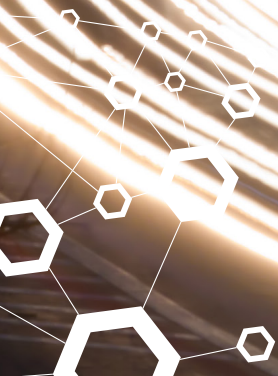


RAPORTTI ENERGIATEOLLISUUS RY:LLE JA SITRALLE

Kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallit



Copyright © Energiateollisuus ry

Raportti on laadittu Energiateollisuus ry:n ja Sitran (”Asiakas”) käyttöön ja julkaistavaksi. Raportti on laadittu noudattaen Pöyryn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. Pöyryn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat osittain Pöyryn kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. Pöyry ei ole tarkistanut minäkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut Pöyryn toimeksiannon laajuuteen. Pöyry ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista) eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

Pöyry ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

Raportin tekijä:
Pöyry Management Consulting Oy
PL 4 (Jaakonkatu 3)
01621 Vantaa
Kotipaikka Vantaa
Y-tunnus 2302276-3
Puh. 010 3311
Faksi 010 33 21031
<http://www.poyry.com>

Raportin rahoittajat:
Energiateollisuus ry
Sitra

ESIPUHE

Kaukolämpö ja kaukojäähdytys ovat keskeisiä osia tulevaisuuden energiajärjestelmässä. Näihin liittyvä teknologia sekä järjestelmien käyttöön ja optimointiin liittyvä osaaminen ovat Suomessa maailman huippua. Toisaalta kilpailu asiakkaista lämmitysmarkkinoilla on kiristynyt viime vuosina voimakkaasti. Tämä johtuu lämmön eri tuotantomuotojen teknologisesta kehityksestä ja harjoitetusta energiapolitiikasta sekä rakentamisen sääntelystä. Näin ollen kaukolämpöyritysten pitää aktiivisesti kehittää omia toimintamallejaan sekä etsiä mahdollisimman kilpailukykyisiä lämmön tuotanto- ja hankintatapoja.

Yksi mahdollisuus tähän on lähteä kehittämään lämmitysmarkkinoista aidosti kaksisuuntaisia. Kaksisuuntaisilla lämmitysmarkkinoilla tarkoitetaan tilannetta, jossa kaukolämpöyritys avaa verkkonsa asiakkaiden tai kolmansien osapuolien tuottamalle lämmölle. Kaukolämmön kaksisuuntaisella toimintamallilla voidaan lisätä arvokkaan kaukolämpöverkon hyödynnettävyyttä, parantaa sen tulevaisuuden näkymiä ja parhaimmillaan tuottaa lämpöä entistä tehokkaammin sekä talouden että ympäristön kannalta. Samalla kohennetaan kaukolämpöön perustuvien kokonaisjärjestelmien energiatehokkuutta, ympäristöystävällisyyttä sekä kilpailukykyä entisestään.

Tässä selvityksessä tutkittiin kaksisuuntaisia lämmitysmarkkinoita sekä selvitettiin erilaisia markkinamalleja lämmön pientuotannon ja asiakkaiden ylijäämälämpöjen ostamiseksi kaukolämpöverkkoihin. Selvitys auttaa kaukolämpöyrityksiä luomaan edellytykset kaksisuuntaisten markkinoiden syntymiselle ja näin parantaa kaukolämpösektorin mahdollisuuksia vastata kasvaviin ilmastohaasteisiin ja pitää kaukolämpö houkuttelevana vaihtoehtona muihin lämmitysmuotoihin nähden. Samalla voidaan lisätä lämmitysmarkkinoiden asiakaslähtöisyyttä ja varmistaa verkon arvon säilyminen pidemmälle tulevaisuuteen.

Kaksisuuntaisuutta voidaan toteuttaa monilla sopimus- ja hinnoittelumalleilla, jotka soveltuvat erilaisiin tilanteisiin ja erilaisiin asiakstarpeisiin. Kokemuksia kaksisuuntaisuudesta kannattaa kerätä pilottikohteiden avulla. Toisaalta asiakastuottajien myymän lämmön huomiointi energiatehokkuussopimuksissa ja ympäristösertifioinneissa voisi edelleen vauhdittaa niiden halukkuutta tarjota lämpöä kaukolämpöyhtiölle. Myös uusien alueiden suunnittelussa voi paremmin ottaa huomioon kaksisuuntaisuuden teknisiä edellytyksiä ja näin helpottaa kaksisuuntaisten ratkaisujen löytymistä.

Kiinnostusta kaksisuuntaiseen kaukolämpöön markkinoilla on ja kun pienimuotoisen tuotannon kustannuskilpailukyky parantuu tulevaisuudessa, kaksisuuntaisen kaukolämmön markkina lisääntyy myös Suomessa merkittävästi. Tämä selvitys näkee tärkeimmäksi edellytykseksi kaksisuuntaisuuden lisäämiselle kaukolämpöyhtiöiden ja asiakastuottajien aktiivisemmän vuoropuhelun eri vaihtoehdoista. Näin kaksisuuntaisuus voidaan toteuttaa kaikkien osapuolten kannalta taloudellisesti ja toiminnallisesti järkevästi.

Antti Kohopää
Energiateollisuus ry

Jaana Pelkonen
Sitra

YHTEENVETO

Hajautettujen energiaratkaisujen kehittymisen myötä on herännyt keskustelu lämpömarkkinoiden kehittämistarpeista. Kaukolämmön osalta kaksisuuntainen kaukolämpö on noussut esiin yhtenä mahdollisena ratkaisuna yhdistää perinteinen kaukolämmön liiketoimintamalli kiinteistökohtaisten energiantuotantoratkaisujen kanssa ja paremmin hyödyntää olemassa olevia hukka- ja ylijäämälämpöjä.

Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä viitataan tässä yhteydessä kaksisuuntaiseen asiakkaaseen, joka sekä ostaa kaukolämpöä että myy itse omaa lämmöntuotantoaan tai ylijäämälämpöään verkkoon. Kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintamallia voidaan myös soveltaa puhtaasti ulkopuolisille tuottajille ja pisimmälle vietyinä voidaan pohtia verkon avaamista laajemmin ulkopuolisille tuottajille, jotka voisivat verkon kautta myydä tuotamaansa lämpöä asiakkaille. Verkon laajempi avaaminen ei kuitenkaan ole edellytys kaksisuuntaiselle kaukolämmölle, ja kaksisuuntaisuutta voidaan edistää myös kevyemmillä toimintamallimuutoksilla, jolloin voi olla mahdollista saavuttaa avoimemman toimintamallin hyötyjä kohtuullisilla lisäkustannuksilla ja muutoksilla.

Kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintamallilla voidaan lisätä kaukolämpöverkon hyödynnettävyyttä ja parhaimmillaan tuottaa lämpöä entistä tehokkaammin sekä kansantalouden että ympäristön kannalta. Asiakkaiden omalla tuotannolla voidaan korvata kaukolämpöyhtiön tuottamaa lämpöä ja näin vähentää polttoaineiden käyttöä, ja joissakin tapauksissa myös vähentää tarvetta tuotantokapasiteetin ylläpidolle tai lisäämiselle. Asiakkaiden oman tuotannon hyödyntäminen edellyttää yhteistyötä ja tarjoaa näin mahdollisuuden asiakassuhteiden vahvistamiseen ja molemminpuolisen kommunikaation lisäämiseen. Myös kysyntäjousto voi toteutua paremmin kaksisuuntaisilla toimintamalleilla. Kaksisuuntaisuuden lisääminen voi aiheuttaa kuitenkin toimijoille myös haasteita.

Erilaisten toimijoiden kannalta kaksisuuntaisen kaukolämmön mahdollisuudet ja haasteet ovat hyvin erilaisia. Kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta erilaisten ja mahdollisesti hyvinkin pienten, muiden kuin kaukolämpöyhtiön omistamien lämmönlähteiden ottaminen lämpöverkkoon vaatii selvästi nykyistä enemmän työtä erityisesti alkuvaiheessa, mistä aiheutuu lisäkustannuksia yhtiöille. Lämmön ostaminen eri lähteistä edellyttää sopimusten laatimista ja hinnoittelun vahvistamista, sekä mm. jatkuvaa mittausta ja oman tuotannon suunnittelukäytäntöjen muuttamista. Työn määrään vaikuttaa luonnollisesti valittava liiketoimintamalli. Hyötyjen suuruus vaihtelee yhtiökohtaisesti sekä asiakas-kohtaisesti. Keskeisessä roolissa kaksisuuntaisuuden käyttöönottoa ja toimintamallin valintaa pohdittaessa tulee olla yhtiökohtainen, järjestelmätason pidemmän aikavälin kustannus-hyöty –analyysi jossa huomioidaan myös ympäristö- sekä energiatehokkuus-näkökulmat.

Tavallisen, ”yksisuuntaisen” kaukolämpöasiakkaan näkökulmasta kaksisuuntaisuus voi lisätä kaukolämmön kiinnostavuutta ja parhaimmillaan johtaa kilpailukykyisempiin lämmön hintoihin. Yksinkertaisemmilla toteutustavoilla kaksisuuntaisuus ei aiheuta kaukolämpöasiakkaille varsinaisia muutoksia lämmön käyttöön tai laskutukseen, mutta pitkälle menevässä avoimessa markkinamallissa voisi lämpöasiakaskin joutua jatkossa maksamaan erikseen siirrosta ja lämmöstä, sekä hankkia lämpöä eri lähteistä.

Potentiaalisista tuottajista suurimpia hyötyjiä ovat luonnollisesti ne kohteet, joissa hukkalämpöjä tai ylijäämäkapasiteettia olisi helposti ja pienin kustannuksin siirrettävissä verkkoon. Tyypillisimmin näitä kohteita voi löytyä teollisuudesta ja erityisesti datakes-

kuksien tai muiden suurten jäähdytyskohteiden jäähdytyksestä. Hinnoittelumallien osalta tällaisille kohteille soveltuvat hyvin malli, jossa verkkoon syötetystä lämmöstä maksetaan hinta, joka perustuu kaukolämpöyhtiön muuttuvaan tuotantokustannukseen. Mikäli ylijäämäkapasiteetin käytettävyys on luotettavasti ennustettavissa, myös korvaus kapasiteetista voisi olla mahdollista.

Kiinteistöjen, kuten asuin- tai toimistorakennusten ylimääräistä lämmöntuotantoa voidaan myös syöttää verkkoon, mutta usein tarvittavat investoinnit omaan tuotantoon ovat melko suuria ja ylimääräinen tuotanto voi ajoittua siten, että sen hyödyntäminen kaukolämpöjärjestelmässä on vaikeaa. Siten investoinnille kiinteistökohtaiseen lämmöntuotantoon kaukolämmön rinnalle ei välttämättä saada kohtuullista takaisinmaksuaikaa. Mikäli kaksisuuntaiseksi kaukolämmön tuottajaksi ryhtyminen vaatii ylimääräisiä investointeja, on potentiaaliselle tuottajalle luonnollisesti yleensä tärkeää saada jonkinlainen takuu lämmöstä saatavasta hinnasta ja ostettavan lämmön määrästä.

Monien potentiaalisten kaksisuuntaisten asiakkaiden oma osaaminen ja resurssit osallistua lämmön tuotantoon voivat olla vähäisiä, vaikka kiinnostusta aiheeseen periaatteessa olisikin. Osallistumisen kynnyksiä voidaan madaltaa esimerkiksi tarjoamalla yksinkertaista sopimus- ja hinnoittelumallia, johon voidaan yhdistää palvelujen tarjonta. Esimerkkinä palvelusta kiinteistön lämpöpumppu voidaan yhdistää kaukolämpöjärjestelmän automaatioon ja kaukolämpöyhtiö on vastuussa lämmöntuotannosta. Tällöin kaukolämpöyhtiön on myös helppo varmistaa että lämpöä tuotetaan verkkoon optimaalisesti koko järjestelmän kannalta.

Osana tätä selvitystä haastateltiin potentiaalisia kaksisuuntaisia asiakastuottajia ja muita tuottajia, lämpöpalveluiden tarjoajia sekä kaukolämpöyhtiöitä. Yhteensä haastatteluja tehtiin yhdeksän kappaletta. Lisäksi järjestettiin työpaja, jossa ideoitiin kaksisuuntaisen kaukolämmön hyötyjä ja markkinamallien toimivuutta. Haastattelujen ja työpajan perusteella potentiaalisilla osapuolilla ei ole periaatteellista vastustusta kaksisuuntaisen markkinoiden kehittämiseen, mikäli se voidaan toteuttaa kaikkien osapuolten kannalta taloudellisesti ja toiminnallisesti järkevästi. Kaukolämpöverkot ovat kuitenkin erilaisia ja potentiaalisten asiakastuottajien tarpeet erilaisia, jolloin yhtenäistä, kaikkii verkkoihin sopivaa yleistä mallia ei voida kehittää. Tämän vuoksi varsinaisille vahvemmilta ohjauksineillekaan ei nähty suurta tarvetta.

Ohjauksena tärkeämpi edellytys kaksisuuntaisen kaukolämmön lisäämiselle näyttääkin olevan vuoropuhelun lisääntyminen, kaksisuuntaisen kaukolämmön mahdollisuuksien viestiminen ja yleinen tietoisuuden kasvattaminen niin potentiaalisten kaksisuuntaisten asiakastuottajien kuin kaukolämpöyhtiöiden keskuudessa. Yhtenä tärkeänä ajurina kaksisuuntaisuuden lisäämisessä on energiatehokkuuden lisääminen. Verkkoon syötetty oma ylijäämälämpö tulisikin voida hyödyntää kiinteistöjen energiatehokkuuden laskennassa ja huomioida esimerkiksi energiatehokkuussopimuksissa nykyistä selkeämmin.

Sidosryhmähaastattelujen perusteella kaksisuuntaisuudelle lämpöverkoissa näyttää olevan selkeä kysyntä, ja myös asiakkaat ovat kiinnostuneita kaukolämmön tuotteiden ja verkkojen käytön kehittämisestä. Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä voidaan lisätä kaukolämpöverkon arvoa ja luoda positiivisemmat näkymät verkon hyödyntämiselle pitkälle tulevaisuuteen, kun pyritään täysin päästöttömään energiantuotantoon. Kaksisuuntaisuuden kehittäminen edistää myös koko lämpömarkkinan ja kaukolämpöalan kehittymistä.

SUMMARY

Development in distributed energy system solutions has raised the debate about the further development of heat market as well. Concerning district heating, the two-way district heat has been identified as one possible solution to combine traditional district heating business with small scale distributed energy production solutions. This would allow improved utilization of surplus and waste heat as well.

In this study, two-way district heating refers to a two-way customer, a prosumer, who both buys district heat and sells own surplus or waste heat to the network. In addition, two-way district heating model can be applied to a third-party producer. The model could be further developed into an open grid for all third-party producers, who could sell their heat to the customers. However, the opening of the grid is not a prerequisite for two-way district heating. The two-way district heating can be promoted by smaller changes in the business models, in which case it might be possible to achieve the benefits of the more open model with more reasonable additional costs and changes.

Two-way district heating model enables more efficient utilization of the district heating network, and at its best it allows more effective heat production in terms of national economy and environment. Customers' own production can replace the heat produced by the district heating company, and thus decrease the fuel usage. In some cases it is even possible to decrease the need for maintenance or investments to generation capacity. Utilizing customer produced energy requires co-operation and thus offers an opportunity to strengthen customer relationship and develop mutual communication. The demand response may be easier to implement with two-way model as well. However, adding two-way model to the district heating system might cause new challenges for some market participants.

The challenges and opportunities relating to two-way district heating model differ from one market participant to other. From the district heating company's point of view, it can be a challenge to connect the broad spectrum of different heat supplies and suppliers to the grid. This would require more work from the company, especially in the beginning, which leads to higher costs. Buying the heat from different supplies requires making of new contracts, confirmation of pricing models, continuous metering and changing the practices used in company's own production planning. The chosen business model has naturally an influence on the amount of work needed for the change. The magnitude of benefits achieved varies depending on the company and the customer. When choosing the suitable business model for two-way district heating, the focus should be on company-specific, system-level long term cost-benefit analysis, which takes the environmental and energy efficiency aspects into account as well.

From an ordinary "one-way" district heating customer's point of view the two-way model might increase the attractiveness of district heating and in best case lead to more competitive heat prices. In the simplest implementations of two-way district heating the new functionality does not cause actual changes for the customer in the use of heat or billing of heat. With more open market models the heat customer might have to pay separately from the transmission of heat and heat energy, and the customer may have to procure the heat from different suppliers.

For the potential heat producers, the biggest benefits would be achieved by the producers or prosumers who are able to transfer surplus and waste heat to the grid easily and at

low costs. Typically this kind of actors would be from the industry sector, especially datacenters and other assets with major cooling needs. As a pricing model, the best fit for this kind of participants would be a model where the price for heat fed into the grid is based on the variable costs of the district heating company. In case the availability of the surplus capacity can be forecasted reliably, there might be a possibility for a compensation for this capacity.

The surplus heat produced in the real estates, such as residential and office buildings can be fed in to the district heating network as well, but usually the investments needed for own heat production are quite large. In addition, the surplus is often produced in times when the utilization of this surplus in district heating system is challenging. Thus, it might be that investments for real estate's own heat production alongside the district heating will not achieve attractive payback period. In case additional investments are required to become a heat producer, it is naturally necessary for the potential producers to get some kind of guarantee of the amount of heat bought, as well as the price they can get from selling the heat.

One obstacle in promotion of two-way district heating is that in many cases, the knowledge and resources of potential two-way district heating customers are insufficient. The threshold to participate can be lowered for example by offering simple contract and pricing models and services for the participation in the heat market. An example of such service could be a heat pump connected to the automation system of the district heating. The district heating company would be responsible for heat production for the real estate. In this way, the company would be able to ensure that the heat is produced in an optimized way from the whole system point of view.

As a part of this study, potential two-way district heating prosumers, other producers, heat service companies and district heating companies were interviewed about their views for two-way district heating and its potential. Altogether there were nine interviews. In addition, a workshop was arranged, in which the participants brainstormed benefits of two-way district heating and feasibility of different market models. According to the interviews and the workshop, the potential participants have no resistance for developing two-way market model, as long as the implementation is economically and functionally reasonable for each participant. However, district heating grids and the needs of potential prosumers or producers are different, which means that a uniform general two-way model suitable for all grids cannot be developed. For this reason, there was no need detected for heavier control instruments.

An important prerequisite for two-way district heating seems to be increased dialogue, increased communication about the opportunities relating to two-way model and increase of common knowledge for potential prosumers as well as for district heating companies. One important driver for two-way model is the improvement in energy efficiency. The real estates should be able to exploit the surplus heat fed to the grid when calculating the energy efficiency of the real estate, and this should be taken more clearly into account for example in the energy efficiency contracts.

Stakeholder interviews indicate that there is a genuine interest for two-way district heating, and also the customers are interested in the development of district heating products and efficient use of district heating networks. Two-way district heating can increase the value of the district heating network and create more positive outlook for the network utilization in the future, when aiming towards completely emission-free energy produc-

tion. The development of the two-way model improves the development of whole heat market and district heating system as well.

Sisältö

ESIPUHE	1
YHTEENVETO.....	2
SUMMARY.....	4
1 JOHDANTO	3
2 KAKSISUUNTAINEN KAUKOLÄMPÖ	5
2.1 Kaksisuuntaisen kaukolämmön määrittely työssä	5
2.2 Keskeisiä edellytyksiä kaksisuuntaiselle kaukolämmölle.....	6
2.2.1 Nykyinen tuotantorakenne kaukolämpöverkossa	7
2.2.2 Tuotettavan lämmön laatu.....	8
2.2.3 Lämmön tarjonnan ja kysynnän ajoittuminen ja tasapaino.....	9
2.3 Kaksisuuntaisen kaukolämmön asiakastuottajat	10
2.3.1 Kiinteistöt lämmön asiakastuottajina	11
2.3.2 Teollisuuslaitokset lämmön asiakastuottajina.....	12
3 AIEMPIA KOKEMUKSIA KAKSISUUNTAISISTA KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMISTÄ.....	13
3.1 Johdanto	13
3.2 Kaksisuuntainen kaukolämpö Tukholman alueella	13
3.3 Kaukolämmön tuotannon optimointi Kööpenhaminan alueella	15
4 SIDOSRYHMIEN ODOTUKSIA KAKSISUUNTAISELLE KAUKOLÄMMÖLLE .	17
4.1 Työssä toteutetut sidosryhmähaastattelut ja työpaja.....	17
4.2 Sidosryhmähaastattelujen ja työpajan keskeisiä tuloksia.....	17
4.2.1 Kaksisuuntaisen kaukolämmön määrittely ja osapuolten suhteet.....	17
4.2.2 Odotetut hyödyt ja haasteet sekä toteutustapa	18
4.2.3 Kaukolämpöyhtiöiden näkemyksiä.....	19
4.2.4 Potentiaalisten uusien lämmöntuottajien näkemyksiä	20
4.2.5 Haastattelujen ja työpajan yhteenveto.....	21
5 LÄMPÖMARKKINOIDEN MUUTOKSET	22
5.1 Lämpömarkkinoiden muutostrendit.....	22
5.2 Kaksisuuntaiset markkinat suhteessa markkinoiden muutostrendeihin.....	23
6 VAIHTOEHTOISIA MARKKINAMALLEJA	25
6.1 Johdanto	25
6.2 Valittujen mallien tarkempi kuvaus	27
6.2.1 Kiinteän hinnan malli.....	27
6.2.2 Rajakustannusmalli	29
6.2.3 Kapasiteettimalli	31

6.2.4	Verkko avoimena alustana	34
6.3	Mallien yleinen arviointi	35
6.3.1	Mallien vertailu	38
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	41

Liite

Haastatellut tahot ja työpajan osallistujat

1 JOHDANTO

Energia-alalla on meneillään merkittävä muutos, joka vastaa vaikuttavuudeltaan Internetin ja mobiilin teknologian vaikutuksia telekommunikaatioalaan ja tietojenkäsittelyyn. Perinteisten energiateknologioiden ja nykyisten energiatoimialan toimintamallien kilpailukyky heikkenee ja uudet teknologiat, liiketoimintamallit ja markkinarakenteet yleistyvät nopeasti. Toisaalta myös asiakkaiden kiinnostus aktiivisemmän roolin ottamiseen ja yksilöllisempien ratkaisujen soveltamiseen on lisääntynyt, ja energiayhtiöiden on huomioitava entistä paremmin erilaisten asiakkaiden erilaiset odotukset.

Sähkömarkkinoilla uusiutuva ja hajautettu tuotanto saavuttaa entistä merkittävämpää asemaa. Hajautetun tuotannon kasvu on aiheuttanut markkinarakenteisiin muutospaineita, jonka seurauksena esimerkiksi useat sähköyhtiöt tarjoavat ja ovat jo tuotteistaneet asiakkailleen mahdollisuuden myydä itse tuottamaansa sähköä yhtiöille tai jopa suoraan toisille sähköasiakkaille.

Kiinteistökohtaisten ja muiden pienimuotoisten lämpöratkaisujen kehittymisen myötä myös keskustelu lämpömarkkinoiden kehittämistarpeista on herännyt. Energiatehokkuuden parantamiseksi erilaisten hukkalämpöjen hyödyntäminen on merkittävä keino vähentää energian käyttöä. Kaukolämmön osalta kaksisuuntainen kaukolämpö on nousut esiin yhtenä mahdollisena ratkaisuna yhdistää perinteinen kaukolämmön liiketoimintamalli uusien kiinteistökohtaisten energiantuotantoratkaisujen kanssa ja hyödyntää tehokkaasti hukkalämpöjä.

Kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan ymmärtää, ja ainakin teoriassa myös toteuttaa monilla eri tavoilla, helposti toteuttavista lämmöntuotannon ja optimoinnin malleista aina lähes sähkömarkkinoiden kaltaiseen avoimeen lämmön markkinapaikkaan. Toteutukseen liittyy kuitenkin myös niin teknisiä kuin kaupallisia haasteita, jotka asettavat kaksisuuntaiselle kaukolämmölle erilaisia reunaehtoja. Eri toteutustapojen tuottamat hyödyt ja haasteet vaihtelevat, samoin kuin toteutuksen kustannukset ja haastavuus. Eri sidosryhmillä on myös hyvin erilaisia odotuksia markkinoiden kehittämistavoista, mikä luo haasteita markkinoiden kehityssuuntien valinnalle.

Tämän työn päätavoitteena oli tutkia kaksisuuntaisia lämmitysmarkkinoita ja selvittää erilaisia markkinamalleja lämmön pientuotannon yhdistämiseksi kaukolämpöjärjestelmiin sekä asiakkaiden ylijäämälämmön hyödyntämiseksi kaukolämpöjärjestelmissä. Erilaiset mallit voivat soveltua eri tilanteisiin, kuten erilaisiin kaukolämpöverkkoihin tai eri tuotantomuodoille. Työssä ei ole pyritty löytämään yhtä kaikkiin tilanteisiin sopivaa markkinamallia, vaan tarkastelemaan erilaisia vaihtoehtoja, joista osa voi olla käytössä myös yhtäaikaaisesti. Työn tavoitteena ei myöskään ollut tarkastella kaukolämpöverkon avaamista ulkopuolisille tuottajille regulaatioperusteisesti. Esimerkiksi Ruotsissa ja Saksassa on tehty selvityksiä¹ regulaatioperusteisesta verkon avaamisen vaikutuksista (Regulated third-party-access). Selvityksissä on todettu kustannusten voivan kasvaa kohtuuttomasti hyötyihin nähden, ja ylijäämälämpöjen hyödyntämisen olevan mahdollista myös muilla keinoin. Lähtökohtana tässä työssä onkin ollut vapaaehtoisuuteen perustuva kaukolämpöalan kehittäminen Suomessa.

Työ on toteutettu perustuen ymmärrykseen Suomen nykyisten kaukolämpöjärjestelmien toiminnasta ja muiden maiden kokemusten selvitykseen, sekä haastatteleamalla useita eri tahoja kaukolämpöyhtiöistä potentiaalisiin kaksisuuntaisiin asiakkaisiin ja erillisiin

¹ Energimyndigheten 2011, Yttrande angående fjärrvärme i konkurrens (SOU 2011:44)

Budenskartellamt (2012) Sektoruntersuchung Fernwärme: Abschlussbericht gemäß § 32e GWB – August 2012

lämmön tuottajiin. Työssä ei ole erikseen tarkasteltu esimerkiksi kaksisuuntaisen kaukolämmön markkinapotentiaalia Suomessa. Potentiaalia hukkalämpöjen hyödyntämiselle on tarkasteltu aikaisemmin mm. Energiateollisuus ry:n teettämässä raportissa²

² Gaia Consulting Oy 2014 Lämmön pientuotannon ja pienimuotoisen ylijäämälämmön hyödyntäminen kaukolämpöi-
minnassa

2 KAKSISUUNTAINEN KAUKOLÄMPÖ

2.1 Kaksisuuntaisen kaukolämmön määrittely työssä

Kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan määrittellä monin eri tavoin. Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä voidaan viitata kaksisuuntaiseen asiakkaaseen, joka sekä ostaa kaukolämpöä että myy itse omaa lämmöntuotantoaan tai ylijäämälämpöä verkkoon. Verkon kannalta ajateltuna kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan myös nähdä verkkona, johon erilaiset tuottajat voivat syöttää lämpöä ja lämpöä käyttävät asiakkaat voivat ostaa lämpöä, mikä laajemmin sovellettuna voidaan toteuttaa avoimena kaukolämpöverkkona. Tällöin ulkopuolisten tuottajien ei välttämättä tarvitse olla samalla lämmön käyttäjiä, kuten kaksisuuntaisten asiakkaiden tapauksessa. Tässä raportissa kaksisuuntaista kaukolämpöä on tarkasteltu ensin mainitun mukaisesti ns. asiakastuottajamallina. Raportissa käsitellyjä markkinamalleja voidaan soveltaa myös puhtaisiin ulkopuolisiin tuottajiin. Käytännössä vaatimus siitä, että lämpöä verkkoon syöttävät tahot myös käyttävät lämpöä, voisi olla haastava toteuttaa. Esimerkiksi tietty minimiostomäärä suhteessa tuotantoon on vaikea määrittellä luontaisesti kaikille tuottajille sopivalla tavalla, ja suhde voi vaihdella vuodesta toiseen merkittävästi.

Kaksisuuntaisuus voidaan toteuttaa monella eri tavalla sekä teknisesti että liiketoiminnallisesti. Eri toteutustapojen hyödyt ja haasteet vaihtelevat, samoin kuin toteutuksen kustannukset ja monimutkaisuus. Myös kaksisuuntaisella kaukolämmöllä tavoiteltu markkinamuutos voidaan nähdä usealla eri tavalla. Esimerkkejä markkinamallien kirjosta suhteessa järjestelyn yksinkertaisuuteen ja mallin tuottamaan teoreettisen kilpailun tasoon on kuvattu alla kuvassa 1.

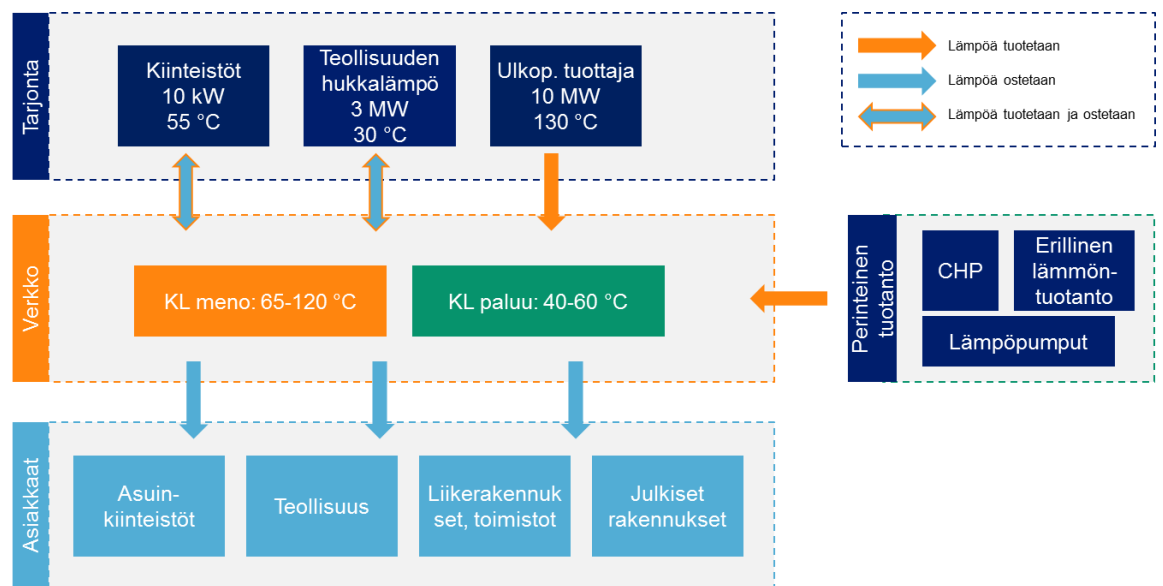


Kuva 1 Esimerkkejä eri markkinamalleista suhteessa teoreettisen kilpailun tasoon sekä järjestelyn yksinkertaisuuteen

Markkinamallien toteutukseen liittyviä kustannuksia ja markkinamallien tuottamia kaupallisia hyötyjä on arvioitu tässä selvityksessä yleisellä tasolla, mutta hyötyjä ja kustannuksia ei ole laskettu yksityiskohtaisesti, sillä ne riippuvat mm. toiminnan laajuudesta ja kaukolämpöyhtiökohtaisesta nykyisistä toimintatavoista. Huomattavaa kuitenkin on, että etenkin toteutuskustannusten osalta eri mallit voivat poiketa toisistaan merkittävästi, ja siten mallien käytännön toteutuskelpoisuutta arvioitaessa yksityiskohtaisen hyöty/kustannusanalyysin tekeminen tapauskohtaisesti on tärkeää.

Kuvassa 2 on esitetty työssä käytetty kaksisuuntaisen kaukolämmön peruseriaate esimerkin avulla. Nykytilanteessa kaukolämpöverkko toimii lämmönjakokanavana, johon energiaa syöttävät paikallinen energiayhtiö tai muu lämmöntuottaja kaupallisen sopimuksen perusteella. Paikallinen energiayhtiö omistaa verkon ja myy lämpöä asiakkaille. Tuotantomuodot vaihtelevat pääasiassa yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon (CHP) sekä lämmön erillistuotannon välillä. Lisäksi lämpöä tuotetaan mm. lämpöpumppuratkaisuilla. Verkkoon on liittyneenä kaukolämpöasiakkaita, jotka ostavat lämpöä käyttökohteidensa lämmittämiseen sekä lämpimän käyttöveden tuottamiseen.

Kuvassa 2 kuvatussa kaksisuuntaisessa esimerkkitilanteessa nykyiset lämmönkäyttäjät ovat myös potentiaalisia lämmöntuottajia. Esimerkissä lämmön perustuotannosta vastaa edelleen CHP-laitos, erilliset lämpökattilat sekä kaukolämpöyhtiön oma lämpöpumppulaitos. Uutena kaksisuuntaisuutta edustavana elementtinä on esimerkiksi lämpöpumppuun investoinut kiinteistö, joka syöttää ylijäämlämpöä verkkoon muiden asiakkaiden käytettäväksi. Sama kiinteistö myös edelleen ostaa osan ajasta kaukolämpöä etenkin huippukulutuksensa kattamiseen. Teollisuuden prosessien ylijäämlämpöä hyödynnetään kaukolämpöverkossa, minkä lisäksi ulkopuoliselta puhtaalta lämmöntuottajalta ostetaan lämpöä verkkoon.



Kuva 2 Kaksisuuntaisen kaukolämmön periaatekuva ja esimerkkituottajia

2.2

Keskeisiä edellytyksiä kaksisuuntaiselle kaukolämmölle

Kaksisuuntaista kaukolämpöjärjestelmää suunniteltaessa on huomioitava lukuisia teknisiä ja taloudellisia näkökohtia. Tässä työssä on keskitytty ainoastaan järjestelmätason sekä markkinalähtöisiin edellytyksiin. Kaksisuuntaisuuden edellytyksiä arvioitaessa tavoitteena on pidetty, että kaksisuuntaisuuden tulee parantaa järjestelmän kokonaistehokkuutta sekä taloudellista kannattavuutta. Kaksisuuntaisuudella voidaan myös pyrkiä lämmitykseen käytettävän primäärienergian vähentämiseen, mutta tämä tavoite ei välttämättä ole ensisijainen, mikäli esimerkiksi taloudelliset ja ympäristötavoitteet ovat risiriidassa sen kanssa.

Seuraavassa käsitellään keskeisiä järjestelmätason edellytyksiä yleisellä tasolla. Optimaalista ratkaisua kullekin verkolle valittaessa tulee verkkokohtaiset edellytykset arvioida yksityiskohtaisesti, paikalliset olosuhteet huomioiden.

2.2.1 Nykyinen tuotantorakenne kaukolämpöverkossa

Kaukolämpöjärjestelmässä lämpöä siirretään kuuman veden avulla tuotantolaitoksilta käyttökohteisiin. Jokainen kaukolämpöverkko on oma alueellinen kokonaisuutensa omine teknisine ominaisuuksineen. Verkoissa virtaavan veden lämpötila vaihtelee eri verkkojen välillä. Jokaisella verkolla on omat tarpeensa verkkoon syötettävän veden lämpötilalle riippuen esimerkiksi verkoston mitoituksesta ja vallitsevasta ulkoilmalämpötilasta. Koska talvella lämmön kulutus on suurempaa kuin kesällä, täytyy verkossa virtaavan veden olla talvella kuumempaa, jotta lämpöä saadaan riittävästi siirrettyä kaikille asiakkaille.

Verkkoihin syötetään lämpöä yleensä erillisistä lämpökeskuksista ja yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon laitoksista. Jokainen näistä lämmöntuotantolaitoksesta on mitoitettu erikseen kyseisen verkon lämmöntarvetta varten. Edellä mainitut mitoittavat tekijät siis vaikuttavat siihen, kuinka paljon ja millaista lämpöä verkkoon voidaan syöttää. Koska kaukolämpöverkot ovat omia kokonaisuuksiaan, tulee tämä ottaa huomioon kaksisuuntaisia ratkaisuja kehitettäessä. Verkoston ominaisuudet ja olemassa oleva kapasiteetti vaikuttavat esimerkiksi soveltuviin kaksisuuntaisen tuotannon teknologioihin, syötetyn lämmön lämpötilavaatimuksiin ja verkkoon sopivan lämmön määrään ja vaihteluun vuoden sisällä.

Kaukolämmön tarpeen kussakin verkossa sanelevat kaukolämpöverkkoon kytketyt asiakkaat. Kysyntä vaihtelee huomattavasti sekä tuntitasolla että vuositasolla. Tuntitasolla kysyntään vaikuttavat erilaisten asiakkaiden profiilit, kuten asuinkiinteistöjen lämpimän käyttöveden aamu- ja iltapäiväpiikit. Julkisissa rakennuksissa ja toimistoissa taas lämpimän käyttöveden osuus kokonaisenergiankulutuksesta on hyvin pieni. Kysynnän ja tuotannon vaihtelun eroja tasataan monissa verkoissa kaukolämpöakuilla, joihin varastoidaan lämpöä esimerkiksi kysyntäpiikkejä varten. Jokaisen kaukolämpöverkon kysyntäprofiili on erilainen, mikä vaikuttaa myös mahdollisuuksiin ottaa pienimuotoisesti tuotettua lämpöä verkkoon.

Kaukolämmön peruskuorma tuotetaan yleensä suuremmissa yksiköissä, joiden investointikustannukset ovat korkeat ja käyttökustannukset matalat. Näiden laitosten avulla pyritään kattamaan optimaalinen osuus vuotuisesta energiantuotannosta kaukolämpöverkkoon. Laitosten kannattavuuden kannalta tärkeässä roolissa on vuotuinen huippukäyttöaika eli kuinka monta tuntia vuodessa kyseiset laitokset käyvät täydellä teholla. Koska järjestelmän mitoitus ohjaa kokonaisoptimointi (investointikustannukset ja muut käyttökustannukset), ei useimmiten ole järkevää mitoittaa peruslaitoksia liian suureksi. Tämän takia perustuotannon lisäksi kaukolämpöverkkoon tarvitaan huippukapasiteettia, joka on investointikustannuksiltaan edullisempaa mutta käyttökustannuksiltaan kalliimpaa kuin perustuotanto. Tätä tuotantokapasiteettia käytetään talven huippukulutushetkinä varmistamaan kysynnän ja tarjonnan tasapaino. Lisäksi kaukolämpöverkossa tarvitaan varakapasiteettia toimitusvarmuuden varmistamiseksi. Tätä kapasiteettia käytetään vuositasolla vähän, mutta sitä tarvitaan niitä tilanteita varten, joissa esimerkiksi perustuotannon suuri yksikkö on jostain syystä pois käytöstä.

Paikallisesti saatavilla olevat polttoaineet ja tehdyt investoinnit erilaisiin tuotantomuotoihin ovat johtaneet siihen, että tuotantorakenne vaihtelee merkittävästi verkosta toi-

seen. Mikäli kaksisuuntaisella tuotannolla voidaan korvata esimerkiksi huippukulutus-hetkellä käytössä olevaa kallista tuotantoa (esimerkiksi öljykattilat), saadaan suurimmat kustannussäästöt. Toisaalta kesäaikana tuotetun lämmön arvo voi olla hyvin vähäinen, tai lämpöä ei välttämättä voida edes syöttää verkkoon, jos sille ei ole kysyntää. Jos kaksisuuntaisten asiakkaiden tuotanto ja mahdolliset muut pienimuotoiset lämmönlähteet eivät kata kulutusta kokonaan, mitä ne ainakaan alkuvaiheessa tuskin tekevät, tarvitaan rinnalle myös muuta tuotantoa kesäaikaankin. Pahimmassa tapauksessa esimerkiksi aurinkolämmön syöttäminen verkkoon kesäaikaan johtaa siihen, että lämpöä on lauhdutettava vesistöön, jotta voimalaitos voidaan pitää käynnissä sen teknisellä minimikuormal-la.

Kaukolämpöjärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus. Kaksisuuntaisen lämmön tarjonnan on istuttava hyvin sekä tekniseltä että taloudelliselta kannalta tähän kokonaisuuteen. Toisaalta kaksisuuntaisuuden hyödyt realisoituvat kokonaisuudessaan ainoastaan kun kaukolämpöjärjestelmää ja sen asiakaskuntaa arvioidaan kokonaisuutena.

Teknisessä mielessä kaksisuuntaisen lämmön on oltava lämpötilaltaan riittävän kuumaa verkon tarpeeseen nähden. Tulevaisuudessa kaksisuuntaisuuden toteutumista voidaan helpottaa ottamalla kaksisuuntaisuus huomioon kaukolämpöjärjestelmän teknisessä ja taloudellisessa suunnittelussa heti alusta alkaen. Myös kiinteistöjen ratkaisussa kaksisuuntaisuuteen voidaan varautua jo rakennusvaiheessa, ja varata tekniset tilat mahdollista omaa tuotantoa ja verkkoon syöttämistä varten, vaikka siihen ei vielä rakennusvaiheessa investoitaistakaan. Soveltuvien kiinteistökohtaisten tuotantomuotojen arvioinnissa on huomioitava, että tuotetun lämmön tulisi vastata hyvin verkon kysyntäprofiiliin ja ottaa huomioon muun verkossa olevan tuotantokapasiteetin.

Kaupallisessa mielessä syötettävän lämmön tulisi olla edullisempaa kuin nykyinen tuotanto, jotta sitä kannattaa ottaa verkkoon. Pelkän yksikkökustannuksen lisäksi voidaan huomioida myös syötettävän lämmön muita arvoja, kuten sijainti verkossa, päästöttömyys, saatavuus ja laatutekijät, mikäli ne parantavat kaukolämpöjärjestelmän kokonaisu-tehokkuutta ja taloudellisuutta. Syötettävän lämmön hintakilpailukyky tulevaisuudessa riippuu lukuisista tekijöistä, kuten sähkön ja polttoaineiden hinnoista, kiinteistökohtaisten ja muiden pienimuotoisten lämpöratkaisujen investointikustannusten kehityksestä sekä mahdollisista vero- ja tukiratkaisuista.

2.2.2 Tuotettavan lämmön laatu

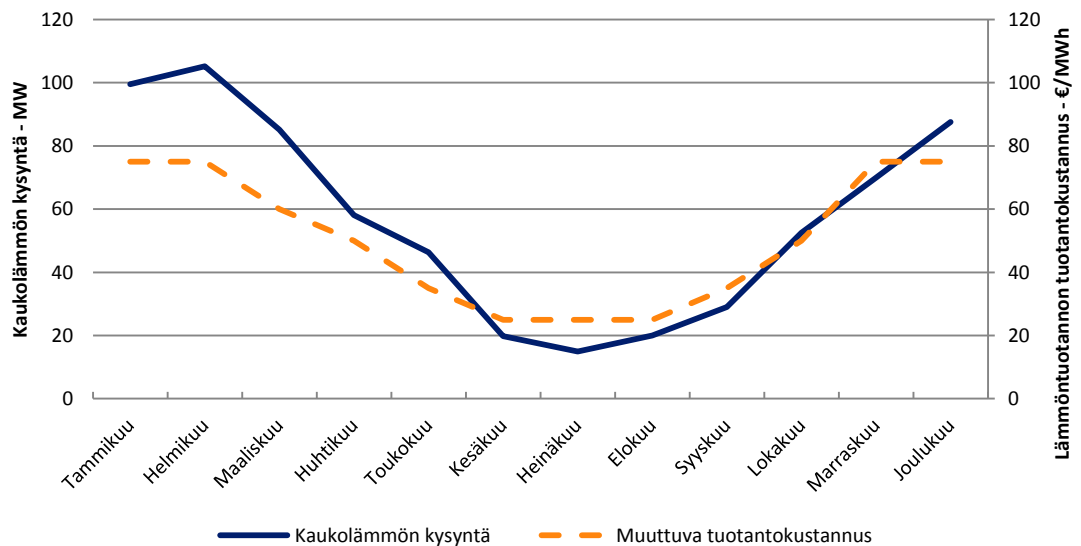
Kaukolämpöverkoissa kuuman veden (menoveden) lämpötila vaihtelee vuoden sisällä noin 65 ja 120 celsiusasteen välillä: talvella veden lämpötila on korkeampi kuin kesällä. Lämpöpumppuratkaisujen näkökulmasta korkeat lämpötilat ovat haasteellisia, sillä lämpöpumpun hyötysuhde heikkenee vaadittavan lämpötilan noustessa, jolloin myös tuotantokustannukset nousevat. Jos verkkoon syötetään kylmempää vettä kuin siellä kiertävä vesi on, heikkenee koko kaukolämpöverkon energiatehokkuus ja polttoaineen käyttöä kasvaa. Lämmön laatu (ts. lämpötila) vaikuttaa siten sen arvoon eli siitä maksettavaan hintaan. Mitä kylmempää tuotettu vesi on, sitä huonommin se soveltuu käytettäväksi suoraan kaukolämpöverkossa.

Suomessa kaukolämpö on pitkään ollut yleinen lämmitysmuoto ja verkot on jo rakennettu kaupunkeihin ja muihin suurempiin taajamiin. Uusia verkkoja rakennetaan lähinnä nykyisten verkkojen laajennuksina uusille alueille. Tästä johtuen nykyisten kaukolämpöjärjestelmien lämpötilavaatimukset ovat määrääviä tekijöitä arvioitaessa miten tarjolla olevat uudet lämpövirrat sopivat nykyiseen järjestelmään. Verkkoon tarjolla olevan

lämmön lämpötila määrittelee sen laadun, ja tätä kautta vaikuttaa siitä maksettavaan hintaan. Tuotetun lämmön lämpötila taas riippuu käytettävästä teknologiasta. Esimerkiksi maalämpöpumpuilla tuotettavan lämmön lämpötila on usein liian alhainen syötettäväksi suoraan nykyiseen kaukolämpöjärjestelmään menopuolelle, ellei kyseessä ole matalalämpöverkko (verkko, jossa kaukolämpöveden menolämpötila on 70 astetta tai sitä vähemmän). Suomessa tavanomaisissa korkeamman lämpötilan verkoissa tuotetun lämmön lämpötilaa on nostettava jollain teknisellä ratkaisulla, esimerkiksi kaukolämpöyhtiön omalla lämpöpumpputeknisellä ratkaisulla. Teollisuuden hukkalämpöjä taas voi olla tarjolla hyvin monenlaisilla lämpötilatasoilla. Lähellä verkon lämpötilaa olevan hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämpöverkossa on helpointa ja kannattavinta, ja siitä voidaan maksaa korkeinta hintaa.

