



Ilmalämpöpumpun

Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävä lämpökerroin

- laitteen lämpötilan asetusarvo +20 °C
- sisäyksikön imuilma alimmillaan +19,5 °C
- puhaltimen säätöasento (4/5)
- lämmitystehontarve 6 kW (mitoitettava ulkolämpötila -26 °C)

Tilaaaja: Oy Electrolux Ab

Tilaaaja	Oy Electrolux Ab Lautatarhankatu 8 00580 Helsinki
Tilaus	25.11.2014 Claudia Szymanski
Yhteyshenkilö	VTT Expert Services Oy Erityisasiantuntija Mikko Nyman Kemistintie 3, 02150 ESPOO PL 1001, FI-02044 VTT, Finland Puh. 020 722 4905 Faksi 020 722 7003 Sähköposti mikko.nyman@vtt.fi

Tehtävä	Ilmalämpöpumpun Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävän lämpökertoimen määrittäminen
Näyte	Tilaaajan toimittama ilmalämpöpumppu, johon kuuluu sisäyksikkö, ulkoyksikkö ja näitä yhdistävä kylmäaineputkisto sekä kaukosäädin. Näytteen kuvaus on liitteessä 1. Näyte vastaanotettiin 8.12.2014. Mittaukset tehtiin 9.12–11.12.2014. 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 tilaaajan 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 tuntiämpökertoimenä, 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.

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 4/5 asennossa maksimi-säätöasennon asemasta
- 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 18.12.2014



Mikko Nyman
Erityisasiantuntija



Ville Hietanen
Asiantuntija

LIITTEET

3 kpl

JAKELU

Tilaaaja
Arkisto

Alkuperäinen
Alkuperäinen

Ilmalämpöpumppu: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

NÄYTTEEN KUVAUS, tilaajan antamien tietojen mukaan

Mitat (leveys x korkeus x syvyys), mm:

Sisäyksikkö: 896x316x205

Ulkoyksikkö: 818x596x300

Kylmäaineputkien pituus: 7,5 m

Kylmäaine: R410A

Kylmäaineen massa: 1,3 kg

Sisäyksikön EXH12RLEWI tyyppikilpi:

		
Electrolux		
Model	PNC	Serial No.
EXH12RLEWI	946 373 019	31000001
AC 220-240V~/50Hz Max. Input: 1700W Max. Current: 7.5A Refrigerant R410A/1.3kg		Phase: 1 Weight: 11kg Outdoor unit IP: IP24
Capacity	Heating 4000W	Cooling 3500W
Input	960W	850W
Current	4.5A	3.85A
Operating pressure: Hi: 4.3Mpa Lo: 2.5Mpa		
Additional refig. charge: 20g/m		
Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol		
 7 332543 360154		
Made in China		
RoHS 		 6322xxxxxx

Sisäyksikön EXH12RLEWI tunnist:



Ulkoyksikön EXH12RLEWE tyyppikilpi:

		
Electrolux		
Model	PNC	Serial No.
EXH12RLEWE	946 373 069	31000001
AC 220-240V~/50Hz Max. Input: 1700W Max. Current: 7.5A Refrigerant R410A/1.3kg		Phase: 1 Weight: 43kg Outdoor unit IP: IP24
Capacity	Heating 4000W	Cooling 3500W
Input	960W	850W
Current	4.5A	3.85A
Operating pressure: Hi: 4.3Mpa Lo: 2.5Mpa		
Additional refig. charge: 20g/m		
Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol		
 7 332543 360185		
Made in China		
RoHS 		 6322xxxxxx

