

Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina

Suositus K15/2014



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina

TEHO JA VESIVIRTA KAUKOLÄMMÖN MAKSUPERUSTEINA

Teho ja vesivirta ovat kaukolämpötoimialan keskeisiä käsitteitä. Niitä käytetään yleisesti sekä liittymismaksun että käytön aikaisen tehomaksun perusteina. Kaukolämpömaksuista 10...50 prosenttia määräytyy muun kuin mitatun energiankäytön perusteella, joten tehon määrittäminen oikeudenmukaisesti on tärkeä sekä lämmönmyyjälle että asiakkaalle.

Tavoitteena maksujen perusteena olevan tehon tai vesivirran määrittelyssä on todellista tarvetta vastaavan oikean arvon määrittäminen heti liittymisvaiheessa. Kaukolämpöyrittäjä määrittelee sopimustehon tai -vesivirran suunnittelijan mitoitus-tietojen perusteella. Suunnittelijan tekemän lämmitysjärjestelmän tehomitoituksen tavoitteena tulee olla mahdollisimman lähellä todellista tarvetta oleva arvo. Tehomaksun perusteena oleva teho tai vesivirta tulee toisaalta pystyä joustavasti muuttamaan asiakkaan tarpeen muuttuessa.

Kaukolämmön asiakkaiden kohtelu on oltava tasa-arvoista myös kilpailulainsäädännönkin näkökulmasta, joten hinnoittelurakenteen on otettava huomioon erilais-ten käyttötapojen kustannusvaikutukset. Kaukolämmön energian ja tehon käytöt saattavat poiketa ajallisesti ja määrällisesti huomattavasti rakennuksen teknisistä järjestelmistä riippuen, vaikka rakennukset muuten olisivatkin samantyyppisiä.

Tässä suosituksessa kuvataan lämpötehoon tai -vesivirtaan perustuvia menettelyi-tä kaukolämpömaksujen perusteena. Kaukolämpöyrittäjillä voi olla käytössään myös muita kiinteän maksun määrittäisperusteita, joita tässä ei käsitellä.

Silloin kun käytön aikainen tehomaksu perustuu asiakkaan todelliseen tehon- tai vesivirran tarpeeseen, tarkistaminen voidaan tehdä luotettavasti vain mittaamalla saatuihin tietoihin perustuen. Tässä suosituksessa on esitetty menetelmiä ja niihin liittyviä määrittäisperusteita, joiden avulla todelliset asiakkaan tarpeen mukaiset ar-vot voidaan määrittää. Tavoitteena on, että kaukolämpöyrittäjillä on käytössään avoimet ja läpinäkyvät menettelytavat.

Tämä suositus korvaa suosituksen K15/1998 "Tilausteho ja -vesivirta, Määrittäminen ja tarkistaminen".

Lämmönkäyttöryhmä

Puheenjohtaja
Jäsenet

Petri Flyktman
Marko Alén
Lassi Kortelainen
Veli-Matti Mäkelä
Timo Piippanen
Risto Pohjolainen
Ilkka Rautio
Ari Veijalainen
Mirja Tiitinen

Jyväskylän Energia Oy
Helsingin Energia
Vantaan Energia Oy
Oulun ammattikorkeakoulu Oy
Elenia Lämpö Oy
Savon Voima Oyj
Fortum Power and Heat Oy
Turku Energia Oy
Energiateollisuus ry

Sihteeri

Sopimustehosuositustyöryhmä

Puheenjohtaja
Jäsenet

Lassi Kortelainen
Susanna Huuskonen
Marko Alén
Risto Mella
Jouni Kartano
Anssi Luusua
Timo Heikkilä
Mirja Tiitinen

Vantaan Energia Oy
Fortum Power and Heat Oy
Helsingin Energia
Kotkan Energia Oy
Rauman Energia Oy
Suur-Savon Sähkö Oy
Tampereen Kaukolämpö Oy
Energiateollisuus ry

Sihteeri

TEHO JA VESIVIRTA KAUKOLÄMMÖN MAKSUPERUSTEINA

SISÄLTÖ

1	Tarkoitus ja perusteet	1
1.1	Määritelmiä	1
2	Tehon ja vesivirran määrityksen periaatteet	2
2.1	Teho ja vesivirta kaukolämpömaksun perusteena.....	2
2.1.1	Liittymismaksu	2
2.1.2	Energiamaksu ja tehomaksu.....	3
2.2	Sopimustehon ja -vesivirran määrittelyn perusteet.....	4
2.2.1	Sopimusteho	4
2.2.2	Sopimusvesivirta	5
2.3	Laskutustehon ja -vesivirran määrittelyn perusteet	6
2.4	Sopimus- ja laskutusperusteen eriyttäminen	6
3	Tehomaksun perusteiden tarkistaminen	7
3.1.1	Tehonkäytön tai -tarpeen tarkistaminen	7
3.1.2	Vesivirran käytön tai -tarpeen tarkistaminen	7
3.2	Tarkistamisen prosessi – laskutuksen sopimusteho	7
3.2.1	Sopimusmenettely	8
3.3	Tarkistamisen prosessi – laskutusteho.....	9
3.4	Tarkistamisen menettelyt – laskutuksen sopimusteho (-vesivirta)	10
3.4.1	Tuntiluentatietoihin perustuvat menetelmät.....	10
3.4.2	Mittarin huippuarvoihin perustuvat menetelmät.....	11
3.4.3	Erillisiin mittalaitteisiin perustuvat menetelmät.....	11
3.4.4	Laskutusmittaukseen perustuvat menetelmät	11
3.5	Tarkistamisen menettelyt – laskutusteho (-vesivirta).....	12
4	Sovellusohjeita	12
4.1	Asuinrakennusten tehontarve, käyttöveden osuus.....	12
4.2	Tuntinen käyttöveden lämmitysteho asuinrakennuksissa	12
5	Yritysesimerkkejä	13
5.1	Case ”Mitoitusukkolämpötilaan redusoitu tuntimittaus”	13
5.2	Case ”Tuntihuiput” (laskutusteho)	15
5.3	Case ”Vesivirran käyttöaste”	16
5.4	Case ”Kuukausikulutukset”	16
LIITTEET		
Liite 1	Esimerkkejä tuntidatan analysoinnista.....	19
Liite 2	Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutus vesivirtaan.....	22
Liite 3	Esimerkki asiakkaalle annettavasta laskutuksen sopimusvesivirran tarkastus- raportista	23
Liite 4	Uudisrakennuksen sopimustehon määrittäminen, esimerkki.....	24

Kuvaluettelo

Kuva 1.	Sopimustehon ja -vesivirran määrittämisen prosessi.....	4
Kuva 2.	Sopimus- ja laskutustehon määräytymisperusteet. Liittymisvaiheessa sopimusteho on pääsääntöisesti suuruudeltaan sama kuin laskutusteho.	6
Kuva 3.	Laskutuksen sopimustehon tai -vesivirran tarkistamisen prosessi	8
Kuva 4.	Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteet, kun sopimustehoa muutetaan rakennuksen tehontarpeen muuttuessa.	9
Kuva 5.	Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteet rakennuksen tehontarpeen muuttuessa, kun sopimusteho on määritelmällisesti erotettu laskutustehosta.....	10
Kuva 6.	Mittauksiin perustuvat tarkistusmenettelyt.....	10
Kuva 7.	Tuntitehot sekä kaukolämmön meno- ja paluulämpötilat ulkolämpötilan funktiona mittaustietokannasta	14
Kuva 8.	Laskutuksen sopimusvesivirran määrittäminen vuoden tuntimittauksiin perustuen, esimerkki	15
Kuva 9.	Laskutuksen sopimusvesivirran määrittäminen vuoden tuntimittauksiin perustuen, kun vesivirran huippu esiintyy muussa kuin mitoitusulkolämpötilassa, esimerkki.	15
Kuva 10.	Esimerkki kuukausikulutuksista määritettävästä laskutustehosta.....	17
Kuva 11.	Esimerkkikohteen tuntiset tehot kolmen vuoden ajalta.....	19
Kuva 12.	Esimerkkikohteen kuukausittainen kaukolämmön käyttö.	19
Kuva 13.	Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, poistoilmalämpöpumppu asennettu joulukuussa 2011.....	20
Kuva 14.	Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, kytkentää muutettu syyskuussa 2013.	20
Kuva 15.	Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, ennen kunnostusta ja kunnostuksen jälkeen.	21
Kuva 16.	Esimerkkikohteesta mitatut tuntiset vesivirrat, ennen kunnostusta ja kunnostuksen jälkeen.	21
Kuva 17.	Vesivirta tehon funktiona jäähtymän eri arvoilla.....	22

Taulukkuuettelo

Taulukko 1.	Mitoitusulkolämpötilat eri säävyöhykkeillä /Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D3/.....	3
Taulukko 2.	Suuntaa antavia keskiarvoja asuinrakennuksille	12
Taulukko 3.	Käyttöveden tuntisen tehon arvioiminen asuinrakennuksissa.....	13
Taulukko 4.	Asiaksmittauksista etäluettua tuntimittausdataa	13
Taulukko 5.	Esimerkki mittausdatasta ja siitä lasketusta käyttöasteesta.....	16

TEHO JA VESIVIRTA KAUKOLÄMMÖN MAKSUPERUSTEINA

1 Tarkoitus ja perusteet

Tässä suosituksessa kuvataan vaihtoehtoisia menetelmiä kaukolämmön maksuperusteina olevien tehon ja vesivirran määrittämiseksi ja tarkistamiseksi. Tavoitteena on, että kaukolämpöyritysten menettelytavat ja perusteet ovat asiakkaille ymmärrettävät, selkeät ja läpinäkyvät. Avoin käytäntö tehon ja vesivirran määrittämisessä on oleellista kaukolämmön imagon ja tuotekuvan näkökulmasta. Se lisää asiakkaiden ja alan yhteistyökumppaneiden luottamusta kaukolämpöön.

Rakennuksen tehontarve ja -käyttö ovat tyypillisesti perusteina kaukolämmön liittymismaksulle ja käytön aikaiselle tehomaksulle. Liittymisvaiheessa lämpöteho on laskennallinen ja perustuu asiakkaan edustajan, esim. LVI-suunnittelijan, laskelmiin. Käytön aikainen lämpöteho perustuu yleensä todellisiin tehon ja energian käytön mittaustietoihin ja niiden perusteella tehtävään laskentaan.

Tämä suositus antaa malleja ja esimerkkejä tehon ja vesivirran määrittämisestä ja laskennasta. Kaukolämpöyritykset voivat soveltaa niitä omaan toimintaympäristöönsä. Kaukolämpöyrityksillä voi olla käytössään myös muita kuin rakennuksen lämpötehon käyttöön tai tarpeeseen perustuvia hinnoittelujärjestelmiä. Tässä suosituksessa ei esitetä näitä muita malleja.

1.1 Määritelmiä

Tässä suosituksessa käytettyjen käsitteiden määritelmät:

Lämpöteho tarkoittaa rakennuksen tilojen ja käyttöveden lämmitykseen tarvittavaa kaukolämpötehoa.

Vesivirta tarkoittaa lämpötehoa vastaavaa kaukolämpöveden virtaamaa laskettuna samanaikaisella kaukolämpöveden jäähtymällä.

Sopimusteho tarkoittaa asiakkaan käyttöön liittymisvaiheessa varattua tuntista lämpötehoa. Sopimusteho kirjataan asiakkaan kanssa tehtävään lämpösopimukseen. Sopimustehon mittayksikkö on kW.

Laskutusteho tarkoittaa asiakkaan käyttämää suurinta todettua tai mitoitussulkolämpötilaan redusoitua lämpötehoa. Määrittäminen perusteena oleva aikajakso määritetään hinnastossa tai lämmönmyyjän ohjeistuksessa. Laskutusteho voi olla määrittelyltään ja suuruudeltaan eri kuin sopimusteho. Laskutustehon mittayksikkö on kW.

Sopimusvesivirta tarkoittaa asiakkaan käyttöön liittymisvaiheessa varattua sopimustehoa vastaavaa kaukolämpöveden virtausta. Kaukolämpöveden jäähtymänä käytetään kaukolämpösuunnitelman mukaista jäähtymää. Sopimusvesivirta kirjataan asiakkaan kanssa tehtävään lämpösopimukseen. Sopimusvesivirran mittayksikkö on m³/h.

Laskutusvesivirta tarkoittaa asiakkaan laskutustehoa vastaavaa vesivirtaa. Kaukolämpöveden jäähtymänä käytetään todellista tai mitoitussulkolämpötilaan redusoitua jäähtymää. Määrittäminen perusteena oleva aikajakso määritetään hinnastossa tai lämmönmyyjän ohjeistuksessa. Laskutusvesivirta voi olla määrittelyltään ja suuruudeltaan eri kuin sopimusvesivirta. Laskutusvesivirran mittayksikkö on m³/h.

Termiä laskutuksen sopimusteho (-vesivirta) käytetään tässä suosituksessa silloin, kun sopimusperusteena (liittymismaksun peruste) ja laskutusperusteena (käytön aikaisen tehomaksun peruste) käytettävän tehon (vesivirran) määrittäminen perusteet ja arvot ovat samat. Käytön aikaiset tehon (vesivirran) muutokset kirjataan lämpösopimukseen.

Tuntinen teho, tuntinen vesivirta tarkoittaa keskimääräistä tehoa tai vesivirtaa liukuvan tunnin ajanjaksona.

Tehomaksu tarkoittaa tässä suosituksessa asiakkaan kaukolämpölaskun sitä osaa, jonka perusteena on sopimus-/laskutusteho tai sopimus-/laskutusvesivirta.

2 Tehon ja vesivirran määrittämisen periaatteet

2.1 Teho ja vesivirta kaukolämpömaksun perusteena

Tämä suositus perustuu siihen, että liittymismaksun ja käytön aikaisen tehomaksun perusteena käytetään rakennuksen lämpötehoa. Vesivirta on tehosta laskettava johdannaisuus. Kaukolämpöryityksillä voi olla myös tästä poikkeavia menettelytapoja hinnoittelun perusteena.

Käytön aikaisen tehomaksun perusteena voi olla lämpösopimuksessa määriteltävä laskutuksen sopimusteho (-vesivirta) tai hinnoittelujärjestelmässä erikseen määriteltävä laskutusteho (-vesivirta). Laskutusteho (-vesivirta) voi määritelmältään ja/tai suuruudeltaan poiketa lämpösopimuksen mukaisesta, liittymismaksun perusteena olevasta sopimustehosta tai -vesivirrasta.

Maksuperusteena käytetään mahdollisimman todellista rakennuksen yksilöllistä tehontarvetta tai -käyttöä. Rakennukset eroavat käyttäytymiseltään ja tarpeiltaan huomattavasti toisistaan. Uudisrakennusten tilojen lämmityksen tehontarpeet ovat merkittävästi aiempaa alhaisemmat, mutta käyttöveden lämmityksen tehon tarve on pysynyt lähes samana. Lämpimän käyttöveden osuudella on siten uudisrakennuksissa merkittävä vaikutus esim. tuntisen maksimitehon muodostumisessa.

Erilaisten hybridilämmitysjärjestelmien vaikutukset rakennuksen tehontarpeeseen poikkeavat toisistaan: osa rinnakkaislämmitysjärjestelmistä (esim. aurinkolämmitys) ei pienennä enimmäistehon tarvetta lainkaan. Osa rinnakkaisista lämmönlähteistä on hyödynnettävissä myös huipputarpeen aikana. Vaikutus vesivirtaan voi olla vielä tehontarvettakin suurempi tai myös erisuuntainen: vaikka tehontarve pienenee, vesivirran tarve voi kasvaa.

2.1.1 Liittymismaksu

Kaukolämpöryitys perii liittymismaksun asiakkaan liittyessä kaukolämpöön. Liittymismaksulla katetaan kaukolämmön tuotanto- ja verkkoinvestointien pääomakustannuksia.

Liittymisvaiheessa asiakkaan edustaja (LVI-suunnittelija tai vastaava) laatii kaukolämpösuunnitelmat, joiden osana määritetään rakennuksen tehontarve. Rakennuksen lämmityslaitteet mitoitetaan ympäristöministeriön rakentamismääräysten mukaisesti siten, että lämpöolot voidaan ylläpitää lämmityskauden mitoittavilla ulkolämpötiloilla (Taulukko 1). Käyttöveden lämmitysteho määräytyy YM:n rakentamismääräysten osassa D1 esitetyn mitoituksen mukaisesti.

Taulukko 1. Mitoitusulkolämpötilat eri säävyöhykkeillä /Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D3/

	Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä	
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila
I	-26 °C	5,3 °C
II	-29 °C	4,6 °C
III	-32 °C	3,2 °C
IV	-38 °C	-0,4 °C

Kaukolämpöyrittäjä mitoittaa liittymisjohdon rakennuksen tarvitseman kaukolämpötehon ja siitä lasketun vesivirran perusteella. Mitoittavassa kaukolämpötehossa otetaan huomioon tilojen ja käyttöveden lämmityksen sekä mahdollisten muiden kaukolämpöä käyttävien kohteiden samanaikainen tehontarve. Liittymisjohdon mitoittava vesivirta perustuu rakennuksen LVI-suunnitelmaan.

Asiakkaan kanssa sovitaan yksilöllinen, rakennuksen tehontarpeeseen perustuva kaukolämmön sopimusteho tai sopimusvesivirta, joka kirjataan lämpösopimukseen ja jonka perusteella liittymismaksu määräytyy. Liittymisvaiheessa sopimustehona käytetään tyypillisesti rakennuksen tarvitsemaa tuntista tehontarvetta mitoitusulkolämpötilassa. Sopimusvesivirta lasketaan sopimustehon määrittävän ajankohdan mukaisella kaukolämpöveden jäähtymällä.

2.1.2 Energiamaksu ja tehomaksu

Asiakkaan maksama kaukolämpölasku koostuu tyypillisesti mitattuun energiankäyttöön perustuvasta energiamaksusta ja tehoon tai vesivirtaan sidotusta tehomaksusta. Energiamaksun yksikköhintaan vaikuttavat kaukolämmön tuotantoon käytetyt polttoaineet ja lämmönhankinnan muuttuvat kustannukset. Tehon tai vesivirran tarpeeseen perustuvalla tehomaksulla katetaan pääosin lämmönhankinnan ja -siirron kiinteitä kustannuksia. Tehomaksujen osuus on keskimäärin 10...50 prosenttia asiakkaan vuotuisesta kaukolämpölaskusta. Energiamaksujen osuus koko laskusta on tyypillisesti pienempi pienillä, vähän kaukolämpöä käyttävillä asiakkailla.

Laskutuksen perusteena oleva tehon tai vesivirran arvo voidaan määritellä samoin perustein kuin liittymisvaiheessa (*sopimusteho*, *-vesivirta*) tai perustuen käytön aikana todettuun arvoon (*laskutusteho*, *-vesivirta*). Kaukolämpöyrittäjän käyttämien määräytymisperusteiden tulee olla avoimet ja läpinäkyvät.

Tavoitteena on asiakkaiden yhdenvertainen ja tasapuolinen kohtelu. Tehon ja vesivirran määrittämisperusteiden tulee olla yhdenmukaisia riippumatta siitä, milloin asiakas on liittynyt kaukolämpöön. Jos määrittämisen perusteet ovat muuttuneet vuosien kuluessa, vanhat sopimusperusteet eivät välttämättä ole enää linjassa nykyisten määritysten kanssa. Samanikäisten ja -tyyppisten mutta eri aikaan kaukolämpöön liittyneiden rakennusten maksuperusteet ovat tällöin voineet muodostua erilaisiksi, vaikka niiden todellinen tehontarve olisikin sama.

Asiakkaalla on oikeus tarkistuttaa maksuperusteena oleva tekninen arvo lämpösopimuksen ja sopimusehtojen mukaisesti. Muutostarve voi syntyä, kun esim. rakennukseen on tehty energiatehokkuustoimenpiteitä.

Maksuperusteen muutos tulee voimaan, kun kaukolämpöyrittäjä on todennut uuden maksuperusteen ja mahdollinen lisäsopimus on sopimusehtojen ja lämpöhinnaston mukaisesti tehty. Todennus on yrityksen määrittelemän järjestelmän mukaan

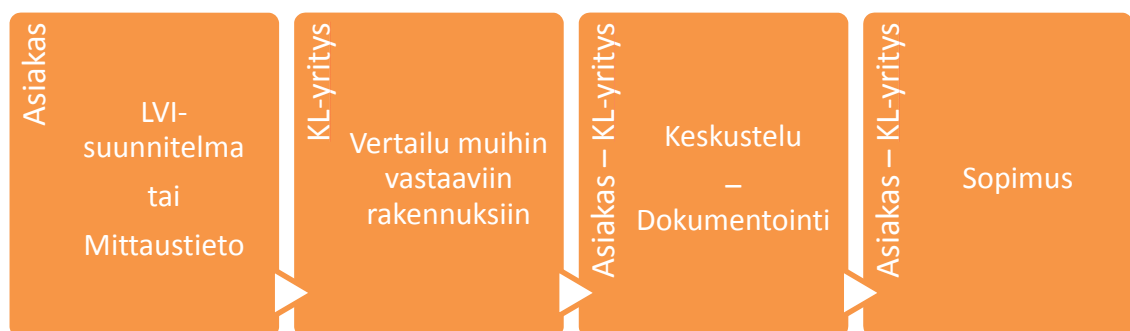
esim. mitattu tieto tai LVI-suunnitelmien mukaiset mitoitusarvot, joiden mukaisesti lämmönjakokeskuksen uusinta on toteutettu.

Jos kaukolämpöyrittäjä on eriyttänyt sopimustehon (-vesivirran) ja laskutustehon (-vesivirran) määritelmällisesti toisistaan, kaukolämpöyrittäjä seuraa todellista tarvetta ja tekee tarvittavat muutokset laskutusperusteisiin automaattisesti.

2.2 Sopimustehon ja -vesivirran määrittelyn perusteet

Uudisrakennuksen liittyessä kaukolämpöverkkoon määrittelyn perusteena on LVI-suunnittelijan laskelmat. Kaukolämpöyrittäjä vertaa laskelmien perusteella saatavaa arvoa muiden samantyyppisten rakennusten mitattuihin tietoihin. Jos vertailun tulos osoittaa, että LVI-suunnittelijan laskemat tulokset poikkeavat kaukolämpöyrittäjän kokemuseräisestä tiedosta, kaukolämpöyrittäjä ja LVI-suunnittelija keskustelevalta eroon vaikuttavista syistä. LVI-suunnittelija tekee tarvittavat korjaukset suunnitelmiinsa. Kaukolämpöyrittäjän kannattaa dokumentoida asiakkaan tai asiakkaan edustajan kanssa käydyn keskustelun tulos esim. LVI-suunnitelmien yhteyteen. Näin voidaan myös jälkikäteen todentaa, miten lämpösopimukseen kirjattuun sopimusperusteeseen on päädytty.

Vanhan rakennuksen liittyessä kaukolämpöön käytössä voi olla mitattua tietoa rakennuksen energiankäytöstä ja toisioverkon lämpötiloista. Näitä voidaan käyttää sopimustehon tai -vesivirran määrittämisessä etenkin silloin, kun rakennukseen ei samanaikaisesti tehdä muita muutoksia tai korjauksia. Vanhan lämmitysjärjestelmän laitteiden tehoarvoja (kilpiarvoja) ei kuitenkaan suoraan voi käyttää mitoitusperusteena, koska ne ovat usein huomattavasti ylimitoitettuja todelliseen tarpeeseen verrattuna.



Kuva 1. Sopimustehon ja -vesivirran määrittämisen prosessi

2.2.1 Sopimusteho

Sopimustehon tyypillisin määräytymisperuste on tuntinen tehontarve mitoitusulkolämpötilassa. LVI-suunnittelija laskee uudisrakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarpeet ympäristöministeriön antamien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Tehontarve mitoitetaan vastaamaan kyseisen paikkakunnan mitoitusulkolämpötilaa. LVI-suunnittelija mitoittaa käyttöveden lämmönsiirtimen YM:n määräysten mukaisella lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaamalla ja lämpötiloilla.

Käyttöveden kulutus vaihtelee voimakkaasti ja hetkelliset, lyhytaikaiset huiput voivat olla todella suuria. Lämmönsiirrin mitoitetaan hetkellisen huipputarpeen mukaan. Kaukolämpöjärjestelmän kannalta käyttöveden hetkellistä huipputehoa ei ole tarvetta käyttää verkon tai tuotannon mitoitusperusteena, koska kaukolämpöön kytkettyjen rakennusten huipputehon tarpeet risteilevät keskenään. Tyypillisesti käyttöveden osalta kaukolämpöjärjestelmän mitoitusperusteena käytetään tuntista keskiarvoa. On siis loogista käyttää samaa tuntista tehontarvetta myös sopimustehon määrittämisperusteena.

Lämmitystehon vaihtelu on huomattavasti käyttöveden kuormitusmuutoksia hitaampaa, joten sen osalta hetkellinen huipputeho (ja siten laitteiden kilpiteho) on yleensä sama kuin tuntinen huipputeho.

Kaukolämpöyrittäjä saa tarvittavat tiedot asiakkaan toimittamista kaukolämpösuunnitelmista (vrt. julkaisu K1/2013 Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet). LVI-suunnittelijan ilmoittamat tehot on syytä tarkistaa ainakin karkealla tasolla vertaamalla niitä muihin vastaaviin asiakkaisiin. Näin pyritään varmistamaan, että sopimustehot ovat tasapuoliset ja että myöhemmin mittauksin varmennettava laskutusteho vastaa mahdollisimman hyvin sopimustehoa.

2.2.2 Sopimusvesivirta

Sopimusvesivirta saadaan laskemalla kutakin sopimustehon osatekijää vastaavat kaukolämpöveden virtaukset yhteen, esim. lämmityksen, ilmanvaihdon ja käyttöveden tuntista lämmitystehoa vastaavat vesivirrat. Lämmitystehoja vastaavat kaukolämpövesivirrat lasketaan siinä ulkolämpötilassa, jossa on suurin tehontarve. Kullekin lämmönsiirtimelle käytetään ko. ulkolämpötilaa vastaavia toimintalämpötiloja. Toimintalämpötiloina käytetään suunnittelijan ilmoittamia arvoja.

Kaukolämpövesivirta lasketaan seuraavasti:

$$\dot{V} = \frac{\Phi}{c_p \times \rho \times (t_{et} - t_{ep})} \quad (\text{kaava 1})$$

$\dot{V}_e$ = Tehoa vastaava kaukolämpöveden tilavuusvirtaus [dm^3/s]

Φ = Sopimusteho [kW]

c_p = Veden ominaislämpökapasiteetti [kJ/kg °C]

ρ = Veden tiheys [kg/dm^3]

t_{et} = Kaukolämpöveden tulolämpötila [°C]

t_{ep} = Kaukolämpöveden paluulämpötila [°C]

Käyttämällä vesivirtaa maksuperusteena asiakasta voidaan motivoida mitoitukseen ja laitevalintoihin, joissa kaukolämpöveden paluulämpötila on mahdollisimman alhainen eli jäähtymä muodostuu suureksi. Vesivirtapohjainen maksuperuste voi mahdollistaa myös paremman kustannusvastaavuuden. Toisaalta vesivirta on asiakkaan näkökulmasta vaikeammin ymmärrettävä arvo.

Kaukolämpöveden jäähtymällä (kaukolämmön tulo- ja paluulämpötilan erotuksella) on merkittävä vaikutus asiakkaan laitteiden läpi virtaavan veden määrään ja siten kaukolämpöyrityksen kustannuksiin:

- kaukolämpöputket mitoitetetaan virtaaman mukaan: mitä suurempi virtaama tarvitaan, sen suurempi putki asennetaan
- kaukolämpöveden pumppauskustannukset kasvavat, kun tarvittavan vesivirran määrä kasvaa
- kaukolämpöveden paluulämpötilan nousu huonontaa tuotannon kokonaistehokkuutta:
 - o lämmön ja sähkön yhteistuotannossa sähkön tuotannon määrä pienenee
 - o kaukolämmön tuotantolaitoksessa sijaitsevan savukaasujen lämmöntalteenoton hyötysuhde laskee.

Kaukolämpöveden jäähtymän puolittuminen kasvattaa tarvittavan vesivirran kaksinkertaiseksi. Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutusta vesivirtaan on kuvattu graafisesti liitteessä 2.

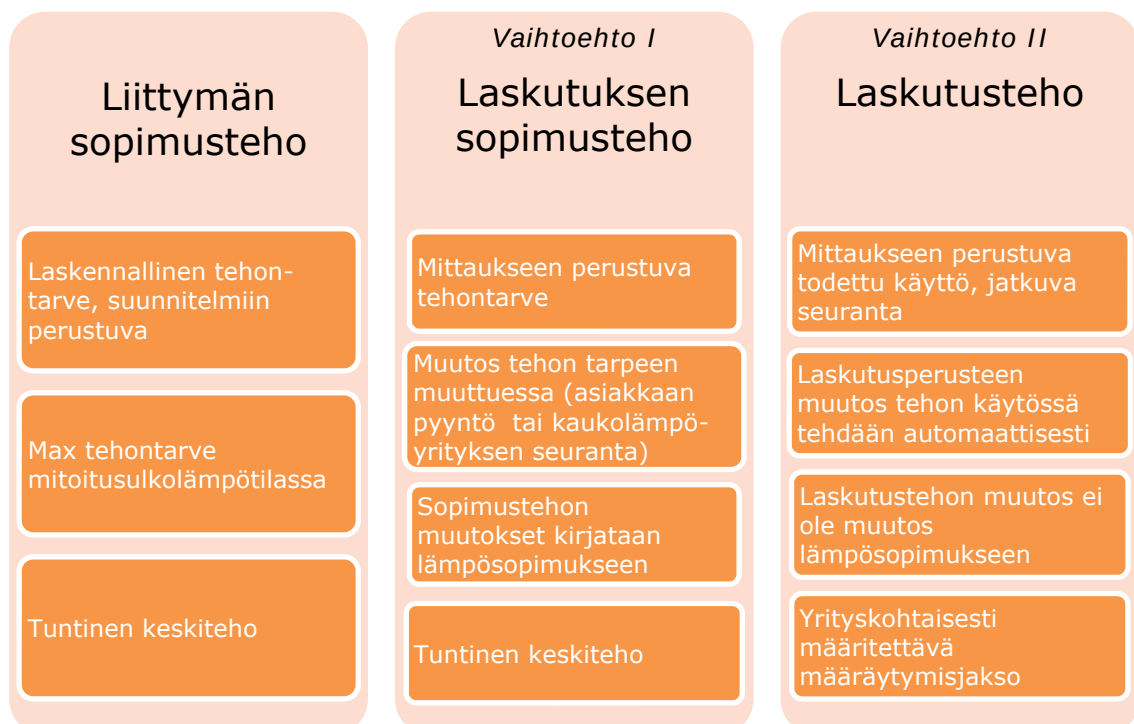
2.3 Laskutustehon ja -vesivirran määrittelyn perusteet

Laskutusteholla ja -vesivirralla tarkoitetaan tässä suosituksessa asiakkaan käyttämää, mittauksin todettua tehon ja vesivirran käyttöä tai tarvetta. Kaukolämpöyrittäminen on hinnoittelussaan eriyttänyt sopimustehon (-vesivirran) ja laskutustehon (-vesivirran) määritelmällisesti toisistaan. Laskutuksen perusteena olevan tehon (vesivirran) tekninen määräytymisperuste voi olla sama kuin liittymismaksussa. Kaukolämpöyrityksen kustannusrakenne ja tarve oikeudenmukaiseen ja läpinäkyvään hinnoitteluun voi myös johtaa siihen, että laskutustehon (-vesivirran) tekninen määräytymisperuste on eri. Ero voi olla mm. määräytymisjakson pituudessa tai siinä, käytetäänkö tietyltä mittausjaksolta mitattua vai mitoitussulkolämpötilaan muunnettua (redusoitua) tehonkäyttöä.

2.4 Sopimus- ja laskutusperusteen eriyttäminen

Perinteisesti sekä liittymisvaiheen että käytönaikainen teho (vesivirta) on määritelmällisesti ollut sama. Kun maksuperuste on muutettu, lämpösopimus on uusittu tekemällä kirjallinen lisäsopimus. Sopimusehtojen mukaisesti sopimusperustetta suurennettaessa asiakas on maksanut lisäliittymismaksun. Kun sopimusperustetta on pienennetty, maksettua liittymismaksua ei ole palautettu.

Etäluenta ja tuntisen mittaustiedon käytettävissä olo mahdollistavat, että maksuperuste voidaan määrittää asiakkaalta mitatun todellisen arvon tai mittausten perusteella mitoitussulkolämpötilaa muunnetun (reduoidun) arvon perusteella. Tässä suosituksessa näin määritettyä maksuperusteesta käytetään termiä laskutusteho (-vesivirta) silloin, kun termit on määritelmällisesti eriytetty toisistaan ja maksuperusteen arvoa seurataan säännöllisesti ja muutokset tehdään automaattisesti.



Kuva 2. Sopimus- ja laskutustehon määräytymisperusteet. Liittymisvaiheessa sopimusteho on pääsääntöisesti suuruudeltaan sama kuin laskutusteho.

Jos kaukolämpöyrittäminen muuttaa laskutusperusteena olevan tehon tai vesivirran määräytymisperustetta siten, että todellista tehon- tai vesivirrankäyttöä seurataan jatkuvasti ja maksuperuste määrittyy sen perusteella, asiakkaille ilmoitetaan

muutoksesta sopimusehtojen mukaisesti. Jos muutos aiheuttaa suuria muutoksia yksittäisen asiakkaan maksuihin, muutoksesta tulee ilmoittaa hyvissä ajoin ennen sen voimaantuloa. Kuluttaja-asiakkaaseen kohdistuva mahdollinen suuri muutostarve tulisi toimeenpanna vähittäin pidemmän ajan kuluessa kuluttajaoikeuden yleisen periaatteen mukaisesti.

3 Tehomaksun perusteiden tarkistaminen

Tarkistamisen periaatteet riippuvat siitä, mikä on kaukolämpöyrityksen käyttämä laskutusperuste. Tässä suosituksessa esitetään menettelytapoja niihin vaihtoehtoihin, joissa määrittely perustuu mitattuun tehon- tai energiankäyttöön.

Rakennusten käyttäytyminen vaihtelee huomattavasti käytöstä ja käyttäjistä riippuen. Keskiarvot eivät vastaa todellista, yksilöllistä tarvetta. Jotta eri aikaan liittyneet ja eri suunnittelijoiden suunnittelemat rakennukset olisivat keskenään samanarvoisia, sopimusperusteet tule tarkistaa vastaamaan todellista - mitattua tai mittauksen perusteella laskettua - arvoa.

Tarkistaminen tehdään aina kuhunkin määrittysperusteeseen soveltuvalla menettelytavalla. Kuukausitason mittaustietoihin perustuva tarkistaminen soveltuu ainoastaan silloin, kun yrityksen käyttämä määrittelyperustekin on kuukausikäyttö (kts. kohta 3.4.4). Kun kaukolämpöyrityksen käyttämä määrittelyperuste on tuntimitaustieto, kuukausi- tai vuositason mittaustiedon käyttäminen ei anna oikeaa tulosta ja voi johtaa asiakkaiden eriarvoiseen kohteluun.

Kun kaukolämpöyritys siirtyy lämpöenergiamittarien tuntiseen etäluentaan, suositellaan kaikkien asiakkaiden maksuperusteiden tarkistamista vastaamaan todellista käyttöä.

3.1.1 Tehonkäytön tai -tarpeen tarkistaminen

Kaukolämpöyrityksellä tulee olla avoin ja selkeä menettelytapa, jolla asiakkaan tehonkäyttö tai -tarve tarkistetaan. Menettelyohjeessa määritetään ainakin:

- määrittelyjakson pituus
- mittaamenetelmä (esim. tuntidatan hyödyntäminen, redusointi mitoitusulkolämpötilaan, maksimiarvo tietyltä mittausjaksolta, laskentakavat)
- miltä ja miten pitkältä aikajaksolta mittaustietoja tarvitaan
- käyttöveden tehontarpeen huomioiminen
- kuvaus menettelytavoista
 - o esim. miten usein tehdään oma-aloitteisesti, miten asiakas voi pyytää tarkistamista, milloin uusi maksuperuste astuu voimaan.

3.1.2 Vesivirran käytön tai -tarpeen tarkistaminen

Menettelyohje vesivirran tarkistamisen osalta tehdään vastaavasti kuin tehon tarkistamisessa. Lisätoimenpiteenä määritetään asiakkaan mittausdatan perusteella kaukolämpöveden jäähtymä. Virtaaman arvo lasketaan tehontarpeen ja jäähtymän avulla. Kaukolämpöveden jäähtymän määrittämisessä suositellaan käytettäväksi kaukolämpöveden ajokäyrän mukaisen menolämpötilan ja asiakkaalta mitatun paluuvien lämpötilan erotusta.

3.2 Tarkistamisen prosessi – laskutuksen sopimusteho

Kaukolämpöyritys voi tarkistaa laskutusperusteet joko omasta aloitteestaan havaitessaan siihen olevan tarvetta tai asiakkaan pyynnöstä. Tarkistaminen voidaan kohdistaa joko yhteen asiakkaaseen, asiakasryhmään tai koko asiakaskuntaan.

