

Sanni Siltala ja Ralf Carlsson, Sweco Finland Oy

Case: Loval, Hukkalämmöntalteenotto ja hiilijalanjäljen pienentäminen

Abstrakti: Loval Oy:n tehtaassa tarvittiin tuotantotiloihin jäähdytystä. Loviisan lämpö rakennutti tehtaaseen lämpöpumppulaitteiston, jolla saadaan tehtaaseen riittävä jäähdytysenergia ja tuotettua tehtaan hukkalämmöstä kaukolämpöä Loviisan lämmön verkkoon.

Lämpöpumpulla tuotetaan lämmitystä ja jäähdytystä yhtä aikaa (TER). Loviisan lämpö myy kylmän tehtaalle ja tehtaan hukkalämmöstä tehdyn lämmön kaukolämpöverkkoon.

Hukkalämmön lämpötila saadaan lämpöpumpun avulla nostettua riittävän lämpimäksi Loviisan Lämmön kaukolämpöverkkoon. Tehtaan hiilijalanjälki pienenee, koska lämpöpumpuilla tehty kaukolämpö myydään kolmannelle osapuolelle.

Tuotetun lämmön ja kylmän osuus mitataan ja raportoidaan rakennusautomaatiojärjestelmään, jolloin saadaan tieto hiilijalan jäljen pienentymisestä. Hukkalämmöntalteenotto pienentää Loviisan Lämmön polttoaineenkulutusta, jolloin heidän CO₂ -päästöt pienenevät selvästi. Hukkalämmöllä saadaan katettua Loviisan lämmön tuotannosta n. 30 % vuositasolla.

Loval Oy:n toive parantaa tilojen lämpötila ja kosteus olosuhteita kohentaa tehtaan viihtyvyyttä, ja tehtaan tuottavuutta, koska taukojen määrät vähenevät kun työskentely olosuhteet eivät niitä enää vaadi.

Rakennusautomaatiolla ohjataan lämpöpumppuverkoston toimintaa, käytetäänkö hukkalämpöä lämmön tuottamiseen verkostoon, varastoon säiliöihin vai kylmän tuottoon. Kun tarvitaan kaukolämpöä mutta ei ole jäähdytystarvetta, säilötään kylmä tankkeihin. Ja päinvastoin säilötään lämpö tankkeihin, kun on jäähdytystarvetta mutta ei lämmityksen käyttöä. Lämmön huippuja voidaan katkoa varastoidulla lämmöllä.

Rakennusautomaatiolla on suuri merkitys lämmön ja jäähdytyksen optimaalisessa ohjauksessa. Rakennusautomaatioon liitettyjen energiamittarien avulla voidaan seurata järjestelmän toimintaa ja todentaa hiilijalan jäljen pienentymistä.

Avainsanat: hukkalämpö, hiilijalanjälki, energian tuotannon ja kulutuksen mittarointi, optimointi rakennusautomaatiolla

Kirjoittaja: Sanni Siltala, Sweco Finland Oy, sanni.siltala@sweco.fi

Toinen kirjoittaja: Ralf Carlsson, Sweco Finland Oy, ralf.carlsson@sweco.fi

1 Johdanto

Loval Oy tuottaa räätälöityjä lämmitysratkaisuja teollisuuden sovelluksiin. Loval Oy:n valmistamien vastusten valmistusprosessissa käytettävä uuni on todella kuuma, jonka takia työolosuhteet tehtaassa eivät olleet hyvät. Haasteellisten työolosuhteitten takia heille syntyi tarve jäähdyttää.

Lisäksi Loval Oy:lla oli suunnitteilla tehtaan laajennus, joka herätti keskustelun olosuhteista ja kosteuden hallinta vaatimuksista tuotannossa.

Sweco Finland Oy:llä oli kokemusta vastaavan tyyppisestä tilanteesta ja yhteistyössä Loval Oy:n kanssa heille tuli tarve ottaa yhteys Loviisan lämpöön projektin toteutumiseksi. Loviisan lämpö innostui ajatuksesta tehdä lämpöpumpun hukkalämmön talteenotosta kaukolämpöä.

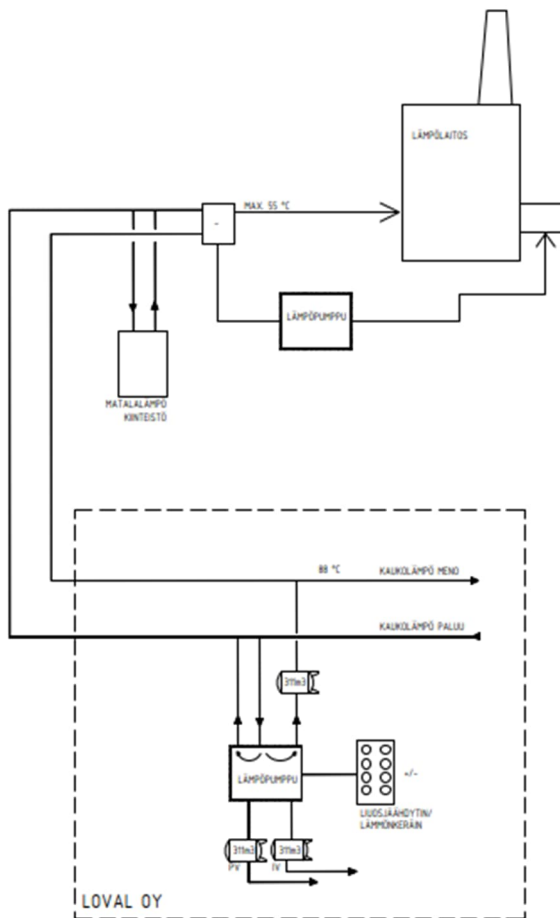
Järjestelmä pienentää Loviisan lämmön polttoaine kulutusta ja suunniteltu iso lämminvesivaraaja kattaa Loviisan lämmön tarvitseman aamun lämmönkulutuspiikin. Loviisan lämmön ei näin ollen tarvitse käynnistää hakekattilaa aamun kulutuspiikin takia. Kattilan minimi käyttö on suuri, jolloin kaukolämmön paluu lämpötila nousee niin korkeaksi, että kaukolämpölaitoksen savukaasupesuri ei toimi. Savukaasun lämpötilan tulee olla alle kastepiste lämpötilan lämpölaitoksen piipussa.

Lähtötilanteessa oli siis kaksi ongelmaa; Loviisan lämmöllä hakekattilan minimi teho ja Loval Oy:llä suuri jäähdytys tarve. Projektin myötä löydettiin kumpaankin ongelmaan ratkaisu.

2 Uusi teknologia ja Business Finland

Tässä kohteessa käytetään kolmiputki kaukolämpö kytkentää, jolla voidaan lämmittää kaukolämmön paluu menoveden lämpötilaan tai lämmittää paluu korkeammaksi lämpöpumpulla, jolloin se on seuraavan matalalämpö kiinteistön käytettävissä menovetenä. Jos kohteella ei ole matalalämpö kiinteistöä paluu-paluu kytkennällä, saadaan kaukolämmön paluuv veden lämpötilaa laskettua halutulle tasolle lisäämällä voimalaitoksen päähän lämpöpumppu.

Kuva 1. Katkoviivojen sisällä on esitetty kaukolämmön kolmiputkikytkentä

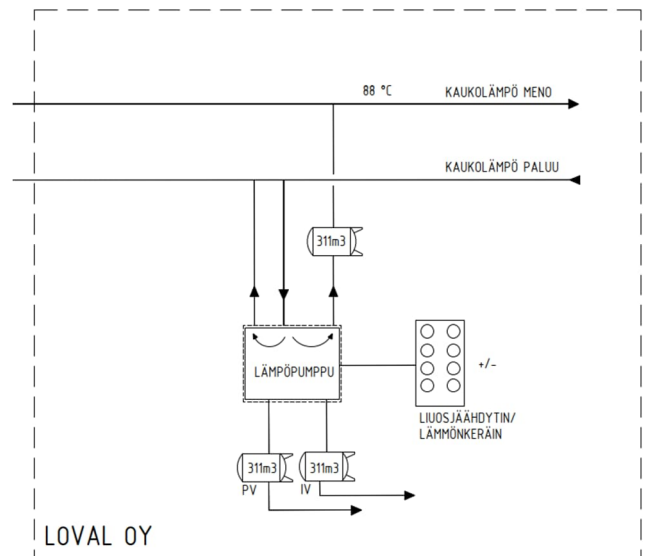


Loviisan lämpö haki Business Finlandilta investointi tukea uuden teknologian rakentamiseen ja sai sen. Hanke hyväksyttiin Loval Oy:n emoyhtiön hallituksessa, Nibe Ruotsissa. Loval Oy kustansi oman kiinteistön putkiston. Näin Loviisan lämmön hanke pysyi alle 5 miljoonan investointina ja hanke voitiin toteuttaa.

3 Jäähdytyksen tuotanto ja hukkalämmön talteenotto

Kohteeseen asennettiin isot varaajat, IV-jäähdytys säiliö on 311 m³, prosessijäähdytys säiliö on 311 m³ ja valmiin kaukolämmön säiliö 311 m³. Varaaja kapasiteetin ansiosta voidaan ajaa lämpöpumppua lämmityksen tai jäähdytyksen tarpeen mukaan, tehdä kaukolämpöä ja varastoida kylmä tai toisin päin. Tämä mahdollistaa Loviisan Lämmön lämmön varastoinnin, jolla katetaan kaukolämpöverkon aamun lämmönkulutuspiikki. Silloin ei tarvitse käynnistää Loviisan lämmön hakekatilaa minimiteholle. Rakennusautomaation avulla määritellään prosessin käynti lämpötilojen ja paine-erojen perusteella, mitä missäkin tarvitaan.

Kuva 2. Varaaja kapasiteetti ja liuosjäähdytin/ lämmönkeräin.



Järjestelmällä voidaan tehdä plussakelillä ulkoilmasta kaukolämpöä lämmönkeräimellä, esim. kun tuotanto on seis ja on kaukolämmöntarvetta. Tilanteessa, jossa on jäähdytystarvetta, mutta kaukolämpösäiliöt ovat täynnä ja kaukolämmöntarve pieni, voidaan tarvittaessa lauhduttaa liuosjäähdyttimellä myös ulkoilmaan. Järjestelmän ensisijainen tehtävä on tuottaa kylmää Loval Oy:lle.

Kylmä- ja kuumasäiliöissä on lämpötilamittaukset kerrostuman valvontaa varten, jotta voidaan ohjata lämpöpumppujen käyntiä. Säiliöissä on myös pinnankorkeus mittaus, koska astiat ovat avonaisia ja pinnan tulee pysyä ½-metrin sisällä. Rakennusautomaatiojärjestelmä avaa täyttöventtiilin ja pitää tankin pinnan korkeuden haluttuna.

Mitä enemmän tehdään kuumaa hyvällä hyötysuhteella, sitä paremmin saadaan kaukolämpöverkon aamupiikit peitettua ja pidennettyä lämpöpumppujen käyttöaika. Vaikka jäähdytystä ei tarvita voidaan jäähdytyskäiliöt ladata kylmällä valmiiksi. Sähkön hinnan ollessa alhaalla kannattaa säiliöt ladata lämmöllä ja kylmällä. Ulkolämpötilan mukaan päätetään latausteho ja verkostojen lämpötila.

Järjestelmän toiminnan kannattavuudesta kertoo parhaiten jäähdytyksen ja lämmityksen yhteistuoton kokonaishyötysuhde TER (Total Efficiency Ratio).

$TER = (\text{Jäähdytysteho} + \text{lämmitysteho}) / \text{kokonaissähköteho}$

Lämpöpumppu on Loviisan lämmön omistama ja he ovat luvanneet tuottaa kaukokylmän kahdessa eri lämpötilassa Loval Oy:lle. Järjestelmän ykkösprioriteetti on kylmän tuotto. Lämpöpumppu sijaitsee Loval Oy:n tontilla, järjestelmän huolto on Loviisan lämmöllä.

4 Hiilijalanjälki

Yksi projektin tavoitteista on saada pienennettyä yritysten hiilijalanjälkeä. Loval Oy:n hukkalämmöstä tuotettu kaukolämpö menee kolmannen osapuolen käyttöön, jolloin sen tuotto pienentää Loval Oy:n hiilijalanjälkeä.

Kohteessa mitataan kolmea kulutuskohtaa, jotta saadaan hiilijalanjälki todenmukaisesti laskettua. Loval Oy:n hiilijalanjäljen laskentaa varten mitataan kaukolämpöverkkoon tehty lämpö, mitataan ulos lauhdutettu lämpö, joka vähennetään tuotannosta (kesä) sekä mitataan kylmän tuotto, kaikki 7 verkostoa.

Loviisan lämmön hiilijalan jäljen pienennys tulee heidän polttoaineensa vähennyksenä.

Mittaroinnin kulutusseuranta on kummankin yhtiön käytössä ja toteutettu rakennusautomaatiojärjestelmällä.

Mittaroinnissa on huomioitu mikä ei kuulu Loval Oy:n hiilijalanjälkeen esim. jäähdytyskäiliön sulanapito ja ulkoilmalla tehty kaukolämpö eivät kuulu Loval Oy:n tuottamaan energiaan.

