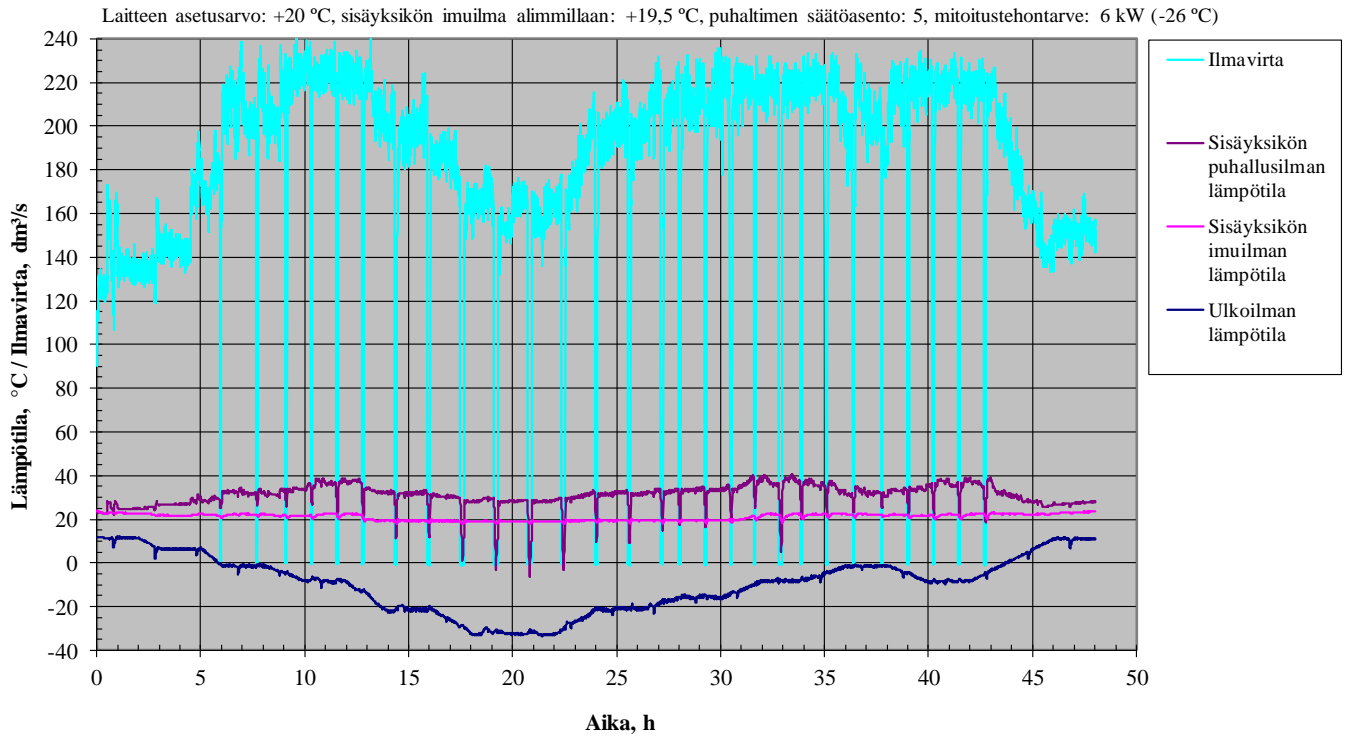


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Toshiba RAS-25PKVPG-ND + RAS-25PAVPG-ND
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja sisäyksikön ilmavirta toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja sisäyksikön ilmavirta kokeen aikana



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.