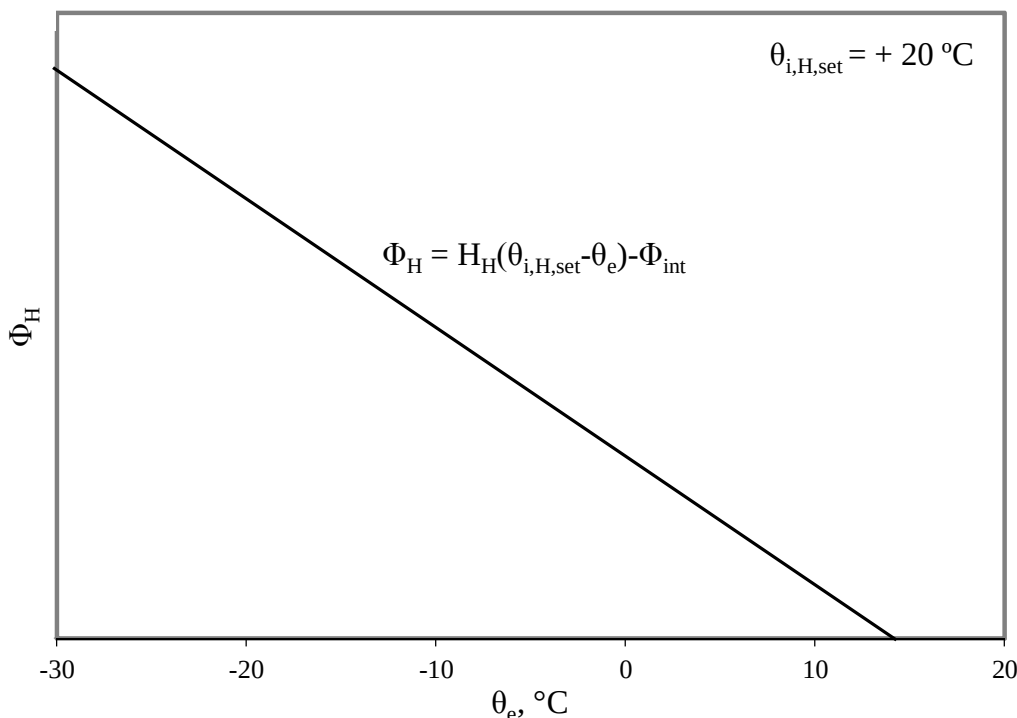
Ulkoyksikön EXH12RLEWE tunnist:



Ilmalämpöpumppu: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

LÄMMITYSTEHTÄVÄ

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:

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

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

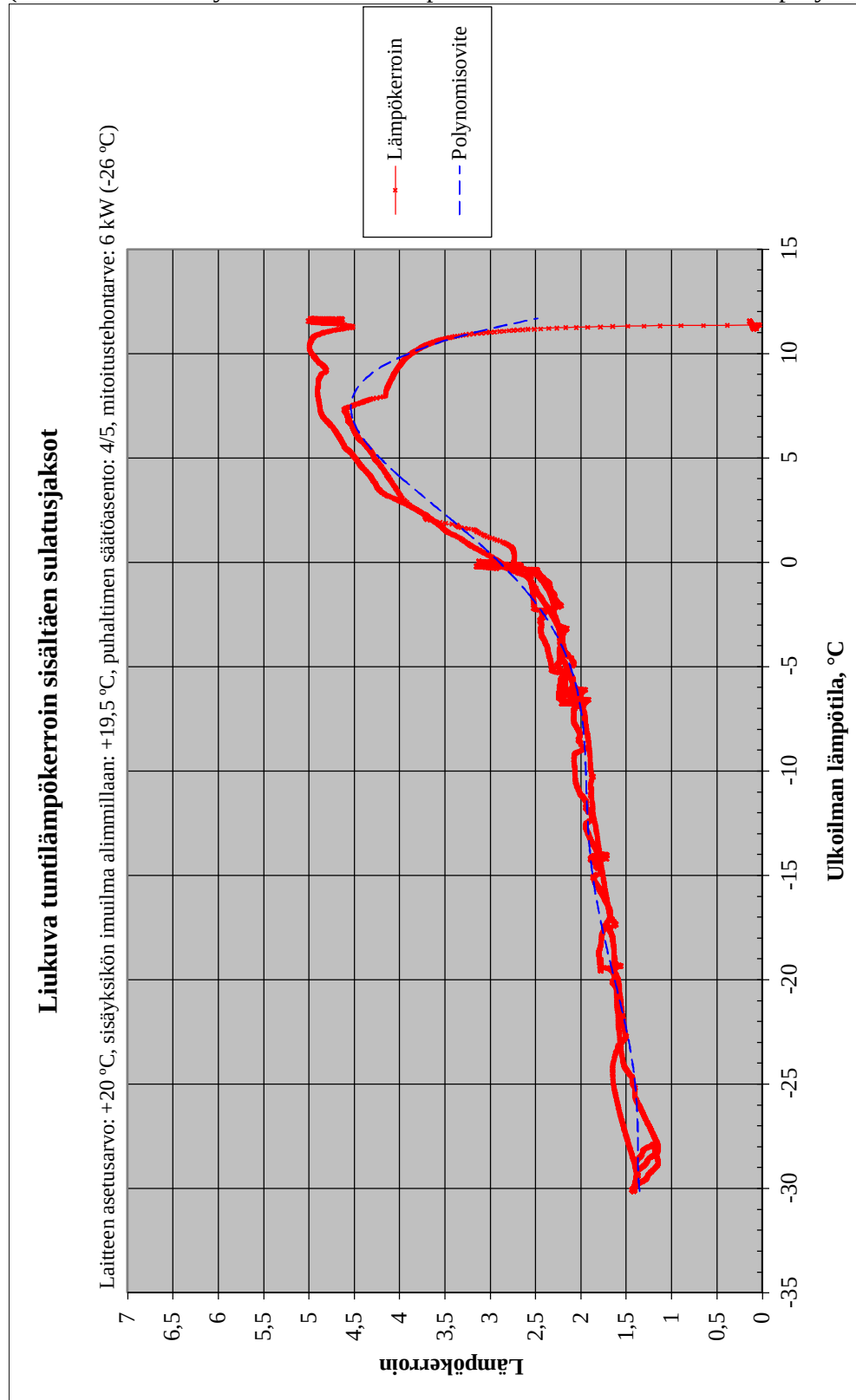
Esimerkiksi lämmityskauden mitoittavalla ulkolämpötilalla -26 °C on lämmitystehontarve 6 kW. Ilmalämpöpumpun lämmitysteho kattaa matalilla ulkoilman lämpötiloilla osan lämmitystehontarpeesta. Silloin osa lämmitystehontarpeesta on katettava muulla lämmitysjärjestelmällä.

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: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

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: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

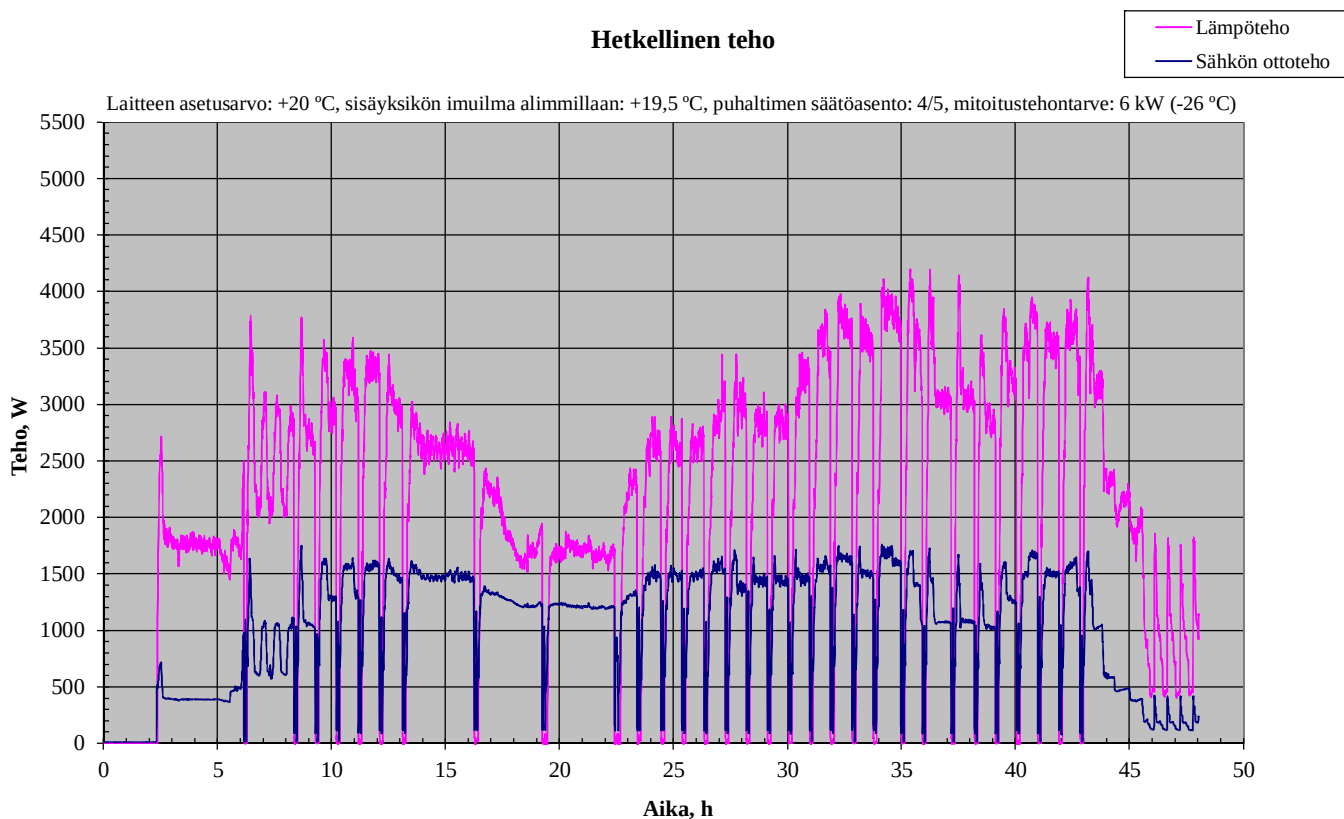
TOIMINTAKOE

Teho ja ulkoilman lämpötila toimintakokeen aikana.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot



Hetkellinen teho



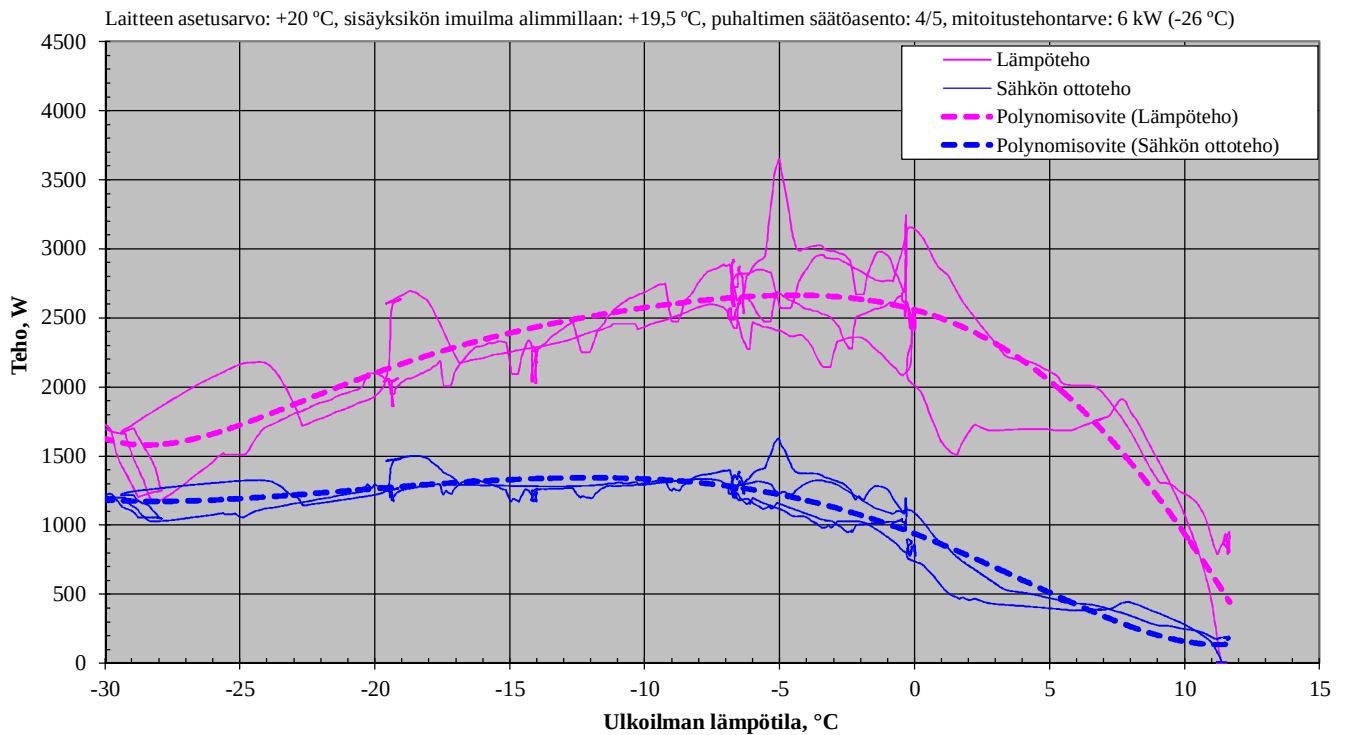
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

TOIMINTAKOE

Tehon liukuva tuntikeskiarvo ulkolämpötilan funktiona.

Tehon liukuva tuntikeskiarvo sisältäen sulatusjaksot



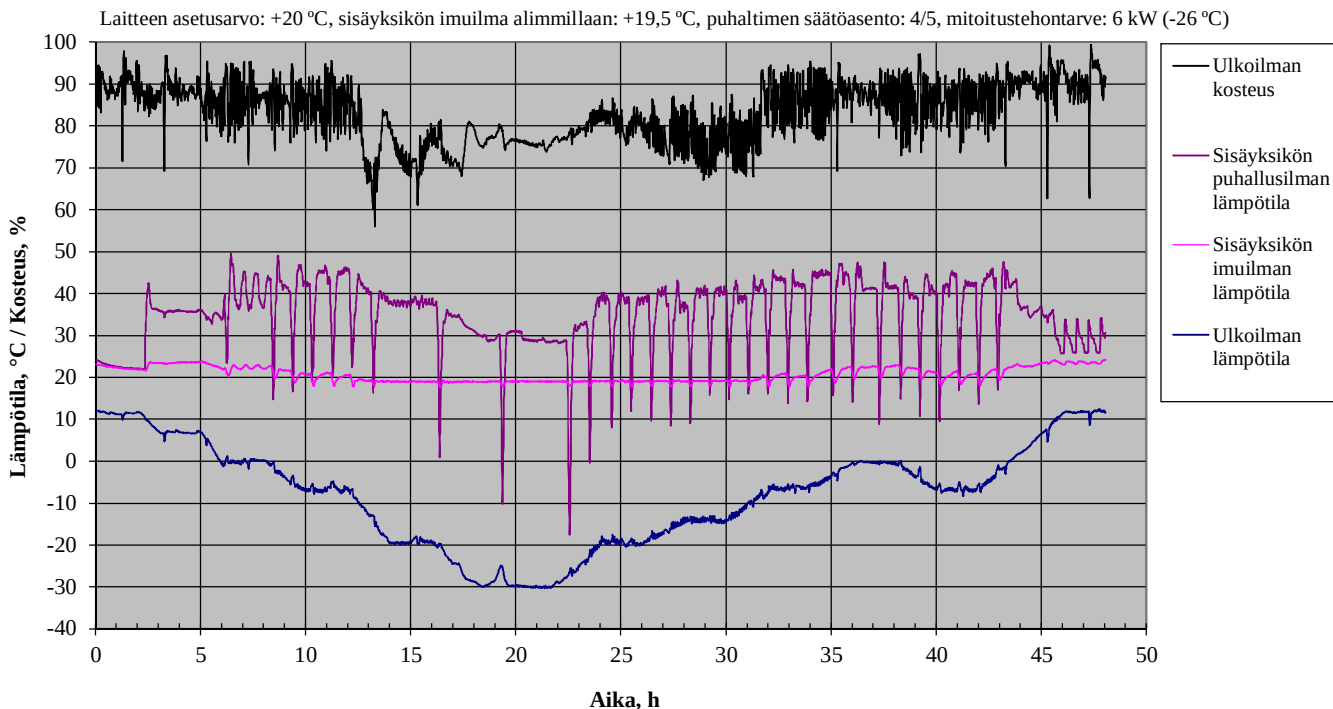
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE

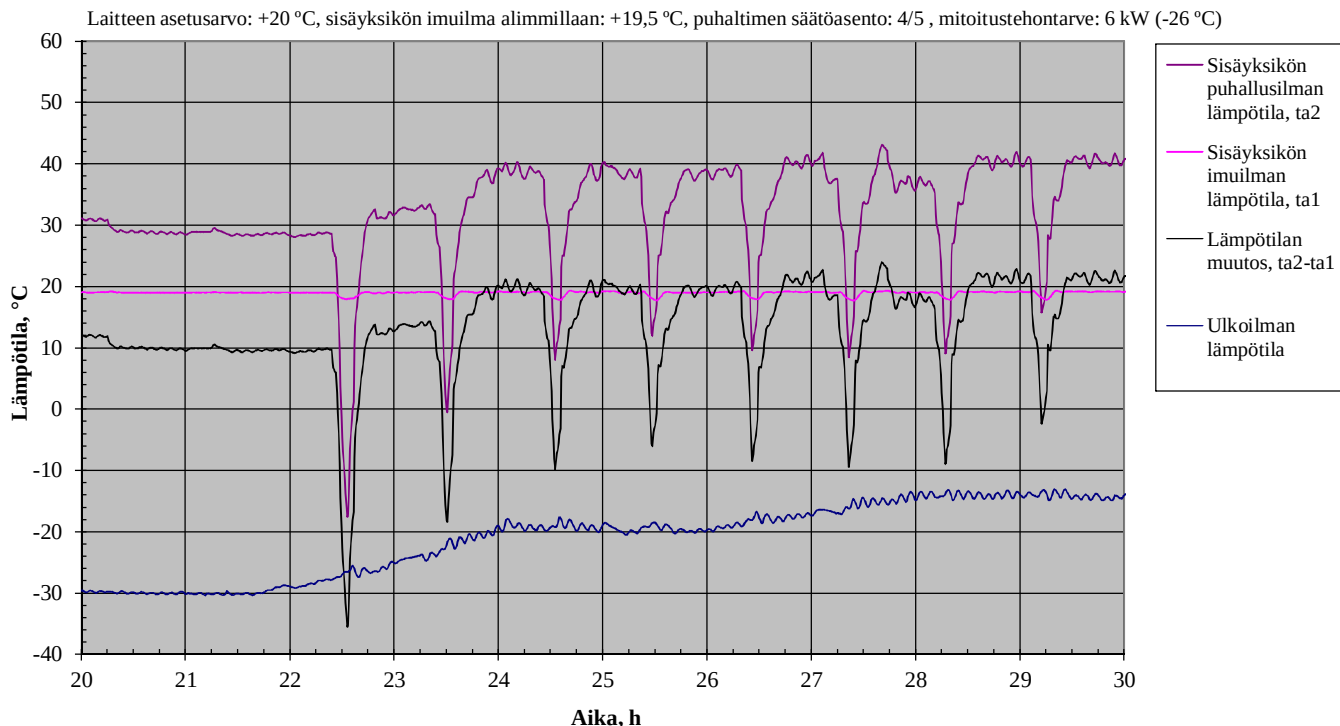
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja ulkoilman kosteus toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja kosteus kokeen aikana



Sisäyksikön lämpötilat ja lämpötilanmuutos

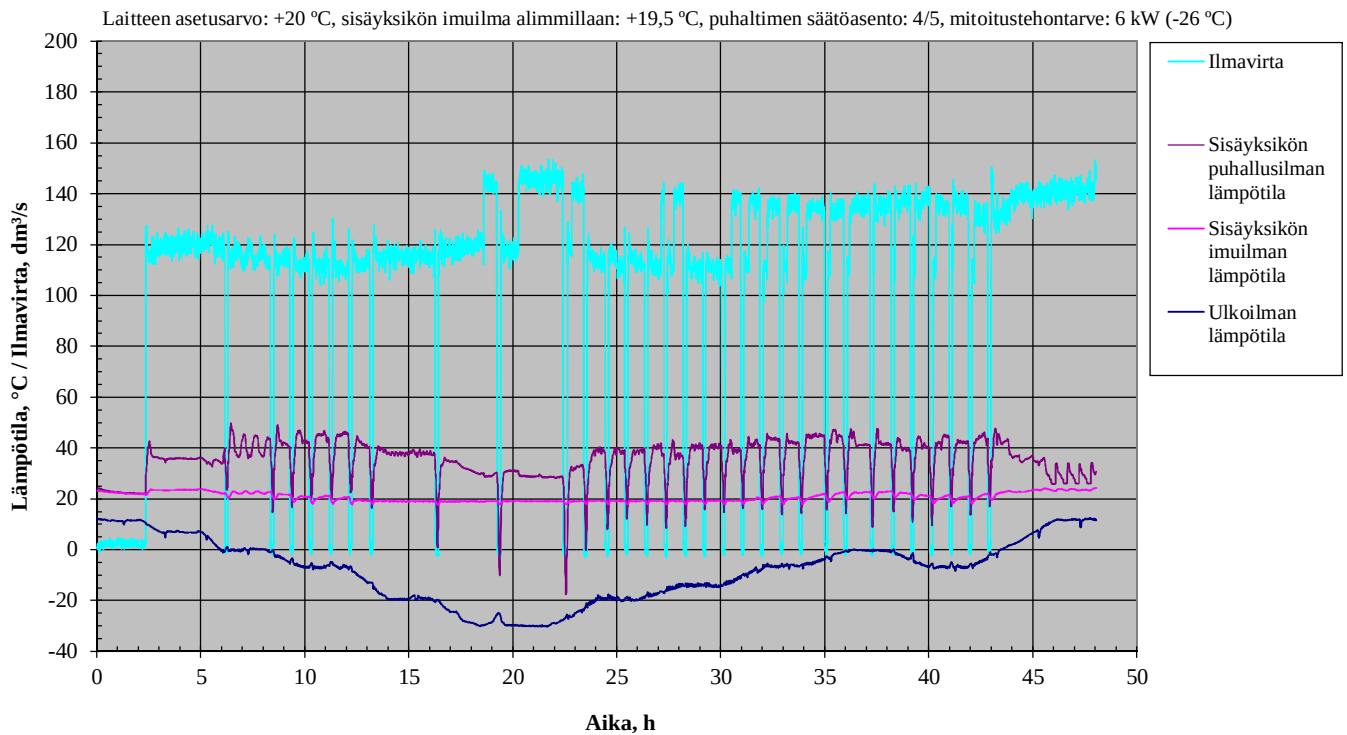


Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ilmalämpöpumppu: Electrolux EcoHeat EXH12RLEWI + EXH12RLEWE
TOIMINTAKOE

Ilman lämpötilat ja sisäyksikön ilmavirta toimintakokeen aikana.

Ilman lämpötila ja sisäyksikön ilmavirta kokeen aikana



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille