



## **Tekniset toimintaohjeet verkkoon liittämistä Hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämpöjärjestelmässä**

### **Tarkoitus**

Tämä ohje on suunnattu sekä kaukolämpöyhtiöille että hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuuksia pohtiville kaukolämpöasiakkaille. Ohjeen tarkoituksena on

- Auttaa ja aktivoida kaukolämpöasiakkaita tarjoamaan hukkalämpöjä kaukolämpöverkkoon.
- Auttaa ja aktivoida kaukolämpöyhtiöitä hukkalämpöjen hyödyntämiseen.
- Lisätä ymmärrystä kaukolämpöjärjestelmän toiminnasta ja sen mahdollisuuksista hukkalämpöjen hyödyntämisessä.
- Esittää, miten on teknisesti mahdollista vastaanottaa hukkalämpöjä kaukolämpöverkkoon, millaisia teknisiä reunaehtoja kaukolämpöverkko asettaa hukkalämpöjen vastaanottamiselle ja mitä se edellyttää kaukolämpöjärjestelmältä.
- Kuvata vaikuttavia ja huomioitavia tekijöitä sekä niiden arviointia.
- Esittää kaukolämpöyhtiöille teknisiä toimintaohjeita tapauskohtaisia tarkasteluja varten tavoitteena mahdollisimman yhtenäiset hyvät käytännöt.

Tässä ohjeessa on yksinkertaisuuden vuoksi käytetty termiä ”hukkalämpö”. Aiheesta keskustellaan myös monilla muilla termeillä, esim. ylijäämälämpö, verkkojen avaaminen, kolmannen osapuolen verkkoon pääsy, kaksisuuntainen kaukolämpö. Tässä ohjeessa hukkalämmöllä tarkoitetaan yleisesti kaikkea uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa tuotettua tai erilaisissa prosesseissa muodostuvaa lämpöä, jota ei voida hyödyntää itse kiinteistössä.

### **Yleistä**

Ensisijaisesti kiinteistössä tuotettava tai syntyvä lämpö kannattaa hyödyntää omaan käyttöön. Hukkalämmön vastaanotto on teknisesti mahdollista paikalliset olosuhteet huomioiden. Noin kolmasosa Suomen kaukolämpöverkoissa siirrettävästä lämmöstä on nykyisinkin peräisin muualta kuin kaukolämpöyhtiön omistamasta tuotantolaitoksesta.

Kaukolämpöyritykset kehittävät järjestelmiään pitkäjänteisesti siten, että erilaisten hukkalämpöjen hyödyntäminen yhä laajemmin on mahdollista.

Lämmön syöttö ja vastaanotto kaukolämpöverkkoon tulee olla molempien osapuolien näkökulmasta teknisesti, ympäristöllisesti ja/tai taloudellisesti perusteltua ja lopulta hyödyttää koko asiakaskuntaa.

Kun hukkalämpöjä liitetään verkkoon, tilanne on verkon näkökulmasta vastaava kuin kaukolämpöyhtiö liittää omia uusia tuotantoyksiköitä verkkoonsa. Hukkalämpöjen liittäminen edellyttää lämpötila- ja painetasojen harmonisointia ja koko järjestelmän varmaan ja tehokkaaseen käyttöön liittyvien kysymysten ratkaisemista.

Jokainen verkkoon liitettävä tuottaja tai lämmönlähde on yksilöllinen. Samoin jokainen kaukolämpöverkko on mm. kooltaan ja verkko-, tuotanto- ja asiakasrakenteeltaan sekä toiminnaltaan erilainen. Kaukolämpöverkossa asiakkaille siirrettävän lämmön tarve riippuu suoraan ulkolämpötilasta. Kaukolämpöjärjestelmässä on lähes aina useita lämmön tuotantolaitoksia. Uusien lämmönlähteiden

verkkoon liittämisen vaikutukset ja siten hukkalämpöjen vastaanoton soveltuvuus ja tekniset edellytykset, ehdot ja ratkaisut ovat aina järjestelmä- ja tapauskohtaisia.

Liittymismahdollisuus ja sen toteutustapa selvitetään tapauskohtaisesti. Tämä edellyttää tarkasteluja liittyen mm.

- verkkoon ostettavan lämmön arvoon
- ostettavan lämmön syrjäyttämään tuotantoon
- verkon mitoitukseen ja mahdollisiin pullonkauloihin
- liittymiskohtaan ja -tapaan
- syötettävän veden lämpötilaan ja lämpötilan säätöön
- pumppaukseen ja verkostopaineisiin
- verkon käyttöön ja sen hallintaan
- koko järjestelmän toiminnan optimointiin
- toimitusvarmuuteen
- laitteiden investointi- ja ylläpitovastuisiin ja kustannusjakoon, koskien myös huippu- ja varatehon hankintaa sekä ylläpitoa.

