

**VAASAN YLIOPISTO**

**TEKNILLINEN TIEDEKUNTA**

**SÄHKÖTEKNIikka**

Ipo Peltomäki

**UUSIEN LIKETOIMINTAMALLIEN KEHITTÄMINEN ÄLYVERKOISSA**

**Tarkastelussa tuottaja-kuluttajat ja aurinkopaneelijärjestelmät**

Diplomityö, joka on jätetty tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Vaasassa 22.6.2016

Työn valvoja

Professori Kimmo Kauhaniemi

Työn ohjaaja

Professori Kimmo Kauhaniemi

Työn tarkastaja

Professori Timo Vekara

## SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNELUETTELO	4
TIIVISTELMÄ	5
ABSTRACT	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tavoitteet ja tausta	7
1.2 Työn rakenne	9
2 ENERGIA-ALAN LIIKETOIMINTAMALLIEN UUDISTAMINEN	11
2.1 Liiketoimintamallin määritelmä	11
2.2 Energiayhtiöille asetetut vaatimukset	15
2.3 Aurinkosähkön tuomat haasteet	16
2.4 Katsaus Saksan tilanteeseen	19
2.5 Katsaus Tanskan tilanteeseen	22
3 TUOTTAJA-KULUTTAJAT	24
3.1 Tuottaja-kuluttajat ja korvaus ylijäämästä	26
3.2 Aggregaattori ja virtuaalinen voimalaitos	28
3.3 Sähkömarkkinat ja tuottaja-kuluttaja	31
3.3.1 Sähkömarkkinoiden markkinarakenteen uudistaminen ja joustavuuden lisääminen	33
3.3.2 Asiakaslähtöinen markkinointi ja pientuotannon asema	36
4 AURINKOSÄHKÖ SUOMESSA	39
4.1 Suomen olosuhteet	39
4.2 Aurinkosähköjärjestelmien hintakehitys	41
4.3 Taloudellinen kannattavuus	43
4.4 FinSolar-hanke ja Suomen palvelu- ja rahoitusmallit	46
5 SÄHKÖSOPIMUS- JA HINNOITTELUMALLIT	50
5.1 Sähkösopimusmallit	50
5.1.1 Pörssisähkösopimus	52
5.1.2 Spot-pientuotantosopimus	52
5.1.3 Energian ostosopimus	53
5.2 Hinnoittelumallit	54
5.2.1 Kustannus- ja markkinaperusteinen hinnoittelu	54
5.2.2 Arvoperusteinen hinnoittelu	55

5.2.3	Volyymihinnoittelu	55
5.2.4	Hyödynjakomalli	56
6	TUTKITTAVAT LIIKETOIMINTAMALLIT	57
6.1	Energiakonsultointi	60
6.2	Elinkaaripalvelut	63
6.3	Aurinkopuisto	65
6.4	Avaimet käteen	67
6.5	Energian ostosopimusmalli	69
6.6	Sopimus- ja hinnoittelumallien soveltuvuus tutkittaviin liiketoimintamalleihin	73
7	AURINKOPUISTON KANNATTAVUUSLASKELMAT	76
7.1	Kannattavuuslaskentamenetelmät ja käytetyt lähtöarvot	76
7.2	Tulosten tarkastelu ja pohdinta	79
8	YHTEENVETO	88
	LÄHDELUETTELO	91

## LYHENNELUETTELO

CHP	Combined Heat and Power, yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto
CS	Community Solar, yhteisomistuksessa oleva aurinkoenergiavoimala
EU	Euroopan unioni
ESCO	Energy Service Company, uudenaikaisia energiapalveluita tarjoava yritys
IRR	Internal Rate of Return, sisäinen korkokanta
Nord Pool	Pohjoismainen sähköpörssi
PPA	Power Purchase Agreement, energian ostosopimus
Spot-hinta	Sähkön markkinahinta Nord Pool -sähköpörssissä
SPPA	Solar Power Purchase Agreement, aurinkoenergian ostosopimus
OTC	Over the Counter, sähköpörssin ulkopuolella tapahtuvaa kaupankäyntiä
TPO	Third Party Ownership, ulkopuolinen omistajuus
VPP	Virtual Power Plant, virtuaalinen voimalaitos

---

**VAASAN YLIOPISTO****Teknillinen tiedekunta**

<b>Tekijä:</b>	Ilpo Peltomäki
<b>Diplomityön nimi:</b>	Uusien liiketoimintamallien kehittäminen älyverkoissa: Tarkastelussa tuottaja-kuluttajat ja aurinkopaneelijärjestelmät
<b>Valvoja:</b>	Professori Kimmo Kauhaniemi
<b>Ohjaaja:</b>	Professori Kimmo Kauhaniemi
<b>Tarkastaja:</b>	Professori Timo Vekara
<b>Tutkinto:</b>	Diplomi-insinööri
<b>Koulutusohjelma:</b>	Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelma
<b>Suunta:</b>	Sähkötekniikka
<b>Opintojen aloitusvuosi:</b>	2010
<b>Diplomityön valmistumisvuosi:</b>	2016

**Sivumäärä: 102**

---

**TIIVISTELMÄ**

Aurinkovoimasta on tulossa keskeinen tulevaisuuden energiantuotantomuoto. Samaan aikaan kotitalouksien, yritysten ja yhteisöjen aurinkopaneelijärjestelmät mahdollistavat uusia liiketoimintamalleja sekä erilaisia sijoituskohteita. Uusien liiketoimintamallien avulla voidaan luoda uutta liiketoimintaa ja kaikkia osapuolia hyödyttäviä palveluita. Samalla tuetaan myös tulevaisuuden älyverkkojen kehittymistä.

Tämän diplomityön tavoitteena oli tutkia tuottaja-kuluttajien mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja sekä roolia tulevaisuuden älykkäissä sähköverkoissa ja sähkömarkkinoilla. Työssä pohdittiin erityisesti tuottaja-kuluttajien määrän kasvamisen vaikutuksia energiayhtiöiden toimintaan, liiketoimintamalleihin ja sähkömarkkinoiden markkinarakenteseen.

Diplomityön pohtivassa osuudessa mietittiin, miten uusia tuote- ja palvelukonsepteja kannattaa lähteä kehittämään ja mitä haasteita nimenomaan aurinkosähkö tuo alalla toimiville. Tämän jälkeen luokiteltiin erilaisia energia-alan liiketoimintamalleja ja selvitettiin niiden soveltuvuus käytännössä. Näkökulmia ja ratkaisuja haettiin Suomesta, Saksasta, Tanskasta ja Yhdysvalloista.

Laskennallisessa osuudessa tutkittiin aurinkopuiston kannattavuutta, kustannuksia ja roolia osana energiayhtiön liiketoimintamallia. Aurinkopuistolla tarkoitettiin tässä työssä useista aurinkopaneeleista koostuvaa voimalaa, josta asiakkaiden on mahdollista vuokrata paneeleita kuukausimaksua vastaan. Ideana on, että paneelien tuottama sähkö hyvitetään myöhemmin asiakkaan sähkölaskusta. Tulosten tarkastelun jälkeen saatiin yhteenveto siitä, miten kannattavaa tällainen liiketoiminta tietyillä lähtöarvoilla ja eri skenaarioilla on.

---

**AVAINSANAT:** Tuottaja-kuluttaja, liiketoimintamalli, aurinkosähkö, pientuotanto, älyverkko, energiayhtiö

---

**UNIVERSITY OF VAASA****Faculty of technology**

<b>Author:</b>	Ilpo Peltomäki
<b>Topic of the Thesis:</b>	The Development of New Business Models in Smart Grids: Prosumers and Solar Power Systems
<b>Supervisor:</b>	Professor Kimmo Kauhaniemi
<b>Instructor:</b>	Professor Kimmo Kauhaniemi
<b>Evaluator:</b>	Professor Timo Vekara
<b>Degree:</b>	Master of Science in Technology
<b>Degree Programme:</b>	Degree Programme in Electrical and Energy Engineering
<b>Major:</b>	Electrical Engineering
<b>Year of Entering the University:</b>	2010
<b>Year of Completing the Thesis:</b>	2016

**Pages: 102**

---

**ABSTRACT**

This thesis examines the development of new business models in smart grids and how growing number of prosumers can change today's market structure and utilities' old business models. In this case prosumer is a consumer who owns small-scale production and can feed surplus electricity back into the grid. The production is assumed to be solar power and technological view covers next 10 years.

Solar panels are becoming more popular and many actors in solar business are eager to invent new business models that can change existing markets and bring profit to the company. If a new business model is good enough, it can also create new services, jobs and support the development of future smart grids. Small-scale solar plants also offer a wide variety of different investment opportunities, e.g. in Germany the growing use of renewable resources is a key driver of developing environmentally friendly power generation.

The research material for this thesis was acquired from recent articles, literature reviews and utilities' existing business models. Examples and perspectives were collected from Finland, Germany, Denmark and the United States. Later, the latest business model trends were introduced and studied with different contract types and pricing models. A short comparison between them was also made.

In the empirical part, a solar park was examined and calculations were made to find out whether it could be a financially good investment to a utility or to any other operator in solar business. A solar park consists of a number of solar panels that can be rented for customers who in return get a little compensation to their electricity bill. This compensation is based on how much the rented panels produce electricity. Certain initial values were used in calculations with some different scenarios.

---

**KEYWORDS:** Prosumer, business model, solar power, small-scale production, smart grid, utility

# 1 JOHDANTO

Tämä diplomityö liittyy Vaasan Sähkö Oy:n teettämään tilaustutkimukseen ja on myös osa Sundom Smart Grid -projektia. Sundom Smart Grid -projektin tavoitteena on suunnitella, toteuttaa ja testata sähköverkossa älykkäitä ratkaisuja, jotka parantavat sähkönjakelun toimitusvarmuutta. Diplomityö kuuluu projektin työpakettiin: ”Uusien markkina- ja liiketoimintamallien kehittäminen älyverkoissa”.

## 1.1 Työn tavoitteet ja tausta

Diplomityön perimmäisenä tavoitteena on tutkia aurinkopaneelijärjestelmien ja tuottajakuluttajien mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja sekä roolia tulevaisuuden älykkäissä sähköverkoissa ja Suomen sähkömarkkinoilla. Työssä pohditaan erityisesti tuottajakuluttajien määrän kasvamisen vaikutuksia energiayhtiöiden toimintaan, liiketoimintamalleihin ja sähkömarkkinoiden markkinarakenteeseen. Tuottaja-kuluttajalla tarkoitetaan tässä työssä pienimuotoista tuotantoa omistavaa toimijaa, joka on liittynyt kansalliseen sähköverkkoon ja joka pystyy myymään tuottamaansa sähköä. Suomessa pienimuotoiseksi tuotannoksi lasketaan voimalaitokset, joiden yhteenlaskettu teho on enintään kaksi megavolttiampeeria (Sähkömarkkinalaki 2013/588). Tuottaja-kuluttajan keskeisenä tuotantolaitoksena pidetään aurinkopaneelijärjestelmää, ellei toisin mainita. Teknologisen kehityksen kannalta pohditaan tilannetta 10 vuoden aikajänteellä ja huomioon otetaan myös aurinkopaneelijärjestelmien hintakehitys.

Aurinkopaneelijärjestelmä on tällä hetkellä suosittu pientuotannon muoto, joten kilpailu niiden toimittajien välillä on kovaa. Alalla toimivat yritykset koettavat keksiä nopeasti uusia liiketoimintamalleja, jotka liittyvät paneelien myymiseen ja asentamiseen sekä muihin asioihin aurinkoenergian ympärillä. Koska aurinkosähköllä ei voida vielä kannattavasti kilpailla perinteisiä energiantuotantotapoja vastaan €/MWh-tasolla, on syytä kehittää uusia aurinkoenergian markkinointi- ja kaupankäyntikeinoja. Tutuin keino lienee tällä hetkellä avaimet käteen -toimitus, jossa yritys myy kokonaisen aurinkosähköjärjestelmän asennuksineen.

Aurinkosähköjärjestelmien ja tuottaja-kuluttajien määrän kasvaessa myös neuvonta- ja asiantuntijapalveluiden merkitys korostuu. Tällöin energiakonsultoinnista saattaa muodostua kannattava liiketoimintamuoto. Energiayhtiöt ovat tarjonneet yleispäteviä neuvontapalveluita jo muutamia vuosia, mutta pientuotannon ja energiatehokkuuden tapauksessa tarkempi erikoistuminen voi olla kannattavampaa. Jos toiminta on kehittynyt tarpeeksi, voidaan tarjota myös erilaisia rahoitusmalleja, jolloin kaikki ne asiakkaat, joilla ei ole tarvittavaa alkupääomaa aurinkoenergian tuottamiseen, voivat päästä toimintaan mukaan. Vaikka palveluntarjoajat eivät rahoitusmalleilla välitöntä voittoa tekisikään, saavat ne silti jonkinlaiset lähtökohdat ja varautumisvalmiudet tulevaisuutta ja hajautetun pientuotannon yleistymistä varten (Richter 2012a). Esimerkiksi Yhdysvalloissa Minneapolikses- sa toimiva energiayhtiö Xcel Energy Inc. tarjoaa yhteisöllistä palvelua nimeltä Solar\*Connect, jossa asiakkaat voivat ostaa tai liisata aurinkopaneeleita suuremmasta aurinkopaneelijärjestelmästä, niin sanotusta aurinkopuistosta, ja saavat vastineeksi tuotannon verran vähennystä seuraavaan sähkölaskuunsa (Basden, Williams & Wright 2014). Samanlaista toimintaa on olemassa jo Suomessakin. Tämän lisäksi erilaiset energian ostosopimukset ovat yleistyneet energia-alan yritysten palvelutarjonnassa.

Vaikka hajautetun pientuotannon ja varsinkin aurinkopaneelien trendi on nouseva, niiden tuomien uusien liiketoimintamallien käyttöönottoa hidastavat muutamat tekijät. Hidastavia tekijöitä eivät ole vain sähköverkkoon tai energiarakenteeseen liittyvät seikat, vaan valtion ja regulaation osuus on suuri. Myös energiasektorin pitää tehdä oma osansa; energia-alan yrittäjillä on tällä hetkellä keskenään ristiriitaisia kiinnostuksen kohteita ja eriävät näkemykset tulevaisuudesta. Tällöin yhteisiä hankkeita on vaikea toteuttaa ja tehdä. Hajautettu pientuotanto on kuitenkin tällä hetkellä yksi avaintekijöistä matkalla päästövaapaata, vähähiilidioksidista ja energiatehokasta tulevaisuutta. Pientuotanto antaa kuluttajalle mahdollisuuden päästä mukaan vaikuttamaan ja tekemään valintoja, joilla on todellista merkitystä. (Solar Power Europe 2015a.)

## 1.2 Työn rakenne

Diplomityössä tutkitaan erilaisia energia-alan liiketoimintamalleja ja selvitetään niiden soveltuvuutta käytäntöön. Taustatietoja ja toimintamalleja haetaan Suomesta, Tanskasta, Saksasta ja Yhdysvalloista. Luvussa 2 tilannetta pohditaan ensin energiayhtiön ja energia-alalla toimivien näkökulmasta. Tämän jälkeen mietitään, kuinka tuottaja-kuluttajien määrän kasvaminen vaikuttaa energia-alalla toimivien yritysten liiketoimintamalleihin sekä miten uusia tuote- ja palvelukonsepteja kannattaa lähteä kehittämään.

Luvussa 3 selvitetään tarkemmin tuottaja-kuluttajien nykyistä tilannetta markkinoilla ja miten tuottaja-kuluttajien määrän kasvaminen vaikuttaa sähkömarkkinoiden markkinarakenteeseen. Sähkömarkkinoiden toimintaan vaikuttaa erityisesti se, että pienvoimalan omistava kuluttaja voi myydä tuotantoaan saaden siitä sopimusmallista riippuen korvauksen. Se, kuinka kannattavaa pientuotannon myynti sitten on, riippuu muun muassa korvauksista ja tukipolitiikasta. Luvun lopussa pohditaan vielä asiakaslähtöisen liiketoiminnan tärkeyttä ja tähän tutkimukseen sopivia asiakasryhmiä.

Luvussa 4 tarkastellaan aurinkosähkön tuotanto-olosuhteita Suomessa, taloudellista kannattavuutta, hankintahintaa ja paneelijärjestelmien hintakehitystä. Näitä tietoja käytetään hyödyksi työn laskennallisessa osuudessa. Luvun tavoitteena on myös selvittää, millaisia rahoitus- ja palvelumalleja Suomessa on. Hyvien rahoitus- ja palvelumallien avulla pystytään edistämään aurinkosähkön leviämistä tavallisten ihmisten keskuuteen.

Luvussa 5 luetellaan Suomen yleisimpiä sähkö sopimusmalleja sekä erilaisia hinnoittelumalleja. Huomiota kiinnitetään erityisesti periaatteisiin, joilla asiakkaita laskutetaan ja siihen, miten liikevaihto eri malleissa muodostuu. Tuottaja-kuluttajien tapauksessa käsitellään erilaisia sopimusmalleja oman pientuotannon myyntiin. Sopivimpia malleja käydetään myöhemmin uusien liiketoimintamallien suunnittelussa.

Luvussa 6 käydään aluksi läpi yleisiä piirteitä aurinkosähköön ja neuvontapalveluihin laajentaneen energiayhtiön liiketoimintamallista, minkä jälkeen esitellään uusia liiketoimintamalleja liittyen aurinkosähköjärjestelmiin ja tuottaja-kuluttajiin. Työtä varten valit-

tiin viisi eri liiketoimintamallia: asiantuntijapalveluihin perustuva energiakonsultointi, huoltoon ja ylläpitoon liittyvät elinkaaripalvelut, vuokrapaneelit mahdollistava aurinkopuisto, tuotteita ja palveluita yhdistävä avaimet käteen -toimitus ja rahoitusosapuolen mukaan ottava energian ostosopimusmalli.

Työn laskennallisessa osuudessa luvussa 7 suunnitellaan ja pohditaan aurinkopuiston kannattavuutta, kustannuksia ja roolia osana energiayhtiön liiketoimintamallia. Aurinkopuiston ideana on, että asiakkaiden on mahdollista vuokrata kuukausimaksua vastaan aurinkopuistosta aurinkopaneeleita, joiden tuotanto hyvitetään myöhemmin asiakkaan sähkölaskusta. Laskelmien tavoitteena on saada yhteenveto siitä, miten kannattavaa tällainen liiketoiminta tietyillä lähtöarvoilla ja eri skenaarioilla on.

## 2 ENERGIA-ALAN LIKETOIMINTAMALLIEN UUDISTAMINEN

Kun energia-ala muuttuu enemmän hajautetun pientuotannon ja aurinkosähkön suuntaan, alalla toimivien yritysten on pakko uudistaa liiketoimintamallejaan. Kannustimena uuden aikaisiin liiketoimintamalleihin voidaan käyttää EU:n energiasektorin avaintavoitetta: Miten saadaan tavalliset kuluttajat paremmin osaksi energiajärjestelmää? (Euroopan komissio 2015). Hajautettu pientuotanto on kuitenkin avaintekijä matkalla päästövapaata, vähähiilidioksidista ja energiatehokasta Eurooppaa. Hajautetun pientuotannon ja aurinkopaneelijärjestelmien yleistyessä, muun muassa perinteiset energiayhtiöt kohtaavat valtaisan muutoksen, sillä verkosta ostetun sähkön määrä vähenee varsinkin keskipäivällä, juuri silloin kun sähkö on yleensä ollut kallista ja kulutus suurta. Samalla myös kaupalliset aurinkovoimalat tuottavat enemmän, jolloin kalliita tuotantolaitoksia ei tarvita. Tilanteesta hyötyvät pienet energiayhtiöt, joiden toiminta ei ole niin riippuvaista perinteisistä energiantuotantotavoista (Hannes & Abbott 2013). Suuret energiayhtiöt voivat reagoida tällaisiin muutoksiin eri tavoin. Yksi vaihtoehto on olla tekemättä mitään, jolloin liiketoimintaa harjoitetaan kuten ennenkin ja pientuotannosta ei piitata. Toinen vaihtoehto on tarjota auttavaa kättä pienvoimaloiden hankkijoille, mutta kieltäytyä ostamasta ylijäämä-sähköä. Tämä voi lopulta viedä ojasta allikkoon eli esimerkiksi kannustaa ihmisiä hankkimaan akustoja ja irtautumaan verkosta kokonaan; akkuteknologiat kuitenkin kehittyvät nopeaa vauhtia. Energiayhtiöiden kolmas vaihtoehto on sopeutua muutokseen niin hyvin kuin mahdollista. Tässä työssä käsitelläänkin juuri tätä kolmatta vaihtoehtoa ja pohditaan keinoja käyttää kaikkia muutoksen suomia mahdollisuuksia kannattavasti hyödyksi.

### 2.1 Liiketoimintamallin määritelmä

Liiketoimintamalli-kirjallisuuden määrä on kasvanut kovasti vuodesta 1995 lähtien, mutta tästä huolimatta liiketoimintamallille ei ole kirjallisuudessa vielä yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Normaalisti liiketoimintamalli on käsitetty kuvauksena, esityksenä, työkaluna, mallina, toimintatapana tai viitekehyksenä. Kaikki nämä sisältävät yhteisiä elementtejä, joita ovat: arvovirrat, arvontuotto, arvon ansaitseminen, ansaintalogiikka, kus-

tannusrakenne, organisaatorakenne, resurssit, asiakkaat ja asiakassuhteet ja liiketoimintaverkosto. (Al-Debei & Avison 2010; Zott, Amit, & Massa 2011; Laukkanen, Huiskonen & Koivuniemi 2013.)

Alexander Osterwalder määritteli väitöskirjassaan (2004) liiketoimintamallin konseptuaalisena välineenä, joka sisältää aiemmin mainittuja elementtejä ja kuvaa niiden välisiä suhteita. Se on myös kuvaus yrityksen tarjoamasta arvosta yhdelle tai usealle asiakassegmentille ja yrityksen rakenteesta sekä sen verkostosta. Muut alan kirjailijat ovat suosineet hahmottamiseen neljää elementtiä, jotka ovat: arvonluonti, asiakaspalvelut, verkoston rakenne ja ansaintalogiikka (Richter 2012a). Myöhemmin Osterwalder & Pigneur (2010) tiivistivät liiketoimintamallin kuvaukseksi siitä, miten yritys luo ja ansaitsee arvoa. Toisin sanoen, liiketoimintamalli voi kuvata mitä yritys tarjoaa, kenelle tarjotaan ja miten se toteutetaan tuottavalla tavalla (Laukkanen ym. 2013).

Osterwalder (2010) kokosi myös eri tutkijoiden käsityksiä liiketoimintamallin piirteistä ja rakensi näiden pohjalta suosittu business model canvas -mallin (ks. taulukko 1). Canvasmallissa kuvattu liiketoimintamalli koostuu yhdeksästä eri elementistä, joita ovat: asiakasryhmät, arvolupaus ja asiakkaan hyödyt, myynti- ja jakelukanavat, asiakassuhteet, tärkeimmät aktiviteetit, tärkeimmät yhteistyökumppanit ja verkostot, tärkeimmät resurssit, kustannusrakenne ja tulovirrat. Tämä on suosittu liiketoimintamallin esittämistapa ja se mahdollistaa ohjatut ajatuskokeilut ja skenaariomenetelmien käytön. Samaa canvasmallia käytetään tässä työssä myöhemmin uusien liiketoimintamallien toiminnan kuvauksessa.

**Taulukko 1.** Liiketoimintamallin pääelementit canvas-mallissa (Soveltaen: Osterwalder & Pigneur 2010).

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		

Osterwalderin (2004) toinen näkökulma oli jakaa liiketoiminta strategia-, liiketoimintamalli- ja prosessitasoon. Strategiataso määrittelee yrityksen tavoitteet, päämäärät ja vision, prosessitason käsittäessä yrityksen fyysisen organisaation ja jokapäiväiset liiketoiminnot. Liiketoimintamallitaso sijoittuu strategia- ja prosessitason välille. Se muuttaa strategian konkreettisiksi liiketoiminnallisiksi päätöksiksi ja välittää ne toteutustasolle. Liiketoimintamalli voi siis olla kuvaus siitä, miten strategia toteutuu yrityksessä (Casadesus-Masanell & Ricart 2010; Laukkanen ym. 2013). Ehkä helpoin tapa on silti määrittellä liiketoimintamalli menetelmänä kuvata yrityksen liiketoiminnan keskeisiä menestystekijöitä ja niiden välisiä suhteita. Liiketoimintamallin ytimen ollessa asiakaslupaus ja muut keskeiset osat ovat asiakaskohderyhmät ja niille suunnatut tuotteet ja palvelut sekä tavat toimia eri kohderyhmien kanssa (Saarelainen 2013).

Liiketoimintamalli toimii hyvänä tarkastelu- ja apukeinona kehitettäessä ja jäsenettäessä yrityksen toimintafilosofiaa. Arvonluonnin ja ansaintalogiikan mekanismien kuvaus auttaa erityisesti uusia liiketoimintamuotoja suunniteltaessa. Verkostomaisessa liiketoiminnassa liiketoimintamalli toimii hyvänä välineenä toisaalta liiketoiminnan kokonaisuuden hahmottamisessa, toisaalta verkoston eri osapuolten vastuiden ja kytkeäntöjen jäsentämi-

sessä. Hyvää liiketoimintamallia voi käyttää apuna muutostilanteissa ja tällöin sen vahvuutena on yhtäaikainen elementtien eristäminen ja elementtien väliset suhteet. Suuretkin muutokset kohdistuvat usein vain yhteen elementtiin kerrallaan. Esimerkiksi kustannusrakenteen muuttuessa nähdään heti, mihin muihin elementteihin se vaikuttaa. Jos muutostilanteita ei ole, liiketoimintamallia käytetään työkalun tavoin uusien strategioiden ja teorioiden käytäntöön siirtoon, analyysien hallintaan, yritysten ja markkina-alueiden vertailuun ja tutkimiseen, sisältäen myös kategorisoinnit, erilaiset kokeilut ja skenaariot. (Richter 2012a; Kutvonen 2012.)

Liiketoimintamallien rakenteet vaihtelevat yrityksen ja toimialan mukaan, joten yhtä ainutta oikeaa mallia ei ole. Tietyllä alalla hyväksi havaittu malli ei välttämättä toimikkaan muilla aloilla eikä kilpailijan liiketoimintamallin kopioiminen sanasta sanaan ole kannattavaa. Yhteisiä hyvän liiketoimintamallin ominaisuuksia sen sijaan voidaan luetella. Niitä ovat esimerkiksi (Kutvonen 2012):

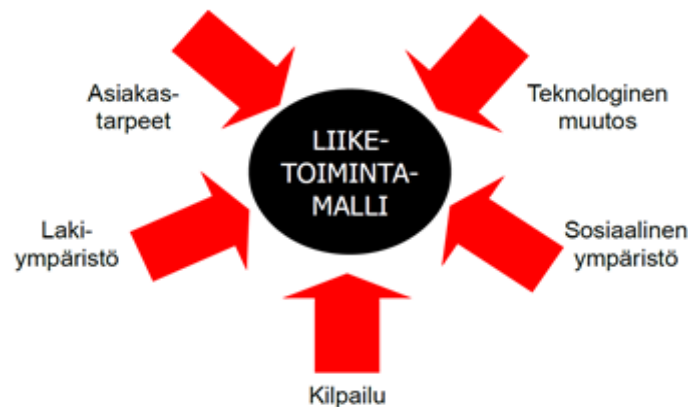
- asiakaskeskeisyys, jolloin asiakas on keskiössä ja häntä palvellaan uudella, paremmat tulokset tuovalla tavalla
- kilpailun kannalta ratkaisevat elementit, joita muut yhtiöt eivät pysty helposti kopioimaan
- selkeys, sillä liiketoimintamalli on koko yrityksen toiminnan perusta, sekava malli ei palvele ketään.

Aurinkosähköön sovellettuna uudet liiketoimintamallit voivat liittyä esimerkiksi (Lamonic 2013):

- arvonluontiin, jolloin aurinkosähköön imagoa käytetään yhdessä muiden vihreitä arvoja edistävän liiketoiminnan kanssa
- aurinkopuistoihin, joista asiakkaat voivat ostaa tai vuokrata aurinkopaneeleita ja saavat vastineeksi niiden tuotannon verran hyvitystä seuraavaan sähkölaskuunsa
- sijoittamiseen ja voiton tekemiseen: investoimalla yhtiön toiminta-alueen ulkopuolella sijaitseviin yksityisten tai ryhmien omistamiin paneelijärjestelmiin ja tarjoamalla täydentäviä palveluita.

## 2.2 Energiayhtiöille asetetut vaatimukset

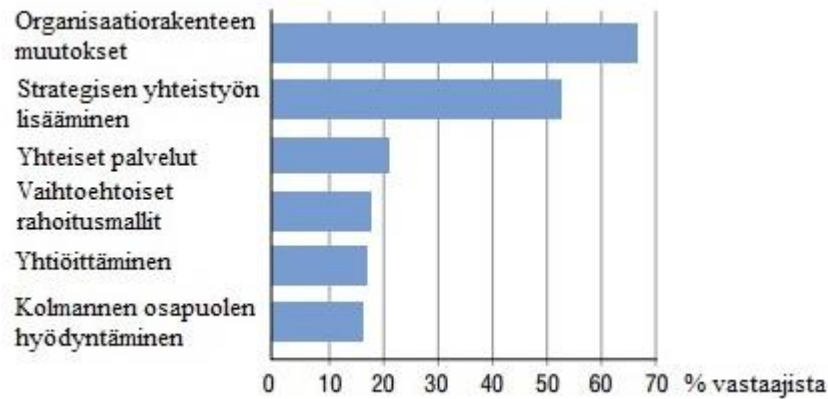
Energia-alan muuttuessa hajautetun pientuotannon suuntaan energiayhtiöiden on pakko uudistaa liiketoimintamallejaan. Aluksi on syytä pohtia energiayhtiön tämän hetkistä tarjoamaa eli palveluita ja tuotteita ja millä tavalla yhtiö toimii eli liiketoimintasuunnitelmaa. Tämän jälkeen on aika miettiä kehityskohteita ja miten oma liiketoiminta voisi muuttua lähivuosien aikana ja mihin suuntaan. Paikalleen ei voi jäädä, koska nykyisessä ja tulevaisuuden markkinatilanteessa on oleellista kiihtynyt muutosnopeus: enää ei voida luottaa tuttuun ja vakaaseen liiketoimintamalliin, sillä markkinat muuttuvat, kilpailijatilanne elää, ympäristökysymykset ovat jatkuvasti taustalla, teknologiat kehittyvät ja perinteiset alat joudutaan määrittelemään uudelleen (Richter 2012a; Kutvonen 2012). Tällaisia liiketoimintamalliin kohdistuvia *ulkoisia* seikkoja on havainnollistettu kuvassa 1.



**Kuva 1.** Ulkoisten seikkojen vaikutus liiketoimintamalliin (Kutvonen 2012).

Mitä seikkoja liiketoimintamalleissa sitten pitäisi uudistaa? IBM:n (2006) tutkimuksessa haastateltiin 765:tä toimitusjohtajaa, joilta tiedusteltiin miten tuottaja-kuluttajat ja pientuotannon lisääntyminen vaikuttaisivat oman yrityksen liiketoimintaan. Kaksi kolmasosaa haastateltavista oli sitä mieltä, että oma organisaatio tulee niiden takia tarvitsemaan perustavanlaatuisia muutoksia seuraavien vuosien aikana. Muutosten tekoa ei kuitenkaan nähty epämiellyttävä asiana tai uhkana, sen sijaan mietittiin mitä mahdollisuuksia oman liiketoimintamallin uudenaikaistaminen tarjoaisi. Yhtenä motivoijana toimii tietenkin kilpailun kiristymisen alalla, mikä lisää paineita oman toimintafilosofian muuttamiseen ja kannustaa siirtämään enemmän resursseja liiketoimintamallien kehittämiseen. Kuvassa 2

on IBM:n haastattelujen pohjalta esitetty yleisimpiä kohteita, joihin uudistamistarpeet liittyivät.



**Kuva 2.** Yleisimmät liiketoimintamallien uudistamiskohteet (IBM 2006).

Kuvasta huomataan, että kaksi merkittävintä kohdetta ovat organisaatorakenteen muuttaminen ja strategisen yhteistyön lisääminen. Myös yhteiset palvelut, vaihtoehtoiset rahoitusmallit, yhtiöittäminen ja kolmannen osapuolen hyödyntäminen ovat mahdollisia, vaikka eivät yhtä yleisiä uudistamiskohteita. Tutkimuksen tulokset tuntuvat korostavan yhteistyötä ja yhtiökumppanuutta. Puhutaan myös yritysten välisestä avoimesta yhteistyöstä. Tällöin molemmat yritykset hyötyvät toisistaan ja markkinoilla erottuminen on paljon todennäköisempää. Tutkimuksen ja haastattelujen avulla saatiin selville liiketoimintamallien uudistamisesta saatuja etuja, joita ovat muun muassa: kulujen pienentyminen, parempi strateginen joustavuus, erikoistuminen ja tiettyyn kohderyhmään keskittyminen, parempi varautuminen markkinarakenteiden muutoksiin, riskien väheneminen ja siirtyminen kiinteistä kustannuksista muuttuviin kustannuksiin. (IBM 2006.)

### 2.3 Aurinkosähkön tuomat haasteet

Mario Richterin artikkelissa (2012a) mainitaan, että uusiutuvasta energiasta puhuttaessa aurinkoenergia aiheuttaa alan toimijoiden keskuudessa eniten väittelyitä. Eräät tutkijat väittävät aurinkoenergian olevan suuri uhka nykyisille liiketoimintamalleille, koska nykyiset organisaatorakenteet eivät tue nopeita muutoksia tai ole valmiita niihin. Aurin-

koenergia aiheuttaa ongelmia nimenomaan siksi, etteivät esimerkiksi energiayhtiöt ole pystyneet vielä laajentamaan toimintaansa niiden ja tuottaja-kuluttajien suuntaan. Niistä ei siis saada arvoketjussa vielä tarpeeksi rahallista hyötyä.

Saadakseen lisätietoa Richter (2012a) haastatteli erikokoisten saksalaisten energiayhtiöiden johtajia ja selvitti näkökulmia hajautetun aurinkoenergian tuomiin uhkiin ja mahdollisuuksiin. Ehkä hieman yllättäen, yhtiöiden johtajat eivät kokeneet hajautettua aurinkoenergiaa uhaksi heidän liiketoimintamalleilleen, mutta he eivät myöskään innostuneet niiden suomista liiketoimintamahdollisuuksista. Haastattelujen perusteella Richter tunnisti neljä estettä, jotka vaikeuttavat liiketoimintamallien uudistamista aurinkoenergian suuntaan:

1. Asiakaskysynnän puutteellisuus; asiakkaat eivät osaa tai tiedä mitä vaatia.
2. Energiayhtiöiden omien taitojen riittämättömyys kannattavan toiminnan mahdollistamiseksi.
3. Heikko kannattavuus, mikä johtuu aurinkosähkön pienestä yksikkökoosta ja hajautuneisuudesta.
4. Kannattavien tuotteiden ja palveluiden puuttuminen, mikä luo haasteita arvontuontiin.

Näiden esteiden poistamiseksi Richter esittää kaksi keinoa. Ensimmäinen keino on eriyttää osa yrityksestä uusiutuviin energialähteisiin suuntautuneeksi, jolloin eriytetyn ja erikoistuneen osan on paljon helpompi ja tehokkaampi keskittyä pelkästään tähän aihealueeseen. Joissakin yrityksissä näin on jo tehty tytäryritysten muodossa. Erikoistunut osa olisi myös avoimempi uusille ideoille ja innovaatioille ja pystyisi kumoamaan sisäiset esteet, joita yrityksellä ennen saattoi olla. Tällainen konsernirakenne auttaa lisäksi avustusten ja lainojen hankinnassa ja pääoman kohdistamisessa sekä mahdollistaa hyödylliset konsernipalvelut ja verovähennykset. (Richter 2012a: 27–28.)

Toinen keino esteiden poistamiseksi on ulkopuolinen tai avoin yhteistyö. Tällöin keskitytään omien taitojen ja oman osaamisen yhdistämiseen yhteistyöyrityksen parhaan osaamisalueen kanssa. Osapuolet hyötyvät toisistaan ja markkinoilla erottuminen ja pärjäämi-

nen on paljon todennäköisempää. Yhteistyösapuolet voivat yhtiöiden lisäksi olla yliopistoja, tutkimuskeskuksia, kansalaisjärjestöjä ja ulkopuolisia toimijoita. Yhteistyön laajuus voi olla tutkimusta tai edetä jopa konsortiotasolle asti. Tällaista toimintaa käytetäänkin joiden mittakaavan projekteissa, kun monta toimijaa tekee hajautettua yhteistyötä saman hankkeen eteen. Aurinkosähköpuolella energiayhtiöt voisivat hyötyä eniten tavoittelemalla jo olemassa olevien pienten yritysten tietotaitoa ja aloittamalla yhteisiä projekteja. Itsenäiset yritykset tai startupit saisivat toiminnalleen rahallista tukea ja energiayhtiöt uusia kontakteja sekä subjektiivista kokemusta. (Richter 2012a: 28–29.)

Jos aiemmin mainitut esteet saadaan poistettua, Richter esittää artikkelissaan kolme moduulimuotoista ratkaisua arvonluontiin hajautetun pientuotannon avulla.

Moduuli 1 käsittelee pääasiassa energiakonsultointia, jolla tarkoitetaan kaikkea energiantuotannosta energiankäytön neuvontaan. Aluksi tähän moduuliin kuuluvat aurinkopaneelien asennus- ja käyttöönotto- ja huoltopalvelut sekä älykkäät sähkömittarit ja niihin liittyvät palvelut, myöhemmin näiden palveluiden kehittäminen ja saatavuuden laajentaminen. Moduuli 1:n päämäärä ei välttämättä ole tuottavuus, vaan saada jonkinlaiset lähtökohdat ja varautumisvalmiudet tulevaisuutta ja muita moduuleita varten. (Richter 2012a.)

Moduuli 2 on laajennettu versio moduulista 1 ja keskittyy enemmän arvonluontiin. Moduuli sisältää pientuotannon tuet, joustavat hyvitykset, kulutuksen optimoinnin ja kuormanohjauksen sekä älylaitteet ja niihin liittyvät palvelut. Moduuli on teknologisesti kehittyneempi myös automaation ja energiatehokkuuden suhteen. Energiatehokkuuden parantamisesta odotetaan tulevan kokonaan erillinen liiketoimintamuoto, sillä tulot asiakasta kohden pienenevät, jos asiakkaat alkavat systemaattisesti säästää sähköä. Liikevaihto pittää siis hankkia muuta kautta. (Richter 2012a.)

Moduuli 3 muodostaa kauimmas tulevaisuuteen tähtäävän mallin, jolloin sähkövarastot ovat kehittyneet ja hajautettua pientuotantoa on laajasti käytössä. Uudet markkinat ja liiketoiminnat keskittyvät sähkön varastointiteknologioihin, varastointipalveluihin ja sähköautoihin. Sähköautojen määrän kasvaessa eräs keskeisimmistä tulevaisuuden visioista on sähköautojen käyttö energiavarastoina. Tällöin sähköautojen akkuja ladattaisiin pie-

nemmän kulutuksen aikaan ja tarvittaessa purettaisiin verkkoon huippukulutuksen pienentämiseksi. Sähkövarastojen käyttö tulee olemaan tarpeellista varsinkin tuuli- ja aurinkovoimaloiden yhteydessä sekä varavoima- ja saarekekäytössä. Energiayhtiön kannalta sähkövarastoilla voidaan tasoittaa kulutus- ja tuotantohuippuja sekä parantaa verkon sähkön laatua. Samaan aikaan kotitalouksille sopivien sähkövarastojen eli akkujen kehitys etenee. Tavallisille kotitalouksille suunniteltu sähkön varastointi- ja käyttöjärjestelmä perustuu aurinkoenergian varastointiin päivällä ja varastoidun osuuden käyttämiseen aamulla ja illalla. Akkuja voidaan käyttää myös normaalin verkkosähkön varastointiin halvempien markkinahintojen aikaan. (Richter 2012a.)

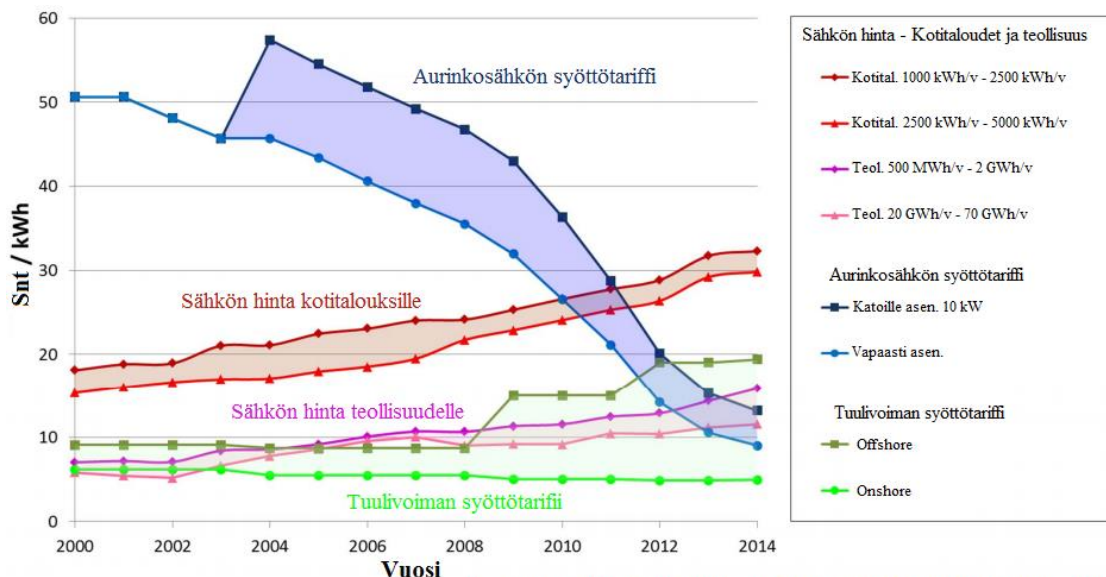
Mikäli moduulien tavoitteet saadaan toteutettua, pystytään tukemaan erilaisia tulevaisuuden näkemyksiä, joissa yhdistyvät seuraavat tekijät: sähköverkon toiminnan joustavuus, uudet arvonluontikeinot, uudet markkinat ja markkinarakenteet, itse tuotetun sähkön käyttö suoraan kohteessa, kotienergiajärjestelmät ja sähköautot luonnollisena osana sähköverkkoa. (Richter 2012a: 28.)

#### 2.4 Katsaus Saksan tilanteeseen

Aurinkosähköstä on muodostunut maailmanlaajuisesti keskeinen tulevaisuuden energiantuotantomuoto ja yksi Saksan energiakäänteen (Energiewende) tavoitteista onkin kattaa aurinkosähköllä vähintään 10 % bruttosähköntuotannosta vuoteen 2020 mennessä. Tavoite ei ole utopistinen, sillä aurinkosähkön tuotannon määrä on Saksassa kasvanut vuosien 2001–2014 aikana 76 GWh:sta 36 056 GWh:iin ja asennettu kapasiteetti 176 MW:sta 38 236 MW:iin. Määrän kasvamista on edistänyt se, että Saksassa uusiutuvan energian tuet on kohdennettu laajemmin eri tuotantomuotoihin kuin esimerkiksi Suomessa. Pitkäaikaisilla tukiohjelmilla on luotu vakaa investointiympäristö, aurinkosähkön pääsääntöisen tukimuodon ollessa syöttötariffi, jota osaltaan tukee syöttöpremio. Tukien lisäksi, saksalaisten yritysten innovatiivisuus ja rohkeus ovat edistäneet aurinkosähköjärjestelmien kehitystyötä ja tuotantoa Saksassa. Tilannetta on auttanut myös se, että paneelijärjestelmien hintakehitys on pitkään ollut laskeva. Hintojen laskuun on vaikuttanut materiaalikustannusten pieneneminen, paneelien parantunut tehokkuus ja suurien myyntimäärien

tuomat skaala-edut. Esimerkiksi avaimet käteen -toimitusten keskihinnat ovat jopa puolittuneet viimeisen vuosikymmenen aikana. (Koistinen, Rikkonen & Rasi 2014: 22; BMWI 2015: 151–152.)

Kuten kuvasta 3 huomataan, Saksassa sähkön hinta on noussut varsinkin kotitalouksilla, sillä tukien ja takuuhintojen lopullisina maksajina ovat yleensä tavalliset sähkönkuluttajat. Toisin sanoen, huonosti suunnatut tai liian reilut syöttötariffit näkyvät kuluttajalle sähkön hinnan nousuna. Muihin Euroopan unionin maihin verrattuna sähkön hinta onkin ollut Saksassa keskimääräistä korkeampi. Kotitalouksien kohdalla erityisesti EEG-maksut ovat nostaneet sähkön hintaa. EEG-maksut liittyvät Saksan uusiutuvan energian lakiin (Erneuerbare-Energien-Gesetz), joka takaa verkkoon syötetylle uusiutuvalla energialle kiinteän hinnan, mikä käytännössä jää pientuotantoa omistamattoman tavallisen kuluttajan maksettavaksi. Korkeaa hintaa on teollisuuden puolella kompensoitu muun muassa kohdennetuilla hinta- ja verohelpotuksilla. Kotitalouksilla taas mahdollisuudet vaihtaa halvempaan sähkönmyyjään ovat parantuneet, sillä uusiutuvan energian lisääntyminen on horjuttanut Saksan neljän suuren energiayhtiön markkinavoimaa sähkön tukumarkkinoilla ja vähitellen myös sähkön vähittäiskaupparakkeinoilla (Koistinen ym. 2014: 15).



Data: BMU, EEG 2014 and BMWI Energiedaten. Design: B. Burger - Fraunhofer ISE, Update: 16.10.2015

**Kuva 3.** Sähkön hinnan ja syöttötariffien kehitys Saksassa vuosina 2000–2014 (Fraunhofer ISE 2015).

Saksan ympäristöministeriön BMU:n (2012) teettämien kyselyiden mukaan erityisesti aurinkosähkön suosio perustuu valtion myöntämään tuotantotukeen ja korkeaan sähkön kuluttajahintaan, mikä tekee aurinkosähköstä hyvän sijoituksen kelle tahansa. Ylläkkeinä ovat toimineet myös ekologiset syyt sekä taloudelliset vaikutteet, kuten öljyn hinnan nousu. Tilanteen yhteiskunnallinen merkitys on huomattu, sillä tavallisia kansalaisia on myötetty mukaan keskusteluihin energijärjestelmän uudistusprosessista. Myönteinen suhtautuminen kuitenkin vaihtelee puhuttaessa tuulivoimasta. Tuulivoimaa arvostellaan siihen liittyvän melun, varjostuksen, valon välkkeen ja maisemallisten haittojen takia. Näistä haitoista huolimatta, noin kaksi kolmasosaa Saksan kansalaisista toivoisi tuulienergiasektorin vielä kasvavan ja lähes sama määrä koki tuuliturbiinien rakentamisen omalle lähialueelleen hyväksi tai erittäin hyväksi asiaksi. (Koistinen ym. 2014: 44.) Suhtautumiset voivat silti vielä muuttua: Wassermann'n (ym. 2012) mukaan Saksan energiakäänteen kustannuksista on viime aikoina keskusteltu aiempaa enemmän ja tällä voi olla epäsuotuisia vaikutuksia uudistusten ja uusiutuvan energian hyväksyttävyydelle. Samoin kuluttajahintojen nousu on vaikuttanut negatiivisesti uudistusten hyväksymiseen. Vaikka lähtökohdat ovat erilaiset, on Suomessakin viimeisten kahden vuoden aikana huomattu aurinkopaneelien kysynnän lievä laantuminen (Konttinen 2016).

Lähtökohtaisesti kaikki uusiutuvat energialähteet nähdään Saksassa kunnallisille toimijoille houkuttelevina, vaikkakin investointien taloudellinen kannattavuus määräytyy paikallisten olosuhteiden mukaan. Esimerkiksi pienille kunnallisille toimijoille Auer ja Heymann (2012) suosittelivat voimien yhdistämistä toisten toimijoiden kanssa, kuten virtuaalisten voimalaitosten kautta tai rahoituksen hankinnassa. Jos kunnalla ei ole omaa energiayhtiötä, uusiutuvaan tuotantoon voi osallistua vaikkapa sijoittamalla erilaisten yhteisöjen järjestelmiin ja hakea tätä kautta investoinnilleen tuottoa. Auerin ja Heymannin ehkä tärkein liiketoimintaehdotus liittyy *energiakonsultointiin*, mitä käsitellään tässäkin työssä kappaleessa 6.1. Hajautetun pientuotannon määrän kasvaessa energia-alan konsultoinnille on tarvetta niin yksityisten asiakkaiden kuin isojen yritysten puolelta.

Aurinkosähköjärjestelmien omistajuusrakenne on Saksassa melko erikoinen. Vuonna 2010 energiayhtiöt omistivat aurinkosähkökapasiteetista vain 3 %, vaikka omistusosuus uusiutuvasta energiasta ylipäänsä oli 13,5 % (Richter 2012a). Yksityiset omistajat ja maa-

taloudet omistivat aurinkosähköstä yli 60 % ja yritykset noin 20 %. Kun otetaan huomioon, että Saksa on yksi maailman suurimmista aurinkosähkön tuottajista, omistussuhde on epätavallinen, mutta se vain todistaa Saksan energiakäänteen paikkansapitävyyden ja tuottaja-kuluttajien määrän todellisuuden. Suomessakin kotitaloudet ovat viime vuosina tehneet suurimman osan aurinkoenergiainvestoinneista, energiayhtiöiden keskittyessä mieluummin bioenergiaan ja tuulivoimaan (Heiskanen, Jalas & Juntunen 2016: 52).

## 2.5 Katsaus Tanskan tilanteeseen

Tanska on tunnetusti uusiutuvaa energiaa tukeva maa varsinkin tuulivoiman suhteen, jota vuonna 2014 oli asennettu yli 4800 MW:n edestä (DEA 2014). Aurinkosähkön asennettu kapasiteetti oli tuolloin noin 600 MW (IEA 2014b). Vaikkakaan aurinkosähkö ei ole Tanskassa yhtä suosittua kuin tuulivoima, sen määrä kuitenkin kasvaa vuosittain, välillä suhteellisesti enemmän kuin tuulivoiman. Aurinkopaneelien myynti räjähti vuonna 2012, kun nettomittausjärjestelmä ja sen suomat hyödyt tavoittivat tavalliset kansalaiset. Silloin laki salli alle 6 kW:n aurinkopaneelijärjestelmien käyttää verkkoa varastona, jolloin esimerkiksi kuukausi sitten syötettyä sähköä sai kuluttaa myöhemmin samana vuonna kalliimpien markkinahintojen aikaan. ”Varastoidun” sähkön sai siis verottomana ja ilman siirtomaksua takaisin omaan käyttöön. Tämän aiheutti Tanskalle mittavat verotulojen menetykset. Nettomittaus poistui käytöstä vuonna 2013 ja tilalle otettiin syöttötariffi, mikä lisäsi varsinkin suurten paneelijärjestelmien suosiota (Ahola 2014). Pienempien järjestelmien myynti taasen lähti laskuun. (Kankare 2015.)

Aurinkoenergia ei kuitenkaan ole uusiutuvana energiamuotona Tanskassa prioriteetiltaan niin tärkeä kuin muutamissa muissa Euroopan maissa. Yksi syy on järjestelmien heikko hyötysuhde ja taloudellinen kannattamattomuus verrattuna suosittuihin tuulivoimaloihin, joita Tanskassa on rakennettu jo vuosikymmeniä. Toinen syy on, vähän Suomen tapaan, vajavainen regulaatio ja tukien puuttuminen. Kolmas syy on maantieteellinen sijainti ja yksinkertaisesti tilanpuute (Nasti: 2012: 35, 48). Aurinkoenergian kannattavuutta tarkastelevat tutkimustuloksetkin vaihtelevat: toiset uskovat, että markkina-asetelma on yhtä lupaava kuin Saksassa kahdeksan vuotta sitten eli aurinkopaneelien kysyntäpotentiaali on

vasta lähtökuopissaan. Samaan aikaan toiset kannattavat pitäytymistä pelkästään tuuli- ja biovoimassa, juuri edellä mainittujen syiden takia (Nasti: 2012: 36).

Markkinoiden kannalta tilanne on muuten samanlainen kuin Suomessa: aurinkosähkölle ja tuottaja-kuluttajille on olemassa erilaisia palveluita, mutta ei vielä kunnollista liiketoimintaa, pois lukien boomivuosien paneelimyynti. Pientä tukipolitiikkaa on olemassa, mutta Saksan tyyliin varsinkaan energiayhtiöt eivät vielä ole kiinnostuneita tuottajakuluttajien pieni- tai keskikokoisista aurinkopaneelijärjestelmistä eikä suuria energiayhtiöiden omistamia aurinkovoimaloita ollut Tanskassa suunnitteilla ainakaan vuonna 2012 (Nasti: 2012: 47). Muiden toimijoiden aurinkovoimaloita on kuitenkin jo rakennusvaiheessa, kuten Wirsolin 60 MW:n voimala Sjellannin saarella (Virtanen 2015).

### 3 TUOTTAJA-KULUTTAJAT

Suomen pääasiassa 60- ja 70-luvuilla rakennettu sähköverkko on paraikaa uudistamisvaiheessa. Ensisijaisesti sähköverkon ominaisuuksista pyritään parantamaan verkon luotettavuutta, joustavuutta sekä sähkön laatua (Energiateollisuus 2015). Verkon uudistamisen myötä hajautettu pientuotanto pystyy ottamaan isomman roolin, sillä pienvoimaloilla voidaan ajoittain vaikuttaa paljon verkon sähkön laatuun ja toimintaan. Tuottaja-kuluttajien avulla pientuotannolla voidaan myös uudistaa alalla toimivien yritysten liiketoimintamalleja, jolloin on mahdollista kehittää uusia ja kaikkia osapuolia hyödyttäviä palveluita. Tämän työn perimmäisenä tavoitteena onkin tutkia hajautetun pientuotannon ja tuottaja-kuluttajien mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja sekä roolia tulevaisuuden älyverkoissa ja sähkömarkkinoilla.

Liiketoiminnan näkökulmasta tuottaja-kuluttajien, liikeyritysten sekä yhteisöjen pientuotantjärjestelmät tarjoavat erilaisia sijoituskohteita ja mahdollistavat uusia liiketoimintamalleja. Lisäksi oma sähköntuotanto voi kannustaa tavallisia kuluttajia hankkimaan sähköautoja ja ladattavia hybridautoja, jos liikkumiseen voi käyttää itse tuotettua energiaa. Tällä tavoin sähkön pientuotannon yleistymisen ja kannattavammaksi tekeminen voi edesauttaa myös liikenteen sähköistymistä ja öljyriippumattomuutta. Tästä voi seurata myös, että ajan myötä useiden tuottaja-kuluttajien osallistuminen verkon toimintaan vaikuttaa muun muassa jakeluverkkotason energiantuotannon kasvamiseen, jolloin siirto- ja tehohäviöt pienenevät, koska pienvoimalat sijaitsevat lähellä kulutusta (Vaitinen 2010: 33–34; Oksanen 2011: 52). Samalla tuottaja-kuluttajat ja pientuotanto voivat kuitenkin vähentää verkonhaltijoiden ja sähkön myyjien tuloja ja aiheuttaa uusia haasteita energiajärjestelmälle. Verkkoon voi olla tarpeellista tehdä teknisiä muutoksia turvallisuuden ja luotettavuuden ylläpitämiseksi.

Yleisellä tasolla tehokkain tapa alentaa pientuotannon kustannuksia ja lisätä yllykkeitä ryhtyä tuottaja-kuluttajaksi, on pyrkiä tekemään siitä mahdollisimman sujuvaa ja yksinkertaista. Pientuotannon yleistymisen kuluttajien keskuuteen edellyttää, että valmistajien, järjestelmätoimittajien ja verkkoyhtiöiden kannalta asiat hoidetaan mahdollisimman helposti ja automaattisesti samaan tapaan kuin esimerkiksi matkapuhelinliittymän avaami-

nen. Hyvien käytäntöjen muodostuminen edellyttää yksiselitteistä ja kaikkia velvoittavaa ohjeistusta, mistä hyötyisivät kaikki osapuolet jakeluverkkoyhtiöitä myöten. Lisäksi pien-  
tuotantoa koskevia teknisiä vaatimuksia tulisi helpottaa ja selkeyttää Suomessa samaan  
tapaan kuten Saksassa on jo tehty. Peruslähtökohdan tulisi olla se, että pienvoimaloiden  
verkkoon liitäntä olisi pientuottajalle mahdollisimman edullista ja tapahtuisi tarkasti raja-  
tun aikaikkunan sisällä (Sitra 2012). Liitäntäohjeita onkin uudistettu Suomessa ahkerasti  
viime vuosina.

Mitä ongelmia juuri aurinkovoimaloiden ja tuottaja-kuluttajien määrän kasvaminen sitten  
aiheuttaisi markkinarakenteeseen ja muille alalla toimiville? Saksan tilanteesta huo-  
masimme, että aurinkosähkön määrän kasvaminen vaikuttaa perinteisiin voimalaitoksiin  
eniten, sillä nyt keskipäivällä verkosta ostetun sähkön määrä vähenee, jos suurin osa koti-  
ja maatalouksista tulee toimeen pelkällä aurinkosähköllä. Samalla myös kaupalliset au-  
rinkovoimalat tuottavat enemmän, jolloin kalliimpia tuotantolaitoksia ei tarvita. Taloudel-  
lisesti se on merkittävää, sillä tähän aikaan sähkö on yleensä ollut kalliimpaa. Aurin-  
kosähkö siis laskee muiden energiantuotantomuotojen hintoja. (Wirth 2015.)

Isommalla mittakaavalla tutkittuna Euroopassa toimivan hajautetun pientuotannon määrä  
voi kasvaa seuraavan kahden vuosikymmenen päästä kattamaan kolmasosan koko sen  
hetkisistä markkinoista. Tällä tahdilla energiayhtiöiden osuus tuotannosta tulee puolittu-  
maan, omistusten siirtyessä enemmän tuottaja-kuluttajille, osuuskunnille ja kunnallisille  
yrityksille. Esimerkiksi Yhdysvalloissa kunnallisen ja yhteisomistuksen osuudet ovat  
2000-luvulla kasvaneet joka vuosi. Saksassa nimenomaan kunnalliset omistukset sekä  
paikalliset toimijat ovat saaneet aurinkopaneelijärjestelmien määrän nopeasti kasvamaan  
(Koistinen ym. 2014; Solar Power Europe 2015b). Vastakohtamaana voidaan pitää Eng-  
lantia, missä kuuden suurimman energiayhtiön iso markkinaosuus nähdään esteenä aurin-  
kopaneelien yhteisomistuksen yleistymiselle.

Jos tilannetta pohditaan tekniseltä kannalta, niin uusiutuvan energiantuotannon määrän  
vaihdellessa sääolosuhteiden mukaan, sähköjärjestelmän vakautta ylläpidetään säätämällä  
muuta sähköntuotantokapasiteettia tai sähkön siirtoa muista maista. Säädön on toimittava  
molempiin suuntiin: se on joko verkkoon syötettävää tai verkosta otettavaa tehoa, jonka

suuruutta voidaan joustavasti vaihdella. Säättövoimaa tarvitaan jatkuvasti, mutta varsinkin vaihtelevan tuotannon lisääntyessä. Jos uusiutuvista muodostuu tulevaisuudessa energiajärjestelmän perusta, tarvitaan säättövoiman lisäksi joustavia resursseja kokonaisuutta täydentämään. Joustavilla resursseilla tarkoitetaan älykästä sähköverkkoa kokonaisuudessaan, mukautuvia energiantuotantotapoja, sähkön varastointia ja kuormanohjausta. (Solar Power Europe 2015b.) Toinen seikka on se, että pientuotantoa liitetään suoraan jakeluverkkoon, joten sillä ei tavallisesti ole vaikutusta kantaverkon kehittämistarpeisiin. Tulevaisuudessa tuulivoima, mahdollisesti myös aurinkovoima, asettavat kuitenkin uudenlaisia haasteita kantaverkonkin mitoitukselle. Mikäli tuotanto vaihtelee säästä riippuen ja muuttuu nopeastikin nollassa ja nimellistehon välillä, on verkko mitoitettava suurimman ja pienimmän tuotantotehon mukaan (Fingrid 2015).

### 3.1 Tuottaja-kuluttajat ja korvaus ylijäämästä

Suomessa pientuotantoa omistavan tulee tehdä jakeluverkkoyhtiön kanssa liittymissopimus sekä verkkopalvelusopimus ja jos pientuotantoa siirretään verkkoon, myös sähkönmyyntisopimus. Myyntisopimuksen tekeminen ei kuitenkaan välttämättä takaa ylijäämästä riittävää korvausta (Vaittinen 2010: 23), sillä se riippuu verkkoyhtiön politiikasta hajautetun pientuotannon suhteen. Tällä hetkellä lainsäädäntö ei velvoita ketään sähköalalla toimivaa pientuotannon tuottaman sähkön ostamiseen vaan päinvastoin: verkkoon syöttö tulisi estää, jos sähköllä ei ole virallista ostajaa. Verkonhaltija voi kuitenkin joustaa siihen asti, kunnes tuottaja löytää itselleen markkinakumppanin (Energiateollisuus 2009). Verkkoon syötetty sähkö mitataan tunneittain verkkoyhtiön sähkömittarilla, mistä ei aiheudu tuottaja-kuluttajalle lisäkustannuksia (Motiva 2015c).

Se, kuinka kannattavaa ylijäämän myynti sitten on, riippuu muun muassa maan tukipolitiikasta aurinkosähkön suhteen. Koska ylijäämästä myyminen ei ole Suomessa vielä taloudellisesti juurikaan perusteltavaa, pienvoimala kannattaa mitoitaa alustavasti oman kulutuksen mukaan. Sähkömarkkinoiden toimivuuden, verkon luotettavuuden ja kestävä kehityksen kannalta olisi kuitenkin tärkeää, että tuottaja-kuluttaja voisi hyötyä myös oman kulutuksen ylittävistä tuotannostaan. Pienimuotoisen tuotannon omistajan voi olla

kuitenkin vaikea selvittää eri ehtoja ja sääntöjä, joita ylijäämäsähkön myymiseen liittyy; tämä voi viedä yksittäisen pienvoimalan omistajalta paljon aikaa saatuun hyötyyn nähdessä. (Lehto 2009: 73). Kun ostaja ylijäämäsähkölle löytyy, koetaan saatu korvaus yleensä liian pieneksi. Lähtökohtaisesti tuottaja-kuluttajalle maksetaan sähkön tukkumarkkinahintojen mukaan, mikä on noin 50–70 % siitä hinnasta, minkä loppukäyttäjä sähköstä maksaa. Jotkin tuottajat varastoivatkin ylijäämän mieluummin akustoihin tai lämmönvarausjärjestelmiin, mikä ei kuitenkaan ole energiasäilytysjärjestelmän ekotehokkuuden näkökulmasta järkevää (Sitra 2012).

Yksi ratkaisuehdotus oikeudenmukaiseen malliin ylijäämäsähkön suhteen on *nettolaskutus*, joka mahdollistaisi oman pienuotannon täyden hyödyntämisen. ”Nettolaskutuksella tarkoitetaan sähkön käyttökohteeseen sähköverkosta otetun sähkön eri hintakomponenttien kompensoimista sähkölaskussa toisena ajankohtana verkkoon syötetyllä sähköllä” (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b) eli käytännössä tuottaja-kuluttaja myy ylituotantoaan normaalisti ja laskutusvaiheessa kulutuksesta vähennetään ylituotannon arvo sopimuksen mukaisesti. Sopimuksessa sovittu korvausmäärä muodostuu ostosähkön markkinahinnasta, siirtomaksusta ja veroista. Korvausmäärä on tällöin taloudellisesti parempi, mutta se on silti vähemmän kuin suoraan vain omaan käyttöön tuotetusta sähköstä saisi. Toinen ratkaisuehdotus perustuu *nettolaskutusrajaan*, jolloin tuottajan ylijäämää hyvitetäisiin vuositason tiettyyn rajaan asti, siirtomaksut ja verot mukaan lukien. (Sitra 2012.)

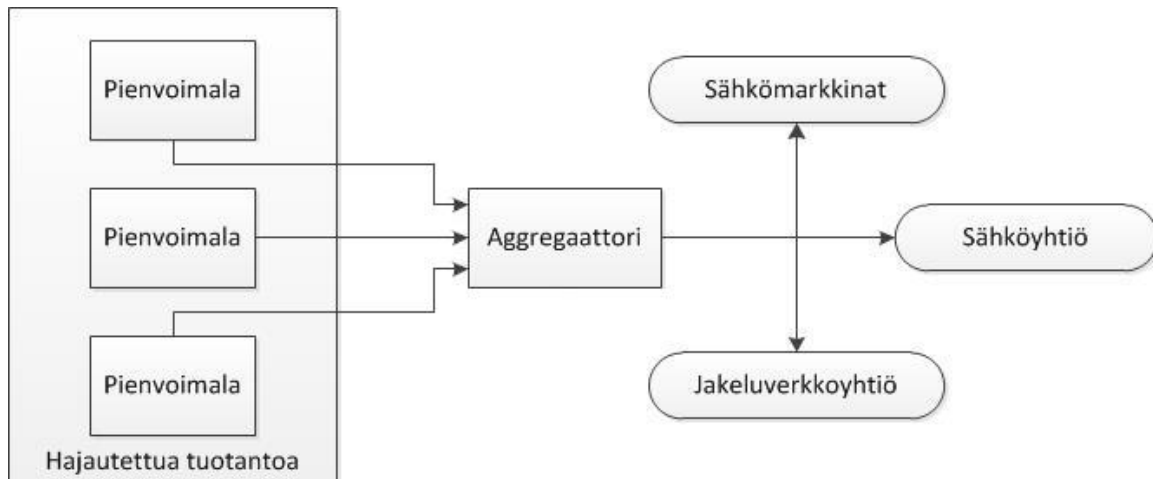
Bionova Consulting:n (2012) raportissa ”Selvitys sähkön pienuotannon nettolaskutuksesta” kuitenkin todetaan, että sähkön siirron ja verojen hyvittäminen vähentäisi valtion verotuloja, alan toimijoiden kannattavuutta, nostaisi sähkön hintaa ja vääristäisi markkinoita. Näiden seikkojen sijaan nettolaskutusta tulisi tarkastella uusiutuvan energian, energiatehokkuuden ja älykkäiden sähköverkkojen innovaatioiden sekä tuote- ja palveluteollisuuden edistämistoimintana. Toisin sanoen, negatiivisten vaikutusten vastapainoksi otettaisiin huomioon positiiviset vaikutukset Suomen cleantech-alalle, työllisyydelle, vientipotentiaalille, taloudelle ja ilmastovaroille. Vastaavia tällä hetkellä olemassa olevia sähkömarkkinoita vääristäviä tekijöitä ovat muun muassa tuulivoiman anteliaat syöttötariffit ja teollisuuden sähköverovapaus. Mikäli siirtomaksujen ja verojen hyvitys ei ole toteuttamiskelpoinen tukimuoto, pitää tarkastella muita ratkaisuja, kuten kotitalousvähen-

nyksiä ja erilaisia tukimuotoja. Lisäksi pitää varmistaa tukitason samantasoisuus tuottaja-kuluttajan ja suurtuottajan välillä. Nettolaskutuksen järjestäminen voi nyky menetelmillä olla hallinnollisesti vaikeaa ja taloudellisesti kannattamatonta varsinkin jos hajautettua pientuotantoa on alueella tavallista enemmän. Tästä syystä pientuotannon kokoaminen yhteen *aggregaattorin* avulla helpottaisi nettolaskutuksen toteuttamista. Ostovelvoitteen voisi kohdistaa kilpailutetulle aggregaattorille tai toimijalle, joka hoitaisi nettolaskutukseen ja pientuotannon hallinnan. (Sitra 2012.)

Energiayhtiöt eivät kannata suoraa netotusta lainkaan, sillä sähkön markkinahinta vaihtelee paljon vuorokauden- ja vuodenaikojen välillä. Kesällä sähkö on halvempaa kuin talvella, joten kesäisin energiayhtiöt ottaisivat halpaa sähköä järjestelmäänsä ja antaisivat talvella kalliimpaa tilalle. Vastaavasti yösähkö on päiväsähköä edullisempaa. Kaikkien osapuolien kannalta oikeudenmukaisin vaihtoehto lienee se, että ylijäämänsähkön hinta määräytyy tuntikohtaisesti Nord Poolin markkinahinnan perusteella, jolloin energiayhtiö voi hyvittää verkkoon syötetyn sähkön tuntikohtaisilla hintatiedoilla. Tuntikohtaista dataa on kuitenkin Suomessa hyvin saatavilla, kiitos lainsäädännön ja älykkäiden sähkömittarien. Tällä menetelmällä kumpikaan osapuoli ei voita tai häviä kaupassa kohtuuttoman paljon ja toiminta on *markkinaehtoista*. (Grönberg 2014.)

### 3.2 Aggregaattori ja virtuaalinen voimalaitos

Kun tuottaja-kuluttaja haluaa myydä ylijäämänsähköään eteenpäin, myynti suuntautuu yleensä suoraan paikalliselle energiayhtiölle tai sähkön jälleenmyyjälle, ellei mukana ole niin sanottua aggregaattoria. Aggregaattori on toimija, joka ostaa hajautetun pientuotannon resursseja ja kokoaa niitä yhteen yhdeksi isommaksi kokonaisuudeksi. Koottuja resursseja voidaan tarjota eteenpäin jakeluverkkoyhtiöille, energiayhtiöille tai myydä sähkömarkkinoilla (Valtonen & Honkapuro 2010). Tällä tavoin kerättyä sähköä voidaan siis myydä samalla tavalla kuin energiayhtiöt tekevät tai sitä voidaan käyttää lisäpalveluiden muodossa esimerkiksi verkon sähkön laadun parantamiseen tai sähkötaseen ohjaamiseen. Aggregaattorin toimintaa on havainnollistettu kuvassa 4.



**Kuva 4.** Aggregaattori kokoaa hajautettua tuotantoa yhteen ja myy sitä eteenpäin (Peltonmäki 2015).

Aggregaattorina toimivan pitää muun muassa miettiä millaisia palveluita se haluaa tuottaa sekä kuinka kannattavaa niiden toteuttaminen on; palveluille pitää olla kysyntää. Aggregaattorin täytyy myös ottaa huomioon alueellisia seikkoja toimiessaan esimerkiksi harvaan asutulla alueella. Vaikka edellytykset voivat vielä vaihdella toimijasta riippuen, alla on listattuna aggregaattorina toimimisen yleisiä edellytyksiä (Valtonen & Honkapuro 2010: 3–4):

- Laitteistojen ja tiedonsiirtoyhteyksien omistaminen sekä edellytykset niiden asentamiseen ja kehittämiseen.
- Sopivien kannustimien sekä sopimusmallien määrittäminen.
- Tieto asiakkaan kuormitusprofiilista.
- Tieto asiakkaan pientuotannosta, latauskapasiteetista sekä ohjattavista kuormista.

Aggregaattorina kannattaa toimia järjestön tai yhtiön, joka on jo valmiiksi mukana sähkömarkkinoilla. Tällöin sähkön kauppamiseen liittyvät maksut on jo hoidettu ja pientuotannolla saadaan lisää volyyymia eli myytävää sähköä. Yksittäiset sähkönmyyjät voivat myös liittyä yhteen ja perustaa oman yhtiön, joka keskittyy pelkästään aggregaattoritoimintaan. Tällainen menettely on kuitenkin Suomessa melko piilotettua ja vain muutama yritys mainostaa itseään aggregaattori-nimellä. Aggregaattoritoiminta on huomattavasti

näkyvämpää Yhdysvalloissa, mutta se on nyt vähitellen alkanut yleistyä Euroopassakin (Vaittinen 2010: 32–33). Suomessa aggregaattoritoimintaan liittyy vielä paljon ratkaisemattomia asioita, kuten kenellä on siihen parhaat edellytykset ja minkälaisia palveluita on kannattava tuottaa.

Yleisesti mietittynä parhaat mahdollisuudet aggregaattorina toimimiseen ovat tällä hetkellä isoilla energiayhtiöillä, joiden toimintaan kuuluu sähkön jälleenmyynti ja tasevastavana toimiminen. Lisäksi valmis asiakaskanta auttaa kartoittamaan sopivia pientuottajia ja tekemään niiden kanssa sopimuksia. Energiayhtiön käyttäessä pientuotantoa sähkötaseen hallintaan, kyseessä on niin sanottu jälleenmyyjä-aggregaattori, joka voi myös osallistua säätösähkömarkkinoille. Jälleenmyyjä-aggregaattorilla riskit pysyvät pieninä ja hyödyt suurina, sillä pientuotettua sähköä voidaan ottaa harkiten käyttöön ja toimintaa voidaan kehittää käytännön kokemusten perusteella. (Valtonen & Honkapuro 2010: 7–8.)

Aggregaattorina voi toimia myös ulkopuolinen osapuoli, joka ei ole yhteydessä asiakkaisiin sähkön jakelun tai myynnin kautta. Vaikkakin aloittaminen tällaisesta nolatilanteesta on vaikeaa, on se silti mahdollista. Varsinkin tarvittavien välineiden hankkiminen sekä asiakkaiden löytäminen vaativat resursseja (Valtonen & Honkapuro 2010: 8). Ulkopuoliselle toimijalle ei Suomessa ole vakiintunutta toimintamallia, mutta riittäväillä investoinneilla ja kekseliäillä suunnitelmilla tällainen aggregaattoritoiminta voi osua hyvään markkinarakoon. Koska yhteistä mallia ei vielä ole, ulkopuolista aggregaattoria eivät rajoita jakeluverkkoyhtiöiden alueet tai tietyn sähkönmyyjän asiakkaat. Aggregaattori voi siis kerätä suuria määriä säädeltävää tuotantoa mistä vain ja toteuttaa itse valitsemiaan palveluita (Åhlman 2012: 34).

Aggregaattoritoiminnan kehittyessä ja tehokkaan säätö- ja hallintajärjestelmän avulla mahdollistetaan useampien, teholtaan pienien voimaloiden sekä ohjattavien kuormien liittäminen yhdeksi isoksi yksiköksi. Tällöin kyseessä on virtuaalinen voimalaitos (Virtual Power Plant, VPP), jolla on sama tai jopa parempi joustavuus ja teho kuin tavallisella kaupallisella voimalaitoksella. Yhteen koottujen tuotantojen ja kuormien avulla virtuaalinen voimalaitos kykenee osallistumaan sähkömarkkinoille ja toimimaan tarvittaessa reservinä. Toiminnan edetessä virtuaalisen voimalaitoksen suuntaan aggregaattorin rooli

muuttuu ja se saa vallan käyttää resurssejaan vapaammin, kun ennen ne kannatti myydä heti eteenpäin. (Rautiainen 2008: 2; Vaittinen 2010: 32–33.)

Aggregaattorin toimiessa jälleenmyyjänä, kohdataan ongelma: asiakkaalla on nimittäin oikeus valita keneltä sähkönsä ostaa ja mikäli asiakas vaihtaa myyjää usein, aggregaattori menettää tuloja mahdollisia hallintalaitteita vaihtaessaan ja tietoja siirtäessään. Tästä syystä on tärkeää tehdä sopimusmalleista vähintään määräaikaista. Aggregaattorin kanssa tehdyt sopimusmallit voivat olla rakenteellisesti ja näkemyksellisesti erilaisia. Tärkeintä on kuitenkin se, että asiakas saa vähintään kohtuullisen korvauksen osallistumisestaan. Tämä voisi olla esimerkiksi tietty prosentuaalinen osuus siitä, mitä aggregaattori itse ansaitsee sähkömarkkinoilla tai saa energiayhtiöltä. Summan pitää joka tapauksessa olla sellainen, että asiakas haluaa jatkaa yhteistyötä aggregaattorin kanssa. Hankaluuksia voi aiheuttaa se, että aggregaattorin pitää käsitellä jokainen tapaus erikseen, mikäli haluaa maksimoida liiketoimintansa. Toisaalta jos maksetut osuudet ja korvaukset hoidetaan mahdollisimman helpolla ja samalla tavalla kaikkien asiakkaiden kanssa, säästetään resursseja muuhun toimintaan.

### 3.3 Sähkömarkkinat ja tuottaja-kuluttaja

Sähkö on erityispiirteinen hyödyke, jonka hintaan vaikuttavat useat seikat. Markkinahinnan muodostumiseen vaikuttavat kysynnän ja tarjonnan lisäksi: sää, sadanta-, tulovirtaama- ja vesivarastotilanne, voimantuotannossa käytettävien polttoaineiden hinnat, suurten voimantuotantoyksiköiden tilat, sähköön tuonti- ja vienti Nord Pool alueelle tai alueelta, ympäröivät markkinat ja niiden hintatasot sekä päästöoikeuden hinta. Tuotannon riippuvuus eri tekijöistä sekä hintajouston vähäisyys aiheuttavat sen, että markkinoille muodostuu välillä suuria hintavaihteluita (ElFi 2016). Markkinoiden toimivuuden kannalta kuluttajan oma asema ja vastuu sähkön ja palveluiden kilpailuttajana on tärkeä. Suomen sähkömarkkinoiden kilpailun kehittymistä voi kuitenkin hidastaa kuluttajien haluttomuus kilpailuttaa sähkön myyjänsä.

Sähkömarkkinoiden tarkempia markkinarakenteita selvittäessä tärkeimpiä tekijöitä ovat: markkinoilla toimivien myyjien ja ostajien määrä, tuotteiden ja palveluiden samankaltaisuuden aste sekä yrityksen käyttäytyminen markkinoilla ja sen toimintavapaus. Toimintavapaus kuvaa yrityksen kykyä vaikuttaa markkinoihin omalla toiminnallaan esimerkiksi hinnoittelun kautta. Miten tuottaja-kuluttajat sitten teoriassa muuttaisivat markkinarakennetta? Tällä hetkellä Suomen sähkömarkkinoilla vallitsee siirron osalta luonnollinen monopoli ja myynnin osalta monopolistinen kilpailu. Monopolistisessa kilpailussa on mukana useita yrityksiä samankaltaisilla, mutta hieman erilaisilla tuotteilla. Yksittäisellä yrityksellä on tällöin vähäinen toimintavapaus hintojen ja palveluiden suhteen, sillä korvaa- via palveluita ja tuotteita on useita (Kivikangas & Vesanto 1998: 58). Voidaankin pohtia, muuttuuko Suomen markkinarakenne tulevaisuudessa heterogeenisen polypolin suuntaan erilaisten tuotteiden, uuden palvelutarjonnan ja tuottaja-kuluttajien myötä. Heterogeenisessä polypolissa kilpailevia toimijoita on paljon, tuotteista löytyy eroavaisuuksia ja toimintavapautta on jonkin verran (Kivikangas & Vesanto 1998: 58–59).

Isommalla mittakaavalla tarkasteltuna, Euroopan sähköjärjestelmä kokonaisuudessaan elää tällä hetkellä muutosvaihetta ja uusiutuvista energialähteistä tuotetun sähkön osuus kasvaa nykyisestä 25 %:sta jopa 50 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Suurin osa tästä muutoksesta on pitkälti tuottaja-kuluttajien määrän kasvamisen ansiota. Tämä muutosvaihe aiheuttaa sen, että sähkömarkkinat ja markkinarakenteet ovat jo nyt muuttuneet ja tulevat jatkuvasti muuttumaan. Tämänkin päivän markkinat poikkeavat paljon esimerkiksi viiden vuoden takaisista. (Euroopan komissio 2015.)

EU:n asettamiin uusiutuvan energian tavoitteisiin pyritään pääsemään vaihtelevin keinoin, yleensä jonkinlaisen takuuhinnan tai syöttötariffin avulla (Virta 2016: 29). Suomessa maksetaan syöttötariffijärjestelmään hyväksytyille tuulivoimaloille, biokaasuvoimaloille ja puupolttoainevoimaloille tariffimuotoista tuotantotukea ja uudet tuulivoimalat saavat tämän vielä korotettuna (Motiva 2015a). Aurinkoenergialle tällaista tukea ei Suomessa vielä ole. Ismo Virran Talouselämässä 15.1.2016 julkaistun artikkelin mukaan edellä mainituille keinoille päästä uusiutuvan energian tavoitteisiin on yhteistä se, että ne romuttavat sähkön markkinahinnat. Takuuhinnalla tuettua sähköä voi nimittäin tuottaa niin paljon kuin pystyy, sillä tukijärjestelmä on tällä hetkellä joissain maissa sellainen,

ettei tuottajan tarvitse huomioida markkinahintaa tai kysyntää ollenkaan. Pahimmassa tapauksessa sähköstä on ylituotantoa ja halvempien voimalaitosten tuotantoa on pakko ajaa alas. Markkinahinnat voivat myös muuttua liiallisesta tuotannosta negatiivisiksi, jolloin kulutuksen kasvattamisesta voidaan jopa maksaa (Manninen 2014). Näin on jo käynyt ajoittain Saksassa ja Tanskassa (Virta 2016: 29). Negatiivisesta hinnasta hyötyvät suuret tehtaat, jotka pystyvät reagoimaan hinnan muutokseen nopeasti. Sähkön ylitarjonnan ansiosta tehdas voi huoletta lisätä omaa sähkön kulutustaan. Jos yksittäinen kotitalous haluaa hyötyä halvasta sähköstä, tarvitsee se tuntihinnoitellun sähkösopimuksen (Manninen 2014). On selvää, että perinteiset voimalat eivät ole kannattavia tällaisessa toimintaympäristössä. Saksassa muutamia ydinvoimaloita on jouduttu sulkemaan juuri kannattamattomuuden takia (Virta 2016: 29).

Lähes kaikissa eurooppalaisissa järjestelmissä syöttötariffitaso onkin asetettu hallinnollisesti. Tästä löytyy sekä hyviä että huonoja esimerkkejä. Selkeä epäonnistuminen on sellainen tilanne, jossa uutta kapasiteettia ei ole rakennettu tariffista huolimatta tai että tariffi on ollut aluksi aivan liian korkea. Liian alhaista tariffia on kuitenkin mahdollista korottaa, mikäli hankkeet eivät käynnisty kunnolla. Kannattavienkin hankkeiden suunnittelijat jäävät helposti odottamaan korkeampaa tariffitasoa, jos myöhemmästä tariffitason nostosta on vahva epäily. Espanja on hyvä esimerkkimaa liian korkeasta tasosta: Espanjassa aurinkosähkölle asetettiin muiden maiden kompensatiotasoa korkeampi tariffi ja vuoden ajan noin puolet maailman aurinkopaneeleista toimitettiin Espanjaan. Tämän jälkeen tariffijärjestelmää muutettiin ja aurinkopaneelien hintataso romahti. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2009.)

### 3.3.1 Sähkömarkkinoiden markkinarakenteen uudistaminen ja joustavuuden lisääminen

Sähkömarkkinoiden markkinarakenteella tarkoitetaan niitä järjestelyjä, joissa markkina-toimijat tuottavat, myyvät, toimittavat ja kuluttavat sähköä ja käyttävät sähköinfrastruktuuria. On erityisen tärkeää, että nämä järjestelyt toimivat ja antavat verkonhaltijoille, tuottajille ja kuluttajille niin kotitalouksissa kuin teollisuudessakin mahdollisuuden hyötyä uudesta teknologiasta ja uusista liiketoimintamalleista. Sähkömarkkinoiden markkinarakenteen uudistamisella pitäisi pyrkiä parantamaan nimenomaan sähkön sisämarkkinoi-

den toimintaa, jotta sähkö voisi liikkua vapaasti sinne missä sitä milloinkin eniten tarvitaan. Lisäksi tulisi pyrkiä maksimoimaan rajat ylittävästä kilpailusta yhteiskunnalle aiheutuvat hyödyt ja tarjoamaan sopivia kannustimia oikeanlaisiin investointeihin. Tukku- ja vähittäismarkkinoiden pitäisi luoda pohjaa investointipäätöksille ja antaa tukea tuottaja-kuluttajille sekä innovatiivisten yritysten kehittämille uusille palveluille. (Euroopan komissio 2015.) Erilaisia skenaarioita sähkömarkkinoiden markkinarakenteiden kehityssuunnista on paljon. Varmana pidetään ainakin päästöjen hinnan nousua ensi vuosikymmenen aikana. 2020-luvun jälkeen ilmastopolitiikassa aletaan nimittäin kiinnittää enemmän huomiota päästöjen vähennykseen eikä uusiutuvaan energiaan sitovia tavoitteita enää ole (Virta 2016: 33). Tällöin sähkömarkkinoiden rakenteen odotetaan palaavan ”ennalleen”, sillä samalla suurin osa tuulivoimaloiden voimassaolevista takuutariffeista päättyy.

Yksi este sille, mikseivät tuottaja-kuluttajat pysty vielä hyödyntämään täysin älykkäiden sähköverkkojen ja oman pientuotannon suomia mahdollisuuksia, on riittämätön tieto energian käytön eri vuorokauden-, viikon- tai vuodenaikojen taloudellisista kustannuksista. Nämä kustannukset vaihtelevat kaiken aikaa muun muassa säästä ja kuluttajien päivittäisistä tottumuksista riippuen. Alalla toimijoiden tulisikin jakaa näitä tietoja ahkerammin eteenpäin ja käyttää niitä hyödyksi liiketoiminnassaan. Kuten luvussa 5 käy myöhemmin ilmi, aktiiviset kuluttajat voivat valita sopimuksia, joissa hyödynnetään markkinoiden hintavaihteluja ja näin säästää sähkölaskuissaan. Esimerkiksi Suomessa ja Ruotsissa kuluttajat, jotka ovat valinneet dynaamisesti hinnoitellun sähkösopimuksen, ovat säästäneet sähkölaskuissaan 15–30 prosenttia. (Euroopan komissio 2015.)

Toinen este on vaikeus verrata eri energiayritysten palveluita, veloitusta ja mainontaa keskenään. Tämä ajaa kuluttajaa pitäytymään mieluummin nykyisessä toimittajassaan. Tilanne pahenee, jos tukkumarkkinoista tulee entistä läpinäkyvämpiä ja kilpailu niillä lisääntyy, jolloin vähittäiskuluttajat ovat vielä enemmän hukassa toimitusvaihtoehtojen ja lupauksen meressä. Lisäksi vaikka kuluttajat onnistuisivatkin löytämään paremman sopimuksen, sopimusvelvoitteet ja hallinnolliset esteet voivat saada heidät luopumaan toimittajan vaihdosta. (Euroopan komissio 2015.)

Kolmas este on pientuotannon ja uusiutuvan energian huono kilpailukyky perinteisen energiantuotannon kanssa. Varsinkaan aurinkosähkö ei vielä pärjää €/MWh-tasolla muita tuotantomuotoja vastaan. Jos tasapuolisen kohtelun varmistamiseksi tarvitaan julkista tukea, merkittäviä tehokkuushyötyjä voitaisiin saavuttaa yhdenmukaistamalla uusiutuvan energian tukitoimia rajojen yli erityisesti tehostetun alueellisen yhteistyön kautta. Alhaisen tuotannon ja korkeiden hintojen aikoina myös kuluttajat voivat auttaa kaventamaan vajetta vähentämällä kysyntäänsä. Markkinoilla toimivien on kuitenkin varmistettava, että kuluttajat saavat tästä riittävän korvauksen. (Euroopan komissio 2015.)

Kuluttajien asemaa voidaan vahvistaa tekemällä perustavanlaatuinen muutos siinä, kuinka heitä markkinoilla kohdellaan. Kuluttajille on annettava tasavertainen mahdollisuus mukauttaa energiankäyttöään, jotta ne voivat hyödyntää kysynnän ja tarjonnan reaaliaikaisia muutoksia. Kuluttajien on lisäksi voitava toimia ostajina ja myyjinä eli tuottaja-kuluttajina. Tämä onnistuu, kun yhtiöt alkavat tarjota niille uusia palveluita ja selkeämpää ja vertailukelpoisempaa tiedonvälitystä ja laskutusta. Tavoitteeseen voidaan pyrkiä myös antamalla tuottaja-kuluttajien käyttöön luotettavia ja toimivia välineitä hintojen vertailuun ja käyttämällä kuluttajien suurta neuvotteluvoimaa kollektiivisten järjestelyjen, kuten energiaosuuskuntien avulla. (Euroopan komissio 2015.)

Jos tuotannoltaan vaihtelevat pientuotantomuodot valtaavat isompaa osuutta energijärjestelmästä, tarvitaan verkon lisäksi myös sähkömarkkinoilta joustavuutta. Markkinoiden joustavuutta voidaan parantaa seuraavin keinoin (Euroopan komissio 2015):

- Koordinoimalla paremmin uusiutuvan energian tukijärjestelmiä eri tuotantomuotojen kesken ja poistamalla hintasäätely ja tehottomat tukijärjestelmät; jos sähkön hinnat eivät vastaa todellisia kustannuksia, se antaa vääriä signaaleja investoijille ja sähkön kuluttajille.
- Rakentamalla puuttuva sähköinfrastruktuuri ja tehostamalla olemassa olevan infrastruktuurin käyttöä.
- Tarjoamalla kuluttajille mahdollisuus osallistua aktiivisesti markkinoille mukauttamalla kulutustaan reaaliaikaisten hintojen mukaan.

- Varmistamalla, että markkinat tarjoavat oikeita signaaleja tuotantoon tehtäviin investointeihin ja käytettävissä olevien resurssien tehokkaaseen käyttöön. Hyvin toimivilla markkinoilla hinnat ovat alhaiset runsaan tarjonnan aikana, ja tuotannon ollessa vähäistä hinnat ovat korkeat. Tällä tavoin hinnat antavat investoijille signaalin siitä, mihin on hyödyllisintä investoida.
- Varmistamalla joustava kaupankäynti: jotta uusiutuva energia voitaisiin liittää tehokkaasti verkkoon, tuottajien, toimittajien ja välittäjien on voitava käydä sähkökauppaa niin lähellä reaaliaikaa kuin mahdollista, koska näin ne voivat ottaa huomioon paremmin aurinko- ja tuulienergian tuotantoennusteet.

### 3.3.2 Asiakaslähtöinen markkinointi ja pientuotannon asema

Sitran keskustelupaperin (2012) mukaan Suomessa on toistaiseksi aliarvioitu yksityisten asiakkaiden halukkuutta ja mahdollisuuksia investoida uusiutuvan energian tuotantoon. Tämä voi johtua monesta syystä, esimerkiksi medialla on suuri vaikutus tavallisten ihmisten käsityksiin uusiutuvan energian kannattavuudesta. Yksityisten toimijoiden lisäksi Suomessa on useita uusiutuvan energian projekteja paraikaa käynnissä. Silti erityisesti aurinkovoima laahaa muiden Euroopan maiden takana, vaikkakin Suomen sähköverkko on yksi Euroopan älykkäimmistä. (Sitra 2012.)

Yksi esimerkkimaa yksityisten toimijoiden osallistumisesta ja hyvästä markkinoinnista on Iso-Britannia. Vuonna 2007 tehdyn tutkimuksen (Keirstead 2007) mukaan aurinkosähkövoimaloiden käyttöönotto rohkaisi kotitalouksia vähentämään omaa sähkönkulutustaan noin 6 prosenttia sekä siirtämään omaa sähkönkäyttöään ajankohtaan, jolloin itse tuotettua energiaa oli saatavilla, edistäen siis kuormanohjausta. Omavaraisella energialla on todettu olevan myös merkittävä välillinen vaikutus energiajärjestelmän muutokseen, koska se mahdollistaa ”energialukutaidottomuudesta” kärsivien, passiivisten kuluttajien muuttamisen aktiivisiksi, vaikuttaviksi ja vastuullisiksi toimijoiksi energiamarkkinoilla. (Sitra 2012.)

Kun asiakkaalle pyritään yksilöllisesti tarjoamaan juuri hänelle sopivia tuotteita ja palveluita, kasvavat samalla mahdollisuudet sitoa asiakas yritykseen entistä monipuolisemmin.

Tämä on tärkeää yrityksissä, joissa asiakkaan on helppo vaihtaa palveluntarjoajaa pienimmästäkin syystä. Uusia asiakkaita kannattaakin hankkia vasta sen jälkeen kun tavoitteet vanhojen asiakkaiden suhteen on saavutettu. Uudenaikaiset liiketoimintamallit kannustavat pitkäaikaiseen asiakassuhteeseen ja se kannattaa ottaa myös markkinoinnissa huomioon (Kivikangas & Vesanto 1998: 213–214), sillä uuden asiakkaan hankkiminen maksaa yleensä enemmän kuin vanhan asiakkaan pitäminen. On syytä muistaa, että osa asiakkaista pysyy silti uskollisena vanhalle yritykselleen varsinkin, jos vaihtamisesta saatu hyöty on pieni tai palveluntarjoajan vaihtaminen on liian vaikeaa.

On helppoa päätellä, että energia-alan ollessa kyseessä, tuottaja-kuluttajien määrän kasvaminen muuttaisi sähkönmyyjien ja asiakkaiden välisiä suhteita. Siksi myyjien pitää luoda yhteen sitova suhde asiakkaisiinsa jo tässä vaiheessa, jotta pystytään toimimaan yhdessä vielä tulevaisuudessakin. Kuten aiemmin on todettu, yritykset eivät saisi pitää asiakas-myyjä -suhteiden muuttumista uhkana, vaan tilaisuutena uusille toimijoille ja liiketoimintamahdollisuuksille. Tässä vaiheessa on hyvä selvittää, miten oma yritys tällä hetkellä suhtautuu asiakkaihinsa ja onko yrityksen tarkoitus tehdä voittoa, tuottaa arvoa omistajalleen vai hyödyttää yhteisöä. (Durand 2011; Solar Power Europe 2015a.)

Asiakkaan ollessa liiketoiminnan keskiössä yhtiö voi varautua asiakastarpeen muutokseen asiakastarveskenaariolla. Asiakastarveskenaariolla on suora yhteys liiketoimintamalliin ja sen avulla voidaan miettiä, mihin suuntaan liiketoimintamallia kannattaa muuttaa. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa yrityksen liiketoimintamalliin ei ole aluksi tehty muutoksia, mutta kun asiakkaat alkavat vaatia tuotteelta parempaa turvallisuutta ja parempaa käytettävyyttä, on yhtiön pakko muuttaa toimintafilosofiaansa ja liiketoimintamalliaan. Kun muutokset ja asiakkaiden toiveet on otettu huomioon, yhtiölle saatiin lopulta tehtyä vakaampi ja kestävämpi liiketoimintamalli ja näin estettiin mahdollinen asiakaskato. Asiakastarpeiden muutokset ja kilpailijat edellyttävätkin jatkuvaa tarkkailua, innovointia ja varautumista muutoksiin. Yrityksellä tulisi olla asiakastarveskenaarioita säännöllisen tarkkailun ja muutosten tekemisen apuna. (Pynnönen 2012.)

Asiakkaan tarpeen tuntemisen jälkeen mietitään, keitä asiakkaat pohjimmiltaan ovat ja miten heitä voidaan eritellä. Segmentointi on markkinoinnin termi, jolla tarkoitetaan

asiakaskunnan jakamista ryhmiin. Ryhmiin jakamisessa käytetään erilaisia määrääviä ominaisuuksia kuten demografisia tekijöitä, elämänarvoja ja ajatusmaailmoja. Ominaisuudet voidaan jakaa niin sanottuihin koviin muuttujiin, joita voidaan objektiivisesti mitata, ja pehmeisiin muuttujiin, joita voidaan selvittää päättelämällä (Kivikangas & Vesanto 1998: 26). Ryhmille voidaan myöhemmin antaa kuvauksia ja prioriteetteja. Tämä helpottaa myös välineiden ja järjestelmien valintaa, sillä saman ryhmän asiakkaille voidaan tarjota samoja komponentteja ja samalla asiakasrajapintakokonaisuudella. Energia-alan yritykset jakavat asiakkaat yleensä kulutuksen, tuotannon tai energiatarpeiden mukaan tai sitten suppeammin omakotitaloihin, taloyhtiöihin, yrityksiin, maatalouksiin, kuntiin ja teollisuuteen. Tarkemmalla segmentoinnilla voidaan asiakkaat jakaa myös älymittareiden ominaisuuksien, kotitalouksien pinta-alojen, lämmitysmuotojen ja tulotasojen perusteella (Durand 2011).

## 4 AURINKOSÄHKÖ SUOMESSA

Auringon säteilyllä tuotettu sähkö on määrältään vaihteleva energiamuoto, sillä se on riippuvainen sekä säteilyn että sen intensiteetin määrästä, jotka molemmat vaihtelevat maantieteellisen sijainnin mukaan. IEA:n (International Energy Agency) raportin (2014a) mukaan aurinkosähkön ennustetaan olevan tärkein sähköntuotantomuoto vuonna 2050 ja halvin tuotantomuoto muutaman vuosikymmenen kuluttua. Raportti ennustaa, että vuonna 2050 auringolla tuotetaan 27 % maailman tarvitsemasta sähköstä, mikä tarkoittaisi sitä, että aurinkosähkö olisi laajemmassa käytössä kuin tuulivoima, ydinvoima, vesivoima tai fossiiliset energialähteet. Tätä visiota tukee fakta aurinkosähkön hinnan jatkuvasta laskemisesta ja se, että aurinkoenergiaa voidaan jatkossa hyödyntää entistä paremmin sekä keräimien että paneelien avulla.

Suomessa on tällä hetkellä 10–20 MW:n edestä asennettua aurinkosähkökapasiteettia, josta suurin osa on verkkoon liittämätöntä, joten absoluuttista lukumäärää ei ole tiedossa. Verkkoon liittämättömiä ja pienitehoisia järjestelmiä, kuten kesämökeillä sijaitsevia arvioidaan olevan noin 40 000 kappaletta (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014a). Aurinkoenergia.fi:n mukaan yli 24 kW:n voimaloita on tällä hetkellä noin 50 kappaletta ja suurin osa niistä sijaitsee Varsinais-Suomessa tai rannikoilla. Suurin aurinkovoimala taas on Helsingissä sijaitseva 853 kW:n Kivikko.

### 4.1 Suomen olosuhteet

Vaikka Suomessa on talvisin pimeää ja auringonsäteet tulevat matalalta, niin kesän vähäpilvisyyden ja pitkien päivien ansiosta vuotuinen säteily määrä Etelä-Suomessa on samaa luokkaa kuin Tanskassa ja Pohjois-Saksassa, eli noin 900 kWh/m<sup>2</sup>. Koko Suomea tarkasteltaessa säteilyn määrä on 700–950 kWh/m<sup>2</sup>/v (Motiva 2015b). Parhaimmat paikat säteilyn kannalta ovat varsinkin rannikot Etelä-Suomessa ja Lounais-Suomessa. Vaikka sydäntalvella tuotantoa on vähän (sijainnista riippuen marraskuun puolivälistä helmikuun puoleenväliin aurinkopaneeleista ei saada tuotantoa ollenkaan), muina aikoina ulkolämpötilan alhaisuus on etu, sillä paneelit tuottavat kylmässä paremmalla hyötysuhteella säh-

köä (Kahola 2015). Maantieteellisen sijainnin lisäksi kattorakenteiden suuntauksilla, kallistuskulmilla, varjostuksilla ja paikallisilla säätiedoilla on merkitystä. Suomessa paneelit asennetaan yleensä katoille, lappeen suuntaisesti ja etelään tai lounaaseen päin, optimikallistuskulman ollessa noin 42 astetta. Paneeleita voi kyllä asentaa muuallekin ja eri kallistuskulmilla, mutta paras tuotanto saadaan ottamalla kaikki edellä mainitut seikat huomioon (Finnwind; Kahola 2015). Suuremmalla mittakaavalla ajateltuna aurinkosähkö ja aurinkolämpö sopivat Suomeen hyvin, jos ne toimivat yhdessä tasapainottavan energiamuodon kuten bioenergian kanssa (Auvinen 2015a: 11). Tällöin esimerkiksi maatalouksille avautuisi uusia tilaisuuksia tuottaa enemmän ja ympärivuotisesti, sillä syrjäseuduilla aurinkoenergia on hyvä täydentävä energiamuoto.

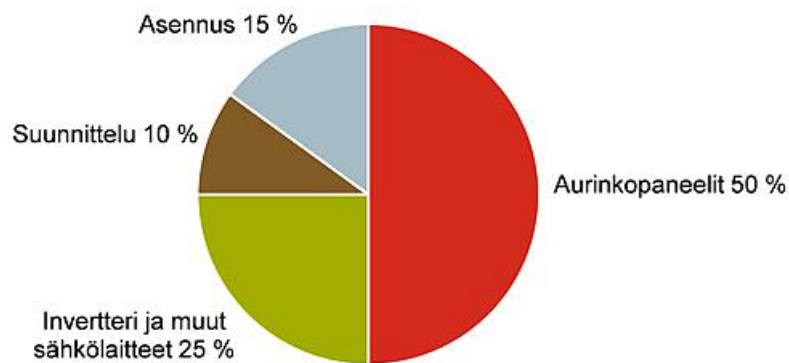
Muihin pientuotantomuotoihin verrattuna aurinkopaneelit tulevat sijaitsemaan pääosin kaupungeissa, kun taas muut uusiutuvat energiamuodot, kuten tuulivoimalat sijaitsevat kauempana asutuksesta. Paneelien yleistyessä tiheään asutuilla alueilla ja kaupunkien keskustoissa, tarvitaan erilaisia ratkaisuja, miten aurinkopaneeleita asennetaan kerrostalojen katoille ja liikkeiden julkisivuille ja millainen omistusrakenne on. Yksi ajatus liittyen omistajuuteen on, että asukas saa kerrostalon katon pinta-alasta omistamiaan osakkeita vastaavan määrän itselleen aurinkopaneelien asennusta varten. (Siltanen 2016.)

Matti Kaholan (2015) tutkielman johtopäätösten perusteella voidaan todeta, ettei aurinkosähkön hyödyntämiselle Suomessa ole teknisiä rajoitteita ja tuotanto-odotukset ovat likimain samalla tasolla kuin monessa aurinkosähkön suurtuottajamaassa. Taloudelliseen kannattavuuteen on kuitenkin vielä hieman matkaa johtuen niin säteilymäärän epätasaisesta jakaumasta kuin matalasta sähkön hinnasta ja tukimekanismien puutteesta. Kaholan mukaan Suomen aurinkosähkökapasiteetin kasvu vaatisi suurempaa tukea kuin nykyinen tuulivoiman korotettu syöttötariffi on. Mutta mikäli huono kannattavuus yhdistetään matalaan sähkön hintaan, syöttötariffijärjestelmä ei vaikutakaan soveltuvan aurinkosähkön tukemiseen Suomessa, koska tariffin taso tulisi asettaa korkeammaksi kuin sähkön kuluttajahinta. Tästä syystä tuotantotariffi-, investointituki- ja nettolaskutusjärjestelmät soveltuisivat paremmin Suomen markkinoille. Lisäksi määrättyyn prosenttiosuuteen perustuvan investointitukijärjestelmän selkeänä etuna muihin tukimuotoihin verrattuna on sen

kyky mukautua aurinkosähköjärjestelmien hinnanmuutoksiin, joita tulevaisuudessa todennäköisesti koetaan. (Kahola 2015.)

#### 4.2 Aurinkosähköjärjestelmien hintakehitys

Aurinkosähköjärjestelmien yleinen hintakehitys on pitkään ollut laskeva ja esimerkiksi Saksassa hinnat ovat pudonneet kolmasosaan 10 vuoden aikana. Suomessa asennettujen aurinkovoimaloiden hintakehityksestä ei ole olemassa kattavia tilastoja, sillä asennetut määrät ovat olleet niin vähäisiä. Kilpailun ansiosta Suomen hinnat kulkevat kuitenkin suunnilleen samoissa lukemissa Saksan kanssa. Kuvassa 5 on esitetty aurinkosähköjärjestelmän hankintakustannusten suuntaa antava jakautuminen Suomessa. Varsinaisen työn eli suunnittelun ja asennuksen osuus kustannuksista on melko suuri, noin 10–30 %. Työn osuudesta voi kuitenkin saada kotitalousvähennystä (Junttila 2015). Invertterin ja muiden laitteiden osuus on neljäsosan luokkaa ja itse paneelien osuus noin 50 %. (Motiva 2016).

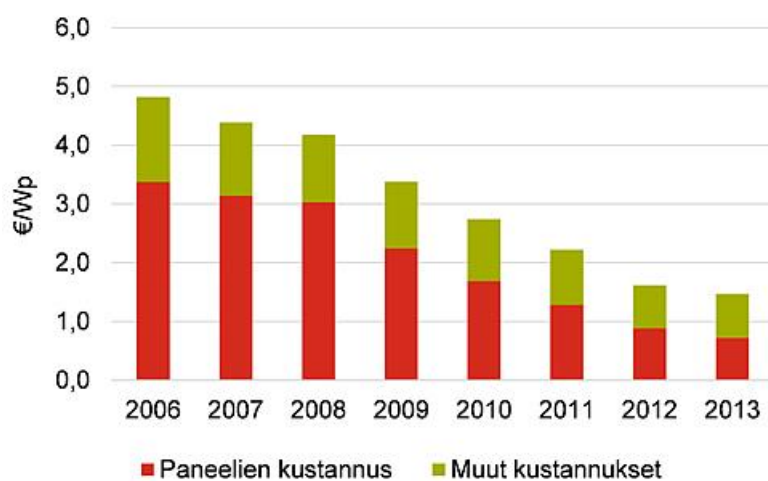


**Kuva 5.** Aurinkosähköjärjestelmän hankintakustannusten suuntaa antava jakautuminen (Motiva 2016).

Aurinkosähköjärjestelmän hankintahinta suhteutetaan yleensä sen nimellistehoon. Paneelin hinnan ja nimellistehon suhteella voi myös verrata eri valmistajien paneelien hintoja, mikä kertoo nykyään enemmän kuin pelkkä hyötysuhde (Finnwind). Vuonna 2013 verkkoon liitetyn aurinkosähköjärjestelmän globaali hankintahintakeskiarvo oli noin 1,5 €/Wp, ilman arvonlisäveroa, sisältäen sekä asennuksen että laitteiston. Euroopan aurinkosähkömaissa, Ranskassa, Kreikassa, Saksassa, Italiassa ja Isossa-Britanniassa hinnat

olivat vuonna 2013 1,1–3,96 €/Wp arvonlisäveroineen (Dusonchet & Telaretti 2014). Suomessa pienen mittakaavan verkkoon liitettyjen järjestelmien vastaava luku oli verot mukaan laskien 1,8–4,0 €/Wp (Motiva 2016).

Kuvassa 6 on esitetty katoille sopivien 10–100 kWp:n aurinkopaneelijärjestelmien hintakehitys Saksassa 2006–2013. Paneelien hinta on merkitty punaisella ja muiden tarvittavien laitteiden yhteenlaskettu hinta vihreällä. Muut tarvittavat laitteet käsittävät esimerkiksi invertterin, kaapelit, kytkimet ja suojalaitteet. Mikäli hintoja halutaan verrata Suomeen, yksityishenkilöiden pitää lisätä hintoihin 24 %:n arvonlisävero. Alle 10 kW:n järjestelmien hinnat ovat vielä noin 10–20 % korkeammat. (Motiva 2016.) Voimalan kokoluokan merkitys hankintahintaan on muutenkin suuri, sillä suurempia järjestelmiä voidaan myydä halvemmalla johtuen muun muassa alhaisempien valmistus-, pakkaus- ja kuljetuskustannuksien takia.



**Kuva 6.** Katoille sopivien aurinkopaneelijärjestelmien hintakehitys Saksassa 2006–2013 (Motiva 2016).

Kuten aiemmin mainittiin, Suomessa sähköverkkoon liitettyjen aurinkopaneelien määrät ovat vielä pieniä eikä tarkkaa lukumäärää osata sanoa. Energiavirasto on kuitenkin päättänyt tehdä asialle jotain, sillä vuonna 2015 Energiavirasto otti ensimmäisen askeleen ja selvitti Suomessa verkkoon kytketyn sähkön pientuotannon tehon määrän. Kun mukaan laskettiin kaikki sähköverkkoon kytketyt, alle 1000 kW:n tuotantoyksiköt, määrä oli noin 120 MW. Jatkona tälle työlle Energiavirasto antoi määräyksen 30.11.2015, että osana

sähköverkkotoiminnan tunnuslukujen raportointia, sähköverkonhaltijat raportoisivat myös verkkoon kytketyn sähkön pientuotannon tehon *tuotantomuodoittain*, jolloin saadaan selville myös aurinkosähkön suuruus. Määräys tuli voimaan vuoden 2016 alusta, tiedot kerätään vuoden 2016 aikana ja julkaistaan kesällä 2017. (Tuomi 2015.)

### 4.3 Taloudellinen kannattavuus

Auvinen (2015b) suosittelee, että aurinkoenergian taloudellisen kannattavuuden arviointimenetelmänä käytettäisiin sisäistä korkokantaa. Sisäinen korkokanta kertoo, kuinka monen prosentin tuottoasteen investointi antaa pääomalle. Mitä suurempi sisäinen korkokanta on, sitä parempi on myös investointi. Takaisinmaksuaika kuvaa heikosti aurinkoenergiajärjestelmän todellista kannattavuutta, koska takaisinmaksuaikaa laskettaessa ei oteta huomioon jäännösarvoa eikä korkoa. Investoinnin tuottoja tulisi tarkastella koko järjestelmän elinkaaren yli. Yksittäisenä investoinnin mittana takaisinmaksuaikamenetelmää voidaan puolustaa vain, jos investoinnin vanhenemisriski on huomattava. Aurinkoenergiajärjestelmän vanhenemisriski ennen takaisinmaksuajan, yleensä 10–20 vuotta, umpeutumista on erittäin pieni. Aurinkoenergiajärjestelmän käyttöikä on noin 30 vuotta ja ylläpito- ja huoltotarve on tavallisissa oloissa hyvin vähäistä. (Auvinen 2015b.) Aurinkoenergiajärjestelmän komponenttien valmistukseen käytetyn energian takaisinmaksuaika on 0,5–4 vuotta, riippuen valmistustavasta ja käytetystä teknologiasta (Shahan 2013).

Kuten aiemmin todettiin, aurinkosähköjärjestelmän hankintahinta suhteutetaan yleensä sen nimellistehoon. Hankintahinnalla tarkoitetaan yleensä koko aurinkosähköjärjestelmää paneeleineen, inverttereineen, säätimineen, johtoineen, kiinnikkeineen ja asennuksineen. Vaikka hankintahinta antaakin hyvän näkemyksen kannattavuudesta, sen lisäksi kannattavuuteen vaikuttavat myös (FinSolar 2015b):

- aurinkosähkön myyntihinnan muutokset voimalan käyttöiän aikana
- investoinnin laskentakorko
- investointituet ja kotitalousvähennykset

- kiinteistön tai voimalan oma kulutus
- koko järjestelmän käyttöikä
- ostosähkön hinnan muutokset voimalan käyttöiän aikana
- sen hetkinen sähkön kuluttajahinta, siirtohinta ja sähkövero sekä veroluokka
- voimalan vuosittainen tuotannon vähenemä
- vuosituotanto sijainnin mukaan
- ylläpito- ja huoltokulut.

Aurinkoenergian kannattavuutta voi myös arvioida vertailemalla voimalan tuottaman sähkön tai lämmön hintaa muiden vaihtoehtoisten energialähteiden kustannuksiin. Aurinkoenergian tuotantokustannus (euroa/kuukausi) voidaan luotettavasti ennustaa koko järjestelmän elinkaaren ajalle, jolloin aurinkoenergiajärjestelmä tarjoaa kiinteähintaista energiaa 25–30 vuodeksi. Aurinkoenergiajärjestelmän hankintakustannuksen osuus on noin 90 % pitoajan aikaisista kustannuksista, sillä polttoainekustannuksia ei ole ja huolto- ja -kustannukset ovat vähäiset. Aurinkoenergialla voidaan siis vähentää ostoenergian hintavaihteluihin liittyvää taloudellista riskiä. (Auvinen 2015b.)

Kuten kappaleessa 3.1 kävi ilmi, kulutuksen ylittävästä tuotannosta eli ylijäämästä ei tällä hetkellä saa suurta taloudellista hyötyä, mutta siihen voi tulla muutos jos verotukseen ja nettomittarointiin liittyviä kannustinmenetelmiä kehitetään. Toistaiseksi tuottajan kannalta suurin säästö syntyy, kun paneelien tuotanto ei ylitä omaa kulutusta. Tällöin järjestelmän omistaja säästää sähköenergia- ja sähköverkkomaksun, joka on Suomessa yhteensä noin 15 senttiä kilowattitunnilta. Toistuvissa ylijäämätapauksissa tuottaja-kuluttajan kannattaa harkita akuston hankintaa. Akuston avulla voidaan käyttää varastoitua energiaa silloin, kun sähkön hinta on korkea – olettaen, että käyttäjän sähkön hinta on sidottu sen hetkiseen pörssihintaan. Jos pientuotannon verotuskäytäntöjä ja sähkön ylijäämän myynnin toimintaehtoja muutetaan tai sähkön varastointiin löytyy kehittyneempiä ratkaisuja, aurinkosähkön tuottaminen muuttuu vielä kannattavammaksi. (Fingrid 2015.)

Sijoittajan näkökulmasta aurinkoenergiainvestointi on hyvä kohde verrattuna esimerkiksi pankin säästötilin korkoon (0,10–1,65 %:n talletuskorko tammikuussa 2015) tai suoriin kiinteistösjoiutuksiin (kokonaistuotto Suomessa 4,4 % vuonna 2013), sillä sen sisäinen korkokanta on tyypillisesti 4–8 % (Auvinen 2015a: 35). Oikein suunniteltuna investointi on myös riskitöntä, takaa varmaa tasaista tuottoa pitkälle aikavälille ja edistää suomalais-ta liiketoimintaa (Junttila 2015).

Tiivistetysti voidaan vielä todeta, että aurinkoenergia on taloudellisesti kannattavaa, jos seuraavat ehdot täyttyvät (Auvinen 2015a: 16):

- Aurinkoenergiaa tuotetaan vain omaan käyttöön eli järjestelmä on mitoitettu vastaamaan omaa kulutusta.
- Aurinkoenergialla korvataan kalliimpaa energiaa eli omakustannushinta on pienempi kuin ostetun energian hinta seuraavan 20–30 vuoden tarkasteluajalla.
- Investointiin haetaan ja saadaan TEM:n energiatuki.
- Järjestelmän hankinta on kilpailutettu.
- Järjestelmän sijainti on hyvä, eikä aiheuta ylimääräisiä huoltotoimenpiteitä tai osien turhaa kulumista.

Kilpailuttamisella voidaan helposti saavuttaa suuriakin säästöjä. Käytännön esimerkki löytyy Ylen Kuningaskuluttajan teettämästä hintatarjouskyselystä vuonna 2015. Kysely koski 3 kWp:n aurinkopaneelijärjestelmää asennuksineen ja hintatarjoukseen vastasi seitsemän Suomessa toimivaa aurinkoenergia-alan yritystä. Kokonaishinnat vaihtelivat 5950 ja 8535 euron välillä ja työn osuudet 1050–2570 euron. Työn osuudesta sai kotitalousvähennystä, joka näiden esimerkkipakettien kohdalla oli vuonna 2015 parhaimmillaan 500–1000 euroa. Hintaero halvimman ja kalleimman tarjouksen välillä oli noin 2500 euroa, joten pienellä taustatutkimuksella ja kilpailuttamisella voidaan saavuttaa suuria säästöjä aurinkopaneelijärjestelmää hankittaessa. (Junttila 2015.)

#### 4.4 FinSolar-hanke ja Suomen palvelu- ja rahoitusmallit

FinSolar on Tekesin rahoittama hanke, jonka tavoitteena oli markkinoiden kasvattaminen aurinkoenergialiiketoiminnan edistämiseksi ja luoda yhteiskehittelyä asiantuntijoiden, suomalaisyritysten sekä julkisten toimijoiden kesken uusia yhteistyö-, hankinta- ja rahoitusmalleja konkreettisiin investointikohteisiin. Ideoita haettiin hankkeen kumppaniverkostoa hyödyntämällä sekä parhaista kansainvälisistä malleista. Lisäksi hankkeessa tunnistettiin markkinoiden kasvua hidastavia hallinnollisia ja lainsäädännöllisiä esteitä. Hyödyksi käytettiin Suomen senhetkisiä osaamisalueita biotaloudessa, cleantechissä ja digitaalisuudessa. (Auvinen 2015a.)

Yksi hankkeen tutkimusaiheista vuonna 2015 oli Suomessa esiintyvät hankinta- ja rahoitusmallit sekä niiden soveltuvuus aurinkoenergiainvestointeihin. Hankkeessa laadittiin aurinkoenergian palvelu- ja rahoitusmalleihin liittyvä markkinakysely, joka kanavoitiin FinSolar-hankkeen yhteistyöverkostolle sekä Lähienergialiiton yritysjäsenille. Aurinkoenergialiiketoiminnassa on mukana noin sata suomalaista yritystä, joista FinSolarin kyselyyn vastasi 49 yritystä (Auvinen 2015a: 2, 23–24). Kysely oli erittäin ajankohtainen, koska yritysten liiketoimintamallit kehittyvät hyvin nopeasti ja aurinkoenergian suosio kasvaa. Alla on esitetty yhteenveto siitä, kuinka suuri osa kyselyn aurinkoalan yrityksistä tarjosi tiettyjä palveluita tai rahoitusmalleja (FinSolar 2015a):

- Aurinkoenergiajärjestelmien avaimet käteen -toimitukset 28/49 yritystä.
- Aurinkoenergiaa leasingrahoitus- tai osamaksusopimuksella 22/49.
- Aurinkoenergiajärjestelmiä energian ostosopimuksella 12/49.
- Aurinkoenergiaa joukkorahoituksella 2/49.
- Aurinkoenergiavoimalan omistusosuuksia osakkeiden, osuussopimusten tai osuuskunnan jäsenyyksien myynnin muodossa 6/49.
- Konsultti- ja tietopalvelut 38/49.

Edellä esitetyistä tuloksista huomataan, että varsinkin aurinkoenergian avaimet käteen - ja rahoituspalvelumallien tarjonta on kehittynyt Suomessa hyvään suuntaan vaikka kyselyn vastausprosentti (50 %) jättää vielä joitain asioita pimentoon. Samoin energia-alan kiih-

tynyt tahti muuttua voi vaikuttaa niin, että esimerkiksi viiden vuoden päästä tietyt mallit ovat hävinneet kokonaan, kun taas toiset mallit kuuluvat jokaisen yrityksen palvelutarjontaan.

Tutkimukseen kuului myös hankinta- ja rahoitusmallien vertailu. Realistisilla, mutta arvioituilla tiedoilla tehty vertailu aurinkoenergiavoimalan hankinta- ja rahoitusmaileista Suomessa on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Yhteenveto aurinkoenergiavoimalan hankinta- ja rahoitusmallien vertailusta asiakkaan näkökulmasta (Auvinen 2015c).

<b>Hankinta- ja rahoitusmalli</b>	<b>Sopimus</b>	<b>Voimalan omistajuus</b>	<b>Ylläpito-vastuu</b>	<b>Rahoitus- ja palvelukulut</b>
Oma pääoma	Hankintasopimus, pituus voimalan rakennusaika 1–3 kuukautta	Asiakkaalla	Asiakkaalla	
Lainarahoitus	Hankintasopimus sekä lainasopimus noin 10–15 vuotta	Asiakkaalla	Asiakkaalla	Lainan korkokulut 0–2 %
Rahoitus-leasing	Leasingsopimus yleensä 8–15 vuotta, jatkettavissa	Säilyy rahoittajan omistuksessa sopimuskauden, siirtyy asiakkaalle jäännösarvolla	Asiakkaalla, rahoittajalla tai toimittajalla	Rahoituksen korkokulut, kunnat 0,7–2 % – muut 10 %
Osamaksukauppa	Osamaksusopimus 8–15 vuotta	Siirtyy osamaksujen myötä rahoittajalta asiakkaalle	Asiakkaalla	Rahoituksen korkokulut noin 10 %
Pitkäaikainen aurinkoenergian ostosopimusmalli (SPPA)	Kiinteähintainen energian ostosopimus, kesto 10–25 vuotta	Siirtyy vaiheittain tai jäännösarvolla asiakkaalle	Rahoittajalla tai toimittajalla	Ylläpito ja rahoituskulut noin 10 %
Joukkorahoitus	Rahoitusmuoto kannattaa sisällyttää laina- tai leasingsopimukseen	Riippuu mallista	Sovittava erikseen	Rahoituksen korkokulut 4–6 %

Näitä hankinta- ja rahoitusmalleja tarkasteltaessa, oma pääoma on yksinkertaisin keino. Siinä sekä omistajuus että ylläpito-vastuu siirtyvät suoraan asiakkaalle eikä rahoituksesta

aiheudu ylimääräisiä kuluja. Tarvittavan pääoman määrä on kuitenkin suhteellisen suuri, järjestelmästä riippuen jopa kymmeniä tuhansia euroja, mikä voi karsia tämän rahoitusmallin käyttäjiä. Mikäli omaa pääomaa ei ole tai sitä ei haluta kerralla sijoittaa, on perinteinen lainarahoitus suositeltava vaihtoehto. Osamaksu-, rahoitusleasing- ja energian ostosopimusten etuna on, että kunta tai yritys voi tehdä suuriakin investointeja ilman erityisiä vakuuksia. Lisäksi niitä ei pääsääntöisesti käsitellä taseessa velkana, jolloin organisaation pääomarakenne säilyy edullisempänä verrattuna lainarahoituksella tehtyihin investointeihin. Kotitalouksille, taloyhtiöille ja yrityksille leasingrahoitus on usein kalliimpi vaihtoehto lainaan verrattuna. Leasing-sopimuksen hallinnointi- ja rahoituskulut ovat usein suurempia kuin lainoissa ja siksi ne ilmentyvät kalliimpina loppukäyttäjähintoina. (Auvinen 2015c.)

Aurinkosähkön- tai aurinkolämmönhankintaan perustuvaa rahoitusmallia kutsutaan FinSolar-hankkeessa *pitkäaikaiseksi aurinkoenergian ostosopimusmalliksi*. Maailmalla mallista käytetään aurinkoenergiasta puhuttaessa lyhennettä SPPA (Solar Power Purchase Agreement) tai pelkästään muotoa PPA (Power Purchase Agreement), kun kyseessä on energia yleisesti. Aurinkoenergian tapauksessa järjestelmän tuotosta ja ylläpidosta vastaa yleensä voimalan rahoittaja eikä käyttäjä. Rahoituksen osalta malli vastaa pitkälti käyttöleasingia eli voimala pysyy rahoittajan omistuksessa. Aurinkoenergian ostosopimusmalli on asiakkaan kannalta hyvä keino varmistaa, että aurinkovoimala on laadukas, optimaalisesti asennettu sekä hyvin toimiva, koska voimalan tuotantoriski on rahoittajalla eikä asiakkaalla. (Auvinen 2015c.) Energian ostosopimusmallia käydään kattavammin läpi kappaleessa 6.5.

Tiivistetysti voidaan todeta, että aurinkoenergiainvestointi on kannattava ulkopuolisella rahoituksella, kun investoinnin sijoitetun pääoman tuotto ylittää ulkopuolisen rahoituksen korkokulut. Tavallista suurempien kiinteistöjen tapauksessa aurinkovoimalainvestointi tuottaa elinkaarensa aikana auringonvalon hyödyntämisen kannalta otollisissa ja rakennusteknisesti mutkattomissa asennuskohteissa yleensä 4–9 prosentin vuotuisen tuoton. (Auvinen 2015c.)

Hyvistä rahoitusmalleista huolimatta on näinä aikoina otettava huomioon ihmisten suhtautuminen suuriin investointeihin, mitä aurinkopaneelijärjestelmät useimmille ovat. Epävakaan taloustilanteen aikana kukaan ei välttämättä halua sijoittaa edes pieniä summia, mikäli sijoituskohte vaikuttaa epävarmalta. Yritysten on tarjottava riittävä määrä tietoa ja neuvontaa tällaisissa tapauksissa. Esteeksi voi myös muodostua riskien pelko tai epävarmuus hankintamenetelmistä (Auvinen 2015a: 21). Voidaan kuitenkin todeta, että Suomessa on jo tarjolla kattavasti aurinkoenergian hankintaa helpottavia palveluja eikä suuren alkupääoman puuttuminen ole este (Auvinen 2015c).

## 5 SÄHKÖSOPIMUS- JA HINNOITTELUMALLIT

Tässä luvussa esitellään yleisiä sähkön myyntiin ja ostoon liittyviä sopimusmalleja sekä erilaisia hinnoittelumalleja. Samalla pohditaan niiden soveltuvuutta pientuotannon, palveluiden ja fyysisten tuotteiden ostoon ja myyntiin. Mallien soveltuvuutta tutkittaviin liiketoimintamalleihin pohditaan myöhemmin kappaleessa 6.6.

### 5.1 Sähkö Sopimusmallit

Suomessa kaikilla verkkoon kuuluvilla sähkökäyttäjillä tulee olla voimassa oleva sopimus sekä sähköenergiasta että sähkönsiirrosta. Sähkömyyntisopimuksen voi tehdä kenen tahansa Suomen alueella toimivan myyjän kanssa, mutta siirto- eli verkkopalvelusopimus on pakko tehdä paikallisen verkkoyhtiön kanssa (Energiateollisuus). Toimitusvelvollisen myyjän kanssa voidaan tehdä kokonaistoimitussopimus, joka sisältää molemmat sopimukset (Sähkömarkkinalaki 2013/588). Pientuotantoa omistavan tulee tehdä jakeluverkkoyhtiön kanssa liittymissopimus sekä verkkopalvelusopimus, ja jos pientuotantoa siirretään verkkoon, myös sähkömyyntisopimus. Myyntisopimuksen tekeminen ei kuitenkaan välttämättä takaa pientuotannosta riittävää korvausta (Vaitinen 2010: 23), sillä se riippuu verkkoyhtiön politiikasta hajautetun pientuotannon suhteen. Tällä hetkellä Suomen lainsäädäntö ei kuitenkaan velvoita ketään sähköalalla toimivaa pientuotannon ostamiseen.

Sähkö Sopimuksen vähimmäisisältö on määritelty laissa. Suomessa sähkön myynti- ja ostosopimukset sisältävät osapuolten perustiedot, käyttöpaikkatiedot sekä muut sopimusmallista riippuvat tiedot. Uusimmat sopimusmallit voivat sisältää myös mahdollisuuden valita sähkön tuotantotavan, jolloin kuluttaja tietää millä tavoin hänen sähkönsä tuotetaan. Tuotantotavan valitseminen itse voi olla kuluttajan kannalta ratkaiseva tekijä sähkömyyjää valitessa. Nykyään sähköä voidaankin markkinoida erilaisin teemoin, esimerkiksi arvomaailmaan vedoten. Sähkö Sopimus voi olla toistaiseksi voimassaoleva tai määräaikainen. Toistaiseksi voimassaolevan sähkö Sopimuksen irtisanomisaika on kuluttajalle 14 vuorokautta ja vähittäismyyjälle kolme kuukautta. Määräaikainen sopimus on irtisannottavissa kuten toistaiseksi voimassaoleva kahden vuoden jälkeen, jos sopimuskausi on

pidempi. Jakeluverkon haltija ei voi irtisanoa verkkopalvelusopimusta eikä toimitusvelvollinen myyjä sähkönmyyntisopimusta (Kuluttajaliitto). Toistaiseksi voimassaolevassa sopimuksessa hintoja voidaan muuttaa sähkömarkkinalain ja sopimusehtojen puitteissa. Määräaikaisessa sopimuksessa sähkön hintaa ei voida muuttaa kesken sopimuskauden lukuun ottamatta verojen ja muiden julkisten maksujen muutoksia. Sopimus voi kuitenkin olla sidottu indeksiin, jolloin hinnat muuttuvat sen mukaisesti. (Sähkömarkkinalaki 2013/588.)

Seuraavaksi esitellään Suomen tämänhetkisiä sähkösojimusmalleja. Yleisimpien, eli yleis-, aika- ja kausisähkön ominaisuudet on selitetty taulukossa 3. Pörssisähkö-, spot-pientuotanto- ja energian ostosopimukset käsitellään erikseen kappaleissa 5.1.1–5.1.3.

**Taulukko 3.** Suomen yleisimmät sähkösojimusmallit sekä ominaisuusvertailu (Soveltaen Vaasan Sähkö 2016; Helen Oy 2016).

	<b>Yleissähkö</b>	<b>Aikasähkö</b>	<b>Kausisähkö</b>
Perusmaksu	Kuukausittain	Kuukausittain, yleensä korkeampi kuin yleissähkön	Kuukausittain, yleensä korkeampi kuin yleissähkön
Energiamaksu	Vakio ympäri vuoden	Edullisempaa öisin	Edullisempaa kesäisin ja talviöisin
Sopii sähköllä lämmittäväälle	Kyllä, mutta toinen sojimusmalli on todennäköisesti kannattavampi	Kyllä, varsinkin jos muu kulutus sijoittuu yöajalle	Kyllä, mutta riippuu paljon kuormitusprofiilista
Sopii muulla tavoin lämmittäväälle	Kyllä	Ehkä, jos kulutus on muuten suurta	Kyllä, jos kulutus sijoittuu kesälle tai talviöille

### 5.1.1 Pörssisähkösopimus

Pörssisähkösopimus perustuu asiakkaan tietyn aikavälein mitattuun kulutukseen. Pörssisähkön hinta seuraa sähköpörssin markkina- eli spot-hintaa ja sopimuksen mukaan lopulliset maksut voidaan muodostaa joko vuorokauden keskiarvosta tai jokaisesta tunnista erikseen. Tällöin energiamaksu voi vaikuttaa asiakkaan mielestä liiankin edulliselta, mutta siihen lisätään vielä sähkönmyyjän marginaali, toimitusmaksu sekä arvonlisävero. Tuntisähkösopimus on taloudellisesti kannattavinta, kun sopimusaika on riittävän pitkä ja kuluttaja on tottunut muokkaamaan sähkön käyttöönsä. Tuntihintoja voi yleensä seurata palveluntarjoajan verkkosivuilta tai erillisestä sovelluksesta. Sovelluksien ominaisuudet vaihtelevat, osassa voi tilata ilmoituksia halvemmista markkinahinnoista ja osassa asettaa käytölle ylärajoja. Pörssisähkösopimus kannustaa yleensä hankkimaan myös älykästä taloautomaatiikkaa, jolloin laitteita voi ajastaa käynnistymään edullisten hintojen aikaan ja sammumaan, jos hinta ylittää tietyn arvon. Mikäli hintaa ei halua seurata tunneittain, tuntisopimuksen rinnalle on luotu markkinahintasopimus, jolloin sähköstä maksetaan ajantasainen markkinahinta, joka määräytyy sähköpörssin kuukausituotteiden päätöskurssien noteerauksista tietyltä ajalta sekä myyjän marginaalista ja arvonlisäverosta. Seuraavan kuukauden hinta ilmoitetaan tällöin asiakkaalle yleensä muutamaa viikkoa ennen. (Helen Oy.)

### 5.1.2 Spot-pientuotantosopimus

Edellä mainittujen sopimusmallien lisäksi ylimääräisen spot-pientuotantosopimuksen voi tehdä, kun oma pienvoimala tuottaa enemmän kuin käyttäjä itse pystyy kuluttamaan ja voimalan yhteyteen on asennettu tuotannon määrää ja verkkoon päin siirtoa mittaava sähkömittari. Pientuotantosopimus on tavallaan käänteinen versio pörssisähköstä, sillä siinä asiakas toimii tuottajana ja entinen myyjä ostajana, jolloin roolit siis vaihtuvat. Sopimuksen toinen osapuoli hoitaa yleensä myös taseselvityksen sekä laskun asiakkaalle (Poikela 2012). Taseselvityksestä ja laskutuksesta aiheutuu kuitenkin kuluja, joten pienvoimalan omistajalta peritään tästä syystä pieni toimitusmaksu, mikä tietenkin vähentää pienvoimalasta saatavaa rahallista tuottoa. Tiedot saadaan sähkömittarin haltijalta eli yleensä paikalliselta jakeluverkkoyhtiöltä. Tällaiseenkin sopimukseen voi sisältyä online-palvelu, josta

omaa tuotantoaan voi seurata. Tulevaisuudessa pientuotantosopimukset voisivat liittyä aurinkoenergiajärjestelmän kokoon, nettomittarointiin tai myöhemmin esiteltävien liiketoimintamallien ominaisuuksiin.

### 5.1.3 Energian ostosopimus

Energian ostosopimuksella voidaan tarkoittaa mitä tahansa sopimusta, jossa toinen osapuoli suostuu ostamaan toisen osapuolen tuottamaa sähköenergiaa. Aiemmin käsitellyssä energian ostosopimusmallissa kappaleessa 4.4 oli mukana kolme osapuolta: palveluntarjoaja, asiakas ja energiayhtiö. Sähkösovitukseen soveltaessa energian ostosopimuksella tarkoitetaan kuitenkin tilannetta, jossa asiakas ostaa edullista sähköä esimerkiksi kolmannen osapuolen tai yhteisomistuksessa olevasta voimalasta, energiayhtiön toimittaessa normaalihintaista sähköä tarvittaessa. Energian ostosopimuksen tehtyään asiakas saa siis alennuksen ostamastaan sähköstä tai kiinteän hinnan pitkäksi aikaa. Kiinteähintainen sopimus on kannattava, mikäli sähkön markkinahinnan odotetaan nousevan tulevaisuudessa. Tämän lisäksi asiakas voi ennustetun tuotannon avulla ohjata kulutustaan ja parantaa sähkönkäyttönsä tehokkuutta. Energian ostosopimusten erilaisia hinnoittelutapoja ovat muun muassa: kiinteä hinta, ajasta riippuva hinta ja neuvoteltava hinta. Hinnoittelu voi myös määräytyä pörssihinnan mukaan, jolloin toiminta on niin sanotusti markkinaehtoinen tai sitten kapasiteetin mukaan. Kapasiteetin mukaan tehdyt sopimukset velvoittavat tiettyyn määrään tuotantoa. Ylituotanto vaikuttaa tässä tapauksessa palveluntarjoajan rahavirtoihin negatiivisesti, sillä asiakas saa sähköä käytännössä ilmaiseksi.

Energian ostosopimuksissa kirjataan yleensä erilaisia suorituskykyvaatimuksia. Esimerkiksi tuotantovaatimusten avulla voidaan paremmin ennustaa ja ohjata käyttäjän sähkön kulutusta sekä parantaa sähkön käytön tehokkuutta. Niissä tapauksissa kun yksittäinen voimala ei tuota tarpeeksi, palveluntarjoajan pitää varmistaa sähkön riittävyys muuta kautta, yleensä sovitusti energiayhtiön tai toisen sähkönmyyjän avustuksella. Mikäli sähköä ei silti saada tarpeeksi, palveluntarjoajan pitää korvata se muilla tavoin, esimerkiksi rahallisesti. Energian ostosopimusta osana yrityksen liiketoimintamallia käsitellään tarkemmin kappaleessa 6.5.

## 5.2 Hinnoittelumallit

Tuotteen tai palvelun hinnoittelumalli on yrityksen kannalta tärkeä strateginen päätös, joka vaikuttaa asiakkaiden tahtoon ostaa kyseinen tuote tai palvelu. Hinnoittelulla erotetaan kilpailijoista ja vaikutetaan arvonluonnin lisäksi yrityksen imagoon. Kustannukset pitää joka tapauksessa kattaa ja voittoa olisi hyvä saada vähintään sen verran, että taataan yrityksen toiminnan jatkuvuus. Kampanja-aikoihin voidaan mennä alle omakustannushinnan, mutta sitä ei voida tehdä jatkuvasti. Hinnoittelumallin hyvä puoli verrattuna muihin yrityksen hallinnollisiin seikkoihin on se, että sitä voidaan helposti muuttaa. Hinnoitteluperusteet taas vaihtelevat tuotteesta, palvelusta ja yrityksestä riippuen eikä yhtä oikeaa ratkaisua aina ole. Seuraavissa osioissa käydään läpi erilaisia hinnoittelumalleja ja pohditaan niiden soveltuvuutta sähkön, aiemmin mainittujen palveluiden ja aurinkopaneelijärjestelmien myyntiin.

### 5.2.1 Kustannus- ja markkinaperusteinen hinnoittelu

Kustannus- ja markkinaperusteinen hinnoittelumalli perustuu pitkälti kysynnän ja tarjonnan lakiin, joten mallille on tavanomaista se, että hinnat nousevat ja laskevat markkinatilanteen mukaan. Alasta riippumatta tämä on myös markkinoiden tavallisin hinnoittelumalli, kun on kyseessä tuote, jonka valmistamiseen tarvitaan resursseja sekä työvoimaa. Tällöin yksinkertaisin tapa hinnoitella on laskea tuotteen tuotantokulut, lisätä niiden päälle myynnin kate ja myydä tuote tällä hinnalla asiakkaille tai jakelijoille. Mikäli tuote on ainutlaatuinen tai vakiintunutta markkinahintaa ei ole, on syytä arvioida ja tutkia millaisia hintoja asiakkaat suostuvat maksamaan. Mikäli markkina-analyysi näyttää hyvältä, voidaan tuotteesta huoletta ottaa isompi kate eli niin sanotusti kuoria kermat päältä. Jos markkinoilla on samankaltaisia tuotteita, kannattaa näkyvyyteen panostaa muilla keinoilla. (Blomster 2012.)

Kustannus- ja markkinaperusteinen hinnoittelu on yleinen hinnoittelumalli raaka-aine- ja energiamarkkinoilla, koska se on vakaa ja markkinoiden muutokset huomioonottava. Mallia käytetään ainakin yleissähkö- ja pörssisähkösopimuksissa. Malli pätee myös fyysisiin osiin eli aurinkopaneelijärjestelmiin ja muihin alan tuotteisiin. Mikäli markkinoilla

ei ole täysin teknologisesti ylivertaista tuotetta, kannattaa harkita hinnoittelumallin muuttamista arvoperusteisen tai ominaisuushinnoittelun suuntaan.

### 5.2.2 Arvoperusteinen hinnoittelu

Jos asiakkaalle pystytään perustelemaan erittäin selvästi tuotteen arvo tai tuotteen avulla saatava hyöty, voi sitä käyttää apuna hinnoittelussa (Blomster 2012). Se voi olla mikä tahansa ihmisten arvomaailmaan vetoava seikka, kuten ympäristöystävällisyys, turvallisuus tai kotimaisuus. Kun arvo liittyy säästämiseen ja kulujen pienemiseen, on kyse rahallisesta arvosta. Avain arvoperusteiseen hinnoitteluun on osoittaa, että oma tuote tarjoaa asiakkaalle enemmän kuin kilpailijoiden vaihtoehdot. Tuotteesta riippuen voidaan myös puhua käyttöarvosta, vaihtoarvosta ja symboliarvosta, joista viimeisintä käytetään hyödyksi myös imagohinnoittelussa.

Sähkön myyntiin sovellettuna tällä hinnoittelumallilla sähkön tuotantotavat luokiteltaisiin ja hinnoiteltaisiin eri tuotantotapojen mukaan. Esimerkiksi uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön hinta voisi olla eri kuin fossiilisilla polttoaineilla tuotetun. Suomen markkinoilla onkin jo olemassa esimerkiksi puhdasta vesisähköä, kotimaista vihreää sähköä ja 100 % biosähköä. Aurinkopaneelien tapauksessa voitaisiin painottaa kotimaisuutta, työllistävää vaikutusta sekä työn ja komponenttien laatua.

### 5.2.3 Volyymihinnoittelu

Jos tuotetta ostetaan erilaisia määriä, voi myyjä tarjota volyymihintoja, jolloin tuotetta on edullisempaa ostaa suurissa erissä. Tämä on tavallista yritykseltä yritykselle -myynnissä ja mallia käytetään myös suorasti tai epäsuorasti kuluttajatuotteissa ja -palveluissa. Esimerkiksi 10 %:n alennus 100 kappaleen tilaamisesta ja 15 %:n alennus tilauksen ylittäessä 150 kappaletta. Volyymihinnoittelulla voidaan nopeasti kasvattaa markkinaosuutta, vaikka tuote olisi samankaltainen kilpailijoiden kanssa. Myynti myös kasvaa nopeasti, mutta kate on alhaisista hinnoista johtuen pienempi (Blomster 2012).

Tätä hinnoittelumallia voidaan käyttää fyysisten tuotteiden kanssa, kuten aurinkopaneeleita myytäessä, ja jos määrät ovat suuria, voidaan saavuttaa skaala- eli mittakaavaetu. Tällöin yrityksen tuotannon kasvaessa keskimääräiset kulut laskevat tiettyyn tuotantopisteseen asti, jolloin tuotetta voidaan myydä halvemmalla vähentyneiden valmistus-, pakkaus- ja kuljetuskustannuksien takia. Tästä syystä suurempia aurinkovoimaloita on yleensä edullisempi rakentaa. Volyyminhinnoittelua sovelletaan myös yritysten suoriin kontakteihin perustuvassa myynnissä (kahdenkeskinen sähkökauppa) ja sähköpörssin ulkopuolella toimivilla OTC (Over the Counter) -markkinoilla. Kahdenkeskiset sopimukset mahdollistavat myös yksilöllisiä toimitusratkaisuja, jotka yksinkertaistavat varsinkin pienten ja keskisuuren yritysten sähkönhankintaa. Pieni ja keskisuuri teollisuus onkin perinteisesti hankkinut sähkönsä lähinnä kahdenkeskinisin sopimuksin. (Motiva 2015d.)

#### 5.2.4 Hyödynjakomalli

Tässä hinnoittelumallissa hyödyt jaetaan palveluntarjoajan ja asiakkaan kesken sopimuksen ehtojen mukaisesti. Palveluntarjoaja voi esimerkiksi veloittaa tietyn prosentuaalisen osuuden saaduista tuloista palvelumaksuna. Palvelumaksulla voidaan kattaa kustannukset palvelun perustamisesta, valvonnasta sekä ylläpidosta. Palvelumaksu voisi olla myös aikaan perustuva, esimerkiksi kuukausittainen (Hirn 2015: 55). Aggregaattori voisi soveltaa tätä mallia kerätessään kapasiteettia useista kohteista ja eri asiakkailta. Tuotot jaettaisiin sovituissa suhteissa asiakkaiden ja aggregaattorin kesken (Hirn 2015: 56), kuten kappaleessa 3.2 pohdittiin.

Sopivalla hyödynjakomallilla on mahdollista luoda asiakkaalle omistajuuden tunne. Esimerkiksi aurinkopuistojen tai tuulivoimaloiden tapauksissa tämä tarkoittaa sitä, että asiakkaat tai yhteisöt kokevat voimalan omakseen, jos heille on annettu mahdollisuus hyötyä siitä. Samoin voidaan toimia myös silloin, kun kolmas osapuoli omistaa tuotantolaitoksen, mutta se sijaitsee asiakkaan kiinteistöllä, kuten energian ostosopimusmalleissa on tapana.

## 6 TUTKITTAVAT LIKETOIMINTAMALLIT

Tässä osiossa esitellään aurinkosähköjärjestelmiin ja tuottaja-kuluttajiin liittyviä liiketoimintamalleja. Työtä varten on valittu viisi eri liiketoimintamallia: asiantuntijapalveluihin perustuva energiakonsultointi, huoltoon ja ylläpitoon liittyvät elinkaaripalvelut, vuokra-paneelit mahdollistava aurinkopuisto, tuotteita ja palveluita yhdistävä avaimet käteen-toimitus ja rahoitusosapuolen mukaan ottava energian ostosopimusmalli. Lopuksi vertaillaan näiden soveltuvuutta edellä esitettyihin eri sopimus- ja hinnoittelumalleihin.

Energia-alan liiketoimintamallit voivat olla tarkasti yksilöityjä tai monille asiakasryhmille suunnattuja. Samalla myös liiketoimintamallin varsinainen sisältö voi vaihdella: joissain malleissa yritys hoitaa kaiken itse eli toimittaa fyysiset tuotteet ja tarjoaa suunnittelu-, rahoitus-, hallinta- ja ylläpitopalveluita. Toisissa malleissa nämä kaikki voivat olla ulkoistettuja tai alihankittuja, ja yritys keskittyy pelkästään yhteen osa-alueeseen, kuten energianeuvontaan. Mukana voi siis olla paljon yhteistyökumppaneita ja erilaisia verkostoja. Seuraavissa kappaleissa liiketoimintamallien sisältöä kuvataan aiemmin kappaleessa 2.1 esitellyn business model canvas -mallin avulla. Ensimmäisenä on vuorossa yleisesti aurinkosähköön ja neuvontapalveluihin laajentaneen energiayhtiön liiketoimintamalli (taulukko 4). Kappaleissa 6.1–6.5 esiteltävät liiketoimintamallit ovat sisällöltään rajatumpia, jolloin voidaan paremmin keskittyä mallien suuntauksiin ja ominaisuuksiin.

**Taulukko 4.** Aurinkosähköön ja neuvontapalveluihin toimintaansa laajentaneen energiayhtiön liiketoiminnan canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
<p>Aurinkopaneelijärjestelmiä kauppaavat yritykset</p> <p>Jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset</p> <p>Projektisuunnittelijat</p> <p>Tutkimuslaitokset</p>	<p>Aurinkopaneelijärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarjonta</p> <p>Aurinkosähkön tuottaminen</p> <p>Energiakonsultointi</p> <p>Perinteisen ja uusiutuvan energian tuottaminen ja myynti</p>	<p>Asiakasneuvonta ja online-palvelut</p> <p>Kattavien energiaratkaisujen toimittaja</p> <p>Luotettava perinteisen ja uusiutuvan sähkön energian toimittaja</p> <p>Palveluiden saatavuus ja käytettävyys</p> <p>Vihreät arvot ja paikallisuus</p>	<p>Asiakasneuvonta</p> <p>Online-palvelut</p>	<p>Kotitaloudet</p> <p>Kunnat</p> <p>Maataloudet</p> <p>Taloyhtiöt</p> <p>Teollisuus</p> <p>Yritykset</p> <p>Aurinkosähkölaitteiden omistajat</p>
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
	<p>Fyysiset ja taloudelliset voimavarat</p> <p>Markkinointi</p> <p>Tekninen tietämys</p>		<p>Suoramyynti</p> <p>Tukipalvelut ja jälkimarkkinointi</p>	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
<p>Aurinkosähkölaitteiden suunnittelu ja rakentaminen</p> <p>Energian ostaminen ja tuottaminen</p> <p>Infrastruktuurin ja rakennusten ylläpito ja huolto</p> <p>Markkinointi ja hallinnointi</p>		<p>Aurinkosähkön ja aurinkopaneelijärjestelmien myynti</p> <p>Energiakonsultointi ja asiantuntijapalvelut</p> <p>Mahdolliset uusiutuvan energian tuet</p> <p>Perinteisen ja uusiutuvan energian myynti</p>		

Aurinkosähköön ja neuvontapalveluihin laajentaneen energiayhtiön liiketoiminnan pääyhteiskumppaneina toimivat aurinkopaneelijärjestelmien maahantuojat tai jälleenmyyjät

sekä jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset. Lisäksi hyödynnetään yhteistyöverkostoon kuuluvia tutkimuslaitoksia ja projektisuunnittelijoita, kuten startup-yrityksiä. Tärkeimmät prosessit ja aktiviteetit ovat perinteisen ja uusiutuvan energian tuotanto, aurinkosähköjärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarjonta sekä energiakonsultointi. Rahoitusmallitarjonta ei ole kuitenkaan pakollinen osa liiketoimintamallia. Tärkeimmät resurssit ovat omat fyysiset ja taloudelliset voimavarat, valmis asiakaskunta ja tekninen tietämys sekä sähköinfrastruktuurista että aurinkosähköjärjestelmistä.

Arvolupaus pidetään yllä tuottamalla luotettavasti energiaa sekä perinteisillä että uusiutuvilla tavoilla, vihreillä arvoilla, paikallisuudella, käytettävyydellä ja kattavalla asiakas- ja energianeuvonnalla. Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt vaihtelevat kuitenkin liiketoimintamallin ominaisuuksien mukaan. Asiakassuhteita hoidetaan normaalilla asiakasneuvonnalla ja online-palveluilla. Sopivia asiakasryhmiä ovat kotitaloudet, taloyhtiöt, yritykset, maataloudet, kunnat, teollisuus ja ennestään aurinkosähköä omistavat. Myös nichemarkkinat eli tässä tapauksessa verkkoon kuulumattomat kohteet ja erikoistapaukset voidaan ottaa huomioon. Myynti on konstailematonta suoramyyntiä, jälkimarkkinointeinen ja tukipalveluinen.

Kustannusrakenne koostuu normaaleista energiayhtiön toiminnoista eli energian tuottamisesta ja ostamisesta, markkinoinnista, hallinnollisista ja infrastruktuurin ylläpitoon liittyvistä kuluista. Aurinkosähköpuoli tuo ylimääräisiä kuluja myytävän materiaalin eli aurinkosähköjärjestelmien hankinnan muodossa ja myös silloin, jos aurinkosähkön tuottaminen on tappiollista. Tulovirrat muodostuvat pääosin energian myynnistä ja liiketoimintamallin pääteemasta: paneelijärjestelmien myynnistä, kuukausimaksuista, energiakonsultointimaksuista, asiantuntijapalveluista ja mahdollisista syöttötariffeista tai tukimaksuista.

Maasta, regulaatiosta ja aurinkoenergian tuista riippuen, on mahdollista tehdä liikevoittoa juuri syöttötariffien avulla. Esimerkkinaita ovat tällä hetkellä Italia ja Saksa. Näissä tapauksissa mukana on myös sijoittajia, jotka etsivät turvallisia sijoituskohteita pitkille aikaväleille. Sijoittajien avulla yritys pystyy hankkimaan paneelijärjestelmiä, ja asiakkaiden avulla paneelijärjestelmille löytyy sijoituspaikka. Saksassa on tällä hetkellä paljon yksityishenkilöitä, jotka ovat vuokranneet kattonsa ja kiinteistönsä aurinkovoimalan ra-

kentamista varten. Näissä tapauksissa asiakas ei välttämättä edes käytä tuotettua sähköä itse vaan se syötetään suoraan verkkoon anteliasta syöttötariffia vastaan. Verkkoa käytetään epävakaa aurinkosähkön varastona, mikä voi aiheuttaa sekä teknisiä että taloudellisia ongelmia. (Nasti 2012.)

## 6.1 Energiakonsultointi

Ensimmäinen sisällöltään rajattu liiketoimintamalli on energiakonsultointi. Energiakonsultointi on käsitteenä laaja ja sillä voidaan tarkoittaa kaikkea energiantuotannon optimoinnista energiankäytön neuvontaan. Tuottaja-kuluttajien määrän kasvaessa neuvontapalveluiden merkitys ja kysyntä kasvavat, jolloin energiakonsultoinnista voi muodostua kannattavaa pienillekin yrityksille, sillä resursseja ei välttämättä tarvita paljoa. Toinen hyvä puoli on asiakasryhmien monimuotoisuus, vaikkakin erikoistuminen voi tällöin olla vaikeaa. Isot energiayhtiöt ovat tarjonneet yleispäteviä neuvontapalveluita jo muutamia vuosia, mutta pientuotannon tapauksessa tarkempi erikoistuminen voi olla perusteltavissa. Energiakonsultointiin keskittyvän yrityksen liiketoimintaa on kuvattu taulukossa 5.

**Taulukko 5.** Energiakonsultointiin keskittyvän yrityksen liiketoiminnan canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
Projektisuunnittelijat Tutkimuslaitokset	Asiantuntijapalvelut Energiakonsultointi	Asiakasneuvonta ja online-palvelut Palveluiden saatavuus ja käytettävyys Vihreät arvot ja paikallisuus	Asiakasneuvonta Online-palvelut	Kotitaloudet Maataloudet Taloyhtiöt Teollisuus Yritykset Aurinkosähköjärjestelmien omistajat
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
	Tekninen tietämys		Suoramyynti	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
Resurssit pätevään energiakonsultointiin		Energiakonsultointi ja asiantuntijapalvelut		

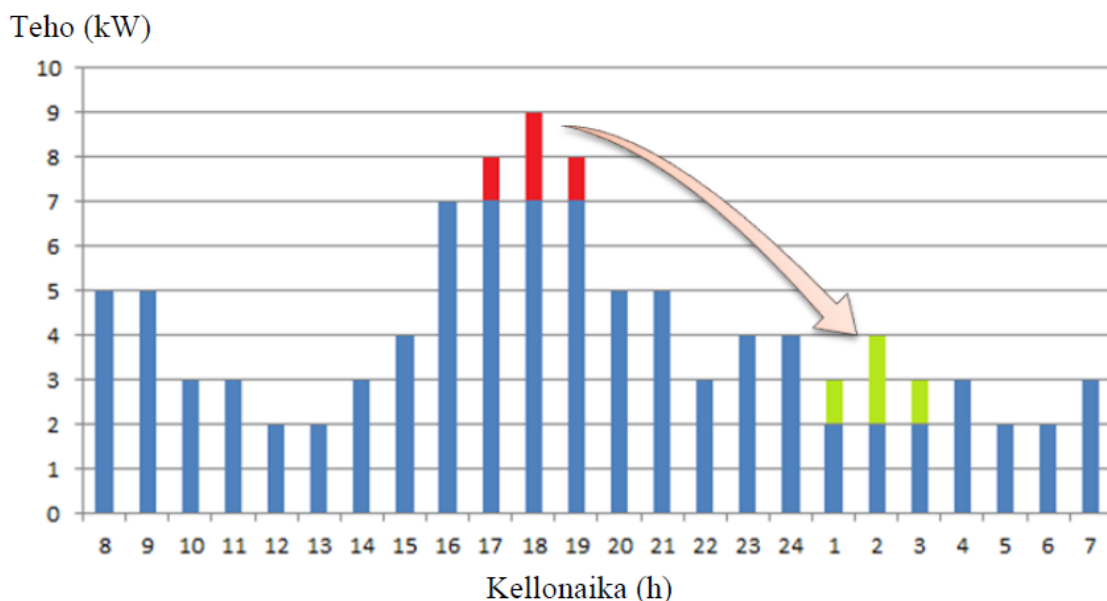
Energiakonsultoinnin canvas-malli on edellä verrattuun nähden aika yksinkertainen. Paino on nimenomaan konsultointi- ja asiantuntijapalveluilla sekä tietotaidolla. Yhteistyökumppaneina voivat toimia erilaiset projektisuunnittelijat ja tutkimuslaitokset sekä energiayhtiöt, jotka voivat alihankkia energiakonsultointipalveluita. Asiakassuhteet, myynti- ja jakelukanavat sekä asiakasryhmät ovat samanlaiset kuin alkuperäisessä mallissa taulukossa 4. Kustannusrakenne muodostuu juuri niistä resursseista, joita energiakonsultointiin tarvitaan. Tulovirrat koostuvat luonnollisesti näistä palveluista.

Yksi energiakonsultointitapa on asiakkaan sähkönkäytön optimointi. Sähkönkäytön optimoinnin päähyöty asiakkaalle on vähentynyt sähkön tarve verkosta eli suoraan sanottuna sähkölaskun pieneneminen. Palveluntarjoaja voi avustaa esimerkiksi valaistuksessa ja lämmityksessä sekä pientuotannon hankkimisessa. Jos asiakas jo omistaa pientuotantoa, voidaan häntä opastaa sen oikeaoppiseen käyttöön. Mikäli asiakkaan on mahdollista seurata sähkönkäyttöään esimerkiksi palveluntarjoajan verkkosivujen kautta, voi hän peilata omaa käyttöönsä suhteessa sähkön markkinahintaan. Näiden tietojen avulla asiakkaan on helppo muuttaa kulutustottumuksiaan edullisemman sähkön ajankohtiin. Mikäli asiakkai-

ta on paljon, voi energiayhtiö palvelun avulla parantaa oman alueensa sähkön kulutusta tasoittamalla kulutushuippuja ja samalla vähentää kalliimpien tuotantolaitosten käyttöä. (VTT 2015: 89.)

Toinen energiakonsultoinnin muoto on kuormanohjaus. Kuormanohjauksessa asiakas tarjoaa palvelun ylläpitäjälle kuormia, joita voidaan tarvittaessa kytkeä verkkoon tai verkosta pois. Kuormilla voidaan tehokkaasti säätää kulutuksen ja tuotannon tasapainoa sekä ohjata verkon jännitetasoa, mikäli säädettävää kapasiteettia on riittävästi. Kuormanohjauslaitteiston kalliista hinnasta johtuen niitä ei kuitenkaan kannata asentaa pelkästään jännitteen säätöä silmällä pitäen (Surakka 2009: 18), vaan myös muita palveluita ja hyötyjä on syytä miettiä. Jos tulevaisuudessa halutaan välttyä sähköverkon vahvistamisinvestoinneilta, kannattaa keskittyä ratkaisemaan, miten saadaan kysyntä mukautumaan tuotannon mukaan (Oksanen 2011: 36). Tällöin kuormanohjaus ja energiakonsultoinnin kolmas muoto, kysynnänjousto, ovat tärkeässä osassa.

Kysynnänjoustossa asiakkaan sähkönkulutusta ohjataan siten, että sitä rajoitetaan huippukuormituksen ja kalliimpien markkinahintojen aikaan (Fingrid 2016). Kokonaiskulutus ei siis vähene vaan kulutuksen ajankohtaa muutetaan. Tätä on havainnollistettu kuvassa 7, jossa punaisella merkityt tehonkulutukset siirretään käytettäväksi myöhemmin, matalamman kulutuksen aikaan. Useamman kuluttajan näin tehdessä, verkon alueellinen tehonkulutus tasaantuu eikä verkkoa välttämättä tarvitse tulevaisuudessa vahvistaa. Kysynnänjousto luo myös hyvänlaatuista kilpailua sähkönmyyjän ja -ostajan välille, sillä molemmat yrittävät maksimoida oman voittonsa (Karppanen 2012: 44).



**Kuva 7.** Kysynnäjouston periaate: kulutusta siirretään toiseen ajankohtaan (Peltomäki 2015).

## 6.2 Elinkaaripalvelut

Elinkaaripalvelut eli pitkäaikaiset huolto- ja ylläpitopalvelut on todettu yrityksille kasvumahdollisuutena sekä myynnin vaihteluiden tasaajana. Ennen huolto- ja ylläpitopalvelut ovat yleensä olleet kolmannen osapuolen tehtäviä. Elinkaaripalveluiden periaatteena on, että palveluntarjoaja ottaa asiakkaan käytössä olevan tuotteen toimivuudesta kokonaisvastuun pitkäksi aikaa. Tällöin suunnittelemalla ja toteuttamalla elinkaaripalvelun mukaisia strategioita, asiakas saa selkeämmän kuvan kustannuksista ja pystyy jaksottamaan ne hallitummin tuotteen elinkaarelle, mikä taas auttaa palveluntarjoajaa pitkäaikaisen investointien ja epävarmuuksien hallinnassa. Koska toimittaja vastaa tuotteen tai palvelun toimivuudesta koko sen elinkaaren ajan, saa asiakas myös laadullisesti paremman investoinnin, mikä on arvonluonnin näkökulmasta hyvä asia. Tällaisilla pitkäaikaisilla tukiohjelmilla luodaan vakaata investointiympäristöä, mikä voi houkutella lisää sijoittajia ja asiakkaita. Oikein suunniteltuna yrityksen ansaintalogiikka voi tuoteinvestointien ja palvelutransaktioiden sijaan keskittyä jaksotettuun palveluperiaatteeseen, mikä edelleen auttaa pitkäaikaisen investointien ja epävarmuuksien hallinnassa. (Mikkola & Ryynänen 2007:

3, 12.) Elinkaaripalveluihin pohjautuva business model canvas -malli on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Elinkaaripalveluiden canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
Aurinkopaneelijärjestelmiä kauppaavat yritykset	Huolto- ja ylläpitopalvelut	Kattavat huolto- ja ylläpitopalvelut	Asiakasneuvonta	Kotitaloudet Kunnat Maataloudet
Energiayhtiöt Energia-alan yritykset	<b>Tärkeimmät resurssit</b>	Palveluiden saatavuus ja käytettävyys	<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	Taloyhtiöt Teollisuus Yritykset
	Fyysiset ja taloudelliset voimavarat Tekninen tietämys		Suoramyynti Tukipalvelut	Aurinkosähköjärjestelmien omistajat
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
Huoltoon ja ylläpitoon tarvittavat resurssit		Huolto- ja ylläpitopalvelut		

Canvas-mallista huomataan, että elinkaaripalvelut ei ole liiketoimintamallina järkevä kokonaisuus. Tästä syystä tätä liiketoimintaa on pieninkin yrityksen helppo harjoittaa. Mikäli yhteistyötä halutaan korostaa, yhteistyökumppaneina toimivat aurinkopaneelijärjestelmiä toimittavat yritykset sekä energiayhtiöt, jotka molemmat voivat alihankkia huolto- ja ylläpitopalvelunsa. Tärkein aktiviteetti on nimenomaan tuotteiden huolto ja ylläpito ja se on myös tärkein hyöty, jonka asiakas saa. Asiakassuhteet, myynti- ja jakelukanavat sekä asiakasryhmät ovat muuten samat kuin alkuperäisessä taulukossa 4. Kustannusrakenne muodostuu juuri niistä resursseista, joita huoltoon ja ylläpitoon tarvitaan. Tulovirrat koostuvat luonnollisesti näiden palveluiden veloituksista.

### 6.3 Aurinkopuisto

Aurinkopuistolla tarkoitetaan tässä työssä useista aurinkopaneeleista koostuvaa aurinkovoimaa, jonka omistaa ja jota hallinnoi energiayhtiö. Liiketoiminnan kannalta kyse on niin sanotuista vuokratuista aurinkopaneeleista tai ”nimikkopaneeleista”, joita asiakkaiden on mahdollista vuokrata erilaisin ehdoin. Ideana on, että paneelien tuottama sähkö hyvitetään myöhemmin asiakkaan sähkölaskusta. Vuokraamisen vaihtoehtona voi olla myös energiaosake tai vakiokapasiteetti hyvitettyä tuotantoa, esimerkiksi 10 000 kWh vuodessa. Pääasia kuitenkin on, että asiakas ostaa itselleen oikeudet hyötyä aurinkovoimassa tuotetusta energiasta (NREL 2012). Tällöin ne asiakkaat, joilla ei ole muuten mahdollisuutta aurinkoenergian tuottamiseen, pääsevät toimintaan mukaan. Nimikkopaneelin vuokraamisen vaatimuksena on yleensä voimassa oleva sähkösopimus palvelua tarjoavan energianyhtiön kanssa ja kuukausittainen vuokrausmaksu. Vuokraamisen lisäksi myös paneelin ostaminen voi olla mahdollista, mutta se ei välttämättä tavalliselle asiakkaalle ole houkuttelevaa tai edes kannattavaa. Yrityksille paneelin tai useamman ostaminen sen sijaan olisi hyvä keino vaikkapa imagon parantamiseen.

Tämän liiketoimintamallin riskejä ovat riippuvuus asiakkaiden määrästä sekä riittävän mielenkiinnon herättäminen ja ylläpitäminen. Kuukausimaksut tulevat muodostamaan suurimman osan tulovirroista, joten jos vuokraajia ei ole tarpeeksi, kannattavuus laskee nopeasti. Kannattaakin ottaa huomioon se, että pelkästään aurinkosähköä tuottamalla ei ainakaan Suomessa päästä taloudellisesti hyviin tuloksiin, eikä tällä tavalla tuotettu sähkö pysty vielä kilpailemaan perinteisin tavoin tuotetun kanssa. Toinen huomioon otettava seikka on Suomen keskittynyt energiarakenne, joka vaikuttaa niin, että tällaiset jakeluverkosta riippuvaiset voimalat eivät ole markkinoilla yhtä kilpailukykyisiä kuin rakennuksiin integroituneet tuotantojärjestelmät. Integroituneet järjestelmät maksavat sähkön siirrosta vähemmän eikä niiden verotus ole yhtä kovaa. (VTT 2015: 89.) Olisi myös tärkeää, että voimalan omistaja ja operoija olisi paikallinen energiayhtiö, jolloin tuotettu aurinkosähkö olisi hyvä lisäys muuhun tuotantoon.

Aiemmin esitetty canvas-malli on nyt muokattu kuvaamaan aurinkopuisto-suuntausta käyttävän yrityksen liiketoimintamallia (taulukko 7).

**Taulukko 7.** Aurinkopuisto-suuntaukseen perustuvan liiketoiminnan canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
Aurinkopaneelijärjestelmiä kauppaavat yritykset Jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset	Aurinkosähkön tuottaminen Aurinkopuiston suunnittelu ja rakentaminen Aurinkopuiston ja asiakkaiden hallinta	Hyvitykset sähkölaskuun Palveluiden saatavuus ja käytettävyys Vihreät arvot ja paikallisuus	Asiakasneuvonta Online-palvelut	Kotitaloudet Kunnat Yritykset
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
	Fyysiset ja taloudelliset voimavarat Markkinointi Tekninen tietämys		Suoramyynti Tukipalvelut ja jälkimarkkinointi	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
Aurinkosähkön tuottaminen Aurinkopuistojen suunnittelu ja rakentaminen Markkinointi ja hallinnointi		Aurinkosähkön myyntitulot Kuukausimaksut/palvelumaksut Mahdolliset uusiutuvan energian tuet		

Canvas-malli pohjautuu tällä kertaa enemmän aurinkosähkön tuottamiseen ja käytännön asioiden hallinnoimiseen. Yhteistyökumppaneina toimivat aurinkopaneelijärjestelmien maahantuojat tai jälleenmyyjät sekä paikalliset toimijat huoltoa, jakelua ja asennusta varten. Tärkein aktiviteetti on ensin aurinkovoimalan suunnittelu ja rakentaminen, tämän jälkeen sen hallinta sekä asiakkaiden haaliminen. Arvoa luodaan pääasiassa imagolla eli vihreällä sähköllä ja paikallista yhteisöä hyödyttävillä aatteilla. Hyvitykset sähkölaskuun tuovat asiakkaalle rahallista arvoa. Tärkeimmät resurssit ovat edellisten mallien tapaan omat fyysiset ja taloudelliset voimavarat, oma tekninen tietämys ja markkinointi. Asiakassuhteet pitää saada heti alussa kuntoon ja online-palveluista tärkein on reaaliaikainen tuotannon seuraaminen ja sen esittäminen tarpeeksi selkeällä tavalla. Asiakasryhmistä

tämä liiketoimintamalli ei lähtökohtaisesti sovi taloyhtiöille, maatalouksille ja teollisuudelle, sillä niiden on kannattavampaa omistaa oma järjestelmä eikä vain muutamaa paneelia. Kustannusrakenne on odotetusti aurinkovoimalan rakentamiseen ja hallintaan nojaava, mutta myös markkinointi on mukana, sillä paras rahallinen kannattavuus saadaan, kun mahdollisimman suuri osa paneeleista on vuokrattuna. Tulovirrat koostuvat asiakkaiden maksamista kuukausimaksuista ja mahdollisista uusiutuvan energian tuista. Aurinkopuistoa tutkitaan lisää laskennallisessa osuudessa luvussa 7, missä tarkastellaan aurinkopuiston kannattavuutta, kustannuksia ja roolia osana energiayhtiön liiketoimintamallia.

#### 6.4 Avaimet käteen

Tämän liiketoimintamallin tarkoituksena on tarjota asiakkaille valmiita aurinkosähköjärjestelmiä eli tuttavallisemmin avaimet käteen -paketteja. Yleensä paketti sisältää tuotantojärjestelmän ja sen asentamisen, liittämisen verkkoon ja muut sähkötyöt. Mallin hyviä puolia ovat asiakkaan kannalta toimituksen helppous ja vaivattomuus, palveluntarjoajan kannalta suuri kertaveloitus ja pitkäaikainen maksusopimus. Alueen sähköverkon omistajan puolelta on tärkeää varmistaa, että asiakkaat liitetään sujuvasti verkkoon eikä se vaikuta verkon ominaisuuksiin häiritsevästi. Palveluntarjoajan on tärkeää varmistaa rahoitusmalli- ja palveluntarjontavalikoimien monipuolisuus, jotta asiakkaita saadaan eri asiakasryhmistä. Avaimet käteen -paketit ovat kotitalouksien keskuudessa erittäin suosittuja ja ne hyötyvät paljon nykyisistä trendeistä, kuten paneelien hintojen laskusta, akustojen kehittämisestä ja mahdollisesta sähkön hinnan noususta.

Avaimet käteen -periaatteella voidaan myydä tarkasti yksilöityjä ratkaisuja, jos paketti sisältää asiantuntijakäynnin. Asiakas saa tällöin täsmälleen omaan käyttöönsä sopivan pienvoimalan, mikä lisää energiatehokkuutta ja tukee kestävän kehityksen periaatteita. Tuotanto on hyvä pyrkiä käyttämään kokonaan itse, mutta myös varastointi tai ylijäämänsähkön tarkoituksellinen verkkoon syöttö on mahdollista. Tällaisten järjestelmien tekeminen, organisointi ja toteutus voi vaatia useamman yrityksen yhteistyötä. Esimerkki tällaisesta on järjestely, jossa yksi osapuoli toimittaa pienvoimalan ja hoitaa sen asennuk-

sen, ja toinen, ylimääräisen sähkön ostava yritys, takaa korvauksen mikäli luvattuihin tuotantotasoihin ei päästä. Tällainen laajennettu avaimet käteen -paketti lisää sähkön vähittäiskauppaa ja auttaa markkinoita kehittymään uusien liiketoimintamallien edellyttämään suuntaan. (Solar Power Europe 2015a.) Canvas-malli on nyt taulukossa 8 muokattu esittämään avaimet käteen -toimituksiin ja asiantuntijapalveluihin keskittyneen yrityksen liiketoimintamallia.

**Taulukko 8.** Avaimet käteen -toimituksiin ja asiantuntijapalveluihin keskittyneen yrityksen liiketoiminnan canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
Aurinkopaneelijärjestelmiä kauppaavat yritykset Jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset	Aurinkopaneelijärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarkjonta Asiantuntijapalvelut	Asiakasneuvonta ja online-palvelut Kattavien energiaratkaisujen toimittaja Palveluiden saatavuus ja käytettävyys Vihreät arvot	Henkilökohmainen asiakasneuvonta Online-palvelut	Kotitaloudet Kunnat Maataloudet Pienet yritykset Taloyhtiöt
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
	Fyysiset ja taloudelliset resurssit Tekninen tietämys		Suoramyynti Online-kauppa Tukipalvelut ja jälkimarkkinointi	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
Aurinkopaneelijärjestelmien ostaminen Markkinointi Verkkosivujen ja online-kaupan ylläpito		Avaimet käteen -toimitukset Asiantuntijapalvelut		

Canvas-mallista huomataan useita muutoksia aiemmin esitettyyn yleiseen malliin verrattuna. Yhteistyökumppaneina toimivat nyt pelkästään aurinkopaneelijärjestelmien maa-

hantuojat tai jälleenmyyjät sekä paikalliset yritykset huoltoa, asennusta ja jakelua varten. Tärkeimmät aktiviteetit ovat aurinkosähköjärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarjonta sekä asiantuntijapalvelut. Rahoitusmallitarjonta ei ole kuitenkaan pakollinen osa liiketoimintamallia. Tärkein resurssi on korostettu tekninen tietämys sekä sähköinfrastruktuurista että aurinkosähköjärjestelmistä. Arvolupausta pidetään yllä vihreillä arvoilla, paikallisuudella, käytettävyydellä, vaivattomuudella ja kattavalla asiakas- ja energianeuvonnalla. Asiakassuhteita hoidetaan online-palveluilla sekä henkilökohtaisella neuvonnalla ennen ja jälkeen ostosuorituksen. Asiakasryhmiä ovat kotitaloudet, taloyhtiöt, pienet yritykset ja maataloudet. Myynti hoituu suurimmaksi osaksi verkkokaupan kautta, mikä tosin aiheuttaa ylimääräisiä kuluja, mutta on tässä mallissa sopivin myyntikeino. Kustannusrakenne koostuu siis verkkokaupan kuluista, markkinoinnista sekä myytävän materiaalin eli aurinkosähköjärjestelmien hankinnasta. Tuloja saadaan edellä mainittujen myynnistä, asentamisesta ja neuvontapalveluista ennen ja jälkeen myynnin.

## 6.5 Energian ostosopimusmalli

Yleisesti energian ostosopimusmallilla eli PPA-mallilla (Power Purchase Agreement) tarkoitetaan mitä tahansa sopimusta, jossa toinen osapuoli ostaa toisen osapuolen tuottamaa sähköenergiaa. Tässä työssä PPA-mallilla tarkoitetaan kuitenkin tilannetta, jossa asiakas on antanut palveluntarjoajalle oikeudet rakentaa omalle kiinteistölleen pienvoimalan, josta palveluntarjoaja myy sähköä asiakkaalle pitkäaikaisella sopimuksella. Tuotettu sähkö menee yleensä kokonaisuudessaan suoraan asiakkaalle eli asiakas voi ostaa voimalan tuottamaa kiinteähintaista energiaa, muttei omista itse voimalaa. Tällainen kiinteähintainen sopimus on kannattava, mikäli sähkön markkinahinnan odotetaan nousevan tulevaisuudessa. Tärkein hyöty asiakkaalle on kuitenkin se, ettei hän tarvitse voimalan hankkimiseen suurta alkupääomaa vaan hän maksaa siitä sitoutumalla ostamaan sen tuotantoa. Tämän lisäksi asiakas voi ennustetun tuotannon avulla ohjata kulutustaan ja parantaa sähkönkäyttönsä tehokkuutta. Jos tarkoitetaan nimenomaan aurinkoenergiaa, käytetään maailmalla lyhennettä SPPA (Solar Power Purchase Agreement).

PPA- tai SPPA-mallissa on yleensä mukana kolme osapuolta: palveluntarjoaja, asiakas ja energiayhtiö. Palveluntarjoaja toimii rahoittajana, suunnittelijana, ylläpitäjänä sekä valvojana, asiakas ostaa edullista sähköä suoraan kiinteistöllään sijaitsevasta voimalasta ja energiayhtiö toimittaa kiinteähintaista sähköä sekä ostaa asiakkaan ylijäämänsähkön tarvittaessa. Sopimusten pituudet ovat yleensä voimalan kannattavan käyttöiän mittaisia eli 10–25 vuotta (SEIA 2012). Asiakkaille voidaan antaa myös mahdollisuus ostaa voimala omakseen tietyn ajan tai rahoituksen jälkeen (Nasti 2012: 54). Jos rahoitusosapuolta ei ole mukana, on PPA-malli likimain samanlainen normaalin sähkön osto- ja myyntisopimuksen kanssa. (Birchall, Steinhauer & Ruoff 2012; Auvinen 2015c.)

Kun voimalan oletetaan olevan aurinkopaneelijärjestelmä, hyötyy asiakas seuraavin tavoin (SEIA 2012):

- Asiakas saa edullisempaa ja usein kiinteähintaista sähköä pitkäksi aikaa.
- Asiakas voi ennustetun tuotannon avulla ohjata kulutustaan.
- Palveluntarjoaja osaa hyödyntää veroedut ja tuet paremmin kuin asiakas.
- Palveluntarjoajan rahoituksen ansiosta asiakas ei tarvitse alkupääomaa.
- Tuotantojärjestelmä nostaa kiinteistön arvoa.
- Voimalan tuotantoriski on rahoittajalla eikä asiakkaalla.

Asiakkaan kannalta aurinkoenergian tuotantokustannus (euroa/kuukausi) voidaan PPA-sopimuksella luotettavasti ennustaa koko järjestelmän elinkaaren ajalle, jolloin aurinkoenergiajärjestelmä tarjoaa asiakkaalle kiinteähintaista energiaa pitkäksi aikaa. Kun aurinkoenergiajärjestelmän hankintakustannuksen osuus on noin 90 % voimalan pitoajan aikaisista kustannuksista, voidaan tällä tavalla vähentää ostoenergian hintavaihteluihin liittyvää taloudellista riskiä. Tällainen sopimus on myös asiakkaan puolesta hyvä keino varmistaa, että aurinkovoimala on laadukas, optimaalisesti asennettu sekä hyvin toimiva, koska voimalan omistaa toinen osapuoli. (Auvinen 2015c.) Energian ostosopimusmallin periaatetta on havainnollistettu canvas-mallissa taulukossa 9.

**Taulukko 9.** Energian ostosopimukseen keskittyvän yrityksen liiketoiminnan canvas-malli.

<b>Yhteistyökumppanit ja verkostot</b>	<b>Tärkeimmät aktiviteetit</b>	<b>Arvolupaus ja asiakkaan hyödyt</b>	<b>Asiakassuhteet</b>	<b>Asiakasryhmät</b>
Aurinkopaneelijärjestelmiä kauppaavat yritykset Jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset Sijoittajat ja rahoittajat	Aurinkopaneelijärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarjonta PPA-järjestelmien asentaminen, ylläpito ja hallinta	Asiakasneuvonta ja online-palvelut Edulliset energian ostosopimukset Kattava aurinkopaneelijärjestelmien rahoitus- ja palvelumallitarjonta Vihreät arvot	Asiakasneuvonta Automaattiset palvelut Online-palvelut	Kotitaloudet Maataloudet Yritykset
	<b>Tärkeimmät resurssit</b>		<b>Myynti- ja jakelukanavat</b>	
	Fyysiset ja taloudelliset voimavarat Tekninen tietämys PPA-järjestelmät		Suoramyynti Tukipalvelut ja jälki-markkinointi	
<b>Kustannusrakenne</b>		<b>Tulovirrat</b>		
Aurinkopaneelijärjestelmien ostaminen Markkinointi PPA-järjestelmien asentaminen, ylläpito ja hallinta		Aurinkopaneelijärjestelmien myynti Käyttö- tai kuukausimaksut Mahdolliset uusiutuvan energian tuet Tuotot rahoituksesta ja sijoituksista Uusiutuvan energian myynti		

Tarkemmin selitettynä PPA:n canvas-malli pohjautuu sijoittajien, rahoittajien ja sopivien asiakkaiden haalimiseen sekä PPA-järjestelmien asentamiseen, ylläpitoon ja hallintaan. Yhteistyökumppaneina toimivat aurinkopaneelijärjestelmien jälleenmyyjät, jakelusta, asennuksesta ja huollosta vastaavat yritykset sekä uutena osapuolena rahoittajat. Tärkeimmät aktiviteetit ovat PPA-järjestelmien asentaminen, ylläpito ja hallinta sekä rahoitus- ja palvelumallitarjonta. Arvoa luodaan pätevällä asiakasneuvonnalla, online-palveluilla, edullisilla energian ostosopimuksilla, kattavalla rahoitus- ja palvelumalli-

tarjonnalla sekä vihreillä arvoilla. Tärkeimmät resurssit ovat fyysiset ja taloudelliset voimavarat, oma tekninen tietämys ja PPA-järjestelmien vaatima tietotaito. Asiakasryhmiksi sopivat varsinkin kotitaloudet, maataloudet ja yritykset. Kustannusrakenne muodostuu aurinkopaneelijärjestelmien ostamisesta, markkinoinnista ja PPA-järjestelmien asentamisesta, ylläpidosta ja hallinnasta. Tulovirrat koostuvat rahoituksen ja sijoitusten tuomista voitoista, aurinkopaneelijärjestelmien myynnistä sekä mahdollisista uusiutuvan energian tuista. Mikäli rahoitusosapuolta ei ole mukana, tulovirrat keskittyvät aurinkosähköjärjestelmien myynnistä saatuihin voittoihin, etumaksuihin, liisausmaksuihin, itse sähköenergian myyntiin ja käyttömaksuihin.

PPA-mallit ovat suosittuja erityisesti Yhdysvalloissa ja niiden omistajuus noudattaa yleensä ulkopuolinen omistajuus -periaatetta (Third Party Ownership, TPO). Hyvä esimerkki on yhdysvaltalainen SunEdison, joka mullisti aikoinaan toimintansa täysin uudella liiketoimintamallilla. Kyseessä oli eräs PPA-mallin muoto, mutta sen sijaan että SunEdison olisi omistanut paneelijärjestelmät itse, se hankki yksityisiä sijoittajia. Idea lähti liikkeelle asiakkaista, joilla ei ollut varaa hankkia kokonaista aurinkosähköjärjestelmää, mutta joilta löytyi kiinnostusta toimia tuottaja-kuluttajina. SunEdison keksi yhdistää nämä asiakkaat sijoittajien kanssa, joita houkuttelivat turvalliset sijoituskohteet. Asiakkaat saivat katoilleen ilmaiseksi aurinkopaneelit ja samalla sitoutuvat pitkäksi aikaa, yleensä voimalan käyttöänsä ajan, ostamaan voimalan tuottamaa sähköä edulliseen hintaan. Sijoittajat ovat siis ne, jotka lopulta omistavat voimalan ja saavat siitä mahdollisia hyvityksiä ja verokannustimia. Sijoittajat taas maksavat SunEdisonille koko järjestelmän ylläpidosta, asennuksesta ja hallinnasta. Tekniset ja hallinnolliset tehtävät jäävät kokonaan SunEdisonille, joilla se tekeekin liikevaihtonsa. (Osterwalder 2010; Nasti 2012: 55–56.)

Toinen hyvä esimerkki on niin ikään Yhdysvalloissa toimiva aurinkopaneeleita ja rahoitusratkaisuja tarjoava yritys: SolarCity. SolarCityn liiketoimintamallissa rahoittajat eli käytännössä paneelien omistajat tulevat yrityksen ulkopuolelta, asiakkaiden omistaessa järjestelmien kiinteistöt ja palveluntarjoajan toimiessa välikätenä. Keskeiset sopimus- ja rahoitusmallit ovat olleet leasing- ja PPA-tyyppisiä ja yleensä hyvin pitkäaikaisia. Menestystä yritykselle on tuonut se, että rahoitusmallit ovat vain osa konseptia. Toimintamalliin sisältyykin kaikki suunnittelusta ja huollosta alkaen. Tällaisen liiketoimintamallin menes-

tyminen riippuu pitkälti markkinoiden kehitysvaiheesta: alkuvaiheessa kysyntää ei välttämättä ole ollenkaan, mutta markkinoiden kehittyessä, asiakkaat alkavat uskaltautua sitoutumaan pitkiin sopimuksiin, varsinkin jos palveluntarjoaja hoitaa kaiken asiakkaan puolesta. Markkinoiden kypsyessä SolarCityä alettiin kuitenkin kritisoida liian kalliiksi ja kuluttajia yllytettiin rahoittamaan hankkeensa itse ja jättämään välikäsi pois. Tällöin Yhdysvaltojen markkinoille ilmestyi lyhyen ajan sisään useita lainarahoitusratkaisuja tarjoavia yrityksiä. Nykytilanne onkin merkki aurinkosähkömarkkinoiden kypsymisestä ja kuluttajien valveutumisesta. Tästä voi seurata, että SolarCityn kaltaisten yritysten liiketoimintamalleissa rahoituksen merkitys ei ole jatkossa enää yhtä kriittinen. (Ollikainen 2014.)

#### 6.6 Sopimus- ja hinnoittelumallien soveltuvuus tutkittaviin liiketoimintamalleihin

Erilaisista sähkösopimusmalleista yleissähköä voidaan pitää kaikkien osapuolien kannalta neutraaleimpana vaihtoehtona, sillä se on arvonluonnin näkökulmasta yksinkertaisin sopimusratkaisu. Monipuolisuutta saadaan lisää aikaan tai kauteen liittyvillä sopimusmalleilla, jolloin laskutusperiaatteet riippuvat asiakkaan sähkönkäytön ajankohdasta. Kuten aiemmin pohdittiinkin, asiakkaiden pitäisi osata käyttää näitä sopimuksia paremmin hyödyksi, jolloin muun muassa verkon kuormitusprofiilit tasoittuisivat. Energiakonsultointia voidaan yksinkertaisimmillaan harjoittaa vertailemalla näitä kolmea mallia ja valitsemalla asiakkaalle sopivin.

Pörssisähkö on suosittu malli valveutuneille asiakkaille, pientuottajille ja sitä käytetään myös aurinkopuistojen hyvityksissä. Pörssisähkön ohella spot-pientuotantosopimus sopii täydellisesti tuottaja-kuluttajille, joilla syntyy ylijäämäsähköä tai on kiinnostusta myydä suurempia määriä itse tuotettua sähköä. Pientuotantosopimukset voidaan myös hinnoitella eri tavoin riippuen sopimuksen osapuolista, jolloin hinnoittelu voi perustua esimerkiksi kapasiteettiin, ennusteisiin tai vakiomaksuihin. Energian ostosopimus on sopimusmallina näistä monimutkaisin eikä sitä pystytä lokeroimaan vielä yhtä tarkasti kuin muita sopimuksia. Mielikuvituksellisesti voidaankin todeta, että energian ostosopimus on joustava yhdistelmä pörssihinnoittelua ja markkinaehtoisuutta. Tulevaisuudessa onkin mahdollista,

että energian ostosopimus yleistyy sopimusmallina niin, että se alkaa saada kokonaan omia alaluokkia tuotantoprofiileiden, hyvityksien ja kokoluokkien mukaan.

Kustannus- ja markkinaperusteista hinnoittelua voidaan käyttää kaikissa liiketoimintamallisuuntauksissa, mutta se on korostetusti omiaan avaimet käteen -toimituksissa ja aurinkopuistoissa, joissa hintojen suuruus määräytyy markkinatilanteen ja kannattavuuden mukaan. Arvoperusteista hinnoittelua voidaan helposti käyttää aina, kun kyseessä on uusiutuva energia. Siksi se sopii hyvin yhteen kaikkien aurinkosähköön liittyvien liiketoimintamallien kanssa. Energiakonsultoinnin tapauksessa on kyse säästämisestä ja kulujen pienenemisestä, jolloin on asiakas saa myös rahallista arvoa. Volyymihinnoittelu on avuksi myydessä suuria määriä samoja fyysisiä tuotteita, joten se sopii juuri aurinkopaneelien myyntiin keskittyviin liiketoimintamalleihin.

Hyödynjakomallilla on monia erilaisia mahdollisuuksia. Palveluntarjoaja voi esimerkiksi veloittaa tietyn prosentuaalisen osuuden saaduista tuloista palvelumaksuna. Palvelumaksulla katettaisiin palvelun perustamisesta, valvonnasta sekä ylläpidosta aiheutuvat kustannukset. Palvelumaksu voi olla myös aikaan perustuva, esimerkiksi kuukausittainen, jolloin se sopii aurinkopuiston hinnoittelumalliksi. Pääasia on, että hyödyt jaetaan palveluntarjoajan ja asiakkaan kesken sopimuksen mukaisesti. Mikäli mukana on aggregaattori, voi se soveltaa tätä mallia kerätessään kapasiteettia useista kohteista ja eri asiakkailta. Uusimmissa energiapalveluissa eli ESCO-palveluissa hyödynjakomallilla voidaan hoitaa rahoituspuoli, mikäli palvelun kustannukset maksetaan säästöillä, jotka syntyvät alentuista energiakustannuksista. Jos syntyvä energiakustannussäästö ei ole riittävä koko hankkeen rahoitukseen, voidaan osa rahoituksesta toteuttaa omarahoituksena. Tällä tavalla on Suomessa toteutettu useita kuntien energiansäästö- ja korjausrakentamishankkeita. ESCO-palvelu on menettelytapana hyödyllinen ja järkevä erityisesti asiakkaille, joilla ei ole riittävästi henkilö- tai rahoitusresursseja energiansäästöhankeeseen toteuttamiseksi ja toimet voivat siksi jäädä toteutumatta. Lisäksi palvelu on erityisen sovelias tapauksiin, joissa toteuttajan antama takuu syntyvistä energia- ja kustannussäästöistä koetaan tärkeäksi ja joissa hankekoko on merkittävä. Ulkomailta ESCO-hankkeet ovat lähinnä julkisen sektorin laajoja energiansäästö- ja korjausrakentamishankkeita. (Motiva 2015e.)

Yksi kiinnostava vaihe tuottaja-kuluttajan ja energiayhtiön välisissä sopimuksissa liittyy ylijäämäsiirtoon, jolloin odotukset korvauksista eivät välttämättä kohtaa. Esimerkiksi aurinkopuiston tapauksessa, tuotanto voidaan hyvittää sähkölaskuun markkinahinnan keskiarvon mukaisesti, jolloin asiakas ei hyödy aikakohtaisesta käytöstä. Tuottajakuluttajat kannattavatkin yleensä netotusta, mikä tarkoittaa sitä, että ylijäämäsiirtoa voisi siirtää joustavasti verkkoon ja käyttää saman määrän sähköä silloin, kun omaa tuotantoa ei ole tai sähkö on muuten kalliimpaa. Energiayhtiöt eivät kannata suoraa netotusta, sillä sähkön markkinahinta vaihtelee paljon vuorokauden- ja vuodenaikojen välillä. Kesällä sähkö on halvempaa kuin talvella, joten kesäisin energiayhtiöt ottaisivat halvaa sähköä järjestelmänsä ja antaisivat talvella kalliimpaa tilalle. Vastaavasti yösiirto on päiväsiirtoa edullisempaa. Paras ja oikeudenmukaisin vaihtoehto lienee se, että ylijäämäsiirtoa hinta määräytyy tunti-kohtaisesti Nord Poolin markkinahinnan perusteella, jolloin energiayhtiö voi hyvittää verkkoon syötetyn sähkön tunti-kohtaisilla hintatiedoilla. Tällä menetelmällä kumpikaan osapuoli ei voita tai häviä kaupassa kohtuuttoman paljon. Toinen vaihtoehto on yksinkertaistaa asioita, eli tarjota kiinteää hyvityssummaa, johon on laskettu mukaan siirtomaksut, verot ja myyjän marginaali. (Grönberg 2014.)

## 7 AURINKOPUISTON KANNATTAVUUSLASKELMAT

Tässä osiossa tarkastellaan ja pohditaan aurinkopuiston kannattavuutta, kustannuksia ja roolia osana energiayhtiön liiketoimintamallia. Aurinkopuistolla tarkoitetaan tässä tapauksessa suurta, useista aurinkopaneeleista koostuvaa voimalaa, jota hallinnoi esimerkiksi energiayhtiö. Asiakkaiden on mahdollista vuokrata puistosta aurinkopaneeleita, joiden tuotanto hyvitetään myöhemmin asiakkaan sähkölaskusta. Tällöin ne asiakkaat, joilla ei ole muuten mahdollisuutta aurinkoenergian tuottamiseen, pääsevät mukaan aurinkosähkötoimintaan. Paneelin vuokraamisen vaatimuksena on yleensä voimassa oleva sähköso-  
pimus palvelua tarjoavan energianyhtiön kanssa ja kuukausittainen vuokrausmaksu.

### 7.1 Kannattavuuslaskentamenetelmät ja käytetyt lähtöarvot

Kannattavuuslaskentamenetelmillä pyritään selvittämään, kuinka kannattava sijoitus on, kuinka tuotot ja kustannukset sijoittuvat ajallisesti ja kuinka kauan sijoitettu pääoma on sidottuna investointiin (Paavola 2013). Kuten kappaleessa 4.3 selvitettiin, aurinkosähköjärjestelmien pitoajat ovat pitkiä, joten käyttöiän aikana tulee ottaa useita muuttujia huomioon. Erilaisia yleisesti käytettyjä investoinnin kannattavuuslaskentamenetelmiä on olemassa useita; tässä työssä käytetään nykyarvomenetelmää, sisäisen korkokannan menetelmää sekä takaisinmaksuajan menetelmää.

Nykyarvomenetelmässä kaikki investointiajan tuotot ja kustannukset diskontataan eli muutetaan nykyhetkeen. Investointi on kannattava, mikäli tuloksena saatu summa on positiivinen, tällöin investoinnista saatu nettotuotto on suurempi kuin investoinnin perushankintakustannukset. Nykyarvomenetelmällä voidaan tutkia kuinka hyvin investoinnin aikaiset nettotulot riittävät kattamaan sekä alkuinvestoinnin että halutut tuottovaatimukset. Tällä menetelmällä voidaan myös selvittää, miten nettotuottojen nykyarvo muuttuu, jos jokin tulo- tai menoarvo muuttuu. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005.)

Sisäinen korkokanta (Internal Rate of Return, IRR) kertoo kuinka monen prosentin tuottoasteen investointi antaa pääomalle. Mitä suurempi sisäinen korkokanta on, sitä parempi

on myös investointi. Aurinkoenergiainvestoinnin sisäinen korkokanta on Suomessa tyypillisesti 4–8 %. (Auvinen 2015a: 35.)

Takaisinmaksuaika ilmaisee vuosina ajan, jossa investointi on maksanut itsensä takaisin eli kun nettotuottoa on kertynyt vähintään alkuinvestoinnin verran. Takaisinmaksuaika kuvaa heikosti aurinkosähköjärjestelmän todellista kannattavuutta, koska takaisinmaksuaikaa laskettaessa ei oteta huomioon jäännösarvoa, rahan aika-arvoa, tuottovaatimusta eikä korkoa. Tässä tapauksessa sillä voidaan kuitenkin saada arvokasta tietoa, minkä avulla voidaan vertailla eri muuttujien, kuten kuukausimaksun suuruuden vaikutusta takaisinmaksuaikaan. (Paavola 2013.)

Kannattavuustarkasteluissa aurinkosähköjärjestelmän käyttöiäksi oletetaan 30 vuotta ja paneelien vuosittaiseksi sähköntuotannon vähenemäksi 0,5 %, mikä johtuu yksittäisen paneelin nimellistehon alenemisesta (Maehlum 2014). Samaa vähenemää on käytetty myös FinSolarin (2015) kannattavuuslaskelmissa. Lisäksi oletetaan, että kaikki vuokratujen paneelin tuottama sähkö hyvitetään suoraan asiakkaalle sähkön pörssihinnan mukaisesti. Suomen pörssihinnan kuukausittainen keskiarvo vuonna 2015 vaihteli 2,15 snt/kWh ja 3,80 snt/kWh välillä (Nord Pool 2015). Valitaan, että vapaiden paneelien tuotannosta saadaan tällöin 3 snt/kWh ja ostosähkön hinnan nousun oletetaan olevan 1 %/vuosi. Yksinkertaistamisen vuoksi oletetaan myös, että hyvityksen jälkeen energiayhtiö ei tee aurinkosähköllä voittoa eikä tappiota. Kuukausimaksuksi on tähän työhön valittu 4,50 €, mikä on kilpailukykyinen hinta muiden Suomessa toimivien aurinkopuistojen kanssa.

Tässä työssä voimalan nimellisteho on 32,5 kWp ja kun yhden paneelin nimellisteho on 250 Wp, paneeleita on yhteensä 130 kappaletta. Tässä työssä hankintahinnaksi on valittu 2 €/Wp, mikä on ilman arvonlisäveroa noin 1,52 €/Wp. Samaa lukua on käytetty muun muassa FinSolarin (2015), Junttilan (2015) ja Paavolan (2013) laskelmissa ja vertailuissa. Edellä mainituissa töissä 2 €/Wp:n hankintahinta on saatu suomalaisten toimitajien keskiarvohinnoista vuosina 2012–2015. Hinta sisältää komponenttien lisäksi suunnittelun, toimituksen ja asennuksen. Hankintahinnan ja nimellistehon avulla saadaan koko järjestelmän alkuinvestoinniksi veroineen 65 000 €, josta paneelien osuus on alustavasti 26 000 €. Ilman arvonlisäveroa alkuinvestointi on 49 400 €.

Työ- ja elinkeinoministeriö myöntää tukea uusiutuvan energian investointeihin sekä yrityksille että julkisille toimijoille. Aurinkosähköinvestoinneille tuen määrä on 25 % alkuinvestoinnista, mikä on mahdollista saada myös korotettuna, jos hanke sisältää paljon uutta teknologiaa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016). Tässä työssä tämä tuki otetaan huomioon, jolloin alkuinvestointi on tuen kanssa ja ilman arvonlisäveroa 37 050 €.

Huolto- ja ylläpitokustannuksiksi oletetaan tässä työssä 1 % investointikustannuksista. Lisäksi oletetaan, että invertteri pitää vaihtaa 15 vuoden käytön jälkeen, jolloin sen vaihtamisen kustannukset ovat 4 % alkuinvestoinnista. Aurinkosähköjärjestelmän jäännösarvon oletetaan olevan ei-negatiivinen, sillä mikäli laitos poistetaan välittömästi 30 vuoden jälkeen käytöstä, oletetaan jäännösarvon kattavan vähintään kierrättämisestä aiheutuvat kustannukset.

Suurimmissa pientuotantolaitoksissa käytetään yleensä laskentakorkokantana inflaatio-prosenttia, jonka oletetaan olevan 2 %, sillä varsinaista tuottovaadetta ei ole. Samaa laskentakorkokantaa käytetään tässä työssä. Lisäksi suurimmissa laitoksissa kannattavuutta lasketaan myös 10 % laskentakorkokannalla, jota valtioneuvosto on käyttänyt uusiutuvan energian tuottovaatimuksena tuotantotuen määrittämisessä. Valtioneuvoston käyttämä 10 % tuottovaatimus kuvaa uusiutuvan energian investointien suurta riskitasoa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2009).

Paneelien tarkempaan asetteluun, asennuskulmaan ja asennustapaan ei oteta kantaa. Myös aurinkovoimalan hankintaan, rakentamiseen ja käyttöön liittyvät lupamaksut, hallinnolliset kustannukset sekä maa-aluekustannukset jätetään huomioimatta. Aurinkosähkön vuosituotoksi valitaan 1 kWp:n järjestelmällä 850 kWh/kWp, mikä on esimerkiksi Vaasan seudulla realistinen määrä. 32,5 kWp:n aurinkopuiston vuosituotoksi saadaan tällöin 27 625 kWh. Yhteenveto valituista ja oletetuista lähtöarvoista on esitetty taulukossa 10.

**Taulukko 10.** Laskelmissa käytetyt lähtöarvot.

<b>Aurinkopuiston huipputeho (kWp)</b>	32,5
<b>Aurinkopaneelien lukumäärä (kpl)</b>	130
<b>Aurinkopuiston käyttöikä (v)</b>	30
<b>Järjestelmän hankintahinta ilman arvonlisäveroa (€/Wp)</b>	1,52
<b>Järjestelmän investointikustannus sis. laitteet ja asennuksen, ilman arvonlisäveroa (€)</b>	49 400
<b>Investointituki (%:a alkuinvestoinnista)</b>	25
<b>Järjestelmän investointikustannus tukien jälkeen (€)</b>	37 050
<b>Investoinnin laskentakorko (%)</b>	2,0
<b>Aurinkosähkön ominainen vuosituotto (kWh/kWp)</b>	850
<b>Aurinkopuiston vuosituotto (kWh)</b>	27 625
<b>Invertterin vaihdon kustannus alkuinvestoinnista. Vaihdon oletetaan tapahtuvan 15. vuotena (%)</b>	4,0
<b>Vuotuiset ylläpitokulut (vakuutukset, huolto tms. kulut) alkuinvestoinnista (%)</b>	1,0
<b>Arvio ostosähkön hinnan noususta (%/v)</b>	1,0
<b>Aurinkopuiston vuosittainen sähköntuotannon vähenemä (%/v)</b>	-0,5
<b>Kuukausimaksu paneelia kohden (€)</b>	4,50
<b>Vapaiden paneelien sähkön myyntihinta (snt/kWh)</b>	3

## 7.2 Tulosten tarkastelu ja pohdinta

Laskelmat tehtiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla ja pohjana käytettiin FinSolar-hankkeen kannattavuus- ja mitoituskaskurin versiota 9/2015 (FinSolar 2015c). Alun perin FinSolarin kannattavuuslaskuri oli tarkoitettu kotitalouksien aurinkosähköjärjestelmien suunnittelun avuksi, mutta tässä tapauksessa laskuria muokattiin aurinkopuiston suunnittelua varten. Suurimmat muutokset liittyivät juuri kuukausimaksujen huomioon

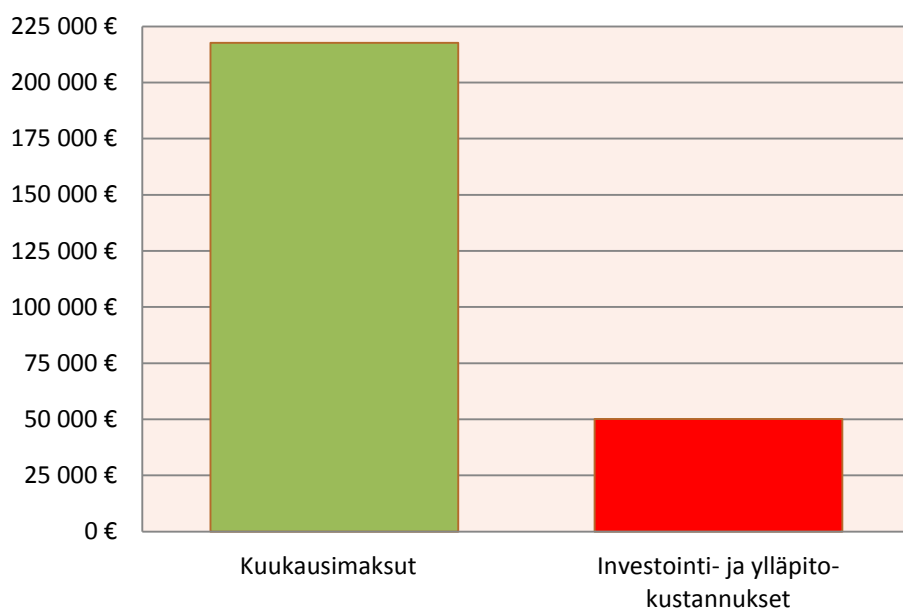
ottamiseen, paneelien lukumäärään ja vapaiden paneelien tuotantoon. Alkuinvestoinnin laskentatapa, kannattavuuslaskentamenetelmät ja ylläpitokulujen muodostuminen noudattivat alkuperäisen laskurin mallia.

Taulukossa 10 esitetyillä lähtöarvoilla investoinnin nettonykyarvoksi saatiin 30 vuoden käyttöiällä 108 242 €, sisäiseksi korkokannaksi 17,7 % ja voimalan takaisinmaksuajaksi 5 vuotta. Tulokset (taulukko 11) ovat yllättävän hyviä, sillä pelkällä aurinkosähkön tuottamisella sisäinen korkokanta on tyypillisesti 4–8 % (Auvinen 2015a: 35) ja takaisinmaksuaika 10–20 vuotta.

**Taulukko 11.** Kannattavuuslaskelmien tulokset lähtöarvoilla.

<b>Kuukausimaksu (€)</b>	<b>Investoinnin sisäinen korkokanta (%)</b>	<b>Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)</b>	<b>Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)</b>
4,50	17,7	5	108 242

Kuten aiemmin todettiin, kuukausimaksu on kannattavuuden kannalta tärkein tekijä, sillä sähkön tuotannosta ei tässä tapauksessa jää hyvityksien jälkeen käteen mitään, kun taas kuukausimaksuista saadaan noin 7020 € vuosittain. 30 vuoden aikana kuukausimaksujen rahallinen on arvo 217 620 €, kun investointi- ja ylläpitokustannuksiin kuluu noin 50 141 €. Tätä on havainnollistettu kuvassa 8.

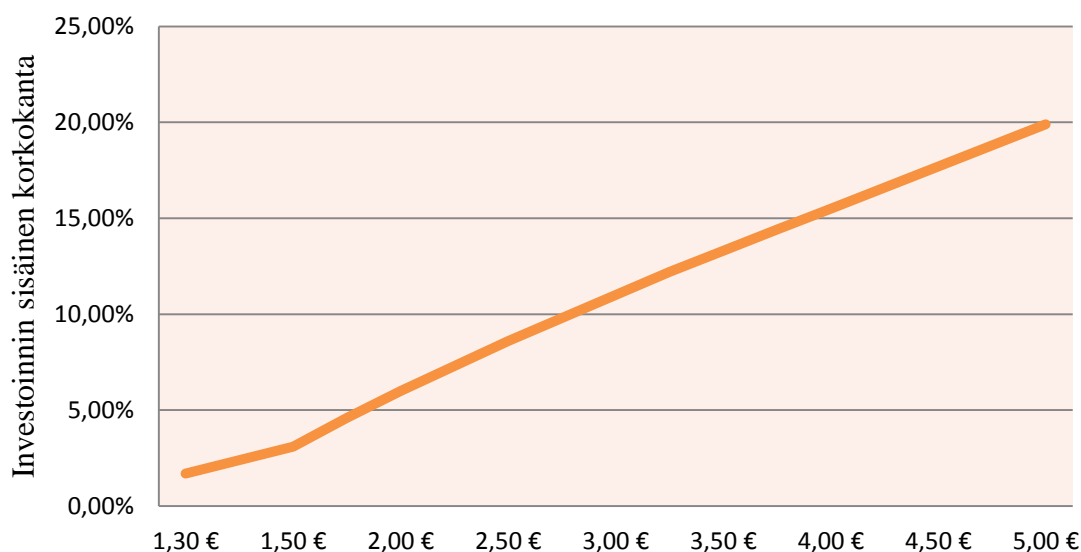


**Kuva 8.** Tulot ja menot aurinkopuiston 30 vuoden käyttöiän aikana.

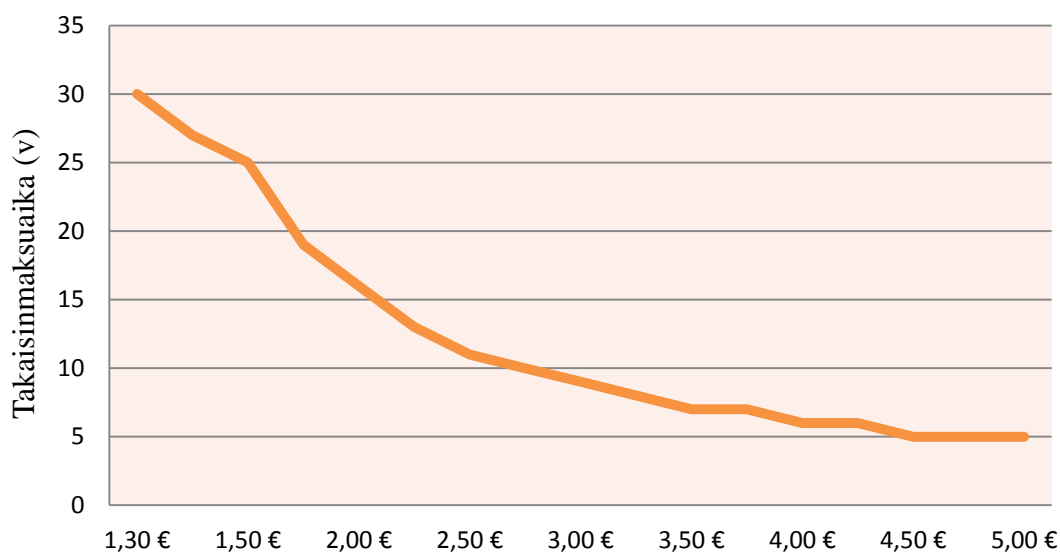
Tässä työssä kuukausimaksuksi valittiin 4,50 €, mikä on kilpailukykyinen hinta muiden Suomessa toimivien aurinkopuistojen kuukausimaksujen kanssa. Maksua on kuitenkin mahdollista muuttaa jompaankumpaan suuntaan ilman että se vaikuttaa paljoa kannattavuuteen, kuten taulukon 12 tuloksista ja kuvista 9 ja 10 huomataan.

**Taulukko 12.** Kuukausimaksun vaikutus kannattavuuteen.

Kuukausimaksu (€)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,00	6,0	16	22 609
2,50	8,6	11	39 735
3,50	13,3	7	73 989
4,00	15,5	6	91 115
4,50	17,7	5	108 242
5,00	19,9	5	125 369



**Kuva 9.** Kuukausimaksun vaikutus investoinnin sisäiseen korkokantaan.



**Kuva 10.** Kuukausimaksun vaikutus takaisinmaksu-aikaan.

On kiinnostavaa huomata, että aurinkopuisto on 3–5 euron kuukausimaksuilla sijoittajan näkökulmasta kannattava, mutta pitkäaikainen (5–10 vuotta) sijoituskohde. Todellisuudessa kaikki aurinkopaneelit eivät aina ole vuokrattuina, jolloin niistä saadaan vain tuotannon verran hyötyä: tämä vaikuttaa huomattavasti kannattavuuteen. On vaikeaa simuloida, millainen vuokrattujen paneelien osuus olisi todellisuudessa, sillä se riippuu muun muassa markkinoiden silloisesta tilanteesta, kilpailijoista ja asiakkaiden mielenkiinnosta. Seuraavassa laskelmassa haetaan tähän kuitenkin viitteitä vuokrattujen paneelien osuuk-

sien vaihdella. Valitaan, että vapaiden paneelien tuotannosta saadaan 3 snt/kWh ja osotöähkön hinnan nousu on 1 %/vuosi. Näillä arvoilla lasketut tulokset on esitetty taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Kannattavuuslaskelmien tuloksia, kun vain osa paneeleista on vuokrattuina ja vapaiden paneelien tuotannosta oletetaan saatavan 3 snt/kWh.

<b>Vuokrattujen aurinkopaneelien osuus (keskiarvo käyttöiän aikana) (%)</b>	<b>Investoinnin sisäinen korkokanta (%)</b>	<b>Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)</b>	<b>Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)</b>
20	1,7	>30	-1420
30	4,3	20	12 228
50	8,6	11	39 703
70	12,4	8	67 119
80	14,2	7	80 827
90	16,0	6	94 534
100 (lähtöarvoilla)	17,7	5	108 242

Taulukon tuloksista huomataan, että vuokrattujen paneelien osuus vaikuttaa paljon kannattavuuteen ja mikäli tarpeeksi monen vuokraajan löytämisessä ei onnistuta, kannattavuus laskee hyvin nopeasti. Jos vuokrattujen paneelien osuus on keskiarvoltaan 20 %:n luokkaa, voimalasta tulee kannattamaton.

Voimalan kokoluokan vaikutusta kannattavuuteen pystytään mallintamaan vain tiettyyn pisteeseen asti. Pystytään kuitenkin olettamaan, että paneeleita voidaan ostaa suuria määriä tavallista halvemmalla vähentyneiden valmistus-, pakkaus- ja kuljetuskustannuksien takia. Tästä syystä suuremmalla voimalalla on alhaisempi hankintahinta. Seuraavassa taulukossa 14 on esitelty tuloksia, kun hankintahinta vaihtelee voimalan kokoluokan mukaan. Hankintahintojen määrittelyssä ja kokoluokittelussa on käytetty FinSolarin (2015b) tutkimuksen tuloksia.

**Taulukko 14.** Aurinkovoimalan kokoluokan vaikutus kannattavuuteen (Hankintahinnat: FinSolar 2015b).

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2014 ilman arvonlisäveroa (€/Wp)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,5–7,5	1,69	15,7	6	102 964
7,5–22,5	1,64	16,2	6	104 341
22,5–37,5	1,41	19,2	5	111 455
40–400	1,22	22,4	4	117 192
Lähtöarvoilla	1,52	17,7	5	108 242

Tuloksista huomataan mitä jo äsken aprikoitiinkin: mikäli kokoluokan kasvattaminen ei lisää muita kuluja merkittävästi, voidaan isommalla voimalalla isommasta alkuinvestoinnista huolimatta saavuttaa sen käyttöaikana hyviä tuloksia taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Tässä työssä kokoluokat rajattiin välille 2,5–400 kWp, koska koon kasvaessa yli 1 MWp:n, laskelmissa tulee ottaa huomioon myös muita tekijöitä, kuten maankäyttöön, rakentamiseen ja lupa-asioihin liittyviä (Richter 2012b). Vaikka megawattiluokan aurinkopuistoissa hankintahinnat siis laskevat edelleen, voivat muut kulut alkaa yllättäen kasvaa.

Aurinkopaneelijärjestelmien hankintahintojen alenemista tutkitaan nykyään vähintään vuosineljänneksen välein. Yhdysvalloissa hankintahinnat ovat vuosien 1998 ja 2014 välillä laskeneet 6–12 %:a vuosittain (SunShot 2015), kun taas Saksassa vuodesta 2006 jatkunut hintojen jyrkkä laskusuunta on alkanut tasaantua vuodesta 2014 alkaen (Fraunhofer ISE 2015). Muutenkin Euroopassa paneelien hintakehitys on muutamia viime vuosiin verrattuna tasaantunut aika lailla, mutta maailmanlaajuisesti hintojen voidaan olettaa laskevan ainakin vuoteen 2020 asti (Shiao 2015). Tässä työssä tutkitaan tilannetta 6 %:n ja 10 %:n vuosittaisilla alenemilla ja huomioon otetaan pelkästään paneelien hintojen pieneneminen. Kannattavuuslaskelmat suoritetaan vuosille 2019 ja 2024. Hintojen oletetaan

alenevan seuraavan kymmenen vuoden ajan, minkä jälkeen hankintahinta pysyy vakiona voimalan käyttöään loppuun asti. Tulokset on esitelty taulukoissa 15–19.

**Taulukko 15.** Kokoluokkien hankintahinnat, mikäli hinnat alenevat vuosittain.

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2014 (€/Wp)	Hankintahinta vuonna 2019, kun hinta alenee 6 %/v (€/Wp)	Hankintahinta vuonna 2019, kun hinta alenee 10 %/v (€/Wp)	Hankintahinta vuonna 2024, kun hinta alenee 6 %/v (€/Wp)	Hankintahinta vuonna 2024, kun hinta alenee 10 %/v (€/Wp)
2,5–7,5	1,69	1,24	1,00	0,91	0,59
7,5–22,5	1,64	1,20	0,97	0,88	0,57
22,5–37,5	1,41	1,03	0,83	0,76	0,49
40–400	1,22	0,95	0,72	0,65	0,43
Lähtöarvoilla	1,52	1,12	0,90	0,82	0,53

**Taulukko 16.** Hankintahinnan alenemisen vaikutus kannattavuuteen vuonna 2019, kun hinta alenee 6 %/v.

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2019, kun hinta alenee 6 %/v (€/Wp)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,5–7,5	1,24	22,1	4	116 697
7,5–22,5	1,20	22,9	4	117 905
22,5–37,5	1,03	26,9	3	123 038
40–400	0,95	29,3	3	125 454
Lähtöarvoilla	1,12	24,6	4	120 321

**Taulukko 17.** Hankintahinnan alenemisen vaikutus kannattavuuteen vuonna 2024, kun hinta alenee 6 %/v.

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2024, kun hinta alenee 6 %/v (€/Wp)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,5–7,5	0,91	30,6	3	126 662
7,5–22,5	0,88	31,7	3	127 568
22,5–37,5	0,76	36,9	2	131 191
40–400	0,65	43,3	2	134 513
Lähtöarvoilla	0,82	34,1	3	129 379

**Taulukko 18.** Hankintahinnan alenemisen vaikutus kannattavuuteen vuonna 2019, kun hinta alenee 10 %/v.

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2019, kun hinta alenee 10 %/v (€/Wp)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,5–7,5	1,00	27,7	3	123 944
7,5–22,5	0,97	28,6	3	124 850
22,5–37,5	0,83	33,7	3	129 078
40–400	0,72	39,0	2	132 399
Lähtöarvoilla	0,90	31,0	3	126 964

**Taulukko 19.** Hankintahinnan alenemisen vaikutus kannattavuuteen vuonna 2024, kun hinta alenee 10 %/v.

Voimalan kokoluokka (kWp)	Hankintahinta vuonna 2024, kun hinta alenee 10 %/v (€/Wp)	Investoinnin sisäinen korkokanta (%)	Takaisinmaksuaika valitulla investoinnin laskentakorolla (v)	Investoinnin nettonykyarvo valitulla laskentakorolla ja 30 vuoden käyttöiällä (€)
2,5–7,5	0,59	47,8	2	136 325
7,5–22,5	0,57	49,5	2	136 929
22,5–37,5	0,49	57,8	1	139 344
40–400	0,43	66,0	1	141 156
Lähtöarvoilla	0,53	53,3	1	138 136

Tuloksista huomataan, että vuosittaisen hinnan aleneman vaikutus on yllättävän suuri. 6 ja 10 %:n vuosittaisilla alenemilla saadaan takaisinmaksuajat tiputettua jopa vain muutamisiin vuosiin, mutta tällöin alkavat muut seikat, kuten kilpailijat markkinoilla todennäköisesti vaikuttaa toimintaan, jolloin esimerkiksi kuukausimaksua on pakko muuttaa.

Yhteenvedona voidaan todeta, että aurinkopuisto on kannattava sijoitus energiayhtiölle ja mahdollisesti muillekin energia-alalla toimiville, mikäli hankintahinta saadaan pidettyä esimerkiksi tässä työssä käytetyissä arvoissa ja paneeleille pystytään takaamaan hyvä vuokrausosuus koko aurinkopuiston käyttöiän ajan. Mikäli paneelit ovat vapaina, kannattavuus laskee helposti. Kokoluokkaa eli paneelien määrää onkin syytä miettiä tarkasti aurinkopuiston suunnitteluvaiheessa. Vaikka asiakkaita löytyisikin sopivasti ja hankintahinta on suuremmissa puistoissa edullisempi, voivat muut kulut alkaa vaikuttaa kannattavuuteen.

## 8 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tutkia aurinkopaneelijärjestelmien ja tuottaja-kuluttajien mahdollistamia uusia liiketoimintamalleja sekä roolia tulevaisuuden älykkäissä sähköverkoissa ja sähkömarkkinoilla. Työssä pohdittiin erityisesti tuottaja-kuluttajien määrän kasvamisen vaikutuksia energiayhtiöiden toimintaan, liiketoimintamalleihin ja sähkömarkkinoiden markkinarakenteeseen.

Aluksi tutkittiin, mitä energia-alalla toimivilta edellytetään nyt ja tulevaisuudessa, kun energiasektori on muutoksen kourissa. Taustatietoa saatiin erityisesti Saksasta, missä juuri aurinkopaneelit ja tuottaja-kuluttajat ovat osavastuussa energiasektorin muutoksista. Yleisesti todettiin, että yritysten välinen yhteistyö tulee olemaan tärkeä seikka tulevaisuuden pientuotantomarkkinoilla. Tilannetta pohdittiin tarkemmin energiayhtiön näkökulmasta ja tämän jälkeen mietittiin, mitä haasteita juuri aurinkosähkö tuo. Näiden haasteiden päihittämiseksi esiteltiin kolme moduulimuotoista ratkaisua. Ratkaisuissa huomio keskittyi arvonluontikeinoihin, kotien energiayhtiöihin ja sähkön varastointiin.

Luvussa 3 käsiteltiin tuottaja-kuluttajien nykyistä tilannetta markkinoilla ja miten tuottaja-kuluttajien määrän kasvaminen vaikuttaa sähkömarkkinoiden markkinarakenteeseen. Löydettiin kolme syytä sille, mikseivät tuottaja-kuluttajat pysty vielä hyödyntämään täysin älykkäiden sähköverkkojen ja oman pientuotannon suomina mahdollisuuksina. Yksi syy on vaikeus verrata eri energiayritysten palveluita, toinen on riittämätön tieto energian käytön eri vuorokauden-, viikon- tai vuodenaikojen taloudellisista kustannuksista ja kolmas on pientuotannon huono taloudellinen kannattavuus. Lyhyesti sanottuna yksittäisen tuottaja-kuluttajan osallistuminen sähkömarkkinoille ei ole ainakaan Suomessa taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta vielä perusteltua. Pientuotannon ostajia kuitenkin löytyy samoin kuin erilaisia keinoja osallistua aurinkosähkön tuottamiseen. Tämän takia luvussa käsiteltiin myös aggregaattorin toimintaa ja virtuaalinen voimalaitos -konseptia, joiden avulla osallistuminen on helpompaa. Ylijäämänsähkön tapauksessa päädyttiin toteamaan, että korvauksen olisi hyvä määräytyä tuntikohtaisesti Nord Poolin markkinahinnan perusteella, jolloin energiayhtiö voi hyvittää verkkoon syötetyn sähkön tuntikoh-

taisilla hintatiedoilla. Tällä menetelmällä kumpikaan osapuoli ei voita tai häviä kaupassa kohtuuttoman paljoo ja toiminta on markkinaehtoista.

Seuraavassa luvussa 4 käytiin läpi aurinkosähkön tilannetta Suomessa: käsiteltiin olosuhteita aurinkosähkön tuotantoon, aurinkosähkön hankintahintaa ja hintojen kehittymissuuntia. Todettiin, että aurinkosähkölaitteiston hintaan vaikuttaa eniten järjestelmän koko, toimittaja, toimitustapa ja että kilpailuttamalla sekä pienellä taustatutkimuksella voidaan saavuttaa hankintavaiheessa suuria säästöjä. Suomen rahoitus- ja palvelumalleja jäseneltä käytettävällä hyödyksi FinSolar-hankkeen yksityiskohtaista dataa, jolloin voitiin yhteenvetona todeta, että erilaisia palveluita ja aurinkosähkön leviämisen edistämiskeinoja tavallisten ihmisten keskuuteen on Suomessa useita.

Luvussa 5 lueteltiin Suomen yleisimpiä sähkö- ja hinnoittelumalleja ja samalla pohdittiin niiden soveltuvuutta pientuotannon, palveluiden ja fyysisten tuotteiden myyntiin. Huomiota kiinnitettiin erityisesti laskutusperiaatteisiin ja siihen, miten liikevaihto eri malleissa muodostui. Energian ostosopimus paljastui sopimusmalleista monimutkaisimmaksi eikä sitä pystytty lokeroimaan vielä yhtä tarkasti kuin muita sopimusmalleja. Todettiin, että energian ostosopimus on joustava yhdistelmä pörssiainnoittelua ja markkinaehtoisuutta. Tulevaisuudessa onkin mahdollista, että energian ostosopimus yleistyy sopimusmallina niin, että se alkaa saada kokonaan omia alaluokkia tuotantoprofiileiden, hyvitysten ja kokoluokkien mukaan.

Luvussa 6 käsiteltiin tutkittavia liiketoimintamalleja. Ensiksi käytiin läpi yleisiä ominaisuuksia aurinkosähkölaitteisiin ja neuvontapalveluihin laajentaneen energiayhtiön liiketoimintamallista, minkä jälkeen esiteltiin uusia liiketoimintamalleja liittyen aurinkosähkölaitteisiin ja tuottaja-kuluttajiin. Työtä varten valittiin viisi eri liiketoimintamallia: asiantuntijapalveluihin perustuva energiakonsultointi, huoltoon ja ylläpitoon liittyvät elinkaari-palvelut, vuokrapaneelit mahdollistava aurinkopuisto, tuotteita ja palveluita yhdistävä avaimet käteen -toimitus ja rahoitusosapuolen mukaan ottava energian ostosopimusmalli. Viimeisessä kappaleessa esiteltiin vielä soveltuvuusvertailu liiketoiminta-, sopimus- ja hinnoittelumallien välillä.

Työn laskennallisessa osuudessa suunniteltiin ja pohdittiin aurinkopuiston kannattavuutta, kustannuksia ja roolia osana energiayhtiön liiketoimintamallia. Asiakkaiden on mahdollista vuokrata kuukausimaksua vastaan aurinkopuistosta aurinkopaneeleita, joiden tuotanto hyvitetään myöhemmin asiakkaan sähkölaskusta. Laskelmien tavoitteena oli saada yhteenveto siitä, miten kannattavaa tällainen liiketoiminta tietyillä lähtöarvoilla ja eri skenaarioilla on. Tulosten perusteella voitiin todeta, että kuukausimaksu on kannattavuuden kannalta tärkein tekijä, sillä sähkön tuotannosta ei tässä tapauksessa jää hyvityksien jälkeen käteen mitään. Todellisuudessa kaikki aurinkopaneelit eivät kuitenkaan ole aina vuokrattuina, mikä vaikuttaa huomattavasti kannattavuuteen, sillä jos vuokrattujen paneelien osuus on keskiarvoltaan 20 %:n luokkaa, tulee voimalasta kannattamaton. Voimalan koon vaikutusta kannattavuuteen pystyttiin mallintamaan vain tiettyyn pisteeseen asti, mutta voitiin kuitenkin olettaa, että isommilla voimaloilla on alhaisempi hankintahinta, koska paneeleita voidaan ostaa suuria määriä tavallista halvemmalla vähentyneiden valmistus-, pakkaus- ja kuljetuskustannuksien takia. Seuraavaksi tutkittiin hankintahinnan alenemisen vaikutusta kannattavuuteen. Laskelmat tehtiin vuosille 2019 ja 2024 ja tuloksista huomattiin, että vuosittaisen hinnan aleneman vaikutus on yllättävän suuri. Esimerkiksi 6 %:n alenemalla saadaan takaisinmaksuajat tiputettua vain muutama vuosiin. Yhteenvetona todettiin, että aurinkopuisto on kannattava liiketoimintamuoto energiayhtiölle ja mahdollisesti muillekin energia-alalla toimiville, mikäli hankintahinnat saadaan pidettyä esimerkiksi tässä työssä käytetyissä arvoissa ja paneeleille pystytään takaamaan hyvä vuokrausosuus koko aurinkopuiston käyttöajan ajalle. Mikäli paneelit ovat vapaina, kannattavuus laskee helposti. Kokoluokkaa eli paneelien määrää onkin syytä miettiä tarkasti aurinkopuiston suunnitteluvaiheessa.

Diplomityön aihealueeseen liittyvissä jatkotutkimuksissa voitaisiin selvittää kotitalouksille sopivien energianvarastointiteknologioiden kehittymistä kaupallisesti kannattaviksi ja kuinka ne toimisivat yhdessä aurinkopaneelijärjestelmien kanssa. Liiketoimintapuolelta jatkotutkimukset voisivat käsitellä liiketoimintamalleja, joissa otetaan huomioon syöttötariffit ja muut mahdolliset uusiutuvan energian tuet. Toinen aihealue voisi liittyä energian ostosopimusmallien käyttöönottoon Suomessa. Kuinka paljon vastaavaa toimintaa on olemassa vai onko tällä Yhdysvalloissa suosituilla mallilla tulevaisuutta Suomessa?

## LÄHDELUETTELO

- Ahola, J. (2014). *Aurinkoenergian suora hyödyntäminen Suomessa*. Luentomateriaalit. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.slideshare.net/lahienergialiitto /esityskuopio-392014](http://www.slideshare.net/lahienergialiitto/esityskuopio-392014)
- Auer, J. & E. Heymann (2012). *Germany's energy turnaround - Challenging for municipalities and municipal utilities*. Deutsche Bank Research, Deutsche Bank. 17.9.2012.
- Auvinen, K. (2015a). *Kuluttajista energiantuottajiksi: Aurinkoenergian palvelu ja rahoitusmallit*. Tekes Future of Energy Smart Grid -Seminaari 2.12.2015. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/6e072783 /FinSolar\\_ Auvinen-3425.pdf](https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/6e072783 /FinSolar_ Auvinen-3425.pdf)
- Auvinen, K. (2015b). *Aurinkoenergian taloudellinen hyödyntäminen Suomessa*. FinSolar-hankkeen julkaisu 3/2015. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/karoliinaauvinen/aurinkoenergian-taloudellinen-hyodyntaminen-suomessa>
- Auvinen, K. (2015c). *Hankinta- ja rahoitusmallien vertailua*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.2.2016]. Saatavissa: [http://www.finsolar.net/?page\\_id=1835&lang=fi](http://www.finsolar.net/?page_id=1835&lang=fi)
- Baden, J., A. Williams & T. Wright (2014). *The New Utility Business Model*. Saatavissa: [http://www.oliverwyman.com/insights/publications/2014/nov/the-new-utility-business-model.html#.VsbQ\\_\\_197cu](http://www.oliverwyman.com/insights/publications/2014/nov/the-new-utility-business-model.html#.VsbQ__197cu)
- Bionova Consulting (2012). *Selvitys sähkön pientuotannon nettolaskutuksesta*. Loppuraportti. Bionova Consulting 2012. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/33435/Bionova\\_selvitys\\_sahkon\\_pientuotannon\\_nettolaskutuksesta.pdf](http://www.tem.fi/files/33435/Bionova_selvitys_sahkon_pientuotannon_nettolaskutuksesta.pdf)

- Birchall, D., C. Steinhauer & M. Ruoff (2012). *Power Purchase Agreements for Renewable Energy Projects in Europe: Legal Framework and Key Clauses*. McDermott Will & Emery. Webcast November 7, 2012. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.mwe.com/files/Uploads/Documents/Events/PPA\\_Webinar\\_Pres.pdf](http://www.mwe.com/files/Uploads/Documents/Events/PPA_Webinar_Pres.pdf)
- Blomster, M. (2012). *Markkinoinnin perusteet*. Kurssin luentokalvot. Oulun ammattikorkeakoulu. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/Miikka Blomster/markkinoinnin-perusteet>
- BMU (2012). *GreenTech made in Germany 3.0 - Environmental Technology Atlas for Germany*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Public Relations Division, 11055 Berlin, Germany. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.qualenergia.it/sites/default/files/articolodoc/greentech\\_3\\_0\\_en\\_bf.pdf](http://www.qualenergia.it/sites/default/files/articolodoc/greentech_3_0_en_bf.pdf)
- BMWI - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015). *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*.
- DEA (2014). Danish Energy Agency:n verkkosivujen materiaali. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.3.2016]. Saatavissa: <http://www.ens.dk/en/supply/renewable-energy/wind-power/facts-about-wind-power/facts-numbers>
- Durand, P. (2011). *Market Segmentation: Defining A New Attitude For Utilities*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.1.2016]. Saatavissa: <http://smartgridcc.org/market-segmentation-defining-a-new-attitude-for-utilities/>
- Dusonchet, L. & E. Telaretti (2014). Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42, 2015, 986–998.
- ElFi (2016). Suomen ElFi Oy:n sivuilla julkaistu aineisto. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.1.2016]. Saatavissa: <http://www.elfi.fi/index.php?section=15>

Energiateollisuus. Sähkösojimus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkon-hinta-ja-sopimukset/sahkosopimus>

Energiateollisuus (2009). *Mikrotuotannon liittäminen sähköjakeluverkkoon*. Verkostosuositus YA9:09. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/mikrotuotannon\\_liittaminen\\_verkostosuositus\\_lopullinen\\_2009.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/mikrotuotannon_liittaminen_verkostosuositus_lopullinen_2009.pdf)

Energiateollisuus (2015). Tavoite sähköverkköjen uudistamisesta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.7.2015]. Saatavissa: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/sahkokatkot-ja-jakelun-keskeytykset/tavoite-sahkoverkkojen-uudistamisesta>

Energiavirasto (2015). Toiminnan kulmakiviä. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 8.7.2015]. Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/toiminnan-kulmakivia>

Euroopan komissio (2015). *Sähkömarkkinoiden uusi markkinarakenne vahvistaa kuluttajien asemaa*. Euroopan komission taustatiedote. Bryssel, 15 heinäkuu 2015.

Fingrid (2015). *Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2015-2025*. Saatavissa: [http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Kehitt%C3%A4missuunnitelma/Kantaverkon\\_kehitt%C3%A4missuunnitelma%202015%20-%202025.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/asiakasliitteet/Kehitt%C3%A4missuunnitelma/Kantaverkon_kehitt%C3%A4missuunnitelma%202015%20-%202025.pdf)

Fingrid (2016). Kysyntäjousto. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.6.2016]. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/Kysyntajousto/Sivut/default.aspx>

Finnwind. Usein kysyttyä aurinkopaneeleista, aurinkopaneelien asennuksesta jne. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.2.2016]. Saatavissa: <http://www.finnwind.fi/aurinkovoima/>

FinSolar (2015a). Aurinkoenergian palvelu- ja rahoitustarjonta. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: [http://www.finsolar.net/?page\\_id=2645&lang=fi](http://www.finsolar.net/?page_id=2645&lang=fi)

FinSolar (2015b). Aurinkosähköjärjestelmien hintatasot ja kannattavuus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavissa: [http://www.finsolar.net/?page\\_id=1363&lang=fi](http://www.finsolar.net/?page_id=1363&lang=fi)

- FinSolar (2015c). Kannattavuuslaskurit. Aurinkosähkön kannattavuus- ja mitoituslaskuri 9/2015. Tekijät: Juntunen Jouni, Jalas Mikko ja Auvinen Karoliina. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.finsolar.net/?page\\_id=2571](http://www.finsolar.net/?page_id=2571)
- Fraunhofer ISE (2015). *Photovoltaics report*. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE AG. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/photovoltaics-report-slides.pdf>
- Grönberg, I. (2014). *Passiivisesta sähkönkuluttajasta aktiiviseksi energiakansalaiseksi? Aurinkopaneelien yhteistilaus ja -rakentaminen Etelä-Karjalassa*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tutkimusraportit - Research Reports, 21. ISBN 978-952-265-566-0. 80 s.
- Hannes, B. & M. Abbot (2013). *Distributed energy: Disrupting the utility business model*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 19.5.2016]. Saatavissa: <http://www.bain.com/publications/articles/distributed-energy-disrupting-the-utility-business-model.aspx>
- Heiskanen, E., M. Jalas & J. Juntunen (2016). Investoinnit uusiutuvaan energiaan perustuivat hajautettuun tuotantoon 2009-2013. *Tieto&Trendit – Talous- ja hyvinvointikat-saus 1 – 2016*, 52–58.
- Helen Oy (2016). Helen Oy:n verkkosivujen materiaali. Sähkösopimukset ja hinnat. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 26.2.2016]. Saatavissa: <https://www.helen.fi/sahko/kodit/sahkotuotteet-ja-hinnat/markkinahinta/>
- Hirn, E. (2015). *Kysyntäjoustop laaja näkökulma ja mahdollisuudet*. Metropolia Ammat-tikorkeakoulu. Rakentamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. 62 s.
- IBM (2006). *Expanding the Innovation Horizon*. The Global CEO Study 2006. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/ceo\\_stu-dy.pdf](http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/ceo_stu-dy.pdf)

IEA (2014a). *Technology Roadmap Solar Photovoltaic Energy 2014 edition*. Saatavissa: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Technology\\_Roadmap\\_SolarPhotovoltaicEnergy\\_2014edition.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Technology_Roadmap_SolarPhotovoltaicEnergy_2014edition.pdf)

IEA (2014b). *Trends 2015 in photovoltaic applications executive summary*. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/national/IEA-PVPS\\_-\\_Trends\\_2015\\_-\\_Executive\\_Summary\\_-\\_Final.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/national/IEA-PVPS_-_Trends_2015_-_Executive_Summary_-_Final.pdf)

Junttila, J. (2015). Mitä kodin aurinkopaneelit maksavat? Ylen artikkeli 12.11.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 1.2.2016]. Saatavissa: <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/11/12/mita-kodin-aurinkopaneelit-maksavat>

Kahola, M. (2015). *Kotitalouksien aurinkosähkön kannattavuus Suomessa – mahdolliset tukivaihtoehdot ja niiden kustannukset*. Tampereen yliopisto. Johtamiskorkeakoulu, taloustiede. Pro gradu -tutkielma. 96 s.

Kankare, M. (2015). Aurinkosähkön tukisysteemi lässähti Tanskassa - Tekeekö Suomi samat virheet? Tekniikka & Talous -lehden verkkosivuilla julkaistu artikkeli 22.5.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/2015-05-22/Aurinkos%C3%A4hk%C3%B6n-tukisysteemi-l%C3%A4ss%C3%A4hti-Tanskassa---Tekeek%C3%B6-Suomi-samat-virheet-3321677.html>

Karppanen, J. (2012). *Sähköntuotannon pienjänniteverkkoon liittäminen – määräykset ja sähköturvallisuus*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Sähkötekniikka. Diplomityö. 123 s.

Keirstead, J. (2007). Behavioural responses to photovoltaic systems in the UK domestic sector. *Energy Policy* 35 (2007), 4128–4141.

Kivikangas, T. & U. Vesanto (1998). *Markkinoinnin perusteet*. Markkinointi-instituutin kirjasarja n:o 41. Neljäs painos. Porvoo 1998: WSOY. 218 s. ISBN 951-0-23419-2.

- Koistinen, L., P. Rikkinen & S. Rasi (2014). *Saksan malli uusiutuvan energian ja hajautettujen järjestelmien edistäjänä - kirjallisuusselvitys kehityksen ajureista ja haasteista*. Jokioinen 2014: MTT. ISBN: 978-952-487-518-9.
- Konttinen, M. (2016). Villitys lopahti? Tuhannet aurinkopaneelit odottavat vuokraajaansa Helsingissä. Ylen verkkosivuilla julkaistu artikkeli 4.1.2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 25.1.2016]. Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/villitys\\_lopahti\\_tuhannet\\_aurinkopaneelit\\_odottavat\\_vuokraajaansa\\_helsingissa/8564248?ref=leiki-uu](http://yle.fi/uutiset/villitys_lopahti_tuhannet_aurinkopaneelit_odottavat_vuokraajaansa_helsingissa/8564248?ref=leiki-uu)
- Kuluttajaliitto. Kuluttajapalvelut. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: [http://www.kuluttajaliitto.fi/teemat/kuluttajan\\_oikeudet/kuluttajapalvelut](http://www.kuluttajaliitto.fi/teemat/kuluttajan_oikeudet/kuluttajapalvelut)
- Kutvonen, A. (2012). Yrityksen perustaminen -kurssin luentokalvot. Lappeenranta University of Technology.
- LaMonica, M. (2013). 3 Models That Could Help Utilities Make Money From Solar. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavissa: <http://www.greentechmedia.com/articles/read/the-case-for-utilities-and-distributed-solar>
- Laukkanen M., J. Huiskonen & J. Koivuniemi (2013). *Kestävät liiketoimintamallit 2030*. Tutkimusraportti. LUT Scientific and Expertise Publications 15. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden tiedekunta. ISBN 978-952-265-444-1. 170 s.
- Lehto, I. (2009). *Mikrotuotannon liittäminen yleiseen sähköjakeluverkkoon*. Teknillinen korkeakoulu. Sähkötekniikan laitos. Diplomityö. 101 s.
- Manninen, L. (2014). Sähköä ilmaiseksi – luvassa yhä useammin. Taloussanomien artikkeli 20.11.2014. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.1.2016]. Saatavissa: <http://www.taloussanomien.fi/energia/2014/11/20/sahkoa-ilmaiseksi-luvassa-yha-useammin/201416149/12>

- Maehlum, M. (2014). The Real Lifespan of Solar Panels. Artikkele, sivua päivitetty viimeksi 7.6.2014. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.6.2016]. Saatavissa: <http://energyinformative.org/lifespan-solar-panels/>
- Mikkola, M. & T. Rynänen (2007). *Liiketoimintamallit talotekniikan elinkaari palveluis-  
sa*. ISBN 978-951-38-6965-6. 40 s.
- Motiva (2015a). Syöttötariffi. Artikkele Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 26.8.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.1.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/uusiutuva\\_energia\\_suomessa/uusiutuvan\\_energian\\_tuet/syottotariffi](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa/uusiutuvan_energian_tuet/syottotariffi)
- Motiva (2015b). Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Artikkele Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 10.8.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.2.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon\\_perusteet/auringonsateilyn\\_maara\\_suomessa](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa)
- Motiva (2015c). Ylijäämäsähkön myynti. Artikkele Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 16.10.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.2.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman\\_kaytto/ylijaamasahkon\\_myynti](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/ylijaamasahkon_myynti)
- Motiva (2015d). Sähkönhankinta. Artikkele Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 30.7.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/yritykset/hallitse\\_ja\\_tehosta\\_yrityksen\\_energiankayttoa/energian\\_hankinta/sahkonhankinta](http://www.motiva.fi/yritykset/hallitse_ja_tehosta_yrityksen_energiankayttoa/energian_hankinta/sahkonhankinta)
- Motiva (2015e). ESCO-palvelu. Artikkele Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 22.9.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavissa: <http://motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/esco-palvelu>

- Motiva (2016). Aurinkosähköjärjestelmien hinta. Artikkelin Motivan sivuilta, sivua päivitetty viimeksi 22.1.2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.1.2016]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman\\_valinta/aurinkosahkojarjestelmien\\_hinta](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta)
- Nasti, M. (2012). *How can solar photovoltaic emerge in the Danish energy market?* Aarhus University. School of Business and Social Sciences. Saatavissa: [http://pure.au.dk/portal-asb-student/files/51440857/Photovoltaic\\_and\\_Danish\\_energy\\_market\\_M.\\_Nasti\\_Master\\_Thesis.pdf](http://pure.au.dk/portal-asb-student/files/51440857/Photovoltaic_and_Danish_energy_market_M._Nasti_Master_Thesis.pdf)
- Neilimo, K. & E. Uusi-Rauva (2005). *Johdon laskentatoimi*. Kuudes painos. Helsinki 2005: Edita Prima Oy. 366 s. ISBN 9789513741099.
- Nord Pool (2015). Elspot prices. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/FI/Monthly/?view=table>
- NREL (2012). *A Guide To Community Solar: Utility, Private and Non-profit Project Development*. Saatavissa: <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/54570.pdf>
- Oksanen, L. (2011). *Distribution system operator as an enabler of the electricity market - Connecting small-scale production and demand response*. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähköenergiateknikka. Diplomityö. 83 s.
- Ollikainen, J. (2014). *Aurinkoenergiահankkeiden rahoittaminen – Mitä SolarCity on opettanut?* FinSolar seminaari: Aurinkoenergian kotimarkkinat kasvuun 13.11.2014. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://docplayer.fi/7978677-Aurinko\\_energiահankkeiden-rahoittaminen-mita-solarcity-on-opettanut.html](http://docplayer.fi/7978677-Aurinko_energiահankkeiden-rahoittaminen-mita-solarcity-on-opettanut.html)
- Osterwalder, A. (2004). *The business model ontology. A proposition in a design science approach*. Dissertation. Lausanne: Universite de Lausanne.

- Osterwalder, A. (2010). *A Business Model for Solar Energy – SunEdison*. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/Alex.Osterwalder/a-business-model-for-solar-energy-sunedison-3319168/29>
- Osterwalder, A. & Y. Pigneur (2010). *Business Model Generation. A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Paavola, M. (2013). *Verkkoon kytkettyjen aurinkosähköjärjestelmien potentiaali Tampereella*. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. 94 s.
- Peltomäki, I. (2015). *Tuottaja-kuluttajan mahdollistamat lisäpalvelut jakeluverkkoyhtiölle*. Vaasan yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Sähkö- ja energiatekniikka. Kandidaatin-työ. 41 s.
- Poikela, L. (2012). *Sähkön myyjän taseenvarmistuspalvelun kehittäminen*. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. 76 s.
- Pynnönen, M. (2012). Asiakaslähtöinen liiketoimintamalli -luentokalvot. Lappeenranta University of Technology.
- Rautiainen, A. (2008). *Virtuaalivoimalan tarjoamat lisäpalvelut sähköverkon häiriötilanteiden hallintaan*. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. 98 s.
- Richter, M. (2012a). German utilities and distributed PV: How to overcome barriers to business model innovation. *Renewable Energy Volume 55*, July 2013, 456–466.
- Richter, M. (2012b). Utilities' business models for renewable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 16*, 2012, 2483–2493.
- Saarelainen, E. (2013). *Kohti menestyvää liiketoimintamallia*. Suomen Liikekirjat 2013-01. 102 s. ISBN 9789519155289.

- SEIA (2012). Solar Power Purchase Agreements (PPAs). [Verkkodokumentti]. [Viitattu 29.2.2016]. Saatavissa: <http://www.seia.org/research-resources/solar-power-purchase-agreements>
- Shahan, Z. (2013). *Solar Energy Payback Time*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.4.2016]. Saatavissa: <http://cleantechnica.com/2013/12/26/solar-energy-payback-time-charts/>
- Shiao, MJ. (2015). PV Balance of Systems 2015: Technology Trends and Markets. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavissa: <http://www.greentechmedia.com/research/report/pv-balance-of-systems-2015>
- Siltanen, M. (2016). Kohta voit selvittää, kannattaako katollesi asentaa aurinkopaneelit – Tampereella melkein puolet katoista potentiaalisia. Ylen artikkeli 13.1.2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.1.2016]. Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/kohta\\_voit\\_selvittaa\\_kannattaako\\_katollesi\\_asentaa\\_aurinkopaneelit\\_\\_ tampereella\\_melkein\\_puolet\\_katoista\\_potentiaalisia/8588456](http://yle.fi/uutiset/kohta_voit_selvittaa_kannattaako_katollesi_asentaa_aurinkopaneelit__ tampereella_melkein_puolet_katoista_potentiaalisia/8588456)
- Sitra (2012). *Aurinkosähkön ja muun uusiutuvan sähkön pientuotannon edistäminen Suomessa*. Keskustelupaperi 31.8.2012. Saatavissa: [https://www.sitra.fi/sites/default/files/u489/sahkon\\_pientuotanto\\_keskustelupaperi\\_2012-9-3.pdf](https://www.sitra.fi/sites/default/files/u489/sahkon_pientuotanto_keskustelupaperi_2012-9-3.pdf)
- Solar Power Europe (2015a). *Renewable Self-Consumption Cheap and Clean Power at your Doorstep*. Policy Paper, June 2015. Saatavissa: [http://www.solarpower-europe.org/fileadmin/user\\_upload/documents/Policy\\_Papers/Self-consumption\\_final1507.pdf](http://www.solarpower-europe.org/fileadmin/user_upload/documents/Policy_Papers/Self-consumption_final1507.pdf)
- Solar Power Europe (2015b). *Global Market Outlook For Solar Power / 2015 – 2019*. Market analysis report 2015.
- SunShot (2015). *Photovoltaic System Pricing Trends. Historical, Recent, and Near-Term Projections 2015 Edition*. August 25, 2015. Saatavissa: [https://emp.lbl.gov/sites/all/files/pv\\_system\\_pricing\\_trends\\_presentation\\_0.pdf](https://emp.lbl.gov/sites/all/files/pv_system_pricing_trends_presentation_0.pdf)

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.

Tuomi, T. (2015). *Verkkoon kytketyn sähkön pientuotannon tilastointi alkaa*. Suomen Lähienergialiiton sivuilla julkaistu uutinen 10.12.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.1.2016]. Saatavissa: <http://www.lahienergia.org/4156-2/>

Työ- ja elinkeinoministeriö (2009). *Ehdotus tuulivoiman syöttötariffiksi. Syöttötariffityöryhmän väliraportti*. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/24646/Sy\\_tt\\_tariffiryhm\\_n\\_v\\_liraportti\\_liite\\_1.pdf](http://www.tem.fi/files/24646/Sy_tt_tariffiryhm_n_v_liraportti_liite_1.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö (2014a). *Pienimuotoisen energiantuotannon edistämistyöryhmän loppuraportti*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 55/2014.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2014b). *Selvitys sähkön pientuotannon nettolaskutusmenetelmästä*. Työ- ja elinkeinoministeriön raportti 23.6.2014.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2016). Työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivujen materiaali. Energiatuen linjaukset vuodelle 2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.3.2016]. Saatavissa: [https://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen\\_maara](https://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen_maara)

Vaasan Sähkö (2016). Vaasan Sähkön verkkosivujen materiaali. Tuotteet ja hinnat. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 26.2.2016]. Saatavissa: <http://www.vaasansahko.fi/FI/Sisalto/Pages/Yleiss%C3%A4hk%C3%B6.aspx>

Vahtinen, O. (2010). *Pienvoimantuotannon aggregointi virtuaaliseksi voimalaitokseksi*. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Sähkötekniikan laitos. Diplomityö. 65 s.

Valtonen, P. & S. Honkapuro (2010). *Aggregaattoritoiminnan ja -palveluiden toteutavuus Suomessa*. Lappeenranta University of Technology. Tutkimusraportti. 45 s.

Virta, I. (2016). Fortumin oikosulku. Talouselämässä julkaistu artikkeli. *Talouselämä* nro 2, 15.1.2016, 26–33.

- Virtanen, S. (2015). Tanskaan nousee valtaisa aurinkovoimala – 239 0000 paneelia, huipputeho 60 MW. *Tekniikka & Talous* -lehden verkkosivuilla julkaistu artikkeli 15.8.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 23.3.2016]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/tanskaan-nousee-valtaisa-aurinkovoimala-239-0000-paneelia-huipputeho-60-mw-3328264>
- VTT (2015). *Distributed Energy Systems – DESY*. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. VTT Technology 224. ISBN 978-951-38-8318-8. 186 s.
- Wassermann, S., W. Hauser, U. Klann, K. Nienhaus, M. Reeg, B. Riehl, N. Roloff & W. Weimer-Jehle (2012). *Renewable energy policies in Germany: analysis of actors and new business models as a reaction to the redesign and adjustment of policy instruments*. 12th IAEE European Energy Conference, 9.-12. Sep. 2012, Venedig, Italien.
- Wirth, H. (2015). *Recent Facts about Photovoltaics in Germany*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.1.2016]. Saatavissa: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/veroeffentlichungen-pdf-dateien-en/studien-und-konzeptpapiere/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>
- Zott, C., R. Amit & L. Massa (2011). The business model: Recent developments and future research. *Journal of Management*, vol. 37, no. 4, 1019–1042.
- Åhlman, T. (2012). *Kysynnänjouston potentiaali ja vaikutukset jakeluverkkoyhtiölle*. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. 92 s.