

Tuloilmalaitteiden ilman lähtönopeuden vaikutus ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutukseen

Energiasäästöön tarvitaan matalaa nopeutta käyttävien järjestelmien kehittyneitä versioita, koska niiden tehokkuus on huomattavasti alhaisempi kuin kerrostavien ilmanjako järjestelmien.

Suurin osa sekä teollisuus- että asuinrakennusten käyttämistä energiasta kuluu lvi-järjestelmissä. Tässä artikkelissa käsitellään eri tuloilmalaitteiden lähtönopeuden vaikutusta ilmavaihtojärjestelmän energiankulutukseen. Energiatehokkuuden vertailu tehdään puhallinenergiansäilytyksellä, kun samat olosuhteet pyritään saavuttamaan eri järjestelmissä. Vertailussa keskitytään neljään eri ilmanjakojärjestelmään: syrjäyttävään, kerrostavaan (WCJ), sekoittavaan sekä impinging jet -ilmanvaihtoon.

TULOKSET JA VÄITTEET

Tiedetään, että yleisesti käytössä olevat suurta ilmanlähtönopeutta käyttävät ilmanvaihtojärjestelmät tarvitsevat enemmän puhallinenergiaa kuin pientä ilmanlähtönopeutta käyttävät. Hyväksyttävän CO₂-pitoisuuden saavuttamiseksi perinteiset ilmanvaihto-ohjeet suosittelvat 8 l/s/henkilöä kohti pientä lähtönopeutta käyttävissä ilmanvaihtojärjestelmissä ja 10 l/s/henkilöä kohti suurta lähtönopeutta käyttävissä ilmanvaihtojärjestelmissä, eli järjestelmien välinen kerroin on 1,25.

Seuraavat verrannollisuudet ilmanvaihton määrän (q), paine-eron (Δp) ja puhallinenergian (E) välillä on olemassa:

$$\Delta p \propto q^2 \quad (7)$$

$$E \propto q^3$$

Näin ollen suurempaa lähtönopeutta käyttävän ilmanvaihtojärjestelmän pai-

ne-ero (Δp) on $1,25^2 = 1,56$ (eli = 56 %) suurempi ja puhallinenergian kulutus (E) $1,25^3 = 1,95$ suurempi, mikä vastaa 95 %:n eroa energiansäilytyksessä. Sen lisäksi vertailujärjestelmän lähtönopeus on paljon suurempi ja näin ollen tuloilmalaitteiston dynaaminen paine korkeampi kuin pientä puhallusnopeutta käyttävien järjestelmien. Myös tämä johtaa pienempään energiansäilytykseen yllä kuvatus tuloilman suuremman määrän lisäksi.

Käyttämällä neljää erilaista ilmanvaihtojärjestelmää (taulukko 1) ja ilmanjakoindeksiä (ADI) vertailuun voidaan havaita, että suurta tuloilman nopeutta ei tarvita, jos käytetään tehokasta ilmanjakotapaa. Taulukko 1:n mukaan seinään puhaltava ilmanjako, wall confluent jet, antaa parhaimman ADI-indeksin (13,5) tuloilman minimimäärällä $0,025 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Samana indeksin saavuttamiseksi sekoittavalla järjestelmällä tarvitaan 1,8 kertaa suurempi tuloilmamäärä. Yhtälön (7) verrannollisuuksilla saadaan tulokseksi $1,8^3 = 5,83$ suurempi ener-

giansäilytykseen. Syrjäyttävällä ilmanjaolla saadaan tulokseksi $1,10^3 = 1,33$. Vaikka energi-ankutus on pienempi verrattuna sekoittavaan ilmanvaihtoon, se on edelleen suurempi kuin kerrostavalla (WCJ) ilmanjaolla toimiva järjestelmällä. Kerrostavalla ilmanjaolla saatu tulos on $1,4^3 = 2,74$, joka on melkein kaksinkertainen arvo syrjäyttävään ilmanjaolla verrattuna, mutta puolet sekoittavalla ilmanjaolla saadusta arvosta. Kerrostavalla ilmanjaolla saadaan hyviä tuloksia suuremmilla tuloilman määrillä, ja sen ADI-indeksit ovat lähellä syrjäyttävän ja con-fluent jet järjestelmän arvoja.

Korkeimmat lämpötilat mitataan kattotasossa ja nopeudet pysyvät vakioarvojen rajoissa. Näin ollen kerrostava (WCJ) ilmanjako pystyy yhdistämään syrjäyttävän ilmanjaon kerrostumisen ja sekoittavan ilmanvaihtoon sekoittumisen hyviä puolia. Toinen kerrostavan (WCJ) järjestelmän etu on, että sitä voidaan käyttää sekä lämmitykseen että jäähdytykseen. •

TAULUKKO 1.
CFD-SIMULOINTIEN TULOKSIA

Ilmanjakojärjestelmä	Tuloilman kokonaisilmamäärä [m ³ / s]	ADI-indeksi
Sekoittava	0,025 (vertailuarvo+)	10,9
Sekoittava	0,040 (1,6x0,025)	12,2
Sekoittava	0,045 (1,8x0,025)	13,5
Sekoittava	0,0475 (1,9x0,025)	14,2
Sekoittava	0,050 (2x0,025)	15,4
Syrjäyttävä	0,025 (vertailuarvo+)	12,0
Syrjäyttävä	0,0277 (1,11x0,05)	13,9
Syrjäyttävä	0,0275 (1,10x0,05)	13,6
Syrjäyttävä	0,050 (2x0,025)	22,9
Kerrostava Ilmanvaihto	0,025 (vertailuarvo+)	13,5
Kerrostava ilmanvaihto	0,050 (2x0,025)	23,9
Impingin Jet	0,025 (vertailuarvo) (vertailuarvo+)	11,3
Impingin Jet	0,030 (1,2x0,025)	12,4
Impingin Jet	0,035 (1,4x0,025)	13,6
Impingin Jet	0,0375 (1,5x0,025)	14,4
Impingin Jet	0,050 (2x0,025)	20,8

+vertailuarvo = $0,25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

LOPPUPÄÄTELMÄT

■ Ilmanjakojärjestelmän valinta vaikuttaa ratkaisevasti energiankulutukseen.
■ Kerrostava (WCJ) ilmanjakojärjestelmä on tehokkaampi kuin syrjäyttävä, Impinging Jet, tai sekoittava ilmanvaihto.
■ Saman ADI-indeksin saavuttamiseksi sekoittavalla järjestelmällä tarvitaan 1,8 kertaa suurempi tuloilmamäärä ja 5,83 kertaa enemmän energiaa.

■ Syrjäyttävä ilmanvaihto kuluttaa 1,33 kertaa ja Impingin Jet -ilmanvaihto 2,74 kertaa enemmän energiaa kuin kerrostava ilmanvaihto (WCJ), mutta ovat silti tehokkaampia kuin perinteinen sekoittava ilmanvaihto.
■ Tämän artikkelin kirjoittajat uskovat, että energiasäästöön tarvitaan matalaa nopeutta käyttävien järjestelmien kehittä-

tyneitä versioita, koska niiden tehokkuus on huomatta-vasti alhaisempi kuin kerrostavien ilmanjako järjestelmien.

*T.Karimipannah, B. Mosfegh,
Gävlen Yliopisto, Ruotsi
H.B. Azabi,
Readingin Yliopisto, UK*

ILMANJAKOJÄRJESTELMÄT UUSIKSI

Ruotsalaisten yliopistojen tutkimusryhmät tekevät tiivistä yhteistyötä teollisuuden kanssa.

Perustutkimus palvelee erilaisten tekniikoiden kehittämisessä. TEKSTI **KIMMO TURUNEN** KUVA **JUHA LOIKKANEN**



◀ – *Ilmastomuutoksen torjumiseen tarvitaan myös energiatehokkaita ilmanjakojärjestelmiä, sanoo Bahram Mosfegh.*

Ohessa esitelty projekti on tyypillinen esimerkki Mosfeghin työryhmien tutkimuskohteista, joissa energia näyttelee suurta roolia.

Mosfeghiä ja hänen työryhmiään kiinnostaa hyvälaatuisen sisäilman tuottaminen, mutta myös sen saavuttamiseen tarvittavan energiankäytön analysointi.

– Hyvä ilmanlaatu saadaan kyllä aikaiseksi, mutta samalla kulutetaan paljon energiaa. Meidän lähtökohtanamme on tutkia, kuinka voisimme tuottaa hyvälaatuista sisäilmaa mahdollisimman vähällä energiankäytöllä.