Tarkastelun laajuus riippuu verkkoon syötettävän energiamäärän suhteesta vastaanottavan kaukolämpöjohdon siirtokykyyn.

Kaukolämpöyhtiö/verkko-operaattori vastaa asiakkaille toimitettavan lämmön laadusta ja sopimuksenmukaisuudesta. Lähtökohtana siis on, että kaukolämpöyhtiö/verkko-operaattori hallitsee ja operoi järjestelmäkokonaisuutta kaikissa tilanteissa.

Mahdollisessa kaukolämpöverkon vikatilanteessa lämmön vastaanottokyky voi heiketä tai katketa kokonaan. Hukkalämmön toimittajan tulee varautua tilanteeseen ja tarvittaessa riittävän nopeasti kyetä keskeyttämään tuotantonsa tai pystyttävä ohjaamaan lämpö tilapäisesti muualle.

Seuraavassa on ryhmiteltynä ja tarkistuslistamaisesti esitetty huomioitavia teknisiä kriteereitä, reunaehtoja ja toimintaohjeita hukkalämpöjen hyödyntämiseksi ja liittämiseksi kaukolämpöjärjestelmään.

## Lämpötila

- Kaukolämpöverkon mitoituslämpötila on 120 °C.
- Kaukolämpöverkon menoputkessa virtaavan veden lämpötila vaihtelee ulkolämpötilasta riippuen tyypillisesti välillä 75 ... 115 °C.
  - ns. matalalämpötilaverkossa lämpötila vaihtelee välillä 65 ... 90 °C.
- Kaukolämmön paluuputkessa virtaavan veden lämpötila on n. 40 ... 60 °C.
- Verkkoon syötettävän lämmön lämpötilataso vaikuttaa siihen, kuinka paljon lämpöä kaukolämpöverkkoon voidaan lämpötekniisesti siirtää ja millä tekniikalla.
- Kaukolämpöyhtiö selvittää verkkoon tarjottavan lämmön lämpötilan, kaukolämpöverkossa syöttöpisteessä vallitsevan lämpötilan sekä näiden välisen sallittavan poikkeaman mm. syötettävän lämmön määrästä ja syöttöpisteen sijainnista riippuen.
  - Tavoitteena on, että verkkoon syötettävän veden lämpötila on vähintään lämmön syöttöpisteessä vallitseva kaukolämpöveden lämpötila
  - Kesällä verkon matalampi lämpötilataso mahdollistaa lämpöenergian vastaanottamisen matalammissa lämpötiloissa.
  - Kun verkkoon syötettävä lämpöteho ja -määrä on pieni verrattuna verkossa siirrettävään tehoon, syötettävän lämmön lämpötilataso voi poiketa enemmän. Tällöinkin tavoitteena on mahdollisimman lähellä vallitsevaa kaukolämpöverkon lämpötilaa oleva veden lämpötila.
- Jos lämpöä syötetään paluuputkeen, siinä virtaavan veden lämpötila nousee ja kasvattaa lämpöhäviöitä. Verkon hyötysuhde siis heikkenee.

- Paluueden lämpötilan nousu pienentää merkittävästi tuotantolaitoksilla olevien savukaasujen lämmöntalteenottolaitteistojen ja muun mahdollisimman alhaisesta paluueden lämpötilasta hyötyvän tuotannon määrää, myös voimalaitosten yhteistuotantosähkön määrää.
- Haittaa voidaan pienentää tai kokonaan poistaa paluueden lämpöä hyödyntävillä lämpöpumpuilla tai hukkalämmön syöttöpisteen jälkeen olevalla paluuputkeen liitetyllä muulla kulutuksella.
- Hyöty voi kuitenkin olla suurempi kuin haitta, jos saatava hukkalämpö on riittävän edullista.
- Matalalämpötilaverkkoon on mahdollista syöttää matalammassa lämpötilassa oleva hukkalämpö.
  - Tämä parantaisi esim. kiinteistössä olevien rinnakkaisten lämmönlähteiden lisähyödyntämisen mahdollisuuksia silloin, kun kaikkea lämpöä ei pystytä hyödyntämään itse kiinteistössä.
- Hyvin matalalämpötilaista lämpöä voidaan syöttää myös kaukojäähdytyksen paluuputkeen.
  - Esim. viilennystä tehtäessä siitä syntyvä lämpö voidaan lauhduttaa kaukolämmön paluuedellä ja lämmennyt vesi pumpata meno- tai paluuputkeen.

### **Paine, paine-ero ja pumppaus**

- Kaukolämpöverkossa valitseva paine sekä meno- ja paluuputken välinen paine-ero asettavat vaatimuksia lämpöenergian verkkoon syöttämiselle.
- Kaukolämpöverkon mitoituspaine on tyypillisesti 1,6 MPa, joissakin verkoissa myös 1,0 MPa.
  - Käytännössä menoputken paine perustuotantolaitosten läheisyydessä laitoksen ajaessa huipputehoa vaihtelee verkosta ja tuotantolaitoksen sijainnista riippuen ja voi olla lähellä mitoituspainetta.
  - Tuotantolaitoksen läheisyydessä verkossa vallitseva meno- ja paluuputken välinen paine-ero voi olla huomattavan korkea, joissakin verkoissa jopa yli 1,0 MPa tietyissä laitosten ajotilanteissa. Pienemmissä ja väljemmissä verkoissa kaukolämpöpumppujen mitoituspaine-ero on usein 0,55...0,6 MPa. Käytännössä paine-ero voi olla paljonkin edellä mainittua pienempi.
- Kaukolämpöyhtiö selvittää verkossaan normaalioloissa vallitsevat paineet ja paine-erot, jotka otetaan huomioon tarkasteltaessa mahdollisuutta liittää lämmönlähteitä verkkoon. Myös tulevaisuuden suunnitellut ja tiedossa olevat muutokset on syytä ottaa huomioon.

### **Verkon koko ja rakenne**

- Pienissä, rakenteeltaan puumaisissa verkoissa mahdollisuus liittää uusia tuottajia verkkoon on rajatumpaa ja vähemmän joustavaa kuin isommissa, silmukoiduissa verkoissa.
  - Toisaalta verkon olosuhteet (esim. virtaussuunnat putkissa eri käyttötilanteissa) ovat paremmin tunnetut puumaisissa verkoissa kuin silmukoiduissa verkoissa.
- Liittymäkohdan sijainti verkossa voi aiheuttaa paikallisia rajoitteita. Siirtokapasiteetin pullonkaulat sekä mahdollisuus tarvittaessa verkon vahvistamiseen tulee selvittää.
  - Esim. verkon latvalla tai pienehkön runkojohdon varrella ei välttämättä pystytä ottamaan tarjolla olevaa lämpöä verkkoon lainkaan tai vastaanottoa joudutaan rajoittamaan.
  - Tarve ja mahdollisuus vahvistaa kaukolämpöverkkoa selvitetään tapauskohtaisesti.
- Kesäaikaan hukkalämmön syöttämistä verkkoon voi rajoittaa vähäinen kulutus.
- Riski liittymisjohdon jäätymisestä tulee tarkastella. Jäätyminen voidaan estää esim. jatkuvalla termostaattiohjatulla kiertojohdolla.
- Koska kaukolämpöverkon tila muuttuu aina uusia lämmönlähteitä siihen liitettäessä, mahdollisuus uusien samanlaistenkin hukkalämpöjen liittämiseen joudutaan tarkastelemaan aina uudelleen.
- Kaukolämpöyhtiön tulee tunnistaa kaikki ennakoitavissa olevat kaukolämpöjärjestelmän muutostarpeet siten, että hukkalämmön syöttämistä varten tehtävät investoinnit voidaan tehdä mahdollisimman oikeilla perusteilla.

## Kaukolämpöverkon käyttö ja järjestelmän optimointi

- Hajautuva lämmönhankintajärjestelmä tulee ottaa huomioon verkon käytössä ja hallinnassa sekä verkossa tapahtuvien muutosten ennakoinnissa.
- Kaukolämpöverkkoon ei voi syöttää kovin paljon enempää lämpöä kuin asiakkaat kullakin hetkellä käyttävät.
  - Joustoa tuovat lämpöakut (joko asiakkaiden tai kaukolämpöverkossa olevat akut), verkon varastointikyky ja veden hidas virtausnopeus.
- Yleisperiaatteena on, että verkkoon syötetään lämpöä edullisuusjärjestyksessä kulloinkin saatavissa olevista hankintalähteistä. Tuotteistettua, esim. uusiutuvaa tai päästötöntä lämpöä myytessä tilanne on toinen.
- Hukkalämmön syöttäminen verkkoon toteutetaan siten, että
  - se ei heikennä lämmöntoimituksen laatua muille kaukolämpöasiakkaille
  - se ei aiheuta ongelmia kaukolämpöjärjestelmän normaalille käytölle
  - kaukolämpöyhtiö ohjaa koko kaukolämpöjärjestelmän toimintaa
  - lämmönsyöttö on kaukolämpöyhtiön etävalvonnassa, reaaliaikainen etäohjaus on suositeltavaa.
- Pienten yksittäisten tehojen ja lämpömäärien syöttäminen verkkoon sen toimintaa häiritsemättä on isoja tehoja ja energioita joustavammin järjestettävissä.