2.2.3 Lämmön tarjonnan ja kysynnän ajoittuminen ja tasapaino

Lämmön kysynnän ajoittuminen määrittää lämmöntarpeen ja eri tuotantomuotojen tuotantomahdollisuudet kaukolämpöverkkoon. Jokainen kaukolämpöverkko on erilainen, ja vaihtoehtoisia markkinamalleja tulisi soveltaa siten, että voidaan saavuttaa järjestelmän kokonaisuoptimi. Esimerkiksi kesäaikainen alhainen lämmön tarve tarkoittaa, että kesällä ylimääräiselle tuotannolle ei välttämättä ole yhtä suurta kysyntää kuin talvella. Talven huippukysyntään vastaava säädettävä tuotanto taas on yleensä selvästi arvokkaampaa kuin kesällä tarjolla oleva lämpö. Kuvassa 3 on esitetty esimerkinomaisesti kaukolämmön kuukausittainen keskikysyntä kaukolämpöverkossa sekä kaukolämmön tuotannon muuttuvat tuotantokustannukset kuukausittain kuvitteellisessa, keskikokoisessa kaukolämpöverkossa.



Kuva 3 Esimerkki kaukolämmön kysynnän jakautumisesta kuukausitasolla sekä lämmöntuotannon muuttuvista tuotantokustannuksista

Kuvasta on nähtävissä, kuinka kaukolämmön kysyntä vaihtelee huomattavasti vuoden sisällä. Talvikuukausina keskimääräinen kaukolämmön kysyntä on jopa yli viisinkertainen verrattaessa kesäkuukausiin. Myös kaukolämmön muuttuva tuotantokustannus vaihtelee usein samassa suhteessa kaukolämmön kysynnän kanssa. Kun kaukolämpöjärjestelmään halutaan syöttää lämpöä hajautetuista tuotantolähteistä, on huomioitava, että markkinan koko (eli lämmön kysyntä) sekä lämmön keskitetyn tuotannon kustannukset

vaihtelevat huomattavasti vuoden sisällä. Esimerkiksi aurinkolämpöjärjestelmällä voisi olla mahdollista syöttää lämpöä verkkoon huomattavia määriä kesäkuukausien aikana. Koska kesällä lämmön kysyntä on alhaisimmallaan, voidaan lämpöä kuvan esimerkkitapauksessa ottaa vastaan enimmillään vain noin 20 MW:n teholla ja siitä voidaan maksaa maksimissaan kuvan esimerkkitapauksessa noin 20 €/MWh. Jos hajautettua lämmöntuotantoa on tarjolla talvikuukausina, on markkinan koko huomattavasti suurempi ja lämmön arvo korkeampi. Erilaisissa verkoissa tilanne vaihtelee kuitenkin merkittävästi, ja joissakin tapauksissa kesäaikaisellakin tuotannolla voi olla suurempi arvo, jos kesällä joudutaan käyttämään esimerkiksi öljyä. Vaihtoehtoisesti verkoissa, joissa lämpöä tuotetaan esimerkiksi jätteistä, ei lämmöstä välttämättä voida maksaa kesällä mitään, sillä koko lämpökuorma saatetaan kattaa jätteitä polttamalla.

Myös lämmön lähteen sijainti verkossa ja kaukolämpöverkon mahdolliset pullonkaulat on huomioitava verkkoon syötetyn lämmön arvoa arvioitaessa. Verkon siirtokapasiteetin pullonkaulojen vuoksi on mahdollista, että joiltain alueilta lämpöä voidaan siirtää vain rajatulla teholla. Pullonkaulat asettavat rajoitteita saavutettavissa olevan markkinan kokoon, koska ne jakavat kaksisuuntaisen markkinan pienemmiksi alueellisiksi kokonaisuuksiksi kaukolämpöjärjestelmän sisällä. Toisaalta pullonkaulatilanteissa on mahdollista, että sopivassa kohdassa sijaitsevasta lämmöstä voidaan maksaa korkeampaa hintaa. Pullonkauloja voidaan poistaa verkosta investoimalla verkkoon taloudellisten rajoitteiden puitteissa.

Koko kaukolämpöjärjestelmän tasolla on myös huolehdittava riittävästä huoltovarmuudesta. Jos asiakastuottajien kanssa tehdyissä sopimuksissa määritellään toimitusvelvoite, täytyy myös yhteisesti sopia siitä, kuinka huoltovarmuutta ylläpidetään tilanteissa, joissa asiakastuottaja ei pysty vastaamaan toimitusvelvollisuuteensa. Nykyisten sopimusrakenteiden mukaisesti kaukolämpöyhtiö on asiakkaisiinsa nähden vastuussa lämmön toimittamisesta myös niissä tilanteissa, joissa mahdolliset muut tuottajat eivät kykene tuottamaan lämpöä verkkoon. Kaukolämpöyhtiöillä on myös velvollisuus ylläpitää riittävää lämmöntuotannon varakapasiteettia ongelmatilanteiden varalta.

2.3 Kaksisuuntaisen kaukolämmön asiakastuottajat

Kaksisuuntaisilla lämpömarkkinoilla voi olla hyvin erilaisia tuottajia, joiden kiinnostus ja mahdollisuudet markkinaehtoiseen toimintaan vaihtelevat. Tuotannon verkkoon syötön tarve sekä tekninen ja taloudellinen osaaminen määrittelevät heidän asemoitumistaan kaksisuuntaisina kaukolämmön asiakastuottajina. Esimerkiksi asuinkiinteistö eroaa huomattavasti vaikkapa suuresta teollisuusyrityksestä energia-alan osaamiseltaan ja tarjolla olevan lämmön luonteen suhteen.

Kaksisuuntaisilla asiakastuottajilla on erilaisia lähteitä myytävälle lämmölle. Se, tarvitseeko kaksisuuntainen lämmöntuotanto mittavia lisäinvestointeja, määrittelee osin tuottajien tarpeet taloudellisesti ennustettavalle hinnoittelumallille. Ilman merkittäviä lisäinvestointeja lämpöä verkkoon syöttämään pystyvä asiakastuottaja voi lähteä mukaan markkinoille ilman hintatakuuta tai kiinteää sopimusta lämmön määrästä. Tällöin lämpöä tuotetaan, kun kysyntää on ja hinta riittää kattamaan asiakastuottajan muuttuvat kustannukset. Jos asiakastuottaja joutuu erikseen investoimaan lämmöntuotantoon, haluaa se yleensä tietyn varmistuksen (esimerkiksi minimimyyntimäärä vuositasolla ja/tai minimihinta), jolla investointi tulee kannattavaksi ja sille saadaan arvioitua takaisinmaksuaika.

2.3.1 Kiinteistöt lämmön asiakastuottajina

Kiinteistöissä kulutetaan lämpöenergiaa huonetilojen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen. Kiinteistöissä voi olla tarvetta myös tilojen jäähdytykselle, etenkin toimistoissa ja liiketiloissa. Myös asuinkiinteistöissä kiinnostus jäähdytykseen on lisääntynyt viime vuosina. Kiinteistö-asiakkaat ovat hyvin moninainen joukko erityyppisiä asiakkaita, joiden tarpeet ja kokoluokat vaihtelevat merkittävästi. Kiinteistöihin voidaan laskea mukaan myös datakeskukset, jotka ovat yksi mielenkiintoisimmista ylijäämälämmön lähteistä.

Kaksisuuntaisen kaukolämmön asiakastuottajana kiinteistö voi tuottaa itse lämpöä sekä omaan käyttöönsä kaukolämmön asemasta, että syöttää ylijäämälämpöä verkkoon. Tällaisessa tilanteessa yleisin ratkaisu rinnakkaiseen lämmönhankintaan on jonkinlainen lämpöpumppuun perustuva järjestelmä, joka käyttää esimerkiksi maahan sitoutunutta lämpöä. Lämpöpumppujärjestelmät mitoitetaan useimmiten kattamaan tietty osuus vuotuisesta lämmitysenergian hankinnasta, esimerkiksi 90 % vuosienergiasta, mikä vastaa noin 45 % kiinteistön huipputehontarpeesta. Ottaen huomioon kiinteistöjen lämmitystarpeen vaihtelun ulkoilman lämpötilan perusteella, on lämpöpumppujärjestelmästä mahdollista syöttää ylimääräistä energiaa verkkoon esimerkiksi kevään, kesän ja syksyn aikana. Esimerkiksi 90 %:n vuosienergiantuotantoon mitoitettulla pumpulla on mahdollista syöttää ylimääräistä tuotantoa verkkoon yli 65 % vuotuisista tunneista. Toisaalta koska järjestelmän mitoitus ei riitä yleensä kattamaan talven kysyntähuippuja, voidaan ne suoran sähkölämmityksen asemasta tuottaa kaukolämmöllä.

Kiinteistöjen lämmönkulutus on yleensä hyvin ennustettavissa ja niiden kulutus korreloi usein vahvasti ulkoilman lämpötilan kanssa. Tässä mielessä kiinteistöjen ennustettavuus kaksisuuntaisina tuottajina on hyvä, mikä helpottaa niiden tuotannon liittämistä osaksi kaukolämpöjärjestelmää. Myös kiinteistöjen jäähdytystä, esimerkiksi ilmastointilaitteiston avulla sisäilmasta poistettua lämpöä, on mahdollista käyttää hyödyksi kaukolämpöverkossa. Ylijäämälämmön syöttö verkkoon voi perustua malliin, jossa lämmöstä ei makseta erikseen korvausta, mutta vaihtoehtoihin jäähdytystapoihin verrattuna asiakas saa edullisen jäähdytyksen lähteen esimerkiksi kaukolämpöyhtiön tarjoamana palveluna. Vaihtoehtona tälle on kaukojäähdytys, jossa myös otetaan talteen kiinteistön ylijäämälämpöä, mutta liiketoimintamalli on erilainen, sillä asiakas maksaa jäähdytyksestä erikseen. Kaksisuuntaisessa mallissa huomioitavaa on kuitenkin, että kiinteistöistä on saatavilla lämpöenergiaa eniten etenkin kesäkuukausina, jolloin kaukolämpöverkon kysyntä on alhaisinta eikä kysyntää ylijäämälämmölle välttämättä ole. Myös aurinkolämpöjärjestelmien osalta voi olla haasteellista, että tuotanto keskittyy ainoastaan kesäkuukausille, jos ulkopuoliselle lämmöntuotannolle ei silloin ole tarvetta verkossa.

Kaksisuuntaisena tuottajana kiinteistöillä, etenkin puhuttaessa yksityisten henkilöiden omistamista asuinkiinteistöistä, ei ole välttämättä ylimääräisiä resursseja ja tietotaitoa kaksisuuntaisille lämpömarkkinoille osallistumiseen. Kyseiselle tuottajaryhmälle voidaankin tarjota helpompaa osallistumista markkinoille esimerkiksi palvelumallilla, jossa kaukolämpöyhtiö tai joku kolmas taho voi ottaa vahvan roolin kaksisuuntaisuuden käynnistäjänä. Kiinteistöjen kiinnostusta lämmön verkkoon syöttöön voivat lisätä myös kiinteistöjen omat energiatehokkuustavoitteet. Tämä edellyttäisi että kiinteistöt voivat laskea omaan energiataseeseensa hyödykseen myös verkkoon myydyn, talteenotetun ylijäämälämmön. Kaksisuuntaisen kaukolämmön arvo nousee myös rahallisesti, mikäli tätä kautta saadaan toteutettua edullisemmin esimerkiksi kiinteistön ympäristösertifioinnin vaatima energiatehokkuustaso.

2.3.2 Teollisuuslaitokset lämmön asiakastuottajina

Teollisuuslaitokset voivat toimia kaukolämmön asiakastuottajina tarjoamalla omia sivuja hukkaenergiavirtojaan kaukolämpöverkkoon, sekä myös mahdollista omaa energiantuotantokapasiteettiaan markkinoille. Teollisuuslaitokset käyttävät lämpöenergiaa pääasiassa omissa prosesseissaan. Valmistettavia tuotteita täytyy esimerkiksi lämmittää tai kuivattaa, ja tähän käytetään kuumaa vettä ja/tai höyryä. Lämpöenergian kulutuksen ennustettavuus riippuu valmistusprosessin luonteesta. Jatkuvaprosessin tuotantolaitoksen energiavirrat ovat hyvin ennustettavissa jopa useiden vuosien ajan. Toisaalta teollisuuslaitoksen tuotanto voi vaihdella vuoden aikana merkittävästi ja jopa viikon sisällä voidaan tehdä muutoksia tuotantosuunnitelmiin.

Monilla teollisuuslaitoksilla on omaa energiantuotantoa laitoksen yhteydessä perustuen yleensä tavanomaisiin kattilaratkaisuihin. Oma energiantuotantokapasiteetti voi olla yrityksen omassa omistuksessa tai lämmöntuotanto on ulkoistettu energiapalvelutarjoajalle, joka hoitaa laitoksen käytön ja kunnossapidon, ja veloittaa teollisuuslaitokselta kulutetusta energiasta sekä kapasiteetin ylläpidosta. Lämmöntuotantokapasiteetin lisäksi monissa teollisuuslaitoksissa, etenkin prosessiteollisuudessa, on huomattavia sivu- ja hukkaenergiavirtoja. Tämä tarkoittaa esimerkiksi matalalämpötilaisia lauhdevesiä, joiden energiasisältöä ei nykyisellään välttämättä hyödynnetä.

Erityisesti jatkuvaprosessisten teollisuuslaitosten kohdalla teollisuuslaitos voi pelkän energian asemasta tarjota kaksisuuntaisille lämpömarkkinoille myös kapasiteettia. Koska prosessien energiankulutus, ja tätä kautta tuotanto on hyvin ennustettavaa, ovat teollisuuslaitokset mahdollisesti valmiita varaamaan osan kapasiteetista sopimuksen mukaan, ja tuottamaan energiaa, kun sille on tarvetta. Jos teollisuuslaitoksen tuotanto vaihtelee ennustamattomasti tuotteen kysynnän mukaan, sopii kyseiselle toimijalle paremmin esimerkiksi vaihtuvaan hintaan perustuva energiapohjainen hinnoittelu. Investoinnin takaisinmaksuajan määrittämiseksi tulovirtojen ennustettavuus on tärkeää.

Teollisuuslaitoksille energiantuotannolla on välinearvo osana lopputuotteen valmistusta, mikä on huomioitava myös kaksisuuntaisen kaukolämmön mahdollisuuksia arvioitaessa. Teollisuuden näkökulmasta tärkeintä on tuotantoprosessien häiriöttömyys, mutta tuotantovarmuuden lisäksi teollisuuslaitokset ovat erittäin kiinnostuneita taloudellisesta tehokkuudesta. Mahdollisimman edullisen energiantuotannon lisäksi tärkeää on prosessin energiatehokkuus. Energiatehokkuustavoitteista johtuen sivu- ja hukkaenergiavirtojen energiasisältöä voi olla houkuttelevaa ottaa talteen esimerkiksi lämpöpumppuratkaisulla. Tarvittaville investoinneille on saatava yrityksen vaatima takaisinmaksuaika, mikä useimmiten on selvästi alle viisi vuotta. Kaksisuuntainen kaukolämpö voi parantaa energiatehokkuusinvestointien kokonaistaloudellisuutta, jos verkkoon syötetystä lämmöstä tai tarjottavasta kapasiteetista saa korvauksen. Teollisuuslaitoksilla on usein käytävissään energia-asioihin varattuja resursseja, jotka aktiivisesti kehittävät laitoksen prosesseja ja pyrkivät mahdollisimman kustannustehokkaaseen lopputulokseen.

3 AIEMPIA KOKEMUKSIA KAKSISUUNTAISISTA KAUKOLÄMPÖJÄRJESTELMISTÄ

3.1 Johdanto

Kaukolämpöverkkoihin on jo pitkään ostettu lämpöä myös kaukolämpöyhtiöiden omien voima- ja lämpölaitosten ulkopuolelta. Esimerkiksi Suomessa monet teollisuuslaitokset syöttävät prosessiensa hukkalämpöjä kaupunkien kaukolämpöverkkoihin jo nykyisellään. Yhtäläillä kyseiset teollisuuslaitokset ovat voineet ostaa kaukolämpöä verkosta tarvittaessa. Hinnoista ja sopimusehdoista on näissä tapauksissa sovittu tapauskohtaisesti molemminpuoliset intressit huomioiden.

Kaksisuuntainen kaukolämpö hajautettuna, pienimuotoisempia lämmönlähteitä hyödyntävänä ratkaisuna sen sijaan on melko kehittymätön ja aktiivisia markkinoita ei tällä hetkellä Suomessa ole. Kaksisuuntaisia lämpömarkkinamalleja on kuitenkin kehitetty maissa, joissa on olemassa laajoja kaukolämpöinfrastruktuureja, kuten Pohjoismaissa. Seuraavissa kappaleissa kuvataan kaksi esimerkkiä Ruotsista ja Tanskasta.

3.2 Kaksisuuntainen kaukolämpö Tukholman alueella

Ruotsissa tarvetta kaukolämpöverkkojen sääntelypohjaiseen avaamiseen on tarkasteltu 2000-luvulla useaan kertaan. Selvitysten perusteella on kuitenkin päädytty siihen, että Ruotsin lämpömarkkinat ovat Suomen tavoin reguloimattomat. Hukkalämpöjä hyödynnetään kuitenkin laajasti ja mm. Ruotsin markkinoiden suurin, Tukholman alueella toimiva kaukolämpöyhtiö Fortum Värme on lähtenyt itse kehittämään kaksisuuntaista lämpömarkkinaa.

Fortum Värmen omistamassa kaukolämpöverkossa Tukholmassa on nykyisellään käytössä markkinamalli, jota kutsutaan avoimeksi kaukolämpöverkoksi (Öppen Fjärrvärme ©). Nimestään huolimatta Tukholman malli ei ole täysin avoin lämpöverkkomalli, vaan kyseessä on tällä hetkellä rajoitettu kolmansien osapuolien lämmön tuotannon otto verkkoon. Mallin avulla voidaan kerätä kokemuksia ja haluttaessa kehittää mallia avoimemman verkon suuntaan tulevaisuudessa. Tavoitteena Tukholmassa on ensisijaisesti pyrkiä hyödyntämään kolmansien osapuolien pääasiassa lämmöntalteenotolla tuottama lämpö. Talteenotettu lämpö voidaan syöttää verkkoon ja Fortum maksaa tuottajille korvausta perustuen mm. lämmön hetkittäiseen tarpeeseensa, lämmönlähteen sijaintiin verkossa ja muiden tuotantomuotojen kustannuksiin. Tästä johtuen verkkoon syötetystä lämmöstä maksettava korvaus vaihtelee, ja tavoitteena onkin ollut luoda markkinapaikka ylijäämälämmölle pitkien toimitussopimuksien sijasta.

Kolmansien osapuolien tuottaman lämmön hyödyntämisen lisäksi Tukholman avoimen kaukolämmön avulla on Fortumin mukaan haluttu mahdollistaa lämmön ja kylmän toimittaminen asiakkaille luotettavasti ja kustannustehokkaasti, ja tuottaa kestävästi kehityksen tavoitteiden mukaista lämpöä. Malli ei ole ainoastaan asiakastuottajille suunnattu, vaan lämpöä voidaan ostaa myös erillisiltä tuottajilta, jotka eivät välttämättä ole kaukolämmön käyttäjiä. Pöyryn tulkinta Tukholman avoimen kaukolämmön liiketoimintamallista on kuvattu alla taulukossa 1 Business model canvas -tyylisesti esitettynä.

Taulukko 1 Pöyryn näkemys Tukholman avoimen kaukolämpöverkon liiketoimintamallista

Avainkumppanit	Avainaktiviteetit	Arvolupaus	Asiakassuhteet	Asiakasryhmät
<ul style="list-style-type: none"> Kunta <ul style="list-style-type: none"> Omistajuus, kaupunkisuunnittelu Polttoainetoimittajat Infrastruktuuriyhtiöt Kolmannen osapuolen (tuottaja-asiakas) <ul style="list-style-type: none"> Lämpöverkkoon kytkentä on molemminpuolinen investointi Keskimääräinen tuotanto per toimittaja ~4GWh/v Toimittajille tarjotaan neljä erilaista hinnoittelumallia Tavoitteena on luoda markkinapaikka pitkien toimitussopimuksien sijasta 	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämmön ja – kylmän tuotanto ja toimitus Kapasiteetinhallinta Verkon rakennus ja ylläpito Myynti Kolmannen osapuolen toimittajien hallinnointi 	<ul style="list-style-type: none"> Lämmön ja kylmän toimittaminen asiakkaille luotettavasti ja kustannustehokkaasti Luoda kolmannen osapuolen toimittajille mahdollisuus myydä ylijäämälämpö markkinoilla Tuottaa kestävän kehityksen mukaista lämpöä 	<ul style="list-style-type: none"> Suora asiakaskontakti Kontakti nettisivujen ja muiden automatisoitujen palvelujen kautta Apu kolmannen osapuolen toimittajille 	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpöasiakkaat <ul style="list-style-type: none"> Asunto-osakeyhtiöt Kiinteistöt Pientalot Muut Kaukojäähdytysasiakkaat <ul style="list-style-type: none"> Datakeskukset Ruokakaupat Muut Kolmannen osapuolen toimittajat <ul style="list-style-type: none"> Suuret ja pienet Datakeskukset Ruokakaupat Primääri tuottajat
Avainresurssit			Kanavat	
	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpö/-kylmäverkko Tuotantokapasiteetti Markkina kolmannen osapuolen toimittajille Käyttö- ja kunnossapito henkilöstö 		<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämmitys ja –jäähdytys verkko Myynti 	
Kulurakenne		Tulovirrat		
<ul style="list-style-type: none"> Kustannuksiin perustuvaa liiketoimintaa Verkon investointi- ja ylläpitokustannukset Polttoainekustannukset Kolmannen osapuolen toimittajien liityntäkustannukset Kolmannen osapuolen toimittajien tuotannon hankintakustannukset <ul style="list-style-type: none"> Toimittajille maksetaan markkinahintaa toimitetusta lämmöstä, hinta ilmoitetaan edellisenä päivänä 16.00 		<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpö ja –jäähdytys tariffit <ul style="list-style-type: none"> Kuusi erilaista tariffirakennetta Tariffit pohjautuvat pääsääntöisesti neljään eri komponenttiin: Perusmaksu, energian käyttömaksu, volyyymaksu ja lämpötilabonus/maksu 		

Tällä hetkellä pienten ulkopuolisten lämmöntoimittajien avulla tuotetaan vuositasolla noin yksi prosentti vuotuisesta kaukolämmön tuotannosta Tukholman verkon alueella. Keskimääräinen tuotanto toimittajaa kohden on noin 4 GWh vuodessa. Tukholman alueen ylijäämälämmön kokonaispotentiaaliksi on arvioitu noin 1 TWh, jolla voitaisiin katkaa kahdeksasosa alueen kaukolämmön tarpeesta.