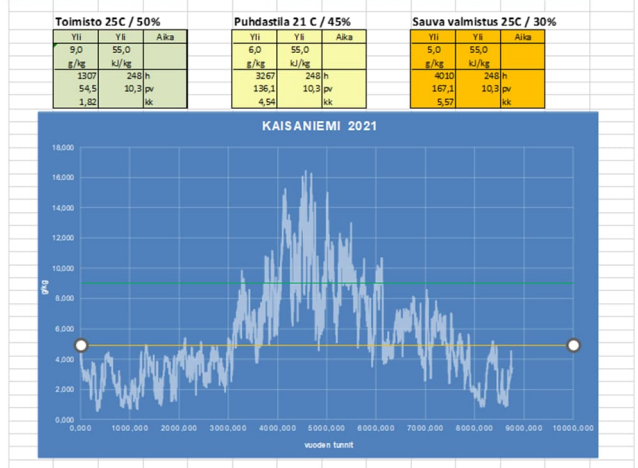
5 Olosuhteet

Ilman kosteus olosuhteet Suomessa ovat muuttuneet viimeisen viiden vuoden aikana, sateet ovat lisääntyneet vuosi vuodelta. Kosteaa ilmaa vaatii enemmän jäähdytystä. Kohteen mitoitus vuodeksi valittiin Kaisaniemi 2021, koska sen mittausarvot ovat

korkeammat kuin vuosi 2030 arvioidut sääolosuhteet ja melkein yhtä korkeat kuin vuoden 2080 arvioidut sääolosuhteet Suomessa.

Kuva 3. Kaisaniemen absoluuttinen kosteus 2021 ja Loval Oy:n tuotantotilojen olosuhte vaatimukset.

Kaisaniemi 2021 absoluuttinen kosteus



Työhyvinvoinnin takaamiseksi suunnittelussa on max. olosuhteiksi valittu 25 °C / 50 % Rh. Matala kosteus aiheuttaa sen, että lämpötila tuntuu 2-3 °C viileämmältä. Tällöin ei tarvitse turhaan jäähdyttää ja työtekijöiden jaksaminen paranee. Jäähdytys on toteutettu 7/12 °C vedellä. Lisäksi IV-koneet varustettiin sorptioroottorilla (pyörivä lämmöntalteenotto), jolla otetaan hyvällä hyötysuhteella jäähdytystä talteen. Tuotannon tarpeet vaikuttivat LVIA-suunnitteluun. (Lähde: Sisäilman kosteudenhallinta muuttuvassa ilmastossa, Metropolian Ammattikorkeakoulu, Kalok Lam (YAMK))

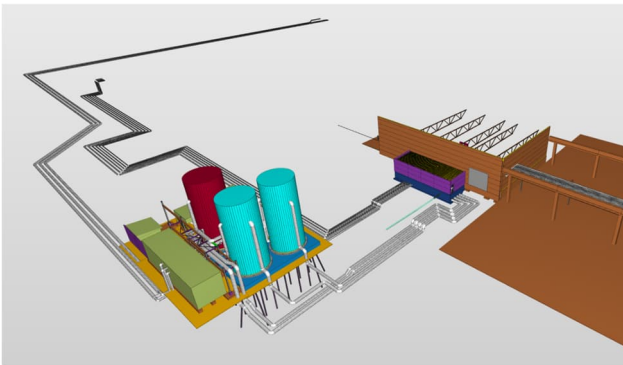
Tuotantoprosessin tehostamiseen kohteessa on erillinen tila, jossa on max. olosuhteiksi suunniteltu 25 °C / 30 % Rh. Prosessi vaatii joko kuivat olosuhteet tilassa tai tuotteen kuivaamisen uunissa. Tilan olosuhteiden parannuksen myötä tuotteet pystytään valmistamaan työpöydällä ilman uunia. Jäähdytyksen liuoslämpötila jäähdytyspatterissa on 1/4 °C ja ilmanjako toteutettu 5 m³/s kiertoilmakoneella. Tuotantoa varten tarvitaan oma vedenjäähdytyskone. Kiertoilmakoneen jälkilämmitys otetaan vedenjäähdytyskoneen lauhdelämmöstä ja loppu lämpö lauhdutetaan prosessiveden paluuseen millä tuotetaan kaukolämpöä.

Lämpötila ja kosteus mittaukset on liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään ja ohjaamalla jäähdytystä absoluuttisen kosteuden mukaan saadaan olosuhteet pidettyä haluttuna.

6 Yhteenveto

Loviisan lämpö kattaa tällä muutoksella 30 % vuotuisesta kaukolämmön tuotannosta, ilman hiilijalanjälkeä. Loval Oy:n ei tarvinnut investoida jäähdytyslaitteisiin ja heidän hiilijalanjälkensä pienenee myydyn kaukolämpömäärän mukaan. Loval Oy:n työolosuhteet paranivat ja tuotannon läpi meno aika pieneni huomattavasti olosuhteiden parantumisen myötä.

Kuva 4. Yleiskuva projektista Loval Oy/Loviisan Lämpö



Tulevaisuudessa Loval Oy:llä jäähdytys tarpeen noustessa Loviisan lämpö on lupautunut toimittavaan lisäjäähdytystä, joka on huomioitu nyt suunnitelluissa putkikoissa ja putkikytkennöissä.