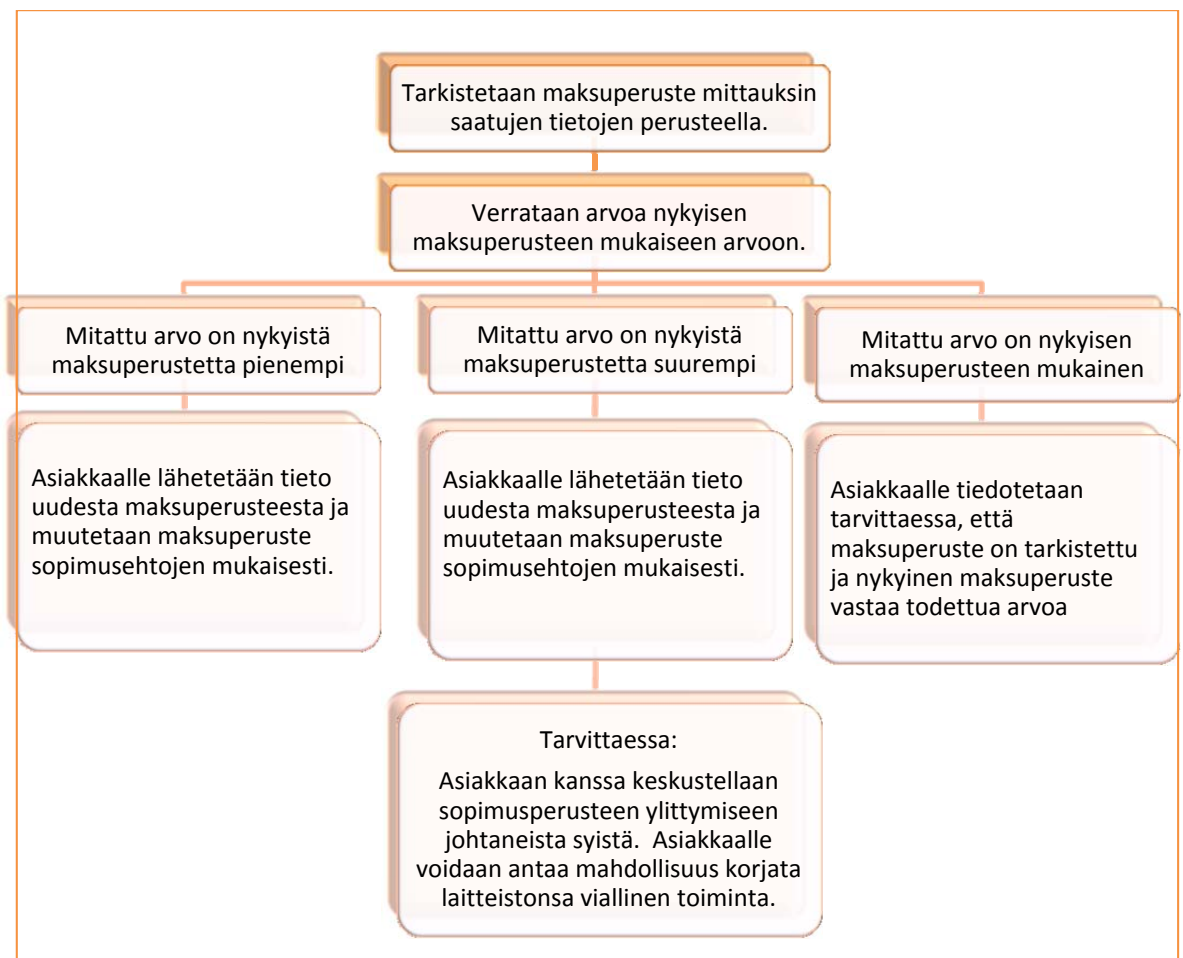
Asiakas tilaa tarkistuksen kirjallisesti (kirje tai sähköposti). Pyyntöön mukana on hyvä olla kuvaus rakennuksessa mahdollisesti tehdyistä korjauksista ja muutoksista.

ta, jotka ovat saattaneet vaikuttaa rakennuksen tehon tai vesivirran tarpeen muuttumiseen.

Maksuperustetta muutetaan joko pienemmäksi tai suuremmaksi mittauksin saatuun tietoon perustuen. Tieto voi syntyä joko olemassa olevia lämpöenergiamittareita hyödyntäen tai erillisillä mittauslaitteilla. Tarkistaminen voidaan tehdä luotettavasti aikaisintaan ensimmäisen lämmityskauden jälkeen.

Kun maksuperustetta muutetaan (nostetaan tai lasketaan), asiakkaalle tiedotetaan muutoksesta selkeästi. Jos kyseessä on suuri muutostarve, syy siihen selvitetään yhdessä asiakkaan kanssa. Etenkin ensimmäisen kerran tuntimittauksia hyödyntäessään kaukolämpöyrityksen kannattaa tiedottaa asiakkailleen kaikista tarkistamisista, vaikka tarkistaminen ei maksuperustetta muuttaisikaan.

Kaukolämpöyrityksen on suositeltavaa varmistaa laskutuksen sopimustehon oikeellisuus viimeistään kolmen vuoden kuluttua asiakkaan liittymisestä. Kaukolämpöyritys seuraa tehomaksun perusteiden oikeellisuutta muutenkin säännöllisesti. Tarkistaminen tehdään myös asiakkaan sitä pyytäessä rakennuksen tarpeen muuttua esim. lämmityslaitteiden uusinnan tai korjausrakentamisen vuoksi. Tavoitteena on varmistaa asiakkaiden tasavertainen kohtelu.



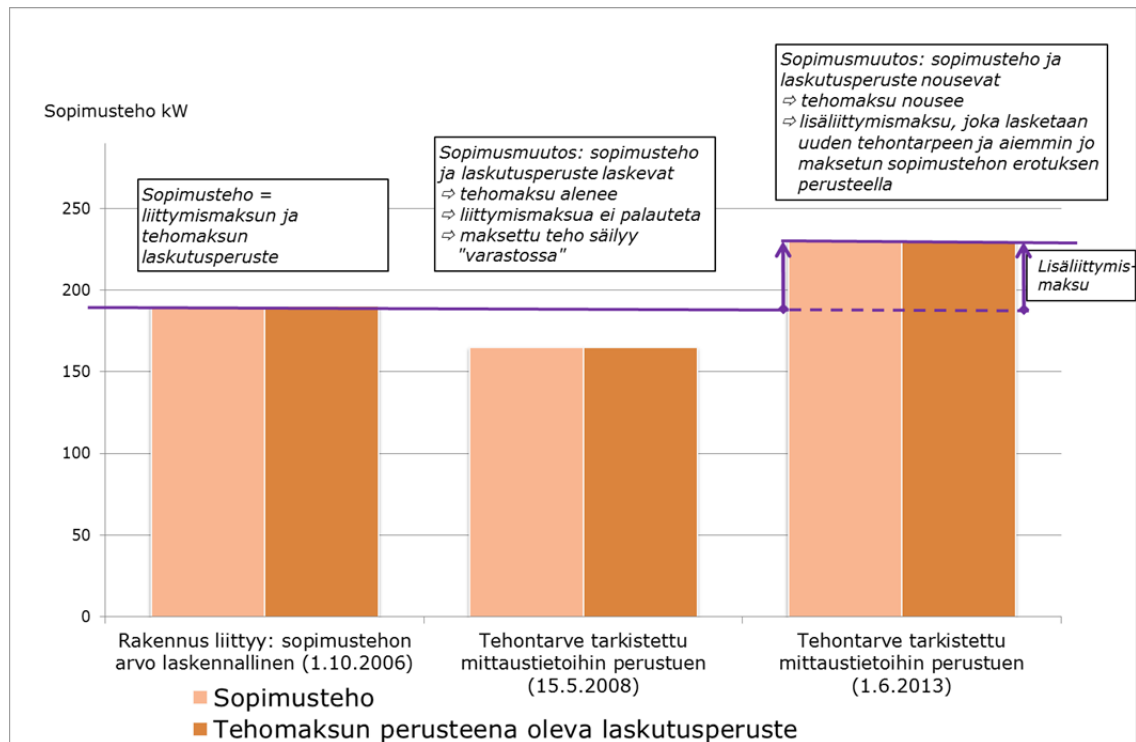
Kuva 3. Laskutuksen sopimustehon tai -vesivirran tarkistamisen prosessi

3.2.1 Sopimusmenettely

Mikäli voimassa olevat sopimusehdot edellyttävät sopimuksen uusimista (lisäsopimusta) maksuperusteen muuttuessa, toimitaan luonnollisesti ehtojen mukaisesti.

Asiakkaalle lähetetään allekirjoitettavaksi uusi lämpösopimus uudella maksuperusteella. Sopimuksen liitteenä lähetetään seloste tehdystä tarkistuksesta, josta muutoksen perusteet ilmenevät.

Mikäli sopimuksen mukainen maksuperuste tarkistamisen perusteella nousee, laskutetaan myös mahdollinen lisäliittymismaksu kaukolämmön sopimusehtojen mukaisesti. Sopimusperustetta pienennettäessä maksettua liittymismaksua ei kaukolämmön sopimusehtojen mukaisesti palauteta. Asiakkaalle jää mahdollisuus kasvattaa maksuperuste tarvittaessa vanhaan arvoon ilman lisäliittymismaksua.

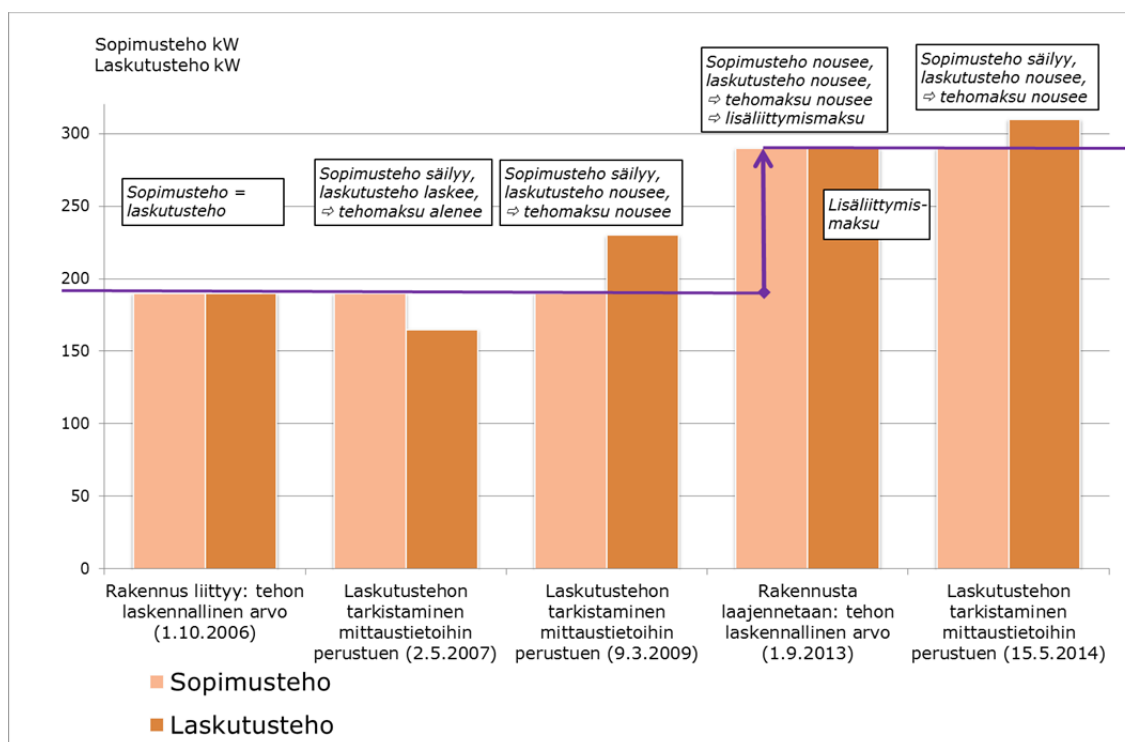


Kuva 4. Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteet, kun sopimustehoa muutetaan rakennuksen tehontarpeen muuttuessa.

3.3 Tarkistamisen prosessi – laskutusteho

Jos kaukolämpöyrittäjä on hinnoittelussaan määritelmällisesti eriyttänyt käytön aikaisen lämpötehon (-vesivirran) laskutustehoksi (-vesivirraksi), asiakkaiden tehon ja vesivirran käyttöä seurataan jatkuvasti ja laskutusperuste muuttuu automaattisesti tarpeen tai käytön muuttuessa.

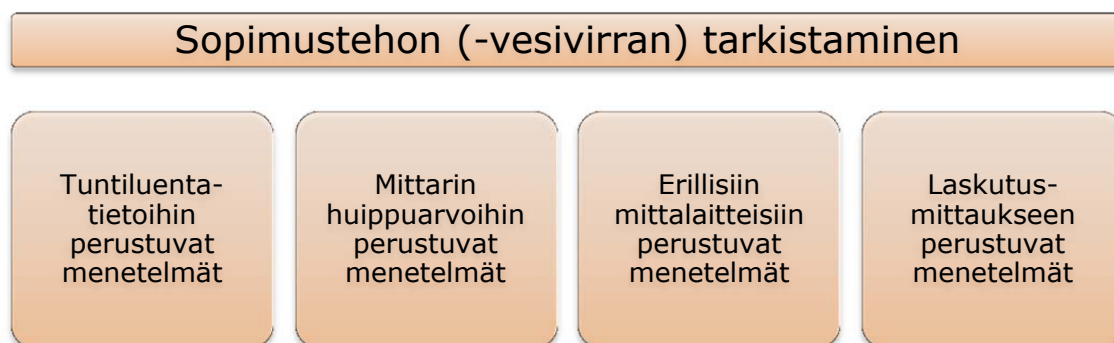
Laskutustehon (-vesivirran) muutos mitatun arvon perusteella ei edellytä lisäsopimusta. Lisäsopimus tehdään ja lisäliittymismaksua peritään ainoastaan silloin, kun on tarve suurentaa varsinaista liittymää, jolloin tehontarpeen kasvaminen johtaa esim. liittymisjohtoon tai mittauskeskuksen muutos.



Kuva 5. Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteet rakennuksen tehontarpeen muuttuessa, kun sopimusteho on määritelmällisesti erotettu laskutustehosta.

3.4 Tarkistamisen menettelyt – laskutuksen sopimusteho (-vesivirta)

Tehon ja -vesivirran tarkistaminen voidaan tehdä monella tavalla. Kukin kaukolämpöyrittäjä käyttää omaa, valitsemaansa menettelytapaa. Seuraavassa kuvassa on esitetty mittauksiin perustuvia menetelmiä.



Kuva 6. Mittauksiin perustuvat tarkistusmenettelyt

3.4.1 Tuntiluentatietoihin perustuvat menetelmät

Tuntiluentatietoihin perustuvaa menetelmää voidaan hyödyntää silloin, kun lämpöenergiamittarin tietoja luetaan etäluennalla ja lukemat tallennetaan tunneittain. Tämän datan pohjalta voidaan erikseen kaukolämpöyrittäjän määrittelemällä menetelmällä suorittaa laskutuksen sopimustehon (-vesivirran) tarkistaminen.

Laskutusperusteen tarkistaminen edellyttää lämmityskaudella mitattua tuntiteho-tietoa riittävältä ajanjaksolta. Tarkistamisessa on suositeltavaa käyttää vuoden mittausjaksoa, mutta kuitenkin vähintään kolmea kuukautta joulukuun ja maalis-

kuun väliltä. Mikäli asiakkaan tehon käytössä tai toiminnassa on tapahtunut oleellisia muutoksia kesken lämmityskauden, mittausjaksoa tulee soveltaa tarkoituksen mukaisesti.

Tuntiluentatietoa käytettäessä mittaustiedosta poistetaan kaukolämmön toimituksen virhe- ja poikkeustilanteista johtuneet arvot. Tällaisia poikkeustilanteita ovat esim.

- kaukolämmön menoveden lämpötila on ollut liian alhainen
 - o vaikuttaa yleensä vain vesivirran mittausarvoon
 - o jos lämmönsiirtimet on alimitoitettu, voi liian alhainen menoveden lämpötila aiheuttaa asiakkaalle tehon vajeausta
- asiakkaalla ei ole ollut riittävä tehoa käytössään lämmön toimittajasta johtuvista syistä (putkirikko, tuotantokatko, tms.)
 - o häiriön jälkeen asiakkaan säätöventtiilit ovat täysin auki, kun automatiikka pyrkii korvaamaan rakennuksessa syntyneet teho- ja energivajeen
- puuttuva mittausarvo edeltävältä tunnilta
 - o etäluentajärjestelmä ei ole jostain syystä saanut mittaustietoa edeltävältä tunnilta, jolloin järjestelmä voi asettaa yhden tunnin lueksi koko erotuksen edellisestä luetusta lukemasta.

Asiakkaalle esitetään seloste tehdystä tarkistuksesta, josta muutoksen perusteet ilmenevät. Erityisesti silloin, kun perusteena on mitoitusulkolämpötilaa vastaava maksimiarvo, tehon tai vesivirran esittäminen ulkolämpötilan funktiona (ns. teho-funktio) on havainnollinen (kts. kohta 5.1).

3.4.2 Mittarin huippuarvoihin perustuvat menetelmät

Lämpöenergiamittarin muistiin tallentuu asetuksista riippuen tietoja esiintyneistä tehon tai vesivirran huippuarvoista ja niiden ajankohdista. Tarkoituksenmukaista olisi, että mittarissa olisi muistipaikkoja useammalle mittausarvolle. Näitä arvoja voidaan hyödyntää, jos ne ovat esiintyneet riittävän kylmänä ajanjaksona ja kaukolämmön tuotannossa tai jakelussa ei ole ollut häiriöitä. Mittaustulosten hyödynnettävyyttä voidaan parantaa siten, että mittarin tietoja käydään lukemassa useamman kerran pakkaskauden aikana. Mittarin muisti nollataan aina käyntien yhteydessä, jotta siihen saadaan rekisteröityä useampia mittauspisteitä. Mitattuja huippuarvoja käytetään tarkistuksen pohjana ja ne voidaan esittää myös graafisessa muodossa vastaavasti kuin etäluennalla kerätyt tuntimittaustiedot.

Mittarin huippuarvoihin perustuva tarkistusmenetelmä on työläämpi ja luotettavuudeltaan huonompi kuin varsinainen tuntiluentatietoihin perustuvat menetelmä. Mittauspisteitä on huomattavan paljon vähemmän ja ns. "väärät huiput" voivat viedä muistipaikan oikeilta mittaustuloksilta, jolloin todellisia huippuarvoja ei olekaan käytettävissä.

3.4.3 Erillisiin mittalaitteisiin perustuvat menetelmät

Jos kaukolämpöyrityksellä ei ole tuntimittauksiin perustuvaa etäluentajärjestelmää, yksittäiselle asiakkaalle on mahdollista joko vaihtaa tuntimittaustietoja rekisteröivä lämpöenergiamittari tai asentaa tuntikeruulaite lisälaitteena. Mittaustiedot voidaan säilyttää jonkin aikaa mittalaitteen muistissa ja lukea ne muistikapasiteetista riippuen esim. kerran vuorokaudessa tai kerran viikossa. Etäluennan vaihtoehtona voidaan asiakkaan tiloihin viedä väliaikaisesti erillinen tiedonkeruulaitteisto.

3.4.4 Laskutusmittaukseen perustuvat menetelmät

Laskutusmittaukseen perustuva menetelmä on ainoa tässä suosituksessa esitetyistä menetelmistä, jossa ei suoraan mitata tehoa tai vesivirtaa. Tarkistaminen tehdään laskutusmittauksen eli tyypillisesti kuukausitason kulutusten perusteella.

Epäsuorana menetelmänä se on jonkin verran epätarkempi kuin muut menetelmät, jos halutaan määrittää yksittäisen asiakkaan todellinen suurin kaukolämpöverkosta ottama tuntinen keskiteho.

Menetelmä perustuu mitattuihin kaukolämmön kuukausikäyttöihin. Kuukausikulutuksesta lasketaan kuukausien keskitehot. Keskitehot esitetään kuukauden keskimääräisen ulkolämpötilan funktiona graafissa. Näiden pisteiden perusteella lasketaan regressiosuora, jonka avulla voidaan määrittää asiakkaan laskennallinen tehontarve mitoitusulkolämpötilassa.

3.5 Tarkistamisen menettelyt – laskutusteho (-vesivirta)

Kun kaukolämpöyrittäjä on eriyttänyt laskutustehon (-vesivirran) käytön aikaiseksi maksuperusteeksi, asiakkaiden tehon (vesivirran) käyttöä seurataan jatkuvasti ja laskutusperuste muuttuu automaattisesti käytön muuttuessa. Asiakkaan käyttämää tehoa (-vesivirtaa) seurataan tuntiluentatietoihin perustuen. Tämän mittausdatan pohjalta seurataan kaukolämpöyrittäjän määrittelemällä menetelmällä laskutustehon (-vesivirran) oikeellisuutta ja tehdään tarvittavat muutokset. Laskutustehon (-vesivirran) perusteena voi lämmönmyyjästä riippuen olla eripituisia ajanjaksoja, esim. tunnin ... kolmen tunnin keskiarvo.

Asiakkaalla on mahdollisuus esim. on-line palvelun kautta seurata omaa tehon (vesivirran) käyttöään ja siten laskutustehon (-vesivirran) muutoksia.

4 Sovellusohjeita

4.1 Asuinrakennusten tehontarve, käyttöveden osuus

Taulukkoon 1 on kerätty eräitä keskiarvoja, joita voi käyttää nyrkkisääntöinä tehon ja vesivirran tarkastelussa. Rakennukset poikkeavat kuitenkin rakenteiltaan ja käytöltään huomattavasti toisistaan, joten taulukossa esitetyt arvot ovat vain suuntaa antavia.

Taulukko 2. Suuntaa antavia keskiarvoja asuinrakennuksille

	keskiarvo	normaali vaihteluväli
huipunkäyttöaika	2 000 ... 3000 h	500 ... 4000 h
lämpimän käyttöveden osuus max tuntisesta tehosta	35 %	
ominaisteho mitoitusulkolämpötilassa	17 W/m ³	5 ... 30 W/ m ³

4.2 Tuntinen käyttöveden lämmitysteho asuinrakennuksissa

Asuinrakennuksien sopimustehossa huomioon otettava käyttöveden tuntinen lämmitysteho voidaan karkeasti määrittää käyttövesisiirtimen mitoitus-teholla. Muiden kuin asuinrakennusten käyttöveden tuntinen lämmitystehon tarve vaihtelee huomattavasti rakennuksen käyttövesijärjestelmästä ja käytöstä riippuen. Käyttöveden lämmityksen tehontarpeen käyttäytyminen on pyrittävä selvittämään kunkin rakennuksen erityispiirteiden mukaan.

Käyttöveden tuntinen teho voidaan asuinrakennuksissa karkeasti arvioida ottamalla käyttövesisiirtimen mitoitus-tehosta huomioon seuraavan taulukon mukainen prosenttiosuus.

Taulukko 3. Käyttöveden tuntisen tehon arvioiminen asuinrakennuksissa

asuntojen lkm	osuus käyttövesisiirtimen mitoitustehosta
1	10 %
2...5	15 %
6...100	20 %
101...	25 %

5 Yritysesimerkkejä

Seuraavissa kohdissa on esitelty eräiden kaukolämpöyritysten menettelytapoja sopimustehon ja laskutustehon tarkistamisen osalta.

5.1 Case "Mitoitusulkolämpötilaan redusoitu tuntimittaus"

Tarkastuksen tarkoituksena on asettaa asiakkaan sopimusvesivirta vastaamaan kiinteistön todellista lämmöntarvetta ja näin ollen varmistaa, että tehomaksujen perusteet ovat läpinäkyvät ja tasapuoliset.

Kaukolämmön sopimusvesivirran arvo sovitaan liittymäkohtaisessa lämpösopimuksessa. Liittymisen yhteydessä sopimusvesivirta määritetään asiakkaan toimittamien LVI-suunnitelmien perusteella. LVI-suunnitelmien mitoitusulkolämpötilana käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaista arvoa.

Kuukausittaisten laskutuslukemien lisäksi asiakasmittauksista kerätään etäluennalla tuntitason mittausdataa. Mitattavia suureita ovat energia, virtaama sekä kaukolämmön meno- ja paluulämpötilat. Mittausdata tallennetaan asiakastietojärjestelmään käyttöpaikkakohtaisesti.

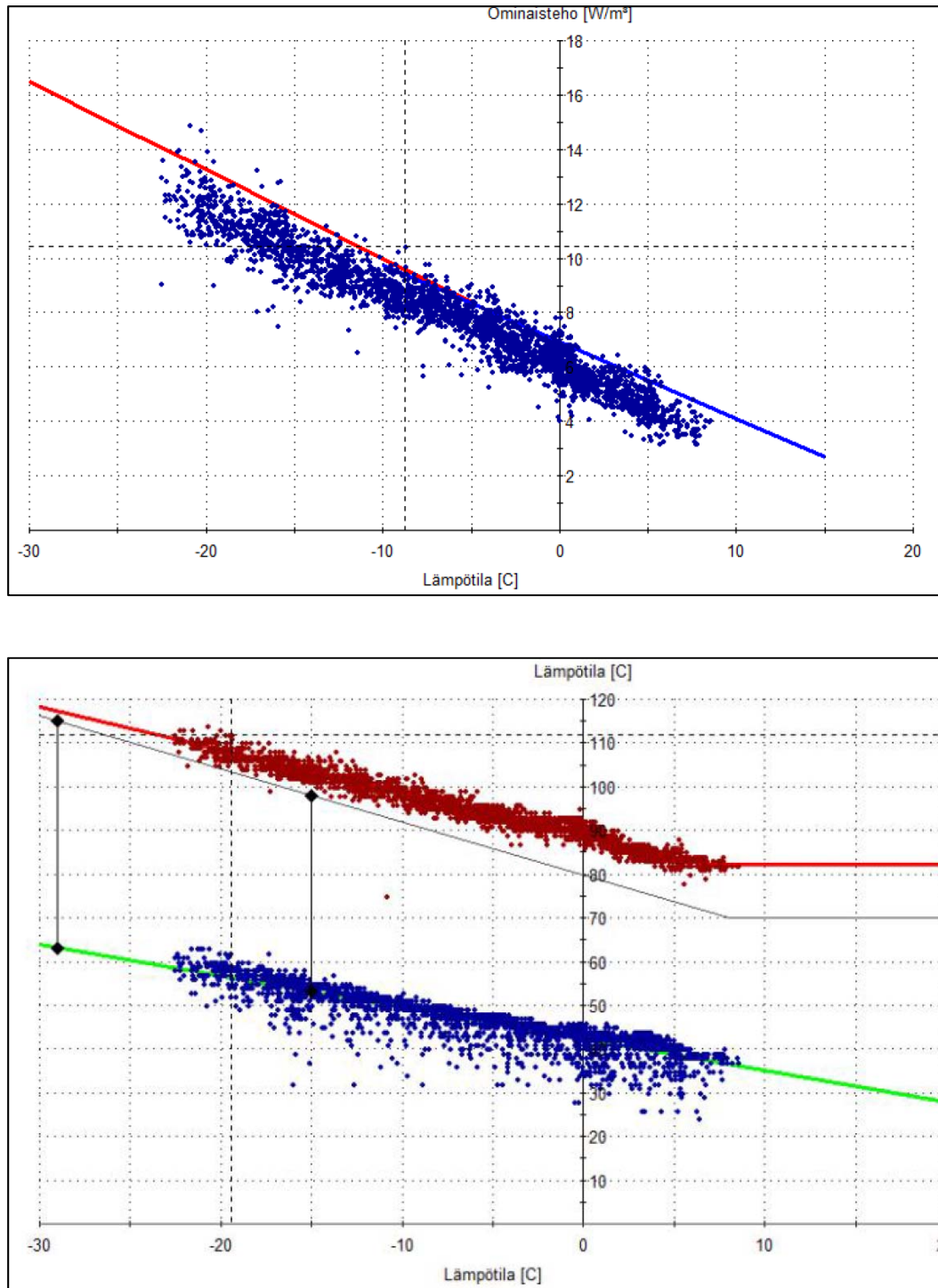
Taulukko 4. Asiaksmittauksista etäluettua tuntimittausdataa

Aikaleima	ENERGIA [kWh]	VIRTAUS [m³]	PALUU [°C]	TULO [°C]
9.2.2012 1:00	26.000	0.410	49.000	104.000
9.2.2012 2:00	27.000	0.430	49.000	105.000
9.2.2012 3:00	40.000	0.580	50.000	106.000
9.2.2012 4:00	74.000	1.010	45.000	108.000
9.2.2012 5:00	74.000	1.020	45.000	109.000
9.2.2012 6:00	78.000	1.040	45.000	109.000
9.2.2012 7:00	78.000	1.040	45.000	108.000

Etäluettua tuntimittausdataa voidaan hyödyntää muun muassa asiakkaan lämmitysenergian käytön analysoinnissa sekä laitevikojen havainnoinnissa ja selvityksessä. Tuntimittausdataa hyödynnetään myös asiakkaan sopimusvesivirran tarkistamiseen.

