

KOHTI ENERGIATEHOKASTA TUOTANTOTILAA

Suomessa on noin 68 000 tuotanto- ja varastorakennusta, jotka kuluttavat arviolta 28 % koko Suomen lämmönkulutuksesta. Tyypillisesti erilaisten tuotantotilojen sähkönkulutus eroaa suuresti toisistaan erilaisen käyttötarpeen takia. Huomioitavaa kuitenkin on, että vaikka itse tuotannon energiankulutus olisikin vähäistä, voi pelkkä teollisuuskiinteistön vaatimien olosuhteiden ylläpitäminen vaatia merkittävän määrän energiaa.

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



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



tumiseen. Karkeasti tuotantotilan sähkönkulutus voidaan jakaa tuotantolaitteiston ja kiinteistön hallintalaitteiden kulutukseen (KUVA 1). Tuotannon sähkönkulutukseen vaikuttaa merkittävästi, millaisia tehdaspalvelu- ja apujärjestelmiä kohteessa tarvitaan. Esimerkiksi elintarvikealan tuotantotiloissa olennaisia järjestelmiä ovat kylmä- ja pakkasjärjestelmät sekä vesijärjestelmät, erityisesti pesukäytössä. Vastaavasti konepajaympäristössä tuotanto vaatii tyypillisesti tuekseen paineilmajärjestelmää, kohdeilmastointia sekä erilaisia lämmitysjärjestelmiä (esim. karkaisu-uuneille, maalaamouuneille tai pintakäsittelylaitteille).

Myös lämmönkäytön jakauma voi vaihdella suuresti. KUVASSA 2 on esitetty erään teollisuustuotantotilan lämmönkäytön jakauma.

Huomioitavaa lämmönkäytössä on, että kohteessa voi olla käytössä useita eri lämpöenergiajakeita, kuten kaukolämpöä, höyryä, kaasua, sekä sekundäärilämpöä.

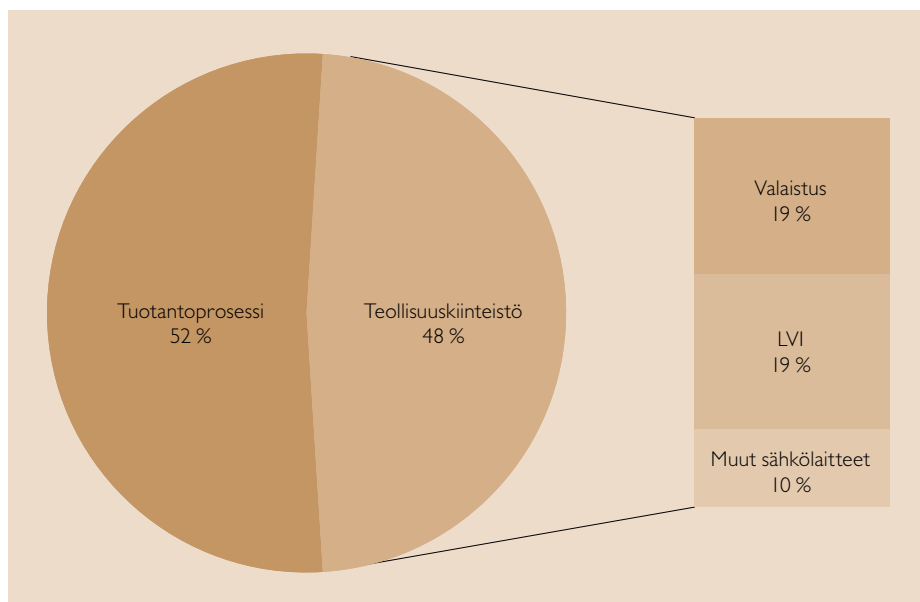
Kun tuotantotilan energiatehokkuutta lähdetään parantamaan, tärkeimmät tehostamiskohteet ovat seuraavat:

- Ostoenergian kustannuksen pienentäminen
 - Sekundäärilämmön hyödyntäminen

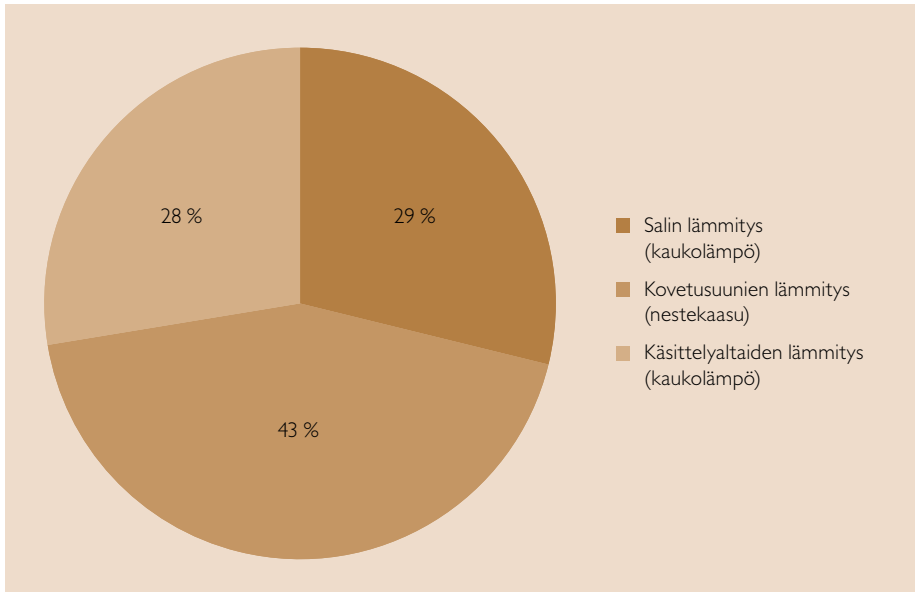
Tuotantotilojen energiansäästöissä kannattavimmat tehostustoimet liittyvät käyttötottumuksien ja kiinteistötekniikan ohjaustapojen muutoksiin. Suurimmat säästöpotentiaalit ovat usein löytyneet lämmön talteenottomahdollisuuksista, ilmanvaihdon ohjauksesta sekä valaistuksesta.

Energiatehokkuuden tehostamispotentiaali riippuu toiminnan luonteesta, mutta teollisuuskiinteistössä voi usein säästää lämpöä 20–30 %. Teollisuudessa on tärkeää ottaa huomioon myös tuotantoprosessien ja kiinteistötekniikan energiatekniset synergiat, jolloin esimerkiksi kiinteistön lämmitys voidaan joissain tapauksissa toteuttaa pääosin valmistusprosessien ylijäämälämmöllä.

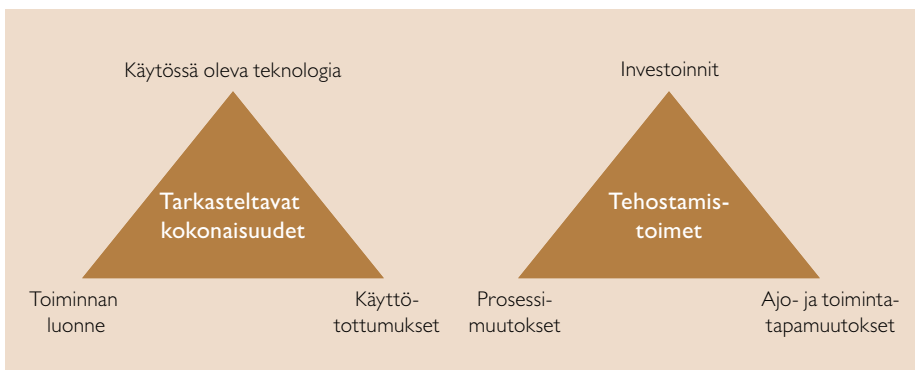
Tuotantotilojen ominaispiirteitä energiatehokkuuden näkökulmasta
Toiminnan luonteella on luonnollisesti merkittävä vaikutus energiankulutuksen jakaan-



KUVA 1. Esimerkki teollisuuskohteen sähkönkulutusjakaumasta.



KUVA 2. Esimerkki teollisuushallin lämmönkulutusjakaumasta.



KUVA 3. Tuotantotilan energiatehokkuuden parantamisen näkökulmia.



KUVA 4. Primäärienergiankulutusta on mahdollista pienentää tarkastelemalla prosessien hukkalämpöjä ja lämmöntalteenottopotentiaalia kokonaisvaltaisesta.

- Vapaa jäähdytys
- Vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen kartoitus
- Sähkön hinnan kilpailutus
- Tarpeenmukainen energian käyttö ja kulutuksen ohjaaminen
 - Käyntiaikojen ohjaaminen
 - Tiedottaminen ja kulutustottumuksiin vaikuttaminen
 - Apujärjestelmien kokonaisvaltainen ohjaaminen ja säätö
- Energiatohkeat rakenteet
 - Lämmöneristävyyden lisääminen rakenteisiin (tuotantotilat + esim. kylmätilat)
 - Oviaukkojen kautta kulkevan il-mavirran pienentäminen sekä muun vuotoilman minimointi
- Energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta
 - Energiankulutuksen seuranta osana kiinteistöautomaatiojärjestelmää tai prosessinohjausjärjestelmää
 - Alamittausten kattavuuden lisääminen
 - Oman lämmöntuotannon poltto-aineiden kulutuksen seurannan kehittäminen ja hyötysuhdelaskennan lisääminen.

Energiatohkeus tuotantotilassa ja siihen vaikuttavat tekijät

Kun olemassaolevan tuotantotilan energiatehokkuutta ryhdytään tehostamaan, on ensimmäisenä selvitettävä käytössä oleva teknologia (KUVA 3). Monessa tapauksessa merkittäviä säästöjä voidaan saavuttaa hyödyntämällä olemassa olevia ratkaisuja. Esimerkiksi korjaamalla vuodot paineilma-järjestelmästä ja laskemalla verkostopainetta, voidaan merkittävää säästöä saada aikaan lähes olemattomalla takaisinmaksu-ajalla. Olennaista tässä työssä on kuitenkin ymmärtää toiminnan luonne, jotta paineilma-verkoston paine riittää tuotannon eri toiminnoissa. Monessa tapauksessa yksittäiset toimilaitteet voivat vaatia korkeampaa painetasoa kuin suurin osa toimilaitteista, jolloin on kustannustehokkainta vaihtaa kyseiset toimilaitteet tai nostaa paikallisesti kyseisten toimilaitteiden paine, jolloin koko verkoston painetta ei tarvitse pitää korkeana.

Myös käyttötottumuksilla voi olla merkittävä vaikutus tuotantotilan energiatehokkuuteen. Esimerkiksi jos kohteessa työskennellään kahdessa vuorossa, lisätään hallin



lämpötilaa ja ilmanvaihdon määrää ennen aamuvuoron töihin tuloa. Tällainen toimintatapa aiheuttaa kuitenkin suuria piikkejä lämmönkulutukseen, jos kaikkien hallien ohjaus toteutetaan samaan aikaan. Rytmittämillä ohjaustapaa voidaan piikkikulutuksia pienentää, jolla voi puolestaan olla vaikutusta tarvittavan kaukolämpöliittymän kokoon ja tätä kautta kaukolämmön perusmaksun suuruuteen.

**Esimerkki konepajan energia-
tehokkuuden kehitysmahdollisuuksista**
Konepajan maalaamon lämpöenergian säästöpotentiaalia analysoitiin kilpailukyvyyn parantamiseksi. Tutkimukset aloitettiin kenttämittauksilla, joiden avulla määritettiin maalaamosalin lämpötase sekä tuotannon aikana että sen ulkopuolella. Tuotanto oli käynnissä arkisin kahdessa vuorossa. Lämpöenergiaa kului kaukolämmön muodossa maalaamosalin ja esikäsitteilyaltaiden lämmitykseen (kuva 2). Lisäksi kaksi kovetusunia lämmitettiin nestekaasulla.

Ilmanvaihdon puhaltimien virtamittauksilla todettiin ilmanvaihdon toimivan samassa toimintapisteessä myös tuotannon ulkopuolella. Ilmanvaihdon kapasiteetin rajoittaminen auttaa säästämään energiakustannuksissa arviolta 6000–8000 euroa vuodessa – ilman investointeja.

Mittaamalla salista poistuvien ilmavirtojen lämpötehot, voitiin arvioida lämmön talteenottopotentiaalia tuotannon aikana sekä sen ulkopuolella. Koska tuotannon aikana säästöpotentiaali oli suurempi kuin salin käyttämä kaukolämpömäärä, arvioitiin lämmön hyödyntämismahdollisuuksia myös viereisessä kokoonpanohallissa. Tarkasteluisa teknisiksi vaihtoehtoiksi valittiin kaksi vaihtoehtoa:

1. Poistoilman lämmöntalteenotto lämmönvaihtimilla ja lämmönsiirto nesteliuksella konepajasalin tuloilman esilämmittämiseksi
2. Poistoilman lämmöntalteenotto lämmönvaihtimilla ja edelleen lämpötason nosto 50-60 C asteeseen lämpöpumpputekniikalla. Tämä mahdollistaa lämmön hyödyntämisen koko teollisuuskäyttöön lämmityskierrossa.

