

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Mäkelä, Veli-Matti; Larinen, Juha

Julkaisun nimi: Lämpöpumppu rakennusten jäähdyttäjänä ja lämmittäjänä

Julkaisuvuosi: 2022

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Mäkelä, V.-M. & Larinen, J. (2022). Lämpöpumppu rakennusten jäähdyttäjänä ja lämmittäjänä. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk_telulainen, 3(1), 40-41.

https://issuu.com/telu_oamk/docs/telulainen_vol3_nro1

Lämpöpumppu rakennusten jäähdyttäjänä ja lämmittäjänä

Jäähdytyksen tarve on kasvanut vuosi vuodelta, ja kasvu näyttää jatkuvan myös tulevaisuudessa. Jäähdytyksen ekologisuus ja energiatehokkuus ovat entistä tärkeämpiä kriteereitä järjestelmää valittaessa. Olisiko mikään sen parempaa, kuin että voitaisiin käyttää samaa energiaa sekä jäähdytykseen että lämmitykseen. Kaukolämpöverkkoon lauhduttavilla lämpöpumpuilla on vahvat edellytykset vastata tähän tarpeeseen. Lämpöpumppujäähdytys on ekologinen vaihtoehto perinteiselle kompressorijäähdytykselle, koska jäähdytysprosessissa syntyvä lämmin lauhde-energia voidaan hyödyntää joko kohderakennuksen lämmitykseen tai kaukolämmön tuottamiseen.

Jäähdytystarpeen arvioidaan kasvavan Suomessa vuosittain noin 2 % vuoteen 2030 asti. Kasvun voi olettaa jatkuvan vähintään samalla tasolla myös jatkossa. Selittäviä tekijöitä jäähdytystarpeen kasvun taustalla ovat rakennuskannan määrän kasvu, ilmaston lämpeneminen sekä ihmisten kohonnut vaatimustaso laadukkaalle sisäilmalle. (1.)

Jäähdytystarve jatkaa kasvuaan Suomessa, ja lämpöpumppujäähdytyksellä on hyvät edellytykset vastata kasvavaan tarpeeseen.

Käytännössä kaikissa liikerakennuksissa sekä julkisissa rakennuksissa, kuten toimistoissa, on käytössä jonkinlainen jäähdytysjärjestelmä. Myös joissakin asuinkerrostaloissa on ollut käytössä erilaisia jäähdytysratkaisuja. Kaukojäähdytys on kasvattanut osuuttaan, ja sillä tuotetaan nykyään noin 20 % Suomen kokonaisjäähdytystarpeesta (1). Kaukojäähdytys on toimiva ja ympäristöystävällinen ratkaisu tiheään asutuilla alueilla, lähinnä suurten kaupunkien keskusta-alueilla. Oulussa ei kuitenkaan ole lähdetty rakentamaan kaukojäähdytysverkostoa, vaan ratkaisuksi on suunniteltu lämpöpumppujäähdytystä. Lämpöpumpputeknologia kehittyy jatkuvasti, ja jäähdytysprosessissa syntyvä lämpö saadaan hyötykäyttöön.

Lämpöpumppu voidaan kytkeä kaukolämpöverkkoon

Lämpöpumppu tuottaa jäähdytystä höyrystimessä, jossa kylmäaine sitoo lämpöä jäähdytettävästä aineesta. Tulistunut kylmäainehöyry luovuttaa lämpöpumpun lauhduttimessa lämpöä esimerkiksi lämmityspiiriin veteen. Lämpöpumpuista, jotka tuottavat yhtäaikaan sekä kylmää että lämpöä hyötykäyttöön, käytetään nimitystä CHC-lämpöpumppu (Combined Heating and Cooling). Lämpöpumpun lauhdutuksessa lämpöä vastaanottavana väliaineena voidaan käyttää kaukolämmön paluuvettä.



Kuva 1. Esimerkki Oilon Oy:n lämpöpumpusta (2).

