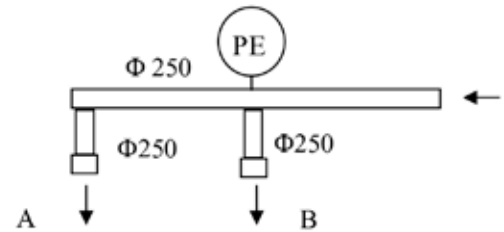


# Virtaukset tasapainossa

Kuvan tapauksessa ilmavirrat on säädetty tuloilmalaitteilla A ja B yhtä suureksi molemmille laitteille. Jos runkokanava muutetaan koosta  $\Phi 250$  kokoon  $\Phi 315$ , eikä muita toimenpiteitä tehdä, kummasta tuloilmalaitteesta tulee suurempi ilmavirta? Miksi? Oletetaan, että kanavassa on vakio painesäätö, jonka anturi on runkokanavassa haarakanavan B kohdalla. Jos lähtötilanteesta kummastakin päätelaitteesta tulee  $200 \text{ l/s}$  niin miten paljon ilmaa runkokanavan vaihdon jälkeen tulee päätelaitteesta A? Alkutilanteessa painehäviö päätelaitteesta A ja sen haarakanavassa kertavastuksineen on yhteensä  $50 \text{ Pa}$ . Runkokanavan pituus haarakanavien A ja B välillä on  $30 \text{ m}$ .



## Harjoitusten vetäjä

### Jarkko Heinonen

on LVI-tekniikan lehtori ja rakentamisen tiimivastaava Satakunnan ammattikorkeakoulussa.



## Ratkaisu TALOTEKNIikka-LEHTI NRO 5/2018

Edelliskerran tehtävänä oli selvittää, voiko käyttöön otettavan toimistorakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmän näyttämä ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n tuloilman entalpiahyötysuhde  $2,01$  olla oikein. Konetta käytetään vakioilmavirralla. Entalpiahyötysuhde määritetään kaavalla

$$\eta_{htulo} = \frac{\Delta h_{tulo}}{\Delta h_{poisto}} = \frac{h_{tulo} - h_{ulko}}{h_{poisto} - h_{ulko}}$$

Koska kyseessä on tavallinen vastavirtalämmönsiirrin, voidaan lähtökohtaisesti todeta, että tuloilman entalpiaa ei voida saada nousemaan korkeammaksi kuin poistoilman entalpia, jos ulkoilman entalpia on poistoilman entalpiaa pienempi. Rakennusautomaation näyttämä entalpiahyötysuhde  $2,01$  ei siis ole oikein.

Samalla logiikalla kuin aiemmin voidaan todeta, että vastavirtasiirtimellä tuloilman lämpötila siirtimen jälkeen ei voi olla korkeampi kuin poistoilman lämpötila ennen siirrintä, jos ulkoilman lämpötila on matalampi kuin poistoilman lämpötila ennen siirrintä. Jos oletetaan, että ulkoilman lämpötila on automaation mukainen  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ , niin automaation mukaiset tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  ja poistoilman lämpötila ennen LTO:ta  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  eivät voi olla oikein. Heräsikin epäily, että mittaukset ovat menneet väärin päin, jonka tarkistusmittaus osoittikin. Koska lämmönsiirtimessä ei mittaushetkellä tapahdu kondenssia, oikea entalpiahyötysuhde voidaan määrittää lämpötilaerojen avulla kaavalla

$$\eta_{htulo} = \frac{\Delta h_{tulo}}{\Delta h_{poisto}} = \frac{h_{tulo} - h_{ulko}}{h_{poisto} - h_{ulko}} = \frac{t_{tulo} - t_{ulko}}{t_{poisto} - t_{ulko}} = \frac{18 \text{ }^\circ\text{C} - 4 \text{ }^\circ\text{C}}{22 \text{ }^\circ\text{C} - 4 \text{ }^\circ\text{C}} = 0,78$$

Jos lämpötilat ovat kaavassa toisin päin, kuten rakennusautomaatiojärjestelmässä entalpiahyötysuhteeksi saadaan  $1,28$ . Mistä rakennusautomaatiojärjestelmän hyötysuhde  $2,01$  voi tulla?

Koneen ilmavirrat on tarkastettu huonepäästä ja koneen tuloilmavirraksi on saatu  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ja poistoilmavirraksi  $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tulo- ja poistoilmavirtoja ei ole rakennusautomaatiossa näkyvissä, mutta tulopuolen mittarenkaan paine-eromittaus antaa arvon  $56 \text{ Pa}$  ja poistopuolen  $61 \text{ Pa}$ . Mittarenkaan k-arvona rakennusautomaatiossa on tulopuolella käytetty arvoa  $294$  ja poistopuolella arvoa  $180$ . Kun tunnetaan paine-ero mittarenkaan yli ja mittarenkaan k-arvo, tuloilmavirta voidaan laskea kaavalla

$$q_{vtulo} = k_{tulo} \times \sqrt{\Delta p_{tulo}} = 294 \times \sqrt{56} = 2200 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Poistoilmavirraksi saadaan vastaavasti  $1406 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Tuloilmavirta vaikuttaisi olevan rakennusautomaatiojärjestelmässä oikein, mutta poistoilmavirta on paljon pienempi, kuin sen pitäisi olla. Poistopuolen mittarenkaan k-arvo on epäilyttävän pieni. Jos poistoilmavirran laskennassa mittarenkaan k-arvona käytetään samaa k-arvoa  $294$  kuin tulopuolelle, saadaan poistoilmavirraksi  $2296 \text{ dm}^3/\text{s}$ , joka vastaa hyvin huonepäästä mitattua arvoa.

Jos entalpiahyötysuhteen asemasta lasketaan tehohyötysuhde, joka ottaa ilmavirrat huomioon, alkuperäisillä mittausarvoilla, saadaan tulokseksi rakennusautomaatiojärjestelmän mukainen  $2,01$ . Rakennusautomaatiojärjestelmään pitää siis muuttaa LTO:n lämpötilamittaukset oikein päin, korjata poistopuolen mittarenkaan k-arvo oikeaksi ja korjata entalpiahyötysuhteen laskenta oikeaksi.