

Altaani Oy on Tampereella toimiva automaatioalan yritys, jonka erityisalueena ovat energiamittausten laskenta-algoritmien sovellus- ja asiantuntijapalvelut.



Altaani Oy Ilmamäärän energiaa mittaamassa

Lokakuussa 2011 Inspecta Tarkastus Oy toimitti Kuhmon Lämpö Oy:lle ilmamäärän energian laskentalaitteen. Hankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi Altaani Oy. Laskentalaitteeksi valittiin Endress+Hauser RMM 621, vapaasti ohjelmoitava energialaskuri.

TEKSTI: Jukka Pahkala KUVAT: Metso

Kuhmon Lämpö Oy toimittaa lämpöenergiaa mm. Kuhmon kaupungille ja vieressä sijaitsevalle prikkitehtaalle. Höyryn lisäksi, tehtaalle toimitetaan kuivatusilmaa, jonka tarkoituksena on kuivata tehtaalle toimitettavan purun kosteutta.

Ulkoa tuleva ilma johdetaan lämmönvaihtimen läpi, jolloin vaihtimesta lähtevän ilman lämpötila on noin 50 °C. Lämmönvaihtimesta saatua energiaa haluttiin mitata, koska kuivatusilman energiamäärä oli tulossa laskutusmittausten piiriin.

Lämmönvaihtimesta saatiin mittaustiedot

na tulevan ja lähtevän ilman lämpötilat, T_{in} ja T_{out} sekä ilmankosteus RH. Ilmapuhaltimen taajuusmuuttajan kierrosluvusta laskettiin tilavuusvirtaus F_v .

Projektin alkuvaiheessa selvitettiin eri vaihtoehtoja energiamäärän laskemiseksi. Löytyisikö valmiiksi ohjelmoitu laskin? Vai olisiko ainoa mahdollisuus tehdä laskenta esimerkiksi ohjelmoitavalle logiikalle?

Ilman virtauksen laskentaan löytyi useitaakin tarjokkaita, mutta varsinaisesti lämpötilaeron perusteella laskevaa energiamittaustaluttetta ei löytynyt "suoraan hyllystä".

Vapaasti ohjelmoitava RMM 621

Ohjelmoitavan logiikan ja parametroitavan laitteen väliuutto löytyi lopulta Endress+Hauserin RMx 621 -tuoteperheestä. Höyry- ja lauhdelaskentaan soveltuvan RMS 621:n ja kaasulaskentaan tarkoitettavan RMC 621:n lisäksi tuotevalikoimassa on vapaasti ohjelmoitava laite, RMM 621 (M=mathematics). Laitteeseen on mahdollista ohjelmoida 20 matemaattista (tai loogista) yhtälöä, joista kukin voi sisältää 200 merkkiä sisältävän laskentayhtälön.

Laitteen oma vakionäyttö sekä I/O-kanavat ja laskurit toimivat samalla periaatteella kaikkis-

sa RMx-sarjan laskureissa. Näin ollen esimerkiksi näyttöä tai kumulatiivisia laskureita ei tarvitse ohjelmoida erikseen, vaan ne ovat laitteessa olevia vakiotoimintoja. Tämä nopeuttaa ja helpottaa ohjelman tekemistä, jos sovellusta verrataan esim. logiikkaohjelmoiintin.

Seuraavana haasteena oli laitteeseen ohjelmoitavan laskenta-algoritmin selvitys.

Taulukkoarvoja ja yhtälöitä

Ohjeita ja karkeita nyrkkisääntöjä ilmamäärän energialaskentaan löytyi runsaasti. Koska tavoitteena oli mahdollisimman tarkka laskenta, päädyttiin käyttämään käsikirjan, ASHRAE 2001 Fundamentals Handbook *) mukaisia taulukkoarvoja ja laskentayhtälöitä.

Lähtökohtana lämmönvaihtimen tuotettaman energian laskennassa on vaihtimeen tulevan ilman ja lähtevän ilman lämpötiloista lasketut entalpiat (Kuva 1).

Kun entalpioiden erotus kerrotaan massavirralla, saadaan lämmönvaihtimesta saatu teho MW. (Yhtälö 1). Mitatusta tehosta lasketaan kumulatiivinen energia MWh.

Ominaisuuden ja entalpiain laskemiseksi tarvitaan useita väli vaihteita, joiden yhtälöt selviävät em. käsikirjasta. Tärkeimpänä suureena on sekoitussuhde [g/kg].

Sekoitussuhteen avulla esitetään ilmassa vallitsevan vesihöyryn massan ja kuivan ilman massan suhdetta. Sekoitussuhteen laskemiseksi on selvitettävä vesihöyryn osapaine mitatussa lämpötilassa sekä kylläisen vesihöyryn osapaine.

Käyttöön otton yhteydessä mitattujen laskennallisten väliarvojen (osapaine jne.) lukemat vastasivat hyvin ASHRAE:n mukaisia taulukkoarvoja (Taulukko 1).

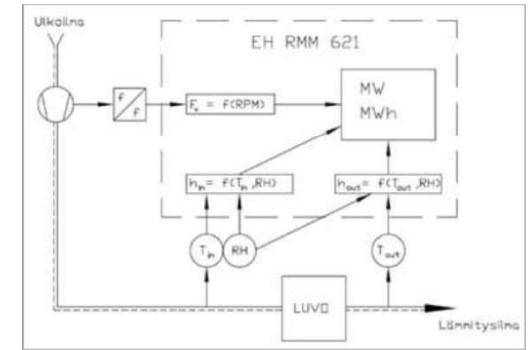
Energialaskureiden suorituskykyä testattiin simulointiolosuhteissa (Taulukko 2).

Mittauksia verrattiin myös lämmönvaihtimen valmistajan laskelmiin. Laitoksen Itävaltalaiselle toimittajalle lähetettiin tiedot vallitsevista prosessiarvoista. Valmistajan ilmoituksen mukaan tehon lukemat vastasivat hyvin prosessioluhteiden mukaisista tilanetta.

Kaiken kaikkiaan mielenkiintoisen projektin onnistumista edesauttoivat Endress+Hauserin henkilöstö ja osaaminen. Joustava yhteistyö laitehankinnossa sekä "Bosse" Lindqvistin arvokkaat vihjeet mahdollistivat suorituskykyisen mittausratkaisun toimittamisen. ▢

Lisätiedot: Tuotepäällikkö Ari Kettunen p. 020 483 6019, ari.kettunen@metso.com ja Jukka Pahkala, Altaani Oy, puh. 045 3545 245

*) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers



Kuva 1

$$P = (h_{out} - h_{in}) \cdot F_m$$

jossa
 h_{in} = tulevan ilman entalpia, [kJ/kg]
 h_{out} = lähtevän ilman entalpia, [kJ/kg]
 F_m = Massavirta [kg/h]

Yhtälö 1

Mittaukset						
Ilma	Tulolämpötila	3,2 °C				
Ilma	Lähtölämpötila	46,1 °C				
Ilma	Suhteellinen kosteus	95,3 %				
Lasketut väliarvot	Laskurin näyttö	Taulukkoarvo	Virhe			
Höyryn kylil.paine	765 Pa	768 Pa	-0,39 %			
Höyryn osapaine	730 Pa	732 Pa	-0,27 %			
Sekoitussuhde	4,514 g/kg	4,531 g/kg	-0,38 %			
Tiheys	1,268 kg/m3	1,268 kg/m3	0,00 %			
Entalpia	58,332 kJ/kg	58,084 kJ/kg	0,43 %			
Energian laskenta						
Teho	Aloitus	Lopetus	Energia	Pulssi aika	Mitattu	Virhe
[MW]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	nim. [s]	[s]	[%] rdg
2,174	276,32	278,72	2,4	3974,24	3968,56	0,14
Ilmamäärän laskenta						
Virtaus	Aloitus	Lopetus	Määrä	Pulssi aika	Mitattu	Virhe
[kg/h]	[t]	[t]	[t]	nim. [s]	[s]	[%] rdg
180176	1430,0	1832,5	402,5	8042,14	8040,01	0,03

Taulukko 1