LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
School of Energy Systems
Energiatekniikan koulutusohjelma

Sakari Voutilainen

ENERGIAYHTIÖN PALVELUTARJONNAN KEHITYS

Työn tarkastajat: Professori, TkT Esa Vakkilainen
Dosentti, TkT Jussi Saari

Työn ohjaajat: DI Jussi Kukkonen
Ins. Jarmo Ivaska

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
School of Energy Systems
Energiatekniikan koulutusohjelma

Sakari Voutilainen

Energiayhtiön palvelutarjonnan kehitys

Diplomityö

2018

96 sivua, 25 kuvaa ja 14 taulukkoa

Tarkastajat: Professori, TkT Esa Vakkilainen
Dosentti, TkT Jussi Saari

Ohjaajat: DI Jussi Kukkonen
Ins. Jarmo Ivaska

Hakusanat: energiamurros, energiajärjestelmä, kaukolämpö, digitalisaatio, energiayhtiö

Energiamarkkinoilla on käynnissä energiamurros, joka vaikuttaa alalla totuttuihin toimintatapoihin ja -malleihin. Energiayhtiöiden on pyrittävä sopeutumaan tähän muutokseen. Asiakkaiden rooli osana energiajärjestelmää kasvaa teknologioiden kehittyessä ja kysynnän jouston kasvattaessa merkitystään.

Tarkasteltaessa kaukolämpöliiketoimintamarkkinoita, suurin kasvu on viime vuosina ollut laitteiden, kunnossapidon ja energiatehokkuuspalveluiden -sektorilla. Tämä näkyy useiden uusien yritysten ilmaantumisena markkinoilla, jotka pyrkivät energiayhtiön ja asiakkaan väliin.

Tämän diplomityön tarkoituksena oli tutkia Suomen kaukolämpömarkkinoiden nykytilaa ja tulevaisuutta. Tämän lisäksi tarkoituksena oli tarkastella, minkä tyyppisiä uusia palveluita energiayhtiön kannattaisi tarjota asiakkailleen ja miten palvella nykyisiä asiakkaita entistä paremmin.

Työn teoriaosuudessa luodaan kattava katsaus energiamarkkinoihin yleisesti ja alaan vaikuttaviin muutostekijöihin. Työn tutkimusosuudessa perehdytään toimintaympäristön muutoksiin ja asiakkaisiin sekä kehitetään uusia palvelumahdollisuuksia.

Työn tuloksena saavutettiin erilaisia liiketoimintakonsepteja, joiden jatkokehittämisen energiayhtiössä voisi nähdä kannattavana. Keskeisimpinä tekijöinä kyseisissä palveluissa voidaan nähdä asiakkaan kanssa aiempaa tiiviimmässä yhteistyössä toimiminen, toimitusrajan siirtäminen, digitalisaation tuomien mahdollisuuksien tehokkaampi hyödyntäminen sekä erilaisten rahoitus- ja hinnoittelumahdollisuuksien tarjoaminen

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
School of Energy Systems
Energy technology

Sakari Voutilainen

Development of the energy company's servicescape

Master's thesis

2018

96 pages, 25 pictures and 14 tables

Examiners: Professor, D.Sc (Tech) Esa Vakkilainen
Docent, D.Sc (Tech) Jussi Saari

Instructors: M. Sc (Tech) Jussi Kukkonen
B. Eng (Tech) Jarmo Ivaska

Keywords: energy transition, energy system, district heating, digitalization, energy company

Currently, energy markets are going through an extensive energy transition, which in turn causes change in many sectors of the energy industry. Energy companies must adapt to this change. The role of customers as a part of the energy system is increasing as technology is developing and flexibility in consumption is growing in importance.

Over the last few years, business involving heating equipment, maintenance and energy efficiency sectors of district heating markets has grown the most. This has brought many new companies in to the market that are trying to come between an energy company and its customers.

The purpose of this Master's Thesis was to investigate the current state and the future of the district heating market in Finland. The aim was also to discuss the new kinds of services energy companies should offer to their customers and ways to improve service for existing customers.

The theoretical part of this thesis provides a comprehensive overview of energy markets and change factors which affect the industry. The research section focuses on changes in the operational environment, customer behavior and development of new services.

Based on the findings of this thesis, there are several business concepts that upon further development could be profitable. The most important factors in these concepts are better cooperation with customers, more efficient utilization of digitalization as well as different financing and pricing opportunities.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö toteutettiin Helen Oy:lle loppusyksyn 2017 ja alkukevään 2018 aikana. Ensimmäiseksi haluan kiittää Helen Oy:tä tämän diplomityön mahdollistamisesta ja mielenkiintoisen aiheen antamisesta sekä erityisesti ohjaajiani Jussi Kukkosta ja Jarmo Ivaskaa erinomaisesta tuesta ja ohjaustyöstä diplomityön suorittamisen aikana. Lisäksi haluan kiittää koko Kehityshankkeet – yksikköä sekä muita Helen Oy:llä työhön osallistuneita ja asiantuntemustaan jakaneita.

Toiseksi haluan kiittää työn tarkastamisesta ja valvomisesta Lappeenrannan teknillisen yliopiston puolelta professori Esa Vakkilaista ja tekniikan tohtori Jussi Saarta.

Viimeiseksi haluan kiittää perhettäni sekä ystäviäni saamastani tuesta ja kannustuksesta koko opiskeluajalta.

Helsinki 23.4.2018

Sakari Voutilainen

Sakari Voutilainen

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

1 JOHDANTO 9

1.1 Tutkimusongelma, tavoitteet ja rajaukset 10

1.2 Tutkimuksen rakenne ja sisältö 10

1.3 Helen Oy 11

2 ENERGIAMARKKINAT 14

2.1 Kaukolämpö ja -jäähdytys 14

2.2 Sähkö 17

2.2.1 Sähköverkko 20

2.3 Energia- ja ilmastopolitiikka 22

2.3.1 Päästökauppa 22

2.3.2 EU:n keskeiset tavoitteet 23

2.4 Helsingin kaupungin keskeiset ilmastotavoitteet 23

3 ENERGIAMURROS 25

3.1 Kaukolämpöalan strategia 28

3.2 Digitalisaatio 28

3.3 Hajautettu tuotanto 30

3.4 Kysyntäjousto 32

3.5 Hybridilämmitys 33

4 NELJÄNNEN AIKAKAUDEN KAUKOLÄMPÖ (4GDH) 35

4.1 Matalalämpötilainen kaukolämpö (LTDH) 35

4.2 Älykäs kaukolämpö 36

4.2.1 Tuotanto 37

4.2.2 Varastointi ... 38
4.2.3 Mittaus ja ohjaus ... 39
4.2.4 Hinnoittelu ja tuotteet ... 39
4.3 Kaksisuuntainen kaukolämpö ... 41
5 TOIMINTAYMPÄRISTÖ ... 45
5.1 Rakennuskanta Helsingissä ... 45
5.2 Lämmityksen vaikutus kiinteistöön ... 47
5.2.1 E-luku ... 47
5.2.2 Ympäristöluokitus ... 49
5.3 Energiatuki ... 51
6 TUTKIMUSOSUUS ... 53
7 PALVELULIIKETOIMINTA JA ASIAKKAAT ... 55
7.1 Palveluliiketoiminta energia-alalla ... 56
7.2 Asiakkaat ... 58
7.3 Asiakkaita kiinnostavat palvelut ... 61
7.4 Elinkaarimalli ... 62
8 UUDET PALVELUT ... 66
8.1 Ylläpito- ja huoltopalvelut ... 66
8.2 Energiatehokkuuspalvelut ... 67
8.3 Leasing- ja rahoitus ... 69
8.4 Elinkaaripalvelut: rahoitus, organisointi ja omistajuus ... 71
8.5 Kaksisuuntainen liiketoiminta ... 73
8.6 Hinnoittelu ... 77
8.6.1 Tuntikohtainen hinnoittelu ... 78
8.6.2 Jäähtymä ... 79

8.6.3 Joustot 82

8.7 Sähkömarkkinat 82

8.8 Digitalisaation hyödyntäminen 83

8.9 Kokonaisvaltainen lämpöhuolto 84

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO 86

LÄHTEET 89

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Roomalaiset aakkoset

a	vuosi [-]
c_p	ominaislämpökapasiteetti [kJ/(kgK)]
h	tunti [-]
T	lämpötila [°C, K]
P	teho [W]

Kreikkalaiset aakkoset

Δ	muutos
ρ	tiheys

Alaindeksit

iv	ilmanvaihtolaitteet
kv	käyttövesi
lm	lämmityslaitteet
lvk	lämpimän veden kiertojohto
m	meno
p	paluu
sop	sopimus

Lyhenteet

BRE	Building Research Establishment
BREEAM	BRE Environmental Assesment Method
CHP	Combined Heat and Power
EKP	Elinkaaripääkäyttö -malli

EKR	Elinkaarirahoitus -malli
EKY	Elinkaariylläpito -malli
EU	Euroopan unioni
ETS	Emissions trading system
ESCO	Energy Service Company
HSV	Helen Sähköverkko Oy
IoT	Internet of Things, Esineiden Internet
KHK	Kasvihuonekaasut
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LTDH	Low-Temperature District Heating
LTO	Lämmöntalteenotto
MLP	Maalämpöpumppu
PILP	Poistoilmalämpöpumppu
PPA	Power Purchase Agreement
PPP	Public Private Partnership
RES	Renewable Energy Source
SEU	Suomen Energia-Urakointi Oy
TEM	Työ - ja elinkeinoministeriö
TPA	Third Party Access
USGBC	Us Green Building Council
VTT	Tekniikan tutkimuskeskus VTT Oy
YK	Yhdistyneet kansakunnat
4GDH	4th Generation District Heating

1 JOHDANTO

Globaalit ja kansalliset energia- ja ilmastoasioihin liittyvät megatrendit ohjaavat epäsuorasti suomalaisenkin kaupunkitasolla toimivan, perinteisen sähkö- ja lämpöenergiaa tuottavan ja toimittavan energiayhtiön liiketoimintaa. Kun yhtälöön lisätään EU-tasolta tulevat päästövähennystavoitteet, Suomen valtion energia- ja ilmastostrategia sekä omistajilta ja kaupunkitasolta tuleva ohjaus, on fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan tuotantokoneiston kanssa energiantuottajana toimiminen hyvin haastavaa. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biopolttoaineilla jakaa vahvasti mielipiteitä ratkaisun kestävyydestä pitkällä aikavälillä.

Uusiutuvan energian tuotannon teknologinen kehityskulku on laskenut uusiutuvaan energiaan perustuvan hajautetun tuotannon tuotantokustannuksia rajusti. Näin on tapahtunut erityisesti tuuli- ja aurinkoenergian kohdalla. Näiden tuotantotapojen yleistyessä globaalisti, on kulutuksen joustavuuden sekä energian lyhyt- ja pitkäaikaisvarastoinnin rooli osana energiajärjestelmää kasvattanut merkitystään.

Kaukolämmön myynti on ollut viimeiset vuosikymmenet nousujohteista. Nousun ennustetaan jatkuvan 2020-luvulla. Vuoteen 2030 mennessä sen kuitenkin odotetaan kääntyvän laskuun. Valtion tasolta tulevat jatkuvat kiristykset uudisrakennusten energiatehokkuuden suhteen sekä korjausrakentamisen yhteydessä kasvava kiinteistöjen energiatehokkuus vaikuttavat lämpöenergian myyntimääriin. Lisäksi ilmaston keskimääräisen lämpötilan nousu vaikuttaa osaltaan lämmitysenergian tarpeeseen laskevasti. Suurin mahdollinen murros alalla tulee kuitenkin olemaan jo paljon EU-tasolla asti tutkittu kaukolämpöliiketoiminnan avaaminen ulkopuolisille toimijoille. Tämä nähdään markkinoiden kannalta tärkeänä ja keskeisenä uudistuksena ja sillä uskotaan olevan vaikutusta puhtaan tuotannon ja kulutuksen edistämisessä.

Koska lämmönmyynti kääntyy tulevaisuudessa todennäköisesti laskuun, kannattaa energiayhtiön perustaa pitkän tähtäimen strategiansa myös muille lämpömarkkinan osa-alueille. Asiakkaiden keskuudessa vallitseva aiempaa suurempi energiavalistuneisuus, ekologisen elämäntavan kiinnostavuus ja valinnanvapaus luo uhan energianmyynnin liikevaihdolle, mutta samalla mahdollisuuden täysin uudenlaiselle liiketoiminnalle. Siirryttäessä kohti vähähiilisempää sekä älykkäämpää energiajärjestelmää, asiakkaiden valinta- ja

vaikutusmahdollisuudet kasvavat ja tässä kehityksessä energiayhtiöiden on kannattavaa olla mukana.

1.1 Tutkimusongelma, tavoitteet ja rajaukset

Tämä diplomityö on tehty Helen Oy:n Kehityshankkeet yksikön toimeksiannosta ja sillä on pyritty vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten Helen Oy voi vastata muuttuvan toimintaympäristön tuomiin haasteisiin?
- Miten Helen Oy voi kasvattaa liiketoimintaansa ydinliiketoiminnan ulkopuolelle?
- Miten energiatehokkuuden kasvattamiseen liittyvistä toimenpiteistä voidaan luoda nykyistä liiketoimintaa tukevia ja teknistaloudellisesti kannattavia palveluita?
- Onko lämpöliiketoimintaa mahdollista kasvattaa kattamaan myös Helsingin ulkopuolisia alueita?

Tämän diplomityön päätavoitteena on kartoittaa energiamarkkinoilla, erityisesti Suomen sisäisillä sähkö- ja kaukolämpömarkkinoilla, mahdollisia lähitulevaisuuden muutoksia. Tavoitteena on myös tutkia, minkälainen vaikutus näillä muutoksilla on paikallisen energiayhtiön liiketoimintaan sekä miten näihin muutoksiin kannattaa varautua ja vastata. Lisäksi minkälaisia uusia liiketoiminnallisia mahdollisuuksia nämä muutokset tarjoavat ja miten niitä voitaisiin hyödyntää nykyistä liiketoimintaa tukevalla tavalla.

Työ on rajattu ensisijaisesti koskemaan Helen Oy:n nykyistä toiminta-aluetta, Helsinkiä. Työssä ei esitetä yksityiskohtaisia kassavirta- ja investointilaskelmia perustuen Helen Oy:n arvioihin sähkön sekä kaukolämmön tulevaisuuden tuotanto- ja myyntihinnoista työn julkisuuden johdosta. Työssä ei oteta myöskään kantaa uusien palveluiden vaikutuksesta yrityksen sisäisiin henkilöstö- ja organisaatiomuutoksiin.

1.2 Tutkimuksen rakenne ja sisältö

Tämä tutkielma on jaettu yhteensä yhdeksään eri lukuun. Ensimmäisessä luvussa perehdytään työn taustoihin, Helen-konserniin sekä itse tutkimusongelmaan, tavoitteisiin ja työn rajauksiin. Toisessa luvussa käsitellään tämän hetken energiamarkkinoita, sähkön-, lämmön- ja jäähdytyksen tuotanto- ja polttoainerakenteita sekä markkinoihin vaikuttavia poliittisia tekijöitä.

Kolmannessa luvussa käsitellään energiamurrosta yleisellä tasolla sekä sen vaikutusta energiamarkkinoihin. Tässä luvussa keskitytään tutkimaan erityisesti murroksen mahdollisia vaikutuksia kaukolämmön tuotantoon ja toimitukseen. Neljäs luku käsittelee erityisesti kaukolämpöalan kehittymistä. Viidennessä luvussa käsitellään toimintaympäristöä ja kiinteistöjä. Luvussa käydään läpi Helsingin rakennuskanta sekä erilaisten lämmitysratkaisujen ja energiatehokkuuden vaikutukset itse kiinteistöön ja näille saataviin investointitukiin. Kuudennessa luvussa summataan teoriaosuuden tärkeimmät pinnalle nousseet asiat ja johdatetaan lukija varsinaiseen tutkimusaiheeseen. Seitsemäs luku keskittyy yleisesti palveluliiketoimintaan ja erityisesti palveluliiketoimintaan energia-alalla ja sen osuuteen tulevaisuudessa energia-alan liikevaihdosta. Seitsemännessä luvussa analysoidaan lisäksi asiakaskyselyiden tuloksia ja muodostetaan käsitys sopivista asiakassegmenteistä ja näille tarjottavista palveluista. Kahdeksannessa luvussa muodostetaan uusia palveluita, joiden ympärille Helen voisi tulevaisuudessa rakentaa liiketoimintaa ja joita se voisi yhdistää jo tällä hetkellä tarjottaviin palveluihin. Yhdeksännessä luvussa muodostetaan johtopäätökset työn teoriaosuuteen ja tutkimusosuuteen pohjautuen sekä muodostetaan yhteenveto koko tutkielmasta ja esitetään toimenpide-ehdotukset aiheen jatkotutkimusten kannalta.

1.3 Helen Oy

Helen Oy on Helsingin kaupungin omistama osakeyhtiö. Se toimii emoyhtiönä Helen-konsernissa. Helen-konserniin kuuluvat myös sen tytäryhtiöt Helen Sähköverkko Oy (HSV), Oy Mankala Ab, Suomen Energia-Urakointi Oy (SEU) ja Helsingin Energiatunnelit Oy. Konsernin osakkuusyhtiöitä ovat Voimapiha Oy ja Suomen Merituuli Oy. Helen Oy:n henkilöstömäärä oli vuoden 2016 lopussa 1017 henkilöä ja sen kokonaisliikevaihto 664 miljoonaa euroa. (Helen Oy, 2017a)

Helen Oy:n pääpalvelutarjontaan kuuluu tällä hetkellä sähkön tuotanto, kaukolämmön ja -jäähdytyksen tuotanto ja toimittaminen asiakkaille.

Taulukossa 1 on esitetty vuoden 2016 tuotantomäärät näiltä osa-alueilta.

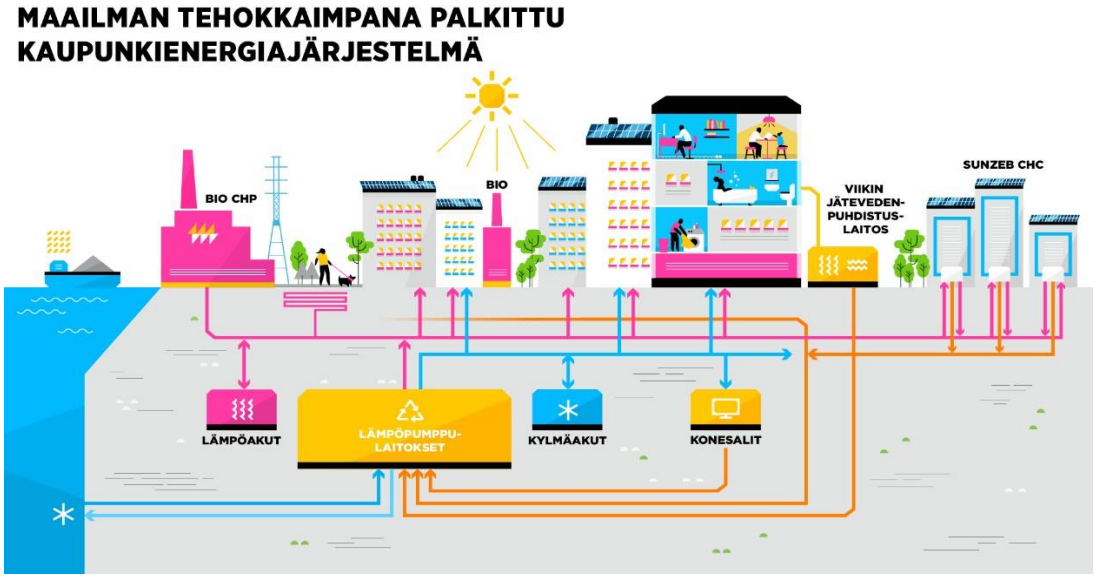
Taulukko 1. Tuotantomäärät vuodelta 2016. (Mukaillen Helen Oy, 2017a)

Tuotanto 2016	[GWh]
Sähkö	6649
Kaukolämpö	6633
Kaukojäähdytys	141

Lisäksi Heleniltä löytyy monipuolisia palveluita niin energian pientuotantoon kuin asiakkaiden omaan energiankäyttöön sekä sen tehostamiseen. (Helen Oy, 2017a)

Energian tuotanto tapahtuu Helsingin alueella sijaitsevilla voimalaitoksilla ja lämpökeskuksilla sekä yhtiön omistamilla voimaosuuksilla. Suurimmat voimalaitokset ovat Vuosaaren (sähköteho 630 MW, lämpöteho 580 MW), Salmisaaren (sähköteho 160 MW, lämpöteho 300 MW) ja Hanasaaren (sähköteho 220 MW, lämpöteho 420 MW) voimalaitokset. (Helen Oy 2017b)

Kuvassa 1 esitettynä Helen Oy:n lämpöenergiajärjestelmä.



Kuva 1. Helen Oy:n lämpöenergiajärjestelmä. (Kainiemi, 2016)

Konsernin liikevaihto kasvoi vuonna 2016 edellisvuodesta, mutta liikevoitto laski. Suurimmat tekijät liikevoiton laskua tarkasteltaessa olivat sähkön alhainen markkinahinta, sähkön myynnin pienempi volyymi sekä polttoaineiden kustannusten kasvu. (Helen Oy, 2017a)

Kaukolämmön myynnissä saavutettiin 10 %:n kasvu ja kaukojäähdytyksen myynti kasvoi 13 %:a. Sähkön myyntimäärä laski 7 %:a ja sähkönsiirto kasvoi 2 %:a. (Helen Oy, 2017a)

Taulukossa 2 on esitetty Helen-konsernin ja Helen Oy:n avainluvut vuosilta 2015 ja 2016.

Taulukko 2. Helen-konsernin ja Helen Oy:n avainluvut. (Mukaillen Helen Oy, 2017a)

	Konserni		**Helen Oy**	
	2016	2015	**2016**	2015
Liikevaihto, milj. [€]	**782**	746	**664**	634
Liikevoitto, milj. [€]	**75**	110	**53**	95
Liikevoitto [%]	**10**	15	**8**	15
Voitto ennen tp-siirtoja, milj. [€]	**52**	83	**45**	83
Investoinnit, milj. [€]	**90**	115	**53**	74
Omavaraisuusaste [%]	**71**	71	**75**	77
Sijoitetun pääoman tuotto [%]	**3**	4	**3**	4
Henkilöstö 31.12.2016	**1269**	1342	**1017**	1067
Taseen loppusumma, milj. [€]	**2720**	2721	**2564**	2510

Helen Oy:n pitkän aikavälin tavoitteena on olla täysin ilmastoneutraali energiayhtiö tuotannoltaan. Tavoitettaan kohti Helen pyrkii lopettamalla kivihiilen hyödyntämisen energiantuotannossa vuoteen 2040 mennessä, erilaisin energiatehokkuustoimin, uuden teknologian sekä digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisellä sekä vähäpäästöisiin energiantuotantomuotoihin panostamalla. Polttamalla tuotetun energian määrää pyritään vähentämään ja erilasten hukkalämpöjen hyödyntämistä kasvattamaan. Helen haluaa olla mukana kehittämässä koko energiajärjestelmää ja osallistua energian hajautettuun pientuotantoon keskitetyn tuotannon ohella. (Helen Oy, 2017c)

2 ENERGIAMARKKINAT

Energiamarkkinat koostuvat pääosin polttoainekaupasta sekä energian tuotantoon ja siirtoon liittyvästä liiketoiminnasta. Suomessa Energiavirasto valvoo energiamarkkinoita ja pyrkii edistämään markkinoiden tehokkuutta omalla toiminnallaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2014) Kuluttajat voivat valita Suomessa vapaasti haluamansa lämmitysmuodon. Lämmitysmarkkinat ovat sääntelemättömät ja kilpaillut. Tosin poliittisin päätöksin, kuten esimerkiksi eri polttoaineiden erilaisilla verotusasteilla ja tuilla, voidaan vaikuttaa eri ratkaisujen houkuttelevuuteen kuluttajan valinnan kannalta. (Energiateollisuus ry, 2017f)

Tässä kappaleessa käydään yleisellä tasolla läpi kaukolämpö- ja kaukojäähdytysenergian tuotanto ja toimitus sekä sähköenergian tuotanto ja siirto. Nämä tuotteet ovat tutkimuksen tilaajan, Helen Oy:n, tämän hetkisen liiketoiminnan kannalta merkittävimmät sektorit.

2.1 Kaukolämpö ja -jäähdytys

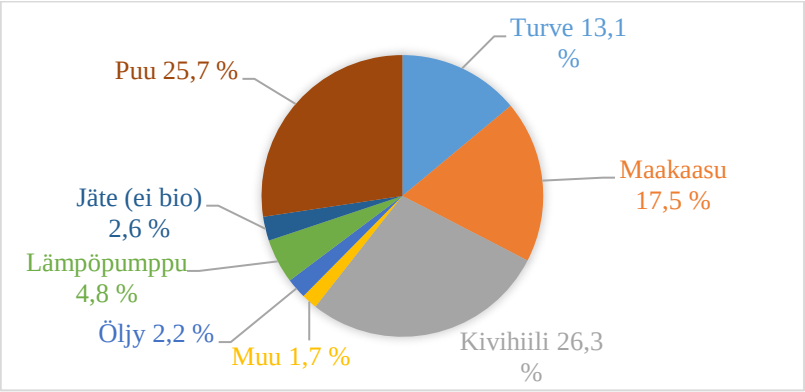
Kaukolämmityksellä tarkoitetaan keskitettyä lämmöntuotantoa. Lämpö siirretään asiakkaille vetenä tai höyrynä kaukolämpöverkostoa pitkin. Asiakkaat käyttävät lämpöenergiaa muun muassa kiinteistöjen lämmitykseen, käyttöveden lämmitykseen ja erilaisiin teollisuusprosesseihin. Lämpöenergian siirto tapahtuu kaukolämpöverkoston menoputkea pitkin. Sen lämpötila vaihtelee sään mukaan noin 65 – 120 °C välillä. Tarvittava määrä lämpöä siirtyy asiakkaan omaan verkostoon asiakkaan tiloissa sijaitsevan lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimien avulla. Tämän jälkeen jäähtynyt kaukolämpövesi palaa tuotantolaitokselle kaukolämpöverkoston paluuputkea pitkin noin 40 – 65 °C lämpötilassa. Suomen kaukolämpöverkoston kokonaispituus on yhteensä lähes 15 000 km pitkä. (Energiateollisuus ry, 2006; Energiateollisuus ry, 2017e)

Kaukolämmitys on merkittävin lämmitysmuoto Suomessa. Sen markkinaosuus lämpömarkkinoilla on yli 60 %:a. Suomen suurimmissa kaupungeissa, kuten Helsingissä, sen osuus kiinteistöjen lämpöenergian käytöstä on yli 90 %:a. (Energiateollisuus, 2017d)

Lämpöenergia voidaan tuottaa joko lämpökeskuksissa tai voimalaitoksilla. Lämpökeskus tuottaa pelkästään lämpöä. Voimalaitos tuottaa sitä vastoin sekä sähköä että lämpöä samassa prosessissa. Lämmön ja sähkön tuotantoa samassa prosessissa kutsutaan yhteistuotannoksi. Suomi on yksi maailman johtavista maista kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Vuonna

2016 kaukolämmöstä tuotettiin noin 70 %:a yhteistuotannolla. (Energiateollisuus ry, 2006; Energiateollisuus ry, 2017a)

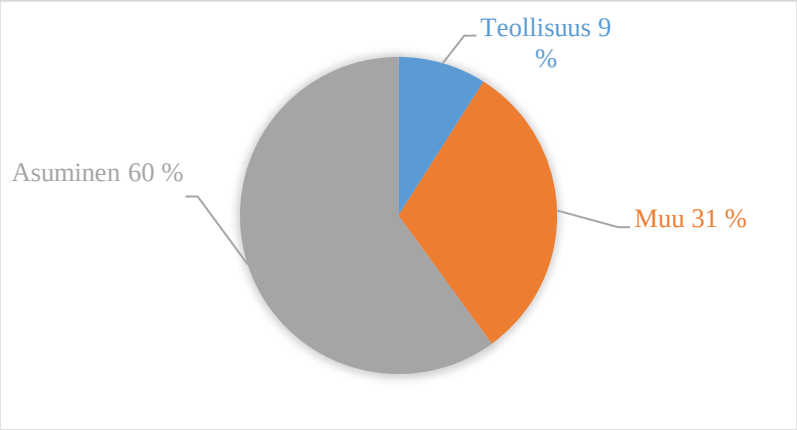
Kuvassa 2 on esitettynä Suomen kaukolämmön tuotantoon (sisältäen yhteistuotannon) käytetyt polttoaineet ja niiden osuudet kokonaisenergiamäärästä. Vuonna 2016 käytetty polttoaine-energia oli 55,5 TWh. (Energiateollisuus ry, 2017a)



Kuva 2. Kaukolämmön tuotannon polttoaineet sisältäen myös yhteistuotannon. (Mukaillen Energiateollisuus ry, 2017a)

Tuotannosta 32 %:a perustui uusiutuviin, 37 %:a hiilidioksidineutraaleihin ja 54 %:a kotimaisiin energianlähteisiin. Kaiken kaikkiaan tuotetun kaukolämpöenergian määrä vuonna 2016 oli 36,6 TWh. (Energiateollisuus ry, 2017a)

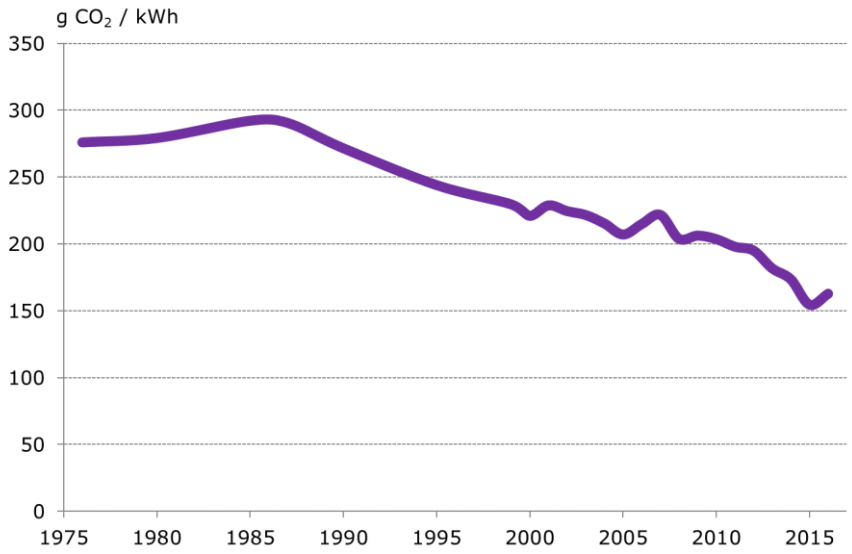
Vuonna 2015 kaukolämmön kulutus jakaantui käyttösektoreittain kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3. Kaukolämmön kulutuksen jakaantuminen sektoreittain. (Mukaillen Energiateollisuus ry, 2017a)

Kuvasta 3 nähdään, että asumiseen liittyvä lämmönkulutus oli yli puolet kaukolämpöenergian kokonaiskulutuksesta. Käyttösektorilla muu tarkoitetaan julkisten- ja palvelutilojen kuluttamaa lämpöenergiaa.

Lämmöntuotannon aiheuttamien päästöjen hallintaan on kiinnitetty huomiota kasvavissa määrin jo pidemmän aikaa. Päästöjen hillitsemiseksi on tehty monia kansainvälisiä sopimuksia. Kuvassa 4 on esitetty kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjen muuttuminen vuosien 1975–2015 välillä.



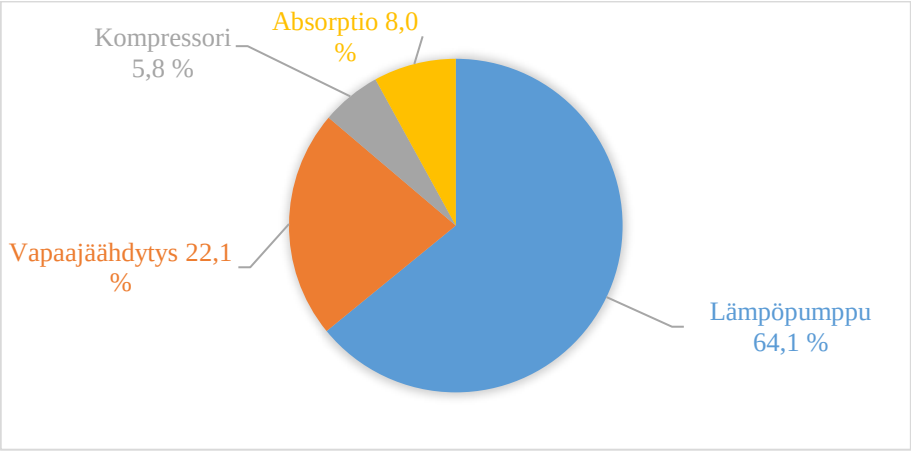
Kuva 4. Kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt vuosina 1975–2015. (Energiateollisuus, 2017a)

Kuvasta 4 nähdään, että hiilidioksidipäästöt ovat tippuneet noin 46 %:a viimeisen 40 vuoden aikana. Vuonna 2016 hiilidioksidipäästöt olivat noin 163 gCO_2/kWh. Muutos selittyy polttotekniikoiden kehityksellä ja esimerkiksi uusiutuvien polttoaineiden käytön kasvattamisella kaukolämmön tuotannossa.

Kaukojäähdytyksellä tarkoitetaan kaukojäähdytysenergian tuottamista keskitetyssä tuotantolaitoksessa. Kuten kaukolämmössä, jäähdytysenergia siirretään erillistä siirtoverkkoa pitkin asiakkaalle meno- ja paluuputken kautta. Veden menolämpötila on noin 7 – 10 °C ja sen lämpötila on kasvanut laitokselle palatessaan noin 5 – 9 °C. Jos asiakkaalla on käytössään absorptiokylmäkone, voidaan kaukojäähdytys toteuttaa myös toimittamalla perinteistä kaukolämpöä asiakkaalle. Kaukojäähdytysverkon kokonaispituus vuonna 2016 oli noin 135 km (Energiateollisuus ry, 2006; Energiateollisuus ry, 2017c).

Kaukojäähdytysenergian tuotanto ja asiakasmäärät ovat kasvaneet viimeisen 15 vuoden aikana erittäin paljon. Vuonna 2001 tuotanto ja asiakasmäärät olivat käytännössä nolla. Vuonna 2016 asiakkaita oli noin 500 kappaletta ja tuotetun energian määrä 205 GWh.(Energiateollisuus, 2017c)

Kuvassa 5 on esitetty kaukojäähdytysenergian tuotantorakenne.



Kuva 5. Kaukojäähdytysenergian tuotantorakenne. (Mukaillen Energiateollisuus, 2017c)

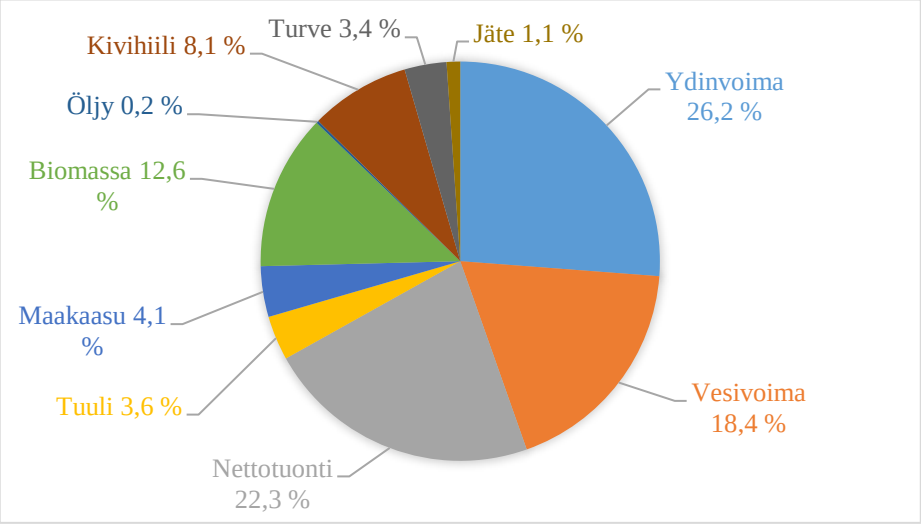
Lämpöpumpuilla toteutettu kaukojäähdytys on tällä hetkellä yli 60 %:n markkinaosuudellaan selvästi yleisin tuotantomuoto.

2.2 Sähkö

Sähkömarkkinat koostuvat sähköntuotannosta, siirrosta ja sähkön myynnistä. Suomessa sähkönmyynti ja tuotanto vapautettiin vuonna 1995. Tämä tarkoittaa sitä, että kuluttaja voi ostaa sähkönsä miltä tahansa Suomessa toimivalta sähkönmyyjältä. Sähkönsiirto on kuitenkin ostettava alueellisen siirtoverkon omistajalta. Koska asiakas ei voi valita siirtoverkkoyhtiötään, puhutaan niin sanotusta säädellystä monopolista. Suomessa Energiavirasto valvoo sähkönsiirtomarkkinoita ja edistää niiden tehokasta toimimista. (Partanen et al., 2016)

Vuonna 2016 sähköä tuotettiin Suomessa yhteensä 66,1 TWh. Koska sähköä kuitenkin käytettiin yhteensä 85,1 TWh, katettiin Suomen omalla tuotannolla vain noin 78 % kulutuksesta.

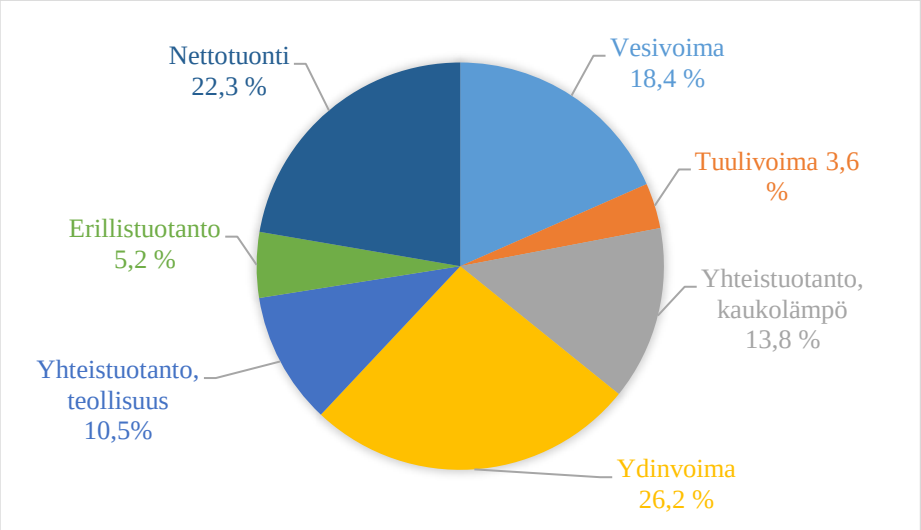
Kuvassa 6 on esitetty sähköenergian tuotantoon käytetyt polttoaineet ja niiden osuudet tuotannosta. (Energiateollisuus, 2017b)



Kuva 6. Sähkön tuotanto/hankinta energialähteittäin. (Mukaillen Energiateollisuus ry, 2017b)

Tuotannosta 45 %:a perustui uusiutuviin, 78 %:a hiilidioksidineutraaleihin ja 50 %:a kotimaisiin energialähteisiin.

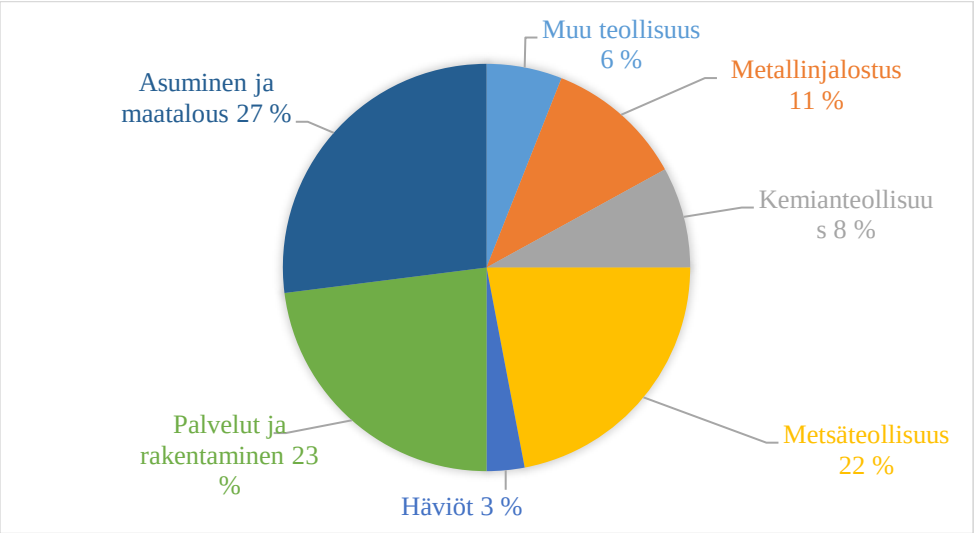
Sähköntuotannon tuotantorakenne esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Sähköntuotantotavat Suomessa 2016. (Mukaillen Energiateollisuus ry, 2017b)

Sähköntuotannon tuotantorakenne vaihtelee vuosittain. Vesivoiman osuus vaihtelee vuosittaisen vesitilanteen mukaan. Kaukolämmön kanssa yhteistuotannossa tuotetun sähkön määrä korreloi suoraan yksittäisen vuoden keskilämpötilan kanssa.

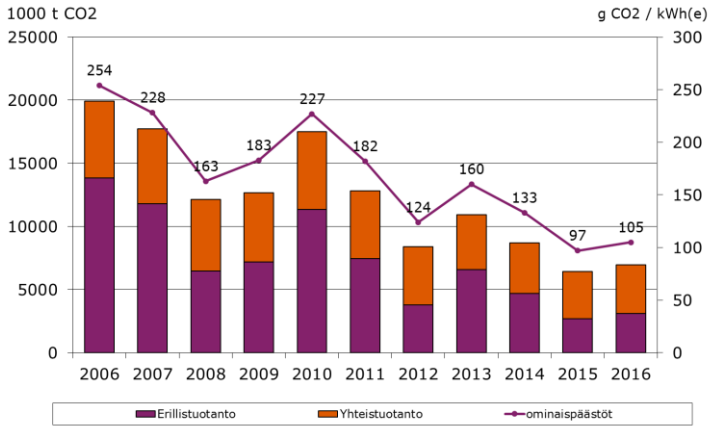
Sähkön kokonaiskulutus jakaantui vuonna 2016 kuvan 8 mukaisesti.



Kuva 8. Sähkön kulutus sektoreittain. (Mukaillen Energiateollisuus ry, 2017b

Kuvasta 8 nähdään, että teollisuus on ylivoimaisesti Suomen suurin sähkönkäyttäjä noin 50 %:n osuudellaan.

Sähköntuotannon hiilidioksidin ominaispäästöt tuotettua kilowattituntia kohden ovat laskeneet selvästi viimeisen 10 vuoden aikana. Kuvassa 9 on esitetty sähköntuotannon ominaispäästöjen kehitys vuosien 2006–2016 välillä.



Kuva 9. Sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt. (Energiateollisuus, 2017b)

Vaikka kuvaajasta on nähtävissä yksittäisiä piikkejä, on päästöjen kehittymisen suunta ollut selvästi laskeva.

2.2.1 Sähköverkko

Sähköverkon tuotannon ja kulutuksen on oltava jatkuvasti tasapainossa. Sen taajuutta pyritään pitämään 49,9 – 50,1 Hz taajuusalueella joka tilanteessa. Tehotasapainoa ylläpidetään:

- sähkökaupalla
- primäärisäädöllä
- sekundaarisäädöllä.

Sähkökaupalla tarkoitetaan Fingridin ylläpitämän Suomen tasesähköyksikön sekä Ruotsin ja Norjan vastaavien yksiköiden käymää tunnin aikaista kauppaa. Primäärisäätö tapahtuu automaattisesti, kun taajuus poikkeaa nimellisarvostaan. (Partanen et al., 2016) Sekundäärisäätö on manuaalista taajuudensäätöä tai Fingridin tasesähköyksikön tilaamaa säätöä, jolla vaikutetaan sähköverkon taajuuteen. (Partanen et al., 2016)

Fingrid ylläpitää Suomessa säätösähkömarkkinoita. Säätösähkömarkkinoilla hallitaan sähköverkon tehotasapainoa. Fingrid ei omista omaa säätökapasiteettia. Markkinat toteutuvat säätötarjouksista, jotka kuorman haltijat ja tuottajat ovat antaneet käytettävissä olevastaan säätökapasiteetista. Kuorman haltijan tai tuottajan on kyettävä toteuttamaan vähintään 10 MW tehonmuutos 15 minuutin kuluessa ja se on voitava toimittaa vähintään koko käyttötunnin ajan. (Fingrid, 2017; Partanen et al., 2016)

Kuorman haltijan tai tuottajan on sisällytettävä säätötarjoukseensa seuraavat tiedot:

- käytettävissä oleva teho [MW]
- hinta [€/MWh]
- ylössäätötarjous / alassäätötarjous
- siirtoalue
- säätöresurssin nimi.

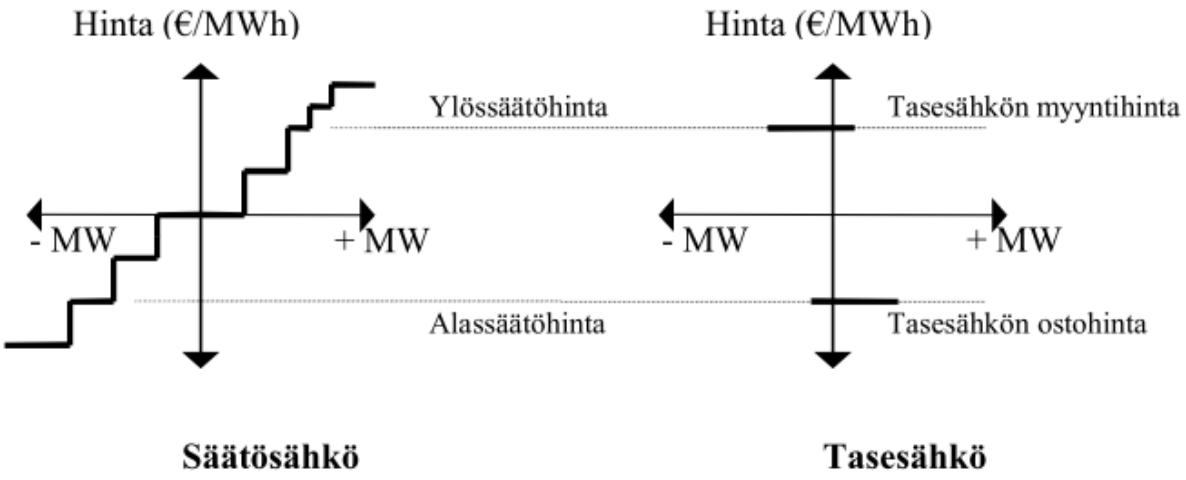
Taulukossa 3 on selitetty ylössäätö- ja alassäätötarjouksen erot.

Taulukko 3. Säätötarjoukset. (Mukaillen Fingrid, 2017)

Ylössäätötarjous	Alassäätötarjous
·tuotannon lisäys ·kulutuksen vähennys ·resurssin haltija myy sähköä Fingridille	·tuotannon vähennys ·kulutuksen lisäys ·resurssin haltija ostaa sähköä Fingridiltä

Säätötarjousten perusteella muodostetaan jokaiselle käyttötunnille ylös- ja alassäätöhinta. Ylössäätöhinta muodostuu kalleimman käyttötunnille tilatun tuotannon lisäyksen tai kulutuksen vähennyksen hinnan mukaan, kuitenkin vähintään Nord Poolin Suomen aluehinnan (Elspot FIN) mukaiseksi. Vastaavasti Alassäätöhinta muodostuu halvimman käyttötunnille tilatun tuotannon vähennyksen tai kulutuksen lisäyksen mukaan, kuitenkin enintään Nord Poolin Suomen aluehinnan (Elspot FIN) mukaiseksi. (Fingrid, 2017; Partanen et al., 2016)

Kuvassa 10 on esitetty säätö- ja tasesähkön hinnan muodostuminen.



Kuva 10. Säätö- ja tasesähkön hinnan muodostuminen. (Partanen et al., 2016)

2.3 Energia- ja ilmastopolitiikka

Suomen ilmastopolitiikkaa ohjaa pääasiallisesti Euroopan unionin ilmastopolitiikka. EU:n ilmastopolitiikka koostuu pääosin

- EU:n ilmasto- ja energiapaketista
- päästökaupasta
- kansallisista tavoitteista
- uusiutuvan energian käytön lisäämisestä
- sopeutumisstrategiasta.

Ilmastopoliittiset tähtäimet ulottuvat vuoteen 2050 asti. Suurimmat ohjausmekanismit tällä hetkellä EU:n harjoittamalla ilmastopolitiikalle ovat YK:n ilmastosopimus sekä Kioton pöytäkirja. (Ympäristöministeriö, 2016)

Suomi on lisäksi yksi Pariisin sopimuksen allekirjoittajista. Joulukuussa 2015 Pariisin ilmastokonferenssissa (COP21) 195 maata allekirjoitti niin sanotun Pariisin sopimuksen. Pariisin sopimuksessa sitoudutaan pitämään pitkän aikavälin globaalin keskilämpötilan nousu alle 2 °C:ssa vrt. esiteolliseen aikaan. Tavoite on kuitenkin alle 1.5 °C noususssa. (Euroopan komissio, 2015)

2.3.1 Päästökauppa

Euroopan unioni perusti vuonna 2005 maailman ensimmäisen ja suurimman päästökaupan: The EU Emissions Trading System (EU ETS). EU:n harjoittama päästökauppa on yksi EU:n toiminnan kulmakivistä kasvihuonekaasupäästöjen taloudellisessa vähentämisessä. Päästökaupan piiriin kuuluu yhteensä 31 maata ja se alaisuuteen kuuluu noin 45 %:a EU:n kasvihuonekaasupäästöistä. (Euroopan komissio, 2017b)

Päästökauppa toimii ”cap and trade” –periaatteella. Neljän vuoden aikavälin kasvihuonekaasupäästöille asetetaan katto (cap), jonka mukaan päästökaupan alaisuudessa toimiville yrityksille jaetaan päästölupia. Yksittäinen yritys voi tuottaa vain lupiensa oikeuttaman määrän päästöjä. Jos yritys tuottaa enemmän päästöjä, kuin sen hallinnassa olevien lupien määrä sallii, tuomitaan se tuntuviin sakkorangaistuksiin. Yritykset voivat käydä keskenään kauppaa päästöluvilla. Päästölupien säästäminen myöhempää käyttöä varten on myös mahdollista. (Euroopan komissio, 2017b)

Päästökaupan on tarkoitus kannustaa investoimaan päästöjä vähentävään teknologiaan. Kaupankäynnin joustavuuden ansiosta päästöjen vähennys tapahtuu siellä, missä se on taloudellisesti kannattavinta. (Euroopan komissio, 2017b)

2.3.2 EU:n keskeiset tavoitteet

EU:n ilmastotoimien tavoitteita vuoteen 2020 mennessä kutsutaan niin sanotusti 20-20-20 strategiaksi. Tavoitteena on vähentää 20 %:a kasvihuonekaasupäästöjä verrattuna vuoteen 1990, kasvattaa uusiutuvan energian osuus 20 %:in energiankulutuksesta ja parantaa energiatehokkuutta 20 %:lla. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteet ovat samoilla osa-alueilla 40 %:a, 27 %:a ja 27 %:a. (Euroopan komissio, 2017a)

Taulukkoon 4 on koottu keskeiset tavoitteet.

Taulukko 4. EU:n keskeiset tavoitteet ilmastonmuutoksen torjunnassa. (Euroopan komissio, 2017a)

Sektori	2020	2030
KHK	-20 %:a vrt. 1990	- 40 %:a vrt. 1990
RES	20 %:a energian loppukulutuksesta	27 %:a energian loppukulutuksesta
Energiatehokkuuden parantuminen	20 %:n nousu vrt. 2007 arvio	27 %:n nousu vrt. 2007 arvio

Vuoteen 2050 mennessä EU aikoo vähentää päästöjään 80 – 90 %:a. (Euroopan komissio, 2017a)

2.4 Helsingin kaupungin keskeiset ilmastotavoitteet

Helsingin kaupunki pyrkii osaksi C40 ilmastoverkostoa. Sen ilmastotavoitteet ovat huomattavasti kunnianhimoisemmat, kuin säätelyn puolesta olisi tarve. Helsingin kaupunki pyrkii vähentämään kokonaispäästöjään 30 %:a vuosien 1990 – 2020 välisenä aikana. Vuoteen 2030 mennessä tavoite on 60 %:a. Energiantuotannon suhteen päästövähennystavoite on 20 %:a 1990 – 2020 välillä ja uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen energiantuotannossa vähintään 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Kaupungin energiantuotanto pyritään muuttamaan hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä. Asukkaiden keskimääräinen

energiankulutuksessa pyritään 20 %:n vähennykseen vuosien 2005 – 2020 välillä. Näitä tavoitteita kohti kaupunki pyrkii muun muassa

- parantamalla rakennusten energiatehokkuutta saneerattavissa ja uudiskohteissa
- kasvattamalla joukkoliikenteen ja sähkökäyttöisten liikennevälineiden määrää
- kasvattamalla sähköautojen latausinfraa
- järjestelmien energiatehokkaalla optimoinnilla kiinteistö- ja aluekohtaisesti
- tehostamalla kiertotaloutta.

(Helsingin kaupungin ympäristökeskus, 2015; Helsingin kaupunki, 2017)

3 ENERGIAMURROS

Euroopan Unioni pyrkii muokkaamaan lainsäädännöllään energiamarkkinoiden mallia. Maiden välisiä eroja pyritään tasaamaan ja tämä avaa markkinoita aiemmasta poiketen kasvavissa määrin myös kansainväliselle kilpailulle. Uusien toimijoiden myötä alalle odotetaan ilmaantuvan uusia liiketoimintamalleja, tuotteita ja palveluita. (Seppälä et al. 2016)

Ihmiskunnan suurimpia huolenaiheita ovat tällä hetkellä ilmaston muutos ja sen vaikutus jokapäiväiseen elämäämme. Lisäksi huolta aiheuttavat hengitysilmassa esiintyvät terveyshaitat, joita syntyy fossiilisten polttoaineiden polttamisen seurauksena sekä energiantuotannon paikallisen hallinnan ja yleisen energiaturvallisuuden parantaminen. Näihin kaikkiin huolenaiheisiin on pyritty vaikuttamaan poliittisin toimin. Päästöjä pyritään hillitsemään päästökaupalla ja päästötavoitteilla. Energiantuotannossa on asetettu maakohtaisia tavoitteita uusiutuvan energian käytölle. Uusiin järjestelmiin investoimista tuetaan erilaisin taloudellisin kannustimin. (Brown, 2015)

Kun katsotaan historiassa pitkälle taaksepäin, huomataan uusien energiantuotantoteknologioiden ja polttoaineiden käyttöönoton olevan varsin hidasta. Esimerkiksi kivihiilen osuus energiankulutuksesta oli noin 5 %:a vuonna 1840. Silti se ylitti puun kulutuksen tuotannossa vasta 1900-luvulla, vaikka se on energiatiheydeltään ja säilöttävyydeltään huomattavasti parempi vaihtoehto kuin puu. (Suokko & Partanen, 2017)

Vaikka uusiutuvaan energiaan pohjautuvan tuotannon ennustetaan valtaavan alaa tulevaisuudessa nopeasti, on niiden nopeaa markkinoiden valtaamista syytä epäillä seuraavista syistä:

- Mittakaavan kasvaessa syrjäyttäminen ja isomman osuuden saaminen hankaloituu.
- Monimutkaisemmat teknologiat hidastavat valmistuskapasiteetin kasvattamista.
- Tehotiheyden laskeminen. Esimerkiksi mikäli aurinko- ja tuulivoiman määrää kasvatetaan, mennään tehotiheydessä ensimmäistä kertaa energia-alan murrosvaiheessa taaksepäin tehotiheydellä mitattuna.

- Infrastruktuuri on teollisissa maissa rakentunut halvan ja kokoajan saatavilla olevan energian mukaan. Infrastruktuuria ei voida muuttaa kovin nopeasti.
- Pääoman kuolettaminen. Nykyiseen, esimerkiksi hiilen käyttöön perustuvaan tuotantoon, on sidottu paljon rahaa. Tuotannon tulee kallistua huomattavasti, jotta tuotannosta luovuttaisiin vapaaehtoisesti.
- Tuotannon vaihtelevuus. Jos kysyntään liittyvät joustot ja varastointi eivät huomattavasti parane, aiheutuu tuotannon vaihtelu ongelmia järjestelmätasolla.

(Suokko & Partanen, 2017)

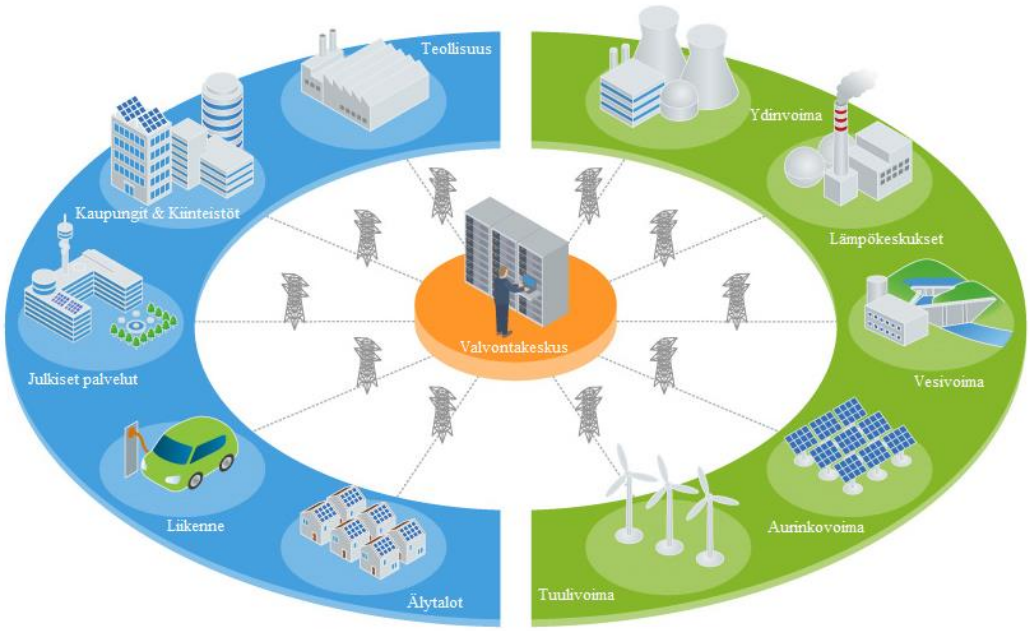
Niin kutsuttuun energiamurrokseen liittyy vahvasti ilmastonmuutoksen torjunta ja ilman laadun parantaminen. Poliittisilla päätöksillä on hyvin vahva vaikutus energiamarkkinoiden kehitykseen. Tällä hetkellä pyritään vahvasti kohti vähäpäästöisiä ja päästöttömiä energiajärjestelmiä. Näiden yleistymistä tuetaan esimerkiksi erilaisin investointi- ja selvityshanketuin sekä syöttötariffein. Syöttötariffilla tarkoitetaan verkkoon syötetystä energiasta maksettavaa takuuhintaa. Monissa Euroopan maissa aurinko- ja tuulienergian tuottamiselle myönnetyt syöttötariffit ovat laskeneet muiden energiantuotantomuotojen kannattavuutta. Syöttötariffien ohjausvoima on toiminut erinomaisesti. Aurinkosähköjärjestelmien kustannustehokkuus on parantunut huomattavasti. (Halme et al., 2015)

Energiajärjestelmien systeemiajattelu, tekniikka, merkitys ja liiketoimintamallit ovat muuttumassa. Seuraavan kahdenkymmenen vuoden aikana globaalit energia-sektorin investoinnit tulevat olemaan noin 40 000 miljardia euroa. Suuret investoinnit tarjoavat jo alalla toimiville ja markkinoille tuleville yrityksille mahdollisuuksia luoda uutta liiketoimintaa energia-alalla. (Halme et al., 2015)

Uusiutuvasta energiasta on tullut teknistaloudellisen kehityksen seurauksena kilpailukykyinen ilman nykyisiä tukimekanismejakin. Monia haasteita on vielä olemassa, mutta ne ovat ratkaistavissa tulevaisuudessa. Innovaatioita tukevalla politiikalla voidaan edesauttaa uusien teknologioiden markkinoillepääsyä. Energian varastointimenetelmien kehitykseen panostetaan suuresti. Energiavarastoinnin määrän kasvulla on merkittävä osa nykyisten liiketoimintamallien muuttamisessa. (Halme et al., 2015)

Energiamurroksella kuvataan energia-alalla tällä hetkellä tapahtuvia muutoksia. Tässä raportissa energiamurroksella tarkoitetaan tiivistettynä irrottautumista fossiilisten polttoaineiden käytöstä energiantuotannossa, energia-alan digitalisoitumista, tuotantorakenteen muuttumista, perinteisten liiketoimintamallien uudistamista sekä koko järjestelmän uudelleenajattelua.

Kuvassa 11 on esitettynä Euroopan komission visio älykkäästä energiajärjestelmästä.



Kuva 11. Älykäs energiajärjestelmä. (Mukaillen Euroopan komissio, 2017c)

”Uusiutuva energiajärjestelmä on tullut jäädäkseen ja sen kärkituotteet, asiakkaiden omistama aurinkosähkö, tuulipuistojen tuulisähkö, keskitetyt ja hajautetut tuotantokapasiteetit ja energiavarastot, joustava kulutus ja näihin liittyvä digitalisaatio vievät energiamurrosta vauhdilla eteenpäin. Eikä pelkästään Suomessa vaan globaalisti.” (Halme et al., 2015)

3.1 Kaukolämpöalan strategia

Energiateollisuus ry on luonut vuonna 2013 strategian kaukolämpöalaan liittyen. Strategiassa pyritään vastaamaan toimintaympäristön muutosten tuomiin haasteisiin.

Energiateollisuuden kaukolämpöalan strategiassa (2013) tavoitteet on kiteytetty kolmeen suurempaan kokonaisuuteen:

- joustavuuden ja integraation lisääminen
- uusien liiketoimintamallien kehittäminen
- tulevaisuuden hiilineutraalius.

Kaukolämpösektorilla pyritään lisäämään uusia ja kehittämään vanhoja palvelutuotteita. Avoimuuden kasvu ja asiakkaiden mukaan ottaminen joustavampien ratkaisujen löytämiseksi nähdään yhtenä kehityksen kulmakivistä. Ylijäämä- ja hukkalämpöjen hyödyntämisen mahdollisuutta pyritään kasvattamaan koko järjestelmän kehityksellä siihen suuntaan, että se olisi myös teknillistaloudellisesti mitattuna aiempaa paremmin perusteltavissa. Kilpailukyky ja toimintavarmuus pyritään kuitenkin pitämään vähintään aikaisemmalla tasolla. (Energiateollisuus ry, 2013)

Strategiassa pitäydytään vuoden 2050 hiilineutraalius -tavoitteessa. Hiilineutraaliin tuotantoon pyritään investoimaan kasvavissa määrin tutkimuksen ja kehityksen osa-alueilla. Tätä kautta pyritään konkretisoimaan tulokset yritysten lisääntyvinä investointeina ja tuotannon kasvuna. (Energiateollisuus ry, 2013)

3.2 Digitalisaatio

Sanalla digitalisaatio tarkoitetaan digitoinnin ja teknologian mahdollistamaa kehitystä. Digitalisaatio on yksi keskeisimmistä osa-alueista energia-alan toimintaympäristön muutoksessa. Sen avulla voidaan luoda uusia liiketoimintamalleja, palveluita, tuotteita sekä analysoida ja muuttaa käyttäytymistä ja totuttuja toimintatapoja. Digitalisaation mahdollistamaa potentiaalia ei toistaiseksi ole vielä hyödynnetty suurissa määrin energia-alalla. Suurin potentiaali ja haaste ei löydy yksittäisen yrityksen sisäisten toimintojen tehokkuuden kasvattamisesta, vaan siitä, miten tuotteet ja palvelut saadaan yhdistettyä yli toimialarajojen. (Deloitte, 2016; Työ- ja elinkeinoministeriö, 2015)

Digitalisaation keskeisimmät vaikutukset kaukolämpöalalla ovat

- kilpailevien lämmitysmuotojen kustannusten lasku
- datan määrän kasvu ja sen reaaliaikainen saatavuus
- uusien tuotteiden ja palveluiden syntyminen
- tekoäly ja lohkoketjuteknologia.

Digitalisaatio laskee lämmöntuotantotavan vaihtamisen kynnystä, sillä esimerkiksi tekoälyn ja lohkoketjuteknologian avulla vaihtoehtoisen lämmöntuotantoteknologian kilpailuttaminen helpottuu, energian ostaminen voidaan suorittaa hajautetusti ja eri tuotantotapojen vertailumahdollisuudet paranevat. Erinomainen esimerkki digitalisaation mahdollistamasta vertailumahdollisuuksien parantamisesta on Helen Oy:n ja monen muun yrityksen tarjoama kiinteistön aurinkoenergialaskuri. Laskuri pohjautuu satelliittikuvaan ja paikkatietoihin, jonka perusteella se laskee annetussa osoitteessa sijaitsevalle kiinteistölle aurinkoenergian tuotantomahdollisuudet ja antaa järjestelmälle alustavan hinta-arvion. Teknologian kehittyessä myös vaihtoehtoisten tuotantotapojen investointikustannukset laskevat ja toimintavarmuus sekä toiminnan optimointi helpottuu. (Deloitte & Touche, 2016)

Uudistuksia tehtäessä on hyvä mahdollisuus tarkastella koko yhtiön toimintamallia uudelleen asiakaspolun näkökulmasta. Asiakassuhteen hyödyntämiseen perustuva liiketoimintamalli vaatii tätä mallia tukevat järjestelmät: digitaalisuus. Digitalisaatiolla ei ole tarkoitus erottaa digiratkaisuja muusta liiketoiminnasta, vaan niiden on toimittava osana yrityksen liiketoimintaideaa. (Seppälä et al., 2016)

Tällä hetkellä kaukolämpö on Suomen suosituin lämmitysmuoto. Järjestelmä on kuitenkin rakennettu maailmaan, jossa kilpailutilanne ei ole ollut täysin avoin. Tästä syystä asiakkuuden hoitoa ei välttämättä ole nähty yhtä merkityksellisenä asiana. Energiamurroksen myötä, tilanne on kuitenkin muuttumassa innovaatiotoiminnan ja teknologian kehittyessä, joten välttämättömiä järjestelmäuudistuksia on tulossa. (Seppälä et al. 2016)

Energiayhtiöiden on muokattava omia järjestelmiään pientuotannon lisääntyessä ja osapuolten määrän kasvaessa. Jotta kotitalouksien sähkön- ja lämmöntuotantoa olisi mahdollista hyödyntää energiajärjestelmän tasapainotuksessa, on toiminnan ohjauksen ulotuttava jatkossa pientuottajiin asti. (Seppälä et al. 2016)

Digitalisaatioon yhdistetään usein niin kutsuttu Internet of Things (IoT). IoT:lla tarkoitetaan älylaitteita, jotka keräävät käyttäjistään ja ympäristöstään automaattisesti informaatiota. Tätä informaatiota hyödynnetään uusien palveluiden luomisessa sekä palvelukokemuksen tehostamisessa. IoT:n määrä kasvaa kiihtyvällä tahdilla ja se voidaan laskea jo osaksi ihmisten arkipäivää. Sen luomia mahdollisuuksia hyödynnetään tällä hetkellä monilla aloilla, esimerkiksi terveys- ja turvallisuuspalveluissa, julkisissa tiloissa, yksityistalouksissa sekä liikenteessä. (Lanotte & Merro, 2017)

3.3 Hajautettu tuotanto

Hajautetulla tuotannolla tarkoitetaan pienimuotoista energiantuotantoa lähellä sen loppukulutuspistettä. Tuotanto voi olla sähkö-, lämpö- tai jäähdytysenergiaa. Tuotannossa hyödynnetään usein paikallisia energialähteitä, esimerkiksi maalämpöä. Hajautetun ja keskitetyn tuotannon erolle ei ole määritelty virallista ja selvää rajaa, mutta Pesola et al. määrittelee Motivalle tehdyssä raportissaan (2010) vesivoiman kohdalla alle 10 MW tuotantolaitokset hajautetun energiantuotannon alaisiksi. Kyseistä rajaa käytetään tässä raportissa hajautetun tuotannon maksimitehon rajana. (Pesola et al., 2010)

Hajautettua energiantuotantoa ei ole määritelty myöskään energianlähteen suhteen. Tosin poliittiset ohjaustoimet ovat ohjanneet vahvasti tuotannon ja teknologian kehitystä uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämisen suuntaan. (Pesola et al., 2010)

Taulukossa 5 on esitetty erilaisia hajautetun energiatuotannon tuotantoteknologioita ja -muotoa sekä tuotannon kokoluokkaa.

Taulukko 5. Hajautetun energiantuotannon sovelluksia. (Mukaillen Pesola et al., 2010)

Teknologia	Tuotanto	Koko
Lämpökeskukset	Lämpö	Alueellinen
Kaasu- ja diesel-moottorit	Lämpö ja sähkö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Mikroturbiinit	Lämpö ja sähkö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Stirling-moottorit	Lämpö ja sähkö	Kiinteistökohtainen
Polttokennot	Lämpö ja sähkö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Höyrykoneet- ja turbiinit	Lämpö ja sähkö	Alueellinen
Pientuulivoima	Sähkö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Pienvesivoima	Sähkö	Alueellinen
Aurinkosähkö	Sähkö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Aurinkolämpö	Lämpö	Kiinteistökohtainen/alueellinen
Lämpöpumput	Lämpö	Kiinteistökohtainen/alueellinen

Taulukosta 5 nähdään, että teknologiasta riippuen tuotanto voi olla pelkkää sähköntuotantoa lämmöntuotantoa tai näiden yhteistuotantoa (CHP). Tuotanto voi olla myös pelkästään kiinteistön omaan käyttöön tarkoitettua tai se voidaan syöttää alueelliseen sähkö- tai lämpöverkkoon.

Hajautetun energiantuotannon eduiksi voidaan katsoa energian siirtojärjestelmissä tapahtuva pienempi energiahävikki, keskitetyn tuotantolaitoksen tai sen siirtojärjestelmän hajoamisen aiheuttaman tilan riski sekä potentiaali uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämisessä. Huonona puolena on se, että taloudellisesti kaikki teknologiat eivät ole vielä kustannuskilpailukykyisiä verrattuna keskitettyyn tuotantoon. (Pesola et al., 2010)

Suomen keskeisimmiksi hajautetun tuotannon energianlähteiksi voidaan katsoa

- bioenergia
- jätekaasut
- aurinkoenergia
- geoenergia
- vesistöt
- tuulienergia

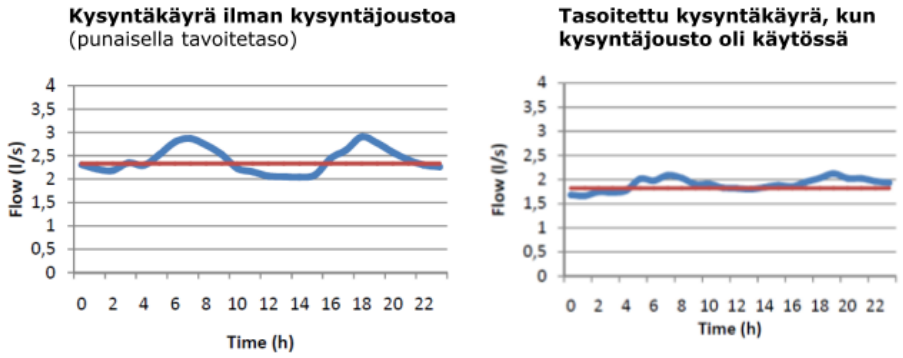
- erilaiset hukkalämmöt.

Hajautettujen järjestelmien kehittämisen suurin ongelma tällä hetkellä on niiden hankala mallinnettavuus. Jokaisen järjestelmän optimointi on tehtävä täysin verkkokohtaisesti ja paikalliset tekijät ovat suuressa roolissa. (ÅF-Consult Oy, 2015)

3.4 Kysyntäjousto

Energiajärjestelmän joustavuuteen voidaan vaikuttaa joustavalla kysynnällä ja tuotannolla. Asiakkaat luovat joustavan kysynnän ja lämmön tai sähkön toimittajat joustavan tuotannon. Tässä kappaleessa käydään joustavuuteen liittyvät aiheet yleisesti läpi ja kerrotaan niiden vaikutukset koko järjestelmään.

Kaukolämmön hetkellinen kulutus vaihtelee vuodenajan, viikonpäivän ja päiväkohtaisen ajankohdan mukaan. Talvella kulutus nousee, kun lämpötila on matalampi. Viikonpäivien mukaan kulutus vaihtelee, koska esimerkiksi suurissa toimistorakennuksissa tai teollisuustiloissa ei ole toimintaa viikonloppuisin. Päivätasolla kulutus vaihtelee, kun ihmiset menevät aamuisin suihkuun ja ilmanvaihtokoneet käynnistyvät toimistoilla. Näitä yksittäisiä kulutuspiikkejä pyritään tasaamaan lämmön kysyntäjoustolla. Sen avulla huippukulutushetkiä voidaan jakaa tasaisemmin peruskuormaksi. Tasaisemmalla kulutuksella voidaan vähentää huipputehoon käytettävien kattiloiden ylös ajoja. Lämmönkulutus voidaan ennustaa paremmin ja sen seurauksena laskea kapasiteetin tarvetta tuotannon ja verkon puolella. Lämmön varastoinnilla voidaan osaltaan vaikuttaa joustopotentiaaliin purkamalla varastoja piikkien aikaan sekä lataamalla niitä kuorman ollessa pieni. (Valor Partners Oy, 2015a) Kuvassa 12 on esitetty Ruotsin Karlshamnissa saavutettuja tuloksia lämmön kysyntäjoustoon liittyen.



Kuva 12. Lämmön kysyntäkäyrä ilman joustoa ja jouston kanssa. (Valor Partners Oy, 2015a)

Tulokset saavutettiin ohjaamalla noin 350 asunnon lämmitystä. Lämmitystehoa vähennettiin sieltä, missä sille oli parhaat edellytykset. Patteriverkoston lämpötehon tarve laski testin aikana 11 %:a ja lämpöenergiankulutus 7 %:a.

Kysyntäjousto kasvattaa merkitystään hajautettujen ratkaisujen yleistyessä. Kapasiteetin määrää voidaan vähentää, kun huipputehot saadaan leikattua pienemmäksi hyödyntämällä tehokkaammin lämmön tarjonnan ja kulutuksen kohtaamista. Uusiutuvan energian tuotantoa voidaan hyödyntää tehokkaammin kehittämällä lämmönvarastointia. Tällä voidaan ehkäistä tilanteita, jolloin esimerkiksi asennetun aurinkolämpölaitteistojen tuottamaa lämpöä ei saada hyödynnettyä tai varastoitua. (Ottosson et al., 2013)

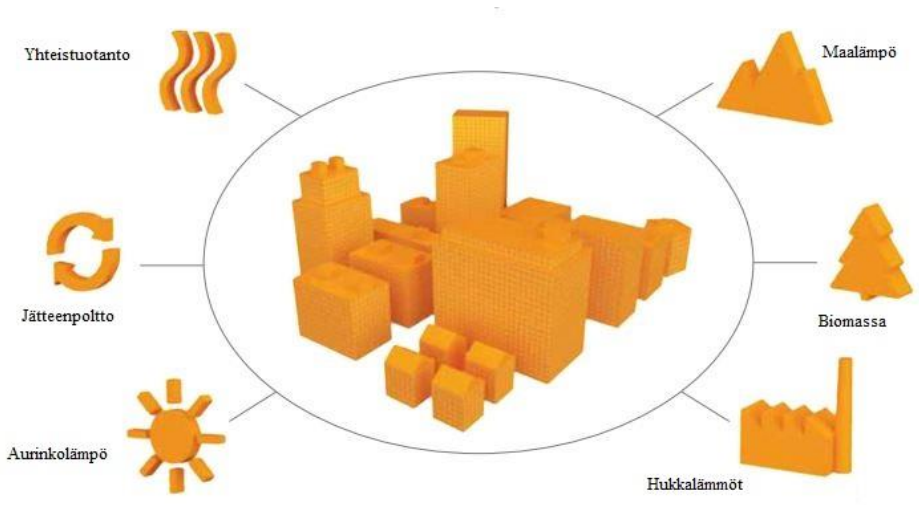
Valtakunnallisessa sähköjärjestelmässä on vallittava jatkuvasti kysynnän ja tuotannon tehotasapaino. Tuotannon säätö muuttuvan kulutuksen mukaisesti ei ole ongelma vesi- ja laudevoimalla. Tilanne on kuitenkin toinen uusiutuvan energian ja ydinvoiman lisääntyessä markkinoilla. Esimerkiksi tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto riippuu säästä, jonka vuoksi tasapainon ylläpito on taloudellisesti suoritettuna huomattavasti haastavampaa. Sähkön kysyntäjouston myötä tilanne saadaan käännettyä päinvastaiseksi. Kulutus seuraa tuotantoa eikä tuotanto kulutusta. Samaan tapaan kuin lämmön kysyntäjoustossa sähkön kulutusta siirretään tehohuipuista pienenemmän kulutuksen ajankohtiin kulutuksen tasaamiseksi. Siirto voidaan toteuttaa esimerkiksi muiden energiamuotojen sähköllä korvaamisella. (Järventausta et al., 2015)

3.5 Hybridilämmitys

Hybridilämmitysjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa energiaa tuotetaan kahdella tai useammalla energianlähteellä. Lämpöenergia hyödynnetään kiinteistöiden tai teollisuusprosessin tarvitseman lämmitysenergian, jäähdytysenergian tai lämpimän käyttöveden kattamiseen. Hybridijärjestelmiä hyödynnetään tällä hetkellä pääasiallisesti vain lämmityskäytössä. Jäähdytyskäytössä ne eivät ole vielä yleistyneet. (Sparber & Fedrizzi, 2015)

Hybridilämmitysjärjestelmän etuna on mahdollisuus optimoida kustannusoptimaalisin vaihtoehto vaihtelevissa olosuhteissa. Lisäksi järjestelmän toimintavarmuus kasvaa, kun järjestelmä ei ole yhden teknologian varassa. (Sparber & Fedrizzi, 2015)

Hybridilämmitysjärjestelmä on skaalattavissa kiinteistötasolta koko kaupungin tarpeisiin. Jos lämpöenergian tuotannossa käytetään useita erilaisia energianlähteitä ja –tuotantomuotoja, voidaan esimerkiksi kaukolämpö- tai kaukojäähdytysverkkoa ajatella hybridilämmitysjärjestelmänä. Kuvassa 13 on kuvattu esimerkki mahdollisesta tuotantorakenteesta. (Sparber & Fedrizzi, 2015)



Kuva 13. Suuren mittakaavan hybridijärjestelmä. (Mukaillen Sparber & Fedrizzi, 2015)

Järjestelmän rakenteen monimutkaisuus johtaa usein kalliimpiin investointikustannuksiin. (Sparber & Fedrizzi, 2015)

4 NELJÄNNEN AIKAKAUDEN KAUKOLÄMPÖ (4GDH)

Kaukolämmön kehitys voidaan jakaa tähän päivään mennessä kolmeen eri aikakauteen. Ensimmäinen aikakausi katsotaan sijoittuneen vuosille 1880–1930. Ensimmäisen aikakauden kaukolämmön tuotanto perustui pääosin pelkkään lämmöntuotantoon, polttoaineena käytettiin lähinnä hiiltä ja jakelu tapahtui höyrynä. Toinen aikakausi sijoittuu vuosille 1930–1980. Toimitus muuttui paineistetuksi vedeksi (pääosin >100 °C). Sähkön ja lämmön yhteistuotannon osuus kasvoi. Polttoaineena öljy nosti osuuttaan hiilen rinnalla. Kolmas aikakausi katsotaan alkaneen 1980 ja sen ennustetaan kestävän noin vuoteen 2020 asti. Veden toimituslämpötila on laskenut lähes kokonaan alle 100 °C:en. Kolmannen aikakauden aikana polttoainevalikoima on kasvanut käsittämään muun muassa biomassan ja jätteet. (Lund et al., 2014)

Tulossa oleva 4GDH toimii osana tulevaisuuden älykästä energiajärjestelmää. Keskitetty tuotanto saa rinnalleen kasvavissa määrin hajautettua tuotantoa. Koko verkoston lämpötilat laskevat energiatehokkuuden parantumiseksi. Tuotannon hajauttamisen myötä järjestelmän kaksisuuntaisuus kasvaa. Tuottaja-kuluttajien määrän oletetaan kasvavan rajusti. 4GDH:ssa kysynnän ja tarjonnan alueellinen kohtaaminen kehittyy aiemmista aikakausista. Järjestelmä integroituu yhä enemmän osaksi muita energiajärjestelmiä. (ÅF-Consult Oy, 2015)

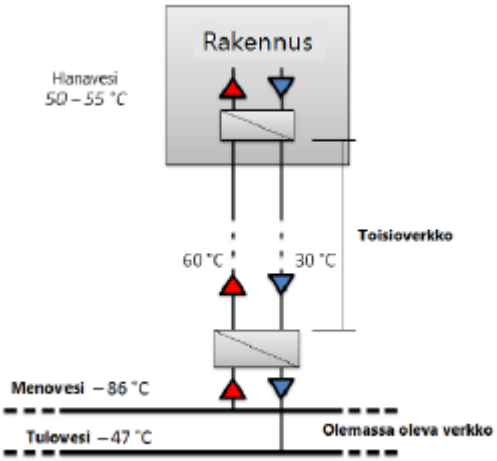
Tässä kappaleessa esitetään tarkemmin matalalämpötilainen kaukolämpö, kaukolämmön älykkyyteen liittyvät asiat sekä kaksisuuntainen kaukolämpö. Asiat käsitellään yleisellä tasolla ja tarkemmin niiden liiketoiminnallisiin sovelluksiin edetään raportin tutkimusosuudessa.

4.1 Matalalämpötilainen kaukolämpö (LTDH)

Matalalämpötilaisella kaukolämpöverkolla (LTDH) tarkoitetaan verkkoa, jossa menopuolen lämpötila on alle 80 °C. Matalammilla verkon lämpötiloilla lämpöhäviöt ovat pienemmät. Lisäksi lämmöntuotannossa käytettävien lämpöpumppujen hyötysuhde on parempi, kun verkon ja lämmönlähteen lämpötilaero on pienempi. Matalalämpötilaisen verkon rakentaminen on myös huomattavasti kustannustehokkaampaa verrattuna perinteisen kaukolämpöverkon rakentamiseen. Matalampien lämpötilojen käyttöön verkossa liittyy kuitenkin rajoitteita. Lämpimän käyttöveden minimilämpötila on 58 °C. Tällä pyritään estämään legionella-bakteerin esiintyminen lämmitysverkostossa. Lisäksi vanhojen rakennusten patteriverkostojen ja ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden vaatima menolämpötila on huomattavasti korkeampi kuin nykyään kiinteistöihin asennettavien pattereiden. Kolmantena tekijänä ovat kasvaneet

pumppauskustannukset ja putkikoot. Vaikka matalammilla lämpötiloilla saavutetaan huomattavia etuja, on optimaalinen lämpötila etsittävä näiden tekijöiden välimaastosta. (Ottosson et al., 2013)

Koko verkon lämpötiloja ei välttämättä ole kannattavaa laskea, vaan matalalämpöverkko voidaan toteuttaa niin sanotulla toisioverkolla. Kuvassa 14 on esitetty matalalämpöisen toisioverkon periaatekytkentä.



Kuva 14. Toisioverkon kytkentäperiaate. (ÅF-Consult Oy, 2015)

Kuvasta poiketen, toisioverkkoa ei ole järkevää rakentaa palvelemaan vain yksittäistä kiinteistöä. Toisioverkon rakentaminen on todettu kannattavimmaksi silloin, kun se palvelee kokonaista matalaenergiarakennusaluetta ja verkon rakentamisessa käytetään esimerkiksi PEX-materiaalista valmistettua putkea perinteisten kaukolämpöverkossa käytettyjen materiaalien sijasta. (Eriksson et al., 2013)

4.2 Älykäs kaukolämpö

Tällä hetkellä toimiva kaukolämpöjärjestelmä voidaan jakaa karkeasti neljään osa-alueeseen:

- tuotantoon
- jakeluun
- varastointiin
- kuluttajalaitteisiin eli käyttöön.

Kukin osa-alue sisältää jo nyt jossakin määrin älykkyyttä ja tätä hyödynnetään teknisessä ja taloudellisessa mielessä. Tässä kappaleessa esitellään, mitä älykkyyden lisääminen järjestelmään voisi käytännössä mahdollistaa ja mitä käsite älykäs kaukolämpö tarkoittaa.

Älykkäällä kaukolämpöjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa keskitetty ja hajautettu tuotanto toimivat yhdessä. Tuotantorakenne on joustava eikä se ole riippuvainen vain yhdestä tai kahdesta tuotantomuodosta tai polttoaineesta. Mittausdataa kulutuksesta, tuotannosta ja varastoinnista hyödynnetään aikaisempaa enemmän ja tätä hyödynnetään kulutuspiikkien tasaamisessa tunti-, vuorokausi- ja vuositasolla. Mittausdata mahdollistaa erilaisten kulutusprofiilien muodostamisen asiakkaille ja näin aiempaa useampien tuotteiden ja hinnoittelumallien käytön. Järjestelmä ei ole riippuvainen isoista tuotantolaitoksista ja niiden toiminnasta. Se tuo lisäarvoa kaikille osapuolille: tuottajille, verkon operaattoreille sekä asiakkaille. (Pesola et al., 2011)

4.2.1 Tuotanto

Tällä hetkellä kaukolämpöverkossa tuotanto on osittain hajautettua. Suurissa kaukolämpöjärjestelmissä on pieniä ja keskisuuria lämpölaitoksia sijoitettu ympäri verkkoa. Tämä tukee voimalaitoksia ja parantaa verkon toimintaa. Hajautetun pientuotannon toimintamallit, riippumatta siitä mitä tuotantoteknologiaa käytetään, voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan:

- hajautetun tuotannon laitos kytketään kaukolämpölaitteiston rinnalle, asiakas käyttää itse tuottamansa energian täysin ja vähentää näin kaukolämpöverkosta otettavaa energiaa
- asiakas käy kauppaa energiayhtiön kanssa myymällä ja ostamalla tuotantoa, osa lämmöstä syötetään kaukolämpöverkon meno- tai paluupuolelle.

Molemmat vaihtoehdot vaikuttavat osaltaan koko järjestelmään. Ensimmäinen vaihtoehto luo asiakkaalle mahdollisuuden valita hetkellisen tuotannon aina halvimman vaihtoehdon mukaan ja täten leikata huippukulutusta.

Toinen vaihtoehto muuttaa kaukolämpöyhtiön tuotantokapasiteettia ja -rakennetta sekä lisää tuotannon joustavuutta. Toimintaa voidaan lisäksi tarkentaa vielä sen suhteen, miten kauppaa

käydään. Vaihtoehtona on tuottaa yhtiölle jatkuvaa perustehoa tai hyödyntää sitä vain huipputehoaikoina. (Pesola et al., 2011)

4.2.2 Varastointi

Kaukolämmön hetkittäinen kulutus vaihtelee pääasiassa neljästä tekijästä johtuen:

- lämpimän käyttöveden kulutus vuorokauden ajan mukaisesti
- lyhytaikainen sään vaihtelu, esimerkiksi sateet ja tuulet
- ulkolämpötilan pitkäaikaisvaihtelu, esimerkiksi ero keskilämpötilassa kesä- ja talviajan välillä
- rakennusten sisälämpötilan vaihtelu vuorokausi ja viikkotasolla, esimerkiksi toimistorakennusten rakennusautomatiikka.

Sähkönkulutuksessa vuorokauden sisäinen vaihtelu on suurempaa, mutta säännöllisempää. Lisäksi se on vähemmän riippuvainen ulkolämpötilan vaihtelusta. Sähkön ja lämmön kulutuksen vaihtelut eivät ole täysin riippuvaisia toisistaan. Lämmön varastoinnilla voidaan lisätä joustavuutta tähän riippuvuuteen yhteistuotantolaitoksissa. Sähkön ollessa kallista, mutta kaukolämmön kulutuksen ollessa matalaa, voidaan sähköntuotannossa syntyvä lämpöenergia varastoida lämpöakkuihin ja purkaa varastoitu lämpöenergia myöhemmin. Lämpölaitoksilla varastointia voidaan hyödyntää esimerkiksi yöaikana ja purkaa sitä aamupäivän kasvaneen kulutuksen aikana. Täten voidaan vähentää huippulaitosten käyttöä ja näin voidaan saavuttaa säästöjä polttoainekuluissa ja päästöissä. (Energiateollisuus ry, 2006)

Tällä hetkellä lämmön varastointi perustuu pääasiassa erilaisiin lyhytaikaisiin, veteen perustuviin varastointiratkaisuihin, kuten suuriin vedellä täytettyihin teräs- tai betonisäiliöihin, kalliovarastoihin tai itse kaukolämpöverkkoon. Lämmön pitkäaikaisvarastointiin kyseiset ratkaisut eivät sovellu. (Energiateollisuus ry, 2006)

Lämmön pitkäaikaisvarastoinnin tarkoituksena on varata lämpöenergiaa pidempiaikaisesti vastaamaan kysynnän vaihteluun kausivaihtelutasolla. Esimerkiksi kesällä ylimääräinen aurinkolämmön tuotanto saataisiin varastoitua hyödynnettäväksi talven pakkasilla. Pitkäaikaisvarastointi on mahdollista toteuttaa faasimuutokseen perustuvalla varastoinnilla, kemialliseen reaktioon perustuvalla varastoinnilla tai varaamalla lämpöä esimerkiksi maaperään. Lämmön pitkäaikaisvarastointi on kuitenkin vielä kehitysvaiheessa, eikä siitä ole

saatu kehitettyä teknistaloudellisesti järkeviä ratkaisuja suuressa mittakaavassa. (Energiateollisuus ry, 2006)

4.2.3 Mittaus ja ohjaus

Tällä hetkellä energiayhtiötä kiinnostaa asiakaspään mittauksista kolme pääsuuretta:

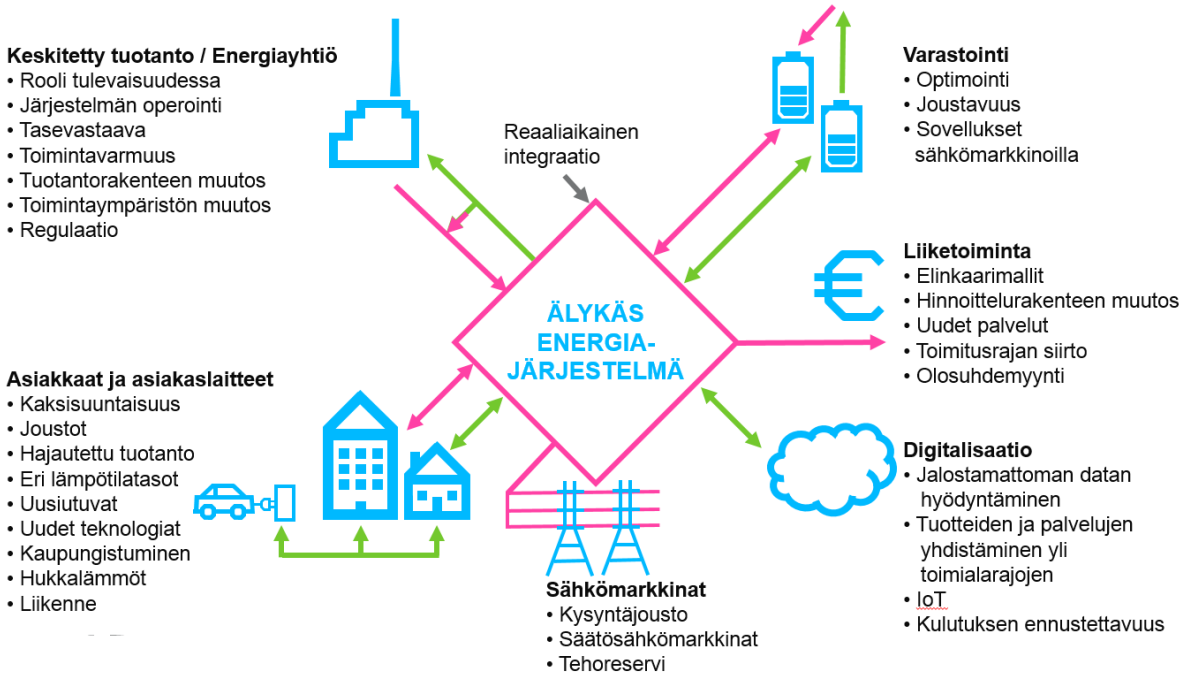
- kaukolämmön menolämpötila
- kaukolämmön paluulämpötila
- veden massa- / tilavuusvirta.

Kyseisten suureiden avulla mitataan asiakkaan kuluttama energia, johon laskutus perustuu. Suureiden perusteella voidaan myös arvioida asiakaslaitteiden tarkoituksen mukaista toimintaa. Energiayhtiöt hyödyntävät jo etäluettavia mittareita, joilla tieto saadaan verkon välityksellä kerran tunnissa. Mittaustekniikkaa ja siihen reagointia kehittämällä sekä mittaustietojen tarkempaa analysointia hyödyntämällä voitaisiin saavuttaa huomattavia säästöjä tuotannon optimoinnissa ja kulutuksen tasaamisessa. Eräs sovellus voisi esimerkiksi olla älykkäät lämmönsiirtimet: kun käyttövesi aiheuttaa hetkellisen piikin kulutukseen, voisi lämmityspuolen kulutus siirtyä osittain tai täysin mahdollisen varaajan puolelle tai lämmitys voitaisiin katkaista hetkellisesti kokonaan. (Pesola et al., 2011)

4.2.4 Hinnoittelu ja tuotteet

Hinnoittelulla ja erilaisilla lämpötuotteilla olisi mahdollista tasata lämpöverkon kuorman ympärivuotista profiilia. Tällä voitaisiin esimerkiksi vaikuttaa tuotanto- ja varastointikapasiteetin mitoitukseen. Jos näitä saataisiin laskettua, näkyisi tämä suoraan pääomakustannusten laskuna yrityksellä. Monilla kaukolämpöyhtiöillä käytössä oleva tehomaksuperusteinen perusmaksu osaltaan kannustaa kulutuspiikkien välttämiseen. (Pesola et al., 2011)

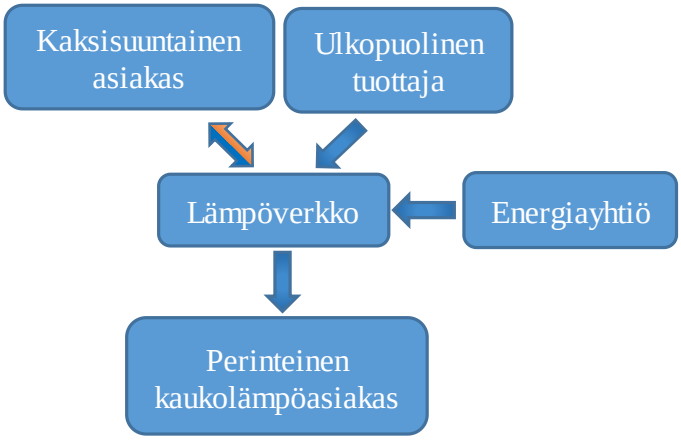
Kuvaan 15 on hahmoteltu älykäs kaukolämpö osana älykästä energiajärjestelmää.



Kuva 15. Älykkään kaukolämmön integroituminen osaksi älykästä energiajärjestelmää.

4.3 Kaksisuuntainen kaukolämpö

Kaksisuuntaiselle kaukolämmölle ei ole toistaiseksi virallista määritelmää, mutta sen voidaan katsoa tarkoittavan pääsääntöisesti kahta eri asiaa. Sillä voidaan tarkoittaa kaukolämpöverkkoa, jossa asiakkailla on mahdollisuus toimia sekä lämmönkäyttäjinä että lämmöntuottajina. Sillä voidaan tarkoittaa myös tilannetta, jossa verkko on avattu ulkopuolisille lämmöntuottajille, jotka tuottavat lämpöä verkkoon, mutta eivät osta sitä verkosta. Edellä mainittua tilannetta voidaan kutsua myös avoimeksi kaukolämpöverkoksi. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016) Kuvassa 16 on esitettynä periaatteellisella tasolla kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintaperiaate.



Kuva 16. Kaksisuuntainen kaukolämpö.

Lämmön ostaminen energiayhtiön verkkoon ulkopuoliselta tuottajalta ei ole täysin uusi asia. Esimerkiksi monet teollisuusyritykset syöttävät prosesseissa syntyvää ylimääräistä lämpöä kaukolämpöverkkoon ja vastaavasti ostavat lämpöenergiaa sieltä tarpeen vaatiessa. Yleensä tällaisessa tilanteessa sopimus on tehty tapauskohtaisesti eikä yleispätevää, suuremmalle asiakasmassalle sopivaa mallia ole kehitetty. Pientuottajien ja energiayhtiön välistä kahdensuuntaista kauppaa lämpöpuolella ei Suomessa tällä hetkellä käydä käytännössä lainkaan. Muissa Pohjoismaissa, esimerkiksi Ruotsissa ja Tanskassa, löytyy jo useampia sovelluksia pientuottajienkin sektorilta. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Kaksisuuntainen kaukolämpö tulee muuttamaan suuresti perinteistä markkinamallia, jossa energiayhtiö on voinut myydä tuottamaansa lämpöenergiaa verkkonsa välityksellä

luonnollisessa monopoliasemassa. Riippuen siitä, minkälaisen roolin energiayhtiö haluaa tulevaisuudessa ottaa, vaihtelee kaksisuuntaisuuden tekniset ja liiketoiminnalliset toteuttamistavat monin eri tavoin. Pöyry Consulting on esitellyt raportissaan viisi mahdollista eri markkinamallia ja suhteuttanut ne nykyisen verkkoyhtiön kohtaaman kilpailun tason ja järjestelyn yksinkertaisuuden mukaisesti. Markkinamallit esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Esimerkkejä markkinamalleista. (Mukaillen Pöyry Management Consulting, 2016)

Yksinkertaisin järjestely **Teoreettisesti pienin kilpailutaso**			**Haastavin toteuttaa** **Teoreettisesti suurin kilpailutaso**	
·KL-yhtiö verkon operaattorina ·Kaupalliset, kahdenkeskeiset sopimukset ulkopuolisten tuottajien kanssa	·KL-yhtiö verkon operaattorina ·Avoin hinnanmääritys ulkopuolisille lämmöntuottajille	·KL-yhtiö verkon operaattorina ·Velvollisuus ottaa ulkopuoliset tuottajat verkkoon kilpailukykyisillä hinnoilla	·Reguloitu, vapaa tuotantomarkkina ·Kriteerit täyttävät tuotantomuodot otettava osaksi tuotantomixiä ·Asiakasrajapintaa hallitsee yksi myyjä	·Avoin markkinamalli ·Tuotanto ja vähittäismyynti ovat eriytetyt ·Vapaa pääsy tuottajille ·Taseenhallinta jakeluyhtiön vastuulla

Kuten taulukosta 6 nähdään, vaihtoehtoja on monia. Lämpöverkkoa ei ole pakko avata kaikille toimijoille vaan ratkaisut voivat olla myös huomattavasti kevyempiä muutoksia perinteiseen malliin verrattuna. Mallien toteutuskustannukset ja energiayhtiön liiketoimintamahdollisuudet vaihtelevat suuresti verkkokohtaisesti, joten yksittäiselle yhtiölle sopivan mallin valinta on aina tehtävä tapauskohtaisesti. Kohtuullisilla lisäinvestoinneilla ja muutoksilla on mahdollista saavuttaa kaksisuuntaisuuden ja avoimuuden tuomia hyötyjä. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

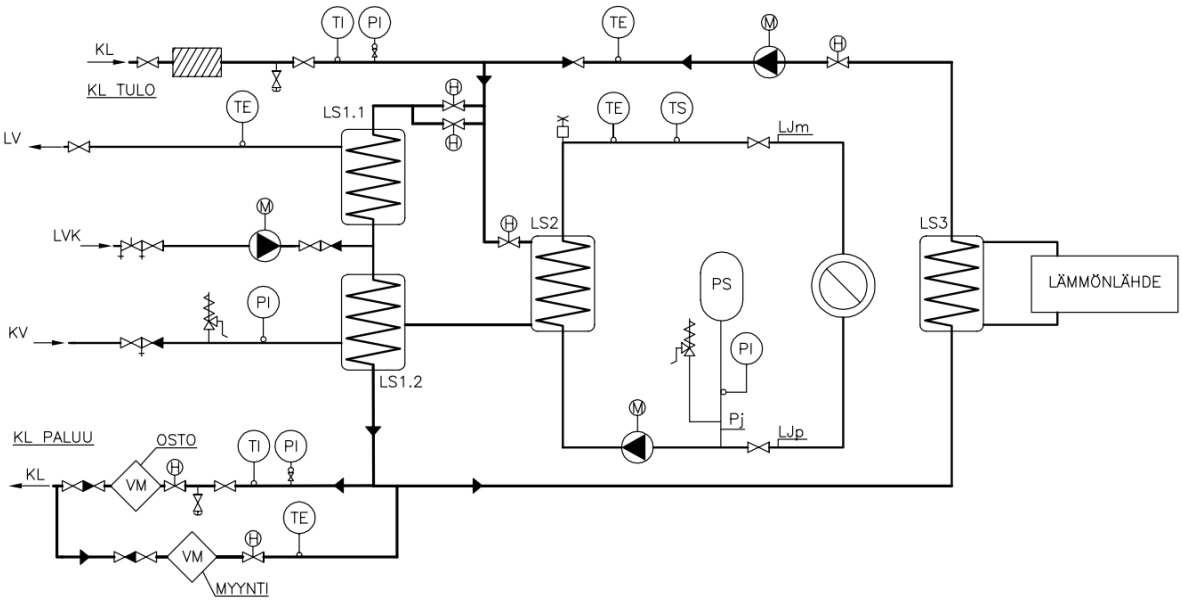
Koska kaksisuuntaista ja avointa kaukolämpöverkkoa ei ole vielä suuremmassa mittakaavassa käytössä, ei voida tietää sen kaikkia haasteita tai saavutettavia hyötyjä. Pöyry Consultingin (2016) raportissa oli haastateltu useita kaukolämpöyhtiöitä sekä potentiaalisia asiakkaita. Haastatteluiden yhteenvetona eduiksi katsottiin muodostuvan:

- teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen
- lämmön pien- ja ylijäämätuotannon hyödyntäminen
- koko järjestelmän energiatehokkuuden ja teknistaloudellinen parantuminen

- energiatehokkuusvelvoitteiden täyttyminen (vaatii sen, että verkkoon syötetty lämpö lasketaan kiinteistön energiataseeseen)
- huoltovarmuuden mahdollinen parantuminen
- lisääntyneet palvelut
- kaukolämpöyhtiöiden lähentyminen asiakkaan kanssa.

Suurimmiksi haasteiksi haastatellut kokivat pientuotannon hintakilpailukyvyn nykyisen tuotannon muuttuvia kustannuksia vastaan sekä käytännön järjestelyt, kuten esimerkiksi vastuun toimitusvarmuuden suhteen ja verkkojen teknisten reunaehtojen tuottamat rajoitteet. Koska mallien toteutuskustannukset ja energiayhtiön liiketoimintamahdollisuudet vaihtelevat suuresti, on yksittäiselle yhtiölle sopivan mallin valinta tehtävä aina verkkokohtaisesti. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Kuvassa 17 esitetään esimerkkikytkentä, jolla asiakas pystyisi myymään lämpöenergiaa kaukolämpöverkkoon ja myös ostamaan sitä sieltä itse hyödynnettäväksi.



Kuva 17. Esimerkkikytkentä. (Mukaillen Hintsa, 2016)

Kuvassa 17 LS3 siirtimen jälkeisellä pumpulla nostetaan myyntitilanteessa painetta kaukolämpöverkon menopuolta suuremmaksi. Tämä saa aikaiseksi virtauksen

kaukolämpöverkon paluupuolelta vastakkaiseen suuntaan. Lämpöenergia siirretään paluupuolelta virtaavaan veteen siirtimellä LS3. Myyntitietoja varten on asennettava toinen virtausmittari (VM Myynti).

Erilaisia liiketoimintamalleja ja toteutusvaihtoehtoja käydään tarkemmin läpi tämän raportin tutkimusosiossa.

5 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin Helen Oy:n toimintaympäristöä ja nykyisen liiketoiminnan markkina-alueeseen vaikuttavia tekijöitä.

5.1 Rakennuskanta Helsingissä

Helsingin rakennuskanta koostuu tällä hetkellä lukumäärällisesti noin 49 400 rakennuksesta. Rakennusten yhteenlaskettu kerrosala on noin 67 600 000 k-m^2. Taulukkoon 7 on eritelty Helsingin rakennuskanta tyypeittäin sekä taulukoitu kunkin rakennustyypin alaisten rakennusten lukumäärä sekä kerrosala.

Taulukko 7. Helsingin rakennuskanta rakennustyypeittäin. (Mukaillen Aluesarjat, 2017)

Rakennustyyppi	Lukumäärä [-]	Kerrosala [k-m^2]
Erilliset pientalot	20 704	3 673 135
Rivi- ja ketjutalot	4 361	2 205 506
Asuinkerrostalot alle 4 krs.	4 676	5 395 219
Asuinkerrostalot 4 + krs.	5 828	17 703 606
Muut rakennukset	6 892	19 298 495
Liikerakennukset	752	2 024 265
Toimistorakennukset	982	5 862 201
Liikenteen rakennukset	1 731	2 097 511
Hoitoalan rakennukset	592	1 374 352
Kokoontumisrakennukset	515	1 270 638
Opetusrakennukset	491	1 992 395
Teollisuusrakennukset	962	3 204 733
Varastorakennukset	657	1 148 840
Käyttötavaltaan tuntemattomat rakennukset	210	323 560
Yhteensä	49 353	67 574 456

Taulukosta 7 voidaan laskea asuinrakennusten kattavan yhteensä noin 43 %:a, julkisten ja kaupallisten palveluiden rakennusten noin 28 %:a sekä muiden ja käyttötavaltaan tuntemattomien rakennusten noin 29 %:a Helsingin rakennuskannan kokonaiskerrosalasta.

Koska rakennuksen ja sen järjestelmien korjaustarvetta arvioidaan usein rakennuksen ikää katsomalla, on hyvä järjestää rakennukset myös rakennuksen rakennusvuoden perusteella.

Taulukossa 8 on esitetty Helsingin rakennuskanta rakennusvuosikymmenittäin ja laskettu niiden osuudet rakennusten kokonaislukumäärän ja kerrosalan perusteella.

Taulukko 8. Helsingin rakennusten ikäjakauma. (Aluesarjat, 2017)

Rakennusvuosi	Lukumäärä [%]	Kerrosala [%]
-1920	5,4	9,3
1921-1929	3,3	4,4
1930-1939	4,0	5,7
1940-1949	3,7	3,0
1950-1959	10,8	9,2
1960-1969	11,2	13,7
1970-1979	10,6	13,3
1980-1989	19,3	13,5
1990-1999	13,5	10,6
2000-2009	11,4	11,6
2009-2016	6,7	5,7

Niemelä (2018) tutki artikkeliväitöskirjassaan 1960- ja 1970-luvulla rakennettujen tiilimuuri- ja betonielementtirakenteisten asuinkerrostalojen, toimistorakennusten ja opetusrakennusten kustannus- ja energiatehokkainta peruskorjauskonseptia. Usein kustannustehokkuus ja energiatehokkuus koetaan ristiriitaisiksi tavoitteiksi ja näiden kahden tekijän välimaastosta pyritään löytämään kustannusoptimaalinen ratkaisu, jolla saavutetaan kohtuullinen takaisinmaksuaika korjaustoimenpiteille. Niemelän mukaan lämpöpumppuihin sekä rakennusautomaatioon investoimalla, saavutetaan kustannustehokkuuden ja energiatehokkuuden kannalta paras ratkaisu kyseisissä kohteissa. Ulkovaipan energiatehokkuuden kasvattamista ei nähty kustannustehokkaana ratkaisuna.

Kiinteistöjen omistajien kiinnostus energiatehokkuuteen on viime vuosina kasvanut, mutta melko suuret alkuinvestoinnit rajoittavat hankkeisiin ryhtymistä. Niemelä nostaa ulkopuoliset ja kilpailukykyiset rahoitusratkaisut keskeisiksi tekijöiksi, joilla investointihalukkuutta saataisiin kasvatettua. Esimerkiksi ST1 hyödyntää rahoitusmallia, jossa asiakkaalle tarjotaan MLP-järjestelmä ilman alkuinvestointia ja tämän jälkeen järjestelmä maksetaan takaisin syntyneillä säästöillä.

Helsingin alueen rakennuskannasta on rakennettu vuosien 1960–1979 välisenä aikana lukumäärällisesti 21,8 %:a ja kerrosalalla mitattuna 27 %:a. Kun tätä peilataan taulukon 7 eri rakennustyyppien lukumääriin ja kerrosaloihin, voidaan karkeasti laskea Niemelän (2018) väitöskirjassaan määrittelemiä kiinteistöjä Helsingissä olevan noin 2600 kappaletta ja kerrosalalla mitattuna 8,4 milj. k-m^2. Markkinapotentiaalia kannattaville lämpöpumppuasennuksille ja rakennusautomaation modernisoinneille voidaan pitää yksistään Helsingin alueella merkittävänä.

Muiden toimijoiden johdosta suoritetut energiatehokkuushankkeet näkyvät suoraan Helen Oy:n liikevaihdossa laskevana tekijänä. Roolin ottaminen kyseisen kaltaisissa hankkeissa esimerkiksi energiakatselmusten tekijänä, projektien toteuttajana tai rahoittajana voisi olla kannattavaa.

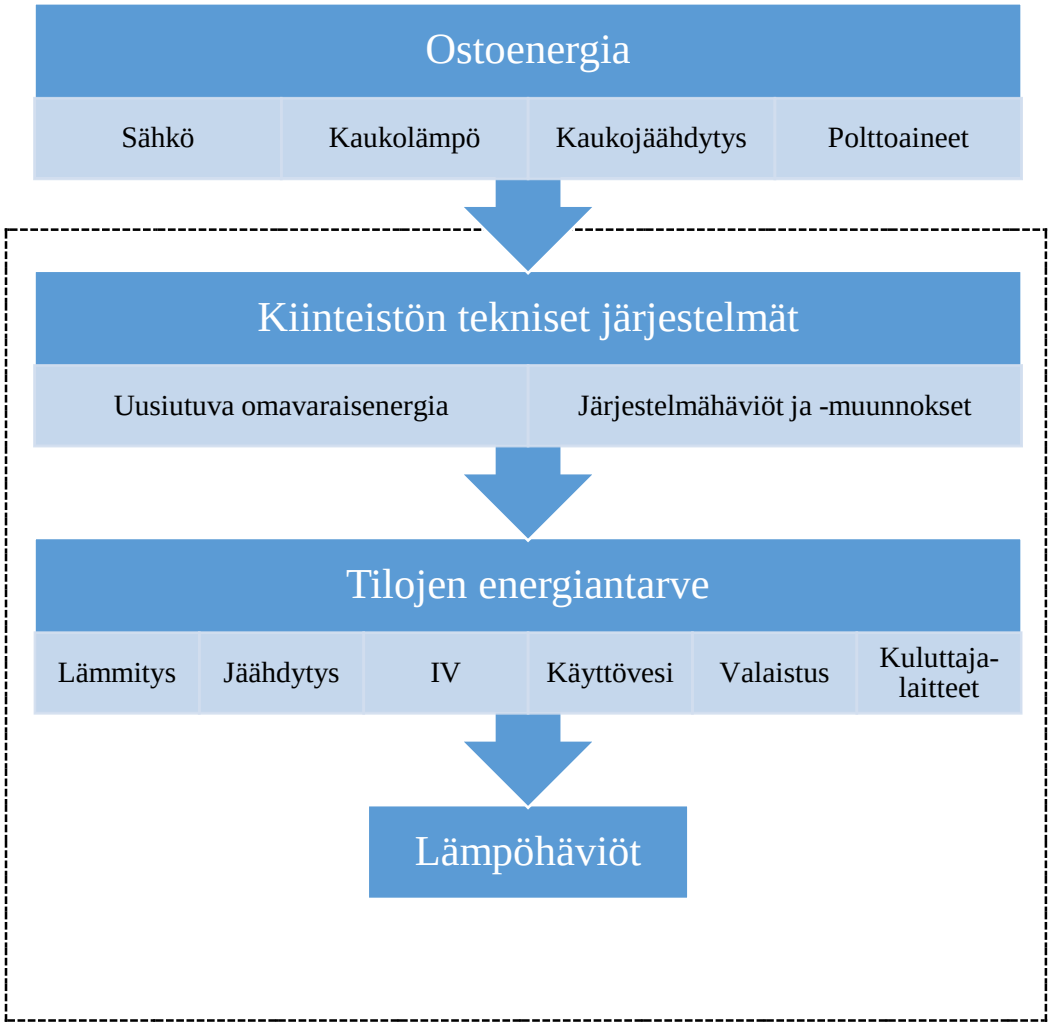
5.2 Lämmityksen vaikutus kiinteistöön

Rakennuksen lämmitystapa ja energiatehokkuus vaikuttavat erityisesti rakennuksen vuotuisiin lämmitys- ja jäähdytyskustannuksiin, mutta näillä on vaikutusta myös muun muassa rakennuksen E-lukuun, erilaisten ympäristösertifikaattien vaatimusten täyttymisessä ja energiatukia haettaessa.

5.2.1 E-luku

Rakennuksen E-luku (kWh/m^2,a) kuvaa rakennuksen ostoenergian kulutusta sen lämmitettyä nettoalaa tai sen eri käyttötarkoitusluokkien mukaisia osia kohden vuositasolla mitattuna. Laskennassa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D3: Rakennusten energiatehokkuus esitettyjä määräyksiä. Rakennuksen ostoenergiankulutuksella tarkoitetaan sähkö-, kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkosta sekä uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana rakennukseen hankittua energiaa. Ostoenergia eritellään lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmille sekä kuluttajalaitteille ja valaistukselle. (Ympäristöministeriö, 2012a; Ympäristöministeriö, 2012b)

Kuvassa 18 esitettynä ostoenergialle määritelty taseraja.



Kuva 18. Ostoenergian taseraja E-luvun laskennassa. (Mukaillen Ympäristöministeriö, 2012b)

Ostoenergian määrää painotetaan käytetyllä energiamuodolla ja tilan käyttötarkoituksella. Tilat ovat jaettu käyttötarkoitukseltaan yhdeksään eri luokkaan. Kullekin luokalle on määritelty suurin E-luku, jota uudiskohteesta puhuttaessa ei saa ylittää. Jos käyttötarkoitukseltaan erilainen tila on alle 10 % lämmitetystä nettoalasta, voidaan se laskea muihin aloihin kuuluvaksi (Ympäristöministeriö, 2012a).

Taulukossa 9 on esitettynä E-luvun laskennassa käytettävien energiamuotojen kertoimet.

Taulukko 9. Energiamuotojen kertoimet E-luvun laskennassa (Mukaillen Ympäristöministeriö, 2012a)

Energiamuotojen kertoimet	
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1,0
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5

Rakennuksessa tuotetulle uusiutuvalle omavaraisenergialle ei ole energiamuoto-kerrointa. Omavaraisenergia vähentää ostoenergian tarvetta, joten sen vaikutus näkyy automaattisesti E-luvussa. Uusiutuvalla omavaraisenergialla tarkoitetaan kiinteistön itsensä käyttämää, omilla laitteilla tuotettua uusiutuvaa energiaa pois lukien uusiutuvat polttoaineet. Kiinteistön verkkoon syöttämää energiaa ei huomioida E-luvun laskennassa. (Ympäristöministeriö, 2012b)

Rakennuksen E-lukuun liittyvät määräykset, ohjeet ja tarkennukset ovat esitettynä tarkemmin Suomen rakentamismääräyskokoelma D3: Rakennusten energiatehokkuus- julkaisussa.

5.2.2 Ympäristöluokitus

Suomessa käytetyt rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät ovat

- LEED
- BREEAM
- RTS ympäristöluokitus
- Joutsenmerkki
- Rakennusten elinkaarimittarit.

Vuonna 2017 Suomessa oli sertifioituja uudisrakennushankkeita noin 120 kappaletta. Olemassa olevia sertifioituja rakennuksia oli noin 100 kappaletta. (Ramboll, 2017)

LEED eli Leadership in Energy and Environmental Design on Us Green Building Councilin (USGBC) vuonna 1998 kehittämä, globaali luokitusjärjestelmä rakennusten suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon luokitteluun. Se arvioi rakennuksen ominaisuuksia ja suorituskykyä yhdeksällä eri osa-alueella, muun muassa energiankäytön ja sisäilman laadun

perusteella. Sen erilaiset sovellukset sopivat peruskorjattaville kohteille ja uudiskohteille sekä käyttötarkoitukseltaan erilaisille kiinteistöille. Uusin versio LEED:stä on Version 4, joka lanseerattiin vuonna 2013. (Ramboll, 2017)

BREEAM eli BRE Environmental Assessment Method on englantilaisen Building Research Establishmentin (BRE) kehittämä ja hallinnoima luokitusjärjestelmä. Vuonna 1990 käyttöönotettu järjestelmä perustuu kansallisiin käytäntöihin ja standardeihin sekä best practice – toimintamalleihin maakohtaisesti. Järjestelmän voidaan katsoa soveltuvan kaiken tyyppisille rakennuksille. (Ramboll, 2017)

RTS ympäristöluokitus on suomalainen ympäristöluokitusjärjestelmä, joka lanseerattiin vuonna 2017. Järjestelmä on erityisesti suunnattu julkisille rakennushankkeille. Pisteytys on jaettu viiteen eri kategoriaan: itse prosessiin, talouteen, ympäristöön ja energiaan, sisäilmaan ja terveellisyyteen sekä innovaatioihin. Suurin painoarvo on ympäristö ja energia – kategorialla. (Ramboll, 2017)

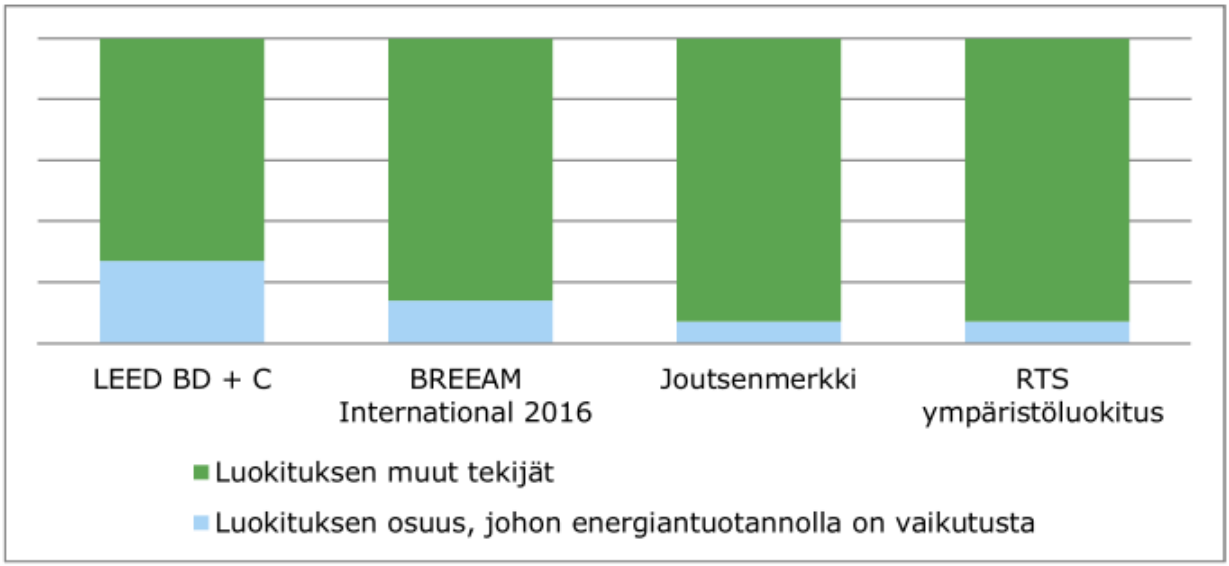
Joutsenmerkki on Ympäristömerkinnän hallinnoima ympäristömerkki tuotteille ja palveluille. Sitä sovelletaan myös erilaisille kiinteistöille muun muassa asuin- ja koulurakennuksille. Myöntämisen arvioinnissa kiinteistöille keskitytään erityisesti

- energiankäyttöön
- resurssitehokkuuteen
- sisäilmaan
- rakennusmateriaaleihin
- laatuun.

(Ramboll, 2017)

Green Building Council Finland julkaisi vuonna 2013 Rakennusten elinkaarimittarit. Elinkaarimittareilla mitataan rakennuksen energiatehokkuutta, -taloutta, KHK-päästöjä ja käyttäjätyytyväisyyttä. Mittareita ei ole kehitetty kaupalliseksi luokitusjärjestelmäksi vaan tarkoituksena on mitata ja raportoida suoritustasoja luotettavaa vertailua ja seurantaa varten. Rakennuksen elinkaarimittareita voidaan soveltaa niin uudisrakennuksille kuin olemassa oleville rakennuksillekin. (Ramboll, 2017)

Rakennuksen käyttämän lämpö- ja jäähdytyspuolen kaukoenergian tuotantotavalla on merkitystä eri luokitusjärjestelmien pisteytyksissä. Suurin vaikutus kaukoenergian tuotantomuodolla on laskettaessa LEED ja BREEAM luokitusten pisteitä kun taas Joutsenmerkissä, Rakennusten elinkaarimittareissa ja RTS ympäristöluokituksessa vaikutus jää huomattavasti vähäisemmäksi. Kuvassa 19 on esitetty energiantuotannon vaikutuksen osuus.



Kuva 19. Energiantuotannon vaikutuksen osuus. (Ramboll, 2017)

Syy pienempään vaikutukseen löytyy siitä, että kolmessa viimeiseksi mainitussa energiatehokkuutta arvioidaan rakennuksen E-luvulla, joka käsittelee kaukolämpöä ja jäähdytystä yhdellä kertoimella riippumatta siitä, miten se on tuotettu tai esimerkiksi mitä kylmäaineita kaukojäähdytyksen tuotannossa on käytetty. (Ramboll, 2017)

5.3 Energiatuki

Energiatuki on Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) sekä Tekesin myöntämä tukijärjestelmä, josta voidaan myöntää tukea ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017)

Jotta tuki voidaan myöntää, on hankkeen täytettävä vähintään yksi seuraavista edellytyksistä:

- hankkeen on edistettävä uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä
- edistettävä energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista
- vähennettävä energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja.

Tuen myöntäjänä toimii TEM, jos:

- investointihankkeen kustannukset ylittävät 5 000 000 €
- selvityshankkeen kustannukset ylittävät 250 000 €
- investointihanke liittyy uuden teknologian käyttöönottoon
- selvityshanke uuden palvelun tai menetelmän kehittämiseen.

(Oikeusministeriö, 2012)

Muutoin tuen myöntäjänä toimii Tekes. Vuoden 2016 loppuun asti tuen myönsi elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). (Tekes, 2017a; Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017)

Hankkeesta tulee olla rahoitettuna vähintään 25 %:a ilman julkista tukea. Tämä ei kuitenkaan koske kuntia tai niiden pääosin omistamia yhteisöjä, kun kyse on kunnan myöntämästä rahoituksesta. (Oikeusministeriö, 2012)

Tukea voidaan myöntää investointihankkeisiin enintään 30 %:a ja selvityshankkeisiin enintään 40 %:a hyväksyttävistä kustannuksista. Jos hanke sisältää uutta teknologiaa, voidaan investointihakkeen enimmäistukimäärää korottaa 10 %:a. Myös selvityshankkeessa tukimäärän 10 %:n korotus on mahdollinen, jos tuen saajana kunta tai komission suosituksen (2003/361/EY) mukainen pieni tai keskisuuri yritys. (Oikeusministeriö, 2012)

Tuki voidaan myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisölle. Sitä ei myönnetä asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille, valtionosuutta saaville perustamishankkeille eikä maatiloille tai niiden yhteyteen toteutettaville hankkeille. (Oikeusministeriö, 2012)

ESCO-palveluilla tarkoitetaan palveluliiketoimintaa, jossa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa asiakkaalle energiansäästötoimenpiteitä. Alentuneiden energiakustannusten tuomilla säästöillä maksetaan investoinnit ja palvelun kustannukset. (Motiva, 2017a) Jos yritys tai yhteisö kuuluu energiatehokkuussopimukseen, voi se saada ESCO-palveluilla toteutetuille hankkeille, jotka sisältävät tavanomaista tekniikkaa, investointitukea korkeintaan 25 %:a. Sopimukseen kuulumattomille yrityksille tai yhteisöille tuki on korkeintaan 15 %:a. (Motiva, 2017b)

6 TUTKIMUSOSUUS

Raportin aikaisempien kappaleiden perusteella voidaan todeta, että energia-alan toimintaympäristö on viime vuosina muuttunut ja se tulee muuttumaan huomattavasti seuraavien vuosikymmenten aikana. Erityisesti kaukolämpöliiketoimintaan liittyen, suurimmat muutokset ovat

- kaupungistuminen
- ympäristöasiat ja niiden korostuminen
- uudis- ja korjausrakentamista koskeva sääntely
- kiinteistöjen keskimääräisen energiatehokkuuden parantuminen
- liiketoimintaa koskeva regulaatio ja poliittiset ohjaustoimenpiteet
- tuotantoteknologioiden kehittyminen,
- vaihtoehtoiset lämmitysratkaisut myös kaupunkialueella
- digitalisaatio
- hajautetun lämmöntuotannon lisääntyminen.

Energiayhtiön on tulevaisuutta miettiessään ja siihen varautuessaan keskityttävä erityisesti yllä esitettyihin teemoihin. Yhtiön tulisi löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miten muuttunut toimintaympäristö vaikuttaa toimintaamme?
- Mistä saamme rahaa? Ketkä ovat suurimmat kilpailijamme?
- Jos perinteiset kaukolämpömarkkinat eivät enää kasva niin mistä saamme toiminnallemme kasvua?
- Mihin panostamme ja mistä luovumme?
- Mihin suuntaan asiakkaat haluavat toimintaamme kehitettävän?

Energiayhtiöt ja niiden toimintamallit ovat Suomessa melko perinteisiä niin omistukseltaan kuin toimintatavoiltaan. Lämpöpuolen liiketoiminta perustuu luonnolliseen monopoliin, sisäiset toimintatavat ovat jäykkiä ja tästä syystä myös innovaatioiden eteneminen on hidasta. Uutta teknologiaa kokeillaan pistehankintoina, mutta uskallusta uudistua ja ajatella täysin uudella tavalla ei löydy. Uusien suuntien valinta liiketoiminnassa tuo uudenlaista tehokkuutta,

esimerkiksi kyvyn hyödyntää joustoja. Muutosta ja uudistumista ei mitata pelkästään itse myyntiliiketoiminnassa vaan yrityksen jokaisella tasolla: yrityskulttuurissa, strategiassa, johtamisjärjestelmissä, operatiivisissa toiminnoissa ja organisaatiossa. Uudenlainen ajattelutapa, uskallus mennä epämukavuusalueelle ja vanhoista toimintatavoista poisoppiminen ovat avainsanat kiristyvillä energiamarkkinoilla. (Seppälä et al. 2016)

Tämän raportin teoriaosuudessa esiteltiin Helen Oy:n liiketoiminnan kannalta olennaisia asioita, jotka yrityksen olisi hyvä huomioida tulevaisuuden strategiaa laatiessaan sekä uusia palveluita luodessaan. Nykyinen liiketoiminta ei todennäköisesti tule muuttumaan lähiaikoina kannattamattomaksi, mutta tutkimusten perusteella sitä olisi kannattavaa kehittää.

Raportin seuraavassa osioissa syvennytään tarkemmin aihetta käsitteleviin tutkimuksiin. Tutkimustiedosta ja teoriaosuudessa tehdyistä havainnoista muodostetaan uusia palveluliiketoimintaan liittyviä liiketoimintamalleja. Malleissa ei mennä yksityiskohtaisiin laskelmiin niiden kannattavuudesta, vaan ne perustetaan puhtaasti analyysiin siitä, miltä tulevaisuuden markkinat näyttävät ja mitä asiakkaat energiayhtiöltä jatkossa haluavat.

Malleissa pyritään pitämään kokonaiskuva ja jatkuva kehitys mielessä. Suurimmat tavoitteet, joihin malleilla pyritään vastaamaan, ovat

- asiakaslähtöisyys
- energiatehokkuuden parantuminen
- kestävä kehitys
- näiden yhdistäminen uusien liiketoimintamallien alla.

7 PALVELULIIKETOIMINTA JA ASIAKKAAT

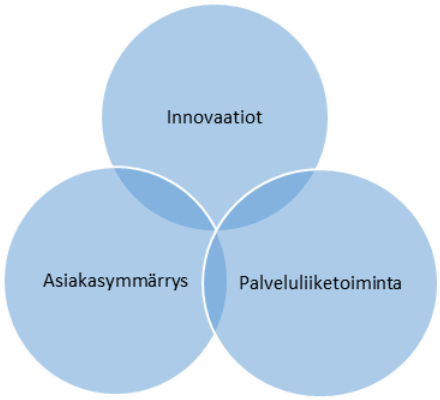
Yrityksen tulee perehtyä palveluliiketoiminnan kehittämiseen lähtiessään aluksi seuraaviin ydinkysymyksiin:

- millaisille asiakkaille palveluliiketoiminnan kehitys on ensisijaisesti suunnattu?
- mitä asiakkaat todella haluavat/tarvitsevat?
- miten yritys näkee markkinoiden kehityksen?
- miten syntyy asiakkaan kokema arvo ja miten se kuvaillaan asiakkaalle euroina?
- kuinka suuressa mittakaavassa yrityksellä on mahdollisuus investoida?
- kehittämisen/ tuottamisen vaatimien resurssien määrä ja laatu?

Palveluliiketoiminnan kehitys voidaan kiteyttää kolmeen eri osa-alueeseen:

- innovaatiot
- asiakasymmärrys
- palveluliiketoiminta.

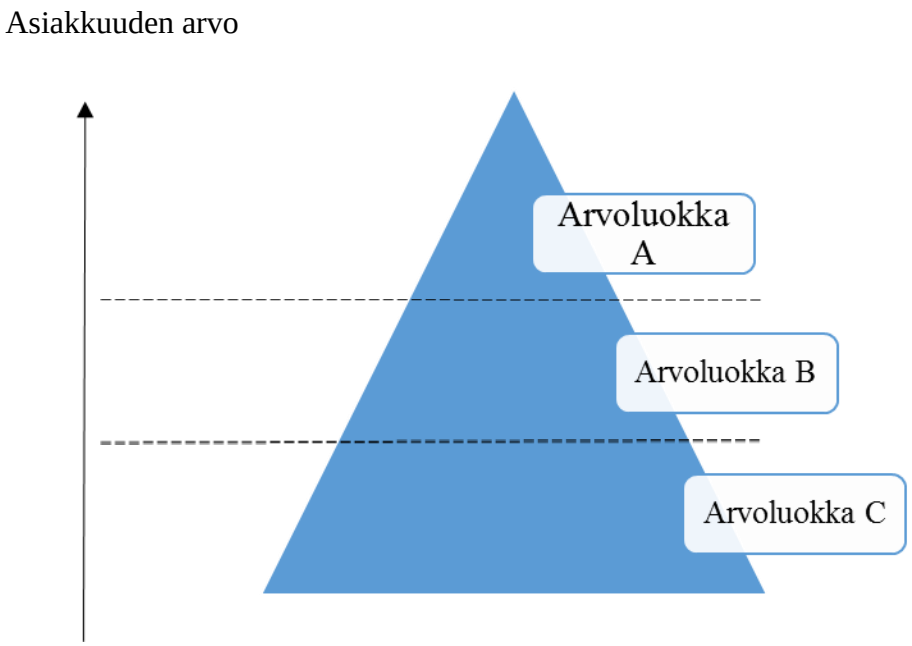
Kehitystä ei tapahdu, jos osa-alueet eriytetään täysin toisistaan. Kehitys perustuu näiden kolmen osa-alueen yhteispeliin. Kuvassa 20 on esitettynä osa-alueiden linkittyminen.



Kuva 20. Palveluliiketoiminnan kehittämisen kulmakivet. (Mukaillen Arantola & Simonen, 2009)

Asiakkuuden arvo voidaan jakaa kahteen osaan: taloudelliseen arvoon ja aineettomaan arvoon. Asiakkuuden taloudellinen arvo perustuu siihen, mikä on asiakkuuden myyntivolyymi sekä kannattavuus nyt ja tulevaisuudessa. Aineettomalla arvolla kuvataan sitä, mitä asiakkaan kanssa on mahdollista oppia, mikä asiakkaan tuoma referenssiarvo sekä mikä on asiakkaan tuoma arvo asiakastiedolle ja -ymmärrykselle. (Arantola & Simonen, 2009)

Asiakkuuden arvon periaate on esitettynä kuvassa 21.



Kuva 21. Eri asiakassegmenttien arvot yleistasolla luokiteltuna. (Mukaillen Tekes, 2009)

Kuvassa 21 esitetty pyramidimalli kuvaa erinomaisesti sitä, että kaikki asiakkuudet eivät ole samanarvoisia. Strategisia asiakkaita voi olla pienin määrä, mutta silti luokkana ne voivat olla arvokkaimpia. (Arantola & Simonen, 2009)

7.1 Palveluliiketoiminta energia-alalla

Tällä hetkellä palveluliiketoiminta, varsinkin lämpöliiketoimintapuolella, on useimmilla suomalaisilla energiayhtiöillä hyvin rajoittunutta. Erilaisia tuotteita on vain vähän tarjolla ja hinnoittelurakenne melko vakiintunut ympäri Suomea. Asiakkaiden ja energiayhtiöiden rajapinta on melko tarkasti vedetty kaukolämpötoimituksen urakkarajan mukaiseksi. Lämmönmyynti rajoittuu suurimmaksi osaksi kaukolämmön piirissä oleville asiakkaille. Käytännössä muita ratkaisuja ei tarjota. Asiakaspalvelussa ei hyödynnetä digitalisaation tuomaa potentiaalia parhaalla mahdollisella tavalla.

Sähköliiketoiminnan puolella tilanne on parempi. Erilaisia tuotteita ja applikaatioita on tarjolla enemmän. Asiakkaalla on enemmän valinnanvaraa esimerkiksi hinnoittelun suhteen ja asiakas voi omalla toiminnallaan vaikuttaa sähkölaskun suuruuteen huomattavasti enemmän kuin

kaukolämpöpuolella. Asiakkaiden ja energiayhtiön välinen kahdensuuntainen energiakaupankäynti on huomattavasti yleisempää ja helpommin järjestettyä.

Valor Partnersin raportissa (2015) on esitelty lämmityksen palvelumarkkinoihin vaikuttavia tekijöitä. Tekijät on listattuna taulukkoon 10.

Taulukko 10. Lämmityksen palvelumarkkinoihin vaikuttavia tekijöitä. (Mukaillen Valor Partners Oy, 2015)

Lämmityksen palvelumarkkinoihin vaikuttavia tekijöitä	
·Veroratkaisujen ja muun regulaation muutokset	·Normisääntelyn ja velvoitteiden kasvu
·Ympäristöarvojen ja ideologisten valintojen kasvu	·Digitalisaatio ja palveluiden sähköistyminen
·Lämmitykseen liittyvien liiketoimintakonseptien kasvu	·Kiinteistöjen energiatehokkuuden kasvu
·Kiinteistökohtaisen lämmöntuotannon lisääntyminen	·Mittaus- ja muun datan määrän kasvu
·Kuntaliitokset	·Uudisrakentamisen hidastuminen
·IoT ja etävalvonta	·Korjausrakentamisen kasvu

Suuret energiayhtiöt alkavat heräämään markkinoiden muuttumiseen. Esimerkiksi Oulun energia Oy:n pidemmän tähtäimen suunnitelmana on muuttua energiayhtiön sijaan kokonaan palveluyhtiöksi, jolta löytyy myös energiantuotantoa. Kaksisuuntaisia kaukolämpöratkaisuja pilotoidaan yhä useammissa yhtiöissä ja näiden oletetaan huomattavasti lisääntyvän. St1 tarjoaa laitteistoja ja niiden toiminnan sekä sähkön käytön optimointia avaimet käteen -periaatteella. Oletettavasti tämä malli yleistyy muidenkin yhtiöiden liiketoiminnassa. Tuotantorakenteen oletetaan muuttuvan ja tämä tarjoaa energiayhtiöille mahdollisuuden lisätä esimerkiksi hinnoitteluvaihtoehtojaan sekä yhteistyötä asiakkaiden kanssa. Jos energiayhtiö haluaa alkaa myymään esimerkiksi ”olosuhdetta” asiakkaalle, on yhtiöiden välttämättä laajennettava palvelutarjontaansa kattamaan myös huolto-, ylläpito- ja operointipalvelut.

Taulukossa 11 on esiteltynä kaukolämpömarkkinoiden muodostuminen segmenteittäin. Kaukolämpömarkkinan kokonaisarvo vuonna 2013 oli noin 2 300 miljoonaa euroa.

Taulukko 11. Kaukolämpömarkkinat segmenteittäin. (Mukaillen Valor Partners Oy, 2015)

Segmentti	Arvo [milj. €]	Osuus [%]
Energiamyynti	1900	81,5
Laitteet	150	6,4
Suunnittelu- ja urakointi	120	5,2
Verkon rakennus ja kunnossapito	100	4,3
IT, laskutus, ym.	35	1,5
Muu palvelutoiminta	25	1,1
Yhteensä	2330	100

Taulukossa 11 kohta ”muu palvelutoiminta” tarkoittaa laitteisiin, niiden kunnossapitoon ja energiatehokkuuteen liittyvien palvelujen määrää. Sen osuus kokonaismarkkinoista vuonna 2013 oli 1,1 %:a. Huomattavaa on, että tässä segmentissä kasvu on ollut kuitenkin nopeinta; 2009 – 2013 aikavälillä kasvua on saavutettu yli 30 %:a vuositasolla keskimääräisesti.

7.2 Asiakkaat

Asiakastietoa jalostamalla saadaan muodostettua asiakasymmärrystä, jota hyödynnetään liiketoiminnassa. Asiakasymmärrys voidaan jakaa kolmelle tasolle kehitettäessä yrityksen palveluliiketoimintaa:

- asiakaskantataso
- segmenttitaso
- asiakastaso.

Asiakaskantatasolla palveluliiketoiminnan kehittämiselle luodaan raamit ja suunnataan voimavarat kannattavimmille ja suurimman kasvun omaaville asiakasryhmille. Segmenttitasolla tunnistetaan haasteet asiakassegmenteittäin ja tämän perusteella kohdennetaan sopivia palveluita, hinnoittelumalleja ja markkinointia. Asiakastasolla kohdennusta tarkennetaan yksittäiselle asiakkaalle ja hyödynnetään segmenttikohtaisesti kumuloitua osaamista asiakastilanteissa. (Arantola & Simonen, 2009)

Deloitte & Touche Oy suoritti tutkimuksessaan (2016) kaukolämpöasiakashaastattelun. Asiakkaat jaettiin kolmeen eri asiakassegmenttiin:

- liiketilat, teollisuus, yrittäjät
- julkisyhteisöt
- taloyhtiöt & pientaloasiakkaat.

Asiakkailta kysyttiin heitä kiinnostavia asioita lämpöasioihin liittyen, mistä he ovat valmiita maksamaan sekä minkä asioiden kanssa he eivät halua olla tekemisissä. Vastausten perusteella muodostettiin asiakassegmenttien mukaan jaetut yhteenvedot asiakkaille tärkeistä asioista.

Liiketilat, teollisuus ja yrittäjät – segmentin vastauksissa ilmeni, että asiakkaat ovat valmiita maksamaan erityisesti toimintavarmuudesta. Tämän segmentin asiakkailla lämpökatko tai odottamattomat olosuhteet heidän omistamassa kiinteistössä voivat aiheuttaa huomattavia tappioita. (Deloitte & Touche Oy, 2016) Asiakkaat eivät halunneet uhrata aikaa omalta liiketoiminnaltaan omatoimiselle laitteiden säätämiselle ja optimoinnille, vaikka he tiedostavat näillä toimenpiteillä olevan vaikutusta kustannuksiin. Lämmitysmuoto ei juurikaan merkinnyt asiakkaille, vaan enemmän asiakasta kiinnosti se, mitä eri ratkaisut mahdollistavat. Pelkkä jalostamaton data asiakkaan lämmönkulutuksesta ja lämpötiloista ei tämän ryhmän asiakkaita kiinnostanut. Asiakkaat haluavat datan jalostettuna ja heitä kiinnostaa siitä muodostetut johtopäätökset ja näiden perusteella suositeltavat toimenpiteet. (Deloitte & Touche Oy, 2016)

Taulukossa 12 on esitettynä liiketilat, teollisuus ja yrittäjät – segmentin kokemat tärkeät ja ei kiinnostavat asiat lämpöasioiden suhteen.

Taulukko 12. Liiketilat, teollisuus ja yrittäjät asiakashaastattelun vastaukset tiivistettynä. (Mukaillen Deloitte & Touche Oy, 2016)

Tärkeät asiat	Eivät kiinnosta
·Toimintavarmuus	·Optimointi
·Olosuhteet	·Lämmitysmuoto
	·Jalostamaton data

Julkisyhteisöt – segmentin vastauksissa ilmeni, että tämän segmentin asiakkaat arvostaisivat nykyistä avoimempaa molemminpuolista keskustelua ja yhteistyötä. Tällä hetkellä asiakkaat kokevat toiminnan melko yksipuoliseksi ja he kaipaavat uusia yhteistyön malleja, joiden avulla

julkisyhteisö-asiakkaille voitaisiin tarjota kokonaisvaltaisia ratkaisuja ja tehostaa energiankäyttöä. Olosuhteista ja energianlähteiden ja kokonaiskulutuksen hallinnasta ollaan valmiita maksamaan. (Deloitte & Touche Oy, 2016)

Julkisyhteisöt kaipaisivat lisäksi hinnoittelurakenteeseen muutosta. Aikaisemmassa kappaleessa todetun mukaisesti, pääsääntöinen halu kohdistuu kokonaisvaltaisiin ratkaisuihin ja esimerkiksi hinnoittelurakenteessa kiinteä kuukausihinnoittelu voisi sopia kyseiselle segmentille paremmin kuin tämänhetkinen kulutusperäinen hinnoitteluratkaisu. Kuten liiketilat, teollisuus ja yrittäjät – segmentti, julkisyhteisö-segmenttikään ei nähnyt jalostamattomalla datalla arvoa vaan kaipaisi datan perusteella muodostettuja johtopäätöksiä ja toimintaehdotuksia. (Deloitte & Touche Oy, 2016)

Taulukkoon 13 on taulukoitu julkisyhteisöt – segmentin kokemat tärkeät ja ei kiinnostavat asiat lämpöasioiden suhteen.

