



Ilmalämpöpumpun
FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
toimintakoe matalissa ulkoilman
lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävä
lämpökerroin

- laitteen lämpötilan asetusarvo +20 °C
- sisäyksikön imuilma alimmillaan +19,5 °C
- puhaltimen säätöasento 3
- lämmitystehontarve 6 kW (mitoitettava ulkolämpötila -26 °C)

Tilaaaja: Scanoffice Oy

Tilaja Scanoffice Oy
Tiilenlyöjänkuja 9 A
01720 Vantaa

Tilaus Mikko Sandberg

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

Tehtävä **Ilmalämpöpumpun FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN 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 30.3.2016.
Mittaukset tehtiin 4.5.–6.5.2016.

Tilaja asensi lämpöpumpun koejärjestelyyn. Ulkoyksikkö asennettiin 40 m³:n ilmastohuoneeseen (VTT, Tutkimushalli 1, P104). Sisäyksikkö asennettiin 64 m³:n ilmastohuoneeseen (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 tuntilämpökertoimenä, 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 kytkettynä kompensatiomenetelmään kuuluvaa ilmanvirran 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 asennossa 3/4 maksimi-säätöasennon asemesta
- 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 10.5.2016



Mikko Nyman
Erityisasiantuntija



Ville Hietanen
Asiantuntija

LIITTEET

3 kpl

JAKELU

Tilaaaja	Alkuperäinen
Arkisto	Alkuperäinen

Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN

NÄYTTEEN KUVAUS, tilaajan antamien tietojen mukaan

Mitat (leveys x korkeus x syvyys), mm:

Sisäyksikkö: 840x268x203

Ulkoyksikkö: 790x540x290

Kylmäaineputkien pituus: 7,5 m

Kylmäaine: R410A

Kylmäaineen massa: 1,00 kg

Sisäyksikön ASYG09LMCB tyyppikilpi:

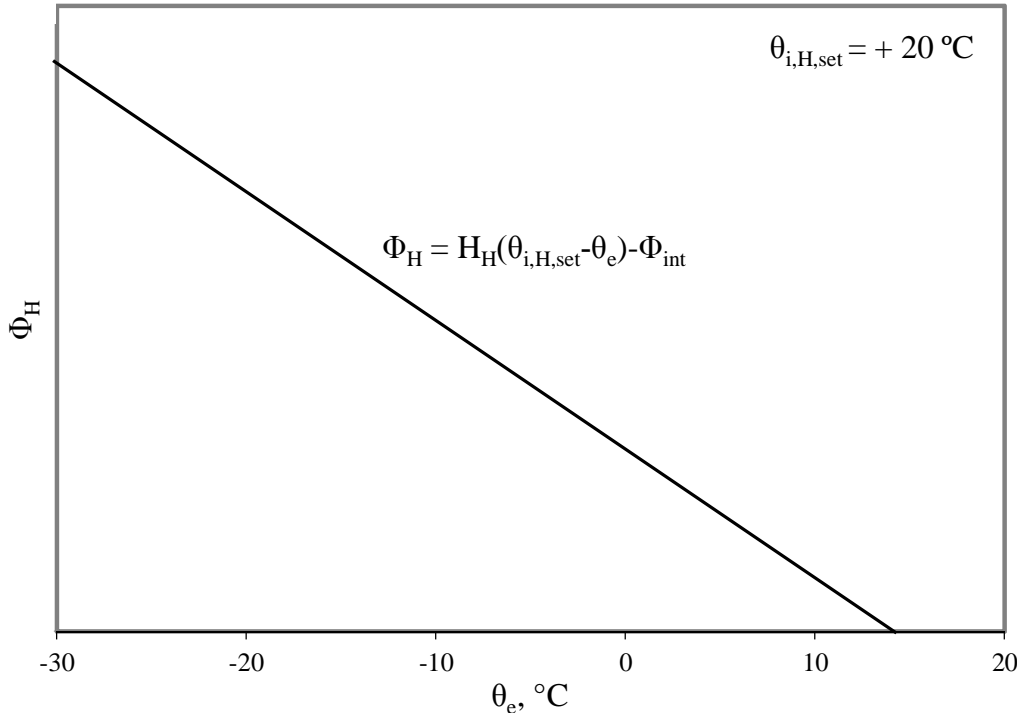


Ulkoyksikön AOYG09LMCBN tyyppikilpi:

AIR CONDITIONER															
MODEL	AOYG09LMCBN														
230 V ~ 50 Hz															
COOLING															
CAPACITY	2.50	kW													
CURRENT	3.2	A													
INPUT POWER	0.63	kW													
ENERGY EFFICIENCY RATIO	3.97	kW/kW													
HEATING															
CAPACITY	3.20	kW													
CURRENT	3.7	A													
INPUT POWER	0.73	kW													
COEFFICIENT OF PERFORMANCE	4.38	kW/kW													
<table border="1"> <tr> <td>COOLING</td> <td>MAX. CURRENT</td> <td colspan="2">6.0 A</td> </tr> <tr> <td>HEATING</td> <td>MAX. CURRENT</td> <td colspan="2">9.5 A</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TEST CONDITION: IEC60335-2-40</td> </tr> </table>				COOLING	MAX. CURRENT	6.0 A		HEATING	MAX. CURRENT	9.5 A		TEST CONDITION: IEC60335-2-40			
COOLING	MAX. CURRENT	6.0 A													
HEATING	MAX. CURRENT	9.5 A													
TEST CONDITION: IEC60335-2-40															
IPX4															
MAX. PRESSURE : SUCTION		1160 kPa													
: DISCHARGE		4120 kPa													
REFRIGERANT :	R410A	1.00 kg													
SERIAL No.	E 002585														
<table border="1"> <tr> <td>CE</td> <td></td> <td colspan="2">FUJITSU GENERAL LIMITED</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1116, Suenaga, Takatsu-ku, Kawasaki, JAPAN</td> <td>2015 yr</td> </tr> </table>				CE		FUJITSU GENERAL LIMITED				1116, Suenaga, Takatsu-ku, Kawasaki, JAPAN	2015 yr				
CE		FUJITSU GENERAL LIMITED													
		1116, Suenaga, Takatsu-ku, Kawasaki, JAPAN	2015 yr												

Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
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:

$$H_H = 146\text{ W/°C}$$

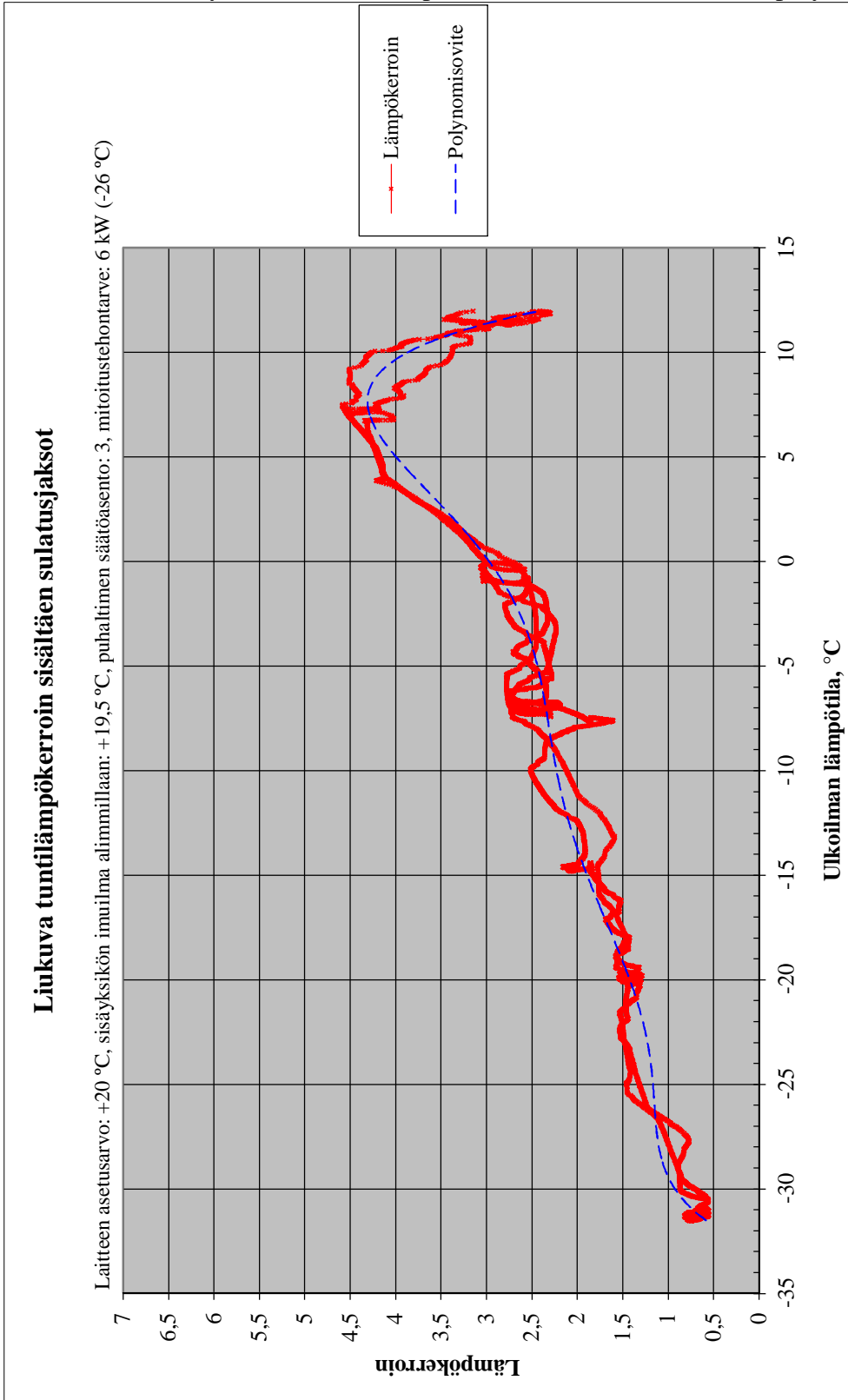
$$\Phi_{int} = 1\text{ kW.}$$

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: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
TOIMINTAKOE

