



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JORMA HEINONEN

Aurinkosähkön kannattavuus omakotitalossa

SÄHKÖ/AUTOMAATIO TUTKINTO-OHJELMA
2022

Tekijä Heinonen, Jorma	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 09/2022
	Sivumäärä 35 5 liitettä	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Aurinkosähkön kannattavuus omakotitalossa		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Tiivistelmä <p>Tässä työssä tutkittiin pientalon käyttöön asennetun aurinkosähköjärjestelmän kannattavuutta ja investoinnin takaisinmaksuaikaa. Tutkimusta tehtiin vertailemalla tuotetun sähkön määrää, omaa kulutusta sekä ostetun energian määriä. Vertailun tuloksena tehtiin graafinen palkkitaulukko aurinkopaneelien taloudellisen hyödyn kuvaamiseksi.</p> <p>Aiemman taulukon pohjalta saaduista tuloksista koostettiin graafinen palkkitaulukko, jossa esitetään voimassa olevan sekä uutena tehtävän sähkösopimuksen vaikutuksia kuukausittaiseen sähköstä maksettavaan hintaan.</p> <p>Lisäksi verrattiin eri vuosien tuotantoennusteita ja niiden paikkansapitävyyttä. Investointi osoittautui kannattavaksi ja myydyistä energiasta saadun hinnan kohotessa takaisinmaksuaika lyheni puoleen.</p>		
Avainsanat Verkkoinvertteri, aurinkosähköjärjestelmä, aurinkopaneelit, takaisinmaksuaika		

<p>Author Heinonen, Jorma</p>	<p>Type of Publication Bachelor's thesis</p>	<p>Date 09/2022</p>
	<p>Number of pages 35 5 appendices</p>	<p>Language of publication: Finnish</p>
<p>Title of publication Profitability of a solar electric system in a detached house</p>		
<p>Degree programme Electrical and automation engineering</p>		
<p>Abstract</p> <p>In this work, the profitability and payback period of the investment were investigated for a solar electric system installed in a small house. The research was done by comparing the amount of electricity produced, own consumption and the amount of purchased energy. As a result of the comparison, a graphic bar table was made to describe the financial benefits of solar panels.</p> <p>Based on the results obtained on the basis of the previous table, a graphic bar table was compiled, which shows the effects of a current and a new electricity contract on the monthly price paid for electricity.</p> <p>In addition, the production forecasts of different years and their accuracy were compared. The investment turned out to be profitable and as the price of the energy sold increased, the payback period was cut in half.</p>		
<p>Keywords Solar inverter, photovoltaic system, solar cells, repayment period</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YLEISTÄ	6
2.1	Aurinkosähkötuotannon suosio kasvaa Suomessa.....	6
2.2	Aurinkosähkön teoriaa	8
2.3	Pientuotannon ylijäämän myynti	9
3	JÄRJESTELMÄN HANKINTA JA ASENNUS	10
3.1	Asennuspaikan valinta	10
3.2	Laitteiston hankinta.....	12
3.3	Asennuspaikan määrittely tietokoneohjelmistolla	13
3.4	Aurinkosähköjärjestelmän asennus.....	16
3.5	Datamanager 2.0 ja sen käyttöönotto.....	18
3.6	Aurinkopaneeleita haittaavat varjostukset	20
4	TUOTANNON ARVIOINTI JA SEURANTA	22
4.1	Vuosi- ja kuukausiennusteen toteutuminen	22
4.2	vuorokausikohtaiset ennusteet	26
5	LAITTEISTON TAKAISINMAKSUAIKA	27
5.1	Aurinkopaneelien vaikutus sähkölaskuun.....	27
5.2	Toteutunut sähkön tuotto/osto/kulutus.....	28
5.3	Myyntiin menevä ylijäämä ja sen tuotto.....	29
5.4	Sähköntuotannon vaihe- ja aikanetotus	31
6	INVESTOINNIN KANNATTAVUUS	32
6.1	Sähkösopimuksien vaikutus sähkölaskuun.....	32
6.2	Aurinkopaneelien vaikutus kiinteistön arvoon	33
7	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

atsimuuttikulma	asennusilmansuunta aurinkoon nähden
kWh	kilowattia tunnissa
kWp	kilowattipiikki eli aurinkosähköjärjestelmän huipputeho
MW	tehon yksikkö, yksi megawatti = 1000 kW = 1000000 wattia
PVGIS	photovoltaic geographical information system maantieteellinen auringonsäteilyn tietojärjestelmä
snt/kWh	senttiä / kilowattitunti

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on toteuttaa Rauman Lapissa sijaitsevan omakotitalon aurinkosähköjärjestelmän tuoton tarkastelu taloudellisesta näkökulmasta ja arvioida mahdollinen takaisinmaksuaika. Kohde on 2001 käyttöön otettu 1½-kerroksinen omakotitalo, jonka asuinpinta-ala on 161 m². Kiinteistössä on vesikiertoinen lattialämmitys ja koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Lisäksi kiinteistöön on asennettu ilmalämpöpumppu tasaamaan Länsirannikon talven äkillisiä lämpötilavaihteluja sekä viilentämään kesän hellejaksojen huippuja asuinmukavuuden parantamiseksi. Vuotuinen sähkönkulutus on noin 12000 kWh, josta kesän osuus on 3000 kWh.

Opinnäytetyössä tarkastellaan kohteeseen asennetun 3.05kWp aurinkosähköjärjestelmän kustannustehokkuutta ja investoinnin kannattavuutta 16 kuukauden ajanjaksolta. Tuotannon seurannan ajanjakso on toukokuu 2021 – elokuu 2022. Tuotetun sähkön pörssihintatarkastelun lyhyeltä ajanjaksolta havaitaan, että energianhinta on noussut jyrkästi ja investoinnin takaisinmaksuaika muuttunut.

Sähkönmyynnin ja -oston vertailutaulukossa huomioitiin kahden sähköyhtiön erilaiset käytännöt, koska sähköä myyvä ja ostava yhtiö vaihtuivat kesken vertailujakson. Opinnäytetyön tuloksena saadaan aikaan arvio aurinkosähköjärjestelmän investoinnin kannattavuudesta pientalossa.

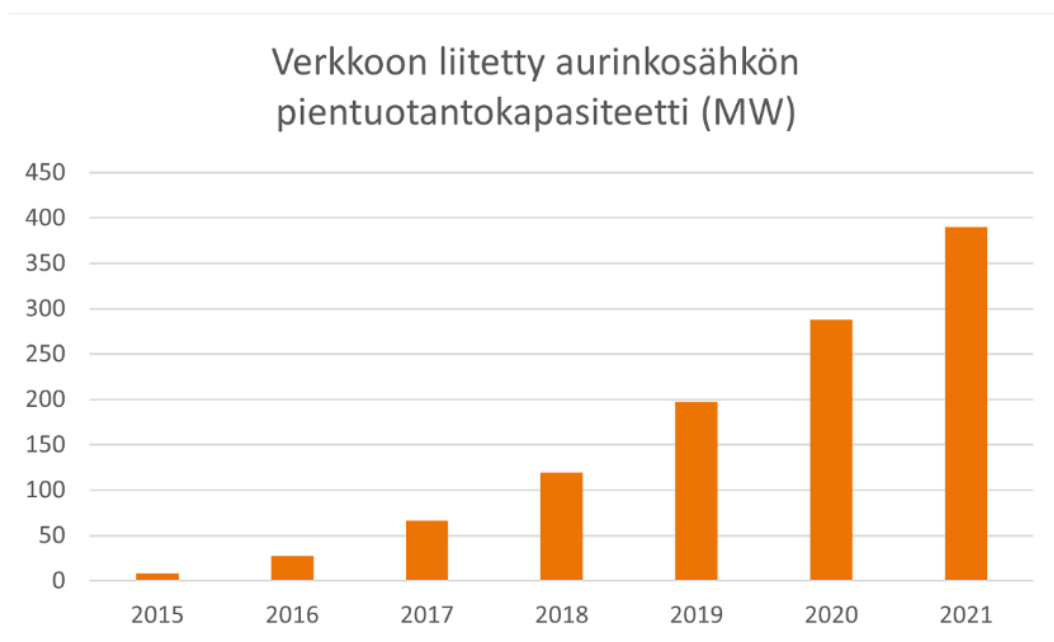
Järjestelmän hankinnasta on saatavilla paljon tietoa. Kirjaston painetut materiaalit osoittautuivat vanhentuneiksi taulukoiden osalta, joten materiaalia on haettu useilta nettisivustoilta. Motivan ja useiden sähköyhtiöiden verkkosivustolle on koottu paljon materiaalia aurinkosähköjärjestelmän hankinnasta sekä ylijäämä-sähkön myynnistä.

2 YLEISTÄ

2.1 AURINKOSÄHKÖTUOTANNON SUOSIO KASVAA SUOMESSA

Energian hinnan kohotessa ja energiantuotannon muuttuessa ilmastoystävällisemmäksi, myös valtion taholta kannustetaan ottamaan käyttöön lisää hiilineutraaleja aurinkosähköjärjestelmiä pientaloissa. Kesällä 2022 kiinnostus aurinkosähköön on noussut huomattavasti sähkön hinnannousun vuoksi, polttoaineiden ja päästöoikeuksien kallistuminen sekä Ukrainan sodan aiheuttama maakaasun ja kivihiiilen hinnan nousu heijastuvat sähkön hintaan. Maailmanlaajuinen elektroniikan komponenttipula on aiheuttanut kuitenkin huomattavia viivästyksiä verkkoinvertertien toimituksissa.

