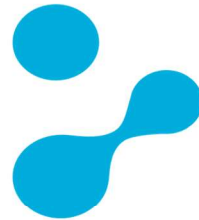




samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TONY VIITANIEMI

Aurinkoenergiajärjestelmän toteutus ja kehitysprojekti

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2021

Tekijä(t) Viitaniemi Tony	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 05 2021
	Sivumäärä 35	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Aurinkoenergiajärjestelmän toteutus ja kehitysprojekti		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
Tiivistelmä <p>Uusitut energialähteet ovat osa tulevaisuutta ja aurinkopaneelien rooli sähköntuotannossa on kasvussa. Viimevuosina aurinkopaneelit ovat kehittyneet ja niiden hyötysuhteet ovat parantuneet. Tämä on herättänyt mielenkiintoa kotitalouksissa. Moni kokee myös haluavansa pienentää omaa hiilijalanjälkeänsä ja näin ollen aurinkopaneelit ovat oiva ratkaisu oman sähköntuottamiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli aurinkoenergiajärjestelmän toteutus ja erillinen kehitysprojekti. Opinnäytetyössä suunniteltiin ja mitoitettiin aurinkosähköjärjestelmä vapaa-ajan kiinteistöön, sekä tuotiin aurinkoenergiaa ja siihen kuuluvia komponentteja tutuksi lukijalle. Työssä tutustuttiin aurinkoenergiajärjestelmän teoriaan ja Suomen auringonsäteilymääriin sekä perehdyttiin aurinkosähköjärjestelmän toimintamalliin sähköverkkoon liitettyssä järjestelmässä.</p> <p>Kehitysprojektin ideana oli optimoida aurinkoenergian hyödyntäminen katolle asennettavissa aurinkoenergiajärjestelmässä eri vuorokauden aikoina niin, että paneeleita käännetään parhaiden olosuhteiden aikaan saamiseksi. Projektin tavoitteena oli kehittää kääntölaitteistoa aurinkoenergiatuotannon tehostamiseksi ja lisätä aurinkoenergiajärjestelmien käyttöä ja kannattavuutta erityisesti yksityisasiakkailla.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi ELBROS Oy. Kehitysprojektia ei ollut tämän työn puitteissa tarkoitus saattaa valmiiksi ja sen vuoksi tässä työssä on esitetty vain projektin jatkosuunnitelmat.</p>		
<u>Asiasanat</u> Aurinkoenergia, kehittäminen, suunnittelu, uusiutuva energia		

Author(s) Viitaniemi, Tony	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 05 2021
	Number of pages 35	Language of publication: Finnish
Title of publication Implementation of solar energy system and innovation project		
Degree program Electrical and automation engineering		
Abstract <p>Renewable energy sources are a part of the future and solar panel systems are an upcoming way to produce electricity. Solar panels have developed lately and have become more efficiency. This has aroused the interest of households. Many want to decrease their carbon footprint and solar panels are solution to increase the production of own electricity.</p> <p>The subject of this thesis were implementation of solar energy system and innovation project. This thesis includes a design and dimension of a solar energy system to a secondary residence and introduced solar energy and its components. The theory of the solar energy systems and amounts of solar radiation in Finland were introduced. Operating model of an ON-grid solar panel system was explained.</p> <p>The idea of the innovation project was to optimize the efficiency of solar energy on a roof installed solar energy system. This could be possible if we could turn the solar panels on the roof and follow the sun whole day. The goal on the project was to develop a turning equipment to increase the efficiency of solar energy production especially for private customers.</p> <p>The thesis was commissioned by ELBROS Oy. The innovation project was not intended to be finished withing the framework of this thesis. For that reason, only the prototype and the future plan have been presented in this work.</p>		
<u>Key words</u> Solar energy, development, planning. renewable energy		

ALKUSANAT

Opinnäytetyötä tehdessäni syvennyin erityisesti aurinkoenergiaan, sen sovelluksiin ja aurinkosähköjärjestelmien suunnitteluun. Tämän työn tekeminen on suuresti lisännyt alan osaamistani ja tukee työskentelyäni aurinkoenergian parissa. Aurinkoenergian hyötykäyttö on yleistynyt viime vuosina runsaasti ja sen vuoksi on hyvä jatkuvasti kehittää omaa osaamistaan ja pysyä aallon harjalla uusimmissa innovaatioissa.

Haluan kiittää esimiestäni, ELBROS Oy:n toimitusjohtaja Matias Ainasojaa, joka on mahdollistanut työskentelyni opintojeni ohella. Hän on tukenut, joutanut ja auttanut minua opinnoissani sekä toimi lisäksi tämän työn ohjaajana. Matias on antanut minulle mahdollisuuden tutustua insinööriyöhön jo ennen valmistumistani, sillä olen toiminut työnjohtajana ELBROS Oy:ssä.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 ELBROS OY.....	8
3 AURINKOENERGIA.....	9
3.1 Aurinkoenergiapaneelit.....	9
3.2 Auringon säteily Suomessa	10
3.3 Aurinkoenergiesovellukset ja ympäristönäkökohdat	13
4 AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄ.....	13
4.1 Aurinkoenergiajärjestelmän toimintaperiaate	13
4.2 Suunnitelma ja järjestelmän mitoittaminen.....	14
4.2.1 Komponenttien valinta.....	17
4.3 Toteutus.....	19
4.4 Käyttöönotto.....	23
5 KEHITYSPROJEKTI	24
5.1 Kehitysvaihe.....	25
5.2 Laitteiston prototyyppi	25
5.3 Jatkosuunnitelmat.....	27
6 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	
LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Watti (W)	SI-järjestelmän tehon ja säteilyvirran yksikkö
Kilowatti (kW)	Tuhat Wattia
Wp	Piikkiwatti, tarkoittaa suurinta tehoa standardiolosuhteessa
AC	Vaihtovirta
DC	Tasavirta
Invertteri	Vaihtosuuntaaja, joka muuntaa tasavirran vaihtovirraksi
PV	Photovoltaic eli valosähköinen ilmiö
DIY	Tee se itse (Do it yourself)

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda aurinkoenergia ja eräs sen sovellus tuuksi lukijalle, tutustua erilaisiin järjestelmään kuuluviin komponentteihin ja kertoa aurinkoenergiajärjestelmän suunnittelusta ja toteutuksesta. Lisäksi työssä on käsitelty yrityksessä käynnissä olevaa kehitysprojektia, jonka avulla saataisiin tehostettua aurinkopaneelikentän tuottoa.

Kiinnostuin tästä aiheesta, koska työskentelen aurinkoenergiasovellusten parissa ja uusiutuvassa energiassa on tulevaisuutta. Opinnäytetyössä tarkastelemaan loma-asuntoon on harkittu investoitavaksi aurinkopaneeleita jo entuudestaan. Yrityksemme pystyy toteuttamaan tämän hankkeen, joten näin tässä oivan tilaisuuden vahvistaa omaa osaamistani aurinkoenergian parissa ja saada samalla lisää suunnitteluosaamista. Kehitysprojekti on osa yrityksen laajentumisstrategiaa ja olen saanut olla mukana alusta alkaen ideoimassa tulevaisuuden ratkaisuja liittyen aurinkosähköön.

Aurinkoenergia on uusiutuva energialähde ja sen hyötykäyttöön liittyvät sovellukset ovat viime vuosina kehittyneet jo varsin energiatehokkaiksi ratkaisuiksi erityisesti kotitalouksien energiantuotannossa. Aurinkoenergiaa lienee nykykäsityksen mukaan saatavilla rajattomasti, mutta aurinkoenergian hyötykäyttöä voi joissain tapauksissa alkaa rajoittaa sovelluksissa käytettävien metallien rajallinen saatavuus.

2 ELBROS OY

ELBROS Oy on vuonna 2014 perustettu yritys, jonka kotipaikkakunta on Pori. Toimipaikka sijaitsee Porin Sampolassa, josta löytyy yrityksen hallirakennus sekä toimistotilat. ELBROS Oy on osakeyhtiö ja toimitusjohtajana toimii Matias Ainasoja.

Yritys on jäsenenä Tilaajavastuu.fi –palvelussa ja yrityksellä on korkein AAA-luotto-luokitus ja se on TUKES:in rekisteröimä sähköurakoitsija.

Yritys toimii pääasiassa Länsi-Suomen alueella ja tekee monipuolista teollisuuden sähkö- ja instrumentointialiuurakointia sekä tuottaa kotitalouksien energiaratkaisuja. Yrityksen päätoimialana ovat sähkötyöt, jotka koostuvat pääosin teollisuuden monipuolisista sähköasennuksista sekä aurinkosähköjärjestelmien asennuksesta ja huolloista.

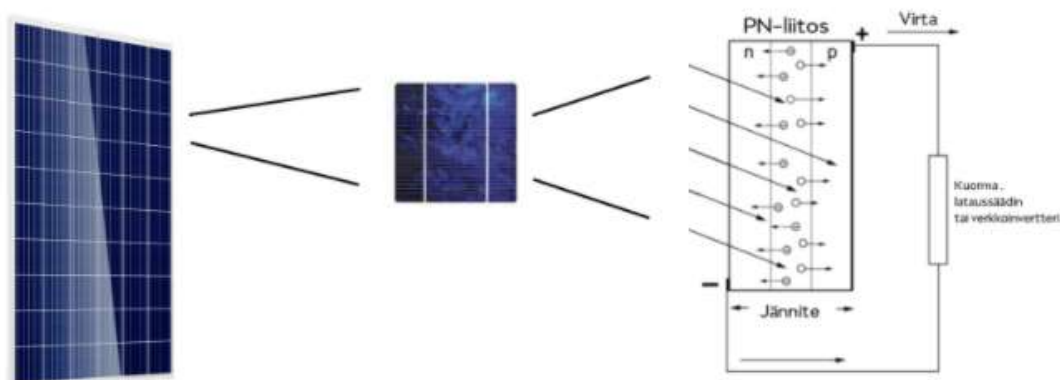
Tällä hetkellä yrityksessä työskentelee yhdeksän henkilöä. Vuonna 2019 yhtiön liikevaihto oli 484 tuhatta euroa ja tilikauden tulos 39 tuhatta euroa. (ELBROS Oy:n www-sivut, 2021)

3 AURINKOENERGIA

3.1 Aurinkoenergiapaneelit

Aurinkoenergia on auringon säteilystä talteen kerättyä energiaa ja tämä tapahtuu useimmiten aurinkokennojen tai -keräimien avulla. Niiden avulla tuotetaan sähköä tai lämpöenergiaa. Aurinkokeräimien avulla lämmitetään yleensä vain käyttövettä.

Aurinkosähköä tuotetaan muuttamalla auringon säteilyenergia sähkövirraksi. Aurin-
gonsäteily koostuu fotoneista eli pienistä hiukkasista, jotka kuljettavat auringon sätei-
lyenergiaa. Kun fotonit osuvat aurinkokennoihin, ne luovuttavat energiansa kennojen
puolijohdemateriaalin elektroneille. Elektronit pääsevät virtaamaan vapaasti puolijoh-
demateriaalissa ja muodostavat sähkövirtaa aurinkokennojen virtajohtimiin (kuva 1.).
(Motiva Oy:n www-sivut, 2021 ja Vattenfall Oy:n www-sivut, 2021)



Kuva 1. Aurinkopaneelin toimintaperiaate (Solarvoiman www-sivut, 2021)

Säteilyn intensiteetin kasvaessa elektroneja irtoaa enemmän, jolloin aurinkopaneeli tuottaa kesällä paremmin kuin talvella, koska valoa on enemmän (Vattenfall Oy:n www-sivut, 2021).

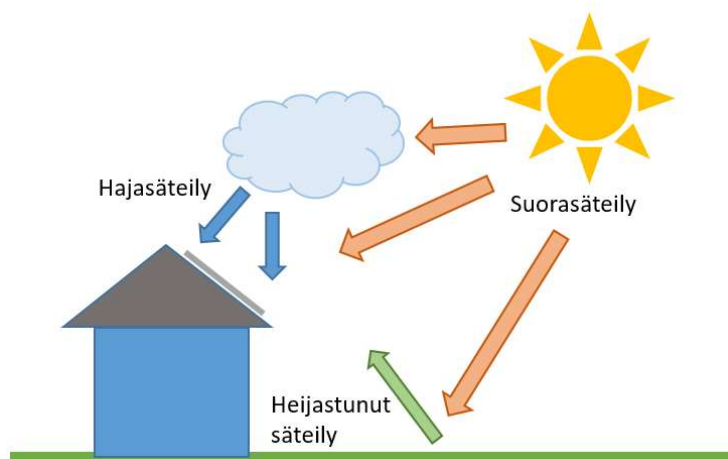
Aurinkopaneeleita on sekä yksi- että monikidemalleja. Yleisesti paneelit ovat kooltaan suunnilleen 1,60 m x 1 m ja nimellisteholtaan noin 260 ja 380 watin (W) väliltä. Yksikidepaneelit ovat yleensä tehokkaampia kuin monikidepaneelit. Yksikidepaneelien tehot ovat tyypillisesti 330-380 W ja monikidepaneelit 260-280 W. Monikidepaneelit

ovat väriltään sinisiä ja yksikidepaneelit taas mustia. Isoin ero on paneelien valmistuksessa, joista monikidepaneeli tuotetaan perinteisemmällä tyylillä. Monikidepaneelit valmistetaan sulattamalla ensin piikide, johon valetaan kennot jälkeensä. Kennoja on tyypillisesti 60 kappaletta/ paneeli. Yksikidepaneeleissa taas leikataan kasvatetusta piikideharkosta ohuita levyjä, jotka muotoillaan neliöiksi kennomuotoon.

Monikidepaneelit eivät ole niin herkkiä varjostuksille, mutta niissä sähköteho jää hieman pienemmäksi kuin yksikidepaneeleissa. Yksikidepaneelit taas kestävät paremmin lämpöä. Kuumana kesäpäivänä yksikidepaneeli voi siten tuottaa huomattavasti paremmin sähköä, koska lämpöhäviöitä ei synny niin paljoa. Monikidepaneeli on myös hieman halvempi tuottaa kuin yksikidepaneeli. Jos katolla on paljon asennuspinta-alaa, monikidepaneeli on usein kustannustehokkaampi tapa päästä haluamaansa nimellistehoon järjestelmässä. Molemmat ovat kuitenkin hyviä vaihtoehtoja ja näiden käyttöiät ovat tyypillisesti yli 25 vuotta. Paneelien tuotto heikentyy vuosien varrella, mutta paneeleille annetaan tyypillisesti 20 vuoden takuuajaksi. Takuuajan puitteissa tuotto on vielä 80 % alkuperäisestä nimellistehosta. (Motiva Oy:n www-sivut 2021)

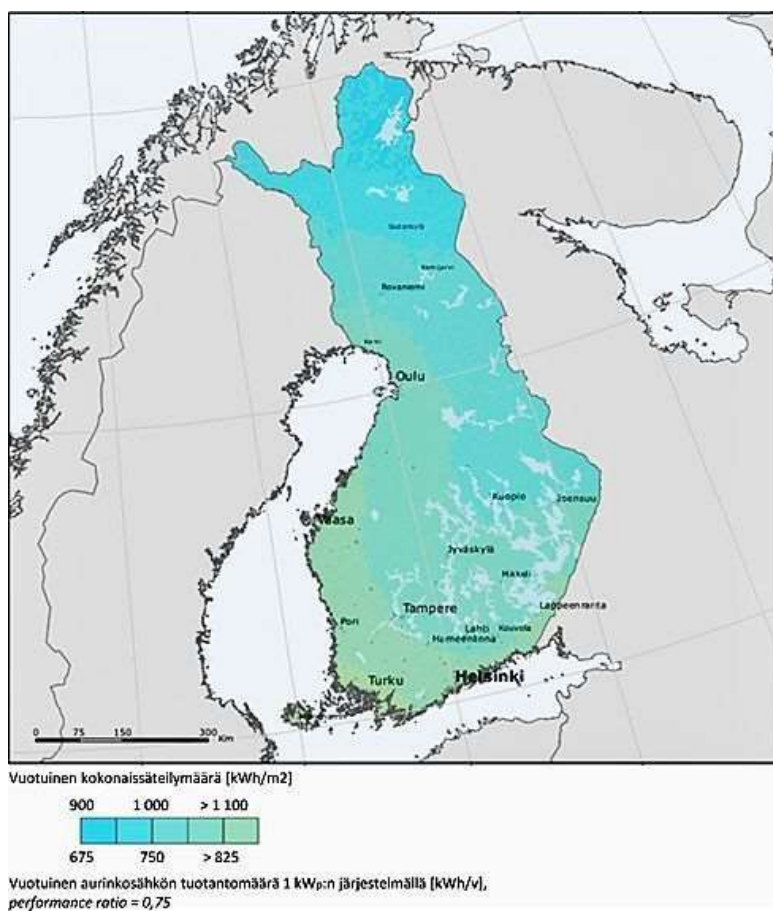
3.2 Auringon säteily Suomessa

Auringon säteilyllä tarkoitetaan yleensä suoraan maahan suuntautuvaa säteilyä ja hajasäteilyllä ilmakehästä, pilvistä sekä maasta heijastuvaa säteilyä (kuva 2). Aurinkopaneelien tuotto ei ole riippuvainen säteilylajista ja hajasäteilyllä onkin Suomessa suuri merkitys. Sillä myös pelkkä hajasäteily riittää energian tuottamiseksi aurinkopaneelilla.

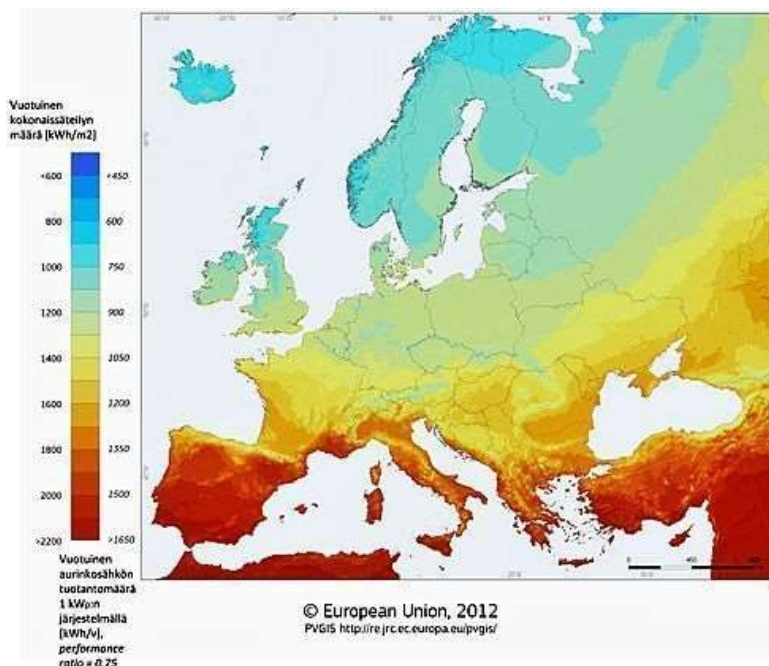


Kuva 2. Havainnekuva suora-, haja- ja heijastuneesta säteilystä.

Kokonaissäteily tarkoittaa suorasäteilyn ja hajasäteilyn summaa. Keskimääräinen kokonaissäteily määräitetään etelään päin 45 asteen kulmassa suunnatulta tasopin-
nalta. Täysin pilvettömältä taivaalta tulevaa suoraa auringonsäteilyä ei Suomessa kovin paljoa ole, mutta aurinkopaneelien sijoittelulla ja kaltevuuksilla voidaan vaikuttaa kokonaissäteilyn määrään. Liian kuuma ilmakaan ei ole täysin optimaalinen aurinkopaneelille. Etelä-Suomessa on lähes samat vuotuiset kokonaissäteilymäärät kuin Pohjois-Euroopassa. Kuvassa 3 on vuotuinen kokonaissäteilymäärä esitetty 1kWp:n järjestelmän avulla Suomessa ja kuvassa 4 Euroopassa.

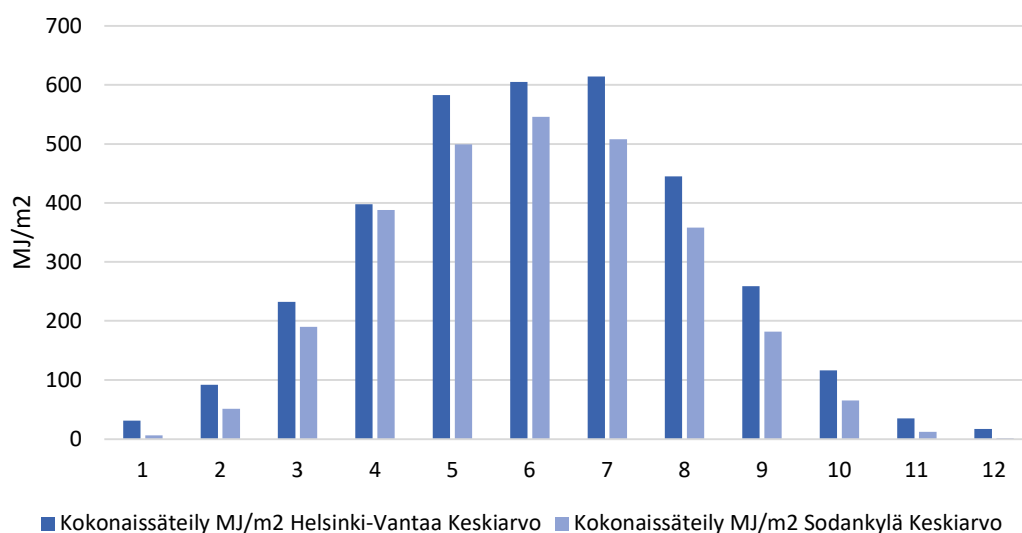


Kuva 3. Vuotuinen aurinkosähkön tuotantomäärä 1kWp:n järjestelmällä Suomessa. (Motiva www-sivut 2021.)



Kuva 4. Vuotuinen aurinkosähkön tuotantomäärä 1kWp:n järjestelmällä Euroopassa. (Motiva www-sivut 2021)

Auringonsäteilytehoon vaikuttaa maantieteellinen sijainti, vuodenaika ja vuorokaudenaika sekä sääolot. Kuvassa 5. on esitetty kuukausittaiset kokonaissäteilymäärät mitattuna Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja Sodankylässä Lapin Ilmatieteen tutkimuslaitoksella. Mittaustuloksia on kerätty useamman vuoden aikana.



Kuva 5. Kuukausittaiset kokonaissäteilymäärät mitattuna Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja Sodankylässä (Ilmatieteen laitoksen raportteja 2021)

3.3 Aurinkoenergiesovellukset ja ympäristönäkökohdat

Aurinkoenergia on uusiutuva energiamuoto. Varsinainen auringonsäteilyenergia on täysin saasteetonta energiaa.

Sen sijaan tämänkin energiamuodon hyötykäyttö vaatii rajallisten luonnonvarojen käyttöä, kuten erilaiset aurinkopaneeleissa käytettävät metallit, esimerkkinä hopea, alumiini ja telluuri. Tulevaisuudessa näiden metallien saatavuus voi alkaa rajoittaa aurinkopaneelien valmistusta.

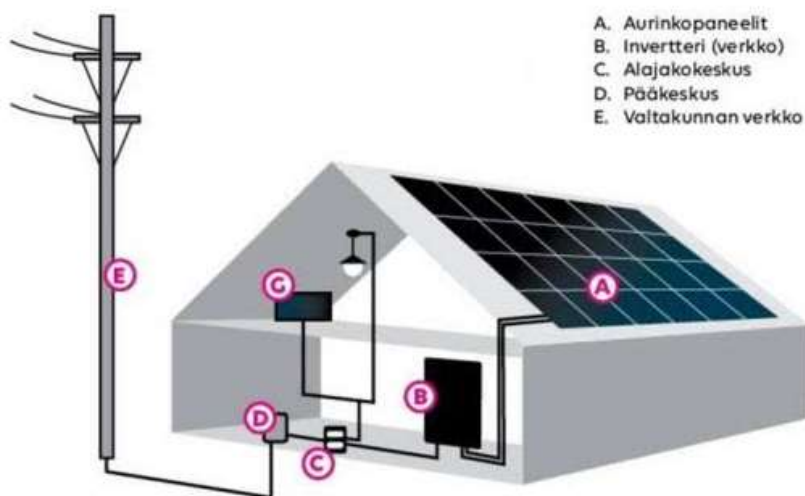
Varsinaisesti aurinkoenergian hyödyntäminen ei lisää maapallon hiilidioksidipäästöjä, mutta aurinkopaneelien valmistusprosessi ja erilaiset tarveaineiden ja valmiiden paneelien kuljetukset aiheuttavat päästöjä. Myös käytöstä poistettujen paneelimateriaalien kierrätysjärjestelmä vaatii tehostamista. (Finsolar www-sivut 2021)

4 AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄ

4.1 Aurinkoenergiajärjestelmän toimintaperiaate

Aurinkoenergiajärjestelmän toimintaperiaate pientaloon on esitetty kuvassa 6. Paneelille tuleva auringonsäteily on tasasähköä (DC), joka muutetaan invertterin avulla yleiseen vaihtovirtajärjestelmään (230 VAC) sopivaksi sähköenergiaksi. Jos kiinteistö ei kuluta kaikkea auringosta tulevaa tuottoa, siirtyy se automaattisesti yleiseen sähköverkkoon.

- A. Aurinkopaneeli muuttaa auringonsäteen tasavirraksi.
- B. Invertteri muuttaa tasavirran vaihtovirraksi.
- C. Invertteri kytketään alajakokeskukseen tai pääkeskukseen, josta sähköä voidaan käyttää kodin sähkölaitteissa.
- D. Pääkeskuksen etäluettava kaksisuuntainen sähkömittari laskee paljonko sähköä kulkee talouteen ja takaisin sähköverkkoon.
- E. Jos aurinkosähköä jää yli, ylimääräinen sähkö siirtyy automaattisesti sähköverkkoon.



Kuva 6. Aurinkopaneelijärjestelmän toimintaperiaate (ELBROS Oy:n Koulutusmateriaali)

4.2 Suunnitelma ja järjestelmän mitoittaminen

Tarkoitus oli suunnitella ja myöhemmin toteuttaa lähinnä vapaa-ajankäytössä olevan kohteen aurinkopaneelijärjestelmä (kuva 7.). Kiinteistö sijaitsee Satakunnassa Siikais-ten kunnassa.

Päärakennuksen katon lape, johon paneelit on tarkoitus asentaa osoittaa ilmansuunnal-lisesti kaakon ja etelän rajamaille. Katon lape on kaltevuudeltaan noin 30 astetta. Tämä on lähes optimitilanne aurinkosähköjärjestelmälle. Alueella on hieman puita varjosta-massa, mutta niitä voidaan tarvittaessa harventaa.

Aurinkopaneelikenttä, joka muodostuu useammasta aurinkopaneelistä, on mahdollista rakentaa joko yhdellä keskitetyllä invertterillä tai käyttämällä paneelikohtaisia mikroinverttereitä. Käytettäessä keskitettyä invertteriä, sarjaan kytketyn järjestelmän tehontuotto pienenee, jos järjestelmän joku paneeli joutuu varjoon. Mikroinverttereiden avulla voidaan säätää järjestelmää niin, että pienet varjostumat eivät heikennä tehontuottoa.



Kuva 7. Kiinteistö, johon paneelit asennetaan (Tony Viitaniemi, 2021)

Kohteessa on sähkölämmitys, mutta energiankulutusta tuetaan myös ilmalämpöpumpulla sekä varaavalla tulisijalla. Sähköä kuluttaa mökissä lämmityksen lisäksi astianpesukone, mikroaaltouuni, jääkaappi, pakastin, pyykinpesukone, ulkoporeallas ja muut kodin pienlaitteet. Taulukossa 1 on esitetty kohteen karkea vuorokausittainen energiankulutus.

Taulukko 1. Kohteen karkea energiankulutus.

Laite		Kulutus kWh/vrk
Sähkölämmitys	Lattialämmitys	13,4
Veden lämmitys	Lämminvesivaraaja	4,3
Jääkaappi	Energialuokka E	0,5
Pakastin	Energialuokka F	0,6
Astianpesukone	Käyttökerta 1/pv	0,8
Ulkoporeallas	Lämmitys ja pumput	3
Muu elektroniikka	Sis. valaistus	4,8
Yhteensä		27,4

Kiinteistön kokonaisenergiankulutus on noin 10 000 kWh/ v. ja aurinkosähkön oma-tuotannon avulla on tarkoitus kattaa energiankulutuksesta noin 30 %.

Järjestelmän mitoituksessa käytettiin apuna Lumoenergian mitoitustyökalua (www.lumoenergia.fi). Laskelman perusteella päädyttiin 3,3 kW -järjestelmään, jolloin järjestelmän tuotolla päästään lähelle päivän energiakulutusta. Lisäksi järjestelmään tulee 6 kW invertteri mahdollista paneelienten laajennusta varten. Tällä määrällä on tarkoitus kattaa mahdollisimman paljon omaa kulutusta ja välttää turhaa ylijäämäsähkön myyntiä. Mitä enemmän sähköä jää taloon, sen paremmaksi hyötysuhde kasvaa.

Kyseessä on 3-vaiheinen kiinteistö, joten sähkö liikkuu käytännössä kolmea vaihetta pitkin. Näin ollen myös eri vaiheilla voi olla kulutusta eri määrä. Invertteri jakaa sähkötuotannon kaikille kolmelle vaiheelle tasan. Tästä voi syntyä tilanne, jossa kahdessa vaiheessa kulutus jää täysin omaan kiinteistöön, mutta yksi vaihe päästää ylijäämäsähköä verkkoon, kun omaa kulutusta ei sillä hetkellä ole tarpeeksi.

Ylijäämäsähkön hinta määräytyy yleensä Suomessa tunneittain muuttuvasta pörssisähkön spot-hinnasta. Tämän vuoksi on mahdollista, että järjestelmän takaisinmaksuaika pitenee, kun kaikkea sähköä ei saada hyödynnettyä kiinteistön kulutuksessa. Jotkut

jakeluverkkoyhtiöt ovat alkaneet rakentaa hyvityslaskentamallia, jonka avulla vaiheiden netotus tehtäisiin niin, että aurinkosähkön tuottajat pääsisivät hyödyntämään suuremman osan tuotostaan täysin omaan kiinteistöön (www.helen.fi).

4.2.1 Komponenttien valinta

Aurinkosähköjärjestelmä koostuu aurinkopaneeleista, kiskoista, kannakkeista, vaihtosuuntaajasta, sulakkeista ja turvakytkimestä. Markkinat on kuumat ja valmistajia löytyy melko runsaasti.

Tähän esimerkkikohteeseen valitaan yleisesti tunnettuja komponenttien valmistajia. Aurinkopaneeleiksi valitaan Euroopassa valmistettuja, pitkälle suunniteltuja ja kehitettyjä, kustannustehokkaita SoliTek -merkkisiä aurinkopaneeleita pitkällä takuulla. Paneelien tuottotakuu on vielä 25 vuoden jälkeenkin 80 %.

Paneelit ovat teholtaan 330 W ja väriltään mustia yksikidepaneeleita, 35 mm alumiinikehyksellä. Paneelit koostuvat kuudestakymmenestä kennosta ja niiden IP-luokitus on IP67 eli ne ovat täysin pölytiivisiä ja tehty kestämään jopa lyhytaikaista upotusta veteen korkeintaan 1 metrin syvyyteen. Taulukkoon 2 on koottu valitun paneelin (SoliTek Standard M.60-B-330) spesifikaatio.

Taulukko 2. SoliTek Standard M.60-B-330 paneelin parametrit. (SoliTek Oy:n [www-sivut](http://www.solittek.fi) 2021)

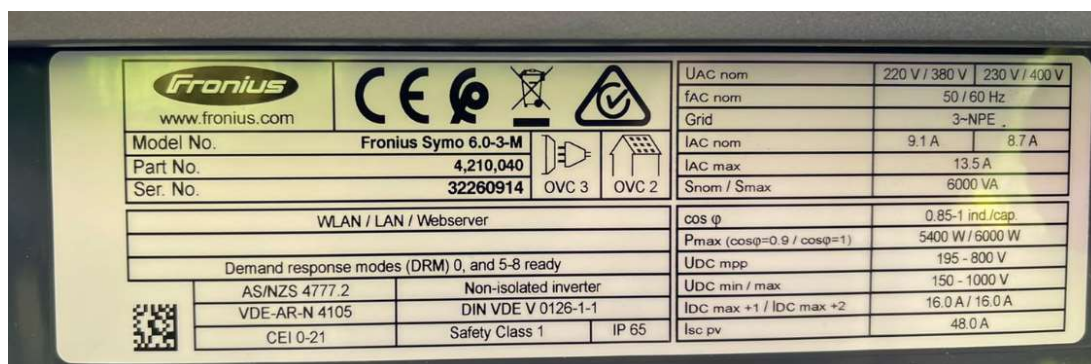
Maximum system voltage		DC 1000 V	
Operating temperature		-40°C / +85°C	
Electrical parameters			
Parameter		Unit	Value
Maximum power	P _{max}	W	330
Maximum power point voltage	V _{mpp}	V	33,43
Maximum power current	I _{mpp}	A	9,88
Open circuit voltage	V _{oc}	V	41,58
Short circuit current	I _{sc}	A	10,08
Efficiency	η	%	19,72

Järjestelmän asennuksessa tarvittavat muut komponentit on listattu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Muut järjestelmän komponentit. (Onninen ja SLO www-sivut 2021)

Komponentti	Valmistaja	Tuote
Invertteri	Fronius	Symo 6.0-3-M
Kannakkeet, kiskot ja kiinnikkeet, liitospalat	ORIMA Oy	Easy Rail-tuotteet
Kaapelit	Top Cable	HF H1Z2Z2-K 1x4 mm ² 1 kV MU
Kaapelin liittimet	Weidmuller	MC-4 liitin
Johdonsuojakatkaisimet	Hager	MCN116E 16A
Turvakytkin	Katko	KUM316U

Invertteri eli vaihtosuuntaaja muuttaa aurinkopaneeleista kerätyn tasasähkön (DC) vaihtosähköksi (AC). Froniuksen valmistama 3-vaiheinen ON-grid invertteri on IP-luokituksestaan 65, joten sen voi asentaa niin sisä- ja ulkotiloihin (kuva 8.). Ominaisuuksiin kuuluu esimerkiksi WLAN sekä kaksi erillistä MPP Trackeria. Langattoman nettiyhteyden ansiosta, mobiililaitteeseen ladattavan sovelluksen avulla voidaan seurata järjestelmän tuottoa. Froniuksen invertterit on valittu usein maailman parhaimmiksi inverttereiksi ja ne vaikuttavat olevan melko huoltovapaita ja kestäviä.



Kuva 8. Invertterin tyyppikilpi (Tony Viitaniemi, 2021)

Kannakkeet, kiskot ja kiinnikkeet ovat ORIMA Oy:n Easy Rail –tuotteita, aaltopeltikannakkeet, 40x40 -kiskot sekä väli- ja päätykiinnikkeet 35 mm aurinkopaneeleille

(kuva 9.). Ruuvipussit sisältävät tarvittavat osat viidelle kannakkeelle sekä kiskon kiinnitykseen. ORIMA Oy on suomalainen yritys, joka antaa markkinoiden pisimmän takuuajan 30 vuotta tarvikkeilleen. Tuotteet ovat myös helppo ja nopea asentaa.

Aurinkopaneelikaapeliksi valitaan Top Cable 1x4 mm² 1 kV hienosäikeistä kaapelia. Kaapeli on halogeenivapaata ja se kestää UV-säteilyä. MC-4 liitin on työkalu vapaa PV-liitin, joka soveltuu aurinkopaneeli asennuksiin.



Kuva 9. Kannakkeita ja kiinnikkeitä aurinkopaneeliasennukseen. (Tony Viitaniemi, 2021)

Vaihtosähkö puolen tarvikkeita asennukseen tulevat olemaan, Hagerin johdonsuoja-katkasijat tyyppiä MCN116E 16A ja katkon lukittavalla kytkimellä oleva turvakytkin KUM316U.

4.3 Toteutus

Asennukseen on varattava aikaa kahdelle asentajalle yhden työpäivän verran. Asennuspäivä käynnistyy työpaikan riskienarvioinnilla ja käytettävien työkalujen vaatimustenmukaisuuden varmistamisella. Erityisesti turvalaajaat ovat asennustyömaalla tärkeät, myös työskentelyalue rajataan lippusiimoin.

Toinen asentajista alkaa rakentamaan katolle kiskoja ja toinen puolestaan alkaa laittamaan sähköjä kuntoon. Kaapelit pyritään vetämään mahdollisimman piiloon, mutta

yleensä joutuu kaapelia ainakin osittain listoittamaan tai naulaamaan seinään. Aurinkopaneelit pyritään asentamaan yleensä mahdollisimman ylös lapetta, sillä pyritään välttämään lumikuormien syntymistä ja muutenkin aurinko tyypillisesti paistaa ylös hieman kauemmin. Kannakkeet ruuvataan kattoon, niin että ne tulevat kattoruoteeseen kiinni. Väliin tulee tiiviistekumeja, niin ettei vesi pääse rakenteiden sisälle. Katolla olevat savupiiput, lapetikkaat ja tuuletusputket otetaan huomioon asennuksessa.

Tässä tapauksessa rakennetaan järjestelmää kahteen riviin, aloittaen lappeen oikeasta reunasta. Paneelit asennetaan pystyasentoon ja ylemmän rivin aurinkopaneeli mitoite-
taan niin, että se jää saniteettitilojen viemäriin tuuletusputken alapuolelle. Ylin kannakerivi kiinnitetään aaltopeltikatteen kolmanteen aaltoon laskettuna harjapellistä.

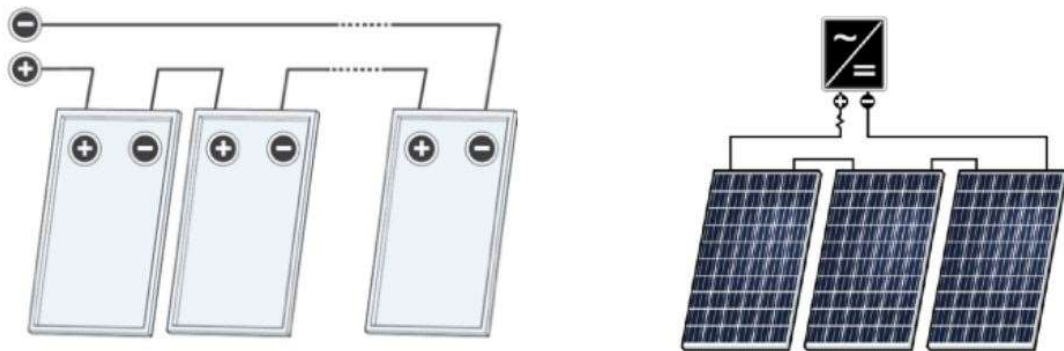
Kiskojen välimitta on noin 1200 mm ja seuraavan rivin väli noin 500 mm. Tällä tavoin kiskot sijoittuvat niin, että ne takaavat paneeleille tukevan kiinnitysalustan, noin 250 mm paneelin ala- ja yläreunasta (kuva 10.). Kun kannakkeet on ruuvattu ruuveilla kiinni kattoon, asennetaan niiden päälle kisko, joka kiinnitetään ruuvipussien mukana tulevilla t-pulteilla ja muttereilla. Kiskot ovat pituudeltaan yleensä 2,1- 4,6 m pitkiä riippuen valmistajasta.



Kuva 10. Esimerkki kiskojen asennuksesta. (Tony Viitaniemi. 2021)

Aurinkopaneelit asennetaan kiskoon kiinni pääty- ja välikiinnikkeillä. Aurinkopaneelit ovat standardimitoissaan noin 1000 mm leveitä ja pääty- ja välikannake tuo siihen leveyttä lisää noin 50 mm. Kiskot on helppo mitoittaa huomioiden paneelien ja kiinnikkeiden leveys ja lopuksi katkaista ylimääräinen kisko pois.

Paneelit painavat noin 18 kg, joten niitä on kohtalaisen helppo käsitellä käsin. Tässä tapauksessa, lapekorkeuden ollessa matala, paneelit nostetaan katolle käsin. Aurinkopaneelit kytketään katolla sarjaan ja invertteriltä tulevat kaapelit ovat plus (+) ja miinus (-) (kuva 11.).



Kuva 11. Esimerkki sarjaankytkennästä aurinkopaneeleilla. (ELBROS Oy:n koulutusmateriaali).

Napaisuus mitataan vielä ennen liittimien kytkemistä ja tarkastetaan samalla myös paneelilta tuleva jännite. Tällä tavalla varmistetaan, että kaikki paneelit ovat piirissä mukana. Kuvassa 12. on esitetty valmiiksi asennettu paneelikenttä.



Kuva 12. Esimerkki valmiista paneelikentästä (Tony Viitaniemi. 2021.)

Aurinkopaneelijärjestelmissä suositellaan käyttämään 16A sulakkeita. Jos vanhassa keskuksessa on vapaita lähtöjä, voi niitä hyödyntää tai vaihtoehtoisesti voi myös lisätä uusia. Jos keskus on täynnä, tehdään yleensä uusi pieni minikeskus vanhan keskuksen viereen, johon saadaan omat johdonsuojakatkaisijat aurinkovoimalalle.

Asennuskaapelina voidaan käyttää esimerkiksi Rekan MMJ 5x2,5 S kaapelia, joka on valmistettu Suomessa pohjoismaisiin olosuhteisiin. Suunnittelussa on huomioitu kaapelin kestävyys ja asennusystävällisyys, sillä se on helppo kuoria ja taipuisa. Kaapeli vedetään keskukselta AC-turvakytkimelle, joka sijoitetaan tyypillisesti talon ulkoseinälle, noin 1800 mm korkeuteen siten, että sinne on oltava vapaa pääsy. Tämä käytäntö on verkkoyhtiöitä ja palomiehiä varten, jos aurinkovoimala pitää irti kytkeä sähköverkosta. Turvakytkimeltä vedetään toinen kaapeli, joka kytketään invertteriin. Katolta tuleva tasasähkö saadaan katkaistua invertterissä olevasta DC-turvakytkimestä, joten erillistä kytkintä ei tarvita. Kuvassa 13. havainnollistetaan pääkeskuksen ja invertterin välisiä kytkentöjä.



Kuva 13. Esimerkki AC-puolen sähköistä, varoitustarroista ja invertteristä (Tony Viitaniemi 2021)

Jännitteettömät käyttöönottomittaukset suoritetaan ennen kytkentöjä. Tämän jälkeen suoritetaan jännitteelliset mittaukset ja aistinvaraiset tarkastukset. Lopuksi asennetaan SFS 6000 – standardin vaatimat aurinkosähköjärjestelmästä varoittavat kyltit tai tarrat.

4.4 Käyttöönotto

Kun asennus on valmis, tekee S2-sähkötätevyyden omaava sähköurakoitsija aurinkosähköjärjestelmän tarkastusmittaukset ja täyttää käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sekä pientuotantolaitteiston yleistietolomakkeen (liite 1 ja 2). Tarkastuspöytäkirja ja yhteystietolomake toimitetaan verkko- ja sähköyhtiöille.

Kiinteistössä pitää olla vaihdettuna kahteen suuntaan mittaava mittari, jotta järjestelmän tuottama ylijäämäenergia saadaan syötettyä verkonhaltijan verkkoon ja suoritettua asianmukaiset hyvitykset. Tällaisessa tapauksessa ylijäämäsähkön ostaja tulee olla tiedossa. Omatuotantosopimus tehdään sähköyhtiön kanssa mahdollista ylijäämätuoton myymistä varten.

Kun verkkoyhtiöltä on myöntänyt käyttöluvan, voidaan laitteisto ottaa käyttöön. Useimmiten järjestelmät asennetaan niin sanotusti ”avaimet käteen” pakettina, joten asiakkaalle ei jää tehtäväksi, kun kytkeä laitteisto päälle invertterin on/off kytkimestä.

5 KEHITYSPROJEKTI

Kehitysprojeffin ideana on optimoida aurinkoenergian hyödyntäminen katolle asennettavissa aurinkoenergiajärjestelmässä eri vuorokauden aikoina niin, että paneeleita käännetään parhaiden olosuhteiden aikaan saamiseksi. Projektin tavoitteena on kehittää kääntölaitteistoa aurinkoenergiatuotannon tehostamiseksi ja lisätä aurinkoenergiajärjestelmien käyttöä ja kannattavuutta erityisesti yksityisasiakkailla. Lisäämällä aurinkoenergian hyötytehoa pystytään samalla vähentämään hiilidioksidipäästöjä (CO₂) verrattuna fossiililla polttoaineilla tuotettuun sähköenergiaan.

ELBROS Oy:n kokemusta erilaisten nosto-oviratkaisujen ja automaatiojärjestelmien toteutuksista sekä lukuisien aurinkopaneelijärjestelmien asennuksista pystytään hyödyntämään uuden tekniikan kehittämiseksi aurinkopaneelijärjestelmiin. Nykyiset aurinkopaneelijärjestelmät asennetaan rakennusten katoille kiinteinä, jolloin paneelit pystyvät hyödyntämään parhaalla hyötyteholla vain yhden tuottavista ilmansuunnista (itä, kaakko, etelä, lounas ja länsi). Tämä ilmansuuntiin liittyvä haaste olisi tarkoitus korjata ratkaisulla, missä katon kaltevalla lappeella olevat paneelit voisivat kääntyä esim. itä-, lounas- ja eteläakselilla tai muilla vastaavilla katon lappeen puoleisilla ilmansuunnilla.

Markkinoilla on jo olemassa kääntyviä ja raskasrakenteisia maahan asennettavia aurinkopaneelijärjestelmiä, mutta nämä ratkaisut eivät ole kustannustehokkaita yksityisasiakkailla ja ne vaativat paljon hyötytilaa piha-alueelta. Lisäksi monien kuluttajien katoilta löytyy jo järjestelmä, mihin kääntyvää paneelijärjestelmää voitaisiin hyödyntää.

Itä ja Länsi ilmansuuntiin asennettujen aurinkopaneelien hyötytehoa voisi olla mahdollista nostaa jopa 40-60 %, mikä tarkoittaa, että olisi mahdollista asentaa pienempiä järjestelmiä saman hyötytehon saavuttamiseksi.

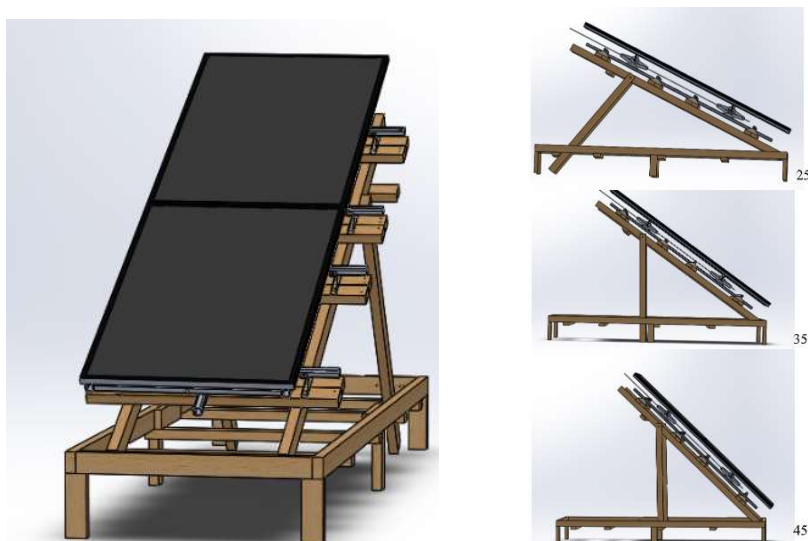
5.1 Kehitysvaihe

Projektin alkuvaiheessa tehtiin pienimuotoinen markkinakatsaus jo saatavilla olevista vaihtoehdoista. Valmiita kaupallisia ratkaisuja ei löytynyt, mutta joitakin prototyyppejä sen sijaan löytyi lähinnä DIY-toteutuksena. Tämän jälkeen määriteltiin projektin tavoite ja kehitettävän laitteiston reunaehdot, kuten tuuli- ja lumikuormat sekä käytettävien komponenttien saatavuus ja hintataso.

Etuja ja haittoja pohdittaessa todettiin, että suurimmat uhat projektissa liittyvät kilpailijoiden kehitystyöhön niin, että markkinoille ilmestyy vastaavanlainen tuote aikaisemmin. Tuotteen kustannukset on myös pidettävä maltillisena, jotta se on houkutteleva ratkaisu yksityisasiakkaille. Toki ratkaisun avulla on saatava aikaan myös todistettavasti suurempi hyötyteho kustannustehokkaasti.

5.2 Laitteiston prototyyppi

Laitteisto suunniteltiin ideointipalaverien avulla ja prototyypillä on tehty koeajoja. Kuvassa 14. on esitetty havainnekuva prototyypistä.

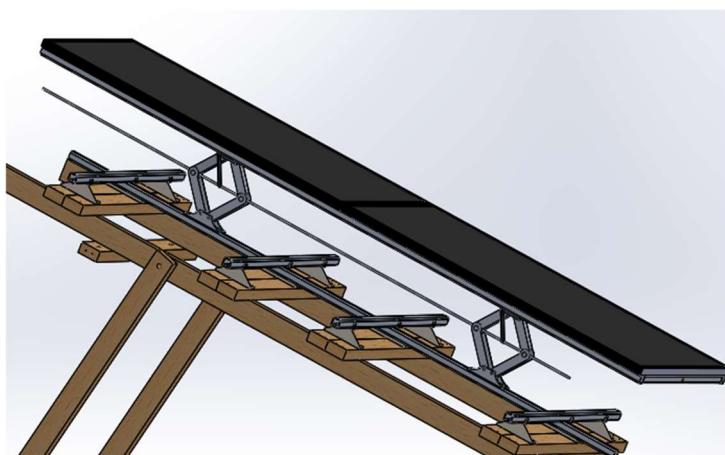


Kuva 14. Prototyypin havainnekuva. (ELBROS OY:n kuva-arkisto)

Protyypin avulla paneelin alapuolelle sijoitetulla mekaanisella kääntölaitteistolla haetaan optimikulmia aurinkosähkön tuoton maksimoimiseksi sekä testataan laitteiston toimivuutta.

Paneelien alla olevat poikittain menevät kiskot makaavat rungon päällä, joka kuvaa kattoa. Runko on mahdollista nostaa helposti kolmeen eri kulmaan, jotka on laske-malla määritelty olevan $\sim 25^\circ$, $\sim 35^\circ$ ja $\sim 45^\circ$. Tämän avulla voidaan jatkossa helposti verrata tuottoja eri kattojen kaltevuusasteilla.

Poikittaisten kiskojen ali kulkee koko matkalta yksi pitkä kisko, johon on kiinnitetty tunkit suunnilleen paneelien keskelle (kuva 15). Tunkkien läpi ja paneelien yläpäästä yli tuleva kierretanko kiinnittyy moottoriin (moottoria ei vielä ole kuvissa), joka pyörittää kierretankoa. Tunkkien yläpää on kiinnitetty paneelien mittoihin sopivaksi teh-tyyn kehikkoon. Moottorin pyörittäessä kierretankoa tunkit nostavat paneelit ilmaan.



Kuva 15. Paneelien nostolaitteen rakenne. (ELBROS Oy:n kuva-arkisto)

Tunkin kahden varren väliin jäävään kierretankoon lisätään muutama kuviopintainen hylsy tai vastaava, jotta kun kierretanko on kiertynyt tarpeeksi, ottaa paneelien käännön mahdollistava varsi kiinni kuvioon, estäen sen vapaan pyörimisen ja kääntää paneelit. Paneelien käännön mahdollistava varsi on kiinni paneelien kehikossa olevassa liukupalassa.

5.3 Jatkosuunnitelmat

Koeajojen perusteella todettiin, että paneelien asentojen muuttamiseen tulee löytää tukevampi ratkaisu, mutta kuitenkin kustannustehokas ja ympäristöystävällinen vaihtoehto. Sovellukseen valittavien materiaalien tulee myös kestää vuosia ulkoilmassa.

Moottorina on ajateltu käytettävän samantyyppistä ratkaisua kuin nosto-ovissa.

Myös logiikkajärjestelmä vaatii lisätutkimusta ennen lopullisen päätöksen tekemistä, mutta sopiva vaihtoehto voisi olla Siemens SIMATIC S7 PLC automatisointijärjestelmä. Ajatuksena on siis ohjata paneelien sijoittelua ennaltaohjelmoidun logiikan avulla mukailien auringonsuuntaa. Edullisempaa kellokytkinratkaisuakin selvitetään vielä lisää.

Koejakson perusteella on laitteistoon päätetty sijoittaa myös tuulianturi, joka tarvittaessa palauttaa aurinkopaneelin takaisin kotiasemaansa.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käsiteltiin yleisesti aurinkoenergiatuotannon teoriaa ja auringon säteilyä Suomessa sekä muutamia ympäristöseikkoja. Työssä käytiin läpi aurinkosähköjärjestelmän toimintamallia. Työssä esiteltiin erilaisia aurinkosähköjärjestelmään kuuluvia komponentteja AC- ja DC-puolelta sekä kerrottiin järjestelmän suunnittelusta ja mitoituksesta.

Opinnäytetyössä on mukana yksi esimerkkikohde, johon on tarkoitus asentaa aurinkopaneelit. Kyseessä on loma-asunto, joka sijaitsee Satakunnassa Siikaisten kunnassa. Tarkoitus on kattaa noin 30 % kohteen vuotuisesta energiantarpeesta. Suunnitteleamalla ja mitoitus työkaluja hyödyntäen päästiin tulokseen, että 3,3 kW aurinkopaneelijärjes-

telmä kattaisi tämän määrän. Lappeelle jää kuitenkin vielä tilaa mahdollista laajenusta varten, tämän vuoksi kohteeseen valittiin isompi invertteri. Työssä esiteltiin asennuksen oleelliset osavaiheet tarvikkeineen.

Kehitysprojekti on osa ELBROS Oy:n laajenemisstrategiaa ja projektin tuloksena on tarkoitus saada parannettua katolle asennettavien aurinkopaneelien tuottoa, parantamalla niiden hyötysuhdetta. Tässä työssä keskityttiin projektin prototyypivaiheeseen ja myös jatkosuunnitelmat on esitetty. Pyrimme saamaan projektin purkkiin viimeistään ensi syksyksi 2021.

LÄHTEET

ELBROS Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 25.5.2021. <https://www.elbros.fi/>

Energiateollisuusliitto ry:n www-sivut. 2019. Viitattu 8.5.2021 <https://energia.fi/>

Finsolar www-sivut. 2021. Viitattu 26.5.2021. <https://www.finsolar.net>

Helen Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 27.5.2021. https://www.helen.fi/globalassets/aurinko/aurinkopaneeleiden_hankintaopas.pdf

Ilmatieteen laitoksen raportteja. 2012. TILASTOJA SUOMEN ILMASTOSTA 1981-2010. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/35880/Tilastoja_Suomen_ilmastosta_1981_2010.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Lumoenergian www-sivut. 2021. Viitattu 27.5.2021. https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/?gclid=CjwKCAjw47eFBhA9EiwAy8kzNL3wXMt_wITtGD-pjlo-QIBx-FjgCNJp2TnwBHdafkE3RfYpFKqzL7BoCeV0QAvD_BwE

Motiva Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 13.5.2021. <https://www.motiva.fi/>

Onninen Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 24.5.2021. <https://www.onninen.fi/>

SLO Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 24.5.2021. <https://verkkokauppa.slo.fi>

Solarvoiman www-sivut. 2021. Viitattu 27.5.2021. www.solarvoima.fi

Solitek Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 27.5.2021. <https://www.solitek.eu/en>

Sähköinfo www-sivut. 2013. Viitattu 9.5.2021. <https://www.sahkoinfo.fi/>

Vattenfall Oy:n www sivut. 2021. Viitattu 27.5.2021. www.vattenfall.fi

Energiateollisuus ry:n suosittelema yleistietolomake
**PIENTUOTANTOLAITTEISTON JA/TAI SÄHKÖVARASTON
 LIITTÄMINEN SÄHKÖVERKKOON**

Tällä lomakkeella asiakas ilmoittaa verkkoyhtiölle tiedot nimellistehoaltaan enintään 100 kVA tuotantolaitteiston ja/tai sähkövaraston sähköverkkoon liittämistä varten. Lomakkeen voi antaa täytettäväksi laitteiston toimittajalle ja/tai laitteiston kytkevälle sähköurakoitsijalle. Verkkoyhtiöllä on oikeus varmistaa, että tuotantolaitteisto täyttää liittämistä koskevat tekniset edellytykset. Lomake on päivitetty Fingridin voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset VJV2018 -dokumentin mukaiseksi.

1. YHTEYSTIEDOT

Tuotantolaitoksen omistaja	Henkilötunnus tai Y-tunnus	
Sähköposti	Puhelinnumero	
Osoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Liittymän osoite (tuotantolaitoksen sijaintipaikka)	Postinumero	Postitoimipaikka
Käyttöpaikan numero (löytyy sähkösiirtolaskulta)		
Yhteyshenkilö (jos muu kuin tuotantolaitoksen omistaja)	Sähköposti	
	Puhelinnumero	

2. TUOTANTOLAITTEISTON PERUSTIEDOT

Tuotantomuoto	<input type="checkbox"/> Aurinko	<input type="checkbox"/> Tuuli	<input type="checkbox"/> Biokaasu	<input type="checkbox"/> Diesel	<input type="checkbox"/> Vesi	<input type="checkbox"/> Muu, mikä?
Verkkoonliitäntälaitteiden (invertteri/vaihtosuuntaaja) valmistaja, määrä ja malli						
Tuotantolaitteiston nimellisteho (<i>suurin mahdollinen laitteistosta sähköverkkoon siirtyvä teho</i>)	kVA/kW	Tuotantolaitteiston enimmäisvikavirta (<i>laitoksen suurin mahdollinen virta</i>)	A			
		Liittymän mitattu oikosulkuvirta (<i>pääkeskus tms.</i>)	A			
Laitteiston kytkentä	<input type="checkbox"/> Kolmivaiheinen	<input type="checkbox"/> Yksivaiheinen, merkitse vaihe	<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3	
<input type="checkbox"/> Käyttöpaikkaan on liitetty sähkövarasto (akku)	Sähkövaraston kapasiteetti ja teho		kWh			
			kW			

3. TUOTANTOLAITTEISTON TEKNISET TIEDOT

3.1. Tuotantolaitteiston suojaus (valitse YKSI seuraavista vaihtoehdoista)

Tuotantolaitteisto täyttää seuraavan teknisen standardin tai suosituksen vaatimukset, mukaan lukien verkkoonliitäntälaitteen (invertteri/vaihtosuuntaaja) suojausasettelut ja irtikytketymisajat.

<input type="checkbox"/> Pientuotantostandardi SFS-EN 50549-1:2019	
<input type="checkbox"/> Saksalainen vaatimusdokumentti VDE-AR-N 4105 2018-11 (suojaustekniset vaatimukset)	Huom! VDE-AR-N 4105:n vanha versio 2011-8 ei ole hyväksyttävä.

Mikäli tuotantolaitteisto ei täytä kumpaakaan esitetystä pientuotannon standardeista, tulee verkkoyhtiöön olla yhteydessä hyvissä ajoin, jotta voidaan selvittää, soveltuuko laitteisto liitettäväksi sähköverkkoon Suomessa.

3.2. Tuotantolaitteiston erottaminen

<input type="checkbox"/>	Vakuutan, että tuotantolaitteisto on erotettavissa erillisellä erotuskytkimellä, johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy (esim. talon ulkoseinällä, ei lukitussa tilassa)
Erotuskytkimen sijainti (esim. talon ulkoseinällä pääoven vieressä)	
<input type="checkbox"/>	Liittymän sähkökeskuksilla on varoituskytjit takasyöttövaarasta ja opastus laitteiston irtikytkemiselle

4. TUOTETUN SÄHKÖN VERKKOONSYÖTTÄMINEN

Verkkoyhtiön sähköverkkoon siirtyvän sähkön ostaja (yhtiön nimi)	
<input type="checkbox"/>	Sähkön siirto käyttöpaikalta sähköverkkoon on teknisesti estetty (sähkön ostajaa ei tarvita)

HUOM! Verkkoyhtiön sähköverkkoon syötettävälle sähkölle on oltava ostaja.

5. TUOTANTOLAITTEISTON ASENTAJAN/URAKOITSIJAN TIEDOT

(tuotantolaitteiston sähköverkkoon kytkevä urakoitsija täyttää)

Sähköurakoitsija	TUKES-numero	
Osoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Yhteyshenkilö	Puhelinnumero	Sähköposti

Urakoitsija toimittaa asiakkaalle laitteistoa koskevan käyttöönottotarkastuspöytäkirjan. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on pyydettyessä toimitettava verkonhaltijalle.

6. LISÄTIEDOT

Lisätietoja

Verkkoyhtiöt voivat tämän lomakkeen lisäksi pyytää myös muita tarvitsemiaan tietoja tai lomakkeita laitteistosta ja sen liittämisestä. Lisätietoja saat verkkoyhtiöltäsi.

7. ALLEKIRJOITUS

Vakuutan antamani tiedot oikeiksi	
Päivämäärä ja paikka	Allekirjoitus ja nimenselvennys

Lomakkeen voi allekirjoittaa tuotantolaitoksen omistaja tai hänen valtuuttamansa taho, kuten sähköurakoitsija

(Energiateollisuusliitto ry:n www-sivut 2019)



ST 55.36

1 (4)

**AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN
KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA**

Pöytäkirjan nro			
PERUSTIEDOT			
Sähkölaitteiston rakentaja	Yritys ELBROS Oy		
	Katuosoite Sampolantie 26 Halli 7	Postinumero 28370	Postitoimipaikka Pori
Sähkölaitteiston rakentajan yhteysthenkilö	Nimi Tony Vitaniemi		Puhelinnumero 0445862617
	Sähköpostiosoite Tony.vitaniemi@elbros.fi		
Sähkötöiden johtaja	Nimi Matias Ainasoja		Puhelinnumero
	Sähköpostiosoite Matias.ainasoja@elbros.fi		
Kohteen tiedot	Nimi Sampolantie 26 Halli 7		Työnumero
	Kohteen yksilöinti		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaaaja	Yritys		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaaajan yhteysthenkilö	Nimi		Puhelinnumero
	Sähköpostiosoite		
1 AISTINVARAINEN TARKASTUS (Katsó ohje)			
Sähköjärjestelmän turvallisuusvaatimukset toteutuvat SFS 6000 mukaisesti ja muiden sähköasennusten käyttöönottotarkastus (pöytäkirjamalli ST 51.21.05) on suoritettu			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			
Tasasähköjärjestelmän asennukset			
a) SFS 6000-7-712 vaatimusten mukaiset			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			
b) Komponenttien mitoitus on riittävä (jännite, virta, ylijännite...)			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			
c) Toteutuksessa on käytetty kaksoiseristystä tai pienisjännitetä (SELV, PELV)			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			
d) Kaapeliin vahingoittumisriskit on minimoitu ja liitosten yhteensopivuus on varmistettu.			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			
e) Johtojärjestelmä on ympäristöolosuhteiden mukainen			
		<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Ei sisälly
Huom!			

f) Paneeliosassa ei ole ylivirtasuojia: kaapelien virtamitoitukset ovat riittävät	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
g) Paneeliosassa on ylivirtasuojat: suojen mitoitus on tarkistettu	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
h) Erotus- ja kytkentälaitteet ovat asennettu ja ne ovat mitoitettu invertterin huippuarvoilla	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
i) Mahdollisten estodioiden estojännite ja virtakesitys ovat riittävät	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
j) Toiminnallisen maadoituksen kanssa on invertterissä oltava sähköinen erotus	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
Suojaus ylijännitteeltä ja sähköiskulta				
a) B-tyyppin vikavirtasuojaa on käytettävä tarvittaessa	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
b) Johtimien pituudet ovat mahdollisimman lyhyitä ja ne kulkevat läheltään	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
c) Paneeliston ja/tai telneiden suojavaadoitus ja potentiaalitasaus	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
d) Järjestelmän ylijännitesuojaus on toteutettu	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
e) Salamasuojajärjestelmä on huomioitu järjestelmän toteutuksessa	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
Vaihtosähköjärjestelmä (liityntä yleiseen jakeluun)				
a) Invertterin erotuskyky on asennettu	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
b) Järjestelmän laitteet on asennettu oikein kuorman ja syötön suhteen	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
c) Invertterin asetukset on tehty paikallisten vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
Merkinnät ja tunnistaminen				
a) Kaikki virtapiirit, suojalaitteet, kytkimet ja liittimet on merkitty	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
b) Tasasähkökytkentärakenteissa on varoituserkinnät	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
c) Vaihtosähköpuolen erotuskykyimien merkinnät	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
d) Jakelun liittämispistessä on kaksiois-/takasyötön varoituskilvet	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
e) Kaapelointi- ja johdotuskaavio on saatavilla kohteessa	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				

f) Häätäysajituksen ohjeet on esitetty kohteessa	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
g) Kaikki turvikat ja kiivet on kiinnitetty käyttöä kestävällä tavalla	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				
h) Pelastushenkilöstön käyttöön on laadittu avaruuskäsijärjestelmän tietokortti	<input type="checkbox"/>	Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly
Huom!				

2 TESTAUKSET (ks. testausohje)

Paneelikehys		1	2
Paneelin ominaisuudet	Paneelin valmistaja		
	Paneelin tyyppi		
	Paneelin määrä		
	U_{oc} (STC, V) / Paneeli		
	I_{sc} (STC, A) / Paneeli		
Paneelikehys ylivirtasuojaus	Suojan tyyppi		
	Nimellisvirta (A)		
	DC-nimellisjännite (V)		
	Katkaisukyky (kA)		
Paneelikehys kaapelointi	Kaapelityyppi		
	+/--johtimien poikkipinta, mm ²		
	Suojamaadoitus- ja/tai potentiaalintasausjohtimien poikkipinta, mm ²		
Paneelikehys testaukset ja mittaukset	Napaisuuden tarkistus (+/-)		
	U_{oc} (V)		
	I_{sc} (A)		
	Auringon säteilyvoimakkuus		
Paneelikehys eristysresistanssi	Testijännite (V)		
	Pos - Maa (MQ)		
	Neg - Maa (MQ)		
Invertterin ominaisuudet	Valmistaja		
	Malli		
	Teho		
	1- tai 3-vaihe		
	Sarjanumero		
	Syötetyt vaiheet		
Invertterin verkkoonliityntästandardi	SFS-EN 50549-1:2019, tai		
	VDE-AR-N 4105 2018-11, tai		
	joku muu (täsmennyks)		
Invertterin toiminta	Toimi oikein, ei häiriötä		
	Sähköverkon katkotesti		
	Eristuskylmän sijainti		
Verkkoon liitetyt järjestelmät		1	2
Invertterin ja paneeliston ominaisuudet ovat verkkoyhtiölle toimitetun mikrotuotannon yhteistalonrakkeen mukaiset			