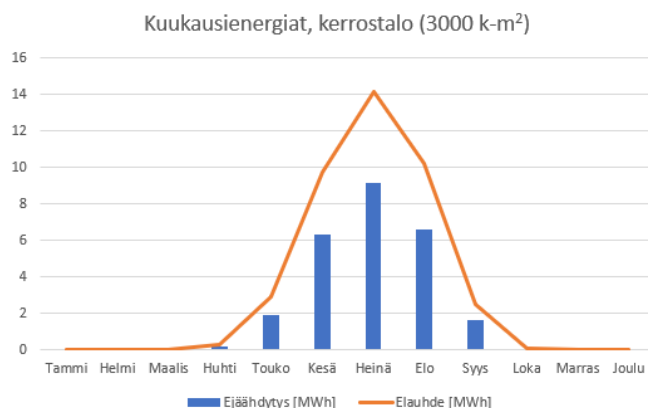
Lauhde-energia voidaan hyödyntää myös kohderakennuksessa. Lauhduttimelta lämpö ohjataan rakennuksen lämmönjakokeskukselle, jolloin kaukolämpöverkon menoputkesta otettavan lämpöenergian tarve vähenee. Kun lauhdelämmölle on kaksi käyttökohdetta, saadaan syntyvä lauhde-lämpö varmemmin hyödynnettyä. Kaukolämpöverkko tuo myös varmuutta lämmitykseen, ja ylimääräinen lämpö voidaan johtaa kaukolämpöverkostoon muiden asiakkaiden hyödynnettäväksi. Suomessa on kattava kaukolämpöverkosto, joka takaa hyvät mahdollisuudet kaukolämpölauhduteiselle lämpöpumppujäähdytykselle.

Jäähdytystarve määrittää lauhteen määrän

Jäähdytysprosessissa muodostuu lauhdetta jäähdytystarpeen määrittämänä. Tämä tarkoittaa, että kesän kuumimpina hetkinä, jolloin jäähdytystarve on suurimmillaan, lauhdetta muodostuu eniten.

Kun lämpöpumppua käytetään jäähdytystarkoitukseen, höyrystimen ja lauhduttimen välinen lämpötilaero on suurehko. Tämä laskee lämpöpumpun tuottokertoimia. Kylmäkerroin COP_c kuvaa lämpöpumpun jäähdytystehon ja kompressorin verkosta ottaman sähkötehon suhdetta. Lämpökerroin COP_h saadaan vastaavasti lämpöpumpun lauhdustehon ja kompressorin sähkötehon suhteesta.

Esimerkkitapauksessa on laskettu kerrostalon jäähdytys- ja lauhde-energioita. Lämpöpumpun höyrystimeltä lähtee rakennuksen jäähdytykseen 10-asteista vettä, ja rakennusta jäähdyttänyt vesi palaa höyrystimelle 18-asteisena. Lauhduttimelle tulee kaukolämmön paluuvettä, joka lämpenee lauhduttimessa 75-asteiseksi. Näillä lämpötilasoilla kylmäkerroin on esimerkkikohteessa 1,8 ja lämpökerroin 2,7. CHC-lämpöpumpulla tuotetaan sekä jäähdytystä että lämpöä hyötykäyttöön, jolloin tuottokertoimet voidaan laskea yhteen. Yhdistetty tuottokerroin, COP_{combined}, on tässä tapauksessa 4,45. Tämä tarkoittaa, että lämpöpumppu tuottaa energiaa 4,45 yksikköä jokaista lämpöpumpun kompressorin kuluttamaa sähköenergian yksikköä kohden. Kuvassa 2 on kerrostalon lasketut jäähdytysenergian tarpeet (3).



Kuva 2. Lauhde-energia suhteessa jäähdytystarpeeseen (Juha Larinen).

Tutkitun kahdeksankerroksisen kerrostalon jäähdytystarve on suurinta heinäkuussa, noin 9 MWh. Lämpöpumpun lauhduttimelta saadaan lauhde-energiaa vastaavalla ajanjaksolla noin 14 MWh eli noin 1,5-kertaisesti jäähdytystarpeeseen verrattuna.

