

ENERGIANSÄÄSTÖÄ JA TYÖTURVALLISUUTTA

teollisuuskiinteistön ilmastointitutkimuksella

Teollisuuden tuotantohallin ilmastoinnin toimimattomuudesta voi aiheutua ongelmia, jotka voivat pahimmassa tapauksessa vaikeuttaa tuotantoa tai heikentää työskentelyolosuhteita. Esimerkiksi kosteuden kondensoituminen rakenteisiin voi aiheuttaa pisarointia, joka pahimmassa tapauksessa saa aikaan tuotantohäiriöitä. Kokonaisvaltaisella saliilmastoinnin tutkimuksella on mahdollista löytää merkittäviä tehostamiskohteita ja säästöjä, ottaen huomioon energiankäyttö, kunnossapitoasiat, työturvallisuus ja työskentelyolosuhteet.

TEEMU TURUNEN
projektipäällikkö
Motiva Services Oy
teemu.turunen@
motiva.fi



JUSSI JÄÄSKELÄINEN
projektipäällikkö
Motiva Services Oy
jussi.jaaskelainen@
motiva.fi



Sali-ilmastoinnilla tarkoitetaan tuotantohallin tulo- ja poistoilmayksiköitä, niihin kytkettyjä lämmitys- ja jäähdytyskennoja kiertoineen, ilmankuivaimia sekä tietyissä tapauksissa myös prosessiilmastoinnin osa-alueita. Tuloilman tuonti saliin on tyypillisesti järjestetty keskitetysti tuloilmayksiköillä, joissa tuloilma lämmitetään tavoitelämpötilaan joko tuotantolaitoksen sekundäärilämmöllä, kaukolämmöllä tai esimerkiksi höyryllä. Lämmön siirtonesteenä toimii tyypillisesti glykoliliuos. Vastaavasti tehdassalin poistoilmayksiköt on sijoitettu eri puolille tehdassalia, ja niitä hyödyntäen kostea ja lämmennyt ilma poistetaan tuotantotilasta. Myös tuotantoprosessissa voi olla ilmanvaihtolaitteistoja, jotka yleensä vaikuttavat myös salin ilma-

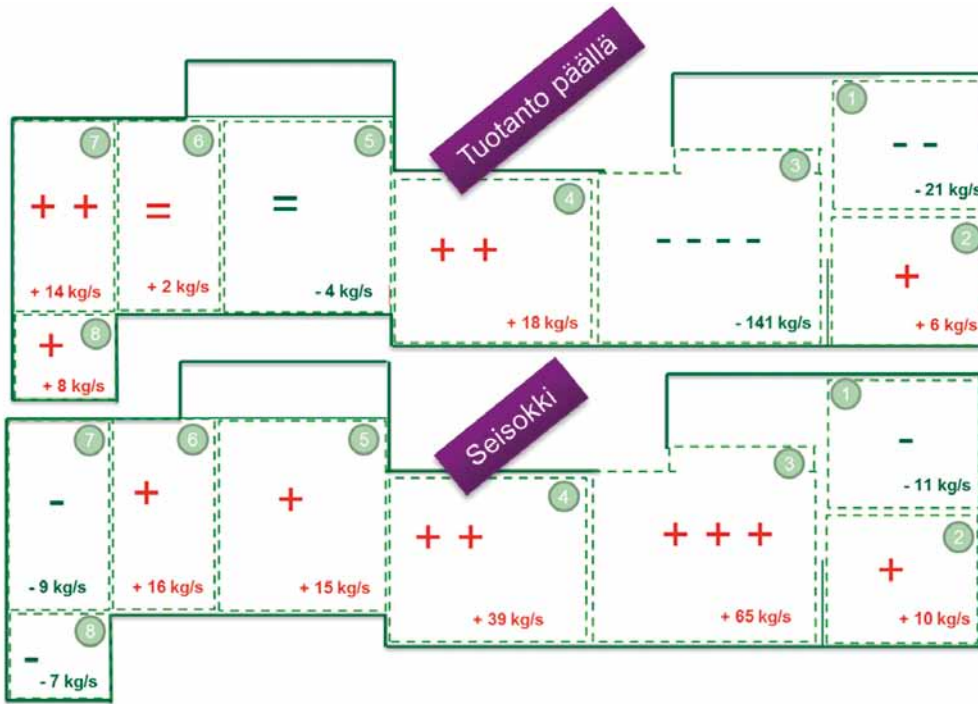
ja lämpötaseeseen. Salin poistoilmayksiköt voivat olla varustettuina myös lämmön talteenotolla, josta lämpöä johdetaan tyypillisesti tuloilman lämmitykseen. Nykyaikaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä ovat tulo- ja poistoilmayksiköt tavallisesti kiinteänä kokonaisuutena, yhdistettynä lämmön talteenottoyksiköllä.

Toimivalla tuotantohallin ilmastoinnilla saavutetaan:

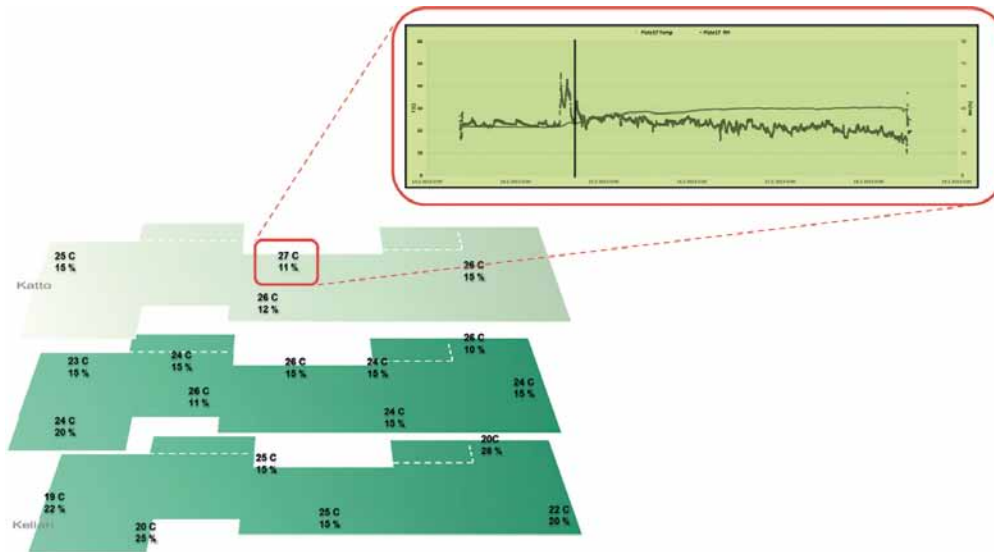
1. Korvausilman tehokas ja taloudellinen lämmitys
2. Likaisen ja kostean sali-ilman hallittu poistaminen
3. Tuotannon ja lopputuotteen kannalta stabiilit olosuhteet



KUVA 1. Kenttämittaukset ovat luotettavan ja kokonaisvaltaisen ymmärryksen perusta



KUVA 2. Tuotantotilan alueelliset ilmataseet eri tilanteissa.



KUVA 3. Ilman olosuhteiden kattavalla tiedonkeruulla päästään kiinni eri tuotantotilanteiden vaikutuksiin.

4. Riittävät, mutta miellyttävät työskentelyolosuhteet.

Jos tuotantoprosessit vaativat erillisiä ilmanvaihtoyksiköitä (kohdepoistot ym.), voi hallin ilmanvaihto toimia tuotannon aikana erilaisessa toimintapisteessä verrattuna tuotannon ulkopuoliseen aikaan. Tämän takia on mahdollista, että ongelmat esiintyvät tuotannon aikana epäpuhtaana hengitysilmana tai kosteuden tiivistymisenä hallin rakenteisiin. Tuotannon ulkopuolisena aikana on vastaavasti mahdollista löytää merkittäväkin tehostusmahdollisuuksia.

Tällöin salin lämmitys- ja ilmanvaihtotarve voi olla huomattavasti pienempi tuotantoprosessien ilmanvaihdon ollessa pois käytöstä. Tällä on merkittävä vaikutus salin ilma- ja energia-taseeseen.

Mittaustiedolla kattava kokonaiskuva vallitsevista olosuhteista

Kun tuotantolaitoksen ilmanvaihdon ja lämmityksen tilaa tarkastellaan, pääroolissa ovat kenttämittaukset. Lähtökohdana mittauksissa on hyödyntää mahdollisimman paljon olemassa olevaa mittaustietoa esimerkiksi

kiinteistönohjausjärjestelmästä. Usein tätä dataa ei ole saatavissa riittävästi, jolloin joudutaan hyödyntämään sekä pitkäaikaisia tiedonkeruuta dataloggereilla että hetkellisiä käsimitoituksia. Mittaukset voidaan kärkeasti jakaa tuotantotilojen olosuhtemittauksiin ja ilmanvaihtolaitteiden toimintapistemittauksiin.

Tuotantotilojen olosuhtetarkastelussa dataloggereita voidaan hyödyntää keräämään kosteus- ja lämpötila-arvoja eri puolilta ja eri korkeuksilta tuotantotilaa. Tällöin on myös mahdollista saada luotettavaa tietoa eri käyttötilanteista (tuotantoa,

ei tuotantoa, ulkolämpötilan vaikutus, jne.). Vastaavasti ilmanvaihtolaitteiden toimintapistemittauksissa olennaisessa osassa ovat ilmanvirtausmittaukset, jotka tyypillisesti toteutetaan käsimittauksin. Ilmanvirtaaman lisäksi on jokaisesta mittauspisteestä mitattava myös vallitseva kosteus ja lämpötila, jolloin saadaan kokonaiskuva ilman ominaisuuksista ja sen lämpösisällöstä verrattuna ulkoilman lämpötilaan.

Olosuhteiden hallinta lähtee ilmataseesta ja sen ohjauksesta

Kun tarkastellaan tuotantohallin ilmanvaihdon ja lämmityksen toimivuutta, olennaisessa osassa ovat ilmataseen analysointi ja tarkastelu. Laskemalla mittausten perusteella koko tuotantotilan ilmatase, saadaan selville, onko sali yli- vai alipaineinen. Kun lisäksi tiedossa on salin tilavuus, voidaan laskea ilman vaihtuvuus salissa ja verrata sitä suositukseen tai mitoitusravoihin. Isojen tehdashallien tapauksissa tämä ei kuitenkaan ole riittävä taso, vaan ilmatasetta täytyy pystyä pilkkomaan pienempiin kokonaisuuksiin, jotta esimerkiksi alipaine-, ilmanpuhtaus- ja kondenssiongelmiin päästään paremmin käsiksi.

KUVASSA 2 on esitetty esimerkki tehdassalin sisäisestä taseesta.

Usein ilmatasetarkasteluille saadaan vahvistusta dataloggerilta kerätystä datasta (KUVA 3), jolloin päästään tarkastelemaan, kuinka tulo- ja poistoilmoja tulisi ohjata, jotta ilman ominaisuudet olisivat optimaaliset tuotanto- ja työskentelyolosuhteiden kannalta. Mittaustietoja voidaan hyödyntää myös lämmityksen paikallisen säädön kehittämisessä.

Osa analyysityöstä tehdään jo kenttämittausten aikana. Esimerkiksi tuloilmakoneiden säädön toimivuus on testattava



kenttämittausten aikana, jolloin saadaan muodostettua korjauslista tehtaan kunnossapitoväelle. Tyypillisimmät ongelmat tällä alueella ovat vikaantuneet anturit ja toimilaitteet, epästaabiili säätö sekä likaantunut kenno.

Ilmanvaihdon osuus teollisuuskiinteistön kokonaisenergiankäytöstä on noin 30–40 %. Tämän takia on erittäin tärkeää pyrkiä kartoittamaan ilmanvaihdon ja lämmityksen tarve tilojen käyttöasteen mukaisesti. Tyypillisesti tuotannon ulkopuolisena aikana lämmitys ja ilmanvaihdon tarve on oleellisesti pienempi, jolloin moottorien käyntiaikoja tai kierrosnopeuksia alentamalla voidaan saavuttaa merkittäviä lämmön- ja sähkönsäästöjä.

Saavutettavissa olevan säästön suuruus on tietenkin riippuvainen sekä tuotannon ulkopuolisesta ajasta että vallitsevasta ulkolämpötilasta. Esimerkiksi suuren tehdassalin (> 500 000 m³) ilmanvaihdon ja lämmityksen optimoinnilla on mahdollista saavuttaa 700–1 000 €/n säästöt yhden yön aikana (2-vuorjärjestelmä, ei tuotantoa klo 22–06 välillä), kun ulkolämpötila on välillä 0...–5 °C.

Hallin ilmataseen hallinta ja toimivuus voi tietyissä tapauksissa muodostua myös työturvallisuuskysymykseksi. Jos sali on hyvin alipaineinen, voi läpikulujen kohdalle muodostua suuri paine-ero, jolloin tiloja jakavat ovet voivat sulkeutua vaarallisen nopeasti. Toisaalta tiivistyneen veden tiputukset salin rakenteista voivat puolestaan aiheuttaa liukastumisvaaraa ja sali-ilman epäpuhtaus terveysongelmia.

Takaisinmaksuaika ei välttämättä ole hyvä mittari toimenpiteiden toteutukselle

Tuotantohallin ilmastointiin tehtävien muutoksien kannattavuus

on perusteltua, kun otetaan huomioon myös tuotannolliset tekijät sekä henkilöstön työskentelyolosuhteet ja työturvallisuus asiat. Esimerkiksi paperi- tai kartonkikoneella kondenssiongelma aiheutuneen tuotanto-
seisokin kustannus voi olla yli 20 000 €.

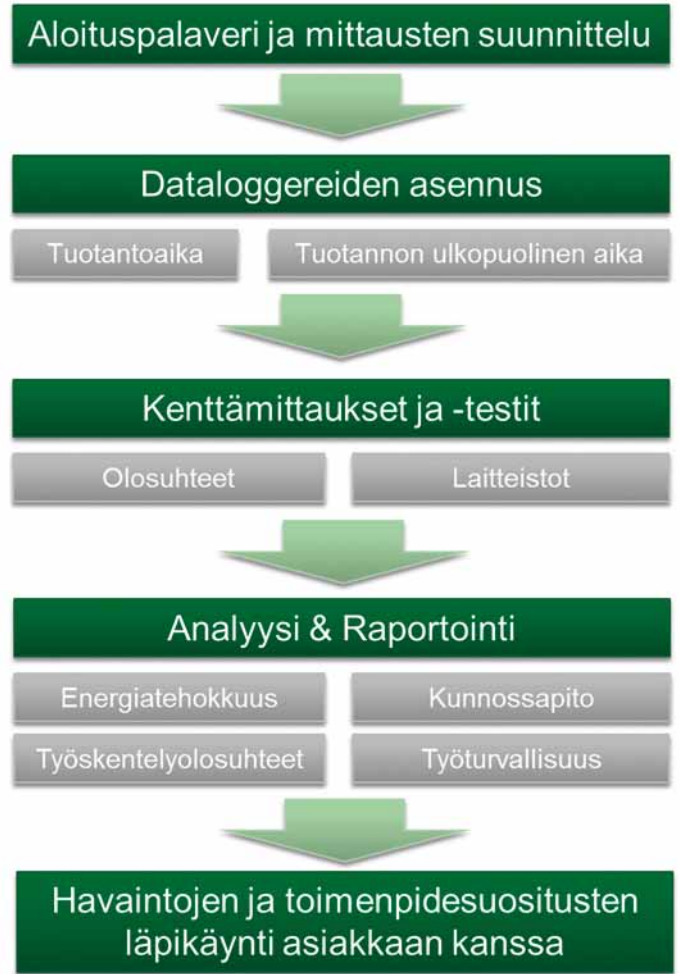
Kun teollisuuskiinteistö ja tuotantoprosessien ilmastointia tarkastellaan kokonaisuutena, voivat toimenpidesuositukset liittyä esimerkiksi seuraaviin aihepiireihin:

- Lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaustavan muutokset ulkolämpötilaperusteiseksi
- Sali-ilmastoinnin erilliset toimintapisteen tuotannon ajalle ja tuotannon ulkopuoliselle ajalle
- Kunnossapitokierrokset tulo- ja poistoilmakoneille
- Glykoliveden lämpötilan lasku
- Glykoliveden väkevöinti
- Poisto-/tuloilmayksikköjen käynnin rajoittaminen, tarpeen mukainen käyttö, taseen korjaus
- Ilman ohjaamiset salissa mekaanisilla rakenteilla (väliseinät, huuvat tms.)
- Toimenpiteet vuotoilman pienentämiseksi (nosto-ovet jne.).

Kunnossapito takaa tilanteen pysyvyyden

Kun suositellut tehostamistoimet on toteutettu, on tärkeää, että uudet toimintatavat otetaan käytäntöön ja ohjeistetaan henkilöstölle. Yhtä tärkeää on ottaa teollisuuskiinteistön ilmanvaihto ja lämmitys osaksi ennakoivaa kunnossapitoa, jolloin määräaika-
aika- ja kunnossapitokierroksilla voidaan ottaa kantaa mm. seuraaviin osakokonaisuuksiin:

- Tuloilmakoneiden säädön toimivuus
- Tuloilman säätösäleikköjen kunto ja aseointi



KUVA 4. Analyysimenetelmän kuvaus.

- Poistoilmakoneiden sulkusäleikköjen/-peltien toimivuus
- Lämmönsiirtimien puhdistus / jäätyminen talvella
- Kosteuden kondensoituminen rakenteisiin
- Glykolikierron pakkausten kesto
- Glykolikierron lämmitystarpeen muutokset edellisestä kierroksesta
- Käytössä olevat korvaus- ja poistoyksiköt tuotannon aikana sekä tuotannon ulkopuolisena aikana
- Kenttämittausten toimivuus ja luotettavuus.

Yhteistyöllä parhaaseen lopputulokseen

Yhdistetyllä prosessi- ja sali-ilmastointitutkimuksella on mahdollista saada kokonaisval-

taista informaatiota sekä itse laitteiden toiminnasta, että ilmastoinnin vaikutuksista tehtaan muuhun toimintaan. Käytännössä tutkimus voidaan toteuttaa KUVAN 4 mukaisella konseptilla.

Parhaaseen lopputulokseen päästään usein ulkopuolisen asiantuntijan ja tehtaan oman henkilöstön avoimella yhteistyöllä. Ulkopuolinen asiantuntija pystyy mittaamaan ja analysoimaan puolueettomasti tilannetta, vaila ennakkokäsityksiä ja toisaalta vertaamaan vallitsevaa tilannetta muihin vastaaviin tuotantolaitoksiin. Vastaavasti tehdään oma henkilöstö kykenee viemään suositellut toimenpiteet käytäntöön, sekä koulutamaan ja motivoimaan omaa henkilöstöään uusien toimintamallien omaksumiseksi. ■