Suomessa sähkön pientuotannon tilastoinnista vastaavan Energiaviraston kesäkuussa 2022 julkaisemien tietojen mukaan sähköverkkoon oli vuoden 2021 lopulla liitetty yhteensä noin 395 megawattia aurinkosähkön tuotantokapasiteettia (Kuva 1). Kapasiteetti kasvoi vuodessa yli 100 megawatilla. (Energiavirasto, 2022)

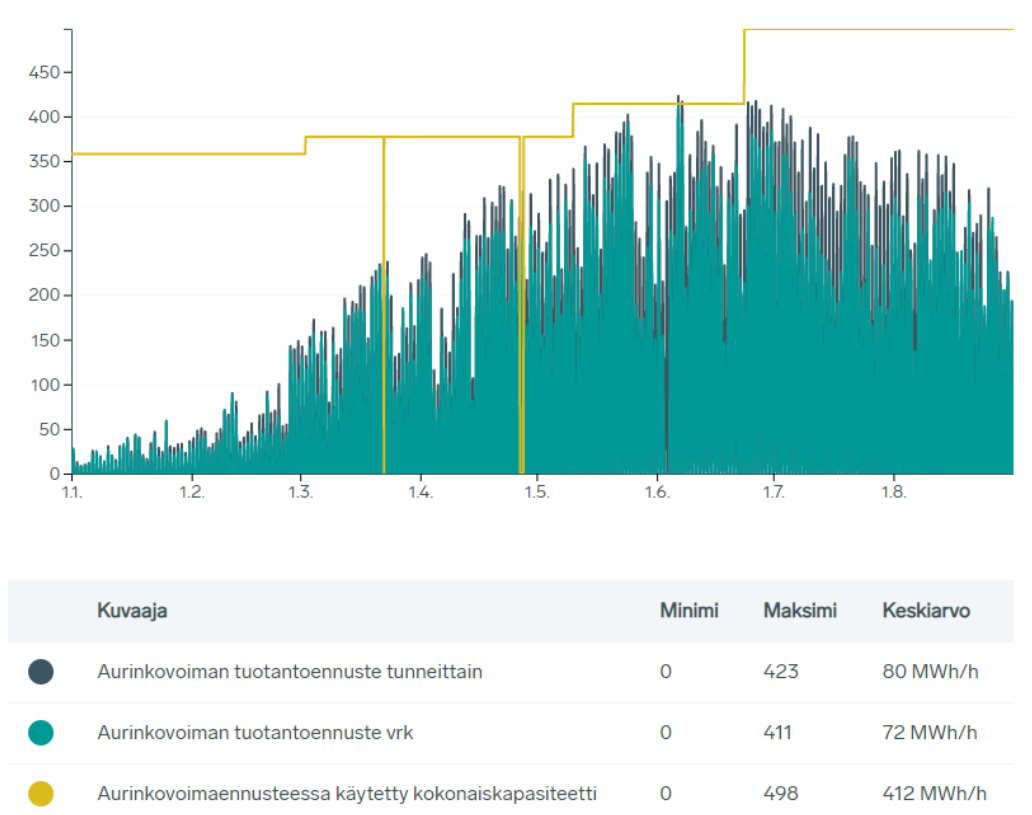


Kuva 1. Aurinkosähkön pientuotantokapasiteetti Suomessa (Energiavirasto, 2022).

Aurinkosähköenergian tuotannon kasvu Suomessa on voimakasta ja valtio tukee yritysten ja maatilojen aurinkosähköön sijoittamista. Kauppakeskusten katoille on rakennettu useina vuosina aurinkosähköjärjestelmiä, esimerkiksi Porin Puuvilla katolla on 2226 aurinkopaneelia, joiden vuosittainen kapasiteetti on 534 MWh. Porin Puuvilla on aurinkosähkön tuotannossa Suomen kauppakesuksista suurimpia. (Renor Oy, 2017)

Vertailun vuoksi mainittakoon, että Olkiluoto OL1 ja OL2 kiehtusvesireaktorien nettosähköteho on 890 MW. Uuden OL3 ydinreaktorin nettosähköteho olisi 1600 MW, lähes kaksinkertainen vanhoihin verrattuna. (Teollisuuden Voima Oyj, 2022)

Fingridin aurinkovoimaennusteen tilastossa tammi-elokuussa 2022 Suomen kokonaiskapasiteetiksi on arvioitu 498 MW (Kuva 2). Tilasto on koottu Energiaviraston jakeluverkkoyhtiöiltä saadun vuosittaisen kapasiteettitiedon ja aurinkopaneeliasennusten kasvuennusteiden mukaan. (Fingrid, 2022)



Kuva 2. Aurinkovoiman tuotantokapasiteetti Suomessa (Fingrid, 2022).

2.2 AURINKOSÄHKÖN TEORIAA

Aurinkosähkön tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen. Aurinkosähköjärjestelmässä aurinkopaneelit muuttavat valoa tasasähköksi, Osuessaan aurinkokennoihin auringonsäteilyn fotonit luovuttavat energiansa kennojen materiaalin elektroneille. Nämä fotoneilta energiaa saaneet elektronit muodostavat sähkövirran aurinkokennojen virtajohtimiin. Inverteri, eli tasasuuntaaja, muuttaa tasavirran vaihtovirraksi, joka voidaan syöttää valtakunnan verkkoon. Kuvassa 3 ovat yleisen sähköverkkoon liitetyn aurinkosähköjärjestelmän pääkomponentit. (Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen, 2022)



Kuva 3. Verkkoon kytketyn pientalon aurinkosähköjärjestelmän kokoonpano (Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen, 2022).

Auringon kokonaissäteily koostuu auringosta suoraan tulevasta säteilystä ja hajasäteilystä. Aurinko säteilee tuottamansa energian avaruuteen pääosin näkyvänä valona ja lämpö- eli infräsäteilyä. Ilmakehä vaikuttaa auringonsäteilyn määrään merkittävästi. Ilmakehässä oleva vesihöyry ja saasteet heijastavat osan suorasta säteilystä takaisin avaruuteen. Hajasäteily on ilmakehän ja pilvien heijastamaa säteilyä sekä maasta heijastuvaa hajasäteilyä. Aurinkopaneelien tuotannon kannalta ei ole merkitystä, onko paneelille tuleva säteily suoraa vai hajasäteilyä. (Motiva, Auringonsäteilyn määrä Suomessa, 2022)

Ilmakehän ulkorajalla Auringon säteilyn teho on noin 1366 wattia neliometriä kohti. Tätä lukua kutsutaan aurinkovakioksi, joka vaihtelee noin 3,3 % Maan kiertäessä radallaan. Eteläisimmässä Suomessa auringon vuotuinen säteily määrä vaakasuuralle

pinnalle on Ilmatieteen laitoksen testivuoden mukaan noin 980 kWh/m², Keski-Suomessa 890 kWh/m² ja Pohjois-Suomessa noin 790 kWh/m². (Motiva, Auringonsäteilyn määrä Suomessa, 2022)

2.3 PIENTUOTANNON YLIJÄÄMÄN MYYNTI

Omakotitalon aurinkosähköjärjestelmän ylijäämä voidaan oman käytön sijaan myydä sähköä myyville yhtiöille, mutta sen kannattavuus pitää arvioida tarkasti. Mitoitusta arvioidaan tarkimmin vertaamalla sähkönkulutusta ja aurinkosähkön tuotantoa tunti-tasolla. Sähköverkkoyhtiö saa tiedon verkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän verkkoon syöttämästä energiasta kaksisuuntaisen sähkömittarin kautta.

Kun aurinkosähkön kuluttaa itse, hyödyn saa sähkön myynti- ja siirto hinnasta sekä lisäksi sähköverosta. Aurinkopaneelien omistajan myyntitulot eivät sisällä sähkönsiirtoa eikä sähköveroa. Verkkoon myydystä sähköstä saa pörssihinnan mukaisen korvauksen joko tuntihinnan tai päivän keskihinnan mukaan. Sähkönmyyjät käyttävät hinnoittelussaan sähköpörssissä tunneittain muuttuvaa hintaa. Koska kulutus on suurempaa päivisin, sähköpörssin tuntihinta on korkeampi, kuin päivän keskihinta. Aurinkosähkön tuottaja saa silloin suurin piirtein saman hinnan, jonka joutuisi itse maksamaan. Hyvityshinnasta osa sähköyhtiöistä ottaa muutaman sentin itselleen välityspalkkiona. (Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen, 2022)

Verkkoon myydystä sähköstä maksettu korvaus on aiemmin ollut pienempi, kuin itse käytetystä energiasta saatava säästö. Kesän 2022 sähkön hinnan vaihtelut ovat olleet niin suuria, että poikkeuksellisesti tiettyinä hetkinä sähkönmyynti verkkoon on ollut taloudellisesti kannattavampaa, kuin energian käyttäminen itse.

Kotitalouksissa on mahdollisuus hyödyntää kotitalousvähennys aurinkosähköjärjestelmän asennushinnasta. Vähennys on 40 % tehdyn työn osuudesta. (Verohallinto, 2022)

3 JÄRJESTELMÄN HANKINTA JA ASENNUS

3.1 ASENNUSPAIKAN VALINTA

Tuotantolaitosta suunnitellessa kannattaa selvittää paikallinen rakennusjärjestys. Suomen kunnissa on erilaiset vaatimukset rakennus- ja toimenpideluvista. Pientuotantoa varten riittää yleensä toimenpideilmoitus, kaikissa kaupungeissa ei vaadita sitäkään. Asemakaavaltaan suojelluissa kohteissa ja kortteleissa aurinkopaneelien asennus saattaa vaatia rakennusluvan ja kadunpuolelle asentaminen ei aina ole mahdollista. Näissä kohteissa pitääkin ensin keskustella rakennusvalvonnan kanssa, koska asennusluvan saaminen jälkikäteen voi olla mahdotonta ja aurinkosähköjärjestelmä joudutaan purkamaan katolta.

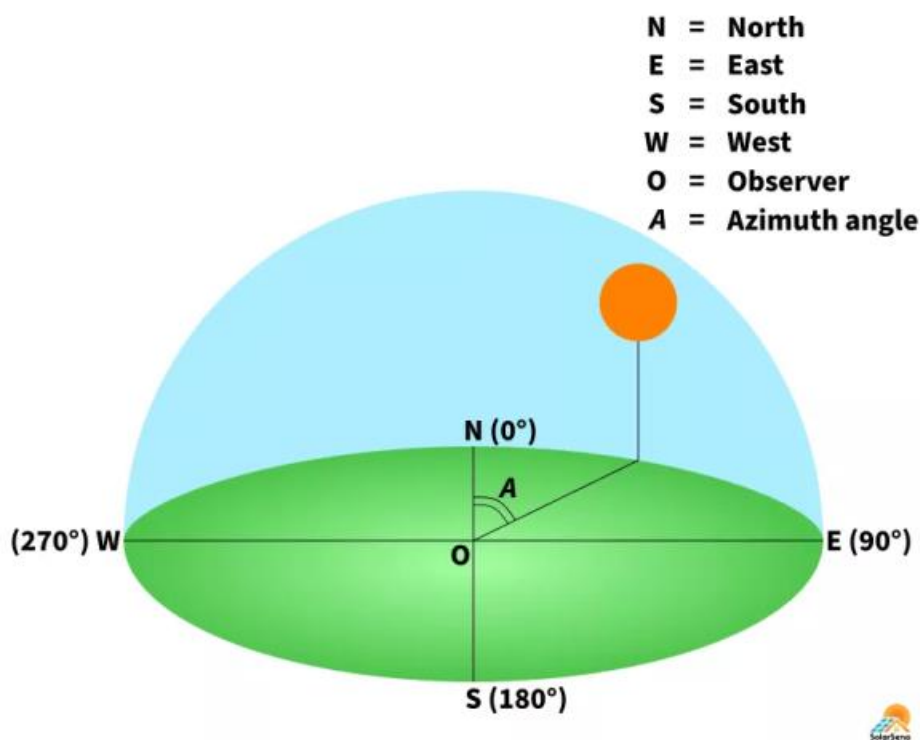
Alle 100 kVa tuotantolaitoksien asentaminen ei vaadi muutoksia mittareihin, vaan tuotanto ja kulutus voidaan mitata samalla mittarilla sähkönkäyttöpaikan liittymässä. Asennuspaikan valinnassa pitää ottaa huomioon, että aurinkosähköjärjestelmän tuottoon vaikuttavat auringonsäteilyn määrä ja aurinkopaneelien suuntaus- sekä kallistuskulma. Vuositasolla tuotantoa saadaan eniten etelään suunnatuilla aurinkopaneeleilla. Itään tai länteen suuntaaminen saattaa pudottaa tuotannosta 25 %, kaakon ja lounaan suuntaan tuotto on 7 % pienempi. Pohjoinen, koillinen ja luode ovat kyseenalaisia heikkomman tuoton vuoksi. (Motiva, Auringonsäteilyn määrä Suomessa, 2022)

Optimaalinen asennuskulma Suomessa on 40–45 %, mutta yleensä katon asennuskulma on loivempi. Kallistuskulmat 30° ja 60° tuottavat vielä miltei yhtä paljon sähköä vuodessa. Asennuskulman vaikutus tuotantoon on kuitenkin vähäinen ja pienemmällä kallistuskulmalla saavutetaan suurempi tuotannon kausihuippu keskikesällä. (Motiva, Auringonsäteilyn määrä Suomessa, 2022)

Tasakatoille asennettaessa käytetään erillisiä asennustelineitä, jolloin vesi ja lika valuvat pois paneelien päältä. Maahan asennettaessa käytetään samankaltaisia telineitä kuin tasakatoille. Pystysuora seinäasennus antaa talvella takaisin kesällä menetetyn tuotannon. Keväällä ja syksyllä päivän tuotto on tasaisempi, mutta keskikesällä pie-

nempi kuin optimikulmaan asennettaessa. Seinäasennuksessa lumikaan ei kerry paneelien päälle ja maassa oleva lumi heijastaa valoa, joka hieman tehostaa paneeleista saatavaa tuottoa.

Atsimuuttikulma määrittelee auringon vaakasuorat koordinaatit suhteessa tarkkailijaan (Kuva 4). Asennuskohteen atsimuuttikulman arviointiin voi käyttää esimerkiksi Solarsenan ”Solar azimuth angle calculator” laskuria. Valitsemalla päivämäärä, kelloaika, aikavyöhyke sekä kohteen pituus- ja leveysasteet, saadaan laskettua auringon atsimuuttikulma tarkasteltavassa sijainnissa. Atsimuuttikulmalaskuri laskuri antaa tämän tutkimuksen kohteeseen asennetulle aurinkopaneeliriville atsimuuttikulmaksi 147.2° , kesäkuun 19. kello 12.00. Optimaalinen asennuskulma olisi kohti etelää.



Kuva 4. Atsimuuttikulmat (Solarsena, 2021)

3.2 LAITTEISTON HANKINTA

Ennen hankintaa tiedusteltiin paikallisesti pakettihintoja laitteistoista ja asennuksesta. Samalla koottiin sekalaisia kokemuksia laitteistoja myyvien yritysten sekä kiertävien että tarjouksia toimistolta tekevien myyjien toiminnasta. Koska sähköasennuksen hoitava paikallinen yrittäjä oli tiedossa etukäteen, päädyttiin rahoittajan taholta aurinkopaneelien omatoimiasennukseen. Kohteeseen valittiin kiinteistön kesäajan sähkönkulutukseen nähden sopivaksi mitoitettu järjestelmä. Vuonna 2020 käytössä olleiden laskurien perusteella järjestelmän mitoitus oli pienempi kuin vuoden 2022 suosituksissa, koska myyntituotto oli pienempi edullisemmän energian vuoksi.

Aurinkosähköjärjestelmän suurimmat komponentit hankittiin Suomesta mahdollisten takuuasioiden helpottamiseksi. Marraskuussa 2020 raumalainen aikuisopiskelijaporukka tilasi Aurinkopaneelikaupan Black Friday-tarjouksesta lavallisen, eli 32kpl, aurinkosähköpaneeleja, jotka jaettiin kolmeen asuinkiinteistöön. Black Friday-tarjouksessa rahti Raumalle kuului aurinkopaneelilavan hintaan (Taulukko 1). Tarjouksessa oli Hanhwa Qcells-yksikidepaneeli, tyyppi Q.PEAK-G4.1 305 (Liite 1). Samaisesta Black Friday-tarjouksesta työssä seurattavaan kiinteistöön hankittiin Fronius Symo 3.0–3-S Light kolmivaiheinen verkkoinvertteri (Liite 2) sekä asennusmateriaalit aurinkosähköjärjestelmälle. Tarjoushintainen verkkoinvertteri ei sisältänyt Wifi-ominaisuutta, joten Fronius Datamanager-lisäkortti (Liite 3) tilattiin Saksasta.

Taulukko 1. Aurinkosähköjärjestelmän komponenttien hankintahinta.

Komponentti	Hinta € / kpl	Yhteensä / €
Invertteri Fronius Symo 3kW Light	999	999
Fronius Datamanager	226,9	226,9
Profiilipeltikiinnike 30kpl	3	90
Asennuskisko 10kpl	12	120
Aurinkopaneelin päätykiinnike 4kpl	3,5	14
Aurinkopaneelin välikiinnike 18kpl	3,5	63
Tarvikepaketti verkkojärjestelmiin, turva- kytkin, aurinkopaneelikaapeli, MC4 pikalii- tinpari, varoitustarra	78	78
Aurinkopaneeli Hanhwa Q.PEAK-G4.1 305, 10kpl	78	780
Rahdit	29	29
Asennustarvikkeet, putket, ruuvit, yms.	100,1	100,1
Yhteensä		2500

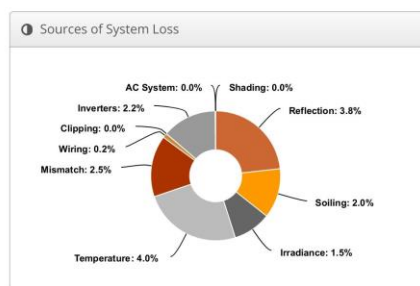
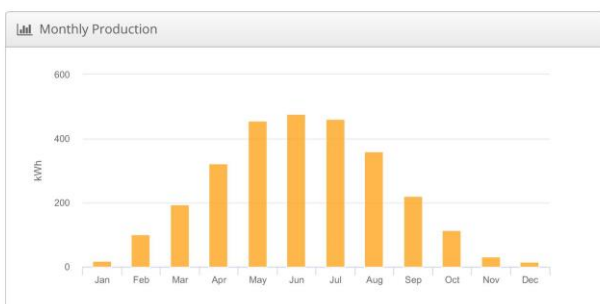
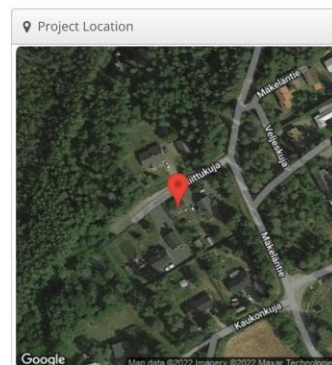
3.3 ASENNUSPAIKAN MÄÄRITTELY TIETOKONEOHJELMISTOLLA

Sijainnin tarkempaa määrittelyä ja tuottoennusteita varten rekisteröitiin yhden kuukauden ilmaiskäyttöön Helioscope. Helioscope on web-perustainen myynnin ja suunnittelun työkalu, jonka avulla voidaan määrittellä mahdolliset asennuspaikat sekä asennuskulmat. Rakennuksessa olevat ilmanvaihtoon kuuluvat putket, savupiippu sekä pihapuut voidaan mallintaa pohjakuvaan ja tarkastella niiden vaikutusta paneelien asennukseen. Paneelien määrän maksimoiminen käytössä olevan pinta-alan mukaan on mahdollista, samalla otetaan huomioon kattotikkaat ja muut kulkuväylät. Myös eri ilmansuuntiin tehtävän asennuksen vaikutus sähköntuottoon voidaan mallintaa ohjelmallisesti. Lopputuloksena saadaan suunnitelma, josta asiakas näkee aurinkopaneelien ja verkkoinvertterin sijainnin, samalla muodostetaan tuotantoennuste yhdelle vuodelle (Kuva 5, kuva 6). (Helioscope, 2022)

Autotallin katto Niittukuja, Niittukuja 2

Report	
Project Name	Niittukuja
Project Description	keinoja oman tuotannon hyödyntämiseen kustannustehokkaasti.
Project Address	Niittukuja 2
Prepared By	Jorma Heinonen jorma.heinonen@student.samk.fi

System Metrics	
Design	Autotallin katto
Module DC Nameplate	3.15 kW
Inverter AC Nameplate	3.00 kW Load Ratio: 1.05
Annual Production	2.775 MWh
Performance Ratio	84.9%
kWh/kWp	880.9
Weather Dataset	TMY, TAMPERE, IVEC Data (epw)
Simulator Version	8906a2a39b-46e86c824f-1d8d0968f1-54a5795f9b



Annual Production

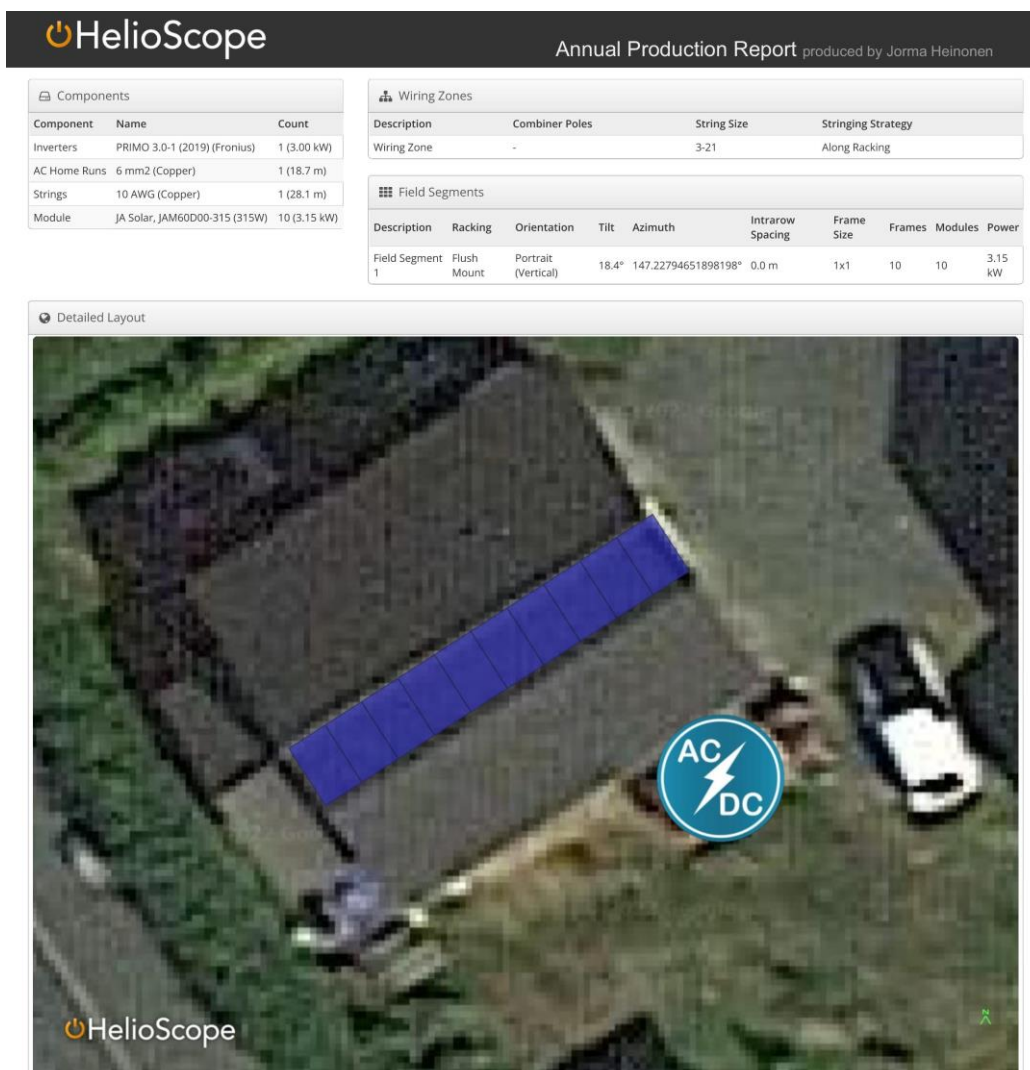
	Description	Output	% Delta
Irradiance (kWh/m ²)	Annual Global Horizontal Irradiance	921.5	
	POA Irradiance	1,037.3	12.6%
	Shaded Irradiance	1,037.3	0.0%
	Irradiance after Reflection	998.3	-3.8%
	Irradiance after Soiling	978.3	-2.0%
	Total Collector Irradiance	978.3	0.0%
Energy (kWh)	Nameplate	3,083.2	
	Output at Irradiance Levels	3,036.1	-1.5%
	Output at Cell Temperature Derate	2,915.1	-4.0%
	Output After Mismatch	2,843.0	-2.5%
	Optimal DC Output	2,837.8	-0.2%
	Constrained DC Output	2,837.8	0.0%
	Inverter Output	2,775.3	-2.2%
	Energy to Grid	2,774.8	0.0%
Temperature Metrics			
	Avg. Operating Ambient Temp	7.9 °C	
	Avg. Operating Cell Temp	18.8 °C	
Simulation Metrics			
	Operating Hours	4617	
	Solved Hours	4617	

Condition Set

Description	Condition Set 1											
Weather Dataset	TMY, TAMPERE, IVEC Data (epw)											
Solar Angle Location	Meteo Lat/Lng											
Transposition Model	Perez Model											
Temperature Model	Sandia Model											
Temperature Model Parameters	Rack Type	a	b	Temperature Delta								
	Fixed Tilt	-3.56	-0.075	3°C								
	Flush Mount	-2.81	-0.0455	0°C								
Soiling (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Irradiation Variance	5%											
Cell Temperature Spread	4° C											
Module Binning Range	-2.5% to 2.5%											
AC System Derate	0.50%											
Module Characterizations	Module	Uploaded By	Characterization									
	JAM60D00-315 (JA Solar)	HelioScope	Spec Sheet Characterization, PAN									
Component Characterizations	Device	Uploaded By	Characterization									

Kuva 5. Asennuspaikka satelliittikuvassa, kuvakaappaus Helioscope-ohjelmasta.

Kuvassa 5 näkyy kartalla kohteeseen asennetut aurinkosähköpaneelit. Asennustavaksi kohteessa oli valittu rakennuksen harjansuuntainen asennus. Ohjelmalla piirrettiin asennuspaikan satelliittikuvaan aurinkopaneelien sijainti (Kuva 6). Sen jälkeen valittiin ylä- ja alareunan keskipiste, jonka mukaan Helioscope määrittä paneelien atsimuuttikulmaksi 147.22° ohjelman käyttöhetkellä.



Kuva 6. Aurinkopaneelien ja verkkoinvertterin asennuspaikat määriteltynä satelliittikuvaan, kuvakaappaus Helioscope-ohjelmasta.

3.4 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN ASENNUS

Paneelien kiinnityskiskojen ja aurinkopaneelien asentaminen katolle tai maatalineeseen on mahdollista tehdä myös itse, työturvallisuus huomioon ottaen. Koska katto oli loiva ja räystäskorkeus alle 3 metriä, aurinkopaneelit saatiin liu'utettua katolle loivaan kulmaan asennettuja alumiinitikkaita pitkin. Aurinkopaneelien asennus tehtiin profiilipeltikatteeseen ruuvattavilla kiinnikeillä, joihin kiinnitettiin 2.18m pituiset asennuskiskot.

Kiskot asennettiin siten, että toinen kisko tulee lähelle paneelien yläosaa ja toinen lähelle alaosaa. Aurinkopaneelit kiinnitettiin kiskoihin päätykiinnikkeillä sekä paneelien väleihin laitettavilla välikiinnikkeillä. Päätykiinnikeitä tarvittiin kiskojen päihin yhteensä 4 kappaletta. Välikiinnikeitä tarvittiin 18 kappaletta 10 paneelia varten. Paneeli nostettiin kiskon päälle, tarkastettiin asennussuunta, painettiin kiinnike yläkautta asennuskiskon uraan ja kiristettiin kuusiokoloavaimella. Asennus itsessään tapahtuu nopeasti ja suurin osa ajasta kuluu siihen, että paneelit saadaan siirrettyä maasta katolle.

Aurinkopaneelien alapuolelle oli teipattu kaapelit, joiden tehtaalla asennetut MC4-pikaliittimet kytkettiin yhteen. Kaapelit kiinnitettiin nippusiteillä asennuskiskoon siten, ettei liittimiin kohdistu vetoa lumen vuoksi. Liittimien asennuksessa huomioitiin, etteivät ne jää sellaiseen asentoon, että niihin pääsisi vettä. Paneelien asennuksen jälkeen liitettiin – ja + aurinkopaneelikaapelit viereisen paneelien liittimiin ja lopuksi tuotiin kaapelivedot verkkoinvertterin lähelle. Tässä kappaleessa selostetut sähköasennustyöt ovat luvanvaraisia ja ne pitää jättää sähköasentajalle.

Verkkoinvertteri asennettiin tarvittavien suojalaitteiden kanssa aurinkopaneelien (Kuva 7) ja talon sähkökeskuksen väliin (Kuva 8). Verkkoinvertterin asennus tulee tehdä invertterivalmistajan asennusohjeiden mukaan, lisäksi tulee huomioida SFS 6000 asennusmääräykset. Froniuksen Symo 3 verkkoinvertterissä on turvakytkin, jolla voidaan erottaa aurinkosähköpaneelit verkkoinvertteristä. Lisäksi verkkoinvertterin ja sähkökeskuksen väliin pitää asentaa turvakytkin takasyöttövaaran vuoksi, siten saadaan verkkoinvertteri erotettua sähköverkosta korjaustöiden ajaksi. Turvakytkin

merkittiin varoitustarralla ja sähkökaapin kylkeen liimattiin takasyöttövaarasta kertova tarralla. (Motiva, Turvallista aurinkosähköä, 2021)

Sähköasennusoikeudet omaava sähköurakoitsija suoritti käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa varten tarvittavat mittaukset ja kytki verkkoinvertterin sähköverkkoon. Sähköverkon omistavalle yritykselle tehtiin pientuotantoilmoitus, johon merkittiin laitteiston omistaja, asennuspaikka, laitteiston tyyppi, nimellisteho kVa/kW, tuotantolaitteiston enimmäisvikavirta A, liittymän mitattu oikosulkuvirta A sekä tuotantolaitteiston asentajan/urakoitsijan tiedot. Kohteeseen asennettuun Froniuksen sähköverkkoon kytkettävään verkkoinvertteriin (Kuva 8) (Liite 2) löytyi valmiiksi Euroopassa hyväksytty tuotantolaitteiden suojausvaatimusdokumentti, Saksalainen vaatimusdokumentti VDE-AR-N 4105 2018-11. Teknisten tietojen mukaan Fronius Symo 3.0 on hyväksytty käytettäväksi kolmivaiheverkoissa, jonka jännite on 220/230 V / 380/400 V ja taajuus 50/60 Hz. (Fronius International GMBH, 2022)

Fronius-verkkoinvertterin käynnistyttyä siihen määriteltiin maatunnus, sähköverkon taajuudeksi asetettiin 50 Hz, lisäksi kellonaika ja päiväys korjattiin. Pienen odottelun jälkeen sähköntuotanto käynnistyi ja verkkoinvertteri ilmoitti näytöllään sen hetkisen sähköntuoton. Sähköntuotannosta pitää tehdä erillinen mikrotuotanto-sopimus sähköä myyvän yhtiön kanssa, jolloin sähkölaskuun tulee hyvitys heidän mahdollisesti ostamastaan ylijäämästä.



Kuva 7. Autotallin katolle asennetut aurinkosähköpaneelit.



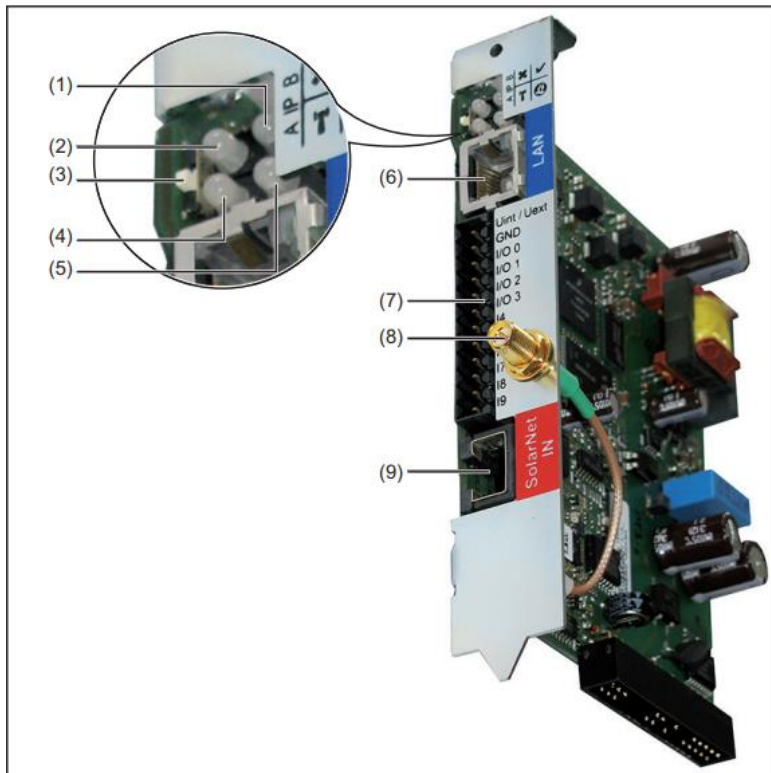
Kuva 8. Verkkoinverterti ja turvakytkin asennettuna sekä varoitustarra sähkökaapin ovessa.

3.5 DATAMANAGER 2.0 JA SEN KÄYTTÖNOTTO

Froniuksen verkkoinvertereissä on mahdollisuus tallentaa dataa Excelin käyttämään CSV-formaattiin USB-tikulle, mutta reaaliaikainen seuranta on helpompi toteuttaa Datamanagerin kautta (Kuva 9). Fronius Datamanager 2.0 (Liite 3) lähettää aurinkokennojärjestelmän antaman datan Fronius Solarweb -verkkoportaaliin Wlanin kautta. Tiedon keruu tapahtuu automaattisesti ja omaa sähköntuotantoa pystytään seuraamaan verkkoinverterin näytöltä sekä tietokoneella ja älypuhelimella Solarweb-sovelluk-

sella. Lisäksi verkkoinvertterin päivitykset voidaan tehdä Wlanin kautta. Korttiin integroitu Modbus RTU SunSpec-, Modbus TCP SunSpec- ja Fronius Solar API (JSON todellisille arvoille) -rajapinnat mahdollistavat Fronius-taajuusmuuttajien liittämisen kolmansien osapuolten järjestelmiin ja toimimisen rinnakkain Fronius Solar.webin kanssa. (Fronius International GMBH, 2022)

Lisäkortti asennettiin sammutetun verkkoinvertterin sisällä olevaan korttipaikkaan. Invertterin käynnistyksen jälkeen sen asetuksista valittiin Setup ja aktivoitiin Wifi. Kohteessa ei ollut asennettuna muita aurinkosähkölaitteistoja, joten verkkoinvertteri liitettiin läheiseen Wlan-verkkoon. Kytkeä voidaan tarvittaessa tehdä myös Lan-verkkoon RJ45-kaapelilla. Vihreänä palava led, kuvassa numero 2, kertoo että yhteys lisäkorttiin toimii. Wlanin kautta mentiin tietokoneella IP-osoitteeseen 169.251.0.180, joka on kortissa oletuksena. Jos se on varattu muille laitteille, voidaan yhdistää IP-osoitteeseen 192.168.1.180. Käytettävä osoite valittiin IP-katkaisijasta, kuvassa numero 3. Invertteri näytti ruudullaan salasanan, jonka syöttämisen jälkeen määriteltiin asetukset Solarweb-ohjelmaan.

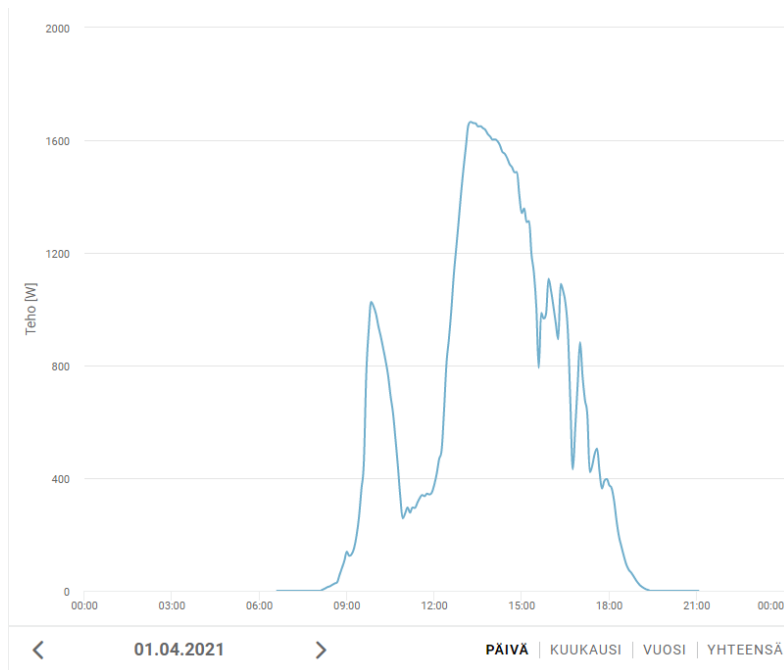


Kuva 9. Fronius Datamanager-lisäkortti. (Fronius International GMBH, 2022)

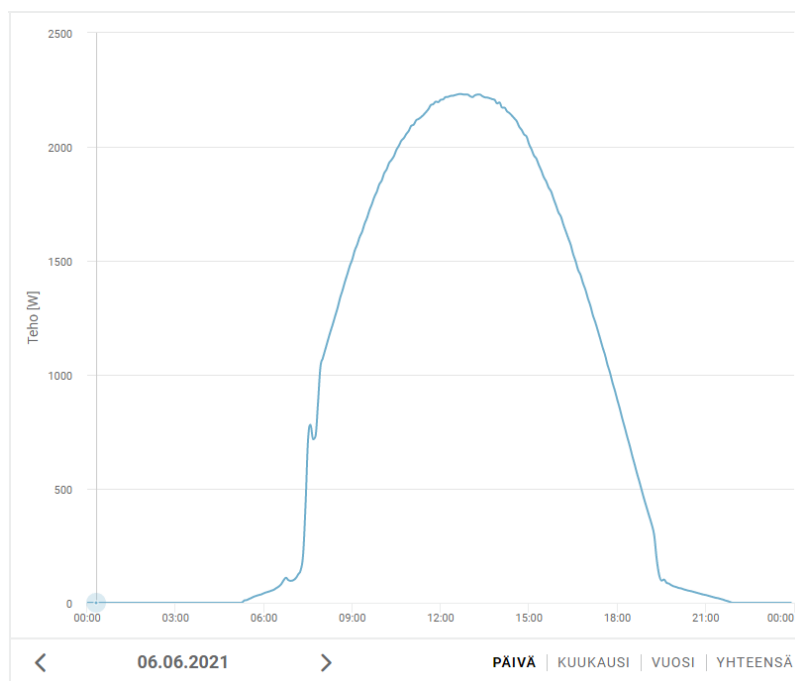
3.6 AURINKOPANEELEITA HAITTAAVAT VARJOSTUKSET

Puiden ja rakennusten varjostukset pienentävät paneeleille tulevaa suoraa auringonpaistetta ja tuotannon muodostusta. Yhden verkkoinvertterin taakse sarjaan kytkettyjen aurinkosähköpaneelien teho riippuu huonoimmin tuottavan paneelin tehosta, jolloin yksikin aurinkosähköpaneelija varjostava puu vaikuttaa tuottoa alentavasti. Jos kohteessa on useita puita tai rakennuksien osia suoran auringonpaisteen edessä, voidaan käyttää erilaisia aurinkosähköpaneeleja sekä mikroinverttereitä. Silloin jokainen aurinkosähköpaneeli toimii itsekseen muista riippumatta ja tuotanto laskee vain varjossa olevan paneelin osalta.

Kuvissa 10 ja 11 olevat aurinkosähkön tuotannon tiedot saatiin Fronius Solarweb-sovelluksesta. Kuvassa 10 näkyy selkeästi puun latvan aiheuttaman varjostuksen vaikutus ja tuotannon putoaminen varjon osuessa paneeliriviin. Kuvassa 11 näkyvä aurinkosähkön tuottokäyrä on melko tasainen puun kaadon jälkeen. (Fronius International GmbH, 2022)



Kuva 10. Pihakoivun latvan varjon vaikutus aurinkosähköpaneelien sähköntuottoon, kuvakaappaus Fronius Solarweb-tietokoneohjelmasta 01.04.2021, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto.



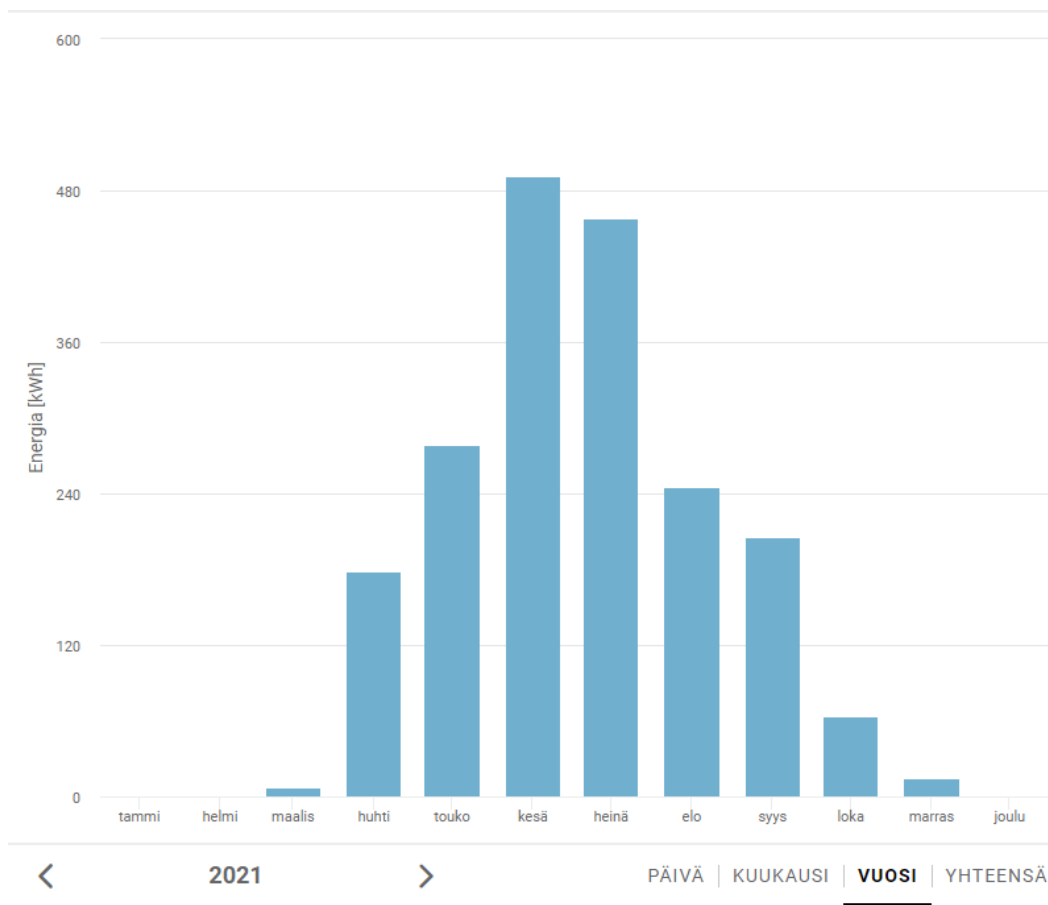
Kuva 11. Sähköntuotto aurinkopaneelisiin kohdistuvien varjojen poiston jälkeen, kuvakaappaus Fronius Solarweb-tietokoneohjelmasta 06.06.2021, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto.

4 TUOTANNON ARVIOINTI JA SEURANTA

4.1 VUOSI- JA KUUKAUSIENNUSTEEN TOTEUTUMINEN

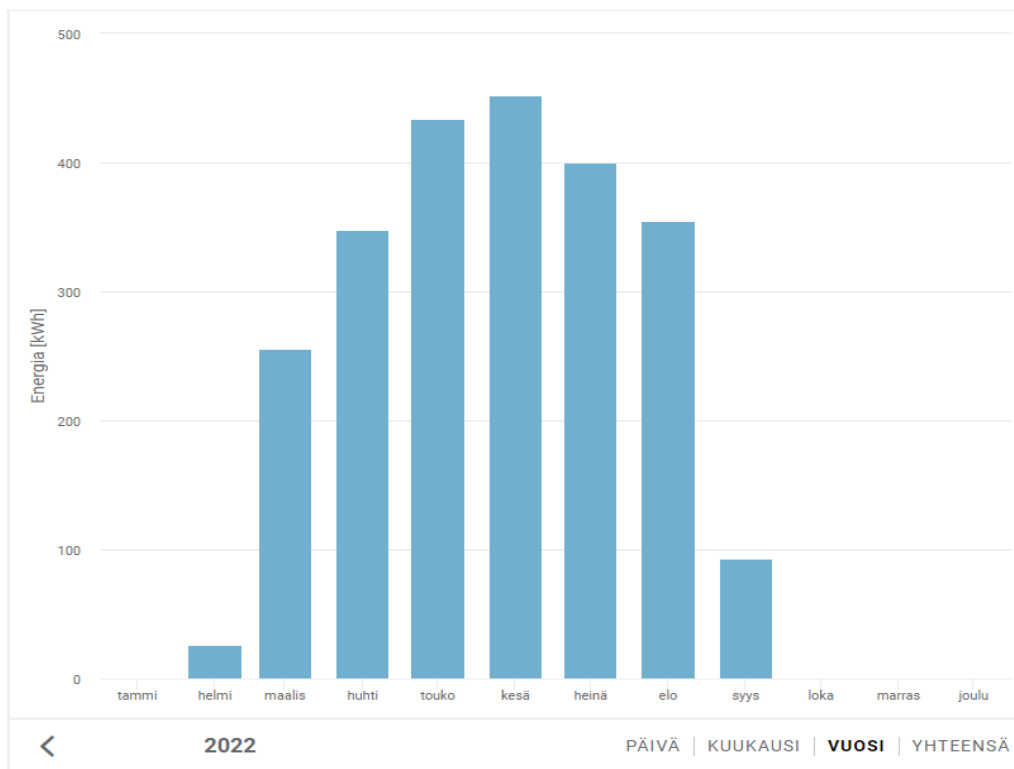
Aurinkosähkön tuotannon ennustaminen ja seuranta tapahtuvat helposti Fronius Solarweb-ohjelmalla netin kautta eripituisilta ajanjaksoilta. Vuosittainen arvio perustuu aiempien vuosien kuukausittaiseen auringonsäteilyn määrään. Tuotantoa tarkemmin seuraamalla saadaan laskettua vuodessa tuotetun/kulutetun/myydyn/ostetun sähköenergian arvo. Vuorokausiennusteita seuraamalla voidaan ajastaa kodinkoneita siten, että tuotanto menee omaan käyttöön. Helioscopella arvioitiin karkeasti koko vuoden tuotanto, jota laskelman mukaan saataisiin 2775 kWh/a. Froniuksen Solarweb-soveluksen antamien lukujen mukaan vuoden toteutunut tuotanto on keskimäärin 2349 kWh/a. (Fronius International GmbH, 2022)

Tammi- ja joulukuun sähköntuotto loivalle katolle asennetuilla paneeleilla on käytännössä nolla. Kuvissa 11 ja 12 näkyy selvästi toteutuneen aurinkosähköntuotannon vaihtelu kuukausien välillä eri vuosina, lyhyestä 16 kuukauden seurannasta huolimatta. Kuvassa 11 näkyy vuoden 2021 toteutunut aurinkosähkön tuotanto, joka alkoi huhtikuussa laitteiston kytkennän jälkeen. Kesäkuussa tuotto oli korkein ja elokuussa tuotanto putosi puoleen kesäkuusta. (Fronius Solarweb, 2022)



Kuva 11. Aurinkosähkön oma tuotanto 2021, kuvakaappaus Fronius Solarweb-tietokoneohjelmasta 01.08.2022, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto.

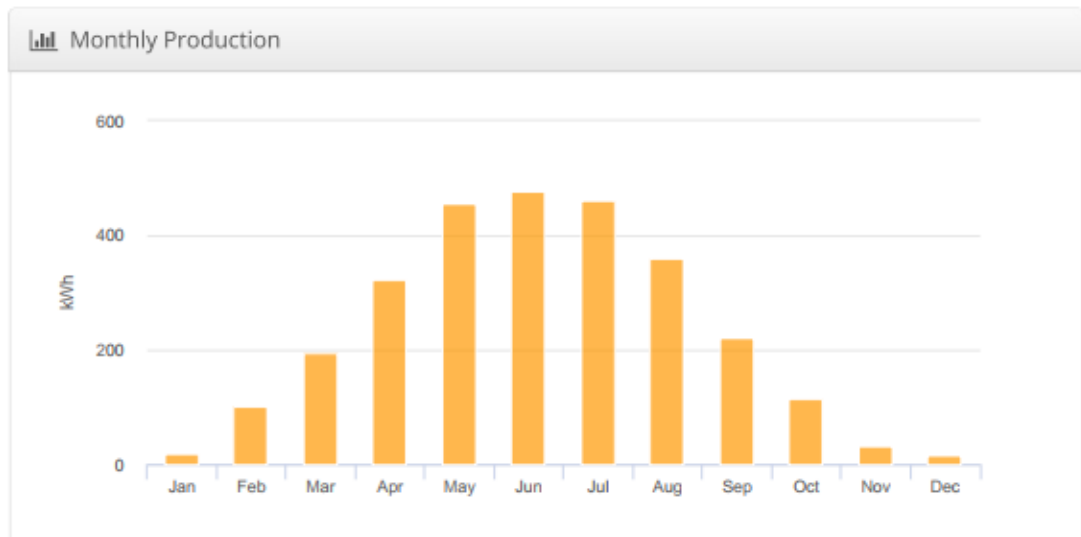
Kuvassa 12 on toteutunut sähkön oma tuotanto vuodelta 2022, päättyen elokuun tuotantoon. Elokuu oli pääosin poutainen ja kuukauden tuotanto ylitti edellisen vuoden selvästi. Syyskuun alussa tehdyssä taulukossa näkyy aurinkoisen ja poutaisen sään jatkuminen. (Fronius Solarweb, 2022)



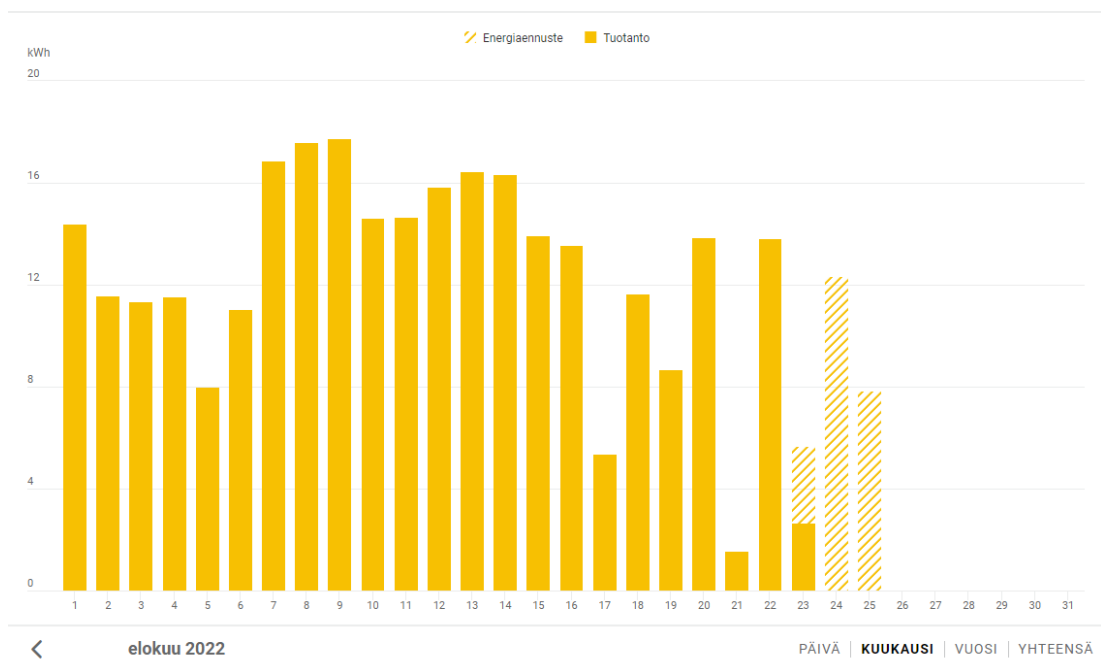
Kuva 12. Aurinkosähkön vuosituotto 2022, kuvakaappaus Fronius Solarweb-tietokoneohjelmasta 09.09.2022, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto.

Ennusteet perustuvat pitkän ajan taulukoihin ja sen vuoksi pylväskaavio on tasaisempi. Näitä hyödyntämällä voidaan arvioida aurinkosähkölaitteille kuukausittainen ja vuotuinen tuotto.

Ennusteen ja toteutuneen välillä on suuria eroja, koska sateisena kesänä tuotto jää pienemmäksi, kuten kuvista 12 ja 13 voidaan päätellä. Kuvassa 14 esitetään yhden kuukauden ajalta tuotanto ja ennuste vuorokauden tarkkuudella. (Fronius Solarweb, 2022)



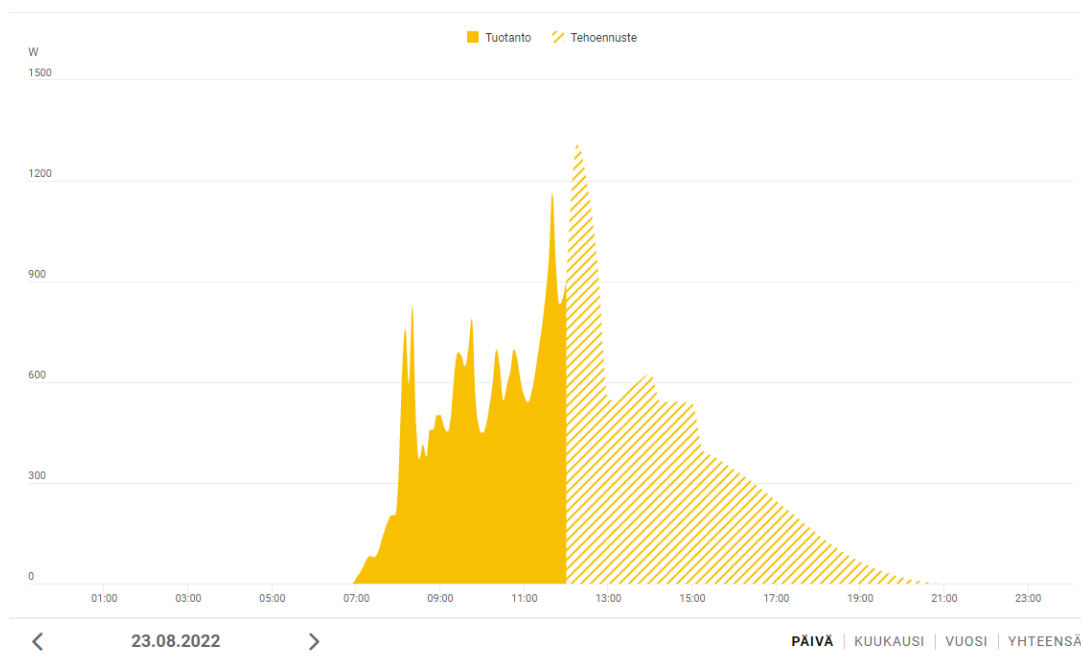
Kuva 13. Aurinkosähkön vuosiennuste 2022, kuvakaappaus Solarweb-tietokoneohjelmasta 08.08.2022, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto/energiaennuste.



Kuva 14. Elokuun 2022 toteuma ja ennuste, kuvakaappaus Solarweb-tietokoneohjelmasta 08.08.2022, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto/energiaennuste.

4.2 VUOROKAUSIKOHTAISET ENNUSTEET

Päiväkohtaisen ennusteen saa Froniuksen Solarweb-sovelluksesta, kuva 15 näyttää päivän aikana tuotetun sähköenergian määrän ja antaa ennusteen loppupäivästä. Kun halutaan optimoida oman tuotannon käyttö, voidaan päiväennustetta hyväksi käyttäen ajastaa sähköä kuluttavien laitteiden toimintaa. Kesällä hyödynnettiin omaa tuotantoa pesukoneiden käyttöön ja asuintilojen jäähdytykseen ilmalämpöpumpulla. (Fronius Solarweb, 2022)



Kuva 5. Vuorokauden aikana tuotettavan energian seuranta ja arviointi, kuvakaappaus Solarweb-tietokoneohjelmasta 23.08.2022, energiatasapaino/aurinkosähkön tuotanto/tehoennuste.

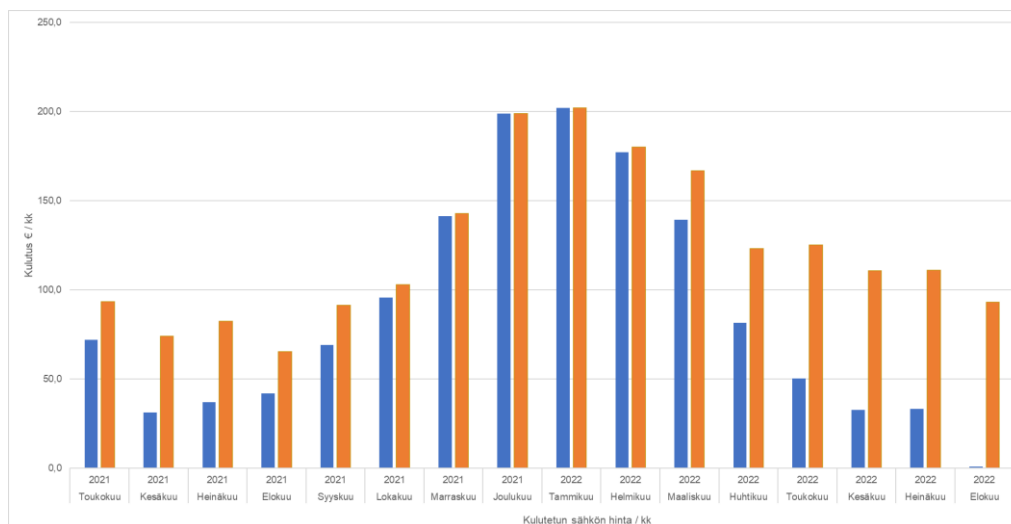
5 LAITTEISTON TAKAISINMAKSUAIKA

5.1 AURINKOPANEELIEN VAIKUTUS SÄHKÖLASKUUN

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuutta mitattaessa pitää ottaa huomioon kaikki kulutettavan sähkön hintaan vaikuttavat seikat, koska itse tuotetusta sähköstä ei makseta kulutusmaksua, siirtomaksua eikä sähköveroa. Aurinkosähkö on kannattavinta silloin, kun sillä vähennetään sähkön ostamista. Mukana laskelmassa ovat siirtomaksut, sähkövero, huoltovarmuusmaksu, perusmaksu 3x25 A sähköliittymästä sekä kulutetun sähkön hinta. Kokonaiskulutusta ja kuukauden sähkölaskua on pienentänyt omaan käyttöön tuotettu sähkö. Elokuussa 2022 energianhinta oli kohonnut niin paljon, että Spot-hintaan myydyn tuotannon arvo on kattanut myös siirtomaksujen osuuden. Työssä tutkitussa kohteessa ostohinta on kiinteä ja myyntihinta Spot-hinnan mukainen.

Taulukossa 2 on esitetty kulutetusta sähköstä kuukausittain maksettu hinta sinisissä palkeissa. Tässä on huomioitu oman tuotannon osuus sekä ostetun energian määrä. Oransseissa palkeissa on esitetty tilanne ilman aurinkopaneelien tuottoa ja laskelmassa on käytetty kokonaiskulutusta. Vertailussa näkyy selvästi kesän 2022 energianhinnan kohoamisen vaikutus sähkölaskuun. Elokuussa 2022 myynnistä saatu tuotto kattoi myös perusmaksut, jolloin kuukauden sähkölasku oli 1 €. (Liite 4).

Taulukko 2. Aurinkopaneelien vaikutus kulutetusta sähköstä maksettuun hintaan.