Tukholman mallissa tuottajina ovat tällä hetkellä pääasiassa hukkalämpövirtoja tuottavat datakeskukset ja ruokakaupat. Kyseisten kohteiden jäähdytyksessä syntyvä lämpösiälty syötetään kaukolämpöverkkoon muiden asiakkaiden käytettäväksi. Mallissa Forum rakentaa omalla kustannuksellaan kaukolämpöputket asiakaan tiloihin ja asiakas itse investoi tuotantokapasiteettiin, jonka avulla lämpöä voidaan myös toimittaa verkkoon. Lämmön voi valintansa mukaan toimittaa joko verkon meno- tai paluuputkeen. Menopuolelle toimitetusta lämmöstä korvataan toimittajalle korkeampaa hintaa.

Lämmön toimittajille tarjotaan kolme erilaista hinnoittelumallia erilaisilla variaatioilla ja toimittajille maksetaan markkinahinta toimitetusta lämmöstä tai korvaus kapasiteetista. Lämpötoimitusten hinta ilmoitetaan edellisenä päivänä kello 16:00 jokaiselle seuraavan vuorokauden tunnille. Hinta on julkinen ja se julkaistaan internetissä. Hinnan lisäksi ilmoitetaan lämpötilavaatimukset tuotetulle lämmölle.

Tukholman mallissa tuottajan on mahdollista valita kolmen eri mallin väliltä:

- Kapasiteettiin perustuva maksu
- Keskimääräiseen arvioituun hintaan perustuva energiapohjainen maksu
- Tuntitason muuttuvaan hintaan perustuva energiapohjainen maksu

Eri mallien välillä tuottajan on mahdollista esimerkiksi valita tuottaako hän kaukolämpöä tai kaukokylmää. Hinnoittelua on eriytetty alueellisesti niin, että verkon rakenteen kannalta optimaalisimmin sijaitsevat tuottajat saavat korkeampia hintoja kuin huonommassa paikassa sijaitsevat toimijat.

Fortumin malli soveltuu erityisesti tilanteeseen, jossa pienimuotoista hukkalämpöä on saatavilla runsaasti ilman merkittäviä investointeja, ja toisaalta tilanteeseen, jossa kaukolämpöyhtiölle on taloudellisesti ja teknisesti mahdollisesti hyödyntää pieniä tuottajia useassa kohdassa verkkoaan. Hinnoittelu on eriytetty mm. sijainnin ja lämpötilatason perusteella, jolloin voidaan paremmin huomioida tuotetun lämmön arvo lämpöverkolle. Hinnoittelultaan malli perustuu vahvasti kaukolämpöverkon kustannushyötyihin. Malli on houkutelut verkkoon useita tuottajia ja Fortum on tuonut malliaan aktiivisesti esille ja hyödyntänyt sitä myös kaukolämmön brändin kehityksessä.

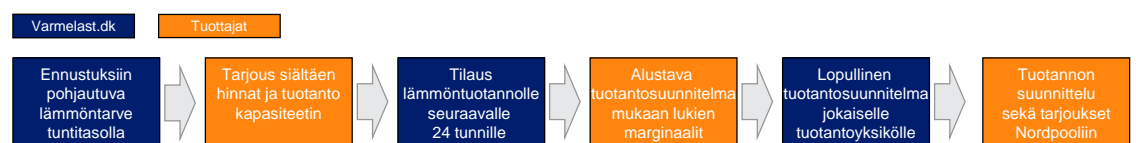
3.3 Kaukolämmön tuotannon optimointi Kööpenhaminan alueella

Yhtenä esimerkkinä usean erillisen, toisistaan riippumattoman kaukolämmön tuottajan hallinnasta ja optimoinnista toimii Kööpenhaminan kaukolämpöverkko. Alueella on useita samaan verkkoon lämpöä tuottavia yhtiöitä, joiden tuotannon suunnittelusta ja optimoinnista vastaa erillinen toimija, Varmelast.dk. Varmelast.dk luotiin varmistamaan, että Kööpenhaminan kaukolämmön tuotanto toimisi optimaalisesti ja markkinoilla olisi kilpailua. Kööpenhaminan lämmöntuotannon optimointimalli ei kuitenkaan ole sellaisenaan kaksisuuntaisille tuottajille soveltuva malli, eikä nykyisessä mallissa ole mukana muita kuin valikoituja suuria tuottajia. Kyseessä onkin ensisijaisesti järjestelmä, jolla lämmöntarve verkon alueella katetaan usean eri toimijan omistamalla tuotannolla pyrkien taloudelliseen tehokkuuteen.

Varmelast.dk vastaa optimaalisen lämmön tuotantosuunnitelman luomisesta päivittäin alueen lämmöntuottajille. Kaukolämmön myynti, laskutus, verkon hoito ja ylläpito sen sijaan ovat alueella toimivien kaukolämpöyhtiöiden vastuulla. Tuotantosuunnitelmassa huomioidaan polttoaineiden hintojen sekä käyttö- ja ylläpitokustannusten lisäksi energiaverot, päästöoikeuksien kustannukset ja sähkön pörssihinta. Lisäksi tuotantosuunnitelmassa otetaan huomioon kaukolämpöverkon pullonkaulat.

Tuotantosuunnitelman valmistelu aloitetaan toimituspäivää edeltävänä päivänä kello 8.00. Varmelast.dk lähettää tällöin ennustetun lämmöntarpeen tuottajille seuraavan vuorokauden kaikille tunneille. Tuottajat vastaavat lähettämällä tarjouksensa tuotantonsa hinnasta jokaiselle tunnille. Näiden tarjousten pohjalta Varmelast.dk laskee kustannustehokkaimman tavan kattaa lämmöntarve, ja lähettää tämän suunnitelman pohjalta tilaukset tuottajille. Tuottajat vastaavat tähän lähettämällä alustavan tuotantosuunnitelman ja marginaalikustannukset muutoksille Varmelast.dk:lle.

Varmelast.dk muokkaa tuotantosuunnitelmaa ottaen huomioon verkoston pullonkaulat sekä lämpövarastot ja lähettää lopullisen suunnitelman tuottajille viimeistään kello 10.30. Tuottajat suunnittelevat tämän pohjalta tuotantonsa ja lähettävät tarjoukset Nord Pooliin sähkön osalta. Tuotantosuunnitelmaa päivitetään kolme kertaa päivän aikana sen paikkansapitävyyden varmistamiseksi. Tuotantosuunnitelman valmistelu on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Tuotantosuunnitelman valmistelu suur-Kööpenhaminan kaukolämpöverkossa

Kööpenhaminan järjestelmän kaltaista mallia tarvitaan, mikäli tuotannon optimointi halutaan, ja on järkevää antaa ulkopuolisen tahon vastuulle usean kilpailevan tuottajan tilanteessa. Kööpenhaminassa tuotantoa suunnitteleva taho ei varsinaisesti ole tuottajista täysin erillinen, riippumaton taho, mutta toimintamalli olisi mahdollista toteuttaa myös täysin neutraalin tahon järjestämänä. Järjestelmän aiheuttamien lisäkustannusten johdosta voidaan kuitenkin arvioida, että malli sopii parhaiten tilanteisiin, jossa verkon koko on riittävän suuri, ja eri tuottajilla on riittävän paljon kapasiteettia käytettävissään. Malli ei suoraan sovellu kaksisuuntaisen kaukolämmön edistämiseen, sillä pienimuotoisille asiakastuottajille tuotannon suunnittelu vastaavalla tavalla olisi liian raskas järjestelmä.

Varmelast-malli osoittaa, että kaukolämmön tuotannon optimoimisessa on huomioitava useita eri tekijöitä, ja taloudellisen tehokkuuden varmistamiseksi tuotannon optimoinnin täytyy tapahtua lähellä kulutushetkeä ja tuntitasolla. Lämmön tarve vaihtelee mm. ulkolämpötilan perusteella, ja eri tuottajien lämmöntuotantokustannuksiin vaikuttavat mm. sähkön hinta ja päästöoikeuksien hinta, mikäli ne ovat päästökaupan piirissä. Tästä syystä pitkien kiinteiden sopimusten tekeminen lämmöntoimituksista voi johtaa epäoptimaaliseen lopputulokseen. Lisäksi yhteistuotantokapasiteetilla tuotetun sähkön arvolla on suuri merkitys, ja lämmön tuotannon suunnittelu on tehtävä sähkömarkkinoiden (kuten Nord Poolin) aikataulun mukaisesti siten että sähköntuotannosta voidaan antaa tarjoukset sähköpörssiin. Kaksisuuntaisen asiakkaan tuotannon osalta tuotannon optimointi on usein yksinkertaisempaa, mutta tuotetun lämmön arvo koko verkolle muodostuu sen perusteella, minkälaista tuotantoa pienimuotoinen tuotanto syrjäyttää verkossa. Mikäli lämmön tuotanto halutaan optimoida tarkasti, esimerkiksi tilanteessa jossa verkossa on suuri määrä asiakastuottajia joiden tuotanto kattaa merkittävän osan lämmön tarpeesta, voi syntyä tarve tehdä tuotantosuunnitelmia Kööpenhaminan mallin tyyllisellä tavalla. Tuotannon suunnittelu vaatii tällöin resursseja sekä optimoinnista vastaavan tahon, että markkinoille osallistuvien tuottajien kannalta.

4 SIDOSRYHMIEN ODOTUKSIA KAKSISUUNTAISELLE KAUKOLÄMMÖLLE

4.1 Työssä toteutetut sidosryhmähaastattelut ja työpaja

Suomalaisen kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintamallien vaihtoehtojen ja erilaisten näkökulmien tunnistamiseksi tässä työssä haastateltiin useita kaukolämpöyhtiöitä ja potentiaalisia asiakastuottajia. Jälkimmäisestä ryhmästä haastateltavien joukossa oli asuin-kiinteistön rakennuttaja, erilaisia teollisia lämmönkäyttäjiä, joiden prosesseissa syntyy myös hukkalämpöjä, lämpöpalveluita tarjoavia yrityksiä ja muita potentiaalisia ulkopuolisia lämmön tuottajia. Haastatteluiden lisäksi työssä järjestettiin työpaja, johon kutsuttiin potentiaalisia asiakastuottajatahoja sekä kaukolämpöyhtiöitä. Haastatellut tahot ja työpajan osallistujat on esitetty liitteessä 1.

Haastattelujen tarkoituksena oli selvittää erilaisten potentiaalisten kaksisuuntaisten lämpömarkkinatoimijoiden näkemyksiä liittyen markkinoihin sekä ymmärtää heidän tarpeitaan. Haastattelujen pohjalta määritettiin ne keskeiset reunaehdot, jotka tulee huomioida kaksisuuntaisia markkinoita kehittäessä. Haastatteluissa keskustellut aiheryhvät on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2 Sidosryhmähaastattelujen kysymysosa-alueet

Yleiset asiat	Kaupalliset reunaehdot	Tekniset reunaehdot
<ul style="list-style-type: none"> Kaksisuuntaisen kaukolämmön määrittely Tärkeimmät oletetut hyödyt Tunnistetut haasteet Potentiaaliset hyödynnettävät energiavirrat Toteutusmalli (palvelu vai oma tekeminen) 	<ul style="list-style-type: none"> Odotettu takaisinmaksuaika Halukkuus omaan investointiin vs. palveluhankinta Sopimuksen pituus Tulovirran ennustettavuuden merkitys 	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisten energiavirtojen lämpötilataso Tekniset valmiudet osallistua lämpömarkkinoille

Haastateltavien tahojen näkemykset kaksisuuntaisesta kaukolämmöstä yleisellä tasolla on esitetty seuraavissa kappaleissa. Yleisten kysymysten lisäksi haastateltavilta kysyttiin myös näkemyksiä erilaisista potentiaalisista markkinamalleista. Mallit ja haastateltavien näkemykset niistä on esitetty myöhemmin tässä raportissa.

4.2 Sidosryhmähaastattelujen ja työpajan keskeisiä tuloksia

4.2.1 Kaksisuuntaisen kaukolämmön määrittely ja osapuolten suhteet

Haastatteluiden perusteella kaksisuuntainen kaukolämpö koettiin terminä vaikeasti hahmotettavaksi ja ymmärrettäväksi. Asiasta keskusteltaessa joudutaan lähes aina ensin keskustelemaan siitä, mitä termillä oikeastaan tarkoitetaan. Kaukolämpöyhtiöillä oli selkeämmät näkemykset siitä, mitä kaksisuuntaisen kaukolämmön tulisi olla, mutta heidänkin näkemyksensä mukaan termi ei ole yksiselitteinen. Keskeisiä epäselvyyksiä olivat: 1) puhutaanko vain kaukolämmöstä vai yleisemmin lämpömarkkinasta, ja 2) rajataanko kaksisuuntainen kaukolämpö ns. asiakastuottajiin, jotka myös ostavat lämpöä,

vai halutaanko keskustelua laajentaa ns. avoimeen kaukolämpöverkkoon, johon myös puhtaat ulkopuoliset tuottajat voivat tarjota omaa lämmöntuotantoaan.

Haastateltavien mielestä terminologia aiheen ympärillä vaatii kehittämistä ja standardisointia. Ilman sitä riskinä on, että kaukolämpöyhtiöt ja potentiaaliset asiakastuottajat eivät ymmärrä toisiaan ja mahdollisuuksia menetetään epätietoisuuden takia. Kaksisuuntaisen kaukolämmön brändin ja imagon kehittämiseksi kaksisuuntaisuus olisi haastateltavien mukaan syytä määritellä tarkasti, jotta konseptista on mahdollista viestiä tehokkaasti markkinoiden potentiaalisille osapuolille.

Tärkeäksi nähtiin myös potentiaalisten tuottajien ja kaukolämpöyhtiöiden välinen avoin vuoropuhelu, jotta ymmärrys eri tahojen reunaehdoista ja tarpeista välittyy selkeänä myös toisille osapuolille. Haastatteluissa esiin nousi myös jonkinasteinen vastakkainasettelu kaukolämpöyhtiöiden ja potentiaalisten asiakastuottajien kesken, sillä molemmat osapuolet kokivat että keskustelujen lähtökohdat ovat hyvin kaukana toisistaan.

Kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta haasteeksi koettiin myös tuottajaosapuolien teknisen osaamisen vaillinaisuus joissain tilanteissa. Monessa tapauksessa tuottajien lämpömarkkinoiden tuntemus koettiin riittämättömäksi realististen odotusten muodostamiseksi ja parhaiden projektien kehittämiseksi. Näissä tapauksissa kaukolämpöyhtiöt voisivat tarjota apuaan ja palveluita kannattavien projektien kehittämiseksi parhaalla tavalla.

4.2.2 **Odotetut hyödyt ja haasteet sekä toteutustapa**

Useat haastatellut pohtivat, että kilpailu ja markkinoiden vapautuminen ei ole itseisarvoista, vaan tärkeintä on lopputulos. Tärkeimmäksi hyödyksi nostettiin energiantuotannon tehostumisen kautta saavutettava mahdollinen kustannusten lasku ja sitä kautta kaukolämmön kilpailukyvyyn paraneminen. Yhteiskunnan kokonaistehokkuuden kannalta tärkeää on huomioida, että monessa tapauksessa primäärienergiatehokkuus on myös kustannustehokkuutta. Mikäli kaksisuuntaista markkinamallia kehittämällä saadaan hyödynnettyä hukkalämpöä, vähenee polttoainekäyttö keskitetyssä tuotannossa, ja laajemmin sovellettuna parhaimmillaan myös investointitarve uuteen lämmöntuotantokapasiteettiin vähenee.

Lämpömarkkinoiden regulaatio koettiin monien haastateltavien näkökulmasta tarpeelliseksi, mutta muutamat haastatellut näkivät, että se voisi olla tarpeellista kehityksen käynnistäjänä ja eteenpäin viejänä. Täysin avoin markkina herätti kuitenkin epäilyksiä sekä toimivuuden että markkinan ylläpidosta muodostuvien kustannusten suhteen. Muista ohjauskeinoista esiin nousi tarve kehittää mm. energiatehokkuuden laskennan ehtoja ja velvoitteita, sillä tällä hetkellä kiinteistöt tai teollisuusyritykset eivät välttämättä voi hyödyntää verkkoon syöttämäänsä ylijäämälämpöä omien energiatehokkuusvelvoitteiden täyttämiseen.

Haastateltavien mielestä mukaan optimointiin on saatava niin teollisuus, kaukolämpöyhtiöt kuin asiakkaatkin. Nykytilanne nähtiin osittain sellaisena, että jokainen toimija optimoi itse omat energiaratkaisunsa. Jos yhteistyötä lisättäisiin, olisi mahdollisuuksia saavuttaa tehokkaampi kokonaistulos koko järjestelmän kannalta. Haastateltujen potentiaalisten asiakastuottajien mielestä esimerkiksi kaukolämpöyhtiöt voisivat rohkeammin etsiä ratkaisuja, joissa lämmöntuotantoon tehtäviä investointeja voisi kaksisuuntaisuuden avulla ulkoistaa uudenlaisen yhteistyön kautta asiakastuottajille.

Toimitusvarmuuskysymys nousi esiin erityisesti kaukolämpöyhtiöiden taholta haastatteluissa. Toimitusvarmuudesta huolehtiminen ja sen kustannukset nähtiin olennaiseksi,

mutta kysymyksen katsottiin olevan relevantti vain isoista kapasiteeteista puhuttaessa. Yhtenä osa-alueena esiin nostettiin kysymys siitä, kuinka kerätä huippu- ja varakapasiteetin ylläpidosta kaukolämpöyhtiölle koituvat kustannukset tulevaisuudessa, mikäli tuotanto muilta osin hajautuu suuremmissa määrin kaksisuuntaisten asiakastuottajien kapasiteetin varaan. Kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta erityisesti markkinoiden laajempi avaaminen koettiin riskialttiiksi toimitusvarmuuden näkökulmasta. Selkeän tasevastuullisen tahon olemassa olo nähtiin välttämättömäksi. Samalla on välttämätöntä myös varmistaa, että tasevastuusta aiheutuvista kustannuksista saadaan riittävä korvaus. Yhtenä mahdollisuutena esiin nousi huippukulutuksesta kerättävä erillinen maksu, joka voitaisiin kohdistaa asiakkaille huippukapasiteetin tarpeen mukaisesti. Verkkojen laajemman avaamisen ulkopuolisille tuottajatahoille koettiin mahdollisesti vaativan erillistä kaukolämpöverkon siirtomaksua, jota kerättäisiin kaikilta asiakkailta ja tuottajilta sähkömarkkinoiden tapaan.

Energiatehokkuuden parantaminen ja kysyntäjousto nousivat esiin "lisäosana" kaksisuuntaisen kaukolämmön konseptiin – osalle haastatelluista tämä tuntui jopa merkittävämmältä mahdollisuudelta kuin lämmön tuottaminen verkkoon. Monet lämpöasiakkaat ovat erittäin kiinnostuneita parantamaan kokonaistehokkuuttaan parantamalla energiatehokkuutta. Haastateltavat kokivat, että potentiaalisia hyödynnettävissä olevia hukkaenergiavirtoja on olemassa ja sekä oman toiminnan että koko yhteiskunnan kannalta olisi tärkeää saada kustannustehokkaat lähteet mahdollisimman tehokkaasti käyttöön.

4.2.3 Kaukolämpöyhtiöiden näkemyksiä

Haastatteluiden perusteella kaksisuuntainen kaukolämpö nähtiin kaukolämpöyhtiöissä mahdollisuutena parantaa kaukolämmön asemaa myös tulevaisuudessa toimintaympäristön muuttuessa. Osa haastateltavista oli jopa sitä mieltä, että kaksisuuntaisuuteen on panostettava, jotta kaukolämmöllä on rooli myös tulevaisuudessa. Myös työn yhteydessä järjestetyssä työpajassa kaukolämmön imago ja brändin parantaminen nostettiin esiin voimakkaasti. Kaksisuuntaisuuden edistämisen tärkeimpänä hyötynä nähtiin asiakaslähteisyyden lisääntyminen, kun siirrytään enemmän yhdessä tuottamiseen ja avoimuuteen yksisuuntaisen asiakassuhteen sijaan.

Kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta toimitusvarmuuden ylläpidon tarve ohjaa kaukolämpöyhtiöiden mahdollisuuksia ulkopuolisten tuottajien lämmöntuotannon verkkoon ottamiseen. Tekniset muutokset nykyjärjestelmiin nähtiin mahdollisina, joskaan ei suoraviivaisina. Esimerkiksi asiakaspään tekniikan kehittäminen kaksisuuntaisuuden paremmin mahdollistavien matalampien kaukolämpöverkon lämpötilojen käyttämiseksi nähtiin mahdolliseksi. Tässä on huomioitava, että matalalämpöverkko on mahdollinen lähinnä uusille kaukolämpöverkkoalueille. Jos nykyisiä alueita aletaan korvata matalalämpöteknologialla, ovat tarvittavat muutosinvestoinnit verkkoon ja asiakaslaitteisiin yleensä kohtuuttoman kalliit verrattaessa saavutettaviin hyötyihin. Vaihtoehtona matalalämpöverkoille pohdittiin hukkalämpöjen ja muiden matalalämpötilaisten energiavirtojen priimaamisen (lämmön laadun parantaminen lämpötilaa nostamalla) mahdollisuuksia.

Haastatelussa tuli selkeästi esille tarve kaksisuuntaisen kaukolämmön markkinamallien kehittämiseksi. Koska kaukolämpöjärjestelmässä on kyse isosta kokonaisuudesta, jota optimoidaan järjestelmätasolla, ei muutoksia voida toteuttaa kohde kerrallaan vaan jokaisen järjestelmän kannalta on haettava tehokkainta kokonaisratkaisua. Sähkömarkkinoiden ilmiöistä ja mekanismeista nähtiin voitavan ottaa oppia: Esimerkiksi aluehinto-

jen muodostuminen ja suojaukset voivat olla osa toimivaa mallia, kun lämmön hinnoittelutapoja pohditaan.

Kaukolämpöyhtiöt näkivät, että kaksisuuntaisen kaukolämmön avulla on mahdollista soveltuviissa kohteissa pudottaa energian hankinnan kokonaiskustannuksia. Kaukolämpöyhtiöt ovat valmiita ottamaan ulkopuolista tuotantoa verkkoihinsa, mikäli tarjolla olevat lämmönlähteet ovat kustannuksiltaan kilpailukykyisiä verrattaessa yhtiön nykyisiin kustannuksiin. Taloudellisten perusteiden löytäminen koettiin myös välttämättömäksi perusteeksi kaksisuuntaiselle kaukolämmölle, ja jossain määrin huolena oli, että huonosti suunniteltuna toteutettu kaksisuuntaisuus voi johtaa siihen, että muut kaukolämpöasiakkaat joutuvat kattamaan ylimääräiset kustannukset ja kaukolämpöliiketoiminnan menestymismahdollisuuksia heikennetään.