Taulukko 13. Julkisyhteisöt – asiakashaastattelun vastaukset tiivistettynä. (Mukaillen Deloitte & Touche Oy, 2016)

Tärkeät asiat	Eivät kiinnosta
·Kommunikointi ja yhteistyö ·Olosuhteet ·Asiantunteva neuvonta kiinteistöjen tilasta verrokkitietoja hyödyntäen	·Jalostamaton data ·Yksittäisratkaisut ·Hinnoittelurakenne

Taloyhtiöt & pientalo-asukkaat – segmentin vastauksissa ilmeni, että asiakkaat kaipaisivat helposti ymmärrettyjä kokonaisratkaisuja. Usein asiakkaalta puuttuu ammattitaito ymmärtää eri ratkaisujen eroja, hyötyjä, haittoja ja riskejä, jos erot kerrotaan vain teknisillä yksityiskohtaisilla esimerkeillä. Lisäksi he kaipaavat tukea ratkaisujensa kanssa ja mahdollisuutta mukauttaa niitä tulevaisuudessa vallitsevien markkinoiden mukaan. (Deloitte & Touche Oy, 2016)

Tämä asiakasryhmä ei halua kantaa vastuuta lämpöhuollosta vaan ovat valmiita maksamaan siitä, että joku ulkopuolinen taho hoitaa siihen liittyvät asiat. Tiedon puutteesta johtuen, lämpöasioihin liittyvät päätöksenteot ovat hyvin hankalia ja tästä syystä ne jäävät usein tekemättä. Isännöitsijöiden ja huoltoyhtiöiden ohelle kaivataan ulkopuolista tahoa, joka osaisi

antaa varmasti riittävän näkemyksen ja kilpailuttaa asiaan liittyvät oikeat toimijat. (Deloitte & Touche Oy, 2016)

Taulukkoon 14 on taulukoitu taloyhtiöt & pientalo – segmentin kokemat tärkeät ja ei kiinnostavat asiat lämpöasioiden suhteen.

Taulukko 14. Taloyhtiöt & pientalot – asiakashaastattelun vastaukset tiivistettynä. (Mukaillen Deloitte & Touche Oy, 2016)

Tärkeät asiat	Eivät kiinnosta
·Helpot kokonaisratkaisut	·Kokonaisvastuu lämpöhuollosta
·Kustannustehokkuus	·Päätöksenteko
·Joustavuus	·Jalostamaton data

7.3 Asiakkaita kiinnostavat palvelut

ÅF-Consult Oy:n tutkimusten ja asiakaskyselyiden (2015) perusteella eri kaukolämpöasiakasryhmiä kiinnostavat tämän hetken palveluiden lisäksi seuraaviin aiheisiin liittyvät palvelut:

- *mittarointi ja visualisointi*
- *energia-auditointi*
- *energiasopimukset*
- *energia-analyysit ja neuvonta*
- *energiatehokkuuteen liittyvät koulutukset*
- *energiatehokkuusmittaukset*
- *käyttö- ja kunnossapitosopimukset*
- *kuormanhallinta*
- *palvelusopimukset*
- *ulkoistukset*
- *energiatehokkuuteen liittyvät finanssipalvelut.*

(ÅF-Consult Oy, 2015)

Monien asiakkaiden kiinnostuksen kohteena oli erityisesti olosuhdepalvelut. Olosuhdepalveluilla tarkoitetaan tässä yhteydessä palvelua, jossa myydään sisäilmaolosuhteita

energiamäärän sijaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asiakas ostaa esimerkiksi kuukausimaksulla (€/kk) 21,5 °C sisäilman lämpötilaolosuhteet (± 0,5 °C) ja lämmin käyttövesi. (ÅF-Consult Oy, 2015)

Vaikka kyselyiden perusteella voidaan muodostaa näkemys siitä, mitä ihmiset haluavat ja minkälaisista palveluista ja toimista he olisivat valmiita maksamaan, on todellisuus kuitenkin usein hyvin erilainen. Ihmisten käyttäytymistä ja toimia energia-asioihin liittyen on hyvin vaikeaa todellisuudessa ennustaa. Esimerkiksi Suomessa 30 %:a kotitalouksista ilmoittivat olevansa kiinnostuneita vihreästä sähköenergiasta. Kuitenkin vain 0,2 %:a osti sitä. Euroopan ja USA:n alueilla mitattuna kiinnostus vihreän sähkön ostamiseen oli 40 – 60 %:a ja vastaava ostoluku USA:ssa 2 %:a ja Euroopassa jopa tämän alle. (Kowalska-Pyzalska, 2018)

Tästä syystä haastatteluiden ja kyselyiden tuloksiin on suhtauduttava tietyllä varauksella ja otettava huomioon niihin liittyvä epävarmuus kuluttajien todellisesta ostokäyttäytymisestä.

7.4 Elinkaarimalli

Käsitteellä elinkaarimalli tarkoitetaan yleensä hankinta- ja toimitustapaa, jossa vastuu rakennuksen suunnittelusta, rakentamisesta ja kiinteistöpalveluista, on siirretty palveluntuottajalle tietyn sopimuskauden ajaksi. (Lahdenperä et al., 2005) Kansainvälisesti elinkaarimalli tunnetaan nimellä Public Private Partnership (PPP). Sopimuskausi kestää hankkeesta riippuen yleensä kymmeniä vuosia. (Lahdenperä et al., 2005) Elinkaarimallia on alun perin käytetty erityisesti rakennusalalla, mutta sitä voidaan käyttää hankintamallien yleiskäsitteenä.

Elinkaarimallia voi soveltaa käytännössä minkälaiseen hankkeeseen tahansa. Siinä käytettävät toimintatavat ja laajuuden kattaminen voivat vaihdella suuresti eri hankkeiden välillä. Malli kannustaa palveluntuottajaa tehostamaan toimintaansa ja parantamaan esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuutta. (Lahdenperä et al., 2005)

VTT on raportissaan (Lahdenperä et al., 2005) tiivistänyt elinkaarimallin idean tilapalveluiden hankinnassa kuuteen eri kohtaan:

- riskien siirto
- tehtävien yhdistäminen
- tavoitekeskeinen ajattelu

- kilpailumenettelyt
- tulosperusteiset palvelumaksut
- pitkäaikainen sopimus.

Tilaaja saa mallia käyttämällä siirrettyä tai jaettua osan hankkeeseen tai palveluihin liittyvistä riskeistä palveluntuottajalle. Riskien jakamisella voidaan vaikuttaa myös siihen, että riskin kantaa se osapuoli, jolla on paremmat edellytykset vaikuttaa sen toteutumiseen. Tällä saadaan myös palveluntuottajaa kannustettua kehittämään omia ratkaisujaan/palvelujaan. (Lahdenperä et. al., 2005)

Tehtävien yhdistämisellä saadaan yhdistettyä monta eri palvelua yhden sopimuksen alle. Tilaajan ei tarvitse käyttää montaa eri palveluntarjoajaa saavuttaakseen halutun palvelutason. Lisäksi poistamalla useiden palveluntuottajien väliset ristiriidat, on toiminnan optimointi ja ratkaisu kokonaisuutena elinkaaren kannalta usein toimivampi. (Lahdenperä et al., 2005)

Tavoitekeskeisellä ajattelulla palveluntuottaja keskittyy yksinomaan tilaajan määrittämän tavoitteen saavuttamiseen. Palveluntuottaja ohjataan kokonaisuuden kannalta parhaiden vaihtoehtojen etsimiseen. (Lahdenperä et al., 2005)

Kilpailuttamalla malli eri palveluntuottajilta, on tilaajalla mahdollisuus valita sopivin tarjous hinta-laatusuhteeltaan ja vertailla esimerkiksi tarjousten sisällön toimivuutta omalta kannaltaan. (Lahdenperä et al., 2005)

Tulosperusteisilla palvelumaksuilla kannustetaan palveluntuottajaa panostamaan palveluiden laatuun ja tarvittavan tason ylläpitoon pitkällä sopimuskaudella. Käytännössä palvelumaksut eivät kuitenkaan voi olla pelkästään tulosperusteisia vaan ne koostuvat aina tietyistä kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista. (Lahdenperä et al., 2005)

Elinkaarimallin yhteydessä käytetään usein pitkäaikaisia sopimuksia. Esimerkiksi rakennuksesta puhuttaessa, se kannustaa koko elinkaaren tarkasteluun ja optimointiin kokonaisuutena. (Lahdenperä et al., 2005)

Pitkäaikaisia sopimuksia käytettäessä hankkeen rahoitus voidaan järjestää lukuisilla eri tavoilla. Rahoitusjärjestelyiden yhteydessä nousee esiin kysymys myös hankkeen omistajuudesta (Lahdenperä et al., 2005). Omistajuus riippuu usein siitä, onko esimerkiksi rakennus uudiskohde

vai saneerattava. Lisäksi asiaan vaikuttaa, onko esimerkiksi yksityisomistus lainsäädännöllä kielletty. Pääsääntöisesti rahoituksen järjestävä osapuoli vaatii tuotteen vakuudeksi. Rahoituksen järjestävän osapuolen saama omistus tukee myös kannustinjärjestelmää. Poikkeustapauksina voidaan mainita kiinteistön saneeraus, jossa kiinteistön arvo on huomattavasti suurempi kuin lisäinvestointi. (Lahdenperä et al., 2005)

Palveluntuottajalla on luovutuksen yhteydessä näyttövelvollisuus tilaajalle tuotteen/kiinteistön kunnon ja toimivuuden suhteen. Vastaavasti jos omistajana toimii tilaaja, on heillä näyttövelvollisuus mahdollisten puutteiden osalta. Jos rakennuksen tai tuotteen omistaa palveluntuottaja, jää tuote tai rakennus palveluntuottajan omistukseen sopimuskauden päätteeksi ellei muuta, kuten esimerkiksi tilaajan optio lunastaa rakennus, ole sovittu. Jos taas tilaaja on omistajana, ei sopimuskauden päättyminen muuta tilannetta omistuksen osalta. (Lahdenperä et al., 2005)

Alle lueteltuna esimerkkejä erilaisista rahoitusvaihtoehdoista:

- Tilaaja rahoittaa investointikustannukset itse ja palveluntuottaja vastaa vain elinkaaren käytönaikaisista maksuista. Palveluntuottaja voi osallistua myös osittain investoinnin rahoittamiseen, jolla on mahdollista saavuttaa palveluntuottajan parempi sitouttaminen.
- Palveluntuottaja rahoittaa koko investoinnin ja tilaaja maksaa investointia takaisin osittain palvelumaksujen mukana. Jos palveluntuottajalla on hankaluuksia toimittaa palvelu täysimääräisenä, palvelumaksu laskee.
- Rahoittajana on kolmas osapuoli, joka myös omistaa kiinteistön. Tällöin toimitaan osittain ensimmäisen esimerkin mukaisesti.

Yllä olevat kolme esimerkkiä ovat vain pieni osa kaikista erilaisista mahdollista variaatioista (Lahdenperä et al., 2005). Vaihtoehtoisista rahoitus- ja omistusvaihtoehdoista voi lukea lisää VTT:n Tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoiset toimintatavat – raportista.

Kuten muillakin osa-alueilla elinkaarimallissa, on myös palvelujen organisointiin palveluntuottajan näkökulmasta lukuisia eri vaihtoehtoja. Organisaatioratkaisuilla on vaikutusta toiminnan ohjausmekanismeihin ja asiakkuuksiin ja täten se luo pohjan koko palvelutuotannolle ja sen toimintaedellytyksille. Vaikutus ulottuu myös tilaajan valintapäätökseen

palveluntuottajan edellytyksistä tuottaa tarvittavat palvelut ja kantaa riskit kokonaistaloudellisesti tilaajan näkökulmasta. (Lahdenperä et al., 2005)

Jos investointirahoitus on palveluntuottajan vastuulla, perustetaan usein erillinen projektiyhtiö. Projektiyhtiöllä voidaan erottaa hanke palveluntuottajan muusta yritystoiminnasta. Tällä tavoin tulo-odotukset, riskit ja rahoitusjärjestelyt eivät koske palveluntuottajan muuta yritystoimintaa. (Lahdenperä et al., 2005)

8 UUDET PALVELUT

Markkina- ja asiakasanalyysin perusteella vaikuttaa melko selkeältä, että liiketoimintaa kannattaa lähteä kasvattamaan myös muiden kuin perinteisten keinojen tapaan lämpö-, jäähdytys- ja sähköenergian myyntimäärää kasvattamalla. Vaikka kaupungistumisen myötä väkimäärä ja tämän myötä kulutus kasvaa Helsingin alueella, ei energian myyntimäärä kasva samassa suhteessa. Tämä selittyy vanhan rakennuskannan energiatehokkuuden kasvamisella saneeraustoimenpiteiden seurauksena ja uudisrakennusten energiatehokkuusmääräysten kiristyksellä. Eri asiakassegmettien kiinnostus uusiin palveluihin, tuotantomuotoihin ja ympäristöasioihin, on osattava ottaa huomioon liiketoiminnan tulevaisuutta pohdittaessa. Lisäksi regulaation asettama paine kehittää jatkuvasti tuotantotapoja ympäristöystävällisempään suuntaan ja tulevaisuudessa mahdollinen kaukolämpöverkon avaaminen ulkopuolisille toimijoille ovat seikkoja, joita ei voi ohittaa.

Uusien palveluiden ja mallien kehityksessä on otettu huomioon niin sanotun energiamurroksen megatrendit ja näitä on pyritty soveltamaan teknillistaloudellisesti kannattavalla ja Helen Oy:n tämän hetkisen energiajärjestelmän muodostamaa kokonaisuutta tukevalla tavalla. Jokaisella palvelumallilla ja näiden erilaisilla sovelluksilla pyritään kulkemaan pienin askelin kohti koko kaupungin kattavaa älykästä energiajärjestelmää.

8.1 Ylläpito- ja huoltopalvelut

Lämmityslaitteistojen ylläpito- ja huoltopalvelut ovat luonnollinen lisä Helen Oy:n palvelutarjontaan. Lämpöverkostoon liitoksissa olevien lämmönjakokeskuksien optimaalinen toiminta on myös Helen Oy:n etu muun muassa kaukolämpöveden jäähtymän optimoinnissa sekä toimitusvarmuuden kasvattamisessa.

Ylläpito- ja huoltopalvelut voidaan jakaa esimerkiksi kolmeen osioon:

- huoltokatselmus
- huoltosopimus
- täysi ylläpitosopimus.

Huoltokatselmukset ovat kertaluontoisia tapahtumia, jossa kartoitetaan asiakkaan lämmityslaitteiden nykyinen kunto ja viat sekä tehdään toimenpide-ehdotukset laitteiston jatkuvan toimintakyvyn säilyttämiseksi.

Huoltosopimus kattaa huoltokatselmuksen, vuosihuollon ja havaittujen vikakohteiden korjaamisen.

Täysi ylläpitosopimus kattaa huoltokatselmuksen ja- sopimuksen. Ylläpitosopimus tehdään pidemmälle aikakaudelle, jolloin asiakkaan ei tarvitse kantaa missään muodossa huolta lämpöhuollostaan. Kaukovalvonnan mahdollistavat kohteet yhdistetään palveluntarjoajan verkkoon, jonka kautta reagoidaan hälytyksiin tarvittavalla tavalla sekä pidetään huolta etäyhteyksien toiminnasta.

Palveluiden avulla voidaan varmistaa asiakaslaitteiden toimivuus ja kasvattaa asiakkaiden arvostamaa toimitusvarmuutta entisestään. Se tuo asiakkaille mahdollisuuden siirtää enemmän vastuuta lämpöhuollostaan energiayhtiölle. Tutkimusten (Deloitte & Touche, 2016; ÅF-Consult Oy, 2015) mukaan asiakkaat ovat valmiita maksamaan tämän kaltaisista palveluista. Täyden ylläpidon palvelut ovat helposti laajennettavissa Helsingin alueelta esimerkiksi koko pääkaupunkiseudulle. Ylläpito- ja huoltopalveluita ei tarvitse rajata kattamaan vain kaukolämpöön liitettyjä lämmönjakokeskuksia ja niiden ohjainlaitteita vaan esimerkiksi lämpöpumput ja niihin liittyvä tekniikka on mahdollista ottaa osaksi ylläpito- ja huoltotarjontaa.

Ylläpito- ja huoltopalveluiden tuottaminen ei sisällä merkittäviä riskejä. Alkuinvestoinnit ovat maltilliset ja pidempiaikaiset sopimukset takaavat tasaisen ja ennakoitavan kassavirran. Ala on tällä hetkellä melko kilpailtu. Esimerkiksi St1 on lähtenyt uutena suurena toimijana alalle.

Palvelu voidaan organisoida ostamalla se alihankintana muilta alalla toimivilta yrityksiltä tai käyttää siihen omaa työvoimaa. Oman työvoiman käyttämisen voisi nähdä näistä kahdesta järkevämpänä vaihtoehtona, koska Heleniltä löytyy paljon kokeneita kunnossapitoalan työntekijöitä.

8.2 Energiatehokkuuspalvelut

Energiatehokkuuslaki velvoittaa suuret yritykset suorittamaan energiakatselmuksen neljän vuoden välein. Ensimmäinen katselmus on pitänyt tehdä 5.12.2015 mennessä. Pakollisten katselmusten piiriin kuuluvat suuret yritykset määritellään yli 250 henkilöä Suomessa tai ulkomailla työllistäviksi tai yli 50 miljoonan euron liikevaihdon ja yli 43 miljoonan euron taseen omaavat, Suomeen rekisteröidyt yhtiöt. Lisäksi katselmusten piiriin kuuluvat näiden yritysten

omistamat muut Suomessa toimivat yritykset. (Energiavirasto, 2015) Pakollisten energiakatselmusten suorittamiseen ei ole mahdollista saada energiatukea.

Tässä raportissa aikaisemmin esitettyjen asiakaskyselyiden (Deloitte & Touche, 2016) perusteella myös vapaaehtoisille energiakatselmuksille ja energiatehokkuuspalveluille olisi kysyntää markkinoilla. Kyseiset palvelut sopivat erinomaisesti kaikille asiakassegmenteille: teollisuudelle, julkisyhteisöille sekä taloyhtiöille ja pientaloille. Vapaaehtoisten katselmusten suorittamiseen on mahdollista saada energiatukea, mikä varmasti lisää niiden houkuttelevuutta. (Energiavirasto, 2018)

Helen Oy tarvitsee energiatehokkuuspalveluiden tarjoamiseen ja energiatukien saamisen mahdollistamiseen, Motivan myöntämällä vastuuhenkilöpätevyydellä varustetun LVI-vastuuhenkilön ja sähkövastuuhenkilön. (Motiva, 2017c) Katselmustoiminta voidaan suorittaa alihankintana, jolloin Helen toimii vain eräänlaisena välikätenä; palvelun ja asiakkaan yhdistäjänä. Ylimääräisenä välikätenä toimiminen nostaa asiakkaan maksamaa palvelun hintaa, jolloin palvelun houkuttelevuus kärsii huomattavasti. Toinen vaihtoehto on käyttää palveluiden tuottamiseen Helen Oy:n tämän hetkistä työvoimaa. Koska energiakatselmoijan pätevyyteen tarvittavalla työ- ja koulutustaustalla omaavaa työvoimaa löytyy huomattavan paljon, yrityksen olisi kannattavaa investoida oman työvoiman kouluttamiseen. Näin Helen pystyisi tarjoamaan palvelua suoraan asiakkaille.

Riskit tämän kaltaisen liiketoiminnan aloittamisessa on melko pienet. Koska energiakatselmuksien vastuuhenkilökoulutuksen (lämpö tai sähkö) hinta on tällä hetkellä (2018) 500 € (alv. 0 %), voidaan alkuinvestointia pitää erittäin pienenä. Alalla löytyy kuitenkin tällä hetkellä jo melko paljon täyden palvelun toimijoita ja suurten yritysten energiakatselmusten pakolliseksi tuleminen varmasti houkuttelee lisää toimijoita alalle.

Energiatehokkuuspalveluiden avulla Helen Oy pystyisi lähentymään asiakkaan kanssa ja tiivistämään tällä hetkellä melko vähäistä yhteistyötä. Energiatehokkuuspalvelut toimivat erinomaisena ”sisään heitto - tuotteena”, joka mahdollistaa muiden asiakkaalle sopivien palveluiden markkinoimisen ja tarjoamisen. Energiatehokkuuspalvelut ovat ylläpito- ja huoltopalveluiden lailla melko helposti laajennettavissa kattamaan Helsingin lisäksi esimerkiksi koko pääkaupunkiseudun.

Energiayhtiön kiinnostavuudesta energiatehokkuuspalveluiden tarjoajana on ristiriitaista tietoa. Noin 59 %:a kyselyyn (Matschoss et al., 2014) vastanneista piti energiayhtiöitä sopivana energiatehokkuuspalveluita tarjoavana tahona. Energiayhtiö koettiin päteväksi yhteistyökumppaniksi. ÅF-Consulting Oy:n raportissa (2015) taasen mainitaan ongelmana luottamuspula energiayhtiön ja asiakkaan välillä. Koska energiayhtiön menestys perustuu tällä hetkellä energian myyntimääriin, asiakkaat eivät välttämättä koe energiayhtiötä riippumattomaksi yhteistyökumppaniksi, kun tarkoitus on vähentää energiankulutusta ja parantaa energiatehokkuutta. Jotta luottamuspulaa saataisiin korjattua, olisi raporttien tulosten ja suositusten oltava mahdollisimman läpinäkyviä ja helposti ymmärrettäviä myös muille kuin energia-alan asiantuntijoille.

Energiatehokkuustoimenpiteillä on myös suora vaikutus rakennuksen E-lukuun ja mahdollisten rakennusten ympäristösertifikaattien saantiin. Ympäristösertifikaatteja tavoiteltaessa olisi tärkeää päästä tarjoamaan energiatehokkuuskonsultointia ja erilaisia vaihtoehtoja jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa.

8.3 Leasing- ja rahoitus

Leasingilla tarkoitetaan käyttöomaisuuden pitkäaikaista vuokrasopimusta leasingille antajan ja ottajan välillä. Leasing itsessään ei ole varsinainen sopimus vaan se kattaa terminä useita eriluontoisia sopimuksia.

Leasingtyypit jaetaan pääpiirteittäin

- käyttöleasing (operational leasing)
- rahoitusleasing (financial leasing)
- myynti ja takaisinvuokraus (sale and lease-back).

(Ross et al., 2008)

Käyttöleasing-sopimus on tavanomainen vuokrasopimus. Sopimuskausi ei kata leasinghyödykkeen koko taloudellista käyttöikää. Tavallisesti leasingille ottaja vastaa myös vakuutuksista sekä ylläpito- ja huoltokustannuksista. Sopimus on yleensä peruttavissa ennen sopimuskauden päättymistä. (Ross et al., 2008)

Rahoitusleasing-sopimuksen voidaan ajatella olevan yksi lainan ottamisen muoto. Sopimus tehdään määräajaksi. Tätä määräaikaa kutsutaan perusvuokrakaudeksi. Sopimusta ei ole

tavallisesti mahdollista muuttaa kesken perusvuokrakauden. Leasingvuokrat pyritään mitoittamaan niin, että leasinghyödykkeen rahallinen arvo kuoletetaan kyseisen kauden aikana. (Ross et al., 2008)

Myynti ja takaisinvuokraus – mallissa esimerkiksi kiinteistön omistaja myy kiinteistönsä leasingyhtiölle ja tämän jälkeen vuokraa sen itselleen takaisin. Sopimukseen liittyy usein ennalta määrättyyn hintaan osto-optio kyseiselle hyödykkeelle sekä vuokra-ajasta neuvottelumahdollisuus. (Ross et al., 2008)

Leasingsopimuksilla voidaan saavuttaa hyötyjä erityisesti yrityksen taloudellisessa toiminnassa, verotuksellisissa asioissa sekä riskien hallinnassa. Alla on esitetty asiakkaan kannalta oleellisimmat saavutettavat hyödyt:

- leasingvuokrien verovähennyskelpoisuus
- veroetujen siirtäminen osapuolelle, joka pystyy hyödyntämään ne tehokkaammin
- hyödykkeen oletettua pienemmän jäännösarvon riskin poisto
- pääoman vapautuminen muuhun toimintaan
- budjetoinnin helpottuminen sekä
- joustavuus.

Asiakas välttää leasingsopimusta käyttäessään investoinnin lainalle tarvittavat vakuudet sekä lainarahan merkitsemisen asiakkaan taseeseen velkana. Näin asiakkaan pääomarakenne saadaan pidettynä suotuisampana ulkopuoliselle tarkastelulle verrattuna tilanteeseen, jossa asiakas olisi käyttänyt investoinnin rahoittamiseen lainarahaa. (Auvinen, 2015)

Erilaisista leasingsovelluksista rahoitusleasing sekä myynti ja takaisinvuokraus – vaihtoehdot ovat Helen Oy:lle sopivimmat tavat toteuttaa leasingpalvelu. Käyttöleasing-sopimuksessa aiheutuu ongelmia, jos asiakas syystä tai toisesta haluaa perua sopimuksen kesken sopimuskauden. Erityisesti lämmityslaitteet vaativat paljon työtä ja investointeja, että laite saadaan saatettua toimintakuntoon käyttöpaikalla. Leasingille antajan toiminnasta voi tulla rankasti tappiollista, jos sopimusaika jää laskettua lyhemmäksi.

8.4 Elinkaaripalvelut: rahoitus, organisointi ja omistajuus

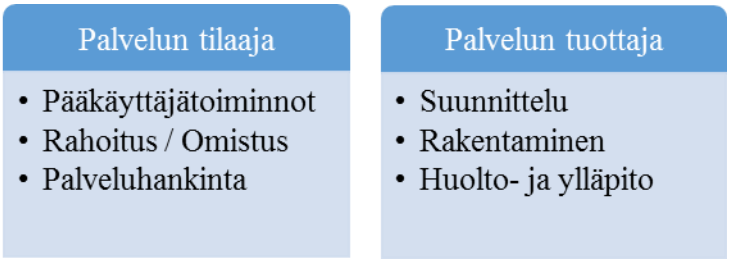
Elinkaaripalvelut nivoutuvat vahvasti aiemmin esiteltyjen ylläpito- ja huolto- sekä leasingpalveluihin näiden kahden osittaisena, pitkäaikaisena kombinaationa. VTT:n raportissa (Lahdenperä et al. 2005) on esitelty tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoisia toimintatapoja. Näitä soveltaen, on muodostettu Helen Oy:lle tämän hetken sekä tulevaisuuden markkinoille soveltuvia elinkaaripalvelupalvelumalleja.

Lähtökohtana elinkaaripalveluiden tuottamisen lämmityspuolella voidaan pitää sitä, että kuhunkin kohteeseen valitaan asiakkaan toiveiden mukainen ja taloudellisesti kannattavimmalla tavalla toiveet täyttävä ratkaisu.

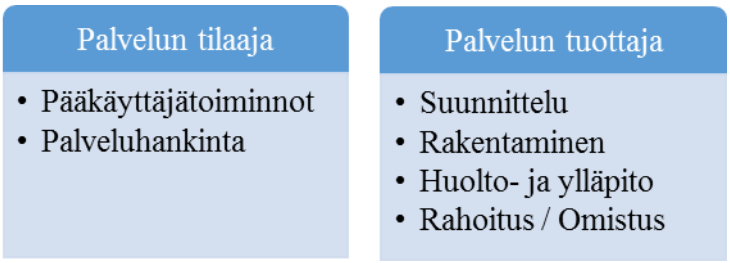
Lähtökohtaisesti tarjottavat ratkaisut:

- kaukolämmitys
- erilaiset lämpöpumppuratkaisut (PILP, MLP, IVLP)
- aurinkopaneelit sekä
- muut LTO-ratkaisut.

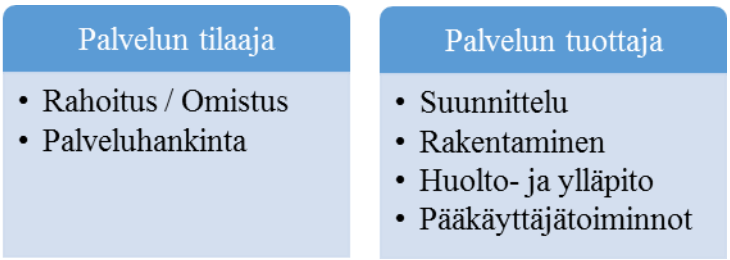
Raportin (Lahdenperä et al., 2005) elinkaarimallien päätyyppien perusteella on soveltaen muotoiltu Helen Oy:lle sopivat neljä vaihtoehtoa elinkaarimalleista, jotka olisivat mahdollisesti parhaiten soveltuvia Helen Oy:n liiketoimintaan. Vaihtoehdot on esitetty kuvissa 22 -25.



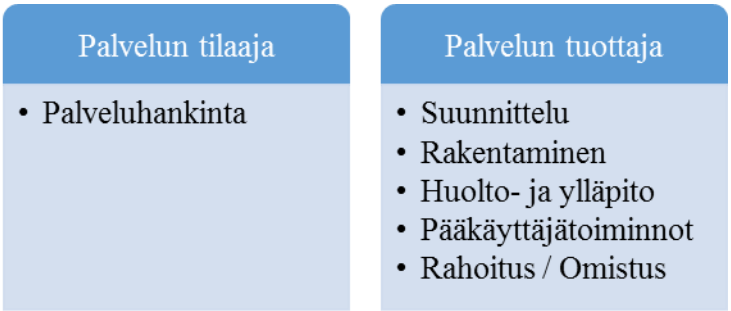
Kuva 22. Elinkaarimalli vaihtoehto 1. (Mukaillen Lahdenperä et al., 2005)



Kuva 23. Elinkaarimalli vaihtoehto 2. (Mukaillen Lahdenperä et al., 2005).