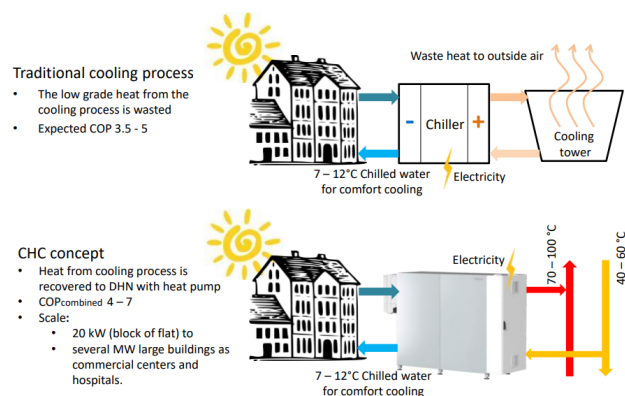
Lauhde-energia voidaan hyödyntää

Perinteisessä kompressorijäähdytyksessä sivutuotteena syntynyt lämpö jää usein hyödyntämättä. Lämpöpumpputeknologia kehittyy jatkuvasti, ja nykyisillä CHC-lämpöpumpuilla on mahdollista tuottaa yhä lämpimämpää lauhde-energiaa hyötykäyttöön kylmäkertoimen pysyessä kohtuullisen hyvänä.

Kaukolämmön menoveden lämpötila vaihtelee paikkakunnittain ja vuodenaikojen mukaan. Kesäaikana kaukolämpöveden menolämpötila on

yleensä noin 75 °C (4). Lämpöpumppujäähdytyksessä lauhduttimelta saatava lauhde voidaan säätää vastaamaan kaukolämmön menoveden kesäaikaista lämpötilaa. Näin lauhde-energia voidaan ohjata kaukolämmön menoputkeen muiden kaukolämpöasiakkaiden hyödynnettäväksi.

CHC – Concept description



Kuva 3. CHC-lämpöpumpun toimintaperiaate verrattuna perinteiseen kompressorijäähdytykseen (5).

Monipuoliset lauhde-energian hyödyntämismahdollisuudet sekä lämpöpumpputeknologian jatkuva kehittyminen lisäävät kaukolämpölauhdutteisen lämpöpumppujäähdytyksen potentiaalia entisestään. Lämpöpumpun kompressorin käyttämällä sähköllä tehdään samalla kertaa sekä viilennystä että lämmitystä, jolloin lämpöpumppujäähdytys on paitsi tehokas myös ekologinen vaihtoehto rakennusten jäähdytykseen.

Lähteet

- VTT 2015. Rakennusten jäähdytysmarkkinat. Asiakasraportti. Hakupäivä 15.3.2022. https://energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytysmarkkinat_18-12-2015.pdf.
- Oilon Group Oy. Teollisuuslämpöpumput. Oilon Chill-Heat P 30 – P 450 -teollisuuslämpöpumppu. Hakupäivä 9.5.2022. <https://oilon.com/fi/products/oilon-chillheat-p-30-p-450-teollisuuslampopumppu/>.
- Larinen Juha. 2022. Lämpöpumppujäähdytyksen edellytykset. Valmisteilla oleva opinnäytetyö. Oulun ammatti-korkeakoulu. Energiatekniikan tutkinto-ohjelma.
- Energiateollisuus 2021. Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2021. Hakupäivä 9.5.2022. https://energia.fi/files/6412/Julkaisu_K1_2021_Rakennusten_kaukolammitys_Maaraykset_ja_ohjeet/
- Suomen Lähiennergialiitto ry. Oilon ChillHeat Industrial Heat Pumps and Chillers. Hakupäivä 12.3.2022. <https://lahiennergia.org/wp-content/uploads/Oilon-Chill-Heat-EN-rev1.4-julkaistava.pdf>.