4.2.4 Potentiaalisten uusien lämmöntuottajien näkemyksiä

Potentiaalisten asiakastuottajien haastatteluissa korostuivat selvästi erilaiset näkökulmat kuin kaukolämpöyhtiöillä. Osapuolet olivat osin myös tunnistaneeet kommunikoinnin haasteita ja potentiaaliset tuottajat kokivat että eivät ole samalla viivalla kaukolämpöyhtiöiden kanssa. Potentiaaliset lämmön tuottajat kommentoivatkin, että kaipaisivat *“aitoa mahdollisuutta”* kilpailla kaukolämpöyhtiön itse tuottaman lämmön kanssa. Asiakastuottajien näkökulmasta tuotetulle lämmölle on ainoastaan yksi potentiaalinen ostaja, joka voi määritellä lämmön ostohinnan oman vaihtoehtoiskustannuksensa perusteella. Asiakastuottajalle tällainen hinnoittelu ei välttämättä tunnu riittävän läpinäkyvältä, ja mahdollisuudet ennakoita hinnan kehitystä tulevaisuudessa nähtiin mahdollisesti heikkoina. Markkinaosapuolien tuomiseksi lähemmäs toisiaan nähtiinkin tärkeäksi markkinan toimintatapojen ja markkinamallien kehittäminen edelleen.

Haastatellut potentiaaliset asiakastuottajat näkivät investoinnit varta vasten nykyisen standardin, eli yli 100-asteisen kaukolämmön tuottamiseksi melko epätodennäköisinä, mutta mahdollisen hetkittäisen ylikapasiteetin myyminen koettiin mahdolliseksi. Sivuja hukkaenergiavirtoja taas todettiin olevan reilusti. Niiden hyödyntäminen olisi teknisesti mahdollista tuottajapäässä, mutta lämpötilatasot ovat usein matalammat kuin kustannustehokas syöttö nykyisen tyyppiseen korkealämpötilaiseen kaukolämpöverkkoon edellyttäisi.

Mahdollisena etuna mainittiin myös verkon rakentamisen yksinkertaistuminen, jos kaksisuuntaisen lämpömarkkinan kautta syntyy matalalämpöverkkoja. Haastatteluissa mainittiin, että matalalämpöverkkoja ei tarvitsisi mitoittaa kestävästi nykyisiä korkeita lämpötiloja, ja tämän oletettiin voivan mahdollistaa materiaaliteknisesti edullisemmat investoinnit. Toisaalta on todettava, että matalalämpöverkko vaatii suuremmat putkikoot ja lämmönvaihtimet, mikä nostaa verkon kokonaisinvestointikustannuksia, eikä materiaalikustannuksissa välttämättä synny säästöjä.

Tarkkoja kriteerejä tuottajaksi ryhtymiselle eivät haastatellut maininneet, mutta kokonaistaloudellinen järkevyyden ja oman prosessin häiriintymättömyys nousivat tärkeimmiksi kriteereiksi. Vaatimukset takaisinmaksuajalle nähtiin riippuvan monesta tekijästä, esimerkiksi omien toimintojen tulevaisuuden näkymistä: Jos prosessi, josta lämpöä saataisiin, saattaa muuttua lyhyellä tähtäimellä, täytyy takaisinmaksuajankin olla lyhyt. Vastaavasti varmemmin pitkään käytössä olevien prosessimuutosten kohdalla takaisinmaksuajankin voivat olla pidempiä. Yleisesti takaisinmaksuaikavaateet teollisuudessa ovat selvästi alhaisemmat kuin kiinteistöyhtiöillä. Edelleen kaukolämpöyhtiön lämmön

ostamisen sitoutumisjakson pituus ja varmuus hintatasosta luonnollisesti vaikuttaa takaisinmaksuaikakriteerin pituuteen.

Tulovirtojen varmuus investointien kattamiseksi nähtiin oleelliseksi ja keskeiseksi markkinamalleissa huomioitavaksi tekijäksi. Oleellista ei välttämättä ole etukäteen määrittellä hintaa täsmällisesti, mutta hinnan muodostumisen mekanismi olisi oltava tiedossa samoin kuin hinnan vaihteluväli ainakin suuntaa-antavalla tarkkuudella. Energiatehokkuuden mukaan saaminen järjestelmään (tuotetun kaukolämmön huomioiminen energiatehokkuuslaskelmissa) koettiin tärkeäksi. Kaukolämpöyhtiöiltä toivottiin myös hieman ennakoitua ajattelussa: esimerkiksi teollisuuden investointisykliä huomioiminen kaukolämmön investointien päätöksenteossa olisi tärkeää, jotta järjestelmää voidaan kehittää kokonaisvaltaisesti, eikä osaoptimoituna.

4.2.5 Haastattelujen ja työpajan yhteenveto

Useat haastatellut uskoivat, että kaksisuuntaisuus tai kaukolämpöverkon avautuminen tavalla tai toisella (esimerkiksi avoin lämpöverkko), on hyvin tarpeellista ja joidenkin mielestä jopa ehdotonta kaukolämmön säilymiselle pidemmällä tähtäimellä. Konseptina kaksisuuntaisuuteen suhtauduttiin siis hyvin positiivisesti. Toisaalta moni haastateltava näki myös paljon vaikeasti ylitettäviä haasteita, joiden vuoksi lämpöverkkojen avaamisesta ei uskottu olevan välitöntä hyötyä, joka oikeuttaisi sen aiheuttamat kustannukset. Kaksisuuntaisen kaukolämmön kehittämisen ja ratkaisujen koettiin pääasiassa tästä syystä olevan vasta alkuvaiheessa.

Työpajan ja haastatteluiden perusteella kaksisuuntaisen kaukolämmön potentiaalisiksi hyödyiksi tunnistettiin esimerkiksi seuraavia asioita:

- Teollisuuden hukkalämpöjen ja lämmön pien- ja ylijäämätuotannon (esim. maalämpö, aurinkolämpö) tehokas hyödyntäminen ja sitä kautta kokonaisenergiatehokkuuden parantaminen
- Kokonaistaloudellisuuden ja järjestelmän energiatehokkuuden parantaminen, kustannusten laskeminen
- Energiatehokkuusveloitteiden täyttäminen kiinteistöissä ja teollisuudessa, jos lämmön syöttö verkkoon voidaan laskea osaksi kiinteistön energiatasetta.
- Huoltovarmuuden parantaminen joissain tapauksissa (vaikkakin toimitusvarmuuskysymysten käsittely on huomioitava)
- Lisääntynyt yhteistyö kaukolämpöyhtiön ja asiakkaiden välillä
- Kaukolämmön asiakaslähtöisyyden ja imagon parantaminen
- Uusien palveluiden mahdollistaminen kaukolämpöyhtiön tai ulkopuolisen tahon tarjoamina ja mm. kysyntäjoustop lisääminen osana kaksisuuntaisia malleja

Keskeisiksi haasteiksi nähtiin esimerkiksi kiinteistökohtaisten ja muiden pienimuotoisten lämpöratkaisujen hintakilpailukyky olemassa olevan tuotannon muuttuvia kustannuksia vastaan, toteutukseen liittyvät käytännön järjestelyt ja vastuut (kuten toimitusvarmuus) sekä verkkojen tekniset reunaehdot.

5 LÄMPÖMARKKINOIDEN MUUTOKSET

5.1 Lämpömarkkinoiden muutostrendit

Kaukolämpöyhtiöiden toimintaympäristö on viimeisten vuosien aikana muuttunut voimakkaasti. Kaukolämpö on kohdannut selvästi aiempaa merkittävämpää kilpailua kiinteistökohtaisten lämmitysratkaisujen muodossa. Yleinen kustannuskehitys sekä kaukolämmön tuotannossa käytettyjen polttoaineiden valmisteverojen korotukset ovat vaikuttaneet kaukolämmön kilpailukykyyn. Etenkin lämpöpumppuihin perustuvat ratkaisut ovat nousseet varteenotettaviksi kilpailijoiksi kaukolämmön rinnalle, erityisesti pientalojen uudisrakentamisessa. Aivan viime vuosina myös liike- ja kerrostalorakentamisessa on ollut havaittavissa kiinnostusta kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin. Lämpöpumppuihin perustuvien kiinteistökohtaisten ratkaisujen markkinaosuus uudisrakentamisessa onkin noussut viime vuosien aikana ja lämpöpumput ovat korvanneet etenkin muita kiinteistökohtaisia (esimerkiksi öljy- ja suora sähkölämmitys) ratkaisuja. Kaukolämpö on pysynyt suosittuna lämmitysmuotona uusissa kerros- ja rivitalokohteissa, mutta joissakin tapauksissa myös näissä kohteissa esimerkiksi lämpöpumppuja harkitaan.

Kaukolämpöön liittyneiden asiakkaiden osalta kiinteistökohtaiset lämmitysratkaisut ovat olleet erittäin harvinaisia. Aivan viime vuosina on kuitenkin usean kaukolämpöverkon alueella toteutettu ns. hybridiratkaisuja, joissa kaukolämpöverkkoon liittynyt kiinteistö on investoinut kaukolämmityksen rinnalle kiinteistökohtaisen lämmitysratkaisun, tyypillisesti maalämpöratkaisun, ja siirtynyt käyttämään kaukolämpöä vara- ja huippulämmityskapasiteettina. Hybridiratkaisujen haasteena kaukolämpöyhtiön näkökulmasta on sekä lämmön myynnin volyymin lasku, että tarve varata asiakkaalle käyttöön aiemman mukainen lämmitysteho selvästi aiempaa suuremmilla lämmön hankintakustannuksilla (johtuen pääasiassa vara- ja huippuyksiköiden käytöstä).

Myös energiatehokkuuden parantamisen merkitys on kasvanut. Uudet rakennukset rakennetaan erittäin energiatehokkaiksi ja nykyisten rakennusten energiatehokkuutta parannetaan etenkin suurempien korjausten yhteydessä. Pienentynyt lämmön ominaiskulutus muuttaa lämmön käytön profiilia kaukolämmön kannalta haastavampaan suuntaan, tehon tarpeen ollessa aiempaa korkeampi suhteessa lämpöenergian kulutukseen.

Edellä mainitut muutokset ovat johtaneet tilanteeseen, jossa kaukolämpö on edelleen säilyttänyt vahvan kilpailuasemansa, mutta sen rinnalle on noussut myös muita vaihtoehtoja. Kaukolämmön kokonaisvolyymi on jatkanut kasvuaan, mutta kasvuvauhti on hidastunut. Samaan aikaan resurssitehokkuuden parantaminen ja lämmityksen ominaispäästöjen laskemistavoitteet ovat nousseet merkittävään rooliin. Lämpömarkkinoiden osalta tämä on tarkoittanut myös entistä vahvempaa panostamista olemassa olevien hukkalämpöjen hyödyntämiseksi esimerkiksi teollisuudessa.

Edelleen kiinteistöjen jäähdytys on yleistynyt ja uusia jäähdytyskohteita on syntynyt esimerkiksi datakeskusten muodossa. Tämä on avannut kaukolämpöyhtiöille yhtäältä mahdollisuuksia kehittää keskitettyä kaukojäähdytystä uutena liiketoimintana ja toisaalta tuoden kiinteistökohtaisten jäähdytysratkaisujen kautta jäähdytyksen matalalämpöisiä ”hukkalämpöjä” aiempaa enemmän saataville.

Kaikkien edellä mainittujen trendien voidaan olettaa jatkuvan myös tulevaisuudessa, vaikka trendien vahvuuteen vaikuttavatkin useat vaikeasti ennustettavat tekijät.

5.2 Kaksisuuntaiset markkinat suhteessa markkinoiden muutostrendeihin

Kaukolämpöyhtiöillä on huomattava omaisuus investoituna kaukolämpöverkoihin. Verkot mahdollistavat tehokkaan tavan siirtää erityyppisistä lähteistä syntynyttä lämpöä verkon varrella oleville asiakkaille.

Kaksisuuntaisten lämpömarkkinoiden avulla voidaan mahdollistaa nykyisen verkkoinfrastruktuurin mahdollisimman tehokas käyttö ja tarjota mahdollisuus, jolla sekä nykyiset lämmöntuottajat että uudet asiakastuottajat pystyvät hyötymään toinen toisistaan. Jos kaksisuuntaiset markkinat toimivat hyvin, on niiden avulla mahdollista taloudellisen hyödyn lisäksi vähentää ympäristövaikutuksia ja parantaa resurssitehokkuutta, mikäli polttoaineiden käyttöä voidaan vähentää ja tuotantoa korvata hukkalämmöillä. Hukkaenergiavirtojen ja mahdollisen ylimääräisen lämmöntuotantokapasiteetin hyödyntäminen on myös tärkeässä roolissa kokonaisjärjestelmän tehokkuuden parantamisessa. Tämä on otettava huomioon etenkin tulevaisuuden rakennuskannassa, jossa jäähdytyksessä ilmasta poistetun lämmön pystyy, kannattavuudesta riippuen, hyödyntämään kaukolämpöverkon avulla muissa kohteissa. Parhaassa tapauksessa kaksisuuntaisten lämpömarkkinoiden avulla voidaan vähentää koko kaukolämpöjärjestelmän kustannuksia, jolloin on mahdollista luoda lisäarvoa kaikille verkon käyttäjille. Jäähdytyksen osalta kaksisuuntaisuus voi tarjota mahdollisuuden tarjota jäähdytystä kilpailukykyisillä kustannuksilla entistä laajemmalle asiakasjoukolle. Kaksisuuntainen järjestelmä auttaa myös vastaamaan energiatehokkuustavoitteisiin. Mitä enemmän tällä hetkellä hyödyntämätöntä ylijäämä- ja hukkalämpöä saadaan valjastettua energiatuotannon osaksi, sitä resurssitehokkaammaksi koko energiajärjestelmä tulee.

Siten hyvin toimivat kaksisuuntaiset lämpömarkkinat mahdollistavat parhaissa soveltamiskohteissa yhtäältä järjestelmätason kustannusten ja ympäristövaikutusten pienentämisen kuin toisaalta kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta olemassa olevan verkkoinfrastruktuurin tehokkaan hyödyntämisen myös tulevaisuudessa. Asiakkaiden omien lämmitysratkaisujen yleistymisen kaukolämmön rinnalla voi johtaa perinteisestä lineaarisesta arvoketjusta verkostomaisempaan järjestelmään, kuten sähkömarkkinoilla on osin tapahtunut mm. aurinkopaneelien yleistymisen myötä.

Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä voi olla vaikutuksia paikallisen kaukolämpöjärjestelmän lisäksi pohjoismaisiin sähkömarkkinoihin. Jos asiakastuottajien tuottamalla lämmöllä korvataan tulevaisuudessa merkittävässä määrin yhdistettyä lämmön- ja sähkön- tuotantoa, vähentää tämä sähköntuotantoa. Lisäksi jos asiakastuottajien lämpö tuotetaan esimerkiksi lämpöpumppuratkaisuilla, lisääntyy sähkönkulutus samaan aikaan. Kaksisuuntainen kaukolämpö voi siis vaikuttaa Suomen sähkötaseeseen ja lisätä erillisen sähköntuotannon tarvetta. Mikäli sähköä ei pystytä tuottamaan uusiutuvilla energialähteillä, voi kaksisuuntaisuuden lisääminen jopa lisätä päästöjä.

Sähkön hintakehityksellä on vaikutusta kaksisuuntaisen tuotannon houkuttelevuuteen. Esimerkiksi lämpöpumpulla tuotetun lämmön tuotantokustannus nousee sähkön hinnan noustessa. Korkeampi sähkön hinta voi siten tehdä esimerkiksi lämpöpumppuratkaisuun perustuvasta kiinteistökohtaisesta asiakastuotannosta heikommin kannattavaa.

Kaksisuuntaisten lämpömarkkinoiden avulla on mahdollisuus ylläpitää ja parantaa kaukolämmön brändiä ja mainetta, sillä hyvin toimivien kaksisuuntaisten markkinoiden avulla voidaan yhdistää yleisesti hyväksytyt pyrkimykset kohti hajautettua tuotantoa keskitetyn tuotannon etuihin järjestelmätason kannalta edullisella tavalla. Kaksisuuntaisuuden avulla pystytään myös vastaamaan paremmin niiden asiakkaiden tarpeisiin, jotka arvostavat omaa tuotantoa. Se toimii tehokkaana keinona sitouttaa asiakkaita kaukoläm-

pöön myös tulevaisuudessa. Tuottajien kasvava määrä verkossa voi myös parantaa omalta osaltaan kaukolämpöjärjestelmän huoltovarmuutta ja vähentää suurten laitosten toimintaongelmien vaikutuksia koko järjestelmän tasolla.

Yhteenvedona voidaan todeta, että markkinoiden kehitystrendit tukevat kaksisuuntaisten lämpömarkkinoiden kehittämistä yleisellä tasolla. Keskeistä on kuitenkin edelleen kehittää markkinoita tavalla, joka mahdollistaa myös järjestelmätason taloudelliset hyödyt kaikille markkinoiden toimijoille, paikalliset järjestelmien ominaispiirteet huomioiden.

6 VAIHTOEHTOISIA MARKKINAMALLEJA

6.1 Johdanto

Sidosryhmähaastatteluisissa ja työpajassa esiin nousseiden odotusten, oletetun markkina-kehityksen ja muiden markkinoiden kokemusten pohjalta työssä luotiin yleinen kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallin kuvaus, sekä erilaisia lämmön hinnoittelun ja oston malleja. Kuvaus liiketoimintamallista kaukolämpöyhtiön näkökulmasta on esitetty Business Model Canvas –tyyppisesti taulukossa 3. Kaukolämpöyhtiön kannalta keskeisenä liikevaihdon lähteenä on edelleen lämmön ja jäähdytyksen myynti, mutta kaksisuuntaisuus voi vaikuttaa asiakasmääriin sekä lämmön ja jäähdytyksen myyntimääriin. Lisäksi palveluiden myynnistä voidaan saada uutta liikevaihtoa, mikäli yhtiö tarjoaa asiakkailleen esimerkiksi kaksisuuntaisten ratkaisujen investointeihin tai käyttöön liittyviä palveluita. Uusia toimintoja voivat olla hankinnan optimointi koko verkon osalta ja ulkopuolisten toimittajien hallinta ja hinnanmuodostuksen koordinointi tarvittaessa. Nykyisten resurssien lisäksi kaksisuuntaisuus voi vaatia uusia osaamisresursseja.

Taulukkoon on merkitty erikseen vihreällä mahdollisia muunneltavia tekijöitä erilaisissa liiketoiminta- ja markkinamalleissa, joita yhtiöt voivat soveltaa omiin tarpeisiinsa tai erilaisissa tilanteissa. Näitä ovat avainkumppaneissa mahdolliset palveluntarjoajat, joihin voi lukeutua myös teknologiatoimittajia, lämmön mahdollinen (virtuaalinen) markkinapaikka asiakaskanavana, sekä sovellettavat hinnoittelu- ja sopimusmallit ja kaukolämpöyhtiön tarjoamat palvelut ja niiden laajuus.

Taulukko 3 Kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallin kuvaus ja tärkeimpiä muuttujia eri markkinamalleissa (vihreällä)

Avainkumppanit	Toiminnot	Arvolupaus	Asiakassuhteet	Asiakassegmentit
<ul style="list-style-type: none"> Ulkopuoliset lämmön toimittajat Mahdolliset teknologiatoimittajat (esim. lämpöpumppujen toimittajat, mittaus- ja säätöautomaatio) Mahdolliset palveluntarjoajat lämmön ulkopuolisille toimittajille 	<ul style="list-style-type: none"> Lämmön siirto Kapasiteetin hallinta Hankinnan optimointi Hinnanmuodostuksen koordinointi Lämmöntoimittajien hallinta Kaksisuuntaisuuden edellyttämät mittaus- ja hallintatoiminnot Normaalit KL-yhtiön tehtävät 	<ul style="list-style-type: none"> Asiakkaalle entistä houkuttelevia kaukolämmön ja jäähdytyksen energiaratkaisuja, jotka mahdollistavat hiilineutraalin tulevaisuuden Asiakkaiden ylijäämälämmön hyödyntäminen verkossa kaupallisin perustein 	<ul style="list-style-type: none"> Lämmön tai jäähdytyksen myynti Lämmön osto ja siihen liittyvät sopimussuhteet Energiatehokkuusneuvonta ja siihen liittyvien palveluiden myynti Asiakkaiden tuotannon (ja kysynnän) ohjauksen palvelut Asiakkaiden investointeihin ja laitteiden käyttöön ja kunnossapitoon liittyvät palvelut Ulkopuolisten toimittajien (ja asiakkaiden) neuvonta, hankinta, markkinointi... 	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpöasiakkaat <ul style="list-style-type: none"> Taloyhtiöt Toimistot Julkiset rakennukset Pientalot Teollisuus Jäähdytysasiakkaat <ul style="list-style-type: none"> Esim. datakeskukset, kauppakeskukset Toimistot Asuinkiinteistöt Ulkopuoliset lämmöntoimittajat <ul style="list-style-type: none"> Datakeskukset Teollisuuden hukkalämpökohteet Kauppakeskukset Toimistot Asuinkiinteistöt Lämpöyrittäjät
	Pääresurssit <ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpöverkko (-kylmä) + muut laitteet Oma tuotantolaitteisto Markkinapaikka ulkopuolisille toimittajille Osaaminen lämpöverkoihin, tuotantoon ja toimintamalleihin liittyen Kaukolämmön käyttö- ja kunnossapitoresurssit 		Asiakaskanavat <ul style="list-style-type: none"> Toimituskanavana lämpöverkostot ml. mittarit ja nettipalvelut Lämmön mahdollinen markkinapaikka Normaalit viestintäkanavat 	
Kustannusrakenne		Liikevaihdon lähteet		
<ul style="list-style-type: none"> Oman lämmöntuotannon kustannukset, muuttuvat ja kiinteät kustannukset Energian hankintakustannukset ulkopuolisilta toimijoilta – hinnoittelumallit Mahdollisen kapasiteetin hankintakustannukset ulkopuolisilta toimijoilta - hinnoittelumallit Järjestelmän hallinnan lisäkustannukset Verkon ylläpitokustannukset Liittämiskustannukset IT kustannukset mm. markkinapaikan operoimisesta Mahdolliset neuvottelukustannukset Palvelumallien kehittämis- ja tuottamiskustannukset 		<ul style="list-style-type: none"> Lämmön myynti asiakkaille <ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpö Jäähdytys Kaksisuuntaisuuden liittyvien palveluiden myynti: mm. investoinnit, käyttöpalvelut, energiatehokkuusneuvonta 		

Asiakassegmentit on edellä kuvassa esitetty käyttökohteen perusteella, mutta segmentointi voidaan luonnollisesti tehdä myös monella muulla perusteella. Uudenlaisen liiketoimintamallin osalta perusteltua on segmentoida asiakkaita myös sillä perusteella, miten asiakkaat suhtautuvat uusiin mahdollisuuksiin ja vaihtoehtoihin: edelläkävijät ja aikaiset omaksujat ovat todennäköisimpiä kaksisuuntaisten ratkaisujen ensimmäisiä toteuttajia, jotka tulisi tavoittaa mahdollisimman tehokkaasti liiketoiminnan kehittymisen edistämiseksi.

