Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden tiedekunta

Teknologiayrittäjyys

Diplomityö

Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottajana kaukolämpöyhtiön näkökulmasta

Harri Vaara 2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Harri Vaara

Työn nimi: Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottajana kaukolämpöyhtiön näkökulmasta

Vuosi: 2018 **Paikka:** Lieto

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tuotantotalous.

133 sivua, 44 kuvaa, 4 yhtälöä, 15 taulukkoa, 2 liitettä

Tarkastajat: Professori Timo Pihkala ja Ph.D. Marita Rautiainen

Hakusanat: liiketoimintamahdollisuudet, aurinkoenergia, kaukolämpö, hajautettu tuotanto

Asiantuntijalähteet ennustavat, että maailman kumulatiivinen aurinkoenergian kapasiteetti tulee tuplaantumaan neljässä vuodessa (300 GW_p vuonna 2016). Tämän diplomityön tavoitteena on ollut selvittää pienen kaukolämpöyhtiön liiketoimintamahdollisuuksia aurinkolämmön ja -sähkön tuottajana tai palveluntarjoajana. Kaukolämpöliiketoiminnan on sopeudutttava muuttuvaan markkinaan, jotta kilpailukyky ja kannattavuus voidaan säilyttää uudessa hybridimaailmassa.

Tutkimusaihetta lähestyttiin teoreettisesti kirjallisuuskatsauksilla ja soveltamalla uuden liiketoiminnan luomisen malleja sekä aurinkoenergiateknologiaa. Soveltavaa osuutta tukemaan tehtiin markkinakatsaus haastattelujen muodossa samassa muutostilanteessa ja saman infrastruktuurin energiayhtiöissä. Kysymykset lähetettiin etukäteen kahdeksalle yhtiölle ja haastattelu tehtiin puolistrukturoituna mallina.

Tutkimuksen huolestuttavin tulos oli, että haastatelluista yhtiöistä vain kahdella oli uusiutuvan energian strategia. Aurinkokeräimiä voi myydä asiakkaan laskuun osana hajautetun tuotannon järjestelmiä. Kaukolämpöyhtiössä, jossa tuotetaan vain lämpöä, on melkein aina kannattavaa hyödyntää hajautetusti tuotettua lämpöä. Erilaiset biomassan ja aurinkoenergian hybridiratkaisut ovat kannattavia ja järkeviä investointeja.

ABSTRACT

Author: Harri Vaara

Subject: Business opportunities as a producer of solar heat and solar electricity from the perspective of the district heating company

Year: 2018 **Place:** Lieto

Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology, Industrial Engineering and Management

133 pages, 44 figures, 4 equations, 15 tables, 2 appendices

Keywords: business opportunities, solar energy, district heating, decentralized production

Expert sources predict that the world's cumulative solar power capacity will double in the next four years (300 GW in 2016). The purpose of this thesis is to investigate the business opportunities open to a small district heating company as a producer or a service provider of solar heating and solar electricity. The district heating business has to adapt to a changing market, so that competitiveness and profitability can be maintained in this new hybrid world.

The research topic was approached theoretically by the examination of literature reviews and the application of new models of business creation in solar energy technology. A market survey was conducted in the form of interviews at companies currently engaged in similar process of infrastructure transformation. Questions were sent in advance to eight companies and the semi-structured interview model was employed.

The most concerning result of the study was that, only two of the interviewed companies had a renewable energy strategy. Solar collectors can be sold to customers as a part of de-centralized production system. In a district heating company, where only heat is produced, it is almost always profitable to use decentralized heating production. Various biomass and solar energy hybrid solutions are profitable and hence, worthy investment choices.

ALKUSANAT

Vakava sairastuminen syksyllä 2016 varasti käytännössä yhden tutkimusvuoden ja vaaransi tämän tutkimuksen loppuun saattamisen sekä valmistumiseni. Lopullisen sysäyksen kohti maalia sain marraskuussa 2017, kun Liedon Lämpö Oy:n toimitusjohtaja Anne Ahtiainen kutsui minut tekemään tutkimusta Liedon Lämmön tiloihin. Anne on ollut iso tekijä siinä, että valmistun koskaan. Hän jaksoi kannustaa silloinkin, kun minulla oli tosi vaikeaa ja olin lähellä luovuttaa. Kiitos Anne – olet minulle tärkeä.

Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta haluan kiittää Professori Timo Pihkalaa, jonka virallinen rooli tarkastajana ei todellakaan kuvaa sitä tukea mitä häneltä sain myös ihmisenä. Professori Pihkalan erinomainen ohjaus, kannustava ja kärsivällinen ote, auttoi minua löytämään oikein suunnan, kun olin matkalla eksynyt – kiitos. Lisäksi Lappeenrannan teknillisen yliopiston tarkastaja Marita Rautiainen (Ph.D.) auttoi tarkentamaan näkökulmaa valittuun tutkimusaiheeseen ja sain minut kommenteillaan tekemään parhaani – kiitos.

Suuret kiitokset ansaitsevat kaikki haastatellut energiayhtiöiden edustajat, jotka mainitaan nimeltä myöhemmin tässä tutkimuksessa. Lisäksi haluan kiittää Liedon kunnan teknisen osaston koko henkilökuntaa ja erityisesti suunnittelu insinööri Erkko Välimäkeä, joka auttoi minua tekemään havainnekuvan tutkimukseeni Liedon kunnan maauimalan optimaalisesta sijainnista – kiitos.

Erityinen kiitos jaksamisesta ja pitkän opintojakson sekä sairauden aikaisesta tukemisesta kuuluu vaimolleni Sannalle. Pojallani Sakulla ja tyttärelläni Miralla oli sydän pelissä, kun tutkimustani tein. Myös muut läheiseni ja ystäväni ansaitsevat kiitokset lisäopintojen mahdollistamisesta tukemalla ja kannustamalla aina kun siihen tuli tilaisuus.

Liedossa 2.3.2018 Harri Vaara

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 9
1.1 Työn tausta 9
1.2 Tavoitteet ja rajaukset 11
1.3 Tutkimusmetodologia 13
1.4 Raportin rakenne 15
2. LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET 16
2.1 Kestävä kehitys – Sustainability 16
2.2 EU:n energiaunioni 18
2.2.1 EU:n energiatavoitteet 19
2.3 Energiatehokkuussopimus 20
2.3.1 Hyödyt 21
2.4 Uuden liiketoiminnan luominen 24
2.4.1 Liiketoimintamahdollisuus olemassa olevan yrityksen kannalta 24
2.4.2 Liikeidea ja sen esittäminen 25
2.4.3 Asiakashyöty 26
2.4.4 Kokonaisstrategia – Business Plan – Liiketoimintasuunnitelma 27
2.4.5 Liiketoimintasuunnitelman käyttökohteita 28
2.4.6 Yrittäjyysmahdollisuus 29
3. ENERGIATEKNOLOGIA 33
3.1 Kaukolämpö 33
3.1.1 Kaukolämmityksen hyödyt 35
3.1.2 Kaukolämmityksen ongelmat ja haitat 36
3.1.3 Maksimi lämpötehon määrittäminen 37
3.2 Hajautettu energiajärjestelmä 38
3.2.1 Hajautetun tuotannon edut 41

3.2.2 Hajautetun tuotannon rajoitukset 41
3.3 Aurinkoenergia 42
3.3.1 Aurinkolämpö (Thermal Solar Power) 46
3.3.2 Aurinkokeräin 47
3.3.3 Aurinkolämmön varastointi 49
3.3.4 Aurinkosähkö (Photovoltaics technologies (PV)) 51
3.3.5 Aurinkokennot 52
3.3.6 Energian tuotantokustannus LCOE ja Price Learning Curve 55
4. AURINKOLÄMPÖ JA -SÄHKÖ LIIKETOIMINTANA 58
4.1 Liiketoiminnan taloudellinen sääntely – regulaatiot 59
4.1.1 Taloudellisen sääntelyn tarve 59
4.1.2 Sähkömarkkinalaki (588/2013) 61
4.1.3 Valvontalaki (590/2013) 61
4.2 Säädökset ja tuet 62
4.2.1 Paneelien asentamisen lupakäytännöt 62
4.2.2 Energiatuki (TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ, 2017) 63
4.2.3 Veroetuudet ja niiden reunaehdot 65
4.2.4 Aurinkosähkön tulovero kotitalouksille 66
4.2.5 Sähköverkkoon liittymisen ehdot, Grid Code 66
4.3 Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet ja kaukolämpö 67
4.4 Aurinkoenergian kannattavuus 71
4.5 Digitalisaatio ja kaukolämpö 78
4.6 Energiayrittäjyys 81
4.6.1 Lämpöyrittäjyyden hyödyt kunnalle 83
5. HAASTATTELUT 85
5.1 Paraisten Kaukolämpö Oy 85
5.2 Loimaan Kaukolämpö Oy 88

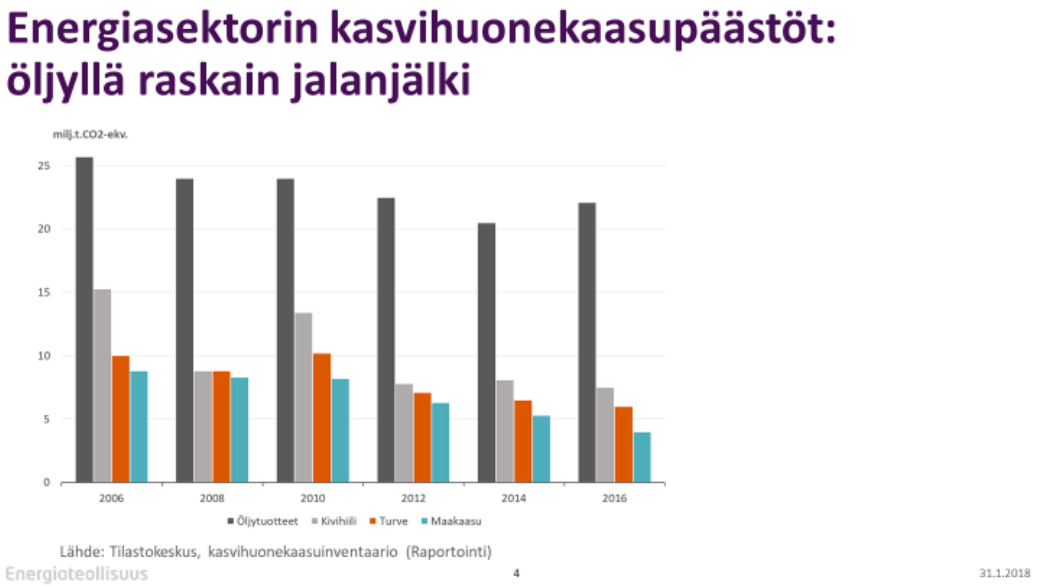
5.3 Naantalin Energia Oy 91
5.4 Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab 94
5.5 Sallila Energia Oy 97
5.6 Someron Lämpö Oy 100
5.7 Ab Kimitoöns Värme – Kemiönsaaren Lämpö Oy 102
5.8 Köyliön-Säkylän Sähkö Oy 104
5.9 Tutkimustulosten analysointi 107
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET 115
6.1 Johtopäätökset 118
6.2 Jatkotutkimus 122
LÄHDELUETTELO 123
LIITTEET .....
Liite 1: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake .....
Liite 2: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake analysointia varten .....

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Artificial Intelligence	(AI) Keinoäly
Biosfäärialue	Luonnonsuojelualue, joka kuuluu Unescon ohjelmaan ”Programme on Man and the Biosphere”.
Grid Code	Sähköverkkoa koskevat säännöt
IEA	International Energy Agency
IRR	(Internal Rate of Return) Investoinnin sisäinen korkokanta: Korkokanta, jolla diskontattujen tulevien kassavirtojen summa on yhtä suuri kuin hankintameno.
kW	Kilowatti on tehon yksikkö. Yksi kilowatti on tuhat wattia.
kWh	Kilowattitunti. Edustaa tuotetun energian määrää.
kWp	Aurinkopaneelin nimellisteho Wp (Watt-peak) on se teho, minkä paneeli antaa, kun auringon säteily kohtaa paneelin +25 °C asteen lämpötilassa 35° kulmassa auringon säteilytehon ollessa 1000 W/m².
LCOE	(Levelized Cost of Energy) Energian tuotantohinta, joka mahdollistaa vertailun eri tuotantomuotojen välillä.
Machine Learning	(ML) Koneoppinen
NPV	(Net Present Value) Investoinnin nettonykyarvo, kun tuotot elinkaaren ajalta diskontataan nykypäivään
PPA	Power Purchase Agreement: Pitkäaikainen energian ostosopimus- malli.
Price Learning Curve	Kustannustehokkuuden oppimiskäyrä
PV	(Photovoltaic) Aurinkopaneeli
Smart Grid	Älykäs sähköverkko
Smart Thermal Grid	Älykäs lämpöverkko
Sähkön spot-hinta	Pörssisähkön tuntihinta Nordpoolissa

1. JOHDANTO

Suomalaisten mielestä poliittisilla päätöksillä pitäisi ensisijaisesti tavoitella päästövähennyksiä ja ilmastonmuutoksen hillitsemistä. Suomalaisista 38 % mainitsee tämän tärkeimmäksi tavoitteeksi listattujen seitsemän asian joukosta. (Energiateollisuus ry., 2017)



Kuva 1. Energiasektorin kasvihuonepäästöt – öljyllä raskain jalanjälki (Tilastokeskus, 2017)

Energiastrategian tavoitteena tulee olla uutta kasvua, työtä ja vientituloja ruokkiva toimintaympäristö. Suomessa on edistyksellinen energia- ja ICT-infrastruktuuri, mikä tarjoaa houkuttelevan alustan vaikkapa automaattisesti ohjautuvien asumismukavuutta, energiatehokkuutta ja kysyntäjoustoa edistävien uusien palveluiden kehittämiselle.

1.1 Työn tausta

Tässä tutkimuksessa käsitellään kestävää taloutta ja siitä saatavia liiketaloudellisia mahdollisuuksia hyödyntäen aurinkoenergiaa lämmönlähteenä. Kestävän talouden kehitys määritellään ”development that meet the needs of the present without compromising the ability of the future generations to meet their own needs” (Definition, UN, 1987). Maailman talouden kasvu ja siitä johtuvat muutokset ympäristössä sekä sosiaalisessa elämässä pakottavat

yhteiskunnan päättäjät hakemaan niitä rajoja, joilla esimerkiksi ilmaston muutosta pystytään hillitsemään. Aurinkoenergialla on tärkeä rooli tässä muutoksessa. Jatkuvasti uusiutuvana energialähteenä aurinkoenergialla pystytään vähentämään fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Kun fossiilisten polttoaineiden käyttöä rajoitetaan, hiilidioksidipäästöt vähenevät ja ilmaston lämpeneminen hidastuu. Tästä syystä aihe on tärkeä.

Työn toimeksiantaja on Liedon Lämpö Oy, joka on lähes 100-prosenttisesti Liedon kunnan omistama kaukolämpöyhtiö. Liedon Lämpö Oy on aloittanut toimintansa 70-luvun puolivälissä ensin toimittamalla lämpöä kunnan kiinteistöille ja sen jälkeen laajentanut lämmöntoimitusta myös asunto-osakeyhtiöille ja yrityksille. Ensimmäisen pientalot liitettiin kaukolämpöön vasta vuonna 2016. Kaikkiaan Liedon Lämmöllä on noin 130 asiakasta, lämmönmyynti vuonna 2017 oli noin 37 GWh.

Liedon Lämmöllä on kolme aluelämpöverkkoa, Keskusta, Avanti ja Ilmarinen. Keskustan ja Avantin verkot yhdistettiin runkolinjalla vuonna 2017. Liedon Lämmön päätuotantolaitos keskustassa on ns. kekoarinapolttolaitos teholtaan 9 MW (kuva 2). Laitokseen on liitetty savukaasupesuri, jolla saadaan lämpöä talteen savukaasuista ja parannetaan kokonaishyötysuhdetta samalla kun puhdistetaan savukaasujen pölypäästöjä. Laitoksessa poltetaan metsähaketta, tällä hetkellä karsittua rankahaketta. Lisäksi Keskustan alueella on 4+8 MW:n kevytöljykontti, 3+6 MW:n kevytöljykontti ja 2,5 MW:n kevytöljykontti.

Kuva 2. Liedon Lämmön päätuotantolaitos syksyisessä auringossa

Avantissa lämpöä tuottaa lämpöyrittäjänä toimiva Adven Oy, jolla on kaksi 990 kW:n hakelaitosta. Lisäksi vara- ja huipputehona toimii Liedon Lämmön oma kevytöljykattila, kooltaan 3 MW.

Ilmaristen alueella aluelämmön piirissä on vain kaksi kunnan koulurakennusta ja päiväkoti. Aluelämpö tuotetaan kevyellä polttoöljyllä, mutta suunnitelmissa on siirtyä uusiutuvaan lämmöntuotantoon lähivuosina.

Lämpömarkkinat ja toiminnan laajentuminen riippuvat pitkälti olemassa olevan verkon läheisyydessä olevien kiinteistöjen siirtymisestä öljystä kaukolämpöön sekä uudiskohteiden kaavoittamisesta ja rakentamisesta lähelle kaukolämpöverkkoa. Verkoston laajentaminen on rajallista ja siksi Liedon Lämpö Oy miettinyt myös muita liiketoimintamahdollisuuksia verkoston ulkopuolisille alueille ja etenkin pientaloille, joiden liittäminen kaukolämpöön ei ole kovin kannattavaa, jos pientalot eivät sijaitse lähellä olemassa olevaa verkostoa. (Ahtiainen, Anne; Liedon Lämpö Oy, 2017)

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn keskeinen tavoite on tutkia, minkälaisia liiketoimintamahdollisuuksia on kuntien omistamilla tai kunnille palveluja tarjoavilla energiayhtiöillä aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottajina. Työn aihepiiri keskittyy tutkimaan liiketoimintamahdollisuuksia Liedon Lämpö Oy:n kannalta painottaen kaukolämpöyhtiönä aurinkolämmöstä saatavia hyötyjä aurinkosähkön mahdollisuuksia unohtamatta. Koska toimeksiantaja on Liedon kunnan omistama yhtiö ja se jakaa osinkoa omistajalleen, sen tulee noudattaa päätöksissään omistajan ja yhtiön hallituksen strategiaa. Yhtiön hallituksen jäsenet ovat kaikki poliitikkoja, joka puolestaan antaa mahdollisuuksia, mutta luo myös haasteita esimerkiksi päätöksenteon suhteessa.

Suomen Yrittäjät julkisti vuonna 2016 tekemäänsä kyselyyn perustuen Suomen parasta elinkeinopolitiikkaa tekevät kunnat. Lieto saavutti omassa kokoluokassaan ykköstilan. Tässä

työssä tutkitaan myös yrittäjyyden ilmiötä ja erityisesti energiayrittäjyyden kannalta. Energiayrittäjyys on nouseva trendi energia-alalla, mikä liittyy osittain toiseen energia-alan nousevaan trendiin – hajautettuun tuotantoon. Hajautettuun tuotantoon yhdistetään usein myös kaksisuuntainen jakeluverkko, joka lisää tuotannon kompleksisuutta. Uudet etäluettavat mittarit ja sensorit luovat energia-alalle uusia liiketoimintamahdollisuuksia, mutta samalla tuotantoverkkojen hallinta tulee avainrooliin. Digitalisointi astuu kuvaan ja tarvitaan älykkäitä verkkoja hallitsemaan kokonaisuutta. Siksi tässä työssä puhutaan myös energiateollisuuden digitalisoitumisesta.

Sen sijaan teknologioiden kuvauksissa ei kerrota aurinkoenergian kaikista hyödyntämismenetelmistä, vaan sellaisista, jotka joko tänään tai lähitulevaisuudessa ovat mahdollisia myös Liedon Lämmön kokoisille yrityksille. Pois käsittelystä rajataan esimerkiksi termiset aurinkovoimalat, joissa auringonsäteitä voidaan keskittää erityisillä peileillä niin, että saadaan korkeita lämpötiloja, joilla voidaan tuottaa sähköä Striling- tai Rankine-prosessilla (Grönman & Uusitalo, 2016, p. 176). Puhutaan keskittävistä aurinkokeräimistä (CSP) ja aurinkotorneista (Solar tower, solar chimney). Termiset aurinkovoimalat vaativat suuren määrän suoraa auringon säteilyä ja niiden energiantuotto putoaa dramaattisesti pilvisellä säällä. Suurimmat termiset aurinkovoimalta löytyvät Espanjasta ja USA:sta. Ulkopuolelle rajataan myös vetytalousratkaisut. Vetytaloudella tarkoitetaan järjestelmää, jossa tuuli- ja aurinkoenergialla tuotettu sähkö varastoidaan vetykaasuun, jota sitten käytetään suoraan polttoaineena (esim. autoon) tai muutetaan sähköksi polttokennon avulla (Grönman & Uusitalo, 2016, p. 180)

Omistajan roolissa olevalla Liedon kunnan asukkailla on ollut kymmeniä vuosia toiveena oma uimahalli. Oma uimahalli toteutui vuonna 2015, kun Tarvasjoen kunta pakkoliitettiin Liedon kuntaan. Tarvasjoen uimahalli sijaitsee Liedon keskustaajamasta yli 23 km päässä – poissa koulukeskuksesta, kerrostaloalueelta ja kaukolämpöverkosta. Tuoreen kuntalaiskyselyn tuloksena uimahalli on edelleen ylivoimainen ykkönen asukkaiden toivomuslistalla. Osittain tästä syystä haluttiin tutkia hybridilämmitystä, jossa kaukolämmitys ja aurinkokeräimet yhdessä tuottavat lämmityksen altaan vedelle ja muulle tarvittavalla käyttövedelle. Aurinkolämmitys sopii erityisen hyvin uima-altaiden lämmitykseen sekä kaukolämmityksen kanssa hybridilämmitysjärjestelmäksi.

Lisäksi kävimme keskustelun Liedon Lämmön toimitusjohtaja Anne Ahtiaisen kanssa, jossa määriteltiin, mihin kysymyksiin hän haluaisi tämän tutkimuksen kautta saada vastauksia (taulukko 1). Kysymykset jaettiin kahteen kategoriaan – aurinkolämpö ja aurinkosähkö.

Taulukko 1. Kysymykset, joihin etsitään vastauksia

Kysymykset, joihin etsitään vastauksia
Voiko lämpökeräimiä myydä asiakkaiden laskuun, hyvitys lämpölaskussa?
Minkälainen kenttä lämpökeräimiä olisi kannattavaa?
Mikä on takaisinmaksuaika verrattuna energian hintaan 24 €/MWh?
Mitä lupia tarvitaan?
Mitä vaatii sähkönmyyjäksi ryhtyminen, mitä verkonhaltija vaatii?
Miten sähkömarkkinoille lähdetään mukaan?
Miten sähkömarkkinoilla ollaan, ennusteet ja sakot?

1.3 Tutkimusmetodologia

Empiirisessä tutkimuksessa haettiin vastauksia ja ratkaisuja työlle asetettuihin tavoitteisiin ja taulukossa oleviin kysymyksiin. Haastattelulla pyrittiin selvittämään otosryhmän nykytilannetta ja tulevaisuuden suunnitelmia sekä niitä menetelmiä, joilla otosryhmän energiayhtiöt olivat annetut kysymykset ratkaisseet. Haastattelun lajityypiksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat valmiiksi mietittyjä ja kaikille haastateltaville samoja, mutta valmiit vastausvaihtoehdot puuttuvat. Puolistrukturoitu on strukturoitua haastattelua vapaampi, mutta sillä on yhä selvät raamit. Se sopii käytettäväksi esimerkiksi asioihin, joita on tutkittu vielä suhteellisen vähän. (Näpärä, Liisa; Spoken Oy, 2017)

Tämän diplomityön perusjoukko on Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueen energiayhtiöt, jotka Tilastokeskuksen kokoluokituksen mukaan luokitellaan pk-yrityksiksi (henkilöstö < 250, taseen loppusumma ≤ 43 M€). Perusjoukosta tehtiin otanta energiayhtiöistä, jotka ovat infrastruktuuriltaan suunnilleen työn toimeksiantajan näköisiä sekä kokoisia. Poikkeuksena otannasta oli Turku Energia, joka on Varsinais-Suomen johtava energiayhtiö. Turku Energia toimii diplomityössä verrokkiyhtiönä.

Tutkimukseen valitut energiayhtiöt luokiteltiin seuraavin perustein:

- Toimeksiantajan Liedon Lämpö Oy:n toiveet
- Omistajarakenteen perusteella
- Pieni vai suuri yhtiö myydyn energian perusteella

Haastattelujen kohdejoukoksi valittiin mahdollisimman samanlaisia energiayhtiöitä. Yhtiöt elävät samassa energiatoimialan muutostilanteessa ja niillä on suunnilleen samanlaiset resurssit kehittää yhtiöitään sekä liiketoimintaansa kuin Liedon Lämpö Oy:lla. Kohdejoukkoon valittiin seuraavat energiayhtiöt:

Pargas Fjärrvärme Ab - Paraisten Kaukolämpö Oy

Loimaan Kaukolämpö Oy

Naantalin Energia Oy

Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab

Sallila Energia Oy

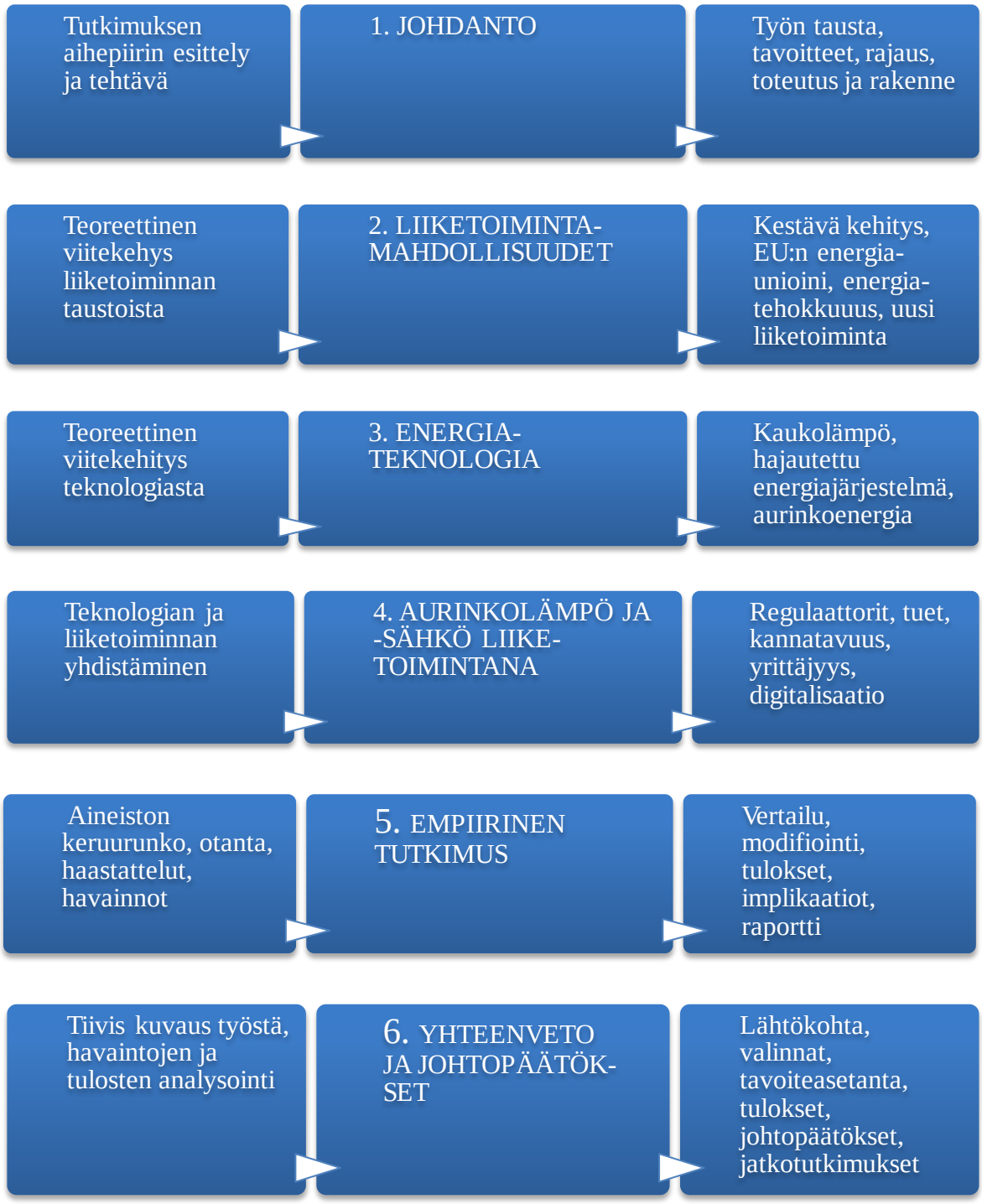
Someron Lämpö Oy

Ab Kimitoöns Värme – Kemiönsaaren Lämpö Oy

Köyliön-Säkylän Sähkö Oy

Yksi tutkimukseen pyydetty otantajoukkoon luokiteltava energiayhtiö kieltäytyi osallistumasta tutkimukseen. Sähköpostitse saadussa kieltäytymisvastauksessa oli perusteena se, että aihealue kuuluu yhtiön strategiaan ja on täten luottamuksellista tietoa, jota käsitellään yhtiön hallituksessa. Kaikkien haastattelujen ajankohta oli huhti - toukokuun vaihde 2017.

1.4 Raportin rakenne



Kuva 3. Input/output -kaavio diplomityön rakenteesta

2. LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET

2.1 Kestävä kehitys – Sustainability

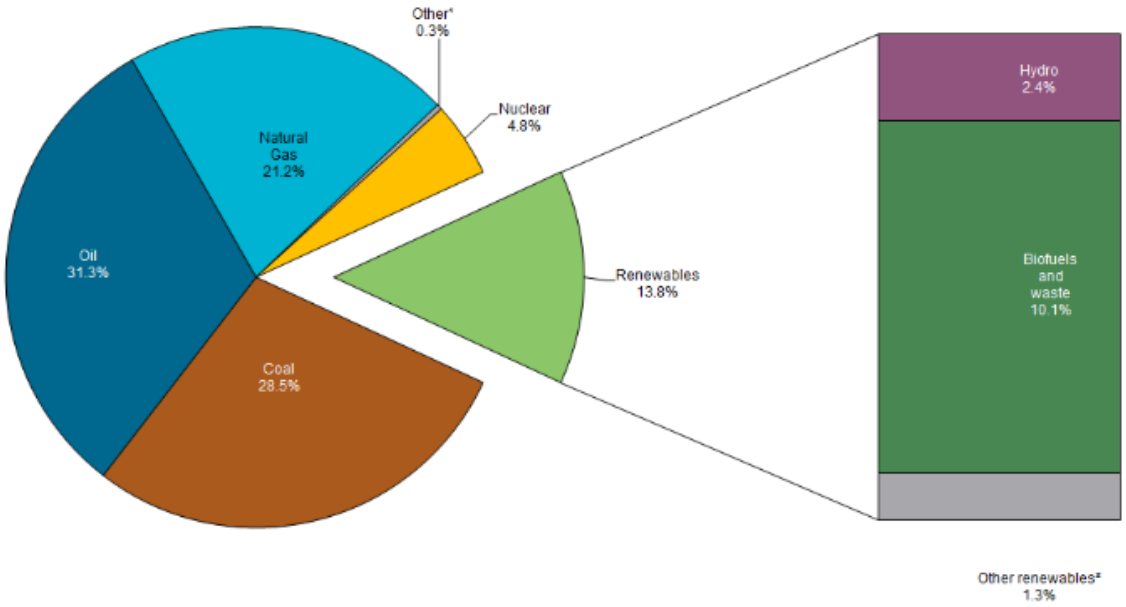
"Sustainable energy is a form of energy that meet our today's demand of energy without putting them in danger of getting expired or depleted and can be used over and over again."

(Lappeenranta University of Technology, Karl-Erik Michelsen, 2016)

Kestävä talous on käsitteenä monitahoinen ja siihen löytyy useita lähestymistapa (kuva 4). Maailma on käyttänyt yhä enemmän energiaa teollisen vallankumouksen alusta alkaen. Vuosittainen energian tarjonta maailmassa on kasvanut vuodesta 1930, mutta näytti jo saturoituneen vuoden 2009 jälkeen. Kysyntä on kuitenkin edelleen kasvussa ja pysyy tällä reitillä muutaman vuosikymmenen ajan.

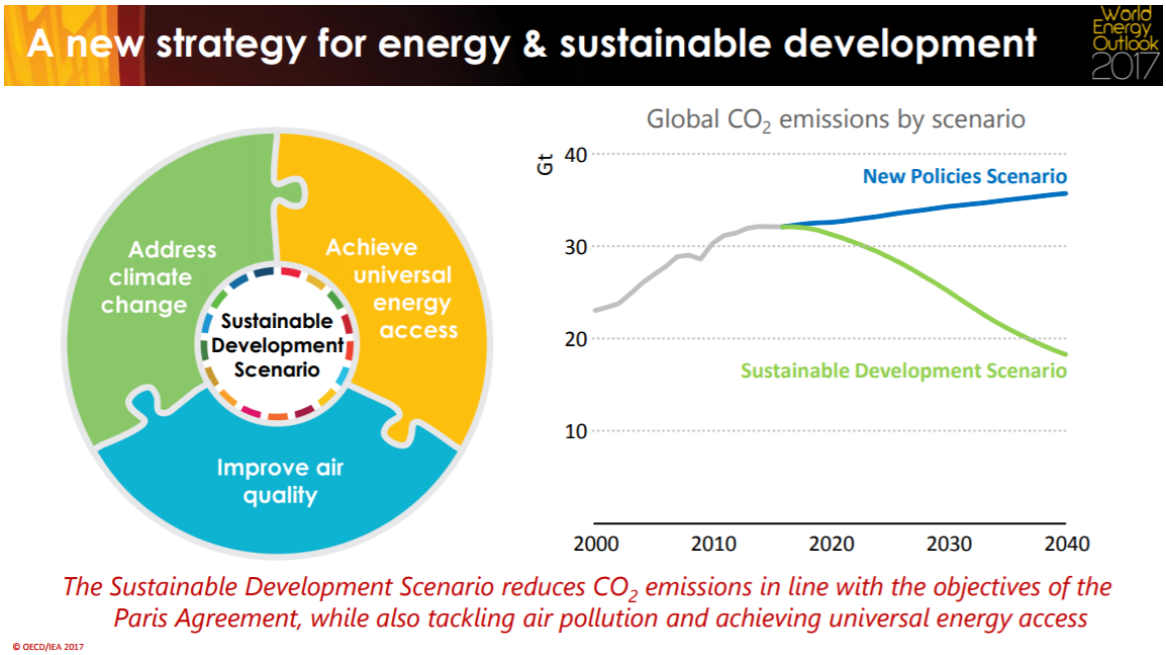
Kuva 4. Kestävän talouden "kello" (Lappeenranta University of Technology, Karl-Erik Michelsen, 2016)

Uusiutuvan energian maailmanlaajuinen tuotanto kasvoi 2,6 % vuodesta 2013 vuoteen 2014 (kuva 5) ollen 13,8 % maailman primäärienergian tuotannosta (International Energy Agency, IEA, 2016). Kuitenkin, eräät asiantuntijalähteet arvioivat, että maailmanlaajuinen energian tarve tulee olemaan noin 30 % korkeampi vuonna 2040 kuin se oli vuonna 2010. Samat asiantuntijat ennustavat, että öljy, kaasu ja kivihiili tulevat olemaan eniten käytettyjä polttoaineita – 80% koko energian kulutuksesta – ja skaalautuvat suhteessa maailman energian tuotannon tarpeeseen vuonna 2040.



Kuva 5. 2014 Polttoaineiden markkinaosuudet maailman energiatuotannosta (International Energy Agency, IEA, 2016)

Euroopan Energiaunioni takaa nyt ja tulevaisuudessa varman, kohtuuhintaisen ja ilmastomyötäisen energiansaannin EU:n kansalaisille ja yrityksille. Euroopasta tulee kestävä, vähähiilinen ja ympäristöystävällinen talous, joka viitoittaa tietä uusiutuvan energian tuotannossa ja maapallon lämpenemisen torjunnassa (kuva 6).



Kuva 6. Energialiiketoiminnan uusi strategia ja kestävä kehitys (International Energy Agency (IEA), 2017)

2.2 EU:n energiaunioni

”Energiaunioni auttaa kasvattamaan EU:n taloutta, turvallisuutta ja sitoutumista ilmastonmuutoksen torjuntaan. Kesäkuun 17. päivänä 2010 kokoontuneen Eurooppa neuvoston päätelmissä energiatehokkuustavoite vahvistetaan yhdeksi unionin uuden työllisyyttä ja älykästä, kestävää ja osallistavaa kasvua koskevan strategian, jäljempänä ’Eurooppa 2020 -strategia’, yleistavoitteeksi. Osana tuota prosessia ja jotta tavoite voitaisiin panna täytäntöön kansallisella tasolla, jäsenvaltioiden on vahvistettava kansalliset tavoitteet tiiviissä vuoropuhelussa komission kanssa sekä kuvailtava kansallisissa uudistusohjelmissaan, kuinka ne aikovat saavuttaa asettamansa tavoitteet.” (Euroopan Unioni, 2012)

”Euroopan on löydettävä keinoja vastata energian kysynnän kasvuun, hintojen vaihteluun ja toimituskatkoksiin. Lisäksi on tarpeen vähentää energia-alan ympäristövaikutuksia. Tähän tarvitaan selkeä EU:n energiastrategia.

EU:n energiapolitiikalla on kolme päätavoitetta:

- Toimitusvarmuus
- Kilpailukyky
- Kestävä kehitys”

(Euroopan Unioni, 2017)

EU tuo 53 % kaikista kuluttamastaan energiasta, jonka kustannukset ovat yli miljardi euroa päivässä. Energia muodostaa myös yli 20 % koko EU:n tuonnista. Erityisesti EU tuo: 90 % raakaöljystä, 66 % maakaasustaan, 42 % hiilestä ja muista kiinteistä polttoaineista sekä 40 % uraanista ja muista ydinpolttoaineista. Koska hyvinvointi on riippuvainen vakaasta ja runsaasta energian tarjonnasta, EU pyrkii varmistamaan toimitukset kestävistä ja luotettavista lähteistä kilpailukykyiseen hintaan. Sen tavoitteena on myös puhua yhdellä ainoalla äänellä ulkomailla, kun se käsittelee ulkoisia energiantuottajia.

2.2.1 EU:n energiatavoitteet

EU on asettanut itselleen energia- ja ilmastotavoitteita vuosiksi 2020, 2030 ja 2050.

Tavoitteet vuodelle 2020:

- Vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä ainakin 20 % vuoden 1990 tasosta
- Nostetaan uusiutuvien energialähteiden osuus 20 % energiankulutuksesta
- Parannetaan energiatehokkuutta 20 %

Tavoitteet vuodelle 2030:

- Vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä 40 %
- Nostetaan uusiutuvien energialähteiden osuus vähintään 27 % EU:n energiankulutuksesta

- Lisätään energiatehokkuutta 27 – 30 %
- Nostetaan sähköverkkojen yhteenliittämisaste 15 %: een (jolloin 15 % EU:ssa tuotetusta sähköstä on siirrettävissä toisiin EU-maihin)

Tavoite vuodelle 2050:

Vähennetään kasvihuonekaasuja 80 – 95 % vuoden 1990 tasosta. Energia-alan etenemissuunnitelma 2050 osoittaa, miten tähän voidaan päästä. (Euroopan Unioni, 2017)

2.3 Energiatehokkuussopimus

Energiatehokkuussopimukset ovat Suomessa ensisijainen keino täyttää EU:n tiukat energiatehokkuusvelvoitteet (kuva 7). Kattava vapaaehtoinen energiatehokkuussopimustoiminta on käynnistynyt Suomessa jo vuonna 1997. Suomi on yksi harvoista Euroopan maista, joissa vapaaehtoinen energiatehokkuussopimusmenettely toimii ja tuottaa tulosta.

Sopimusten tavoite on ohjata yrityksiä ja yhteisöjä jatkuvasti parempaan energiatehokkuuteen. Sopimukseen liittyneet asettavat itselleen määrällisen energiankäytön tehostamistavoitteen ja toteuttavat toimenpiteitä tavoitteen saavuttamiseksi. Sopimuksiin liittyneet raportoivat vuosittain tehdyistä energiatehokkuustoimenpiteistä ja muista energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävästä toiminnasta seurantajärjestelmään. Sopimustoimintaan liittyvän raportoinnin avulla Suomi raportoi vuosittain EU:lle energiansäästön toteutumisesta. Jokainen toteutettu ja raportoitu energiankäytön tehostamistoimi on tärkeä.

Kuva 7. Energiatehokkuussopimukset 2017–2025 (Motiva Oy, 2017)

2.3.1 Hyödyt

Energiatehokkuussopimuksen hyödyt jaetaan yleisesti kahteen kategoriaan: 1. kansalliset 2. hyödyt liittyjälle.

Kansallisiksi hyödyiksi määritellään:

- Keskeinen osa Suomen energiapolitiikkaa
- Vastaa osaltaan kansainvälisiin ilmastositoumuksiin
- Helpottaa uusiutuvan energian velvoitteiden toteutumista
- Luo vihreää kasvua & markkinoita puhtaan teknologian ratkaisuille
- Vaihtoehtoinen ja täydentävä keino lainsäädännölle/pakkokeinoille
- Ei verotuksen tai lainsäädännön haitallisia vaikutuksia yritysten kilpailukykyyn
- Edistää osaltaan Suomen huoltovarmuutta ja energiaomavaraisuutta
- Auttaa kasvihuonekaasupäästö velvoitteiden saavuttamisessa
- Ensisijainen keino EU:n energiatehokkuusdirektiivin (EED) toimeenpanossa

    - Palvelee myös rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) toimeenpanoa
- Lisää yritysten ja kuntien kustannustehokkuutta & parantaa toimintaedellytyksiä

Hyödyt liittyjälle:

- Turhien energiakulujen karsinta lisää kannattavuutta ja tulosta
- Mahdollisuus hyödyntää valtion energiatukea energiatehokkuustoimiin
- Liittyy luontevaksi osaksi johtamisjärjestelmiä
- Joustavampi ja mielekkäämpi vaihtoehto uudelle kansalliselle lainsäädännölle tai muille uusille pakkokeinoille
- Rakentaa ja vahvistaa myönteistä julkisuuskuvaa
- Toiminnan ilmastokuorma vähenee
- Tarkoituksenmukainen energiankäyttö on vastuullista
- Energiankäytön tehostuminen muuttuu hyödylliseksi toimintatavaksi

Käyttämällä energiatehokkuussopimuksen tunnusta, yritykset viestittävät vastuullisuutta liiketoiminnassaan.

Suomi on asettanut haasteelliset kattavuustavoitteet vuoden 2018 loppuun mennessä. Elinkeinoelämän puolella kattavuustavoitteet ovat:

- Energiavaltainen teollisuus: yrityksistä 100 %
- Keskisuuri teollisuus ja yksityinen palveluala: toimenpideohjelma-alueiden energiankäytöstä 50 % − 65 %
- Energiantuotanto: sähköntuotannosta 85 %, kaukolämmön tuotannosta 70 %
- Energiapalvelut: sähkön ja kaukolämmön jakelusta ja myynnistä 80 %

Energiantuotannon liittyjän energiansäästötavoitteet asetetaan liittymisvaiheessa (MWh). Yritys sisällyttää energiatehokkuussopimukseen pääsääntöisesti koko energiankäyttönsä (sähkö, lämpö ja polttoaineet). Ohjeellinen säästötavoite asetetaan primäärienergiankäytön säästölle ja sähköntuotannon tehostumiselle sähköenergiaksi laskettuna (MWh). Yrityksen ohjeelliset energiansäästötavoitteet (MWh) asetetaan vuodelle 2025 ja välitavoite vuodelle

2020 verrattuna kehitykseen ilman sopimuskaudella tehtäviä ja raportoitavia uusia toimia. Yrityksen energiankäytön ei edellytetä tavoitevuosina 2020 ja 2025 olevan sopimukseen liitettyä lähtötilannetta alhaisempi.

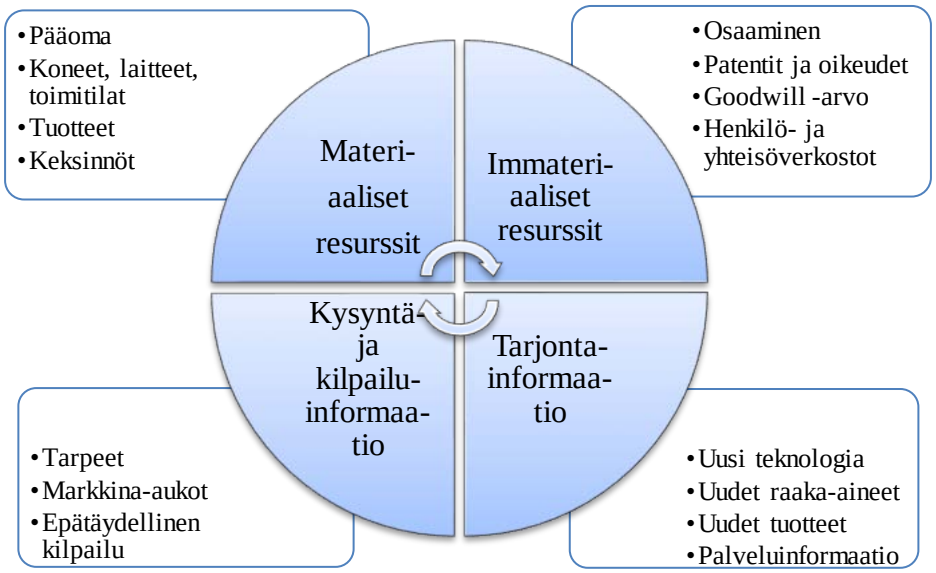
Tavoitteena on toteuttaa energiatehokkuustoimia energiapalveluja vastaanottaviin asiakkaisiin yhdessä yrityksen kanssa. Toimet kohdistuvat erityisesti asiakasryhmiin, jotka eivät ole muuten energiatehokkuussopimustoiminnan piirissä. Tavoitteena on merkittävästi edesauttaa energiatehokkuusdirektiivin energiansäästötavoitteiden saavuttamista näiden asiakkaiden energiankäytössä vuosina 2017 – 2025 verrattuna kehitykseen ilman näitä energiatehokkuustoimia. Toiminnan laajuutta, laatua ja kehittymistä tarkastellaan energiatehokkuussopimusten seurantajärjestelmään raportoitujen toimenpiteiden perusteella. Näiden tietojen avulla arvioidaan myös energiatehokkuussopimukseen liittyneiden yritysten asiakkaisiin kohdistuvien toimien energiansäästövaikutukset kansallisella tasolla

Energiantuotannon raportoinnin osalta keskeinen sopimusvelvoite on toteutettujen primäärienergiankäytön säästön ja energiatuotannon tehostamistoimenpiteiden ja niiden säästövaikutuksen (kWh) raportointi vuosittain sopimustoiminnan seurantajärjestelmään. Energiansäästöllä tarkoitetaan aktiivisten toimenpiteiden toteuttamista, joilla sähkön ja/tai lämmön tuottamiseen tarvittavaa energiamäärää pienennetään nykytasosta verrattuna siihen energiamäärään, joka toteutuisi ilman aktiivisia toimenpiteitä. Energiansäästöksi voidaan laskea myös aktiivisin toimenpitein saavutettua tulevan energiankulutuksen vähentämistä kuten esimerkiksi uuden energiatehokkaan kapasiteetin rakentaminen (uusinvestointi) siltä osin, kun se korvaa olemassa olevaa poistuvaa kapasiteettia.

Energiantuotannon tehostamistoimenpiteillä tarkoitetaan toimia, jotka johtavat voima- ja lämpölaitosten primäärienergian käytön tehostumiseen, kuten esimerkiksi polttoaineiden tehokkaampaan hyödyntämiseen tai vesivoiman ohijuoksutusten vähentämiseen, tuotannon hyötysuhteen tai rakennusasteen nostoon, energiatehokkaisiin tehonkorotuksiin, laitosten omakäyttöenergian kulutuksen alentamiseen tai muuhun energiankäytön tehostumiseen. Energiatehokkuustoimenpiteet voivat olla teknisiä tai toimintatapamuutoksia.

2.4 Uuden liiketoiminnan luominen

Liiketoimintamahdollisuus on tilanne, jossa uusia tuotteita tai palveluita tai uusia tapoja organisoida tuotanto tai palvelu voidaan myydä korkeammalla hinnalla kuin niiden tuottamiseen käytettävä hinta on (Shane & Venkataram 2000). Liiketoimintamahdollisuus on mahdollisuus palvella asiakkaita eri tavalla ja paremmin kuin nykyisin palvellaan (Wickham 2001).



Kuva 8. Liiketoimintamahdollisuuden elementit (Soveltaen Pihkala, 2015)

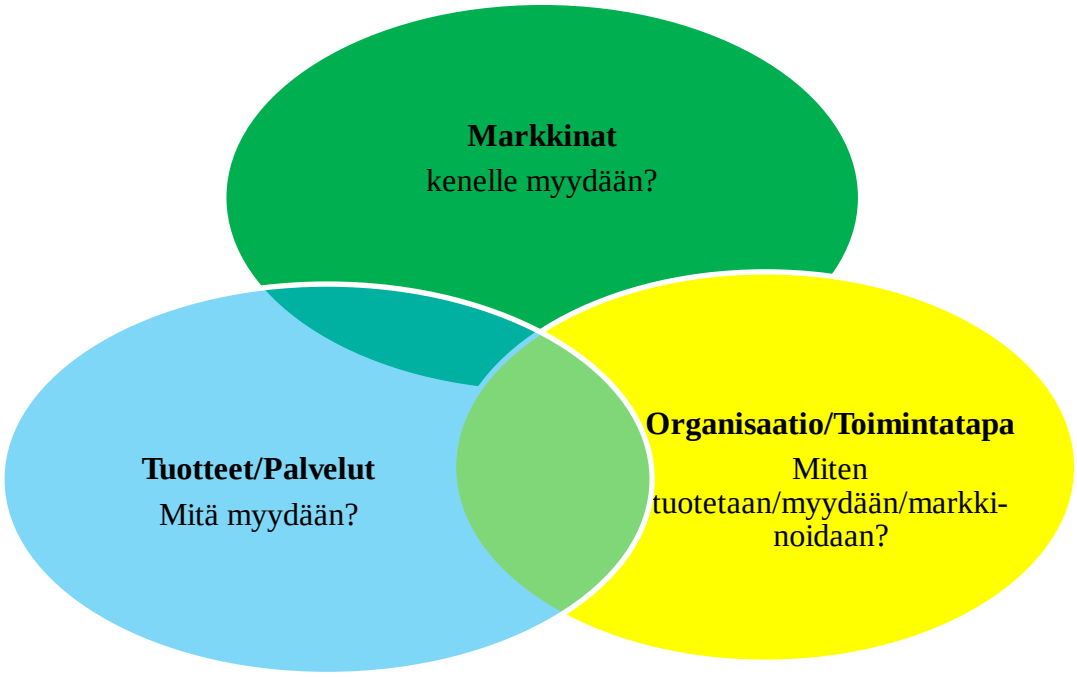
2.4.1 Liiketoimintamahdollisuus olemassa olevan yrityksen kannalta

Liiketoimintamahdollisuuden todellinen arvo nähdään vasta, kun se hyödynnetään. Uusi idea voi olla uusi tuote tai palvelu tai tapa organisoida yrityksen palvelua. Uusi idea voi syntyä uusista raaka-aineista, markkinoista tai tuotantoprosesseista. Uusi idea voi olla myös kaikkien edellä mainittujen yhdistelmä. Uusia liikeideoita syntyy uusien teknologioiden tuomista mahdollisuuksista. Tuotteita voidaan valmistaa nopeammin tai helpommin ja ne voivat olla pienempiä ja sitä kautta keveämpiä. Toimintaympäristöt voivat muuttua ja vaativat uudistuksia. Uudet asenteet ja arvot vaativat muutoksia vanhoihin tuotteisiin esimerkiksi kierrättäminen, uusiokäyttö ja ekologisuus.

Myös omassa työympäristössä tai opintojen yhteydessä tehdyistä havainnoista – ongelmista, vaikeista töistä – voi kehittyä uusia liikeideoita. Hyvin yleinen ja tuottava uusien liikeidean lähde on asiakkaan ongelmien ratkaiseminen. Joskus tulevalle yrittäjälle tarjoutuu mahdollisuus valmiiseen liikeideaan. Tällaisia mahdollisuuksia ovat esimerkiksi sukupolvenvaihdos, ostettu yritys tai muualla toteutetun idean tuominen uuteen ympäristöön.

2.4.2 Liikeidea ja sen esittäminen

Liikeidea määrittelee, miksi yritys on olemassa. Liikeidea on yritysideaa jäsentyneempi ja siinä otetaan huomioon myös taloudelliset tekijät. Liikeidea on lyhyt kuvaus siitä, miten yrityksen on tarkoitus tuottaa arvoa – rahaa omistajilleen (kuva 9).



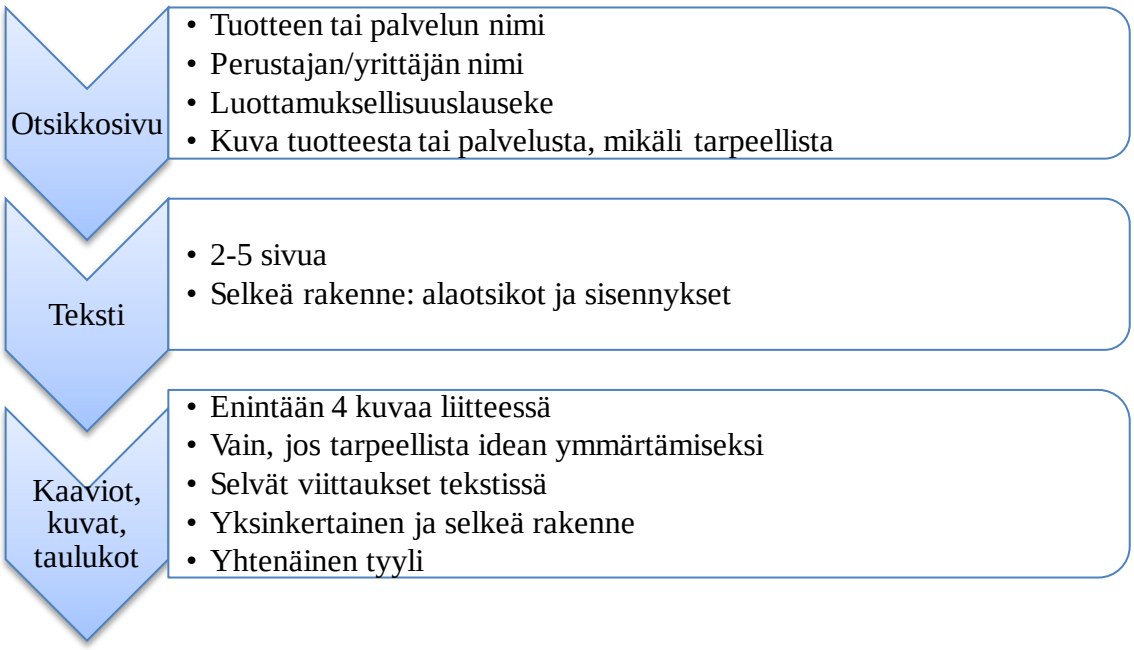
Kuva 9. Liikeidean sisältö

Yritysidea kertoo mitä on tarkoitus tehdä. Liikeidea kertoo, miten tällä tekemisellä tehdään rahaa ja liiketoimintasuunnitelma perustelee tämän muillekin. Yritysideaa ja liikeideaa vertailtaessa, liikeideaa tulee päivittää, uudistaa ja muokata vallitsevan tilanteen mukaan, mutta

prosessi ei välttämättä vaikuta yritysideaan. Yritysidean muuttaminen muuttaa koko yrityksen toiminnan - myös liikeidean lähtökohdat.

Lupaavalla liikeidealla on seuraavat tunnuspiirteet:

- Se täyttää asiakkaan tarpeen eli ratkaisee jonkin ongelman
- Se on innovatiivinen
- Se on ainutlaatuinen
- Sillä on selvä kohde
- Se on kannattava pitkällä aikavälillä



Kuva 10. Liikeidean esityksen rakenne (Soveltaen McKinsey & Company, 1999)

2.4.3 Asiakashyöty

”Liikeidean tulee olla ratkaisu ongelmaan, jota markkinoilla olevat mahdolliset asiakkaat pitävät tärkeänä. Monet yrittäjät tekevät virheen kuvittelemalla, että ratkaisulla tarkoitetaan vain teknisiä yksityiskohtia. Tuotteen tai palvelun asiakkaalle tarjoama hyöty määräytyy sen mukaan, mitä uutta tai parempaa siinä on vaihtoehtoisiin ratkaisuihin verrattuna. Asiakkaan saama hyöty puolestaan ratkaisee liikeidean markkinoilla menestymisen. Asiakashyöty on

suositeltavaa ilmaista aina numeroina, jos vain suinkin mahdollista.” (McKinsey & Company, 1999)

2.4.4 Kokonaisstrategia – Business Plan – Liiketoimintasuunnitelma

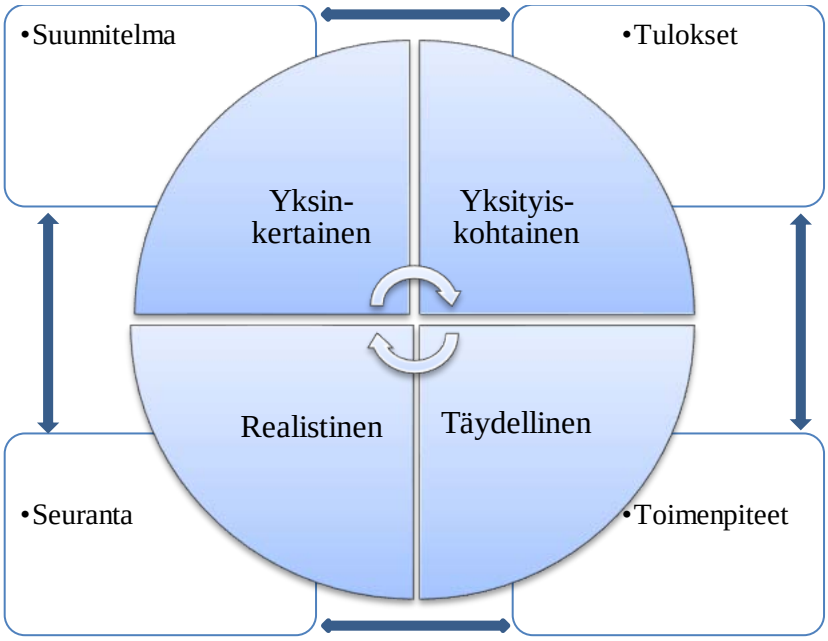
” The plan is useless, but planning is essential”, Dwight D. Eisenhower.

Liiketoimintasuunnitelman tärkein anti on päätöksissä, joihin suunnitelma vaikuttaa. Suunnitelman lopulliset tulokset näkyvät jatkossa yrityksen pankkitilillä. Liiketoimintasuunnitelma osoittaa yrityksen ja liiketoiminnan kypsymistä sekä harkittua kokonaisuutta.

Suunnitelmassa on tavoitteet ilmaistu ja jäsennelty. Suunnitelma kertoo mahdollisille rahoittajille yrityksen selviytymismahdollisuuksista ”kuolemanlaaksossa” ja omistajien sekä johdon ammattimaisuudesta. Idea liiketoiminnasta kirkastuu ja jäsentyy sekä mahdolliset puutteet liikeideassa löytyvät helpommin ja ovat torjuttavissa. Samalla liiketoimintasuunnitelma helpottaa henkilöstön ja muiden sidosryhmien sitouttamista uuden yrityksen tavoitteisiin.

Hyvä liiketoimintasuunnitelma on prosessi – ei pelkkä suunnitelma (kuva 11). Suunnitelman arvo arvostellaan sen sisällön perusteella. Suunnitelmassa on ominaisuuksia, jotka tekevät siitä todennäköisemmän tuottamaan hyviä tuloksia ja nämä ominaisuudet ovat tärkeitä. Mutta on vielä tärkeämpää nähdä suunnitelma osana jatkuvaa prosessia, jolla tulokset saavutetaan. Hyvälläkään suunnitelmalla ei ole mitään arvoa, jos kukaan ei noudata sitä.

Liiketoimintasuunnitelma on vaikea toteuttaa, ellei se ole yksinkertainen, yksityiskohtainen, realistinen ja täydellinen. Suunnitelma riippua inhimillisistä tekijöistä suunnitelman ympärillä – erityisesti sitouttamisen ja osallistumisen prosessin onnistumisesta – ja tulosten seurannasta.



Kuva 11. Liiketoimintasuunnitelma on prosessi – ei vain suunnitelma

Yksinkertaisuudella liiketoimintasuunnitelman yhteydessä tarkoitetaan sitä, että suunnitelma on helppo ymmärtää ja toteuttaa. Suunnitelman tulee viestittää sen sisältö helposti ja käytännönläheisesti.

Yksityiskohtaisuudella tarkoitetaan, että tavoitteet ovat konkreettisia sekä mitattavissa. Suunnitelman tulee sisältää yksityiskohtaisia toimenpiteitä ja aktiviteetteja selkeästi ajoitettuna, kuten milloin toimenpide aloitetaan ja millä tarkalla päivämäärällä. Sen tulee kertoa sidosryhmilleen tarkasti vastuuhenkilöt ja käytettävissä olevat budjetit.

Realistisella tarkoitetaan, että ovatko myyntitavoitteet, kulubudjetit sekä aikataulut toteutettavissa. Mikään ei tuhoa hyvän liiketoimintasuunnitelman toimeenpanoa niin kuin epärealistiset tavoitteet.

2.4.5 Liiketoimintasuunnitelman käyttökohteita

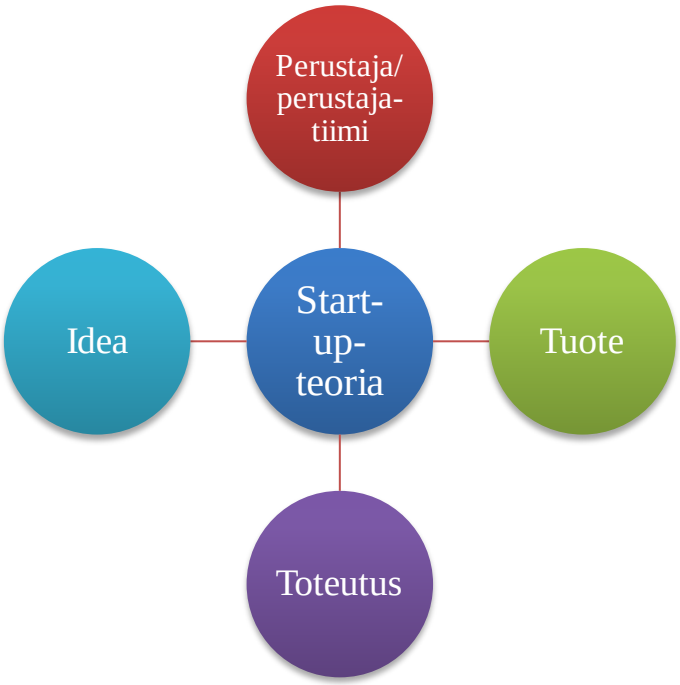
- Tavoitteiden määrittely ja korjaaminen
- Säännöllisten liiketoimintakatsausten luominen ja suunnan korjaaminen

- Uuden liiketoiminnan kehittäminen ja julkistaminen
- Tukemaan lainahakemusta
- Kumppanien sopimusten määrittäminen
- Liiketoiminnan arvon määrittäminen yhtiön myyntitilanteessa tai oikeudellisiin tarpeisiin
- Uuden tuotelinjan, markkinoinnin tai yrityksen laajenemisen arviointiin

Liian monet yritysjohtajat tekevät liiketoimintasuunnitelman vasta kun on pakko - silloin kun pankki tai sijoittajat suunnitelman vaativat. Mitä kiireisempi yritysjohtaja on, sitä tärkeämpää hänen on suunnitella. Hyvän liiketoimintasuunnitelman prosessin tulisi säästää aikaa. Se auttaa liiketoimintaa keskittymään siihen, mikä on kaikkein tärkeintä yrityksen menestykselle. Prioriteettien ylläpito on suoraan verrannollinen yrityksen tehokkuuteen. Säännöllinen vertailu liiketoimintasuunnitelman ja toteutuneiden tuloksien välillä säästää aikaa siten, että vältät virheitä, ylläpidät prosessia kohti tuloksia, tunnistat haasteet ja seuraat sekä tarkkailet liiketoiminnan niitä osia, jotka vaativat erityistä huomiota.

2.4.6 Yrittäjyysmahdollisuus

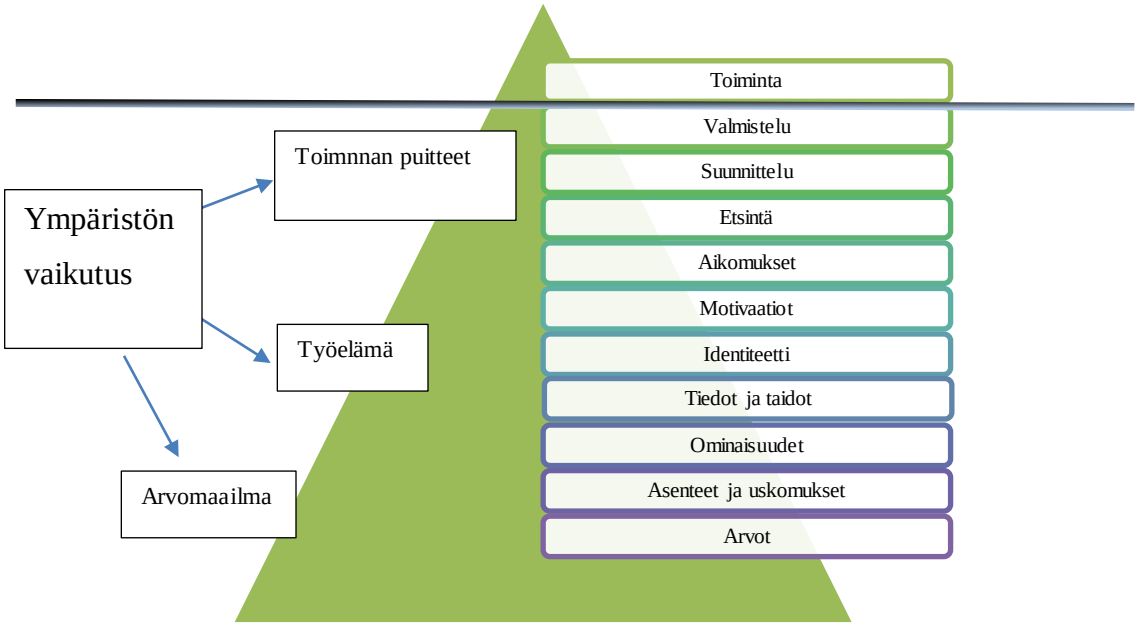
“Victory usually goes to those green enough to underestimate the monumental hurdles they are facing.” (McKinsey & Company, 1999). On vaarallista rakastua ideaan perustaa uusi yritys sen sijaan, että rakastuu itse liiketoimintaan. Pitää osata tunnistaa liiketoiminnan realiteetit ennen kuin perustaa yrityksen. Yrittäjyyttä ilmiönä käsitellään yrittäjäteorioilla, yrittäjyysteorioilla, start-up teorioilla (kuva 12), liiketoimintatypologioilla, käynnistämisstrategioilla, kilpailustrategioilla, jne.



Kuva 12. Start-up-teorian neljä isoa tekijää (Soveltaen Pihkala, 2015)

Yrittäjyysmahdollisuus on tulevaisuuteen liittyvä ja potentiaalia sisältävä uusi ja nykyisen tilanteen ylittävä yrittäjyyden mahdollistava tai yrittäjyyttä vaativa tilanne, johon vaikuttavat sekä ympäristö, että yksilö (Gartner, 1985; Stevenson & Jarillo, 1990). Yrittäjyysmahdollisuuteen liittyy liiketoimintamahdollisuus, joka tarkoittaa uuden tuotteen tai palvelun toteuttamiseen liittyvää mahdollisuutta voiton tuottamiseksi (De Carolis et al., 2009; Gartner, 1985; McMullen & Shepherd, 2006; Shane & Venkataraman, 2000).

Ympäristö tarjoaa mahdollisuuksia yrittäjyydelle (kuva 13). Yrittäjän on osattava tunnistaa tällainen mahdollisuus, jonka muodostumiseen myös yrittäjän kyvyt ja resurssit vaikuttavat (Gartner, 1985; Stevenson & Jarillo, 1990). Mahdollisuuksia voidaan siis myös luoda. Yrityksen perustamisen osalta yrittäjän on aluksi tunnistettava, arvioitava ja hyödynnettävä liiketoimintamahdollisuuksia. Tällaisen mahdollisuuden tunnistaminen on useiden aikaisempien tutkimusten mukaan ehto yrityksen perustamisen prosessin alkamiselle. (De Carolis et al., 2009; Gartner, 1985; McMullen & Shepherd, 2006; Shane & Venkataraman, 2000).



Kuva 13. Henkilökohtaisen yrittäjyyden kehittyminen (Pihkala, 2015)

2.4.7 Yrityksen perustaminen

Yrityksen perustamisen elementtejä ovat legitimointi, resurssointi ja organisointi (kuva 14). Legitimoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä yhtiön laillistamista. Yrityksen perustajat pitävät perustavan kokouksen ja nimeävät hallituksen. Hallitus lähettää perustamisilmoituksen kaupparekisteriin.

Resurssoinnilla tarkoitetaan, että yrityksellä on oikeat osaajat oikeilla paikoilla sekä riittävästi pääomaa toteuttaa liikeidea. Yrityksen organisoinnilla tarkoitetaan, että yrityksen resurssit järjestetään tarkoitukseen sopivalla tavalla. Tämä vaihe käsittää tilajärjestelyt, ihmisten ja prosessien organisoinnin sekä tiedon ja materiaalin saannin.

Kuva 14. Yrityksen perustaminen (Soveltaen Pihkala, 2015)

Erilaisia start-up-tyyppejä on monenlaisia: ammatin- ja liikkeenharjoittajat, boomi-yritys, innovaatio ’tyhjästä’, akateeminen spin-off, osaamispohjainen start-up, toimivan yrityksen new venture-operaatio tai Joint venture-toiminnot (Pihkala, 2015).

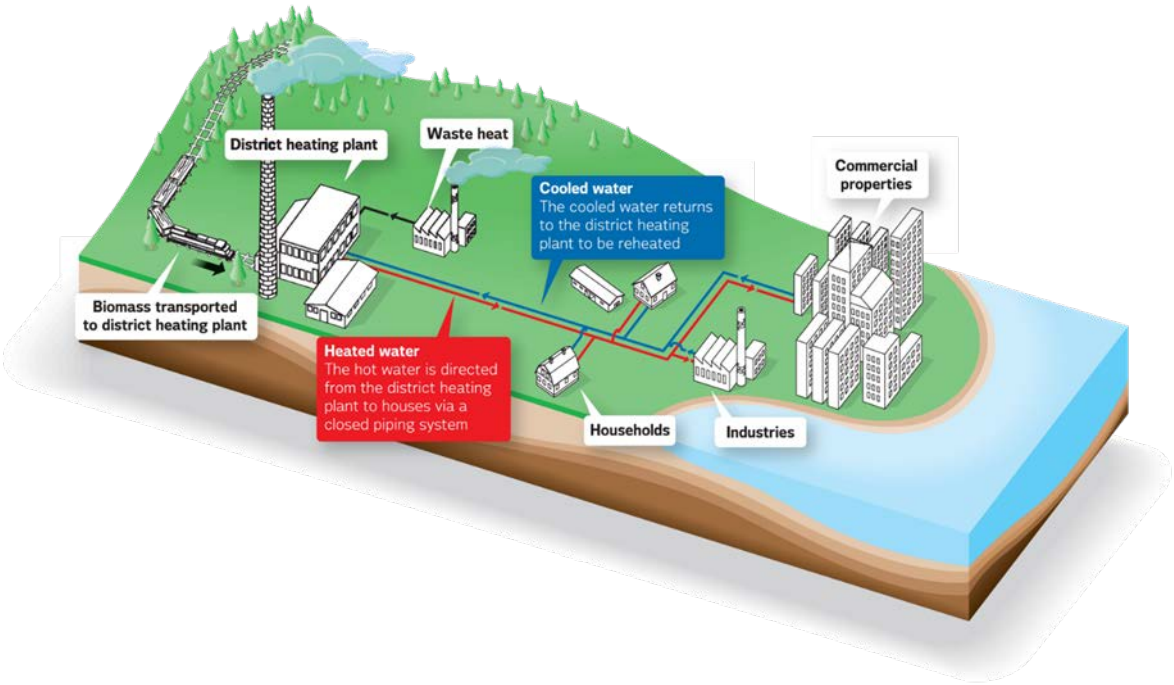
”Menestyvä yritys perustetaan yhdistämällä liikeidea, pääoma ja johtoryhmä. Ilman liikeideaa ei synny liiketoimintaa. Erinomaistakin liikeideaa pitää perusteellisesti testata ja kehittää eteenpäin, ennen kuin potentiaaliset rahoittajat ja asiakkaat voidaan saada kiinnostumaan. Liiketoimintaan tarvitaan rahaa. Perustajien varat harvoin riittävät, joten ulkopuolisia sijoittajia tarvitaan. Sijoittajien lupaavina pitämät projektit saavat rahoitusta, kunhan yritykset muistavat tarkastella liikeideoitaan sijoittajan näkökulmasta.

Johtoryhmä on yrityksen perustamisessa ratkaisevin tekijä. Uudet kasvuyritykset eivät ole yhden hengen yrityksiä, vaan niiden toteuttamiseen tarvitaan yleensä 3 – 5 taidoiltaan toisiaan täydentävää henkilöä. Toimivan johtoryhmän perustaminen on vaikea prosessi, joka vaatii runsaasti aikaa, energiaa ja sosiaalisia taitoja. Johtoryhmä kannattaa perustaa heti alkuvaiheessa ja sen kokoonpanon ja toiminnan kehittämistä kannattaa jatkaa koko suunnitteluprosessin ajan.” (McKinsey & Company, 1999)

3. ENERGIATEKNOLOGIA

3.1 Kaukolämpö

Kaukolämpö ja -jäähdytysratkaisun tavoite on siirtää lämpöä tai jäähdytystä tehokkaasti (kuva 15). Energiayhtiön asiakkaiden tarpeet tyydytetään pienemmillä resursseilla verrattuna muihin energiaratkaisuihin. Kaukolämmön ja -jäähdytyksen neljä tärkeintä teknologista komponenttia ovat: 1. tuotanto yksiköt 2. jakeluverkko 3. asiakkaiden lämmönjakokeskus 4. asiakkaiden lämpö- ja jäähdytysjärjestelmät.



Kuva 15. Tyypillinen kaukolämpöratkaisu (Vattenfall, 2017)

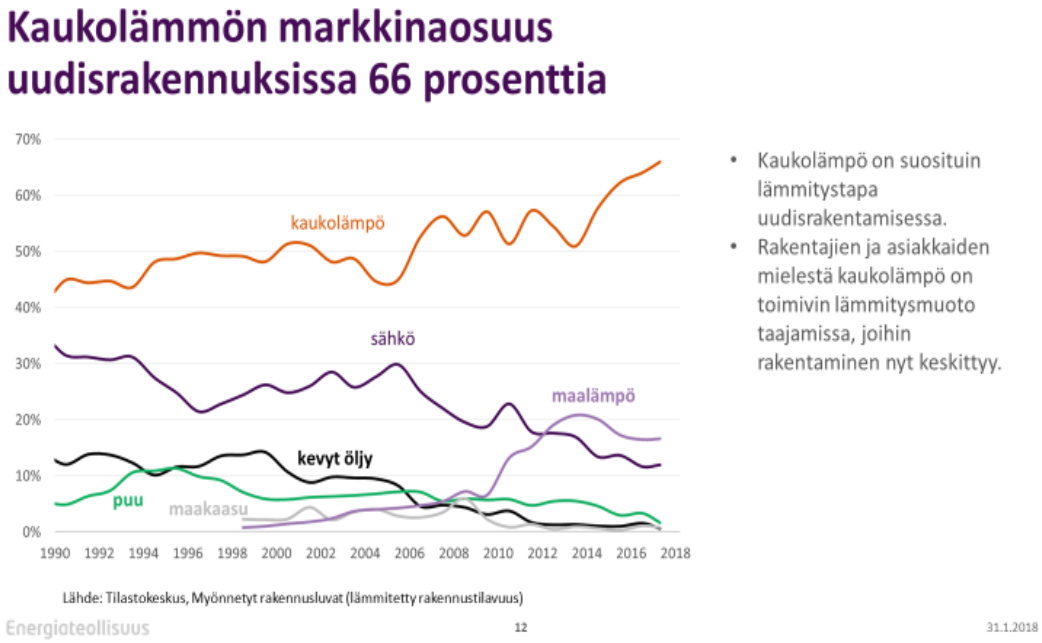
Kaukolämmitysjärjestelmät ovat yleisiä pohjoisen pallonpuoliskon valtioissa, kuten Pohjois-Amerikka, Eurooppa, Venäjä, Kiina, Korea ja Japani. Sen sijaan kaukojäähdytysjärjestelmät ovat vielä harvinaisempia, mutta niiden määrä on lisääntynyt. Suuret datakeskukset ovat lisääntyneet internetin laajentumisen, ulkoistusten ja pilvipalvelujen lisääntymisten myötä. Tämän on lisännyt jäähdytystarvetta.

Kaukolämpöratkaisujen historia ulottuu aina muinaiseen Roomaan. Geoterminen lämpimän veden järjestelmä tehtiin 1400-luvulla ja se on vieläkin tuotannossa. Ensimmäinen kaukolämmityksen kattilalaitos rakennettiin 1800-luvulla USA:n ja hieman myöhemmin Eurooppaan. Euroopan ensimmäinen kaukolämmitys ratkaisu (kuuma vesi) rakennettiin Saksan Hampuriin vuonna 1893. Kaukolämmitys yleistyi 2. maailmansodan jälkeen. Suomen ensimmäinen kaukolämmitysratkaisu rakennettiin Helsinkiin kesäolympialaisvuonna 1952. Alun perin Helsingin kaukolämpölaitos käytti höyryä, mutta nykyään kuumaa vettä.

Kaukolämmitys tarkoittaa keskitettyä ja julkista lämmön jakelua asiakkaille – tyypillisesti rakennusten lämmitykseen. Suomessa kaukolämmitys jaetaan kahteen kategoriaan - kaukolämmitys ja aluelämmitys. Kaukolämmitys organisoidaan tyypillisesti liiketoiminnaksi, jolla tavoitellaan tulosta. Aluelämmitys toteutetaan teknisesti samalla tavalla, mutta arkkitehtonisesti aluelämmitys skaalautuu huonommin kuin kaukolämmitys. Aluelämmitys organisoidaan usein yksityiseen käyttöön tai yhteistoiminnalliseksi tyydyttämään höyry tai lämpö tarpeita lähiteollisuuden käyttöön. Kilpailukykyinen kaukolämmitys sisältää kolme komponenttia: 1. Sopiva ja edullinen lämmönlähde 2. Markkinakysyntä kaukolämmölle 3. Kaukolämpöverkosto, joka yhdistää lämmöntuotannon ja -tarpeen.

Vuonna 2017 tilastossa (kuva 16) mukana olevat kaukolämpöyritykset jakelivat lämpöä 166 kunnassa. Näistä 62 paikkakunnalla kaukolämpö tuotettiin voimalaitoksissa ja 104 paikkakunnalla kiinteissä lämpökeskuksissa. Pääpolttoaineenaan puu- ja muita biopolttoaineita käytti 115, turvetta 36, maakaasua 6 sekä kivihiiltä 9 paikkakuntaa. Öljyä ei käytetty lainkaan pääpolttoaineena. Asiakkaiden lukumäärä vuoden 2016 lopussa oli 148 090 ja yhteenlaskettu sopimusteho 18 890 MW. Lämmön myynti asiakkaille oli 33 200 GWh.

Kaukolämmön hinnan aritmeettinen keskiarvo oli 80,7 €/MWh ja yritysten myynnillä painotettu keskiarvo 74,8 €/MWh. Elokuusta 1986 lähtien kaukolämmön myynti on ollut liikevaihtoverollista, kesäkuussa 1996 Suomessa siirryttiin arvonlisäverotukseen. Vuonna 2016 vero oli 24 % verottomasta myyntihinnasta. (Energiateollisuus ry, 2016)

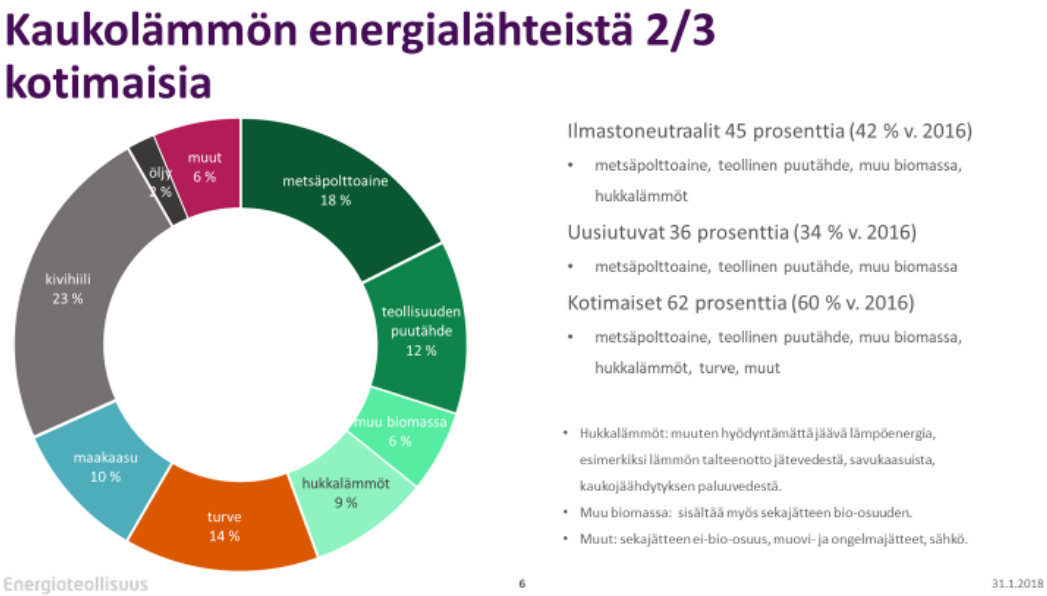


Kuva 16. Lämmityksen markkinaosuudet uudisrakennuksissa (Tilastokeskus, 2017)

3.1.1 Kaukolämmityksen hyödyt

Kaukolämmityksen hyödyt voidaan jakaa kahteen osaan: 1. Teknologiset hyödyt 2. Asiakashyödyt. Teknologisista hyödyistä tärkeää on se, että lämmöntuotanto voidaan jakaa eri lämmönlähteisiin ja -tuottajiin. Lisäksi varmistus- ja varalämmönlähteiden kapasiteetti on yleisesti hyödynnettävissä. Kaukolämmön yhteydessä puhutaan usein korkeasta energiatehokkuudesta, joka johtuu pääsääntöisesti lämmön ja sähkön yhteistuotannosta. Kaukolämmön järjestelmiin liitetään myös termit, kuten korkea luotettavuus ja ympäristöystävällisyys useissa ratkaisuissa.

Asiakas kokee kaukolämpöratkaisun miellyttävänä, luotettavana ja yksinkertaisena lämmöntuotantomenetelmänä. Kaukolämmön ylläpito- ja huoltotarpeet ovat minimaaliset ja asiakkaalta vaadittavat laitteistot ovat yksinkertaisia, vaativat vähän lattiapinta-alaa ja hankintakustannukset ovat olemattomat.



Kuva 17. Kaukolämmön energialähteet 2017 (Energiateollisuus; Leskelä, Jukka, 2018)

3.1.2 Kaukolämmityksen ongelmat ja haitat

Kaukolämmön systeemitason suurimmat ongelmat ovat suuret investointitarpeet, sitoutunut pääoma (ROI) ja pitkät takaisinmaksuajat. Haasteita tuovat myös lämpökuorman suuret vaihteluvälit sekä lämpölaitosten mitoitusongelmat mahdollisista käyttöpiikeistä johtuen.

Uuden markkinauhan luovat lämpöpumput, joita asiakkaat ovat hankkineet. Kaukolämpöratkaisut ovat normaalisti luotettavia, mutta onnettomuudet ja vikatilanteet voivat olla vakavia. Toimitusongelmat saattavat vaikuttaa samaan aikaan suuriin ihmisryhmiin ja lämpöverkon vuodot voivat olla vaarallisia ihmisille sekä vahingoittaa omaisuutta.

Asiakkaan kannalta hankalia asioita ovat kaukolämpöyhtiöille tyypillinen monopoliasema, korkeat kustannukset vaihdettaessa lämpöjärjestelmää sekä yleinen tietämättömyys lämmitysjärjestelmistä sen jälkeen, kun omat systeemit ovat ulkoistettuna kaukolämpöyhtiölle.

Suomessa on käytössä kuumanveden kiertoon perustuva kaukolämmitysstandardi, jossa lämpö jaetaan asiakkaille suljetussa putkistoverkossa. Tyypillisesti järjestelmässä on yksi syöttöputki ja yksi paluuputki sekä epäsuora kytkentä asiakkaan lämpöjärjestelmään. Epäsuora järjestelmä tarkoittaa, että kuluttajalla on oma vedenkiertojärjestelmä, mikä lämpenee lämmönsiirtimillä. Systeemi on hyvin yleinen Suomessa ja tarkoittaa sitä, että kaukolämpöverkosto on erotettu rakennuksen lämmitysverkostosta lämmönsiirtimellä – ei koskaan suoraan kaukolämpöverkon omalla vedellä. Kaukolämpövettä käytetään ainoastaan siirtämään kaukolämpöenergiaa kaukolämpöverkostosta rakennukseen.

3.1.3 Maksimi lämpötehon määrittäminen

Mitoitusperusteena on tuotantolaitoksen maksimilämpöteho kuluttajalle. Kun verkossa on useita lämmöntuotantolaitoksia, putkistojen mitoittaminen tilojen välillä määräytyy usein osakuormitustilanteiden mukaan – osa tuotantolaitoksista ei ole tuotannossa – yksi tuotantolaitos palvelee suurempaa aluetta.

$$\Phi = c_p \dot{m} \Delta T = c_p \rho V \Delta T \quad (1)$$

missä,

Φ = *lämpöteho [W]*

c_p = *veden ominaislämpö [J/kgK]*

$\dot{m}$ = *veden massavirta [kg/s]*

ρ = *veden tiheys [kg/m³]*

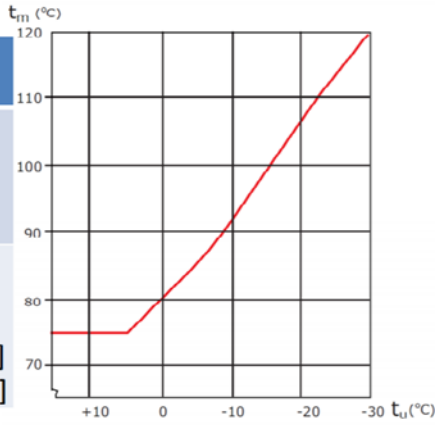
V = *veden tilavuusmetrinen virtausnopeus [m³ /s]*

ΔT = *kaukolämpöveden jäähtyminen ($T_{meno} - T_{paluu}$) [°C]*

Lämmityksen säätölaitteet pitävät huonelämpötilat tasaisina. Lämmönjakokeskuksen säätölaitteisiin aseteltava säätökäyrä (kuva 18) mahdollistaa oikean sisälämpötilan ulkolämpövaihteluista huolimatta. Säätö toimii siten, että ulkolämpötilamittauksen mukaan säädetään lämmitysverkostoon menevän veden lämpötilaa kaukolämpöveden virtaamaa muuttamalla. Virtaamaa muutetaan automaattisesti kaukolämpöpuolella olevalla lämmityksen

säätöventtiilillä. Lisäksi huonetiloissa olevilla termostaattisilla patteriventtiileillä tehostetaan huonekohtaista lämpötilansäätöä.

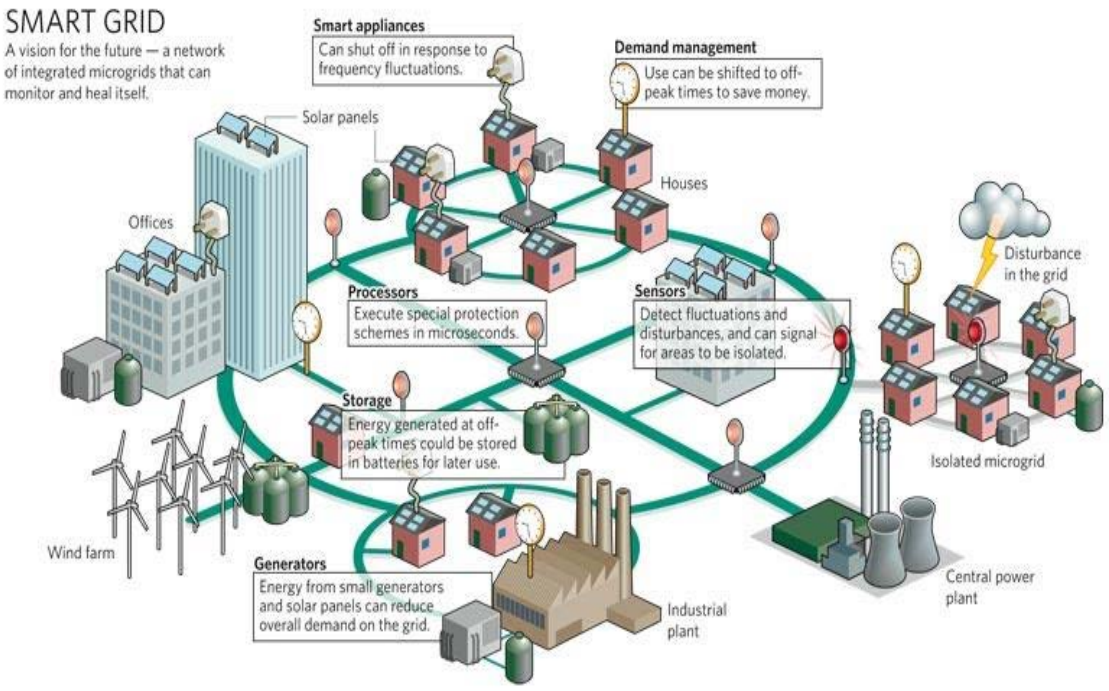
Outside temperature	T_{DH} (if local data unavailable)
> 8 °C	70 °C or 75 °C
≤ 8 °C	$115°C + (T_u - T_x)\frac{45°C}{8°C - T_u}$, where T_u = local sizing outside temperature [°C] T_x = considered outside temperature [°C]



Kuva 18. Kaukolämpöveden säätökäyrä ulkolämpötilan mukaan (Lappeenranta University of Technology (LUT), 2017)

3.2 Hajautettu energiajärjestelmä

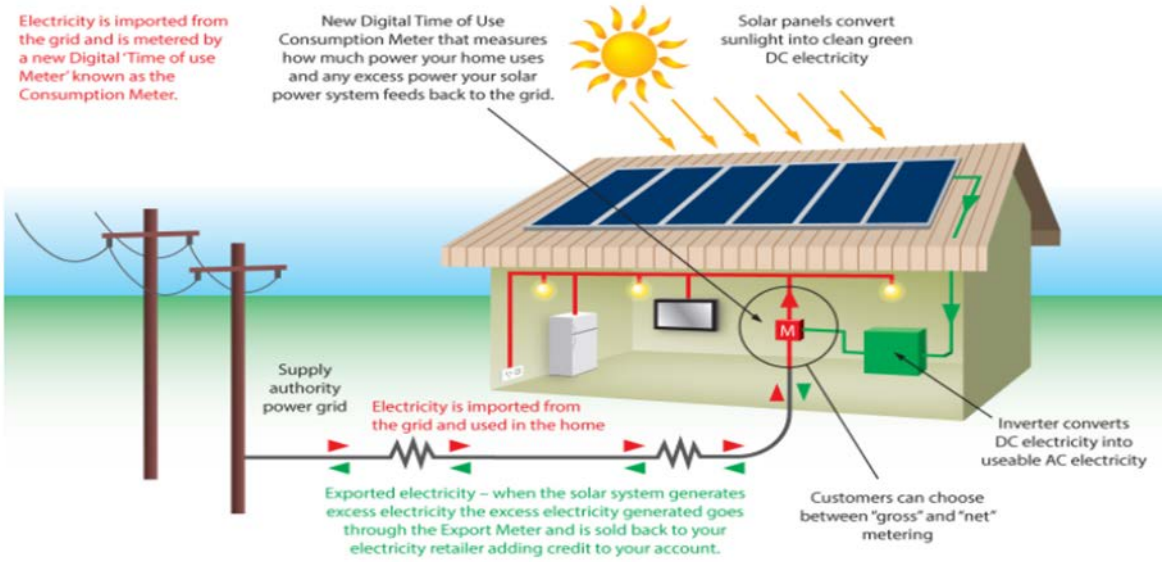
Perinteinen energiantuotanto on tyypillisesti ollut keskitettyä tuotantoa. Perinteisellä tuotannolla tarkoitetaan suuria tuotantomääriä pienellä alueella ja yleensä kaukana kulutuksesta ympäristövaikutuksien takia. Uusiutuvien energialähteiden – biomassa, aurinko-PV ja tuuli – halventuessa ja teknologian kehittyessä on huomattu kannattavaksi sijoittaa uusiutuvat energialähteet lähelle kulutusta ja laajalle alalle. Käytännössä hajautettu tuotanto tarkoittaa useita pienempiä voimalaitoksia lähempänä kulutusta, jolloin verkon hyötysuhdehäviöt pienenevät ja verkkovian aiheuttaman sähkökatkon riski vähenee (kuva 19). Hajautettu tuotanto voidaankin määritellä seuraavasti: useita pieniä voimaloita useilla eri energianlähteillä laajalla alueella lähellä kulutusta. Pienellä voimalaitoksella tarkoitetaan tässä yhteydessä alle 10 MW:n voimalaitosta.



Kuva 19. Hajautettu energiajärjestelmä (USC Viterbi School of Engineering, 2014)

Hajautettujen energiajärjestelmien suosion kasvuun vaikuttaa uusiutuvien energialähteiden hintojen pitkään jatkunut laskeva trendi ja teknologian kehittyminen. Samaan aikaan kiinnostus hajautettuun tuotantoon on poliittisella tasolla – EU:n energiaunioni, energiatehokkuussopimukset – ja kansalaistasolla kasvanut. Uusiutumattomia energialähteitä käyttävien perinteisten voimalaitoksien uudistamistarpeet ja liian suuret päästötasot ovat kannustaneet suunnittelijoita hakemaan uusia ratkaisuja – kuten hajautetut energiajärjestelmät – jotka hyödyntävät uusiutuvia energialähteitä. Tavoitteena on ilmastonmuutoksen hidastaminen ja lopulta pysäyttäminen. Tavoite on kova ja sen johdosta EU:n on ottanut käyttöön ilmastopolitiikan ja päästökaupan, jotka ohjaavat energiaratkaisuja hajautetun tuotannon suuntaan.

Hajautetun tuotannon ajurina on kehittynyt mittaustekniikka ja automatiikka, joka mahdollistaa sen, että sähkön kuluttaja voi toimia myös sähkön tuottajana. Tyypillisenä esimerkkinä ovat omakotitalon katolle asennetut aurinkopaneelit (kuva 20). Hajautettu energiajärjestelmä muuttaa perinteisen yksisuuntaisen jakeluverkon kaksisuuntaiseksi, josta sekä otetaan energiaa, että syötetään lähienergiatuotanto.



Kuva 20. Yleisen jakeluverkon rinnalla toimivan aurinkovoimalan rakenne (Global Environmental Services Pty Ltd (GES), 2009)

Aurinkosähkövoimalan investoinnin kotimaisuusaste on 25 – 90 % ja tuotetun energian 100 %, joten suunnittelun ja toteuttamisen työllistävä vaikutus on merkittävä. Kustannusjakaumasta noin 50 % tulee paneelien hinnasta. Suunnittelun ja asennuksen osuus on noin 20 %. Muita kustannustekijöitä ovat invertteri, pientarvikkeet sekä matka-, majoitus- ja rahtikustannukset.

Tietotekniikan asiantuntijat – kuten IBM – puhuvat yhdessä energia-alan asiantuntijoiden kanssa Smart Grid -ajattelusta (älykäs sähköverkko) ja sähköautoista. ”Älykäs sähköverkko (Smart grid, kuva 19) on sähkönsiirrossa käytettävä järjestelmä, jossa perinteinen sähkövoimatekniikka yhdistetään automaatio-, tieto- ja viestintäteknologian ratkaisuihin. Älykäs sähköverkko mahdollistaa asioita, jotka eivät ole aiemmin olleet ratkaistavissa. Uusiutuvan energian tuotantoon investoimisesta tulee kannattavaa, kun esimerkiksi aurinkopaneelit mahdollistavat sähköenergian tuotannon omiin tarpeisiin ja ylimääräisen energian myynnin verkkoyhtiölle. Sähköyhtiöt puolestaan pystyvät vastaisuudessa tasaamaan sähköverkon kuormitusta ja mahdollistamaan näin häiriöttömän sähkön saannin erikoistilanteissakin. Myös sähköverkon siirtokapasiteetti saadaan älykkään sähköverkon avulla optimoitua.” (Sähköturvallisuuden Edistämiskeskus Ry, STEK, 2017)

Tyypillisiä hajautetun tuotannon muotoja ovat CHP (Combined heat and power) ja mikroCHP (maakaasulla, biomassalla), polttokennot, mikroturbiinit, aurinko-PV, moottorivoimalat (Wärtsilän moottorit), tuulivoima ja Stirling moottorit.

3.2.1 Hajautetun tuotannon edut

Hajautettu tuotanto sijaitsee tyypillisesti lähellä kulutusta, joten siitä seuraa pienemmät siirtokustannukset sähkölle. Hajautetun tuotannon ratkaisut vähentävät myös sähköverkosta aiheutuvan sähkökatkon riskiä. Biomassalla toimiville voimaloille on pienemmät polttoaineen siirtomatkat, millä on merkitystä kustannuksiin. Lisäksi aurinko- ja tuulivoiman syklisyyttä voidaan vähentää asentamalla voimalat hajautetusti suurelle alueelle. Tästä seuraa lisää verkkoinvestointeja, jotka sitovat pääomaa. Hajautettu tuotanto pienentää riskiä sabotaasin aiheuttamalle laajalle verkkovialle. Lisääntyneen uusiutuvan energian ansiosta riskit ja haitat ympäristölle ovat pienentyneet. Toki on myönnettävä, että eri energiamuotojen ympäristövaikutuksista ei ole riittävästi tietoa, eivätkä tutkimustulokset ole välttämättä vertailukelpoisia (Ympäristöministeriö, 2014). Sähkön hinta- ja tekninen kehitys tekevät sähkön ja lämmön yhteistuotannosta kannattavaa myös pienemmässä mittakaavassa.

3.2.2 Hajautetun tuotannon rajoitukset

Käyttöönottokustannukset ja sähkön alhainen hinta hidastavat hajautetun tuotannon lisääntymistä varsinkin, kun energiamuotona on uusiutuva energia. Uusiutuvan energian kausiluontoisuus, haasteellinen ennustettavuus ja syklisyys rajoittavat hajautetun tuotannon käyttöönottoa. Lisäksi ylijäämäenergian kustannustehokas varastointi on vielä ratkaisematta. Hajautetusta tuotannosta johtuva järjestelmän monimutkaisuus ja valvonnan haasteet vaativat hyvää suunnittelua ja automatisointia. Investointi- ja käyttökuluja lisäävät varavoiman tarve ja tarvetta tyydyttämään hankitut varajärjestelmät. Kulutuksen ja tuotannon vaihtelut vaativat säätövoimaa tasapainottamaan erityisesti sähköverkon toimintaa.

Hajautetun tuotannon yleistymistä rajoittavat tyypillisesti huonommat hyötysuhteet pienemmillä laitoksilla verrattuna isoihin keskitettyihin tuotantolaitoksiin. Systemaattisesta sähköpulasta johtuva tuontisähkön tarve saattaa suunnata investointeja ja rahoitusta keskitettyihin ja suurempiin yksikköihin. Ydinvoimalaitos Olkiluoto 3:n siirtyminen tuotantoon 2018-2019 muuttaa sähkömarkkinoiden tilannetta suotuisampaan suuntaan vapauttamalla resursseja myös hajautetun tuotannon tuotekehitykseen ja investointeihin.

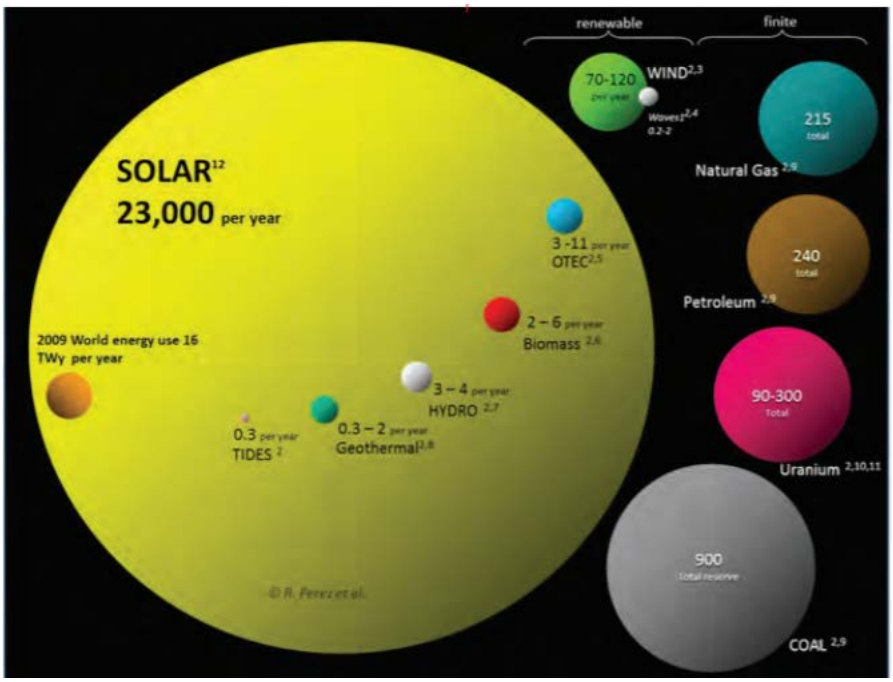
Uusiutuvan energian suhteen lainsäädäntö ja lupaprosessit ovat hyvin kirjavia ja vaihtelevat vielä eri kunnissa. Lisäksi sähköyhtiöiden nihkeä osallistuminen hajautetun tuotannon suunnitteluun, kehittämiseen ja itse tuotantoon hidastaa älykkäiden sähköverkkojen yleistymistä. Hajautetun tuotannon suosiota ohjaavat kansalliset tuet, jotka samalla vääristävät sähkön hinnan määräytymistä kansainvälisillä markkinoilla. Eräät varsinaissuomalaiset energiayhtiöiden johtajat ovat sitä mieltä, että kansalliset tukijärjestelmät pitäisi poistaa. Kaikki energia ostettaisiin ja myytäisiin markkinahinnalla.

”Perinteisesti kaukolämpöverkkoa käytetään keskitettyjen suurten lämmöntuotantolaitosten lämmönjakeluun lämmönkuluttajille. Hajautettu lämmöntuotanto ja kaukolämpö nähdään helposti vaihtoehtoisina tapoina tuottaa lämpöä. Kuitenkin hajautettu lämmöntuotanto voi toimia osana kaukolämpöjärjestelmää. Tällöin voidaan hyödyntää kaukolämpöverkon ja hajautetun lämmöntuotannon hyviä puolia.” (Peura, et al., 2017)

3.3 Aurinkoenergia

Vuosi 2016 muistetaan energiateollisuudessa siitä, että aurinkoenergia tuli halvemmaksi kuin tuulienergia. Maailman halvin allekirjoitettu aurinkoenergian toimitussopimus vuonna 2016 oli 2.4 US cents/kWh. (Michael Schmela, SolarPower Europe, 2017)

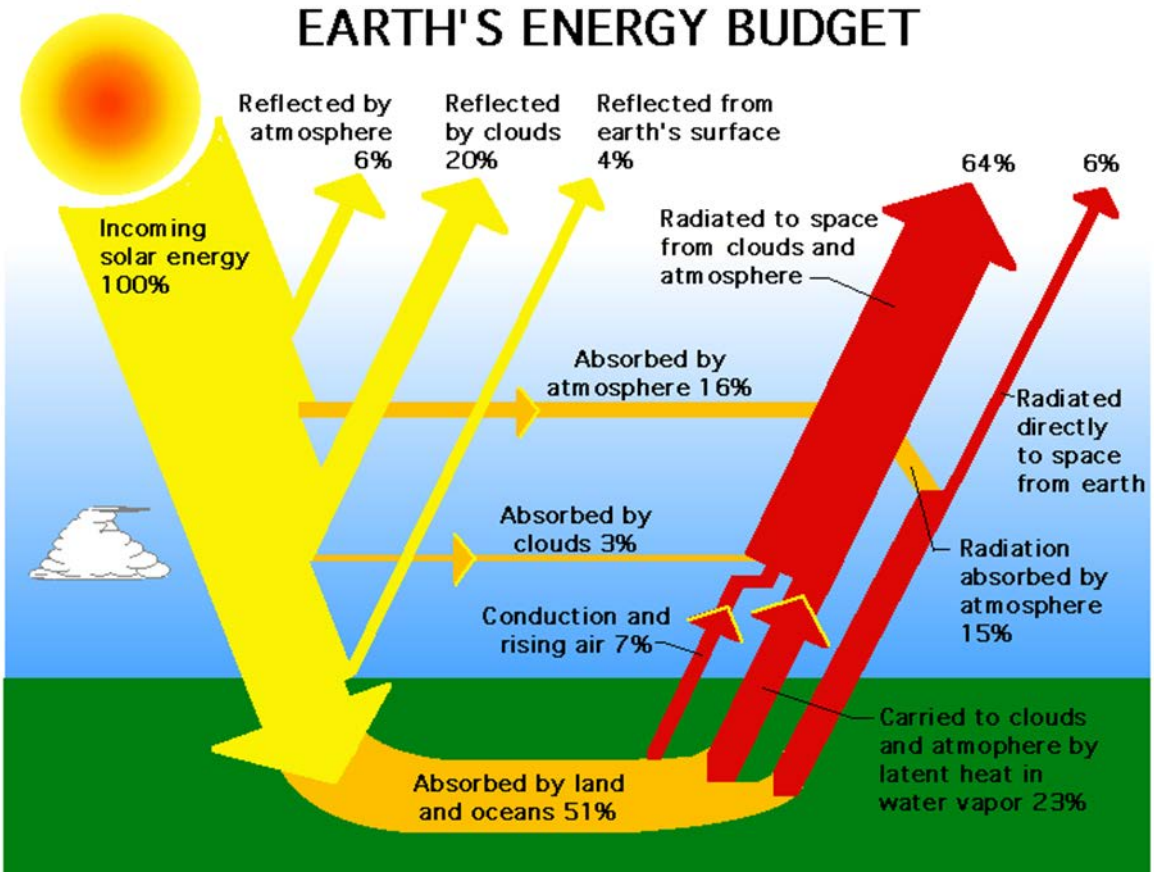
Aurinkoenergian tuotantopotentiaali on moninkertainen verrattuna muihin uusiutuvan energian menetelmiin (kuva 21). On arvioitu, että Suomen sähköenergian 85 TWh tuottamiseen tarvitaan noin 28 km x 28 km kokoinen pinta-ala.



Kuva 21. Vuoden 2009 arvio rajallisista ja uusiutuvista energialähteistä maapallolla TWy/vuosi (Perez & Perez, 2009)

”Aurinko on maapallon nykyisen elämän ja energian lähde. Lähes kaikki energiatuotantomuodot ovat tavalla taikka toisella sidoksissa Aurinkoon. Aurinko on avaruudessa oleva tähti, jota Maa kiertää. Aurinkoenergialla tarkoitetaan auringon tuottamaa säteilyenergiaa, jota vapautuu auringon lämpöydinreaktiossa vetyatomien fuusioituessa heliumiksi. ” (Oy Merinova Ab, Esko Ala-Myllymäki, 2016)

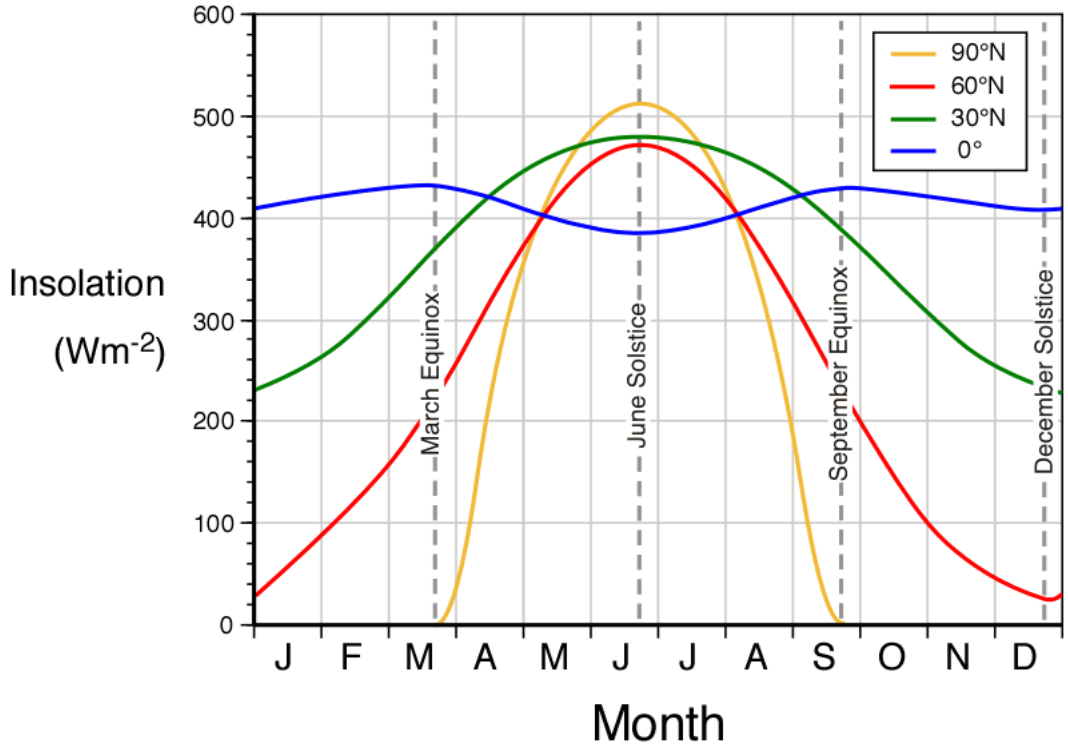
Auringosta Maahan saapuva tulosäteilyn energian tulee olla tasapainossa Maasta poistuvan lähtösäteilyn energian kanssa (kuva 22). Tämä merkitsee, että ilmaan ja maahan sitoutuneen lämpöenergian täytyy lopulta poistua avaruuteen pitkäaaltoisena lämpösäteilynä. Päivittäisen tulosäteilyn kokonaismäärää ilmakehän ulkopinnalle kutsutaan aurinkovakioksi, jonka keskimääräinen energiatiheys on 1367 W / m² ± 3 %. Tästä tulosäteilystä noin 50 % pääsee ilmakehän läpi maanpinnalle jakautuen ajallisesti vielä puoliksi yön ja päivän vuoksi. Säteily imeytyy vesistöihin ja manneralueisiin lämmittäen niitä sekä kasveihin. Noin 30 % tulevasta säteilystä heijastuu ilmakehän hiukkasista, pilvistä ja maanpinnasta suoraan takaisin avaruuteen. Loput 20 % säteilystä imeytyy ilmakehän kaasuihin ja pilvien vesihöyryyn.



Kuva 22. Maapallon säteilybudjetti (NASA, 1998)

Maan planetaariset ominaisuudet eli pallonmuotoisuus, kiertoliikkeet oman akselin sekä Auringon ympäri ja akselikaltevuus aiheuttavat sen, että tulosäteily jakautuu epätasaisesti maapallon pinnalle. Päiväntasaajan molemmin puolin aina 35. leveyspiirille asti säteily tulee aina lähes kohtisuorasti maanpintaan. Säteily siis kulkee päiväntasaajan alueella lyhyemmän matkan ilmakehän läpi ja kohdistuu pienemmälle pinta-alalle kuin pohjoisemmilla ja eteläisemmillä leveysasteilla.

Pohjoisilla leveysasteilla kesän pitkät valoisat ajat kompensoivat hieman eteläisten leveysasteiden säteilyenergian tuottoa. Valoisa kesä näkyy myös eri leveysasteiden säteilyenergian määrissä. Keskellä kesää Suomen leveysasteilla (60° – 69°) auringon säteilymäärä ylittää jopa päiväntasaajan vastaavan ajan säteilymäärän (kuva 23).



Kuva 23. Kuukausittainen auringon säteilyteho tasopinnalle pinta-alayksikköä (W/m²) kohden eri leveysasteilla. (University of British Columbia Okanagan, Dr. Michael Pidwirny & Scott Jones, 2014)

Etelä-Suomessa vuotuinen säteilymäärä vaakasuoralle pinnalle on Ilmatieteen laitoksen testivuoden mukaan noin 980 kWh/m² ja Sodankylässä noin 790 kWh/m². Suuntaamalla paneelit 45º kulmassa etelään päin, voidaan hyödynnettävän säteilyn määrää lisätä vuositasolla 20-30 % verrattuna vaakasuoraan asennukseen. (Motiva Oy, 2017)

Aurinkoenergian hyödyntämismenetelmät:

- Aurinkosähköiset paneelit (PV)
- Aurinkolämmitys (Solar thermal)
- Keskittävät aurinkokeräimet (CSP)
- Aurinkotorni (Solar tower, solar chimney)
- 85 % PV-asennuksista on kytketty sähköverkkoon

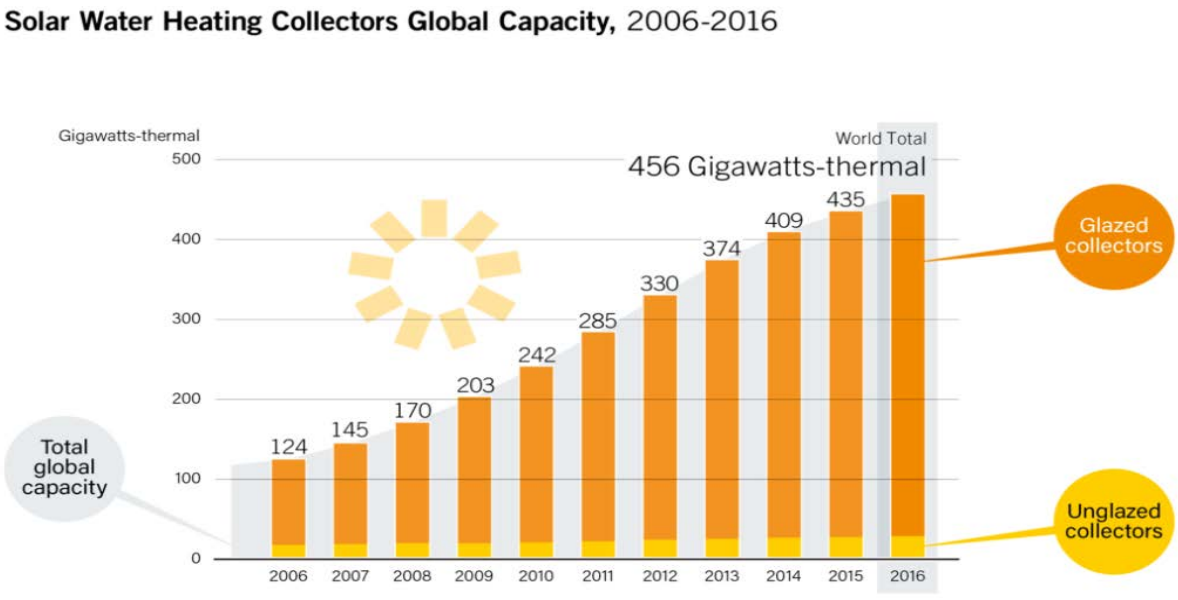
Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää sekä passiivisesti että aktiivisesti. Aktiivisella aurinkolämmityksellä tarkoitetaan lämmön tuottamista aurinkokeräimillä. Passiivisella

aurinkolämmityksellä tai aurinkoenergialla tarkoitetaan huonetilan lämmitystä arkkitehtonisin keinoin, jolloin energiaa hyödynnetään ilman laitteita eikä muita mekaanisia keinoja käytetä.

3.3.1 Aurinkolämpö (Thermal Solar Power)

Aurinkolämmityksessä lämpö otetaan lämmityslaitteistoon suoraan auringon säteilyenergiasta. Aurinkolämpösovellutukset voivat olla talokohtaisia tai aluelämmitysjärjestelmiä. Aurinkoenergiaa hyödyntävät järjestelmät eroavat perinteisistä lämmitysjärjestelmistä pääasiallisesti siinä, että aurinkoenergian saanti on epäsäännöllistä riippuen vuodenajasta, säästä ja paikan maantieteellisestä sijainnista. Järjestelmästä saadaan kuitenkin tarpeen mukaan lämpöä ympäri vuoden, jos varaaja on tarpeeksi suuri tai siinä on jokin muu lisäenergian lähde. (Grönman, 2016)

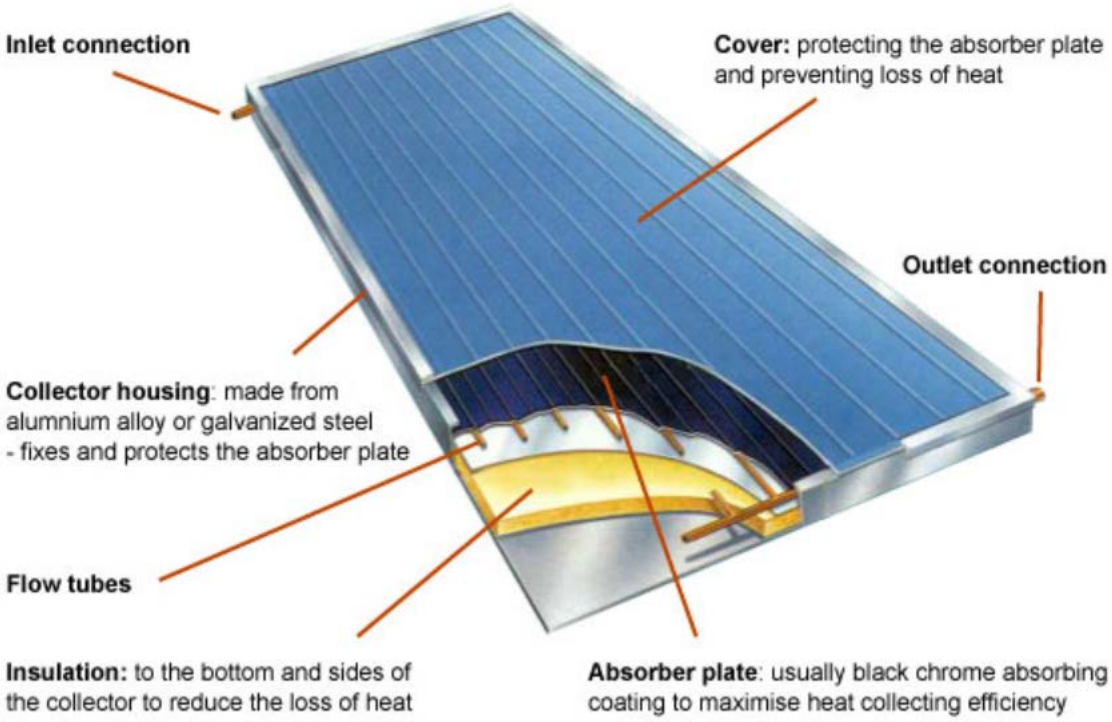
Suomessa aurinkolämmitys soveltuu lähinnä käyttöveden, huonetilan tai uima-altaiden lämmitykseen kesäaikana. Auringon lämpö kerätään talteen tehokkailla aurinkokeräimillä ja siirretään putkien kautta varaajaan. Uima-allasratkaisuissa ei tarvita varaajaa, vaan altaan oma vesi toimii lämmönvarastona.



Kuva 24. Aurinkolämmön maailmanlaajuisen kapasiteetin kehitys (REN21, 2017)

3.3.2 Aurinkokeräin

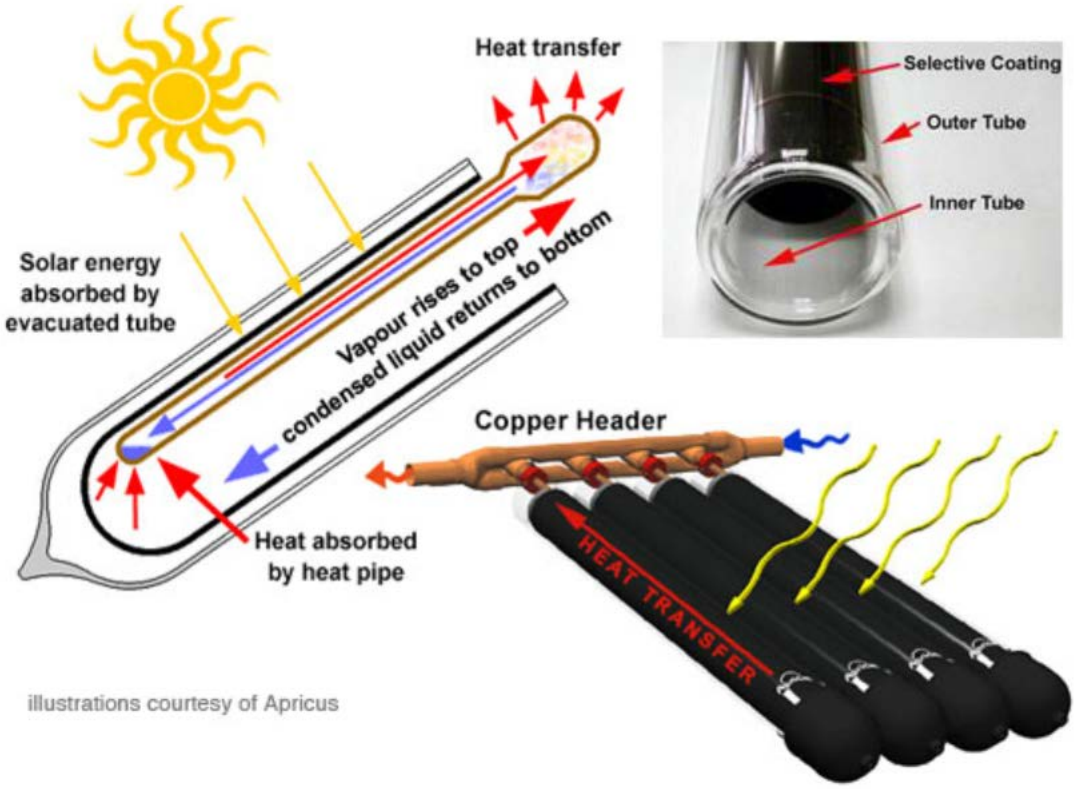
Aurinkokeräinteknologiat jaetaan yleisesti kahteen luokkaan. Yleisin käytetty aurinkokeräinluokka on nestekiertoinen tasokeräin (flat plate, kuva 25). Siinä aurinkosäteily lämmittää mustaa absorptiolevyä, joka on pinnoitettu selektiivisellä pinnoitteella ja katettu selektiivisellä lasilla. Absorptiolevyn ja katteen välissä voi olla lämpöhäviöitä vähentävä teflonkalvo. Absorptiolevy on lämpöeristetty alapuolelta. Lämpö siirtyy aurinkokeräimen sisällä olevissa putkissa virtaavaan nesteeseen. Lämmönsiirtoaineena käytetään ympärivuotisessa käytössä vesi - glykoliseosta. Putket ovat yhdistetty keräimen ylä- ja alareunoissa kulkeviin kokoojaputkiin, jotka vievät varaajaan tai säiliöön.



Kuva 25. Nestekiertoinen tasokeräin (flat plate) (GreenSpec, 2017)

Toinen yleisesti käytetty aurinkolämpökeräinluokka on tyhjiöputkikeräimet (kuva 26). Keskustelu tasokeräimen ja tyhjiöputkikeräimen suhteellisesta suorituskyvystä käy kiivaana. Kumpikaan osapuoli ei ole pystynyt selkeästi perustelemaan, miksi toisen suhteellinen suorituskyky olisi parempi.

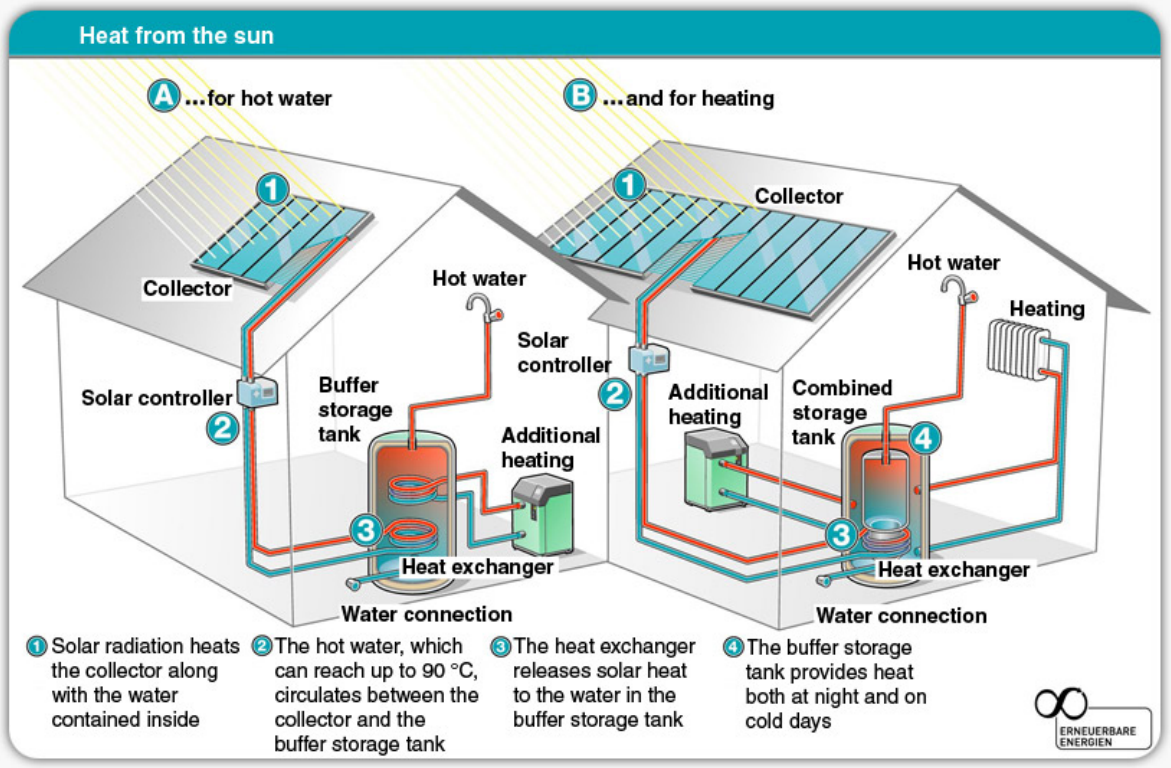
Yleisesti on turvallista sanoa, että tietyllä absorbointialueella tyhjiöputkikeräimet ylläpitävät tehokkuuttaan paremmin monenlaisissa ympäristön lämpötiloissa ja lämmitystarpeissa. Ilmastoissa, joissa aurinko paistaa jatkuvasti, tasokeräimet ovat tehokkaampia, kun taas pilvisimmissä olosuhteissa tasokeräinten energiantuotto laskee nopeasti verrattuna tyhjiöputkikeräimiin.



Kuva 26. Tyhjiöputkikeräin (Evacuated-tube collectors) (GreenSpec, 2017)

Aurinkokeräimien hyötysuhde riippuu voimakkaasti ympäristön olosuhteista, erityisesti säteilyn voimakkuudesta. Aurinkokeräimille lasketaan lämpöteho ja hyötysuhde keräimen pinta-alan, keskimääräisen lämpötilan, ympäristön lämpötilan ja säteilymäärä avulla. Hyötysuhde on sitä heikompi, mitä suurempi lämpötilaero keräimen ja ympäristön välillä on ja mitä pienempi auringon säteilyteho on. Aurinkokeräinten pinta-ala on yleensä 2 – 3 m². Aurinkokeräimellä voidaan tuottaa 400 – 600 kWh vuodessa neliömetriä kohti 25 °C lämpöistä vettä tai 50 °C lämpöistä vettä noin 150 – 350 kWh vuodessa neliömetriä kohti.

Aurinkolämmitystä varten lämminvesivaraajassa on oltava tilaa aurinkokeräin- ja lämmönjakopiirien lämmönsiirtimille (kuva 27). Keräin on suljettu alumiini- tai teräskoteloon. Aurinkokeräinpiirin säätö toteutetaan yleensä termostaatilla, jonka lämpötila-anturit ovat keräimissä ja varaajassa.



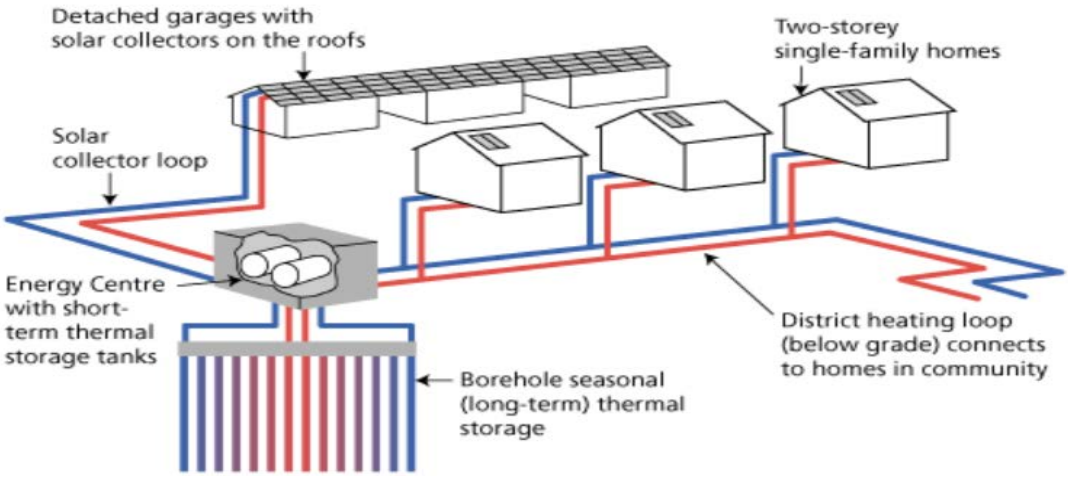
Kuva 27. Aurinkolämmitysjärjestelmän toimintaperiaate (SOLAR TRIBUNE, 2011)

3.3.3 Aurinkolämmön varastointi

Aurinkolämmön hyödyntämiseen kuuluu olennaisena osana lämmön varastointi. Passiivisesti lämpöä varastoidaan rakenteisiin. Aktiivisesti aurinkokeräimillä tuotettu lämpö varastoidaan tavallisesti käyttövesivaraajaan, mutta myös hybridijärjestelmien isompaan vesivaraajaan. Lämpöä voidaan varastoida lisäksi esimerkiksi lämpökaivoihin, rakennuksen alle maaperään tai käyttää kaukolämmön tuotannossa.

Lämmön varastointia on kehitelty noin 25 vuotta. Kehitystyö keskittyy lämpöä tuottavien lämmönlähteiden ajallisen sidonnan erityisongelmiin. Haasteena ovat lämmönlähteet, jotka tuottavat lämpöä tiettyinä aikoina, mutta eivät aina kohtaa lämmön tarpeen huippuajankohtaa. Hyvä esimerkki on aurinkoenergian muuntaminen lämmöksi, jossa syntyy lämpöä päivän aikana, kun sitä tarvitaan usein iltaisin tai muina auringonsäteilyn vähäisinä jaksoina. Varastoimalla lämpöä tulevaa käyttöä varten ongelma ratkeaa. Tätä tekniikkaa kutsutaan lämmön puskuroimiseksi. Aurinkolämmön tehokkain ja pragmaattisin puskurointimenetelmä on siirtää lämpöä nesteen avulla veteen – vesi varastoi noin viisi kertaa enemmän lämpöä kuin esimerkiksi betoni. Markkinat tarjoavat tehokkaita vesipohjaisia lämmön puskurointiratkaisuja eli lämpöakkuja.

Uudempaa aurinkolämmön varastointiteknologiaa edustavat erilaiset maanalaiset ratkaisut (UTES). Kalliokaivoratkaisu on päästötön, äänetön, piiputon sekä energiakuljetuksista riippumaton varastointiratkaisu. Ratkaisu sopii hyvin myös keskusta-alueille, koska sen ominaisuuksiin kuuluu erittäin pieni maankäytön tarve. Lämpöä voidaan tallentaa myös laajemmassa mittakaavassa useamman porakaivon kenttään ja käyttää talvella lämmityksessä, parhaimmillaan jopa kokonaan ilman lämpöpumppua. Tällaisen maalämpökaivovaraston (Borehole Thermal Energy Storage (BTES)) hyötysuhde voi olla jopa 70 % (Peura, et al., 2017). Kaivo toimii energiavarastona tasaten energian vuosivaihtelua eli kesällä tuotettu energia voidaan hyödyntää kylminä talvikuukausina. Järjestelmä voidaan kytkeä myös osaksi kaukolämpöverkkoa (kuva 28).



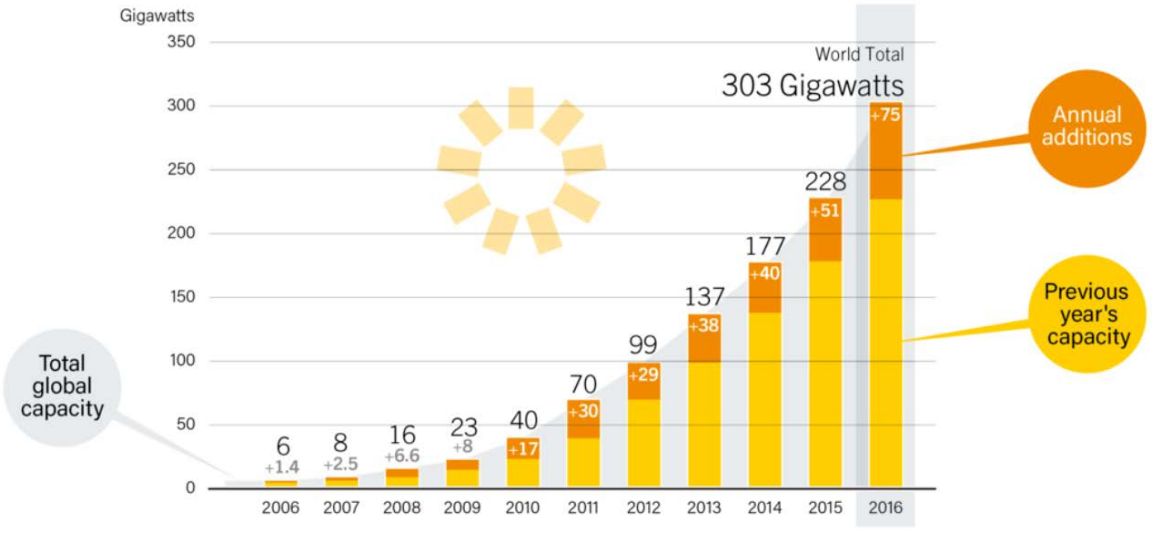
Kuva 28. Aurinkokeräimien, kaukolämmön ja energiavaraston yhdistelmä (Drake Landing Solar Community, 2017)

Yllä kuvatun ratkaisun yksittäisen energiakaivoputken syvyys on 35 m. Kaivannon yläpuolinen osuus käsittää 0,4 m lajiteltua hiekkaa sekä 200 mm XPS-lämmöneristettä.

3.3.4 Aurinkosähkö (Photovoltaics technologies (PV))

Aurinkosähkön toimintaperiaate perustuu valosähköiseen ilmiöön. Aurinkosähkön tuottamiseen on useita erilaisia aurinkopaneelivaihtoehtoja. Aurinkopaneeleilla on ainutlaatuisia ominaisuuksia. Niissä ei ole liikkuvia osia, ne ovat modulaarisia ja ne pystyvät muuntamaan auringon säteilyn suoraan sähköksi. Aurinkopaneeli koostuu useista aurinkokennoista. Aurinkokennoja on olemassa kolmea sukupolvea: ensimmäisen sukupolven piikennot (90 % markkinoista), toisen sukupolven ohutkalvokennot (10% markkinoista) ja kolmannen sukupolven kennoihin kuuluvat esimerkiksi moniliitoskennot. Aurinkokennojen hyötysuhteet ovat nousussa ja samanaikaisesti niiden hinnat ovat laskeneet merkittävästi.

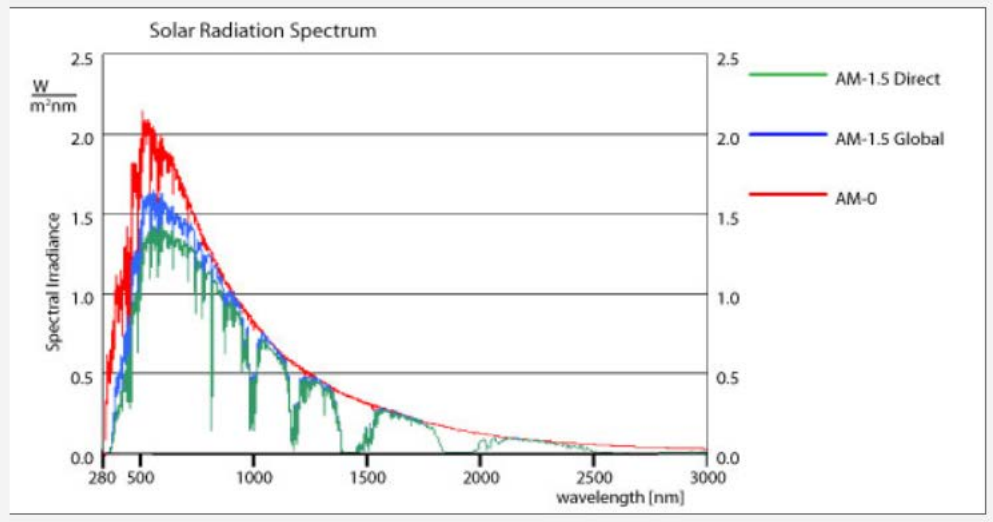
Vuoden 2016 aikana lisättiin maailmanlaajuisesti vähintään 75 GWdc aurinkokennokapasiteettia, mikä vastaa yli 31 000 aurinkopaneelin asentamista joka tunti. Aurinkokennokapasiteettia asennettiin lisää vuonna 2016 enemmän kuin kumulatiivinen maailman kapasiteetti oli viisi vuotta aiemmin. Vuoden loppuun mennessä maailmanlaajuinen aurinkosähkökapasiteetti oli vähintään 303 GW (kuva 29).



Kuva 29. Aurinko PV:n asennetun kapasiteetin maailman laajuisen kehitys (REN21, 2017)

Jotta pystyttäisiin vertailemaan aurinkopaneeleja, tarvitaan normaalit testausolosuhteet. Suunniteltujen testausolosuhteiden ehdot sisältävät säteilyspektrin, voimakkuuden ja lämpötilan. Vakiospektrit viittaavat yleisiin paikkoihin. Ilmamassakerroin (AM) voidaan määritellä suhteessa halutun paikan auringon säteilyn tulokulmaan, missä θ on auringon säteily tulokulma suhteessa kohtisuoraan auringon säteilyyn: $AM=\frac{1}{\cos\theta}$ (2)

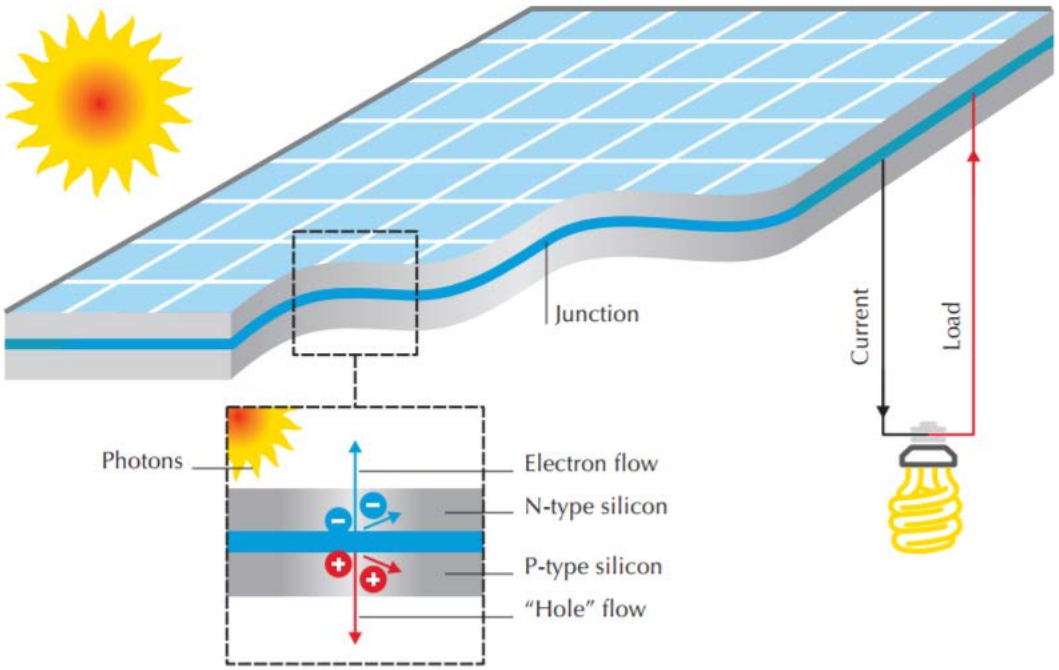
Ilmakehän ulkoreunalla – AM0 – auringon säteilyteho on 1353 W/m² ja päiväntasaajalla – AM1 – auringon säteilyteho on 1000 W/m². Suomen leveysasteilla (60° – 69°) ilmamassan AM-kerroin on Turun korkeudella noin 2 ja Utsjoella 2.9 (kuva 30).



Kuva 30. Aurinkopaneelien vakiospektrien määrittäminen (Green Rhino Energy, 2017)

3.3.5 Aurinkokennot

Auringosta saapuvan säteilyenergian muuntaminen sähköenergiaksi tapahtuu aurinkokennossa (kuva 31). Aurinkopaneelit koostuvat aurinkokennoista, joissa auringonsäteiden tietyn aallonpituusalueen fotonien energia aikaansaa sähköjännitteen ja suljetussa piirissä elektronien virran. Aurinkosähkökennojen toimintaperiaate liittyy valosähköiseen ilmiöön, energiakvantin absorptioon.



Kuva 31. Aurinkokennon toimintaperiaate (International Energy Agency (IEA), 2011)

Valon sähköenergiaksi muuttamisen tapahtuu puolijohdemateriaalista valmistetun aurinkosähkökennon atomin elektronirakenteen siirtymävyöhykkeellä, jossa toinen materiaali on seostettu sähkövaraukseltaan negatiiviseksi (n) ja toinen positiiviseksi (p). Seostamiseen voidaan käyttää sellaisen materiaalin atomeja, jolla on yksi elektroni enemmän tai vähemmän uloimmalla elektronikuorellaan kuin puolijohdemateriaalilla. Positiivisesti seostettuun puolijohteeseen syntyy positiivisen varauksen omaavia aukkoja, jotka vetävät puoleensa n-puolelta negatiivisesti varautuneita elektroneja. Näin syntyy siirtymävyöhykkeelle sähkökenttä.

Kun tällainen kenno altistetaan sopivaa aallonpituutta sisältävälle valolle, elektronit absorboivat säteilyn fotoneja saaden riittävästi energiaa rikkoakseen elektronisidoksensa ja vapautuvat atominsa vaikutuspiiristä. Nämä vapautuneet elektronit siirtyvät sähkökentän vaikutuksesta p-puolelle. Vastaavasti n-puolelle syntyy näin positiivisesti varautuneita aukkoja. Tässä fotonien ja väliaineen elektronien välisessä vuorovaikutusmekanismissa fotoni luovuttaa koko energiansa väliaineen elektronille. Fotonin energia riippuu valon aallonpituudesta. (Oy Merinova Ab, Esko Ala-Myllymäki, 2016)

Perinteisten kennojen raaka-aineena käytetään kiteistä, monikiteistä tai amorfista piitä. Yksittäisten aurinkopaneelien teho on tyypillisesti 50 watista muutamaan sataan wattiin. Kytkemällä monta rinnakkain tai yhteen tukilevyyn saadaan luonnollisesti suuriakin tehoja. Teholukema on paneelivalmistajan ilmoittama maksimiteho, joka saavutetaan ihanteellisissa olosuhteissa. Perinteisten kennojen hyötysuhde on noin 10 %, joissain uudemmissa malleissa korkeampi, jopa 20 %. Eräät paneelit on päällystetty teflonia muistuttavalla läpinäkyvällä pinnalla, ja ne ovat siksi hyvin kestäviä ulkoisia iskuja vastaan. Yksi- ja monikiteisten paneelien välinen ero on käytännössä hyvin pieni.

Yli 96 % kaupallisista aurinkopaneeleista perustuvat piihin, joko yksikiteisenä, monikiteisenä tai mikrokide/amorfisena. Pii on hyvä materiaali koska: 1. Rajoittamaton raaka-ainelähde, 2. Hyvin stabiili (pitkä paneelin käyttöikä), 3. Korkea hyötysuhde (jopa > 20 %), 4. Hinnat ovat tulleet laman ja lisääntyneen massatuotannon vaikutuksesta alas yli 30 %.

Eräät puolijohde-metalliyhdisteet voivat absorboida auringonsäteilyä jo hyvin ohuina kerroksina (1 - 2 µm, piikennon paksuus ~ 0.5 mm). Nämä ohutkalvokennot valmistetaan pinnoittamalla eri kerroksia alusmateriaalin pinnalle. Ohutkalvokennoja pidetään lupaavina, koska laajoja pintoja voidaan periaatteessa valmistaa automatisoidusti halvalla ja hyötysuhde on hyvä (~13 % CuInSe2). Kuitenkin, pitkän ajan stabiilisuus on kysymysmerkki ja ne ovat kalliimpia kuin piipaneelit.

Uusia ratkaisuja ovat aurinkokennot, joissa aktiiviset materiaalit eivät ole kiinteitä puolijohteita. Nämä väriaineherkistetyt nanokennot nestemäisellä elektrolyytillä ovat johtavia polymeerejä. Nanokennot ovat nykyisin kilpailukykyisiä erityisesti matalan säteilyintensiteetin olosuhteissa (sisätilat). Sen sijaan nanokennoilla on joitakin haasteita ulkokäyttöä ajatellen: 1. Suurien paneelien valmistus, 2. Alhaiset hyötysuhteet (4 - 5 %), 3. Stabilius.

Pyrittäessä käyttämään aurinkoenergiaa pelkästään tai merkittävissä määrin on varastointi välttämätöntä. Aurinkösähköä voidaan varastoida esimerkki vetyyn. Vetyä voidaan helposti kehittää hajottamalla sähkövirran avulla vettä (elektrolyysi). Prosessi on hyvin ekologinen, koska vedyn palamistuote on vesihöyry. Näin saatu vetykaasu varastoidaan. Varastoinnissa

voidaan käyttää painesäiliötä, nesteyttämistä tai metallihybridiä. Varsinkin pienessä mittakaavassa varastointi metalihybridiin, kuten litium-alumiini hybridiin on kätevää. (Grönman & Uusitalo, 2016)

3.3.6 Energian tuotantokustannus LCOE ja Price Learning Curve

Päätöksenteon pohjaksi tarvitaan ajantasaista tietoa energiantuotantomuotojen vertailuhinnoista. Energian tuotantokustannus, LCOE (Levelized Cost of Energy), on energialiiketoiminnan keskeinen tunnusluku, jolla voidaan vertailla eri tuotantomuotojen kannattavuutta (Oy Merinova Ab, Esko Ala-Myllymäki, 2016, pp. 84-85).

$$LCOE = \frac{\textit{Elinkaarikustannukset}}{\textit{Energian tuotto koko elinkaaren aikana}} \quad (3)$$

Tuotantokustannusten laskennassa huomioidaan järjestelmän elinkaaren aikaiset investointikustannukset (CAPEX) ja käyttö- ja kunnossapitokustannukset (OPEX). Näitä kustannuksia ovat esimerkiksi rakentamiseen liittyvät kustannukset, polttoaine-, käyttö ja ylläpitokustannukset, verot, vakuutukset ja tuet. Nämä kustannustekijät lasketaan yhteen ja suhteutetaan elinkaaren aikaiseen oletettuun energian tuotantomäärään (kWh). Kaikki kustannukset ja tuet lasketaan inflaatiokorjattuina ja diskontattuina nykyhetkeen.

Aurinkosähköjärjestelmissä polttoainekustannukset katsotaan olevan nolla koko elinkaaren ajan. Polttoainekustannusten kehitystä ei tarvitse arvioida pitkälle tulevaisuuteen eikä siten diskontata sitä laskelmaan. Käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat tyypillisesti tällä energian tuotantomuodolla edulliset koko elinkaaren ajan. Aurinkosähkön tuotantokustannus lasketaan yleensä jakamalla tuotannon elinaikaiset kustannukset tuotetun energian määrällä ja diskontattuna nykyhetkeen tietyllä korkokannalla (WACC):

$$\text{PV LCOE} = \frac{CAPEX + \sum_{t=1}^{n}[OPEX(t)/(1+WACC_{Nom})^t]}{\sum_{t=1}^{n}[Utilisation_0 \cdot (1-Degradation)^t/(1+WACC_{Real})^t]} \quad (4)$$

missä,

WACCReal = (1 + WACCNom) / (1 + Inflaatio) – 1

CAPEX = investointikustannus

OPEX(t) = käyttö- ja kunnossapitokustannus vuonna t

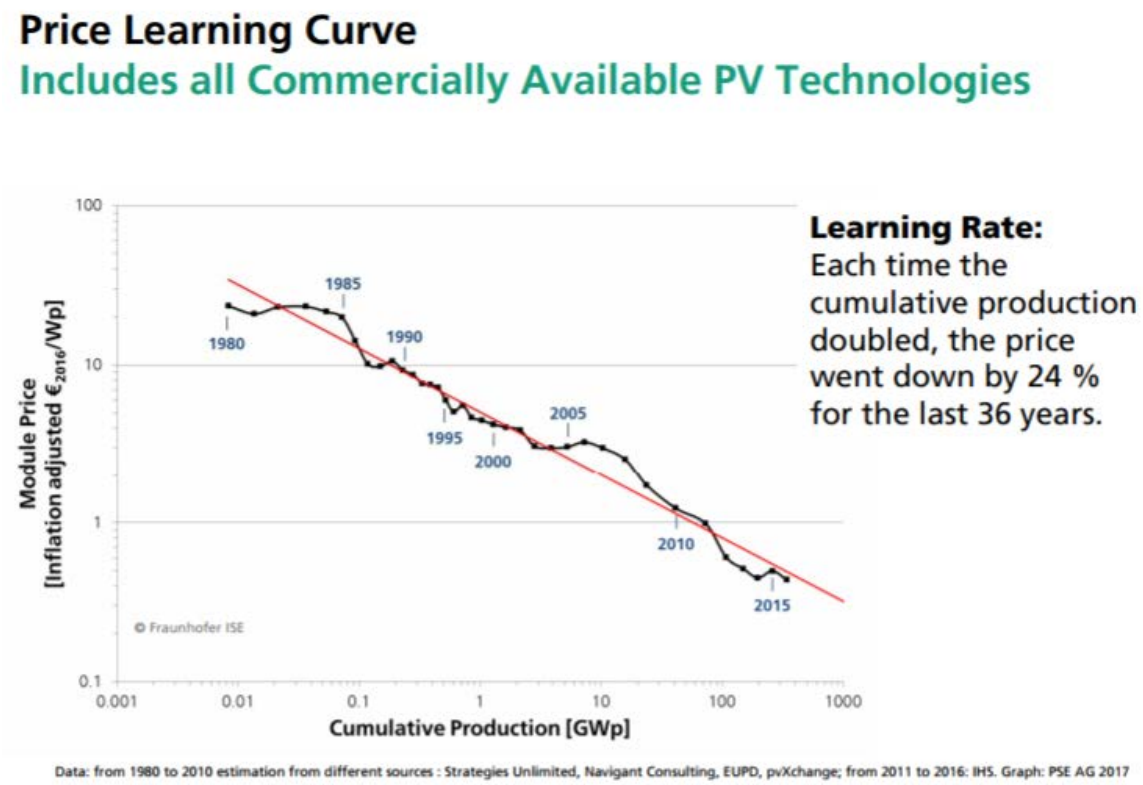
$Utilisation_0$ = huipunkäyttöaika alussa

Degradation = vuotuinen degradaatio

WACCReal = reaalikorko

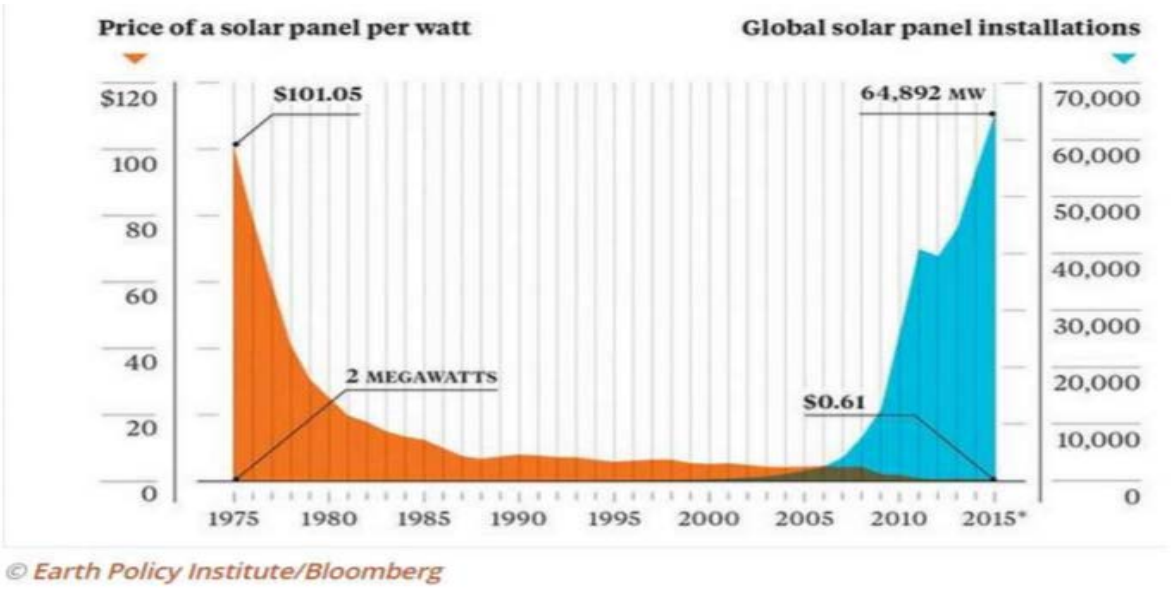
WACCNom = nimelliskorko

Aurinkosähköjärjestelmien kustannustehokkuuden oppimiskäyrä (price learning curve) on yli kaksi vuosikymmentä noudattanut sääntöä; kapasiteetin tuplaus pudottaa järjestelmien hintaa 24 %. Fortumin mukaan viimeisten kahdeksan vuoden hintapudotus on ollut 40 % (Vartiainen, 2017, p. 13). Oppimiskerroin (learning factor) kuvaa kuinka nopeasti muutoksia kustannustehokkuudessa tapahtuu (kuva 32).



Kuva 32. Aurinkopaneeleiden hintakehitys kumulatiivisen installoidun kapasiteetin funktiona. (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, 2017)

Oppimiskäyrä (learning Curve, kuva 33) on prosessi, jossa ihmiset kehittävät taitoa oppimalla virheistään. Jyrkkä oppimiskäyrä merkitsee oppimista hyvin nopeasti. Oppimiskäyrän toimintaperiaate selviää alla olevasta kaaviosta: kun aurinkopaneeleiden hinta laskee, aurinkojärjestelmien asennusten määrä kasvaa jyrkästi. Nämä kaksi muuttujaa ovat sidoksissa toisiinsa.



Kuva 33. Oppimiskerroin määrittää oppimiskäyrän jyrkkyyden. (O'Connor, 2016)

Oppimisvaikutukset vähentävät kustannuksia ja mahdollistavat teknologian onnistumisen laajemmalla sovellusalueella. Lisääntynyt käyttöönotto johtaa lisäkustannusten pienentymiseen, mikä johtaa entisestään lisääntyneeseen käyttöönottoon. Tätä mallia toistetaan jatkuvasti useissa eri tekniikoissa. Suuntaus on tyypillisesti "S-muotoinen" käyrä, joka määritellään logistisella funktiolla.

Vuonna 2016 asennetun aurinkosähköjärjestelmän hinta vaihteli 1 – 2 €/W_p riippuen järjestelmän koosta. Tuotetun energian hinta on maantieteellisestä paikasta ja järjestelmän koosta riippuen 3 – 10 snt/kWh alittaen selvästi monissa maissa niin sanotun verkkopariteetin (grid parity) eli verkosta ostetun sähkön kokonaishinnan. On ennakoitu, että vuonna 2030 aurinkosähkön tuotantohinta on tasolla 3 – 5 snt/kWh. Aurinkosähkön etuja ovat helppo asennettavuus, huoltovapaus ja massatuotanto. Aurinkosähkö tarjoaa todellisen vaihtoehdon pienimuotoisen, hajautetun sähköjärjestelmän toteuttamiseen (Partanen, et al., 2015).

4. AURINKOLÄMPÖ JA -SÄHKÖ LIIKETOIMINTANA

Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena tulee olla uutta kasvua, työtä ja vientituloja ruokkiva toimintaympäristö. Suurin potentiaali löytyy älykkään energiankäytön kehittämisestä. Suomessa on edistyksellinen energia- ja ICT-infrastruktuuri, mikä tarjoaa houkuttelevan alustan vaikkapa automaattisesti ohjautuvien asumismukavuutta, energiatehokkuutta ja kysyntäjoustoa edistävien uusien palveluiden kehittämiselle. (Energiateollisuus, 2016)

Älykkäät energiapalvelut (kuva 34) ovat globaalisti huikeaa vauhtia kehittyvä liiketoiminta, jossa suomalaiset voivat olla mukana, jos siihen uskalletaan panostaa. Strategian osalta tämä on syytä huomioida energiasektorille suunnattavissa tuissa. Julkisilla varoilla pitäisi kannustaa uusien, älykkäiden energiapalveluiden tutkimus- ja kehitystyöhön, demoamiseen, kaupallistamiseen ja vienninedistämiseen. Tuloksena olisi uutta kasvua, työtä ja vientituloja.

Kuva 34. Energiateollisuuden viestit energia- ja ilmastostrategiaan (Energiateollisuus, 2016)

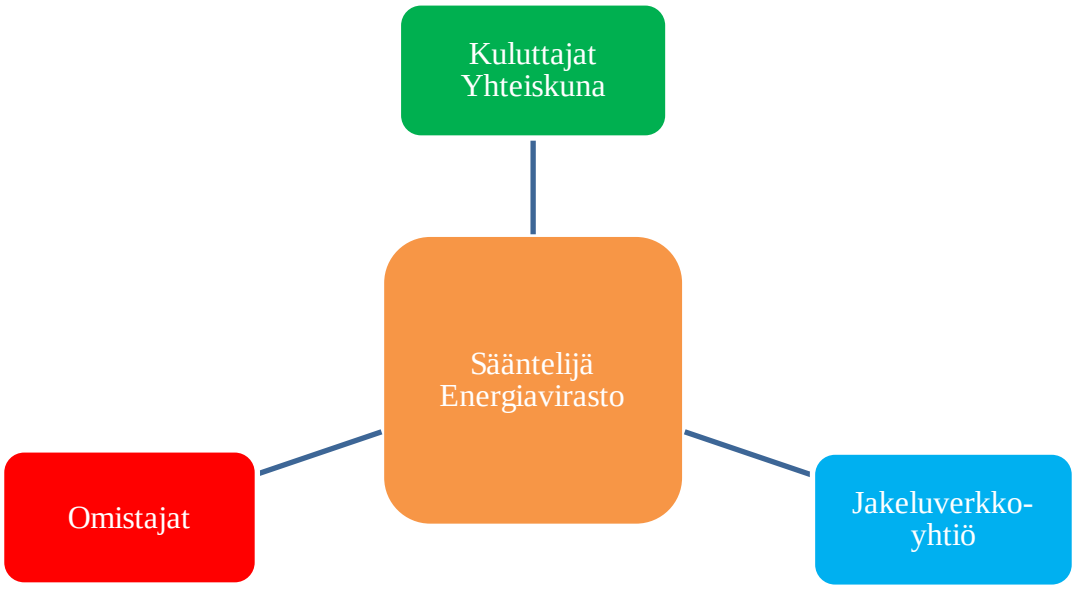
4.1 Liiketoiminnan taloudellinen sääntely – regulaatiot

Sähkömarkkinat ovat muuttuneet huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Sähköntuotannossa ja -myynnissä on otettu käyttöön kilpailu sähköntuotannon tehokkuuden parantamiseksi. Sähköverkot ovat pysyneet luonnollisina monopoleina, mutta verkkoyritysten luonne on muuttunut. Päätehtävänä on edelleen toimittaa sähköä loppukäyttäjille. Tämän lisäksi sähköverkkojen odotetaan olevan avoimia ja syrjimättömiä markkinapaikkoja kilpailukykyiselle sähköliiketoiminnalle. Viimeisimmät sääntelyuudistukset ovat tuottaneet tehokkuuden etusijalle myös monopolialalla. Sektoriin erikoistunut sääntelijä valvoo sähkömarkkinoiden toimintaa ja erityisesti verkkotoimintaa.

4.1.1 Taloudellisen sääntelyn tarve

Sähkönjakelulle on ominaista yleispalveluvelvollisuus. Kaikilla kansalaisilla on oltava mahdollisuus käyttää sähköverkkoja (saatavuusrajoitukset). Sähkönjakelun hinnoittelun on oltava kohtuullista (edullisuusrajoitukset). Rinnakkaisten sähköjärjestelmien rakentamista pidetään kannattamattomana. Tästä syystä sähkön siirto ja jakelu ovat niin sanottuja luonnollisia monopoleja. Luonnollisten monopolien ongelmana on, että ne voivat johtaa palvelujen kohtuuttoman korkeisiin hintoihin ja monopoliyhtiöiden tehottomuuteen. Muita haasteita ovat tarpeeton ylikapasiteetti ja sopimaton palvelun laatu.

Asiakkaat odottavat kohtuullisia hintoja ja laadukkaita palveluita, kun taas jakeluyhtiöt tarvitsevat vakaan ja ennustettavan liiketoimintaympäristön. Omistajat haluavat tuottoa ja osinkoja sijoituksistansa. Koko yhteiskunnan kannalta on tärkeää, että sääntelykustannukset eivät ole kohtuuttoman korkeita ja että jakelutoiminta säilyttää elinkelpoisuutensa. Taloudellisen sääntelyn tarkoituksena ei ole pelkästään seurata jakeluyhtiöiden suorituskykyä, vaan sillä on myös vahva ohjaava signaali alan kehittämiseksi. Säätely pyrkii vastaamaan sidosryhmien odotuksiin (kuva 35).



Kuva 35. Jakeluverkkoliiketoiminnan sääntelyn sidosryhmät (Soveltaen Honkapuro, Samuli;, 2015, p. 5)

Jotta sääntelyt onnistuisivat, niiden tulisi täyttää seuraavat vaatimukset:

1) Antaa jakeluyhtiölle asianmukaisia kannustimia parantaa niiden toiminnan ja investointien tehokkuutta

2) Varmistaa, että sekä yhtiöt että asiakkaat hyötyvät parantuneesta tehokkuudesta

3) Oltava säänneltyjen yhtiöiden hyväksyttävissä

4) Maksimoida yleinen sosiaalinen hyvinvointi edistämällä säännellyn liiketoiminnan tehokasta toimintaa

Sääntely voi keskittyä joko monopoliyritysten voittoihin tai monopolipalveluiden hintoihin. Yleisesti ottaen voiton sääntelyllä kannustetaan kapasiteetin laajentamiseen, kun taas hintasääntely kannustaa kustannusten alentamiseen. Käytännössä sääntelymalleissa on usein osia molemmista sääntelyistä. Sääntelyn tulisi kannustaa teknologisiin ja organisatorisiin innovaatioihin. Verkkoyhtiöillä itsellään on paras osaaminen liiketoiminnastaan.

4.1.2 Sähkömarkkinalaki (588/2013)

Vuoden 2013 syksyllä Suomessa voimaan tullut sähkömarkkinalaki (588/2013) asetti toimitusvarmuuden vähimmäistavoitteet sähköverkkoyhtiöille. Toimitusvarmuusaikatavoitteet on määrätty erikseen asemakaava- ja haja-asutusalueiden asiakkaille siten, että asemakaava alueella suurin sallittu keskeytysaika on 6 tuntia ja haja-asutusalueella 36 tuntia. (Partanen, et al., 2015, p. 31)

Sähkömarkkinalaki luokittelee alle 2 megavolttiampeerin sähköntuotantolaitoksen pienimuotoiseksi sähköntuotannoksi. Alle 50 kW järjestelmien tuotanto on tällä hetkellä täysin verovapaata. Alle 2000 kVA:n laitoksista ei tarvitse maksaa veroa, jos sähköä ei siirretä ollenkaan yleiseen sähköverkkoon, muussa tapauksessa tuottaja joutuu maksamaan veroa itse kuluttamansa sähkön osalta.

Sähköverkkotoimintaa saa harjoittaa Suomessa sijaitsevassa sähköverkossa vain Energiamarkkinaviraston myöntämällä luvalla (*sähköverkkolupa*). Sähköverkkolupaa ei voida siirtää toiselle. Luvanvaraista ei ole sähköverkkotoiminta, jossa sähköverkolla hoidetaan vain kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäistä sähköntoimitusta. (Oikeusministeriö, FINLEX®, 2013)

4.1.3 Valvontalaki (590/2013)

Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta määrittelee, että Energiavirasto on oikeutettu ja valtuutettu toteuttamaan verkkoyhtiöiden sääntelyä ja valvontaa. Energiavirastolle on määritetty tehtävät kansallisena sääntelyviranomaisena. Sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnan ja seurannan tavoitteena on sähkön ja maakaasun hyvän toimitusvarmuuden, kilpailukykyisen hinnan ja kohtuullisten palveluperiaatteiden turvaamiseksi energian käyttäjille edistää tehokkaasti, varmasti ja ympäristön kannalta kestävästi toimivia kansallisia ja alueellisia sähkö- ja maakaasumarkkinoita sekä Euroopan unionin sähkön ja maakaasun sisämarkkinoita. (Oikeusministeriö, FINLEX®, 2013)

4.2 Säädökset ja tuet

Lait, säädökset ja tuet muodostavat reunaehdot kannattaville aurinkoenergiainvestoinneille (kuva 36).

Kuva 36. Tuet ja säädökset aurinkoenergiainvestoinneille (FinSolar, 2016)

4.2.1 Paneelien asentamisen lupakäytännöt

Aurinkopaneelien asentamisen lupakäytännöt vaihtelevat kunnittain. On mahdollista, että:

- Asentaminen on kielletty (rakennuksen julkisivu on suojeltu)
- Rrakennusvalvonta vaatii toimenpideluvan tai kaupunkikuva-arkkitehdin tai muun vastaavan hyväksynnän
- Rakennusvalvonta vaatii toimenpideilmoituksen (lomakkeen täyttäminen ja maksu)

- Rakennusvalvonta ei vaadi mitään.

Kuntakohtaisten erojen vuoksi oman kunnan rakennusvalvontaan on aina oltava yhteydessä hyvissä ajoin ja varmistettava oman kunnan käytäntö. (Motiva Oy, 2017)

4.2.2 Energiatuki (TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ, 2017)

Valtioneuvosto hyväksyi 28.12.2017 asetuksen energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista vuosina 2018 – 2022. Tuen tavoitteena on edelleen edistää etenkin uusiutuvan energian tuotantoa, energiansäästöä ja energiatehokkuutta. Tukea on tarkoitus kohdistaa entistä enemmän uuden teknologian hankkeisiin. Vuodelle 2018 tuen myöntövaltuutta on 55 miljoonaa euroa.

Työ- ja elinkeinoministeriö voi hankekohtaisen harkinnan perusteella myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille energiatukea sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät:

1. Uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä
2. Energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista
3. Muutoin energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi.

Tukihakemukset käsittelee pääsääntöisesti Innovaatiorahoituskeskus Business Finland. Työ- ja elinkeinoministeriö päättää tuen myöntämisestä investointihankkeeseen, jos hankkeen hyväksyttävät kustannukset ylittävät 5 000 000 euroa taikka hanke liittyy uuteen teknologiaan ja sen hyväksyttävät kustannukset ylittävät 1 000 000 euroa. Kaikki tukihakemukset toimitetaan Innovaatiorahoituskeskus Business Finlandin sähköisen asiointipalvelun kautta.

Tuettavat hankkeet ja tuen enimmäismäärät

Energiatuen osuus hyväksyttävistä kustannuksista voi investointihankkeessa olla enintään 30 prosenttia ja selvityshankkeessa enintään 40 prosenttia.

Investointihankkeessa energiatukea voidaan korottaa kymmenen prosenttiyksikköä siltä osin kuin hanke sisältää uutta teknologiaa. Selvityshankkeessa energiatukea voidaan korottaa

kymmenen prosenttiyksikköä, kun tuki myönnetään kunnalle taikka mikroyritysten sekä pienten ja keskisuurten yritysten määritelmästä annetun komission suosituksen (2003/361/EY) mukaiselle pienelle tai keskisuurelle yritykselle.

Tyypilliset hankkeet ja tuet vuonna 2018

Taulukko 2. Uusiutuvan energian investoinnit vuonna 2018 (tavanomainen teknologia)

Lämpökeskushankkeet (puupolttoaineet)	10–15 %
Lämpöpumppuhankkeet	15 %*
Aurinkolämpöhankkeet	20 %
Pienvesivoimahankkeet	15–20 %
Kaatopaikkakaasuhankkeet	15–20 %
Pientuulivoimahankkeet	20–25 %
Aurinkosähköhankkeet	25 %
Biokaasuhankkeet	20–30 %
Kuntasektorin uusiutuvan energian katselmukset	50 %

* Pois lukien jäte- ja hukkalämmön hyötykäyttöön liittyvät hankkeet, joihin sovelletaan energiansäästöön liittyviä tukiprosentteja.

Yli 1 MW:n hankkeiden osalta tukea voidaan myöntää vain ylimääräisiin investointikustannuksiin. Ylimääräiset investointikustannukset määritellään vertaamalla hanketta vastaavaan fossiilisiin energialähteisiin perustuvaan hankkeeseen, joka olisi realistisesti tehty ilman tukea. Tukea ei myönnetä:

- Lämpökeskuksille, joiden lämpöteho on yli 10 MW tai uusiutuvan polttoaineen osuus alle on 70 %
- Lämmöntuotantohankkeille, jos hankkeen seurauksena siirrytään kaukolämmöstä erilliseen lämmöntuotantoon.

- Uudisrakennuskohteissa tehtäviin hankkeisiin (pl. uusi teknologia ja aurinkosähkö-hankkeet).
- Energiavarastoihin (pl. osana laajempaa kokonaisuutta ja enintään 50 % hankkeen kokonaiskustannuksista)
- Maatilan yhteydessä toteutettaville hankkeille, ellei tuotetusta energiamäärästä käytetä vähintään 80 % kyseisen maatilan ulkopuolella
- Puu- ja kierrätyspolttoaineiden tuotantoon tarkoitetun kaluston (ml. hakkurit, murskaimet, hakekontit, muu kalusto) hankkimiseen (pl. uuden teknologian hankkeet).
- Polttoaineen jakeluun liittyviin investointeihin (pl. osana tuotantolaitosinvestointia)
- Jätteenpolttolaitoshankkeille
- Hankkeille, joiden hyväksyttävät kustannukset ovat alle 10 000 euroa.

4.2.3 Veroetuudet ja niiden reunaehdot

Kiinteistön omaan käyttöön tuotetun sähkön tai lämmön kannattavuus johtuu siitä, ettei siitä tarvitse maksaa siirtomaksuja eikä energiaveroja. Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta rajaa sähköverotuksen ja huoltovarmuusmaksun ulkopuolelle kiinteistökohtaiset järjestelmät, joiden nimellisteho ei ylitä 100 kVA:n tehoa tai 800 000 kWh:n vuosituotantoa.

Yli 100 kVA:n tehoisten laitteistojen omistajien tulee rekisteröityä verovelvollisiksi vuotuisen tuotantorajan valvomiseksi ja antaa veroilmoitus tuottamastaan sähköstä vuosittain Suomen tullille. Pientalokohteissa järkevä koko jää kuitenkin selvästi alle 100 kVA tehorajan, jolloin ne eivät ole edes ilmoitusvelvollisia.

Teollisuudelle ja isoille kiinteistöille 800 000 kilowattitunnin tuotantoraja mahdollistaa jopa 900 kWp:n tehoisen aurinkosähkövoimalan rakentamisen kulutuspisteeseen siten, ettei omaan käyttöön tuotetusta aurinkosähköstä tarvitse maksaa sähköveroa tai

huoltovarmuusmaksua. Periaatteessa sähkömarkkinalaki takaa kaikille sähkönkäyttäjille oikeuden liittää aurinkosähköjärjestelmiä sähköverkkoon. (FinSolar, 2016, p. 21)

Tuotettua aurinkosähköä voi käyttää itse tai myydä verkkoon. Kaikkea sähköntuotantoa sääntelee sähkömarkkinalaki. Koska sähköverkon hallinta on luvanvaraista toimintaa, sähkön jakelu kiinteistönrajan ulkopuolelle vaatii paikallisen jakeluverkkoyhtiön suostumuksen. Poikkeuksena sähkömarkkinalaki mainitsee tilanteen, jossa jakelu tapahtuu kiinteistöä vastaavan kiinteistöryhmän sisällä. Tämä tarkoittaa toisiinsa rajautuvia kiinteistöjä, jotka ovat saman tahon hallinnassa omistuksen tai sopimushallinnollisen järjestelyn kautta. Sopimushallinnollisella järjestelyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi vuokrausta. (FinSolar, 2016, p. 22)

4.2.4 Aurinkosähkön tulovero kotitalouksille

Kotitalouden sähköntuotannon tuloverotuksen ohjeet määrittelevät pääomatulon alaisen sähköntuotannon rajat. Kotitaloudet voivat tuottaa omaan käyttöönsä sähköä ilman verovelvollisuutta. Mikäli sähköä menee myyntiin, myydyn sähkön arvosta vähennetään tulon hankkimisesta aiheutuvat kulut eli poistot ja muut aurinkosähköjärjestelmän menot verovuoden ajalta. Suomen nykyisessä tuotantotukijärjestelmässä poistot ovat aina suuremmat kuin myydyn sähkön arvo, joten verotettavaa tuloa ei jää. (FinSolar, 2016, p. 27)

4.2.5 Sähköverkkoon liittymisen ehdot, Grid Code

Sähköverkossa taajuuden sallitaan vaihtelevan normaalitilanteessa 49,9 ja 50,1 hertsin (Hz) välillä. Jos sähköverkon taajuus on alle 50 Hz, kulutus on tuotantoa suurempi. Vastaavasti taajuuden ollessa yli 50 Hz, tuotanto on kulutusta suurempi.

Voimalaitoksen sähköverkkoon liittymisen ehdot määritellään niin sanotussa grid codessa, jossa määritellään voimalaitoksessa tuotetun verkkoon syötettävän sähkön laadun kriteerit ja voimalaitoksen toiminta verkon erilaisissa toimintatilanteissa. Suomessa ehdot on

määritelty sähköverkon tasevastaavan Fingrid Oyj:n julkaisemassa *"Voimalaitosten järjestelmä- tekniset vaatimukset VJV2013, 27.9.2013"* - nimisessä julkaisussa. VJV2013:ssä ei ole suoraan määritelty kriteerejä aurinkovoimalaitoksille, joten toistaiseksi aurinkovoimalat rinnastetaan toiseen säästä riippuvaan sähköntuotantomuotoon eli tuulivoimaloihin.

Teholuokan 1 voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 0,5 MW, mutta alle 10 MW. Alle 5 MVA voimalaitokset voidaan liittää suoraan voimajohtoon. Näissä tapauksissa liityntä tulee varustaa eroonkytkentäreleistyksellä ja runkojohto tahdissaolovalvontarelein. Näillä varmistetaan, että voimalaitos irti kytkeytyy runkojohdon vikatilanteessa ennen kuin jälleenkytkentäreleistys yrittää kytkeä johdon uudelleen kiinni, ja että voimalaitos ei jää syöttämään vikapaikkaa.

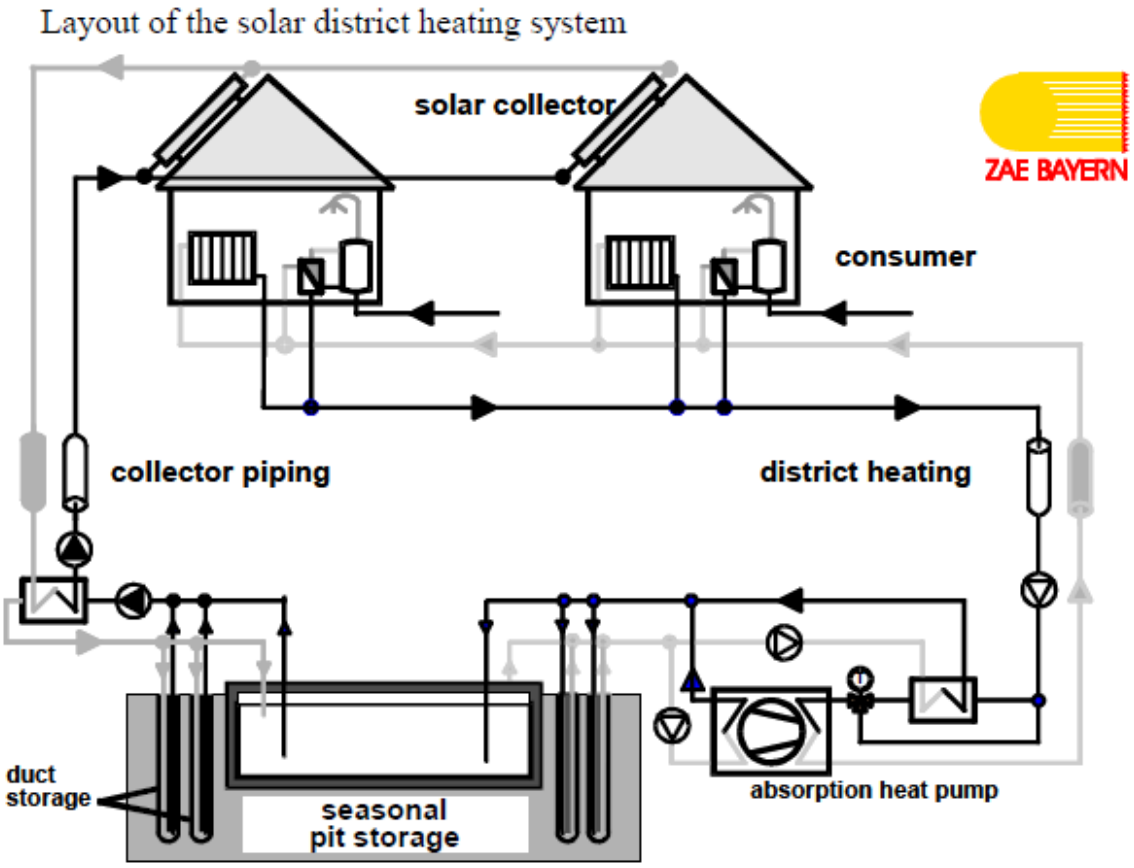
Yli 5 MVA voimalaitokset tulee liittää aina kytkinlaitokseen. Mikäli kytkinlaitosta ei ole lähellä voimalaitosta, se on rakennettava vähintään kolmen katkaisijakentän laajuisena esimerkiksi lähimpään kantaverkon voimajohtoon. Voimalaitoskenttä on edellä mainituista syistä varustettava myös eroonkytkentäreleistyksellä. (Fingrid, 2013)

4.3 Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet ja kaukolämpö

Aurinkoenergian hyödyntäminen lämmöntuotannossa on toistaiseksi Suomessa vähäistä, mutta kiinnostus aurinkolämmön hyödyntämiseen niin kiinteistöissä kuin keskitettyinä ratkaisuina kasvaa jatkuvasti. Aurinkolämpöä voidaan käyttää veden ja tilojen lämmitykseen, höyryn tuotantoon ja jäähdytykseen. Aurinkoenergian hyödyntämisen erityispiirteenä on säteilyn voimakas kausi- ja vuorokausivaihtelu. Valtaosa vuosittaisesta säteilystä saadaan Suomessa maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana, kun taas talvikuukausina säteily jää hyvin vähäiseksi. Tästä seuraa, että aurinkolämpö ei voi yksinään korvata mitään lämmitysmuotoa, vaan sen rinnalle tarvitaan talvikauden lämmitysratkaisu.

Aurinkolämmöllä toteutettu kaukolämmityksen pohjapiirustus on esitetty alla (kuva 37). Ratkaisu koostuu aurinkokeräimistä, lämmön kausivarastosta, kaukolämpöjärjestelmän

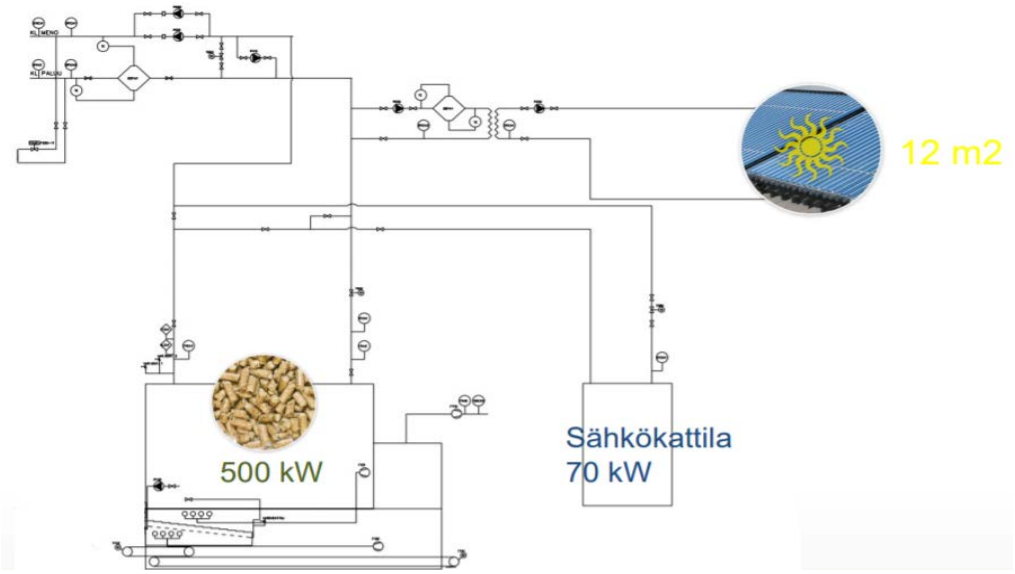
putkistosta, lämpökattilasta tai absorptiolämpöpumpusta lämmön varalähteenä sekä asiakkaiden järjestelmistä. Aurinkokeräimet tuottavat lämpöä suoraan kaukolämmitysverkkoon tai varastoon. Lisälämmön tarve otetaan joko kausivarastosta tai varalämmönlähteestä. Tässä ratkaisussa aurinkolämpöä varastoitiin sekä maanalaiseen vesisäiliöön että porakaivovarastoon. Varastointimenetelmä on hybridilämpövarasto. Tämänlaisen kausilämpövaraston perusedellytys on jopa 90 °C: n varastointilämpötila, jotta on järkevää ottaa käyttöön aurinkolämmöllä toteutettu kaukolämpöjärjestelmä.



Kuva 37. Aurinkokeräimillä toteutettu kaukolämpöratkaisu (Reuß, et al., 2016)

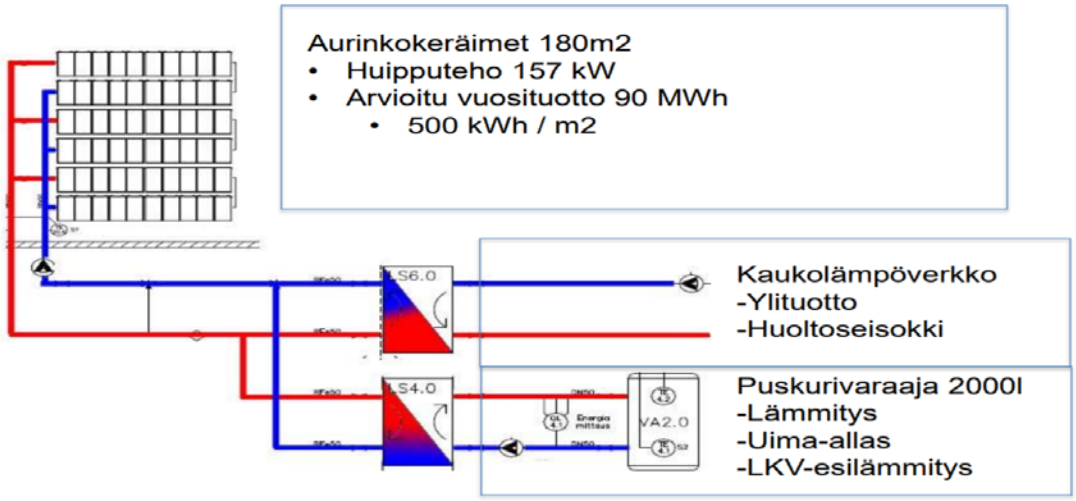
Yksi järkevimmistä ja mielenkiintoisimmista ratkaisuista on pelletin ja aurinkolämmön yhdistelmä – aurinkolämpöhybridi (kuva 38). Kuvan lämpöhybridikeskuksen kokonaisinvestointi oli 350 000 euroa kuvassa olevan noin 250 – 300 kWh/m² (3 MWh) vuosituotannon aurinkolämpökeräimillä. Aurinkolämpöjärjestelmän (12 m²) osuus investoinnissa oli noin 12 000 euroa (3,4 %). Lisäksi ratkaisuun saatiin energiatukea ELY-keskukselta 15 %

investoinnista. Lämpöhybridikeskuksen toimituksessa yleisesti toimivin menetelmä on avaimet käteen -periaatteella. Tasokeräimiä suositaan Suomessa niiden paremman kestävyyden ja kotimaisen valmistajan takia.



Kuva 38. Aurinkolämpöhybridin toteutusperiaate (Anttonen, 2016)

Hämeenlinnan uimahallin peruskorjaus vuosina 2016 – 2017 on hyvä esimerkki modernista energiaratkaisusta, jossa julkinen rakennuttaja on hyödyntänyt aurinkolämmön mahdollisuuksia ja samalla toteuttanut vastuullista energiapolitiikkaa. Uimahalli käyttää hybridilämmitystä, jossa on yhdistetty kaukolämpö, maalämpö ja aurinkolämpö (kuva 39).

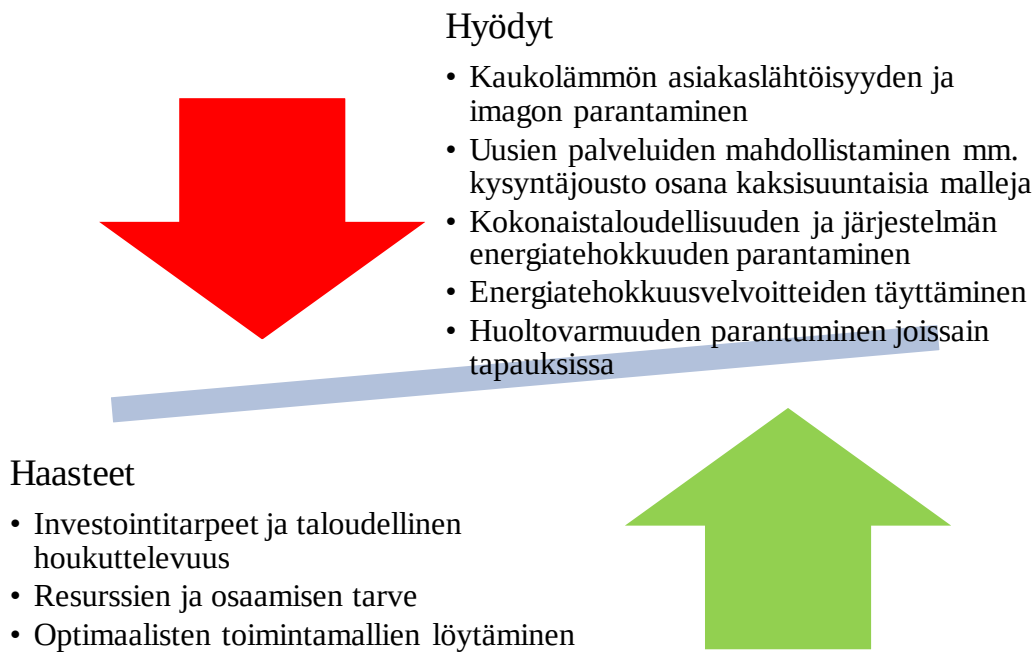


Kuva 39. Hybridilämmitysjärjestelmä (Sundial Finland Oy, Jarno Kuokkanen, 2017)

Auringon lämpösäteilyn talteenotossa suuret keräimet ovat kustannustehokkaampia ja toimivat paremmalla hyötysuhteella kuin pienemmät – hajautetut keräimet. Siksi aurinkoenergian hyödyntäminen sopii hyvin kaukolämmön tuotantoon.

Hybriditekniikoilla energiatekniikassa tarkoitetaan yleensä järjestelmiä, joissa voi olla yhdistettynä uusiutuvan energian eri ratkaisuja keskenään tai uusiutuvan energian ratkaisuja yhdistettynä jo olemassa olevaan vanhempaan tekniikkaan. Uusiutuvan energian tekniikoiden yhdistämisessä ajatuksena on taata jatkuvampi, tasaisempi energiansaanti ja välttää kausivaihtelut tuotannossa. Uusiutuvan energian yhdistämisessä jo olemassa olevaan teknologiaan on sama tavoite ja toisaalta vältetään poistamasta vielä toimivaa ja tuottavaa teknologiaa. Yhdistämällä useampi energiantuotantotapa hybrituotannoksi muodostetaan paikallisiin tarpeisiin vahva energiantuotanto. (Peura, et al., 2017)

Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä viitataan kaksisuuntaiseen asiakkaaseen, joka sekä ostaa kaukolämpöä, että myy itse omaa lämmöntuotantoaan tai ylijäämälämpöä verkkoon (kuva 40). Verkon kannalta ajateltuna kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan myös nähdä verkkona, johon erilaiset tuottajat voivat syöttää lämpöä. Lämpöä käyttävät asiakkaat voivat ostaa lämpöä. (Patronen, 2016)



Kuva 40. Kaksisuuntaisen kaukolämmön hyödyt ja haasteet (Soveltaen Patronen, 2016)

Hyvä ja innovatiivinen energiaratkaisu on Turun Skanssin alueen kaksisuuntainen kaukolämpöratkaisu, jossa painopisteeksi valittiin uusiutuva lähienergia. Turku Energia päätti lähteä mukaan, koska perinteinen kaukolämpö on tuotteena haasteiden edessä siitäkin huolimatta, että kaukolämpö menee edelleen hyvin kaupaksi. Asiakkaiden tietoisuus ja kiinnostus muihin lämmitysratkaisuihin on lisääntynyt. Uusien liiketoimintamallien kehittämiseen on lähdetty tavoitteena kannattavuus, positiivinen julkisuus ja hiilineutraalisuus.

Aurinkolämmön vaikutus muun kaukolämmön tuotannon toimintaan riippuu aurinkolämmön tuotannon suuruudesta, muiden laitosten ajojärjestyksestä, minimikuormista, seisokkien pituudesta sekä mahdollisuudesta apujäähdytykseen. (Pöyry, 2013)

4.4 Aurinkoenergian kannattavuus

Aurinkoenergiasta on tullut Suomessa taloudellisesti kannattava energialähde vuonna 2014 seuraavilla ehdoilla (Auvinen, 2016):

1. Aurinkoenergia hyödynnetään suoraan kiinteistöjen omaan kulutukseen, koska aurinkoenergian omasta käytöstä ei tarvitse maksaa siirtomaksuja ja energiaveroja.

2. Investointiin voi saada Työ- ja elinkeinoministeriön energiatukea.

3. Järjestelmän sijainti, mitoitus ja hankinnan kilpailutus on tehty onnistuneesti.

4. Aurinkoenergialla korvataan suhteessa kalliimpaa ostoenergiaa, kuten ostosähköä tai lämmitysöljyä.

5. Investoinnin taloudellinen kannattavuus arvioidaan takaisinmaksuajan sijaan investoinnin nettonykyarvona (NPV), investoinnin sisäisenä korkokantana (IRR, internal rate of return) ja omakustannustuotantohintana paneelien tai keräinten takuuajan (25-40 v.) pituisella laskenta-ajalla.

Aurinkoenergiainvestoinnin taloudellista hyötyä ja tuottoja tulee tarkastella koko elinkaaren yli. Takaisinmaksuaika ei sovi aurinkoenergiainvestointien kannattavuuden arviointimenetelmäksi. Takaisinmaksuaika ei ole yksin soveltuva menetelmä eikä anna oikeaa kuvaa

aurinkoenergiainvestoinnin kannattavuudesta, koska aurinkopaneelien tai -keräinten käyttöikä on noin 30 vuotta ja järjestelmä on teknisesti hyvin toimintavarma. (FinSolar, 2016)

Taulukko 3. Tyypillisiä investointien kannattavuuden tarkastelutapoja energiayhtiöissä ja kunnissa.

Energiayhtiöiden lähtökohdat keskimäärin:		Kuntien lähtökohdat keskimäärin:	
Investoinnin laskenta-aika	15 vuotta	Investoinnin laskenta-aika ja ”tuotto-odotus”	8 vuotta
Laskentakorko (tuotto-odotus + rahoituskulut)	10 %	Laskentakorko (rahoituskulut)	2 %

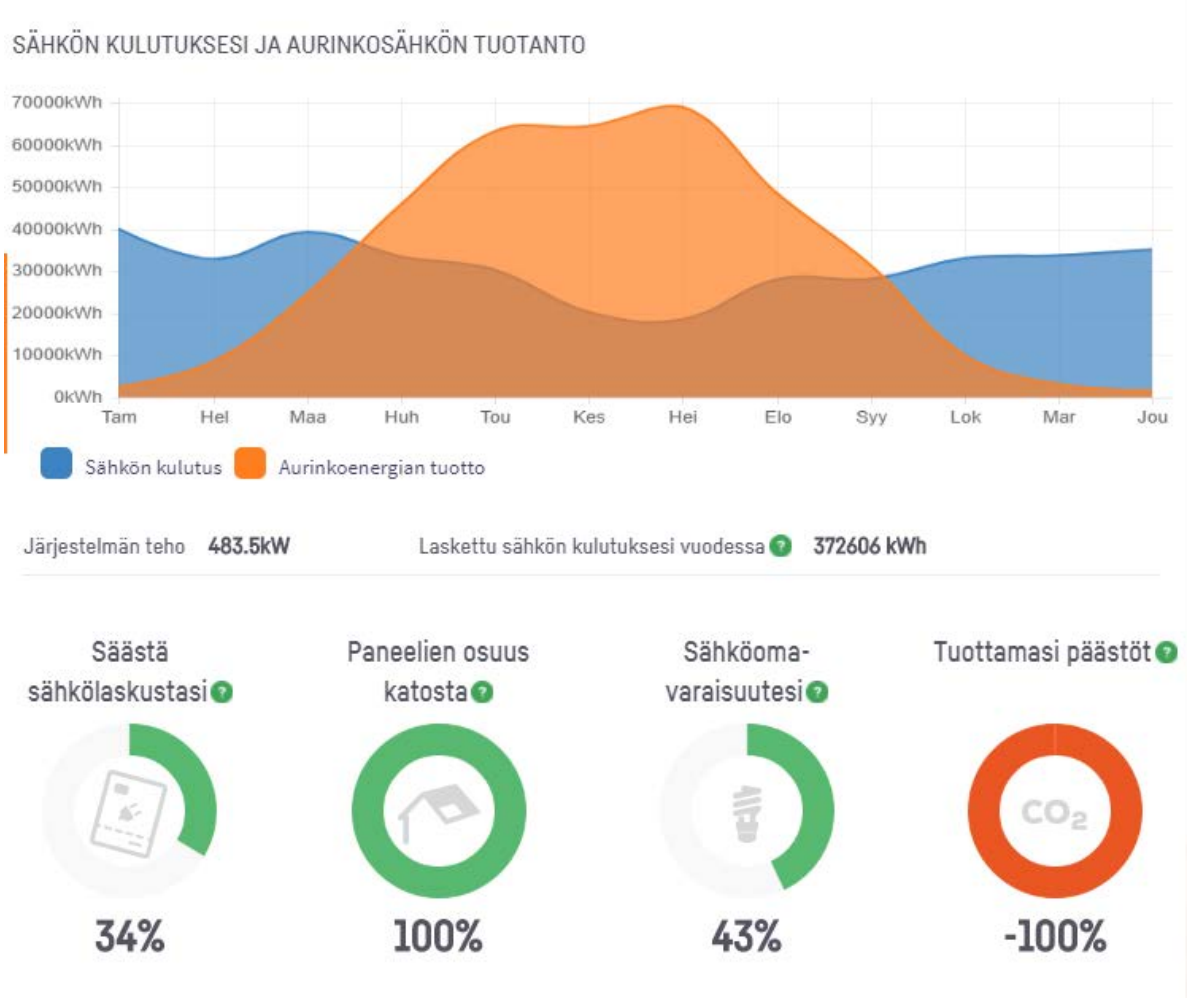
Sähkön pientuotannossa aurinkosähkö kasvatti kapasiteettiaan suhteellisesti eniten vuonna 2016. Energiaviraston keräämien tilastojen mukaan aurinkosähkökapasiteettia oli Suomessa vuoden lopussa noin 27 MW, kun sitä vuotta aiemmin oli noin 8 MW. Kapasiteetti siis yli kolminkertaistui. Aurinkosähkön määrän voimakkaasta kasvusta huolimatta sen osuus Suomen tuotantokapasiteetista on yhä pieni – noin 0,17 prosenttia.

Taulukko 4. Aurinkopaneeli (PV) -ratkaisu, LCOE-hinnat, c/kWh, 30 vuoden elinkaari (Auvinen, 2017)

Järjestelmän hinta	**LCOE-hinta (VAT 0%)**	**Esimerkki ympäristö**	**Tuet & verot**	**Ratkaisun LCOE-hinta**
Halvin 950 €/kW_p	**4,2** c/kWh	Katto-asennus 900 kW PV-ratkaisu teollisuuskohde	25 % investointituki, VAT 0%	**3,3** c/kWh

Kallein 2000 €/kW_p	**8,6** c/kWh	Pieni 3 kW katto-asennus asuintalon yhteydessä	Ei tukia, VAT 24%	**11 c/kWh**

Kuvassa 41 on laskettu Liedon kunnan omistuksessa olevan Lietohallin katolle asennettavan aurinkosähköjärjestelmän kannattavuus hyödyntäen Sun Energian kannattavuuslaskuria ja Lietohallin pohjatietoja.



Kuva 41. Lietohallin aurinkosähkön kannattavuus (sunenergia, 2018)

Kaukolämpöyhtiön sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP-tuotanto) rajoittaa merkittävästi mahdollisuutta hankkia varsinaisen kaukolämpölaitoksen ulkopuolella tuotettua lämpöä,

sillä CHP-laitoksen sähköntuotannon hyötysuhde saattaa laskea, mikäli paluupuolelle syötetään lämpöä. Kaukolämpöyhtiössä, jossa tuotetaan vain lämpöä, on periaatteessa melkein aina kannattavaa hyödyntää hajautetusti tuotettua lämpöä, mikäli se maksaa vähemmän kuin lämmön tuottaminen muulla tavoin. Tuotantokustannuksissa polttoaineen hinnalla on merkittävä rooli. Kaasun tai kevyen polttoöljyn käyttö polttoaineena tekee hajautetusti tuotetun lämmön hankinnan usein kannattavaksi. (Vihanninjoki, 2015)

Hajautetun tuotannon kannattavuuteen saattaa vaikuttaa – mikäli ei toisin sovita – kaukolämmön yleiset sopimusehdot. ”Asiakkaan on huolehdittava siitä, että kaukolämpövesi asiakkaan laitteissa jäähtyy kunakin laskutuskautena keskimäärin vähintään 25 °C ja kaukolämpöverkkoon palaavan veden lämpötila on enintään 65 °C.” (Energiateollisuus ry, 2017)

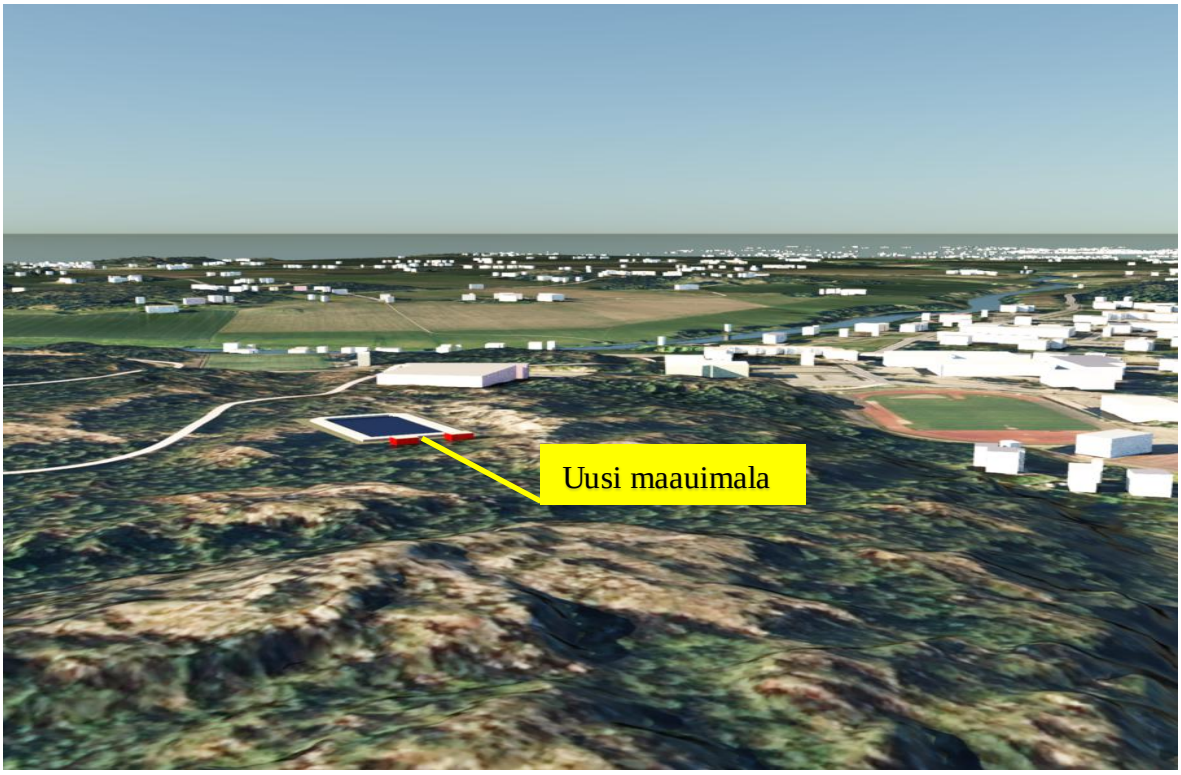
Kiinteistökohtaisen aurinkolämpöjärjestelmän merkittävin kannattavuuteen vaikuttava tekijä on järjestelmän investointikustannus, jonka osuus aurinkolämmön tuotantokustannuksesta on yli 85 % (Pöyry, 2013). Aurinkolämpöjärjestelmän hankinnan merkittävimmät komponentit ovat keräinten, keräinpiirien sekä varaajan mitoittaminen ja suunnittelu. Koska keräinten hinta on merkittävästi laskenut vuoden 2013 jälkeen, aurinkolämpöjärjestelmä on tullut kannattavaksi.

Energiayhtiölle energiatuki ja syöttötariffijärjestelmä ovat keskeiset uusiutuvan energian edistämisen tukimuodot. Energiatukia myönnetään yritysten ja julkisten toimijoiden uusiutuvan energiaan liittyville pienille investoinneille.

Liedon kunta ja Liedon Lämpö Oy palvelevat kunnan asukkaita. Asukkaiden toivelistan kärkisijalla on ollut pitkään uimahalli - vielä senkin jälkeen, kun Tarvasjoen kunta pakkoliitettiin Lietoon vuonna 2015. Samassa yhteydessä Lieto sai uimahallin. Koska aurinkolämpö soveltuu erityisen hyvin uima-altaan veden lämmitykseen ja hybridijärjestelmäksi kaukolämmön kanssa, haluttiin tutkia maauimalan kannattavuutta sijoitettavaksi Lieto hallin viereen kallion päälle. Sijainti on otollinen niin asiakkaiden, kaukolämmön saatavuuden kuin vuotuisen aurinkosäteilyn kannalta. Tutkimuksen pohjatietona käytettiin Hämeenlinnan uimahallin teknisiä tietoja, Turun Kupittaan maauimalan vuoden 2017 kuukausitason

toteutuneita lämmönkulutuslukemia – koko vuosi 1118,9 MWh. Kupittaan maauimalassa on kolme allasta: iso allas, syväallas ja lastenallas. Lämmönkulutuksessa oli mukana yksi huoltorakennus. Maauimala on kesällä auki toukokuun lopusta elokuun loppuun. Laskennassa hyödynnettiin JRC:n interaktiivista karttaa (linkki alla) auringon säteilyn laskennassa havainnekuvan (kuva 42) osoittamassa kohdassa päivätasolla.

Location: 60°29'53" North, 22°26'59" East, Elevation: 14 m a.s.l., http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php



Kuva 42. Havainnekuva Liedon uuden maauimalan sijainnista kannattavuuslaskelmassa

Taulukko 5. Lieto, Vierunpuisto kannattavuuslaskelma, maauimala tammikuu - joulukuu

Lämmön kuluttajahinta veroineen €/MWh	79.3
Arvio ostolämmön hinnan noususta % per vuosi	2.0%
Aurinkolämpöjärjestelmän koko neliöinä (säädä kokoa sellaiseksi, jolla kannattavuus on mahdollisimman korkea)	180

Järjestelmän investointikustannus € (laitteet ja asennus)	€50,400
Investointituki, % alkuinvestoinnista	20%
Oma kiinteistöarvo-, brändi- tai ympäristötuki investoinnille €	€10,000
Investoinnin laskentakorko, esim. pankin korkokulu	2.0%
Aurinkolämmön ylijäämätuotannon myyntihinta €/MWh	0.0

Oletuksia ja välituloksia:			
Aurinkolämpöjärjestelmän vuosituotto (kWh/v)			83225
Järjestelmän hyötysuhde			0.40
Aurinkolämmön myynnin tai ylijäämän osuus % vuodessa			38%
Kiinteistön lämmmönkulutus yhteensä vuodessa kWh			1118900
Aurinkovoimalan vuosittainen energiantuotannon vähenemä %/v			-1%
Investoinnin käyttöikä vuotta			30
Aurinkolämmön osuus lämmönkulutuksesta			5%
Järjestelmän kustannus tukien jälkeen €			€30,320
Ylläpito- ja huoltokulut 30 vuoden elikaaren aikana, % alkuinvestoinnista			5%

Kannattavuus			
Investoinnin nettonykyarvo eli kokonaistuotto tai -tappio 30 vuoden käyttöiällä			**71,450 €**
Takaisinmaksuaika vuotta			**7**
Investoinnin sisäinen korkokanta 30 vuoden käyttöiän aikana			**14.0%**
Hyödynnettävän aurinkolämmön tuotantohinta 30 vuoden ajalla €/MWh			**24.30**

Investointi on kannattava 180 m² keräinpinta-alalla ja laskelmassa käytetyillä tukimuodoilla laskettuna. Tavoitteena oli saada optimaalinen tulos siten, että Liedon Lämmön asettama tuotantohinta 24 €/MWh saavutetaan. Tuotantohinnaksi saatiin 24,30 €/MWh, mutta laitteiston asennus- ja hankintahintana käytettiin vuosien 2014-2015 FinSolarin hintaa 280 €/keräinneliö. Aurinkokeräimien hinta on laskenut noin 10 prosenttia/vuosi. Takaisinmaksuajaksi saatiin seitsemän vuotta. Mikäli yhtiön oma ympäristötuki 10.000 € poistetaan laskelmasta, tuotantohinta nousee 31,70 €/MWh ja takaisinmaksuaika kasvaa kymmeneen vuoteen. Investointi on edelleen kannattava, kun huomioidaan aurinkokeräimien pitkä elinkaari ja pienet huoltokustannukset. Kannattavuuslaskurissa ei ole huomioitu Aurinkolämmön ylijäämätuotannon mahdollista myyntihintaa (78,30 €/MWh), jolloin kannattavuus paranisi edelleen riippuen kesän säästä.

Kuntien kiinteistöt ja yhteisöt voivat myös hakea energiatukea uusiutuvan energian investointeihin. Tukiprosentit eri energiamuodoille ovat samat kuin energiayhtiöille. Uusiutuvan hajautetun energian kannattavuuteen vaikuttavat ostosähkön ja kaukolämmön osalta päästökauppa ja lämmön tuotannon polttoaineverot sekä polttoöljyn osalta polttoaineverot. Kuntien kiinteistöjen uusiutuvan energian tukia rajoittaa se, että energiatukea ei myönnetä lämmöntuotantohankkeille, jos hankkeen seurauksena siirrytään kaukolämmöstä erilliseen lämmöntuotantoon, eikä uudisrakennuskohteiden lämpöpumppuhankkeisiin. (Peura, et al., 2017)

Laskentamalli: öljylämmityksen korvaaminen pellettilämmityksellä kunnan kiinteistössä. Kohteen energiankulutus vuodessa 1000.0 MWh/vuosi. Investointituen osuus alkuinvestoinnista 13 %. (Auvinen, 2016)

Tulokset: (Taulukko 6)

Investoinnin tekijän kriteerien mukaan:		
Laskenta-aika	8	vuotta
Investoinnin sisäinen korkokanta (IRR)	11.9	%
Investoinnin nettonykyarvo NPV	22 500	euroa
Takaisinmaksuaika	5	vuotta

Uusiutuvan energiajärjestelmän pitoajan/elinkaaren mukaan:

Laskenta-aika	20	vuotta
Investoinnin sisäinen korkokanta (IRR)	19.5	%
Investoinnin nettonykyarvo (NPV) korolla:	109 060	euroa

Johtopäätökset: investointi on hyvin kannattava

4.5 Digitalisaatio ja kaukolämpö

Digitalisaatiolla tarkoitetaan tässä yhteydessä teknologian mahdollistamaa kehitystä. ”Digitalisaatio – kuinka pitkään energiayhtiöt hallitsevat kenttää? Suuret ICT-yhtiöt tulevat. Uudet teknologiset innovaatiot muuttavat alan lainalaisuuksia” otsikoi esityksessään Jukka Leskelä Energiateollisuus Ry:stä kaukolämpöpäivillä Mikkelissä vuonna 2016 ja hyvästä syystä. (Leskelä, Jukka; Energiateollisuus Ry, 2016)

Digitalisaatio on yksi suurimmista kaukolämpöalan toimintaympäristön ja markkinan globaaleista muutosajureista. Suuret tietotekniikkajätit – kuten IBM – aloittivat 2000-luvun alussa keskustelun älykkäästä maapallosta (Smart Planet). Vuosien kuluessa keskustelu jatkui otsikoilla älykkäät kaupungit (Smart City) ja älykkäät kodit (Smart Home) – jopa älykkäät WC:t (Smart Toilet).