Kuva 24. Elinkaarimalli vaihtoehto 3. (Mukaillen Lahdenperä et al., 2005)



Kuva 25. Elinkaarimalli vaihtoehto 4. (Mukaillen Lahdenperä et al., 2005)

Vaihtoehtoa yksi voidaan kutsua elinkaariylläpito -malliksi (EKY), vaihtoehtoa kaksi elinkaarirahoitus -malliksi (EKR) ja vaihtoehtoja kolme ja neljä elinkaaripääkäyttö -malleiksi (EKP).

Vaihtoehdossa yksi palvelun tuottaja toteuttaa projektin ja huolehtii tämän jälkeen laitteiston ja siihen liittyvien komponenttien kunnossapidosta ja korjauksista sovitulla ajanjaksolla. Palvelun tilaaja toimii laitteiston omistajana ja tilaajan vastuulla on investointiin liittyvän rahoituksen

järjestäminen. Palvelun tilaaja määrittelee vaadittavan palvelutason, esimerkiksi lämmityksen sekä jäähdytyksen tuotannon, ja palvelun tuottaja huolehtii vaadittavan tason toteutumisesta.

Vaihtoehdon kaksi erona ensimmäiseen vaihtoehtoon on rahoituksen järjestäminen ja omistus. Tässä vaihtoehdossa palvelun tuottaja suorittaa tarvittavan rahoituksen tai rahoitusjärjestelyt ulkopuolisen rahoittajan kanssa. Palvelun tilaaja ei täten omista itse fyysistä tuotetta.

Vaihtoehdot kolme ja neljä eroavat keskenään vain rahoituksen järjestäjän osalta. Vaihtoehdossa kolme rahoituksen järjestää ja investoinnin omistaa palvelun tilaaja. Vastaavasti vaihtoehdossa neljä rahoitus ja omistus ovat palvelun tuottajalla.

Elinkaarimallin vaihtoehdot kolme ja neljä olisivat sopivimmat Helen Oy:lle, koska ne ovat kokonaisvaltaisimmat ratkaisut ja eroavat vain rahoituksen ja omistuksen suhteen toisistaan. Tämä antaa mahdollisuuden optimoida laitteiston käyttöä Helen Oy:n oman edun mukaisesti ja liittää se esimerkiksi osaksi kysyntäjoustoa.

Erityisesti yksityiset rakennusliikkeet ja kunnat voisivat olla kiinnostuneita elinkaarimallisopimuksista. Tällöin rakennuttajan ei tarvitse investoida rakennusvaiheessa lämmitykseen liittyviin taloteknisiin laitteistoihin eikä käyttää aikaa järjestelmien vaatimaan suunnitteluun. Lisäksi, kun tarkat kustannukset esimerkiksi (€/m2)/a saadaan tietoon jo budjetointivaiheessa, saadaan riskit budjetin ylittymisen suhteen minimoitua. Myös erityisesti nykypäivänä paljon pinnalla oleva rakennuksen hiilijalanjälki on helppo optimoida vaaditulle tasolle jo tilausvaiheessa.

8.5 Kaksisuuntainen liiketoiminta

Kaukolämmön laajamittaisesta kaksisuuntaisesta toiminnasta ei ole Suomessa juurikaan kokemusta yksittäisiä teollisuusyrityksiä lukuun ottamatta. Nykyistä energiajärjestelmää kehitettäessä on kaukolämpöverkon avaamista pidettävä yhtenä vaihtoehtona vastaamaan energiatehokkuuden kasvattamisen ja nykyisten asiakkaiden aktiivisemman roolin ottamisen tuomiin haasteisiin. Uhka regulaation pakottamasta kaukolämpöverkon avaamisesta ei toistaiseksi ole ajankohtainen, mutta vapaaehtoinen kehittäminen ei ole lainkaan perusteetonta varsinkaan, jos yhtiön intresseissä on toimia edelläkävijänä ja suunnannäyttäjänä markkinoilla.

Tämän raportin kappaleen 4.3 taulukossa 6 esitettiin esimerkkimarkkinamalleja järjestelyistä, miten kaksisuuntaisuus on teoriassa mahdollista järjestää. Pöyryn raportissa (2016) mahdolliset markkinamallit on hahmoteltu neljään osioon:

- kiinteän hinnan malli
- rajakustannusmalli
- kapasiteettimalli ja
- verkko avoimena alustana.

Kiinteän hinnan malli on yksinkertaisin mahdollisista toteutusmalleista. Kiinteän hinnan malli sopii erinomaiseksi lähtökohdaksi kerätä kokemuksia kaksisuuntaisesta lämpökaupasta ja kehittää markkinoita kohtuullisin kustannuksin ja resurssein. Hinnat sovitaan kiinteäksi määrätyn pituiselle ajanjaksolle eikä asiakkaalla ole lämmön toimitusvelvollisuutta. Sopimukset tehdään kahdenkeskeisesti ja tapauskohtaisesti. Malli on melko yksinkertainen toteuttaa pienelle määrälle asiakkaita. Suurille asiakasmäärille se ei toimi vaadittavan yksityiskohtaisuutensa vuoksi. Kiinteän hinnan mallia voidaan laskutuksen kannalta yksinkertaistaa käyttämällä vuositason netotusta, jossa riippumatta myynnin tai oston ajankohdasta verkosta otettu ja verkkoon syötetty energia lasketaan samanarvoiseksi. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Rajakustannusmallissa energiayhtiö luovuttaa asiakkailleen rajakustannuksensa perusteella määrittelemänsä lämpöenergian ostohinnan viikko-, päivä- tai tuntitasolla. Asiakastuottajat voivat tehdä sitovan myyntitarjouksen lämpöyhtiölle lämpöenergian verkkoon toimittamisesta ostohinnan ylittäessä heidän muuttuvat kustannuksensa. Rajakustannusmalli voidaan kehittää toimimaan myös päinvastoin, jolloin lämmön hinta määräytyisi asiakastuottajien antamien myyntitarjousten perusteella. Tämä kuitenkin vaatisi huomattavasti suuremman määrän asiakastuottajia toimiakseen tehokkaasti. Rajakustannusmalli ottaa kiinteän hinnan mallia paremmin huomioon lämpöenergian arvon lyhemmälle aikavälillä, kuten päivä- tai tuntitasolla. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Rajakustannusmallin toteuttaminen vaatii energiayhtiöltä lisäinvestointeja kulutus- ja tuotantomittausjärjestelmiin sekä laskutusjärjestelmään. Mallin toimivuuden kannalta, ongelmaksi voi muodostua toimitusvelvollisuuden puuttuminen. Koska

toimitusvelvoittamattomia asiakastuottajia ei voida laskea virallisesti lämmöntuotantokapasiteetiksi, on energiayhtiön jatkossakin huolehdittava tarvittavan kapasiteetin ylläpidosta ja tämä voi laskea lämpöenergian arvon asiakastuottajan kannalta liian matalalle tasolle. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Kapasiteettimallissa korvaus perustuu kapasiteetin haltijan tarjoaman lämmöntuotantokapasiteetin tarjoamisesta sitoutuvasti energiayhtiön käyttöön. Mallia voidaan soveltaa sähköpuolen tehoreservimarkkinoiden tapaan. Kapasiteetilla voidaan nostaa lämpöenergian tuotantoa tai vastaavasti laskea kulutusta. Maksu perustuu kiinteään kuukausittaiseen/vuosittaiseen korvaukseen kapasiteetista sekä erillisestä, ajankohdan mukaisesta korvauksesta tuotetusta energiasta. Kapasiteetin haltija tulisi velvoittaa säilyttämään positiivisen ja negatiivisen toimituksen toimitusvastuu esimerkiksi sopimusrikkeestä seuraavien sanktioiden uhalla. Toimitusvastuun jatkuva ylläpito rajaa esimerkiksi sykleissä tuottavia teollisuuslaitoksia pois kapasiteetin tarjoamisesta, jos tarkoitus on tehdä pitkiä sopimuksia. Vastaavasti lyhyet sopimukset eivät kannusta investoimaan tuotantokapasiteettiin, joten yleispäteviä sopimusmalleja on hyvin hankala kehittää. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Verkko avoimena alustana – malli (TPA) mukailee nykyisen sähköverkon toimintatapaa. Tuottaja voi liittyä verkkoon sovituin edellytyksin ja asiakas voi itse valita lämpöenergian myyjänsä. Verkon nykyinen omistaja huolehtii verkon kunnossapidosta ja tasevastaavan roolista. Myös esimerkiksi vara- ja huippuvoimakapasiteetista huolehtiminen voi olla verkon haltijan vastuulla. Kyseinen malli on esitellyistä malleista teknisesti haastavin toteuttaa ja vaatii suurimmat alkuinvestoinnit. Teoriassa, verkko avoimena alustana – malli, palvelisi avointa ja monipuolisinta kilpailua edellä mainituista malleista kattavimmin. (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Sopivinta markkinamallia valittaessa on hyvä huomioida myös tekniset rajoitteet. Asiakaslaitteiden tuottaman energian syöttäminen kaukolämpöverkkoon ei ole täysin ongelmatonta. Riippuen tuottajan tuotannon tehosta, tuotantoteknologiasta ja sijainnista, on erinäiset asiat otettava huomioon verkkoon liityttäessä.

Vaikka hajautettua tuotantoa liitettäisiin verkkoon, ei tuotannon nimellistehoa ole välttämättä mahdollista laskea suoraan tuotantokapasiteettiin. Esimerkiksi aurinkokeräimet ja ilma-

vesilämpöpumput eivät tuota juurikaan energiaa talviaikaan, kun kulutus on suurimmillaan. (Pöyry Management Consulting Oy, 2013)

Tuotantorakennetta suunnitellessa on otettava huomioon myös jo olemassa olevien laitosten minimiteho. Jos peruskuormalaitoksia ei esimerkiksi voida ajaa kesällä minimikuormalla muun tuotannon ollessa niin suurta, joudutaan ne ajamaan alas ja käyttämään näiden tilalla huippu- tai varavoimalaitoksia. Tämä vaikuttaa kustannuksia ja päästöjä nostavasti. (Pöyry Management Consulting Oy, 2013)

Varsinkin suurten tuottajien kohdalla, laitoksen olisi hyvä olla lähellä verkon runkojohtoja, jotta putkikoon aiheuttama rajoitus kapasiteetin suhteen ei muodostuisi ongelmaksi. Lisäinvestoinnit putkikoon kasvattamiseen syövät investoinnin kannattavuutta. Lisäksi se voi aiheuttaa kiistoja kustannusten maksajasta. (Pöyry Management Consulting Oy, 2013)

Kun lämpöenergia syötetään verkon tulo-putkeen, on sen lämpötila oltava riittävän korkea, jotta verkon tulopuolen lämpötila laske tarpeettomasti. Korkeamman lämpötilan tuottaminen laskee usein tuotannon hyötysuhdetta. Jos aurinkokeräimet mitoitetaan 75 °C / 40 °C, on tuotto noin 10 %:a pienempi kuin mitoituksella 65 °C / 40 °C.

Jos lämpöenergia syötetään verkon paluulinjaan korkeammassa lämpötilassa, mitä paluulinjan lämpötila on, nostaa se suuressa mittakaavassa

- pumppauskustannuksia
- lämpöhäviöitä
- verkon paluuputkien kokoa.

Paluulämpötilan vaikutus riippuu myös verkkoon liitettyjen keskitettyjen tuotantolaitosten teknologiasta. Jos laitos on varustettu savukaasujen talteenottopesurilla, vaikuttaa paluulämpötilan nousu tämän hyötysuhteeseen laskevasti. Yhteistuotantolaitoksessa paluuveden lämpötilan nousu näkyy sähkön tuotannon laskuna. Yhden asteen nousu lämpötilassa laskee noin 0,1 %:a sähköntuotantoa. (Pöyry Management Consulting Oy, 2013)

Lämmön arvon määrittämisestä muodostuu suuri ongelma, koska kaiken lämmön ei voida katsoa olevan samanarvoista. Esimerkiksi asiakas A pystyy toimittamaan lämpöä 80 °C:ssa ja

asiakas B 25 °C:ssa. Vaikka asiakas B kompensoisi pienempää lämpötilaa suuremmalla tilavuusvirralla, ei hänelle ole välttämättä kannattavaa maksaa yhtä suurta korvausta kuin A:lle, koska 80 °C veden hyödyntämismahdollisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin 25 °C.

Kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallia olisi hyvä lähteä pilotoimaan hyvissä ajoin ennen kuin se on säätelyn puolesta ajankohtaista. Pilottikohteisiin investoimalla olisi mahdollista saada tärkeää dataa laitteiston todellisesta toiminnasta, keskitetyn tuotannon ja hajautetun tuotannon yhteen toimimisesta sekä todellisista kustannuksista ja resursseista, jota operatiivinen toiminta vaatii. Näiden pohjalta varsinaisen liiketoiminnan luominen ja tarvittavien sopimusten määrittely helpottuisi.

Pilotointi olisi parasta suorittaa johonkin kiinteistöön liitetyllä lämmönlähteellä, jonka automatikkaan ja tuotantoon Helen Oy:lla olisi käyttöoikeus. Näin voidaan käytännössä kokeilla riskittömästi, miten kiinteän hinnan -, rajakustannus-, kapasiteetti- ja avoimen verkon – malli toimivat. Tällöin asiakkaan koko lämpöhuolto lämmönjakolaitteistosta lähtien olisi Helen Oy:n vastuulla. Tilanne olisi erinomainen myös olosuhde-palvelun ja asiakkaan lämmöntuotannon optimointi -palvelun käytännön testaamiseen asiakasrajapinnassa.

Kaksisuuntaisen liiketoiminnan markkinaan heittäytymistä ilman varsinaista pilotointia voidaan pitää melko suurena riskinä vähäisten kokemusten takia. Jos pilottihanke toteutetaan yksittäisen asiakkaan kanssa yhdessä, saadaan riskejä laskettua huomattavasti, vaikka Helen Oy tekisikin investoinnin lämmöntuotantolaitteisiin itse. Laskelmien mukaan yksittäisellä pilottihankkeella ei välttämättä saavuteta liiketoiminnan kannalta suurta rahalla mitattavaa menestystä, mutta markkinointimielessä sekä tutkimustiedon ja kokemusten saamisen kannalta sitä voidaan pitää hyvinkin kannattavana.

8.6 Hinnoittelu

Hinnoittelumallien kehittäminen nykyisestä on todennäköisesti kannattavaa niin asiakkaiden kuin energiayhtiön näkökulmasta. Helen Oy:n kaukolämpöhinnoittelu koostuu tällä hetkellä energiamaksusta (€/MWh) sekä vesivirtamaksusta (m^3/h, €/a). Energiamaksulla kulut kohdistetaan lämmöntuotannon ja siirron muuttuviin kuluihin, kuten polttoainekustannuksiin ja sähkönkulutukseen. Energiamaksu muuttuu kausiluontoisesti kevätkauden (1.3–20.4), kesäkauden (1.5–30.9), syyskauden (1.10–31.12) ja talvikauden (1.1–28.2) aikajaksoilla. Kausihinnoittelulla pyritään lisäämään hinnoittelun avoimuutta ja sitä, että hinnoittelu vastaisi

tuotannon todellisia kustannuksia kunkin kauden aikana. Vesivirtamaksulla kohdistetaan lämmöntuotantoon ja siirtoon liittyvät kiinteät kulut käyttöpaikoille tasapuolisesti suhteessa liittymäkokoon. (Helen Oy, 2018)

8.6.1 Tuntikohtainen hinnoittelu

Lämmöntuotannon kustannusvastaavuus kasvaa, mitä pienempään hinnoitteluväliin siirrytään. Koko vuodelle muodostettu tasahinnoittelu on kustannusvastaavuuden kannalta karkein malli. Tuntihinnoittelulla päästään käytännössä reaaliaikaiseen lämmön hinnan määrittelyyn.

Tällä hetkellä Helen Oy:n asiakkaiden energian kulutuksen mittaamiseen käytetty tekniikka mahdollistaa mittauksen tuntitasolla. Tämän avulla olisi mahdollista muuttaa hinnoittelumallia kausitasolta aina tuntitasolle asti. Esimerkiksi sähkömarkkinoille on määritelty päivän jokaiselle tunnille sähkön spot-markkinahinta. Jatkossa sähköverkon spot-markkinahinnan aikayksikkö on 1 tunnin sijasta 15 minuuttia. Tuntikohtainen hinnoittelu ja laskutus parantaisivat entisestään hinnoittelun todellista kustannusvastaavuutta.

Tuntikohtaisella hinnoittelulla on teoriassa kysyntäjouston tapainen automaattinen vaikutus. Jos taloyhtiöiden rakennusautomaatio hyödyntää tuntikohtaisia hintasignaaleita optimoimaan lämmityksen kustannukset, voi kaukolämpöyhtiö hyödyntää tätä ohjaavaa vaikutusta omassa tuotannossaan.

Hinnoittelua olisi kannattavaa kehittää myös muille kuin perinteisille kaukolämpöasiakkaille. Erilaisia hinnoitteluvaihtoehtoja kaipaavat esimerkiksi matalalämpöasiakkaat, jotka voivat hyödyntää verkon paluuvettä tai jotka ovat liitettynä verkon mahdolliseen matalalämpö-toisioverkkoon. Kaksisuuntaisten asiakkaiden hinnoittelussa voidaan hyödyntää mahdollisesti lämmön nettolaskutusta. Nettolaskutuksella tarkoitetaan verkosta ostetun ja verkkoon syötetyn energiamäärän erotuksesta muodostettua laskua, jolloin energiamäärät katsotaan rahalliselta arvolta samanarvoisiksi. Nettolaskutusta ei ole lämpöpuolella tähän mennessä juurikaan tutkittu, mutta esimerkiksi sähköpuolella nettolaskutus näyttää pientuottajien kohdalla potentiaaliselle vaihtoehdolle tulevaisuudessa.

Useampien hinnoittelumallien käytössä muodostuu usein ongelmaksi niiden monimutkaisuus ja vaikeaselkoisuus asiakkaan näkökulmasta. Lisäksi ennakointi, kuinka suuri osa asiakkaista valitsee esimerkiksi tuntihinnoittelun ja tämän vaikutus kulutukseen ja tuotantoon, on hyvin

haastavaa. Tuntihinnoittelun houkuttelevuudesta ja sopivuudesta eri asiakassegmentteihin ei löydy tällä hetkellä tarkempaa tutkimustietoa. Asiaa vaatii jatkotutkimuksia, ennen kuin tiedetään riittävästi todellisesta tarpeesta ja kannattavuudesta.

Energiayhtiön olisi hyvä muodostaa tuntihinnoittelu–asiakkaalle aiempien mittaustulosten perusteella kulutusprofiili, jolla voitaisiin arvioida etukäteen kulutusta ja asiakkaalle tulevien laskujen suuruuksia.

8.6.2 Jäähtymä

Jäähtymällä tarkoitetaan kaukolämpöverkon meno- ja paluupuolen välistä lämpötilaeroa. Jäähtymä lasketaan kaavalla

$$\Delta T = T_m - T_p \tag{1}$$

,missä ΔT on kaukolämpöveden jäähtymä

T_m on kaukolämpöveden menolämpötila

T_p on kaukolämpöveden paluulämpötila

Kaukolämpöveden jäähtymän hallitsemisella on energiayhtiölle kustannusmerkitys. Jäähtymän suuruus vaikuttaa lämpöhäviöiden aiheuttamiin kustannuksiin, pumppauskustannuksiin sekä savukaasupesurien lämmöntalteenoton hyötysuhteeseen. Keskimääräisen jäähtymän kasvattamisella voidaan saavuttaa sekä kustannussäästöjä että parantaa järjestelmän energiatehokkuutta. Jäähtymä pyritään pitämään halutulla tasolla vaatimalla verkostoon kytkettävien lämmönjakokeskusten noudattavan Julkaisu K1/2013, rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet – julkaisussa esitettäviä ohjeita. Lisäksi Helen Oy:n tekninen asiakaspalvelu tarkastaa kaikkien verkostoon kytkettävien lämmönjakokeskusten kytkentäkaaviot ja mitoituksen.

Asiakaskohtaisen jäähtymän heikko laatu johtuu yleensä laitteiston vääränlaisesta mitoituksesta kyseiseen kohteeseen tai säätöjärjestelmien viallisesta toiminnasta. Asiakasta ei voida jälkikäteen velvoittaa investoimaan laitteistoonsa ja parantamaan näin kaukolämpöveden jäähtymää, jos jäähtymä on ennestään sallittujen rajojen sisällä. Jotta asiakkaat saataisiin

vapaaehtoisesti investoimaan jäähtymänsä parantamiseen, on sille oltava taloudellinen peruste. Koska kaukolämpöyhtiö hyötyy keskimääräisen jäähtymän paranemisesta, olisi mahdollista jakaa hyöty asiakkaan ja lämpöyhtiön kesken, jolloin molemmat hyötyisivät.

Matalalämpöasiakkaiden ja korkean jäähtymän asiakkaiden kytkentä verkkoon voidaan suorittaa monin eri tavoin. Eräs vaihtoehto on eriyttää nykyisestä verkosta kokonaan oma matalalämpöverkko aiemmin kappaleessa 4.1 esitetyn kuvan 14 mukaisesti. Ongelmaksi kyseisen kytkennän kanssa muodostuu se, että jokaisen kyseiseen verkkoon liittyvän asiakkaan tulee olla matalalämpöasiakas. Verkon rakentaminen ei kannata vain muutamille asiakkaille. Ainoastaan kokonainen matalalämpöasuinalue olisi Helen Oy:lle kannattava.

Yhtenä vaihtoehtona on yksittäisen asiakkaan kytkeminen suoraan kahdella putkella nykyisen verkon paluuvesiputkeen. Koska paluuveden lämpötila ei kaikissa tilanteissa riitä kattamaan asiakkaan tarvitsemaa lämpötilatasoa, on asiakkaan liitettävä omaan järjestelmäänsä esimerkiksi sähkövastus tai lämpöpumppu. Ylimääräisellä lämmönlähteellä asiakas saa priimattua eli nostettua veden lämpötilan sopivalle tasolle. Kyseisessä kytkennässä investointikustannukset nousevat huomattavasti ja ylimääräistä tekniikkaa joudutaan lisäämään järjestelmään. Yksittäisen asiakkaan kytkeminen verkkoon voidaan suorittaa myös kolmen putken kytkennällä. Tässä kytkennässä yksi putki tulee kaukolämmön menoputkesta ja kaksi putkea paluuputkesta. Paluuputkesta saatavalla energialla lämmitetään veden lämpötila niin korkeaksi kuin mahdollista ja menoputkesta saatavalla lämmöllä veden lämpötila priimataan tarvittavalle tasolle. Menoputki toimii eräänlaisena varmistuksena tilanteissa, joissa paluupuolen lämpötila ei ole riittävän korkea. Tämä kytkentä vaatii suuremman investoinnin useamman putken aiheuttaman kaukolämmön liityntäkustannuksien takia sekä lämmitys- ja käyttövesipuolen ylimääräisten lämmönsiirtimien vuoksi.

Kehittämällä korkeaan jäähtymään tai kaukolämpöverkon paluuveden hyödyntämistä koskevaa tariffirakennetta, olisi mahdollista laskea asiakkaan maksamaa energianhintaa. Samalla Helen Oy hyötyisi pienempien lämpöhäviöiden, pumppauksen ja sähköntuotannon kustannuksissa.

Sopimusvesivirta määritetään kullekin asiakkaalle kaavan 2 mukaisesti.

$$q_v = \frac{P_{sop}}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T} \tag{2}$$

,missä q_v on veden tilavuusvirta

P_{sop} on asiakkaan sopimusteho

ρ on veden tiheys

c_p on veden ominaislämpökapasiteetti

Kaava 3 saadaan vastaavasti saatettua muotoon

$$P_{sop} = q_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T \tag{3}$$

Sopimusteho uudisrakennukselle saadaan laskettua kaavalla

$$P_{sop} = P_{lm} + P_{iv} + P_{lvk} + P_{kv,h} \tag{4}$$

,missä P_{lm} on lämmityslaitteiden teho

P_{iv} on ilmavaihtolaitteiden lämmitysteho

P_{lvk} on lämpimän veden kiertojohtoon liitettyjen laitteiden lämmitysteho

$P_{kv,h}$ on lämpimän käyttöveden tuntinen lämmitysteho

Lämpimän käyttöveden tuntinen teho on käyttövesisiirtimen mitoitustehosta ja asuntojen lukumäärästä riippuen laskettuna 10 – 25 %:a.

Kaavasta 3 voidaan päätellä, että jos teho, tiheys ja ominaislämpökapasiteetti pidetään vakiona, niin tilavuusvirtaa kasvattamalla jäähtymä laskee. Vastaavasti jäähtymää kasvattamalla tilavuusvirta laskee. Koska veden suurempi tilavuusvirta kasvattaa sopimusvesivirtamaksua, on nykyinen malli kannustava asiakkaan jäähtymän parantamiseen jo itsessään. Kyseinen malli ei ole kuitenkaan täysin tasavertainen kaikkia asiakkaita kohtaan. Koska lämmön

toimituslämpötila vaihtelee riippuen asiakkaan sijainnista verkossa, asettaa se asiakkaat eriarvoiseen asemaan. Asiakkaiden lämmönsiirtimet toimivat tehokkaammin korkeammalla menolämpötilalla sekä sopivalla paineella ja täten jäähdyttävät paremmin.

Kaikkia asiakkaita kohtaan tasavertaisin malli voisi olla tehomaksuun ja jäähtymätariffiin perustuva malli. Tehomaksu perustuisi asiakkaan vuotuiseen suurimpaan lämmönkulutuksen tehoon paikkakunnan mitoituslämpötilaan korjattuna ja jäähtymätariffi asiakkaan keskimääräiseen jäähtymään suhteutettuna koko verkon asiakkaiden keskimääräiseen jäähtymään asiakkaalle saapuvan kaukolämpöveden tulolämpötilaan suhteutettuna.

8.6.3 Joustot

Tutkimustieto ja kokemukset kysyntäjouston potentiaalista ovat erityisesti lämpöpuolella toistaiseksi hyvin vähäiset. Tällä hetkellä, kokemuksiin perustuva arvioitu säästöpotentiaali vuosikustannuksista, on noin 1 – 3 %:a. Simulointien perusteella on kuitenkin arvioitu päästävän jopa 5 – 25 %:n säästöpotentiaaliin järjestelmästä riippuen. Kyseinen arvio perustuu tosin täysin pitkän aikatähtäimen simulointeihin ja se sisältää huomattavan määrän epävarmuustekijöitä. (Valor Partners Oy, 2015a)

VTT:n tiedotteessa (Kärkkäinen et al., 2004) tutkittiin Jyväskylän alueella 160 kerrostalon kysyntäjoustopotentiaalia, tämän kustannusvaikutuksia energiayhtiölle sekä mahdollisen kaukolämmön kysyntäjouston tariffin rakennetta. Energiayhtiö sai laskennalliseksi rahalliseksi hyödyksi 20 vuoden ajanjaksolle jaettuna ja 5 % korolla laskettuna 144 000 €/a. Tämä tarkoittaa 900 €/a hyvitystä jokaiselle kerrostalolle, jos energiayhtiö tyytyy itse vain huippuvoimantuotannon laskemisen johdosta tapahtuvasta päästöjen laskusta saatuun hyötyyn. Jos rahallinen hyöty jaetaan energiayhtiön ja asiakkaan kanssa puoliksi, jää molemmille osapuolille 450 €/a. Tätä voidaan pitää verrattain pienenä summana, niin asiakkaan kuin energiayhtiönkin kannalta. Lämmityspuolen joustotariffin markkinoinnin suhteen onkin mietittävä, kannattaako tuotetta lähteä markkinoimaan asiakkaille kustannussäästönä vai pelkästään vetoamalla yhteiseen tavoitteeseen; energiantuotannosta aiheutuvien päästöjen minimoimiseen.

8.7 Sähkömarkkinat

Helen Oy:n palvelutarjonnasta löytyy tällä hetkellä niin kutsuttu Jousto-palvelu. Palvelun ideana on liittää asiakaslaitteita Helen Oy:n operoimaan virtuaalivoimalaitokseen. Kyseistä

laitosta hyödynnetään sähkömarkkinoilla sähköverkon vikatilanteissa tai kulutuksen ylittäessä tuotannon.

Jos Helen Oy hyödyntäisi lämpöpumppuja kiinteistökohtaisessa energiantuotannossa, voisi se niputtaa nämä omaksi virtuaalivoimalaitoksekseen ja hyödyntää lämpöpumppujen alassäätö- ja ylössäätökapasiteettia sähkömarkkinoilla. Lisätuloilla olisi mahdollista laskea palvelun hintaa tai vastaavasti nostaa katetuottoa. Esimerkiksi PILP-ratkaisut vaativat aina rinnalleen myös rakennuksen täyttä mitoituslämpötehoa vastaavan muun lämmönlähteen, ylössäätötilanteessa ei syntyisi ongelmaa lämmön riittävyyden kanssa. Vastaavasti alasssäätötilanteessa voidaan hyödyntää lämminvesivaraajaa, jolloin tuotettu energia saadaan hyötykäyttöön.