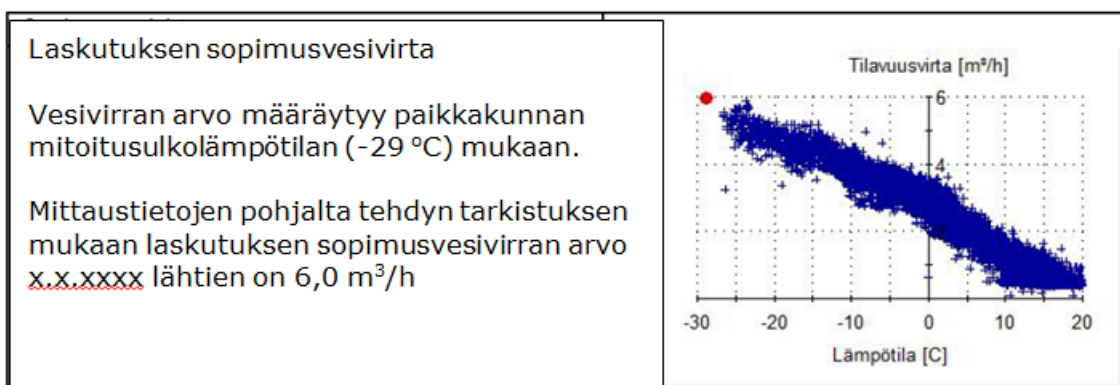
Laskutuksen sopimusvesivirran tarkistusmenetelmänä on regressiolaskentamenetelmä, jossa kaukolämpöasiakkaan tehontarpeelle sekä paluuveden lämpötilalle muodostetaan regressiosuorat mitoitusulkolämpötilaa vastaavan tehontarpeen ja kaukolämpöveden jäähtymän selvittämiseksi. Kaukolämpöveden jäähtymän määrittämisessä käytetään kaukolämpöveden ajokäyrän ja paluuveden regressiosuoran välistä erotusta paikkakunnan mitoitusulkolämpötilassa.

Regressiosuoria määritettäessä huomioidaan virhemarginaali, jolla poistetaan mahdolliset virhetilanteiden mittausarvot. Tehontarpeen regressiosuora määritetään pistejoukon suurimpien arvojen ja paluuveden regressiosuora keskimääräisten arvojen perusteella.

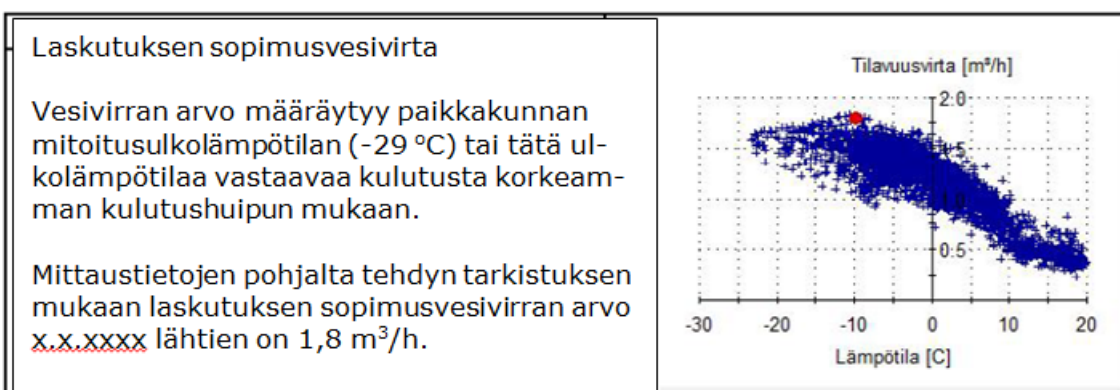


Kuva 7. Tuntitehot sekä kaukolämmön meno- ja paluulämpötilat ulkolämpötilan funktiona mittaustietokannasta

Virtaaman arvo lasketaan tehontarpeen ja jäähtymän suhteesta kaukolämpövesivirran laskentakaavalla (kaava 1).



Kuva 8. Laskutuksen sopimusvesivirran määrittäminen vuoden tuntimittauksiin perustuen, esimerkki



Kuva 9. Laskutuksen sopimusvesivirran määrittäminen vuoden tuntimittauksiin perustuen, kun vesivirran huippu esiintyy muussa kuin mitoitusulkolämpötilassa, esimerkki.

Laskennassa käytettävä mittausajanjakso on maksimissaan yksi vuosi eli 8760 mittauksesta jokaisesta mitattavasta suureesta. Minimissään mittausajanjakso on tarkastusta edeltävä pakkasjakso tai, mikäli käyttöpaikan kulutuksessa tai toiminnassa on tapahtunut oleellisia muutoksia kesken lämmityskauden, mittausajanjaksoa sovelletaan tarkoituksen mukaisesti.

Laskutuksen sopimusvesivirran tarkistamisen jälkeen tarkistuksen tuloksesta raportoidaan asiakkaalle (liite 3) ja mahdollisista muutoksista keskustellaan asiakkaan kanssa.

5.2 Case "Tuntihuiput" (laskutusteho)

Sopimusteho lasketaan kiinteistön tarvitseman tunnin huipputehon (kW) mukaan paikkakunnan mitoitusulkolämpötilassa. Liittymismaksun kokoluokat määräytyvät kaukolämpöputkien DN-kokojen mukaan. Liittymän koko ja myös rakennettavan liittymisjohdon pituus vaikuttavat liittymishintaan. Kaukolämpösopimus voidaan tehdä, vaikka aivan tarkkaa tehotietoa ei vielä tiedettäisikään. Menettely luo joustavuutta liittymän tekoon ja on asiakkaille yksinkertainen.

Kaukolämmön käytöstä maksettava laskutusteho ei ole sidonnainen liittymishetkellä sovittuun sopimustehoon. Mittauksessa käytettävä tehojakso on yksi tunti, laskutuksessa käytetään kolmen peräkkäisen tunnin tehomittauksen keskiarvoa. Tämän avulla pyritään eliminoimaan lyhytaikaiset tehopiikit, joita saattaa syntyä esimerkiksi hetkellisestä käyttöveden suuresta kulutuksesta.

Laskutustehon tarkastaminen tapahtuu automaattisesti kerran kuukaudessa laskutuksen yhteydessä - asiakkaan ei tarvitse pyytää erikseen tehon tarkastusta. Laskutustehon määrittämisessä käytetään suurinta kolmen tunnin tehojen keskiarvoa viimeisen 36 kuukauden ajalta.

Asiakkaan tehon kasvaessa tehomaksu nousee seuraavassa laskussa. Asiakkaan teho myös laskee automaattisesti, kun tehon käyttö pienenee. Mahdolliset vikatilanteet (laitevika, jakeluhäiriö, yms.) poistetaan. Merkittävässä muutoksissa asiakkaaseen ollaan yhteydessä.

5.3 Case "Vesivirran käyttöaste"

Sopimusvesivirta määritetään tilojen lämmitykseen käytetyn tehontarpeen mukaan. Käyttövedestä huomioidaan vain lämpimän käyttöveden kiertojohdosta aiheutuvat häviöt (rättipatterit ym.). Laskutuksen sopimusvesivirta tarkastetaan mittaustietokannasta saatavan tuntuennan tietojen perusteella. Tuntidataa tulkitaan talven kylmimmältä ajanjaksolta. Tarkastelu tehdään kellonajan, ulkolämpötilan, kaukolämmön meno- ja paluuveden lämpötilan sekä nk. käyttöasteen perusteella.

Järjestelmästä valitaan asiakkaan mittaustiedoista riittävä määrä aikasarjoja.

Tarkasteluajankohta valitaan rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen. Asuinrakennuksissa, joissa ei ole ilmanvaihtoa, tarkastellaan yöaikaisia huippukäyttöasteita. Toimisto- ja muissa vastaavissa rakennuksissa tarkastellaan aamutuntien käyttöhuippuja, noin klo 7 - 8, jolloin ilmanvaihtokoneet käynnistyvät.

Mittaustiedoista lasketaan *käyttöaste*, jolla tarkoitetaan mitattua tuntista kaukolämpöveden käyttöä jaettuna sopimusvesivirralla. Käyttöaste redusoidaan mitoitussulkolämpötilaan -26 °C ao. kaavan mukaan

$$Käyttöaste_{redusoitu} = \frac{-26^{\circ}C * Käyttöaste}{T_{ulko}}$$

Taulukko 5. Esimerkki mittausdatasta ja siitä lasketusta käyttöasteesta.

Aikaleima	T _{kl,meno}	T _{kl,paluu}	T _{ulko}	Käyttöaste	Käyttöaste _{red} (-26°C)	Δ T
2.2.2012 5:00	105,3	50,1	-19,6	0,74	0,98	55,2
4.2.2012 3:00	107,6	49,0	-21,7	0,75	0,90	58,6
5.2.2012 3:00	103,4	49,8	-18,2	0,69	0,99	53,6
7.2.2012 2:00	105,2	46,5	-19,0	0,68	0,93	58,7
9.2.2012 5:00	106,3	48,4	-20,8	0,79	0,99	57,9

Uusi laskutuksen sopimusvesivirta saadaan kertomalla nykyinen sopimusvesivirta redusoitujen käyttöasteiden keskiarvolla.

5.4 Case "Kuukausikulutukset"

Laskutuksen sopimusteho lasketaan mitattujen kuukausienergian määrien perusteella. Kuukauden keskiteho lasketaan kuukausienergiasta jakamalla mitattu energiamäärä kuukauden tunneilla. Kuukauden keskitehoista ja keskilämpötiloista piirretään regressiosuora paikkakunnan mitoitussulkolämpötilaan.

Esimerkki, kerrostalo

Paikkakunnan mitoitusulkolämpötila -32 °C

Rakennuksen lämmitettävä tilavuus 5 200 m³

Mitattu lämmönkäyttö

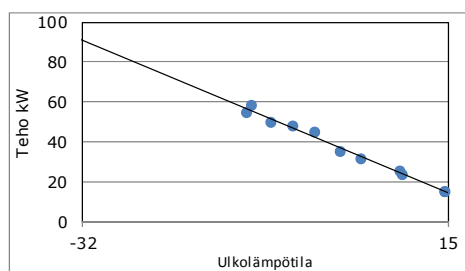
vuosi	2009	2010	2011	2012	2013
MWh	314,9	304,9	298,6	292,3	300,9 MWh

2013

	Mitattu kulutus MWh	Laskettu tuntinen keskiteho kW	Kuukauden keskilämpötila °C
tammi	40,9	55,0	-11,0
helmi	39,1	58,2	-10,3
maalis	35,7	48,0	-5,0
huhti	25,2	35,0	1,1
touko	19,2	25,8	8,8
kesä	10,7	14,9	14,6
heinä	8,7	11,7	16,8
elo	11,4	15,3	14,5
syys	17,0	23,6	9,1
loka	23,7	31,9	3,7
marras	32,3	44,9	-2,2
joulu	37,0	49,7	-7,8
	300,9		

Ominaisteho 17,5 W/m³
 Ominaisteho = laskutusteho / lämmitettävä tilavuus * 1000

Regressiosuora



Regressiosuoran ($y = ax+b$) arvot
 a b
 -1,62881 38,875

Tehot regressiosuoran arvoista

Ulkolämpötila °C	kW
-32	91
15	14

Nykyinen laskutusteho 102 kW
Uusi laskutusteho 91 kW

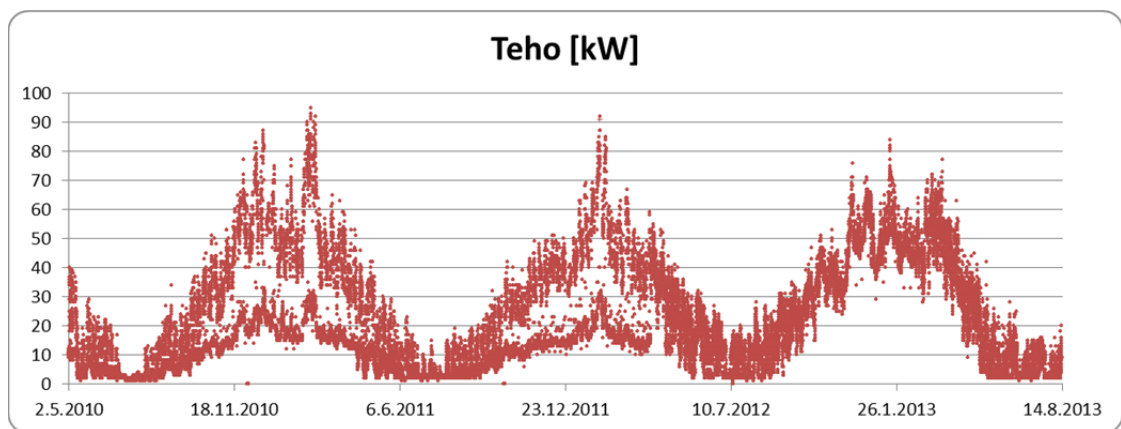
Kuva 10. Esimerkki kuukausikulutuksista määritettävästä laskutustehosta.

Esimerkkejä tuntidatan analysoinnista

Tuntitason mittaustietojen avulla voidaan tulkita kohteen tehon ja vesivirran käyttäytymistä, mutta myös kaukolämpölaitteiston teknistä toimivuutta sekä energiankulutusta ja näissä mahdollisesti ilmeneviä vikatilanteita.

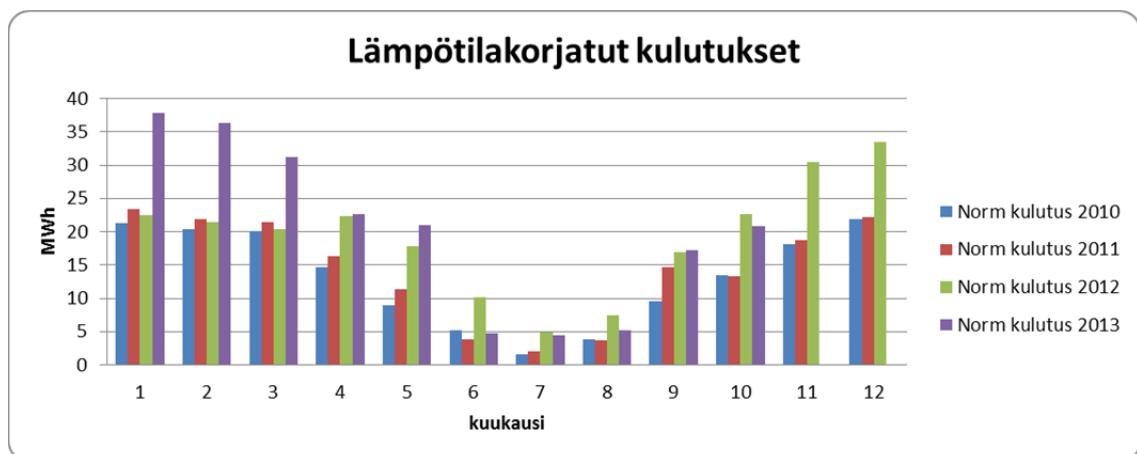
1.1 Muutos asiakkaan lämmityslaitteiden käytössä – ilmanvaihdon puolitus poistettu käytöstä

Asiakkaan lämmönkäyttö on kasvanut huomattavasti 2013. Kasvun syy voidaan päätellä tehokuvaajasta, jossa tuntitehomittaukset esitetään esim. edeltäneeltä kolmelta vuodelta.



Kuva 11. Esimerkkikohteen tuntiset tehot kolmen vuoden ajalta

Esimerkkikohteen tehokuvaajasta (Kuva 11) voidaan havaita tuntisten tehojen käyttäytymisen muuttuneen keväällä 2012 siten, että kuvaajan matalampi tehokäyrä häviää ja tuntitehomittaukset pysyvät korkeammalla käyrällä. Muutoksesta johtuen kohteen energiankulutus on noussut huomattavasti, mikä näkyy lämpötilakorjattujen kulutuksien kuvaajassa (Kuva 12) huhtikuusta 2012 alkaen.



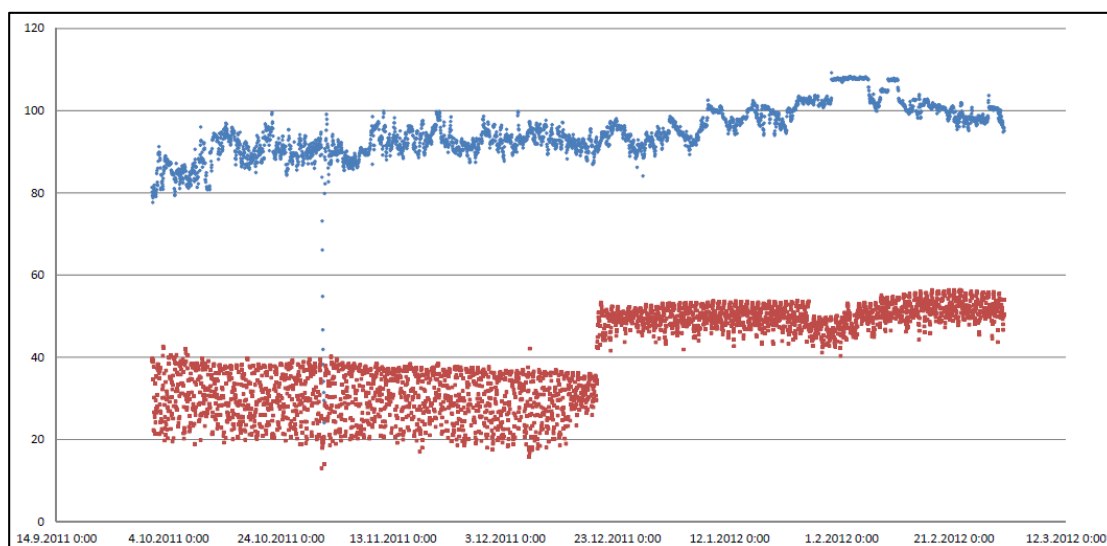
Kuva 12. Esimerkkikohteen kuukausittainen kaukolämmön käyttö.

Muutoksen todennäköinen syy on ollut ilmanvaihdon puolituksen poisotto. Laskutustehoon muuttunut rakennuksen käyttötapa ei ole vaikuttanut.

1.2 Muutos: poistoilmalämpöpumpun asentaminen

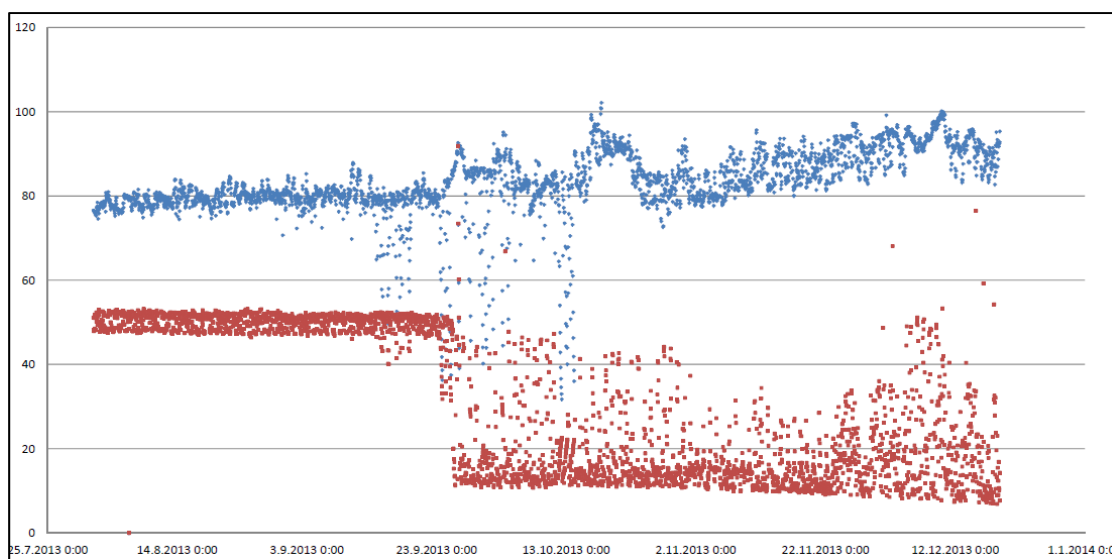
Vanhaan asuinkerrostaloon on asennettu poistoilmalämpöpumppu joulukuussa 2011. Kaukolämpöveden jäähtymä on huonontunut merkittävästi (Kuva 13) ja samalla kaukolämpövesivirta on kasvanut. Kaukolämmön käyttö on pudonnut, kun osa rakennuksen lämmöntarpeesta katetaan poistoilmasta talteen otettavalla lämmöllä. Poistoilmalämpöpumpun käyttöön oton vuoksi rakennuksen sähkön käyttö on kasvanut.

Kaukolämpöveden paluulämpötila oli ennen poistoilmalämpöpumpun asentamista n. 30 °C, sen jälkeen n. 50 °C. Kaukolämpöveden jäähtymän huononemisen vuoksi laskutusvesivirtaa olisi pitänyt nostaa lähes 25 prosenttia.



Kuva 13. Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, poistoilmalämpöpumppu asennettu joulukuussa 2011.

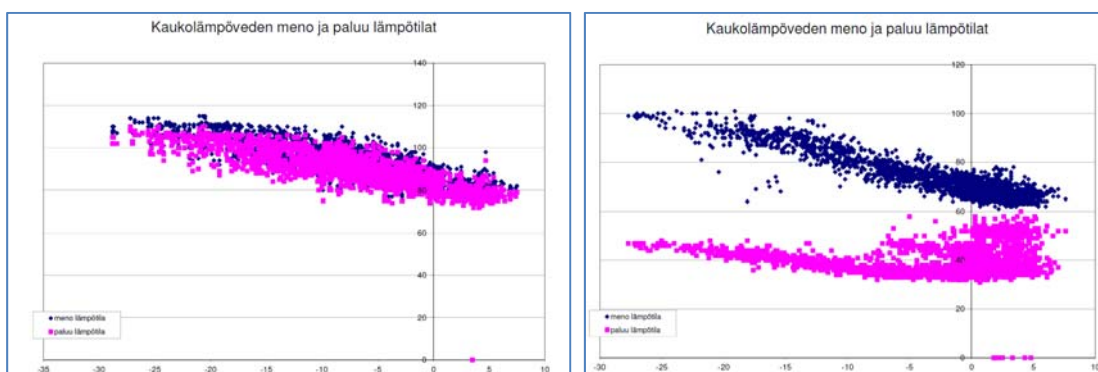
Syksyllä 2013 kytKentää on muutettu ja jäähtymä on saatu parannettua erittäin hyvälle tasolle (Kuva 14), joten tarvetta laskutusvesivirran nostolle ei enää ole.



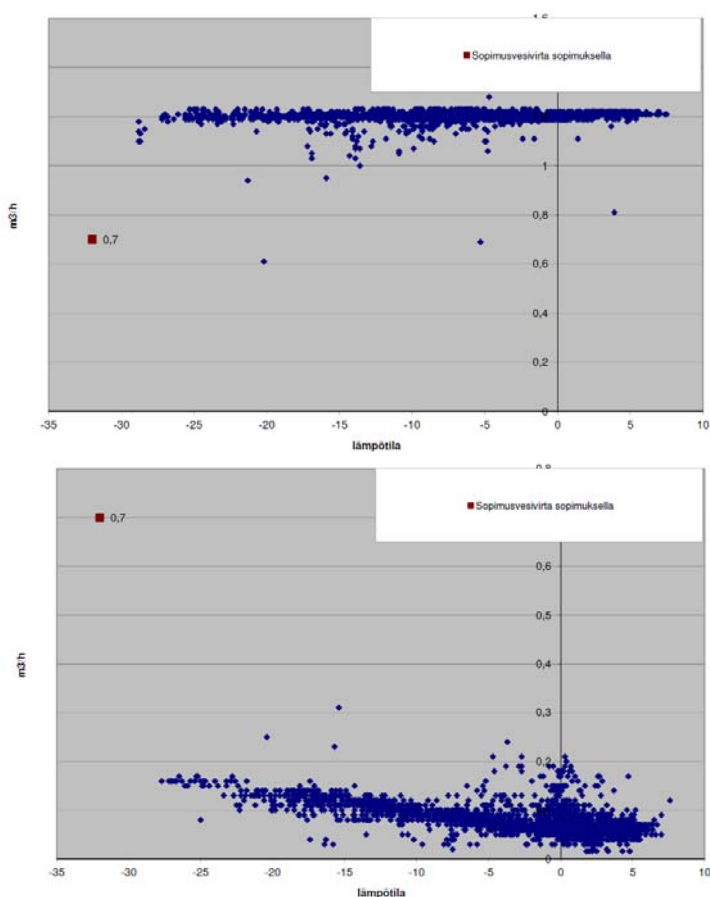
Kuva 14. Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, kytKentää muutettu syyskuussa 2013.

