

ENERGIAYHTEISÖN PERUSTAMINEN



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2023

Tiia Jokinen

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus

Tekijä Tiia Jokinen

Työn nimi Energiayhteisön perustaminen

Ohjaaja Timo Viitala

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia energiayhteisöjä ja selvittää minkälainen prosessi energiayhteisön perustaminen on tutkielman toimeksiantajan Bonava Suomi Oy:n näkökulmasta. Työssä selvitettiin yksittäisen asunnon sähkönkulutus ja pohdittiin, mihin itse tuotettu energia on mahdollista käyttää. Energianlähde energiayhteisössä rajoitettiin aurinkosähköön, joka tuotetaan kennoista muodostuvilla aurinkopaneeleilla.

Työn teoreettisessa osassa tutkittiin Suomessa yleisimpiä uusiutuvan energian, ja sähköntuotannon malleja. Tarkoitus oli selvittää mikä on uusiutuvan energian osuus sähköntuotannosta, ja mitkä ovat kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaiset tavoitteet. Keskeisenä osana tuli selvittää miten energiayhteisöjen perustamiseen liittyvät lait sekä säädöksissä tehdyt muutokset ohjaavat tämän päivän energiayhteisöjä kannattavampaan suuntaan.

Tutkimuksessa todettiin, että energiayhteisön perustaminen on rakennuttajan näkökulmasta helppoa. Haasteet ovat yhtiöissä ja yhtiöiden päätöksenteossa. Rakennuttaja tarjoaa mahdollisuuden energiayhteisön perustamiseen mm. suunnittelemalla aurinkosähköjärjestelmän sekä perustamalla yhtiön. Jos tietoa energiayhteisöistä jaetaan ja niiden perustaminen tehdään rakennusteknillisesti mahdolliseksi voi omavaraisuus Suomessa kasvaa. Aika näyttää, kuinka energiayhteisöt kehittyvät.

Avainsanat Energiayhteisö, Takamittarointi, hyvityslaskenta, uusiutuva energia

Sivut 62 sivua ja liitteitä 6 sivua

This thesis was done as a research project for Bonava Finland. The goal was to study energy communities, and find out what kind of process it is to build one. This thesis has investigated the electricity consumption of an individual apartment and discusses the potential uses of self-produced energy. The energy source in the energy community was limited to solar electricity, which is produced by cellular solar panels.

In the theoretical part of the thesis, I introduce the most common models of renewable energy and electricity production that we have in Finland. The purpose was to investigate what is the share of renewable energy in electricity production, and what are the goals according to the national energy and climate strategy. A key part was to find out how the changes in laws and regulations are related to establishing an energy community, and whether the changes can make energy communities profitable.

The study concluded that establishing an energy community is easy from the developer's point of view. The challenges lie with the shareholders and their decision-making processes. The developer offers the opportunity to establish an energy community by designing a solar electricity system. If we share information about energy communities and make it possible to build from an infrastructural standpoint, it is probable that self-sufficiency in Finland can increase. It is unclear at this point how energy communities develop.

Keywords Energy community, rear metering, refund calculation, renewable energy.

Pages 62 pages and appendices 6 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sähköntuotanto Suomessa.....	2
2.1	Olkiluoto 3.....	3
2.2	Uusiutuva energia, tavoitteet	4
2.3	Vesivoima	5
2.4	Tuulivoima.....	6
2.5	Aurinkovoima	8
3	Aurinkosähköteknologia.....	8
3.1	Aurinkokenno.....	8
3.2	Mitoitusperiaate	10
4	Energiayhteisö	10
4.1	Lainsäädäntö Suomessa	11
4.2	Kiinteistön sisäinen energiayhteisö	13
4.3	Kiinteistörajat ylittävä energiayhteisö	15
4.4	Hajautettu energiayhteisö	15
5	Energiayhteisön suunnittelu Selene 1	16
5.1	Kohteen kuvaus.....	16
5.2	Aurinkojärjestelmän suunnittelu	17
5.3	Aurinkosähköjärjestelmän mitoitus.....	18
5.3.1	Asennus katolle	19
5.3.2	Teho ja hyötysuhde	23
5.3.3	Selene 1:n arvioitu huoneistokohtainen sähkönkulutus	24
5.3.4	Tuotetun energian käyttö	27
5.4	Inventteri.....	29
5.5	Taloudellinen tarkastelu	31
5.5.1	Takaisinmaksuaika.....	38
6	Energiayhteisön perustaminen	39
6.1	Hyvityslaskenta	40
6.2	Datahub.....	44
6.3	Takamittarointi.....	45

6.4	Energian hyödyntäminen kiinteistön ulkopuolella	47
6.5	Päätöksenteko.....	50
7	Johtopäätökset	53
8	Pohdinta	55
	Lähteet.....	56

Liitteet

Liite 1	Vesikatto
Liite 2	Etherna- termostaatti, Energiankulutus
Liite 3	Yhden asunnon sähkönkulutus, Selene 1
Liite 4	Tiedot kiinteistön ostosähkön kustannuksista

1 Johdanto

Aurinkosähköteknologiat kiinnostavat kuluttajia nyt enemmän kuin koskaan. Yksi syy on energiakriisi ja siitä johtuvat sähkönhinnan nousut. Energiakriisiksi kutsutaan tilannetta, jossa energian saatavuus on heikentynyt tai sitä ei ole lainkaan saatavilla. Energiakriisiin ajautuminen voi johtua mm. sodasta tai markkinoiden valvontapoliittisista syistä. Kriisin ajankohdalla on vaikutus sen vakavuuteen. Etenkin Pohjoismaissa energiakriisiin ajautuminen talvella voi olla katastrofi kylmän ilmaston takia. Energia-asiantuntija Sami Seuna toteaa blogissaan seuraavasti: ”Tuore esimerkki löytyy läheltä. Kun Venäjä hyökkäsi Ukrainaan 24. helmikuuta, oli ajankohta todennäköisesti tarkkaan harkittu. Venäjä katkaisi toimillaan lämmityksen, sähkön ja veden saannin monissa Ukrainan suurista kaupungeista.” (Seuna, 2022)

Venäjäan kohdistuneiden pakotteiden seurauksena Eurooppa ja Pohjoismaat ajautuivat energiakriisiin. Korjaaviin toimiin lähdettiin heti. Euroopan Komissio esitti 18. toukokuuta 2022 REPowerEU-suunnitelmansa, jonka tavoitteena on lopettaa Euroopan riippuvuus Venäjän tuottamasta fossiilisista polttoaineista ennen vuotta 2030. (Euroopan Unionin virallinen verkkosivusto, 2022)

EU:n tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vuoteen 2030 mennessä ainakin 55 %. EU myös tiukensi tavoitteitaan uusiutuville energianlähteille kesällä 2022 siten, että energiayhdistelmästä 40 % tulee olla peräisin uusiutuvista lähteistä vuoteen 2030 mennessä (Eurooppa-neuvosto, 2022). Bonava on vastuullinen asuntorakennuttaja, jonka yksi strateginen tavoite on ilmastonmuutoksen hillitseminen. Bonava on sitoutunut Pariisin ilmastositoumukseseen, jonka tavoitteena on hillitä maapallon keskilämpötilan nousua (Bonava, n.d.). Energiayhteisöjen perustamisen mahdollistaminen asiakkaille toimii osana tätä strategiaa. Opinnäytetyötä ohjaavat tutkimuskysymykset:

- Miten energiayhteisö muodostetaan?
- Minkälainen päätöksentekoprosessi on?
- Mitä energiayhteisön perustaminen merkitsee rakennuttajalle?

2 Sähköntuotanto Suomessa

Suomeen tuodaan sähköä Pohjoismaista, Venäjältä ja Virosta. Nettotuonnin osuus vuonna 2020 oli 18 prosenttia. Suomessa tuotetun sähkön määrä oli 66,6 TWh, josta uusiutuvan energian osuus oli 34,7 TWh. Vuonna 2020 kokonaissähköntuotannosta uusiutuvilla energialähteillä onnistuttiin kattamaan yli puolet. Taulukossa 1 on esitetty sähkön tuotanto ja kokonaiskulutus vuonna 2020. (Tilastokeskus, 2022)

Taulukko 1. Sähköntuotanto ja kokonaiskulutus muuttujina vuosi, sähköntuotanto ja kulutus, GWh ja tiedot (Tilastokeskus, 2022).

Sähkön tuotanto ja kokonaiskulutus muuttujina Vuosi, Sähkön tuotanto ja kulutus, GWh ja Tiedot

	Osuus kokonaistuotannosta, %
2020	
YDINVOIMA	33,6
Öljy (Fossiilinen polttoaine)	0,3
Kivihiili (Fossiilinen polttoaine)	3,5
Maakaasu (Fossiilinen polttoaine)	5,9
Muut fossiiliset (Fossiilinen polttoaine)	1,4
FOSSIILISET POLTTOAINEET YHTEENSÄ	10,9
Turve	3,0
FOSSIILISET JA TURVE YHTEENSÄ	13,9
Vesivoima (Uusiutuva energialähde)	23,5
Tuulivoima (Uusiutuva energialähde)	11,9
Aurinkovoima (Uusiutuva energialähde)	0,3
Muut puupolttoaineet (Uusiutuva energialähde)	6,4
UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET YHTEENSÄ	52,2
SÄHKÖN TUOTANTO YHTEENSÄ	100,0

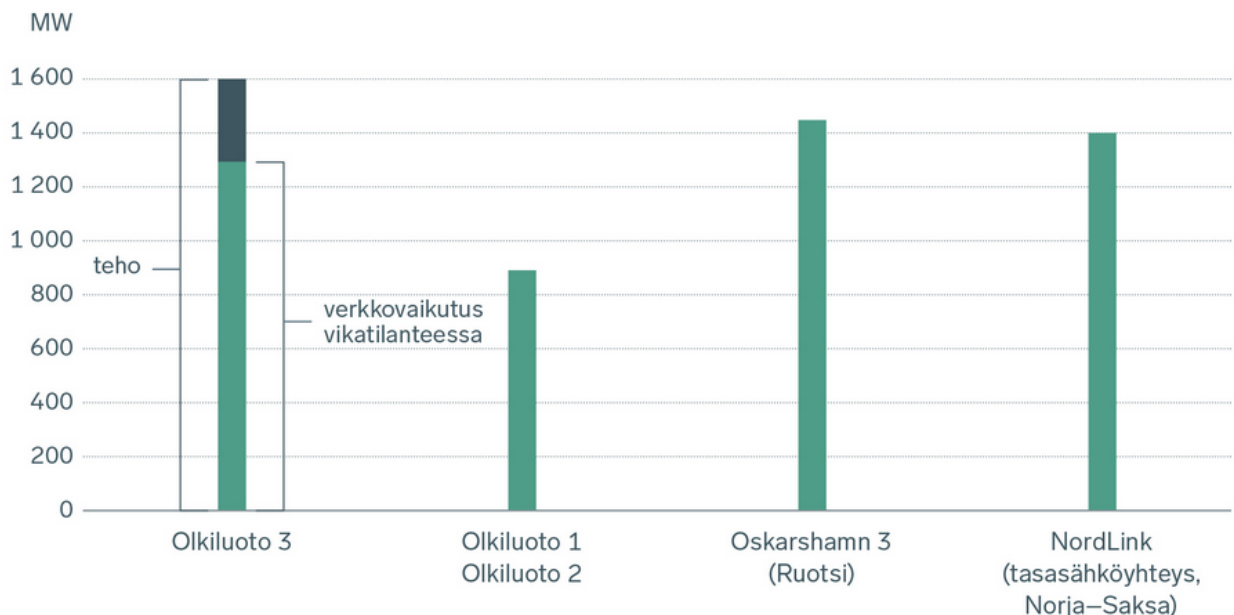
Vuonna 2020 uusiutuvien polttoaineiden osuus sähköntuotannossa laski 13 % vuodesta 2019. Kuitenkin uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön määrä nousi kasvaneen vesi- ja tuulivoimatuotannon takia. (Tilastokeskus, 2021)

2.1 Olkiluoto 3

Olkiluoto (OL3) on pohjoismaiden suurin voimalaitosyksikkö. Sen nettotuotantoteho on noin 1600 megawattia. Myös sen generaattorin koko on yksi maailman suurimmista. OL3 on ensimmäinen maailmassa rakenteilla ollut RPR-tyyppinen painevesireaktorilla toimiva voimala. Voimalaitos sovitetaan OL3 -järjestelmäsuojan avulla kantaverkkoon, jolloin sen vaikutus on mahdollista rajata vikatilanteessa 1300 megawattiin. OL3 tulee tuottamaan arviolta 15 % Suomessa kulutettavasta sähköstä. Määrän ollessa suuri, Fingrid valmistautuu erityisen huolellisesti verkkoon kytkentään ja käyttöönottoon. (Fingrid, n.d.)

Olkiluodon ydinvoimalaitokset muodostavat tuotantokeskittymän jossa verkkoliittymän häiriötietoisuutta on yritetty parantaa hajauttamalla jokaisen yksikön liityntä erillisiin kytkinlaitoksiin. Jokaisesta verkkokytkin laitoksesta on yhteys kahdella johtimella kantaverkkoon. Kuvassa 1 on esitetty pohjoismaisia sähköjärjestelmiä, vertailusta huomataan, että OL3 on lähes puolet suurempi kuin OL1. (Fingrid, n.d.)

Kuva 1. Suurin yksikkö pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä (Fingrid, n.d.).



Olkiluoto 3:sen tasaisen sähköntuotannon takia, Suomen puhtaan sähkön omavaraisuus kasvaa. Päästöttömän sähköntuotannon osuus kasvaa 87 %:sta yli 90 %:iin. Sähköntuotannon osuuden odotetaan tippuvan noin 60 %. Laskennallisesti, laitossyöksikkö tuottaa vuodessa sähköä noin 12 TWh, joka kattaa noin 5,2 miljoonan kerrostaloasunnon lämmityksen kulutuksen, tai 3,6 miljoonan sähköauton latauksen tarpeet. Olkiluoto 3 -laitossyöksikkö on Suomen suurin yksittäinen ilmastotekko. Olkiluoto 3:sen säännöllinen sähköntuotanto odotetaan alkavan joulukuussa 2022. (TVO, n.d.)

2.2 Uusiutuva energia, tavoitteet

Tällä hetkellä maailman energiasta noin 80 % tuotetaan fossiilisista polttoaineista. Lisäksi YK-liiton mukaan ainoastaan 10 % tuotetusta energiasta ei sisällä hiiltä. Uusiutuva energia keskittyy tällä hetkellä pääasiassa sähköntuotantoon. Sähköntuotannon osuus on noin 20 % energiankulutuksesta. Suomen YK-liiton selvityksessä kerrotaan, että lämmöntuotannon ja liikenteen osuudet kattavat loput 80 %, joiden osalta uusiutuvan energian osuus on ollut pieni vuosien 2010–2014 aikana. (Suomen YK-Liitto, n.d.)

Uusiutuvan energian määrä liikennekäytössä on kasvussa. Etenkin täyssähkö ja hybridautojen määrän kasvaessa uusiutuvan energian hyödyntäminen esimerkiksi auton lataamiseen on kannattavaa. Energiaviraston päätös infrastruktuurituen myöntämisestä voi kiihdyttää sähköisen liikenteen, biokaasun ja uusiutuvan vedyn käyttöä. Vuosina 2022–2025 annetun investointituen myötä ajoneuvojen latauspisteet sekä kaasun ja vedyn tankkauspisteet saavat investointitukea tarjouskilpailun perusteella. (Energiavirasto, n.d.)

Vaikka sähköautojen ja ladattavien hybridien kysyntä on lisääntynyt, ei kasvu prosentuaalisesti tutkittuna näytä suurelta. Kesäkuun 2022 lopussa manner-Suomessa liikennekäytössä olevien henkilöautojen määrä oli 2,83 miljoonaa. Kokonaismäärästä bensiinillä kulkevien osuus oli 68,1 %, dieselin 27 %, täyssähköauton 1,2 %, ladattavien hybridien 3,3 % ja kaasuautojen osuus oli 0,5 %. Vuoden 2020 tavoite oli saada liikennekäyttöön 20 000 sähköautoa. Tavoite saavutettiin jo vuoden 2019 alkupuolella. Tavoite vuodelle 2030 on saada 250 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa liikennekäyttöön. Koska uusiutuvan energian keskeisimmät tavoitteet ovat kasvihuonekaasupäästöjen

vähentäminen ja fossiilisten polttoaineiden energiajärjestelmästä irrottautuminen, odotuksena on, että lataushybridien ja täyssähköautojen prosenttiosuudet kasvavat. (Liikennefakta, 2022)

2.3 Vesivoima

Suomessa on noin 250 vesivoimalaitosta, joiden kokonaiskapasiteetti on noin 3 190 megawattia (MW). Vesivoimalat ovat edullisia johtuen pitkästä käyttöiästään. Kustannuksia syntyy vain käytöstä ja huollosta. (Motiva, 2020)

Vesivoima tarkoittaa veden liikkeen eli virtauksen muuttamista energiaksi. Sitä hyödynnetään enimmäkseen sähköntuotannossa. Vesivoima kattaa vuosittain noin 40 % Suomen uusiutuvasta sähköstä. Vesivoimalaitoksien käynnistäminen ja pysäyttäminen sekä säätäminen on nopeaa, joka tekee vesivoimasta tärkeän niin sanotun säätöenergian lähteen. Kun vesistöjä säädellään, on sähköntuotantoa mahdollista siirtää kulutusta vastaavaan aikaan. Esimerkiksi talvella järvestä varastoitua vettä käytetään sähkön tuottamiseksi silloin kuin sähkönkulutus on suurimmillaan. Tulvavesiä voidaan varastoida ja hyödyntää kuivempina aikoina, näin toteutetaan samalla tulvasuojelua. (Energiamailma, 2022)

Vaikka hyödyt ovat suuret ja sähköntuotanto on lähes päästötöntä, on sen tuottamisessa myös haittoja. Patoaltaat lisäävät metaanipäästöjä sekä tekoaltaat ja järvet vahingoittavat maaperää. Maaperä kuluu ja joet liettyvät sekä kalatalous kärsii. (Koistinen, 2015)

Vesivoimalan toiminta perustuu ylä- ja ala-altaan väliseen korkeuseroon.

Pienvesivoimalaitoksen tyypillinen putouskorkeus on 2–6 metriä. Suurin putouskorkeus on Jumiskon maanalaisessa voimalaitoksessa. Pudotuksen korkeus on 96 metriä. Putouksessa virtaavan veden liike-energia varastoidaan, kun vesi virtaa alas kulkiessaan turbiinien läpi. Kuvassa 2 on havainnollistettu, kuinka vesivoimala toimii ja kuinka liike-energia muutetaan generaattoreissa sähköksi ja josta se johdetaan muuntajan kautta sähköverkkoon kuluttajille käytettäväksi. (Motiva, 2020)

Kuva 2. Vesivoimalaitos (Rauha, 2018).

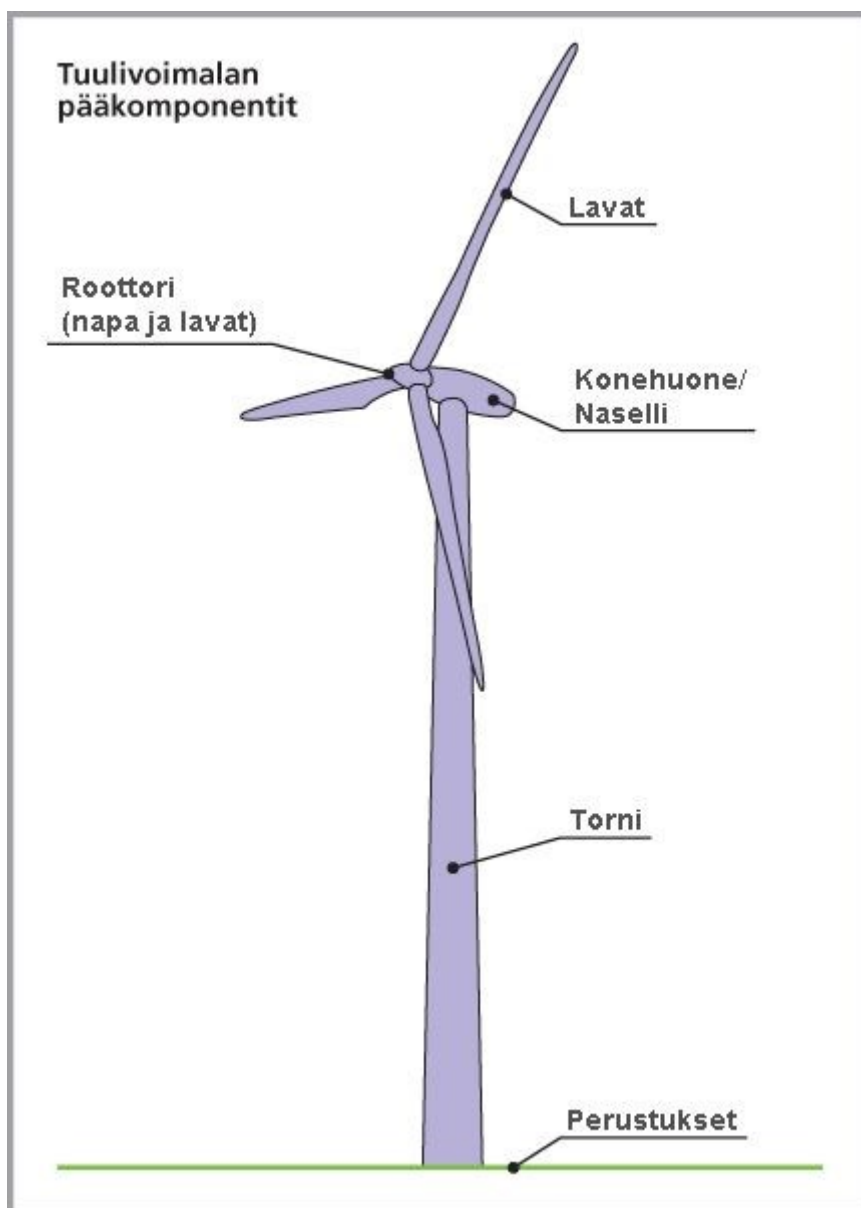


2.4 Tuulivoima

Tuulivoima perustuu liikkeeseen ja sen muuttamiseen energiaksi. Tuulen liike-energia muutetaan sähköksi yleensä tuuliturbiinien avulla. Tuulivoiman hyöty ei ole pelkästään sen edullisuus vaan myös se, että sen hiilijalanjälki on erittäin pieni. Yksi tuulivoimapuisto kompensoi oman hiilijalanjälkensä yhden vuoden käytön jälkeen. Tuulivoimalla on myös negatiivisia ominaisuuksia. Esimerkiksi tuulivoimalan rakentaminen, kasaaminen, kuljettaminen ja huoltaminen aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä arviolta noin 10 g/kWh. Lisäksi tuulivoimaloista aiheutuu ympäristö-, näkö- ja äänihaittoja lisäksi tukijärjestelmän kustannukset voivat olla suuret. (Vattenfall, n.d.-b)

Tyypillisessä maalle rakennetussa tuulipuistossa on 6–20 voimalaa. Voimaloiden sijainnin valinta perustuu yleensä tuulen voimakkuuteen. Suomessa voimaloita on ympäri maata. Kuvassa 3 on esitelty tuulivoimalan pääkomponentit. Keskivertoa suurempi keskittymä sijaitsee pohjanlahden tuntumassa. Tornikorkeuden säätely avaa mahdollisuuden tuulipuistojen rakentamiselle myös metsäisemmille alueille. Vuonna 2021 Suomessa oli 962 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskapasiteetti oli 3 257 MW. (Vattenfall, n.d.-b)

Kuva 3. Tuulivoimalan pääkomponentit (Vattenfall, n.d.-b).



2.5 Aurinkovoima

Auringosta saatu säteilyenergia, joka syntyy pienistä hiukkasista eli fotoneista muutetaan sähköksi tai lämmöksi. Aurinkovoima on yksi nopeimmin kehittyvistä energiatuotantomuodoista, joka ei tuota jätteitä tai primäärisiä hiilidioksidipäästöjä. Ainoastaan lämpökeräimien tai paneelien valmistuksessa, asennuksessa ja materiaalien hävittämisestä syntyy päästöjä. Vuoden 2021 lopussa aurinkosähkön osuus verkkoon asennetusta sähkön tuotantokapasiteetista oli noin 2,2 %. Aurinkosähkön tuotannon osuus Suomen sähkön kokonaistuotannosta oli noin 0,4 %. (Energiavirasto, 2022.-a)

3 Aurinkosähköteknologia

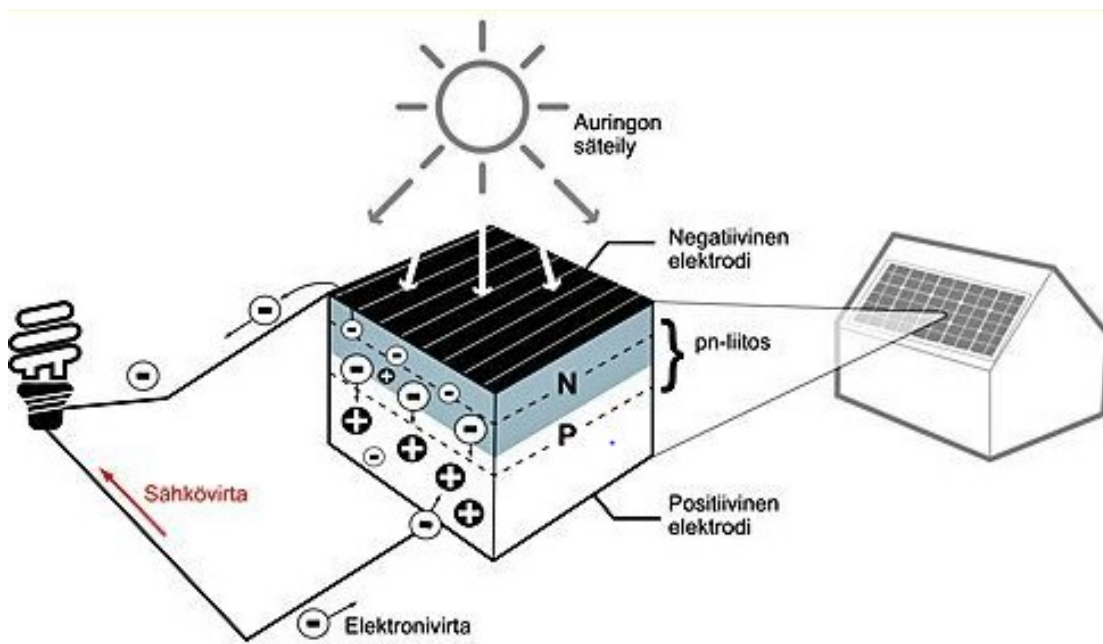
Aurinkosähköteknologiat ovat kehittyneet valtavasti. Tässä luvussa keskitytään aurinkokennoteknologiaan, aurinkovoimalan mitoittamiseen ja ilmansuuntien merkitykseen aurinkoenergian tuotannossa.

3.1 Aurinkokenno

Aurinkokennojen valmistuksessa yleisin materiaali on yksikiteinen tai monikiteinen piipaneeli. Tarjolla olevista aurinkosähköteknologioista noin 90 % on piikidekennoja. Kuvassa 4 on kuvattu aurinkosähkökennojen toimintaperiaate. Yksikiteinen pii on materiaali, jota käytetään piipohjaisille erillisille ja integroiduille piireille. Yksikiteinen pii on perusmateriaalina useassa nykyaikaisessa elektroniikkalaitteessa. Sen lyhyempi ja tunnetumpi nimi on Mono-Si, jonka ominaisuuksiin kuuluu kyky imeä itseensä valoa. Tästä syystä se on loistava materiaali aurinkokennojen valmistuksessa. Yksikiteinen aurinkokenno on valmistettu yhdestä kasvatetusta piikiteestä, joka on sahattu kiekoksi. Yksi kiekko vastaa yhtä aurinkopaneelin kennoa. Aurinkopaneelissa yksikiteisen piin tunnistaa pyöreistä nurkista. Monikiteisen piin ulkomuoto on neliskulmainen. Toisin kuin yksikiteisessä piissä, monikiteisessä piipaneelissa pii sulatetaan ja valetaan kiinteään muotoon, joka mahdollistaa kennon muotoilun halutun mukaiseksi. Molemmista teknologioissa käytetään hopeaa ja kuparia. Hopeaa käytetään kennojen pintaliitoksissa ja kuparia sähköjohtimissa. (Nyman, 2019)

Finnwind Oy:n tekemän tutkimuksen mukaan, kuluttajan näkökulmasta ei ole merkitystä kumman tyyppin valitsee. Tutkimuksessa ei otettu huomioon teknologioiden kustannuseroja. Tutkimuksessa asennettiin Siilinjärven Toivalaan Savon ammatti- ja aikuisopiston katolle kaksi identtistä 10,4 kWp aurinkovoimalaa. Toisessa voimalassa oli käytössä yksikiteiset piipaneelit ja toisessa monikiteiset paneelit. Viiden vuoden seurantajakson aikana eroa tuotoissa oli ainoastaan 1,2 %, joka on mittaustarkkuuden rajoissa. (Finnwind Oy, 2022)

Kuva 4. Aurinkosähkökennojen toimintaperiaate (Motiva, 2022.-c).



N- tyyppin puolijohteet sisältävät saostettua alkuainetta, jolla on enemmän elektroneja kuin puolijohteen muilla atomeilla. P- tyyppin puolijohteet sisältävät saostettua alkuainetta, jolla on vähemmän elektroneja kuin puolijohteen muilla atomeilla. Asetettaessa n- ja p- tyyppin puolijohteet vierekkäin, kulkeutuvat n- tyyppin ylimääräiset elektronit p- puolen aukkoihin. Tässä tapahtumassa n- tyyppin puolijohteeseen syntyy positiivinen ja p- tyyppin puolijohteeseen negatiivinen varaus, eli sähkönjohtavuus puolijohteissa perustuu vapaiden elektronien ja aukkojen liikkeisiin. Motivan sivuilla puhutaan aurinkosähköteknologian kolmesta sukupolvesta, jossa yksi- ja monikiteiset piikennot ovat ensimmäisen, ja ohutkalvoaurinkokennot ovat toisen sukupolven kennoja. Molempien aurinkosähköteknologiat perustuvat valosähköiseen ilmiöön sekä puolijohteiden pn-liitoksessa syntyvään sähkökenttään. Kolmannen sukupolven kennoja kutsutaan nimellä

nanokidekenno. Ne tunnetaan myös nimillä väriaineherkistetty aurinkokenno tai Grätzel-kenno. Näissä kolmannen sukupolven nanokidekennoissa elektroninen liike perustuu kemialliseen reaktioon. Kennot muodostuvat nanokokoisista titaanioksidihiukkasista, jotka on pinnoitettu itseensä säteilyä imevillä elektrolyyttiliuoksella käsitellyillä väriainehiukkasilla. Kun säteily saavuttaa väriainehiukkaset kennoilla vapautuu elektroneja, jotka liikkuvat puolijohtavalta titaanidioksidikerrokselta ulkoiseen virtapiiriin. Nanokidekennot, ja useat muut aurinkokennotyypit ovat vasta tutkimus- ja kehitysvaiheessa. (Motiva, 2022.-d)

3.2 Mitoitusperiaate

Aurinkosähköjärjestelmän mitoituksessa tulee huomioida mm. kohteen sijainti, paneelin asennuskulma, paneelin hyötysuhde ja neliömäärä sekä suunniteltavan kohteen sähkön kulutus. Sijainti määrittelee aurinkosähkön tuotantopotentiaalin. Lappeen suunta aurinkoon nähden sekä asunnon neliöt ja katon pinta-ala vaikuttavat tuotantopotentiaaliin. Yleisesti voidaan todeta, että paras tuotanto saadaan, kun paneelit on suunnattu etelään. Ihanteellinen tilanne on, jos paneelien edessä ei ole mitään häiriötekijöitä kuten lumiasteita, varjoja tai ilmanvaihtohormeja. Alueen ollessa estevapaa suunnittelu ja sijoittelu on helppoa. Yleensä aurinkoisin varjostamaton paikka on rakennuksen katto. Katon lappeen suunta määrittää paneelien suunnan. Vaikka optimaalinen suunta on etelä, voi paneelit myös suunnata länteen tai itään. Paneelien suuntausta pohjoiseen ei suositella. Etelä-Suomessa sähköntuotanto paneelien suunnatessa etelään noin 40 asteen kulmassa on tuottoisinta. Väreen sivustolla on listattu aurinkopaneelien tuotot ilmansuuntien mukaan. Listauksessa paneelien suuntauksen ollessa itään tai länteen päin tuotto oli 25 % vähemmän kuin etelään suunnattaessa. Paneelien osoittaessa kaakkoon tai lounaaseen tuotot olivat 7 % vähemmän kuin etelään suunnattaessa. Asentamista pohjoisen, koillisen tai luoteen suuntaan pidetään kyseenalaisena heikon tuoton vuoksi. (Väre, 2022)

4 Energiayhteisö

Energiayhteisö on yksi jakamistalouden muoto. Siinä yhteisön jäsenet jakavat yhteisen sähköntuotannon hyötyjä keskenään. Tällä hetkellä energiayhteisön voi perustaa kiinteistön sisäisesti, kiinteistörajat ylittävästi sekä hajautetusti. Energiayhteisöjä on mahdollista

perustaa taloyhtiöissä, kauppakeskuksissa tai kampuksissa. Perustamalla energiayhteisö voidaan tehdä ekologisia ja vastuullisia valintoja uusiutuvaa energiaa hyödyntäen.

Energiaresurseja kuten vesi-, tuuli-, ja aurinkoenergia voidaan käyttää yhdessä tai erikseen.

Energiayhteisöt ovat yleisesti ottaen vasta muotoutumassa eli kehitysvaiheessa.

Lainsäädäntö vaikuttaa energiayhteisöjen muodostamiseen ja niiden kannattavuuteen merkittävästi. Tulevaisuuden lakimuutokset voivatkin avata täysin uusia mahdollisuuksia muodostaa erilaisia energiayhteisöjä. (Elenia ja VTT, 2021)

4.1 Lainsäädäntö Suomessa

Energiayhteisöjen perustaminen on tullut mahdolliseksi 22. joulukuuta 2021 kun EU:n sähkömarkkinauudistukseen liittyvät säädökset saatettiin voimaan myös Suomessa. Kun taloyhtiö perustaa energiayhteisön se rinnastetaan sähkön pientuottajiin ja näin ollen taloyhtiön ei tarvitse maksaa veroja tuottamastaan sähköstä. Päivitetyt säädökset energiayhteisön perustamisesta ja sen asetuksista löytyvät valtioneuvoston asetuksesta numerolla 1133/2020.

Luvussa 1 kohdassa 3§ määritellään paikallinen yhteisö seuraavasti:

” 1) joka tuottaa, toimittaa, kuluttaa, aggregoi tai varastoi energiaa taikka tarjoaa energiatehokkuuspalveluja, sähköajoneuvojen latauspalveluja tai muita energiapalveluja jäsenilleen tai osakkailleen;”

”5) jonka ensisijainen tarkoitus on tuottaa rahallisen voiton sijaan ympäristöön, talouteen tai sosiaaliseen yhteisöön liittyviä hyötyjä jäsenilleen tai osakkailleen tai alueelle, jolla se toimii;”

” 7) jonka jäsenten tai osakkaiden sähkönkäyttöpaikat sijaitsevat samalla kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä ja jotka on liitetty jakeluverkonhaltijan jakeluverkkoon samalla liittymällä;” (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1133/2020 3§)

Paikallisen- ja aktiivisten asiakkaiden energiayhteisöjen mittaustietojen käsittely taseselvityksessä kohdassa 1 b § määrittellään sähkönjakoa seuraavasti:

mittauslaitteistolla mitattu sähkö tulee jakaa paikallisen energiayhteisön tai aktiivisten asiakkaiden ryhmän sisällä sen ilmoittamien jako-osuuksien mukaisesti sähkönkäyttöpaikoille taseselvityksessä, jos paikallisen energiayhteisön tai aktiivisten asiakkaiden ryhmän sähköntuotantolaitteiston, voimalaitoksen tai sähkövaraston nimellisteho on alle yksi megavolttiampeeria.

Sekä sähkön kulutuksen että tuotannon sisäinen hyvityslaskenta tulee toteutettavaksi sähkökaupan keskitetyn tiedonvaihdon yksikön palveluksi viimeistään 1 tammikuuta 2023 (Valtioneuvoston asetus sähköntoimituksen selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1133/2020 3§). Tämä tarkoittaa sitä, että Fingrid datahub Oy tulee tarjoamaan tiedonvaihdon palvelua. Datahub esitellään tässä työssä kohdassa 6.1.1.

Verottajan ohjeessa sähkön pientuottajille kerrotaan, ettei kotitalouden pienimuotoista sähköntuotantoa pidetä elinkeinotoiminnan tai maatalouden harjoittamisena, näin ollen, sähköntuotantoa verotetaan tuloverolain 1535/1992 mukaisesti. (Tuloverolaki 1535/1992)

Jos tuotettu sähkö on tarkoitus käyttää ainoastaan kotitalouden omiin tarpeisiin, on sähköntuotannosta saama etu verovapaata, sillä se on omien elantomenojen säästöä. Jos voimala tuottaa sähköä enemmän kuin kotitalous tarvitsee sähköyhtiö voi ostaa ylijäämän verovelvolliselta. Jakeluverkonhaltija mittaa verkkoon siirtyneen ylijäämänsähkön määrän taseselvitysjaksoittain, joka on tällä hetkellä yhden tunnin mittainen. Mittaustiedot toimitetaan sähköyhtiölle, joka maksaa verovelvolliselle korvauksen tai hyvittää osuuden ostetusta sähköstä. (Vero, 2020)

Tuloverolain luvussa 1 kohdassa 29 § käsitellään tuloa, ja tulolakia seuraavasti:

Veronalaista tuloa ovat jäljempänä säädetyin rajoituksin verovelvollisen rahana tai rahanarvoisena etuutena saamat tulot. Verovelvollisella on oikeus vähentää tuloistaan niiden hankkimisesta tai säilyttämisestä johtuneet menot (luonnolliset vähennykset).

Tämän tuloverolain mukaan, tuotetun sähkön myynnistä saatua tuloa ei ole säädetty verovapaaksi, joten kyseessä on veronalainen tulo mutta sen voi vähentää tuloista. Huomioitavaa on se, että pienimuotoinen myynti ei ole tulonhankkimistoimintaa eli menot ovat vähennyskelpoisia enintään sähkön myynnistä saadun veronalaisen tulon määrään asti. Jos verovuonna myydyin sähkön määrä on ostettua sähkön määrää pienempi ei sähkönmyynnistä Verohallinnon käsityksen mukaan jää verotettavaa tuloa. (Tuloverolaki 1535/1992 29 §)

4.2 Kiinteistön sisäinen energiayhteisö

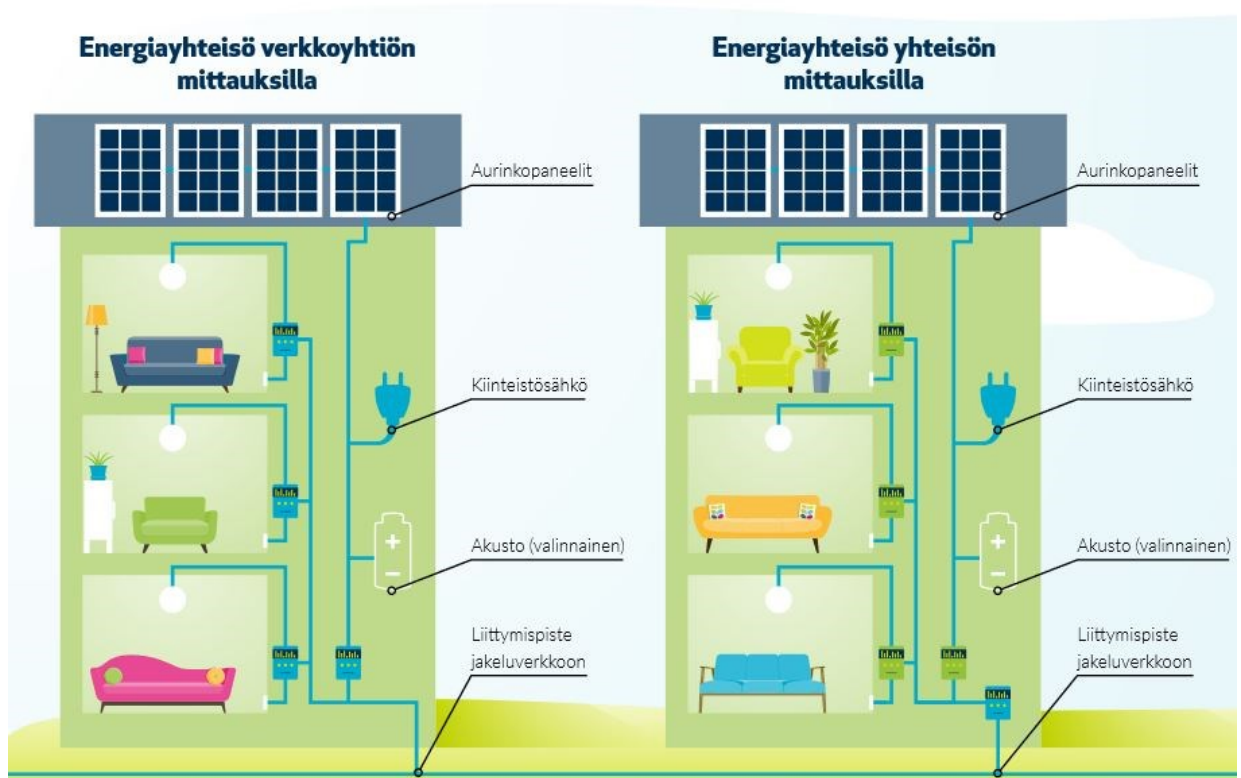
Kiinteistön sisäinen energiayhteisö tarkoittaa saman kiinteistön tai kiinteistöryhmän osapuolien joukkoa, jotka perustavat energiayhteisön. Esimerkiksi asunto-osakeyhtiö, joka asentaa aurinkopaneelit kiinteistön tontille, jossa energiayhteisö muodostetaan taloyhtiön osakkaiden kesken. Paneeleista tuotettu energia jaetaan yhteisön jäsenten kesken. Hyöty käytetään esimerkiksi sähköauton lataukseen tai ilmastointilaitteiden käyttöön. Sisäisessä energiayhteisössä tuotetaan energiaa normaalisti yhdellä tai useammalla energiatuotantojärjestelmällä. Kiinteistön sisäisessä energiayhteisössä sähköverkkoyhtiön sähköverkkoon liitytään sähköliittymällä yhden liittymispisteen kautta. Jakeluverkon kautta otetun sähkönkulutuksen osuudesta jäsenet maksavat normaalit verkkopalvelumaksut sähköverkkoyhtiölle ja energiamaksut sähkönmyyjälle sekä sähköverot valtiolle. Edellä mainittuja maksuja ei peritä energiayhteisön itse tuottaman sähkön kulutuksesta. (Elenia ja VTT, 2021)

Sähkölaitteiston koko kannattaa mitoittaa siten, ettei sähkön tuotanto ylitä kulutusta. Energiayhteisöä perustaessa täytyy huomioida asetus 1133/2020 sekä sähkön myyntihinta. Myymällä sähköä ei yleensä normaalioloissa tehdä voittoa. Näistä syistä energiantuotanto on järkevää hyödyntää ensisijaisesti omaan käyttöön.

Sähköntuotanto ylittää kulutuksen helposti esimerkiksi kesällä päiväsaikaan, jolloin aurinkopaneelien tuotto on huipussaan mutta taloyhtiön sähkönkulutus on vähäisempää. Kesällä voikin olla järkevää käyttää tuotettu energia viiennysjärjestelmään tai sähköauton lataukseen. Jos ylijäämätuotantoa syntyy, se voidaan varastoida joko paikallisesti tai syöttää

jakeluverkkoon, josta sen voi myydä sähkönmyyjälle. Ylijäämä sähkö, joka syötetään sähköverkkoyhtiön verkkoon, hinnoitellaan verkkoyhtiön hinnaston mukaisesti. Ylijäämä sähköstä ei tarvitse maksaa sähkövero. Jotkut verkkoyhtiöt tarjoavat lisäpalveluna hyvityslaskentaa ja netotusta. Tästä on hyötyä esimerkiksi tilanteessa, jossa tuotanto ja kulutus ajoittuvat eri aikoihin. Pysyttäessä saman mittausjakson sisällä lasketaan tuotanto ja kulutus yhteen eli ajoittumisella ei ole merkitystä. Mittausjaksolla tarkoitetaan ajanjaksoa, jolta sähkönkulutus mitataan. Mittausjakson pituus on yksi tunti. Hyvityslaskenta tuli mahdolliseksi asetuksen 1133/2020 tultua voimaan. Se tarkoittaa käytännössä sitä, että energiayhteisön yhteisten tuotantoyksiköiden ja sähkövarastojen sähköenergia jaetaan yhteisön jäsenille. Hyvityslaskenta perustuu yhteisön ilmoittamiin jako-osuuksiin ja summaaminen tehdään jokaiselle sähkömarkkinan mittausjaksolle erikseen. Asiakkaan laskutus perustuu hyvityslaskettuun energiaan. Energiayhteisön mittaukset voidaan toteuttaa verkkoyhtiön tai energiayhteisön omilla mittareilla. Kuvassa 5 vasemmalla on sinisellä merkitty mittari, joka kuvaa verkkoyhtiön mittaria ja oikealla puolella on lisätty vihreä mittari, joka kuvaa yhteisön tai palveluntarjoajan mittaria. (Elenia ja VTT, 2021)

Kuva 5. Energiayhteisön mittaukset (Elenia ja VTT, 2021).



4.3 Kiinteistörajat ylittävä energiayhteisö

Kiinteistörajat ylittävässä energiayhteisössä energian tuotanto- ja kulutuskohteet sijaitsevat eri paikoissa mutta ovat toistensa välittömässä läheisyydessä. Kohteiden välille voidaan rakentaa kiinteistörajat ylittävät sähkölinjat. Rajat ylittävän energiayhteisön perustaminen on järkevää erityisesti haja-asutusalueilla ja tonteilla, joihin oman energialähteen asentaminen ei ole järkevää esimerkiksi aurinkoenergian tuotannon kannalta varjoinen tontti ei ole kannattava. Ylijäämätuotanto syötetään sähkökäyttäjän liittymispisteen kautta sähköverkkoon. Tässäkin energiayhteisö mallissa mitoitus kannattaa suunnitella siten, ettei synny ylijäämätuotantoa. Jokaisen yhteisömallin osa on energian tuottamisen ja kulutuksen optimoiminen. Jos energiayhteisön sähköntuotantoa ei pystytä säätämään kulutuksen mukaan sähkönkulutus on mahdollista ohjata ajankohtiin, jossa tuotanto on suurin tai se on muuten järkevintä. Tällaista joustoa on mahdollista käyttää yhteisön omien resurssien optimointiin sekä sähkömarkkinoiden tarpeisiin näin yhteisöllä on mahdollista saada taloudellista hyötyä markkinoiden kautta. Jos kulutusta ohjataan sähkömarkkinoiden mukaisesti, voidaan esimerkiksi kulutus ohjata pois päältä sähkön kulutushuippujen aikaan, jolloin sähkö on kallista. (Elenia ja VTT, 2021)

4.4 Hajautettu energiayhteisö

Hajautetussa energiayhteisössä energian tuotanto ja kulutus on hajautettu siten, että ne sijaitsevat hajautetusti ympäri Suomen. Idea on yhdistää yhteisön jäsenten kulutus ja tuotanto samaan kokonaisuuteen, jolloin voidaan hyödyntää yhteisön omatuotantoa tehokkaasti sekä saada etua sähkömarkkinoilla. Tuotantoresurssien hankinta on mahdollista toteuttaa myös yhteishankintana, joka mahdollistaa suuren tuotantokoon, jolloin investoinnista voi saada etuja. Esimerkiksi tuulivoimalan perustaminen tuuliselle paikalle tai aurinkokentän yksittäisten paneelien osuuksien jako osakkaiden kesken. Malli on mahdollista perustaa myös tuotantoresurssien vuokraamiseen. Hajautetussa energiayhteisössä hyödynnetään olemassa olevaa sähköverkkoa, verot sekä verkkopalvelumaksut maksetaan normaalisti. Sähköenergiamaksu muuttuu. Jokaisella jäsenellä on verkkopalvelusopimus paikallisen sähköverkkoyhtiön kanssa verkkoyhtiö mittaa kulutuskohteet ja tuotanto- ja varastointiresurssit. Energianjako yhteisön sisällä toteutetaan

laskennallisesti saman mallin mukaan, kun kiinteistön sisäinen energiayhteisön hyvityslaskenta. Netotus on mahdollista tehdä millä tahansa ajanjaksolla, kunhan se on sähkönmyyjän hyväksymä sillä, se koskee vain sähköenergiamaksua. (Elenia ja VTT, 2021)

5 Energiayhteisön suunnittelu Selene 1

Suunniteltiin aurinkosähköjärjestelmä kohteeseen Selene 1. Tutkitaan minkälainen energiayhteisö Seleneen on mahdollista perustaa ja minkälainen päätöksentekoprosessi on sekä mitä energiayhteisön perustaminen merkitsee rakennuttajan näkökulmasta. Perehdyttiin järjestelmän mitoitukseen ja mahdollisiin haasteisiin rakennuttaja ja yhtiön näkökulmista.

5.1 Kohteen kuvaus

Turun kaupungin keskustaa laajennetaan Iso-Heikkilän suuntaan Kirstinpuistoon. Uuden asuinalueen suunnittelussa painotus on kestäväen kehityksen ratkaisuisissa ja laadukkaissa julkisissa tiloissa sekä viheralueissa. Kirstinpuisto on mukana pilottikohteena iWater-hankkeessa. Hanke on EU:n rahoittama ja sen puitteissa on tarkoitus hakea ratkaisuja sade- ja tulvavesien hankintaan. Lisäksi hankkeessa tutkitaan niin sanotun viherkertoimen käyttöä Turun alueella. (Turun kaupunki, n.d.)

Bonava rakentaa Kirstinpuistoon 22 kerrostaloa, joissa on yhteensä 1300 asuntoa. Alueen rakennustyöt on aloitettu vuonna 2020 ja rakentamisen on tarkoitus päättyä vuonna 2027. Kuvassa 6 valon määrä on esitetty Selene 1 ja Selene 2 sekä kaksi muuta Bonavan rakentamaa kohdetta: Solina 17 ja Solina 18.

Opinnäytetyössä tutkittava kohde on Selene 1. Kiinteistössä on 58 asuntoa. Asuntotyyppejä on kolme: 1H, 2H ja 3H. Keskipinta-ala on 45,88 m². Taulukossa 2 esitetään kohteen perustiedot.

Taulukko 2. Kohdetiedot Selene 1

Nimi ja Osoite	As Oy Kirstinpuiston Selene 1, Akselintie 6 A, 20200 Turku
Käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo
Lämmitetty nettoala (h _m ²)	3444,2 m ²
Arvioitu käyttöönottovuosi	2023
Laskennallinen ostoenergiakulutus sähkö	137 802 kWh/vuosi
Laskennallinen ostoenergian kulutus kaukolämpö	155 712 kWh/vuosi
Energia, lämmitys	Kaukolämpö, vesikiertoinen lattialämmitys + märkätiloissa sähköinen lattialämmitys
Energia, käyttövesi	Kaukolämpö
Energialuokka	A
E-luku	71

5.2 Aurinkojärjestelmän suunnittelu

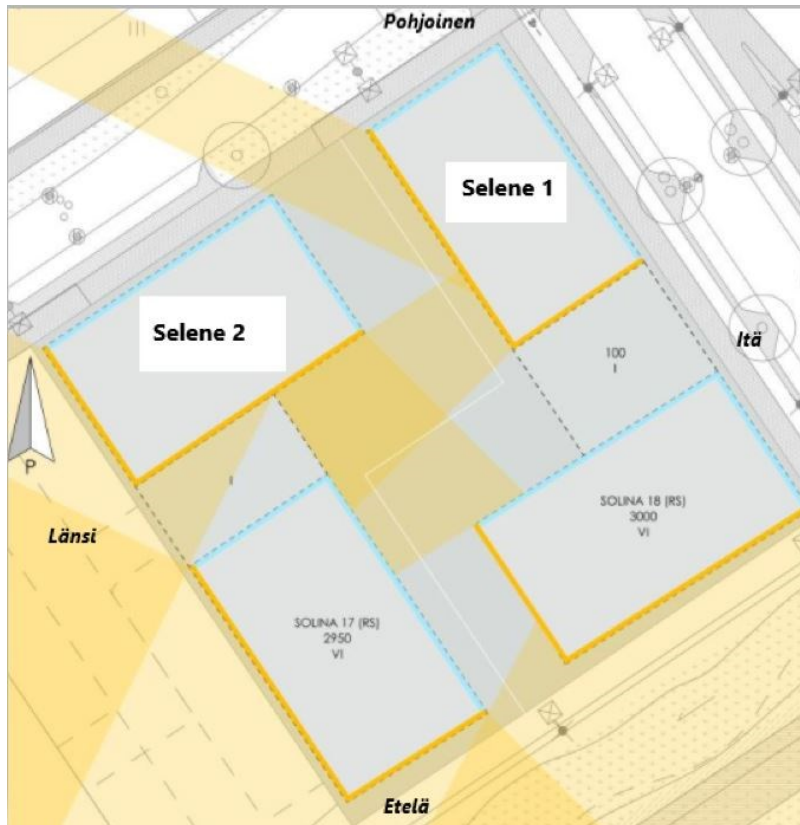
Yleisesti Turun ohjeessa luvan hakemiseen luvanvaraisuuteen sanotaan, ettei toimenpidelupaa tarvita aurinkopaneelien ja keräimien asennukselle keskustan ulkopuolelle. Laajat yli 50 m² aurinkopaneeliasennukset ja voimalat voivat edellyttää rakennuslupaa. Vaikka lupaa ei tarvittaisi, on paneelit ja keräimet asennettava katon lappeen suuntaisesti ylittämättä katon harjaa muulle kuin katujulkisivun puolelle. (Turun rakennusvalvonta, 2022).

Selene 1:seen on tehty rakennuslupa alustava suunnitelma paneelikentän rakentamiselle. Suunnitelmassa paneelit eivät ylitä katon harjaa eikä ole visuaalinen haitta. Suunnitelma paneelikentästä on liitteessä 1. Suunnittelussa tulee huomioida talon sijainti, katon kaltevuus ja mahdolliset sähkönkäytön tiedot. Tässä työssä tarkasteltavassa kohteessa ei ole edellisen vuoden sähkönkulutustietoja sillä kohde on vielä rakenteilla, joten vertaan sähkönkulutusarvoja samantyyppisistä rakennuksista.

Suunnittelua helpottaa kohteen kortteliluonnokset sekä varjoanalyysi. Kirstinpuiston puistoalueelle ei nykysuunnitelmissa ole esitetty suurta puistoa vaan hulevesien imeyttämistä ja todennäköisesti matalahkoa kosteikkokasvia. Koska varjoa ei juuri synny pääsee aurinko paistamaan kortteliin lähes esteettä. Etelän ja lännen suunnassa tulee

olemaan suuri lämpökuorma. Kuvassa 6 on merkitty keltaisella valon määrä. Kuvasta huomataan, että talon etelä ja länsipuoli ovat parhaat paikat aurinkopaneeleille.

Kuva 6. Valon määrä.



5.3 Aurinkosähköjärjestelmän mitoitus

Aurinkosähköjärjestelmän mitoituksessa on huomioitu katon lappeen ja paneelien pinta-ala-, sekä asemointi siten, etteivät paneelit ylitä katon harjaa. Mitoituksessa tarkasteltiin energiankulutuksia saman kokoluokan asunnoista vuositasolla ja huomioitiin hiilijalanjälkilaskenta-raportin arviot laskennallisesta ostoenergiankulutuksesta sähkön osalta.

5.3.1 Asennus katolle

Aurinkopaneelien mitoituksessa kannattaa lähteä liikkeelle paneelien asennuspohjan määrittämisestä. Selene 1:ssä optimaalinen paikka on kuvassa 6 valon määrä esitetyn valoisan katon osa. Aurinkoinen osa osoittaa etelään eikä sen eteen osu varjoja. Kattokaltevuus on 1:4 eli 14,04 astetta ja kaltevuus on 25 %. Katon yksi lape on kooltaan 287 m² paneelikentän kokonaisala on 64,5 m². Katolle on tehty rakennuslupa suunnitelma paneelikentän sijoittumisesta sekä paneelien määrästä (Liite 1). Suunnitelmassa paneelien määrä on 40 kpl. Alustavan suunnitelman avulla saamme arvioitua paneelikentän koon riittävyttä.

Paneeleja voidaan vielä tarpeen mukaan lisätä tai poistaa. Asennuskulmaa tai tyyppiä ei tässä suunnitelmassa ole määritetty. Paneelin kallistuskulma vaikuttaa suuresti paneelille tulevan kokonaissäteilyn määrään. Auringon säteet kohdistuvat suoraan paneelin pintaan silloin kun paneelin kallistuskulma on yhtä suuri, kun auringon korkeus horisontista. Auringon korkeus vaihtelee päivittäin nollostä maksimikorkeuteen. Auringon säteilystä yli puolet imeytyy ilmakehään silloin kun se on alle 15 asteen korkeudella horisontista. Tästä syystä paneelien asennuskulma ja suunta kannattaa suunnitella siten, ettei ne vastaanota säteilyä ainoastaan horisontista. Suoran säteilyn kannalta optimikulma on 30–40 astetta. (Peda.net, n.d.)

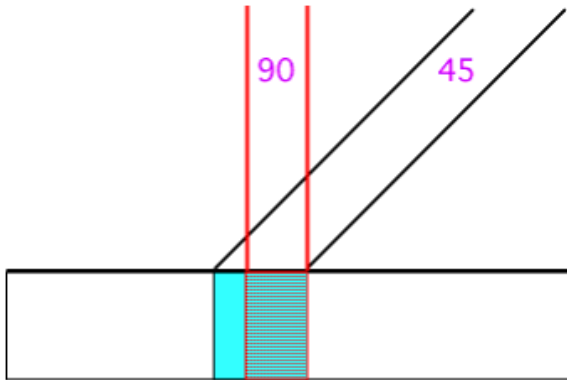
Kuvassa 7 katon lape näkyy katon malli ja paneelikentän sijoittuminen etelään päin suuntaavalle lappeelle. Aurinkopaneelien asennus on yleensä kiinteä eli paneelin suuntaa ei voida auringonvalon mukaisesti muuttaa mutta paneelien asennusasteen saa säädettyä.

Kuva 7, Katon lape.



Auringon ollessa suoraan paneelin yläpuolella tai 90 astetta horisontista, saapuva säteily iskee paneelin pintaan suorassa kulmassa, jolloin säteily on kaikista voimakkain. Auringon ollessa 45 astetta horisontin yläpuolella, saapuva säteily osuu kulmassa paneelin pintaan, jonka seurauksena säteet leviävät suuremmalle pinta-alalle, joka myös vähentää säteilyn voimakkuutta. Kuvassa 8 on mallinnettu tulokulman muuttumista 90 asteen kulmasta 45 asteeseen. Kuten kuvasta havaitaan, pienempi tulokulma saa vastaanotettua säteilyn paljon suuremmalta pinta-alalta tämän pinta-alan suuruus on noin 40 % suurempi kuin 90 asteen tulokulman peittämä alue. Auringonsäteilyn voimakkuuden ollessa suurimmillaan, myös siitä saatavan sähköenergian määrä on suurin mahdollinen. Kuvassa 8 näkyy kulman vaikutus alueelle, johon säteily tulee. (Pidwirny, 2006)

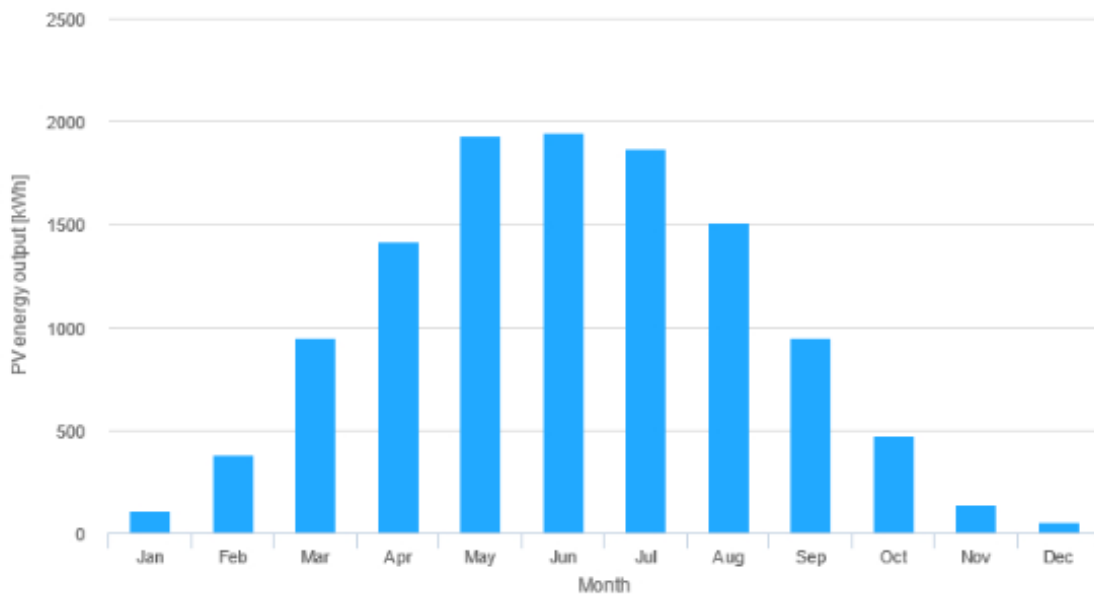
Kuva 8. Kulman vaikutus alueelle, joka imee tulevan säteilylähteen (Physicalgeography, 2006).



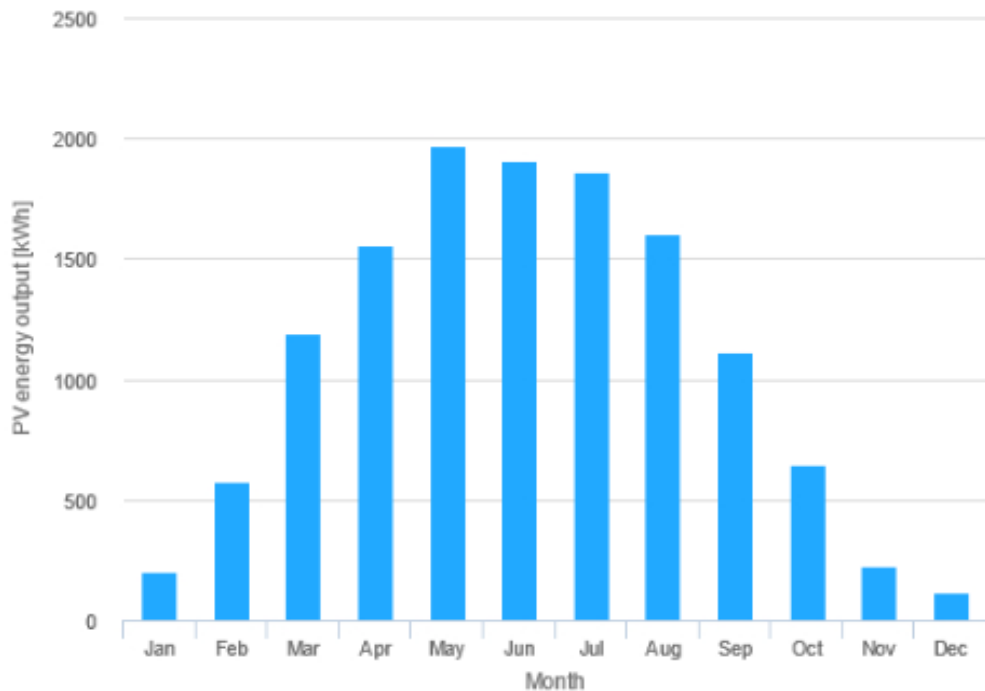
Tarkasteltaessa PVGIS- laskurilla, joka arvioi aurinkosähkön vuosituotannon huomataan, että asennuskulmalla on energiantuotannon kannalta merkitystä. Laskuriin syötetään kohteen osoite, aurinkopaneelijärjestelmän mahdollinen huipputeho, asennusalusta ja paneelin asennuskulma. Kuviossa 1 paneelit on asennettu katon kaltevuuden mukaisesti eli 14 asteeseen kuviossa 2 paneelit on asennettu 40 asteeseen.

Kuvio 1. Aurinkopaneelijärjestelmä 14° (PVGIS, 2022).

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Kuvio 2. Aurinkopaneelijärjestelmä 40° (PVGIS, 2022).

Monthly energy output from fix-angle PV system:

Tuloksissa ei yllättänyt se, että suurimmat tuotantokuukaudet ovat kevät ja kesäkuukaudet. Tammikuussa energiantuotanto on noin 200 kWh ja toukokuussa arvio on noin 2000 kWh. Arvion mukaan alle 500 kWh:n mennään vai alku ja loppuvuodesta. Vuotuinen aurinkoenergiantuotanto oli noin 1200 kWh suurempi silloin kun aurinkopaneelit olivat 14 asteen sijaan asennettu 40 asteeseen. Taulukossa 3 on kirjattuna laskurin antamat simulaation tiedot.

Taulukko 3. simulaation lähdöt

Asennuskulma	14°	40°
Vuotuinen aurinkoenergian tuotanto, kWh.	11 731,26	12 969,4
Vuotuinen tasossa oleva säteily, kWh/m ²	1088,58	1196,86
Vuosittainen vaihtelu, kWh	441,31	535,04
Muutokset tuotantoon johtuen tulokulmasta, %	-3,8	-2,88
Lämpötila ja alhainen irradianssi, %	-23,02	-22,6
Tappiot yhteensä	-23,02	-22,6

5.3.2 Teho ja hyötysuhde

Aurinkopaneelien teho ilmoitetaan yleisesti piikkivatteina (Wp). Nimellisteho on määritelty laboratoriossa standardiolosuhteissa (Standard Test Condition, STC) jossa paneeleille tuleva säteily määrä on 1000 W/m^2 ja aurinkokennon lämpötila on $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

1 kWp:n (1 kWp = 1000 Wp, piikkiwatti) paneelijärjestelmä vaatii noin 5 m^2 pinta-alan. Pinta-alan ja piikkitehon välinen suhde kuvataan hyötysuhteella. Hyötysuhde määritellään jakamalla aurinkopaneelin nimellisteho sen pinta-alalla sekä standardiolosuhteiden säteily määrällä, joka on Etelä-Suomessa arviolta 800–1000 kWh. Hyötysuhde kertoo meille, kuinka monta prosenttia aurinkopaneeliin osuvasta säteilystä muuttuu sähkövirraksi. (Motiva, 2022.-b)

Hyötysuhde edellä mainitulla 5 m^2 ja 1000 Wp:n mukaan

$$1000 \text{ Wp} / (5 \text{ m}^2 * 1000 \text{ kWh}) \approx 20 \text{ \%}.$$

Selene 1:sen paneelikentän kokonaispinta-ala on $64,5 \text{ m}^2$, josta yhden paneelin pinta-ala on noin $1,6 \text{ m}^2$. Lasketaan $1,6 \text{ m}^2$ suuruisen monokiteisen aurinkopaneelin hyötysuhde standardiolosuhteissa, kun paneelin suurin lähtöteho on 350 Wp.

$$350 \text{ Wp} / (1,6 \text{ m}^2 * 1000 \text{ kWh}) \approx 22 \text{ \%}.$$

Kokonaishyötysuhde aurinkosähköjärjestelmällä ei kuitenkaan ole yhtä suuri kuin yhdellä paneelilla sillä järjestelmässä voidaan olettaa tapahtuvan tehohäviöitä, esimerkiksi kaapeleissa ja elektroniikassa.

Tekniikanmaailma on kirjoittanut kesällä 2017 että amerikkalaiset ovat kehittäneet niin sanotun pinotun aurinkopaneelin, joka on kirjoituksen mukaan maailman tehokkain, sen hyötysuhde on korkeimmillaan 44,5 %. (Gustavsson, 2017)

Vaikka amerikkalainen teknologia on mielenkiintoista, käytämme Selene 1:sen aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa yleisiä yksikidepaneelien arvoja.

Paneelijärjestelmän kokonaisteho lasketaan kertomalla paneelin teho paneelien määrällä. Jos yhden paneelin teho on 350 Wp ja paneeleja on yhteensä alustavan suunnitelman mukaisesti 40 kappaletta, saadaan kokonaistehoksi 64,5 m² alueelle 14 kWp. Taulukossa 3 on suuntaa antavat arvot vuotuisesta aurinkoenergian määrästä kokonaisteholtaan 14 kWp:n järjestelmälle. Aurinkovirtojen nettisivuille kysy ja vastaa palstalla sanotaan: ” 5kWp tehoinen aurinkopaneelisto muodostuu 16 aurinkopaneelista ja paneeliston teho on tällöin 5,28kWp.” Tällä ajatuksella laskettaessa 40 kappaleen paneelin järjestelmä olisi kokonaisteholtaan 13,2 kWp. (Aurinkovirta, 2022)

Aurinkopaneelien hankinnassa ja mitoittamisessa huomioidaan myös paneelien elinikä. Tekninen elinikä on noin 30 vuotta. Tämän lisäksi useat valmistajat antavat paneeleille 25 vuoden tehontuottotakuun. Tehontuottotakuun ehdot vaihtelevat eri valmistajilla. Tehontuottotakuulla varmistetaan, että aurinkopaneelit tuottavat sähköä ensimmäisen 10 vuoden ajan vähintään 90 % ja 25 vuoden ajan vähintään 80 % valmistajan ilmoittamasta nimellistehosta. Muiden aurinkosähköjärjestelmän komponenttien elinikä arvioidaan olevan noin puolet aurinkopaneelien eliniästä. Aurinkopaneelien tuoton heikkenemisen arvioinnissa käytetään usein arvoa 0,5 %/vuosi. (Esko Ala-Myllymäki, 2016)

5.3.3 Selene 1:n arvioitu huoneistokohtainen sähkönkulutus

Koska Selene 1 on yhä rakenteilla meillä ei ole historiatietoa toteutuneesta sähkönkulutuksesta. Tässä osiossa yritämme arvioida asuntokohtaista sähkönkulutusta verraten saman tyyppiseen rakennukseen, joka on teknisesti lähes samanlainen kuin Selene 1. Lisäksi tarkastelemme Fortumin ja Vattenfallin ilmoittamia sähkönkulutus tietoja kerrostaloasunnossa.

Vattenfallin ja Fortumin ilmoittamissa sähkönkulutusarvoissa kerrostalokodissa, jossa on normaali varustelutaso sekä kolme asukasta yhteiskulutus on vuodessa 2400 kWh. Yhden asukkaan yksiössä kulutus oli 1400 kWh. Kodin elektroniikka ja ruoanvalmistus sekä astianpesu kuluttavat eniten sähköä. (Fortum, 2019)

Kulutusjakaumat perustuvat vuonna 2011 toteutettuun sähkökäyttötutkimukseen. Tämän jälkeen valaistus ja kodinkoneet sekä elektroniikka ovat hieman kehittyneet, joten taulukon 4 lukuja ei voida pitää täysin luotettavina. Taulukossa 4 on esitetty Vattenfallin ja Fortumin ilmoittamia sähkönkulutustietoja, luvut olivat molempien yritysten ilmoituksissa samat. (Vattenfall, n.d.-a)

Taulukko 4. Sähkönkulutus kolmen ja yhden henkilön taloudessa (Vattenfall, n.d.-a).

	Kolmen hengen kerrostalokoti kulutus kWh/vuosi, Fortum ja Vattenfall	Yhden asukkaan kerrostalokoti kulutus kWh/vuosi, Fortum ja Vattenfall
Kylmälaitteet	430	430
Kodin elektroniikka	650	390
Ruoanvalmistus ja astianpesu	550	250
Valaistus	500	170
Pyökinpesu	150	80
Muu kulutus	120	80
Yhteensä	2400	1400

Solina 1 on Bonavan ensimmäinen Kirstinpuiston alueelle rakentama kiinteistö. Kiinteistössä on 75 asuntoa. Teknillisesti talo on hyvin samantyyppinen kuin opinnäytetyössä tutkittava kohde Selene 1. Huoneistotyyppit ovat 1H, 2H ja 3H. Taulukossa 5 on Solina 1 energiatodistuksesta kootut tiedot.

Taulukko 5. Solina 1

Nimi ja Osoite	As Oy Kirstinpuiston Solina 1, Iso-Heikkiläntie 11, 20200 Turku
Käyttötarkoitus	Asuinkerrostalo
Lämmitetty nettoala (hum ²)	4560 m ²
Arvioitu käyttöönottovuosi	2021
Laskennallinen ostoenergiakulutus sähkö	208 688 kWh/vuosi
Laskennallinen ostoenergian kulutus kaukolämpö	248 570 kWh/vuosi
Energia, lämmitys	Kaukolämpö, vesikiertoinen lattialämmitys + märkätiloissa sähköinen lattialämmitys
Energia, käyttövesi	Kaukolämpö
Energialuokka	B
E-luku	83

Kohteissa Solina 1 ja Selene 1 on hieman eroavaisuuksia mutta asuntojen varustustaso ja neliömäärät ovat lähes samat. Molemmissa taloissa lämmitysmuoto on sama. Lämmitetty nettoala Selenessä on kuitenkin pienempi kuin Solinassa. Sähkönkulutus tietoja kannattaa verrata saman ikätyypin ja varustetason kohteeseen, vaikka rakennukset itsessään ovatkin eri kokoisia. Taulukossa 6 on esitetty kohteiden eroavaisuudet ja taulukossa 7 on ilmoitetut sähkönkulutustiedot kohteesta Solina tammikuusta marraskuuhun 2021. Tiedot saatiin kohteen sähkömittareista. Kohteiden vertailussa taulukossa 6 huomataan, että sähkön ja kaukolämmön osuuksissa on eroja sillä Solina 1 on suurempi kuin Selene 1.

Taulukko 6. Solina- ja Selene vertailu.

	Solina 1	Selene 1	
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö + sähköinen lattialämmitys kph.	Kaukolämpö + sähköinen lattialämmitys kph.	Sama
Kaukolämmön osuus	248 570 kWh/vuosi	155 712 kWh/vuosi	Selenessä n. 93 000 kWh/vuosi pienempi.
Sähkön osuus	208 688 kWh/vuosi	137 802 kWh/vuosi	Selenessä n. 71 000 kWh/vuosi pienempi.
Lämmitetty nettoala	4560 m ²	3444,2 m ²	Selene n. 1 116 m² pienempi.

Taulukko 7. Sähkönkulutus Solina 1.

	11 kk.	1 kk.	Arvio koko vuosi
Yleiset tilat	97 000 kWh	noin. 8 818,20 kWh	106 000 kWh
Huoneistokohtainen sähkönkulutus	108 000 kWh	noin. 9 818,20 kWh	117 820 kWh
Yhteensä	205 000 kWh	noin 18 636 kWh	223 820 kWh

Taulukosta 7 huomataan että toteutunut kulutus on yli 15 000 kWh enemmän kuin laskennallisessa ostoenergiankulutuksessa (taulukko 5). Yhden asunnon sähkönkulutus vuositasolla saadaan jakamalla huoneistokohtainen sähkönkulutus vuodessa asuntojen määrällä.

$$\frac{117820 \text{ kWh}}{75 \text{ kpl}} = 1570,93 \text{ kWh/Vuosi}$$

Yhden asunnon sähkönkulutus on laskennallisesti erittäin maltillinen. Kuten kohteen asuntomäärästäkin voidaan päätellä talossa ei ole neliömäärältään suuria asuntoja näin ollen tulos huoneistokohtaisesta kulutuksestakin on pieni. Verrattaessa Fortumin ja Vattenfallin taulukossa 4 esitettyihin tietoihin huomataan, että saamamme laskennallinen tulos on hyvin lähellä yhden asukkaan sähkönkulutusta.

Karkea arvio Selene 1:sen asuntokohtaiseen sähkönkulutukseen voidaan tehdä hyödyntäen edellä tutkittuja tietoja koska Solina ja Selene eivät poikkea toisistaan radikaalisti muuten kuin huoneistomäärällisesti. Fortumin ja Vattenfallin antamissa tiedoissa on se haaste, ettei tiedetä esimerkiksi asuntojen lämmitysjärjestelmää, tai kiinteistöjen ikää tiedossamme on ainoastaan asuntotyyppi ja asukkaiden lukumäärä. Laskettaessa 58 asunnolle huoneistokohtaisen sähkönkulutuksen ja yleisten tilojen sähkönkulutuksen Solina 1:sen huoneistokohtaisella arviolla huomataan, että arvio koko vuoden sähkönkulutuksesta huoneistoissa ja yleisissä tiloissa on lähes sama kuin energiatodistuksen laskennallisessa arviossa taulukossa 8.

Taulukko 8. Laskennallinen arvio.

Yleiset tilat + Huoneistokohtainen sähkönkulutus (Energiatodistus, laskennallinen arvio)	137 802 kWh/vuosi
Huoneistokohtainen sähkönkulutus (laskennallinen arvio)	91 114 kWh/vuosi
Yleiset tilat (laskennallinen arvio)	46 670 kWh/vuosi
Yleiset tilat + Huoneistokohtainen sähkönkulutus (laskennallinen)	137 784 kWh/vuosi

5.3.4 Tuotetun energian käyttö

PVGIS-laskurin tulos näytti, että asennettaessa 40 paneelia 40 asteen kulmassa katon lappelle etelään päin tuotto on noin 13 000 kWh/vuosi (taulukko 3). Huomataan ettei riskiä ylituotannolle synny. Kuitenkaan tämän kokoisella järjestelmällä ei voida tuottaa jokaisen asunnon sähkönkulutus määrää. Voimme kuitenkin lisätä paneelien lukumäärää tai asentaa tehokkaammat paneelit pelkäämättä, että ylituotantoa syntyy. Vesikaton puolikas, joka osoittaa etelään on kooltaan 287 m², ja tämänhetkisessä suunnitelmassa paneelikentän koko

on 64,5 m², havaitaan että paneeleille on vielä hyvin tilaa. Tarkastellaan seuraavaksi kohteeseen tulevan tekniikan osuutta. Kohteen kaksi isoa kulutuskohdetta ovat ilmanvaihto ja sähköinen lattialämmitys.

Huoneistokohtainen ilmanvaihtokone lämmöntalteenotolla on vakiovaruste jokaisessa asunnossa. Enervent ilmanvaihtokoneen mitoitusohjelman avulla voidaan arvioida yhden koneen kulutus. Kokonaiskulutus yhdelle laitteelle on noin 450 kWh/vuosi. 58 asunnon ilmanvaihtolaitteiden kulutus on arviolta noin 25 000 kWh/vuosi. (Enervent, n.d.)

Toinen tarkasteltava kohde on sähköinen mukavuuslattialämmitys. Kylpyhuoneiden suurin koko on 4,5 m², joissa on Deviflex 18T kaapelointi, jonka teho on 100W/m². Devin lattialämmitysjärjestelmät oppaassa sivulla 9 kohdassa 4.1.1.1 muistutetaan nyrkkisäännöstä, jonka mukaan suunnittelussa on huomioitava myös 30 % varmuuskerroin, joka antaa vähimmäistehon sähköiselle lämmityselementille, jota käytetään mukavuuslattialämmitysjärjestelmissä. (Devi, n.d.)

Lasketaan lattialämmityksen kokonaisteho varmuuskertoimen kanssa:

$$\frac{100W}{m^2} * 1,3 = 130W/m^2$$

Termostaatti on normaalisti rajoitettu siten, ettei lämpötila nouse yli sallitun rajan. Kosteissa tiloissa raja on yleensä 29°- 31°. Tästä syystä lattialämmitys ei ole kokoaikaan päällä.

Termostaatti toimii niin sanotulla säästötilalla. Energiankulutukseen vaikuttaa ratkaisevasti asukkaan omat toiminnot kuten se että lämpötilan voi laskea reilusti alle asetetun raja-arvon. Liitteessä 2 on esitetty Etherma- termostaatin energiakulutuksen laskentaperiaate. Lasketaan arvio 30-päivän (720 h) kulutuksesta liitteen 2 mukaisesti tilanteessa, jossa termostaatin kokonaispäällä oloaika on 26 %:

$$0,13 kWh * 720 h = 93,60 kWh$$

$$93,60 kWh * 26 \% = 24,30 kWh$$

Tällä yksinkertaisella laskelmalla kulutus yhden pienen kylpyhuoneen osalta on noin 300 kWh/vuosi., ja 58 asunnon osalta noin 17 000 kWh/vuosi. Lumo-energian arviossa 5 m² kylpyhuoneen lattialämmityksessä kulutus on 2,5 kWh/päivä, joka tekee 900 kWh/vuosi. (Lumo Energia, 2022)

Lumo energian esimerkistä ei voida tietää minkälainen termostaatti on kyseessä tai onko kyseessä lattialämmitys, jonka tarkoitus on lämmittää koko kylpyhuone vai esimerkin Selene 1 mukainen mukavuuslattialämmitys, jonka tarkoitus on pitää lattia 25–28 asteisena eli hieman jopa viileään tuntuisena, eikä kylpyhuoneen lämmittäjänä. Jos halutaan mitoittaa aurinkosähköjärjestelmä, josta ei synny ylituotantoa ja tuotanto halutaan käyttää asuntokohtaisesti yksi vaihtoehto olisi mitoittaa järjestelmä vastaamaan laskemaamme mukavuuslattialämmityksen kulutusta.

5.4 Inventteri

Invertterin, jota kutsutaan myös muuntajaksi tai verkkoinvertteriksi tarkoitus on muuntaa aurinkosähköjärjestelmän tuottama tasasähkö sähköverkossa käytettäväksi vaihtosähköksi. Se kytketään sähköverkkoon jakeluverkkoyhtiön mittarin perään kiinteistön kulutuslaitteiden rinnalle. Invertterin tärkein tehtävä on toimia turvallisesti ja parantaa sähköverkon toimintaa sähköä muuntaessaan. Sen pitää myös olla tehokas sekä muuntaa aurinkosähköjärjestelmän tuottama tasasähkö hyvälaatuiseksi siniaaltoiseksi verkkovirraksi hyvällä hyötysuhteella. Invertteri kytketään yleensä aurinkopaneelien kanssa sarjaan, tätä joukkoa kutsutaan yleensä nimellä paneeliketju tai ketjuinvertteri. Jos aurinkopaneeli on kytkettynä yhteen invertteriin sen nimitys on mikroinvertteri. (Aurinkovirta, 2022)

Invertterin valinnassa tulee huomioida aurinkosähköjärjestelmän koko. Jos aurinkosähköjärjestelmää halutaan jossain vaiheessa laajentaa kannattaa invertteri ylimitoittaa. Mikäli laajentamista ei haluta tehdä kannattaa invertteri mitoittaa siten että se vastaa aurinkosähköjärjestelmän laskettua kokonaistehoa. (Kinnunen, n.d.)

Invertterin tulee olla suojaustandardin VDE-AR-N-4105:2018 mukainen. Tällä standardilla ohjataan mm. sitä miten invertteri käyttäytyy sähköverkossa ja kuinka se kytkeytyy irti

sähköverkon häiriöiden jälkeen esimerkiksi SMA Sunny Tripower 3.0–6.0 ja 8.0–10.0 invertterit käyttävät tätä uutta suojasstandardia. (Aurinkovirta, 2022)

Taulukossa 9 on ilmoitettu invertterin tehot ja käyttöpaikat. Kohteeseen Selene sopivana vaihtoehtona voidaan pitää 15–25 KVA:n invertteriä.

Taulukko 9. Invertterien tehot ja käyttöpaikat (Aurinkovirta, 2022).

Invertterin teho. Kilovoltiampeeria (kVA)	Invertterin käyttöpaikka
1,5 ja 2,5 kVA, 1-vaiheinen	Pienet aurinkosähköjärjestelmät
3–6 kVA, 3-vaiheinen	Eryteisesti kotikäyttöön
8–10 kVA, 3-vaiheinen	Pieniin maataloihin, ja kotikäyttöön
15–25 kVA, 3-vaiheinen	Maataloihin ja yrityskäyttöön
50 kVA, 3-vaiheinen	Maataloihin ja yrityskäyttöön

Kolmivaiheinen invertteri jakaa aurinkosähköjärjestelmästä tuotetun sähkön tasaisesti jokaiselle vaiheelle. 1-vaiheinen invertteri toimii hyvin erittäin pienissä 1–2 kWp:n järjestelmissä. Hyvän invertterin hyötysuhde on noin 96,5–98,2 %. Hyötysuhde kertoo, kuinka suuri osa aurinkovoimalan tuottamasta tasasähköstä muuttuu verkkosähköksi. Loput tuotetusta sähköstä muuttuu invertterissä hukkalämmöksi. Syntyvän lämpökuorman takia invertterin asennus on tehtävä mm. paloturvalliselle ja hyvän ilmanvaihdon omaavalle paikalle. Yleensä invertterin teknisissä tiedoissa ilmoitetaan kaksi lukua joista toinen on hyötysuhde ja toinen on eurooppalainen hyötysuhde. Eurooppalainen hyötysuhde on keskieurooppalaisissa olosuhteissa laskettu keskiarvo. (Kinnunen, n.d.)

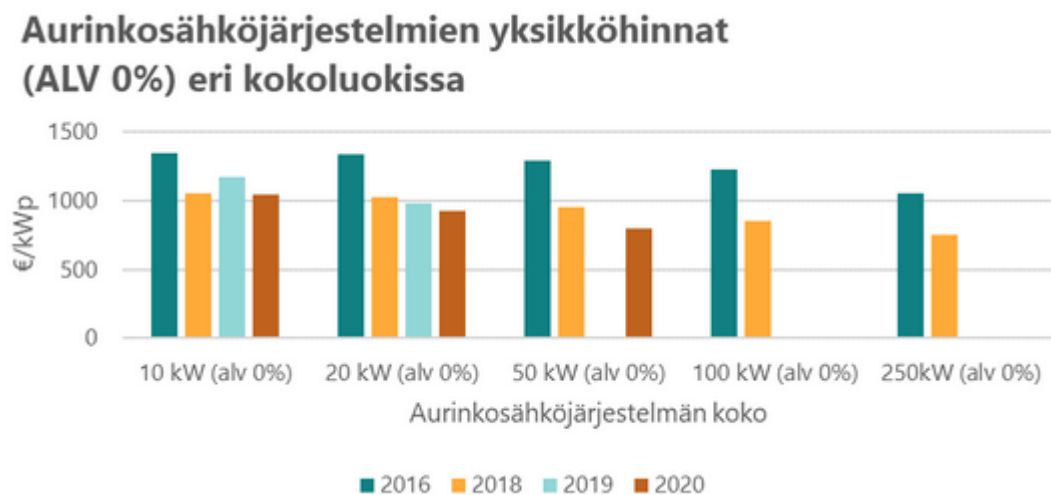
Jos kohteessa Selene on arviolta 15 kWp:n aurinkosähköjärjestelmä, joka halutaan jossain vaiheessa laajentaa kannattaa invertterin koko vastata esimerkiksi 20 kWp:n järjestelmää, näin invertteri on selvästi ylimitoitettu eikä tulevaisuudessa ainakaan järjestelmän laajentamisen takia tarvitse uutta invertteriä hankkia. Taloudellisen tarkastelun osiossa tutkimme aurinkosähköjärjestelmän kokonaishintaa.

5.5 Taloudellinen tarkastelu

Aurinkopaneelien hinnat alkoivat laskea voimakkaasti 2010- luvun molemmin puolin mutta nyt vuonna 2022 paneelien hinta on taas hieman noussut. Aurinkosähköjärjestelmän hinta on yleensä suhteutettu järjestelmän nimellistehoon myös hyötysuhde vaikuttaa hintaan. Varsinaisessa hinta-arviossa tulee huomioida aurinkopaneelit, säätölaitteet, invertteri, muut tarvikkeet, suunnittelu ja asennuskustannukset. Vuoden 2021 keväällä 5 kWp:n järjestelmän, joka tuottaa vuodessa arviolta 4000–45000 kWh sähköä varjottomassa tilassa hinta oli noin 5 000–7000 euroa eli noin 1000 €/kWp. (sis. alv. 24 %). (Motiva, 2022.-a)

Isomman aurinkosähköjärjestelmän hinta on suhteessa edullisempi kuin pienen voimalan. Kuviossa 3 on aurinkosähköjärjestelmän yksikköhinnat eri kokoluokissa vertailuajalla 2016–2020. Vertailusta havaitaan, että mitä suuremman aurinkosähköjärjestelmän on investoinut, sitä edullisemmin sen on saanut €/kWp.

Kuvio 3. Aurinkosähköjärjestelmien yksikköhinnat (Auvinen, 2020).



Sähkökulutustietojen ja aurinkosähköjärjestelmän mitoittamisen perusteella todettiin, ettei kohteen Selene 1 haasteeksi tule järjestelmän ylimitoitus. Suunnitellun 40 paneelin järjestelmä voidaan kasvattaa esimerkiksi 20 kWh:n järjestelmäksi. Kustannukset edellä olevilla tiedoilla olisi noin 1000 €/kWp., 14 kWp:n järjestelmä maksisi siis 14 000 euroa.

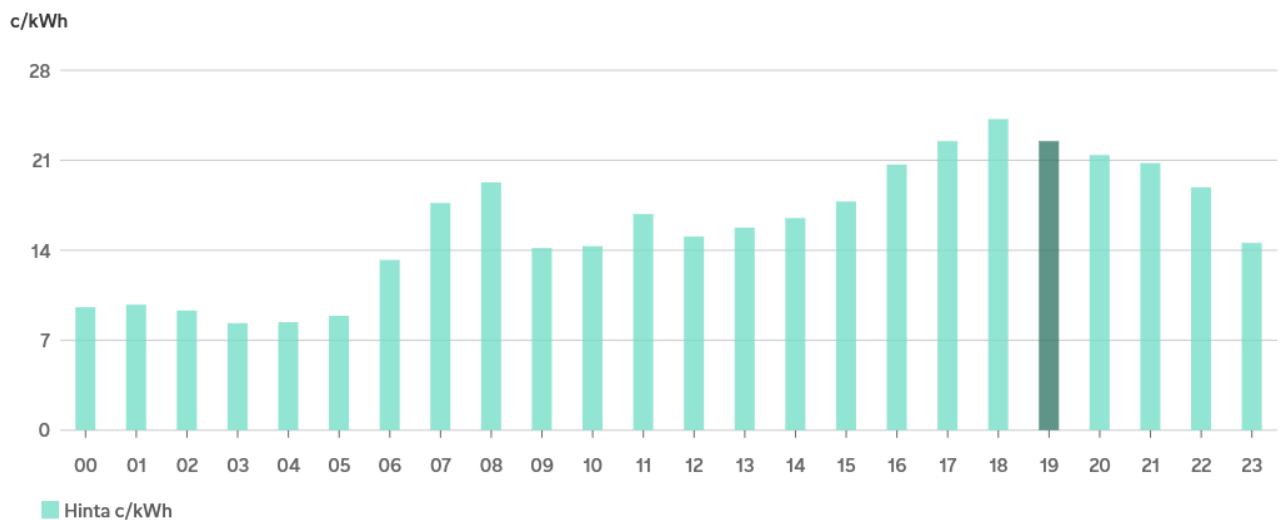
Arviossa ei ole huomioitu kaapelointeja tai työtunteja. Asennuskustannuksissa voidaan säästää, kun paneelit asennetaan muun rakentamisen yhteydessä.

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden arvioimiseen täytyy tarkastella mm. sähkön hintaa ja sen kehitystä. Loppuvuodesta 2022 sähkön hinta on ollut erittäin korkea.

Sähköpörssissä sähkö maksoi kesäkuussa 2022 keskimäärin yli 17 senttiä/kWh., kun aikaisempina vuosina se on ollut noin 5–7 snt/kWh. Hinnat alkoivat nousta talvesta 2021 silloin joulukuun hinta oli 20 snt/kWh. (Lumo Energia, 2022)

Kuviossa 4 on Fortumin lähisähkön hinnat 8.11.2022, jossa tuntihinta esimerkiksi klo. 20.00 on 22,49 snt/kWh.

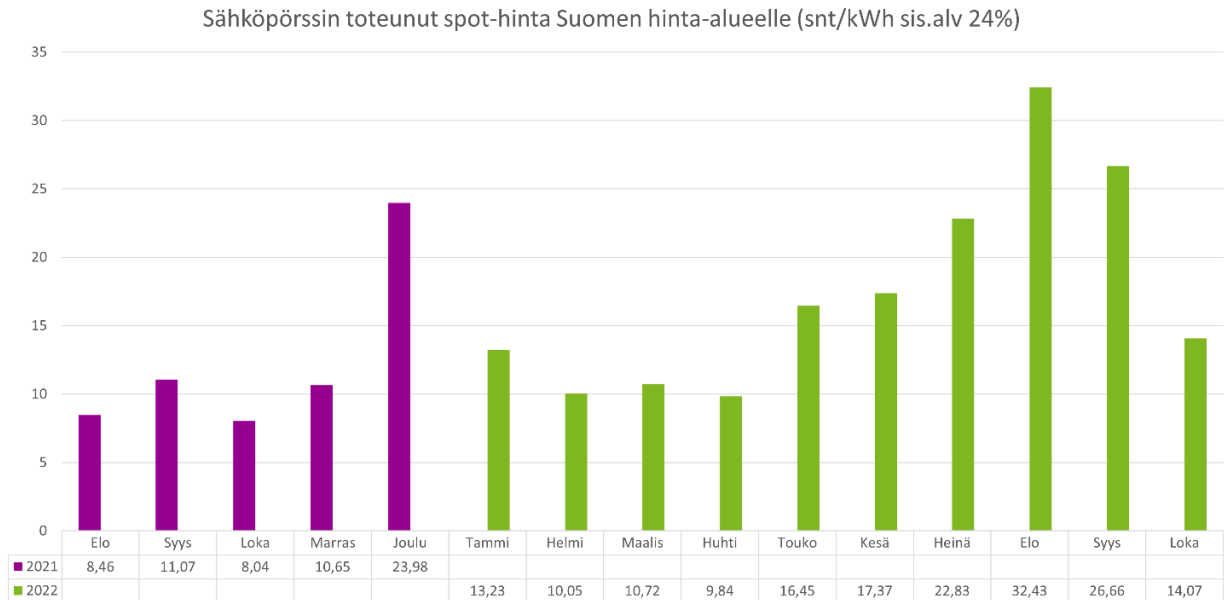
Kuvio 4. Sähkön hinta tunneittain (Fortum, 2022.-a).



Ylituotettua sähköä voidaan myydä, jos järjestelmä on sähköverkossa ja aurinkosähkön toimittajalla on sopimus ylituoton myymisestä. Ylituotettua sähköä ei saa syöttää verkkoon, ellei sähkölle ole ostajaa. Sähköä ja sen hintaa tarkkaillaan tuntasolla verkkoyhtiön sähkömittareilla. Sähkön oston ehdot ja hinnat vaihtelevat sähköyhtiöittäin. Yleisesti sähkön myyntihinta perustuu sähköpörssin eli tunneittain muuttuvaan Spot-hintaan. Tätä hintaa on hyvä tarkastella, kun arvioidaan aurinkosähköjärjestelmän kannattavuutta. (Motiva, 2022.-g)

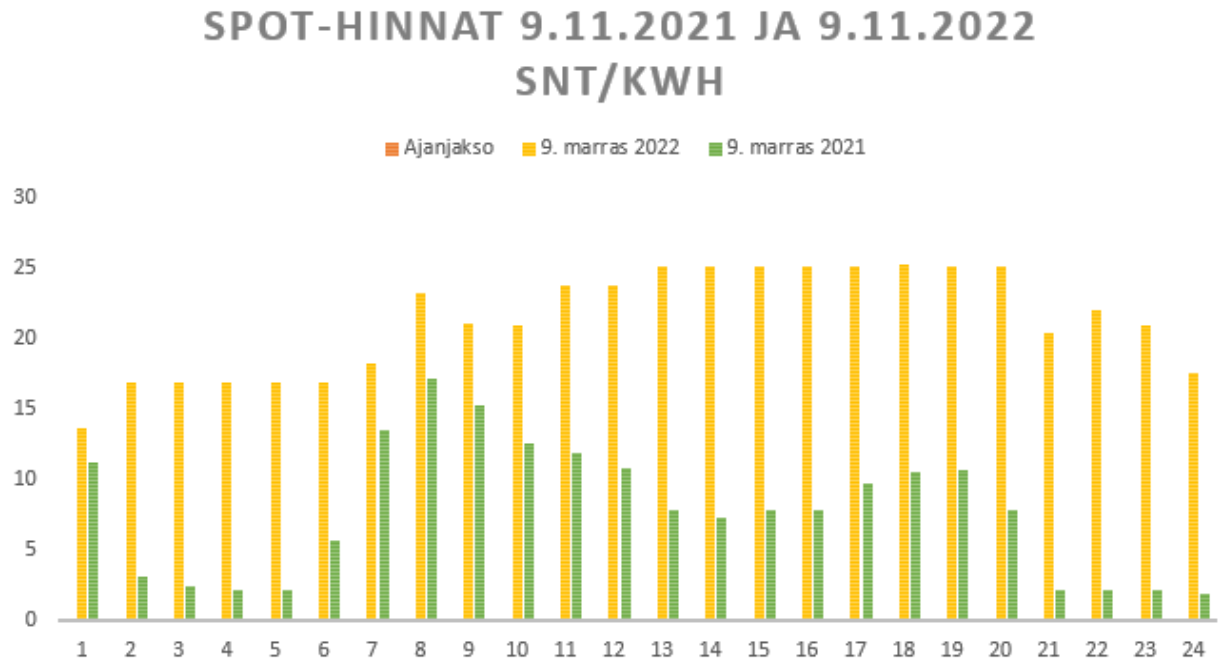
Kuviossa 5 on sähköpörssin toteutunut spot-hinta vuoden 2021 elokuusta vuoden 2022 lokakuuhun. Elokuussa 2022 hinta oli jopa 32,43 snt/kWh.

Kuvio 5. Sähköpörssin toteutunut spot-hinta (Fortum, 2022.-b).



Kuviossa 6 on sähkön Spot-hinnat 8.11.2022 verrattuna edelliseen vuoteen. Päivällä hinta on jopa kolminkertainen edellisen vuoden hintoihin nähden. (Lumme Energia, 2022)

Kuvio 6. Sähkön Spot-hinnat 8.11.2022 verrattuna edelliseen vuoteen (Lumme Energia, 2022).



Sähkötutuurien hinta on toukokuussa 2023 vertaa-kilpailuttajat sivuston mukaan 31,87 snt/kWh. (kilpailuttajat, 2022)

Halvin Sähkösopimus-sivuston arviossa sähkön hinta odotetaan laskevan keväällä 2023 siten, että palataan suunnilleen vuoden 2022 tasolle mutta ennen kevättä ollaan samoissa arvioissa vertaa-kilpailuttajat sivuston kanssa. (Halvin Sähkösopimus, n.d.)

Loppuvuoden 2022 Spot-hintojen ja sähkön futuurihintojen perusteella voidaan todeta, ettei vuoden 2023 sähköhinnoista pystytä tekemään tarkkaa arviota. Ylijäämä sähkö myyntihintaa tarkastellaan sen hetkisen sähköpörssihinnan (Spot-hinnan) mukaisesti. Tarkastellaan päivän Spot hintoja vuosien 2018–2020 ajalta ja lasketaan Spot-hintojen keskiarvo.

Taulukko 10. Spot-hinnat kuukausittain vuosina 2018–2020 (snt/kWh) (Omavoima, n.d.-b).

	2018	2019	2020	Keskiarvo
Tammikuu	4,598	6,917	3,370	4,961
Helmikuu	5,377	5,798	3,031	4,735
Maaliskuu	5,654	4,961	2,527	4,380
Huhtikuu	4,986	5,139	2,458	4,194
Toukokuu	4,790	4,940	2,416	4,048
Kesäkuu	5,850	3,808	3,482	4,380
Heinäkuu	6,696	5,693	2,502	4,963
Elokuu	6,880	6,047	5,028	5,985
Syyskuu	6,324	6,045	4,961	5,776
Lokakuu	5,749	5,745	3,856	5,116
Marraskuu	6,210	5,668	3,424	5,100
Joulukuu	6,488	4,764	4,866	5,372
Keskiarvo	5,800	5,460	3,493	4,917

Ajatellaan, että aurinkosähköjärjestelmä (Liite 1) kasvatetaan tuottamaan 20 000 kWh ja sen tuotto käytetään Selene 1 asuntojen kylpyhuoneiden mukavuuslattialämmitysjärjestelmään. 58 asunnon lattialämmitysten arvioksi saatiin edellisessä kappaleessa 17 000 kWh. Tällä laskelmalla 3000 kWh voitaisi myydä sähköyhtiölle. Tarkasteltaessa vuoden 2022 Spot-hintoja ylijäämä sähkö voisi olla kannattavaa myydä eteenpäin sillä myyntihinta ylittää jopa 20 snt/kWh:n rajan, mutta taulukon 10 arvoilla ei ylijäämä sähkö myyminen tämän kokoisessa aurinkosähköjärjestelmässä ole välttämättä kovin kannattavaa. Päätökseen vaikuttaa ratkaisevasti oma sähkö sopimus. Yksittäisen talouden osuus sähkön myynnistä, jos kaikki asunnot ovat energiayhteisön jäseniä voidaan arvioida seuraavasti:

$$3000 \text{ kWh} / 58 \text{ kpl} \approx 52 \text{ kWh}$$

Ylijäämä sähkö myyntihinta taulukon 10, Spot-hintojen keskihinnoina:

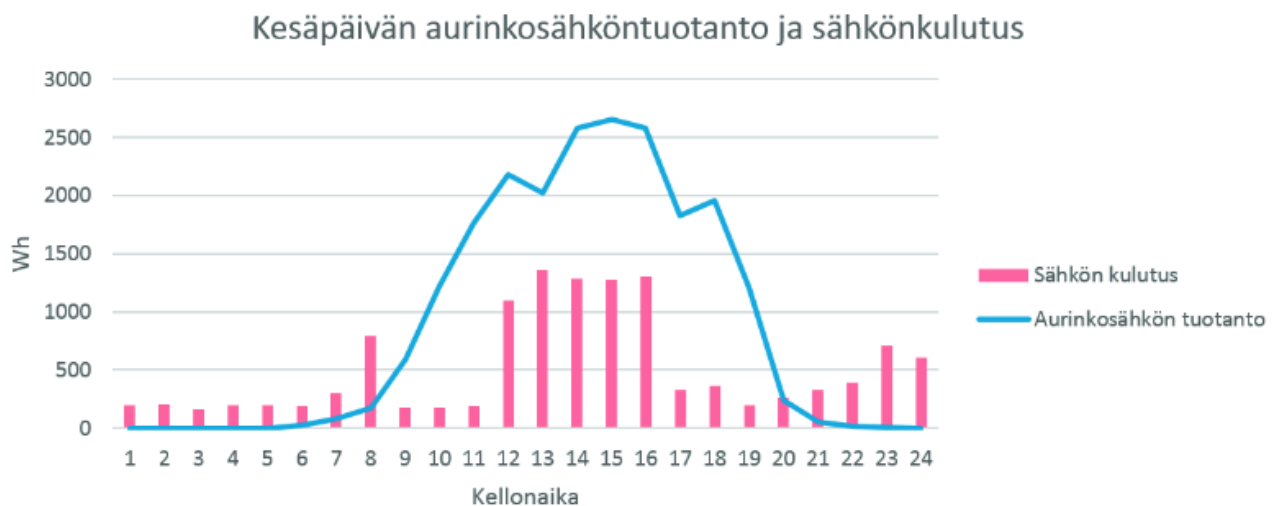
$$52 \text{ kWh} * 0,05 \text{ €} = 2,60 \text{ €}$$

Hintaan tulisi vielä lisätä ylijäämä sähkö myymisestä otettava välityspalkkio sekä verkkoon syötetyn energian siirtomaksu. On myös hyvä huomioida, että pörssi sähkö hintatiedot sisältävät arvonlisäveron mutta myytäessä sähköä verkkoon arvonlisäveron osuus on 0 %.

Edellä lasketulla myymisen osuudella voidaan todeta, että määritelmä paikallisesta energiayhteisöstä täyttyy eikä ensisijaisena tarkoituksena ole synnyttää voittoa. Jos sähkön Spot-hinta on ylituotanto hetkellä vertaa-kilpailuttajat sivun arvion mukainen 31,87 snt/kWh., kannattaa ylijäämä sähkön myyminen pohtia uudelleen. Päätökseen sähkönmyynnistä vaikuttaa oma sähkönkulutus ja sähkösojimus. Jos oma sähkösojimus on selvästi myyntihetken Spot-hintaa alhaisempi kannattaa sähkö myydä eteenpäin.

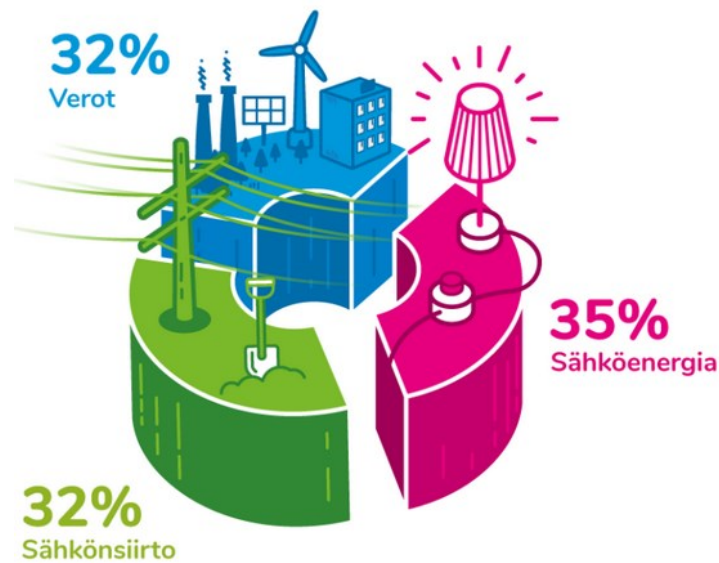
Aurinkojärjestelmä mitoitetaan kesäpäivien sähkönkulutuksen perusteella, jolloin myös sähkönhinta on yleensä alku ja loppuvuotta alhaisempi. Sähkö on edullisempaa silloin kun kysyntää on vähän. Kuviossa 7 on kuvattu kesäpäivän aurinkosähkötuotanto ja sähkönkulutus tunneittain. Helenin esimerkissä on tarkasteltu yhden kesäpäivän sähkön kulutusta- ja tuotantoa. Esimerkistä nähdään, että ylituotantoa syntyy klo. 9.00–20.00 välisenä aikana. Ylituotannon voi myymisen sijaan käyttää esimerkiksi asunnon viilennykseen tai sähköautonlataukseen. Päätöksen tekoon vaikuttaa ennen kaikkea se mikä on sen hetkinen sähkön hinta.

Kuvio 7. Kesäpäivän aurinkosähkötuotanto ja sähkönkulutus (Kuula, 2022).



Aurinkosähköjärjestelmän mitoittamisessa arvioitiin tuotantoa kuukausitasolla. PVGIS-laskurin tuloksista kuvioista 1 ja 2 huomattiin että sähköntuotanto on korkeimmillaan toukokuussa, jolloin tuotto oli jopa 2000 kWh. Arvioidaan yhden asunnon kuukausittaiset kustannukset. Sähkölasku muodostuu kolmesta osasta. Kuvassa 9 sähkölaskun muodostuminen osa-alueittain. (Vaasan sähkö, n.d.)

Kuva 9. Miten sähkölasku muodostuu (Vaasan sähkö, n.d.).



On haastavaa arvioida vuoden 2023 hintoja sillä vuoden 2022 energiakriisin pituudesta ei ole tietoa. Liitteessä 3 on laskelmat, joissa on hyödynnetty taulukon 10 Spot-hintojen keskiarvoa sekä sähköfutuurihintaa. Tarkoituksena oli arvioida, kuinka paljon yksittäisen asukkaan sähkönkulutus on ja kuinka paljon säästöä saadaan, jos mukavuuslattialämmityksen osuus tuotetaan aurinkoenergialla. Laskelmissa ei huomioitu aurinkosähköjärjestelmän yhden osakkaan investoinnin osuutta.

Carunan antamien tietojen mukaan yksittäisen asukkaan sähkönsiirron energiamaksujen sekä yleissiirron perusmaksujen kokonaishinnaksi muodostui 110 €/vuosi (Caruna, 2021). Sähkön energian hinta laskettiin taulukon 10 Spot-hintojen keskiarvolla, josta saatiin tulokseksi noin 82 €/vuosi. Edellä mainituista tiedoista pystyttiin arvioida, että yhden asunnon sähkölaskun suuruus on noin 16 €/kk. Laskimme aikaisemmin, että yhden asunnon mukavuuslattialämmityksen sähkönkulutus on noin 300 kWh/vuosi. Jos tämä osuus halutaan

tuottaa aurinkosähköenergialla, saadaan sähkölaskua hieman alemmaksi. Liitteen 3 laskelmien mukaan säästöä syntyisi noin 22 €/vuosi. Futuurihinnalla, 31,87 snt/kWh tulokset ovat numeraalisesti erilaiset mutta suhteessa lähes samat, futuuri hinta on yli kuusinkertainen aikaisempiin vuosiin verrattuna. Ylijäämänsähkön hinta normaalisti vastaa myyntihetken Spot-hintaa. Laskelman tarkoitus oli hahmottaa kuinka suuren hyödyn yksittäinen asiakas voi saada, jos hän on osana energiayhteisöä. Taulukossa 11 on laskettu liitteen 3 hinnoilla Selenen kokonaissähkönkulutus.

Taulukko 11. Selene 1 asuntojen sähkönkulutusarvio.

	Spot- hinta keskiarvo 2018–2020	Futuurihinta 2023
Sähköenergia, €/vuosi	6 126,64	37 702,4
Sähkönsiirto, €/vuosi	4 594,98	4 594,98
Perusmaksu, €/vuosi	108	108
Veroluokka I, €/vuosi	3287,18	3287,18
Yhteensä	14 116,8	45 692,56

Energiaviraston sivuilla tehdyllä laskurilla kerrostaloasuntoon, jossa kulutus on 1570,93 kWh/vuosi saatiin energian hinnaksi (sis. siirrot ja verot) 251,08 €/ vuosi. Tulos voi muuttua, sillä hinta vaihtelee referenssihinnan mukaan ja tilannetta vaikeuttaa energiakriisi. Tuloksen perusteella voidaan todeta, että tehdyt laskelmat ovat todenmukaiset. (Energiavirasto, 2022.-b)

5.5.1 Takaisinmaksuaika

Investointikohtaisia tuotantohintoja ja tuottoja voidaan laskea aurinkoenergian kannattavuuslaskurilla. Aurinkoenergian LCOE-hinnoissa (levelized cost of energy) puolestaan on huomioitu mm. aurinkoenergian tuotanto-olosuhteita Suomessa. LCOE-hinta muodostuu alkuinvestoinneista ja käyttöiän aikaisesta aurinkoenergian tuotosta sekä järjestelmän ylläpitokuluista. Takaisinmaksuajan sijaan kannattavuutta voidaan arvioida myös investoinnin NPV:llä (nettonykyarvo). Muita arviointimalleja on IRR (internal rate of

return) sekä omakustannustuotantohintana paneelien takuuajan pituisella laskenta-ajalla, joka on noin 25–40 vuotta. (Auvinen, 2020)

Taloudellisessa tarkastelussa kohdassa 5.5 todettiin, että aurinkosähköjärjestelmä maksaa noin 1000 €/kWp, tämä arvio ei sisällä kaapelointeja tai asennuskustannuksia.

Aurinkosähkön kannattavuuslaskelmassa laskettiin takaisinmaksuaika 14 kWp:n järjestelmälle. Tulokset on esitetty tiedot kiinteistön ostosähkön kustannuksista liitteessä 4. Kannattavuuslaskurin arviossa vuosituotto 14 kWp:n järjestelmälle on 880 kWh/kWp eli kokonaistuotto vuodelle on 12320 kWh. PVGIS- laskurilla saatiin 12970 kWh/vuosi. Investoinnin nettonykyarvo 30 vuoden käyttöiällä oli 1546 euroa ja takaisinmaksuaika laskentakorolla oli 1- vuosi. Jos järjestelmään haetaan lainaa, laskuri laskee 14 kWp järjestelmän takaisin maksuajan olevan 11 vuotta. Kun sähköenergian ostohinta nostettiin 5 sentistä 63 senttiin/kWh, investoinnin nettonykyarvon osuus oli 11 422 euroa ja takaisinmaksuaika oli 0- vuotta. Laskelmissa aurinkosähkön myynnin ylijäämän osuus oli 0 %. (Finsolar, n.d.)

Bonavan näkökulmasta relevantti asia on tietää, mitä aurinkosähköjärjestelmä maksaa kerta investointina. Jos aurinkosähköjärjestelmä asennetaan muun rakentamisen yhteydessä, säästetään ainakin asennuskustannuksissa. Voimalat tilataan normaalisti täysin valmiina kokonaisuuksina. Tällöin toimittaja vastaa kaikkien laitteistojen hankinnasta, asennuksesta sekä kytkennästä. Kun kokonaisuus otetaan yhdeltä toimittajalta, myös laitteistojen huolto- sekä takuu asiat hoituvat jatkossa sujuvammin. Liitteessä 1 esitetyn paneelikentän hinnaksi ilman asennusta ja kaapelointeja tulisi noin 14 000 euroa.

6 Energiayhteisön perustaminen

Kun perustetaan energiayhteisö, voidaan tuotettu sähkö kiinteistösähkön sijaan hyödyntää asuntoihin ja liiketiloihin. Ennen energiayhteisön perustamista taloyhtiön tulee perehtyä aiheeseen. Hallitus tekee tai teettää kartoitukset voimalaitoksen perustamisesta, jonka jälkeen yhtiökokouksessa päätetään investoinneista ja määritetään tuotetun energian käyttökohde. Kohteessa Selene suunnitelma aurinkovoimalasta on tehty, mutta yhtiön päätöksentekoon rakennuttaja ei pysty vaikuttaa. Tässä kappaleessa on esitetty

energiayhteisön perustamisen vaiheet ja perehdytty takamittarointiin sekä hyvityslaskentamalliin. Arvioidaan myös mihin tuotettu energia kannattaa käyttää ja minkälainen on päätöksentekoprosessi.

6.1 Hyvityslaskenta

Aikaisemmin asuinkerrostaloissa aurinkosähköjärjestelmästä saatu energia on voitu hyödyntää ainoastaan kiinteistösähköön esimerkiksi yhteisiin saunatiloihin ja valaistukseen. Hyvityslaskentamalli mahdollistaa tuotetun tai varastoidun sähkön jakamisen energiayhteisön jäsenten kesken silloin kun jakaminen on samalla kiinteistöllä tai kiinteistöryhmällä. Taloudellisesti järkevintä on mitoittaa voimalaitos siten että tuotettu energia kattaa mahdollisimman paljon asukkaan käyttämästä energiasta. Voimalaitoksen tuotettu energia voidaan jakaa energiayhteisön jäsenille laskennallisesti ilman ylimääräisiä sähkömittareiden kytkentämuutoksia. Yhdessä tuotettu energia jaetaan energiayhteisön jäsenten kesken esimerkiksi 5- tai 10 %/asunto. Tarkastelujaksona on tasejakso, joka on tällä hetkellä 1 h. (Caruna, n.d.)

Selene 1:ssä yleistentilojen osuus sähkönkulutuksesta on huomattavasti asuntokohtaista kulutusta pienempi, joten tuotetun energian asuntokohtainen käyttö on taloudellisesti kannattavampaa. Jos Selene 1:sen asuntokohtainen vuosikulutus on noin 91 000 kWh., kannattaa aurinkosähköjärjestelmä mitoittaa siten, ettei tuotanto ylitä asuntokohtaista kulutusta, joka ei muodostu tarkasteltavan kohteen laskelmien perusteella ongelmaksi.

Carunan esimerkissä energiayhteisön hyödyistä tarkasteltava kohde on rivitalo, jossa on kaukolämpö. Asuntoja kiinteistössä on 30 kappaletta, joiden yhteinen sähkönkulutus vuositasolla on 100 MWh ja josta kiinteistösähkön osuus on 15 MWh. Myös Carunan esimerkistä käy ilmi, että tuotettu energia on kaukolämpö kohteessa järkevää käyttää asuntokohtaiseen kulutukseen sillä kiinteistösähkön osuus jää suhteessa pieneksi. Kuvassa 10 on esitetty hyödyt aurinkopaneelien tuottamasta energiasta kiinteistön ja taloyhtiön sähkөөn. Hyvityslaskennasta Caruna kirjoittaa seuraavaa:

” Kaiken kaikkiaan kaukolämpötaloissa on vaikeaa saada aurinkopaneeleista taloudellisesti kannattavia, mutta energiayhteisön hyvityslaskenta muuttaa tilanteen täysin.” (caruna, n.d.)

Kuva 10. Aurinkopaneelien hyödyt (Caruna, n.d.).

Aurinkopaneelien hyödyt vain kiinteistösähkön käyttöön mitoitettuna	Aurinkopaneelien hyödyt koko taloyhtiön sähkökäyttöön mitoitettuna (aurinkoyhteisö)
• Paneeliston optimikoko 5 kWp	• Paneeliston optimikoko 15 kWp
• Hintaluokka 7 000 €	• Järjestelmän hintaluokka 18 000 €
• Kiinteistösähkön säästö 20 % (300 €/v)	• Kiinteistösähkön säästö 30 % (500 €/vuosi)
• Huoneistosähkön säästö 0	• Huoneistosähkön säästö 10 % (1 100 €/vuosi)
• Ylijäämäsähköä myyntiin 40 % (50 €/v)	• Ylijäämäsähköä myyntiin 10 % (50 €/vuosi)
• Takaisinmaksuaika 27 vuotta	• Takaisinmaksuaika 14 vuotta
• Investoinnin tuotto 3 %	• Investoinnin tuotto 8 %

Hyvityslaskennassa hyödynnetään olemassa olevia älymittareita ja niiden tuottamaa tietoa.

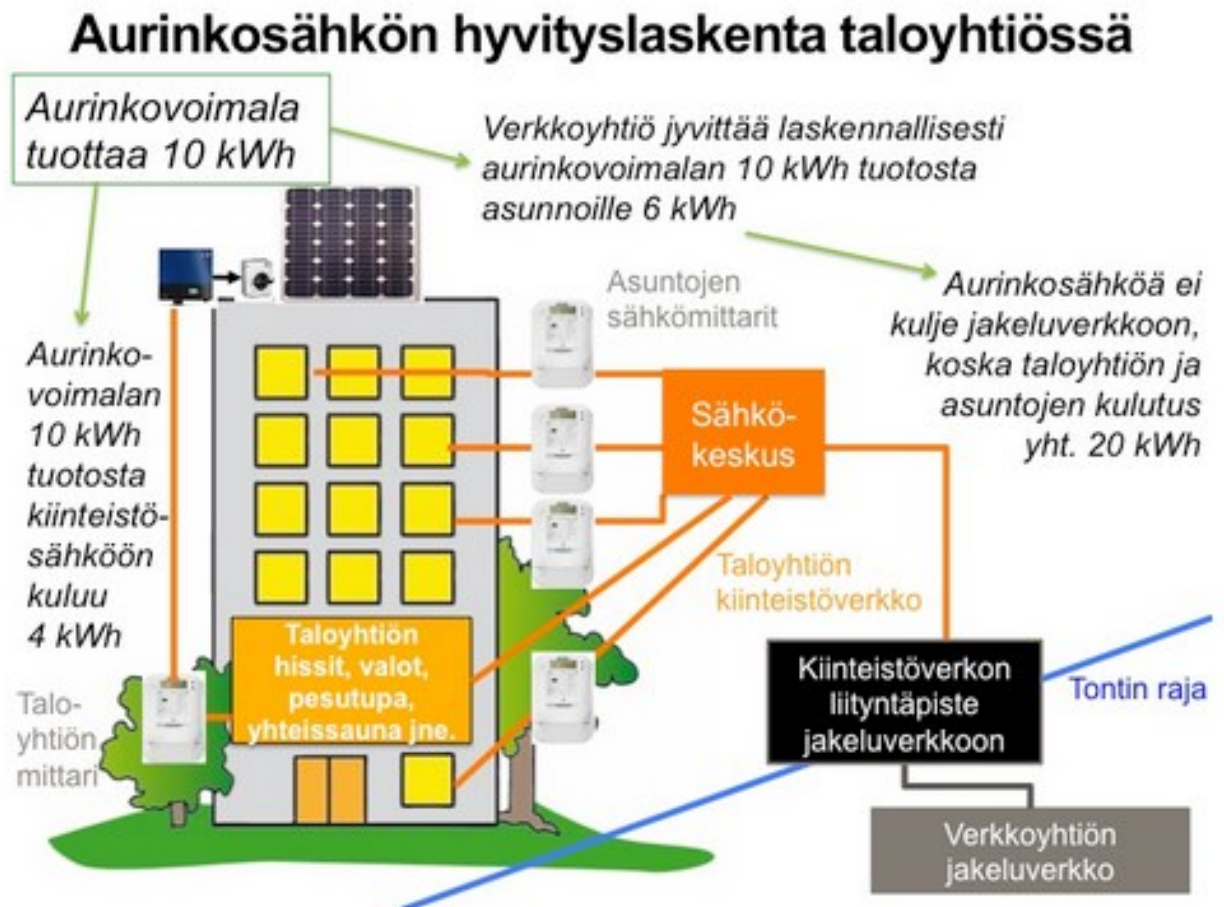
Suomi on edelläkävijä älymittareiden käyttöönotossa maailmanlaajuisesti.

Hyvityslaskennassa hyödynnetään älymittareihin jo tehtyä investointia, tästä syystä energiayhteisön perustaminen myös olemassa olevaan kiinteistöön yleensä on helppoa.

Kuvassa 11 on esitetty hyvityslaskennan toimintamalli. Aurinkosähkövoimala on kytketty taloyhtiön sähkömittariin siten että syntynyt ylijäämäsähkö kulkee asuntojen mittareihin kiinteistöverkon sisällä. Huono puoli on se, että siirto- ja veromaksut lasketaan jokaisen yksittäisen verkkoyhtiön mittarin kulutus ja tuotantotietojen perusteella.

Aurinkovoimalantuotanto jaetaan osakkaiden omistussuhteen mukaan ja osuudet vähennetään asuntojen ostosähkön määrästä. Jos tuotanto ylittää kulutuksen lasketaan kiinteistöverkon ylijäämä aurinkosähkön tuotannoksi jakeluverkkoon silloin siitä, voidaan periä sähköntuotannon siirtomaksu, joka on noin 0,07 snt/kWh (Finsolar, 2020.-a)

Kuva 11. Hyvityslaskenta taloyhtiössä (Finsolar, 2020.-a).



Hyvityslaskentaa on saanut käyttää vasta vuoden 2021 alusta, joten esimerkkejä hyvitysmallin käytöstä taloyhtiöissä on vähän. Taulukossa 12 on listattuna hyvitysmallin hyödyt ja haitat, joita Finsolar on tutkimuksessaan arvioinut. Hyvitysmallin haittoja ei löytynyt paljoa eikä välttämättä ylituoton jakaminen asukkaiden kesken ole huono asia, vaikka se sille sarakkeelle päätytikin. Vaikka osa verkkoyhtiöistä jo tarjoavatkin palvelua odotetaan sen tulevan mahdolliseksi kaikille taloyhtiöille vuoden 2023 alussa, jolloin se on tarkoitus siirtyä Suomen kantaverkkoyhtiön Fingridin tuottamaksi palveluksi.

(Hyvityslaskenta, n.d.)

Taulukko 12. Hyvitysmallin hyödyt ja haitat (Finsolar, 2020.-a).

Hyvitysmallin hyödyt	Hyvitysmallin haitat
Jokainen taloyhtiön osakas voi kilpailuttaa vapaasti oman sähkösopimuksensa. Verkkoyhtiö toimittaa mittatiedot osakkaiden omille sähkömyyntiyhtiöille.	Hyödyt ensisijaisesti kiinteistösähkössä. Ylituotto jaetaan hyvitysmallin mukaisesti asukkaille. (hyöty- vai haitta)
Energiayhteisö on mahdollista muodostaa joustavasti digitaalisen palvelun ympärille.	
Ei mittarimuutoksia. Tuotettu sähkö jaetaan ilman mittareita hyvityslaskennan avulla.	
Aurinkoyhteisöön on helppo liittyä tai poistua.	
Yhtiökokouksessa riittää enemmistöpäätös, ei tarvitse yksimielistä päätöstä.	
Aurinkoyhteisö on taloyhtiölle ja sen asukkaille maksuton. (Virtane, n.d.)	

Hyvitysmallin erityisen hyvä puoli yhtiön näkökulmasta on sen oikeudenmukaisuus.

Investointiin menneet kulut ja siitä saatavat tuotot jaetaan osakkaille samassa suhteessa ja kaikki muut tuotot ja kulut jaetaan osakkaiden määrän ja vastikkeen jaon perusteella.

Hyvityslaskentamalli ei vaadi muutoksien tekemistä asunto-osakeyhtiön yhtiöjärjestykseen.

Energiayhteisön perustaminen sähköverkkoyhtiön mittauksilla:

1. Sähköasentaja tai aurinkosähköjärjestelmän asentaja asentaa paneelit. Kaapelointi tehdään sähkömittauksen taakse (yleensä kiinteistösähkön).
2. Taloyhtiö tai aktiivisten asiakkaiden ryhmä tekee ilmoituksen sähköverkkoyhtiölle energiayhteisön perustamisesta. Ilmoituksessa selvitetään millä jakoperusteella hyöty jaetaan asuntojen kesken. Ilmoituksen voi tehdä esim. sähköverkkoyhtiön www-sivujen kautta.
3. Verkkoyhtiö solmii taloyhtiön tai aktiivisten asiakkaiden ryhmän kanssa sopimuksen energiayhteisöstä.
4. Taloyhtiö tai aktiivisten asiakkaiden ryhmä solmii sähkön myyjän kanssa sähkösopimuksen mahdollisen ylijäämäsähkön ostamisesta.

Kun energiayhteisö on perustettu sähköverkkoyhtiö vastaa tuotetun energian hyvittämisestä sähkölaskutuksessa. Kaikilla taloyhtiön asiakkailta säilyy omat sähkö ja verkkopalvelusopimukset. Hyvityslaskennan jälkeen ylijäämä kohdistetaan laskennallisesti toivotulle mittaukselle. (Elenia ja VTT, 2021)

6.2 Datahub

Yksinkertainen tapa toteuttaa kiinteistöverkon sisäinen energiayhteisö tai yksittäisen pientuottajan tuntinetotus hyvityslaskennalla on toteuttaa laskenta keskitetysti Fingridin datahubissa. Datahub toimittaa netotuksen ja hyvityslaskennan jälkeen laskennalliset mittaustiedot asiakkaiden lisäksi myös taseselvitykseen ja markkinatoimijoille oleellisin asia on, että laskutuksessa ja tasehallinnassa on vain yksi mittaustieto asiakkaalta. Laskenta voidaan toteuttaa myös jakeluverkkoyhtiön tietojärjestelmässä. (Smart energy transition, 2018)

Datahub on Suomen sähkön vähittäismarkkinoiden lakisääteinen tiedonvaihtojärjestelmä, se otettiin käyttöön helmikuussa 2022. Siihen tallentuu Suomen sähkösopimusten ja sähköasiakkaiden kaikki tiedot. Datahubia hallinnoi Fingrid Datahub Oy, joka on kantaverkkoyhtiö Fingridin tytäryhtiö. Datahub parantaa sähkönsiirrosta vastaavan osapuolen ja sähkönmyyjän keskeistä tiedonvaihtoa. Se myös lisää tietoturvaa ja asiakaspalvelun nopeutta. (Väre, n.d.)

Energiayhteisön perustaminen verkkoyhtiön mittauksilla on ennen vuotta 2023 edellyttänyt että verkkoyhtiö tarjoavat vapaaehtoista hyvityslaskentamallia. Vuodesta 2023 alkaen verkkoyhtiön mittauksiin perustuva laskentamalli (hyvityslaskenta) toteutetaan osana valtakunnallista tiedonvaihtojärjestelmää eli datahubia ja on näin ollen mahdollinen kaikille asiakkaille. Suuressa osassa taloyhtiöitä kiinteistön ja yksittäisten asuntojen sähkönmittaus on valmiiksi jo toteutettu sähköverkkoyhtiön kautta. Näin ollen energiayhteisön perustaminen datahubia hyödyntäen ei vaadi mittausten osalta muutoksia.

6.3 Takamittarointi

Takamittarointia hyödyntämällä pystytään sähköverot ja siirtomaksut välttämään. Kuvassa 12 esitetään takamittaroinnin toiminta kiinteistössä. Takamittarointimallissa taloyhtiö omistaa kiinteistön ja asukkaiden sähkömittarit vain yhteinen summamittari on liitetty jakeluverkkoon. Koko taloyhtiö on yhden sähkösopimuksen takana. Osakkaat maksavat joko kulutuksen tai muun jakoperiaatteen mukaan. Jos taloyhtiö ei ole arvonlisäverovelvollinen, on mahdollista ryhtyä pientuottajaksi ja solmia sähköyhtiön kanssa sopimus, joka muuttaa taloyhtiön energian myyjäksi ja siten arvonlisäverovelvolliseksi. Jotta ALV- byrokratialta välttyään, voidaan ylituotettu energia myydä energiayhtiölle hintaan 0snt/kWh.

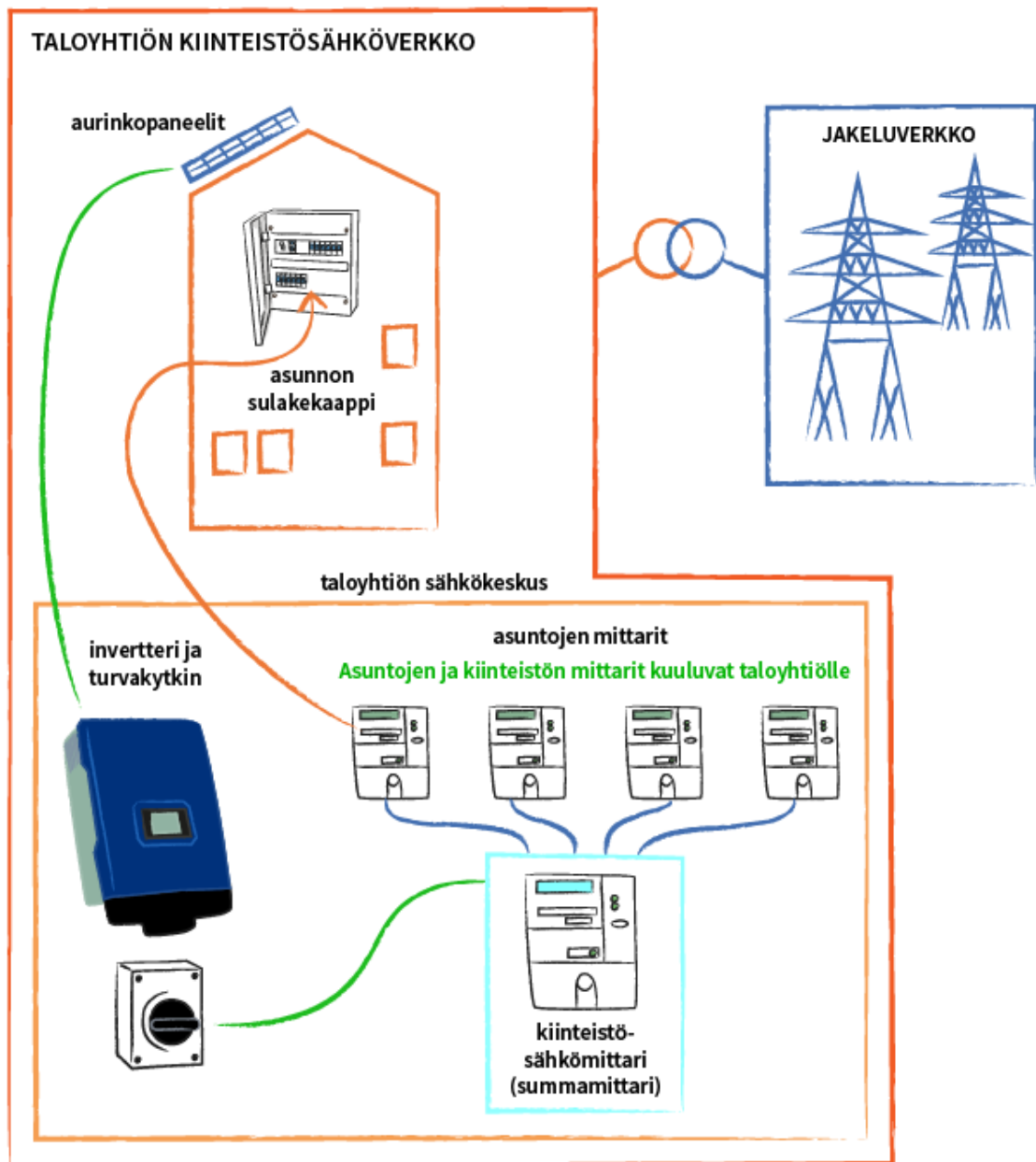
Takamittarointimallin huonoja puolia on mm. se, ettei osakkailla ole mahdollista kilpailuttaa omia sähkösopimuksiaan. Koska mittarit ovat taloyhtiön omistuksessa tulee päätökset tehdä yhdessä osakkaiden kesken. Säästöjä voi kuitenkin saada sillä suuremman kuluttajaryhmän solmiessa siirto ja sähkösopimuksen on se usein mahdollista saada edullisemmin kuin yksittäinen pienasiakas. Taulukossa 13 on listattuna takamittaroinnin hyödyt ja haitat.

(Finsolar, 2020.-b)

Taulukko 13. Takamittaroinnin hyödyt ja haitat (Finsolar, 2020.-b).

Takamittaroinnin hyödyt	Takamittaroinnin haitat
Aurinkosähkön tuottaminen kiinteistön tai asunnon sähkönkulutukseen ilman energiaperusteisia siirtomaksuja ja sähköveroa.	Vanhoissa rakennuksissa sähkömittarit joudutaan uusimaan, tämä ei ole kovin järkevää, sillä asukkaat ovat jo kertaalleen maksaneet verkkoyhtiön sähkömittarit.
Aurinkosähkön hyödyntäminen koko rakennuksessa: Mitä suurempi järjestelmä, sitä matalampi hinta.	Osakkailla ei ole enää mahdollisuutta kilpailuttaa tai solmia omia sähkösopimuksia, sillä mittarit ovat taloyhtiön omistuksessa.
Säästöt perusmaksuissa.	Yksimielinen päätös, päätöksenteko voi olla haastavaa.
Energiayhteisö voi saada siirto- ja sähkösopimuksen suhteessa edullisemmin, kuin yksittäinen asiakas.	Osakkaan irrottautuminen takamittaroinnista on tehtävä mahdolliseksi. Järjestely täytyy esittää yhtiöjärjestyksessä, mutta se ei saa estää kenenkään oikeutta kilpailuttaa sähköntoimittajaa.
Uudisrakennuksissa kustannustehokas ratkaisu, ei synny ylimääräisiä kustannuksia.	Olemassa oleviin yhtiöihin takamittarointiin siirtyminen tietää yhtiöjärjestyksen muutosta.

Kuva 12. Takamittarointi (Koutsu, n.d.).



Selene 1:seen takamittarointi mallin toteuttaminen onnistuu ilman ylimääräisiä kustannuksia sillä olemassa olevia mittareita ei vielä ole. Takamittarointimallin toteutuksessa tulee kuitenkin huomioida sähkösuunnitelmat erityisen tarkasti ja esittää ne huolellisesti jakeluverkkoyhtiölle. Sähkökeskusten suunnittelu tulisi toteuttaa siten että jakeluverkkoyhtiön on helppo tarvittaessa asentaa uusia mittareita, jos yksittäinen osakas haluaakin erota tästä mallista. Haasteita tuo yhtiön yksimielisen päätöksen tekeminen.

6.4 Energian hyödyntäminen kiinteistön ulkopuolella

Hajautetussa energiayhteisömallissa energiaa tuotetaan kaukana sen käyttöpaikasta. Energia kuljetetaan julkista sähköverkkoa pitkin, jolloin joudutaan maksamaan sähköstä vero sekä siirtomaksu. Kun ylitetään ainoastaan kiinteistön rajat, voidaan sähkö siirtää erillistä sähkölinjaa pitkin ja välttyä jakeluverkon aiheuttamilta sähkömaksuilta.

Tarkastellaan yhteisöjen muodostamista ja mahdollisuuksia energian jakoon. Esimerkiksi jos halutaan perustaa usean rakennuksen energiayhteisö siten että rakennukset ovat samalla kiinteistöllä mutta hallintasuhteet vaihtelevat tulee yhteisöllä olla yksi liittymispiste yleiseen sähköverkkoon, se toimii myös yhteisön ulkopuolisen sähköenergian ostorajana.

Energiayhteisö, joka muodostuu usean eri kiinteistön kesken mutta tuotanto on vain yhden kiinteistön alueella, liitetään erillisillä kaapeleilla yhteen liittymäpisteeseen. Paikallinen virtuaalinen energiayhteisö voi olla esimerkiksi korttelitason yhteisö. Mallissa useilla kiinteistöillä on yhteinen omatuotanto ja yhteisiä sähköpaikkoja sekä mahdollisesti energian varastointia. Virtuaalisessa energiayhteisössä jokaisella kiinteistöllä ja omatuotannolla on oma sähköliittymä. (Harsia ym., 2021, s. 9-15)

Vaihtoehtoja energiayhteisön muodostamiselle on useita. Jokainen energiayhteisö malli vaatii kiinteistön ja kiinteistöjen tai osakkaiden yhteisen kiinnostuksen energiayhteisön perustamisesta. Jos esimerkiksi Selene 1 ja 2 päättävät asentaa yhden aurinkovoimalan vain toisen kiinteistön katolle tulee yhdessä päättää, minkälainen yhteisömalli tälle kiinteistöryhmälle sopii. Rakennusteknisestä näkökulmasta ei ole merkitystä, haluaako koko yhtiö perustaa energiayhteisön, johon kaikki osakkaat kuuluvat tai onko energiayhteisö malliltaan aktiivisten asiakkaiden ryhmä. Huomioitavaa on sähkönjakelulaki ja voimassa olevat määräykset.

Liitteessä 1 on Selene 1:sen aurinkopaneelijärjestelmän suunnitelma. Samaa suunnitelmaa voidaan hyödyntää myös muissa kuvan 13 kiinteistöissä. Kohteina Selene 1 ja 2 ovat lähes identtiset, joten myös kulutus voidaan arvioida olevan toistensa kanssa samaa luokkaa.

Selenen ja Sarasteen väliin tulee parkkipaikka, johon on mahdollista myös asentaa sähköauton latauspaikkoja. Parkkipaikka näkyy kortteliluonnoksessa kuvassa 13 autopaikat sijaitsevat kuvassa vasemmalla Selenen ja Sarasteen välissä.

Kuva 13. Kortteliluonnos.



Rakennuttajan on huolehdittava, että rakennuksen yhteyteen suunnitellaan ja asennetaan sähköautojen latauspisteet tai latauspistevalmius lain 733/2020 mukaisesti. Jos rakennuksen yhteyteen on suunnitteilla enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa täytyy jokaiseen paikkaan asentaa latausvalmius siten että jokainen pysäköintipaikka voidaan myöhemmin muuttaa

latauspisteeksi. (Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä 733/2020)

Lataamisesta aiheutuneet kustannukset voidaan yksilöidä autopaikkakohtaisesti ja laskuttaa kulutuksen mukaan sähkömittarien avulla. Vastikkeiden maksuperusteet määritellään yhtiöjärjestyksessä, joten jos vastikkeita halutaan autopaikkakohtaisesti nostaa, tulee muutos tehdä yhtiöjärjestykseen. (Pirhonen, 2020)

Sähköauton akkuun voidaan varastoida jonkin verran aurinkoenergiaa akun koon mukaan. Täyssähköauton akku on suurempi kuin lataushybridin sillä siinä on ainoastaan sähkömoottori, kun taas hybridissä on lisäksi polttomoottori. Etenkin kesällä, kun aurinkoenergian tuotanto on suurimmillaan ja asunnossa käytettävän sähkön määrä on yleisesti pienempää, voidaan ylijäämäenergiaa käyttää sähköautojen lataamiseen. Tärkeää on kuitenkin saada lataus mahdollistettua myös aikana, jolloin ylijäämä energiaa ei synny latausautojen käyttöön ilman erillistä laitteistomuutosta. Markkinoilla on paljon erilaisia latausmahdollisuuksia. Esimerkiksi Saksalainen AMTRON Xtra, joka sisältää sovelluksen, jolla voi tehdä muutoksia sähköiseen liikkumiseen, jotta aurinkoenergiaa voi hyödyntää esimerkiksi integroimalla kodin aurinkosähköjärjestelmään. (ESTG, n.d.)

Myös solar factorylla on sähkö tai hybridi autoille soveltuva zappi- latausasema, jota voidaan käyttää joko aurinkosähkön kanssa tai ilman. Zappi Eco lataustapa voisi toimia Selenen tyyppisessä kiinteistössä. Tässä mallissa lataustehoa säädellään automaattisesti oman energiantuotannon ja kiinteistön kulutuksen mukaisesti. Latausasemassa voidaan käyttää esimerkiksi kesällä aurinkoenergiaa, ja talvella verkkosähköä. Jos energiaa, jota aurinkovoimala tuottaa ei ole tarpeeksi otetaan ylijäämä osuus verkkosähköstä siten, että vähimmäistehovaatimus 1,4 kW täyttyy. Sähköauton latausstandardin mukaan ajoneuvon lataus voi käynnistyä vasta kun latausteho on suurempi kuin 1,4 kW (6A). (Solar Factory, n.d.)

PVGIS-laskurin mukaan Selene 1 tuottaa suunnitellulla 14 kWp:n järjestelmällä toukokuussa noin 2000 kWh. Kohdassa 5.3.3 arvioitiin että mukavuuslattialämmityksen osuus on noin 1400 kWh/kk. Tästä jäisi ylijäämätuottoa sähköautonlataukseen noin 600 kWh/kk. Sähköauto kuluttaa kesäaikaan keskimäärin 0,2 kWh/km., talviaikaan kulutus on hieman

suurempaa sillä auton lämmitys syö akun virtaa. Toukokuun laskennallisesta ylijäämän osuudesta voidaan todeta, että sähköautojen lataaminen kesällä tuotetusta ylijäämäenergiasta voisi olla toimiva ratkaisu.

6.5 Päätöksenteko

Takamittaroinnin suurena haasteena on yksimielisen päätöksen tekeminen. Lisäksi järjestelmästä irtautuminen on osakkaalle haastavaa. Jo näistä syistä joustavampi vaihtoehto energiayhteisössä on hyvityslaskentamalli. Taloyhtiön päätöksentekoon vaikuttaa onko energiayhteisön perustamisen sekä investointien olevan tasoltaan tavanomainen vai ei tavanomainen uudistus. Lisäksi tulee päättää, kuinka energiayhteisö perustetaan. Energiayhteisö voidaan toteuttaa koko taloyhtiön hankkeena, jolloin puhutaan paikallisesta energiayhteisöstä tai yksittäisten asukkaiden omina hankkeina, jolloin kyseessä on aktiivisten asiakkaiden ryhmä. Hanketyyppinä paikallinen- tai aktiivisen ryhmän lisäksi tulee päättää kuka vastaa energiayhteisön mittauksesta. Kiinteistön sisäisissä energiayhteisöissä sähkömittauksen ja laskutuksen osalta yhteisöt voidaan jakaa kahteen tyyppiin. Tyypit on esitetty kuvassa 5 Energiayhteisön mittaukset (Elenia ja VTT, 2021):

- Sähköverkkoyhtiön mittauksilla tuotettu yhtiö.
- Taloyhtiön tai aktiivisten asiakkaiden ryhmän omilla mittauksilla tuotettu yhteisö.

Jos päätetään että mittaukset suoritetaan sähköverkkoyhtiön mittauksilla päätöksen teko, voidaan tehdä taulukon 14 mukaisesti, jos hanke halutaan toteuttaa energiayhteisön omilla mittauksilla, on sähkön yhteishankinnasta määrättävä yhtiöjärjestyksessä.

Taulukko 14. Perusohje taloyhtiön päätöksenteosta (Elenia ja VTT, 2021).

	1. Taloyhtiön tavanomaista tasoa oleva uudistus	2. Taloyhtiön ei-tavanomaista tasoa oleva uudistus	3. Aktiivisten asiakkaiden ryhmä
Milloin?	Aurinkopaneelit mitoitetaan pääsääntöisesti vain taloyhtiön omaan sähkönkulutukseen.	Aurinkosähköjärjestelmä mitoitetaan selvästi taloyhtiön omaa sähkönkulutusta suuremmaksi, eli ylijäämätuotantoa syntyy paljon, ja/tai järjestelmä sisältää akuston.	Hanke toteutetaan aktiivisten asiakkaiden ryhmän nimissä.
Päätös	Päätös voidaan tehdä yhtiökokouksessa enemmistöpäätöksellä. <i>Asunto-osakeyhtiölaki 6:26§</i>	Toteutuslupa vaatii määräenemmistöpäätöksen. Hankkeeseen osallistuvat vain ne osakkaat, jotka siihen suostuvat. <i>Asunto-osakeyhtiölaki 6:27§</i>	Aktiivisten asiakkaiden ryhmän perustamiseen liittyvät muutostyöt vaativat taloyhtiön hyväksynnän. Päätös voidaan tehdä yhtiökokouksen enemmistöpäätöksellä.
Kustannukset ja hyödyt	Kustannukset jakautuvat kaikille osakkaille samoin, kuin oikeus tuotettuun hyötyyn. Osakkaalla on mahdollisuus kieltäytyä hyödystä, mutta ei kustannuksista.	Kustannukset jakautuvat kaikille osallistuville osakkaille, sekä oikeus yhteisön tuottamaan hyötyyn. Tyypillisesti kustannukset katetaan erillisillä vastikkeilla, joihin muut osakkaat eivät osallistu.	Kustannus jakautuu vain aktiivisten asiakkaiden ryhmän jäsenille, samoin kuin oikeus hankkeen tuottamaan hyötyyn.

Asunto-osakeyhtiölaki 6:26§: ”Jos päätös voidaan tehdä enemmistöpäätöksellä, yhtiökokouksen päätökseksi tulee ehdotus, jota on kannattanut yli puolet annetuista äänistä.”

Asunto-osakeyhtiölaki 6:27§: ” Jos päätös on tehtävä määräenemmistöllä, yhtiökokouksen päätökseksi tulee ehdotus, jota on kannattanut vähintään kaksi kolmasosaa annetuista äänistä ja kokouksessa edustetuista osakkeista.” (Elenia ja VTT, 2021)

Valtioneuvoston asetuksessa sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta kohdassa 4 § määritellään aktiivisten asiakkaiden ryhmän seuraavin ehdoin:

- 1) ne yhdessä tuottavat tai varastoivat sähköä taikka osallistuvat joustoa tai energiatehokkuutta koskeviin järjestelyihin;
- 2) 1 kohdassa tarkoitettu toiminta ei ole loppukäyttäjien ensisijaista kaupallista tai ammatillista toimintaa;
- 3) loppukäyttäjien sähkönkäyttöpaikkojen sähkön mittauksista vastaa jakeluverkonhaltija;
- 4) loppukäyttäjien sähkönkäyttöpaikat sijaitsevat samalla kiinteistöllä tai sitä vastaavalla kiinteistöryhmällä ja ne on liitetty jakeluverkonhaltijan jakeluverkkoon samalla liittymällä; ja
- 5) loppukäyttäjien sähköntuotantolaitteisto ja energiavarasto kuuluvat 4 kohdassa tarkoitettuun liittymään.

(Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009 4 §)

Energiayhteisön perustamisessa kustannukset syntyvät pääosin aurinkosähköjärjestelmän investoinnista. Järjestelmän pitkä ikä ja hyvä tuottoaste tekevät siitä kustannustehokkaan. Invertterin huolto tai uusiminen tuottaa jonkin verran kustannuksia, muttei ole taloudellinen tappio kokonaiskustannuksia ja tuottoa tarkasteltaessa. Päätöksen teko yhtiön kesken aiheuttaa suurimmat haasteet.

7 Johtopäätökset

Taloyhtiöiden siirtymää energiantuottajiksi on rajoittanut lainsäädäntö, jossa itse tuotettu sähkö on kannattanut käyttää kiinteistösähköön. Nyt lakimuutoksen myötä taloyhtiössä yhteisesti tuotettu sähkö voidaan jakaa laskennallisesti asukkaiden omaan käyttöön. Näin taloyhtiöistä on tullut tasavertaisia sähköntuottajia pientalojen kanssa.

Rakennusteknisestä näkökulmasta energiayhteisön perustamisen mahdollistaminen ei aiheuta haasteita. Suurimmat kysymykset liittyvät hallinnollisiin muutoksiin ja päätöksen tekoon. Tässä tutkimuksessa ei pystytty arvioimaan, mitä energiayhteisön perustaminen merkitsee rakennuttajalle tai asiakkaalle. Haaste piilee hyvityslaskentamallin tuoreudessa. Hyvitysmalli tulee mahdolliseksi kaikissa taloyhtiöissä vasta vuoden 2023 alussa.

Ylijäämäsihtöön osuus muodostuu jokaisesta huoneistosta yksilöllisesti, joka tarkoittaa sitä, että aurinkovoimalat voidaan nyt mitoittaa paljon suuremmaksi kuin tapauksessa, jossa tuotettu sähkö käytetään ainoastaan kiinteistösähköön. Osakas voi halutessaan myydä ylijäämäsihtöön sähköverkkoon tai käyttää itse esimerkiksi sähköauton lataamiseen. Koska hyvityslaskentamalli on mahdollista ei takamittaroinnin toteuttaminen uudiskohteessa ole järkevää. Yksittäisen asiakkaan on haastavaa irtisanoutua takamittaroinnista ja toisin kun hyvityslaskentamallissa koko energiayhteisö on yhden sähkösopimuksen alla. Näin ollen omia sähkösopimuksia ei ole mahdollista kilpailuttaa.

Vanhemmissa kohteissa voidaan kerätä asuntojen tuntikohtainen sähkönkulutustieto. Tieto on tärkeää järjestelmän mitoittamisen kannalta, sillä saadun tiedon perusteella voidaan järjestelmä mitoittaa mahdollisimman tarkasti. Uusissa kohteissa voidaan aurinkosähköjärjestelmä suunnitella vertaamalla saman tyyppisiin ja ikäisiin rakennuksiin, joissa myös talotekniikka on lähes samanlainen. Järjestelmä kannattaa mitoittaa alkuun hieman pienemmäksi ja laajentaa sitten kun ensimmäisen normaalin asumisvuoden sähkönkulutustiedot ovat käytettävissä.

Jos aurinkovoimala ei vaikuta kaupunkikuvaan rakennus tai toimenpide lupaa ei välttämättä tarvita asia tulee kuitenkin selvittää ennen järjestelmän rakentamista.

Aurinkosähköjärjestelmän koko kannattaa suunnitella mahdollisimman kustannustehokkaasti järjestelmän laajennusmahdollisuus huomioiden. Jos invertteri on mitoitettu alkuperäistä aurinkosähköjärjestelmää suuremmaksi, vältetään järjestelmän laajentamisessa ylimääräisiltä kustannuksilta.

Ylijäämäsihköön myyminen verkkoon ei välttämättä ole kannattavaa sillä myynnistä voi koitua välityspalkkioiden lisäksi myös muita palvelumaksuja. Myyntihinta vastaa normaalisti sen hetken spot-hintaa. Yleensä järjestelmä kannattaa mitoittaa siten että se kattaa oman sähkönkulutuksen. Tilannetta tulee tarkastella vertailemalla omaa sähkön hintaa sekä vertailuhetken sähkön myyntihintaa. Kaukolämpökohteissa suurin hyöty saadaan sillä, että tuotettu energia käytetään asuntokohtaisesti. Jos rakennuttajat tekevät laskelmat ja suunnitelmat aurinkosähköjärjestelmälle sekä markkinoivat mahdollisuutta energiayhteisön perustamisesta voi se helpottaa osakkaiden päätöksentekoa perustaa energiayhteisö. Rakennuttajalla on oma roolinsa energiayhteisöjen muodostamisessa. Antamalla tietoa omavaraisesta ja ympäristöystävällisestä toiminnasta ei pelkästään nosteta palvelun tarjoajan näkyvyyttä vaan tuetaan yhteistä tavoitetta hiilineutraalimmasta ja omavaraisemmasta maailmasta.

8 Pohdinta

Uusiutuva energia ja energiayhteisöt kiinteistötasolla ovat vielä tuore asia. Tutkimuksen alussa ei ollut tietoa siitä, mikä on energiayhteisö tai miten niitä perustetaan. Tutkimuksessa todettiin, että ennen valtioneuvoston asetusten muutoksia energiayhteisöjen perustaminen ei ole ollut mahdollista. Nyt uusiutuvan energian käytöstä on tullut houkuttelevaa asunto-osakeyhtiöille erityisesti siksi, ettei yhtiöjärjestykseen tai mittarointiin tarvitse tehdä muutoksia. Kiinteistön sisäinen tai kiinteistörajat ylittävä energiayhteisö on rakennusteknisestä näkökulmasta lähes yhtä helppo perustaa. Kiinteistön rajat ylittäessä haasteita esiintyy, jos yhteisöä perustavilla jäsenillä on kiinteistöissä eri omistajat, tai jos sähkölaki ei salli kaapelin vetoa naapuritontin läpi. Rakennuttaja voi helpottaa päätöksentekoprosessia tarjoamalla tietoa energiayhteisöistä. Toistaiseksi rajoittavana tekijänä on ollut asetuksissa oleva siirtymäaika, jonka takia on jouduttu odottamaan vuoden 2023 alkuun saakka, että energiayhteisöjen perustaminen tulisi mahdolliseksi toteuttaa jokaisen jakeluverkkoyhtiön verkon alueella. On mielenkiintoista nähdä, miten rajoituksen poistuminen näkyy energiayhteisöjen määrässä. Tämä on myös asia, jota kannattaa jatkossa tutkia. Energiayhteisön perustaminen ei pelkästään ole ympäristöystävällinen tai taloudellinen teko se voi myös nostaa taloyhtiön imagoa. Tutkimuksessa opittiin, että energiayhteisöjä voidaan perustaa monen muotoisesti ja voimaloita voidaan rakentaa rakennuslupien puitteissa muuallekin kuin yksittäisten kiinteistöjen katoille. Esimerkiksi kohteissa, joissa usealla yhtiöllä on yksi yhteinen parkkihalli, voidaan hallin seinille tai kattoon asentaa aurinkopaneeleja, joka puolestaan voi nostaa koko kiinteistöryhmän imagoa. Energiayhteisöistä kiinteistötasossa löytyy teoreettisesti hyvin tietoa mutta käytännön kokemuksia tai esimerkkejä energiayhteisöjen perustamisesta rakennuttajan näkökulmasta ei löytynyt. Tässä tutkimuksessa onnistuttiin selvittämään energiayhteisön perustamisen prosessi, muttei pystytty osoittamaan, onko se rakennuttajalle kannattavaa. Tulevaisuuden pohdinnaksi jää lisääntykö asuntomyynti tai nouseeko yrityksen näkyvyys, kun tarjotaan energiayhteisön perustamisen mahdollisuutta osana projektia? Bonava on vastuullinen rakentaja, joka tekee paljon töitä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. On hienoa, että Bonava halusi selvittää energiayhteisön perustamisen prosessin ja pohtia ilmastotyötä myös asumisen aikana. Nähtäväksi jää saammeko muodostettua energiayhteisöjä uusiin tai vanhempiin kohteisiin ja olisivatko osakkaat innostuneita tästä jakamistalouden muodosta?

Lähteet

- Ala-Myllymäki, E. (2016). *Aurinkodemo*. Merinova. https://www.merinova.fi/wp-content/uploads/2016/09/aurinkodemo_loppuraportti.pdf
- Aurinkosahkoakotiin. (n.d.). *Hyvityslaskenta*. <https://aurinkosahkoakotiin.fi/aurinkosahkon-hyvityslaskenta/>
- Aurinkovirta. (2022). *Invertteri* [Taulukko]. <https://aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkovoimala/invertteri/>
- Auvinen, K. & Rummukainen, M. (2020). Aurinkosähköjärjestelmien hinnat laskussa-kannattavuutta arvioiva käyttöajanpuutteissa [kuva]. *Hiilineutraali-Blogi* [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Aurinkosahkojarjestelmien_hinnat_laskuss\(56958\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Aurinkosahkojarjestelmien_hinnat_laskuss(56958))
- Bonava. (n.d.). *Ilmastotyö*. <https://www.bonava.fi/tietoa-meista/kestava-kehitys/ilmastotyö>
- Caruna. (2021). *Verkkopalveluhinnasto 2021*. https://caruna.fi/sites/default/files/docs/verkkopalveluhinnasto_caruna_espoo_oy_1.11.2021.pdf
- Caruna. (n.d.). *Energiayhteisöt* [Kuva]. <https://caruna.fi/tuotteet-ja-palvelut/kotiin-ja-kiinteistoon/sahkontuotanto/energiayhteisot>
- Demokraatti. (2022). *Seitsemäntoistakertaa viivästynyt Olkiluoto 3*. <https://demokraatti.fi/seitsemantoista-kertaa-viivastynyt-olkiluoto-3-on-maailman-kahdeksanneksi-kallein-rakennusprojekti-tayden-tehon-maara-alkaa-lokakuussa>
- Devi. (n.d.). Lattialämmitysjärjestelmät. *Sovellusopas*. https://devi.danfoss.com/media/2580/fi_dev_i_indoors_vgluh117_lores.pdf
- Elenia ja VTT. (2021). *Energiayhteisökäsikirja* [kuva]. <https://www.elenia.fi/files/7de35936c413685a502e8cfe531bdc1e42653201/elenia-energiayhteisokasikirja.pdf>
- Energiamaailma. (2022). *Energiamaailma, Vesivoima*. Haettu 08.09.2022 osoitteesta <https://energiamaailma.fi/energiasta/energiantuotanto/vesivoima/>
- Energiavirasto. (2022, -a). *Aurinkosähkön kapasiteetti kasvoi Suomessa yli 100 megawattia vuonna 2021*. <https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-kapasiteetti-kasvoi-suomessa-yli-100-megawattia-vuonna-2021>

- Energiavirasto. (2022, -b). *Sähkön hintavertailu*. <https://www.sahkonhinta.fi/results>
- Energiavirasto. (n.d.). *Liikenteen-infratuki*. Haettu 01.12.2022 osoitteesta
<https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>
- Enervent. (n.d.). *Mitoitusohjelma Energy optimizer*. <https://www.enervent.fi/optimizer/>
- ESTG. (n.d.). *Amtron Xtra*. <https://www.estg.eu/fi-fi/amtron-xtra-r-3-7-7-4-t2s/>
- Ethermia IC. (n.d.). *Sähköasennusohje*.
<file:///C:/Users/K%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4/Downloads/Intelligent.pdf>
- Euroopan komissio. (2022). *REPowerEU-suunnitelma: kohtuuhintaista, varmaa ja kestävää energiaa Euroopalle*. Haettu 25.10.2022 osoitteesta
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fi
- Eurooppa-neuvosto. (2022). *55-valmiuspaketti: neuvosto sopi tiukemmista tavoitteista uusiutuville energialähteille ja energiatehokkuudelle*.
<https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2022/06/27/fit-for-55-council-agrees-on-higher-targets-for-renewables-and-energy-efficiency/>
- Fingrid. (n.d.). *Olkiluoto 3 kantaverkkoon* [Kuva]. Haettu 12.11.2022 osoitteesta
<https://www.fingrid.fi/kantaverkko/sahkonsiirto/olkiluoto-3-kantaverkkoon/>
- Finnwind Oy. (2022). *FAQ aurinkopaneeli Usein kysyttyä*. <https://finnwind.fi/aurinkopaneeli-usein-kysyttya/>
- Finsolar. (2020, -a). *Aurinkosähkön hyvityslaskentamalli* [Kuva].
<https://finsolar.net/aurinkosahkon-tuotantomallit-taloyhtiassa/hyvityslaskentamalli/>
- Finsolar. (2020, -b). *Aurinkosähkön takamittarointimalli* [Taulukko].
https://finsolar.net/aurinkosahkon-tuotantomallit-taloyhtiassa/aurinkosahkon-takamittarointimalli/#Takamittarointimallin_hyodyt
- Finsolar. (n.d.). *Kannattavuuslaskurit*.
<https://finsolar.net/kannattavuus/kannattavuuslaskurit/>
- Fortum. (2019). *Sähkönkulutus yksiössä, kaksiossa ja omakotitalossa* [Taulukko].
<https://yhdedssa.fortum.fi/sahkonkulutus>
- Fortum. (2022, -a). *Fortum lähisähkön tuntihinta* [Kuva].
<https://web.fortum.fi/spotprice/lahisahko>
- Fortum. (2022, -b). *Mitä pörssisähkö maksaa nyt?* [Kuva]. Haettu 08.11.2022 osoitteesta
<https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/sahkoa-kotiin/sahkosopimukset/tarkka->

porssisahko?utm_term=&utm_campaign=Search+-+Dynamic+-+tCPA+-+05/20&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3752639039&hsa_cam=10116276415&hsa_grp=103164997882&hsa_ad=619446491012

Gustavsson, J. (2017). *Maailman tehokkain aurinkopaneeli*. Tekniikanmaailma.

<https://tekniikanmaailma.fi/maailman-tehokkain-aurinkopaneeli-hyotysuhde-jopa-445-hyodynnamme-mynos-pidempien-aallonpituuksien-energian/>

Halvin Sähkösojimus. (n.d.). *Sähkön hintaennuste*. <https://xn--halvinshksopimus-1nb04a.fi/sahkon-hintaennuste/>

Harsia, P., Hietalahti, L., Kallioharju, K., Kortetmäki, A., Uusitalo, S., Järventausta, P. (2021). *Paikallisen energiayhteisön sähkötekninen toteutus*. Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampereen yliopisto 2021.

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/135145/978-952-03-2154-3.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Kilpailuttajat, V. (2022). *sähköfutuurit 2023-Sähkön hintaennuste*. <https://vertaakilpailuttajat.fi/sahko-futuurit-sahkon-hinta-tulevaisuudessa/>

Kinnunen, J. (n.d.). *Aurinkosähköinvertterin ja aurinkopaneelien valinta*

aurinkosähköjärjestelmään. Lumme-energia. <https://www.lumme-energia.fi/blogi/kuinka-aurinkosahkojarjestelman-invertteri-valitaan#28783615>

Koistinen, N. (2015). *Peda.net, Vesivoima*.

<https://peda.net/p/Mikko%20Nurmi/maantieto/8-luokan-maantieto/kpl-8-luonnonvarat/8c-energianl%C3%A4hteet/ske2/energianl%C3%A4hteet7#toggle>

Koutsu. (n.d.). *Takamittarointi* [Kuva]. <https://koutsu.hsy.fi/courses/auringosta-sahkoataloyhtioon/lessons/aurinkosahkon-hyodyntaminen-taloyhtiossa/topic/takamittarointi/>

Kuula, S. (2022). *Akkuteknologian hyödyntäminen aurinkosähkön pientuotannossa* [Kuva].

[Kandidaatintyö, Oulun yliopisto]. <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfioulu-202206233162>

Liikennefakta. (2022). *Liikennekäytössä olevat henkilöautot käyttövoimittain*.

<https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/liikennekaytossa-olevat-henkiloautot-kayttovoimittain>

Lumme Energia. (2022, -a). *Sähkön hintakatsaus* [Kuva]. Haettu 08.11.2022 osoitteesta

<https://www.lumme-energia.fi/sahkon-hintakatsaus>

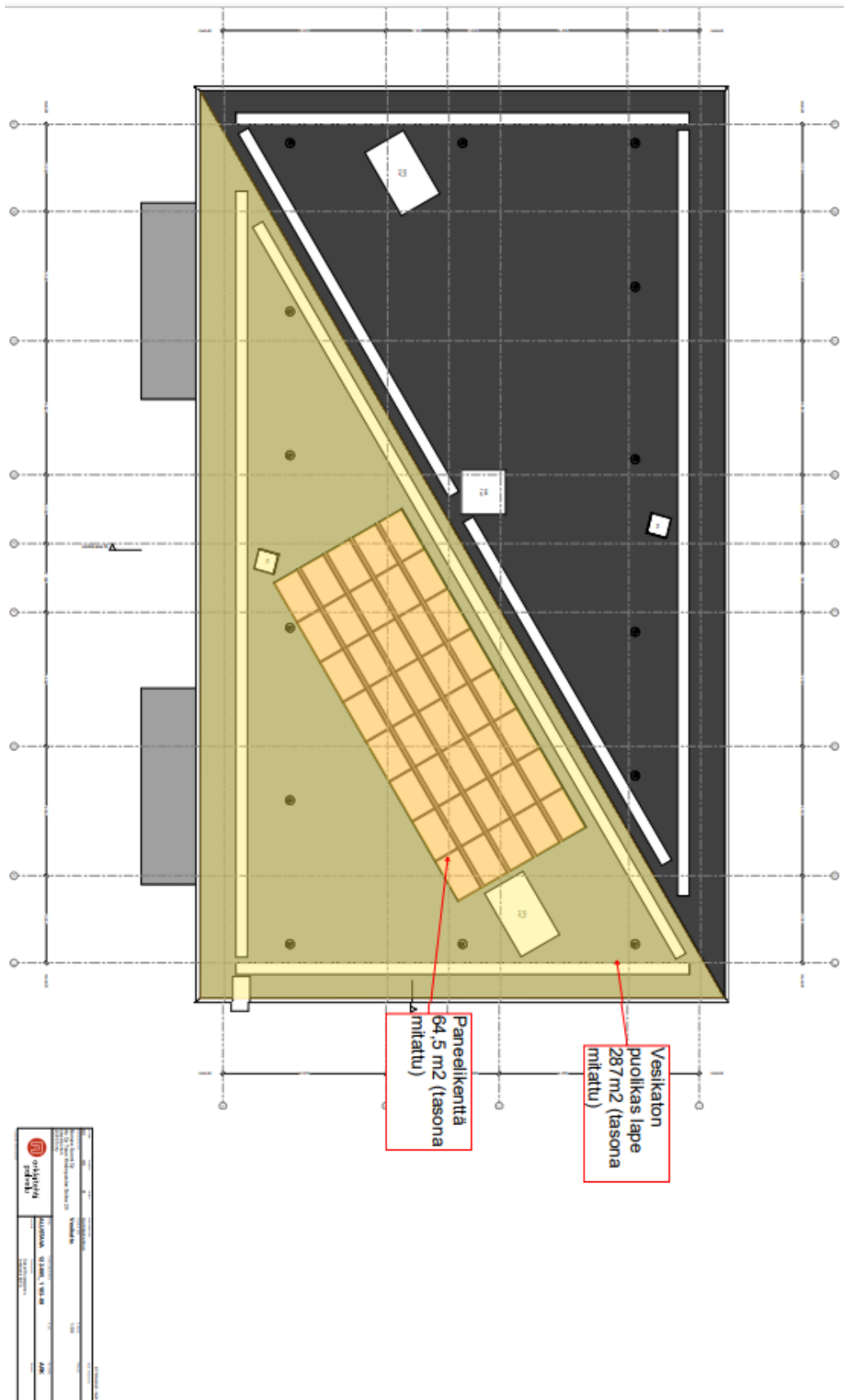
- Lumo Energia. (2022, -b). *Sähkön hinta 2022- mitä kWh maksaa?* Haettu 08.11.2022 osoitteesta <https://www.lumoenergia.fi/artikkelit/sahkon-hinta-mita-kwh-maksaa-ja-mita-silla-saa/>
- Motiva. (2022, -a). *Aurinkosähköjärjestelmien hinta.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta
- Motiva. (2022, -b). *Aurinkosähköjärjestelmän teho.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho
- Motiva. (2022, -c). *Aurinkosähkökennojen toimintaperiaate* [Kuva].
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat
- Motiva. (2022, -d). *Aurinkosähköteknologiat.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat
- Motiva. (2022, -e). *Tuulivoimateknologiat* [Kuva].
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa/tuulivoimateknologia
- Motiva. (2022, -f). *Tuulivoima Suomessa.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa
- Motiva. (2022, -g). *Ylijäämä sähköön myynti.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/ylijaamasahkon_myynti
- Motiva. (2021). *Vesivoima.* https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima
- Motiva. (2020). *Vesivoimateknologia.*
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima/vesivoimateknologia
- Nyman, M. (2019). *Aurinkokennoteknologiat ja niiden kierrätys* [Kandidaatintyö, Oulun yliopisto]. <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201912203374.pdf>
- Omavoima. (n.d.-a). *Pörssisähkön hinta kuukausittain.* Haettu 08.11.2022 osoitteesta <https://omavoima.fi/spot-sahkon-hintahistoria>

- Omavoima. (n.d.-b). *Spot-sähkö kuukausikeskihinnat tammikuu 2018 alkaen* [Taulukko].
Haettu 08.11.2022 osoitteesta <https://omavoima.fi/spot-sahkon-hintahistoria>
- Peda.net. (n.d.). *Aurinkopaneelit*. <https://peda.net/rauma/rauman-lukio/opiskelu/oppiaineet/mafyke/tapiovaara-janne/fysiikan-kurssit/fy7/kurssin-tiedostoja/aurinkopaneeli:file/download/2fa86d8d6f17718bf77d818ed2743e0e839e7389/Aurinkopaneelit.pdf>
- Physicalgeography. (2006). *Earth-Sun Relations and Radiation* [Kuva].
<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/6i.html>
- Pirhonen, H. (30.10.2020). *Sähköautonlataus ja taloyhtiön päätöksenteko*. *Laki Helsinki*.
https://www.lakihelsinki.fi/sahkoauton-lataus-ja-taloyhtion-paatoksenteko/?doing_wp_cron=1672906210.0058639049530029296875
- PVGIS. (2022). *Photovoltaic Geographical information system*. [Taulukko] [Kuva] Haettu 01.09.2022 osoitteesta https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html
- Rauha, M. (2018). *Vesivoimalat tuottavat tärkeää säätösähköä* [Kuva]. Turkuenergia.
<https://www.turkuenergia.fi/valopilku/sahko/vesivoimalat-tuottavat-tarkeaa-saatosahkoa/>
- Sallinen, P. (8.06.2022). *Siirtohinnat kestävät vertailun*. Energiauutiset.
<https://www.energiiauutiset.fi/kategoriat/markkinat/siirtohinnat-kestavat-vertailun.html>
- Seuna, S. (12.05.2022). *Energiakriisi iskee yllättäen, siksi varautuminen kannattaa*.
Energiatehokkuus. <https://neuvoo.fi/opas-energia-omavaraisuus-2022/>
- Smart energy transition. (2018). *Politiikkasuositus: Taloyhtiön asukkaiden aurinkosähkön tuotantoa tulisi edistää lainsäädäntömuutoksella*.
<http://smartenergytransition.fi/fi/taloyhtion-asukkaiden-aurinkosahkon-tuotantoa-tulisi-edistaa-lainsaadantomuutoksella/>
- Solar Factory. (n.d.). *Lataa sähkö- ja hybridiautoasi älykkäästi zappi latausasemalla*.
<https://solarfactory.fi/sahkoauton-latausasemat/>
- Suomen YK-Liitto. (n.d.). *Tavoite 7: Varmistaa edullinen, luotettava, kestävä ja uudenaikainen energia kaikille*. <https://www.ykliitto.fi/edullista-ja-puhdasta-energiaa>
- Tilastokeskus. (2021). *Sähkön ja lämmön tuotanto*.
https://www.stat.fi/til/salatuo/2020/salatuo_2020_2021-11-02_tie_001_fi.html

- Tilastokeskus. (2022). *Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat* [Taulukko].
https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_salatuo/statfin_salatuo_px_t_12b4.px/table/tableViewLayout1/
- Tuloverolaki 1992/1535. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921535>
- Turun kaupunki. (n.d.). *Kirstinpuisto*. <https://www.turku.fi/linnakaupunki/kirstinpuisto>
- Turun rakennusvalvonta. (2022). *Aurinkopaneelit, ilmalämpöpumput sekä tekniset laitteet, ohje luvan hakemiseen*.
https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/tekniset_laitteet_2022_ohjekortti.pdf
- TVO. (n.d.). *OL3*. <https://www.tvoy.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>
- Vaasan sähkö. (n.d.-a). *Miten hinta muodostuu?* [Kuva].
<https://www.vaasansahko.fi/sahkosopimus/sahkon-hinta/>
- Vaasan sähkö. (n.d.-b). *Sähkön hinta- Miksi sähkön hinta vaihtelee ja miten se muodostuu* [Kuva]. Haettu 01.12.2022 osoitteesta
<https://www.vaasansahko.fi/sahkosopimus/sahkon-hinta/>
- Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 66/2009
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090066/>
- Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1133/2020
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201133#Lidm45949345659088>
- Vattenfall. (n.d.-a). *Kodin sähkönkulutus* [Taulukko].
<https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/>
- Vattenfall. (n.d.-b). *Tuulivoima*. https://group.vattenfall.com/fi/mita-teeemme/fossiilivapaa-kehitys/tuulivoima?gclid=EAlaIqobChMIyMPupYrp-QIVjZKyCh2GugtAEAYASAAEglgDvD_BwE
- Vero. (2020). *kotitalouden sähköntuotannon tuloverotus*. <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48484/kotitalouden-s%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon-tuloverotus/>
- Virtane. (n.d.). *Aurinkoyhteisö - palvelu taloyhtiölle*.
<https://www.virtane.fi/aurinkopaneelit/taloyhtio/aurinkoyhteiso/>
- Väre. (2022). *Aurinkopaneelien sijoittaminen ja suuntaus*.
<https://vare.fi/aurinkopaneelit/aurinkopaneelien-sijoittaminen-ja-suuntaus/>

Väre. (n.d.). *Mikä ihmeen Datahub*. <https://vare.fi/datahub/>

Liite 1: Vesikatto



ETHERMA Intelligent Control (IC=Älykäs ohjaus)

3.8 Energian kulutus:

Energian kulutus riippuu eri osatekijöistä.

Tärkeitä osatekijöitä ovat: Yksilölliset mieltymykset (mikä lämpötila tuntuu miellyttävältä), eristys, termostaatin asetukset, huoneen kosteus, erilliset huoneet, paikalliset ilmastoloosuhteet, jne. Valmistajan verkkosivulla, kappaleessa "energia ja kulutus", löytyy lisää yksityiskohtaisia tietoja. Termostaatti rekisteröi energian kulutuksen ja se voidaan helposti lukea näytöltä kohdasta "energian kulutus". Näet energian kulutuksen prosentuaalisena viimeisen 30 ja 365 päivän ajalta.

3.9 Kuinka lasket oman energian kulutuksesi:

30 päivää: 24 tuntia x 30 päivää x koko asennettu teho (kW) x % = energian kulutus

365 päivää: 24 tuntia x 365 päivää x koko asennettu teho x % = energian kulutus

Esimerkki:

Termostaatti antaa kulutukseksi 26% viimeisen 30 päivän ajalta.

Lattiaan asennettu teho on 700 W

24 tuntia x 30 päivää = 720 tuntia.

720 tuntia x 0.7 kW = 504 kWh

26% 504 kWh:sta = 131 kWh.

Lämmitysjärjestelmä on kuluttanut 131 kWh viimeisten 30 päivän aikana.

3.10 Paristovarmennus:

Termostaatissa on paristovarmennus. Kun termostaatin jännite on katkaistu, (esim. verkon jännitekatkos), aika- ja päiväys tiedot ylläpidetään kunnes verkon jännite palaa. Muut asetukset on tallennettu termostaatin muistiin.

3.11 Lattialämmityksen rajoitin:

Joidenkin lattiapinnoitteiden lämpötila on rajoitettava määrättyyn maksimi lämpötilaan (esim. puulattiat). Kun vaihtoehto "Puu" on valittu (alioitusvalikossa), lattian lämpötila ei ylitä 28 C°.

Kun tätä vaihtoehtoa käytetään, lattiatuntoelin on asennettava.

Jos epävarmuustekijöitä esiintyy asian suhteen, varmista kyseisen lattiapinnoitteen toimittajalta, jos maksimilämpötilan rajoitusta tarvitaan.

Liite 3: Yhden asunnon sähkönkulutus Selene 1

<p>Yhden asunnon sähkönkulutus Selene 1: (Kokonaiskulutus/asuntojen määrä)</p> $\frac{117820 \text{ kWh}}{75 \text{ kpl}} = 1570,93 \text{ kWh/Vuosi}$	<p>Yhden asunnon sähkönkulutus Selene 1: (Kokonaiskulutus/asuntojen määrä)</p> $\frac{117820 \text{ kWh}}{75 \text{ kpl}} = 1570,93 \text{ kWh/Vuosi}$
<p>Vuosien 2018–2020 Spot- hinnan keskiarvolla: (asunnon sähkönkulutus * hinta)</p> $1570,93 \text{ kWh} * 0,052 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 81,70 \text{ € /vuosi}$	<p>Futuurihinta 2023 0,32 €/kWh:</p> $1570,93 \text{ kWh} * 0,32 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \approx 502,70 \text{ € /vuosi}$
<p>Lisätään sähkönsiirron energia- ja perussiirtomaksut, perusmaksu 5,90 €/kk (70,80 €/vuosi):</p> $81,70 \text{ €} + (5,90 \text{ €} * 12 \text{ kk}) = 152,50 \text{ €/vuosi}$ <p>Siirtomaksu 2,39 snt/kWh:</p> $1570,93 \text{ kWh/vuosi} * 0,0239 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 37,54 \text{ €/vuosi}$ <p>Kokonaiskustannukset:</p> $152,2 \frac{\text{€}}{\text{vuosi}} + 37,54 \frac{\text{€}}{\text{vuosi}} = 189,74 \text{ €/vuosi}$	<p>Lisätään sähkönsiirron energia- ja perussiirtomaksut, perusmaksu 5,90 €/kk, + korotus 1,08 €/kk (83,76 €/vuosi):</p> $502,70 \text{ €} + (6,98 \text{ €} * 12 \text{ kk}) = 586,46 \text{ €/vuosi}$ <p>Siirtomaksu 2,39 snt/kWh (korotuksesta ei tietoa):</p> $1570,93 \text{ kWh/vuosi} * 0,0239 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 37,54 \text{ €/vuosi}$ <p>Kokonaiskustannukset:</p> $586,46 \frac{\text{€}}{\text{vuosi}} + 37,54 \frac{\text{€}}{\text{vuosi}} = 624 \text{ €/vuosi}$
<p>Poistetaan lattialämmityksen osuus 300 kWh/vuosi:</p> $1570,93 \text{ kWh/vuosi} - 300 \text{ kWh/vuosi} = 1270 \text{ kWh}$	<p>Poistetaan lattialämmityksen osuus 300 kWh/vuosi:</p> $1570,93 \text{ kWh/vuosi} - 300 \text{ kWh/vuosi} = 1270 \text{ kWh}$

<p>kokonaiskulutus vuodessa Vuosien 2018–2020 Spot- hinnan keskiarvolla:</p> $1270 \frac{kWh}{vuosi} * 0,052 \frac{€}{kWh} = 66,04 \text{ €/vuosi}$	<p>kokonaiskulutus vuodessa 2023 f. hinnalla:</p> $1270 \frac{kWh}{vuosi} * 0,32 \frac{€}{kWh} = 406,40 \text{ €/vuosi}$
<p>Lisätään sähkösiirron energia- ja perussiirtomaksut, perusmaksu 5,90 €/kk (70,80 €/vuosi):</p> $66,04 \text{ €/vuosi} + (5,90 \text{ €} * 12 \text{ kk}) = 136,84 \text{ €/vuosi}$ <p>Siirtomaksu 2,39 snt/kWh:</p> $1270 \frac{kWh}{vuosi} * 0,0239 \frac{€}{kWh} = 30,35 \text{ €/vuosi}$ <p>Kokonaiskustannukset:</p> $136,84 \frac{€}{vuosi} + 30,35 \frac{€}{vuosi} = 167,19 \text{ €/vuosi}$	<p>Lisätään sähkösiirron energia- ja perussiirtomaksut, perusmaksu 5,90 €/kk, + korotus 1,08 €/kk (83,76 €/vuosi):</p> $406,40 \text{ €/vuosi} + (6,98 \text{ €} * 12 \text{ kk}) = 490,16 \text{ €/vuosi}$ <p>Siirtomaksu 2,39 snt/kWh:</p> $1270 \frac{kWh}{vuosi} * 0,0239 \frac{€}{kWh} = 30,35 \text{ €/vuosi}$ <p>Kokonaiskustannukset:</p> $490,16 \frac{€}{vuosi} + 30,35 \frac{€}{vuosi} = 520,51 \text{ €/vuosi}$
<p>Säästöä vuodessa (kun 300 kWh tuotetaan aurinkoenergialla)</p> $189,74 \frac{€}{vuosi} - 167,19 \frac{€}{vuosi} = 22,55 \text{ €/vuosi}$	<p>Säästöä vuodessa (kun 300 kWh tuotetaan aurinkoenergialla)</p> $624 \frac{€}{vuosi} - 520,51 \frac{€}{vuosi} = 103,49 \text{ €/vuosi}$

Liite 4: Tiedot kiinteistön ostosähkön kustannuksista

Tiedot kiinteistön ostosähkön kustannuksista (aurinkosähköjärjestelmän vertailukustannukset)

Sähköenergian ostohinta	5,0	snt/kWh
Energiaperusteinen sähkön siirtohint	2,4	snt/kWh
Sähkövero ja huoltovarmuusmaksu	2,253	snt/kWh
Ostosähkön arvonlisävero	0 %	
<i>Välitulos: aurinkosähkön vertailuhinta eli aurinkosähkön vaihtoehtoiskustannus</i>	9,6	snt/kWh
Arvio ostosähkön hinnan noususta %/v	2,0%	/vuosi

Tiedot hankittavasta aurinkosähköjärjestelmästä:

Aurinkosähköjärjestelmän koko tehona kWp	14,0	kWp
<i>Välitulos: järjestelmän koko paneelien pinta-ala noin m²</i>	64,5	neliometriä
Aurinkosähkön vuosituotto järjestelmän sijainnin mukaan	880	kWh/kWp
<i>Välitulos: aurinkosähköjärjestelmän vuosituotto alussa</i>	12320	kWh
Aurinkovoimalan vuosittainen sähköntuotannon vähenemä %/v	-0,5%	%
Aurinkosähkön ylijäämän osuus % vuosituotannosta	10 %	
Aurinkosähkön ylijäämän myyntihinta verkkoon snt/kWh	5,0	snt/kWh

Tiedot aurinkosähköjärjestelmän hankinta-, ylläpito- sekä rahoituskustannuksista:

Aurinkosähköjärjestelmän avaimet käteen -investointikustannus € (laitteet ja asennus)	€19 000	euroa
<i>Välitulos: Järjestelmän vertailuhinta ilman tukia</i>	1 357 €	euroa/kWp
Mahdollinen investointituki, kotitalousvähennys tms. alkuiinvestoinnista, %	0 %	
Oma mainos-, brändi- tai ympäristötuki investoinnille €	€0	euroa
<i>Välitulos: Järjestelmän investointikustannus sisältäen mahdolliset tuet €</i>	19 000 €	euroa
Lainan tai ulkopuolisen rahoituksen määrä	€19 000	
Laina-aika tai rahoitussopimuksen pituus	15	vuotta
Lainan tai rahoituksen korko	1,5%	
<i>Välitulos: Lainan tai ulkopuolisen rahoituksen maksuerät/vuosi</i>	€1 300,0	euroa/vuotta
Investoinnin tuottovaatimus	0,0%	
Invertterin vaihdon kustannus, osuus alkuiinvestoinnista. Oletettu tapahtuvan kerran aurinkosähköjärjestelmän elinaikana 15. vuotena.	8 %	
Vuotuiset ylläpitokulut (vakuutukset, huolto tms. kulut)	€100	euroa

Yhteenveto: investoinnin tuotto- ja kannattavuuslaskelmat

Investoinnin nettonykyarvo 30 vuoden käyttöiällä	1 546 €	euroa
Takaisinmaksuaika laskentakorolla	11	vuotta

Vertaa:

Aurinkosähkön omakustannushinta 30 vuoden pitoajalla	6,1	snt/kWh
Arvioitu ostosähkön keskimääräinen hinta 30 vuoden aikana	13,0	snt/kWh

Aurinkosähköjärjestelmän koko tehona Wp	13000	Wp
Aurinkosähköjärjestelmän hyötysuhde % (suhde, jolla säteily määrä saadaan talteen)	13 %	%
Kiinteistön vuorokausikohtaisesta sähkönkulutuksesta maksimiosuus, jonka voi tuottaa omalla aurinkosähköllä %	40 %	%
Järjestelmän koko paneelien pinta-ala m ²	88,4	neliometriä

Aurinkosähköjärjestelmän vuosituotto	11563	kWh/v
Aurinkosähkön myynnin tai ylijäämän osuus % vuodessa	0 %	