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



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

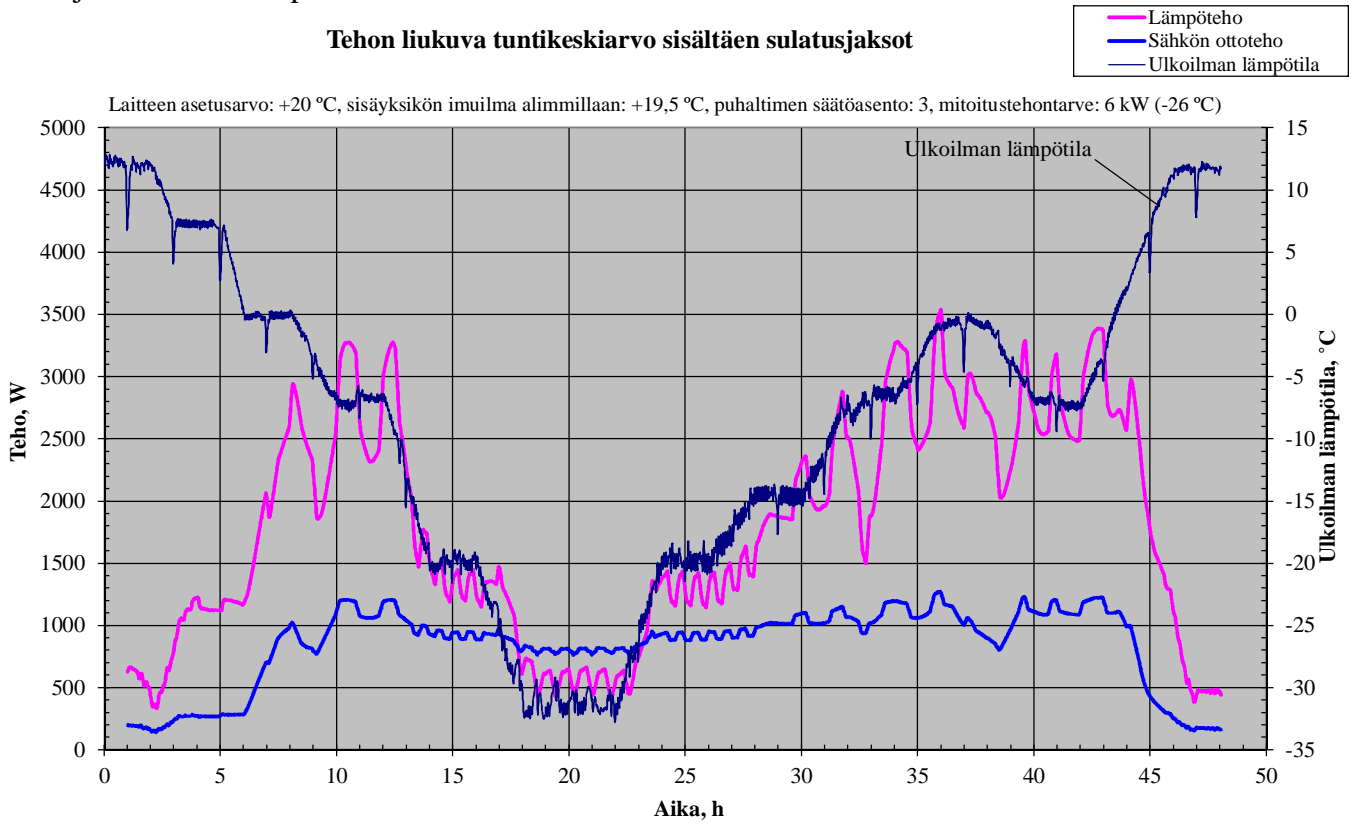
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