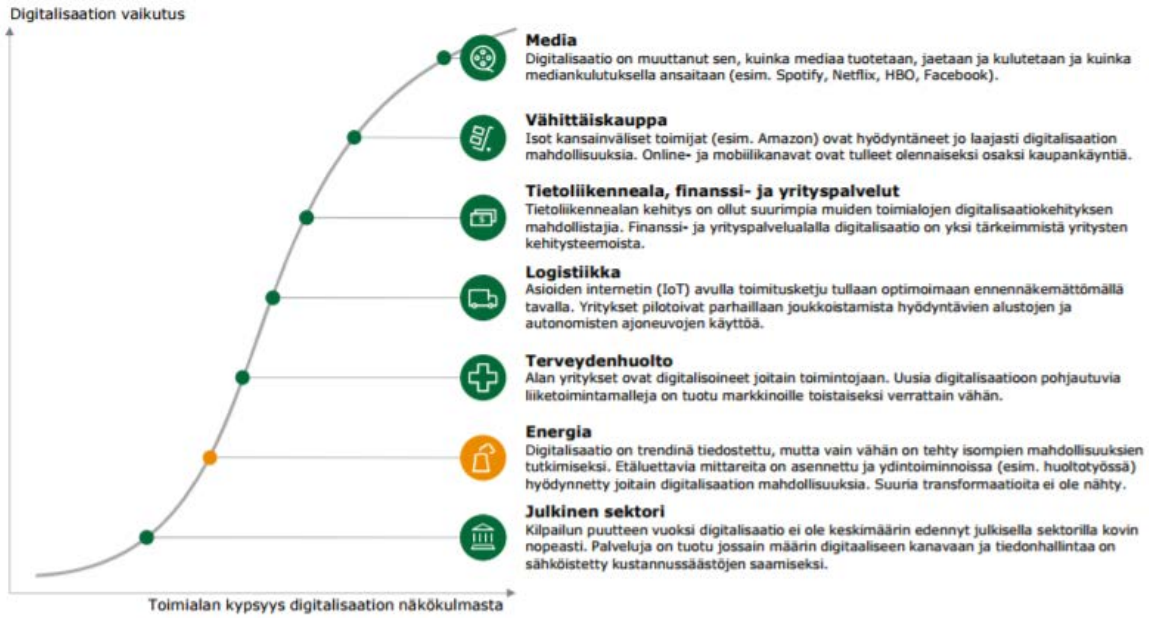
Suomessa älykkäät kaupungit ja kodit ovat olleet otsikoissa noin kolme vuotta. IBM Suomi on viimeiset kolme vuotta pitänyt isoja asiakastilaisuuksia, joissa pääteemana on ollut kognitiivinen – itseoppiva – tietotekniikka ja sen sovellukset. Energiateollisuudessa keskustellaan seuraavan sukupolven älykkäästä verkosta termeillä, kuten Smart Grid tai Smart Thermal Grid. Digitalisaatio tuo myös mukanaan uusia haasteita liittyen huoltovarmuuteen, tietoturvaan yleensä sekä kyberhyökkäyksiin.

IBM:n mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana energiateollisuudessa syntyy uusia asiakasympäristöjä, uusia verkkoja ja uusia liiketoimintamalleja. Seuraavat viisi teknologiamurrosta terästävät energiasektoria: 1. Esineiden internet 2. IT ja tuotantoteknologia 3. Tilannetietoisuus 4. Big Data 5. Pilviteknologia.

IBM:n mielestä elinkelpoiset korvikkeet nousevat esiin, asiakkaiden sitoutuminen syventyy ja ydinvaatimukset ovat edelleen olemassa (IBM, 2017). Elinkelpoisten energian korvikkeiden nousu tuo esiin uusia liiketoiminnallisia ja teknisiä haasteita, kuten tarjonnan jaksottaisuus, kysynnän joustot ja liiketoiminnan siirtyminen ulkomaille.

Aurinkoenergian siirtyminen kantaverkkoon, uusiutuvan energian ja varastointitekniikoiden yleistyminen ja kasvava kyky kysyntälähtöiseen asiakaspalveluun, ovat merkittäviä vaihtoehtoja perinteisen energialiiketoiminnan arvoketjussa. Kun uudet energiaratkaisut kehittyvät, vaaditaan monipuolista ja välitöntä vuorovaikutusta asiakkaiden kanssa hyödyntäen ensisijaisesti sosiaalista mediaa ja mobiilisovelluksia. Alan muutoksista huolimatta keskeiset odotukset toimittaa turvallista, luotettavaa, edullista ja kestävää energiaa säilyvät.

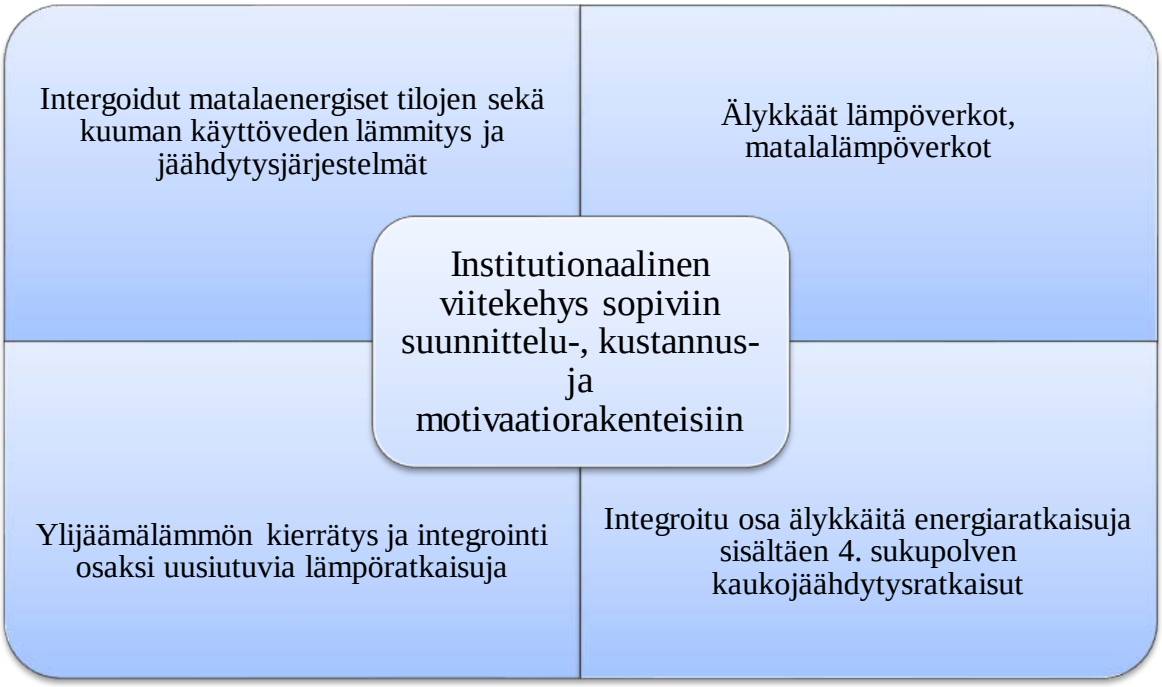
Kaukolämpöalan suuret, toimialan perusrakenteisiin ja toimintamalleihin vaikuttavat muutokset ovat vasta tulossa. Digitalisaation näkökulmasta koko energia-ala on edelleen yksi vähiten kehittyneimmistä toimialoista (kuva 43). Digitalisaatio luo kaukolämpöyhtiöille laajasti mahdollisuuksia menestyä kilpailussa sekä tukee uusien liiketoimintamahdollisuuksien syntymistä. Digitalisaatio vauhdittaa kaukolämpöalalla tapahtuvaa murrosta sekä parhaimmillaan auttaa yrityksiä pärjäämään muutoksessa, vaikka digitalisaatio ei olekaan merkittävin yksittäinen muutostekijä kaukolämpöyhtiöiden toimintaympäristössä. Digitalisaation avulla kaukolämpöyhtiöt voivat vastata paremmin asiakkaiden tarpeisiin ja odotuksiin. (Kohopää, Antti, Energiateollisuus Ry, 2016)



Kuva 43. Havainnollistus toimialojen keskimääräisestä vaiheesta digitalisaatiossa globaalisti (Deloitte University Press, 2016)

Kaukolämmityksen 4. sukupolven ratkaisut sisältävät samat palvelut kuin edeltävät sukupolvet, mutta palvelut tuotetaan matalammalla lämpötilalla ja korkeammalla tehokkuudella kuin aikaisemmin (kuva 44). Lisäksi fossiilisten energialähteiden korvaajiksi ovat tulleet uusiutuvan energian teknologiat.

Aurinkoenergian kannalta digitalisointi luo uusia ja parempia liiketoimintamahdollisuuksia, vähentää kustannuksia ja parantaa suorituskykyä. Digitalisointi voi olla keino integroida monipuolisia uusiutuvan energia lähteitä kantaverkkoon, jolla saavutetaan koko kantaverkon laajuisia hyötyjä. Tämä mahdollistaa uusiutuvan energia korkeamman osuuden energianlähteistä järjestelmässä, mikä ei olisi ollut mahdollista ilman älykkäiden teknologioiden käyttöön ottoa. (SolarPower Europe, 2017)



Kuva 44. Esimerkki 4. sukupolven kaukolämmön käsitteestä (Soveltaen Lund, et al., 2014)

4.6 Energiayrittäjyys

Suomessa aurinkoenergia-alan kehitystyö alkoi jo 1970-luvun lopussa, jolloin mm. perustettiin Aurinkoteknillinen yhdistys (ATY) 1979. 1980-luvulla käynnistyi alan tutkimus ja perustettiin ensimmäinen yritys. Monista ponnisteluista huolimatta alalle alkoi tulla enemmän toimijoita Suomessa kuitenkin vasta vuoden 2009 jälkeen kansainvälisten markkinoiden esimerkin innostamina (Nissilä, et al., 2014). Uutta kasvua olivat käynnistämässä yritykset, joilla oli suoraa kansainvälistä kytkentää (Luvata, ABB, Fortum, NAPS) ja uudet kotimarkkinoille suuntautuneet yritykset.

Suomalaisen energiayrittäjyyden tavoitteena on lisätä kotimaisen raaka-aineen käyttöä, luoda positiivisia alueellisia vaikutuksia, energiaomavaraisuus sekä innovatiivisuus. Innovatiivisuus synnyttää teknologisia keksintöjä ja patentteja, jotka rohkaisevat siirtymään kansainvälisille markkinoille. Tyypillisiä toimialoja ovat polttoaineen tuotanto, energiapuun korjuu, lämpöyrittäjyys, biokaasun tuotanto sekä pelletin ja briketin tuotanto.

Kaikessa liiketoiminnassa pätee sääntö, että yritykset eivät voi hoitaa kaikkea tuotteiden raaka-aineista käyttäjien tukemiseen saakka. Liiketoiminnassa tarvitaan monia toisiaan täydentäviä toimijoita, jotka vain yhdessä pystyvät tuottamaan tehokkaasti kaikki tarvittavat materiaalit, komponentit, suunnittelun, kokonaisjärjestelmän, asennustyön, huollon ja logistiikan vaiheiden välillä.

”Uusille toimialoille on tyypillistä, että aluksi yritykset joutuvat tekemään liikaa, koska yhteistyökumppaneita ei ole vielä syntynyt. Paradoksaalisesti useimmissa tapauksissa on myös hyväksi, että alalla on monia kilpailijoita, koska monet ostajat haluavat kilpailuttaa toimijoita ja varmistua siitä, että tarpeen tullen löytyy joku yritys, joka pystyy auttamaan ongelmien tullessa eteen. Tästä syystä uuden toimialan luomisen keskeinen tehtävä on yhteistyökumppaniverkoston rakentaminen ja omaan parhaaseen osaamiseen perustuvan paikan hakeminen kehittyvässä useiden toimijoiden ekosysteemissä eli arvoketjussa.” (Lovio, 2017)

Suomessa aurinkosähköä myydään monella mallilla. Perinteisiä off grid-mökkiratkaisuja on myyty valmispaketteina, joissa asiakas useimmiten itse asentaa yksinkertaisen järjestelmän. Verkkoon kytketyt järjestelmät myydään sen sijaan useimmiten avaimet käteen -periaatteella. Seuraava ja maailmalla varsin yleinen malli on se, että ostaja ostaa vain sähkön. Itse voimalan investoi ja huoltaa myyvä yritys sovitun, esimerkiksi 10 vuoden alkujakson ajan (PPAmalli: ’power purchase agreement’).

Suomalaiset energiayhtiöt ovat tuoneet markkinoille mallin, jossa asiakkaat maksavat kuukausivuokraa paneelista ja saavat vastineeksi paneelin tuottaman sähkön. Oulun Energia on vielä kehittänyt Farmivirta-mallin, jossa aurinkosähkön tuottaja voi myydä sähkönsä jollekin taholle siten, että tuottaja ja käyttäjä sopivat hinnoista ja energiayhtiö vain välittää sähkön perille perien verot ja siirtomaksut. (Lovio, 2017)

Lämpöyrittäminen on yritystoimintaa, jossa yritys myy käyttäjälle lämpöä sovittuun hintaan, joka sidotaan indeksiin. Polttoaineina lämpöyritys voi hyödyntää eri lähteistä saatavia

biopolttoaineita, kuten metsähaketta, pellettiä, puunjalostuksen sivutuotteita, peltobiomassoja ja turvetta. Useimmiten lämpöyrittäjät käyttävät omasta metsästä saatavaa haketta, mutta polttoainetta voidaan myös ostaa esimerkiksi metsänhoitoyhdistykseltä.

Lämpöyrittäjäkohteiden lämpölaitosten teho vaihtelee parista sadasta kilowatista useampaan megawattiin. Tyypillinen lämmitettävä kohde voi olla esimerkiksi koulu, muu suuri kiinteistö tai aluelämpöverkko. Hankinnan vaativuus kasvaa kohteen kokoluokan ja liittyjien määrän kasvaessa.

4.6.1 Lämpöyrittäjyyden hyödyt kunnalle

Lämpöyrittäjyys on usein vaihtoehto öljylämmitykselle alueilla, joissa laaja kaukolämpöverkko ei ole kannattavaa. Tällöin lämpöyrittäjä voi toimittaa lämpöä yksittäisiin kiinteistöihin tai pieniin alueverkkoihin. Puu- ja bioenergian hintakehitys on ollut huomattavasti maltillisempaa kuin öljyn. Lämpöyrittäjyyden kautta voidaankin saada selkeitä kustannussäästöjä vähentyneiden ympäristövaikutusten lisäksi. Lämpöyrittämisellä on myönteisiä vaikutuksia kunnan työllisyyteen.

PTT:n tutkimuksen mukaan hake työllistää lämpökohteessa 0,45 htv/1000 m³. Lämmöstä maksettu raha jää alueelle, paikalliset lämpö- ja hakeyrittäjät saavat hyvät edellytykset toiminnalleen ja kunta sitä kautta verovaroja. Kunta säästää energiakustannuksissa ja energiantuotannon huoltovarmuus paranee hyvin hoidetun lämpötoiminnan myötä. Uusiutuvan energian lisääminen auttaa kuntaa pääsemään ilmasto- ja ympäristötavoitteisiin.

Uusiutuvalla energialla voi olla myös muita positiivisia ympäristövaikutuksia kuin kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen. Jos rakennetaan aluelämpöverkko, on keskitetyn laitoksen hyötysuhde parempi ja palaminen puhtaampaa kuin yksittäisten kiinteistökohtaisten ratkaisujen. Toisaalta siirrettäessä lämpöä syntyy aina lämpöhävikkiä. Lämpöyrittäjän palvelut vähentävät kunnan omien resurssien tarvetta. Energiantuotanto ja polttoaineiden hankinta

vaativat osaamista. Lämpöyrittäjä pystyy asiantuntemuksensa myötä toimimaan tehokkaasti. (Motiva Oy, 2013)

Taulukko 7. Lämpöyrittäjyyden hyödyt kunnalle (Motiva Oy, 2013)

Lämpöyrittäjyyden hyödyt	
Vaihtoehto öljylle	✓ Kustannussäästöt ✓ Hinta kehitys tasaista ✓ Kasvihuonekaasupäästöjen vähe-neminen
Lisää työllisyyttä ja parantaa kuntataloutta	✓ Hakkeen työllistävyys merkittävää Suomessa jo nyt ✓ Metsähake työllistää 0,22 htv/GWh haketta ✓ Lämmöstä maksettu raha jää alueelle eikä mene ulkomaille ✓ Yrittäjien verorahat parantavat kun-nan taloutta
Huoltovarmuus	✓ Laajempi polttoainevalikoima paran-taa huoltovarmuutta ✓ Kattilan ja varajärjestelmän toiminta lämpöyrittäjän vastuulla, jolloin läm-mön tuotanto tehdään ammattitai-dolla
Lämmön ostaminen on helppoa	✓ Ei sido kunnan henkilöresursseja

5. **HAASTATTELUT**

Haastattelujen tavoite oli selvittää otannan uusiutuvan energian ja erityisesti aurinkoenergian hyödyntämisen yleisyys ja asenne uusiutuvaa energiaa kohtaan. Toinen tavoite oli saada vastauksia johdannossa mainittuihin avain kysymyksiin.

Haastattelupyyntöjä tehtiin kahdeksalle energiayhtiölle, jotka olivat Varsinais-Suomesta ja Satakunnasta. Yhtiöt olivat julkisessa omistuksessa, kuten kuntien omistamat energiayhtiöt tai yksityisessä omistuksessa olevia yrityksiä, jotka tarjoavat energiatuotannon palveluna kunnalle. Valitut yhtiöt olivat pk-yrityksiä Turku Energiaa lukuun ottamatta. Turku Energia oli tutkimuksen verrokkiyhtiö.

5.1 Paraisten Kaukolämpö Oy

Haastattelu 21.4.2017 klo 13.20 – 14.30 Parainen

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Manne Carla.

Toimitusjohtaja Manne Carla on vuonna 1959 syntynyt diplomi-insinööri, joka on valmistunut Åbo Akademin naturvetenskaper och teknik- tiedekunnasta lämpö- ja prosessitekniikan ohjelmasta. Hän on työskennellyt kunnallistekniikan parissa viimeiset seitsemän vuotta. Sitä ennen mm. lääketeollisuudessa Bayerilla ja teknokemiassa Unileverissä.

PARGAS FJÄRRVÄRME AB – PARAISTEN KAUKOLÄMPÖ OY.

Paraisten Kaukolämpö Oy:n liiketoiminta-ajatus on lämpöenergian hankkiminen, tuottaminen ja myyminen sekä tarkoituksenmukaisten energialaitosten ja lämmön toimittamiseen tarvittavan verkoston rakentaminen ja omistaminen Paraisten alueella. Yhtiön tavoitteet ovat varman, kilpailukykyisen ja ympäristöystävällisen lämpöenergian jakelu yhtiön asiakkaille. (Carla, 2016)

Kulunut vuosi 2016 oli Paraisten Kaukolämpö Oy:n 34. toimintavuosi. Vuoden 2016 yhteenlaskettu lämmöntuotanto oli 46 363 MWh. Biolämpökeskuksen osuus energian kokonaistuotannosta oli 26 585 MWh (57,3 %) ja prosessilämmön osuudeksi tuli 18 870 MWh (40,7 %), josta Nordkalkin osuus oli 10 470 MWh ja Finnsementin osuus 8 400 MWh. Polttoöljyllä tuotettu energiamäärä aleni 908 MWh:iin eli kahteen prosenttiin.

Yhtiön toimittaman lämmön energiahinta laski 2016, joten Paraisten Kaukolämpö on pysynyt kilpailukykyisenä verrattuna seudun muihin kaukolämpöyhtiöihin ja muihin lämmitysmuotoihin. Lämpöenergian hinta kuluneen vuoden aikana oli 57,27 €/MWh (alv 0 %), 71,01 €/MWh (alv 24 %).” (Carla, 2016, p. 33).

Carlan mukaan Paraisten Kaukolämpö ei ole tutustunut EU:n energiaunionin tavoitteisiin eikä tehnyt energiatehokkuussopimusta, koska byrokratiaa on jo ennestään tarpeeksi. He käyttävät tuotannon lämmönlähteinä 57,3 % haketta, 40,7 % prosessilämpöä ja 2 % öljyä. Carla toteaa, että prosessilämmön pitää olla halvempaa kuin hakkeella tuotettu energia, jotta toiminta on kannattavaa. Pelletin kannattavuutta tutkittiin vuonna 2012. Tulokseksi saatiin, että 2.5 MW pellettikattilan hinnalla saatiin 4 MW:n hakekattila. Prosessi- ja biolämmön osuus koko lämmöntuotannosta oli 98 %, joka täyttää yhtiön asettamat tavoitteet ympäristöystävällisen lämpöenergian jakelijana.

Carla kertoo, että he tuottavat myös sähköä. Lehtiniemen aurinkovoimala tuotti vuoden 2016 aikana 9,55 MWh. Jotta sähköntuotanto kombivoimalaitoksessa olisi kannattavaa pitäisi olla vähintään 40 MW:n kombivoimalaitos. Carlan mielestä tariffipolitiikka on aiheuttanut sen, että uusia kombivoimalaitoksia ei rakenneta, koska se ei ole kannattavaa.

Carla toteaa, että omistajalla ei ole varsinaista strategiaa uusiutuvalle energialle. Paraisten Kaukolämmössä käytetään haketta ja hallituksessa on keskusteltu esimerkiksi lämpöpumpuista, joissa hyödynnettäisiin merivettä. Uusiutuvan energian päätöksiä tehdään silloin kun se on taloudellisesti tai ympäristön kannalta järkeviä. Toiminnan kannattavuus merkitsee sitä, että yhtiö: 1. Maksaa vuoden tuloksestaan enintään 50 prosenttia osinkoina,

2. Investoinnit rahoitetaan korkealla omarahoitusosuudella. Omistajalle jaetaan 50.000 – 100.000 euroa osinkoa joka vuosi.

Carlan mukaan aurinkoenergiasta ei olla tehty kannattavuuslaskelmia. Aurinkopaneeleista on saatu kokemusta. Paraisten Kaukolämmöllä ei ole resursseja tehdä aurinkoenergiapaketteja yksityisille talouksille. Kunnan käytäntönä aurinkoenergian lupaprosessissa on toimenpidelupa. Muita uusiutuvan energian lähteitä on mietitty: hukkalämmön talteenotto, tuulivoima, biomassa. Maalämpöä ei olla mietitty, mutta energiakeskustelu merivedestä on käyty. Carlan mielestä fossiilisilla raaka-aineilla tuotettu energia on vielä halvempaa. Hakelaitoksen takaisinmaksuaika on 9 –10 vuotta sisältäen valtion tuen. Ilman tukia takaisinmaksuaika olisi 12 –13 vuotta Carla toteaa. Hakkeella tuotettu energia on edullisempaa kuin fossiilisilla tuotettu vastaava energia.

Ympäristönäkökulmasta yhtiö toteaa kaukolämmön olevan ympäristöystävällinen energiamuoto. Yksi yhtiön tavoitteista on ympäristöön kohdistuvan rasituksen vähentäminen edelleen. Investoimalla biolämpöön yhtiö tulee tulevaisuudessa olemaan melkein kokonaan hiilidioksidineutraali ja öljyn käyttö pystytään minimoimaan. (Carla, 2016)

Paraisten Kaukolämpö Oy on tyypillinen varsinaissuomalainen kaukolämpöyhtiö. Yhtiön johto ei ole tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin eikä yhtiö ole tehnyt energiatehokkuussopimusta. Yhtiöllä ei ole uusiutuvan energian strategiaa, mutta päätuotantolaitokset käyttävät biomassaa ja prosessilämpöä. Yhtiö ei omista sähköverkkoja eikä myöskään ota vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta. Aurinkoenergiaa hyödynnetään ainoastaan omissa kiinteistöissä. Aurinkolämmöstä yhtiöllä ei ole kokemuksia.

Paraisten kaupunki markkinoi itseään osana Saaristomeren biosfäärialuetta; se on kunnianimitys, jonka Unesco on myöntänyt alueelle sen arvokkaan luonnon ja kulttuurin ansiosta. Siksi onkin mielenkiintoista, että kaupungin omistama kaukolämpöyhtiö ei panosta aurinkoenergiaan, vaan vetoaa resurssipulaan ja tuotannon kannattomuuteen. Verkostoitumalla omia resursseja kuluisi vähän ja aurinkokeräimien sekä -paneelien myyminen ja

asiantuntijapalvelujen tarjoaminen omakotitalojen asukkaille vaikuttaisi yhtiön yrityskuvaan positiivisesti. Kannattavuuslaskelmia ei ole tehty.

5.2 Loimaan Kaukolämpö Oy

Haastattelu 25.4.2017 klo 13.00 – 14.00 Loimaa

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Harri Ijäs.

Ijäs on työskennellyt Loimaan Kaukolämpö Oy:ssä yhteensä 33 vuotta, joista 30 vuotta toimitusjohtajana. ”Kunnolla tehty yhtiöittäminen on hyvä asia. Kaikki toiminnot kannattaa yhtiöittää”, sanoo Harri Ijäs.

Loimaan Kaukolämpö Oy on perustettu vuonna 1979. Yhtiö toimii Loimaalla lämmön tuottajana ja jakelijana. Lämpöä tuotettiin aluksi siirrettävissä raskasta polttoöljyä käyttävissä lämpökeskuksissa. Vuonna 1997 rakennettiin ensimmäinen kiinteää polttoainetta – pääasiassa puuta – polttava laitos. Liittyjämäärän lisääntyessä kasvoi tehontarve niin, että vuonna 2005 rakennettiin toinen kiinteän polttoaineen kattilalaitos. Puulla pystytään tällä hetkellä tuottamaan yli 90 % koko lämmöntarpeesta. Varapolttoaineina ovat jyrsinturve ja öljypolttoaineet. Öljykeskuksia käytetään kuormitushuippujen tasaamiseen ja laitekorjausten aikana. (Loimaan Kaukolämpö Oy, 2017)

Yhtiön omistavat Loimaan kaupunki (51 %) ja Sallila Energia Oy (49 %). Yhtiön visiona on tarjota lämpöä koteihin ympäristöä säästäen. Tästä viestii myös yrityksen slogan: ”Kaukolämpö – Ympäristön ystävä”. Yhtiössä työskentelee kuusi henkilöä ja se tekee liikevaihtoa vuodessa noin viisi miljoonaa euroa. Polttoaineesta 98 % on puuta.

Loimaan Kaukolämmöllä on normaali osakeyhtiön päätöksentekoprosessi. Yhtiökokous valitsee hallituksen ja hallitus tekee päätökset. Yhtiö jakaa tuloksestaan pientä osinkoa omistajilleen. Vuonna 1996 tehtiin päätös siirtyä uusiutuvaan energiaan. Yhtiöllä on viiden vuoden toimitussopimus raaka-aineesta, joten Naantaliin valmistuva monipolttoainevoimalaitos

ei vaaranna taloudellisesti kannattavaa raaka-aineen saatavuutta. Ijäs ennustaa että, yrittäjyys lisääntyy raaka-ainetoimittajien keskuudessa ja siten volyymit.

Ijäs kertoi, että he käyttävät lämmönlähteinä tuotannossa puun purua ja haketta. Pelletti on liian kallista. Purun keskikosteus on noin 53 % ja sitä joudutaan kuivamaan, jotta saadaan pellettiä. Puun purusta ja hakkeesta otetaan energia talteen, mutta jos käytetään pellettiä, niin kaikki energia menee hukkaan. Yhtiö tuottaa energiaa vuositasolla 85 – 90 GWh.

Loimaan Kaukolämpö ei tuota lainkaan sähköä. Yhtiöllä on 9 MW:n lämpökattila. Yhtiö laski vuonna 2012 sähkön tuotannon kannattavuutta 3 – 5 MW:n täydellä kapasiteetilla. Laskelmat osoittivat sähkön tuotannon kannattomaksi.

Ijäksen mukaan omistajan uusiutuvan energian strategia on toteutunut, koska 98 % tuotannosta toteutetaan uusiutuvalla energialla – biomassalla. Yhtiö on kiinnostunut kaikista uusista energiantuotanto mahdollisuuksista. Muista uusiutuvan energian lähteistä Fortumin ja St1:n geotermiset hankkeet kiinnostavat. Fortum ja Loimaan Kaukolämpö Oy kokeilevat hevosen kuivikelannan käyttöä energiatuotannossa (Loimaan Kaukolämpö Oy, 2017).

Toisen omistajan – Sallila Energian – aurinkovoimala sijaitsee Loimaan Kaukolämmön tontilla. Aurinkopaneelikenttä koostuu 500 paneelista. 11 % sähköstä tulee auringosta. Vuokrasopimus paneeleista on 15 000 € vuodessa – enemmän kuin markkinasähkö maksaisi. Aurinkoenergian osalta Loimaan Kaukolämpö ei ole lähdössä loppuasiakastoimituksiin. Resurssit eivät riitä kuuden hengen henkilöstöllä. Ijäs toteaa, että jos aurinkoenergian hyötysuhde on 11– 15 %, niin toiminta ei ole kannattavaa. Kun hyötysuhde saavuttaa 50 % rajan, niin toiminta muuttuu kannattavaksi.

Ijäksen mielestä auringolla tuotettu lämpö tai sähkö on asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähteillä tuotettu energia. Loimaan Kaukolämpö teki laskelman, jossa aurinkoenergian hinnaksi tuli 95 €/MWh. Tulos johtui siitä, että kapasiteetti oli pieni

– noin 500 kW. Aurinkoenergian varastointimahdollisuuksia ei ole käytössä eikä niitä ole mietitty. Loimaan kaupungin käytäntö aurinkoenergian lupaprosessissa on toimenpidelupa.

Ijäksen mukaan Loimaan Kaukolämpö ei omista sähköverkkoja eikä yhtiö ota vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta. Ideoita tulee kyllä yksityisiltä toimijoilta, mutta kaikki sähkö ostetaan markkinahinnalla. Aurinkoenergiaa käytetään ainoastaan omissa kiinteistöissä. Aurinkosähkön tuotanto vaatisi sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä.

Ijäs kertoi, että hän on tämän vuoden vielä Energiateollisuus Ry:n hallituksessa, joten hän on tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin. Tavoitteet eivät varsinaisesti ohjaa yhtiön päätöksentekoprosessia, koska yhtiö on ollut tavoitteiden edellä. Kilpailussa pärjääminen, kotimaisuus ja ilmastopolitiikka ohjaavat eniten päätöksentekoprosessia. Ijäksen mukaan Loimaan Kaukolämpö ei ole tehnyt energiatehokkuussopimusta. Ijäs ei näe sopimuksesta mitään hyötyä yhtiölle itselleen tai yhtiön asiakkaille. Iljäksen mielestä Suomen sijainti ei ole suotuisa aurinkoenergialle.

On hyvin erikoista, että Energiateollisuus Ry:n hallituksen jäsenellä on näin ristiriitaiset mielipiteet aurinkoenergian ja pelletin kannattavuudesta. Toisaalta Ijäs kertoo, että yhtiö on valmis kokeilemaan hevosen kuivikelannan käyttöä energiatuotannossa, mutta toisaalta omat resurssit eivät riitä aurinkoenergian hyödyntämiseen. Erityisesti kaksisuuntainen energiantuotanto ei yhtiötä kiinnosta, vaikka yhtiön toisella omistajalla on aurinkosähkökenttä. Yhtiö myy aurinkopaneeleja avaimet käteen -periaatteella. ”Kaksisuuntaisen kaukolämmön toimintamallilla voidaan lisätä kaukolämpöverkon hyödynnettävyyttä ja parhaimmillaan tuottaa lämpöä entistä tehokkaammin sekä kansantalouden että ympäristön kannalta.” (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

5.3 Naantalin Energia Oy

Haastattelu 26.4.2017 klo 13.00 – 14.00 Naantali

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Pasi Haarala.

Toimitusjohtaja Pasi Haarala on työskennellyt Naantalissa vuodesta 2009 lähtien. Hän on 53-vuotias kaupallisen koulutuksen saanut energiajohtaja poiketen useista energiayhtiöiden johtajista. Ennen Naantalin Energiaa hän työskenteli Voimatori Oy:ssä toimitusjohtajana ja Köyliön-Säkylän Sähkö Oy:ssä neljän eri yhtiön yhteisenä markkinointipäällikkönä.

Naantalin Energia on pieni ja paikallinen Naantalin kaupungin omistama energiayhtiö. Sen liikevaihto vuonna 2016 oli 9,7 miljoonaa euroa ja tilikauden tulos oli 628 000 euroa. Tämä tulos tehtiin 15 energia-alan ammattilaisen voimin (Suomen Asiakastieto, 2017). Naantalin Energian päätöksentekoprosessi on normaalin osakeyhtiölain mukainen. Kaupunginhallitus määrittelee omistajan kannan uusiutuvan energian strategian suhteen.

Yhtiön toimintaan kuuluvat oleellisena osana sähköverkoston rakentaminen, ylläpito, kunnostus ja mittarien vaihto. Lisäksi yhtiön vastuulle kuuluvat tasehallinta, sähkön muunto jakeluverkkoon sopivaksi sekä sähköjärjestelmän valvonta.

”Energiaa siirretään yhtiön alueella noin 130 GWh. Jakeluverkko kattaa kaikkiaan 52 neliökilometrin alueen. Toiminta-alueen ulkopuolelle suuntautuva sähkönmyynti hinnoitellaan markkinalähtöisesti ja siinä markkina-alueemme on kotitalouksien osalta lähikunnat ja yritysmyynnissä koko Varsinais-Suomi.” (Haarala, Pasi; Naantalin Energia Oy, 2017)

Naantalin Energia omistaa alueensa sähköverkot. Jälleenhankinta-arvo sähköverkoille on n. 30 milj.€, joten se on merkittävä omaisuus. Yhtiö ottaa vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta. Yhtiö laskuttaa aurinkosähköstä spot-hinnan miinus marginaalin (0,3 c/kWh). Lisäksi sähkön myyntisopimus pitää olla yhtiöllä. Aurinkoenergiaa käytetään ainoastaan omissa kiinteistöissä.

Koska yhtiö on jo sähkönmyyjä aurinkosähkön tuotanto ei vaadi sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä. Naantalin Energialla on oma tunnus Finngridille. Haaralan mielestä Finngrid on tehokas, sillä on fiksu johto ja se on turvallinen, mutta Data-Hub hanke herättää epävarmuutta koskien kustannuksia. Alueen verkkoyhtiöllä ei ole tuotantovaatimuksia eikä -rajoituksia.

Haaralan kertoo, että yhtiö on tutustunut yleisellä tasolla EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin. Naantalin Energiassa katsotaan omaa toimintaympäristöä ja sen mukaan tehdään strategiatyötä, mutta toki energiaunionin tavoitteet huomioidaan. Verkostoitumalla tehdään aloitteita ja saadaan enemmän vaikuttavuutta. Yhtiö on mukana Energiateollisuus ry:ssä ja Paikallisvoima ry:ssä. Tietoa saadaan paljon ja koulutuksia järjestetään säännöllisesti. Paikallisvoima ry:n jäsenet ovat myös Energiateollisuus ry:n jäseniä. Paikallisvoima ry:n kuuluu 45 yhtiötä ja se on ollut olemassa neljä vuotta.

Haaralan mukaan Naantalin Energia ei ole tehnyt energiatehokkuussopimusta, mutta aihe kiinnostaa ja sitä tutkitaan. Energiatehokkuus on koko ajan Naantalin Energian viestinnässä esillä. Kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke (HINKU) tiedetään, mutta Naantali ei ole siinä mukana. Yhtiö sijoitti vuonna 2014 tuulivoimaan. Ensimmäiset vuodet olivat haasteellisia tuloksen suhteen. Omistaja suhtautuu kuitenkin uusiutuvaan energiaan positiivisesti. Varsinaista uusiutuvan energian strategiaa yhtiöllä ei ole.

Haarala kertoo, että yhtiöllä ei ole lainkaan omia lämmön lähteitä. Kaukolämpöverkko on Naantalin kaupungin omistama ja se on vuokrattu Turku Energialle, joka myy kaukolämmön loppuasiakkaille. Yhtiö ei myöskään tuota itse sähköä, mutta heillä on osuuksia osakkuusyhtiöistä. Vuonna 2010 Naantalin Energia hankki tuotanto-osuuden Fennovoimasta. Bio- ja turvevoimaa ostettiin Katternö-yhtiöistä tuotanto-osuutena vuonna 2014. Tuotanto-osuus sisältää kaksi kappaletta tuulipuistoja ja turvevoimalaitoksen.

Naantalin Energia ei ole tehnyt kannattavuuslaskelmia aurinkoenergiasta. Haarala toteaa, että on vaikeaa vastata näillä kokemuksilla, onko auringolla tuotettu lämpö tai sähkö

asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähteillä. Haaralan mielestä on kiinnostavaa, mikäli kannattavuuslaskennassa päästään alle 10 vuoden takaisinmaksuaikaan.

Aurinkoenergiaa yhtiöllä on tutkimus- ja markkinointimielessä. Aurinkopuistosta on keskusteltu, mutta päätöksiä ei ole vielä tehty. Kaavoitus rajaa mahdollisuuksia aurinkopuistohankkeelle. Keskustelu aurinkoenergian varastointimahdollisuuksista tulee ajankohtaiseksi vasta, kun rakennetaan oma voimalaitos.

Haaralan mukaan aurinkoenergia on mitoitettu vain loppuasiakkaan omaan käyttöön – ei suoraan verkkoon. Tavoite on kuitenkin rakentaa aurinkoenergiaa siten, että mahdollinen ylijäämäenergia voidaan tuoda yhteiseen verkkoon. Tärkeää on löytää luotettava alihankkijakumppani, joka toteuttaa aurinkoenergiaratkaisut loppuasiakkaalle. Verkostoitumalla se tukee paikallista yrittäjyyttä ja lisää työpaikkoja kannattavalla tavalla.

Yhteistyötaho löydettiin haastattelujen jälkeen kesällä 2017. ”Sun Solar on naantalilainen yritys, joka myy aurinkoenergiajärjestelmiä kotitalouksille, yrityksille, taloyhtiöille ja maatalouteen. Tuoreen yhteistyön ansiosta aurinkosähkö on kaikkien naantalilaisten ulottuvilla. Asiakkaalle aurinkosähköjärjestelmän hankkimisesta on merkittäviä etuja. ” (Naantalin Energia Oy, 2017)

Haaralan mukaan aurinkoenergian lupaprosessi kunnassa on toimenpidelupa kaava-alueella. Naantalin vanhan kaupungin alueella ollaan tarkempia varsinkin, jos kyseessä on suojelukohde. Naantalin Energiassa ei olla mietitty muita uusiutuvan energian lähteitä, koska yhtiöllä ei ole omia voimalaitoksia. Muista uusiutuvan energian lähteistä on keskusteltu ainoastaan yhteistyökumppanien kautta esimerkiksi Haapaveden voimalan osakkuuden kautta.

5.4 Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab

Haastattelu 27.4.2017 klo 09.00 – 10.00 Naantali

Haastateltu henkilö lämpöyksikön johtaja Jari Kuivanen.

Jari Kuivanen on Turku Energian lämpöyksikön johtaja. Hän on koulutukseltaan diplomi-insinööri. Hänellä on pitkä työkokemus mm. Imatran Voimalla, Höyrytys Oy:llä, Espoon sähkössä sekä Fortumilla. Hän on vienyt kolme vuotta suomalaista energiaosaamista Kiinaan. Kuivanen on ollut Turku Energialla viisi vuotta.

”Turku Energia on Varsinais-Suomen johtava energiayhtiö ja yksi Suomen suurimmista alan yhtiöistä. Turku Energia on sitoutunut kehittämään energia-alaa ja toimimaan alan edelläkävijänä. Turku Energia tarjoaa asiakkailleen ympäristöä, elämänlaatua ja kilpailukykyä parantavia energiapalveluita. Energiapalvelut kattavat sähköenergian, sähkön jakelun, kaukolämmön, -jäähdytyksen ja höyryn sekä verkostourakoinnin ja kunnossapidon palvelut sähköverkoille, ulkovalaistukseen sekä liikennevaloihin. Turku Energia -konsernin emoyhtiö on Oy Turku Energia – Åbo Energi Ab, jonka omistaa Turun kaupunki. Turku Energia -konserni on organisoitu liiketoimintaperusteisesti.” (Turku Energia, 2016)

Turku Energian liikevaihto oli 256 miljoonaa euroa (vuonna 2016) ja sen tilikauden tulos oli 22,7 miljoonaa euroa. Yhtiön taseen loppusumma oli 340 miljoonaa euroa ja sijoitetun pääoman tuotto ROI 12,9 %, mikä on hyvä ottaen huomioon sen, että yhtiöllä on omaa energiatuotantoa. Yhtiöllä työskenteli 288 henkilöä ja sen omavaraisuusaste oli 42,9 %. Yhtiö jakoi osinkoa omistajalleen 20 miljoonaa euroa. (Turku Energia, 2016)

Turku Energian lämpövoimalaitokset tuottavat 2 100 GWh/vuosi ja lämpöenergiaa myydään noin 2 000 GWh. Kuivanen arvioi, että vuoden 2020 jälkeen kulutus tulee putoamaan johtuen energiansäästötoimenpiteistä. Turku Energia tuottaa myös sähköä Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n kautta. Omistajina ovat Turku Energia, Fortum sekä lähikunnat. Tuotto jaetaan omistajien suhteen. Sen lisäksi osakkuusyhtiöiden kautta Turku Energialla on vesi ja tuulivoimaa. (Kuivanen, 2017)

Kuivanen kysyy ironisesti, että mikä on EU:n energiaunioni? Kuivanen on sitä mieltä, ettei EU:n energiaunionia ole olemassa käytännössä. EU:n jäsenvaltiot tekevät edelleen omia päätöksiä. Kuivanen kertoo, että EU:n energiaunioni on jonkinlainen tahtotila. Asiat, jotka vaikuttavat myös Turku Energian toimintaan ovat biopolttoaineiden luokitukset. Luokituksilla ja kertoimilla on suora vaikutus investointipäätöksiin. Suuri osa energiasta käytetään lämmitykseen ja jäähdytykseen. Kuivanen toteaa, että jakeluverkkojen merkitys on ymmärretty Euroopan tasolla – lämpöverkkoja rakennetaan valtioiden tuella. Polttoainevalintoja ohjataan veropolitiikalla.