## Kytkentä verkkoon ja mittaus

- Ensisijaisesti lämpö syötetään kaukolämmön menoputkeen.
- Paluuputki-kytkentä voidaan toteuttaa, jos siihen on paikallisesti edellytyksiä.
  - Paluuputkeen voidaan syöttää verkossa siirrettävään kokonaistehoon verrattuna pieniä tehoja.
  - Jos lämpö liitetään kaukolämmön paluuputkeen, huomioidaan vaihtelut virtaamisissa ja varmistetaan, että kytkentäpisteessä on kaikissa käyttötilanteissa riittävästi virtausta.
  - Varmistetaan, että kytkentäpisteessä verkon paluupaine ei ole missään käyttötilanteessa menopainetta suurempi ja siten aiheuta virtaussuunnan muuttumista.
  - Lämmön liitoskohta tulisi siis mielellään olla päärunkolinjassa tai lähellä päätuotantolaitosta.
- Lämpöä kaukolämpöverkkoon syöttävän pumpun mitoitusperusteena on lämmön syöttökohdassa vallitseva kaukolämpöveden paine.
  - Pumpun nostokorkeuden tulee olla riittävän suuri, jotta kaikissa halutuissa tilanteissa lämpöenergian pumppaus verkkoon on mahdollista.
- Hukkalämmön hyödyntämismahdollisuutta voidaan lisätä nostamalla sen lämpötilaa (ns. priimaus) ennen verkkoon syöttämistä. Lämpötilan nosto voidaan toteuttaa esim. lämpöpumpulla tai kattilalaitoksella.
- Lämpöliittymä tehdään epäsuoralla kytkennällä, jossa kaukolämpöverkon ja lämmöntoimittajan välillä on lämmönsiirrin. Epäsuoran liittymän edut ovat
  - turvallisuus häiriötilanteissa
  - mahdolliset epäpuhtaudet eivät siirry verkkojen välillä
  - happipitoinen tai muuten heikkolaatuinen vesi ei siirry verkkojen välillä.
- Varaajan käyttöä kannattaa tarkastella erityisesti silloin, jos lämpöä syntyy sattumanvaraisesti. Lämmön syöttö verkkoon voidaan silloin paremmin ajoittaa tarpeen mukaiseksi ja se on myös paremmin hallittavissa.
- Verkkoon syötetty lämpömäärä mitataan erillisellä lämpöenergiamittarilla.
  - Mittauksen järjestämisestä sovitaan kaukolämpöyhtiön kanssa.
  - Lämmön oston mittausta ja mittaustiedon luentaa koskevat samat vaatimukset ja käytännöt kuin kaukolämpöyhtiön myydessä lämpöä asiakkailleen.
  - Mittaustiedot siirretään etäluennalla kaukolämpöyhtiön omaan järjestelmään.

- Asiakkaalla on oikeus saada mittaustiedot omaa seurantaansa varten. Asiakas ja kaukolämpöyhtiö sopivat menettelytavoista, mikäli asiakas haluaa esim. reaaliaikaista tietoa omaan energiankäytön ohjaus- ja seurantajärjestelmäänsä.
- Kaukolämpöveden kanssa kosketuksessa olevia liittymän materiaaleja, putkistovarusteita, mitoituksia jne. koskevat samat tekniset vaatimukset kuin muuallakin kaukolämpöverkossa.

### **Turvallisuus, häiriöt, viestintä**

- Kun liityntää suunnitellaan ja sovitaan käytännöistä, turvallisuusnäkökohdat otetaan huomioon. Esimerkiksi on suunniteltava, miten
  - toimitaan kaukolämpöjärjestelmän häiriötilanteissa, joissa joudutaan ohjaamaan hukkalämmön syöttöä;
  - hukkalämmön tuottajaa informoidaan mahdollisista kaukolämpöjärjestelmän häiriöistä;
  - toimitaan asiakkaan hukkalämmön toimittamiseen vaikuttavissa keskeytys-, häiriö- ja huoltotilanteissa;
  - varmistetaan tiedonkulku, kun kaukolämpöverkolla tehdään töitä;
  - viestintä toimii häiriöttä molempiin suuntiin;
  - yhteystiedot ylläpidetään kaikkien osapuolien tiedossa.