Tampereen yliopisto

Emmi Karppanen

AURINKOVOIMALA JA SÄHKÖAUTOJEN LATAUSINFRA OSANA ASUINKIINTEISTÖN ENERGIAJÄRJESTELMÄÄ

Energiayhteisöt kannattavan palveluliiketoiminnan lähtökohtana

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastaja: yliopistonlehtori Henrik Tolvanen
Tarkastaja: professori Pertti Järventausta
Maaliskuu 2022

TIIVISTELMÄ

Emmi Karppanen: Aurinkovoimala ja sähköautojen latausinfra osana asuinkiinteistön energiajärjestelmää: Energiayhteisöt kannattavan palveluliiketoiminnan lähtökohtana
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Ympäristö- ja energiatekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Maaliskuu 2022

Sähköautojen ja uusiutuvien energiantuotantomuotojen yleistyminen ovat merkittäviä keinoja saavuttaa hiilineutraali ja päästötön yhteiskunta tulevaisuudessa. Niin Euroopan unionin asetukset ja direktiivit kuin Suomen lainsäädäntö ohjaavat suomalaisia kohti tavoitetta puhtaammasta tulevaisuudesta. Lainsäädännön sekä sähköautojen ja uusiutuvien energiantuotantomuotojen hintojen laskun myötä yhä useammalla kuluttajalla on mahdollisuus tehdä kestäviä valintoja ja investointeja.

Monet taloyhtiöt jättävät investoimatta aurinkosähköjärjestelmään sen kannattamattomuuden vuoksi. Järjestelmän mitoitus on olennaisessa osassa, sillä ylituotanto ei tuo kannattavuutta. Ongelmana onkin se, että aurinkosähköä on voinut hyödyntää ainoastaan kiinteistösähkönä. Aurinkosähkön käyttöä on kuitenkin mahdollista tehostaa taloyhtiössä muodostamalla energiayhteisö, jolloin aurinkosähköä voi hyödyntää myös asukkaiden huoneistoissa. Tällä hetkellä tarjolla olevat energiayhteisömallit ovat takamittarointi- ja hyvityslaskentamalli. Takamittarointimallissa taloyhtiöllä on yhteinen sähkö- ja verkkopalvelusopimus, jolloin asukkaat säästävät sopimusten perusmaksuissa. Tämä tarkoittaa sitä, että asukkaat eivät voi kilpailuttaa omia sähkösopimuksiaan, ja siksi mallin käyttöönotto vaatiikin yhtiökokouksen yksimielisen hyväksynnän. Puolestaan hyvityslaskennassa tällaisia ominaisuuksia ei ole, jolloin se on helpompi ottaa käyttöön. Energiayhteisöjä on mahdollista tarjota myös palveluna, ja hyvityslaskentamallia tarjoaakin jo osa sähköverkkoyhtiöistä.

Tämän työn tavoitteena on selvittää aurinkosähköjärjestelmien ja energiayhteisöjen mahdollisuuksia taloyhtiöissä sekä millaisia hyötyjä ja heikkouksia energiayhteisöihin liittyy. Tutkimusmenetelminä työssä käytetään niin laskentaa kuin asiantuntijahaastattelujakin. Lisäksi tämä työ selvittää, millaisen energiapalveluliiketoiminnan pohjan energiayhteisö voi luoda. Palveluliiketoimintamallin luomisessa hyödynnetään business model canvasia sekä laskennan ja haastattelujen tuloksia.

Työn tutkimus osoittaa, että energiayhteisön ja aurinkosähköjärjestelmän kokonaisuus voi tuoda jopa 64 % säästön asuinkiinteistön sähkölaskuun. Laskennassa ei otettu huomioon investointikustannuksia tai tehonohjausta. Tehonohjaus toisi asuinkiinteistölle lisäsäästöjen mahdollisuuden. Haastattelututkimuksen tulokset osoittavat, että haastateltavat suhtautuivat energiayhteisöihin mielenkiinnolla ja näkevät niissä paljon potentiaalia sekä etuja. Haastateltavat tunnistivat myös energiayhteisön heikkouksia, joista yksi merkittävin on energiayhteisöjen toiminnan ja kokonaisuuden ymmärtäminen. Laskennan ja haastattelujen perusteella muodostetun palveluliiketoimintamallin tärkeimmät huomiot ovat palvelun vastuullisuus, kokonaisvaltaisuus ja vaivattomuus asiakkaalle.

Tämä diplomityö tarjoaa katsauksen energiayhteisöistä sekä niiden hyödyistä ja heikkouksista aurinkosähköstä ja energiayhteisöistä kiinnostuneille kerrostaloasukkaille. Työ ei kuitenkaan käsittele investointisummia tai palvelumaksujen suuruutta tarkemmin, jolloin pelkästään tämän tutkimuksen perusteella päätöstä aurinkosähkön investoinnista tai energiayhteisön perustamisesta ei kannata tehdä. Tutkimus tarjoaa kuitenkin tietoa ja ymmärrystä energiayhteisöihin liittyen. Lisäksi diplomityö toimii esikatsauksena energiayhteisöön pohjautuvalle palveluliiketoiminnalle. Tämän työn luomat palveluliiketoiminnan raamit auttavat potentiaalisia palveluntarjoajia palvelumuotoilussa. Tämän työn pohjalta jatkotutkimusta tulisi siis tehdä investointilaskennan sekä palvelumuotoilun suhteen.

Avainsanat: Aurinkosähkö, asuinkiinteistö, energiayhteisö, energiapalvelu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Emmi Karppanen: Solar power plant and electric vehicle charging infrastructure as part of a residential building's energy system: Energy communities as a starting point for profitable service business
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Programme in Environmental and Energy Engineering
March 2022

The proliferation of electric vehicles and renewable energy production are important ways to achieve a carbon-neutral and zero-emission society in the future. Both Finnish legislation and European Union regulations and directives guide Finns towards the goal of a cleaner future. With legislation and falling prices of electric vehicles and renewable energy, more and more consumers can make sustainable choices and investments.

Many housing companies fail to invest in a photovoltaic system because of its unprofitability. The sizing of the system is an essential part, as overproduction does not bring profitability. The problem is that it has only been possible to use solar power as real estate electricity. However, it is possible to increase the efficiency of using solar power in residential buildings by forming an energy community, which enables the use of solar power also in the apartments. There are two energy community models currently available. In one of them, the housing company has a joint electricity and network service contract, which saves residents on the basic fees of the contract. This means that residents cannot put their own electricity contracts out to tender, and therefore the use of the model requires the unanimous approval of the general meeting. In the second model, on the other hand, there are no such features, making it easier to implement. It is also possible for energy companies to offer energy community as a service, and some of the electricity network companies already offer the second model.

The aim of this work is to find out the possibilities of photovoltaic systems and energy communities in residential buildings and the advantages and disadvantages of energy communities. Both calculation and expert interviews are used as research methods in the work. In addition, this work explores what kind of energy service business base the energy community can create. Business model canvas and the results of calculations and interviews are utilized in the creation of the service business model.

The research of the work shows that the energy community and the photovoltaic system can bring up to 64% savings in the electricity bill of a residential property. Investment costs or power control were not considered in the calculation. Power control would provide an opportunity for additional savings for residential buildings. The results of the interviews show that the interviewees were interested in energy communities and see a lot of potential and benefits in them. Interviewees also identified weaknesses in the energy community, one of the most significant of which is the understanding of the functioning of energy communities. The most important observations of the service business model, formed based on calculations and interviews, are the responsibility, comprehensiveness and ease of service for the customer.

This Master of Science thesis provides an overview of energy communities and their benefits and weaknesses for apartment residents interested in photovoltaics and energy communities. However, the work does not consider the investment or the service fees, therefore it is not advisable to decide on the investment of solar power or the establishment of an energy community based on this study alone. However, this research provides information and understanding regarding energy communities. In addition, this thesis serves as a preliminary overview of the energy community-based service business. The service business framework created by this work will help potential service providers in service design. Based on this work, further research should be done in terms of investment calculation and service design.

Keywords: Solar power, residential building, energy community, energy service

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty YIT Oyj:n tarpeisiin. YIT:ltä sain ammattitaitoista ja motivoivaa ohjaamista, josta haluan kiittää Hanna Sölliä. Kiitos myös Aki Pirttijärvi tärkeistä kommenteistasi. Olen myös kiitollinen yliopistonlehtori Henrik Tolvaselle ja professori Pertti Järventaustalle osaavasta ja kannustavasta ohjaamisesta diplomityön parissa. Haluan myös kiittää henkilöitä, jotka osallistuivat tämän työn haastatteluihin. Teidän mielipiteenne ja avoimuutenne mahdollistivat tutkimuksen etenemisen.

Opiskeluaikani oli ikimuistoinen ja kiitos siitä kuuluu opiskelukavereilleni. Erityiskiitos menee Töhötytöille: Liisalle, Ida-Marialle ja Helmille. Ilman teidän seuraanne, tukeanne, vitsejänne ja nauruanne opiskeluaikani olisi ollut tylsää. Haluan kiittää myös perhettäni koko opintojeni ajan saamastani tuesta ja kannustuksesta. Isoin kiitos kuuluu kuitenkin rakkaalle Tuukalle, joka on aina ollut valmis kuuntelemaan ja auttamaan tilanteesta riippumatta. Tukesi ja kannustuksesi on ollut korvaamatonta.

Tampereella, 11.3.2022

Emmi Karppanen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
2. KIINTEISTÖN ENERGIANHALLINTA 4
2.1 Asuinkiinteistöt Suomessa 4
2.2 Aurinkosähkö asuinkiinteistössä 6
2.3 Sähköautot asuinkiinteistöissä 11
2.4 Energianhallinnan haasteet 14
3. ENERGIAYHTEISÖT JA NIIDEN LIIKETOIMINTAPOTENTIAALI 16
3.1 Kiinteistön sisäinen energiayhteisö 16
3.2 Energiayhteisön hyödyt ja haasteet 19
3.3 Energiayhteisöihin liittyvä lainsäädäntö 21
3.4 Energiapalvelujen liiketoimintamallit 25
3.5 Energiayhteisöistä palveluliiketoimintaa 30
4. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO 32
4.1 Tutkimuksen eteneminen 32
4.2 Tarkasteltava kohde 34
4.3 Haastattelututkimus 37
4.4 Laskenta energiayhteisön tuomista säästöistä 41
4.5 Palveluliiketoimintamallin muodostaminen 44
5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU 45
5.1 Energiayhteisömallien tuomien säästöjen laskenta 45
5.2 Energiayhteisön edut ja heikkoudet 51
5.3 Palveluliiketoimintamalli energiayhteisölle 56
6. YHTEENVETO 62
LÄHTEET 65
LIITE A: ESITYSMATERIAALI 71
LIITE B: AURINGON KUUKAUSITTAINEN KOKONAISSÄTEILYENERGIA 45° KALLISTETULLE JA ETELÄÄN SUUNNATULLE PINNALLE ETELÄ-SUOMESSA 72

KUVALUETTELO

Kuva 1. *Kerrostaloasukkaan kuormitusteho vuorokaudessa (Energiavirasto 2018) 5*

Kuva 2. *Sähkötuotanto Suomessa vuonna 2021 energialähteittäin (Energiateollisuus 2022) 6*

Kuva 3. *Aurinkojärjestelmien yksikköhinnat eri kokoluokissa (ei arvonlisäveroa) (Auvinen & Rummukainen 2020) 9*

Kuva 4. *Suomen autokannan kehitys (perustuu lähteeseen Autoalan tiedotuskeskus 2021) 11*

Kuva 5. *Kiinteistön sisäinen energiayhteisö (muokattu lähteestä Pahkala et al. 2018) 17*

Kuva 6. *Business model canvas (muokattu lähteestä Osterwalder et al. 2010) 29*

Kuva 7. *Tutkimuksen eteneminen 34*

Kuva 8. *Taloyhtiön kuormitusprofiili tammikuussa (perustuu lähteeseen Energiavirasto 2018) 35*

Kuva 9. *Taloyhtiön kuormitusprofiili heinäkuussa (perustuu lähteeseen Energiavirasto 2018) 36*

Kuva 10. *Parkkipaikan käyttöaste (perustuu lähteeseen Thigpen 2018) 37*

Kuva 11. *Energiayhteisöjen tuomat säästöt taloyhtiön sähkölaskuun 48*

Kuva 12. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 6. tammikuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 40 % on peitetty aurinkopaneeleilla 49*

Kuva 13. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 7. heinäkuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 40 % on peitetty aurinkopaneeleilla 50*

Kuva 14. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 7. heinäkuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 25 % on peitetty aurinkopaneeleilla 51*

Kuva 15. *Energiayhteisön edut ja heikkoudet 53*

Kuva 16. *Asiakkaan edut ja haasteet energiayhteisöpalvelussa 55*

Kuva 17. *Palveluntarjoajan edut ja haasteet energiayhteisöpalvelussa 56*

Kuva 18. *Palveluliiketoiminnan business model canvas 60*

LYHENTEET JA MERKINNÄT

BMC	Business model canvas
EaaS	Palvelumalli, jossa energiaa tarjotaan palveluna, eli asiakkaiden ei tarvitse itse investoida. (engl. Energy as a Service) (Cleary & Palmer 2019)
ESA	ESCO-mallista kehittynyt palvelumalli, jossa yritys tarjoaa asiakkaalle laitteiston energiatehokkuuden parantamiseksi. Laitteisto säilyy yrityksen omistuksessa. Ks. ESCO. (engl. Energy Service Agreement) (Cleary & Palmer 2019)
ESCO	Palvelumalli, jossa palveluntarjoaja parantaa asiakkaan energiatehokkuutta. Palveluntarjoajan tuotot perustuvat asiakkaan energiasäästöihin. (engl. Energy Service Company) (Cleary & Palmer 2019)
EU	Euroopan unioni
EVE	Ohjelma, jonka tarkoituksena oli edistää sähköautojen teknologiaa ja palveluja Suomessa. (engl. Electric Vehicle Systems) (Antikainen 2016)
MESA	Palvelumallirakenteeltaan hyvin samanlainen kuin ESA, mutta MESA tarjoaa lisäksi sähkönhallintaa. (engl. Managed Energy Service Agreement) (Cleary & Palmer 2019)
PPA	Pitkäaikainen sähkönostosopimus, joka edesauttaa uusiutuvien energianlähteiden käyttämistä ilman kuluttajan investointia järjestelmään. (engl. Power Purchase Agreement) (Cleary & Palmer 2019)

1. JOHDANTO

Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki on 10 300 kg CO_2e/hlö/vuosi, josta 20 % syntyy asumisen päästöistä. Asumisen päästöt muodostuvat pääasiassa lämmityksestä ja sähkön käytöstä. (Sitra 2018) Näiden päästöjen vähentämiseen on käytettävissä suhteellisen yksinkertaisia keinoja. Yksi keino päästöjen vähentämiseen on fossiilisesta energiantuotannosta siirtyminen päästöttömiin vaihtoehtoihin. Erilaiset ennakkoluulot ja epätietoisuus uusiutuvista tuotantomuodoista ja niiden kannattavuudesta usein estävät niiden hankinnan. Muutosta kohti vihreämpää ja kestävämpää tulevaisuutta on edistettävä, ja sitä vauhditetaan erilaisin lainsäädännöllisin keinoin.

Lainsäädännön muuttuessa ja ilmastotoimien lisääntyessä muun muassa sähköautojen määrä ja aurinkosähkön tuotanto lisääntyvät. Niiden lisääntyminen näkyy myös asuinkiinteistöissä. Sähköautojen latauspisteitä löytyy jo asuinkiinteistöjen yhteydestä, mutta aurinkosähköjärjestelmät ovat vielä melko harvinaisia. Kerrostalojen aurinkosähkön hyödyntäminen ei ole ongelmatonta, sillä asukkaille aurinkosähköjärjestelmän investoiminen vaikuttaa kalliilta ja vaikealta prosessilta. Järjestelmän mitoituksen kanssa tulee olla tarkkana, sillä järjestelmä on kannattava vain silloin, kun sähköä tuotetaan oman tarpeen mukaan. Lisäksi kerrostalojen huoneistoihin aurinkosähköä ei ole ennen sähkömarkkinalain uudistusta ollut mahdollista hyödyntää, jolloin mitoitus on pitänyt tehdä kiinteistösähkön, kuten käytävien valaistuksen, ilmanvaihdon ja hissin kuluttaman sähkön, mukaisesti. (Koskela et al. 2019; Lehto et al. 2021)

Taloyhtiön on kuitenkin mahdollista järkeistää aurinkosähkön tehokkaampi käyttö muodostamalla paikallinen kiinteistön sisäinen energiayhteisö. Energiayhteisö koostuu aktiivisista kuluttajista, jotka ovat kiinnostuneita kestävistä energiaratkaisuista. Se mahdollistaa aurinkosähköjärjestelmien mitoittamisen suuremmaksi sekä aurinkosähkön hyödyntämisen kerrostalohuoneistoissa. Energiayhteisöjä on tällä hetkellä kahta eri mallia; takamittarointi- ja hyvityslaskentamalli, joista jälkimmäinen on tullut mahdolliseksi vuonna 2021. (Pahkala et al. 2018; Koskela et al. 2019; Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021) Energiayhteisöt ovat siis melko uusi asia etenkin tavallisille asukkaille, joten tiedon ja ymmärryksen levittäminen on vielä varhaisessa vaiheessa.

Juuri tämän uutuuden vuoksi tieteellisiä artikkeleja energiayhteisöistä Suomessa ei löydy montaa. Kuitenkin vuoden 2021 lopulla julkaistiin ProCemPlus projektin loppuraportti,

jossa tarkastellaan energiayhteisöjen laajenemista energiaekosysteemeiksi muun muassa lainsäädännön, liiketoiminnan ja pilottikohteiden kautta. Projektin aikana myös tehtiin kymmenkunta kansainvälistä julkaisua painottuen enemmän tai vähemmän energiayhteisöihin. (Tampereen yliopisto et al. 2021) Ruggiero et al. (2018) artikkelissa tutkittiin Suomessa olevia energiayhteisöprojekteja ja niiden mahdollisuuksia laajentua. Artikkelissa käytetty termi ”community energy” käännettiin vastaamaan kuitenkin enemmän lähienergia-sanaa. Muissa maissa energiayhteisöt ovat yleisempiä kuin Suomessa. Brummer (2018) tutkii artikkelissaan energiayhteisön hyötyjä ja rajoitteita Isossa-Britanniassa, Saksassa ja Yhdysvalloissa. Artikkelin mukaan energiayhteisöt tuovat kattavasti taloudellisia etuja, toimivat ilmastotekoina sekä lisäävät ihmisten energiatietoisuutta. Rajoitteiksi tunnistettiin muun muassa lainsäädäntö, skeptisyys sekä osaamisen ja tiedon puute.

Energiayhteisöillä tarkoitetaan eri maissa eri asioita ja sen merkitys voi vaihdella muutenkin konteksteittain. Energiayhteisö-käsitteen moninaisuuden sekä uutuuden johdosta diplomityössä tehtävä tutkimus täydentää jo olemassa olevaa tutkimuskenttää. Tässä työssä tarkastellaan sähköautojen latausinfraa käyttävien asuinkerrostalojen mahdollisuuksia hyödyntää aurinkosähköä. Latausinfran käyttämisen oletuksen taustalla ovat sähköautojen määrän ennustettu kasvu. Toinen tärkeä teema on energiayhteisöjen kautta muodostuvan palveluliiketoiminnan mahdollisuudet. Diplomityön tarkoituksena on selvittää energiayhteisön tuomat edut ja haasteet taloyhtiöille sekä millainen palvelu olisi mahdollista muodostaa työn perusteella.

Tämän työn tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten aurinkosähköä voidaan hyödyntää sähköautojen latausinfraa käyttävässä kerrostalokiinteistössä?
2. Mitä lainsäädännöllisiä muutoksia aurinkosähkön hyödyntämiseen ja energiayhteisöihin liittyen on viime aikoina tullut?
3. Mitä hyötyjä eri energiayhteisömalleilla on kuluttajalle ja palveluntuottajalle tarkastelluissa tapauksissa?
4. Mistä asiakkaan ja palveluntarjoajan kustannukset sekä tuotot ja säästöt koostuvat ja kuinka suuret ne ovat tässä työssä tarkastelluissa tapauksissa?
5. Mikä tässä työssä tarkastelluista kokonaisuuksista tarjoaa parhaan pohjan liiketoimintamallille?

Työn toisessa luvussa käsitellään Suomen asuntokantaa sekä taloyhtiöiden mahdollisuuksia hyödyntää aurinkosähköä ja sähköautojen latausta. Kolmannessa luvussa paneudutaan energiayhteisöihin, niiden hyötyihin ja haasteisiin. Luvussa myös käydään läpi lainsäädännölliset rajoitteet ja kannusteet energiayhteisöihin liittyen. Lisäksi energialiiketoiminnan ja -palvelujen malleja sekä muodostamista käsitellään kolmannessa luvussa. Näiden teorialukujen jälkeen neljännessä luvussa käydään läpi työssä käytetyt tutkimusmenetelmät sekä aineistot. Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksissa saadut tulokset. Lopuksi luvussa kuusi tehdään työstä ja tärkeimmistä havainnoista yhteenveto.

2. KIINTEISTÖN ENERGIANHALLINTA

Kiinteistön energianhallinta sisältää energiakulutuksen seurantaa, kuntotarkastuksia ja energiansäästötoimien arvioimista ja toteuttamista. Sen tarkoituksena on parantaa kiinteistön energiatehokkuutta. Lisäksi hyvä energianhallinta voi tuoda kiinteistölle kustannussäästöjä. Kiinteistöjen energianhallinnan merkitys on viime vuosina korostunut niin lainsäädännön kuin ilmastotoimien myötä. Kiinteistön energianhallinta onkin siis asia, johon kannattaa panostaa. Tämä diplomityö painottuu uusien asuinrakennusten tarkasteluun, ja kiinteistön energianhallinnassa keskitytään sähköön.

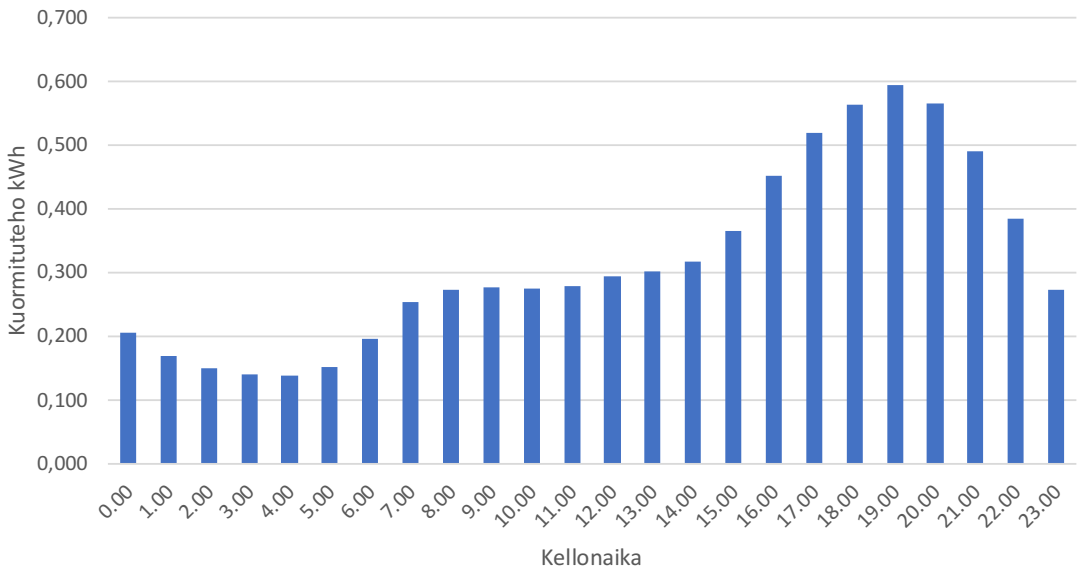
2.1 Asuinkiinteistöt Suomessa

Vuonna 2020 Suomessa asuinkerrostalojen määrä oli 65 000 eli noin viisi prosenttia kaikista asuinrakennuksista. Jos tarkastellaan rakennuksien sijaan asuntoja, kerrostaloasuntoja on 47 % kaikista asunnoista. (Tilastokeskus 2021a) Vielä vuonna 2010 uusia pientaloasuntoja valmistui kerrostaloasuntoja enemmän. 2019 tilanne kääntyi kuitenkin toisinpäin ja nykyään kerrostaloasuntoja valmistuu selkeästi enemmän kuin pientaloasuntoja. (Tilastokeskus 2021e) Yleisestikin asuntorakentaminen on nyt kasvussa. Vuonna 2021 maalis-toukokuussa myönnettiin rakennuslupia reilulle 13 000 asunnolle, mikä on noin 22,6 % enemmän vuoden takaisesta. (Tilastokeskus 2021d)

Aiempina vuosikymmeninä asuntokanta kasvoi nopeasti, mutta kasvutahti on hidastunut huippuvuosista. Suomessa rakentaminen oli huipussaan 1970- ja 1980-luvuilla. (Tilastokeskus 2021b) Näiden vanhojen rakennusten energiankulutus sekä päästöt ovat uusia rakennuksia suurempia, joten niihin tulee kiinnittää huomiota. Rakennusten peruskorjaukset, eristyksen parantaminen sekä ilma- ja maalämpöpumppuihin vaihtaminen ovat esimerkkejä energiatehokkuutta lisäävistä ja päästöjä vähentävistä toimenpiteistä. (Koskela et al. 2019) Tämän työn keskiössä ovat kuitenkin uudet asuinkiinteistöt.

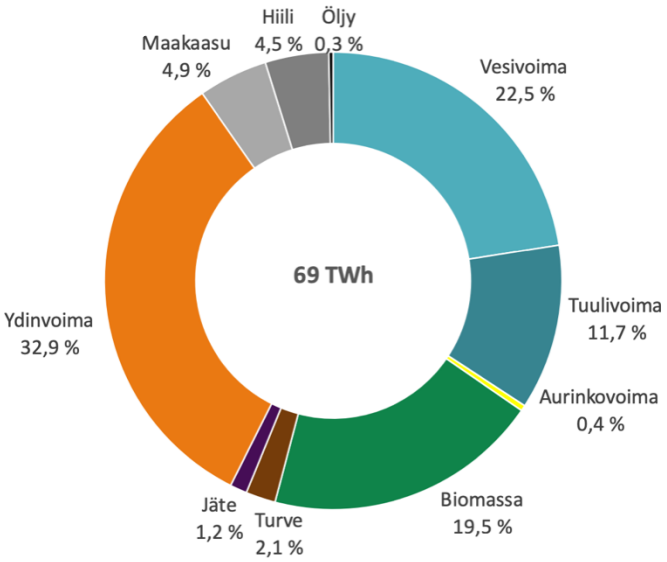
Kaikkien talotyyppien keskipinta-ala on kasvanut 20 m^2 vuoden 1970 takaiseen verrattuna. Asuinkerrostalojen keskimääräinen huoneistopinta-ala on tällä hetkellä 55,5 m^2. (Tilastokeskus 2021b) Asuinpinta-ala korreloi eniten energiankulutuksen kanssa. Asumisen energiankulutuksen kolme suurinta käyttökohdetta ovat tilojen ja käyttöveden lämmitys sekä sähkölaitteet (Tilastokeskus 2020; Tilastokeskus 2021c). Asumisen energiankulutus on laskenut vuosina 2018 ja 2019, mikä on johtunut lämpimistä säistä. Vuonna 2019 asumisen energiankulutus oli noin 65 TWh, josta reilu kolmasosa oli sähköä eli 22,5 TWh. Puolestaan sähkönkulutus ei ole juurikaan muuttunut 2016–2019 välisenä

aikana. (Tilastokeskus 2020) Vuonna 2020 kotitalouksien ja maatilojen osuus kokonaissähkönkulutuksesta oli 28 % (Tilastokeskus 2021c). Pienentääkseen sähkönkulutustaan suomalaiset suosivat vanhojen sähkölaitteiden uusimista, oman sähkönkulutuksen vähentämistä huippukulutuksen aikana ja huonelämpötilan laskemista (Ruostetsaari et al. 2018). Kuvassa 1 on esitetty kerrostaloasukkaan kuormituskäyrä. Käyrä on satunnaisesti valitun päivän kuormitus Energiaviraston tiedostosta (Energiavirasto 2018). Kuvasta nähdään, että kuluttajien sähkönkäyttö ajoittuu iltaan, kun töistä on palattu kotiin.