Kuivanen on sitä mieltä, että hiilen tuotantokäyttö pitää lopettaa. Fortum käyttää edelleen yli 80 % hiiltä Espoon lämmitykseen. Kuivanen toteaa, että Suomen täytyy edetä sellaisilla askeleilla, mihin tällä kansakunnalla on varaa toteuttaa uusiutuvan energian ratkaisut. Turku Energia on tehnyt energiatehokkuussopimuksen ja on siinä vahvasti mukana.

Turku Energian omistajalla on selkeä uusiutuvan energian strategia. Turun talousalue on hiilidioksidineutraali vuoteen 2040 mennessä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että sähkön-lämmöntuotannosta 50 % on hiilineutraalia vuoteen 2020 mennessä. Omistajalla on kunnianhimoinen tavoite – 100 % hiilineutraali energiantuotanto. Tekniikka on jo saatavilla, koska uusi Naantali 4 -monipolttovoimalaitos kykenee tuottamaan 100 prosenttiin asti. Naantali 4 – voimalaitos tulee käyttöön syksyllä 2017. (Kuivanen, 2017)

Turun kaupungilla on normaali aurinkoenergian tuotannon lupaprosessi. Mitään isompaa lupaprosessia ei ole tarvittu. Kupittaan alueella on vuokrattavat aurinkopaneelit sähköasiakkaille. Idea sähkön tuotannossa on ollut se, että asiakas saa tehdä itse ekotekonsa - investoinnin aurinkosähköön. Yhtiö on kertonut asiakkaalle rehellisesti, että asiakas saa aurinkosähköstä yhden euron, mutta aurinkosähkö maksaa asiakkaalle noin kolme euroa. Siitä huolimatta kaikki paneelit vuokrattiin noin viikossa. Lisäksi Turku Energian voimalaitoksen katolla on omat aurinkopaneelit. Kuivasen mukaan auringolla tuotettu lämpö ja sähkö on asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähteillä. Turku Energia ei tuota auringolla vielä lämpöä.

Turku Energian 100 % omistama tytäryhtiö Turku Energia Sähköverkot Oy omistaa sähköverkot. Yhtiö toimittaa asiakkailleen aurinkopaneelipaketteja avaimet käteen -toimituksena. Yhtiö on tehnyt alihankintasopimuksen pienen asiantuntijayrityksen kanssa. Palvelua tarjotaan kotitalouksille ja yrityksille MinunSähkö-sopimuksella. Asennuksen osuudesta voi hakea kotitalousvähennystä. (Turku Energia, 2017)

Turku Energia käyttää aurinkoenergiaa omissa kiinteistöissä ja tuotantoa ollaan rakentamassa lisää. Kuivanen kertoo, että aurinkoenergiaa hyödynnetään kiinteistön käyttötarkoituksen ja taloudellisten mittareiden mukaan. Kuivasen mielestä Turun kaupunki omistajana ei ole oikea taho päättämään aurinkoenergian hyödyntämisestä taloudellisessa mielessä, vaan Turku Energia.

Kuivanen kertoo, että yhtiöllä on käytössä kaksi kappaletta lämpöakkuja, joita voitaisiin hyödyntää aurinkoenergian varastointiin. Lisäksi yhtiö on tutkinut asiantuntijoiden kanssa ratkaisua, jossa yhtiön tavoite on saada yhteinen jäähdytys- ja lämpöakku. Turku Energialla on käytössä 15.000 m^3 vettä, jota voidaan jäähdyttää 5 asteeseen. Kuivasen mielestä jäähdytystarve lisääntyy ja tarvitaan lisää kapasiteettia. Tähän on tulossa erittäin mielenkiintoisia ratkaisuja, kuten erään sokerin käyttö lämmön varastointiin.

Kuivasen mukaan Turku Energia on jäänyt vieraaksi asiakkailleen. Tavoitteena on vastata asiakkaiden toivomuksiin. Uudessa strategiassa painotetaan, että nyt täytyy löytää tuotannolle asiakkaat. Tämän päivän asiakas ei tyydy enää perinteisiin ratkaisuihin, vaan tarvitaan lisää jäähdytystä ja lämmitystä, jotka on toteutettu asiakkaan toivomalla tavalla. Tähän liittyen Turku Energia teetti vuonna 2013 Pöyry Management Consulting Oy:ltä tutkimuksen aurinkolämmön hyödyntämisestä. Yhtiön visio perustuu pitkälti tutkimustuloksiin. Vielä ei olla löydetty ratkaisuja ongelmiin, jotka tutkimuksessa mainitaan. Siksi yhtiö ei ole vielä ottanut aurinkoenergiaa käyttöön laajemmin.

Kuivanen viittaa Turku Energian teettämään Pöyry Consultingin tutkimukseen vuodelta 2013 – pohjana vuoden 2012 luvut – että aurinkoenergia on kannattamatonta ja että yhtiön visio perustaa tämän tutkimuksen tuloksiin. Yhtiön vision luulisi päivittyvän viidessä

vuodessa. Viidessä vuodessa on tapahtunut paljon suotuisaa hinta- ja tuotekehitystä uusiutuvassa energiassa ja aurinkoenergiassa erityisesti. Aurinkoenergia on tullut kannattavaksi Suomessa vuodesta 2014 alkaen. Lisäksi Turku Energia itse mainostaa omilla kotisivuillaan otsikolla ”Aurinkoenergia on kannattava sijoitus” (Turku Energia, 2017).

Hyviä asioita olivat toimialalla tapahtuvan muutoksen ymmärtäminen, asiakaspalveluun panostaminen ja asiakkaiden kuunteleminen. Lisäksi Turku Energia on ymmärtänyt verkostoitumisen ja arvoketjujen merkityksen. Uuden liiketoiminnan luomisen keskeinen tehtävä on yhteistyökumppaniverkoston rakentaminen. (Lovio, 2017)

5.5 Sallila Energia Oy

Haastattelu 27.4.2017 klo 15.00 – 16.00 Alastaro.

Haastatellut henkilöt toimitusjohtaja Olli Eskola ja myyntijohtaja Mika Potinkara

Toimitusjohtaja Olli Eskola vastaa koko Sallila Yhtiöistä. Myyntijohtaja Mika Potinkara vastaa energialiiketoiminnasta, kuten sähkönmyynnistä ja aurinkopaneeliasioista. Konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli 32,8 miljoonaa euroa, tilikauden tulos 3,4 miljoonaa euroa ja tase 89,3 miljoonaa euroa. Sallila Energiassa on normaali osakeyhtiön päätöksentekoprosessi.

Emoyhtiö Sallila Energia Oy on 100 % yksityisomistuksessa oleva yli 100 vuotta vanha yhtiö. Sallila Energia -konserniin kuuluvat emoyhtiö Sallila Energia Oy sekä sen sataprosenttisesti omistamat tytäryhtiöt Sallila Sähkönsiirto Oy, Sallila Sähköasennus Oy ja Forssan Energia Oy. Emoyhtiö Sallila Energia Oy vastaa sähkön hankinnasta ja myynnistä, asiakaspalvelusta, neuvontapalveluista ja markkinoinnista sekä konsernin talous- ja tietohallinnosta. (Sallila Energia, 2017)

Eskola ei ole tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin. Energiaunionin tavoitteet eivät ohjaa Sallila Energian päätöksentekoprosessia. Eskola kertoo, että yhtiöllä on oma päätöksentekoprosessi. Politiikka nähdään riskinä taloudellisesti kannattavalle liiketoiminnalle.

Eskolan mukaan Sallila on tehnyt energiatehokkuussopimuksen. Pihalta löytyy yksi esimerkki energiatehokkuudesta – ilmavesipumppu – yrityksen kiinteistönon lämmitykseen. Sallila Energialla on varaston katolla kahdeksan aurinkopaneelia omassa käytössä. Sallilan Energia ei itse tuota kaukolämpöä, vaan osakkuusyhtiö Loimaan Kaukolämpö Oy:n kautta (Sallila omistaa 49%).

Eskolan mukaan Sallila Energiassa ei katsota uusiutuvaa energiaa strategian kannalta erikseen, vaan päätökset tehdään liiketoiminta ja kannattavuus edellä. Jos uusiutuvaan energiaan päädytään, niin silloin se on vain plussaa. Eskolan mielestä kovinkaan moni asiakas ei ole valmis maksamaan lisähintaa siitä, että energialähde on uusiutuvaa energiaa. Itseasentajat säästävät aurinkopaneeleista. Yhtiön ydinstrategia on tehdä energiaa laajasta valikoimasta energialähteitä.

Merkittävä asia oli yli 700 kW aurinkovoimalaitoksen rakentaminen Loimaalle vuonna 2016. Liikeideana on tarjota asiakkaille mahdollisuus aurinkosähkön hankintaan tarvitsematta investoida itse voimalaitokseen. Aurinkovoimalaitos on tuonut paljon positiivista julkisuutta Sallilalle. (Eskola, 2017)

Eskola kertoo myös, että Loimaan aurinkovoimapuistosta on tehty kannattavuuslaskelmat ennen kuin aurinkoenergia tuotteistettiin perustuen niihin asiakkaisiin ja sopimuksiin, joita yhtiöllä oli tiedossa. Sallila Energia käyttää omaa asennusyksikköään aurinkopaneelien asennukseen avaimet käteen -periaatteella omille asiakkailleen. Eskolan mielestä asiakkaat hankkivat paneeleita enemmän arvomaailmapäätöksillä, kuin kannattavuuden perusteella.

Eskolan mukaan kysymys siitä, onko auringolla tuotettu lämpö tai sähkö asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähteillä, on monitahoinen. Jos suoraan verrataan sähkön hintaan, niin aurinkoenergia on kalliimpaa. Jos laitetaan omakotitalon katolle paneelit, niin siinä ei kilpailla sähkön hintaa vastaan, vaan hyödynnetään puuttuva sähkövero ja sähkönsiirtohinta. Tästä seuraa, että yksityinen ihminen saa noin kolmenkertaisen säästön. Tämä on aivan eri asiaa, kun jos energiayhtiö tekee aurinkovoimalaitoksen ja asiakasta veloitetaan spot-hinnalla. Eskolan mielestä asiakkaan tulee mitoittaa aurinkopaneelit siten, että ne riittävät omaan sähkön tai lämmön kulutukseen. Ylimääräisen energian myyminen takaisin energiayhtiölle ei ole tällä hetkellä kannattavaa.

Sallila Energian aurinkoenergia on suunniteltu kytkettäväksi sekä suoraan verkkoon että hajautettuna loppuasiakkaalle. Aurinkosähkö, missä yhtiö on mukana tavalla tai toisella, on aina verkkoon kytketty. Joko asiakkaan verkosta yhtiön verkkoon tai yhtiön Loimaan aurinkovoimapuistosta asiakkaan verkkoon. Kunnassa on käytäntönä toimenpidelupa aurinkoenergian lupaprosessina ja prosessi on toiminut hyvin.

Sallila Energia omistaa sähköverkot omalla toiminta-alueellaan. Eskolan mukaan, yhtiö on investoinut viime vuodet vahvasti maakaapelointiin ja sitä on nyt tuotannossa 50 %. Yhtiö ottaa vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta sähkön spot-hintaan miinus kahden prosentin marginaali. Aurinkosähköstä tehdään sopimus verkonhaltijan kanssa tai asiakas ilmoittaa verkonhaltijalle, että hän alkaa tuottaa aurinkosähköä ja kytkee sen verkon kanssa rinnan. Prosessista on tietyt samat säännöt kaikille. Verkkoyhtiö laskuttaa verkkoon työnnetystä sähköstä marginaalisen hinnan. 0,07 €/MWh on maksimi, mitä verkkoyhtiö saa laskuttaa aurinkoenergiasta. Tämän jälkeen sähkönmyyjä maksaa aurinkosähköstä. Kaikki verkkoyhtiöt eivät aurinkosähköstä laskuta.

Eskolan mukaan aurinkosähkön tuotanto ei vaadi Sallila Energialta sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä, koska yhtiö on jo sähkön myyjä. Alueen verkkoyhtiöllä ei ole mitään tuotantovaatimuksia tai -rajoituksia tällä hetkellä – päinvastoin – aurinkoenergiaan suhtaudutaan positiivisesti. Kun aurinkoenergian käyttöön liittyy joko tuotantoa tai kulutusta, niin verkkoyhtiöt ottavat kulunsa pois liittymismaksuina. Jos aurinkovoimalaitos on pieni (< 1 MW),

niin siltä laskutetaan vain välittömät rakentamiskustannukset, mutta ei verkon kapasiteetin varausmaksua. Verkkoyhtiöllä ei ole mitään rajoituksia uudelle toimijalle, kunhan kaikki välttämättömät kulut on maksettu. Aurinkoenergian kapasiteetin kasvaessa voimakkaasti – esimerkiksi miljoona paneelia – niin rajoituksia tulee. Verkkoyhtiöt ovat sitä varten, että sinne tulee sekä kulutusta että tuotantoa.

Sallilan Energiassa on mietitty muita uusiutuvan energian lähteitä yhdessä osakkuusyhtiö Loimaan Kaukolämpö Oy:n kanssa. Eskolan mielestä ydinvoima on tärkeää. Tälläkin hetkellä hiilidioksidivapaasta energiasta melkein 50 % tehdään ydinvoimalla. Myös biovoima on tärkeää, mutta geoterminen energia ei ole Suomessa kannattavaa. Uudet biovoimalaitokset eivät ole yhteistuotantolaitoksia paitsi Naantalin monipolttovoimalaitos. Sähköntuotannon kannattavuus on kyseenalaista. Energiapoliittisen keskustelun ydinongelma on se, että sähköenergiasta on ylituotantoa, mutta sähkötehosta on alituotantoa.

Sallila Energialla oli hyvä osaaminen aurinkoenergiasta ja erityisesti aurinkosähköstä sekä sähkömarkkinoista. Yhtiö tarjoaa asiakkailleen aurinkopaneeleita valmiina paketteina avaimet käteen -periaatteella tai räätälöityinä ratkaisuina sekä lupaa kannattavuuslaskelmat etukäteen. Asennukset suorittaa oma asennuspalvelut-yksikkö, joten palvelulla on myös työllistävä vaikutus.

5.6 Someron Lämpö Oy

Haastattelu 2.5.2017 klo 13.00 – 14.00 Somero.

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Tapio Lankinen

Toimitusjohtaja Tapio Lankisella on yrittäjätaustaa talotekniikassa. Yritysmyynnin kautta hän siirtyi Huberiin töihin. Tämän jälkeen Lankinen työskenteli Espoon kaupungin tarkastajana joitakin vuosia. Hän oli Vihdin Veden päällikkö, kunnes Lankisesta tuli Someron Lämpö Oy:n toimitusjohtaja syksyllä 2016.

Someron Lämpö Oy on 100 % Someron kaupungin omistama energiayhtiö. Yhtiö on 40 vuotta vanha ja se on alkanut pienestä lämpölaitoksesta Someron keskustassa. Aluksi poltettiin öljyä, mutta noin 20 vuotta sitten tehtiin kiinteän polttoaineen kattilavoimalaitos. Uusin kaukolämpövoimalaitos on kaksi vuotta vanha. Yli 99 % Someron Lämpö Oy:n kaukolämmöstä tuotetaan kotimaisilla biopolttoaineilla. Vuodessa myydään lämpöä noin 35 000 MWh ja asiakkaita on noin 350. Hallituksessa on seitsemän henkilöä, jotka ovat kaikki poliitikkoja. Liikevaihto oli 2,4 miljoonaa euroa ja tilikauden voitto 185 760 euroa (Someron Lämpö Oy, 2016).

Lankinen toteaa, että hän ei ole tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön eikä tavoitteisiin, joten energiaunionin tavoitteilla ei ole mitään merkitystä yhtiön päätöksentekoprosessiin. Somerolla on kaksi yhtiötä, joille Lankinen antaa työpanoksensa – lämpöyhtiö ja vesiyhtiö. Lankisen mukaan vesiyhtiössä on suuremmat haasteet, kuin lämpöyhtiössä. Siksi lämpöyhtiön kehittämiseen ei olla vielä panostettu. Vesiyhtiön asioiden hoitamiseen on kulunut 70 prosenttia Lankisen työajasta. Yhtiö ei ole tehnyt energiatehokkuussopimusta.

Lankinen kertoo, että hän ei tiedä mikä on omistajan uusiutuvan energian strategia, koska hän ei ole keskustellut asiasta yhtiön hallituksen kanssa. Lankinen sanoo, että ” Somerolaisten metsänomistajien risukasoja pitäisi polttaa mahdollisimman paljon. Tämä on yhtiön strategia”. Yhtiön hallitus päättää strategiasta.

Lankinen kertoo, että hake on pääasiallinen lämmön lähde tuotannossa – noin 27 000 m³. Muita lämmön lähteitä ovat sahanpuru, kuori, turve, raskas polttoöljy ja viljajäte. Yhtiö poltti turvetta vuonna 2016, mutta kokemukset eivät olleet hyviä. Vaikka raaka-aineen hinnassa on jonkin verran eroa turpeen hyväksi, turpeen poltto aiheuttaa lisäkustannuksia laitokselle. Turvetta poltettaessa nuohoustarve ja tuhkamäärät ovat suuremmat kuin purua tai haketta poltettaessa. Kemikaalejakin kuluu, mitä puun poltossa ei tapahdu.

Lankinen toteaa, että vanhoja raskaan polttoöljyn varastoja poltetaan pois, koska raskaasta polttoöljystä tulee vuonna 2018 kielletty polttoaine johtuen rikkipäästöistä. Puupohjainen

polttoaine on jatkossakin yhtiössä merkittävä polttoaine. Varalla pidetään kevyttä polttoöljyä. Someron Lämpö Oy:llä ei ole omaa sähkön tuotantoa. (Lankinen, 2017)

Lankisen mukaan Someron Lämpö ei ole tehnyt kannattavuuslaskelmia aurinkoenergiasta. Mitään suunnitelmia siitä, miten aurinkoenergia kytkettäisiin verkkoon ei ole. Kunnassa on aurinkoenergian lupaprosessikäytäntönä julkisivumuutos eli ilmoitusmenettely. Mikäli katolle aiheutuu lisäkuormitusta, niin silloin tarvitaan toimenpidelupa. Yhtiössä ei ole mietitty muita uusiutuvan energian lähteitä. Lankinen toteaa, että yhtiö ottaa savukaasusta hukkalämpöä. Mitään aurinkoenergian varastointimahdollisuuksia ei ole käytössä eikä mietitty. Yhtiö ei myöskään omista sähköverkkoja.

Haastattelujen jälkeen – syksyllä 2017 – Someron Lämmön toimitusjohtaja Tapio Lankinen irtisanoutui. Tämä selittää osaltaan haastattelun yleistä ilmapiiriä. Tilalle palkattiin uusi toimitusjohtaja, 30-vuotias kemiantekniikan insinööri Antti Mäki.

5.7 Ab Kimitoöns Värme – Kemiönsaaren Lämpö Oy

Haastattelu 3.5.2017 klo 09.00 – 10.00 Kemiö.

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Raimo Parikka

Raimo Parikka on ollut Kemiönsaaren Lämmön toimitusjohtajana vuodesta 2012 lähtien. Hänen taustansa on konkurssiin menneessä Taalintehtaan valssaamossa. Kemiönsaaren Lämpö Oy:n toimitusjohtajalla oli oma firma, joka vaati täyden panoksen. Parikka haki vapaaksi tullutta virkaa, kun tarvittiin lisää resursseja. Parikka on Kemiönsaaren Lämmön ainoa työntekijä. Hänen toimenkuvasta 50 % tulee Kemiönsaaren Lämpö Oy:stä ja 50 % Kemiönsaaren Vedeltä.

Yhtiön omistaa kunta 100 prosenttisesti. Yhtiön hallituksen puheenjohtaja on kunnanjohtaja. Hallituksessa on kolme lisäjäsentä, jotka ovat kaikki poliitikkoja. Kemiön Lämpö perustettiin aikoinaan yhteisyrityksenä Nesteen Lämpöhuollon kanssa, joka koostui kahdesta

raskaan polttoöljyn kattilasta. Yhtiöllä on yhteensä yli 9 MW:n kapasiteetti Kemiössä. Raaka-ainetta kuluu noin 16 000 m³. Kemiönsaaren Lämmöllä on reilut 90 asiakasta. Yhtiön teki liikevaihtoa 1,6 miljoonaa euroa ja tilikauden tulos oli 0,2 miljoonaa euroa vuonna 2016. Yhtiö ei maksa tällä hetkellä kunnalle osinkoa, mutta keskustelu asiasta on käynnissä.

Parikan mukaan yhtiö ei ole tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön eikä tavoitteisiin, joten energiaunionin tavoitteet eivät ohjaa yhtiön päätöksentekoprosessia. Kemiönsaaren Lämpö ei ole tehnyt energiatehokkuussopimusta. Hallituksessa ei olla vielä keskusteltu asiasta. Kunta omistaa muitakin yhtiöitä, kuten asunto-osake yhtiöitä, joten energiatehokkuussopimus saattaisi olla ajankohtainen.

Parikka ei tiedä onko omistaja tehnyt varsinaista uusiutuvan energian strategiaa. Hallituksella on poliittinen tahtotila ainakin metsähakkeeseen. Kemiönsaaren Lämpö käyttää metsähaketta ja antaa samalla töitä paikallisille maanomistajille. Hallituksessa bioenergia on vahvasti esillä.

Yhtiöllä on kaksi lämpölaitosta – toinen Kemiössä ja toinen Taalintehtaalla. Hakkeen toimittaa Skogsreviret Nyved Ab, jonka kautta hoidetaan lämpölaitoksia. Käytännössä laitoksia hoitaa Kimito Flis Ab. Kaksi paikallista maanviljelijätaustaista ihmistä käy vähintään kerran päivässä kummassakin laitoksessa ja hoitaa rutiinit sekä päivystyksen.

Kemiön lämpölaitos on otettu käyttöön vuonna 2004. Kemiössä on 2 MW:n biokattila, joka on tällä hetkellä kapasiteettinsa ylärajalla. Kemiön biolämpölaitoksen yhteydessä on lisäksi 2 MW:n kevyen polttoöljyn kattila, jonka tarkoitus on tasoittaa tuotantopiikkejä ja toimia varajärjestelmänä huoltokatkosten yhteydessä. Raskaan polttoöljyn käyttö on ollut 5 % luokkaa ja sitä on käytetty lähinnä huoltokatkosten aikana.

Taalintehtaan lämpölaitos on otettu käyttöön vuonna 2012. Taalintehtaalla on myös kriisikattila FNsteelin konkurssipesän alueella. Suunnitelmissa on poistaa kattila tuotannosta kesällä 2017. Kunta sekä yksityiset yritykset ovat ostaneet konkurssipesältä maita ja tiloja uutta

liiketoimintaa varten. Myyntiin tulee myös lämpimiä tiloja, jotka mahdollistavat lisälämmön myynnin Kemiönsaaren Lämmölle. (Parikka, 2017)

Kemiönsaaren Lämpö Oy:n hallitus teki hiljattain päätöksen uuden lämpölaitoksen esisuunnittelun aloittamisesta. Suunnitteilla on 3 MW:n hakelaitos, jonka tarkoitus on vähentää riskejä sekä parantaa huoltovarmuutta. Parikan mielestä kaukolämpö on ympäristöystävällinen vaihtoehto siksi, että polttoaine toimitetaan läheltä.

Parikan mukaan yhtiössä ei olla tehty kannattavuuslaskelmia aurinkoenergiasta. Saaristossa on mökkikäytössä aurinkopaneeleita. Aurinkoenergian lupaprosessina kunnalla on käytössä toimenpidelupa tai maininta rakennusluvassa, jos kyseessä on uudisrakennus.

Parikka toteaa tuulivoimaprojektin olevan vastatuulessa. Ihmisten pelkotilat ja insinöörien tekniset kannattavuuslaskelmat ovat vastakkain. Parikan mielestä olisi viisasta aloittaa muutamalla tuulivoimalalla, jotta ihmiset saisivat konkreettista tietoa eduista ja haitoista.

Kaikki kunnan omistamat kiinteistöt ovat kaukolämmön piirissä, joten yhtiöllä on tulevaisuudessa hyvät mahdollisuudet testata aurinkolämpöä osana kaukolämmön verkostoa. Kemiönsaaren Lämmössä ei olla mietitty aurinkoenergian varastointimahdollisuuksia eikä yhtiö omista sähköverkkoja. Kemiönsaaren Lämpö Oy on tukenut energiayrittäjyyttä hankkimalla polttoaineen ja huoltopalvelut paikallisilta toimijoilta.

5.8 Köyliön-Säkylän Sähkö Oy

Haastattelu 4.5.2017 klo 09.00 – 10.00 Kemiö.

Haastateltu henkilö toimitusjohtaja Olli-Pekka Marttila

Toimitusjohtaja Olli-Pekka Marttila on opistoinsinööri. Tämän lisäksi hän on saanut asentajan ja opettajan koulutuksen. Suurimman ajan työelämästä Marttila on ollut teollisuuden palveluksessa. Hän työskenteli ABB:llä kolmen yksikön päällikkönä ennen siirtymistä

Köyliön-Säkylän Sähkö Oy:n vuonna 2008. Toimitusjohtajana hän on ollut yhdeksän vuotta. Marttila on aktiivisesti mukana hallitustyöskentelyssä esimerkiksi Kanteleen Voima Oy:ssä sekä Energiateollisuus Ry:n hallituksen puheenjohtajana.

Köyliön-Säkylän Sähkö Oy (KSSOY) on perustettu vuonna 1922. Yhtiö totesi 90-luvulla, että jos ollaan sähkönmyyntiyhtiö, niin pitää olla myös omia tuotanto-osuuksia. Yhtiö lähti ostamaan vanhoja tuotanto-osuuksia ja sitä kautta päädyttiin Pohjolan Voiman (PVO) osakkaaksi. Osakkuuden tuloksena yhtiölle on tullut ensimmäiset lauhdeosuudet. Hallituksessa on viisi henkilöä. KSSOY on täysin yksityisessä omistuksessa oleva energiayhtiö, jossa on vahva paikallinen henkilöomistus (yli 60 %). Hallituksen strategia on jatkossakin hankkia osuuksia.

Marttilan mukaan KSSOY:llä on yhteensä 6 400 sähköpaikkaa jakelussa ja sähkönmyynnissä on noin 5 200 asiakasta. KSSOY myy sähköä jonkin verran ulos. Henkilökuntaa yhtiössä on 14 henkilöä. Liikevaihdosta noin 50 % tulee siirrosta, 37 % myynnistä, 8–9 % kaukolämmöstä sekä öljynmyynnistä (noin 270 000 litraa) ja urakoinnista yhteensä 8,6 miljoonaa euroa. Yhtiö myi lämpöä 9,8 GWh vuonna 2016. (Köyliön-Säkylän Sähkö Oy, 2016)

Marttila toteaa, että yhtiössä on tutustuttu EU:n energiaunionin sisältöön sekä tavoitteisiin liiankin paljon. Energiaunionin tavoitteet eivät nyt juuri ohjaa yhtiön päätöksentekoprosessia. Mikäli EU päättää jotain uutta ja Suomi ratifioi sen kansalliselle tasolle, niin silloin tavoitteilla on vaikutusta päätöksentekoprosessiin.

Marttilan mukaan KSSOY on tehnyt energiatehokkuussopimuksen. Tuotannon lämmön lähteinä käytetään turvetta ja biomassaa 2,5 MW. Varavoimalaitoksena yhtiöllä on raskaan polttoöljyn laitos (RPO), joka käyttää ”välimuotoöljyä” – se ei ole kevyttä eikä raskasta, mutta vähärikkistä. KSSOY käyttää kotimaisen uusiutuvan energian raaka-aineena haketta yli 80 %. Yhtiön tuotannosta alle 5 % on polttoöljyä. Yhtiö käyttää turvetta jonkin verran.

Marttilan mukaan valtiovalta on vastuussa kaikista sähkömarkkinoista ja energiapolitiikasta. Ainoa sektori, mihin investoidaan, on uusiutuva energia ja sekin valtion tuella. Aurinkopaneeleihin ei investoida suuria määriä, ellei ELY-keskus sitä tue. Valtion tuki on luokkaa 30 % – 40 %, jotta saadaan aurinkopaneeleja tuotantoon. Suomessa tulee olemaan edelleen syöttötariffi, joka on pitkälti tuulivoimaan sidottu. Marttilan mielestä tariffipolitiikalla on pilattu markkinat. Markkinatalous on ainoa, mikä toimii ja sitä ohjaa päästökauppa.

Toimiva päästökauppa ohjaa uusiutuvaan energiaan. Syksyllä vuonna 2018 tulee uusi päästöttömän energian huutokauppa Suomeen. Huutokaupassa voi ilmoittaa uuden voimalaitoksen tarvitsevan takuuhinnan tietylle energia määrälle. Valtiovalta valitsee parhaat – yleensä halvimmat tarjoukset.

Marttilan mukaan yhtiön hallituksella ei ole selkeää uusiutuvan energian strategiaa. Hallituksessa ei ole määritelty erikseen tuotantomuotoa tai -lähdettä. Talous ohjaa yhtiön kaikkia päätöksiä. Kannattavuus on ainoa peruste. Uusiutuvan energian päätökset korreloivat omistaja ohjaukseen ja tuottovaatimukseen, mutta ohjauskeinot tulevat muualta – ei yhtiöltä.

Aurinkoenergiasta on tehty kannattavuuslaskelmia, kun yhtiö meni osakkaaksi aurinkopuistoon. Marttilan mielestä aurinkoenergian kannattavuus on hyvin alhainen. Yhtiön kannalta kyseessä on lähinnä markkina- ja arvopäätös. Kannattavuus riippuu siitä, mikä on paneelien vuokrausaste. KSSOY on tänä päivänä vuokrannut kaksi kappaletta 80:stä. Kannattavuusraja yhtiöllä on noin 80 % paneeleista myytynä tai 100 % vuokrattuna. Lisäksi tarvitaan optimaalinen sää. Jos vuokraat, säästöä tulee ainoastaan sähkön myynnin kuluista. Kun pystyt säästämään kaikissa kolmessa komponentissa – vero, siirtomaksu, myynti – takaisinmaksuaika on reilut 10 vuotta. Todellinen hyöty tulee siitä, miten paljon pystyt itse käyttämään auringolla tuotettua energiaa keskimäärin 10 cent/kWh vertailuhinnalla.

KSSOY:lle on tulossa ydinvoimaa, joka on päästötöntä, mutta ei varsinaisesti uusiutuvaa energiaa. Yhtiö hankkii lisää osuuksia, kuten Jyväskylän Voimaa ja Kanteleen Voimaa lauhdeosuuksina. KSSOY on mukana myös Fennovoimassa, Olkiluoto 3:ssa ja Hämeenkyrön Voimassa vesivoimaosuuksella. KSSOY on hankkinut tuulivoimalaosuuksia sekä

aurinkopuisto-osuuksia Haminasta vuokraustarkoitusta varten. Marttila kysyy lopuksi, että ”mitä sitten tehdään, jos meille tuleekin sähköverkon kapasiteettimarkkinat? Toimitaan kuten tietotekniikassa eli myydään kaistaa. Maksetaan kuukausimaksuina kaistan leveydestä energiayhtiölle. Tässä tapauksessa aurinkoenergian kannattavuudelta menee pohja pois.”

5.9 Tutkimustulosten analysointi

Kysymykset olivat muotoa QX ja vastaukset AX (liite 1). Pääkysymyksiä oli yhteensä 18 ja niistä johdettuja jatkokysymyksiä oli yhteensä viisi kappaletta. Tulosten analysointia varten kysymykset muotoiltiin analysointityökaluun sopiviksi (liite 2). Analysointityökaluna käytettiin Excelin pivot-taulukointia.

Haastatelluista yhtiöistä 50 % oli tutustunut EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin (taulukko 8). Tämä tulos saattaa heijastaa myös kyllästymistä politiikkaan ja politiikkoihin tai päättäjien liiallista etäisyyttä jäsenvaltioiden tapahtumiin. Energiaunionin tavoitteet eivät ohjanneet yhtiön päätöksentekoprosessia puhtaissa lämpöyhtiöissä. Näillä yhtiöillä ei ollut myöskään aurinkoenergiaa myynnissä tai tuotannossa. EU:n energiapolitiikalla on kolme päätavoitetta: 1. Toimitusvarmuus 2. Kilpailukyky 3.Kestävä kehitys. (Euroopan Unioni, 2017)

Taulukko 8. Oletteko tutustuneet EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin?

Yhtiöiden lukumäärä	Q17			
Yhtiö	Ei	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy		1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy		1	1	
Naantalin Energia Oy		1	1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1		1	
Sallila Energia Oy	1		1	
Someron Lämpö Oy	1		1	
Turku Energia		1	1	
Yhteensä	**4**	**4**	**8**	50.0%

Vain kolme yhtiötä oli tehnyt energiatehokkuussopimuksen (taulukko 9). Energiatehokkuussopimukset ovat Suomessa ensisijainen keino täyttää EU:n tiukat energiatehokkuusvelvoitteet (Motiva Oy, 2017).

Taulukko 9. Oletteko tehneet energiatehokkuussopimuksen?

Yhtiöiden lukumäärä	Q3			
Yhtiö	Ei	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy		1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy	1		1	
Naantalin Energia Oy	1		1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1		1	
Sallila Energia Oy		1	1	
Someron Lämpö Oy	1		1	
Turku Energia		1	1	
Yhteensä	**5**	**3**	**8**	37.5%

Analysoinnin huolestuttavin tulos oli, että vain kahdella otannan yhtiöistä oli uusiutuvan energian strategia (taulukko 10). Resurssit ja työkalut, joita uusiutuvan energian hyötyjen viestittämiseen käytetään ovat riittämättömiä ja ainakin osittain vääriä. Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena tulee olla uutta kasvua, työtä ja vientituloja ruokkiva toimintaympäristö (Energiateollisuus, 2016).

Taulukko 10. Yhtiöiden määrä, joilla oli uusiutuvan energian strategia

Yhtiöiden lukumäärä	Q5				
Yhtiö	Ei	EOS	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy		1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy	1			1	
Loimaan Kaukolämpö Oy			1	1	
Naantalin Energia Oy	1			1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1			1	
Sallila Energia Oy	1			1	
Someron Lämpö Oy	1			1	
Turku Energia			1	1	
Yhteensä	**5**	**1**	**2**	**8**	25.0%

*EOS = En Osaa Sanoa

Mielenkiintoista tutkimuksessa oli, että Kemiön, Paraisten ja Naantalin lämpöyhtiöillä ei ole uusiutuvan energian strategiaa. Kaikki ovat saaristomeren johtavia kaupunkeja ja rannikkokaupunkeja, joissa aurinko säteilee Suomen oloissa parhaiten ja joissa kaupungin matkailuimago perustuu ympäristöystävällisyyteen ja puhtaaseen luontoon. Naantali on ainoana panostanut aurinkopaneelien myyntiin verkostoitumalla paikallisen toimittajan kanssa ja tarjoamalla energiayrittäjälle työtä.

Aurinkoenergian kannattavuuslaskelmia oli yhtiöistä 50 prosentilla (taulukko 11). Kannattavuuslaskelmat olivat yhtiöillä, joilla oli aurinkosähkön myyntiä pv-tuotantona tai valmiina paketteina asiakkaiden omaan käyttöön. Merkille pantavaa oli, että osa yhtiöistä keskusteli vakuuttavasti aurinkoenergian kannattavuudesta ilman tuoreita kannattavuuslukuja tai omaa kannattavuuslaskentaa. Kiinteistöjen aurinkosähköjärjestelmien kannattavuuslaskelmissa ei useinkaan huomioida investoinnin tuottamaa lisäarvoa kiinteistön jälleenmyyntiarvossa (Oy Merinova Ab, Esko Ala-Myllymäki, 2016).

Taulukko 11. Oletteko tehneet kannattavuuslaskelmat aurinkoenergiasta?

Yhtiöiden lukumäärä	Q7			
Yhtiö	Ei	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy		1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy		1	1	
Naantalin Energia Oy	1		1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1		1	
Sallila Energia Oy		1	1	
Someron Lämpö Oy	1		1	
Turku Energia		1	1	
Yhteensä	**4**	**4**	**8**	50%

Tilastojen mukaan aurinkosähköstä on tullut kannattavaa liiketoimintaa Suomessa vuonna 2014 (Auvinen, 2016) ja aurinkosähkö ohitti kannattavuudessa tuulivoiman vuonna 2016. Takaisinmaksuaika ei ole yksin soveltuva menetelmä eikä anna oikeaa kuvaa aurinkoenergiainvestoinnin kannattavuudesta, koska aurinkopaneelien tai -keräinten käyttöikä on noin 30 vuotta ja järjestelmä on teknisesti hyvin toimintavarma (FinSolar, 2016).

Keskusteluissa puhuttiin taloudellisesti ja ympäristön kannalta järkevistä energiaratkaisuista, mutta yhtiöt tyytyivät tuottamaan energiaa metsähakkeella ja kevyellä polttoöljyllä. Ei haettu proaktiivisesti uusia tuotantomalleja, energialähteitä tai palvelumalleja asiakkaille. Yleisin selitys oli resurssipula, vaikka verkostoitumalla ja kannustamalla energiayrittäjyyteen saadaan uusia resursseja ja parannetaan paikallista työllisyyttä. Kannattavuus pitääkin jakaa tässä muutosten maailmassa kahteen osaan:

1. Perusliiketoiminnan kannattavuusanalyysit projekti- ja lämpöyhtiön tuloslaskennan kannalta
2. Analyysit energiamuodon, ympäristö- ja sosioekonomian kannalta

”Investoinnin kannattavuus edellyttää, että uusiutuva energia on suhteellisesti edullisempaa kuin korvattava energia.” (Auvinen, 2016, p. 18)

Yhtiöiden käsitys vaihtelee, kun keskustellaan aurinkoenergian korkeammasta hinnasta verrattuna perinteisiin fossiilisiin energiamuotoihin tai sitten he eivät osanneet vastata kysymykseen (taulukko 11). Paraisten kaukolämmön mielestä fossiilisilla raaka-aineilla tuotettu energia on vielä halvempaa. Hakelaitoksen takaisinmaksuaika on 9 –10 vuotta sisältäen valtion tuen. Sallilan Energian mukaan kysymys on monitahoinen. Jos suoraan verrataan sähkön hintaan, niin aurinkoenergia on kalliimpaa. Jos laitetaan omakotitalon katolle paneelit, silloin ei kilpailla sähkön hintaa vastaan, vaan hyödynnetään puuttuva sähkövero, sähkönsiirtohinta sekä myynnin kustannukset. Yksityinen ihminen saa kolmenkertaisen säästön.

Taulukko 11. Onko auringolla tuotettu lämpö/sähkö asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähdemuodoilla?

Yhtiöiden lukumäärä	Q12			
Yhtiö	EOS	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy		1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy		1	1	
Naantalin Energia Oy	1		1	
Paraisten Kaukolämpö Oy		1	1	
Sallila Energia Oy		1	1	
Someron Lämpö Oy	1		1	
Turku Energia		1	1	
Yhteensä	**3**	**5**	**8**	62.5%

Aurinkosähköstä tehdään sopimus verkonhaltijan kanssa tai asiakas ilmoittaa verkonhaltijalle, että hän alkaa tuottaa aurinkosähköä ja kytkee sen verkon kanssa rinnan. Sähköverkkotoimintaa saa harjoittaa Suomessa sijaitsevassa sähköverkossa vain Energiamarkkinaviraston myöntämällä luvalla (*sähköverkkolupa*). (Oikeusministeriö, FINLEX®, 2013)

Voimalaitoksen sähköverkkoon liittymisen ehdot määritellään niin sanotussa grid codessa, jossa määritellään voimalaitoksessa tuotetun verkkoon syötettävän sähkön laadun kriteerit ja voimalaitoksen toiminta verkon erilaisissa toimintatilanteissa (Fingrid, 2013).

Taulukko 12. Vaatiiko aurinkosähkön tuotanto sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä?

Yhtiöiden lukumäärä	Q15				
Yhtiö	Ei	EOS	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy		1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy	1			1	
Loimaan Kaukolämpö Oy			1	1	
Naantalin Energia Oy			1	1	
Paraisten Kaukolämpö Oy		1		1	
Sallila Energia Oy			1	1	
Someron Lämpö Oy		1		1	
Turku Energia			1	1	
Yhteensä	**1**	**3**	**4**	**8**	50.0%

Ainoastaan Turku Energian mielestä alueen verkkoyhtiöllä on tuotantovaatimuksia tai -rajoituksia sähkömarkkinoille. Naantali, Sallila ja KSSOY olivat sitä mieltä, että mitään vaatimuksia tai rajoituksia ei ole. Näillä kolmella yhtiöllä on aurinkoenergiaa jo myynnissä tai tuotannossa ja prosessiasiat ovat tuoreessa muistissa. Loput yhtiöt eivät osanneet vastata kysymykseen ja olivat lämpöyhtiöitä.

Tulos vahvistaa käsitystä siitä, että Liedon Lämmön kannattaa lähteä aurinkopaneelimarkkinoille energiayrittäjän kanssa. Perusteena yhtiön imago, arvot, työllistäminen sekä uutta palveluliiketoimintaa kannattavasti. Asiakkaat kaipaavat ammattimaista kumppania, joka tarjoaa helposti käyttöönotettavia kokonaisratkaisuja (Deloitte University Press, 2016).

Aurinkoenergia myyvät tai tuottavat yhtiöt ottavat vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta (Taulukko 13). Yhtiö laskuttaa aurinkosähköstä spot-hinnan miinus marginaalin. Neljä yhtiötä otti vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta, mutta yksikään yhtiöistä ei kertonut käytännön kokemuksista. Energiayrittäjyys on nouseva trendi energia-alalla, mikä liittyy osittain toiseen energia-alan nousevaan trendiin – hajautettuun tuotantoon. Hajautettuun tuotantoon yhdistetään usein myös kaksisuuntainen jakeluverkko, joka lisää tuotannon kompleksisuutta. Hajautettu tuotanto sijaitsee tyypillisesti lähellä kulutusta, joten siitä seuraa pienemmät siirtokustannukset energian tuotannolle.

Taulukko 13. Otatteko vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta?