1.3 Rakennuksen lämmitysjärjestelmä kunnostettu

Pienteollisuuskiinteistöltä palaavan kaukolämpöveden lämpötila on ollut huomattavan korkea, kaukolämpöveden jäähtymä on ollut vain muutaman asteen. Laskutusvesivirtaa olisi pitänyt mittausten perusteella nostaa sopimuksessa mukaisesta arvosta 1,0 m³/h arvoon 4,0 m³/h. Rakennuksessa tehtiin lämmitysjärjestelmän kunnostus, jonka jälkeen paluuveden lämpötila saatiin hyvälle tasolle ja laskutusvesivirtaa voitiin noston sijasta laskea.



Kuva 15. Esimerkkikohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, ennen kunnostusta ja kunnostuksen jälkeen.



Kuva 16. Esimerkkikohteesta mitatut tuntiset vesivirrat, ennen kunnostusta ja kunnostuksen jälkeen.

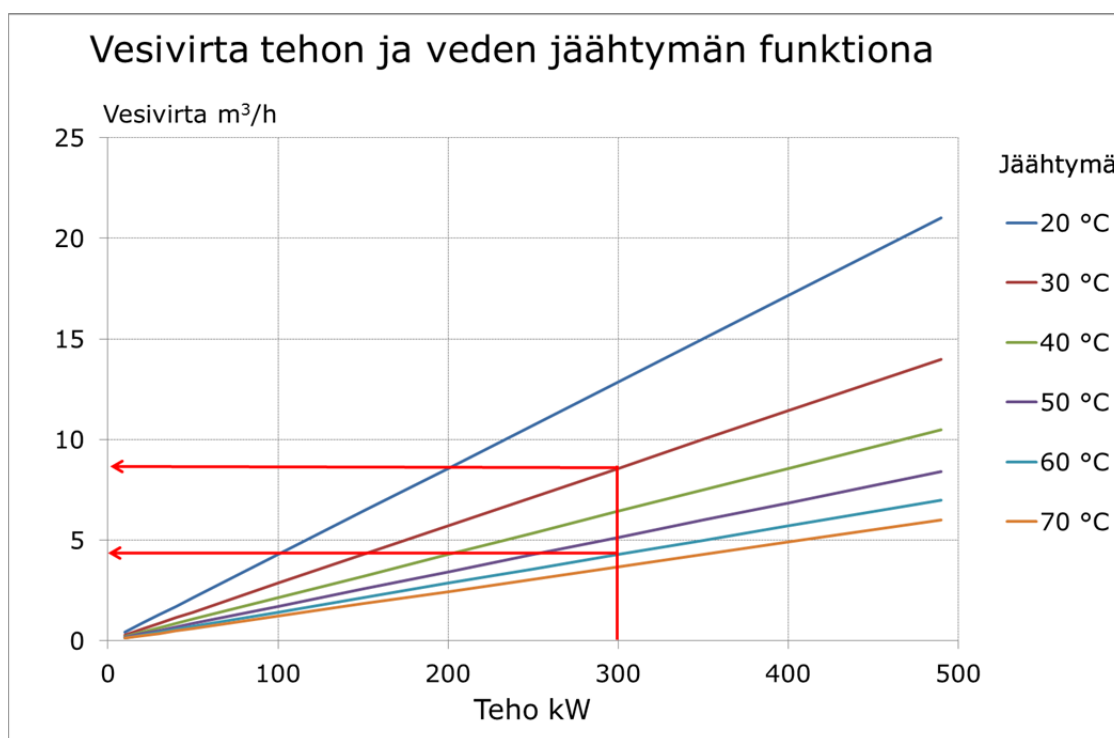
Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutus vesivirtaan

Kaukolämpöverkon siirtokapasiteetti on riippuvainen siitä, kuinka paljon lämpöenergiaa saadaan kuljetettua vesivirtayksikköä kohden. Asiakslaitteiden huono jäähtymä (kaukolämpöveden korkea paluulämpötila) tarkoittaa kaukolämpöverkossa pumppausenergian ja -tarpeen lisääntymistä saman lämpöenergian siirtämiseksi. Verkon heikentynyt energiansiirtopotentiaali johtuu painehäviöiden kasvamisesta virtausnopeuden kasvaessa.

Lämmön ja sähkön yhteistuotannossa voimalaitoksen sähkön tuotantomäärä riippuu kaukolämpöverkosta palaavan veden lämpötilasta. Mikäli kaukolämpövesi ei jäähdy asiakkaiden laitteistossa tarvittavan matalaan lämpötilaan, palaavan kaukolämpöveden lämpötilaa täytyy alentaa lauhduttamalla lämpöä esimerkiksi vesistöön. Voimalaitoksissa tai lämmön erillistuotantolaitoksissa olevien savukaasujen lämmöntalteenottolaitteiden toimivuus ja hyötysuhde on myös voimakkaasti riippuvainen paluuvien lämpötilasta.

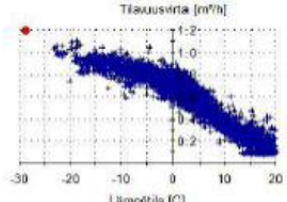
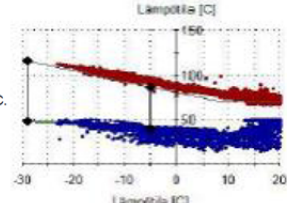
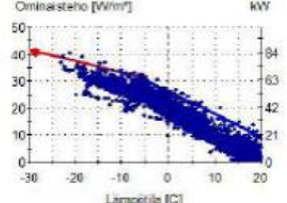
Kaukolämpöveden jäähtymän vaikutusta vesivirran arvoon havainnollistaa ao. kuva. Esim. kaukolämpöveden jäähtymän parantuessa 30 asteesta 60 asteeseen, vesivirta pienenee puoleen. 300 kW:n lämpötehon siirtämiseen tarvitaan esimerkiksi tapauksessa 8,6 m³/h virtaaman sijasta vain 4,3 m³/h.

Kun käytössä on vesivirtapohjainen maksuperuste, jäähtymällä on vahva ohjaava vaikutus asiakkaan maksujen suuruuteen ja sitä kautta motivaatioon ylläpitää asiakaslaitteiston hyvää toimintaa.



Kuva 17. Vesivirta tehon funktiona jäähtymän eri arvoilla

Esimerkki asiakkaalle annettavasta laskutuksen sopimusvesivirran tarkastusraportista

		MITTAUSPÖYTÄKIRJA		1 (1)	
5.11.2013					
					
Käyttöpaikka	999900				
Käyttöpaikka	Asunto Oy Kaukolämpö				
Osoite	Kaukolämmönkuja 6 33100 TAMPERE				
Mittausajanjakso	05.11.2012 - 05.11.2013				
Sopimusvesivirta muutos arvosta	2.00 m ³ /h	arvoon	1.20 m ³ /h		
Mitoitustehon muutos arvosta	140 kW	arvoon	85 kW		
KL Veden jäähdytys (suunniteltu)	50 °C	toteutunut	67 °C		
Energian vuosienaste arvio	150 MWh	arvoon	177 MWh		
Perusmaksun muutos arvosta	295 EUR/kk	arvoon	214 EUR/kk		
Sopimusvesivirta Sopimusvesivirran arvo määrätty Tampereen mitoitussuunnitelman -29°C tai tätä ulkolämpötilaa vastaavaa kulutusta korkeamman kulutushuipun mukaan. Kohteessanne uudelleen määritetty sopimusvesivirran arvo on 1.20 m ³ /h					
					
Kaukolämpölaitteiston toiminta Kaukolämpöveden paluulämpötila saa olla korkeintaan 65°C, jolloin mitoitustilanteessa 115°C kaukolämpövesi jäähtyy 50°C. Kaukolämpölaitteiston aikaan saama kaukolämpöveden jäähdytys on mittauksenne perusteella 67 °C. LVI-suunnitelman mukainen jäähdytys on 50 °C. Mitatun jäähdytys ja suunnitelman erotus on 17°C.					
					
Käyttöpaikan lämmitysteho Kaukolämpölaitteiston mitoitusteho tunnin keskiarvona on 41.0 W/m ² eli 85 kW. Hetkellinen teho on tätä huomattavasti suurempi lämpimän käyttöveden lämmittämisen johdosta.					
					

Yhteenveto:

- Sopimusvesivirran arvo sekä uusi tarkastettu arvo
- Mitoitustehon muutos
- Kaukolämpöveden suunniteltu jäähdytys verrattuna mitattuun jäähdytys.
- Energian vuosienasteen tarkistettu arvo.
- Sopimusvesivirtatarkastuksen seurauksena muuttuva kaukolämmön perusmaksu.

Mittausajanjakson kaukolämpövesivirtaamat tunnin keskiarvona ulkolämpötilan funktiona.

Mitoitusuulolämpötilassa -29°C käyttöpaikan sopimusvesivirran arvo näkyy kuvaajassa punaisena pisteinä.

Kaukolämpöveden tuntiset lämpötilat ulkolämpötilan funktiona. Punaiset pisteet kuvaavat tuloveden ja siniset paluuvien lämpötilaa.

Mitoituspakasella -29°C kaukolämpöveden paluulämpötilan saa olla korkeintaan 65°C, jolloin jäähdytys on 50°C.

Kaukolämmöstä otettu lämmitysteho tunnin keskiarvona ulkolämpötilan funktiona. Tehokäyrä kertoo kohteen lämmitystehteen tarpeen käyttäytymisen ulkolämpötilan mukaan. Kuvaajan vasemmassa reunassa ominais- ja oikeassa kokonaisteho.

Uudisrakennuksen sopimustehon määrittäminen, esimerkki

Sopimusteho Φ_T saadaan laskemalla yhteen sopimustehon osatekijät esim.:

$$\Phi_T = \Phi_{lm} + \Phi_{iv} + \Phi_{ivk} + \Phi_{ivh}$$

jossa	Φ_{lm}	=	lämmitysteho
	Φ_{iv}	=	ilmanvaihtoteho
	Φ_{ivk}	=	käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden teho
	Φ_{ivh}	=	käyttöveden tuntinen lämmitysteho

Esimerkkirakennuksen E1 sopimusteho on "Lämmitystekniset tiedot"-taulukon mukaan seuraava:

- Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden tehon Φ_{ivk} , lämmitystehon Φ_{lm} ja ilmanvaihtotehon Φ_{iv} summa on suurimmillaan ulkolämpötilassa -29 °C
- Asuntojen lukumäärä on 52. LVI-suunnittelija on määrittänyt käyttövesisiirtimen mitoitustehoksi 289 kW. Tuntinen käyttövesiteho Φ_{ivh} kohdan 4.2 mukaan arvioidaan olevan 20 % käyttövesisiirtimen mitoitustehosta

$$\Phi_{ivh} = 20\ \% \cdot 289\text{ kW} = 58\text{ kW}$$

- Laskennallinen sopimusteho on siten

$$\Phi_{T,las} = 40\text{ kW} + 30\text{ kW} + 10\text{ kW} + 58\text{ kW} = 138\text{ kW}$$

Lämpöhinnaston lähin ylempi arvo on esimerkiksi 140 kW, joten sopimusteho on

$$\Phi_T = 140\text{ kW}.$$

Täyttöesimerkki: lämmitystekniset tiedot

Rakennuksen käyttötarkoitus		Asuinrakennus, valm. v. 2013					
Rakennusten lukumäärä		1 kpl					
Rakennustilavuus (SFS 5139)		10850 m ³					
Lämmitetty nettoala (RakMK osa D3)		3600 m ²					
Sisälämpötila(t)		21 °C					
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)		52 kpl					
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama		1,45 dm ³ /s					
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ		LÄMMITYSTEHO ERITTELY (kW)					
		Muu toimintapiste, joka määrittelee max tehontarpeen - °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - 29 °C		
Laiteryhmä	Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet	55 - 58					10	10
Lämmityspatterit	30 - 45				40		40
Lattialämmitys	-						
Kierrätysilmapatterit _____ kpl	-						
Ilmanvaihtopatterit <u>4</u> kpl	30 - 60					30	30
Jälkilämmityspatterit _____ kpl	-						
	-						
	-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO (ilman käyttövettä)					40	40	80
+ Teho lämmöntalteenotosta						55	55
+ Muu lämmitysteho							
LÄMMITYSTEHOT YHTEENSÄ					40	95	135
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)		dm ³ /s			0,24 dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi		220 MWh/a					
LISÄTIETOJA							

Urakoitsijan merkinnät

Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)



Energiateollisuus

Energiateollisuus ry

Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki

PL 100, 00101 Helsinki

Puhelin: (09) 530 520, faksi: (09) 5305 2900

www.energia.fi