Yleisen liiketoimintamallin kuvauksen lisäksi tunnistettiin ne keskeiset elementit, jotka markkinamallia suunniteltaessa tulee määrittää. Keskeisinä eroina markkinamalleissa olivat toteutuksen kaupalliset elementit, joista on annettu esimerkkejä taulukossa 4.

Taulukko 4 Markkinamallien kaupallisia elementtejä

Tuotannon verkkoon-pääsyn toteutustapa	Kahdenvälinen, vapaaehtoinen sopiminen tapauskohtaisesti	Pakollinen uuden tuotannon kilpailutus, päätösvalta KL-yhtiöllä	Pakollinen, säännöllinen (kaikkien tai osan) tuottajien kilpailutus, päätösvalta KL-yhtiöllä	Avoin liittymisoikeus säännellyin standardiehdoin joko kaikelle tai valitulle (esim. CO ₂ -vapaa) tuotannolle
Ostosopimuksen kesto	Useamman vuoden kiinteä ostosopimus	Lämmityskauden mittainen kiinteä ostosopimus	Toistaiseksi voimassaoleva	Spot – avoin toimitus
Hinnoittelujaksot	Vuositain vaihtuva kiinteä hinta	Vuositain vaihtuva jaksottainen hinta	Kiinteä hinta esim. viikoksi eteenpäin	Tunnettainen hinta seuraavalle päivälle
Hinnan määräytyminen	KL-yhtiö määrittää pitkän aikavälin tuotanto-kustannusarvionsa mukaan	KL-yhtiö määrittää vuoden / sesonkien tuotanto-kustannusarvionsa mukaan	KL-yhtiö määrittää tunnettaiten rajakustannusten mukaan	Hinta määräytyy markkinaehtoisesti tuotannon kilpailutuksessa
Ympäristöarvoista maksaminen	Kaikki tuotanto samanarvoista	Bonus hiilidioksidineutraalille tuotannolle	Eri hinnat eri tuotantomuodoille	
Hinnan julkisuus	Kahdenvälinen		Julkinen	
Kysyntäjoustopuomointi	Kysyntäjoustopuomointi ei osana markkinamallia	Kysyntäjoustopuomointi hinnoitellaan kapasiteettiniukkuuden aikana	Kysyntäjoustopuomointi tarjotaan aina hinta	
Tekninen myynnin toteutus	Myynti menosta menoon	Myynti paluusta menoon	Myynti paluusta paluuseen	

Kaksisuuntaista kaukolämpöä hinnoiteltaessa on mahdollisuus hinnoitella tuotettua energiaa, tarjolla olevaa kapasiteettia tai molempia. Tämän lisäksi hinnoittelufrekvenssi (esimerkiksi kuukausihinnat tai muuttuvat tuntihinnat) vaikuttavat erilaisten toimijoiden ja ratkaisujen markkinoille liittymisen ehtoihin. Tärkeässä roolissa on myös sopimuksen pituus ja tuottojen ennustettavuus. Ulkopuolisen tuottajan on pystyttävä arvioimaan investoinnin takaisinmaksuaika riittävän tarkasti, etenkin jos kaksisuuntaisille markkinoille osallistuvan toimijan täytyy investoida uuteen lämmöntuotantolaitteistoon.

Näiden keskeisten kriteerien pohjalta luotiin neljä erilaista markkinamallia kaksisuuntaisia lämpömarkkinoita varten. Markkinamallit eivät välttämättä ole toisensa poissulkevia vaihtoehtoja, vaan niitä voidaan soveltaa myös yhtä aikaisesti vastaamaan erilaisten asiakastuottajien tarpeisiin. Markkinamallien yltäosan yhteenveto on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5 Määritellyt markkinamallit

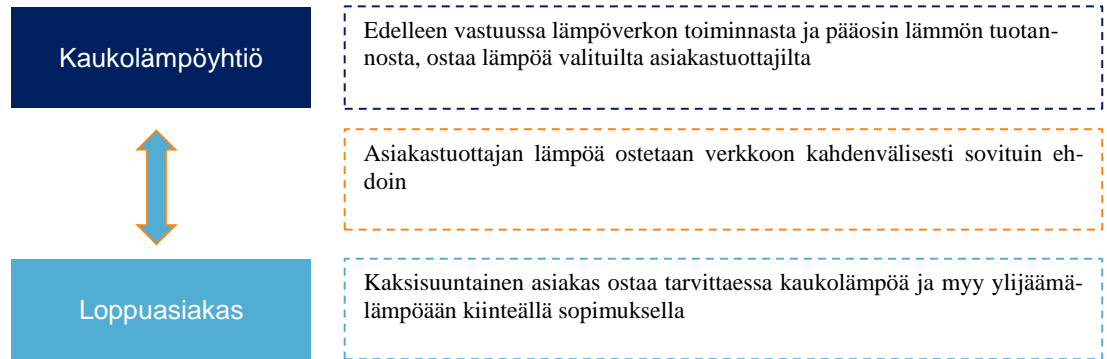
Kiinteän hinnan malli	Rajakustannusmalli	Kapasiteettimalli	Verkko avoimena alustana
<ul style="list-style-type: none"> Tavoitteena uusien asiakastuottajien löytäminen ja kokemuksen kerääminen uuden markkinan käynnistämiseksi Hinnat etukäteen sovitut, ei toimitusvelvollisuutta Kahdenkeskisiä sopimuksia 	<ul style="list-style-type: none"> Tavoitteena houkuttella tuottajia, jotka eivät tarvitse suuria investointeja 2-suuntaisen lämmön tuottamiseksi Kaukolämmön keskistetyn tuotannon rajakustannusten mukaan määräytyvä ostohinta energiasta (€/MWh) 	<ul style="list-style-type: none"> Tavoitteena tuoda pelkän energian asemasta kapasiteettia verkkoon Tuottajalla toimitusvelvollisuus sovitun kapasiteetin puitteissa 	<ul style="list-style-type: none"> Kaukolämpöverkko toimii omana markkina-alustana Vahva analogia nykyiseen sähköverkko-maailmaan

6.2 Valittujen mallien tarkempi kuvaus

6.2.1 Kiinteän hinnan malli

Kiinteän hinnan malli on helpoin tapa aloittaa kaksisuuntainen kauppa lämpöverkossa, ja haluttaessa sen avulla voidaan kerätä kokemuksia ja lisätä osapuolten tietoisuutta kaksisuuntaisesta toimintamallista. Hinnat voidaan sopia asiakaskohtaisesti, ja hinnan ”kiinteys” tarkoittaa että hintaehdot pyritään sopimaan kiinteästi pidemmäksi aikaa. Hintaan voidaan myös sopia esimerkiksi jonkinlainen indeksi, mutta hinta ei suoraan vastaa kaukolämpöyhtiön hetkellisiä omia tuotantokustannuksia tai kapasiteetin kustannuksia. Tavoitteena on taata asiakastuottajalle hinta, jolla investointi on helppo toteuttaa. Haluttaessa voidaan myöhemmin siirtyä yhtenäisempiin ehtoihin ja laajasti skaalautuvaan toimintamalliin. Tässä esitellyn mukainen malli voi kuitenkin toimia myös pysyvämpänä vaihtoehtona, mikäli kaksisuuntaisten asiakkaiden määrä ei nouse kovin suureksi. Mallin kohderyhmänä voivat olla pienet asiakastuottajat, kuten esimerkiksi kiinteistöt, joilla ei ole aiempaa kokemusta lämpökaupasta, mutta myös yksittäiset isommat tuottajat. Malli soveltuu parhaiten rajalliselle määrälle tuottajia sen tapauskohtaisesta räätälöinnistä ja asiakaskohtaisista sopimuksista johtuen, ja ainakin alkuvaiheessa voidaan olettaa että asiakastuottajien määrä olisi kohtuullisen pieni suurimmassa osassa kaukolämpöverkkoja Suomessa.

Mallin kohderyhmän on oletettu arvostavan helppoutta ja liiketoiminnan yksinkertaisuutta. Kaukolämpöverkon kannalta malli on yksinkertainen toteuttaa ja mahdollistaa kaksisuuntaisuuden toteuttamisen ilman suuria markkinapaikan hallinnointiin liittyviä tietojärjestelmätarpeita tai henkilöstöresursseja silloin kun osallistujien määrä on kohtuullinen. Malli on esitelty pääpiirteissään taulukossa 6.

Taulukko 6 Kiinteän hinnan mallin kuvaus


Markkinamallin elementti	Toteutus kiinteän hinnan mallissa
Tuotannon verkkoonpääsyn toteutustapa	Kahdenvälinen, vapaaehtoinen sopiminen tapauskohtaisesti
Sopimuksen kesto	Useamman vuoden kiinteä ostosopimus
Hinnoittelujaksot	Esimerkiksi vuosittain indeksin perusteella vaihtuva kiinteä hinta, määritelly esimerkiksi vuodenojittain tai kuukausitasolla
Hinnan määräytyminen	KL-yhtiö määrittelee hinnan arvioimansa hyödyn perusteella tai hinta määritellään yhdessä tuottajan kanssa molemminpuoliset tarpeet huomioiden
Tasevastuu	Kaukolämpöyhtiö
Hinnan julkisuus	Kahdenvälinen
Toimitusvelvollisuus	Asiakkaalla ei toimitusvelvollisuutta

Kiinteän hinnan mallissa verkkoon syötetyn lämmön hinnat määritellään kahdenvälisillä sopimuksilla. Hinta määrittyy kahdenvälisissä neuvotteluissa, pohjautuen yhtäältä asiakastuottajan kustannusrakenteeseen, ja toisaalta kaukolämpöyhtiön vaihtoehtoiskustannuksiin ja ostetun lämmön laatuun, saatavuuteen ja sijaintiin verkossa. Keskeisenä tekijänä hinnan määrittämisessä on myös lämmön ostamisen/tuottamisen aiheuttamat investoinnit, ja niiden jako osapuolten välillä. Hintoja ei lähtökohtaisesti julkaista kolmansille osapuolille, mutta haluttaessa hinnat tai esimerkkihintoja voidaan julkaista. Sopimus voi olla joko toistaiseksi voimassaoleva tai osapuolten niin sopiessa myös määräaikainen. Ostohinta tarkastetaan sovitulla aikavälillä, esimerkiksi kolmen vuoden välein, tai hinta voi olla indeksoitu sovitulla tavalla. Lämmöstä voidaan maksaa energiapohjaista hintaa tai kapasiteettiperusteista hintaa, joka on sovittu etukäteen hinnoittelujakson ajaksi halutulla aikajalla, esimerkiksi kuukausikohtaisena hintana tai vuosihintana.

Kiinteän hinnan mallissa osapuolet voivat sopia tavoitellun ja minimi-/maksienenergiamäärän sopimusneuvotteluissa. Kaukolämpöyhtiö määrittelee ostettavan energiamäärän lämmöntarpeensa perusteella, eikä asiakkaalla toisaalta ole toimitusvelvollisuutta, ellei niin erikseen sovita. Siten ostettavan energian määrä voi vaihdella sopimuksen perusteella kuukausitasolla, ja toisaalta asiakastuottajan tarjonnan perusteella tuntitasolla. Malli vaatii hinnoittelutavasta riippuen tunti-, päivä- tai kuukausitason kulutus- ja tuotantomittauksen. Lisäksi laskutusjärjestelmä täytyy olla päivitetty kaksisuuntaisen laskutuksen mahdollistamiseksi tai vaihtoehtoisesti asiakastuottajien laskutus on käsiteltävä manuaalisesti, mikäli tuottajia on hyvin vähän. Yksinkertaisinta asiakastuottajan kannalta olisi laskujen netotus, jolloin asiakkaan ei tarvitse itse laskuttaa

tuottamastaan lämmöstä. Tässä mallissa toimitusvarmuudesta huolehtiminen jää kaukolämpöyhtiölle, mikä on huomioitu lämmön oston hinnoittelussa.

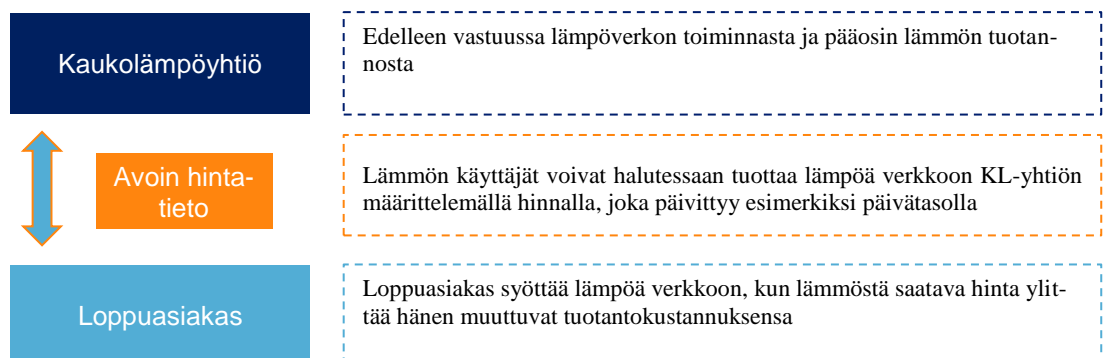
Haastatteluiden ja työpajan perusteella kiinteän hinnan mallin nähtiin olevan nykyään pääasiassa käytössä oleva malli, jolla kaukolämpöyhtiö hankkii energiantuotantoa kolmansilta osapuolilta. Mallin koettiin olevan sinänsä toimiva ratkaisu, mutta sen ei koettu olevan riittävä energiajärjestelmien kokonaisoptimoinnin kannalta. Osa potentiaalisista asiakastuottajista ja kokonaan ulkopuoliset tuottajat näkivät, että tämän mallin avulla ei suoraan päästä tilanteeseen, jossa kaukolämpöverkon energianhankinta toteutettaisiin kaikkein tehokkaimmin. Malli nähtiin kuitenkin hyvänä kaukolämpöyhtiövetoisena mallina, jonka avulla kaksisuuntaisia markkinoita aletaan kehittää kohtuullisin kustannuksin ja resurssein.

6.2.2 Rajakustannusmalli

Rajakustannusmallissa asiakastuottajat voivat päättää itse tuotantohalukkuutensa kaukolämpöyhtiön määrittämän, kustannusten perusteella vaihtelevan ostohinnan perusteella. Mallin avulla pyritään ensisijaisesti saamaan kaukolämpöasiakkaita lämmöntuottajiksi verkkoon tuottamaan lämpöä silloin, kun se on edullista sekä tuottajille että kaukolämpöyhtiölle. Kiinteän hinnan malliin verrattuna tässä mallissa voidaan huomioida tarkemmin kustannusten vaihtelu jopa päivä- tai tuntitasolla. Malli sopii erityisesti kaukolämpöyhtiöille, joilla on mahdollisuus useamman asiakastuottajan liittämiseen sekä riittävästi olemassa omaa olevaa kapasiteettia lämmöntarpeen täyttämiseen. Parhaiten malli voisi soveltua suurimmille lämpöverkoille, joissa potentiaalisia asiakastuottajia on tyyppillisesti pieniä enemmän ja markkinoilla olisi enemmän toimijoita.

Malli on suunniteltu ensisijaisesti sellaisille asiakastuottajille, joilla on olemassa ylimääräistä kapasiteettia, ja jotka arvostavat joustavuutta ja reagointimahdollisuutta erilaisiin markkinatilanteisiin. Tavoitteena on saada lämpöverkkoon verkon nykyistä tuotantoa tukevaa, joustavaa tuotantoa. Rajakustannusmalli on esitelty pääpiirteissään taulukossa 7.

Taulukko 7 Rajakustannusmallin esittely



Markkinamallin elementti	Toteutus rajakustannusmallissa
Tuotannon verkkoonpääsyn toteutustapa	Kahdenvälinen, vapaaehtoinen sopiminen tapauskohtaisesti tai julkiset liittymisehdot
Sopimuksen kesto	Toistaiseksi voimassaoleva
Hinnoittelujaksot	Päivä/viikkotasolla määräytyvä hinta julkaistaan verkkosivuilla. Myös tuntitason hinnoittelu on mahdollinen
Hinnan määräytyminen	Hinta määritellään kaukolämpöyhtiön rajakustannusten perusteella. Laajemmin sovellettuna hinta voi määräytyä kysynnän ja tarjonnan tasapainona, ja myös asiakastuottajien tuotanto voi määrittää hinnan
Tasevastuu	Kaukolämpöyhtiö
Hinnan julkisuus	Julkinen
Toimitusvelvollisuus	Asiakkaalla ei toimitusvelvollisuutta. Kaukolämpöyhtiö ostaa kaiken omat tuotantokustannukset alittavan lämmön, joka sopii verkkoon

Myös rajakustannusmallissa tuottajaksi ryhtymisestä sovitaan kahdenvälisin sopimuksin, joissa sovitaan esimerkiksi käytössä olevan kapasiteetin määrästä, mahdollisista priorisoiduista ostoista sekä oston yleisistä periaatteista. Kahdenvälisyydestä huolimatta sopimuksissa voidaan käyttää yhtenäisiä periaatteita ja yleiset liittymisehdot voidaan haluttaessa myös julkaista.

Rajakustannusmallissa lämmön ostohinta asiakastuottajilta määritellään kaukolämpöyhtiön toimesta esim. tunti-, päivä- tai viikkotasolla ja hinta julkaistaan asiakastuottajille etukäteen tuotantopäätösten tekemiseksi. Hinta määritellään energiapohjaisena kaukolämpöyhtiön rajakustannusten perusteella, tarvittaessa tehoportaittain, sisältäen maksimiomäärän kyseisellä hinnalla. Hinnan määrittely voi tapahtua esimerkiksi kerran viikossa tai kuukaudessa, tai tarvittaessa päivittäin, mikäli toiminnan volyymi sen tarpeelliseksi tekee. Rajahinnan saatuaan tuottajat tekevät sitovat tarjouksensa lämmöntuotannosta. Kaukolämpöyhtiö ostaa kaiken julkaistulla hinnalla tarjotun lämmön. Jos tarjonta ylittää lämmöntarpeen, kaikilta tuottajilta ostetaan osuus tasaisesti. Isoimmille tuottajille voidaan myös tarjota prioriteettia, mikäli se on tarpeellista järjestelmän kokonaistoimivuuden takaamiseksi.

Hinnoittelumallin käyttöönottoa varten tarvitaan tuntitason kulutus- ja tuotantomittauksen lisäksi yleensä laskutusjärjestelmän päivitys. Lisäksi tarjousten ja sovitun myynnin hallintaan tarvitaan oma järjestelmänsä sekä henkilöstö joka hoitaa järjestelyn käytännössä. Rajakustannusmallin avulla voidaan varmistaa, että kaksisuuntaiset asiakastuottajat syöttävät omaa tuotantoaan verkkoon silloin kun se on taloudellisesti järkevää lyhyen tähtäimen optimoinnin näkökulmasta. Rajakustannukset perustuvat kaukolämpöyhtiön muuttuviin tuotantokustannuksiin, jolloin mallissa ei huomioida mahdollisia kaksisuuntaisuuden vaikutuksesta muuttuvia kaukolämpöyhtiön investointitarpeita. Mallin voidaan siksi ajatella soveltuvan hyvin tilanteeseen, jossa kaksisuuntaisten asiakkaiden tuotanto kattaa kohtuullisen pienen osuuden kaukolämmön kokonaistarpeesta, ja pääosa tuotannosta jää edelleen kaukolämpöyhtiön vastuulle. Oletettavasti näin onkin hyvin pitkän aikaa lähes kaikissa nykyisissä kaukolämpöverkoissa, vaikka kaksisuuntaisia asiakkaita lähdetäisiinkin voimallisesti houkuttelemaan tuottajiksi. Mallia voidaan kuitenkin kehittää myös siten, että hinta määräytyy myös asiakastuottajien tarjousten perusteella, mikäli asiakastuottajien tuottaman lämmön osuus kasvaa suureksi.

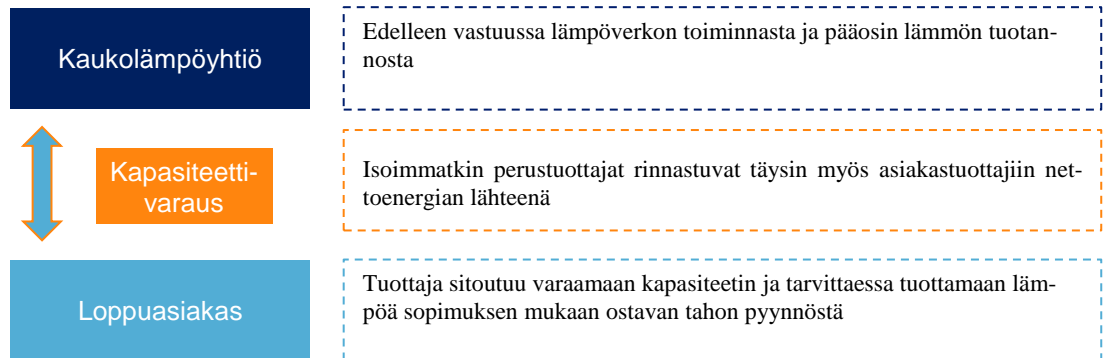
Rajakustannusmallin osalta muutamat haastatellut potentiaaliset asiakastuottajat toivoivat hinnan määräytyvän tarpeeksi tiheällä frekvenssillä niin, että lämmön myyjä pystyy hyötymään myös rajakustannusten hetkellisistä nousuista. Hinnan määräytymishetki nähtiin myös oleelliseksi kysymykseksi. Myös mahdollinen futuurien käyttö nostettiin esiin yhtenä keinona hinnanmuutoksilta suojautumiseen, jolloin tuottaja voisi varmistaa hintatason tuotannolleen ostamalla hintasuojauksen lämmölleen.

Haastatteluiden perusteella toimitusvelvollisuuden puuttumista toimittajalta ei koettu ongelmaksi ainakaan pienessä mittakaavassa toteutetuissa kohteissa, sillä useimpien haastateltavien mielestä kaukolämpöyhtiöiltä löytyy nykyisellään jo riittävästi kapasiteettia, mikäli asiaa tarkastellaan lähivuosien perspektiivillä. Toisaalta monet näkivät, että mikäli mukana ei ole kapasiteettikomponenttia, energian arvo voi jäädä pieneksi. Toisin sanoen vastaajat olettivat, että kaukolämpöjärjestelmän nykytuotantorakenteesta johtuen pelkästään lämmön muuttuvaan tuotantokustannukseen perustuva hinnoittelu voi aiheuttaa tilanteen, että energiasta maksettava hinta jää alhaiseksi, sillä tällä mallilla kaukolämpöyhtiön investointien tarve pysyisi käytännössä samana.

Rajakustannusmallin ei nähty kannustavan uusiin investointeihin lämmöntuotantoon. Tässä mielessä mallin koettiin sopivan hyvin esimerkiksi kohteisiin, joissa lämpöä olisi mahdollista syöttää verkkoon ilman huomattavia lisäinvestointeja. Vuositason netotusta (ts. laskutustapa jossa tuotettu energiamäärä verkkoon korvaa vastaavan määrän verkosta ostettua lämpöä vuositasolla laskettuna) ei tässä nähty hyvänä mallina, sillä se ei huomioisi lämmön erilaista arvoa eri aikoina. Yhtenä haasteena nähtiin myös se, miten pystytään varmistamaan, että ensimmäisenä investoineet saavat investoinnillaan riittävän tuoton tilanteessa, jossa verkkoon myöhemmin tulee paljon uusia tuottajia. Osittain potentiaalisten asiakastuottajien näkemyksissä olikin ristiriitaa, sillä toisaalta toivottiin lämmöntuotannon kustannusten vaihtelusta hyötymistä, toisaalta vakautta ja varmuutta hintojen pysyvyydestä.

6.2.3 Kapasiteettimalli

Kapasiteettimallissa tuottajan saama korvaus painottuu sovittuun lämmöntuotantokapasiteettiin, jonka tuottaja sitoutuu tarjoamaan lämpöverkon käyttöön. Mallilla kaukolämpöyhtiö pyrkii saamaan asiakastuottajia lämmöntuotantoon sitoutuneiksi lämmöntuottajiksi verkkoon, esimerkiksi oman kapasiteetin tarvetta korvaamaan. Malli sopiikin siten erityisesti kaukolämpöyhtiöille, joilla on niukkuutta kapasiteetista, tai jotka haluavat oman investointinsa sijaan tarjota asiakastuottajille mahdollisuuden investoida lämmöntuotantokapasiteettiin. Tuottajapäässä mallin kohderyhmänä voivat olla esimerkiksi suuret teollisuuslaitokset, joilla on oman prosessinsa puolesta mahdollisuus ennakoida käytettävissä olevan kapasiteetin määrä tarkasti tai toimijat, jotka suunnittelevat uutta investointia lämmöntuotantokapasiteettiin ja haluavat vakaamman tulovirran investoinnilleen. Kapasiteettimalli on esitelty taulukossa 8.

Taulukko 8 Kapasiteettimallin esittely


Markkinamallin elementti	Toteutus kapasiteettimallissa
Tuotannon verkkoonpääsyn toteutustapa	Julkiset ehdot verkkoonpääsystä mahdollisuuksien mukaan. Sopimuksia voidaan jakaa tarvittaessa esim. huutokaupan perusteella
Sopimuksen kesto	Vuosisopimus (voi sisältää jaksoja)
Hinnoittelujaksot	Esimerkiksi vuosittain
Hinnan määräytyminen	Julkiset hinnat, jotka voidaan julkaista esimerkiksi erityyppisille kapasiteeteille erikseen, tarvittaessa räätälöinti mikäli tuottajan profiili eroaa esimerkkitapauksista. Hinnoittelu painottuu kapasiteettimaksuun
Tasevastuu	Kaukolämpöyhtiö
Hinnan julkisuus	Julkinen lähtökohtaisesti (myös kahdenkeskiset sopimukset mahdollisia)
Toimitusvelvollisuus	Kyllä. Mahdollisuus käyttää sopimuksellisia sanktiopykälä, jos kapasiteettia ei ole tarjolla sovittun mukaisesti

Kapasiteettimallissa tuottajaksi ryhtymisestä sovitaan kahdenvälisin sopimuksin, joissa sekä sovitaan toimitettavasta, sitovasta kapasiteetista että kapasiteetin ja energian hinnoittelusta. Mallissa voidaan soveltaa julkisia hintatasoja tietyn tyyppisille tuotantomuodoille ja –profiileille, ja tarvittaessa hinnoista voidaan neuvotella mikäli asiakastuottajan tarjoama kapasiteetti eroaa merkittävästi määritellyistä profiileista. Hintojen tulisi pohjautua yhtäältä asiakastuottajan investointiin ja muuttuvaan kustannusrakenteeseen, ja toisaalta kaukolämpöyhtiön vaihtoehtoiskustannuksiin ja ostetun lämmön laatuun, saatavuuteen ja sijaintiin verkossa. Ostohinnat sidotaan erikseen sovittuihin indekseihin. Julkisten hintojen avulla voidaan houkuttaa uusia tuottajia harkitsemaan osallistumista markkinoille. Yhden hinnan järjestelmä ei kuitenkaan välttämättä ole mahdollinen, mikäli potentiaaliset asiakastuottajat sijaitsevat verkossa eri paikoissa ja heillä on tarjolla kapasiteettia eri aikoihin ja eri lämpötilatasoissa.

Sopimus on tyypillisesti määräaikainen, ja sopimuskauden pituus on osapuolten sovittavissa. Sopimus on tyypillisesti sitä pidempi, mitä merkittävämmät investoinnit järjestelyn toteutukseen liittyvät.

Kapasiteettimallissa tuottajalle maksetaan esimerkiksi kuukausitasolla kiinteästi tai sovitusti vaihtelevasta (esim. arkipäivisin/viikonloppuisin tms.) kapasiteetista kiinteä maksu sekä tuotetusta energiasta erillinen energiamaksu. Sopimuksia voidaan tarvittaessa tarjota kiinnostuneille osapuolille huutokaupan perusteella. Huutokaupassa esimer-

kiksi hiilidioksidineutraali tuotanto, joka pääsee toivottaviin lämpötilatasoihin, voidaan asettaa etusijalle.

Asiakstuottaja on toimitusvelvollinen sopimaansa kapasiteettimäärään asti ja sitoutuu varaamaan kapasiteetin ja tarvittaessa tuottamaan lämpöä sopimuksen mukaan kaukolämpöyhtiön pyynnöstä. Kaukolämpöyhtiö puolestaan ei ole velvollinen ostamaan energiaa. Malliin on myös mahdollista sisällyttää sanktiopykälä, jolla kannustetaan tuottajaa ylläpitämään sovittu toimitusvastuu.

Tuntitason kulutus- ja tuotantomittauksen lisäksi kapasiteettimallissa tarvitaan mahdollinen kapasiteetin hallintajärjestelmä ja laskutusjärjestelmä, joka kykenee tuntitason laskutukseen. Lisäksi tarvitaan henkilöstöresursseja sopimusten tekemiseen, mahdollisiin neuvotteluihin ja hinnoittelun hallintaan. Kapasiteettimalli soveltuu kaukolämpöyhtiön kannalta parhaiten tilanteisiin, joissa kaksisuuntaisilta asiakkailta olisi mahdollista hankkia kapasiteettia niin paljon, että se vaikuttaisi kaukolämpöyhtiön omiin investointitarpeisiin.

Haastatteluiden ja työpajan perusteella kapasiteettimallin haasteeksi koettiin tuottajien mahdollisuudet sitoutua kapasiteetin käyttöön tarjoamiseen, koska tuottajan kyky sitoutua toimituksiin riippuu sen oman toiminnan sykleistä. Esimerkiksi teollisuuslaitoksella tuotanto saattaa loppua hetkeksi kahden viikon varoitusajalla ja tauko kannattaa hyödyntää huoltoon. Myös viikon sisäinen vaihtelu (esimerkiksi viikonlopun mittaiset tuotantokatkot) nähtiin haasteeksi. Tällöin sitoutuminen yli kahdeksi viikoksi kerrallaan koettiin vaikeaksi. Kauppakeskuksissa puolestaan säätilan vaihtelut, esimerkiksi sateet, saattavat laskea jäähdytystarvetta niin paljon, ettei jäähdytettäessä syntyvää lämpöä riitäkään verkkoon sovittua määrää

Huolimatta vaikeuksista taata tietyn kapasiteetin tarjonta riittävän pitkäksi aikaa, haastatteluissa tuotiin myös esille, että sopimuksien pitäisi olla tarpeeksi pitkiä, jotta investoinnin takaisinmaksu voitaisiin taata. Isoilla ja pelkästään lämpöä tuottavilla (ei kuluttavilla) toimijoilla tällaisia sopimuksia on jo käytössä. Haastatteluissa nostettiin esiin, että tuottaja, joka ei tuota sopimuksen mukaan, tulisi altistaa merkittävälle sanktiolle sopimuksellisesti.

Erityisesti kapasiteettimallin yhteydessä nousi esiin ajatus, että kulutuksen jousto pitäisi laskea mukaan samalla tavalla kuin tuotanto. Esimerkiksi mikäli suuri teollisuusyritys pystyy hetkellisesti vähentämään merkittäviä määriä energiankulutustaan (ts. lämmitykseen vaadittava teho putoaisi), tulisi tästä negatiivisesta joustomahdollisuudesta saada myös kapasiteettikorvaus. Tässä tapauksessa kaukolämpöyhtiön ei tarvitsisi käynnistää kallista huippukapasiteettia. Ajatuksen voi viedä vielä pidemmälle siten, että negatiivisen kapasiteettijouston kautta kaukolämpöyhtiö voisi vähentää varakapasiteetin määrää, mikäli lämmön käyttäjä sitoutuu jouston tarjoamiseen. Mikäli teollisuusyrityksellä esimerkiksi on muista syistä omaa lämmöntuotantokapasiteettia, voidaan tätä käyttää myös tehtaan energian hankintaan silloin, kun negatiivista kapasiteettijoustoja tarvitaan. Silloin huomattava osa teollisuuslaitokseen menevästä energiasta voidaan ohjata muille verkon käyttäjille.

Haastateltavat toivat esille, että kaikki kapasiteetti ei ole samanarvoista, vaan kunkin kapasiteetin arvon katsottiin riippuvan mm. siitä, mitä kapasiteettia syrjäytetään. Tämä tulisi vastaajien mielestä huomioida hinnanmuodostuksessa. Lisäksi energiallakin olisi tässä mallissa hyvä olla jonkinlainen takuuhinta (ts. sen pitäisi perustua tuotantokustannuksiin). Tuotantovarmuuden näkökulmasta pitkän aikavälin suunnittelun merkitys näh-

tiin korostuneeksi. Jotkut vastaajat nostivat keskeiseksi kysymykseksi sen, miten kapasiteetin arvo voidaan tuoda läpinäkyväksi niin, että se kilpailisi kysyntäjousten kanssa.

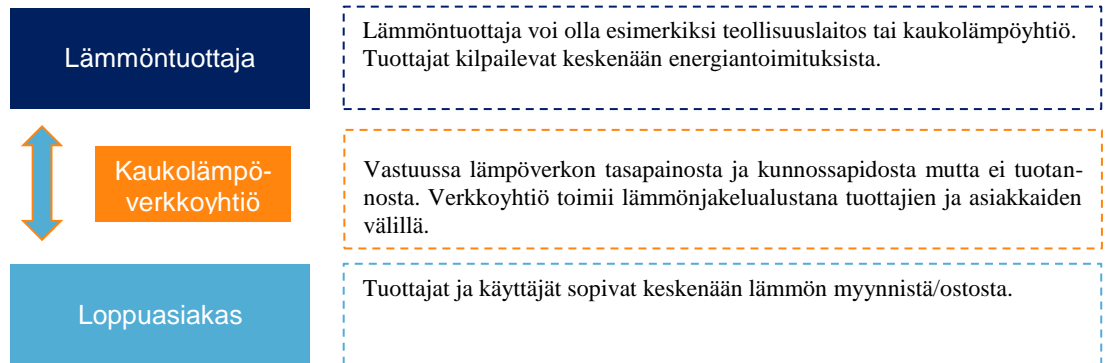
6.2.4 Verkko avoimena alustana

Kaukolämpöverkko voi teoriassa toimia sähköverkon kaltaisena avoimena alustana, jonka kautta tuottajat ja asiakkaat kohtaavat. ”Verkko avoimena alustana” –malli mukaileekin sähkömarkkinoilla sovellettavia periaatteita. Mallin avulla on mahdollisuus houkutella erilaisia tuottajia erityyppisillä hinnoittelumalleilla.

Mallissa periaatteessa jokainen verkkoon liittynyt asiakas voi hankkia lämpönsä vapaasti valitsemaltaan, verkkoon sovituin perustein liittyneeltä tuottajalta. Suurin kaukolämpötuottaja alueella (lähtökohtaisesti nykyinen kaukolämpöyhtiö) on veloitettu myymään lämpöä asiakkaille syrjimättömillä hinnoilla eli toimii ns. avoimena toimittajana kaikille lämmön käyttäjille. Tuottajat voivat puolestaan verkkoon liittyttyään myydä lämpöä kahdenvälisillä sopimuksilla lämmön käyttäjille. Lämmön siirrosta vastaa kaukolämpöverkkoyhtiö, joka perii siirtohinnan siirretystä lämmöstä. Kaukolämpöverkkoyhtiö voi esimerkiksi olla vastuussa tasehallinnasta ja vara- sekä huippukapasiteetin ylläpidosta. Tämän kapasiteetin käytöstä ja ylläpidosta veloitetaan kaikilta verkon käyttäjiltä.

Mallin avulla voidaan luoda teoriassa avoin ja monipuolisin kilpailu, mutta sen toteutukseen liittyy myös suurimmat kustannukset. ”Verkko avoimena alustana” –malli on esitelty taulukossa 9.

Taulukko 9 Verkko avoimena alustana



Markkinamallin elementti	Toteutustapa Verkko avoimena alustana -mallissa
Tuotannon verkkoonpääsyn toteutustapa	Kahdenväliset sopimukset lämmön ostosta ja myynnistä, avoin liittymisoikeus tuotannolle
Sopimuksen kesto	Sopimuksen mukaan
Hinnoittelujaksot	Sopimuksen mukaan
Hinnan määräytyminen	Sopimuksen mukaan lämpöenergia, lämmön siirto ja tasehallinta verkkoyhtiön siirtohintojen mukaan
Tasevastuu	Kaukolämpöverkkoyhtiö
Hinnan julkisuus	Ei
Toimitusvelvollisuus	Sopimuksen mukaan

Mallissa sovelletaan kahdenvälisiä sopimuksia tuottajien ja asiakkaiden välillä, ja hinnoittelu sovitaan sopimuskohtaisesti. Lämmön siirtoyhtiöllä (verkko-operaattorilla) on erillinen, julkinen lämmön siirtohinta, jota peritään myös asiakastuottajien ja asiakkaiden välillä vaihdetusta lämmöstä.

Avoimessa mallissa kukin lämmön toimittaja vastaa sopimuksen mukaan kaikesta tai osasta lämmön toimittamisesta asiakkailleen, ja mikäli toimittaja ei kykene tuottamaan kaikkea asiakkaiden kanssa sovittua lämpöä, se voi ostaa puuttuvan lämmön alueen avoimelta toimittajalta (alueen tasevastaavalta lämmön toimittajalta).

Mallin toteuttamiseen edellyttää erittäin merkittäviä toimintatapojen ja -järjestelmien muutoksia nykyiseen malliin verrattuna. Käytännössä esimerkiksi kaukolämmön siirtoyhtiöt olisi eriytettävä omiksi kokonaisuuksiksi, verkkoon olisi luotava tasehallinnan ja toimittajanvaihdon mahdollistavat toiminnallisuudet ja järjestelmät sekä luotava käytännöt avoimen lämpökaupan mahdollistamiseksi. Edelleen jouduttaisiin edellyttämään, että verkossa on yksi toimitusvelvollinen tuottaja, jonka on myytävä lämpöä niille asiakkaille, jotka eivät tee sopimuksia muiden toimittajien kanssa. Tällöin myös nykyisestä käytännöstä, jossa kaukolämpöyhtiöt myyvät lämpöä asiakkailleen yhtenäisin, syrjimättömin ehdoin ja hinnoin, tulisi luopua, mikä johtaisi asiakaskohtaisiin hintaeroihin. Mallin toteuttamiseen liittyvien kustannusten ja vaativuuden johdosta mallin toteuttamisen kannattavuutta on arvioitava kriittisesti kaikissa tilanteissa. Haastatteluiden perusteella mallin käyttöönotto aiheuttaa paljon haasteita, jotka täytyy ratkaista:

- Miten varmistetaan, että lämpöä riittää verkon jokaiselle asiakkaalle?
- Miten verkon pumppaus onnistuu erilaisissa ajotilanteissa?
- Miten voidaan selvittää tilanne, jossa lämmön ostaja ei saa ostamaansa lämpöä mutta myyjä sanoo toimittavansa?

Haastateltavat näkivät, että malli vaatisi ehdottomasti jonkun tahon huolehtimaan verkon tasapainosta ja tasehallinnasta. Tällä taholla olisi oltava käytettävissä tietty määrä varmasti käyntiin saatavaa kapasiteettia eli se toimisi niin kutsutussa tasevastuussa. Mallin käyttöönotto vaatii suuren taustatyön ja suunnittelun, mutta toisaalta vastaava malli on käytössä esimerkiksi sähköverkkopuolella. On kuitenkin huomioitava, että sähköverkkojen osalta markkina on huomattavasti suurempi kuin suurimmatkaan kaukolämpöverkot. Esiin nostettiin myös huomio pohjoismaisten sähkömarkkinoiden tilanteesta, jossa pelkästään energiamaksuun pohjautuva markkina ei vaikuta tällä hetkellä toimivan, sillä nykyiset alhaiset sähkönhinnat eivät riitä markkinaehtoihin investointeihin uuteen kapasiteettiin. Sama kysymys energian ja kapasiteetin hinnoittelusta tulisi huomioida myös lämpömarkkinoilla.

6.3 Mallien yleinen arviointi

Kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan toteuttaa erilaisilla markkinamalleilla, joista yksinkertaisimmissa kaukolämpöyhtiöt toimivat edelleen nykyisen mallin mukaisesti sekä verkosta että pääosin tuotannosta vastaavina lämmön myyjinä. Tällöin yhtiöt voivat maksaa erilaisilla mallivaihtoehdoilla ulkopuolisesta tuotannosta joko avoimen hinnoittelumallin mukaisesti tai kahdenvälisillä sopimuksilla, ja korvaus voi koskea joko energiaa (Rajakustannusmalli) tai kapasiteettia (Kapasiteettimalli). Tällaisissa vaihtoehdoissa kaksisuuntaisuus ei vaadi erityisiä muutoksia markkinarakenteisiin, eikä esimerkiksi lämmön siirron eriyttämistä tai regulaatiota.

Pidemmälle viedyssä mallissa (Verkko avoimena alustana) voi syntyä tarve eriyttää lämmön siirto- sekä tuotanto- ja myyntitoiminta toisistaan, jolloin asiakkaat voivat ostaa lämpöä valitsemiltaan lämmön tuottajilta. Tämä malli on nykyiseen toimintatapaan verrattuna työläs, ja vaatii myös erillistä verkon tasapainosta ja tasehallinnasta huolehtivaa tahoja, joka varmistaa lämmön siirtymisen ja saatavuuden. Yhteenvedot haastateltujen sekä konsultin arvioista malleista on koottu taulukkoon 10.

Taulukko 10 Mallien yhteenveto

	Haastattelujen yhteenveto	Konsultin arvio mallista
Kiinteän hinnan malli	<ul style="list-style-type: none"> Nykyisellään käytössä oleva malli, joka soveltuu hyvin esimerkiksi lämmönhankintaan kolmannelta osapuolelta Ei riittävän dynaaminen malli asiakastuottajien ja kaukolämpöyhtiön tuotantojen optimointiin 	<ul style="list-style-type: none"> Malli soveltuu käytettäväksi kaksisuuntaisen kaukolämmön ensivaiheen kehittämisessä Hyvä malli asiakastuottajille (esim. kiinteistöt) helppoutensa ja yksinkertaisuutensa vuoksi ja helposti toteutettavissa kaukolämpöyhtiölle mikäli asiakastuottajien määrä on kohtuullinen
Rajakustannusmalli	<ul style="list-style-type: none"> Ei nähty kannustavan riittävästi uusiin investointeihin, koska vuotuinen tulovirta on jossain määrin epävarma Sopiva malli etenkin tuottajille, jotka voivat tarvittaessa lisätä tuotantoaan, kun hinta on riittävän korkea 	<ul style="list-style-type: none"> Malli sopii hyvin sellaisille tuottajille, joiden ei tarvitse erikseen investoida kaksisuuntaisen lämmön tuottamiseen (esim. helposti hyödynnettävät hukkalämmöt teollisuudessa) Mahdollisuus ottaa käyttöön teollisuuden ylimääräistä tuotantokapasiteettia tarvittaessa
Kapasiteettimalli	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii lämmöntoimittajan, joka pystyy arvioimaan tarjolla olevan kapasiteetin tarkasti – ei sovi esimerkiksi sykliseen teollisuuteen (ts. jos kapasiteetti riippuu pääprosessin tuotannosta) Toimitusvarmuuden toteutuminen mahdollista hoitaa sanktiopykälien kautta Kysynnän jousto (negatiivinen kapasiteetti) tulisi saada malliin mukaan 	<ul style="list-style-type: none"> Mallin avulla mahdollista tuoda esimerkiksi teollisuuden ylimääräistä lämpökapasiteettia verkkoon ja korvata sillä kaukolämpöyhtiön kapasiteettia Mahdollisuus ulkoistaa osa kapasiteetin ylläpidosta ulkopuolisille tahoille Sopii hyvin jatkuvatoimiseen prosessiteollisuuteen Kaukolämpöyhtiöllä edelleen vastuu lämmöntoimituksista asiakkailleen
Verkko avoimena alustana	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii etukäteen sovitun tahon, joka on vastuussa kaukolämpöverkon tasapainosta ja optimoinnista (tase- ja optimointivastuu) Tärkeää tehdä perusteellinen kustannushyöty-analyysi ennen mallin toteutusta 	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisuus antaa markkinavoimien hoitaa mahdollisimman kilpailukykyinen lämmönhankinta kaikille asiakkaille Vaatii paljon työtä toteutuksen suunnittelussa ja toteutusvaiheessa nykymalliin nähden Kaukolämpöverkkojen suhteellisen pieni koko, verkkojen pullonkaulat ja erilliset verkot tekevät monimutkaisen järjestelmän luomisesta vaikeaa. Mahdollistaa myös kaksisuuntaisen lämmön toimintamallin, mutta on pidemmälle viety yleinen avoimen verkon malli

Uuden lämmöntuottajan osallistumisen kynnystä voidaan markkinamalleja määriteltäessä madaltaa esimerkiksi tarjoamalla kaukolämpöyhtiövetoista mallia, jossa kaukolämpöyhtiöllä on vahva rooli kaksisuuntaisuuden mahdollistajana. Tähän voidaan yhdistää palvelumalli, missä kiinteistön lämpöpumppu on yhdistettynä kaukolämpöjärjestelmän automaatioon, ja kaukolämpöyhtiö on vastuussa lämmöntuotannosta. Laskutuksen osalta kaikissa malleissa paitsi avoimen verkon mallissa on myös mahdollista käyttää nk.

netotusmallia, jossa kaukolämmön oston kustannuksista vähennetään myynnin tulot, jolloin tuottajan ei tarvitse erikseen laskuttaa tuotannostaan. Suoraan energiamäärinä netotus ei yleensä ole mahdollista, vaan on huomioitava myös lämmön vaihteleva arvo eri aikoina.

6.3.1 Mallien vertailu

Tarkasteltujen markkinamallien vertailu on esitetty seuraavissa taulukoissa kaukolämpöyhtiön ja asiakastuottajan näkökulmista. Yleisesti voidaan sanoa, että malli on valittava kuhunkin verkkoon sen ominaisuudet ja toimijat huomioiden – selkeää paremmuusjärjestystä ei ole.

Taulukko 11 Mallien vertailu kaukolämpöyhtiön kannalta

	Kiinteän hinnan malli	Rajakustannusmalli	Kapasiteettimalli	Verkko avoimena alustana
Hyvää	<p>Kaukolämpöyhtiölle helppo toteuttaa</p> <p>Ei ostovelvoitetta</p> <p>Kaukolämpöyhtiö määrittelee hinnan kustannus- ja tuotantorakenteensa pohjalta</p> <p>Sopii myös väliaikaiseksi malliksi</p>	<p>Ei hintariskiä</p> <p>Mahdollista saada edullisempaa lämmöntuotantoa verkkoon, parhaimmillaan mahdollisuus tarjota kaukolämpö asiakkaille edullisemmin</p> <p>Mahdollisuus luoda hintakilpailua tarjontaan</p>	<p>Mahdollisuus saada myös kapasiteettia käyttöön, voi vähentää investointitarpeita</p> <p>Mahdollisuus luoda hintakilpailua kapasiteetin tarjontaan</p>	<p><i>Kaukolämpöyhtiö toimisi mahdollisesti lähinnä verkon ylläpitäjänä, jolloin sen toiminnan luonne muuttuisi merkittävästi</i></p>
Huonoa	<p>Ei sido tuottajaa, joten toimitusvarmuuden takaamiseksi mallin osuus koko hankinnasta ei saa nousta liian suureksi (ilman, että toimittaja sitoutuu toimituksiin)</p> <p>Ei välttämättä varmista että lämmön hankinnan kustannukset laskevat</p>	<p>Ei sido tuottajaa, joten toimitusvarmuuden takaamiseksi mallin osuus koko hankinnasta ei saa nousta liian suureksi (ilman, että toimittaja sitoutuu toimituksiin)</p> <p>Hinnan määrittely ja tarjousten käsittely vaatii resursseja</p>	<p>Sisältää (lähes) vastaavan volyymin kuin oma investointi – jos käyttöä kapasiteetille ei ole, on maksettu ”turhasta”. Tätä riskiä voi olla mahdollista hallita sopimusteknisesti.</p>	<p>Haastava malli käytännön toteutuksen kannalta myös kaukolämpöverkko-yhtiölle</p>
Sopii erityisen hyvin	<p>Hankinnan kustannusoptimointiin</p> <p>Tilanteisiin, joissa mahdollisia asiakastuottajia olisi rajallinen määrä</p>	<p>Tilanteisiin, joissa asiakastuottajia on useita (kiinteähintaisen mallin käyttö raskasta) ja niiden virrat mahtuvat hyvin tukemaan kaukolämpöyhtiön omaa tuotantoa.</p> <p>Tilanteet, joissa ei vaadita merkittäviä lisäinvestointeja mallin käyttöönottamiseksi</p>	<p>Tilanteisiin, joissa verkon ympäristössä tehdään soveltuva investointi tai on merkittävä ja ennustettava ylijäämälämmön lähde.</p>	<p>Tilanteisiin, joissa halutaan luoda kilpailua. Edellytyksenä että kiinnostusta tuotantoon olisi runsaasti.</p>
Edistyskeinot	<p>Kaukolämpöyhtiön tarjoama kokonaispalvelu, esimerkiksi lämpöpumppuratkaisu (mukana esim. leasing rahoitus)</p>	<p>Kaukolämpöyhtiön palvelumalli jossa yhdistetään pieniä yksittäisiä lämmönlähteitä (esim. lämpöpumppuja), kaukolämpöyhtiö vastaan laitteen hallinnasta</p>	<p>Kapasiteetin hankinnan huutokauppa</p> <p>Kommunikaatio lähialueen teollisuuden ja uusien teollisuushankkeiden kanssa investointitarpeisiin liittyen.</p> <p>Kulutustarpeiden ja syrytettävän kapasiteetin huomiointi las- kutuksessa ja hinnanmuodostuksessa.</p>	<p>Vaatisi merkittävää panostusta ja yhteistä näkemystä paikallisesti läpi koko toimialan.</p> <p>Pilottihankkeet, tarkemmat tutkimukset</p>

Taulukko 12 Mallien vertailu asiakstuottajan kannalta

	Kiinteän hinnan malli	Rajakustannusmalli	Kapasiteettimalli	Verkko avoimena alustana
Hyvää	<p>Tuottajan kannalta hinta vakaa sopimusjakson ajan</p> <p>Jäähdytysenergian hyödyntäminen energialähteenä mahdollista</p> <p>Sopii myös väliaikaiseksi malliksi</p>	<p>Tuottaja voi päättää tarjottavan määrän</p> <p>Jäähdytysenergian hyödyntäminen energialähteenä mahdollista</p> <p>Sopii myös väliaikaiseksi malliksi</p> <p>Ei välttämättä vaadi suuria investointeja</p>	<p>Pitkäaikainen sopimus</p> <p>Tasainen tuotto sopimuskauden ajan</p>	<p>Mahdollisimman vapaa pääsy markkinoille</p> <p>Tuottaja voi löytää itselleen sopivan lämmön ostajan ja tehdä vapaasti sopimuksia lämmön myynnistä</p>
Huonoa	<p>Tuottajalle ei tasaista tuottoa (kaukolämpöyhtiön ostama määrä vaihtelee)</p> <p>Energian ostohinta voi olla alhainen</p>	<p>Tuottajalle ei tasaista tuottoa (sekä hinta että määrä voi vaihdella)</p> <p>Mahdolliset kilpailutilanteet vaikeuttavat investointeja koska niiden takaisinmaksusta ei ole takuuta</p>	<p>Tarjoajalla tulee olla kykyä sitoutua investointiin/kapasiteettiin</p> <p>Kaukolämpöyhtiöllä ei velvollisuutta ostaa energiaa, joten sille on tarpeen järjestää lauhdutus tai muu purkukeino. Tämän haasteen suuruus riippuu kapasiteetin integroimisesta prosesseihin sekä kysynnän vaihtelevuudesta.</p>	<p>Kilpailutilanne muita tuottajia vastaan. Mitä varmistaan oman investoinnin kannattavuus?</p> <p>Asiakstuottajan kannalta voi olla monimutkainen malli, ja lämmön ostajaa ei välttämättä löydy.</p>
Sopii erityisen hyvin	<p>Kun on olemassa olevaa hukka- ja/tai ylijäämälämpöä (erillinen tuotantokustannus hyvin alhainen)</p> <p>Varmin tuotto, kun tarjolla on ennustettavaa, tasalaatuista lämpöä</p>	<p>Tilanteisiin, joissa ylijäämälämpöä syntyy hankalasti ennustettavia määriä ja sitoutuminen tiettyyn tuotantomäärään ei ole mahdollista. Tällöin malli tuo mahdollisuuden hyödyntää ylijäämälämpöä.</p> <p>Tilanteisiin, joissa ei vaadita merkittäviä lisäinvestointeja mallin käyttöönottamiseksi</p>	<p>Olemassa oleva ylijäämäkapasiteetti tai tilanne, jossa voidaan löytää synergioita kaukolämpöyhtiön kanssa omaa tarvetta isomman investoinnin kautta.</p> <p>Suurille teollisuuslaitoksille</p>	<p>Tilanteisiin, joissa halutaan luoda kilpailua. Mallin toimivuus yksittäisen tuottajan kannalta on iso kysymysmerkki.</p>
Edistyskeinot	<p>Kommunikaation lisääminen osapuolien välillä ymmärryksen lisäämiseksi ja mahdollisuuksista viestimiseksi</p>	<p>Tuottajalle tehdään mahdolliseksi hukkalämmön hyödyntämisen/myynti energiatehokkuustoimenpiteenä mikä edistää esim. kiinteistön ympäristösertifiointia</p>	<p>Ennakoiva kommunikaatio kaukolämpöyhtiön kanssa investointitarpeisiin liittyen.</p>	<p>Vaatisi merkittävää panostusta ja yhteistä näkemystä paikallisesti läpi koko toimialan.</p> <p>Pilottihanke, mallin pohjaiset tutkimukset.</p>

Yhteiskunnallisesta näkökulmasta ratkaisevaa on koko Suomen tai kyseessä olevan alueen lämmitysratkaisujen teknis-taloudellinen tehokkuus. Mitä enemmän synergioita voidaan saavuttaa, mitä alhaisemmilla kustannuksilla lämpöä tuottaa ja mitä puhtaampia

teknologioita hyödyntää, sitä parempi. Koska mallien tehokkuus on tapauskohtaista, ei myöskään yhteiskunnallisesta näkökulmasta ole tunnistettavissa selkeästi ylivoimaista mallia.

Mallista riippumatta oleellisena kaksisuuntaisen kaukolämmön lisääntymisen edellytyksenä on avoin ja realistinen kommunikaatio kaukolämpöyhtiön ja asiakastuottajien välillä. Kun toisen osapuolen toimintatavat ja liiketoimintaprosessin ominaisuudet ovat ymmärrettävissä, on myös parhaan mahdollisen mallin löytäminen helpompaa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaukolämmön tuotanto ja jakelu on suurelta osin paikallisten kaukolämpöyhtiöiden käsissä, mutta Suomessa on jo pitkään hyödynnetty mm. suuremman mittakaavan teollisuuden hukka- ja ylijäämälämpöjä kaukolämmön lähteenä silloin kun ne ovat taloudellisesti hyödynnettävissä. Uudempia hyödynnettäviä lämmön lähteitä ovat olleet mm. datakeskukset ja muut jäähdytyskohteet. Pienempien, esimerkiksi kiinteistökohtaisten lämmönlähteiden liittäminen kaukolämpöverkkoon on harvinaisempaa, eikä siihen ole juurikaan yleisiä toimintamalleja käytössä. Kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintamallilla voidaan lisätä arvokkaan kaukolämpöverkon hyödynnettävyyttä, parantaa sen tulevaisuuden näkymiä ja parhaimmillaan tuottaa lämpöä entistä tehokkaammin sekä talouden että ympäristön kannalta. Samaan aikaan kaksisuuntaisuuden mahdollistaminen aiheuttaa kuitenkin toimijoille myös joitakin haasteita ja vaatii ainakin alkuvaiheessa lisätyötä ja resursseja.

Kaksisuuntaisuuteen edelleen ja entistä laajemmin panostamalla kaukolämpöverkon omistajat voivat varmistaa verkkonsa arvon säilymisen pidemmälle tulevaisuuteen ja pitää kaukolämmön houkuttelevana vaihtoehtona muihin lämmitysmuotoihin nähden. Eri-laisten toimijoiden kannalta kaksisuuntaisen kaukolämmön mahdollisuudet ja haasteet ovat hyvin erilaisia. Näitä näkökulmia on kuvattu alla taulukossa 13.

Taulukko 13 Kaksisuuntaisen kaukolämmön positiivisia puolia ja haasteita eri toimijoiden näkökulmista

Sidosryhmä	Positiiviset asiat	Haasteet
Kaukolämpö-yhtiö	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus laskeviin lämmön tuotantokustannuksiin • Mahdollisuus hankkia uusiutuvaa ja päästötöntä lämpöä kustannustehokkaasti • Kaukolämmön imagon parantuminen • Asiakaspysyvyys kohteissa joissa omaa tuotantoa • Mahdollisuus uusien palveluiden myyntiin (esim kiinteistökohtaisten järjestelmien toteutus ja käyttö/kunnossapito) 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimointitarpeen ja hallintarutiineiden kasvaminen (järjestelmän monimutkaistuminen) • Lämpöverkon lämpötaseen hallinta • Sopimusten määrittely kokonaisuuden kannalta optimaalisella tavalla (esim. CHP-tuotannon rooli on huomioitava) • Energiatehokkuus ei välttämättä lisääny kaukolämpöverkon kannalta
Iso teollisuuslaitos	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollinen korvaus hukkalämmöstä tai ylimääräisestä kapasiteetista • Energiatehokkuuden parantuminen omassa toiminnassa • Hukkalämmön lauhdutustarpeen väheneminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollinen investointitarve lämmön syöttämiseksi verkkoon oikeassa lämpötilassa • Lämmön tuotantomahdollisuus voi olla riippuvainen pääprosessien tuotannosta, mikä on huomioitava lämmön myyntisopimuksissa • Lyhyt takaisinmaksuaikavaade mahdollisille investoinneille
Pieni teollisuuslaitos	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollinen korvaus hukkalämmöstä tai ylimääräisestä kapasiteetista • Energiatehokkuuden parantuminen • Hukkalämmön lauhdutustarpeen väheneminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Omat resurssit kehittää potentiaalisista hukkalämpökohteista kaukolämpöverkkoon sopivaa tuotantoa voivat olla heikot • Muut kuten isolla teollisuuslaitoksella
Energia-palveluntarjoaja	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus tarjota uusia palveluita lämpöasiakkaille ja kaukolämpöyhtiöille 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkon omistajien ja tuottajien eroavat näkemykset, asema näiden välissä kolmantena osapuolena
Kiinteistö	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus korvaukseen ylijäämälämmön tai esim. jäädytyksen lauhdutuslämmön hyödyntämiseen kaukolämpöverkkoon syöttämisestä • Uusiutuvan energian ja energiaomavaraisuuden lisääminen, samalla kaukolämmön toimitusvarmuus säilyttäen 	<ul style="list-style-type: none"> • Investointitarve mikäli ylijäämälämmön lähde ei jo ole olemassa • Ylijäämätuotanto ajoittuu usein epäoptimaalisesti verkon kysyntään nähden • Ei omia resursseja lämmön tuotannon ja verkkoon syötön optimointiin
“Normaali”, yksisuuntainen kaukolämpö-asiakas	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus lämmön hinnan laskuun tuotantokustannusten laskun kautta • Kaukolämmön kiinnostavuuden lisääntyminen • Mahdollinen kaukolämmön ominaispäästöjen vähenemä 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei merkittäviä haasteita • Monimutkaisemmissa kaksisuuntaisuuden toteuttavissa malleissa mahdollisesti lämmöstä ja lämmön siirrosta erikseen maksaminen, sekä lämmöntoimittajan valinta
“Suuri yleisö”	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus parantaa Suomen energiategokkuutta jos hukkalämmön hyödynnetään optimaalisella tavalla, parantaa osaltaan maan kilpailukykyä ja omavaraisuutta • Edelläkävijän maine 	<ul style="list-style-type: none"> • Luottamuksen rakentuminen uuteen toimintamalliin • Energiantuotantojärjestelmän ja lämpömarkkinoiden monimutkaistuminen • Kokonaisuoptimin arviointi on haastavaa ja energiategokkuushyödyt tapauskohtaisia

Kaukolämpöyhtiöiden näkökulmasta erilaisten ja mahdollisesti hyvinkin pienten lämmönlähteiden ottaminen lämpöverkkoon vaatii selvästi nykyistä enemmän työtä, ja aiheuttaa siten myös kustannuksia yhtiöille erityisesti alkuvaiheessa. Työn määrään vai-

uttaa luonnollisesti valittava markkinamalli. Saatavilla olevat hyödyt vaihtelevat yhtiökohtaisesti. Keskeisessä roolissa kaksisuuntaisuuden käyttöönottoa ja markkinamallin valintaa kaukolämpöyhtiöissä pohdittaessa tulee olla yhtiö- tai verkkokohtainen, järjestelmätason pidemmän aikavälin kustannus-hyöty-analyysi jossa huomioidaan myös ympäristö- ja energiatehokkuusnäkökulmat.

Tavallisen, ”yksisuuntaisen” kaukolämpöasiakkaan näkökulmasta kaksisuuntaisuus voi lisätä kaukolämmön kiinnostavuutta ja parhaimmillaan johtaa kilpailukykyisempiin lämmön hintoihin. Huonosti toteutettuna kaksisuuntaisuus voi kuitenkin johtaa myös kustannusten nousuun ja näkyä asiakkaalle korkeampina lämmön hintoina. Mikäli yksinkertaisemmista kaksisuuntaisuuden toteuttavista malleista siirrytään avoimempaan markkinamalliin, voi lämmönkäyttäjän joutua jatkossa maksamaan erikseen siirrosta ja lämmöstä sekä hankkia lämpöä eri lähteistä. Yksinkertaisemmilla toteutustavoilla kaksisuuntaisuus ei kuitenkaan aiheuta lämmönkäyttäjälle varsinaisia muutoksia lämmön ostoon tai sopimussuhteeseen.

Kaukolämmön nykyisessä toimintamallissa kaukolämpöyhtiö on vastuussa lämmön toimitusvarmuudesta ja kaukolämpö on erittäin vaivaton ja varma lämmitystapa. Asiakas voi luottaa saavansa riittävästi lämpöä myös kovimmilla pakkasilla ja muissa erityistilanteissa. Tämä korkea toimitusvarmuuden taso voidaan säilyttää myös kaksisuuntaisessa toimintamallissa, ja parhaimmillaan kaksisuuntaisuuden lisääminen voi lisätä toimitusvarmuutta. Mikäli verkkoja kuitenkin pyrittäisiin laajemmin avaamaan, on kiinnitettävä enemmän huomiota toimitusvarmuuden merkitykseen ja sen ylläpidon tuomiin kustannuksiin. Avoimen lämpöverkon mallissa tarvitaan järjestelmävastuussa oleva taho, joka varmistaa että lämpöä syötetään verkkoon tarvetta vastaavasti, huomioiden myös mahdolliset pullonkaulat verkossa.

Potentiaalisista tuottajista suurimpia hyötyjiä ovat luonnollisesti ne kohteet, joissa hukkalämpöjä tai ylijäämäkapasiteettia olisi helposti ja pienin kustannuksin siirrettävissä verkkoon. Tyypillisimmin näitä kohteita voi löytyä teollisuudesta ja erityisesti datakeskuksien tai muiden suurten jäähdytyskohteiden jäähdytyksestä. Hinnoittelumallien osalta tällaisille kohteille soveltuvat hyvin mm. edellä kuvattu rajakustannusmalli, jossa verkkoon syötetystä lämmöstä maksetaan hinta, joka perustuu kaukolämpöyhtiön muuttuvaan tuotantokustannukseen. Mikäli ylijäämäkapasiteetin käytettävyyden luotettavuus ennustettavissa, myös kapasiteettimalli, jossa korvausta maksetaan kapasiteetin saatavilla olosta, voi soveltua käytettäväksi.

Kiinteistöjen, kuten asuin- tai toimistorakennusten ylimääräistä lämmöntuotantoa voidaan myös syöttää verkkoon, mutta usein tarvittavat investoinnit omaan tuotantoon ovat melko suuria ja ylimääräinen tuotanto voi ajoittua siten, että sen hyödyntäminen kaukolämpöjärjestelmässä on vaikeaa. Siten investoinnille kiinteistökohtaiseen tuotantoon kaukolämmön rinnalle ei välttämättä saada kohtuullista takaisinmaksuaikaa. Mikäli kaksisuuntaiseksi kaukolämmön tuottajaksi ryhtyminen vaatii ylimääräisiä investointeja, on potentiaaliselle tuottajalle luonnollisesti yleensä tärkeää saada jonkinlainen takuu lämmöstä saatavasta hinnasta ja ostettavan lämmön määrästä. Tällöin aiemmin esitelty rajakustannusmalli soveltuu tuottajan kannalta heikommin, mutta toisaalta asiakastuottaja ei myöskään aina voi sitoutua tarjoamaan markkinoille kapasiteettia kapasiteettimallin mukaisesti. Rajakustannusmalli voikin vaatia kaukolämpöyhtiöltä hinta- ja/tai määrätakuiden antamista, jotta kaksisuuntaisia asiakkaita saataisiin verkkoon, jolloin kaukolämpöyhtiö ottaa kantaakseen riskiä ja mahdollisesti lisäkustannuksia.

Sidosryhmähaastattelujen ja analyysin pohjalta kiinnostusta kaksisuuntaiseen kaukolämpöön on sekä potentiaalisilla asiakastuottajilla että kaukolämpöyhtiöillä. Yhdelläkään potentiaalisella osapuolella ei ole periaatteellista vastustusta kaksisuuntaisten markkinoiden kehittämiseen, mikäli se voidaan toteuttaa kaikkien osapuolten kannalta taloudellisesti ja toiminnallisesti järkevästi.

Asiakastuottajien myymän lämmön huomiointi energiatehokkuussopimuksissa ja ympäristösertifioinneissa voisi edelleen vauhdittaa niiden halukkuutta tarjota lämpöä kaukolämpöyhtiöille. Kokonaisjärjestelmän energiatehokkuuden ja ympäristöystävällisyyden kannalta ylijäämälämpöjen hyödyntäminen olisi useimmissa tapauksissa hyödyllistä. Tällä hetkellä esimerkiksi energiatehokkuussopimukset eivät ainakaan kaikilta osin tunnista verkkoon myydyin hukkalämmön vaikutusta.

Varsinaisille vahvemmille ohjauskeinoille ei haastatteluiden perusteella nähdä suurta tarvetta, vaan tärkeämmäksi edellytykseksi kaksisuuntaisen kaukolämmön lisäämiselle nähdään vuoropuhelun lisääntyminen, kaksisuuntaisen kaukolämmön mahdollisuuksista viestiminen ja yleinen tietoisuuden kasvattaminen niin potentiaalisten kaksisuuntaisten asiakastuottajien kuin kaukolämpöyhtiöiden keskuudessa.

Vuoropuhelun lisääntymisen lisäksi suurimmaksi käytännön haasteeksi kaksisuuntaisen kaukolämmön merkittävälle laajentumiselle voidaan nähdä asiakastuottajien tuotannon hintakilpailukyky suhteessa olemassa olevaan kaukolämmön tuotantoon. Mikäli pienimuotoisen tuotannon kustannuskilpailukyky parantuu tulevaisuudessa markkinaehtoisesti entisestään, kaksisuuntaisen kaukolämmön voidaan olettaa lisääntyvän. Uusilla alueilla kaukolämpöverkon teknisiä ratkaisuja suunniteltaessa voidaan myös huomioida kaksisuuntaisuuden teknisiä edellytyksiä paremmin, ja siten helpottaa uusien kaksisuuntaisten ratkaisujen löytämistä.

Liite 1: Haastatellut tahot ja työpajan osallistajat**Haastatellut:**

Adven Oy

Fortum Oyj

Helen Oy

Keravan Energia Oy

Lindström Oy

Oy Sinebrychoff Ab

St1 Nordic Oy

Valio Oy

YH Kodit Oy

Työpajan osallistajat:

Adven Oy

Caverion Suomi Oy

Energiateollisuus ry

Fortum Oyj

Jyväskylän Energia-yhtiöt

Keravan Energia Oy

Motiva

My Terra Oy

Oulun Energia

Sitra

Sponda Oyj

Suomen ympäristökeskus

UPM Energy

Pöyry Management Consulting Oy
P.O.Box 4, Jaakonkatu 3,
FI-01621 Vantaa, Finland

Pöyry on kansainvälinen konsultointi- ja suunnittelu-yhtiö. Palvelemme energia-alan ja teollisuuden asiakkaita maailmanlaajuisesti. Paikallispalveluissa keskitymme avainmarkkinoillemme. Tarjoamme liikkeenjohdon konsultointia ja suunnittelupalveluita sekä vahvaa projektien toteutuskykyä ja asiantuntemusta. Keskeiset toimialamme ovat energiantuotanto, sähkön siirto ja jakelu, metsäteollisuus, kemianteollisuus ja biojalostus, metalli- ja kaivosteollisuus, liikenne ja vesi. Pöyryllä on laaja paikallistoimistoverkosto ja yhtiön palveluksessa on noin 6 000 asiantuntijaa.

www.poyry.com