Ensimmäisen tapauksen kannattavuuslaskelmat osoittivat että noin 35 % lämmön säästöön päästään 3,5 vuoden takaisinmaksuajalla. Vastaavasti toisen vaihtoehdon kannattavuuslaskelmat osoittivat, että lämmityskulujen puolittuminen olisi mahdollista noin 5 vuoden takaisinmaksuajalla, ottaen



KUVA 5. Toimintatavoilla voi olla merkittävä vaikutus energiatehokkuuteen.

huomioon myös sähkönkulutuksen lievän kasvun. Molempiin tapauksiin on mahdollista hakea investointitukea, joka voi maksimissaan olla 20 % energiatehokkuussopimukseen kuuluvalla yritykselle.

Esimerkki tuotanto- ja varastotilan energiatehokkuuden parantamisesta elintarviketeollisuudesta

Elintarvikealan yrityksessä kartoitettiin kylmävaraston energiatehokkuuden tehostamispotentiaali. Merkittävimmiksi asioiksi koettiin lämpövuodot varastoon sekä tuotantotilasta, että lastauksen aikana ulkoilmasta. Tilanteen kartoittamiseksi kylmävarastolle toteutettiin tase, jonka luomisessa hyödynnettiin sekä kertamittauksia, dataloggauksia, että haastatteluja.

Tulosten analysoinnin pohjalta kohteeseen esitettiin toimenpiteiksi sekä toimintatapamuutoksia, että kunnossapidollisia ja investointiluonteisia toimia. Toimintavoista merkittävien potentiaali koostui lastaus- ja varastotilan paremmasta ohjeistamisesta siten, että ovet kylmävarastoon avataan vasta siten kun jakeluauto on oikeassa paikassa ja kumiset palkeet lastausaukon ympärillä on asetettu asiallisesti paikalleen. Toinen toimintatavallinen suositus oli tuotantotilan ja kylmävaraston välisten aukkojen ja ovien sulkeminen viikonloppujen ajaksi, jolloin kohteessa ei ollut tuotantoa.

Kunnossapidolliset toimenpiteet liittyivät lastauslaitureiden palkeiden kunnan tarkkailuun, sekä tuotantotilan ja kylmävaraston välisten ilmaverhojen uudelleen suuntaukseen.

Investointiluonteisia suosituksia olivat automaattiohjattujen rullaovien hankinta tuotantotilan ja kylmävaraston väliin sekä valaistuksen ohjaustapamuutos kylmäva-

raston automaattivaraston osalle. Lisätutkimusta suositeltiin kylmävaraston valaistuksen uusimisesta energiatehokkaisiin valaisintyypppeihin.

Yhteenveto: Kohti suunnitelmallisuutta ja kokonaisvaltaisuutta

Tuotantotilojen energiatehokkuus on perinteisesti jäänyt varsinaisen ydintoiminnan jalkoihin, eikä vastuu siitä ole välttämättä kuulunut kenellekään. Luonnollisesti tuotantotilassa on aina huomioitava tuotannon ja lopputuotteen laatuvaatimukset, jolloin esimerkiksi hallin lämpötila voidaan joutua pitämään stabiilina esim. työtötarkkuuden tai tuotteen säilyvyyden varmistamiseksi. Kuten edeltä huomattiin, löydettävissä on useita keinoja, joilla voidaan vaikuttaa toiminnan energiatehokkuuteen. Suunnitelmallisuus auttaa viemään asioita eteenpäin kokonaisvaltaisesti.

Toiminnan luonteen ja tuotantoajat huomioiden päästään energiatehokkuusasioissa alusta alkaen oikeille jäljille. Usein onkin kannattavaa luoda selkeä suunnitelma energiatehokkuuden kehittämiseksi. Suunnitelmaan on hyvä sisällyttää energiatehokkuuden hallinnan hyviä käytäntöjä, kuten:

- Tavoitteet energiansäästöille
- Säännöllinen energiansäästämismahdollisuuksien kartoitus
- Henkilöstön sitouttaminen ja koulutus
- Energiatehokkuuden huomiointi hankinnoissa
- Vastuuhenkilöiden määrittäminen
- Suuntaviivat energiatehokkuuden seurannan ja raportoinnin kehittämiseksi
- Energiatehokkuusasioiden soveltaminen tuotesuunnittelussa ja -markkinoinnissa. ■