Kuva 1. *Kerrostaloasukkaan kuormitusteho vuorokaudessa (Energiavirasto 2018)*

Kerrostaloissa käytetty sähkö on jo suurilta osin ympäristöystävällistä, sillä Suomen sähköntuotanto on 87-prosenttisesti hiilidioksidineutraalia. Vuoden sademäärästä riippuen vesivoimalla on merkittävä rooli sähköntuotannossa, mutta sen tuotanto vaihtelee sademäärän mukaan, joten kuivana vuotena vesivoimaa joudutaan korvaamaan fossiilisilla polttoaineilla. Muita merkittäviä huomioita Suomen sähköntuotannosta on, että kolmannes sähköstä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa ja tuulivoiman osuus sähkötuotannosta on kasvanut viime vuosina. (Energiateollisuus 2022) Olkiluoto III valmistuttua Suomen sähköntuotannosta tulee entistä hiilidioksidineutraalimpaa. Vaikka tilanne onkin siis melko hyvä, vielä löytyy parantamisen varaa, esimerkiksi aurinkovoiman osuuden kasvattamisessa. Kuvassa 2 on esitetty vuoden 2021 sähköntuotanto Suomessa energialähteittäin.



Kuva 2. *Sähkötuotanto Suomessa vuonna 2021 energialähteittäin (Energiateollisuus 2022)*

Heinonen & Junnila (2014) ovat tutkineet suomalaisten kotitalouksien energiankulutusmalleja sekä asumista kaupungissa ja maaseudulla. Vertailua tehtiin myös omakoti-, rivitalo- ja kerrostaloasumisen välillä. Tutkimuksen yksi tärkeistä huomioista on se, että energiankäytön vertailun tulos riippuu käytetystä yksiköstä. Jos energiankulutusta verrataan asuinneliöitä kohti, on omakotiasuminen energiatehokkainta. Vertailuyksikön ollessa kotitalous kerrostaloasunto on energiatehokkain sekä maaseudulla että kaupungissa kun taas omakotitalossa kulutus on vertailussa suurinta. Tutkimuksessa käy myös ilmi, että maaseudun kotitaloudet käyttävät vähemmän energiaa jokaisessa asumismuodossa kuin kaupungin kotitaloudet, mikä viittaa käyttäytymiseroihin.

Asuinkerrostaloilta vaaditaan energiatodistus, jossa kerrotaan rakennuksen toteutunut energiankulutus, energiatehokkuusluokka ja energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku. E-luku saadaan, kun kerrotaan ostoenergiankulutus neliömetriä kohden käytetyn energian kertoimella. Kerroin vaihtelee energiamuodon mukaan. Lukuun vaikuttaa rakennuksen kaikki energiankäyttö, eli ilmanvaihto, lämmitys, jäähdytys, valaistus ja käyttöveden lämmitys sekä rakennuksen tekniset järjestelmät ja rakennusosat. (Motiva 2021c; Motiva 2021d) Uudet lähes nollaenergiarakennukset sijoittuvat yleisesti B-energialuokkaan, ja joskus A-luokkaan. (Motiva 2021c).

2.2 Aurinkosähkö asuinkiinteistössä

Aurinkosähköjärjestelmiä voi olla kahdenlaisia; on-grid- ja off-grid-järjestelmiä. Verkkoon liitetty eli on-grid-aurinkosähköjärjestelmä koostuu aurinkopaneeleista ja vaihtosuuntaa-

jasta eli invertteristä sekä joissain tapauksissa akkuvarastosta. Akku ei ole on-grid-järjestelmässä pakollinen, koska siinä ”energiavarastona” toimii jakeluverkko. Off-grid-järjestelmään eli verkkoon kytkemättömään järjestelmään akku kuuluu. Off-grid-järjestelmät ovat yleisiä mökeillä, ja järjestelmää kutsutaankin myös mökkijärjestelmäksi. (Lehto et al. 2021) Tässä työssä keskitytään verkkoon liitettyihin aurinkosähköjärjestelmiin.

Aurinkopaneelit ovat aurinkosähköjärjestelmän tunnetuin osa. Yleisimmät kaupalliset aurinkopaneelit ovat yksi- tai monikiteisiä piikennoja tai ohutkalvokennoja. Yhden paneelin nimellisteho on 200–330 W_p eli piikkiwattia, joka ilmoittaa tehon standardiolosuhteissa. Aurinkosähköjärjestelmässä tarvitaan myös vaihtosuuntaaja eli invertteri, joka muuntaa paneelien tuottaman tasavirran vaihtovirraksi. Invertteri voi olla yksi- tai kolmevaiheinen riippuen aurinkosähköjärjestelmän koosta sekä sähkölaitteista ja niiden ryhmittelystä. Pieniin järjestelmiin käytetään yksivaiheista invertteriä, jolloin aurinkosähköä voidaan käyttää vain yhdessä vaihteessa. Invertteri-termi voi nykypäivänä tarkoittaa vaihtosuuntaajan lisäksi kaikkia paneelistoon liitettäviä keskuslaitteita, kuten verkkoonliityntälaitetta tai akkusäädintä. (Lehto et al. 2021) Tässä työssä invertterillä tarkoitetaan vaihtosuuntaajaa.

Viime vuosikymmeninä invertterit ovat kehittyneet merkittävästi. Vuonna 2014 invertterin hinta oli 0,1 €/W_p, jolloin niiden hinta oli laskenut 90 senttiä verrattuna 24 vuoden takaiseen hintaan. Suotuisan hintakehityksen taustalla on tehopuolijohteiden parantuminen sekä uudet piiritopologiat. Hintakehityksen lisäksi invertterien hyötysuhteet sekä tehotiheydet ovat kasvaneet. Inverttereistä on myös tehty älykkäämpiä, jolloin ne parantavat sähköjärjestelmän suorituskykyä ja niitä voidaan hyödyntää muun muassa valvonnassa. (Fraunhofer ISE 2015) Femia et al. (2013) artikkelissa on simuloitu mallia liittyen asuinkiinteistössä käytettävään älykkääseen invertteriin, jonka ominaisuuksiin kuuluvat energian varastointi ja kuormanhallinta. Simulaatioiden tuloksena saatiin, että varastointi ja kuormanhallinta lisäävät järjestelmän taloudellista hyötyä sekä lisäävät aurinkosähkön käyttöä omassa kulutuksessa. Mallin avulla voidaan myös tunnistaa järjestelmälle sopivin akku.

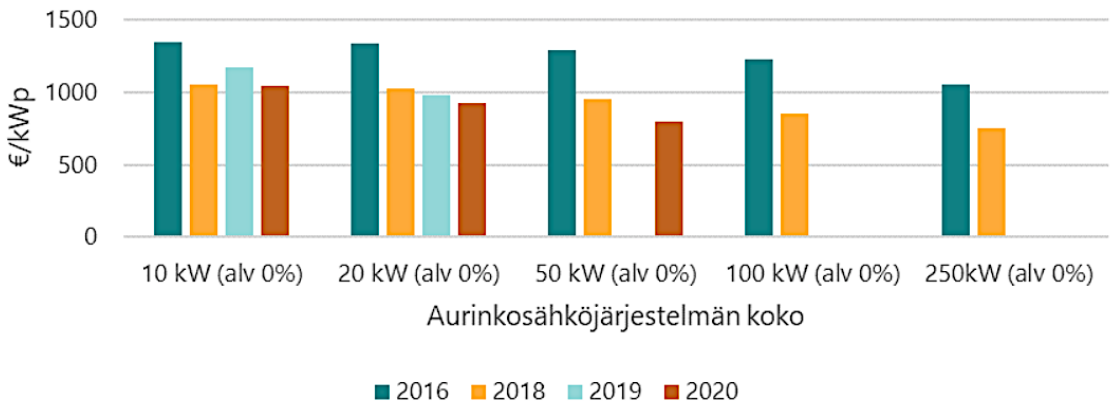
Aurinkosähköjärjestelmä on pitkäikäinen, sillä sen käyttöikä noin 30–40 vuotta. Paneelit säilyvät käyttökelpoisina käyttöikänsä loppuun, sillä niiden teho putoaa vuodessa vain 0,3–1 % (Käpylehto et al. 2017). Aurinkosähköjärjestelmä ei vaadi huoltoa, mutta invertterin käyttöiän ollessa noin 20 vuotta joudutaan se vaihtamaan. Aurinkosähköjärjestelmän käyttöaikana onkin tavallista, että invertteri vaihdetaan ainakin kerran. (Käpylehto et al. 2017; Auvinen & Rummukainen 2020)

Aurinkopaneelien asennuksessa tulee ottaa huomioon suuntaus, kallistuskulma ja mahdolliset varjostukset. Suuntauksella voidaan vaikuttaa tuotannon ajoitukseen sekä tuotannon määrään. Etelään ja lounaaseen suunnatut paneelit tuottavat parhaiten ympäri vuoden. Kallistuskulma puolestaan vaikuttaa vuosituotannon jakautumiseen. Optimaalinen kallistuskulma löytyy 30–60 asteen väliltä. Vaihteluvälin pienemmillä asteilla tuotanto on suurempaa kesäkuukausina kuin suuremmilla asteilla, mutta pienempää talvikuukausina. Kallistuskulma voi olla myös optimaaliväliä pienempi tai suurempi riippuen esimerkiksi siitä, kuinka pohjoisessa ollaan. Lisäksi asennuksessa tulee huomioida mahdolliset varjostukset. Niiden vaikutus paneelien tuotantoon on suuri paneelien sisäisen rakenteen ja sarjaan kytkennän vuoksi. Paneelien varjostuksen sietoa on parannettu kytkemällä niihin sisäisiä ohitusdiodeja. Varjostuksia voi myös ehkäistä ryhmittelemällä paneelit järkevästi katolle. (Lehto et al. 2021)

Aurinkopaneelien asentamiseen eri kattotyypeille on erilaiset lähestymistavat. Tasakatolle paneelit asennetaan auringon säteilyn kannalta optimikulmaan ja -suuntaan. Paneelien kiinnitystä varten ei tarvitse tehdä reikiä tai kiinnityspisteitä, vaan ne asennetaan tassujen päälle. Puolestaan konesaumattuun peltikattoon paneelit asennetaan kiinnikkeeseen, joka on samanlainen kuin lumiestekiinnikkeet. Tässäkään asennustavassa kattoa ei vaurioiteta tekemällä siihen reikiä. Palatiilikatolle asennettaessa katosta poistetaan muutamia tiiliä kiinnikkeiden tieltä. Niiden ruuvauksen jälkeen tiilet laitetaan paikoilleen. Asennuksien jälkeen suoritetaan tasavirtakaapelointi paneelistosta sähköpääkeskukseen, johon verkkoinvertteri asennettu, joko ulkoseinää tai jo olemassa olevia johdotuksia pitkin. (Käpylehto et al. 2017) Asennusolosuhteet poikkeavat normaaleista sähkötöistä, minkä vuoksi kaapeloinnissa käytetään kestäviä asennuskaapeleita tai paneelistokaapeleita (Lehto et al. 2021).

Aurinkosähkön lisääntymisen hidasteena on ollut järjestelmien korkeat hinnat. Tekniikan kehittyessä aurinkosähkömoduulien hinnat ovat kuitenkin laskeneet. Fraunhofer ISEn (2015) tekemän tutkimuksen mukaan hintojen oppimisprosentti (engl. learning rate) vuosien 1980–2013 välillä on keskimäärin 20,9 %. Hinnat ovat siis laskeneet 30 vuoden aikana noin 21 %. Tutkimuksessa myös esitetään, että sama tahti jatkuisi myös tulevaisuudessa. Suomessa aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat kääntyneet laskuun vuodesta 2016 lähtien kokoluokasta riippumatta. Esimerkiksi 20 kW järjestelmä maksaa tällä hetkellä noin 950 €/kWp ilman arvonlisäveroa. (Auvinen & Rummukainen 2020) Aurinkosähköjärjestelmien hintaan sisältyvät aurinkopaneelit, järjestelmän suunnittelu- ja asennustyöt sekä invertteri, säätölaitteet ja muut tarvikkeet (Motiva 2021a). Kuvassa 3 on esitettynä isompien aurinkosähköjärjestelmien yksikköhinnat. Kuvasta 3 on myös nähtävissä, että järjestelmän koko vaikuttaa yksikköhintaan: mitä isompi järjestelmä sitä

edullisempi (Auvinen & Rummukainen 2020). Tämä johtuu asennustöihin liittyvistä kiinteistä kustannuksista (Motiva 2021a).



Kuva 3. *Aurinkojärjestelmien yksikköhinnat eri kokoluokissa (ei arvonlisäveroa) (Auvinen & Rummukainen 2020)*

Hankintahintojen lasku ei ole ainoa aurinkosähkön kannattavuutta parantava tekijä. Järjestelmän kannattavuutta voi parantaa mitoittamalla järjestelmä omaan käyttöön sopivaksi. Jos kulutus on pienempää kuin aurinkosähkön tuotto, tulee ylijäämäsähkö syöttää verkkoon. Tästä ylijäämäsähköstä maksettu korvaus on pienempi kuin sen kilowattituntiarvo, jos sen joutuu myöhemmin ostamaan takaisin verkosta, jolloin siihen sisältyvät lisäksi siirtomaksu ja vero. Verkkoon syötetystä sähköstä joutuu myös mahdollisesti maksamaan tuotannon siirron verkkopalvelumaksun sekä veroja. Siksi onkin kannattavinta mitoittaa aurinkosähkö omaan kulutukseen. (Auvinen & Rummukainen 2020; Lehto et al. 2021) Akkuvarastoihin aurinkosähköä olisi mahdollista varastoida, jolloin ylijäämäsähköä ei tarvitsisi myydä verkkoon huonommalla tuloksella. Akkujen hinnat ovat kuitenkin niin korkeat, että niihin investointi ei ole kannattavaa. Akkujen hintojen alentuessa ja sähköhinnan noustessa akkujen lisääminen järjestelmään tulee kannattavaksi. Kannattavuuden arvioinnissa tulee aurinkosähköjärjestelmän komponenttien hintojen sekä järjestelmän mitoituksen lisäksi huomioida työvoimakustannukset, jotka voivat olla jopa kolmasosa aurinkosähköjärjestelmän elinkaarikustannuksista. Työvoimakustannuksiin sisältyvät muun muassa suunnittelu, asennus ja ylläpito. (Lehto et al. 2021)

Kannattavuuden arvioinnissa tulee ottaa huomioon kiinteistön sähkökulutusprofiili, järjestelmän koko tehoina, aurinkosähkön oman käytön osuus, investointikustannukset, aurinkosähkötuotannon vuosittainen vähenemä, invertterin vaihdon aiheuttamat kustannukset sekä vakuutukset. Kannattavuuden laskennassa voi käyttää energian tuotantohinta -menetelmää, sisäinen korkokanta -menetelmää tai nettonykyarvomenetelmää. Takaisinmaksuaikamenetelmä ei sovellu kannattavuuden arviointiin, sillä aurinkosähköjärjestelmän tuottoja tulee tarkastella sen elinkaaren yli. (Lehto et al. 2021)

Taloyhtiöllä on neljä mahdollista aurinkosähkön tuotantomallia: aurinkosähköä tuotetaan vain kiinteistösähkön kulutukseen, aurinkosähköä tuotetaan sekä kiinteistösähkön että asukkaiden kulutukseen joko takamittarointi- tai hyvityslaskentamallilla tai asukas tuottaa aurinkosähköä vain omaan käyttöönsä. Ensimmäisessä vaihtoehdossa aurinkosähköjärjestelmän tuottama sähkö vähentää kiinteistön ostosähkön tarvetta. Asukkaat eivät itse hyödy tuotetusta sähköstä, ja ylijäämäsähkö myydään verkkoon. (Lehto et al. 2021) Takamittaroinnin ja hyvityslaskennan toimintaperiaatteet käsitellään energiayhteisöjen yhteydessä luvussa 3.1. Myös yksittäinen asukas voi hankkia aurinkopaneelin kerrostalon katolle. Asukas hakee taloyhtiöltä luvan aurinkopaneelille ja investoi siihen itse. Paneelit kytketään asukkaan kulutuksen puolelle, jolloin tuotettu sähkö hyödynnetään kyseisen asukkaan käyttöön vähentäen hänen ostosähkönsä määrää. Tämä ei ole kuitenkaan kovin kannattavaa, sillä aurinkosähkön tuotanto ja yhden asukkaan kulutus eivät juurikaan kohtaa. (Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021) Tuotettu ylijäämäsähkö siirretään siis verkkoon, josta asukas saa pienen korvauksen.

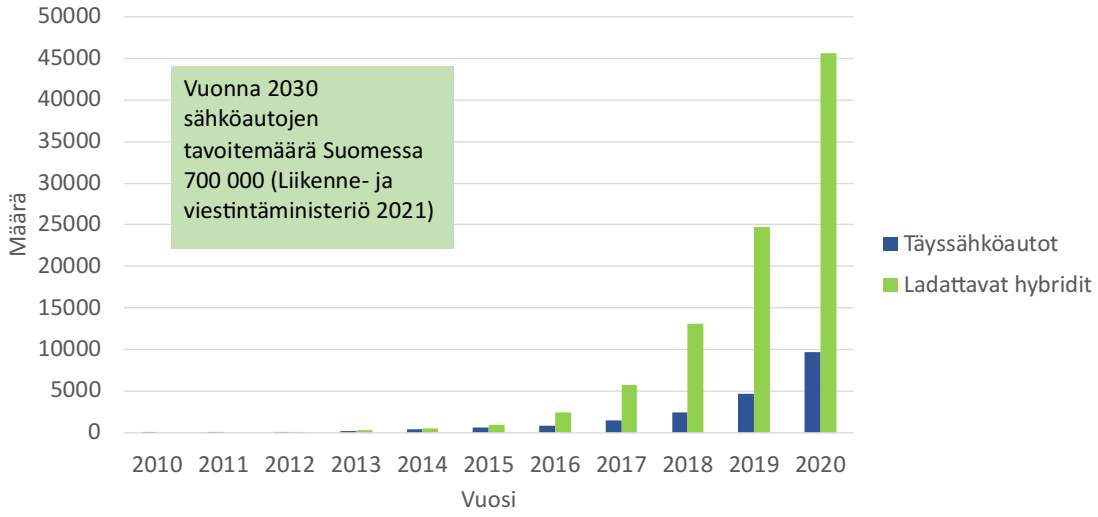
Kiinteistöjen aurinkosähköjärjestelmän hankkimista on myös helpotettu siten, että pienet järjestelmät eivät ole sähköverovelvollisia. Aurinkosähköjärjestelmien, joiden nimellisteho on yli 100 kVA:n, on rekisteröidyttävä sähköverovelvollisiksi. Jos järjestelmän vuotuinen sähköntuotanto on yli 800 000 kWh, tulee kiinteistön rekisteröityä sähköntuottajaksi, tehdä veroilmoitukset kuukausittain ja maksaa sähköverot. (Lehto et al. 2021) Käytännössä kiinteistöön harvoin asennetaan niin suuria aurinkosähköjärjestelmiä, että siitä tulisi maksaa sähköveroa.

Aurinkosähköä hyödyntääkseen ei kuitenkaan aina tarvitse investoida ja asennuttaa paneeleja kiinteistöön. Vuodesta 2015 lähtien aurinkosähköä on voinut saada käyttöönsä vuokraamalla aurinkopaneeleja. Paneelien vuokraus on suosiossa erityisesti kerrostaloasukkailla, sillä kerrostaloihin ei aina ole mahdollista asentaa tai investoida aurinkopaneeleja. Vuokrausta tarjoavat muun muassa Helen ja Tampereen Sähkölaitos. (Vikman 2018) Helenillä paneelin voi vuokrata itselleen haluamalleen ajalle hintaan 4,40 €/kk/paneeli. Paneelin voi vuokrata Helenin aurinkovoimaloista Kivikosta, Suvilahdesta tai Messukeskuksesta. (Helen 2020b) Kivikossa yhden paneelin teho on 285 W, jolloin sen vuosituotanto on yhtä suuri kuin 11 % kerrostalokaksion kuluttamasta sähköstä vuodessa (Helen 2020c). Paneeleja voi vuokrata yhden tai halutessaan useamman. Vuokrapaneeli liitetään asiakkaan sähkösopimukseen ja tuotetusta aurinkosähköstä maksetaan hyvitys, joka on keskimäärin 1 €/kk. (Helen 2020b) Aurinkopaneelien vuokraus on siis lähtökohtaisesti ekoteko eikä keino säästää sähkölaskussa (Vikman 2018; Helen 2020b).

2.3 Sähköautot asuinkiinteistöissä

Liikenneviraston (2018) teettämän henkilöliikennetutkimuksen mukaan autolla liikkuminen on edelleen suomalaisten suosituin matkustusmuoto. 45 % matkoista liikutaan autolla ja autoilijalle matkaa kertyy keskimäärin 52 km vuorokaudessa. Liikkumismuodon suosion vuoksi on tärkeää tehdä autoilusta päästötöntä, mikä on yksi edistävä tekijä liikenteen sähköistymiselle. Liikenteen sähköistymistä puoltaa myös se, että sähköautojen energiatehokkuus on parempi kuin polttomoottoriautojen. (Antikainen 2016)

Tekes aloitti vuonna 2011 viisivuotisen EVE-ohjelman (engl. Electric Vehicle Systems), jonka tarkoituksena oli luoda tietoa ja osaamista sähköautojen teknologiasta ja niihin liittyvistä palveluista. Ohjelma koostui viidestä konsortiosta, jotka keskittyivät joko henkilöautoihin ja palveluihin, testaamaan autoteollisuuden palveluja tai julkisen liikenteen ja raskaiden ajoneuvojen sähköistämiseen. EVE-ohjelma tuki Suomen liikenteen sähköistymisen alkuvaihetta. Sen myötä sähköautot yleistyivät ja uusia palvelumahdollisuuksia syntyi. (Antikainen 2016) Kuvassa 4 on esitettynä Suomen sähköautokannan kehitys (Autoalan tiedostuskeskus 2021). Elokuussa 2021 sähköautoja oli Suomessa vajaa 77 500 kappaletta. Vuoden takaiseen lukumäärään verrattuna kasvua on tapahtunut 92 %. (Sähköinen liikenne ry 2021)



Kuva 4. *Suomen autokannan kehitys (perustuu lähteeseen Autoalan tiedotuskeskus 2021)*

Kuvasta 4 nähdään, että sähköautojen määrän selkeä kasvu alkoi 2018. Yksi syy sille on, että sähköauton hankkimiseen on tarjottu vuodesta 2018 lähtien sähköauton hankintatukea. Tuen suuruus on 2 000 € ja sitä on ollut mahdollista saada ja hakea 2018–2021. Tukea voi saada valtiolta ostaessa tai pitkäaikaisvuokratessa sähköautoa, mikäli edellytetyt ehdot täyttyvät. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021; Traficom 2021c) Tuen ehdot

ovat, että auton tulee olla täyssähköinen henkilöauto, tukea voi saada vain yksityishenkilö, vuokrausaika on vähintään kolme vuotta, auton hinta on maksimissaan 50 000 €, auto on uusi, se on hankittu ennen marraskuun loppua ja tukea on haettu myös siihen mennessä sekä valtiolla on vielä määrärahaa käytettävissä. (Traficom 2021c) Fossiilittoman tieliikenteen tiekartassa kerrotaan, että tarkoituksena on jatkaa ja korottaa sähköauton hankintatukea vuosille 2022–2025. Tuen on todettu mahdollistavan sähköauton hankkimisen isommalle osalle kuluttajia ja nopeuttavan liikenteen sähköistymistä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021) Uuden täyssähköauton hinta vaihtelee 20 000–200 000 € välillä (Traficom 2021b) ja uuden ladattavan hybridin hinta 33 000–220 000 € välillä (Traficom 2021a). On arvioitu, että sähköautojen hinnat laskevat polttomoottoriautojen tasolle 2025 (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021).

Ruostetsaari et al. (2016) tutkimuksessa käy ilmi, että suomalaisten halukkuus sähköauton hankkimiseen on ollut heikkoa, mikä näkyy kuvassa 4 sähköautojen hitaana yleistymisenä. Tilanne tästä on kuitenkin muuttunut. Merkittävin tekijä, joka vaikuttaa sähköauton hankintapäätökseen, on auton hankintakustannus, joka koetaan melko suureksi. Tärkeitä tekijöitä ovat myös säästö polttoainekustannuksissa ja mahdollisuus vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Aiemmin mainittu hankintatuki helpottaa sähköauton hankkimista, mutta muitakin keinoja tarvitaan. Sähköauton ostajan tulee vakuuttua myös käytetyn sähköauton arvon säilymisestä sekä akkujen kunnosta, jotta autokantaa on mahdollista sähköistää suuremmissa määrin. Sähköautoista tulisi tehdä kannattavampia kuin polttomoottoriautoista, esimerkiksi päästöverojen, tietullien ja verotuksen avulla. Lisäksi akun vaihdon tulisi olisi olla edullista. Sähköautojen positiivisista vaikutuksista, kuten ilmastovaikutuksista, liikenteen melun ja ilmansaasteiden vähenemisestä, tulisi tiedottaa paremmin, jotta mielikuva ja asenteet muuttuisivat paremmiksi. (Ruostetsaari et al. 2016)

Latausinfran paranemisella on myös suuri vaikutus sähköautojen houkuttavuuteen (Ruostetsaari et al. 2016; Wagner et al. 2020). Koska Suomi on harvaan asuttu maa, välimatkat ovat pitkiä. Sähköautojen toimintasäde on polttomoottoriautoihin verrattuna lyhyempi ja Suomen latausinfra puutteellinen, mikä ei houkuta sähköauton hankkimiseen. Erityisesti puuttuva kattava latausinfra on hidastanut sähköautojen yleistymistä. (Ruostetsaari et al. 2016; Wagner et al. 2020) EU:n suosituksen mukaan sähköautojen latauspisteitä tulisi olla yksi kymmentä sähköautoa kohti vuonna 2020 (Antikainen 2016; Sähköinen liikenne ry 2021). Tavoitteeseen ei ole aivan päästy, sillä vuonna 2021 sähköautojen ja peruslatauspisteiden suhde on 1:16. (Sähköinen liikenne ry 2021) Sähköautokannan kasvaessa latausinfra kehittyy paremmaksi ja sama pätee myös toisinpäin (Wagner et al. 2020).

Ladattavien hybridien akkukapasiteetti on 6–10 kWh ja täyssähköautojen 20–100 kWh. Sähköajoneuvoja on mahdollista ladata neljällä eri tavalla, mutta tässä työssä esitellään vain lataustapa 3, joka on sähköautojen pääasiallinen lataustapa. Asuinkerrostaloissa on myös lataustapa 2 käytössä, mutta tapaa ei ole tarkoitettu pitkäaikaiseen lataukseen, joten sitä ei käydä työssä enempää läpi. Lataustavassa 3 eli peruslatauksessa ajoneuvoon syötetään vaihtovirtaa, mikä edellyttää latauspisteen suojaamista B-tyypin tai joissain tilanteissa A-tyypin vikavirtasuojalla. Lataustavassa 3 latausvirta vaihtelee 6–63 A välillä ja latausteho 1,4–43 kW välillä. Yleisimmin lataustavassa 3 käytetään pistoketyyppiä 2 eli niin sanottua ”Mennekes”-pistoketta. Uudisasuinkerrostalojen yhteydessä on usein pysäköintihalli, jonka seiniin latauspisteet asennetaan. Syöttökaapeli tulee suojata mahdollisilta vaurioilta, esimerkiksi alumiiniputkella. Taloyhtiöiden latauspisteet tulisi varustaa mittauksella, jotta latauksessa kulutettu sähkö osataan veloittaa oikealta asukkaalta. Latauksen kustannukset maksetaan hoitovastikkeen yhteydessä. (ST 51.90 2021)

Sähköautojen lataus verrattuna polttoaineella tankkaukseen on hidasta. Koska sähköautojen lataus on hidasta, tulee sen myötä myös latauspisteiden määrän kasvaa. Kasvun puolesta puhuu myös sähköautojen määrän ennustettu kasvu. Sähköautojen latausinfran tuleekin olla hajautettua ja helposti saatavilla. Näiden pohjalta on perusteltua olettaa, että latauspisteitä tulee olemaan taloyhtiöiden parkkipaikoilla yhä enemmän. Nämä seikat perustelevat 1. tutkimuskysymyksen oletuksen.

Taloyhtiöille sähköautojen latauksen hankkiminen on edelleen melko vaikeaa, kallista ja hidasta (Ruostetsaari et al. 2016). Asuinkiinteistö voi hankkia sähköautojen latauspalvelun joko kuukausittaisella tasaveloituksella tai kuukausittaisella palveluveloituksella sekä sähkönhinnalla. Ensimmäisen vaihtoehdon kuukausiveloitukseen sisältyvät latauslaitteet, -sähkö ja sen mittaus sekä laskutus. Palveluntarjoaja hoitaa siis kaiken ja sen pyytämä summa kattaa kaikki mahdolliset kustannukset. Toisessa palveluvaihtoehdossa palvelumaksuun ei sisälly lataussähkön kustannuksia. Palveluntarjoaja mittaa käytetyn sähkön, joka hyvitetään taloyhtiölle. Sähköautojen latauksen hankkiminen palveluna on siis asuinkiinteistölle helppoa eikä vaadi suuria investointeja. Latauspalvelun voi toteuttaa myös hyvityslaskentaa hyödyntämällä, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 3.1. (Auvinen et al. 2020)

Sähköautojen määrän odotetaan kasvavan tulevaisuudessa ja kasvua pyritään myös aktiivisesti edistämään (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021). On myös mahdollista, että tulevaisuudessa markkinoille tulee muu kestävä liikenneratkaisu, kuten vetyautoilu, joka kilpailee sähköautojen kanssa (Wagner et al. 2020). Suomen tavoitteena on, että kym-

menen vuoden kuluttua liikenteessä olisi 700 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa. Ladattavien hybridien myyntipiikin arvioidaan olevan vuoden 2025 paikkeilla, jonka jälkeen täyssähköautot muuttuisivat yleisimmin ostettaviksi sähköautoiksi. Latausinfran tavoitteeksi vuodelle 2030 on asetettu, että sataa täyssähköautoa kohti on yksi julkinen pikalatausasema sekä jokaista täyssähköautoa kohti tulee olla latauspiste, joka mahdollistaa latauksen yön yli. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021)

2.4 Energianhallinnan haasteet

Taloyhtiöissä on muutama eri keino hyödyntää aurinkosähköä, mutta se ei ole haasteetonta. Aurinkosähkön tuotto riippuu vuodenajasta, vuorokaudenajasta ja säästä, jolloin tuotantoa on vaikea ennustaa ja se ei aina kohtaa kulutuksen kanssa. Kuten luvussa 2.1 todettiin, kuluttajien sähkönkäyttö ajoittuu iltaan, jolloin aurinko ei enää paista. Kun aurinkosähkön tuotto ja asukkaiden kulutus eivät kohtaa, tulee ylijäämäsähkö myydä verkkoon. Ylijäämäsähköstä saatava korvaus on kuitenkin pieni, jolloin sen myyminen ei ole kannattavaa. Oleellista olisikin osata mitoittaa aurinkosähköjärjestelmä omaan tarpeeseen sopivaksi. (Auvinen & Rummukainen 2020) Sää- ja vuorokausiriippuvuutta voidaan hallita investoimalla järjestelmän lisäksi akkuun. Akkuvarastointi mahdollistaa myös aurinkosähköjärjestelmien koon kasvamisen. Tällä hetkellä varastointi ei kuitenkaan ole kannattavaa, sillä akkujen hinnat ovat vielä korkeat ja ne vaativat pitkälle kehittyneen ohjausjärjestelmän eli kykyä ennustaa tulevaa kulutusta ja tuotantoa. (Koskela et al. 2019)

Aurinko- ja tuulivoiman, eli säästä riippuvan sähköntuotannon, lisääntyessä tuotannon ennustaminen muuttuu hankalammaksi. Tämä taas vaikeuttaa tehotasapainon ylläpitämistä. Suomi onkin Euroopan mukana siirtymässä 60 minuutin taseselvitysjaksosta 15 minuutin taseselvitysjaksoon eli varttitaseeseen. Varttitase tarkoittaa, että taseselvitys tehdään 15 minuutin energioiden perusteella. Sen käyttöönoton hyötyjä ovat ennustettavuuden paraneminen, kustannustehokkuus sekä sähköjärjestelmän markkinaehtoisempi tasapainotus. Suomessa varttitase otetaan käyttöön 22.5.2023. Taloyhtiön sähkömittarit tuleekin ennen muutosta tarkistaa, jotta ne pystyvät käsittelemään lisääntyvää datamäärää. (Fingrid 2021b) Tarkastelujakson lyheneminen voi kuitenkin heikentää aurinkosähkön hyödyntämistä taloyhtiössä, sillä aurinkosähkön tuoton ja kulutuksen tulee kohdata lyhyemmän ajanjakson sisällä.

Osa energiahallinnan haasteista olisi ratkaistavissa energiayhteisöjen avulla. Tähän asti aurinkosähköjärjestelmät on mitoitettu kerrostaloissa kiinteistösähkön tarpeeseen. Pieni järjestelmä on ollut kannattavampi pienempien investointikustannuksien ja vähäisen ylijäämäsähkön vuoksi. Energiayhteisön avulla aurinkosähköjärjestelmät voidaan mitoittaa

jopa kaksi kertaa suuremmiksi, sillä tuotettu sähkö pystytään hyödyntämään koko kiinteistössä. Tämän myötä järjestelmästä tulee kannattavampi, kun ylijäämäsähköä ei juurikaan synny. Jos energiayhteisö ottaa käyttöönsä myös akun, aurinkosähköjärjestelmä voidaan mitoittaa mahdollisesti jopa kolminkertaiseksi verrattuna tilanteeseen, jossa akkua tai energiayhteisöä ei ole. (Koskela et al. 2019)

Yhteenvetona todettakoon, että uusiutuva energiantuotanto sekä kestävät liikkumismuodot ovat yleistymässä ja herättävät entistä enemmän kiinnostusta kuluttajissa. Sähköautojen latauspisteet yleistyvät kerrostalojen pysäköintipaikoilla ja oma aurinkosähköntuotanto taloyhtiöiden kiinteistösähköksi on mahdollista. Oman tuotannon vaihtoehtona on myös aurinkopaneelien vuokraus aurinkovoimalasta. Tämä tiivistää myös vastauksen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

3. ENERGIAYHTEISÖT JA NIIDEN LIIKETOIMINTAPOTENTIAALI

Kuten aiemmin tuli esille, aurinkosähkön hyödyntäminen kerrostaloissa ilman energiayhteisöä rajoittuu vain kiinteistösähkön käyttöön. Tämän vuoksi aurinkosähköjärjestelmät ovat pieniä ja aurinkosähkö nähdään kannattamattomana. Energiayhteisö muuttaa tilannetta paremmaksi.

3.1 Kiinteistön sisäinen energiayhteisö

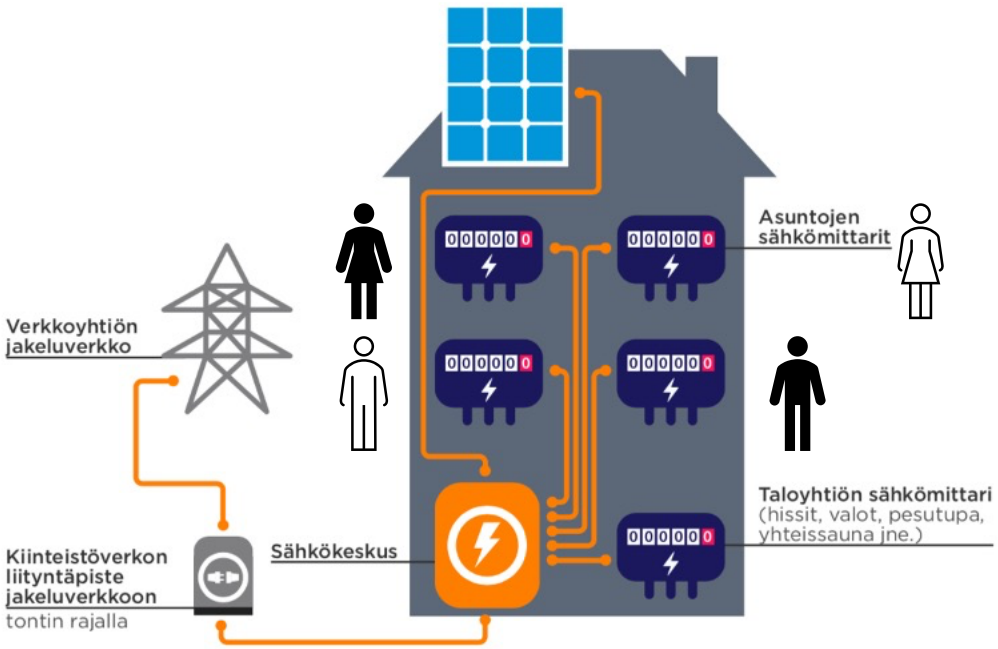
Energian kysynnän kasvaessa ja ilmastonmuutoksen edetessä energian tuotannossa ja kulutuksessa on tapahduttava muutoksia. Yksi isoimmista ja tärkeimmistä muutoksista onkin fossiilisista tuotantotavoista luopuminen ja niiden tilalle kestävämpien ja uusiutuvien tuotantotapojen tuleminen. Muutosta vihreämpään edesauttaa kuluttajien kasvanut kiinnostus kestävien energiaratkaisujen hankkimiseen. Kuluttajat eivät ole enää pelkkiä kuluttajia, vaan monet heistä ovat prosumereita eli tuottaja-kuluttajia. Prosumeri siis sekä tuottaa että kuluttaa sähköä. He ovat hyvin aktiivisia ja kiinnostuneita kestävistä energiaratkaisuista, kuten aurinkosähköjärjestelmistä, sähköautojen latauksesta ja energian hallinnasta. (Parag & Sovacool 2016; Ruostetsaari et al. 2018) Toimiessaan sekä tuottajina että kuluttajina prosumerit säästävät rahaa ja vähentävät päästöjä ja siten edistävät sähkön tuotannon siirtymistä kestävämmäksi. Monet maat ovatkin alkaneet muuttaa lainsäädäntöään prosumereiden toimintaa mahdollistavaksi ja tukevaksi. (Parag & Sovacool 2016)

Ruostetsaaren et al. (2018) tutkimuksen mukaan monet suomalaiset ovat kiinnostuneita ryhtymään prosumereiksi. Erityisesti aurinkopaneelien hankkiminen on suomalaisille kiinnostava omaan sähkönkäyttöön liittyvä vaihtoehto. Tutkimuksessa kerrotaan myös, että 60 % suomalaisista on kiinnostuneita uusista ja kestävistä sähköratkaisuista. Kiinnostukseen vaikuttavat esimerkiksi henkilön koulutustaso ja ammatillinen asema, joiden noustessa kiinnostus ja kokeilunhalu uusia sähköratkaisuja kohtaan nousee lineaarisesti.

Sähköntuotannosta ja kestävistä energiaratkaisuista kiinnostuneet kansalaiset voivat perustaa energiayhteisön, jota voidaan pitää jakamistalouden muotona (Pahkala et al. 2018). Energiayhteisön ja oman tuotannon kautta jäsenien ostosähkön tarve vähenee, jolloin he hyötyvät yhteisöstä rahallisesti. Hyödyt jakautuvat jäsenille sovituissa suhteissa. (Pahkala et al. 2018; Auvinen et al. 2020) Koska energiayhteisöihin liittyy vahvasti

uusiutuvan energian teknologialla tuotettu sähkö, energiayhteisöt vahvistavat uusiutuvien energiantuotantotapojen asemaa. Muita energiayhteisön tunnistettuja etuja ovat energiakulutuksen muuttuminen säästeliäämmäksi ja ihmisten aktivoituminen energiakeskusteluissa. (Auvinen et al. 2020) Aiemmin passiivisista kuluttajista voi myös tulla prosumereita ja energiayhteisön jäseniä, jos sen perustaminen ja liittyminen tehdään heille helpoksi ja kannattavaksi.

Energiayhteisö voi olla muodoltaan hajautettu tai paikallinen. Hajautetun energiayhteisön jäsenet ja sähköntuotantojärjestelmät voivat sijaita maantieteellisesti eri paikoissa. Paikallisia energiayhteisöjä puolestaan ovat kiinteistön sisäiset ja kiinteistörajan ylittävät energiayhteisöt. (Pahkala et al. 2018) Tässä työssä keskitytään kiinteistön sisäisiin energiayhteisöihin. Kiinteistön sisäisellä energiayhteisöllä tarkoitetaan asukasryhmää, jotka asuvat saman kiinteistön alueella ja ovat kiinnostuneita itsetuotetusta sähköstä sekä muista kestävistä energiaratkaisuista. Hyvä esimerkki kiinteistön sisäisestä energiayhteisöstä on asunto-osakeyhtiö. (Pahkala et al. 2018) Kuvassa 5 on esitetty kiinteistön sisäinen energiayhteisö.



Kuva 5. *Kiinteistön sisäinen energiayhteisö (muokattu lähteestä Pahkala et al. 2018)*

Energiayhteisön voi toteuttaa kahden eri mallin avulla. Ensimmäisen toteutustavan avulla voi hyödyntää aurinkosähköä kerrostalossa takamittarointimallilla. Tässä mallissa koko taloyhtiöllä on yksi yhteinen verkkopalvelusopimus, jonka mittauspisteenä on kiinteistöverkon liityntäpiste jakeluverkkoon. Liityntäpiste myös huomioi aurinkosähkön tuo-

tannon vähentäen ostosähkön tarvetta. Takamittaroinnin käyttö edellyttää mittarien vaihtamista taloyhtiön omiksi, mistä syntyy lisäkustannuksia. Tämä lisäkustannus on 200–400 €/asunto, ja se sisältää mittareiden hinnan sekä niiden asennuksen. (Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021) Mittari asennuksineen on mahdollista saada myös halvemmalla 190 € hintaan (Energiavirasto 2021). Uudiskohteissa takamittarointimalli voi olla kannattavampi, sillä mittareiden vaihdosta ei synny lisäkustannusta. Koska takamittarointimallissa taloyhtiöllä on yksi yhteinen sähkö- ja verkkopalvelusopimus, asukkaat säästävät siirto- ja sähkön hankintakustannusten perusmaksuissa. Lisäksi mallin säästöt perustuvat aurinkosähkön lisääntyneeseen hyödyntämiseen, jolloin ostosähkön tarve pienenee. Asukkaat maksavat sähköstä kulutuksensa mukaan, ja laskutuksen voi hoitaa esimerkiksi isännöitsijä tai energiapalvelua tarjoava yritys. Takamittaroinnissa asukkaat luopuvat oikeudestaan kilpailuttaa omat sähkösopimuksensa, minkä vuoksi mallin käyttöönotto taloyhtiössä edellyttääkin yhtiökokouksessa asukkaiden yksimielistä päätöstä takamittaroinnin käyttöönottamisesta. Tällöin myös yhtiöjärjestykseen tulee muutoksia. Yhtiöjärjestykseen kirjataan, miten takamittarointimalli toimii ja mitkä ovat osapuolten vastuualueet. Asukkailla on kuitenkin mahdollisuus irtautua mallista, mikä kannattaa huomioida sähkökeskuksen suunnittelussa, jotta tulevaisuudessa voidaan välttyä suurilta kustannuksilta. Mallista irtaantuneen asukkaan maksettavaksi tulee muutoskustannukset eli oman mittarin vaihto takaisin verkkoyhtiön mittariksi. (Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021) Takamittarointimalli saattaa kuulostaa monimutkaiselta asukkaalle, joten mallin hankkiminen palveluna voi madaltaa kynnystä sen käyttöönotossa.

Toinen aurinkosähkön hyödyntämismalli asunto-osakeyhtiön energiayhteisölle on hyvityslaskentamalli. Malli on tullut mahdolliseksi vuonna 2021, ja sitä tarjoaa tällä hetkellä vain osa verkkoyhtiöistä. Mallissa aurinkosähköä hyödynnetään ensisijaisesti kiinteistösähkönä ja loput tuotetusta sähköstä voidaan jakaa asuntojen käyttöön, mikä vähentää asukkaiden ostosähkön tarvetta. Lisääntynyt aurinkosähkön hyödyntäminen vähentää siis ylijäämäsähkön myyntiä verkkoon tehden aurinkosähkön tuotannosta taloyhtiölle kannattavampaa. Sähkö jaetaan asukkaille yleensä omistussuhteessa, jolloin muutoksia yhtiöjärjestykseen ei tarvita. Malli voidaan ottaa käyttöön yhtiökokouksen enemmistön päätöksellä. Hyvityslaskentamallissa asukkailla on omat sähkö- ja verkkopalvelusopimukset, joten rahallinen säästö koostuu itsetuotetun ja -käytetyn aurinkosähkön siirtomaksun ja verojen osuudesta. Taloyhtiöllä on pientuottajan sähkösopimus ja taloyhtiön ja asukkaiden välille tehdään hyvityslaskentasopimus. Mallin käyttöönotto ei edellytä mittareiden vaihtoa, vaan verkkoyhtiön älykkäitä sähkömittareita voidaan hyödyntää. Ylimääräisiä kustannuksia ei siis synny mittareiden vaihdosta toisin kuin takamittarointimallissa. (Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021)

Taulukkoon 1 on koottu energiayhteisömallien merkittävimmät erot keskenään sekä verrattuna kiinteistöön, joka hyödyntää aurinkosähköä ilman energiayhteisöä. Vertailukohteina toimivat järjestelmän mittaristo, aurinkosähkön hyödyntäminen, aurinkosähköön sekä energiayhteisöihin liittyvät sopimukset, päätöksenteon helppous sekä saatavat säästöt.

Taulukko 1. Energiayhteisömallien merkittävimmät erot.

	Ei energiayhteisöä	**Takamittarointi**	**Hyvityslaskenta**
Mittaristo	Verkkoyhtiön	Taloyhtiön	Verkkoyhtiön
Aurinkosähkön hyödyntäminen	Kiinteistösähkö	Oma kulutus tai muu sovittu jako	Sovitut jakosuhteet
Sopimukset	Taloyhtiöllä pientuottajan sähkösopimus	Yhteinen sähkö- ja verkkopalvelusopimus	Hyvityslaskentasopimus, taloyhtiöllä pientuottajan sähkösopimus
Päätöksenteko	Enemmistöpäätös	Yksimielinen päätös	Enemmistöpäätös
Säästöt	Kiinteistösähkön ostosähköstä	Vähentynyt ostosähkö, sähkön siirron ja hankinnan perusmaksut, itse tuotetun ja käytetyn aurinkosähkön siirto- ja veromaksut	Vähentynyt ostosähkö, itse tuotetun ja käytetyn aurinkosähkön siirto- ja veromaksut

3.2 Energiayhteisön hyödyt ja haasteet

Takamittaroinnin käyttöönottaminen vaatii yhtiökokouksessa yksimielisen päätöksen, mikä voi koitua haasteeksi (Auvinen et al. 2018). Monet saattavat epäröidä ja kyseenalaistaa mallin kannattavuutta, jos heillä ei ole riittävää tietoa siitä. Takamittaroinnin käyttöönotto vaatii mittareiden vaihdon kiinteistöön, mistä tulee kustannuksia (Auvinen et al. 2018). Uudisrakennuksissa tätä haastetta ei ole, sillä kohteeseen voidaan suoraan asentaa oikeanlaiset mittarit. Toisaalta takamittaroinnissa oman sähkösopimuksen kilpailuttamisesta luopuminen voi joillekin asukkaille olla kynnyskysymys (Auvinen et al. 2018), sillä suomalaiset ovat aktiivisia vaihtamaan sähkönmyyjäänsä. Jopa puolet suomalaisista on vaihtanut sähkönmyyjäänsä ja reilu 70 % on vertaillut sähkönmyyjien hintoja.

Yleisin syy myyjän vaihtamisessa on ollut hinta. (Ruostetsaari et al. 2018) Toisaalta taas takamittaroinnissa kilpailutettavana olevan sähkön määrä on huomattavasti suurempi, jolloin siitä saattaa syntyä etua.

Haasteena voidaan nähdä takamittarointimallissa myös siitä eroaminen. Vaikka asukkaalla on oikeus irtaantua takamittarointimallista, se ei ole yksinkertaista. Irtaantuessa asukkaan on itse maksettava siitä aiheutuvat muutoskustannukset, kuten mittareiden vaihtaminen (Auvinen et al. 2018), mikä voi vaikuttaa takamittaroinnin houkuttelevuuteen. Myöskään mittareiden vaihtaminen takaisin verkkoyhtiön mittareiksi ei ole kovin järkevää, koska asukkaat ovat jo aiemmin maksaneet niiden vaihdosta taloyhtiön omiksi mittareiksi. Kun asukas on investoinut energiayhteisöön, on irtaantuminen hankalampaa.

Ruostetsaari et al. (2018) tekemässä tutkimuksessa käy ilmi, että suomalaiset ovat melko haluttomia antamaan joitain sähkölaitteitaan palveluntarjoajan ohjattaviksi. Haluttomuuden syynä voi olla tietämättömyys ohjauksen luovuttamisen vaikutuksista ja siksi laitteet halutaan pitää omassa hallinnassa. Palveluntarjoajan ohjauksen tarkoituksena on säädellä paljon sähköä kuluttavien laitteiden käyttöä, mikä edistää kysyntäjouston toteutumista. Säätötoimenpiteet eivät vaikuta asumismukavuuteen, mitä moni asukas ei välttämättä tiedä ja ymmärrä. (Ruostetsaari et al. 2018)

Koska energiayhteisöjen jäsenet säästävät siirtomaksuissa sekä takamittarointimallissa myös perusmaksuissa, voi siirtomaksujen vähäisempi maksaminen vaikuttaa sähkön hinnoittelurakenteeseen. Energiayhteisöjen yleistyessä maksetaan yhä vähemmän siirtomaksuja, mikä tarkoittaa vähemmän tuloja verkkoyhtiöille. Ääritapauksessa verkkoyhtiöt eivät saa tarpeeksi tuloja ylläpitääkseen verkkoa ja tehdäkseen tarvittavia investointeja. Tällöin yhtiön on nostettava siirtohintoja, jolloin tästä kärsivät energiayhteisöön kuulumattomat. Samalla taas energiayhteisön jäsenien säästöt kasvavat. Verkkoyhtiöt ovat jo nostaneet siirtohinnan perusmaksua ja pienentäneet energiaperusteisen maksun osuutta, mikä vähentää kuluttajan mahdollisuuksia vaikuttaa hintaan. Uusilla hinnoittelumalleilla, kuten tehopohjaisella siirtohinnoittelulla, kuluttajilla olisi paremmat mahdollisuudet vaikuttaa sähkölaskuunsa. (Pahkala et al. 2018) Toisaalta energiayhteisöt tuovat uusia palvelumahdollisuuksia esimerkiksi sähköverkkoyhtiöille tai muille palveluntarjoajille, sillä he voivat tarjota energiayhteisöille sisäistä laskutusta tai mittarointia (Koskela et al. 2019).

Energiayhteisön hyödyn jakaminen voi osoittautua haasteeksi. Yhteisön jäsen hyötyy energiayhteisöstä joko halvempana sähkönhintana tai vastikkeena. Mikäli asunnossa asuu asunnonomistaja, joka on osallistunut aurinkosähköjärjestelmän investointiin ja energiayhteisön perustamiseen, saa hän itse hyödyn ja vastineen investoinnilleen. Hän

on siis motivoitunut myös seuraamaan sähkönkulutustaan ja ajoittamaan kulutustaan optimaalisiin aikoihin. Jos huoneistossa asuu vuokralainen, hyöty realisoituu usein halvempana sähkön hintana, jolloin vuokralaisella on motivaatiota tarkkailla omaa kulutustaan. Toisaalta tällöin investoinnin maksanut asunnonomistaja ei saa investoinnilleen vastinetta. (Koskela et al. 2019) Hyödyn jakamisen haastetta voisi helpottaa, jos energiayhteisöä tarjottaisiin palveluna.

Eräs haaste on myös energiayhteisöjen sähköntuotanto, joka perustuu pitkälti aurinkosähköön. Sen tuotanto on sääriippuvaista, mikä voi herättää kuluttajassa epäilyksiä järjestelmän kannattavuudesta. Varastoimalla aurinkosähköä akkuun ja käyttämällä sitä haluttuna ajankohtana parannetaan järjestelmän joustavuutta. Akkuratkaisu tuo lisäkuluja, joita kaikki eivät ole halukkaita maksamaan. Toisaalta se parantaa järjestelmän kannattavuutta, jolloin akkuun investointi tulee houkuttelevammaksi vaihtoehdoksi. (Koskela et al. 2019)

Auvinen et al. (2020) on toteuttanut kyselyn osakkeenomistajille, jossa selvitettiin heidän kiinnostustansa aurinkosähköä ja sen toteuttamista yhteisövoimalana kohtaan. Vastanneista reilu 86 % on melko tai erittäin kiinnostunut aurinkosähkön hankinnasta. Samaisessa kyselyssä käy ilmi, että osakkeenomistajat arvioivat aurinkovoimalaosuuden hankinnan kiinnostavan vähemmistöä taloyhtiön muista osakkaista. Arvio implikoi, että takamittaroinnin käyttöönotossa kohdattaisiin haasteita, sillä yhtiökokouksessa vaadittaisiin yksimielinen päätös.

3.3 Energiayhteisöihin liittyvä lainsäädäntö

Viime vuosikymmeninä energiayhteisöjen määrä on kasvanut globaalisti, mikä on mahdollistanut eri poliittisten kannustimien käytön (Auvinen et al. 2020). Kestävämpään ja puhtaampaan energian ja sähkön käyttöön kannustetaan Euroopan unionista lähtien. EU:n direktiivissä uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (2018/2001) (RED II) säädetään unionille yhteistavoite, jonka tavoitteena on kasvattaa uusiutuvien energianlähteiden osuus unionin kokonaisloppukulutuksesta 32 % vuoteen 2030 mennessä. Direktiivin säädökset edesauttavat tämän tavoitteen saavuttamista. Direktiivin artikloissa 21 ja 22 annetaan säädöksiä koskien itse tuotetun uusiutuvan energian kuluttajia sekä uusiutuvan energian yhteisöjä. Artiklan 21 mukaan valtioiden tulee muun muassa taata kuluttajille oikeus ryhtyä tuottamaan uusiutuvaa energiaa sekä varmistaa energian oikeudenmukainen jako moniasuntoisissa taloissa. Uusiutuvan energian yhteisöjen edistämisestä puolestaan säädetään artiklassa 22. Jäsenvaltioilta edellytetään energiayhteisöihin osallistuvien asiakkaiden oikeuksien turvaamista sekä perusteettomien lainsäädännön esteiden purkamista.

Heinäkuussa 2021 Euroopan unioni hyväksyi ilmastopaketin, jonka tarkoituksena on vähentää nettopäästöjä vuoden 1990 tasosta 55 % vuoteen 2030 mennessä. Tämän tavoitteen toteutuminen edistää Euroopan vihreän kehityksen ohjelman sekä Euroopan ilmastoneutraaliuden toteutumista vuoteen 2050 mennessä. Tavoitteiden saavuttamiseksi EU tekee muutoksia niin ilmasto- ja energiapolitiikassa kuin veropolitiikassakin. Paketin myötä esimerkiksi RED II direktiivin tavoitetta uusiutuvien energialähteiden osuudesta korotetaan 32 %:sta 40 %:iin. (Euroopan komissio 2021)

Energiayhteisöjen ja ylipäätään kuluttajien asemaa vahvistetaan myös EU:n sähkömarkkinadirektiivissä (2019/944). Direktiivin mukaan energiayhteisöön osallistuminen on vapaaehtoista ja avointa sekä sen tarkoituksena on tuottaa hyötyä jäsenilleen niin taloudellisesti, sosiaalisesti kuin ympäristöllisesti. Rahallista voittoa ei kuitenkaan tavoitella. Energiayhteisö voi tarjota kestäviä energiapalveluja jäsenilleen, kuten sähköautojen latausta tai sähkön tuotantoa aurinkovoimalla. Artiklassa 16 säädetään loppukäyttäjän oikeuksien säilymisestä, kuten siitä, että energiayhteisön jäsenellä on oikeus halutessaan lähteä yhteisöstä. Muut sähkömarkkinadirektiivin keskeiset säännökset liittyvät sähköalan järjestämiseen ja toimintaan sekä sähkönsiirtoon ja -jakeluun. EU:lla on siis selkeä tahto parantaa sähkön kuluttajien sekä energiayhteisöjen mahdollisuuksia.

RED II ja sähkömarkkinadirektiivin täytäntöön panemiseksi Suomessa säädettiin valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. Asetus astui voimaan vuoden 2021 alusta, ja se mahdollistaa hyvityslaskennan sekä luo säännökset paikallisille energiayhteisöille. Hyvityslaskennan myötä itsetuotettu sähkö voidaan jakaa yhteisön jäsenien kesken hyödyntäen verkonhaltijan mittauslaitteistoa, mikä tekee itsetuotetusta sähköstä kannattavampaa. (Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1133/2020) Tällä hetkellä vain osa sähköverkkoyhtiöistä tarjoaa hyvityslaskentapalvelua, mutta datahubin myötä palvelu mahdollistuu kaikille (Fingrid 2021a). Datahubista kerrotaan enemmän luvussa 3.5. Asetuksen tuoma muutos on merkittävä, sillä aiemmin itsetuotettua aurinkosähköä ei ole voitu hyödyntää kerrostaloasuinnoissa helposti ja ilman suuria investointeja.

Ennen hyvityslaskennan mahdollistamaa asetusta kiinteistöt ovat voineet ottaa käyttöönsä takamittaroinnin, jonka avulla aurinkosähköä on voitu hyödyntää myös kerrostaloasunnoissa. Takamittaroinnista säädetään sähkömarkkinalain (2013/588) pykälissä 71 ja 72. Pykälässä 71 säädetään sähkön mittauksesta kiinteistön sisäisessä sähköverkossa. Sen mukaan sähkön tullessa kiinteistön sisäisestä sähköverkosta kiinteistönhaltijan vastuulla on järjestää asianmukainen sähkön mittaus. Mitattu sähkönkulutus tulee

olla mahdollista erottaa kiinteistön kokonaiskulutuksesta. Pykälässä 72 puolestaan säädetään kuluttajan mahdollisuuksista takamittaroinnissa. Jokaisella kuluttajalla on mahdollisuus tehdä oma sähköverkko- ja sähkönmyyntisopimuksensa, ja näin halutessaan hänen tulee irtaantua takamittarointimallista. Irtaantuessaan kuluttajan on maksettava kiinteistönhallitsijalle muutostyön eli mittarin vaihdoksen kustannukset. (Sähkömarkkinalaki 2013/588)

Sähkömarkkinalain päivitys (2021/730) mahdollistaa erillislinjan rakentamisen. Erillisellä linjalla tarkoitetaan sähköjohtoa, joka yhdistää tuotantoyksikön erilliseen asiakkaaseen. Pienimuotoisessa sähköntuotannossa sähkön jakaminen erillislinjan kautta ei ole luvanvaraista. Pienimuotoisen sähköntuotannon määritelmällä tarkoitetaan voimalaitosta, jonka teho on enintään 2 MVA. (Sähkömarkkinalaki 2013/588) Käytännössä tämä uudistus siis mahdollistaa kiinteistörajat ylittävät energiayhteisöt.

Energiayhteisöihin liittyy oman sähköntuotannon lisäksi sähköautojen lataus, jolloin on tarpeellista tarkastella myös niihin liittyvää lainsäädäntöä. Liikenteen sähköistymistä tukevat Suomen asettamat ilmastotavoitteet. Liikenteen merkitys Suomen päästöissä on merkittävä, sillä sen osuus kokonaispäästöistä on viidesosa. Kotimaan liikennepäästöistä tieliikenteen osuus on noin 94 %, josta henkilöautojen aiheuttamien päästöjen osuus on yli puolet. Suomi on asettanut tavoitteekseen puolittaa liikenteen päästöt vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä, ja lopulta liikenteen tulisi olla nollapäästöinen vuoteen 2045 mennessä. Tavoitteen toteutumiseksi tehdään ensin toimia fossiilisista polttoaineista luopumiseksi, kuten luodaan tukia ja kannusteita fossiilisten polttoaineiden korvaajille, uudistetaan autokantaa laajentamalla sähköautojen latausinfraa ja tehostetaan liikennejärjestelmiä. Myöhemmissä vaiheissa tarkastellaan etätyön ja liikenteen palvelujen vaikutuksia päästöihin, minkä jälkeen tehdään tarvittavista lisäpäätöksiä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021)

Sähköautojen yleistymisen edistämiseksi Suomessa on säädetty laki asuinrakennuksien latauspisteistä. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) tulee ottaa huomioon asuinrakennuksen rakentamisvaiheessa eikä niinkään energiayhteisön perustamisvaiheessa. Lain mukaan uuden asuinrakennuksen yhteydessä oleville kaikille pysäköintipaikoille tulee asentaa latauspistevalmius, mikäli pysäköintipaikkoja on enemmän kuin neljä. Vastaavasti asuinrakennuksen pysäköintitalon kaikille pysäköintipaikoille tulee asentaa latauspistevalmius. Latauspistevalmius tarkoittaa pysäköintipaikan putkitusta, jotta siihen on mahdollista myöhemmin asentaa latauspiste.

Rakennuksien energiankulutuksen tehostamiseksi on laadittu Euroopan unionin direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (2010/31). Direktiivin mukaan 2021 eteenpäin kaikkien uudisrakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Lähes nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jonka energiatehokkuus on erittäin korkea. Energiatehokkuus on määritelty direktiivin liitteessä I. Lähes nollaenergiarakennuksen lähes olematon tai erittäin vähäinen energiantarve tulee kattaa laajalti uusiutuvalla energialla.

Maankäyttö- ja rakentamislakiin on tulossa uudistus, joka selkeyttää rakentamista, pyrkii vähähiilisyyteen, luonnon monimuotoisuuteen sekä digitalisaatioon. Uudistuneen lain nimi muuttuu kaavoitus- ja rakentamislaiksi. Uudistuksen myötä rakentamisessa panostetaan vähähiilisiin rakennusmateriaaleihin ja niiden kierrätykseen. Lakiin kirjataan myös vaatimuksia rakennuksien vähähiilisyydestä sekä teknisen käyttöiän pituudesta. Vähähiilisyydestä tulee myös erillinen valtioneuvoston asetus, jossa annetaan raja-arvot uusien rakennuksien hiilijalanjäljille. Tämäkin laki ohjaa Suomea kohti sen tavoitetta olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Hallituksen esitys laista menee eduskunnan käsittelyyn keväällä 2022. (Mölsä 2021)

Taulukkoon 2 on koottu edellä mainitut energiayhteisöihin liittyvät lait, direktiivit ja asetukset. Taulukon yläpäässä on relevanteimmat ja vaikuttavimmat säädännöt energiayhteisöihin liittyen, ja loppua kohden säädännöt muuttuvat taustavoimiksi ja motivaattoreiksi. Taulukosta voidaan huomata, että lainsäädännön ohjaavat tekijät ovat uusiutuvien energianlähteiden käytön lisäys sekä rakennusten päästöjen vähentäminen. Energiayhteisö vastaa näiden lakien asettamiin tavoitteisiin. Onkin siis perusteltua olettaa energiayhteisöjen yleistyvän. Taulukko 2 vastaa tutkimuskysymykseen kaksi.

Taulukko 2. Yhteenveto energiayhteisöihin liittyvästä lainsäädännöstä.

Lainsäädäntö	Keskeinen vaikutus
Sähkömarkkinalaki	Mahdollistaa takamittaroinnin ja erillislinjan rakentamisen
Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta	Hyvityslaskennan mahdollistaminen
Maankäyttö- ja rakentamislain uudistus	Vähähiilisyys isompaan rooliin rakentamisessa Rakennusten hiilijalanjäljille raja-arvot
Direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta	Uusiutuvan energian käyttäminen rakennuksissa Nollaenergiarakennukset
Sähkömarkkinadirektiivi	Unionin tasolla raamit energiayhteisöille
RED II	Nostaa uusiutuvien energianlähteiden osuutta Euroopan unionin loppukulutuksesta
Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä	Edistää liikenteen sähköistymistä

3.4 Energiapalvelujen liiketoimintamallit

Energiaa tarjotaan yleensä vain tuotteena eli hyödykkeenä, mikä on johtanut siihen, että kilpailu perustuu pääasiassa hintaan eikä asiakasuskollisuutta käytännössä ole. Energia palveluna -liiketoimintamalli (engl. Energy as a Service, EaaS) kuitenkin muuttaa markkinoita. (Weil 2018) Siinä asiakkaat maksavat energiapalvelusta, joka voi sisältää esimerkiksi energiatehokkaampaa ja puhtaampaa energiaa sekä energianhallintaa. EaaS-mallissa maksu toimii yleensä kuukausittaisena tilauksena, eikä asiakkaan tarvitse tehdä suuria pääomasijoituksia. (Cleary & Palmer 2019) Tilausmaksuun perustuva liiketoiminta

tarjoaa hyötyä myös palveluntarjoajalle tasaisen tulovirran muodossa (McCarthy & Fader 2017).

Alun perin energia palveluna -mallia alettiin hyödyntää energiatehokkuuden parantamisessa ja energiatehokkuuskuilun pienentämisessä. Energiatehokkuuskuilu (engl. energy efficiency gap) tarkoittaa energiatehokkuuden parantamispotentiaalia. Sen pienentämiseksi kehitettiin ESCO-malli (engl. Energy service company), jossa yritys hyötyy tehdyistä energiasäästöistä. Liiketoimintamalli takaa energiasäästöjen tekemisen, koska siinä palveluntarjoajan kannattavuus perustuu asiakkaan tekemiin säästöihin. ESCO-mallin rinnalle muokkaantui myöhemmin lisäksi ESA-malli (engl. Energy service agreement), joka tarjoaa asiakkaille energiatehokkuutta parantavia laitteita. Asiakas maksaa energia- ja sähkömaksunsa lisäksi ESA-maksun, jotka ovat yhteensä pienemmät kuin energiamaksut ennen. Vähitellen energiapalvelut laajenivat myös energiankulutuksen hallintaan ja syntyi MESA-malli (engl. Managed Energy Service Agreement), joka on muuten samanlainen kuin ESA-malli. (Cleary & Palmer 2019)

Jos energiapalvelu keskittyy aurinkovoiman tarjoamiseen, yritys voi tarjota sitä PPA-sopimuksella (engl. Power Purchase Agreement) tai leasing-sopimuksella. Molempiin sopimuksiin sisältyvät aurinkosähköjärjestelmän asennus asiakkaan katolle sekä järjestelmän hallinta. Sopimus on voimassa yleensä 15 vuotta, mikä takaa palveluntarjoajalle pitkäaikaisen kumppanuuden ja tulovirran. Leasing-sopimuksessa kuluttaja maksaa kuukausittain ”vuokran” aurinkovoimasta. Puolestaan PPA-sopimuksessa ei makseta itse järjestelmästä, vaan ainoastaan järjestelmän tuottamasta energiasta. (Cleary & Palmer 2019)

EaaS-mallissa asiakkaat ovat keskiössä ja yrityksen arvonluonti perustuu asiakkaiden oleellisten ongelmien ratkomiseen. Arvonluonnissa on kannattavaa hyödyntää asiakkailta saatavaa informaatiota, jotta palvelu oikeasti vastaa heidän tarpeitaan. Jatkuva oppiminen ja sitä kautta palvelujen parantaminen on siis keskeistä arvonluonnissa. Oikeanlaisen informaation saamiseksi yrityksen ja asiakkaan välillä luottamus on avainasemassa. Luottamuksen puute vähentää vuorovaikutusta ja avoimuutta, jolloin asiakkailta tuleva informaatio voi olla väärää tai puutteellista. Luottamusta rakennetaan ajan kanssa vuorovaikutuksen kautta. (Weil 2018) Hall et al. (2021) tekemässä tutkimuksessa todetaan myös, että ylipäätään kuluttajien luottamus eri instituutioihin vaikuttaa energiapalveluihin suhtautumiseen. Suomalaiset luottavat tieteeseen ja teknologiaan, mikä heijastuu Ruostetsaaren et al. (2018) tekemän tutkimuksen tuloksissa koskien suomalaisten valmiutta omaan sähköntuotantoon. Sen mukaan 60 % tutkimukseen osallistuneista olivat kiinnostuneita uusista sähköratkaisuista.

Cleary ja Palmer (2019) tuovat esille artikkelissaan, että asiakas ei välttämättä aina vaadi energiasäästöjä, jos palvelu tarjoaa heille muuta arvokasta. Weilin (2018) mukaan asiakkaat arvostavat ja haluavat mukavuutta. Energiapalvelumarkkinoilla valttia ovat kilpailukykyiset hinnat, selkeä ja helposti ymmärrettävä tieto palvelusta, yhteensopivat ratkaisut sekä palvelukokonaisuudet. Tärkeä huomio on myös se, että mitä enemmän markkinoille tulee kuluttajille suunnattuja energiapalveluja, sitä paremmin kuluttajat niihin suhtautuvat. (Wagner et al. 2020) Ei siis tarvitse olla energia-alan jätti, jotta kuluttajat luottaisivat ja ostaisivat palveluita.

Liiketoimintamallin muodostamisen tyypillisimpiä haasteita ovat oikean mallin käyttäminen, mallin testaus ennen julkistusta, markkinoiden innostus uuden mallin käyttöönotosta, mallin jatkuva mukauttaminen markkinoiden palautteen pohjalta sekä epävarmuuden hallinta (Osterwalder et al. 2010). Näiden lisäksi esteitä ja syitä liiketoimintamallien epäonnistumiseen ovat muun muassa mallin monimutkaisuus ja yrityksen haluttomuus ottaa vastuuta (Mourik & Bouwknegt 2020). Haasteena on lisäksi luottamuksen puute osalla asiakassegmenteistä. Uhkana voi myös olla, että jotkut yhteiskuntaryhmät, kuten pienituloiset ja matalasti koulutetut, suljetaan energiapalvelujen ulkopuolelle. Näin ollen heiltä evätään mahdollisuus energiasäästöihin ja omien päästöjen vähentämiseen. (Hall et al. 2021)

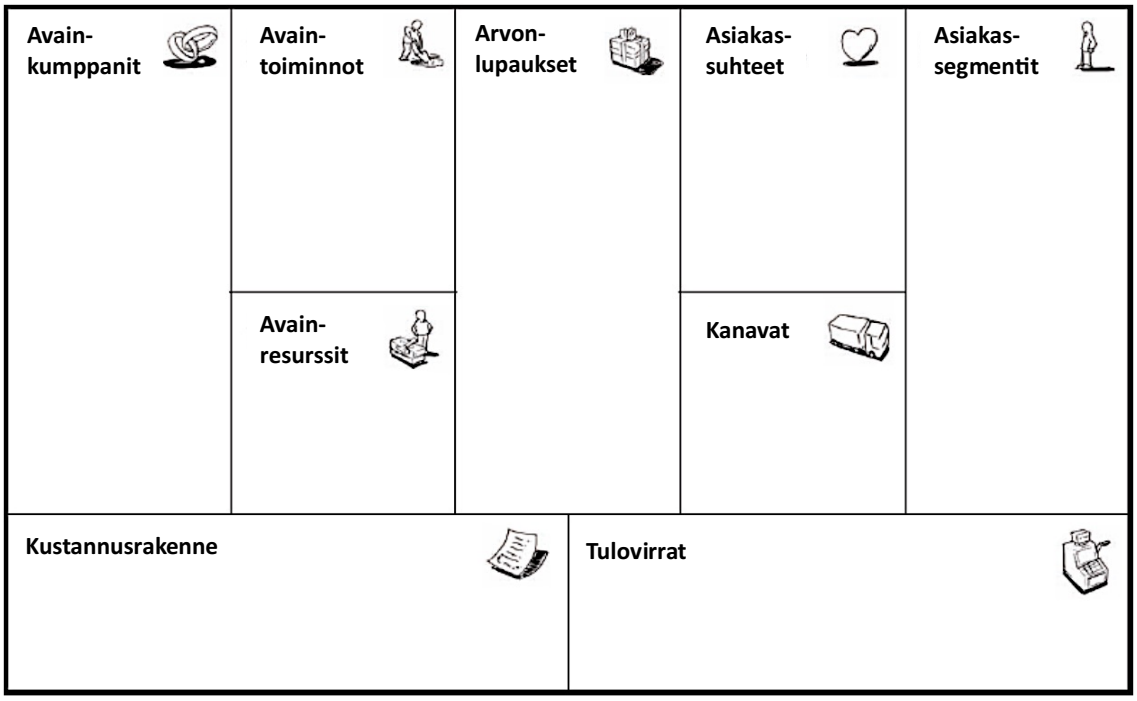
Tutkimuksessa suomalaisista sähkön käyttäjinä ja tuottajina (Ruostetsaari et al. 2018) käy ilmi, että omaan sähköntuotantoon motivoi eniten taloudelliset tekijät. Suurin motivaattori omaan sähköntuotantoon investoimisessa on siitä saatava säästö sähkölaskussa. Tarvittava investointisumma vaikuttaa toiseksi eniten päätökseen omasta sähköntuotannosta. Investoinnin tulisi siis tuoda säästöä, sen ei tulisi vaatia suurta pääomaa, jolloin takaisinmaksuaika olisi lyhyt. Myös avaimet käteen -ratkaisu houkuttelee, mikä viittaisi siihen, että palveluliiketoiminnalle olisi kysyntää. Yli puolet tutkimukseen osallistuneista vastasivat mahdollisten omien päästöjen vähentämisen vaikuttavan investointipäätökseen. Lähtökohtaisesti kuitenkin omaa sähköntuotantoa kannattaisi markkinoida kuluttajille taloudellisten tekijöiden ja erityisesti säästöjen kautta. Taulukossa 3 on esitetty, mitkä tekijät vaikuttavat eniten suomaisten oman sähköntuotannon investointipäätökseen.

Taulukko 3. Omaan sähköntuotantoon investoimiseen vaikuttavat tekijät (perustuu lähteeseen Ruostetsaari et al. 2018).

Vaikuttavat tekijät	**Prosentuaalinen kiinnostus**
Säästö sähkölaskussa	91
Investointikustannukset	90,2
Investoinnin takaisinmaksuaika	88,2
Kotimaisen energiantuotannon ja -työn tukeminen	76,4
Avaimet käteen -ratkaisun saatavuus	63,6
Yksityiskohtaisen tiedon saaminen omasta sähkönkulutuksesta	61,5
Riippumattomuus sähköverkosta	59,2
Mahdollisuus vähentää kotitalouden hiilidioksidipäästöjä	56,5
Palveluntarjoajien lisäpalvelut, kuten tekninen tuki ja neuvonta	48,7
Sähkönkulutuksen ja -tuotannon tarkkailuun ja tehostamiseen saatavissa olevat lisäpalvelut	42,1
Mahdollisuus testata uusia teknisiä ratkaisuja ja antaa niistä palautetta	40,9
Mahdollisuus olla edelläkävijä uusien teknisten ratkaisujen käyttäjänä	38

Liiketoimintamallin suunnitteluprosessiin kuuluu viisi vaihetta, jotka ovat ’mobilisoi’, ’ymmärrä’, ’suunnittele’, ’toteuta’ ja ’hallitse’. Eri vaiheet toimivat rinnakkain ja tapauksista riippuen eri järjestyksessä. Ymmärrysvaiheessa luotujen liiketoimintamalli-ideoiden luonnosten perusteella voi alkaa muodostamaan liiketoiminnan prototyyppejä. Toisaalta prototyyppien muodostaminen suunnitteluvaiheessa voi johtaa uusiin ideoihin, jotka vaativat lisätietoa, joten ymmärrys- ja suunnitteluvaiheen voidaan todeta etenevän rinnakkain. Prosessin viimeisenä vaiheena toimii liiketoimintamallin hallinta, jonka tarkoituksena on pidentää mallin toimintaikää. Muuttuvien markkinoiden ja liiketoimintaympäristön myötä liiketoimintaa tulee jatkuvasti kehittää, jotta toiminta säilyy kannattavana. (Osterwalder et al. 2010)

Uuden liiketoimintamallin luomiseen voi olla neljä eri taustasyytä. Ensimmäinen syy on, että yritys haluaa tyydyttää olemassa olevia, mutta vastaamattomia asiakkaiden ja markkinoiden tarpeita. Toinen on halu tuoda jotain uutta markkinoille. Kolmas syy on halu muuttaa markkinoita uudella liiketoiminnalla ja viimeinen on halu luoda täysin uusi markkina. Liiketoimintamallin luomisessa ei ole yhtä ja oikeaa tapaa. Eräs toimiva työkalu liiketoimintamallin muodostamiseen on business model canvas (BMC), joka kuvaa liiketoiminnan taloutta, asiakkaita sekä arvon luontia ja toimittamista. BMC on visuaalinen kaavio, joka muodostuu yhdeksästä eri lohkosta, jotka ovat asiakassegmentit, arvonlupaukset, kanavat, asiakassuhteet, tulovirrat, avainresurssit, avaintoiminnot, avainkumppanit ja kustannusrakenne. Nämä siis kattavat liiketoiminnan keskeisimmät osa-alueet ja tarjoavat näin toimivan välineen liiketoimintamallin muodostamiseen. (Osterwalder et al. 2010) Kuvassa 6 on BMC:n pohja.



Kuva 6. *Business model canvas (muokattu lähteestä Osterwalder et al. 2010)*

Kuvassa 6 olevaan BMC pohjaan yritys alkaa siis hahmottelemaan liiketoimintaansa. Asiakassegmenttilohkoon kirjataan ne asiakassegmentit, joita yritys haluaa palvella. Tässä vaiheessa yrityksen tulee miettiä, keitä he haluavat palvella ja kenet jättää huomiotta. Arvonlupaukset vastaavat asiakassegmenttien tarpeisiin. Ne voivat olla kvalitatiivisia tai kvantitatiivisia. Kanavat-lohko kuvaa puolestaan yrityksen tapaa olla yhteydessä asiakkaisiinsa sekä tapaa toimittaa arvonlupauksensa. Asiakassuhteet-lohko on melko itseään selittävä. Asiakassuhde voi olla esimerkiksi personoitu tai automatisoitu. Tulovirtoihin kirjataan asiakassegmenteiltä saatavat tulot, jotka voidaan jakaa kahteen eri ryh-

mään: kertaluontoisiin ja toistuviin tuloihin. Avainresurssit ovat resursseja, joita ilman liiketoiminta ei onnistuisi. Resurssit voivat olla esimerkiksi fyysisiä, kuten koneita ja rakennuksia, tai tietotaitoa. Puolestaan avaintoiminnot kuvaavat niitä tekoja ja toimintoja, joita liiketoiminta edellyttää ollakseen kannattava. Samalla tavalla avainkumppanit ovat sellaisia, joita ilman liiketoiminta ei voi menestyä. Viimeisenä kustannusrakenne, joka kuvaa kaikkia liiketoiminnan aiheuttamia kustannuksia. (Osterwalder et al. 2010)

3.5 Energiayhteisöistä palveluliiketoimintaa

Helmikuussa 2022 Suomessa otetaan käyttöön Fingridin datahub, joka tuo hyvityslaskentapalvelut kaikkien saataville. Datahub eli keskitetty tiedonhallintajärjestelmä tulee helpottamaan niin kuluttajan, sähkönmyyjän kuin jakeluverkkoyhtiön toimintaa ja tiedonsiirtoa. Jatkossa siis yhteen paikkaan, datahubiin, tulee tiedot muun muassa sähkönmyyjän vaihdosta ja kuluttajan muutosta. Järjestelmä mahdollistaa paremmin myös kuluttajien osallistumisen kysyntäjoustoon. Ennen datahubin käyttöönottoa verkkoyhtiöt voivat halutessaan tarjota hyvityslaskentapalveluita. (Fingrid 2021a)

Työn tekemisen hetkellä hyvityslaskentapalvelua tarjoavat Caruna Oy ja Helen Sähköverkko Oy. Caruna tarjoaa taloyhtiöille Aurinkoyhteisö-palvelua, jonka avulla asukkaat pääsevät hyötymään paremmin aurinkoenergiasta. Taloyhtiö voi perustaa aurinkoyhteisön aurinkopaneelien asentamisen jälkeen Virtane-palvelussa. Aurinkoyhteisö-palvelu on maksuton. Lisäksi ylituotannon siirto sähköverkkoon on maksutonta. (Caruna 2020) Helen Sähköverkko Oy puolestaan tarjoaa hyvityslaskentapalvelua (Helen Sähköverkko Oy 2020). Se on ominaisuuksiltaan hyvin samanlainen kuin Carunan tarjoama; sekä itse palvelu että ylituotetun sähkön siirto sähköverkkoon ovat maksuttomia (Helen Sähköverkko Oy 2016; Helen Sähköverkko Oy 2020). Hyvityslaskentapalvelussa ei kuitenkaan perusteta energiayhteisöä, vaan aurinkopaneelien asennuksen jälkeen pientuotannosta ilmoitetaan jakeluverkkoyhtiölle, minkä jälkeen palvelu voidaan tilata. (Helen Sähköverkko 2020) Takamittarointia tarjoaa PlayGreen, jonka palveluun kuuluvat aurinkopaneelien ja mittarien toimitukset sekä mittarien asennukset. PlayGreen on myös tiedettävästi toimittanut yhteen kohteeseen takamittaroinnin. (PlayGreen 2021)

Vaikka energiayhteisöihin liittyvää palveluliiketoimintaa ei vielä ole paljoa tarjolla, markkinoilla on tarjolla muunlaisia energiapalveluja. Monet yritykset tarjoavat energiatehokkuus- ja ESCO-palveluja, jotka ovat suunnattu teollisuusyrityksille ja palvelusektorille. Palvelu tehostaa asiakkaan energiankäyttöä sekä toteuttaa energiansäästötoimenpiteitä. Lämmöntalteenottojärjestelmän rakentaminen on hyvä esimerkki, mitä palvelu voi käytännössä tarkoittaa. Palvelun houkuttelevuutta lisää takuu syntyvistä energiasäästöistä sekä mahdollisuus saada rahallista tukea hankkeisiin. (Motiva 2021b)

Teollisuusyrityksille ja kiinteistösektorille on lisäksi tarjolla Advenin Energia palveluna -malli (Energy as a Service, EaaS). Mallin mukaisesti Adven hoitaa ratkaisun kokonaisuudessaan aina investoinnista ja suunnittelusta kunnossapitoon ja jatkokehittämiseen. (Adven 2021) Myös Helen tarjoaa yrityksille hyvin samanlaisella idealla aurinkovoimaa palveluna. Heidän palvelunsa noudattaa PPA-mallia, jonka toimintamallin mukaan Helen hoitaa kaiken aurinkovoimalan investoinnista kunnossapitoon. (Helen 2020a)

Energiayhteisöpalvelut ovat sen verran uusia, että kunnon markkinoita niille ei vielä edes ole. Kilpailua ja palveluja ei ole siten markkinoille kunnolla syntynyt. Toisekseen vain verkkoyhtiöiden on mahdollista tarjota hyvityslaskentapalvelua, jolloin suurta kilpailua ei synny. Tulevaisuudessa tilanne voi olla kuitenkin toinen. Uusia liiketoimintamalleja voi syntyä ja lainsäädäntö muuttua, mikä muuttaa markkinoita. Tällä hetkellä erityisesti takamittarointipalveluille olisi markkinoilla tilaa.

4. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia energiayhteisön mahdollisuuksia kerrostaloyhtiöissä. Tarkoituksena on selvittää, millaisia hyötyjä asukkaat voisivat energiayhteisöstä saada. Toisaalta työssä tutkitaan myös energiayhteisön potentiaalia palveluliiketoiminnan pohjana ja mitä etuja se toisi palveluntarjoajalle. Tutkimusta tehdään niin potentiaalisten asiakkaiden ja asiantuntijoiden mielipiteiden kuin kustannussäästöjen näkökulmasta.

4.1 Tutkimuksen eteneminen

Tutkimus sisältää sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tutkimusta. Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus on luonteeltaan subjektiivinen eli se riippuu tutkijasta sekä aineistosta. Laadullisen tutkimuksen aineistot ovat usein tekstejä ja tavoitteet kuvailevia. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tutkimukseen osallistuvien henkilöiden kokemuksia, ajatuksia ja mieltymyksiä tutkittavasta aiheesta. Tämän vuoksi tyypillisimpiä aineistonkeruumenetelmiä ovat haastattelut, havainnoinnit ja elämäkerrat. (Puusa & Juuti 2020) Tässä tutkimuksessa haastattelu toimii kvalitatiivisena tutkimusmenetelmänä.

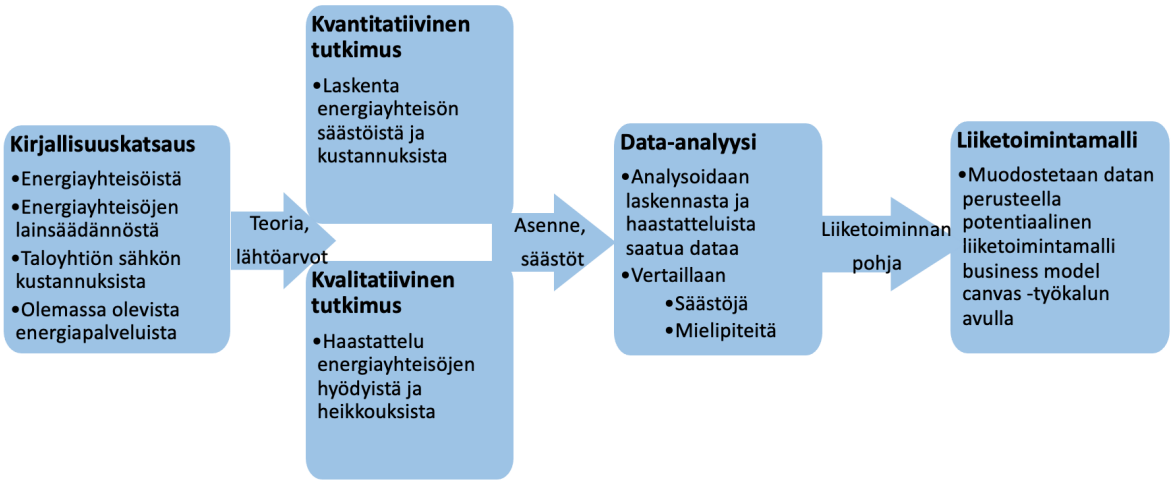
Tutkimusmenetelmänä haastattelu on joustava, sillä haastateltavilta voi saada paljon tietoa myös haastattelukysymysten ulkopuolelta. Sen tarkoituksena onkin kerätä mahdollisimman paljon tietoa tutkittavasta aiheesta. Sanallisten vastausten lisäksi haastattelijan tulee kiinnittää huomiota haastateltavien kehonkieleen, eleisiin ja ilmeisiin. Ne voivat kertoa haastattelijalle lisäselvityksen tarpeesta tai huomionarvoisista seikoista. Haastattelun etuna on se, että haastateltaviksi voidaan valikoida henkilöitä, joilla on jo tietoa aiheesta. Heillä ei kuitenkaan tarvitse olla kaiken kattavaa ymmärrystä aiheesta ja siihen liittyvästä teoriasta. Haastattelijan kuitenkin tulee olla perehtynyt aiheeseen ja sen teoriaan. (Puusa & Juuti 2020)

Haastattelun onnistumiseen liittyy muutama oleellinen huomio. Haastateltavien identiteetin on pysyttävä salaisena. Anonyymisyys turvaa rehellisen ja avoimen haastattelun sekä mahdollistaa oikeanlaisten tulosten saamisen. (DiCicco-Bloom & Crabtree 2006) Anonyymisyys lisää myös luottamusta haastattelijan ja haastateltavan välillä, mikä edesauttaa rehellisten vastausten saamista. Haastattelun yleisimpiä kompastuskiviä ovat sosiaalisesti hyväksyttävät tai epärehelliset vastaukset. Nämä voivat johtua luottamuksen puutteesta tai haastattelutilanteesta. Jotkut haastateltavat voivat jännittää itse haastat-

telua tai haastattelun äänittämistä, mikä johtaa tutkimuksen kannalta epäsuotuisiin vastauksiin. Haastattelijan tulee siis luoda avoin ilmapiiri ja motivoida haastateltavia antamaan rehellisiä vastauksia. Haastattelun onnistumisen kannalta on myös tärkeää, että esitettävät kysymykset ovat selkeitä ja yksiselitteisiä, sillä toinen yleinen kompastuskivi on väärinymmärryksestä johtuneet vastaukset. Lisäksi kysymysten muotoilu ei saa olla ohjailevaa tiettyyn ja haluttuun vastaukseen. (Puusa & Juuti 2020)

Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus keskittyy mitattaviin, numeerisiin tietoihin ja aineistoihin (Goertzen 2017; Puusa & Juuti 2020). Tutkimuksen avulla pystytään selvittämään trendejä, mittasuhteita ja prosenttiosuuksia. Määrällinen tutkimus ei kuitenkaan tutki syitä trendien taustalla. Laadullinen tutkimus kuitenkin täydentää tätä aukkoa ja yhdessä määrällisen tutkimuksen kanssa ne luovat kattavan kokonaisuuden. (Goertzen 2017) Kvantitatiivinen tutkimus pyrkii objektiivisuuteen eli riippumattomuuteen tutkijasta. Eräs ominaispiirre on myös tutkimuksen tuloksien yleistettävyys. (Goertzen 2017; Puusa & Juuti 2020) Kvantitatiivisena tutkimusmenetelmänä tässä työssä toimii laskennallinen tarkastelu energiayhteisön tuomista säästöistä.

Kuvassa 7 on esitettynä tutkimuksen eteneminen. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa suoritettiin kirjallisuuskatsaus, eli perehdyttiin erilaisiin tieteellisiin artikkeleihin ja muihin luotettaviin aineistoihin, jotka liittyvät energiayhteisöihin. Kirjallisuudesta saatiin selville teoriaa sekä lähtöarvoja, joita tarvitaan kvantitatiivisessa ja kvalitatiivisessa tutkimuksessa. Kuten aiemmin todettiin, tutkimusmenetelminä toimivat laskenta ja haastattelu. Menetelmien tarkoituksena oli saada selville energiayhteisöihin liittyviä asenteita ja tietämystä sekä niiden tuomia rahallisia säästöjä. Näiden tietojen pohjalta tehtiin dataanalyysi, jonka avulla muodostettiin liiketoimintamallin pohja.



Kuva 7. *Tutkimuksen eteneminen*

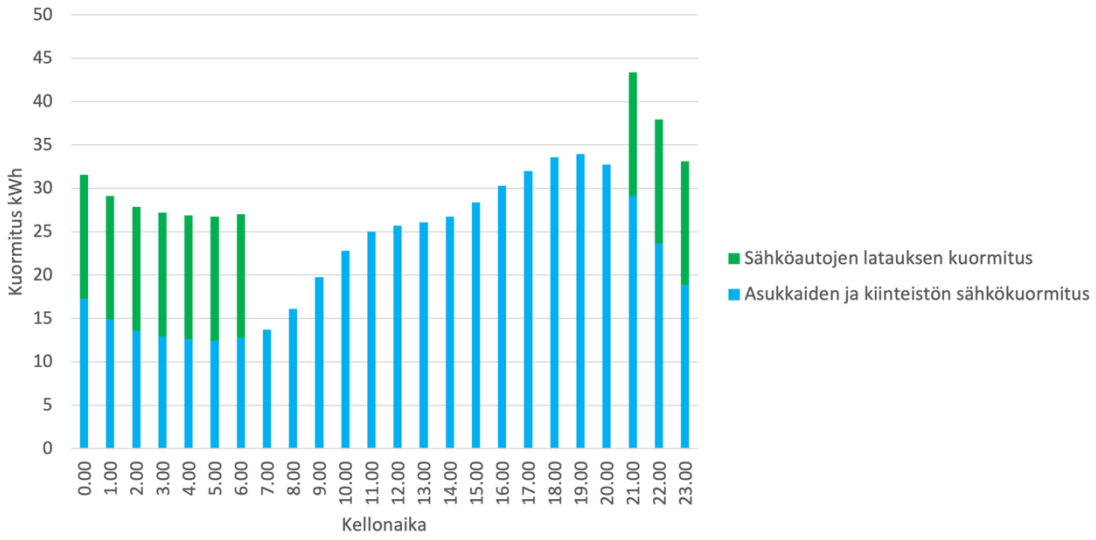
4.2 Tarkasteltava kohde

Työssä tarkasteltava kohde on hypoteettinen, mutta sen ominaisuudet ja piirteet noudattavat YIT:n rakentamien kohteiden keskimääräisiä tietoja. Tarkasteltava kerrostalokohde on uudisrakennus, joka sijaitsee pääkaupunkiseudulla. Kerrostalossa on 42 asuntoa ja 47 autopaikkaa. YIT:ltä saadun kiinteistön sähkönkulutuksen neliömetriä kohden -arvon avulla pystytään laskemaan kiinteistön kulutus vuodessa. Lisäksi tiedetään, että kiinteistösähkön osuus koko taloyhtiön sähkökulutuksesta on 35 %, jolloin kiinteistösähkön ja asukkaiden käyttämän sähkön osuudet saadaan laskettua. Tarkasteltavassa kohteessa käytössä on kaukolämpö. (YIT 2021) Taulukossa 4 on esitettynä kiinteistön tärkeimmät ominaisuudet, joita hyödynnetään laskennassa.

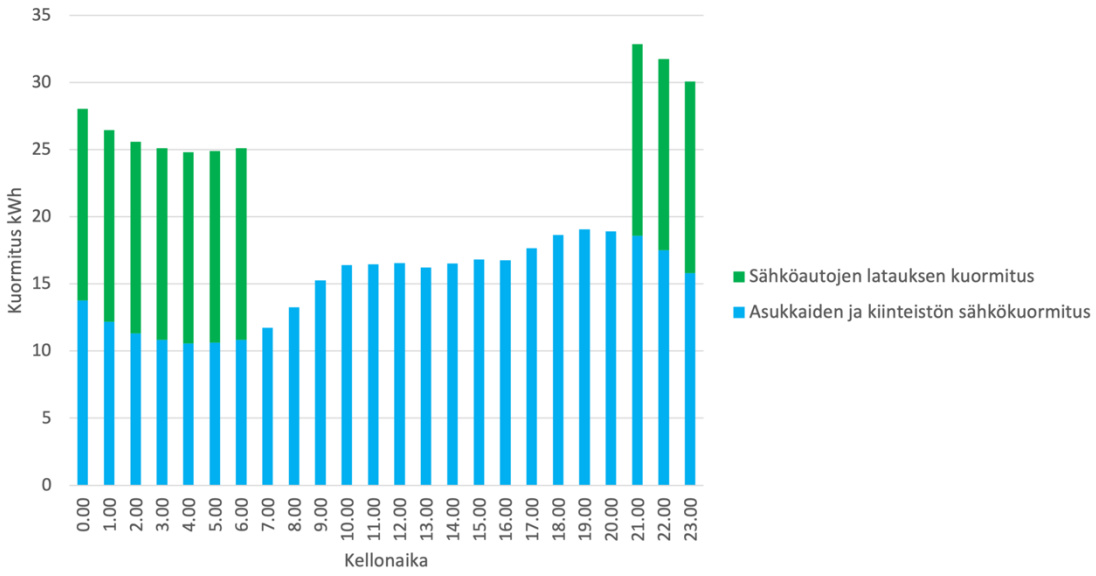
Taulukko 4. Kiinteistön tekniset ominaisuudet.

Kiinteistön lämmitetty nettopinta-ala	2 878 m^2
Katon pinta-ala	920 m^2
Asuntojen määrä	42 kpl
Autopaikkojen määrä	47 kpl
Kiinteistön sähkökulutus	46,3 kWh/m^2
Kiinteistön sähkökulutus vuodessa	133 250 kWh/vuosi
Kiinteistösähkö	46 640 kWh/vuosi
Asukkaiden käyttämä sähkö	86 610 kWh/vuosi

Työssä käsiteltävän kohteen kulutusprofiilin on oletettu olevan Energiaviraston (2018) tietojen mukainen. Kuvissa 8 ja 9 on esitettynä taloyhtiön kuormitusprofiilit tammi- ja heinäkuussa. Kuormitusprofiilien muodot pystyvät kuukaudesta huolimatta saman muotoisina, mutta kuormituksen määrä on talvella suurempi. Lisäksi kuvissa 8 ja 9 on esitetty sähköautojen kuormitus taloyhtiön muun sähkönkulutuksen päälle. Sähköauton lataustarpeen on oletettu olevan 10,4 kWh/päivä, mikä vastaa keskimääräistä päivän aikana ajettua matkaa, joka on 52 km (Antikainen 2016), ja kulutusta, joka on 0,2 kWh/km (ST 51.90 2021). Latauksessa käytetään kolmivaihejännitettä, jolloin latausteho on noin 11 kW. Tämä tarkoittaa, että auton akku lataantuu täyteen noin tunnissa. Kuormituspiikkien vähentämiseksi sähköautojen lataus on kuitenkin ajoitettu kestämään pidempään. Näin kuormitus pysyy tasaisempana.

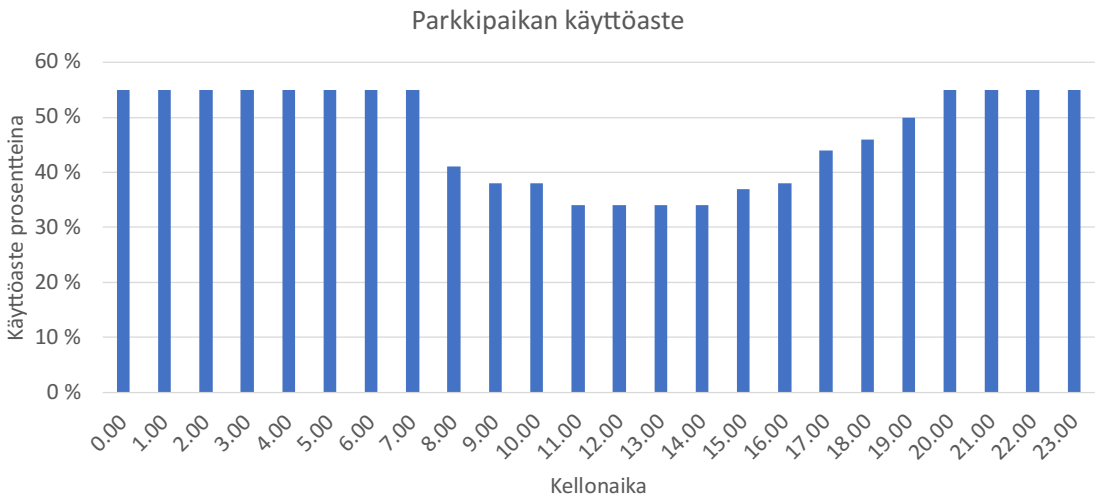


Kuva 8. *Taloyhtiön kuormitusprofiili tammikuussa (perustuu lähteeseen Energiavirasto 2018)*



Kuva 9. *Taloyhtiön kuormitusprofiili heinäkuussa (perustuu lähteeseen Energiavirasto 2018)*

Tarkasteltavan kohteen yhteydessä on 47 parkkipaikkaa. Oletetaan, että kiinteistön 47 parkkipaikoista puolet, eli 24 parkkipaikkaa, ovat käytössä sähköautojen lataukseen. Parkkipaikkojen käyttöasteen oletetaan olevan Thigpenin (2018) tekemän tutkimuksen mukainen. Thigpen (2018) on tutkinut kerrostalokompleksin parkkipaikan käyttöastetta Yhdysvalloissa, 66 000 asukkaan kaupungissa. Dataa kerättiin kello 6–22 noin kuukauden ajan. Tutkimuksessa selvisi, että aikaisin aamulla (klo 6–7) ja myöhään illalla (klo 20–22) käyttöaste on suurimmillaan eli 55 %. Keskipäivällä käyttöaste on puolestaan pienimmillään eli 34 %. Työn laskentaa varten tehtiin oletus, että kello 22–6 käyttöaste ei muutu. Loput vuorokauden käyttöasteet arvioitiin tutkimuksen (Thigpen 2018) kuvaajasta. Kuvassa 10 on esitetty parkkipaikan käyttöaste tunneittain.



Kuva 10. *Parkkipaikan käyttöaste (perustuu lähteeseen Thigpen 2018)*

Tapaustarkastelun myötä halutaan saada selville energiayhteisön tuomat säästöt ja sähkön kustannukset taloyhtiössä. Tarkastelun tuloksena saadaan vastaus tutkimuskysymykseen 4, eli mistä asiakkaan ja palveluntarjoajan kustannukset sekä tuotot ja säästöt koostuvat ja kuinka suuret ne ovat tarkastellussa tapauksessa. Kustannuksien muodostumista käsitellään ainoastaan sanallisesti työn rajallisuuden vuoksi.

4.3 Haastattelututkimus

Haastattelun tarkoituksena on saada selville haastateltavien tietämys ja suhtautuminen energiayhteisöihin sekä mahdolliseen energiayhteisöpalveluun. Lisäksi tavoitteena on selvittää energiayhteisön edut ja heikkoudet niin kuluttajan kuin palveluntuottajan näkökulmasta. Haastattelun pohjalta saadaan siis vastaus tutkimuskysymykseen 3 eli ”Mitä hyötyjä eri sähköenergiayhteisömalleilla on kuluttajalle ja palveluntuottajalle?”.

Laadullisen tutkimuksen data-analyysin ydin on aineiston kattava tunteminen. Haastattelujen kohdalla tämä tarkoittaa tallenteiden kuuntelua ja niiden litterointia eli tekstimuotoon muuttamista. Haastattelijalle muodostuu jo datan keruun ja litteroinnin aikana ensivaikutelma aineistosta, mutta analyysi vaatii syvempää aineiston tuntemista. Aineistoa tuleekin lukea useita eri kertoja. Lukemisen ohella aineistoa on hyödyllistä jäsennellä ja lisätä omia merkintöjä. Kokonaisuuden muodostuttua aineisto jaetaan osiin, joita tarkastellaan yksityiskohtaisemmin. Aineistoa järjestellään, selkeytetään ja rakenne muutetaan selkeämmäksi. Varsinaisessa aineiston analysoinnissa aineisto tiivistetään, luokitellaan ja tulkitaan. (Puusa & Juuti 2020)

Hall et al. (2021) toteutti kyselytutkimuksen, jossa selvitettiin kuluttajien suhtautumista uusiin ja innovatiivisiin energialiiketoimintamalleihin. Kyselyn vastausten perusteella kuluttajat voitiin jakaa neljään eri segmenttiin: pragmaattiset innovaattorit, sitoutuneet, mutta varovaiset, vakuuttumattomat ja ei-motivoituneet sekä ne, jotka haluavat jättäytyä liiketoiminnasta pois. 35 % vastaajista kuului sitoutuneet, mutta varovaiset -segmenttiin. Seuraavaksi suurin segmentti oli ne, jotka haluavat jättäytyä liiketoiminnasta pois. Tähän kuului 27 % vastaajista. 22 % kuului vakuuttumattomat ja ei-motivoituneet-segmenttiin ja pienin segmentti oli pragmaattiset innovaattorit (16 %).

Pragmaattiset innovaattorit ovat sitoutuneita ja aktiivisia, minkä vuoksi he ovat hyvin tietoisia energiahinnoista. Tästä syystä pragmaattiset innovaattorit ovat myös hyvin vaativia. Heitä kiinnostavat energiasäästöjen tekeminen sekä puhtaampi energia ja ovat todennäköisesti jo tehneetkin jotain näiden eteen, kuten käyttävät älykästä mittaria tai sähköautoa. Myös sitoutuneet, mutta varovaiset kuluttajat ovat selvillä energiahinnoista. Segmentin kuluttajat maksavatkin vähiten energiastaan, minkä vuoksi heillä on markkinoiden korkein tyytyväisyysaste. Tämä tuo haastetta uusien liiketoimintamallien implementointiin. Sitoutuneita, mutta varovaisia kuluttajia kiinnostaa enemmän energian alhainen hinta kuin energiasäästöjen kautta tuleva rahallinen hyöty. Segmentin kuluttajat eivät halua liikaa ajatella omaa energiakulutustaan. (Hall et al. 2021)

Vakuuttumattomat ja ei-motivoituneet kuluttajat ovat välinpitämättömiä energiankäytön suhteen eivätkä ole kiinnostuneita ymmärtämään energiamarkkinoita. Heitä ei motivoi ilmastonmuutos tai rahallinen säästö tapojensa muuttamisessa. Ne, jotka haluavat jättäytyä liiketoiminnasta pois ovat motivoituneet säästämään rahaa, joten he ovat perillä energiakulutuksestaan. He kuitenkin kokevat energiantoimittajan vaihtamisen ja hinnanmuodostumisen vaikeina. Segmentin kuluttajat ovat hyvin hintasensitiivisiä. Heitä kiinnostaa ympäristöystävällisyys, mutta eivät halua maksaa siitä paljoa. (Hall et al. 2021)

Hall et al. (2021) tutkimus osoittaa, että uudet ja innovatiiviset energiapalveluliiketoimintamallit kannattaa kohdistaa asiakassegmentteihin, jotka luottavat jo valmiiksi järjestelmään. Mahdollisten asiakkaiden segmentointi onkin tärkeää liiketoimintamallia luodessa ja kehitettäessä. Diplomityön rajallisuuden vuoksi tällaista segmentointia ei työssä tehdä. Jatkoa ajatellen olisi hyödyllistä tehdä enemmän haastatteluja, joiden pohjalta segmentointi olisi mahdollista toteuttaa. Segmentoinnin myötä energiapalveluliiketoimintaa on helpompaa markkinoida ja myydä siitä kiinnostuneille kuluttajille.

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina haastatteluina. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysytään ennalta määrättyjä avoimia kysymyksiä. Tämä lisää haastateltavien ja

haastattelijan vuoropuhelua, josta voi nousta esiin asioita ja teemoja kysymysten ulkopuolelta (Puusa & Juuti 2020). (DiCicco-Bloom & Crabtree 2006) Esiin voi nousta teemoja, joita haastattelija ei ole osannut yhdistää haastattelunsa teemaan ja näin lisää haastattelijan ymmärrystä aiheesta. Puolistrukturoidut haastattelut kestävät yleensä puolesta tunnista muutamaan tuntiin (DiCicco-Bloom & Crabtree 2006), ja tähän skaalaan tutkimuksen haastattelujen kestot myös menevät.

Haastateltavat valikoitiin ei-satunnaisesti, eli valinnat olivat tietoisia. Tämän tyyppisessä otannassa on olennaista ensin määritellä, keiden haastatteleminen vastaa haastattelun tarpeisiin. On myös tärkeää tiedostaa, että kyseistä tapaa käyttämällä haastattelun tulokset ovat puolueellisia eikä niitä voi yleistää. (Tongco 2007) Työn haastattelun tavoitteena ei olekaan saada yleistettävää tietoa, vaan kerätä tietoa halutuilta tahoilta. Haastateltavat valikoitiin suosituksien ja omien kontaktien kautta. Haastateltavat kutsuttiin sähköpostilla Teams-tapaamiseen. Tapaamiset tallennettiin haastateltavien luvalla. Vain yksi haastattelu pidettiin kasvotusten, ja se äänitettiin haastateltavan luvalla. Taulukossa 5 on listattu haastateltavat, heidän edustamansa taho sekä haastattelun kesto. Tutkimukseen haluttiin valita eri tahoilta haastateltavia, jotta esiin tulisi mahdollisimman kattavia näkökulmia ja mielipiteitä. Haastateltavat jakautuivat alojen asiantuntijoihin ja taloyhtiön hallituksen jäseniin. Haastatteluja pidettiin vain kuusi, sillä haastattelut toimivat laskentaa tukevana tutkimuksena.

Taulukko 5. Tutkimukseen osallistuneet haastateltavat.

Haastateltava	**Edustettava taho**	**Haastattelun kesto**
H1	Energiayhtiö	31 min
H2 & H3	Vuokra-asumisen yhtiö	45 min
H4	VTT	49 min
H5	YIT	26 min
H6	Hallituksen jäsen	25 min
H7	Hallituksen jäsen	31 min

Ennen haastattelun virallisia kysymyksiä haastattelija piti lyhyen esittelyn aiheestaan, jotta haastateltavat olisivat selvillä aiheen peruskäsitteistä ja -periaatteista. Esittelyssä käytiin läpi aurinkosähkön hyödyntäminen kiinteistösähkönä -mallin, takamittarointimallin ja hyvityslaskentamallin ominaisuudet ja erot keskenään. Ominaisuuksien havainnollistamiseksi esittelyssä hyödynnettiin kahta havainnollistavaa kuvaa energiayhteisöistä,

joiden avulla mallien perusperiaatteet selitettiin. Esityksessä käytetyt kuvat löytyvät liitteestä A. Esityksen loppuun oli koottu taulukko tärkeimmistä huomioista ja eroista takamittaroinnin, hyvityslaskennan ja aurinkosähkön hyödyntäminen kiinteistösähkönä -mallin välillä. Tämä taulukko jätettiin näkyville haastattelukysymysten ajaksi haastateltavien muistin tueksi. Esityksessä käytetty taulukko on sama kuin tämän työn taulukko 1.

Haastattelukysymyksiä esitettiin yhdeksän, ja samat kysymykset esitettiin kaikille. Kahdeksannen kysymyksen paikka saattoi vaihdella, mikäli keskustelu eteni haastateltavilta aiemmin jo siihen suuntaan. Muuten kysymysten järjestys pysyi samana. Toisen kysymyksen jälkeen haastattelija esitteli palvelun idean. Haastattelukysymykset olivat

1. Miltä energiayhteisömalli kuulostaa? Kuulostaako tutulta?
2. Mitä hyvää ja huonoa näet energiayhteisöissä?
3. Miltä palvelun idea kuulostaa?
4. Mitä hyötyjä näkisit palvelun tuovan palveluntarjoajalle?
5. Mitä hyötyjä näkisit palvelun tuovan asiakkaalle?
6. Mitä haasteita luulet palveluntarjoajan kohtaavan?
7. Mitä haasteita luulet asiakkaan kohtaavan?
8. Millainen investointimalli mielestäsi energiayhteisössä pitäisi olla? Kenen tulisi tehdä alkuinvestointi? Onko lunastusmahdollisuus tärkeä?
9. Mitä erityistä haluaisit nostaa vielä esille?

Haastattelija kuunteli tallenteet jälkikäteen ja litteroi ne itselleen. Haastattelujen aikana haastattelija oli kirjannut jokaiseen kysymykseen muutamalla avainsanalla saadun vastauksen, mikä varmisti vastauksien saannin joka kysymykseen. Haastattelujen litteraatista tehdään data-analyysi. Analyysi aloitettiin lukemalla jokaisen haastattelun litteraatti kattavamman ymmärryksen saamiseksi. Haastattelija myös merkitsi jokaisen vastauksen avainsanat, joiden avulla hän pystyy muodostamaan kokonaisuutta. Data jaettiin kysymyskohtaisesti ja haastateltavien vastauksia vertailtiin keskenään. Vertailujen perusteella muodostettiin kuvat haastattelujen tuloksista. Kuvat ovat esitettynä luvussa 5.2 ja ne vastaavat tutkimuskysymykseen 3.

Haastattelija tiedosti oman tietämyksensä, agendansa ja olettamustensa mahdolliset vaikutukset laadulliseen tutkimukseen ja pyrki aktiivisesti unohtamaan ne analysoidessaan dataa. Haastattelukysymykset laadittiin mahdollisimman neutraaleiksi, haastattelutilanteessa haastattelija ei tuonut omia mielipiteitään esille ja data-analyysiä tehdessä haastattelija ryhmitteli ja nosti haastateltavien sanomia avainsanoja. Näillä keinoilla

haastattelija varmisti tutkimuksen oikeellisuuden. Kuitenkin tulkintavirheet ovat aina mahdollisia.

4.4 Laskenta energiayhteisön tuomista säästöistä

Työssä käsiteltävä määrällisen tutkimuksen data koostuu pääasiassa sähkön hinnoista, aurinkosähkön tuotantomääristä sekä kohdetaloyhtiön sähkönkulutuksesta. Määrällisessä tutkimuksessa eli laskennassa on tarkoituksena saada selville, millaisia säästöjä energiayhteisöt saavat aikaan ja miten aurinkosähköä tuotetaan vuorokaudessa eri paneelimäärillä. Data-analyysi laskennasta suoritetaan vertailemalla eri tapauksien kustannuksia ja säästöjä sekä perehtymällä kulutuksen ja tuotannon kohtaamiseen.

Tarkasteltava kohde sijaitsee pääkaupunkiseudulla, joten laskettaessa kohteen kuluttaman sähkön hintaa käytetään Helenin hintatietoja. Taulukossa 6 on esitettynä laskuissa käytettävät hintatiedot.

Taulukko 6. Kiinteistön sähkönhinnan komponentit (Helen Oy 2021[1]; Helen Sähköverkko Oy 2021[2]).

Perusmaksu[1]	46,08 €/vuosi
Sähköenergian hinta[1]	6,99 snt/kWh
Yleissiirto, perusmaksu[2]	66,12 €/vuosi
Yleissiirto, siirtomaksu[2]	4,07 snt/kWh
Pienjännitetehosiirto, perusmaksu[2]	32,24 €/kk
Pienjännitetehosiirto, tehomaksu[2]	5,58 €/kW
Talvipäivä 1.11.–31.3.[2]	2,06 snt/kWh
Muu aika[2]	1,09 snt/kWh
Sähkövero[2]	2,79372 snt/kWh

Tarkasteltavan kohteen katolle asennetaan aurinkopaneeleja. YIT:ltä saatujen tietojen mukaan jopa 50–90 % katon pinta-alasta voidaan asentaa aurinkopaneeleja kohteesta riippuen. Ottaen huomioon aurinkopaneelien tuotannon, kerrostalon kulutusprofiilin ja aurinkopaneelien kustannukset työssä tarkastellaan kolmea eri skenaariota. Ensimmäisen skenaarion mukaan katon pinta-alasta käytetään 25 % aurinkopaneeleihin, toisen skenaarion mukaan 40 % ja kolmannen 50 %. Tämän kokoisilla aurinkosähköjärjestelmillä kustannukset eivät nouse liian korkeiksi ja ylijäämäsähkön muodostuminen jää vähäiseksi. Aurinkopaneelien tekniset tiedot löytyvät taulukosta 7.

Taulukko 7. Aurinkopaneelien tekniset tiedot.

	Tapaus 25 %	**Tapaus 40 %**	**Tapaus 50 %**
Paneelin pinta-ala	1,7 m^2	1,7 m^2	1,7 m^2
Paneelien määrä	135 kpl	216 kpl	271 kpl
Paneeliston pinta-ala	230 m^2	368 m^2	460 m^2
Paneelin nimellisteho	300 W_p	300 W_p	300 W_p
Paneeliston nimellisteho	40,6 kW_p	64,9 kW_p	81,2 kW_p
Hyötysuhde	0,18	0,18	0,18

Kuukausikohtainen auringon kokonaissäteilyenergian määrä saadaan Ilmatieteen laitoksen (2021) aineistosta. Kyseisessä aineistossa Suomi on jaettu maantieteellisesti neljään lämpötilavyöhykkeeseen, joista kaksi ensimmäistä on nivottu yhteen pienten lämpötilaerojen takia. Työn laskennassa käytetään vyöhykkeiden I ja II aineistoa, sillä sen mittauspiste sijaitsee Etelä-Suomessa, kuten työssä tarkasteltava kohdekin. Säteilyenergian määrä on mitattu eri ilmansuunnissa ja 45° kulmassa olevalle pinnalle. Laskennassa käytetään etelään suunnatulle pinnalle säteillyttä energiaa, sillä laskentaan halutaan optimaalisin tilanne. Liitteessä B on etelään suunnatulle 45° kulmassa olevalle pinnalle kertynyt auringon kokonaissäteilyenergia kuukausittain.

Kertomalla liitteen B kuukausittaiset kokonaissäteilymäärät paneeliston pinta-alalla sekä sen hyötysuhteella saadaan aurinkopaneeliston tuotto kuukausittain. Summaamalla kuukausien tuotot yhteen saadaan aurinkosähköjärjestelmän vuoden aikana tuottaman sähkön määrä. Tätä kautta pystytään laskemaan tarvittavan ostosähkön määrä, eli kiinteistön sähkönkulutuksesta vuodessa vähennetään aurinkosähkön tuotto vuodessa vuositasolla. Laskennassa oletetaan, että ylituotannosta johtuvasta myynnistä ja takaisinostosta ei synny ylimääräisiä kustannuksia. Todellisuudessa kuitenkin joitain häviöitä tulee, kuten tässä työssä on aiemmin mainittu.

Työn asuinkiinteistössä tarkastellaan myös sähköautojen latauksen vaikutuksia sekä latausajankohdan tehostamista. Laskennassa kartoitetaan kohteen 24 sähköautopaikan latauksen tehokas latausaika. Koska kyseessä on uudiskohde, oletetaan myös, että kiinteistön yhteydessä on parkkihalli, jossa on tehokkaammat latausmahdollisuudet kuin perinteisessä lämmitystolpassa. Latauksessa käytetään kolmivaihesähköä. Lisäksi oletetaan, että sähköautojen akut ovat kooltaan 50 kWh.

Sähköautojen latauksen vaikutuksia tutkitaan kahden eri skenaarion avulla. Ensimmäisessä tapauksessa oletetaan, että kaikkien sähköautojen akut on ajettu tyhjiksi, jolloin lataustarve on 50 kWh autoa kohti. Tämä ei ole kuitenkaan todennäköisin skenaario, vaan tarkoituksena on saada selville latauksen maksimikulutukset. Toisessa skenaariossa oletetaan, että sähköautoilla on ajettu päivän aikana 52 km, mikä on suomalaisten autoilijoiden keskimääräinen päivän aikana ajettu matka (Antikainen 2016). Tämän skenaarion avulla päästään kiinni realistisempaan latauksen aiheuttamaan kuormitukseen. Laskuissa oletetaan sähköautojen sähkön kulutuksen olevan 20 kWh/100 km eli 0,2 kWh/km (ST 51.90 2021).

Energiavirastolta saadun tyyppikäyttäjä-Excelin avulla pystytään tarkastelemaan kerrostalokiinteistön kulutuksen ja aurinkosähkön tuoton ajoittumista. Tiedosto sisältää vuoden 2018 kuormitustiedot tyyppikäyttäjältä 3, eli kerrostaloasukkaan, jonka sähkönkulutus on 2 500 kWh/vuosi. Asukkaan tuntikohtainen kuormitus kerrotaan asuntojen määrällä, jolloin saadaan kaikkien asukkaiden aiheuttama kuormitus. Tähän lisätään kohteen kiinteistösähkön kuormitus, jonka oletetaan pysyvän tasaisena vuoden jokaisena tuntina, eli kiinteistösähkön määrä jaetaan vuoden tunneilla. Kiinteistösähköön tässä tapauksessa sisältyy esimerkiksi rappukäytävän valaistus ja hissit. Kohteessa on käytössä kaukolämpö, jolloin lämmitys ei nosta sähkönkäyttöä. Summa kertoo koko kiinteistön kuormituksen, jota vertaamalla aurinkosähkön tuottoon saadaan selville, kuinka hyvin kulutus ja tuotto kohtaavat ja syntyykö ylijäämäsähköä. Koko vuoden tuntien sijasta on järkevämpää tarkastella kulutuksen ja kuormituksen ajoittumista esimerkkipäivien avulla. Tähän työhön valikoitui kaksi esimerkkipäivää.

Energiayhteisön tuomat säästöt ja sähkönkulutuksen kustannukset lasketaan kiinteistölle sekä takamittarointi- että hyvityslaskentamallin mukaisesti. Takamittarointimallilla kiinteistön sähkölaskua laskettaessa huomioidaan vain kerran sähkön ja sähkönsiirron perusmaksut, koska takamittaroinnissa on käytössä yksi sähkö- ja verkkopalvelusopimus. Kohteen suuri liittymiskoko ja/tai suuri sähkönkulutus mahdollistavat pienjännitetehosiirron käytön yleissiirron sijasta. Joissain tapauksissa se voi olla halvempi vaihtoehto kuin yleissiirto, joten sitä on perusteltua tarkastella tässä työssä. Pienjännitetehosiirtoa varten hyödynnetään tyyppikäyttäjän kuormitusprofiilin avulla laskettuja kiinteistön kuormituksia. Sen laskemiseen tulee selvittää joka kuukauden suurin teho arkipäivisin klo 7–21 välillä. Puutteellisten tietojen sekä laskujen yksinkertaistamisen vuoksi loistehoa ei huomioida pienjännitetehosiirtoa laskettaessa. Hyvityslaskentamallissa jokaisella asukkaalla on puolestaan oma sopimuksensa, jolloin perusmaksujen kautta säästöä ei tule.

4.5 Palveluliiketoimintamallin muodostaminen

Palveluliiketoiminnan muodostamisessa käytetään työssä suoritettua laskentaa, tehtyjä haastatteluja sekä kirjallisuudesta löytyvää teoriaa. Laskennasta saadaan suuntaa antavia arvoja energiayhteisön tarjoamista säästöistä, joiden avulla pystytään miettimään palvelulle sopivaa hintaa. Haastattelun tuloksia hyödynnetään liiketoimintamallin luomisessa poimimalla sieltä haastateltavien näkemyksiä ja toiveita palvelua ja energiayhteisöjä kohtaan. Kirjallisuus täydentää työssä tehtyä tutkimusta. On tärkeää muistaa, että jokainen liiketoimintamallin muodostamisprojekti on ainutlaatuinen omine haasteineen, esteineen ja menestystekijöineen (Osterwalder et al. 2010).

Itse liiketoimintamallin muodostamiseen käytetään business model canvas -työkalua. Työkalu on tarkemmin selitetty luvussa 3.4. Liiketoimintamallin muodostamisessa painotetaan arvolupauksia, sillä tilausliiketoiminnan onnistumiseksi liiketoimintastrategian tulisi olla asiakasarvopohjainen (McCarthy & Fader 2017). BMC:n luomisessa hyödynnetään Osterwalder et al. (2010) kirjan kysymyksiä. Käytetyt apukysymykset ovat:

1. Kenelle palvelu luo arvoa? (Asiakassegmentti)
2. Mitä arvoa palvelu tarjoaa asiakkaalle? (Arvonlupaus)
3. Mikä on palvelukokonaisuus? (Arvonlupaus)
4. Miten asiakassegmentteihin ollaan yhteydessä? (Kanavat)
5. Millaista asiakassuhdetta asiakkaat toivovat tai yrityksen on mahdollista pitää? (Asiakassuhteet)
6. Mistä asiakkaat maksavat palvelussa? (Tulovirrat)
7. Mitä resursseja arvonlupaukset edellyttävät? (Avainresurssit)
8. Mitä toimintoja arvonlupaukset edellyttävät? (Avaintoiminnot)
9. Keitä liiketoiminta vaatii toimiakseen? (Avainkumppanit)
10. Mistä syntyvät liiketoiminnan kustannukset? (Kustannusrakenne)

Liiketoimintamallin luomisessa ei kuitenkaan ole tarkoitus mennä kovin syvälle työn rajauksen vuoksi. Tarkoituksena on kuitenkin muodostaa liiketoiminnan perusolemus, jonka avulla sitä voisi jatkojalostaa ja tarkentaa. Yleisesti liiketoimintamallin luomisen haasteena on luoda siitä riittävän yksinkertainen ja ymmärrettävä kuitenkaan yksinkertaistamatta sitä liikaa, jolloin syntyy vääränlainen kuva liiketoiminnasta (Osterwalder et al. 2010).

5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tässä luvussa esitellään oleellisimmat tulokset ja kuvaajat tutkimuksen tuloksista. Tutkimuksen tuloksien pohjalta saadaan vastaukset tutkimuskysymyksiin 3–5.

5.1 Energiayhteisömallien tuomien säästöjen laskenta

Taulukkoon 8 on koottuna yhteenveto tarkastelluista tapauksista sekä energiayhteisöjen tuomista säästöistä. Tulkinnan helpottamiseksi takamittarointi- ja hyvistyslaskentamallilla lasketut kustannukset ovat korostettu eri värein. Laskuissa huomioitu sähköautojen lataus on keskimääräinen lataustarve eli aiemmin todettu 10,4 kWh/päivä/sähköauto. Taulukosta nähdään, että suuremmat säästöt saadaan, kun aurinkosähköä tuotetaan enemmän ja hyödynnetään takamittarointimallia. Säästöt lasketaan taloyhtiön, jossa ei ole sähköautojen latausta tai aurinkopaneeleja, sekä kunkin tapauksen erotuksena. Takamittarointitarkasteluissa sähkön kustannukset on laskettu sekä yleissiirron että pienjännitetehosiirron avulla. Se, kummalla laskutavalla kustannukset tulivat pienemmiksi, merkittiin taulukkoon. Säästöjen perään taulukkoon on merkitty säästö prosentteina. Taulukkoon on merkitty tähdellä ne, joiden kustannusten laskemisessa on käytetty yleissiirron sijasta pienjännitetehosiirtoa. Sekä tapauksessa 25 % että 40 % pienjännitetehosiirron hyödyntäminen tuo alhaisemmat kustannukset. Tapausten prosenttiluvut tarkoittavat siis sitä osuutta kattopinta-alasta, joka on peitetty aurinkopaneeleilla. Tärkeää on myös huomioida, että taulukon arvoissa ei ole huomioitu aurinkopaneeleista tai mittareiden vaihdoista tulevia kustannuksia. Taulukon 8 sähkön kustannukset tarkoittavat siis taloyhtiön sähkölaskua eli siihen sisältyvät sähkön perusmaksu, kilowattituntihinta, siirtomaksun perusmaksu ja kilowattituntihinta sekä verot. Taulukko 8 vastaa tutkimuskysymykseen neljä.

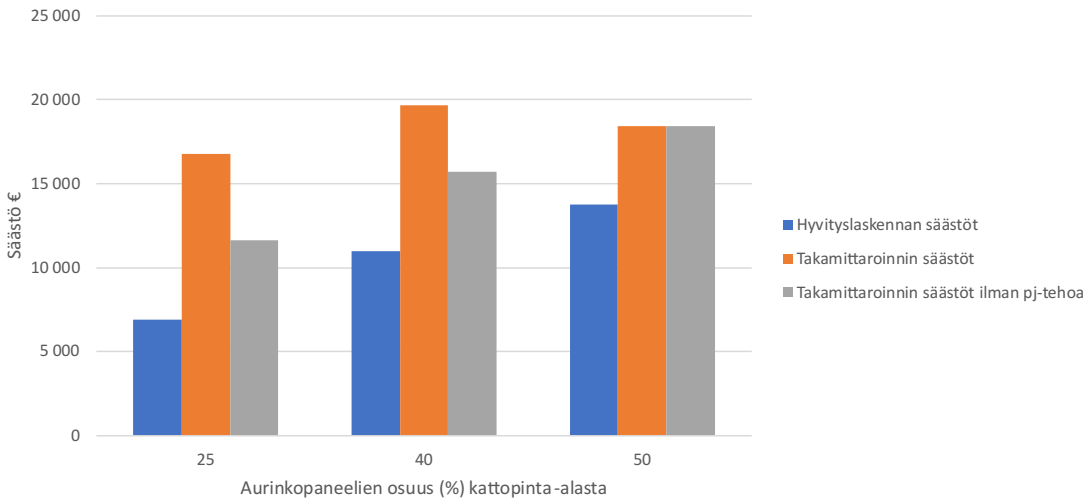
Taulukko 8. Sähkönhankinnan vuosikustannukset.

	Tapaus 25 %	**Tapaus 40 %**	**Tapaus 50 %**
Sähkön kustannukset (€/vuosi)	23 285	23 285	23 285
Sähkön kustannukset sähköautojen latauksen kanssa (€/vuosi)	30 612	30 612	30 612
Aurinkopaneeliston tuotanto (kWh/vuosi)	49 133	78 613	98 266
Sähkön kustannukset; aurinkosähkö kiinteistösähkönä (€/vuosi)	16 612	15 433	14 646
Sähkön kustannukset; takamittarointi (€/vuosi)	11 766	7 682	4 959
Säästö (€/vuosi)	11 519 (49,5 %)	15 603 (67 %)	18 326 (78,7 %)
Sähkön kustannukset; hyvityslaskenta (€/vuosi)	16 478	12 394	9 671
Säästö (€/vuosi)	6 807 (29,2 %)	10 891 (46,8 %)	13 614 (58,5 %)
Sähkön kustannukset; sähköautojen lataus mukana, takamittarointi (€/vuosi)	13 824,6 *	10 940 *	12 174
Säästö (€/vuosi)	16 788 (54,8 %)	19 672 (64,3 %)	18 438 (60,2 %)
Sähkön kustannukset; sähköautojen lataus mukana, hyvityslaskenta (€/vuosi)	23 694	19 609	16 887
Säästö (€/vuosi)	6 919 (22,6 %)	11 003 (35,9 %)	13 726 (44,8 %)

Taulukkoon 8 on laskettu vaiheittain kunkin eri skenaarion sähkön kustannukset, jotta niiden vaikutuksia pystytään helposti vertailemaan. Säästö pysyy melko samana saman tapauksen hyvityslaskentojen välillä riippumatta siitä, onko sähköautojen latausta mukana. Tietenkin kustannukset kasvavat sähköautojen latauksen ollessa mukana, mutta säästössä ei tapahdu merkittävää kasvua. Puolestaan takamittarointimallia hyödyntävässä laskennassa sähköautojen lataus tuo eroavaisuutta 25 % ja 40 % tapauksissa. Latauksen sisältyminen laskentaan tuo edellä mainittuihin tapauksiin 4000–5000 € lisäsäästöt.

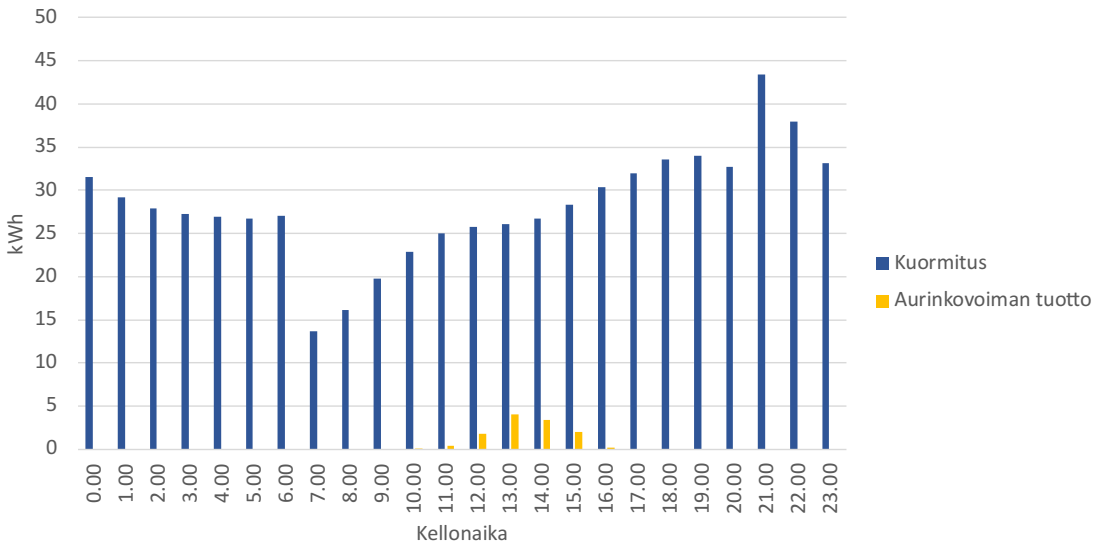
Tarkoituksena on kuitenkin löytää sähköautojen latausta käyttävälle taloyhtiölle edullisin hinta. Kuten taulukosta 8 nähdään, halvimmalla taloyhtiö pääsee, kun katosta 40 % on peitetty aurinkopaneeleilla, taloyhtiössä on sähköautojen lataus, käytössä on takamittarointi sekä yleissiirron sijaan käytetään pienjännitetehosiirtoa. Halvimmassa tapauksessa siis taloyhtiön sähkölasku on vajaa 11 000 € vuodessa. Pienjännitetehosiirrossa on suuremmat perusmaksut kuin yleissiirrossa, joten se tuo suuremmat säästöt tietyn ostosähkömäärän rajoissa. Energiayhteisön ja aurinkosähköjärjestelmän myötä taloyhtiö säästää vuosittaisessa sähkölaskussa reilu 19 600 €, mikä tarkoittaa noin 64 % säästöä. Energiayhteisö tuo siis selvästi säästöä taloyhtiölle. Jotta taloyhtiö voisi tehdä päätöksen itselleen kannattavimmasta tapauksesta, tulisi laskea myös investointikustannuksia ja sitä kautta investoinnin kannattavuutta. Työn rajallisuuden takia tällaisia laskelmia ei kuitenkaan työssä tehdä. Sanallisesti todettakoon kustannuksien muodostuvan muun muassa järjestelmistä ja niiden asennuksista.

Laskennasta huomataan, että hyvityslaskentamallin ja takamittarointimallin tuomat säästöt kasvavat lineaarisesti. Takamittarointimalli tuo hyvityslaskentamallia suuremmat säästöt, koska takamittarointimallissa säästöt muodostuvat vähentyneen ostosähkön tarpeen ja aurinkosähkön siirto- ja veromaksujen puutteen lisäksi pienentyneistä perusmaksuista. Poikkeuksen lineaarisuuteen tuo, kun takamittarointimallin säästöt lasketaan halvimmalla mahdollisella tavalla, eli 25 % ja 40 % tapauksissa pienjännitetehosiirron avulla. Mahdollisuuksien mukaan taloyhtiön kannattaakin siis hyödyntää pienjännitetehonsiirtoa yleissiirron sijaan, sillä se tuo noin 5 000 € lisäsäästön sähkölaskuun. Lisäksi säästöjä on mahdollista saada tehonohjauksen kautta. Erityisesti takamittarointimallissa on suurempi teho ohjattavissa, jolloin säästöä voisi saada ohjaamalla kulutusta halvemmille tunneille ja pienjännitetehotariffin tehomaksun osalta. Tässä työssä ei ole tarkasteltu tehonohjausta, sillä se vaatisi laajempaa laskentaa ja tarkastelua. Jatkotutkimuksen kannalta tehonohjaus olisi hyvä ottaa käsittelyyn. Säästöjen lineaarisuutta ja mallien tuomien eroja säästöihin on vertailtu kuvassa 11.



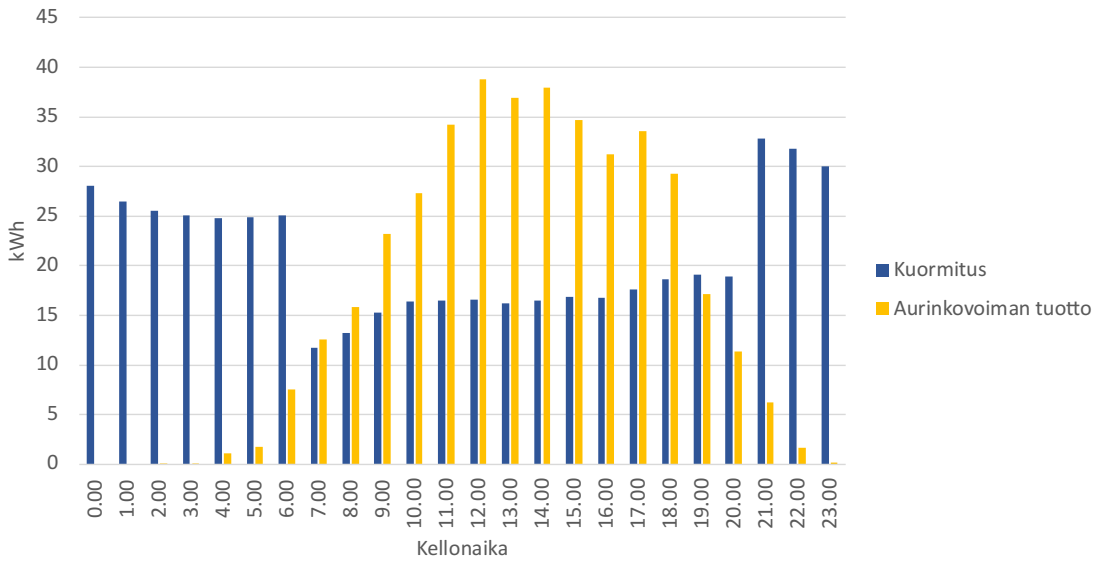
Kuva 11. *Energiayhteisöjen tuomat säästöt taloyhtiön sähkölaskuun*

Säästöjen lisäksi laskennassa tarkasteltiin kuormituksen ja tuotannon kohtaamista samojen tapauksien avulla. Työssä tarkasteltavan kohteen kuormitusprofiili on esitetty luvussa 4.2. Laskennassa sähköautojen lataus ajoitettiin klo 21–6 välille, jotta kuormitus pysyy maltillisena. Tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että tuotettua aurinkosähköä ei hyödynnetä sähköautojen latauksessa. Kun aurinkosähkön tuotantoa on enemmän, kuten tapauksissa 40 % ja 50 %, sähköautojen latausta on mahdollista ja jopa suotuisaa siirtää päivälle, jolloin ylijäämäsähköä syntyy vähemmän. Laskennan ja tarkastelun yksinkertaistamiseksi työssä ei kuitenkaan latausta siirretty päivälle. Kuvissa 12, 13 ja 14 on esitettynä tapauksien 40 % ja 25 % kulutuksen ja tuotannon kohtaamista.



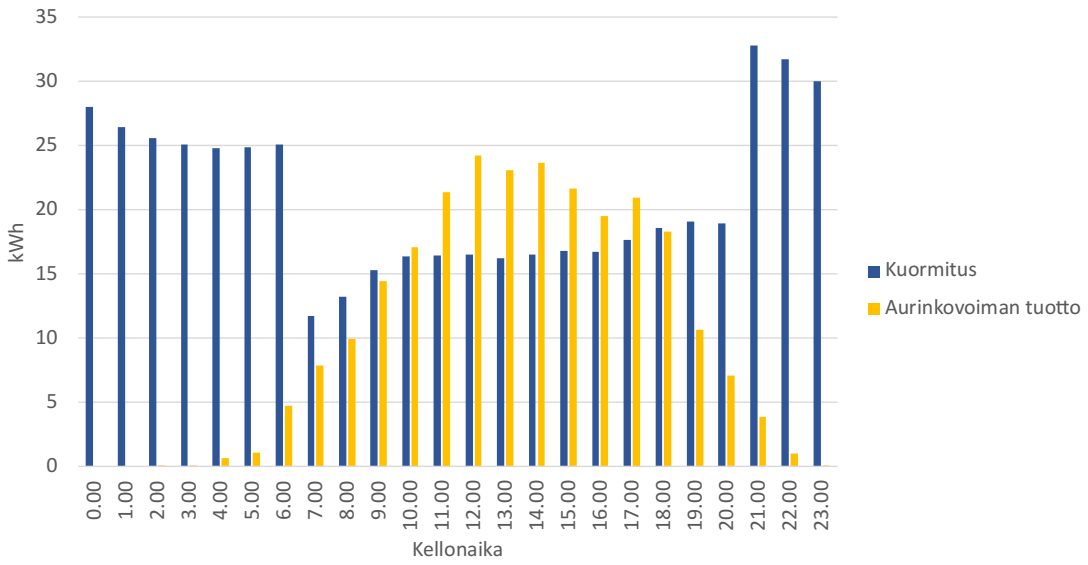
Kuva 12. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 6. tammikuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 40 % on peitetty aurinkopaneeleilla*

Kuten kuvasta 12 nähdään, tammikuussa 40 % tapaus ei tuota paljoakaan aurinkosähköä. Tämä ei kuitenkaan ole yllätys Suomen pitkän ja pimeän talven vuoksi. Kuormitus on jakaantunut melko tasaisesti vuorokauden eri tunneille, joten oletus sähköautojen latauksesta klo 21–6 toimii melko hyvin. Aamulle ja päivälle on mahdollista siirtää latausta, mutta aurinkosähköä ei siltikään siinä voida hyödyntää. Latausajankohdan muutos vaikuttaa ainoastaan kuormanhallintaan talviaikaan.



Kuva 13. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 7. heinäkuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 40 % on peitetty aurinkopaneeleilla*

Kuvassa 13 on esitettynä 40 % tapauksen kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen heinäkuussa. Aurinkosähköä tuotetaan klo 9–19 välillä selvästi yli tarpeiden. Tälle aikavälille olisi mahdollista siirtää yöllistä sähköautojen latausta siinä määrin kuin autoja on päivällä paikalla. Ilman sähkövarastoa aurinkosähköä ei ole järkevää tuottaa suuria määriä yli kulutuksen kannattamattomuuden vuoksi. On myös järkevää vertailla, kuinka kannattavaa on tuottaa ylijäämäaurinkosähköä verrattuna siitä saatuun hyötyyn. Kuten aiemmin työssä on jo mainittu, ylijäämäsähkön myymisestä verkkoon ei saa yhtä kannattavaa kuin sähkön hyödyntämisestä itse. Kannattavuuden tarkastelussa tulee ottaa myös huomioon aurinkosähköjärjestelmän investointikustannukset.



Kuva 14. *Kulutuksen ja tuotannon kohtaaminen 7. heinäkuuta taloyhtiössä, jonka kattopinta-alasta 25 % on peitetty aurinkopaneeleilla*

Kuvasta 14 nähdään, että kesällä jopa 25 % tapauksessa paneeliston tuottamaa aurinkosähköä jäisi joinain tunteina yli myytäväksi verkkoon. Tässäkin tapauksessa sähköautojen latausta olisi siis mahdollista siirtää päivälle. Riippuen taloyhtiön halusta ja rahallisesta tilanteesta jo pienemmälläkin paneelimäärällä on mahdollista tuottaa hyvin aurinkosähköä kesällä. 25 % tapauksessa ostosähkön tarve siis vähentyisi kesällä eikä investoimiseen kuluisi yhtä paljon pääomaa kuin esimerkiksi 40 % tapauksessa. Työssä ei ole esitettynä 25 % tapauksen kulutuksen ja tuotannon kohtaamista tammikuussa, sillä jo 40 % tapauksessa tuotanto on niin vähäistä, ettei kuvaajasta saisi merkittävää lisäinformaatiota.

5.2 Energiayhteisön edut ja heikkoudet

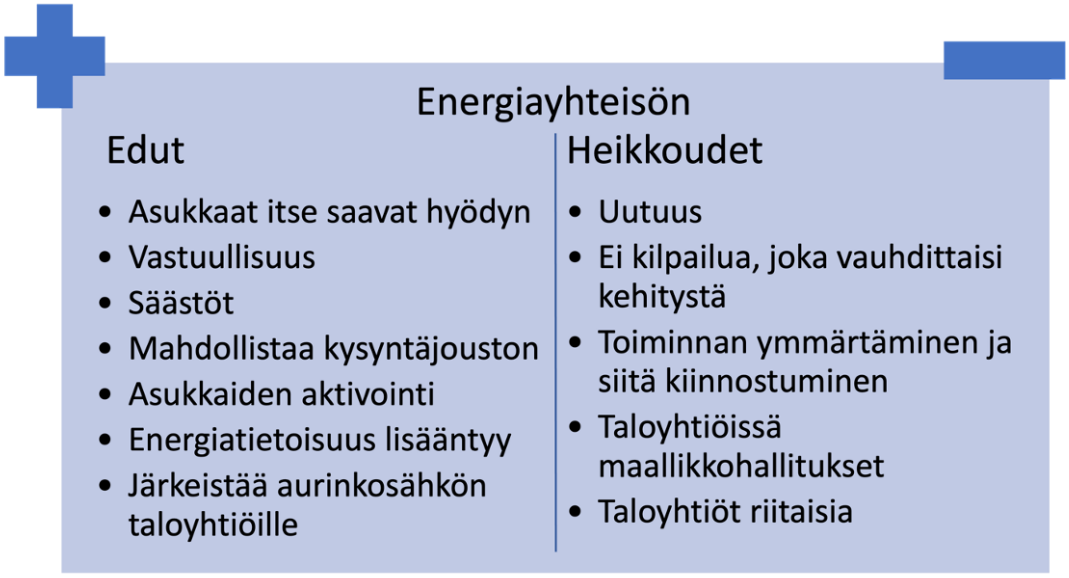
Haastateltaville H1–H5 energiayhteisöt ja niiden mallit olivat tuttuja. Hallituksen jäsenille, H6 ja H7, energiayhteisöt eivät olleet entuudestaan tuttuja. Ensivaikutelma heille energiayhteisöistä oli haasteellinen. Alkuesityksen jälkeen molemmat totesivat, että vaikealta kuulostaa. Aivan haastattelujen alkumetreillä siis konkretisoituu yksi energiayhteisön haasteista eli energiayhteisön toimintaperiaatteen ja kannattavuuden ymmärtäminen. Tästä huolimatta he suhtautuivat energiayhteisöihin positiivisesti ja mielenkiinnolla.

Energiayhteisön tärkeimpinä etuina nähtiin aurinkosähkön hyödyntäminen sekä mahdolliset säästöt. Haastateltavien mielestä yhteisön myötä aurinkopaneelien hankkiminen muuttuu kannattavammaksi ja asukkaat hyötyvät siitä oikeasti. Asukkaiden on siis helppoa tehdä vastuullisia ja kestäviä tekoja. Aurinkosähkön hankinnan kiinnostus osoittautui positiiviseksi kuten myös Auvinen et al. (2020) tekemä tutkimus osoittaa. Tutkimukseen

vastanneista selkeä enemmistö eli yli 86 % olivat kiinnostuneita aurinkosähkön hankinnasta. Asukkaiden aktivoiminen, mahdollisuudet osallistua ilmastotekoihin sekä heidän lisääntyvä energiatietoisuus ovat kaikki merkittäviä energiayhteisön tuomia etuja. Yhteisön innostamana asukkaat kiinnittävät enemmän huomiota omaan sähkönkulutukseensa ja toimintaansa. Asukkaat voivat siis innostua tekemään myös muita kestäviä tekoja. Auvinen et al. (2020) ja Brummer (2018) ovat nostaneet samoja energiayhteisön tuomia etuja esiin. Jo mainittujen etujen lisäksi haastateltavat näkivät energiayhteisöissä mahdollisuuden luoda säästöjä, joka nostettiin esiin myös Brummerin (2018) artikkelissa. Kaksi haastateltavista kuitenkin toi esille, että rahallinen säästö ei ole houkuttavin etu energiayhteisössä, vaan pikemminkin hyvä lisä. Oma sähköntuotanto nähtiin myös positiivisena asiana tulevaisuutta ajatellen. Haastatteluissa nousi esiin, että jatkossa erityisesti siirtohinnat tulevat nousemaan, jolloin oma tuotanto tulee entistä kannattavammaksi. Kuitenkin siirtotariffin tehokomponentti heikentää aurinkosähkön kannattavuutta, mutta parantaa aurinkosähkön ja akun yhdistelmän kannattavuutta. Sähkön varastoinnilla pystyisi myös säätelemään sähkön kustannuksia. (Koskela et al. 2019) Energiayhteisön edut on listattu kuvaan 15.

Haastatteluissa esiin tulleet energiayhteisön edut ovat hyvin samankaltaisia kuin Ruostetsaari et al. (2018) tekemän tutkimuksen tulokset. Tutkimuksen mukaan merkittävimmät tekijät oman sähköntuotannon hankkimiseen ovat taloudelliset tekijät, eli säästöt sähkölaskussa ja investointikustannukset, avaimet käteen -palvelu, oman sähkönkulutuksen seuraaminen ja ymmärtäminen sekä mahdollisuus vähentää päästöjä. Nämä kaikki vastaukset tulivat tavalla tai toisella esiin tämän diplomityön haastatteluissa.

Kuvaan 15 on kirjattu myös energiayhteisön heikkoudet. Suurimpina heikkouksina nähtiin energiayhteisöjen uutuus sekä sen toiminnan ja hyötyjen ymmärtäminen. Energiayhteisöjen uutuus tarkoittaa sitä, että monet eivät ole vielä edes tietoisia niistä. Uutuus on mahdollista kääntää myös eduksi, sillä energiayhteisön jäsen olisi edelläkävijä energiamurroksessa. Tällainen edelläkävijyys kuitenkin vaatii riskinsietokykyä. Toinen heikkous energiayhteisöissä on sen toiminnan ja hyötyjen ymmärtäminen oikein. Taloyhtiön hallitukset koostuvat maallikoista, joilla ei ole alan osaamista ja tietämystä. Riskinä onkin, että energiayhteisö kuulostaa liian monimutkaiselta tai asukkaat eivät täysin ymmärrä sitä, jolloin asia sivuutetaan ja unohdetaan. Myös Brummer (2018) nosti artikkelissaan energiayhteisön heikkouksiksi muun muassa osaamisen ja tiedon puutteen. Kaksi haastateltavaa nosti myös esille, että taloyhtiöt ovat hyvin riitaisia, mikä korostuu erityisesti mahdollisissa ongelmatilanteissa ja ylipäätään vaikeuttaa energiayhteisön käyttöönottoa.



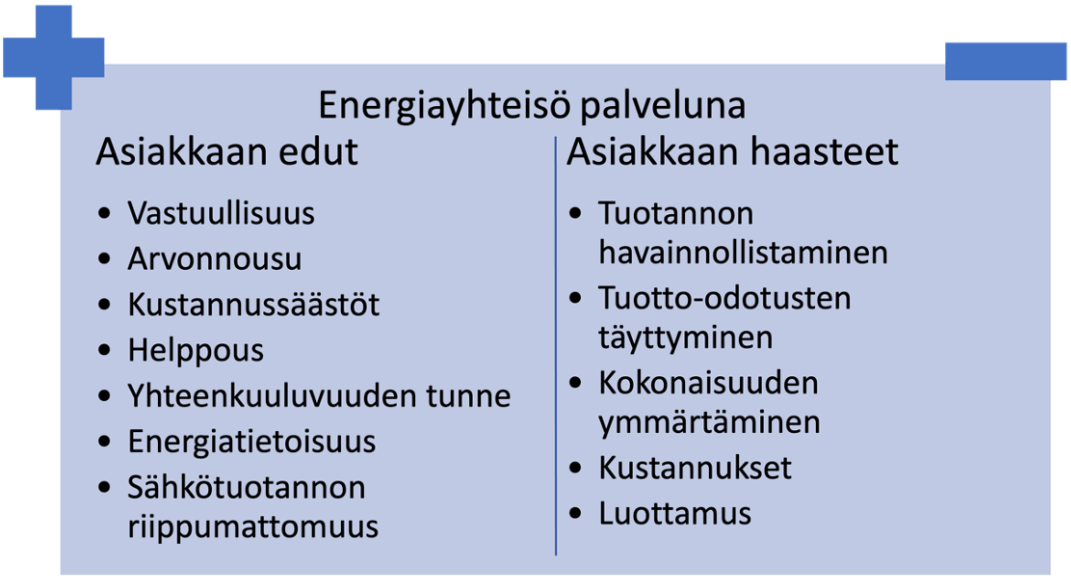
Kuva 15. *Energiayhteisön edut ja heikkoudet*

Haastatteluissa esitettiin myös ajatus energiayhteisöstä palveluna. Haastattelija esitti palvelun sisältävän aurinkopaneelit, sähköautojen latauspisteitä, energiayhteisömallin ja mahdollisesti kuormanhallintaa sekä kunnossapitoa. Palveluidea herätti pääasiassa positiivisia ajatuksia, mutta myös skeptisiä. Palvelun ostaminen helpottaa taloyhtiön päätöksentekoa ja toimintaa. Osa haastateltavista nosti myös esille sen, että taloyhtiöt tekevät mieluummin palvelusopimuksia kuin investoisivat itse suuria summia. Palvelujen pitkät sitoutumisajat toimivat tutkitusti kuitenkin luotaantyöntävinä (Hall et al. 2021). Myös palvelun kokonaisvaltaisuus nähtiin hyvänä ja toivottuna asiana. Siihen kaivattiin jopa jotain lisää, kuten yhteiskäyttökulkuvälineitä. Eräs haastateltava näki palvelun tarjoamisen suurena riskinä palveluntarjoajalle. Hän kuitenkin totesi, että palvelu ajatuksena on hyvä, jos palveluntarjoaja haluaa sellaisen riskin ottaa. Toisen haastatellun hallituksen jäsenen mielestä palvelun idea kuulostaa hyvältä, mutta se kuitenkin vaikuttaa ylimääräiseltä välikädeltä.

Näiden ensivaikutelmien jälkeen haastattelussa keskityttiin palveluntarjoajan ja asiakkaan saamiin etuihin ja haasteisiin. Haastateltavien oli helpompi vastata kysymyksiin asiakkaan näkökulmista, sillä se oli heille samaistuttavampi rooli. Asiakkaan saamiksi eduiksi nostettiin monta samaa asiaa kuin aiemmin energiayhteisön tuomien etujen yhteydessä: vastuullinen sähköntuotanto, mahdolliset säästöt ja energiatietoisuuden lisääntyminen. Palvelu nähtiin myös helppona tapana osallistua ilmastotekoihin. Helppoutena koettiin myös monen asian saaminen yhdestä palvelusta, sillä taloyhtiön hallituksella ei välttämättä ole resursseja itse lähteä tutkimaan, mikä monista eri vaihtoehdoista

olisi paras. Helppouden on todettu olevan tärkeä tekijä uusien innovaatioiden käyttöönotossa, ja sen avulla saavutetaan helpoiten massamarkkinoiden kiinnostus (Davis 1989; Rogers 2003, Ruostetsaari et al. 2018 mukaan). Palvelun ja sen tuomien laitteiden nähtiin myös nostavan kiinteistön ja asuntojen arvoja sekä kiinnostavuutta. Asunnonomistajat ja -sijoittajat hyötyvät tästä erityisesti.

Asiakkaan kohtaamissa haasteissa tuli jälleen ilmi energiayhteisön ja palvelun kokonaisuuden ymmärtäminen. Palvelun sisällön tulee olla ymmärrettävästi selitetty ja sen tulee myös vastata asiakkaiden tarpeisiin. Näin palveluun halutaan tarttua ja luottamus palveluntarjoajaan syntyy. Muutenkin luottamus palveluntarjoajaan voi koitua haasteeksi. H6 nosti esille mahdollisen luottamuspulan liittyen palveluntarjoajan tekemään kuormanhallintaan. Selkeä huoli oli siitä, uskaltaako tällaista vastuuta antaa palveluntarjoajalle ja vaikuttaako se asiakkaan elämiseen rajoittavasti. Ruostetsaaren et al. (2018) tutkimuksen tulokset puoltavat haastateltavan esille tuomaa huolta. Tutkimuksessa todettiin, että suomalaiset eivät mielellään antaisi palveluntarjoajan suorittaa kuormanhallintaa, koska he pelkäävät sen vaikuttavan negatiivisesti omaan arkeensa. Vaikka taloyhtiön asukkailla on mahdollista saada säästöjä, palvelun markkinointia ei kannata perustaa sille argumentille. Haastatteluissa nousi esiin, että haasteeksi voi muodostua odottamattoman suuruiset kustannukset tai kuviteltua pienemmät säästöt. Asiakkailla voi olla myös turhan optimistiset aurinkosähkön tuotto-odotukset, jotka eivät toteudukaan. Tästä voi seurata pettymyksiä ja halu lopettaa palvelu. Tähän liittyy vahvasti haaste aurinkosähkön tuotannon havainnollistamisesta asiakkaalle. Havainnollistaminen auttaisi asiakkaita ajoittamaan kulutustaan sopiviin ajankohtiin sekä ymmärtämään tuotantomääriä. Haastatteluissa esille tulleet vastaukset asiakkaan eduista ja haasteista on listattuna kuvassa 16.



Kuva 16. *Asiakkaan edut ja haasteet energiayhteisöpalvelussa*

Selkeästi vaikeampi kysymys haastateltaville oli pohtia palvelun tuomia etuja ja haasteita palveluntarjoajalle. Tämä on kuitenkin ymmärrettävää, sillä haastateltavat eivät edustaneet mahdollisia palveluntarjoajia. Lisäksi muutamassa haastattelussa tarvittiin tarkennusta siihen, kuka palveluntarjoaja tässä yhteydessä on. Haastattelija kertoi, että tällä hetkellä osa verkkoyhtiöistä tarjoaa energiayhteisöpalvelua, mutta tulevaisuudessa, markkinoiden ja lainsäädännön muuttuessa, palveluntarjoajat lisääntyvät ja erilaistuvat. Vaikeuksista huolimatta haastateltavat pystyivät kertomaan muutamia palveluntarjoajan saamia etuja. Vastauksissa eniten toistui palveluntarjoajan saama kilpailuetu, sillä energiayhteisöjen nähtiin yleistyvän tulevaisuudessa. Yleistymisen vuoksi etuna nähtiin myös palveluntarjoajan mahdollisuus kasvattaa tuottoaan.

Palveluntarjoajan kohtaamia haasteita haastateltavat osasivat nimetä enemmän. Haastattelijoiden vastauksissa eniten toistui asiakkaiden skeptisyys ja ymmärtämättömyys energiayhteisöjä kohtaan. Brummer (2018) tunnisti myös nämä energiayhteisöjen haasteiksi. Palveluntarjoajan haasteena onkin selittää energiayhteisön toimintaperiaatteet ja hyödyt ymmärrettävästi. Asukkaat eivät lähde sellaiseen toimintaan mukaan, jota eivät ymmärrä tai jonka hyödyt eivät ole heille selviä. Vaikka energiayhteisöpalveluilla ei oikein ole kilpailua markkinoilla, kilpailee aurinkovoima muiden uusiutuvien tuotantomuotojen, kuten tuulivoiman, kanssa. Tuulivoima on suomalaisille tutumpaa ja sen tuotanto tuntuu varmemmalta verrattuna aurinkovoimaan. Suomen pitkä pimeä talvi luo ennakkoluuloja aurinkosähkön kannattavuudesta, jolloin palvelun hyötyjen perustelu nousee merkittävään rooliin. Palvelun tarjoamisessa on siis taloudellinen riski. Haastattelussa esiin tulleet palveluntarjoajan edut ja haasteet ovat koottuna kuvaan 17.

Kuva 17. *Palveluntarjoajan edut ja haasteet energiayhteisöpalvelussa*

Haastattelija esitti kysymykset neutraalisti ja ilman ohjailua tietyn tuloksen tai vastauksen suuntaan. Tarvittaessa hän täsmensi kysymyksiä ja korjasi väärinymmärrykset erityisesti liittyen palvelun toimintaan. Haastateltavat edustivat eri näkökulmia, mikä heijastui myös vastauksiin. H1 on aiemmin työskennellyt hyvityslaskentapalvelun tuotteistamisen parissa eräässä sähköyrityksessä, joten hänen vastauksensa olivat hyvin takamittarointimallia vastaan. Haastattelun tarkoituksena ei kuitenkaan ollut verrata energiayhteisömalleja keskenään, joten tietyn mallin täystyrmäys ei heikennä tutkimuksen tulosta. Muilla haastateltavilla ei ollut yhtä vahvoja agendoja energiayhteisöjen suhteet, jolloin vastaukset eivät painottuneet tiettyyn suuntaan. Toisaalta haastateltavien oli vaikeampaa tarkastella kysymyksiä palveluntarjoajan näkökulmasta kuin asiakkaiden. Vastauksia kuitenkin saatiin myös heitä koskeviin kysymyksiin, mutta joskin vähemmän kuin asiakkaita koskeviin. Tämäkään ei kuitenkaan heikennä saatuja tuloksia, sillä vastauksia kuitenkin saatiin. Kaiken kaikkiaan haastattelujen voidaan todeta onnistuneen ja täyttäneen niille asetetut tavoitteet.

5.3 Palveluliiketoimintamalli energiayhteisölle

Energiapalvelun luomisessa on ennen kaikkea kyse energian siirtymisestä kestävämmäksi. Liiketoimintamallin tulisikin tukea tätä energiasiirtymää, jolloin mallilla on hyvät edellytykset onnistua. (Mourik & Bouwknegt 2020) Tämä toimii työssä tutkittavan energiayhteisöpalvelun alkuoletuksena. Haasteena on luoda palvelu, joka on houkutteleva asiakkaille ja kannattava palveluntarjoajalle.

Kuten haastatteluista käy ilmi, palvelulta halutaan kokonaisvaltaisuutta. Kokonaisvaltaisuus helpottaa taloyhtiön toimintaa, kun palveluntarjoajien määrä pysyy pienenä. Palveluun voisi sisältyä aurinkopaneeleja, sähköautojen latauspisteitä, mahdollisesti jotain yhteiskäyttökulkuvälineitä sekä energiayhteisömalli. Kokonaisuuden on pysyttävä kuitenkin selkeänä ja helposti ymmärrettävänä asiakkaille. Jos palvelu on liian monimutkainen, kuluttajat valitsevat itseään sillä hetkellä tyydyttävän vaihtoehdon eikä optimaalisinta (Hall et al. 2021). Tämä johtaa pidemmän päälle epätyytyväisyyteen ja haluun lopettaa palvelu. Myös palveluntarjoajasta voi jäädä negatiivinen kuva. Palvelun monimutkaisuus onkin yksi liiketoiminnan epäonnistumisen syistä (Mourik & Bouwknegt 2020).

Riippuen energiayhteisömallista ja aurinkopaneelien määrästä keskimääräinen kuukaudessa saatu säästö asuntoa kohti vaihtelee 13 eurosta 35 euroon. Nämä säästölaskennat on tehty oletuksella, että taloyhtiössä on jo aurinkopaneelit ja muut tarvittavat välineet eli kustannuksia ei synny paneeleista tai mittareiden vaihdoista. Palvelun hinnan tulisi siis muodostua myös tälle välille. Asiakkaan tulee saada palvelusta etuja, ja ennen kaikkea mahdolliset säästöt voivat motivoida, jolloin palvelu ei voi olla reilusti kalliimpi. Palvelulta kuitenkin toivotaan kokonaisvaltaisuutta, mikä nostaa palvelun hintaa. Kannattavuuden löytäminen sekä palveluntarjoajan että asiakkaan näkökulmasta onkin haasteellista.

Palvelun hinnoitteluun vaikuttaa vahvasti investointimalli. Aurinkopaneelien ja sähköautojen latausjärjestelmän investoinnin voi maksaa palveluntarjoaja tai asiakas eli taloyhtiö. Mikäli palveluntarjoaja tekee investoinnin, palvelumaksu on suurempi ainakin muutaman vuoden. Taloyhtiöllä olisi myös mahdollisuus lunastaa palveluntarjoajan investoimat laitteet itselleen myöhemmin, jonka jälkeen palvelumaksu pienenisi. Palveluntarjoajan tekemä investointi mahdollistaa myös heikommassa taloudellisessa tilassa olevien taloyhtiöiden osallistumisen vastuullisiin tekoihin. Tärkeä huomio on myös se, että kuluttajat kokevat pitkät sitoutumisajat uusissa energiapalveluissa luotaantyöntäviksi (Hall et al. 2021), mikä pitää ottaa sopimuksissa huomioon.

Investointimallista kysyttiin myös haastateltavien mielipiteitä. H6:n mielestä taloyhtiön tulisi tehdä investointi, mutta muilla haastateltavilla ei ollut yhtä vahvaa samaa mielipidettä. H6 näki palveluntarjoajan investoinnin ylimääräisenä välikätenä. Hän toivoi investointiin konsultointiapua palveluntarjoajalta, mutta halusi investoinnin olevan taloyhtiön tekemä. Muut haastateltavat pääsääntöisesti olivat palveluntarjoajan investoimisen puolella. Kahdessa haastattelussa nostettiin esille, että taloyhtiöille ei tällä hetkellä mieluusti anneta lainaa, sillä ne ovat huonoja maksajia. Palveluntarjoajan investointina palvelu olisi siis saatavilla kaikille taloyhtiöille. Lisäksi tämän mallin kanssa esteeksi ei muodostu muut investoinnit, kuten peruskorjaukset. H7 korosti hintavertailun ja läpinäkyvyyden tärkeyttä.

Näin taloyhtiö pystyy tekemään kannattavimman päätöksen. Kahdessa haastattelussa tuotiin vahvasti esille, että vain yhdelle investointimallille ei ole tarvetta, vaan malleja voi olla useampiakin. Mallin voisi siis valikoida aina asiakaskohtaisesti. Mallien monipuolisuus nähtiin energiayhteisöjen yleistymisen kannalta positiivisena asiana.

Ottaen huomioon haastatteluissa esiin tulleet mielipiteet sekä kirjallisuudesta luettu teoria on perustelua todeta, että takamittarointipalvelua olisi helpompaa lähteä tarjoamaan vuokrataloyhtiöille kuin omistusasuntotaloyhtiöille. Taloyhtiöiden riitaisuuden sekä päätöksenteon vaikeuden vuoksi takamittaroinnilla on paremmat mahdollisuudet vuokrataloyhtiöissä. H2 ja H3 nostivat esiin, että vuokrayhtiö voi päättää ottaa vuokraamiinsa taloyhtiöihin käyttöön takamittarointipalvelun, jolloin edellä mainitut takamittaroinnin haasteet poistuvat. Haastatteluissa nousi myös esiin, että takamittarointia hyödyntävä palvelumalli voisi toimia opiskelijataloyhtiöissä sekä vanhusten palvelutaloissa. Monella opiskelija-asuntosäätiöllä asunnon vuokraan sisältyy jo sähkösopimus, jolloin takamittaroinnin tarjoaminen palveluna voisi toimia. Opiskelija-asuntosäätiöt voisivat palvelun avulla saada tuntuvia säästöjä aikaan. Lisäksi nuoret opiskelijat arvostavat ympäristöystävällisiä ja kestäviä ratkaisuja, joten palvelu parantaisi asuntosäätiön imagoa. YIT:n olisikin mahdollista tarjota energiayhteisöpalvelua takamittarointimallilla, sillä lainsäädäntö ei salli hyvityslaskennan tarjoamista kuin verkkoyhtiöille. Lisäksi, kuten aiemmin on todettu, takamittarointi on kannattavampaa tehdä uudiskohteisiin, jolloin säästytään mittareiden muutoksien tuomilta lisäkustannuksilta (Auvinen et al. 2020; Lehto et al. 2021).

Kaikkien edellä mainittujen tietojen perusteella palvelun mahdolliseksi sisällöksi kuuluvat aurinkosähköjärjestelmät, sähköautojen lataus sekä takamittarointimalli. Lisäksi näiden tietojen ja luvussa 4.5 esitetyn mallin pohjalta muodostettiin potentiaalisen liiketoimintamallin raamit business model canvasin avulla. Malliin kirjattiin keskeisimmät asiakassegmentit, arvonlupaukset, kanavat, asiakassuhteet, tulovirrat, avainresurssit, avaintoiminnot, avainkumppanit ja kustannusrakenne.

Palveluliiketoiminta kohdistuu uusiin YIT:n rakentamiin taloyhtiöihin. Näin ollen takamittaroinnin mittarin vaihdoksista ei koidu lisäkustannuksia ja palvelu on helppo ottaa käyttöön tässä asiakassegmentissä. Toinen potentiaalinen asiakassegmentti on vuokra-asumisen yhtiöt. Palvelu lupaa asiakkailleen kustannussäästöjä sekä ympäristöystävällistä ja riippumatonta sähköntuotantoa. Lisäksi palvelu parantaa taloyhtiöiden mahdollisuuksia investoida aurinkosähköön ja sähköautojen lataukseen, sillä asiakkaalla on mahdollisuus valita palvelu palveluntarjoajan investoimana. Taloyhtiön on mahdollista myöhemmin lunastaa laitteistot, kun rahallinen tilanne on parempi. Tämä investointivaihtoehto tarkoittaa, että yhä useammalla taloyhtiöllä on mahdollisuus kestävämpään sähköön.

YIT on yhteyksissä asiakkaisiinsa kuukausittaisten raporttien muodossa. Raportit sisältävät tietoa aurinkosähkön tuotosta ja käytöstä sekä mahdollisesti sen myötä seuranneista positiivisista vaikutuksista, kuten säästöistä sähkössä ja hiilidioksidipäästöissä. Asiakkaat hyötyisivät myös kulutuksen ohjaamisesta aurinkosähkön tuoton ajankohtiin. Asiakas voi itse tutkia raportin tuotantokäyrää ja päätellä, milloin kulutusta kannattaisi olla. Toinen vaihtoehto on antaa joidenkin sähkölaitteiden ohjaus palveluntarjoajan hallittavaksi, vaikka monet suomalaiset suhtautuvatkin siihen epäilevästi (Ruostetsaari et al. 2018). Asiakaspalvelu voi pysyä yrityksen sisällä tai se voidaan ulkoistaa riippuen osaamisesta ja resursseista. Palvelun markkinointi keskittyy YIT:n verkkosivuille sekä asuntojen markkinoinnin yhteyteen.

Liiketoiminnassa onnistuakseen yrityksen tulee kiinnittää huomiota tarvittaviin avainresursseihin, -kumppaneihin ja -toimintoihin. Koska YIT on rakennusyritys, tarvitsee se yhteistyökumppaneita tämän palveluliiketoiminnan tuottamiseen. Aurinkosähköjärjestelmien ja sähköautojen latauspisteiden toimittajien hankkiminen onkin siis olennaista palvelun kannalta. YIT asentaa jo rakennuksiinsa sähköautojen latauspisteitä, jolloin tätä samaa toimittajaa voi hyödyntää myös palvelussa. Kumppanien lisäksi liiketoiminta tarvitsee toimiakseen ymmärrystä niin sähköstä kuin järjestelmistä sekä rahoitusta. Rahoitus on suuressa roolissa etenkin, jos palveluntarjoaja alkuinvestoijana -vaihtoehdosta tulee suosittu. Jotta liiketoimintamalli saadaan toimimaan, tulee yrityksen suunnitella, markkinoida ja myydä palvelua kattavasti. Liiketoiminnan tulot muodostuvat palvelumaksuista ja mahdollisista laitteiden lunastusmaksuista. Lunastusmaksut ovat siis mahdollisia, jos palveluntarjoaja suorittaa alkuinvestoinnin laitteisiin. Puolestaan keskeisimpiä kuluja liiketoiminnassa ovat järjestelmät ja niiden asennukset, laskutuksien hoito, ylläpito, markkinointi sekä asiakaspalvelu. Palveluliiketoiminnan BMC on esitetty kuvassa 18, joka tiivistää vastauksen tutkimuskysymykseen viisi.

Kuva 18. *Palveluliiketoiminnan business model canvas*

Syvempää liiketoimintamallin suunnittelua varten tulisi ottaa huomioon liiketoimintaympäristön markkinavoimat, teollisuuden voimat, keskeiset trendit ja makrotalouden voimat. Markkinavoimien tarkasteluun sisältyvät muun muassa markkinasegmentit, kysyntä ja tarjonta, markkinan ongelmat sekä tulojen mahdollisuudet. Teollisuuden voimiin puolestaan kuuluvat muun muassa kilpailijat, korvaavat palvelut ja tuotteet sekä sidosryhmät. Keskeisillä trendeillä tarkoitetaan sääntely- ja teknologiatrendejä sekä sosiaalisia, kulttuurillisia ja sosioekonomisia trendejä. Viimeisenä tarkasteltaviin makrotalouden voimiin sisältyvät muun muassa pääomamarkkinat ja globaalit markkinaolosuhteet. (Osterwalder et al. 2010) Näitä tietoja kannattaa hyödyntää jatkossa, kun liiketoimintamallia suunnittelee tarkemmin.

Tässä työssä tehty tutkimus tarjoaa katsauksen energiayhteisöjen hyödyistä ja heikkouksista asuinkerrostaloissa, mikä edesauttaa energiayhteisöjen ymmärtämistä ja niiden perustamisen laajenemista. Potentiaaliset energiayhteisön jäsenet ja kiinnostuneet kuluttajat hyötyvät tässä työssä tehdystä tutkimuksesta. Lisäksi tämän diplomityön tutkimus tarjoaa energiayhteisöihin pohjautuvan palveluliiketoimintamallin pohjan, mikä hyödyttää potentiaalisia palveluntarjoajia. Tulevaisuudessa on mahdollista siis tuoda markkinoille palvelu, joka on hyödyntänyt tämän työn tutkimusta. Tämä työ siis osoittaa, että energiayhteisömallit tuovat säästöä taloyhtiöiden sähkölaskuihin, herättävät kiinnostusta ja mahdollistavat kiinnostavan liiketoimintamallipohjan markkinoille.

Tässä työssä tehty tutkimus ei kuitenkaan vastaa kaikkiin tarpeisiin, joten lisätutkimukselle on tarvetta. Jatkossa tulisi tutkia kattavasti aurinkosähköjärjestelmän investointikustannukset taloyhtiölle sekä palvelun kustannukset ja tuotot yritykselle. Laskennassa ei myöskään huomioitu ylijäämäsähkön myynnistä saatavia tuottoja eikä toisaalta sen takaisinostamisen vaativia kustannuksia. Lisäksi laskennassa ei huomioitu loistehoa puutteellisten tietojen sekä laskujen yksinkertaistuksen vuoksi. Nämä oletukset siis helpottivat laskentaa, mutta samalla tekivät siitä hieman puutteellisen. Jatkotutkimuksissa edellä mainitut kvantitatiivisen tutkimuksen heikkoudet tulisi korjata. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa oli myös heikkouksia. Haastatteluja pidettiin suhteellisen vähän, jolloin yleistyksiä ei niistä voida tehdä. Haastattelukysymysten pohjalta ei myöskään ollut mahdollista profiloida haastateltavia, mikä auttaisi palveluliiketoiminnan muodostamisessa ja myöhemmin implementoinnissa. Jatkotutkimuksissa haastatteluja tulisi siis olla enemmän ja niiden kysymykset kattavampia. Kuitenkin tämän työn tutkimuksen voidaan todeta olevan onnistunut, sillä sen pohjalta saatiin vastaukset kaikkiin tutkimuskysymyksiin.

6. YHTEENVETO

Kestävän energian- ja sähköntuotannon kysyntä kasvaa etsittäessä ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Kuluttajien teoilla ja valinnoilla on merkitystä kestävämmän tulevaisuuden toimissa. Kuluttajat ovatkin kiinnostuneita uusiutuvista energialähteistä, kuten aurinkovoimasta sekä kestävämmistä liikkumismuodoista. Eräs kiinnostava ja melko uusi ratkaisu kuluttajille on energiayhteisö. Tämän diplomityön tarkoituksena oli tarkastella aurinkosähkön mahdollisuuksia sähköautojen latausinfraa käyttävässä kerrostaloyhtiöissä. Tarkastelussa painotettiin erityisesti energiayhteisöjen tuomia mahdollisuuksia ja haasteita. Lisäksi tässä työssä tarkasteltiin energiayhteisön palveluliiketoimintamahdollisuuksia.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tarkoituksena oli selvittää, miten aurinkosähköä voidaan hyödyntää sähköautojen latausinfraa käyttävässä kerrostalokiinteistössä. Isoin ongelma taloyhtiöissä on aurinkosähköjärjestelmän kannattamattomuus, sillä itsetuotettua aurinkosähköä ei ole aiemmin voinut hyödyntää taloyhtiön asukkaiden huoneistoissa. Järjestelmä on tullutkin mitoittaa kiinteistösähkönkulutusta vastaavaksi, jolloin ylijäämäsähköä ei synny. Aurinkosähkö on kuitenkin mahdollista järkeistää taloyhtiöille energiayhteisön avulla. Tällä hetkellä on olemassa kaksi eri energiayhteisömallia: takamittarointi- ja hyvityslaskentamalli. Energiayhteisön myötä taloyhtiön asukkaiden huoneistoissa voidaan hyödyntää aurinkosähköä, järjestelmän kokoa voidaan kasvattaa ja asukkaiden on mahdollista saada säästöä sähkölaskuissaan.

Energiayhteisömallit ovat suhteellisen uusia ja niihin liittyvään lainsäädäntöön on tullut uudistuksia. Näiden lainsäädännöllisten muutosten tarkastelu vastasi tutkimuskysymykseen kaksi. Valtioneuvoston asetus (1133/2020) mahdollisti hyvityslaskentamallin vuonna 2021 verkkoyhtiöiden tarjottavaksi. Takamittarointimalli on ollut pidemmän aikaa mahdollista sähkömarkkinalain säädösten mukaisesti. Ylipäätään Suomen lainsäädäntö ja Euroopan unionin säädökset sekä direktiivit ohjaavat kestäviin valintoihin ja tekoihin.

Työssä tehtiin sekä laadullista että määrällistä tutkimusta. Laadullisena tutkimusmenetelmänä käytettiin haastatteluja, joiden avulla vastattiin kolmanteen tutkimuskysymykseen eli, mitä hyötyjä eri energiayhteisömalleilla on kuluttajalle ja palveluntuottajalle. Haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että energiayhteisöt kiinnostavat, mutta tiedon ja ymmärryksen levittämiseen tarvitaan resursseja. Haastateltavat nostivat esiin kuluttajien

hyödyiksi muun muassa mahdolliset säästöt, kestävän sähköntuotannon ja energiatietoisuuden lisääntymisen. Puolestaan tuottajien hyödyiksi haastateltavat näkivät imagon paranemisen, tuoton mahdollisuuden sekä kilpailuedun.

Määrällisessä tutkimuksessa laskettiin erikokoisille järjestelmille aurinkosähkön tuotanto sekä mahdollinen säästö aurinkosähkön ja energiayhteisön myötä sähkölaskussa. Laskenta vastasi tutkimuskysymykseen neljä eli mistä asiakkaan ja palveluntarjoajan kustannukset sekä tuotot ja säästöt koostuvat sekä kuinka suuret ne ovat tarkastelluissa tapauksissa. Laskennan rajallisuuden vuoksi kustannuksien muodostumista käsiteltiin vain sanallisesti. Kustannusten todettiin koostuvan järjestelmistä, niiden asennuksista, markkinoinnista, palvelun ylläpidosta sekä asiakaspalvelusta. Asiakkaan säästöt muodostuvat sekä takamittarointi- että hyvityslaskentamallissa vähentyneestä ostosähkön tarpeesta. Takamittaroinnissa säästöä tuo lisäksi pienentyneet sähkön perusmaksut. Työssä tarkastelluissa tapauksissa parhaimman säästön taloyhtiö saa, kun kattopinta-alasta 40 % peitetään aurinkopaneeleilla, käytössä on takamittarointimalli, sähköä kuluu myös sähköautojen lataukseen ja yleissiirron sijaan käytetään pienjännitetehosiirtoa. Tällöin taloyhtiön vuoden sähkölasku on hieman vajaa 11 000 €. Säästöä taloyhtiölle vuodessa malli toisi reilu 19 600 € verrattuna tilanteeseen, jossa ei tuoteta itse aurinkosähköä tai olla osana energiayhteisöä, mikä tarkoittaa lähes 65 % säästöä vuosikustannuksissa. Asiakkaan säästöjen lisäksi työssä tutkittiin palveluntarjoajan tuoton mahdollisuutta. Yrityksen saama tuotto koostuu kuukausittaisesta palvelumaksusta sekä mahdollisesta lunastusmaksusta. Työn rajallisuuden vuoksi ei suoritettu tuottolaskelmia.

Diplomityössä myös muodostettiin liiketoimintamallipohja energiayhteisöpalvelulle, mikä vastasi tutkimuskysymykseen viisi. Liiketoimintamallin luomisessa hyödynnettiin erityisesti haastattelujen tuloksia sekä business model canvasia. Liiketoiminta luotiin takamittarointipalvelun ympärille, sillä sellaiselle palvelulle markkinoilla on tilaa ja takamittaroinnin tarjoamista ei ole lainsäädännöllisesti rajoitettu toisin kuin hyvityslaskentamallin. Takamittaroinnin lisäksi palveluun sisältyy aurinkosähköjärjestelmät ja sähköautojen latauspisteet asennuksineen sekä asiakaspalvelu. Palveluliiketoiminnan arvonlupaukset ovat kustannussäästöt, kestävä ja oma sähköntuotanto sekä investointien saatavuuden parantaminen. Tällainen kokonaisvaltainen palvelu nostettiin haastateltavien toimesta kiinnostavaksi.

Diplomityö herätti myös lisätutkimuksen tarpeen. Jatkotutkimusta tarvitaan energiayhteisöpalvelun investointikustannusten laskemiseen. Ilman niitä ei voida todeta, onko palvelu kannattava tai paljonko säästöä oikeasti palvelu tuottaa. Palvelumalli ylipäätään tar-

vitsee lisätutkimusta. Palvelumuotoilu, lisähaastattelut asiantuntijoille ja mahdollisille asiakkaille sekä asiakassegmentointi ja -jaottelu ovat osa-alueita, joihin lisätutkimusta tulisi kohdistaa.

LÄHTEET

Adven. 2021. Energy as a Service – energia palveluna. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 6.7.2021): https://adven.com/fi/energia-palveluna/

Antikainen, M. 2016. EVE – Electric Vehicle Systems 2011–2015. Tekes. Helsinki.

Autoalan tiedotuskeskus. 2021. Liikennekäytössä olevien ladattavien henkilöautojen määrä. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 22.9.2021): https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys

Auvinen, K., Honkapuro, S., Ruggiero, S., Juntunen, J. 2020. Aurinkosähköä taloyhtiön asukkaille – Mittaushaasteista kohti digitaalisia energiayhteisöpalveluja. Kauppakorkeakoulu. Helsinki. 90 s.

Auvinen, K. & Rummukainen, M. 2020. Aurinkosähköjärjestelmien hinnat laskussa – kannattavuutta arvioitava käyttöajan puitteissa. Hiilineutraalisuomi.fi. Saatavilla (viitattu 2.8.2021): https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Aurinkosahkojarjestelmien_hinnat_laskuss(56958

Brummer, V. 2018. Community energy – benefits and barriers: A comparative literature review of Community Energy in the UK, Germany and the USA, the benefits it provides for society and the barriers it faces. Renewable & Sustainable Energy Reviews. Vol.94, pp. 187–196.

Caruna. 2020. Uutta virtaa taloyhtiöille: yhteiskäyttöiset aurinkopaneelit pienentävät taloyhtiön ja asukkaiden sähkölaskua. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 2.7.2021): https://www.caruna.fi/ajankohtaista/uutta-virtaa-taloyhtioille-yhteiskayttoiset-aurinkopaneelit-pienentavat-taloyhtion-ja

Cleary, K. & Palmer, K. 2019. Energy-as-a-Service: A Business Model for Expanding Deployment of Low-Carbon Technologies. Resources for Future.

DiCicco-Bloom, B. & Crabtree, B. F. 2006. The qualitative research interview. Medical Education. Vol.40(4), pp. 314–321

Energiateollisuus. 2022. Sähköntuotanto. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 1.2.2022): https://energia.fi/energiasta/energiantuotanto/sahkontuotanto

Energiavirasto. 2018. Kuormitusprofiilit (Excel).

Energiavirasto. 2021. Energiavirasto on määrittänyt muutokset sähkönjakelun valvontamenetelmiin. Sähköverkon yksikköhinnat 2022–2023 (Excel). Saatavilla (viitattu

22.12.2021): https://energiavirasto.fi/-/energiavirasto-on-maarittanyt-muutokset-sahkon-jakelun-valvontamenetelmiin-

Euroopan komissio. 2021. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma: Komission ehdotusten myötä EU:n talous ja yhteiskunta kohti ilmastotavoitteiden saavuttamista. Lehdistötiedote 14.7.2021. Saatavilla (viitattu 16.7.2021): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_21_3541

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta. Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FI:PDF

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001 uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2019/944 sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä ja direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta (uudelleenlaadittu). Euroopan unionin virallinen lehti. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=FI

Fimea, N., Toledo, D., Zamboni, W. 2013. Storage Unit and Load Management in Photovoltaic Inverters for Residential Application. IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. pp. 6800–6805

Fingrid. 2021a. Datahub. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 5.7.2021): https://palvelut.datahub.fi/fi/datahub/general-info

Fingrid. 2021b. Varttitase eli 15 minuutin taseselvitysjakso. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 17.9.2021): https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyys/pohjoismainen-tasehallinta/varttitase/

Fraunhofer ISE. 2015. Current and Future Cost of Photovoltaics Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems. Study on behalf of Agora Energiewende. Saatavilla: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2014/Kosten-Photovoltaik-2050/AgoraEnergiewende_Current_and_Future_Cost_of_PV_Feb2015_web.pdf

Goertzen, M. J. 2017. Introduction to quantitative research and data. Library Technology Reports. Vol.53(4), pp. 12–18.

Hall, S., Anable, J., Hardy, J., Workman, M., Mazur, C., Matthews, Y. 2021. Matching consumer segments to innovative utility business models. Nature Energy.

Heinonen, J. & Junnila, S. 2014. Residential energy consumption patterns and the overall housing energy requirements of urban and rural households in Finland. Energy and buildings. Vol.76, pp. 295–303

Helen Oy. 2020a. Aurinkovoimala palveluna – ilman investointia. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 6.7.2021): https://www.helen.fi/yritykset/aurinkovoimalat/aurinkovoimalat-yrityksille/aurinkovoimala-palveluna

Helen Oy. 2020b. Vuokraa aurinkopaneeli. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 3.8.2021): https://www.helen.fi/aurinkopaneelit/aurinkosahko

Helen Oy. 2020c. Vuokraa aurinkopaneeli Kivikosta. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 22.12.2021): https://www.helen.fi/aurinkopaneelit/aurinkosahko/kivikko

Helen Oy. 2021. Perussähkö - suosituin tuotteemme. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 23.6.2021): https://www.helen.fi/sahko/sahkosopimus/perussahko

Helen Sähköverkko Oy. 2016. Pientuotannon siirtohinnat. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 5.7.2021): https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hinnastot-ja-sopimusehdot/hsv/pientuotantohinnasto.pdf

Helen Sähköverkko Oy. 2020. Hyvityslaskenta. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 5.7.2021): https://www.helensahkoverkko.fi/palvelut/hyvityslaskenta

Helen Sähköverkko Oy. 2021. Sähkön verkkopalveluhinnasto. Saatavilla: https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hinnastot-ja-sopimusehdot/hsv/verkkopalvelumaksu.pdf

Ilmatieteen laitos. 2021. Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. Auringon kokonaissäteilyenergia 45 astetta eri ilmansuuntiin kallistetuille pinnoille nykyilmastossa (TRY2012): Vyöhykkeet I ja II. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 28.6.2021): https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky

Koskela, J., Haukkala, T., Aalto, P., Harsia, P., Penttinen, S-L., Kojo, M., Järventausta, P., Rautiainen, A., Björkqvist, T., Talus, K. 2019. Sähkön varastointi edistää aurinkosähkön pientuotantoa. ET-TRAN analyysi.

Käpylehto, J., Hänninen, P., Pekkarinen-Kanerva, P., Martikka, M., Evokari, V. 2017. Aurinkosähköä kerrostaloon Opas asukkaille, hallituksen jäsenille ja isännöitsijöille. Helsingin kaupunki. 34 s.

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 733/2020. Helsingissä 29.10.2020. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733

Lehto, I., Orrberg, M., Ylinen, M., Andersén, M. 2021. Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus. 2., uudistettu painos. Espoo. Sähköinfo Oy.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2021. Fossiilittoman tieliikenteen tiekartta Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä. Helsinki. 54 s.

Liikennevirasto. 2018. Henkilöliikennetutkimus 2018 Suomalaisten liikkuminen. Helsinki. 113 s. + 3 liitt. Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/14639/Henkiloliikennetutkimus_2016_Suomalaisten_liikkuminen.pdf

McCarthy, D. & Fader, P. 2017. Subscription Businesses Are Booming. Here's How to Value Them. Harvard Business Review Digital Articles 1–6.

Motiva. 2021a. Aurinkosähköjärjestelmien hinta. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 2.8.2021): https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta

Motiva. 2021b. Energiatehokkuus- ja ESCO-palvelut. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 6.7.2021): https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-_ja_esco-palvelut

Motiva. 2021c. Mikä on energiatodistus? Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 1.12.2021): https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/mika_on_energiatodistus

Motiva. 2021d. Näin luet energiatodistusta. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 1.12.2021): https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/mika_on_energiatodistus/nain_luet_energiatodistusta

Mourik, R. & Bouwknegt, R. 2020. Energy Service Business Models and Entrepreneurial Skills: Identifying Models and Patterns. Proceedings, Vol.65(26), p. 26–

Mölsä, S. 2021. Kaavoitus- ja rakentamislaki ohjaamaan rakentamista – Rakennuslehti kertoo mitkä asiat muuttuvat. Rakennuslehti. Saatavilla (viitattu: 4.11.2021): https://www.rakennuslehti.fi/2021/02/kaavoitus-ja-rakentamislaki-ohjaamaan-rakentamista-rakennuslehti-kertoo-mitka-asiat-muuttuvat/

Osterwalder, Pigneur, Y., Clark, T., Pijl, P. van der. 2010. Business model generation a handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley.

Pahkala, T., Uimonen, H., Väre, V. 2018. Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä Älyverkkotyöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö. 40 s.

Parag, Y., & Sovacool, B. K. 2016. Electricity market design for the prosumer era. Nature energy. Vol.1(4).

PlayGreen. 2021. Aurinkosähköä taloyhtiöille. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 13.12.2021): https://playgreen.fi/taloyhtioille/

Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Gaudeamus.

Ruggiero, S., Martiskainen, M., Onkila, T. 2018. Understanding the scaling-up of community energy niches through strategic niche management theory: Insights from Finland. Journal of Cleaner Production. Vol.170, pp. 581–590.

Ruostetsaari, I., Aalto, P., Kallioharju, K., Kojo, M., Rautiainen, A., Toivanen, P. 2016. Suomalaiset eivät lämpene sähköautoille – miten kiinnostus sytytetään? EL-TRAN analyysi.

Ruostetsaari, I., Kotilainen, K., Aalto, P., Harsia, P., Heljo, J., Järventausta, P., Kallioharju, K., Kojo, M., Mylläri, F., Pääkkönen, A., Repo, S., Sorri, J., Uski, S. 2018. Suomalaiset sähkön käyttäjinä ja tuottajina: valmius kysyntäjoustoon ja omakohtaiseen sähköntuotantoon. EL-TRAN analyysi.

Sitra. 2018. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki. Saatavilla (viitattu 21.6.2021): https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/

ST 51.90. 2021. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. St-kortisto. Sähkötieto ry.

Sähköinen liikenne ry. 2021. Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2021.

Sähkömarkkinalaki. 2013/588. Helsingissä 1.9.2013. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588

Tampereen yliopisto, Tampereen ammattikorkeakoulu, VTT. 2021. Prosumer Centric Energy Communities towards Energy Ecosystem (ProCemPlus). Tampereen yliopisto, Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta.

Thigpen, C. G. 2018. Giving parking the time of day: A case study of a novel parking occupancy measure and an evaluation of infill development and carsharing as solutions to parking oversupply. Research in Transportation Business and Management. Vol.29, pp. 108–115.

Tilastokeskus. 2020. Asumisen energiankulutus laski edelleen vuonna 2019. Saatavilla (viitattu: 21.7.2021): https://www.stat.fi/til/asen/2019/asen_2019_2020-11-19_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2021a. Asuminen. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 20.7.2021): https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_asuminen.html

Tilastokeskus. 2021b. Asuntokanta 2020. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 23.12.2021): https://www.stat.fi/til/asas/2020/01/asas_2020_01_2021-10-14_kat_001_fi.html

Tilastokeskus. 2021c. Energia. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 21.7.2021): https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html

Tilastokeskus. 2021d. Myönnettyjen rakennuslupien kuutiomäärä suurempi kuin vuotta aiemmin. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 9.8.2021): https://www.stat.fi/til/ras/2021/05/ras_2021_05_2021-07-20_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2021e. Rakentaminen. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 22.7.2021): https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_rakentaminen.html

Tongco, M. D. C. 2007. Purposive sampling as a tool for informant selection. Ethnobotany Research and Applications. Vol.5, pp. 147–158.

Traficom. 2021a. Ladattava hybridi. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 21.9.2021): https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/ladattava-hybridi

Traficom. 2021b. Sähköauto. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 21.9.2021): https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/sahkoauto

Traficom. 2021c. Sähköauton hankintatuki. Verkkosivu. Saatavilla (viitattu 21.9.2021): https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/sahkoauton-hankintatuki

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. 1133/2020. Saatavilla: https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201133

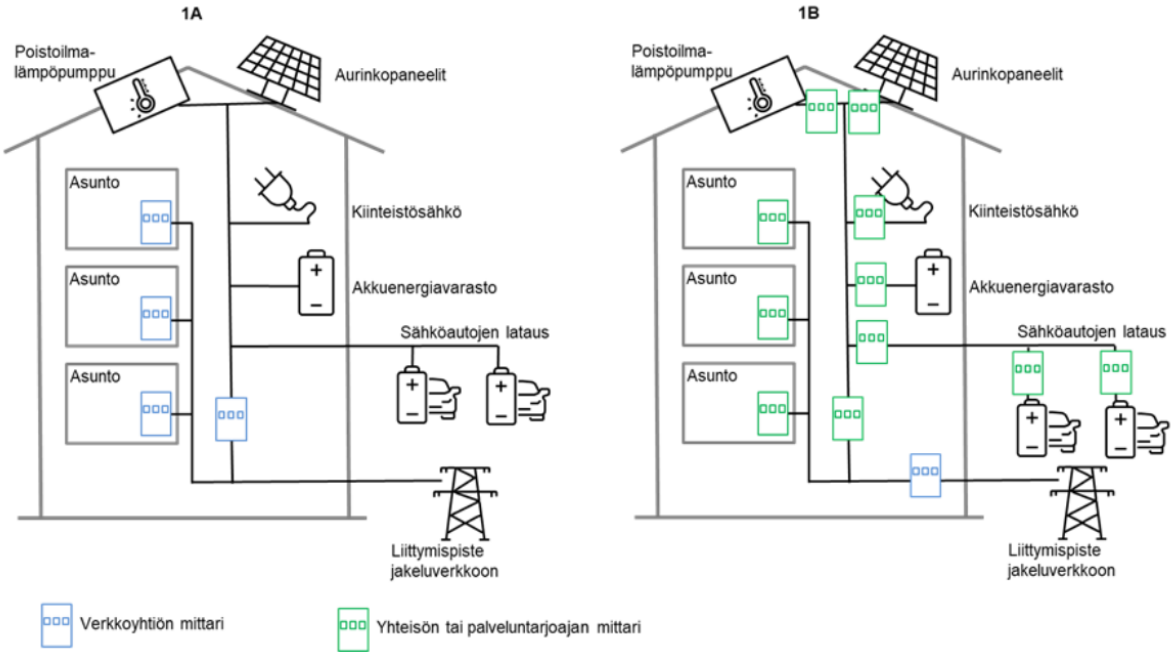
Vikman, M. 2018. Aurinkopaneeleita tarjotaan yhä enemmän vuokralle: "Yhden paneelin tuotolla pesee 230 koneellista pyykkiä". Yle. Saatavilla (viitattu 3.8.2021): https://yle.fi/uutiset/3-10278051

Wagner, O., Adisorn, T., Tholen, L., & Kiyar, D. 2020. Surviving the energy transition: Development of a proposal for evaluating sustainable business models for incumbents in Germany’s electricity market. Energies (Basel). Vol.13(3), p. 730–.

Weil, H. 2018. Energy as a Service. MIT Sloan School of Management. SSRN Electronic Journal.

YIT. 2021. Yrityksen sisäinen tiedosto.

LIITE A: ESITYSMATERIAALI



(Tampereen yliopisto et al. 2021)

LIITE B: AURINGON KUUKAUSITTAINEN KOKONAISSÄTEILYENERGIA 45° KALLISTETULLE JA ETELÄÄN SUUNNATULLE PINNALLE ETELÄ-SUOMESSA

Kuukausi	Auringon kokonaissäteilyenergia, kWh/m^2
Tammikuu	13,1
Helmikuu	44,3
Maaliskuu	106,7
Huhtikuu	154,9
Toukokuu	183
Kesäkuu	167,6
Heinäkuu	189,8
Elokuu	152,1
Syyskuu	126,9
Lokakuu	44,3
Marraskuu	17
Joulukuu	11,2
Vuodessa	1210,9

(Ilmatieteen laitos 2021)