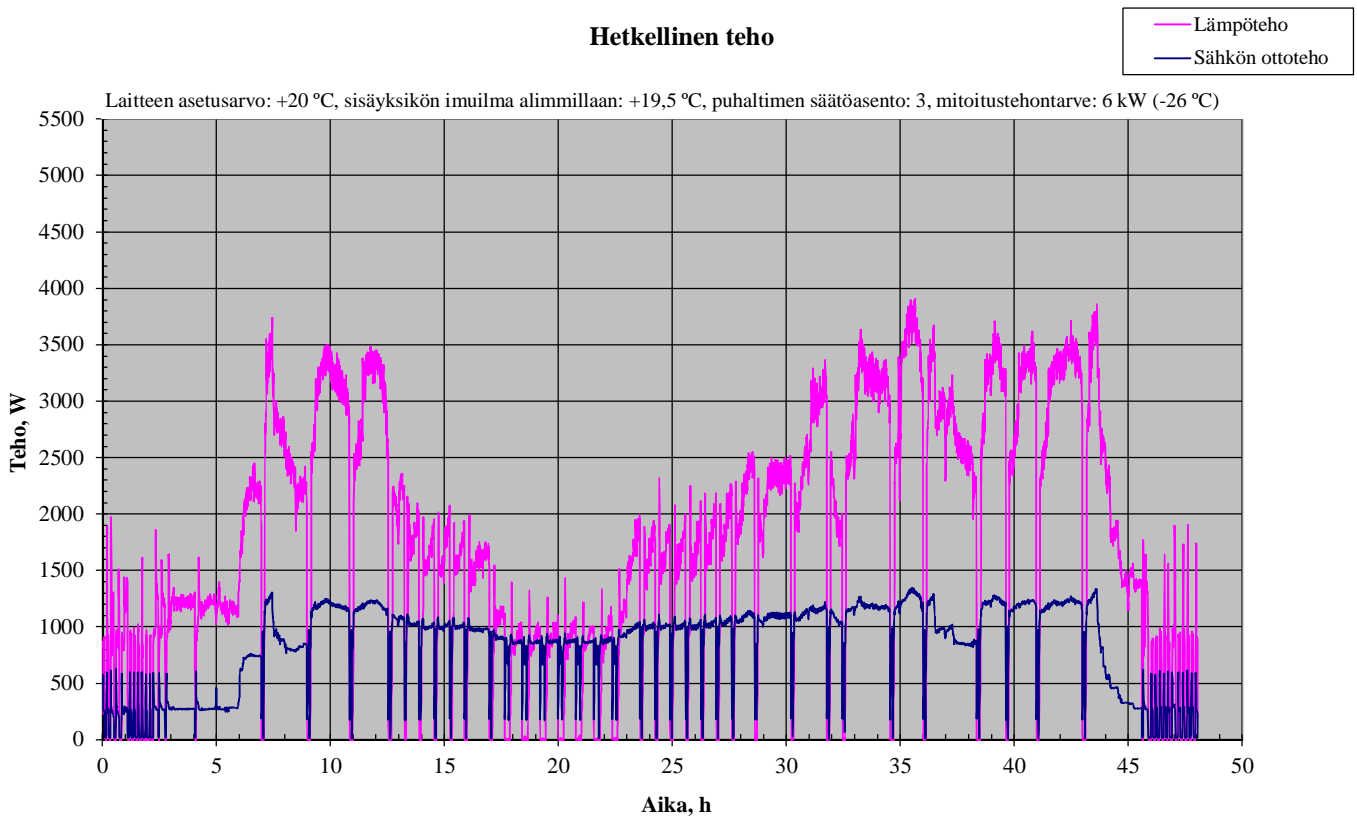
Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
TOIMINTAKOE

Teho ja ulkoilman lämpötila toimintakokeen aikana.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot



Hetkellinen teho

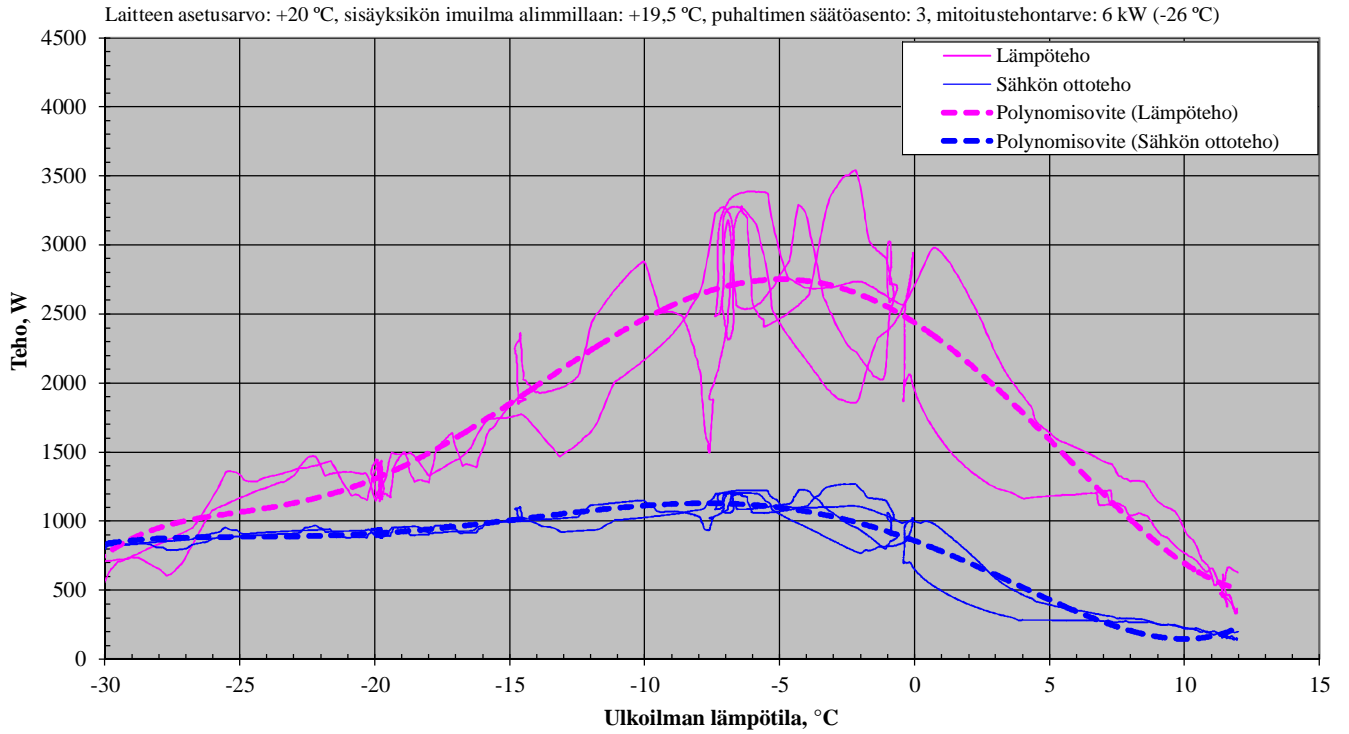


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
TOIMINTAKOE

Tehon liukuva tuntikeskiarvo ulkolämpötilan funktiona.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot

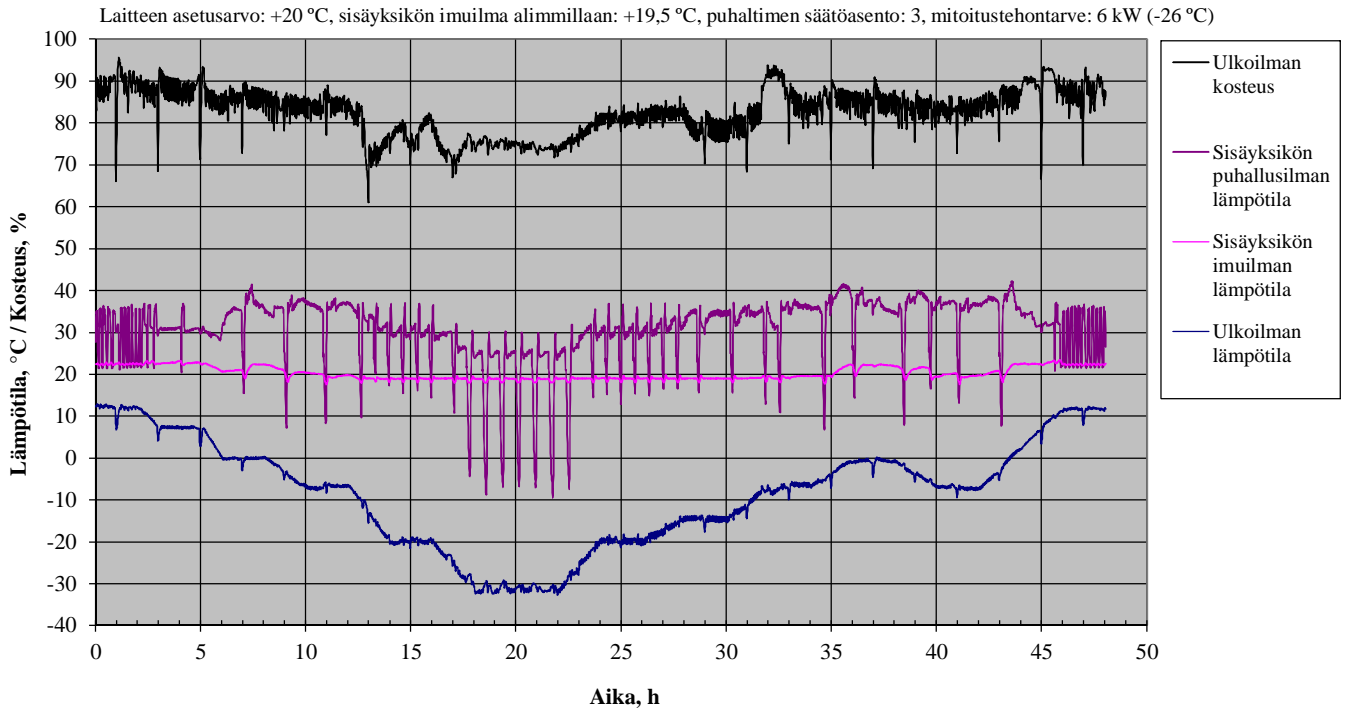


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

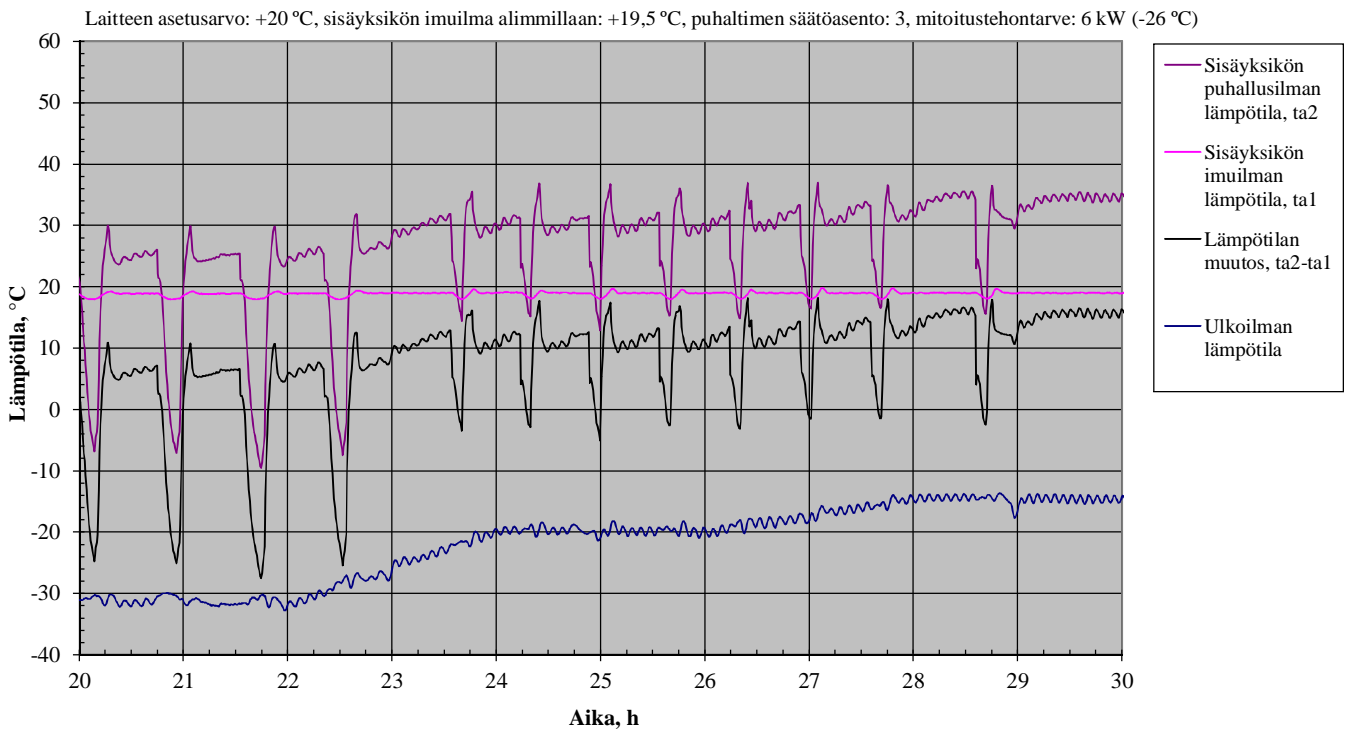
Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja ulkoilman kosteus toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja kosteus kokeen aikana