Yhtiöiden lukumäärä	Q14			
Yhtiö	Ei	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1		1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy		1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy	1		1	
Naantalin Energia Oy		1	1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1		1	
Sallila Energia Oy		1	1	
Someron Lämpö Oy	1		1	
Turku Energia		1	1	
Yhteensä	**4**	**4**	**8**	50.0%

”Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä voidaan viitata kaksisuuntaiseen asiakkaaseen, joka sekä ostaa kaukolämpöä että myy itse omaa lämmöntuotantoaan tai ylijäämälämpöä verkkoon. Verkon kannalta ajateltuna kaksisuuntainen kaukolämpö voidaan myös nähdä verkkona, johon erilaiset tuottajat voivat syöttää lämpöä ja lämpöä käyttävät asiakkaat voivat ostaa lämpöä, mikä laajemmin sovellettuna voidaan toteuttaa avoimena kaukolämpöverkkona.” (Pöyry Management Consulting Oy, 2016)

Yhtiöillä, joilla oli sähkön myyntiä tai tuotantoa, oli myös aurinkopaneeleja myynnissä sekä tuotannossa. Yhtiöillä, jotka olivat lämpöyhtiöitä, ei ollut aurinkokeräimiä myynnissä eikä tuotannossa. Lämpöyhtiölle olisi erityisen perusteltua tarjota asiakkailleen aurinkosähköä palveluna, koska se ei kannibalisoi lämpöyhtiöiden omaa lämpöliiketoimintaa.

Kaikki yhtiöt olivat yksimielisiä siitä, että ilmoitusmenettely tai toimenpidelupa riittää kunnan lupaprosessissa aurinkoenergian suhteen (taulukko 14). Haastattelutilanteessa tuli käsitys, että aurinkoenergian hyödyntämisestä oli niin vähän käytännön kokemusta, että kuntien rakennusvalvonta ei ollut ottanut selkeää kantaa lupaprosessiin. Lupaprosessi tulee tarkentumaan aurinkoenergian yleistyessä.

Taulukko 14. Riittääkö ilmoitusmenettely tai toimenpidelupa kunnan lupaprosessissa aurinkoenergian suhteen?

Yhtiöiden lukumäärä	Q9		
Yhtiö	Kyllä	Yhteensä	
Kemiönsaaren Lämpö Oy	1	1	
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy	1	1	
Loimaan Kaukolämpö Oy	1	1	
Naantalin Energia Oy	1	1	
Paraisten Kaukolämpö Oy	1	1	
Sallila Energia Oy	1	1	
Someron Lämpö Oy	1	1	
Turku Energia	1	1	
Yhteensä	**8**	**8**	100.0%

Taulukko 15. Myönteiset vastaukset asetettuihin kysymyksiin

Yhdelläkään haastatelluista yhtiöistä ei ollut aurinkokeräimiä myynnissä tai tuotannossa. Tämä on liiketoimintamahdollisuus. Liiketoimintamahdollisuus on tilanne, jossa uusia tuotteita tai palveluita tai uusia tapoja organisoida tuotanto tai palvelu voidaan myydä korkeammalla hinnalla kuin niiden tuottamiseen käytettävä hinta on (Shane & Venkataram 2000).

Aurinkoenergia on aivan lähtökuopissaan Suomessa, mutta kasvu on yli 100 prosenttia vuodessa ja uusia toimijoita ryhtyy alalle lähes joka viikko. Yrittäjyysmahdollisuus on tulevaisuuteen liittyvä ja potentiaalia sisältävä uusi ja nykyisen tilanteen ylittävä yrittäjyyden mahdollistava tai yrittäjyyttä vaativa tilanne, johon vaikuttavat sekä ympäristö, että yksilö (Gartner, 1985; Stevenson & Jarillo, 1990).

”Kaikessa liiketoiminnassa pätee sääntö, että yritykset eivät voi hoitaa kaikkea tuotteiden raaka-aineista käyttäjien tukemiseen saakka. Tästä syystä uuden toimialan luomisen keskeinen tehtäväareena on yhteistyökumppaniverkoston rakentaminen ja omaan parhaaseen osaamiseen perustuvan paikan hakeminen kehittyvässä useiden toimijoiden ekosysteemissä eli arvoketjussa. ” (Lovio, 2017)

Elinkelpoiset korvikkeet nousevat esiin, asiakkaiden sitoutuminen syventyy ja ydinvaatimukset ovat edelleen olemassa (IBM, 2017). Elinkelpoisten energian korvikkeiden nousu tuo esiin uusia liiketoiminnallisia ja teknisiä haasteita, kuten tarjonnan jaksottaisuus, kysynnän joustot ja liiketoiminnan siirtyminen ulkomaille.

Aurinkoenergian kannalta digitalisointi luo uusia ja parempia liiketoimintamahdollisuuksia, vähentää kustannuksia ja parantaa suorituskykyä. Digitalisaation näkökulmasta koko energia-ala on edelleen yksi vähiten kehittyneimmistä toimialoista. (Kohopää, Antti, Energiateollisuus Ry, 2016)

6. **YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET**

Tämän opinnäytetutkimuksen alkusysäys tapahtui elokuussa 2016, jolloin sovittiin tapaaminen Liedon Lämmön toimitusjohtajan Anne Ahtiaisen kanssa. Ahtiainen oli keväällä nimitetty Liedon Lämmön uudeksi toimitusjohtajaksi, joten Ahtiainen haki uusia visioita yhtiön tulevaisuuteen. Aiheeksi valittiin ”Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottajana kaukolämpöyhtiön näkökulmasta”, koska aiheessa yhdistyivät uuden liiketoiminnan luominen sekä kestävä talous - sustainability. Tutkimuksessa etsittiin uusia liiketoimintamalleja Liedon Lämpö Oy:lle osana laajempaa strategista uudistumista ja liiketoimintasuunnitelmaa.

Keväällä vuonna 2017 tehtiin haastattelukierros valituissa energiayhtiöissä. Haastattelun lajityypiksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu. Haastattelu kysymyksiä oli yhteensä 18 pääkysymystä sekä viisi jatkokysymystä. Energiayhtiöitä oli yhteensä kahdeksan pk-yritystä poikkeuksena Turku Energia, joka toimi verrokkiyhtiönä.

Aihetta lähdettiin tutkimaan siten, että Ahtiainen nimesi seitsemän kohtaa joihin toivottiin vastausta. Neljä kysymystä aurinkolämmöstä ja kolme kohtaa aurinkosähköstä. Koska Liedon Lämpö on tällä hetkellä kaukolämpöyhtiö, lähdettiin aihetta tutkimaan lämpöyhtiön kannalta painotus aurinkokeräimissä, joista löytyy vähemmän kokemusperäistä tietoa Suomessa kuin aurinkosähköstä ja aurinkopaneeleista.

Liiketoimintamahdollisuuksia tarjoaa ihmisten kasvava lisääntyminen maapallolla ja siitä seuraavat haasteet, kuten ilmaston muutokset ja maapallon lämpeneminen. Tarvitaan kestävää taloutta - sustainability - jotta tulevat sukupolvet pystyvät elämään maapallolla suunnilleen samoilla edellytyksillä kuin nykyinen sukupolvi. Tästä syystä Euroopan komissio on tehnyt hallintomalliasetuksen, uusiutuvan energian direktiivin ja energiatehokkuusdirektiivin, joiden keskeisenä tavoitteena on varmistaa, että EU:n vähintään 27 %:n uusiutuvan energia tavoite, 30 %:n energiatehokkuustavoite ja 40 %:n päästövähennystavoite vuodelle 2030 saavutetaan.

Diplomityössä pohditaan sitä, miten uusi liiketoiminta syntyy sekä yrittäjyyttä ilmiönä. Olemassa olevassa yrityksessä keskitytään uuden liiketoiminnan luomiseen, liiketoimintamahdollisuuksiin, uuden strategian luomiseen ja liiketoimintasuunnitelmaan. Liiketoimintasuunnitelma on jatkuva prosessi - ei vain työ, joka tehdään korkeintaan kerran vuodessa. Energiayrittäjyyttä käsitellään eri yrittäjyysteorioiden näkökulmasta ja keskustellaan niistä hyödyistä, joita esimerkiksi kunta saa uudesta yritystoiminnasta.

Energiayrittäjillä on merkittävä rooli niin hajautetun tuotannon kuin alueverkkojen rakentajina. Tulevaisuudessa hajautettu tuotanto sekä alueverkot yhtyvät osaksi suurempaa kaukolämpöverkkoa. Kun kaukolämpöverkot kasvavat tarvitaan digitaalisia työkaluja hallinnoimaan komplisoituvaa energian tuotantoa. Syntyy älykkäitä verkkoja – Smart Thermal Grid ja Smart Grid.

Energiateknologiaosuudessa käytiin lävitse kaukolämmityksen hyötyjä ja haasteita sekä itse teknologiaa. Hajautettu tuotanto on yksi energiatoimialan trendeistä. Hajautettu tuotanto sijaitsee tyypillisesti lähellä kulutusta, joten siitä seuraa pienemmät siirtokustannukset energian tuotannolle.

Aurinkoenergiaosuudessa keskusteltiin, miten auringon säteily muuttuu energiaksi ja miten aurinkopaneelit sekä aurinkokeräimet toimivat. Energian tuotantokustannus, LCOE (Levelized Cost of Energy), on energialiiketoiminnan keskeinen tunnusluku, jolla voidaan vertailla eri tuotantomuotojen kannattavuutta. Aurinkosähköjärjestelmien kustannustehokkuuden oppimiskäyrä (price learning curve) on yli kaksi vuosikymmentä noudattanut sääntöä; kapasiteetin tuplaus pudottaa järjestelmien hintaa 24 prosenttia.

Energiatoimialan yhtiöillä - kuten kaukolämpöyhtiöillä - on tyypillisesti määräävä markkina-asema toimialueellaan. Luonnollisten monopolien ongelmana on se, että ne voivat johtaa palvelujen kohtuuttoman korkeisiin hintoihin ja monopoliyhtiöiden tehottomuuteen. Siksi tarvitaan viranomaisten sääntelyä. Käytännön valvontaa suunnittelee ja toteuttaa

itsenäisesti Energiavirasto sille lainsäädännön kautta asetettujen valtuuksien ja tehtävien kautta. Sääntely - regulaatio - voi keskittyä joko monopoliyritysten voittoihin tai monopolipalveluiden hintoihin.

Aurinkolämmön ja kaukolämmön liiketoimintamahdollisuuksia tutkittiin monella eri skenaariolla. Yhteistä kaikille ratkaisuille on, että aurinkolämpö ei yksin korvaa mitään lämmitysmuotoa. Sen rinnalle tarvitaan talvikauden lämmitysratkaisu, johon perinteinen kaukolämpöverkko on erittäin sovelias. Puhutaan aurinkolämpöhybridistä, johon sopii hyvin esimerkiksi pelletin ja aurinkolämmön yhdistelmä.

Liedon Lämmön asiakkaiden kannalta mielenkiintoinen skenaario on uuden maauimalan suunnittelu Liedon ydinkeskustaan. Suunnittelun mallina käytettiin Hämeenlinnan uimahallin peruskorjausta. Uimahalli käyttää hybridilämmitystä, jossa on yhdistetty kaukolämpö, maalämpö ja aurinkolämpö. Liedon maauimalan sijainti on haettu siten, että vuotuinen auringonsäteily on mahdollisimman suuri, kaukolämpöverkko ja potentiaaliset asiakkaat ovat lähellä. Samassa yhteydessä laskettiin aurinkosähkön kannattavuutta Lietohallin koko kattopinnalle. Lietohalli sijaitsee suunnitellun maauimalan välittömässä läheisyydessä ja se käyttää kaukolämpöä.

Digitalisaatio on yksi suurimmista kaukolämpöalan toimintaympäristön ja markkinan globaaleista muutosajureista. IBM:n mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana energiateollisuudessa syntyy uusia asiakasympäristöjä, uusia verkkoja ja uusia liiketoimintamalleja. Seuraavat viisi teknologiamurrosta terästävät energiasektoria: 1. Esineiden internet 2. IT ja tuotantoteknologia 3. Tilannetietoisuus 4. Big Data 5. Pilviteknologia.

Empiirisessä tutkimuksessa haettiin vastauksia ja ratkaisuja työlle asetettuihin tavoitteisiin ja taulukossa oleviin kysymyksiin. Haastattelulla pyrittiin myös selvittämään otosryhmän nykytilannetta ja tulevaisuuden suunnitelmia sekä niitä menetelmiä, joilla otosryhmän energiayhtiöt olivat annetut kysymykset ratkaisseet.

Tämän diplomityön perusjoukko on Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueen energiayhtiöt, jotka Tilastokeskuksen kokoluokituksen mukaan luokitellaan pk-yrityksiksi**.** Perusjoukosta tehtiin otanta energiayhtiöistä, jotka ovat infrastruktuuriltaan suunnilleen työn toimeksiantajan näköisiä sekä kokoisia. Poikkeuksena otannasta oli Turku Energia, joka on Varsinais-Suomen johtava energiayhtiö. Turku Energia toimii diplomityössä verrokkiyhtiönä.

6.1 Johtopäätökset

Liedon Lämmölle uutta liiketoimintaa on kaikki se tuotanto- tai palveluliiketoiminta, mikä ei ole perinteistä pienen kaukolämpöyhtiön liiketoimintaa. Lainsäädännöstä ei ainakaan tällä hetkellä saa johdettua mitään täysin yksiselitteistä määritelmää pientuotannolle, vaan eri yhteyksissä joudutaan asettamaan tapauskohtaisia ylärajoja pienimuotoisen tuotantolaitoksen vuosituotannolle tai teholle (Vihanninjoki, 2015, p. 6). Pienellä kaukolämpöyhtiöllä tarkoitan tässä yhteydessä yhtiötä, jolla on alle 50 MW:n lämpökattilalaitos ja joka käyttää lämmönlähteenä öljyä tai biomassaa – lähinnä haketta. Liedon Lämmön hallitus ja toimitusjohtaja ovat päivittämässä strategiaa ja tekemässä uutta liiketoimintasuunnitelmaa.

Aurinkokeräimiä voidaan myydä asiakkaille avaimet käteen -periaatteella siten, että investointikustannukset hyvitetään lämpölaskussa. Erityisen järkevää toiminta on suurissa kunnan tai yrityksen omistamissa kiinteistöissä, koska suuret keräimet ovat kustannustehokkaampia ja toimivat paremmalla hyötysuhteella kuin pienemmät. Aurinkolämpöä voidaan käyttää veden ja tilojen lämmitykseen, höyryn tuotantoon ja jäähdytykseen. Verkostoitumalla paikallisen lämpöyrittäjän kanssa Liedon Lämpö voi saavuttaa kilpailuetua ja ottaa asiantuntijan roolin aurinkolämmön osaajana. Samalla yhtiön yritysimago paranee ja kunta on tyytyväinen yrittäjyyden työllistävästä vaikutuksesta.

Liedon maauimalan suunnittelussa 180 m² aurinkokeräinneliömäärä on kannattavaa valtion 20 % investointituella ja yhtiön omalla 10.000 euron ympäristötuella laskettuna. Kannattavuuslaskennassa pyrittiin käyttämään tyypillisiä kuntien investoinnin tarkastelutapoja,

kuten kahdeksanvuoden takaisimaksuaikaa ja kahden vuoden laskentakorkoa. Kannattavuuslaskennan tuloksena investoinnin nettonykyarvo eli kokonaistuotto 30 vuoden käyttöiällä oli 71 450 euroa seitsemän vuoden takaisinmaksuajalla, 14 prosentin investoinnin sisäisenä korkokantana ja 30 vuoden käyttöiän aikana. Hyödynnettävän aurinkolämmön tuotantohinta oli 24,30 €/MWh, joka vastaa tutkimuksen raja-arvon tavoitetta. Takaisinmaksuaika ei sovi aurinkoenergiainvestointien kannattavuuden arviointimenetelmäksi. Ennustan, että kymmenen vuoden päästä Etelä-Suomessa on useita julkisia- ja omakotitalojen pihoja, joissa on uima-allas aurinkolämmöllä toteutettuna.

Aurinkosähköjärjestelmien kustannustehokkuuden oppimiskäyrä (price learning curve) on yli kaksi vuosikymmentä noudattanut sääntöä; kapasiteetin tuplaus pudottaa järjestelmien hintaa 24 %. Koska aurinkoenergian kannattavuuslaskennassa investoinnin kustannus on noin 85 % laskenta-ajalta ja investoinnista noin 50 % on aurinkopaneelien ja -keräinten osuus, voidaan todeta, että aurinkoenergian tuotanto on kannattavaa tänään sekä tulevaisuudessa. Aurinkoenergian tuotanto on puhdasta ja edullista, koska polttoainekuluja ei tule. Huolto- sekä ylläpitokustannukset koko investoinnin ajalta ovat noin 5 %.

Vaadittavista lupakäytännöistä päätetään kuntakohtaisessa rakennuslupasäädännössä. Joissakin kunnissa ja kaupungeissa aurinkojärjestelmät ovat vapautettu toimenpideluvan hakemisesta. Uudistuneen lain mukaan muiden kuin kaupunkikuvaan tai ympäristöön merkittävästi vaikuttavien aurinkopaneelien ja -keräimien asentaminen ja rakentaminen voidaan lähtökohtaisesti toteuttaa ilman kunnan myöntämää toimenpidelupaa. Kaikkien haastateltujen energiayhtiöiden mielestä ilmoitusmenettely tai toimenpidelupa riittää kunnan lupaprosessissa aurinkoenergian suhteen.

Sähköverkkotoimintaa saa harjoittaa Suomessa sijaitsevassa sähköverkossa vain Energiamarkkinaviraston myöntämällä luvalla (sähköverkkolupa). Ennen aurinkosähkön tuotannon aloittamista esimerkiksi Caruna ja sen urakoitsijat tarvitsevat tiedon verkkoon liitettävästä pientuotannosta. Caruna tarkastaa laitteiston liitettävyyden sähköverkkoon ja antaa kytkentäluvan. Pientuotanto liittyy jakeluverkkoon, eikä sillä tavallisesti ole vaikutusta kantaverkon kehittämistarpeisiin. Pientuotantomuodoista suurin potentiaali on aurinkosähköllä.

Aurinkovoima asettaa erityisiä ja uudenlaisia haasteita kantaverkon mitoitukselle. Kun sähkön tuotantorakenne muuttuu heikommin säädettävän aurinkovoiman lisääntyessä ja säätökykyisen lämpövoiman määrän vähentyessä, Fingrid näkee joustavan kulutuksen yleistymisen olennaisena osana tulevaisuuden voimajärjestelmää. Kysynnän joustolla kuluttaja auttaa pitämään sähköjärjestelmän tasapainossa, parantaa sähkötehon riittävyyttä sekä pienentää omaa sähkölaskuaan.

Voimalaitoksen sähköverkkoon liittymisen ehdot määritellään niin sanotussa grid codessa, jossa määritellään voimalaitoksessa tuotetun verkkoon syötettävän sähkön laadun kriteerit ja voimalaitoksen toiminta verkon erilaisissa toimintatilanteissa. Teholuokan 1 voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 0,5 MW, mutta alle 10 MW. Alle 5 MVA voimalaitokset voidaan liittää suoraan voimajohtoon. Näissä tapauksissa liityntä tulee varustaa eroonkytkentäreleistyksellä ja runkojohto tahdissaolovalvontarelein. Suomen sähköjärjestelmään liitettävän voimalaitoksen tulee täyttää voimassa olevat Fingridin voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV) sekä Fingrid Oyj:n Yleiset Liittymisehdot YLE2017. (Fingrid, 2013)

Haastattelujen analysoinnin huolestuttavin tulos oli, että vain kahdella otannan yhtiöistä oli uusiutuvan energian strategia. Tässä tutkimuksessa haastatellut yritykset olivat vasta harkitsemassa uusiutuvan energian tuotantoon siirtymiseksi tai olivat ottaneet ensi askeleet vuokraamalla tai asentamalla yksityisille toimijoille aurinkopaneeleita pientuotantona omaan käyttöön. Aurinkolämpöä ei ollut tuotannossa.

Liedon Lämpö Oy:n uuteen strategiaan tulisi sisällyttää voimakas kannanotto sitoutumisesta uusiutuvan energian hyödyntämiseen. Pienenä lämpöyhtiönä yhtiön kannattaa segmentoitua tietyn uusiutuvan energian erikoisosaajaksi – asiantuntijaksi talousalueellaan. Aurinkoenergian osaaminen niin pientuotannon osalta kuin voimalaitostasolla on tärkeää. Liedon Lämmön tulisi kehittää jatkuvasti palveluntarjontaansa ja tuotantolaitoksia tarjotakseen kilpailukykyisiä energiapalveluja asiakkailleen myös tulevaisuudessa. Kehitystyössä johtavana ajatuksena olisi kestävä talous.

Yhtiön tulisi pyrkiä eroon fossiilisista energialähteistä, kuten kevyt polttoöljy. Uusiutuvan energian hyödyntäminen korvaavana energiamuotona olisi tuotannon suunnittelun lähtökohta siten, että se olisi myös kannattavaa liiketoimintaa.

Liedon Lämpö Oy:n tulisi nähdä itsensä tulevaisuuden notkeana energia-asiantuntijaorganisaationa Turun talousalueella. Erityisosaamista tarjottaisiin aurinkoenergian hyödyntämisessä. Aurinkosähköpaketteja myytäisiin asiakkaille avaimet käteen -periaatteella ja aurinkolämpöä hyödynnettäisiin yrityksen kaukolämpöverkon hybridijärjestelmissä. Yritys kannustaisi alueensa sidosryhmiä energiayrittäjyyteen.

Kaksisuuntaisella kaukolämmöllä parannetaan yhtiön imagoa ja asiakaslähtöisyyttä. Lämpöyhtiölle sopii hyvin esimerkiksi aurinkosähkön myynti asiakkaille avaimet käteen -periaatteella. Uusi liiketoiminta ei kannibalisoi omaa liiketoimintaa ja se luo uskottavuutta yhtiölle paikallisena energiatoimialan asiantuntijaorganisaationa.

Liedon Lämmön missiona olisi edistää asiakkaidensa ja yhteiskunnan kanssa muutosta kohti puhtaampaa maailmaa olemalla omassa kokoluokassaan Turun talousalueen johtava energia-asiantuntija. Yhtiön tehtävä olisi vauhdittaa muutosta uudistamalla energiajärjestelmiä, parantamalla resurssitehokkuutta ja tarjoamalla älykkäitä ratkaisuja. Näin yhtiö tuottaisi merkittävää lisäarvoa osakkeenomistajilleen ja kunnan asiakkaille.

Kaukolämpöliiketoiminnan on sopeuduttava muuttuvaan markkinaan, jotta kilpailukyky ja kannattavuus voidaan säilyttää uudessa hybridimaailmassa. ”Asiakkaat kaipaavat ammattimaista kumppania, joka tarjoaa helposti käyttöönotettavia kokonaisratkaisuja. Yksittäiset digitaaliset palvelut, kuten kulutuksen seuranta, ovat kiinnostavia mutta eivät tuo merkittävää lisäarvoa asiakkaalle”. (Deloitte University Press, 2016)

6.2 Jatkotutkimus

Tämän diplomityön haastattelu -osiossa haastatellut henkilöt perustelivat puuttuvaa uusiutuvan energian strategiaa sillä, että he ovat jo tavoitteissa, koska kaukolämpö on ympäristöystävällinen lämmitysmuoto. ”Käytämme biomassaa – pääosin haketta – yli 90 prosenttia.” Tuntui kuin aurinkoenergia olisi bioenergian kilpailija. Tärkeä jatkotutkimuskohde on bioenergian ja aurinkoenergian vertailu siten, että ne eivät ole toistensa poissulkevia lämmitysmuotoja – päinvastoin – niitä on kannattavaa yhdistää monesta eri näkökulmasta katsottuna.

Toisena mielenkiintoisena jatkotutkimuskohteena näkisin kognitiivisen tietotekniikan ja kaksisuuntaiseen kaukolämpöön yhdistämisen. Kaksisuuntainen kaukolämpö on noussut esiin yhtenä mahdollisena ratkaisuna yhdistää perinteinen kaukolämmön liiketoimintamalli kiinteistökohtaisten energiantuotantoratkaisujen kanssa. Aihealueet ovat oman toimialansa trendejä.

Tulevaisuuden yhteiskunnassa lämpö ja sähkö tuotetaan ihmisille globaalissa hyberlaajakaistassa, kuten tämän päivän tietotekniikka. Tietotekniikassa puhutaan juuri nyt keinoälystä Artificial Intelligence (AI) sekä koneoppimisesta Machine Learning (ML). Koska mikään tieteellinen tutkimus – ainakaan tietotekniikassa – ei pääty ilman uutta lyhennettä, julkaisenkin tämän diplomityön tuloksena uuden lyhenteen ” HOT SPOT AVOT”. HOT (Hot Technology) kuvaa tulevaisuuden lämpöenergiaa, SPOT (Site of Performance and Organized Technology) kuvaa keskitettyä järjestelmän hallintaa, mistä asiakkaat tilaavat energian, heille tuotetaan energiaa, heille lähetetään lasku ja järjestelmää hallinnoidaan. AVOT (Ampere and Voltage Technology) kuvaa tulevaisuuden sähköenergiaa. Keinoäly hallinnoi eri energiamuotoja kustannustehokkaasti ja kestävän talouden periaatteita noudattaen. Vuosi- ja kausivaihtelujen haasteisiin vastataan siten, että aurinko- ja tuulienergiaa tuotetaan keväällä, kesällä ja syksyllä. Kun talvi saapuu, niin siirrytään tuulienergian ja bioenergian käyttöön. Älyverkon sähkövoiman varmistaa ydinvoima koko vuosikalenterin ajan. Tässä sitä vasta onkin jatkotutkimuksen aiheita. Tulevaisuus on yllättävän lähellä – noin 20 vuoden päässä. Valmistautukaa siihen!

LÄHDELUETTELO

- Ahtiainen, Anne; Liedon Lämpö Oy, 2017. *Yritysesittely*. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://liedonlampo.fi/yritysesittely/ [Haettu 20 1 2018].
- Anttonen, K., 2016. *Aurinkolämpö osana uusiutuvaa kaukolämmön tuotantoa.* Mikkeli, Savon Voima Oy.
- Auvinen, K., 2016. *Aurinkoenergiainvestointien kannattavuuden haasteet.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.finsolar.net/aurinkoenergian-hankintaohjeita/aurinkoenergian-tuotantohintoja/. [Haettu 26 12 2017].
- Auvinen, K., 2016. *Aurinkoenergian kannattavuuden vaikuttimet.* Helsinki, Aalto-yliopisto, Kauppakorkeakoulu, s. 20.
- Auvinen, K., 2016. *Energiainvestointien kannattavuusvertailu keskiarvoisten v. 2014-2015 hintatietojen mukaan,* Helsinki: Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu.
- Auvinen, K., 2017. *Solar power in Finland.* Vaasa, Aalto University, School of Business, s. 17.
- Carla, M., 2016. *Vuosikertomus 2016,* Parainen: Pargas Fjärrvärme Ab, Paraisten Kaukolämpö Oy;.
- Definition, UN, 1987. *Bruntland Report,* s.l.: UN.
- Deloitte University Press, 2016. *Rohkeasti eteenpäin, ennen kuin muut ehtivät ensin,* Helsinki: Deloitte & Touche Oy.
- Drake Landing Solar Community, 2017. *Storing the Solar Thermal Energy*. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.dlsc.ca/how.htm. [Haettu 11 1 2018].
- Energiateollisuus ry, 2016. *Kaukolämpötilasto 2016,* Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Energiateollisuus ry, 2017. *Kaukolämmön yleiset sopimusehdot; Suositus T1/2017,* Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Energiateollisuus ry, 2017. *Lammitys ja jäähdytys matkalla hiilineutraalliin tulevaisuuteen,* Helsinki: Energiateollisuus ry.

- Energiateollisuus ry, 2017. *Suomalaisten Energia-asenteet 2017,* Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Energiateollisuus; Leskelä, Jukka, 2018. *Energiavuosi 2017 Kaukolämpö,* Helsinki: Energiateollisuus Ry.
- Energiateollisuus, 2016. *Suurin haaste on taakanjakosektorin päästövähennystavoite*. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://energia.fi/energiateollisuuden_edunvalvonta/energiapolitiikka/energia-_ja_ilmastostrategia. [Haettu 4 2 2018].
- Eskola, O., 2017. *Haastattelu,* Sallila Energia Oy , Loimaa.
- Euroopan parlamentti, 2014. *Euroopan energiaomavaraisuuden uudistaminen.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.europarltv.europa.eu/fi/programme/others/renewing-europes-energy-selfsufficiency. [Haettu 14 9 2017].
- Euroopan Unioni, 2012. *EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 2012/27/EU,* Bryssel: Euroopan Unioni. Euroopan Unioni, 2017. *Energia.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://europa.eu/european-union/topics/energy_fi. [Haettu 17 11 2017].
- Fingrid, 2013. *Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/kulutuksen-ja-tuotannon-liittaminen-kantaverkkoon/voimalaitosten-jarjestelmatekniset-vaatimukset-vjv2013.pdf. [Haettu 4 1 2018].
- FinSolar, 2016. *Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa,* Helsinki: Aalto-yliopisto.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, 2017. *©Fraunhofer ISE: Photovoltaics Report, updated: 12 July 2017,* Freiburg: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with the support of PSE AG.
- Global Environmental Services Pty Ltd (GES), 2009. *GRID CONNECTED SOLAR SYSTEMS.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.geservices.com.au/GridConnectedSystems.aspx. [Haettu 4 1 2018].

- Green Rhino Energy, 2017. *Defining standard spectra for solar panels.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.greenrhinoenergy.com/solar/radiation/spectra.php. [Haettu 21 12 2017].
- GreenSpec, 2017. *greenspec.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.greenspec.co.uk/building-design/solar-collectors/. [Haettu 13 12 2017].
- Grönman, A., 2016. *Verkkoon kytketyt aurinkopaneelijärjestelmät,* Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT).
- Grönman, A. & Uusitalo, A., 2016. *Uusiutuva energia,* Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology (LUT).
- Haarala, Pasi, 2017. Naantalin Energia Oy. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.naantalinenergia.fi/fin/yritys/organisaatio/. [Haettu 12 7 2017].
- Honkapuro, Samuli;, 2015. *Economic regulation of electricity distribution business.* Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology (LUT).
- IBM, 2017. *The future of energy and utilities.* Newyork: IBM.
- Ijäs, H., 2017. *Haastattelu.* Loimaan Kaukolämpö Oy, Loimaa.
- International Energy Agency, (IEA), 2016. *2014 fuel shares in world total primary energy supply,* Paris.
- Järventausta, P. et al. 2015. *Kysynnän jousto – Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli),* Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan laitos.
- Köyliön-Säkylän Sähkö Oy, 2016. *Vuosikertomus 2016,* Säkylä.
- Kuivanen, J., 2017. *Haastattelu,* Turku Energia Oy, Turku.
- Lankinen, T., 2017. *Haastattelu,* Someron Lämpö Oy, Somero.
- Lappeenranta University of Technology (LUT), 2017. *District Heating , Lecture 1,* Lappeenranta: LUT.
- Loimaan Kaukolämpö Oy, 2017. *Kotisivut.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.loimaankaukolampo.fi/yritysesittely .

- Lovio, R., 2017. *Yrittäjien moninainen toiminta eri areenoilla uuden toimialan synnyttämiseksi: Aurinkosähköalan läpimurto Suomessa 2009-2016,* Helsinki: Aalto-yliopisto, Kauppakorkeakoulu, Johtamisen laitos.
- Lund, H. ym., 2014. 4th Generation District Heating (4GDH). *Energy*, s. 11.
- Marttila, O.-P., 2016. *Haastattelu,* Köyliön-Säkylän Sähkö Oy ,Säkylä.
- McKinsey & Company, 1999. *Ideasta kasvuyritykseksi*. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Michael Schmela, SolarPower Europe, 2017. *Global Market Outlook For Solar Power / 2017-2021,* Brussels, Belgium.
- Motiva Oy, 2017. *Auringonsäteilyn määrä Suomessa.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa.
- Motiva Oy, 2017. *Energiatehokkuussopimukset 2017-2025,* Helsinki.
- Motiva Oy, 2017. *Lupa-asiat, Paneelien asentaminen.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/lupa-asiat. [Haettu 2 1 2018].
- Naantalin Energia Oy, 2017. *Organisaatio.* [WWW-dokumentti].Saatavissa: http://www.naantalinenergia.fi/fin/yritys/organisaatio/.
- Nissilä, H., Lempiälä, T. & Lovio, R., 2014. *Constructing Expectations for Solar Technology over Multiple Field-Confi guring Events: A Narrative Perspective,* Helsinki: Aalto University School of Business, Department of Management Studies.
- Näpärä, Liisa; Spoken Oy, 2017. *HAASTATTELUN LAJITYYPIT.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.spoken.fi/blogi/haastattelun-lajityypit. [Haettu 21 1 2018].
- NASA, 1998. *Earth Radiation Budget.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://marine.rutgers.edu/cool/education/class/yuri/erb.html. [Haettu 19 12 2017].

- O'Connor, P., 2016. *What is the Learning Curve—and What Does it Mean for Solar Power and for Electric Vehicles?.* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://blog.ucsusa.org/peter-oconnor/what-is-the-learning-curve. [Haettu 1 1 2018].
- Oikeusministeriö, FINLEX®, 2013. *Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (590/2013).* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130590. [Haettu 3 1 2018].
- Oikeusministeriö, FINLEX®, 2013. *Sähkömarkkinalaki (588/2013).* [WWW-dokumentti]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588. [Haettu 2 1 2018].
- Oy Merinova Ab, Esko Ala-Myllymäki, 2016. *AURINKODEMO,* Vaasa: EAKR-hanke.
- Parikka, R., 2017. *Haastattelu,* Kemiönsaaren Lämpö Oy, Kemiö
- Partanen, J. et al., 2015. *Sähköverkko- ja sähkökauppaliiketoiminnan nykytila ja kehitysnäkymiä,* Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT).
- Patronen, J., 2016. *KAKSISUUNTAISEN KAUKOLÄMMÖN LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET JA HAASTEET,* Mikkeli: Pöyry Management Consulting Oy.
- Pekka Peura et al. 2017. *Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet (HEMU),* Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Perez, R. & Perez, M., 2009. A Fundamental Look At Supply Side, Energy Reserves For The Planet.
- Pihkala, T., 2015. *Uuden liiketoiminnan luominen,* Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT).
- Pöyry Management Consulting Oy, 2016. *Kaksisuuntaisen kaukolämmön liiketoimintamallit,* Helsinki: Energiateollisuus ry; Sitra.
- Pöyry, 2013. *AURINKOLÄMMÖN LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET KAUKOLÄMMÖN YHTEYDESSÄ SUOMESSA,* Vantaa: Pöyry Management Consulting Oy.

- REN21, 2017. *RENEWABLES 2017,* Paris: REN21.
- Reuß, M. et al. 2016. *A NEW CONCEPT OF A HYBRID STORAGE SYSTEM FOR HEATINGSEASONAL THERMAL ENERGY STORAGE IN SOLAR DISTRICT HEATING,* Munich: Institut of Agricultural Engineering.
- Sähköturvallisuuden Edistämiskeskus Ry, STEK, 2017. *Älykäs sähköverkko.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: https://www.stek.fi/Alykas_sahkon_kaytto/fi_FI/Alykas_sahkoverkko/.
- Sallila Energia, 2016. *Vuosikertomus 2016,* Sallila Yhtiöt 2017, Alastaro.
- Sallila Energia, 2017. *Tietoa meistä.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: https://www.sallila.fi/sallila-yhtiot/tietoa-meista/. [Haettu 11 8 2017].
- Shane, S. A., 2003. *A General Theory of Entrepreneurship, The individual - Opportunity Nexus.* Paperback edition 2004 toim. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- SOLAR TRIBUNE, 2011. *Solar Thermal Energy.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: https://solartribune.com/solar-thermal-energy/. [Haettu 29 12 2017].
- Someron Lämpö Oy, 2016. *Vuosikertomus 2016,* Someron Lämpö Oy, Somero.
- Sundial Finland Oy, Jarno Kuokkanen, 2017. *Suuret aurinkolämpöjärjestelmät, Hämeenlinnan uimahalli.* Helsinki, Aurinkoteknillinen Yhdistys Ry.
- sunenergia, 2018. *TESTAA KANNATTAISIKO SINUN SIIRTYÄ AURINKOENERGIAAN.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: http://map.sunenergia.com/report. [Haettu 15 1 2018].
- Suomen Asiakastieto, 2017. *Naantalin Energia Oy,* s.l.: Fonecta Finder.
- Tilastokeskus, 2017. *Lämmityksen markkinaosuudet,* Helsinki: Tilastokeskus.
- Turku Energia, 2016. *Vuosikertomus 2016,* Turku.
- Turku Energia, 2017. *Hanki aurinkopaneelipaketti.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: https://www.turkuenergia.fi/sahko/aurinkopaneelit/. [Haettu 26 2 2018].
- TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ, 2017. *Energiatuki.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: http://tem.fi/energiatuki. [Haettu 2 1 2018].

- University of British Columbia Okanagan, Dr. Michael Pidwirny & Scott Jones, 2014. *Earth-Sun Relationships and Insolation.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: http://www.physicalgeography.net/fundamentals/6i.html.
- USC Viterbi School of Engineering, 2014. *Getting Smart with the USC Smart Grid Project*. [WWW-dokumentti]. Saatavuus: http://viterbivoices.usc.edu/zachg/getting-smart-with-the-usc-smart-grid-project/. [Haettu 6 10 2012].
- Vartiainen, E., 2017. *SolarPV markets and competitiveness.* Turku, Fortum Growth Oy, s. 13.
- Vattenfall, 2017. *About district heating.* [WWW-dokumentti]. Saatavuus: https://corporate.vattenfall.com/about-energy/energy-distribution/district-heating/.
- Vihanninjoki, V., 2015. *Hajautettu energiantuotanto Suomessa*, Helsinki: Suomen ympäristökeskus SYKE.
- Ympäristöministeriö, 2014. *Uusiutuvan energian tuotannon*, Helsinki: Ympäristöministeriö.

LIITTEET

Liite 1: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake

Liite 2: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake analysointia varten

Liite 1: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake

Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja/tai aurinkosähkön tuottajana

Kysymykset, joihin haetaan vastausta:

1. Voiko lämpökeräimiä myydä ”asiakkaiden” piikkiin, hyvitys lämpölaskussa?
2. Minkälainen kenttä lämpökeräimiä olisi kannattavaa?
3. Mikä on investoinnin takaisinmaksuaika verrattuna energian hintaan 24€/MWh?
4. Mitä lupia tarvitaan?
5. Mitä vaatii sähkönmyyjäksi ryhtyminen, mitä verkonhaltija vaatii?
6. Miten sähkömarkkinoille lähdetään mukaan?
7. Miten sähkömarkkinoilla toimitaan, ennusteet, sakot, jne.?

Haastattelukysymykset:

Haastattelupyyntöjä tehdään 5-8 varsinaissuomalaiselle ja satakuntalaiselle energiayhtiölle. Yhtiöt ovat julkisessa omistuksessa, kuten kuntien omistamat energiayhtiöt tai kuntia, jotka ostavat energiatuotannon palveluna yksityisessä omistuksessa olevilta yrityksiltä. Valitut yhtiöt ovat pieniä tai keskisuuria yhtiöitä. Poikkeuksena on yksi yritys, jotta saadaan vertailevaa materiaalia. Kysymykset muotoa QX ja vastaukset AX.

0432587 Harri Vaara
Lieto 13.4.2017

jatkuu

Liite 1: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake

Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

liite 1. jatkoa

Q1. Esittele yrityksesi?

Q2. Kuka olet?

Q3. Oletteko tehneet energiatehokkuussopimuksen?

Q4. Mitä lämmön lähteitä käytätte tuotannossa?

Q4.1 Kuinka paljon niillä tuotetaan vuositasolla?

Q4.2 Tuotatteko itse myös sähköä?

Q5. Mikä on omistajan uusiutuvan energian strategia?

Q5.1 Miten uusiutuvan energian päätökset korreloivat omistaja ohjaukseen ja tuottovaatimukseen?

Q6. Minkälainen päätöksentekoprosessi teillä on – entä poliittinen tahtotila?

Q7. Oletteko tehneet kannattavuuslaskelmat aurinkoenergiasta? Miten budjetoitu ja toteutunut korreloituvat?

Q8. Miten aurinkoenergia on suunniteltu kytkettävän verkkoon – onko suoraan verkossa vai loppuasiakkaalla?

Q9. Minkälainen aurinkoenergian lupaprosessi kunnassa on käytäntönä?

Q10. Oletteko miettineet muita uusiutuvan energian lähteitä? (maalämpö, lämpöpumput, hukkalämmön talteenotto, geoterminen energia, tuulivoima, biomassa, jne.)

Q11. Mitä aurinkoenergian varastointimahdollisuuksia teillä on käytössä tai olette miettineet?

Q12. Onko auringolla tuotettu lämpö/sähkö asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähdemuodoilla?

Q13. Omistatteko sähköverkot?

jatkuu

Liite 1: Empiirisen tutkimuksen kyselylomake

Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Q14. Otatteko vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta ja millä ehdoilla?

Q14.1. Onko sopimus verkon haltijan vai käytättekö aurinkoenergiaa ainoastaan omissa kiinteistöissä?

Q15. Vaatiiko aurinkosähkön tuotanto osaltanne sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä?

Q16. Onko alueen verkkoyhtiöllä tuotantovaatimuksia tai -rajoituksia?

Q17. Oletteko tutustuneet EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin?

Q17.1 Ohjaavatko energiaunionin tavoitteet teidän yhtiönne päätöksentekoprosessia?

Q18. Muut mahdolliset asiat?

Liiketoimintamahdollisuudet aurinkolämmön ja/tai aurinkosähkön tuottajana

Haastattelukysymykset:

Q3. Oletteko tehneet energiatehokkuussopimuksen?

Q4.2 Tuotatteko itse myös sähköä?

Q5. Onko yrityksen omistajalla uusiutuvan energian strategia?

Q6. Onko yrityksen hallituksessa poliittinen enemmistö?

Q7. Oletteko tehneet kannattavuuslaskelmat aurinkoenergiasta?

Q8. Onko aurinkoenergia suunniteltu kytkettäväksi suoraan verkkoon?

Q9. Riittääkö ilmoitusmenettely tai toimenpidelupa kunnan lupaprosessissa aurinkoenergian suhteen?

Q10. Oletteko miettineet muita uusiutuvan energian lähteitä?

Q11. Oletteko miettineet aurinkoenergian varastointimahdollisuuksia?

Q12. Onko auringolla tuotettu lämpö/sähkö asiakkaalle kalliimpaa kuin perinteisillä fossiilisilla energianlähdemuodoilla?

Q13. Omistatteko sähköverkot?

Q14. Otatteko vastaan aurinkosähköä yksityisiltä toimijoilta?

Q15. Vaatiiko aurinkosähkön tuotanto osaltanne sähkönmyyjäksi rekisteröitymistä?

Q16. Onko alueen verkkoyhtiöllä tuotantovaatimuksia tai -rajoituksia?

Q17. Oletteko tutustuneet EU:n energiaunionin sisältöön ja tavoitteisiin?