Säätösähkömarkkinoille osallistuminen vaatii tällä hetkellä 10 MW tehosäätömahdollisuuden 15 min reagointiajalla. Reagointiaika ei itsessään tuota ongelmia vaan tehovaatimus. Jotta 10 MW tehovaatimukseen yllettäisiin, pitäisi etäohjattuun järjestelmään liittää yhteensä 200 kappaletta 50 kW sähköteholla varustettua lämpöpumppua. Jos 50 %:ssa kohteista sähköteho olisi 100 kW, olisi liitettävien kohteiden määrä 150 kappaletta.

Laskelmien mukaan ohjausjärjestelmäinvestointi on suhteessa vuotuiseen käyttöpotentiaaliin nähden liian suuri näin pienellä kapasiteetilla varustetuille pumpuille. Jokaisen liitettävän lämpöpumpun tulisi siis olla vähintään 100 kW tai yli.

8.8 Digitalisaation hyödyntäminen

IoT:n mahdollistamaa potentiaalia ei pystytä toistaiseksi kokonaisuudessaan hyödyntämään, koska eri valmistajien älylaitteet eivät toimi vielä kokonaisuutena ja kommunikoi täysin keskenään. Jotta kokonaisuudesta saataisiin mahdollisimman toimiva, olisi tärkeää suunnitella myös muille kehittäjille avoin palvelualusta. Palvelualustan avulla olisi mahdollista integroida asumisen ja elämisen palvelut kokonaisuudeksi sekä saada kiinteistön tekniset järjestelmät toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Energiayhtiön olisi hyvä olla mukana tämän palvelualustan kehityksessä, jonka päälle koko älykäs palveluekosysteemi rakentuu. Alustan hallitseminen antaisi ylivoimaisen edun datan keräämisessä sekä uusien palvelupakettien luomisessa ja tarjoamisessa. Lisäksi ylätason ohjaus kaupungin energiajärjestelmässä helpottaa oman tuotannon ja kulutuksen sovittamista. Alustan avulla, energia-asiat saataisiin enemmän osaksi asumisen palvelukokonaisuutta, verrattuna tämänhetkiseen tilanteeseen, jossa ne ovat vain pieni irrallinen osio. (Deloitte & Touche, 2016)

Helen Oy tarjoaa jo tällä hetkellä yhteistyökumppanin kautta OptiWatti–järjestelmää optimoimaan ja hallitsemaan sähkölämmitteisten rakennusten lämmityksen energiankäyttöä. OptiWatti kommunikoi rakennuksessa olevien antureiden ja lämmityslaitteiden sekä sähköpörssin kanssa. Näihin perustuen OptiWatti optimoi kiinteistön sisäilmaolosuhteita ja energiankäytön taloudellisuutta.

Järjestelmäohjaustarjontaa tulisi laajentaa myös muille kuin sähkölämmitteisille kiinteistöille. Helsingistä olevista kiinteistöistä noin 90 %:a on liittynyt kaukolämmössä, joten paikallinen markkina on huomattavasti suurempi tällaisille kiinteistöille kuin sähkölämmitteisille. Lisäksi kiinteistöiden liittämisellä järjestelmään, jotka hyödyntävät kaukolämpöä lämmityksessään, saavutetaan suurempia synergiaetuja oman tuotannon optimoinnissa kulutuksen suhteen kuin sähkölämmitteisillä. Esimerkiksi kappaleessa 8.6 esitellyt joustojen tuomat hyödyt.

Järjestelmällä ei kannata kattaa ainoastaan asiakkaan lämmitykseen liittyvää talotekniikkaa. Siihen voidaan liittää esimerkiksi pistorasioiden ohjaus, vesivuotojen havaitseminen putkistossa ja häiriöiden toteaminen talon elektronisissa järjestelmissä.

8.9 Kokonaisvaltainen lämpöhuolto

Kokonaisvaltainen lämpöhuolto-palvelu on eräänlainen kombinaatio kappaleissa 8.1–8.8 esitellyistä palveluista. Palvelun tarkoituksena on tuottaa asiakkaille, esimerkiksi talonyhtiöille, kunnille ja yrityksille, avaimet käteen – paketti, josta maksetaan vain esimerkiksi neliöhintaan pohjautuvaa kuukausimaksua. Palveluntuottaja huolehtii kaikesta asiakkaan lämpöhuoltoon liittyvästä sopimuksen mukaisesti, kuten

- järjestelmän suunnittelusta, toteutuksesta ja projektinjohdosta
- rahoituksesta
- huollosta, ylläpidosta ja operoinnista
- toimintavarmuudesta
- tilaajan määrittelemistä olosuhteista.

Sopimukset tehdään pitkäaikaisiksi, esimerkiksi 10–25 vuoden pituisiksi, molempien osapuolten paremmaksi sitouttamiseksi. Tilaaja saa mahdollisuuden lunastaa järjestelmät ja sen komponentit myös kesken sopimuskauden aiemmin määritetyn jäännösarvon mukaisella summalla.

Koska palveluntuottaja on laitteiston omistaja ja haltija, on hänellä mahdollisuus käyttää laitteistoa muun muassa kappaleissa 8.5–8.7 esitellyillä tavoilla pysymällä kuitenkin palvelun tilaajan määrittelemien sisäolosuhteiden puitteissa. Palveluntuottaja pitää huolta tilaajan vaatimien olosuhteiden toteutumisesta sekä raportoi näistä tilaajalle esimerkiksi kuukausi-, kvartaali- tai vuositasolla.

Koko asiakkaan lämpöhuollon haltuunotto on erinomainen tapa luoda pitkiä asiakassuhteita, joissa kummankaan osapuolen ei tarvitse keskittyä ydintoimintojensa ulkopuolisiin tehtäviin. Palvelu on räätälöitävissä jokaiseen asiakassegmenttiin sopivaksi paketiksi ja helposti monistettavissa esimerkiksi tietyn aikakauden asuinkerrostaloille.

Palvelun tarjoamisen kannattavin ajankohta on uudisrakennusalueen suunnittelun tai rakennuksen linjasaneerauksen hankesuunnittelun yhteydessä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Tämän diplomityön tarkoituksena oli tutkia energiamarkkinoiden nykytilaa ja luoda katsaus tulevaisuuteen sekä selvittää, miten Helen Oy voisi palvella paremmin asiakkaitaan. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää mille liiketoiminta-alueille sen kannattaisi suunnatta kasvattaakseen yritystoimintaansa tukeakseen tämän hetken strategiaansa ja tavoitteitaan.

Tällä hetkellä energiamarkkinoiden megatrendeinä ovat pääasiassa päästöjen vähentäminen, uusiutuvan energiankäytön lisääminen sekä energiatehokkuuden kasvattaminen koko Euroopan unionin mittatasolla. Tavoitteita kohti pyritään EU-, valtio ja kaupunkitasolta tulevien poliittisten linjausten ja verotuksen avulla sekä tukemalla kyseisten osa-alueiden hankkeita rahallisesti.

Poliittisten ohjaustoimenpiteiden johdosta keskitetyn tuotannon asema on heikentynyt suhteessa hajautettuihin ratkaisuihin jatkuvasti tiukkenevien päästörajoitusten ja polttoaineiden verotuksen johdosta. Kaupungit ja kunnat ottavat yhä vahvemmin omaa roolia ilmastotalkoissa. Esimerkiksi Helsingin kaupunki on julkaissut oman Hiilineutraali Helsinki 2035 – toimenpideohjelman, jonka avulla se pyrkii sääntelyä kunnianhimoisempiin päästövähennys- ja energiansäästötavoitteisiin.

Niin kutsutun energiamurroksen vaikutukset odotetaan näkyvän myös Helen Oy:n liiketoiminta-alueella. Vaikutukset näkyvät digitalisaation osa-alueella, teknistaloudellisen kehityksen mahdollistaman hajautetun tuotannon kasvavana määränä, ostokäyttäytymisen ja hinnoittelurakenteen muutoksena sekä kehityksenä kohti älykästä energiajärjestelmää. Energiateollisuuden kaukolämpöalan strategialla pyritään tukemaan energiayhtiöiden sopeutumista kohti tätä muutosta.

Ihmisten kasvanut kiinnostus ympäristöasioihin ja eri teknologioihin, on asia jota ei voi ohittaa. Sähkön alhainen markkinahinta sekä kaukolämmölle ennustettu paine seuraavan vuosikymmenen hinnankorotuksille toimii kannustavana tekijänä muun muassa lämpöpumppuinvestoinneille. Varsinkin hajautetun tuotannon teknistaloudellinen kehitys on ollut nousujohteista ja tämän odotetaan osaltaan vaikuttavan näiden tuotantoratkaisujen yleistymiseen myös kaupunkialueilla. Kaukolämmön ja muiden lämmitysteknologioiden välinen hintaero on jatkuvasti kaventunut ja monessa kaupungissa esimerkiksi maalämpö on jo kustannustehokkaampi ratkaisu. Pöyryn raportissa (2011) suoritettiin vertailua eri

lämmitysmuotojen vuotuisten kustannusten suhteen. Raportissa todettiin kaukolämmön aseman heikentyvän tulevina vuosina, mutta pysyvän kuitenkin kustannuksissa hyvin samalla tasolla lämpöpumppuratkaisujen kanssa. Erojen ollessa hyvin pieniä, ennakoi tämä muiden tekijöiden merkityksen kasvua valittaessa lämmitysratkaisua. Kaukolämpöpuolella uusien tuotteiden ja hinnoittelun rakenteen muutoksella voidaan mahdollisesti kasvattaa kaukolämmön houkuttelevuutta. Myös brändin ja yrityksen palvelukuva ulospäin nostavat osuuttaan merkittävinä tekijöinä. Vaikka kaukolämmön asema osittain heikentyisikin, tulee sen asema säilymään silti merkittävänä. (Pöyry Management Consulting Oy, 2011)

Panostamalla yritystasolla tutkimukseen ja kehitykseen sekä seuraamalla aktiivisesti kilpailutilannetta, voidaan saavuttaa oletetun lämmön myyntimäärän kompensointia ja jopa mahdollisesti ylittää sen tuoma liikevaihdon lasku energianmyyntimääriin liittymättömien palveluiden tuottamisella.

Helsingin alueella on suuri potentiaali erityisesti 1960–1980 vuosien rakennuskannan energiatehokkuuden kasvattamisessa. Energiatehokkuushankkeisiin on mahdollista saada myös rahallista tukea. Hankkeilla on suora vaikutus rakennuksen energiankulutukseen ja E-lukuun. Tutkimusten mukaan kustannustehokkain ratkaisu on suunnata investoinnit kyseisen aikakauden rakennuksissa erityisesti lämpöpumppuratkaisuihin sekä rakennusautomaation modernisointiin.

Taloteknisten säätöjärjestelmien kehitys on edennyt viime vuosien aikana paljon. Tekoälyn ja koneoppivuuden hyödyntäminen kiinteistöjen taloteknisten järjestelmien ohjauksessa on digitalisaation myötä lisääntynyt. Asiakaslaitteiden ohjausratkaisujen kehitys vaikuttaa osaltaan koko energiajärjestelmään.

Kaukolämpö-markkinoilla suurin prosentuaalinen kasvu on ollut palveluliiketoiminnassa. Lämmityslaitteisto-, huolto- ja ylläpito- sekä energiatehokkuuspalveluiden vuosittainen kasvu on ollut keskimäärin noin 30 %:a. Tämä näkyy myös useiden kilpailijoiden ilmaantumisena markkinoille. Euromääräisesti mitattuna kasvu on ollut vaatimatonta, mutta sektorin odotetaan kasvavan merkittävään osaan seuraavalla vuosikymmenellä. Tällä sektorilla yhteistyö eri sidosryhmien kanssa on välttämätöntä tulevaisuudessa.

Uudet palvelut kehitettiin askeleittain kohti kokonaisvaltaista lämpöhuoltomallia. Eri mallit ovat sovellettavissa ja räätälöitävissä kunkin asiakassegmentin tarpeiden mukaiseksi. Malleilla pyritään mahdollistamaan aiempaa tiiviimpi yhteistyö ja parempi palvelutaso nykyisille asiakkaille. Lisäksi kaukolämpöliiketoiminnan alueella toimivan energiayhtiön kilpailukyvyn säilyttäminen on tärkeää myös tulevaisuudessa.

Isojen organisaatioiden muutos- ja lähtönopeus voi muodostua mahdolliseksi rajoittavaksi tekijäksi uusien markkina-alojen valtaamiselle. Eräs kehitysmahdollisuus tässä suhteessa olisi yrityksen sisäisen startup – toiminnan kehittäminen. Sisäisten startup:ien avulla reagointinopeus muutoksiin ja innovaatiotoiminta on usein huomattavasti ketterämpää kuin tyypillisessä organisaatiorakenteessa. Lisäksi, kun käytössä on suuremman organisaation tuki ja muut resurssit, saavutetaan huomattava etu verrattuna startup – yrityksiin, jotka aloittavat liiketoiminnan täysin alusta.

Jatkotutkimustoimenpiteiksi ehdotetaan kattavaa asiakaskyselyä Helen Oy:n nykyisille kaukolämpöasiakkaille liittyen palveluiden houkuttelevuuteen ja todelliseen kysyntään. Lisäksi olisi tärkeää käynnistää teknisiä pilottihankkeita julkisyhteisöiden, teollisuusyritysten sekä taloyhtiöiden kanssa, jotta saataisiin luotettavaa tietoa eri palveluiden tarjoamisen aiheuttamista todellisista kustannuksista, vaadittavista operatiivisista toiminnoista sekä dataa laitteistojen toiminnasta.

LÄHTEET

Aluesarjat. 2017. Helsingin seudun aluesarjat. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla http://www.aluesarjat.fi/

Anttonen, K. 2011. Kaukolämpöverkon paluuveden hyödyntäminen lämmityksessä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 109 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 12.1.2017]. Saatavilla http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/73946/Diplomity%C3%B6%2c%20Kari%20Anttonen%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arantola, H. & Simonen, K. 2009. Palvelemisesta palveluliiketoimintaan – Asiakasymmärrys palveluliiketoiminnan perustana. Helsinki: Tekesin katsaus. 38 s. ISBN 978-952-457-479-2

Auvinen, K. 2015. Rahoitusmallit aurinkoenergiainvestoinneille. FinSolar. [Verkkosivusto]. [Viitattu 6.3.2018]. Saatavilla http://www.finsolar.net/aurinkoenergian-hankintaohjeita/kuntien-aurinkoenergian-hankinta-ja-rahoitusmallit/

Brown, L. 2015. Suuri energiamurros. Earth Policy Institute. 248 s. ISBN 978-952-264-739-9

Bruck, M., Sandborn, P. & Goudarzi, N. 2018. A Levelized Cost of Energy (LCOE) model for wind farms that include Power Purchase Agreements (PPAs). Renewable energy. Vol 122. 131–139 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.3.2018]. Saatavilla https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.100

Deloitte & Touche Oy. 2016. Digitalisaation vaikutukset kaukolämpöalalla. Group of Companies. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/digitalisaation_vaikutukset_kaukolampoalalla.html

Elfvengren, K., Englund, M. & Patana, A-S. 2012. Hajautetun energiantuotannon tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuudet. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 31 s. ISBN 978-952-265-231-7

Energiateollisuus ry. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry Kaukolämpö. 566 s. ISBN 952-5615-08-1

Energiateollisuus ry. 2013 Kaukolämpöalan strategia. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/files/872/Kaukol_strategia_FI.pdf

Energiateollisuus ry. 2014. Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina: Suositus K15/2014. Energiateollisuus ry. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.1.2018]. Saatavilla https://energia.fi/files/586/Teho_ja_vesivirta_SuositusK15_2014.pdf

Energiateollisuus ry. 2017a. Energiavuosi 2016 - Kaukolämpö. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi_2016_-_kaukolampo.html#material-view

Energiateollisuus ry. 2017b. Energiavuosi 2016 - Sähkö. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi_2016_-_sahko.html#material-view

Energiateollisuus ry. 2017c. Kaukojäähdytys 2016 graafeina. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukojaahdytys_2016_graafeina.html#material-view

Energiateollisuus ry. 2017d. Kaukolämmön asiakkuus. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/asiakkaat/kaukolammon_asiakkuus

Energiateollisuus ry. 2017e. Kaukolämpöverkot. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/kaukolampoverkot

Energiateollisuus ry. 2017f. Energiamarkkinat. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 21.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiamarkkinat

Energiavirasto. 2015. Tiivistelmä suuren yrityksen energiakatselmuksesta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.1.2018]. Saatavilla https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Tiivistelm%C3%A4%20yrityksen+energiakatselmuksesta/86abbdc9-4a38-49cd-af62-3901f6d00e68

Energiavirasto. 2017. Yleistä päästökaupasta. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.11.2017]. Saatavilla https://www.energiavirasto.fi/yleista-paastokaupasta

Energiavirasto. 2018. Vapaaehtoiset katselmukset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 4.1.2018]. Saatavilla https://www.energiavirasto.fi/vapaaehtoiset-katselmukset

Eriksson, F., Framås, K I. & Karlsson, M. 2013. Sekundarnät för lågtempererad fjärrvärme. Opinnäytetyö: Halmstad. 54 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 21.12.2017]. Saatavilla http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:630610/FULLTEXT01.pdf

European comission. 2015. Paris Agreement. [Verkkosivusto]. [Viitattu 8.3.2018]. Saatavilla https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en

Euroopan komissio. 2017a. EU:n ilmastotoimet. [Verkkosivusto]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavilla https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_fi

Euroopan komissio. 2017b. The EU Emissions Trading System (EU ETS). [Verkkosivusto]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavilla https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_fi

Euroopan komissio. 2017c. Shared experiences in integrated energy systems modelling. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.12.2017]. Saatavilla https://setis.ec.europa.eu/setis-reports/setis-magazine/energy-systems-modeling/shared-experiences-integrated-energy-systems

Fingrid. 2017. Säätösähkömarkkinat. [Verkkosivusto]. [Viitattu 10.11.2017] Saatavilla http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/tasepalvelut/tasehallinta/saatosahkomarkkinat/Sivut/default.aspx

Halme, M., Hukkinen, J., Korpi-Tommola, J., Linnannen, L., Liski, M., Lovio, R., Lund, P., Luukkanen, J., Partanen, J., Wilenius, M. & Nokso-Koivisto, O. 2015. Maamme energia. Helsinki: Into Kustannus. 145 s. ISBN 978-952-264-469-2

Helen Oy. 2017a. Toimintakertomus. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.11.2017]. Saatavilla https://www.helen.fi/vuosikertomus/vuosikertomus-2016/tilinpaatos/toimintakertomus/

Helen Oy. 2017b. Voimalaitokset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.11.2017]. Saatavilla https://www.helen.fi/yritys/energia/energiantuotanto/voimalaitokset/

Helen Oy. 2017c. Energiavisio. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 21.11.2017]. Ei saatavilla julkisesti

Helen Oy. 2018. Mistä hinta muodostuu?. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.3.2018]. Saatavilla https://www.helen.fi/lampo/kodit/hinnat/mista-hinta-muodostuu/

Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 2015. Helsingin ilmastotiekartta 2050. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 04.12.207]. Saatavilla https://issuu.com/helsinginymparistokeskus/docs/2105-03-26-ilmastotiekartta_iso

Helsingin kaupunki. 2017. Maailman toimivin kaupunki – Helsingin kaupunkistrategia 2017 – 2021. [Verkkosivusto]. [Viitattu 4.12.2017]. Saatavilla https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/strategia-ja-talous/kaupunkistrategia/strategia-ehdotus/#sisallys

Hintsa, N. 2016. Kaksisuuntaisen kaukolämmön toteutus Skanssi-hankkeessa. Satakunnan ammattikorkeakoulu: opinnäytetyö. 37 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.2.2018]. Saatavilla https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104002/opinnaytetyo_samk_nh.pdf?sequence=1

Hyysalo, S., Marttila, T., Temmes, A., Lovio, R., Kivimaa, P., Auvinen, K., Pyhälammi, A., Lukkarinen, J. & Peljo, J. 2017. Uusia näkymiä energiamurroksen Suomeen. Smart energy transition. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.2.2018]. Saatavilla http://www.smartenergytransition.fi/tiedostot/murrosareena-loppuraportti.pdf

Järventausta, P., Repo, S., Trygg, P., Rautiainen, A., Mutanen, A., Lummi, K., Supponen, A., Heljo, J., Sorri, J., Harsia, P., Honkiniemi, M., Kallioharju, K., Piikkilä, V., Luoma, J., Partanen, J., Honkapuro, S., Valtonen, P., Tuunanen, J. & Belonogova, N. 2015. Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti. Tampere: Tampereen teknilllinen yli-opisto. 354 s. ISBN 978-952-15-3485-0 [Verkkodokumentti]. [Viitattu 27.11.2017]. Saatavilla https://tutcris.tut.fi/portal/files/4776899/kysynnan_jousto_loppuraportti.pdf

Kainiemi, O. 2016. Helen kaupunkienergiajärjestelmä. [Kuva]. Saatavilla https://helen.mediabank.fi/fi/material/search

Kowalska-Pyzalska, A. 2018. What makes consumers adopt to innovative energy services in the energy market? A review of incentives and barriers. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol 82. 3570–3581 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.1.2018]. Saatavilla https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.103

Kärkkäinen, S., Sipilä, K., Pirvola, L., Esterinen, J., Eriksson, E., Soikkeli, S., Nuutinen, M., Aarnio, H., Schmitt, F. & Eisgruber, C. 2004. Demand Side management of the district heating systems. VTT tiedotteita. 86 s. ISBN 951-38-6472-3

Lahdenperä, P., Nykänen, V. & Rintala, K. 2005. Elinkaarimallit. Tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoiset toimintatavat. Espoo. VTT Tiedotteita. 56 s. ISBN 951-38-6749-8

Lanotte, R & Merro, M. 2017. A semantic theory of the Internet of Things. Information and Computation. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.2.2018]. Saatavilla https://doi.org/10.1016/j.ic.2018.01.001

Lund, H., Werner, Sven., Wiltshire, R., Svendsen, Svend., Thorsen, J E., Hvelplund, F. & Vad Mathiesen, B. 2014. 4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. Energy. Vol 68. s. 1-11. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.12.2017]. Saatavilla https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089

Matschoss, K., Heiskanen, E., Kahma, N. & Saastamoinen, M. 2014. Energiatehokkuuspalveluiden markkinapotentiaali ja parhaat käytännöt. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 78 s. ISBN 978-951-698-274-1 [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.1.2018]. Saatavilla https://energia.fi/files/964/Energiatehokkuuspalveluiden_markkinapotentiaali_ja_parhaat_kaytannot.pdf

Motiva. 2017a. Energiatehokkuus- ja ESCO-palvelut. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.12.2017]. Saatavilla https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-_ja_esco-palvelut

Motiva. 2017b. ESCO-hankkeiden tuki. [Verkkosivusto]. [Viitattu 21.12.2017]. Saatavilla https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/katselmus-_ja_investointituet/esco-hankkeiden_tuki

Motiva. 2017c. Katselmusten organisointi ja vastuuhenkilöiden valinta. [Verkkosivusto]. [Viitattu 4.1.2018]. Saatavilla https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/energiakatselmus_kaynnistamisesta_seurantaan/katselmusten_organisointi_ja_vastuuhenkiloiden_valinta

Niemelä, T. 2018. Cost-optimal renovation of residential educational and office buildings in Finnish climate toward nearly zero-energy buildings. Helsinki: School Of Engineering. 270 s. ISBN 978-952-60-7814-4

Oikeusministeriö. 2012. Valtioneuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista. Edita Prima Oy. Suomen säädöskokoelma. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20121063

Ottosson, U., Wollerstrand, J., Lauenburg, P., Zinko, H. & Brand, M. 2013. Nästa generations fjärrvärme. Raportti 2013:1. Svensk Fjärrvärme AB. 169 s. ISBN 978-91-7381-099-9. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.12.2017]. Saatavilla https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/1274/naesta-generations-fjaerrvaerme-fjaerrsynsrapport-2013-1.pdf

Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Salovaara, K., Annala, S. & Makkonen, M. 2016. Sähkömarkkinat – opetusmoniste. Lappeenranta. LUT School of Energy Systems. 84 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.11.2017] Saatavilla moodle.lut.fi

Pesola, A., Hoviniemi, H., Vehviläinen, J. & Vanhanen, J. 2010. Selvitys hajautetusta ja paikallisesta energiantuotannosta erilaisilla asuinalueilla. Helsinki: Motiva. 59 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.11.2017] Saatavilla https://www.motiva.fi/files/7938/Selvitys_hajautetusta_ja_paikallisesta_energiantuotannosta_erilaisilla_asuinalueilla_Loppuraportti.pdf

Pesola, A., Böckl, M. & Vanhanen, J. 2011. v. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy. 38s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.11.2017]. Saatavilla http://docplayer.fi/2848107-Alykas-kaukolampojarjestelma-ja-sen-mahdollisuudet.html

Pöyry Management Consulting Oy. 2011. Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa. Loppuraportti. Energiateollisuus ry. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.3.2018] Saatavilla http://www2.energia.fi/kaukolampo/KLAsemaLoppuraportti52A14971.pdf

Pöyry Management Consulting Oy. 2013. Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa. Vantaa: Työ- ja elinkeinoministeriö & Energiateollisuus ry. 62 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.11.2017] Saatavilla https://tem.fi/documents/1410877/2872337/Aurinkol%C3%A4mm%C3%B6n+liiketoimintamahdollisuudet+kaukol%C3%A4mm%C3%B6n+yhteydess%C3%A4+Suomessa+05072013.pdf

Pöyry Management Consulting Oy. 2016. Kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallit. Energiateollisuus ry & Sitra. Helsinki. 54 s. [Verkkodokumentti] [Viitattu 10.11.2017] Saatavilla https://www.sitra.fi/julkaisut/kaksisuuntaisen-kaukolammon-liiketoimintamallit/

Ramboll. 2017. Kaukoenergia kiinteistöjen ympäristöluokituksissa. Helsinki: Energiateollisuus ry. 53 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.12.2017]. Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukoenergia_kiinteistojen_ymparistoluokituksissa_-_ramboll_2017.html

Ross, S., Westerfield, R. & Jaffe, J. 2008. Corporate Finance. Boston: McGraw-Hill/Irwin cop. 926 s. ISBN 978-07-310590-1

Seppälä, J., Hack, V., Hörkkö, A., Virtanen, T. & Kudjoi, A. Digia. 2016. Perinteiset energiayhtiöt murroksessa. 15 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 3.11.2017]. Saatavilla http://resources.digia.com/perinteiset-energiayhtiot-murroksessa

Sparber, W. & Fedrizzi, R. 2015. Hybrid systems for renewable heating and cooling. Gerhard Stryi-Hipp. 290 s. ISBN 978-1-78242-2113-6

Suokko, A. & Partanen, R. 2017. Energian aika. EU: WSOY. 383 s. ISBN 978-951-0-42346-2

Tekes. 2017a. Energiatuki. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla https://www.tekes.fi/rahoitus/pk-yritys/energiatuki/

Tekes. 2017b. Tee palvelusta bisnestä – menesty huomisen markkinoilla. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.11.2017] Saatavilla https://www.tekes.fi/ohjelmat-ja-palvelut/palveluliiketoiminta/

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014. Laki Energiavirastosta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 21.11.2017] Saatavilla https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130870

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Palvelutalouden murros ja digitalisaatio – Suomen kasvun mahdollisuudet. Edita Publishing Oy. 132 s. ISBN 978-952-227-958-3. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.11.2017] Saatavilla https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/74984

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Energiatuki. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla http://tem.fi/energiatuki

Valor Partners Oy. 2015a. Kaukolämmön kysyntäjousto. Energiateollisuus ry. 32 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 27.11.2017] Saatavilla https://energia.fi/files/439/Kaukolammon_kysyntajousto_loppuraportti_VALOR.pdf

Valor Partners Oy. 2015b. Kaukolämpöön liittyvä palveluliiketoiminta. Helsinki: Energiateollisuus ry. 43 s. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 24.11.2017]. Saatavilla https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampoon_liittyva_palveluliiketoiminta_-_tutkimushanke.html

Ympäristöministeriö. 2012a. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3: Rakennusten energiatehokkuus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2017] Saatavilla https://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf

Ympäristöministeriö 2012b. Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. Liite 1. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2017]. Saatavilla https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf

Ympäristöministeriö. 2016. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. [Verkkosivusto]. [Viitattu 30.11.2017] Saatavilla http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka

ÅF-Consult Oy. 2015. Yhteenveto kaukolämpöalan tutkimustuloksista 2012–2015 Energiateollisuus ry:lle. Espoo: Loppuraportti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.12.2017]. Saatavilla https://energia.fi/files/428/Kaukolampoalan_kansainvaliset_tutkimukset_2012-2015_loppuraportti_AF-Consult.pdf