Sisäyksikön lämpötilat ja lämpötilanmuutos



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

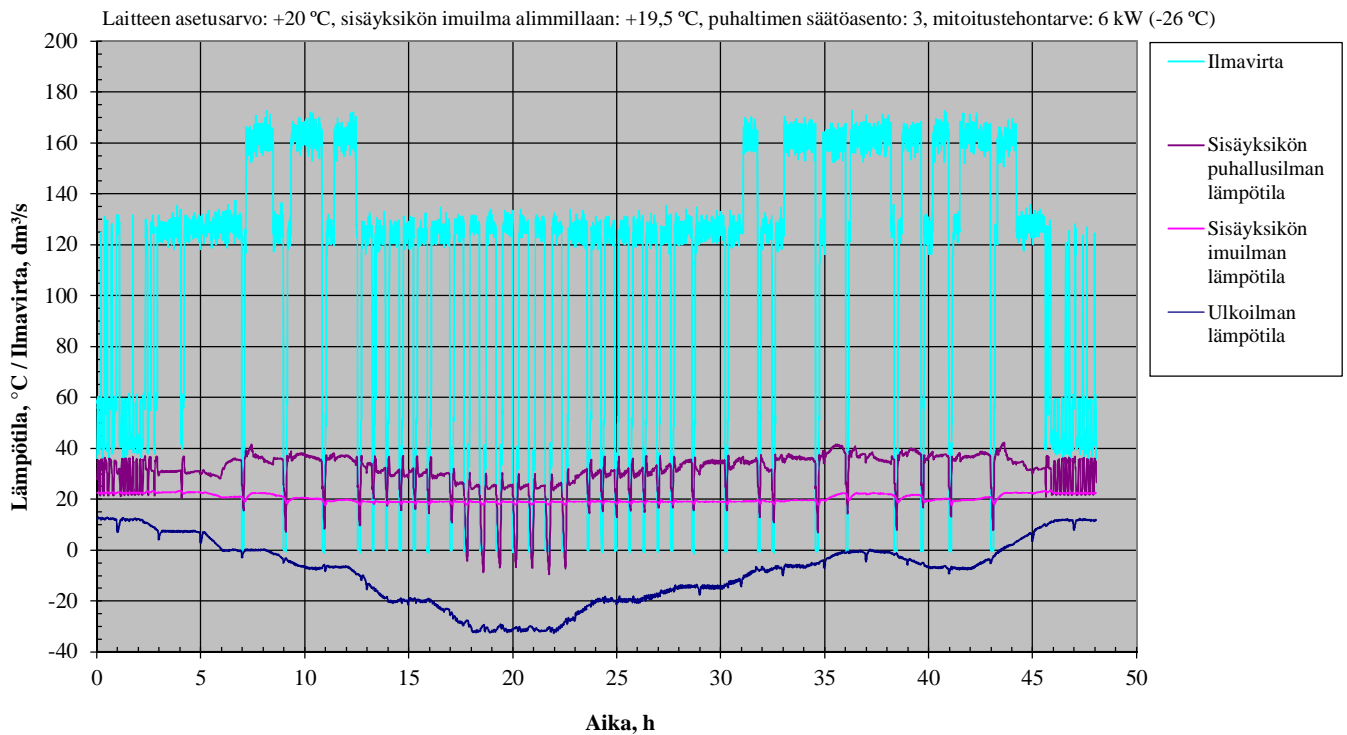
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Ilmalämpöpumppu: FUJITSU ASYG09LMCB + AOYG09LMCBN
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja sisäyksikön ilmavirta toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja sisäyksikön ilmavirta kokeen aikana



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille