



Aito elinkaarivertailu tulee tarpeeseen

Ilmanvaihtojärjestelmien ominaissähköteho esiin

RETCARE®-ilmanvaihtojärjestelmällä sisäilman olosuhteet kuntoon alle kilowatin SFP-luvulla

Helsingin yliopisto rakennuttaa elinkaarimallilla

Pääkirjoitus



Vaikka päätöksentekoon liittyy tiukan faktatiedon lisäksi myös arvovalintoja, päätökset tehdään aina olemassa olevan tiedon perusteella. Laskentamallit generoivat tulosteita annettujen lähtötietojen perusteella. Mallinnusten lopputulos on korkeintaan yhtä tarkka ja laadukas kuin malliin syötetyt lähtötiedot. Mikäli jokin oleellinen muuttuja jää huomioimatta vertailussa, ei tämän muuttujan vaikutus näy myöskään lopputuloksessa. Tässä asiakaslehdessä tuodaan esiin muutamia tärkeitä seikkoja, jotka tulisi huomioida eri ilmanvaihtoratkaisu- ja vertailtaessa.

Antoisia lukuhetkiä ja aurinkoista syksyä

Markus Castrén
Toimitusjohtaja / Retermia Oy

Elinkaarihankkeet haastavat vanhat toimintamallit

Julkisessa keskustelussa rakennushankkeen kilpailuttaminen sen elinkaaren aikaisen toiminnan lähtökohdista on noussut vahvasti esille viime vuosina. Allianssin kaltaiset urakointimuodot haastavat vanhoja toimintamalleja ja luovat oikein toteutettuna mahdollisuuden tehdä aiempaa laadukkaampia, muuntojoustavampia ja hiilijalanjäljeltään pienempiä rakennuksia.

Rakentamisala on perinteisesti mielletty vanhoilleksi ja hitaaksi muutoksille. Muutoksien saaminen rakentamisen kulttuuriin vaatii paljon ennakkoluulotonta asennetta, aikaa ja kärsivällisyyttä. Mutta se on mahdollista. Tästä hyvänä esimerkkinä on Helsingin yliopiston rakennuttamisen kulttuuri.

Rakennuttaminen, erityisesti julkisissa hankkeissa, on mielestäni talotekniikkateollisuuden haastavin laji. Rakennuttajan tulee hallita laajasti eri tekniikan aloja, ymmärtää lainsäädäntö- ja talousasioiden päälle sekä omata johtamiskykyä ja näkemystä siitä, mitä tarkoitusta varten tiloja rakennetaan tai peruskorjataan – nyt ja tulevaisuudessa.

Sisällys

Ilmanvaihtojärjestelmien ominaissähköteho esiin	4
Aito elinkaarivertailu tulee tarpeeseen	5
RETCARE®-ilmanvaihtojärjestelmällä sisäilman olosuhteet kuntoon alle kilowatin SFP-luvulla	8
Helsingin yliopisto rakennuttaa elinkaarimallilla	10



$$SVP = SFP + SPP,$$

ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho esiin

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon tarpeessa tulisi huomioida myös ilmanvaihdossa tarvittava pumppauksen ominaissähköteho SPP (Specific Pump Power), jonka yksikkö on myös kW / (m³/s) tai Ws/ m³ ilmavirtaa. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehomäärittämisessä tulisi laskea yhteen SFP- ja SPP-luvut kullekin ilmanvaihtokoneelle sekä rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmälle.

Ilmanvaihtokoneen SPP-termi lasketaan seuraavasti:

$$SPP = \frac{P_{ps}}{\text{MAX}(q_{v,tulo}; q_{v,poisto})} = \frac{P_{ps,1} + P_{ps,2} + P_{ps,n}}{\text{MAX}(q_{v,tulo}; q_{v,poisto})}$$

jossa:

SPP on ilmanvaihtokoneen pumppaussähkötehon tarve, Ws/ m³

P_{ps} on ilmanvaihtokoneen ominaispumppaus-teho, W

$P_{s,n}$ on patterijärjestelmän n (LTO, lämmitys, jäähdytysjne) pumppaussähkötehon tarve, W

$q_{v,tulo}$ on ilmanvaihtokoneen tuloilmavirta, m³/s

$q_{v,poisto}$ on ilmanvaihtokoneen poistoilmavirta, m³/s

Patterijärjestelmän n pumppaussähkötehon tarve lasketaan seuraavasti:

$$P_{ps,n} = \frac{(\Delta p_{patterit} + \Delta p_{putkisto}) * V_n}{\eta_{tot}}$$

jossa:

$\Delta p_{patterit}$ on patterijärjestelmän n neste-ilmä patterien nestepuolen painehäviö, Pa

$\Delta p_{putkisto}$ on patterijärjestelmän n putkiston (sisältäen säätöventtiilit ja mahdolliset lämmönsiirtimet) nestepuolen painehäviö, Pa

V_n on patterijärjestelmän n liuosvirtaama, m³/s

η_{tot} on patterijärjestelmän n pumpun kokonaishyötysuhde, -

Termi SPP-määritellään erikseen talvi- ja kesäkäytölle sekä siirtymäkaudelle. Talvikäytössä (SPP_w) huomioidaan energiansäästö- ja lämmitysjärjestelmien pumpujen sähkönkulutus. Kesäkäytössä (SPP_s) huomioidaan jäähdytyspatterien ja jälkilämmityspatterien (tuloilman kuivaus) sähkönkulutus. Lämmityskauden merkitys pumppauskustannuksissa ylivoimaisesti suurin, koska lämmityskausi on kestoltaan jäähdytyskautta pidempi. Siirtymäkausi, kun tuloilma ei tarvitse lämmitystä tai jäähdytystä, ilmanvaihto ei kuluta oikein ohjattuna pumppaussähköä, eli SPP_{ts} = 0.

Ilmanvaihdon sähkötehokkuuden indikaattori SVP-luku (Specific Ventilation Power) määritetään seuraavasti:

$$SVP = SFP + SPP.$$

Ilmanvaihdon ominaissähkön kulutus lämmityskaudella SVP_{ws}:

$$SVP_{ws} = SFP + SPP_{ws}$$

jossa:

SPP_{ws} on pumpun ominaissähkötehon kulutus talvikaudella (Specific Pump Power at Winter Season)

Ilmanvaihdon ominaissähkön kulutus jäähdytyskaudella, SVP_{ss}:

$$SVP_{ss} = SFP + SPP_{ss}$$

jossa:

SPP_{ss} on pumpun ominaissähkötehon kulutus kesäkaudella (Specific Pump Power at Summer Season)

Ilmanvaihdon ominaissähkön kulutus siirtymäkaudella, SVP_{ts}:

$$SVP_{ts} = SFP$$

jossa:

SPP_{ts} on pumpun ominaissähkötehon kulutus siirtymäkaudella (Specific Pump Power at Transitional Season)

Aito elinkaarivertailu tulee tarpeeseen

Ilmanvaihtokoneiden konekoot kasvavat lämmöntalteenoton hyötysuhdevaatimusten kasvaessa. Energiatehokkuuden parantaminen voi jäädä kuitenkin vain haaveeksi, jos kaikkea sähkönkulutusta ei huomioida.

Elinkaarihankkeissa pelkästään investointikustannukset eivät sanele hankintapäätöksiä. Ilmanvaihtojärjestelmän investointikustannus suhteessa sen elinkaaren aikaisiin käyttökustannukseen on 10–20 prosentin luokkaa. Siksi on aivan selvää, että energiatehokkuudelle lankeaa laitevalinnoissa suuri arvo.

Kun tehdään ilmanvaihtojärjestelmän elinkaarivertailua, ei riitä, että tarkastellaan yksittäisiä tulo- ja poistokoneita ja niiden hintoja. Tekniikka kehittyy ja hinnat vaihtelevat, siksi yksikkökohtaisilla budjettihinnoilla laskeminen pitäisi unohtaa. Tarkastelun taserajana pitäisi olla koko ilmanvaihtojärjestelmä.

Etenkin elinkaarihankkeissa – ja miksei muissakin – tulisi aina tehdä konehuoneesta muutama erilainen mallinnus, jotta saadaan kuva investoinnin kokonaiskustannuksista. Säästö IV-urakassa voi kasvattaa kustannuksia esimerkiksi putki-, automaatio- ja rakennusurakassa. Mallinnuksen avulla on mahdollista tehdä ratkaisuja, jotka ovat aidosti elinkaaren kannalta edullisempia. Kokonaisuus voi tällöin olla paljon enemmän kuin osiensa summa.

Aidosti elinkaariperusteinen suunnittelu vaatiikin tekijältään enemmän vaivannäköä. Vain tekemällä eri suunnitteluratkaisuista vähintään karkeat suunnitelmat voi päästä kiinni kokonaisuuteen: kanavametreihin, painehäviöihin ja niin edelleen.

Esimerkiksi jos poistoilmakone onkin konehuoneen sijaan vesikatolla, poistoilmakanavistot voivat kulkea suoraan sisätiloista vesikatolle eikä rakennukseen tule lämpöeristettäviä jäteilmakanavia. Lisäksi poistoilmakanavisto jää kokonaisuudessaan puhaltimen imupuolelle, eikä ilmapuotoja sisätiloihin tule. Poistoilmakanavistosta tulee myös lyhyempi, joka osaltaan alentaa SFP-lukua.

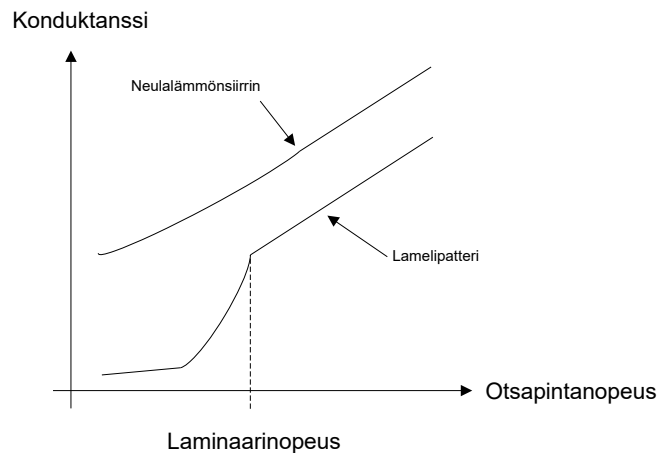
On myös muistettava, että jokainen rakennus on erilainen, eikä yhteen tehty energiasäästävä ratkaisu tuo välttämättä toisaalla merkittävää etua.

Lipsahdus laminaarialueelle

Ekosuunnitteludirektiivin asettamat vaatimukset neste-kiertoisen LTO-järjestelmän lämmöntalteenoton hyötysuhteelle ovat kasvattaneet ilmanvaihtokoneiden kooka. Konekoon kasvu ei ole energiatehokkuuden kannalta pelkästään hyvä asia. Jos perinteisellä patterilla varustetut nestekiertoiset koneet mitoitetaan turhan suuriksi, ilman nopeus patterissa ei ole ihanteellinen.

Neste-ilma-lämmönsiirrin tarvitsee tietyn miniminopeuden ilmalle, jotta lämmönsiirto on tehokasta lämpöpinnasta ilmaan. Perinteisillä pattereilla tämä miniminopeus on noin 1,4 metriä sekunnissa. Tähän saakka koneet on mitoitettu tyypillisesti 2 m/s aukkonopeuksille.

Kun ilmavirta tarpeenmukaisen ohjauksen tai aikaohjelman vuoksi puolittuu, puolittuu myös ilman otsapintanopeus ja silloin moni liian suureksi mitoitettu laite menee laminaarialueelle, jossa sen hyötysuhde romahtaa. Eli jatkuvasti osailmavirroilla toimiva suuri kone voi olla elinkaaren kannalta paljon energiatehottomampi kuin pienempi kone, joka toimii tehokkaasti koko käyttöalueella.



LTO-patterin otsapinta-alaa voi kasvattaa vain tiettyyn rajaan saakka, sillä ilmannopeuden laskiessa myös lämmönsiirtokerroin ilmasta lämpöpintaan heikkenee. **Alempi käyrä:** Ilman nopeuden laskiessa alle laminaaripisteen lämmönsiirtokerroin (konduktanssi) romahtaa, eikä suurestakaan patterista ole tällöin vastaavaa hyötyä. Laminaarivirtauksessa suurin osa ilmamolekyyleistä kulkee lämpöpinnan ohitse.

Ylempi käyrä: Neulalämmönsiirtimellä ei ole kyetty mittauksin määrittämään ns. laminaaripistettä. Neulaputkipinnalla on lineaarinen konduktanssi ilman virtausnopeuden funktiona.

Huomio pumppaussähköön

Tähän saakka ilmanvaihtokoneiden käyttämän pumppaussähkön osuus kaikesta laitteen kuluttamasta sähköstä on ollut varsin pieni ja siksi jäänyt vähälle huomiolle. Sen kummemmin ilmanvaihtokoneita koskevissa rakentamismääräyksissä kuin ekosuunnitteluvaatimuksissakaan pumppaussähkölle ei ole asetettu mitään raja-arvoja.

Sitä mukaa kun konekoot ovat kasvaneet, kanavistot ovat väljentyneet ja patterien koot kasvaneet siinä määrin, että pumppaussähkö näyttölee jo suurta roolia. Se

voi helposti olla jopa 30 prosenttia kaikesta ilmanvaihdon kuluttamasta sähköstä.

Kun siirrytään aina vain kovempiin lämpötilasuhdevaatumuksiin, myös pumppaussähkön osuus kasvaa. Mitä suuremmiksi, syvemmiksi ja leveämmiksi neste-kiertoiset lämmöntalteenottolaitteet kasvavat, sitä pidemmän matkan neste joutuu tekemään laitteen sisällä. Pidempi reitti tietää suurempaa pumppausvastusta ja tällöin pumppaussähkön kulutus nousee olennaisesti.

Merkittäviä eroja

Siinä missä huomiota kiinnitetään SFP-lukuun (Specific Fan Power) eli puhaltimen käyttämään sähköön, pitäisi huomioida myös pumppujen eli nestekiertoisten energiansäästöjärjestelmien sekä lämmitys- ja jäähdytyspatterien kuluttama ominaissähköteho, eli SPP-luku. SPP-luvun (Specific Pump Power) yksikkö on W/m³/s. SPP-luvun vaikutus ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutukseen on merkittävä, luokkaa 0,1–0,5 kW/m³/s. Kun ilmanvaihtokoneita ajetaan osateholla, SPP:n suuruus SFP-lukuun nähden kasvaa, jos pattereita ohjataan tehontarpeesta riippumatta vakiooliuosvirtaamalla.

Esimerkkinä voidaan tarkastella ilmanvaihtojärjestelmää, jonka SFP-luku on 1,8 kW/m³/s ja SPP-luku lämmityskaudella on 0,3 kW / m³/s koneen käydessä mitoitusilmavirtaamalla. Kun ilmanvaihtoa ajetaan puolella ilmamäärällä, SFP-luku pienentyy affiniteettilain mukaisesti arvoon 0,45 kW/m³/s. Mikäli eri lämmitysjärjestelmien pumput käyvät mitoitusnestevirtaamalla myös ilmamäärän puoliinnuttua, ei pumppaussähkötehon tarve pienene. Kun ilmavirta puolittuu, kasvaa SPP-luku tällöin kaksinkertaiseksi, eli arvoon 0,6 kW/m³/s. Tämän esimerkin mukaisessa ilmanvaihtokoneessa pumppaussähkön osuus on puolella ilmavirralla 33 % suurempi verrattuna puhallinsähkön kulutukseen!

Tilanne 1: mitoitusilmavirta	± 1	m ³ /s
Tulo- ja poistopuhaltimien sähkötehotarve yhteensä	1,8	kW
SFP	1,8	kW / m ³ /s
Pumppauksesähkötehotarve, talviaikana	0,3	kW
SPP _w	0,3	kW / m ³ /s

Tilanne 2: 50% ilmavirtaama	± 0,5	m ³ /s
Tulo- ja poistopuhaltimien sähkötehotarve yhteensä	0,225	kW
SFP	0,45	kW / m ³ /s
Pumppauksesähkötehotarve, talviaikana	0,3	kW
SPP _w	0,6	kW / m ³ /s

Esimerkki 1. Pumppaussähkön merkitys suhteessa puhallinsähkön kulutukseen mitoitus- ja osailmavirralla.

Laskemalla SFP- ja SPP-luvut yhteen saadaan kokonaisuutta kuvaava luku SVP (Specific Ventilation Power), eli ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho.

Mikäli pumput unohtuvat kokonaisuudesta, voivat laskelmat elinkaaren ajalle heittää melkoisesti. Otetaan esimerkkinä jatkuvalla käyntiajalla toimiva 10 m³/s ilmavirralla toimiva tulo- ja poistoilmakone, jossa on nestekiertoinen LTO-järjestelmä, jäähdytyspatteri sekä lämmityspatteri. Mikäli nestekiertoisen LTO-järjestelmän patterien yhteispainehäviö nousee 150 kPa → 300 kPa, kasvaa talviaikainen SPP-luku 0,15 kW m³/s. Edellä mainitussa LTO-järjestelmän SPP-luku on laskettu 3,5 l/s liuosvirtaamalla, olettaen putkiston ja venttiilien yhteispainehäviöiksi 30 kPa ja pumpun kokonaishyötysuhteeksi 35 %. Tämä tarkoittaa 20 vuoden aikaisen elinkaaritarkastelun aikana 19 700 EUR eroa käyttökustannuksissa kun sähkön hintana on käytetty 100 EUR / MWh ja lämmityskauden pituutena yhdeksän kuukautta vuodessa. Vastaavan suuruinen euromääräinen säästö saavutettaisiin 0,11 kW / m³/s säästöllä SFP-luvussa.

Mitoitusilmavirta	± 10	m ³ /s
Ilmanvaihdon käyntika täydellä teholla	24 / 7	
Lämmityskauden pituus	9	kk / vuosi
Sähkön hinta	100	EUR / MWh
Laskenta aika	20	vuotta
LTO-järjestelmän liuosvirtaama	3,5	l/s
LTO-järjestelmän pumpun kokonaishyötysuhde	35	%
LTO-järjestelmän pumpun nostokorkeus, Alt 1	150	kPa
LTO-järjestelmän vaikutus SPP-lukuun, Alt 1	0,15	kW / m ³ /s
LTO-järjestelmän pumpun nostokorkeus, Alt 2	300	kPa
LTO-järjestelmän vaikutus SPP-lukuun, Alt 2	0,30	kW / m ³ /s
Ero SPP-luvussa	0,15	kW / m ³ /s
Ero pumppausenergiassa laskenta-aikana	197,1	MWh
Ero pumppauskustannuksissa laskenta-aikana	19710	EUR

Esimerkki 2. LTO-järjestelmän painehäviöiden vaikutus SPP-lukuun ja elinkaaren aikaisiin pumppauskustannuksiin.

Jos todella halutaan pienentää ilmanvaihtojärjestelmien energiankulutusta, tulee tarkastella kokonaisuutta ja maksimiarvo tulisi asettaa SVP-luvulle, esimerkiksi 2,0 kW/m³/s.

Kun kone on hyvin väljä, sen SVP-luku saattaa ylittää negatiivisesti, vaikka SFP-luku näyttää hyvältä. Samaan aikaan IV-järjestelmän hintalappu kasvaa ja lämmöntalteenoton hyötysuhde osailmavirroilla saattaa heikentyä.

Kun hyötysuhdevaatimusta kasvatetaan 68 prosenttiin, aletaan nähdä perinteisiä lämmönvaihtimia, joissa on jopa 20 riviä syviä pattereita. On selvää, että tällöin liikutaan useissa tapauksissa teknillistaloudellisen valintakriteerien ulkopuolella.

SVP-tarkastelun käyttö estäisi valitsemasta LTO- ja muita pattereita, joissa korkea hyötysuhde on aikaansaatu suurelta osin pumppaussähkön kulutuksen kasvun kustannuksella. Suuren SPP-luvun omaavassa LTO-järjestelmässä käy niin, että suuremman kitkavastuksen kautta sähkö muuttuu lämmöksi ja tuloilmaa lämmitetään poistoilman lisäksi enenevässä määrin kiertopumpulla.

Puolueeton vertailu tarpeen

Jotta eri valmistajien laitteiden todellista kulutusta voisi aidosti vertailla, tarvittaisiin kaikille sama tarkastelu. Eri laitetoimittajien omat ohjelmat voivat antaa aivan erilaisia lukuja jo lähtien ilmanvaihdon energiantarpeesta. Vertailukelpoisen tiedon saamiseksi pitääkin unohtaa laitevalmistajien omat koeajot, ei siksi että ne olisivat väärin, vaan koska niiden laskentaperusteet (laskentamallit, laskennassa käytetty aika-askel ja säädädata) eroavat toisistaan.

Ilmanvaihtokoneet ja lämmöntalteenotto mitoitetaan täydelle ilmamäärälle kovimpaan pakkaseen. Näin saadaan tietää, miten paljon esimerkiksi kaukolämpöä tarvitaan tässä ääritilanteessa. Ekosuunnitteluvaatimuksissa tarkastelupiste on +5 °C ulkoilman lämpötilassa ko-

neen käydessä täydellä ilmavirralla.

Tyypillinen käyttötilanne onkin sitten jotain aivan muuta. Etelä-Suomessa tuskin koskaan päästään läheläkään 30 asteen pakkasrajaan. Pluskeliä piisaa jatkossa koko maassa enenevässä määrin läpi talven.

Harva kone käy jatkuvasti täydellä ilmavirralla. Silti elinkaarihankkeissakin laitevertailua tehdään usein yhden tai kahden toimintapistetiedon perusteella, vaikka samaan aikaan toisissa tarkastelupisteissä eri ratkaisujen hyötysuhteet voivat olla kaukana toisistaan.

Koska toimintapisteitä on useita, pitäisi myös laite-toimittajien ilmoittaa tuotteensa suoritusarvot useassa toimintapisteessä, aivan erityisesti elinkaarihankkeissa (Taulukko 1). LTO:n lämpötilasuhde ja IV-koneen SFP- ja SPP-luvut tulisi ilmoittaa esimerkiksi 5 °C asteen välein eri ulkoilman lämpötiloilla usealla eri ilmavirralla, jotta saadaan kuva toiminta-alueesta, jolla LTO:n ja IV-koneiden puhaltimien toiminta on tehokasta.

IV-koneen mitoituksessa tulisi aina ilmoittaa minimi-ilmamäärä, jolla koneen toiminta on vielä tehokasta. Muutoin aidosti energiatehokas ratkaisu voi jäädä haaveeksi. Taulukon 1 kaltaisessa laajemmassa tarkastelussa moni väljäksi mitoitettu kone voi osoittautua energiatehokkuudeltaan paljon luultua heikommaksi.

Taulukko 1:n mukainen matriisi olisi suunnittelu-työn ohella avuksi myös kohdetta vastaanotettaessa. Harvoin vastaanottoa päästään tekemään mitoituspakkasessa. Matriisin avulla nähtäisiin heti, millaiset arvot ajankohtaisessa pisteessä pitäisi olla. Myös käyttäjän valvontajärjestelmä voisi reagoida siihen, toimiiko järjestelmä suunnitellulla tavalla. Mikäli järjestelmä ei saavuta suunnitteluarvoja, päästään kiinni syyn aiheuttajaan ja ongelmat voidaan ratkaista.

Ilmavirta suhteessa mitoitusilmavirtaan	Ulkoilman lämpötila, °C									
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	
100										
75										
50										
25*										

*) tai IV-koneista haluttu minimi-ilmamäärä
 LTO:n lämpötilasuhde eri ilmamäärillä ja ulkoilman lämpötiloilla. Ns. yksipatterijärjestelmissä lämpötilasuhde tulee ilmoittaa toimintapisteessä, jossa tuloilma on lämmitetty tuloilmakoneen sisäänpuhalluslämpötilaan

- Mitoituspiste
- Ekosuunnittelu asetuksen toimintapiste
- IV-koneen toiminta alue

Taulukko 1: IV-kone toimii elinkaarensa aikana laajalla toiminta-alueella. Elinkaarilaskentaa sekä käytön aikaista seuranta varten laitetoimittajien tulisi ilmoittaa ainakin ilmanvaihtojärjestelmän SFP- ja SPP-luvut sekä lämmöntalteenoton lämpötilasuhde taulukon mukaisissa toimintapisteissä.

Tuotantohallin olosuhteet kuntoon RETCARE®-ilmanvaihtojärjestelmällä

Retermian tuotantohallissa otettiin talvella 2016 käyttöön uusi hajautettu RETCARE®-ilmanvaihtojärjestelmä, jolla parannettiin energiatehokkuutta ja tuotantohallin työskentelyolosuhteita. Samalla siirryttiin öljylämmityksestä maalämpöön.

Lämpötilasuhteen tulee olla korkea, mutta energiatehokkuuden parantaminen kasvattamalla ainoastaan LTO-laitteen kokoa ei ole mielekäästä.

Lämmöntalteenotossa korostuvat tulevaisuudessa suunnitteluratkaisut, joilla LTO:n korkean lämpötilasuhteen ja matalan SVP-luvun lisäksi myös tuloilman lämmitystehon huippukulutusta saadaan mahdollisimman tehokkaasti leikattua. Tästä esimerkkinä Retermia Oy:n Heinolassa sijaitsevassa tuotantohallissa sisään puhallettavaa ilmaa esilämmitetään porakaivolla.

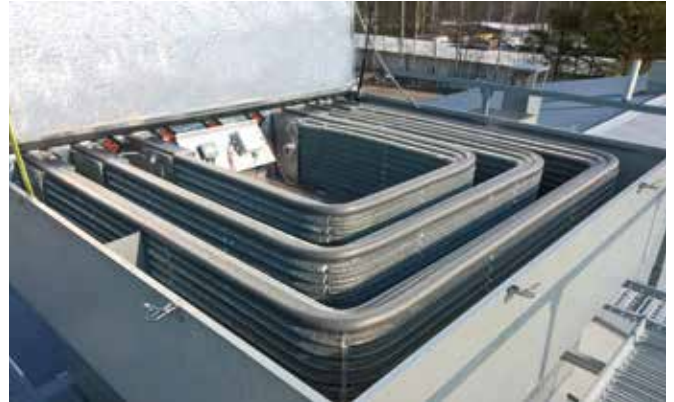
”Järjestelmässä on kaksipuolainen talteenotto. Ensin porakaivosta otetaan ilmanvaihdon esilämmitys, ja keskellä jäädytys. Toinen neulalämmönsiirrin kerää pois-tilmasta lämmön talteen ja tuo sen sitten tuloilman esilämmittämiseen”, esittelee toimitusjohtaja Markus Castrén.

”Tuloilmakoneena toimii pystymallinen RETCARE IN S kone, poistokoneena toimii LTO-huippuimuri. Järjestelmä täyttää vuoden 2018 ekosuunnitteluvaatimukset”, Castrén sanoo.

Uusi ilmanvaihtojärjestelmä on ollut käytössä joulukuusta 2015 lähtien ja maalämpö saatiin käyttöön maaliskuussa 2016. Sitten mukaan on saatu automatiikka ja säätöohjelmia on ajettu sisään kesällä. Seuraava vaihe on teho- ja energiaseurannan loppuunsaattaminen. Ilmanvaihdon SFP- ja SPP-luvut sekä hyötysuhteet ovat jatkuvan mittauksen piirissä.



Tuloilman esilämmitys-, LTO-, ja jäädytystoiminnot suoritetaan vesikatolla sijaitsevalla ilmanottokatoksella (oik). Vasemmalla LTO-huippuimuri.



Ilmanottokatos sijaitsee tuloilmakoneen yläpuolella vesikatolla. Uloimmalla kehällä sijaitsee passiivijärjestelmän esilämmitys- ja jäädytyksen neulalämmönsiirrin, joka ottaa energiansa porakaivoista. Sisimmillä kehillä sijaitsevat ilmanvaihdon LTO-järjestelmän kuusirivinen neulalämmönsiirrin. Keskellä kanavalähtö tuloilmakoneelle.

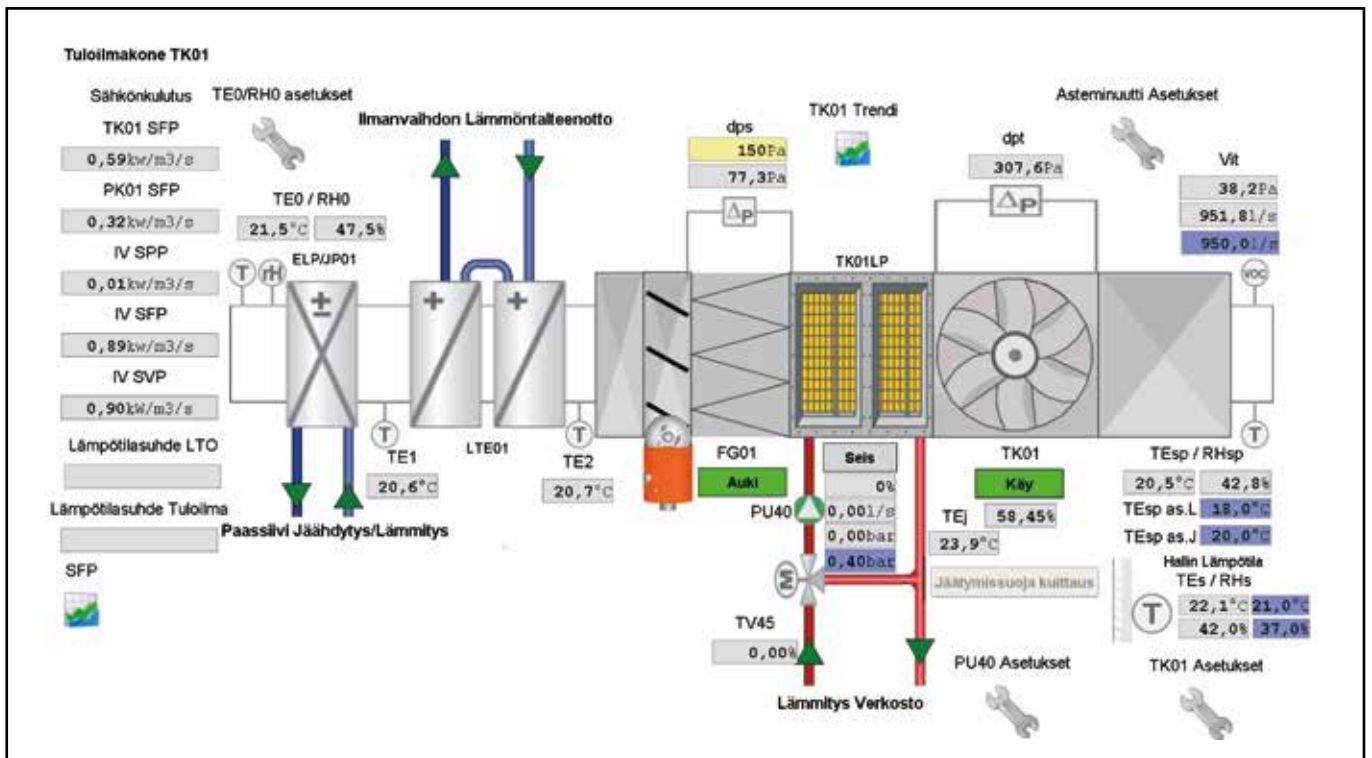


Hallin uusi sisäsovitteinen pystymallinen RETCARE IN S -tuloilmakone on mitoitettu 1000 litralle sekunnissa. Silti kone mahtuu nelömetrin kokoiselle alueelle. Tehdasympäristössä kone ei tarvitse omaa konehuonetta. Eristetty raitisilmakanava tulee koneen päälle ja sitä seuraavat sulkupelti, suodatin, lämmityspatteri, puhallin ja äänenvaimennin.



LTO-huippuimurin keskellä pyörii EC-puhallin. Puhaltimen painepuolella on kuusirivinen, ECO 2018 lämpötilasuhdevaatimukset täyttävä, neulalämmönsiirrin. Lämmönsiirtopinta on jaettu kahtia, kun keskelle on jätetty huoltoväli. Retermian lämmönvaihtimilla ei ole mitattu laminaaripistettä, jonka jälkeen lämmönsiirtokerroin romahtaisi. Siirtimen rakenteen ansiosta hitaastikin kulkeva ilma joutuu törmäilemään ja vaihtamaan suuntaa siirtimen pinnoilla, jolloin konvektio tapahtuu. Kuudella rivillä päästään samoihin hyötysuhteisiin, mihin lamellipattereilla tarvitaan noin 20 riviä.

Poistoilma on viety suoraan tuotantotilasta lyhyellä kanavistolla vesikatolla sijaitsevalle LTO-huippuimurille.



Ruutukaappauskuva valvomosta. Pieni kokonaispaineenkorotuksen tarve on ominaista Retermian laitteille. Tämän RETCARE IN S -tuloilmakoneen kokonaispaineen korotuksen tarve on noin 310 pascalia ja LTO-huippuimurissa se on noin 180 pascalia täydellä ilmavirralla, jolloin SFP-luku on 0,9 kilowatin luokkaa.

SPP- luvut eri järjestelmissä:		
Passiivinen tuloilman esilämmitys	0,11	kW / m ³ /s
Ilmanvaihdon LTO	0,12	kW / m ³ /s
Ilmanvaihdon jälkilämmitys	0,05	kW / m ³ /s
Passiivinen tuloilman jäähditys	0,4	kW / m ³ /s

Ilmanvaihdon SFP- luku:	0,89	kW / m ³ /s
SVP- luvut eri vuodenaikoina:		
SVP _{ws}	1,17	kW / m ³ /s
SVP _{is}	0,89	kW / m ³ /s
SVP _{ss}	1,29	kW / m ³ /s

Paininpuutie 17 tuotantohallin ilmanvaihtojärjestelmän SVP-luvun laskenta.

Hajauta ja hallitse

Helsingin yliopiston valtavaa kiinteistömassaa on hallinnoitu elinkaariperiaatteella jo pitkään.

Uudiskohteiden aika on ohi Helsingin yliopistolla. Olemassa olevilla kiinteistöresursseilla on pärjättävä, mutta onneksi tilaa riittää. Kiinteistömassa kattaa kaikkiaan noin 500 000m², johon sisältyy neljän suuren kampuksen ohella useita tutkimusasemia ja koulutuskeskuksia ympäri maan.

Kansalliskirjaston kaltaisten arvorakennusten lisäksi joukkoon mahtuu huippumoderneja tutkimus- ja opetustiloja.

”Tämä on vaativaa kiinteistönpitoa ja omistajaohjausta. Kun taloja uudistetaan, uudistukset kohdistuvat useimmiten talotekniikkaan”, kertoo Helsingin yliopiston Tila- ja kiinteistökeskuksen apulaisjohtaja **Aimo Hämäläinen**.

Pitkän uransa aikana Hämäläinen on nähnyt yhtä ja toista talotekniikan kehitykseen liittyvää ja niittänyt mainetta arvostettuna alan asiantuntijana. Painovoimaisesta ilmanvaihdosta on loppujen lopuksi melko lyhyessä ajassa siirrytty yhä vaativampiin tekniisiin ratkaisuihin.

”Muutoksena aikaisempiin vuosiin nykyään on pakko huolehtia sisäilman laatuvaatimuksista. Lämpöviihtyvyyden on tärkeää, mikä on tuonut jäähdytyksen mukaan kuvioihin. Rakennukset ovat tiivistyneet ja puhtausvaatimukset koventuneet. Samaan aikaan olosuhteiden hallinta on vaikeutunut suurten ja avoimien monitoimitilojen myötä.” Kehitys ei ole aina johtanut positiivisiin lopputuloksiin.

”Meillä yliopistolla kuten Suomessa yleensäkin on kanavistojen ja ilmamäärien suhteen aivan liian isoja järjestelmiä, joita ei hallitse kukaan. Aina kun tilamuutoksia tapahtuu, syntyy täydellinen kaaos. Vanhat pitkälle yhteen käyttötarkoitukseen viritetyt IV-järjestelmät ovat varsin kykenemättömiä vastaanottamaan minkäänlaisia muutoksia. Näin tilanne tavallisesti huonontuu entiseen verrattuna uusituissa tiloissa. Tässä on yksi syy siihen, miksi meillä yleisesti on niin huono tilanne sisäilmaolojen suhteen”, Hämäläinen toteaa.

Hajautuksen pioneerijoukot

Helsingin yliopistolla vaalitaan avoimen rakentamisen periaatetta: käyttäjiin liittyviä muutoksia pitää voida hallita. Tämän arvovalinta on tuonut kaikkeen rakentamiseen ja korjaamiseen punaisen langan.

”Organisaatiot ja niiden toimintamaailma muuttuvat. Tätä periaatetta olemme yrittäneet soveltaa tilojen rakentamiseen yliopistossa.”



Aimo Hämäläinen hallitsee vaativan talotekniikkatyön tilaamisen. Uudenlaisiin toimintatapoihin on siirrytty kokemuksen pohjalta.

Valtavirrasta poiketen kiinteistökeskuksen väki on jo pitkään panostanut järjestelmien hajauttamiseen ja kykyyn hallita rakennuksia siten, että muutoksista ei koidu rakennuksen käyttäjille kohtuutonta haittaa ja useimmiten muutoksia voidaan tehdä toiminnan keskellä.

”Maahan on nyt tullut suuri hajauttamisen buumi. On mietitty vähän enemmän rakennusten elinkaarta. Enää ei tarvitse korjata aina koko taloa, koska se rakennetaan niin, että sitä voidaan korjata osittain. Silloin tilan elinkaaret ovat hallittavissa aivan eri tavalla”, Hämäläinen iloitsee.

Helsingin yliopistolla tekniikan hajauttamisfilosofiaa pyritään noudattamaan niin laajasti kuin mahdollista. Rakennuksesta pyritään löytämään kerroskohtaiset vaakasuntaiset konehuoneet. Näin saadaan ylimmät kerrokset muuhun käyttöön ja säästetään metrikaupalla kanavaa, kun pitkiä yhteyksiä ei enää tarvita. Aina ei kerroskohtaisuus onnistu ja silloin on Hämäläisen mukaan parasta hajauttaa iso IV-kone useampaan pystysuuntaisesti ilmastoituun vyöhykkeeseen ilmansuuntien ja toimintojen mukaisesti.

Hänen mielestään investointikustannusten tuijotteen sijaan pitäisi laskea tarkemmin hajauttamisen tuomat kustannussäästöt energialaskuun ja huoltotyöhön, esimerkiksi lyhempien kanavien pienempinä painehäviöinä ja hallinnan helpottumisena.