TEHOTTOMUUS KIIHDYTTÄÄ ILMASTOMUUTOSTA

Mosfegh huomauttaa, että esimerkiksi USA:ssa yksi henkilö tuottaa vuodessa kolme kertaa enemmän hiilidioksidia kuin Ruotsissa.

– Autot ovat tietysti päällimmäinen syy, mutta myös tehottomat ilmastointijärjestelmät kiihdyttävät ilmastomuutosta.

Mosfegh ja hänen tutkijaryhmänsä tutkivat energiankulutusta myös varastohalleissa ja teollisuustiloissa, joissa lämmitys tapahtuu ilmastoinnin avulla.

– Teollisuudessa käytetään yleensä sekoittavaa ja syrjäyttävää ilmanvaihtoa. Sekoittavassa ilmanvaihdossa tiloihin työnnetään suuret määrät ilmaa, mikä syö energiaa. Talvella tuloilma on vielä lämmitettävä esimerkiksi miinus kymmenestä asteesta plus kahdeksaantoista, mikä lisää energian kulutusta.

Teollisuushallit ovat suuria; siksi sekoittava ilmastointi ei ole niin suosittu. Tämän vuoksi monilla teollisuuden aloilla on siirrytty syrjäyttävään ilmanvaihtoon.

– Tästä on seurannut, että ilmastointilaitteiden eteen on jouduttu asettamaan paperia tai metallilevyjä, joilla on estetty ilmavirtauksen voimakkuuden aiheuttama epämukavuus. Samaan ilmiöön on törmätty myös toimistoissa.

– On siis löydettävä uusia ratkaisuja. Tutkimuksemme osoittavat, että meillä on mahdollisuuksia kehittää ilmanjakojärjestelmiä, jotka säästävät energiaa, Mosfegh sanoo.

YRITYKSET MUKANA IMAGOSYISTÄ

Hän painottaa tutkimuksen tieteellisyyttä; teollisuusympäristöstä saatuja tuloksia julkaistaan tieteellisissä aikakauslehdissä ja niitä esitellään tieteellisissä kongresseissa.

Mosfeghin mukaan myös yritykset ovat kiinnostuneita aiheesta, vaikka energiakustannukset eivät muodosta niiden kustannuksista kuin murto-osan.

– Yritykset haluavat olla kehityksessä mukana imagosyistä. Ilmiö on havaittavissa kaikkialla Ruotsissa.

Mosfegh painottaa, että mikäli ilmanvaihdon energiankulutusta halutaan vähentää, on tilankäyttö suunniteltava järjestelmien ehdoilla ja ne on asennettava valmistajan ohjeiden mukaan.

– Näin niiden edut voidaan optimoida.

Ohessa esitellyn tutkimuksen tulokset valmistuvat vuoden 2008 lopulla. Tutkimuksessa käytetyt tuotteet ovat Vasatherm Finland Oy:n valmistamia kerrostavan ilmanvaihdon tuloilman päätelaitteita. •

Yhteistyö teollisuuden kanssa kiinnostaa, sillä haluamme, että työmme tulokset realisoituisivat valmiiksi tuotteiksi, professori **Bahram Mosfegh** sanoo.

– Ilmastomuutos koskee meitä jokaista. Kaikki tietävät, että meidän on tehtävä jotain saadaksemme se loppumaan tai ainakin hidastumaan, sanoo energijärjestelmien professori Bahram Mosfegh Linköpingin yliopistosta.

Mosfeghin mukaan eräs keino torjua ilmastomuutosta on huolehtia energiankäytön tehokkuudesta.

– Tarvitsemme järjestelmiä, jotka käyttävät vähemmän energiaa, mutta tuottavat saman tai paremman tehon.

Mosfegh tutkii rakennusten sisäilmaa ja sen tuottamiseen tarvittavaa energian käyttöä. Hän johtaa kahta tutkimusryhmää, joista toinen sijaitsee Linköpingissä ja toinen Gävlessä.

– Toimimme läheisessä yhteistyössä teollisuuden kanssa. Teemme perustutkimusta erilaisten tekniikoiden kehittämiseksi. Yhteistyö teollisuuden kanssa kiinnostaa, sillä haluamme, että työmme tulokset realisoituisivat valmiiksi tuotteiksi.