Todellisen energiatehokkuuden jäljillä

Helsingin yliopistolla konevalinta tehdään aina tarkoituksenmukaisesti ja kokemuksen tuomalla varmuudella. Lämmöntalteenoton ja jäähdytyksen tehtäviin Hämäläinen

läinen vaatii pattereita, jotka on helppo puhdistaa, sillä kosteus ja epäpuhtaudet ovat paha yhdistelmä. Lämmöntalteenoton pitää aina olla korkealuokkaista. Sääolosuhteilta suojaautuminen vaatii sääsuojasäleikköjen käyttöä tai lämmöntalteenoton yhdistämistä raitisilman sisäänottoon. Ilmanvaihdon suodattimet on pidettävä lumien ja sadevesien ulottumattomissa.

Hämäläinen haluaa IV-koneiden patterikoot sellaisiksi, että tarvittaessa ilmamäärää voidaan kasvattaa 20 % verran.

”Kun olemme tehneet laitteiden ja koneiden elinkaarihankintoja, olen oppinut, että optimi otsapintanopeus IV-lamellipattereille on luokkaa 2 m/s. Ilmamäärää voidaan silloin tarvittaessa nostaa 2,4 m/s. SFP-luvun laskentaa suoritettaessa on muistettava, että maksimaalisia ilmavirtoja käytetään käyttöajasta vain lyhyitä jaksoja, jos milloinkaan. Ilmamääriä on säädettävä kuormitusten ja esimerkiksi laboratorioiden vetokaappikäyttöjen mukaan. Siellä kun puhutaan valtavista energiahäviöistä, vaikka meillä lämmöntalteenotto onkin.”

Koska yliopistolla tehdään IV-konehankintoja elinkaari- ja taloudellisin perustein, myös koneen pumppaus-sähkön osuus on laskennassa mukana.

Toinen olennainen kriteeri otsapintanopeuden ohella on, että moottorit valitaan 50 hertsin mukaan.

”Emme hyväksy ylikellotusta. Ylikellotus on aina tarkoittanut sitä, että kyky paineenhallintaan poistuu jatkossa, jos rakennuksessa on tehtävä tilamuutoksia, jotka edellyttävät ilmamäärien kasvattamista tilakuormituksen tai vetokaappimäärän muuttuessa.”

Hämäläinen sanoo tämän olevan konsepti, jolla tataan tuloilmakoneiden turvallinen pitkäaikainen käyttö, koska moottorit eivät ylikuormitu ja järjestelmä on helppo ylläpitää.

”Olen ollut parikymmentä vuotta täällä yliopistolla, ja on ollut hyvin palkitsevaa nähdä, mihin tämä ajattelu on johtanut.”

Huomio elinkaareen

Helsingin yliopistolla taloteknisten laitteiden valintaperusteet eivät koskaan perustu pelkästään hankintahintaan, vaan elinkaaren kokonaiskustannukseen, jossa suurta osaa näyttelee käyttökustannus. Kaikki laitteet valitaan aina kokonaistaloudellisuus lähtökohtana. Varsinkin tuloilmakoneissa, lauhduttimissa ja nestejäähdyttimissä ollaan Hämäläisen mukaan tarkkoina.

”Jos valitaan hintaperusteisesti, sähkönkulutukset kasvavat. Siksi elinkaari- ja talous on koko ajan meillä ”must” juttu ja joka ainoa valinta tehdään tältä pohjalta.”

Hämäläinen muistuttaa, että elinkaarikustannus ei ole pelkkää energiaa vaan siihen liittyvät myös käyttökustannukset esimerkiksi puhdistamiskustannukset. Hän korostaa hyvää suunnittelun tärkeyttä ja pitää suunnittelijaa mukana koko hankkeen ajan.



Helsingin yliopiston pääkirjasto eli Kaisa-talo on saavuttanut valtavan suosion käyttäjiensä parissa. Arkkitehtuurissa riittää ihasteltavaa.

”Suunnittelija on asiantuntija, eikä välttämätön paha. Se on yhteistyötä parhaimmillaan”, hän kehuu.

”Vaatii tilaajaorganisaatiolta toisenlaista toimintakulttuuria, että asiat kulkevat oikealla tavalla. Kiinteähintaiset urakkamenettelyt johtavat usein riitoihin, koska urakoitsijan tavoitteet kohdistuvat ennemminkin katteen kasvattamiseen laadun kustannuksella. Tavoitteena on tehdä laatuun painottuvaa projektinjohto-, elinkaari-, tai allianssimallista rakentamista. Näissä yhteisenä tavoitteena on pyrkimys yhteistyöhön ja laatuun lopputuloksessa.” Hämäläisen mukaan Suomessa pitäisi-kin parantaa rakentamisen johtamista lisäämällä yhteistyötä ja vuoropuhelua.

Mallintaminen on eräs keino parantaa rakentamisen laatua ja lisätä tuottavuutta. ”Ilman mallia yhteensovittamisesta on jatkossa vaikea selvittää taloteknisten järjestelmien määrän kasvaessa ja samalla osapuolien määrän lisääntyessä.” Helsingin yliopiston hankkeissa mallintaminen on niin kiinteä osa arkipäivää, ettei yksikään hankkeisiin osallistuva voi päästä siltä karkuun. Eikä enää haluakaan.

Elinkaariystävällisyys tarkoittaa Hämäläisen mukaan sitä, että valitaan ratkaisu, joka kokonaisvaltaisesti ja turvallisesti palvelee vaikutusalueitaan koko elinkaaren ajan. Eikä riitä, että ajatellaan talon tämän hetkistä käyttötarkoitusta. Esimerkiksi: voisiko tämä opetuskäyttöön tarkoitettu rakennus joskus olla muutettavissa täysin muuhun käyttöön esimerkiksi hotelliksi?

RETERMIA 

Retermia Oy | www.retermia.fi