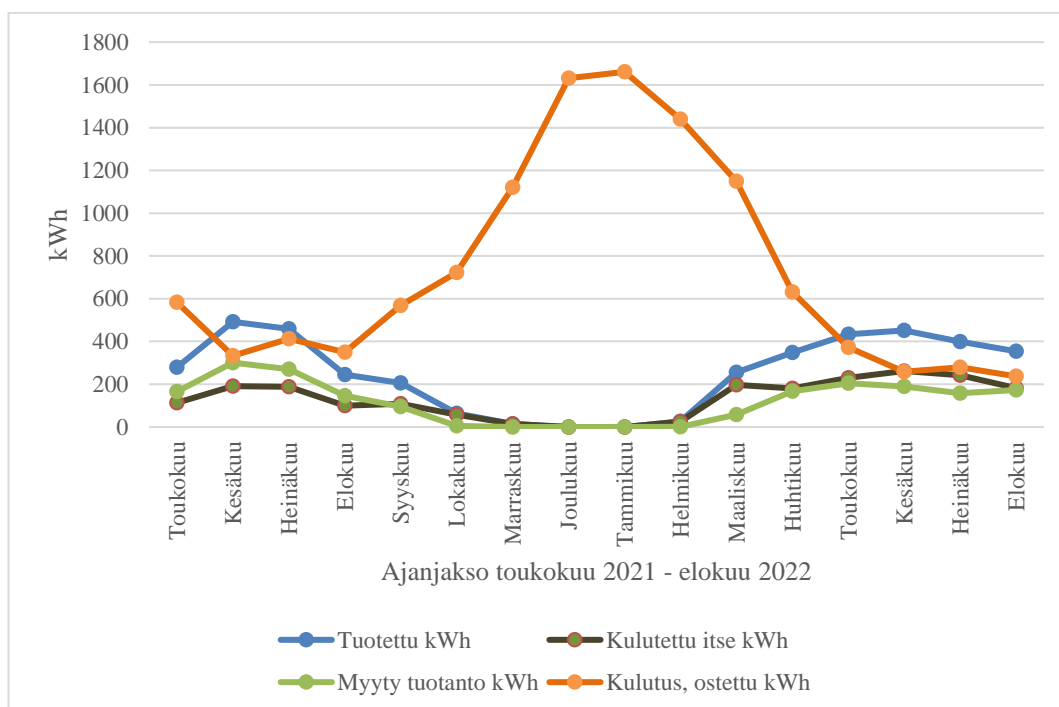


5.2 TOTEUTUNUT SÄHKÖN TUOTTO/OSTO/KULUTUS

Laskennassa otettiin huomioon kuukausittainen sähkönkulutus (Taulukko 3), josta vähennettiin oma tuotanto. Omasta tuotannosta osa meni myyntiin, koska kulutus oli vähäisempää keskipäivällä. Yöllä joudutaan ostamaan sähköä, koska kylmälaitteiden, ilmanvaihtokoneen puhaltimien ja sähkölaitteiden valmiustilojen ylläpito vie 0,5 kWh tunnissa.

Sähkönkulutuksesta saa tietoa omalta sähkönmyyjältä. Taulukoiden lähtötiedoissa on käytetty Omavoiman nettisivustoa, josta saatavaa Excel-dataa voidaan hyödyntää taulukkolaskennan keinoin.

Taulukko 3. Sähkönkulutus seurantajaksolla.

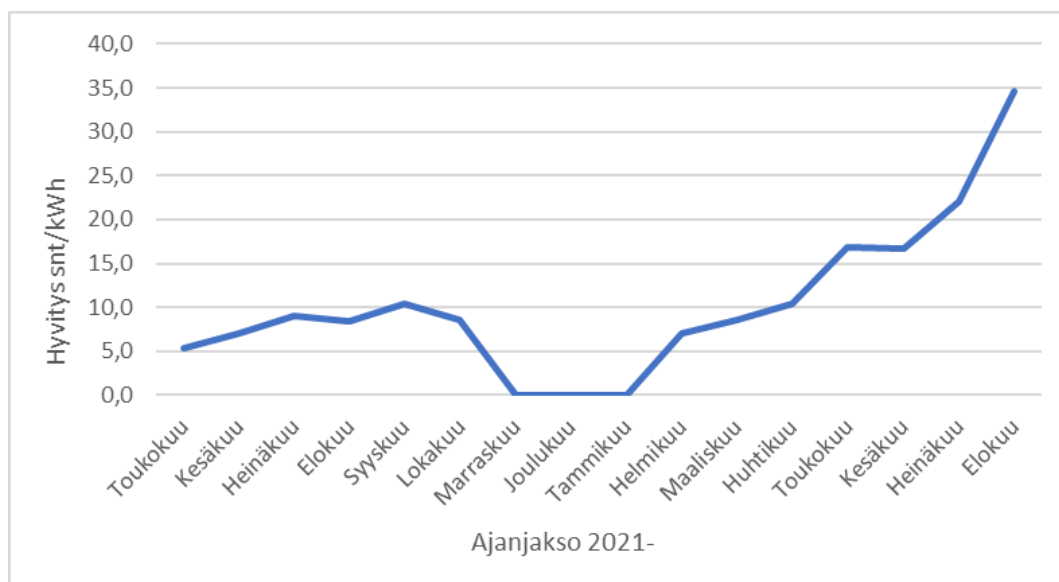


5.3 MYYNTIIN MENEVÄ YLIJÄÄMÄ JA SEN TUOTTO

Kiinteistön sähkön tarve vaihtelee eikä aina ole yhtä suurta kuin sähköntuotanto, joten välillä kertyy ylijäämää. Kotitalouksissa pyykin- ja astianpesukoneiden ajastimilla voidaan hyödyntää keskipäivän tuotantoa omaan käyttöön. Tuotannon ylijäämä olisi myös mahdollista hyödyntää itse ohjaamalla se lämminvesivaraajan lämmittämiseen. Kulutuksen ja tuotannon tasapainottamiseen löytyy valmiita laitteita ja aiheestakin on tehty useita insinööritöitä. Ylijäämä voidaan myös myydä sähkönmyyjälle erikseen tehtävän mikrotuotannon ostosopimuksen mukaisesti. Sähköstä saatava hyvitys on sidottu pörssisähkön hintojen kehitykseen ja aiemmin on ollut kannattavaa käyttää tuotanto itse. Vuonna 2022 itse tuotetun ja myydyin aurinkosähkön hinta on ollut suurempi kuin ostosähköllä. Oma tuotanto ajoittuu sopivasti keskipäivään, jonka tuntihinta on kallein.

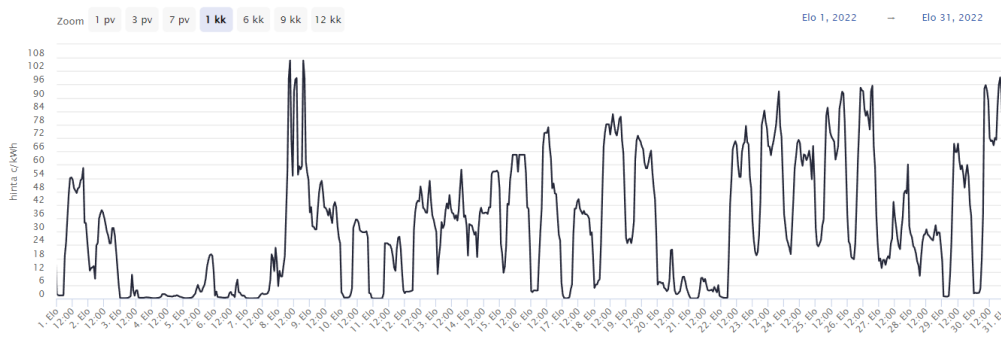
Seuraavissa taulukoissa 4, 5 ja 6, on käytetty Suomen arvonlisäverollista hintaa. Taulukossa 4 näkyy sähköyhtiön hyvittämän energian hinta snt/kWh. Kesän 2021 hyvitys on ollut alle 10 snt/kWh ja loppukesällä 2022 hyvitys on 35 snt/kWh.

Taulukko 4. Sähköyhtiön maksama hyvitys on noussut huomattavasti vuonna 2022.

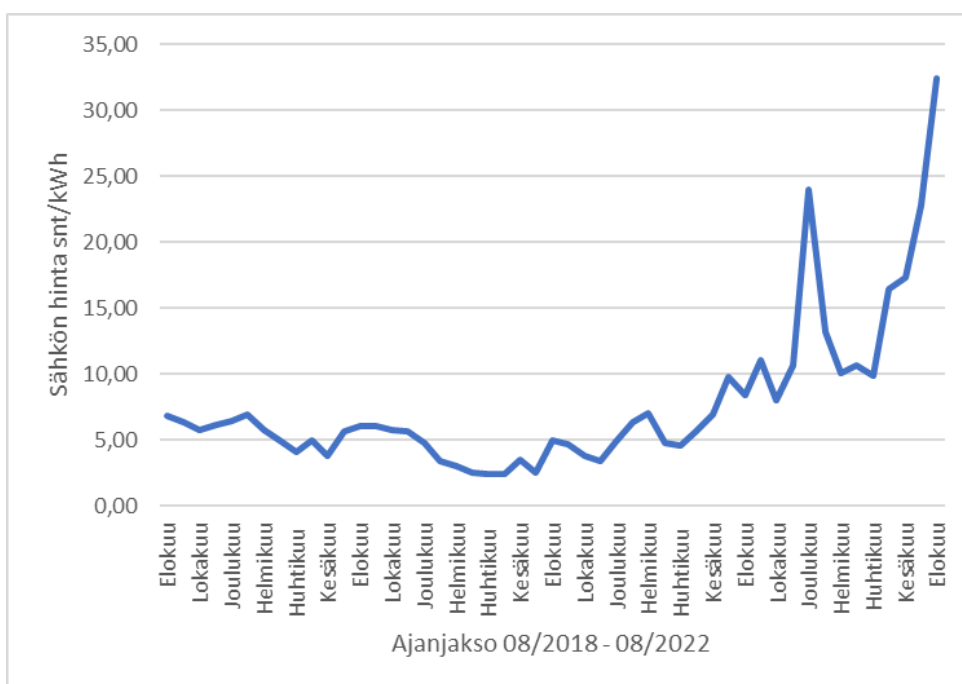


Taulukoissa 5 ja 6 esitetään sähköpörssin Spot-hinta, jolla sähköenergiaa myytiin. Taulukko 5 esittää sähköhinnan vaihtelua vuorokauden tarkkuudella elokuussa vuonna 2022. Vuorokausierot hinnassa ovat huomattavia ja vaihteluväli on 0 € ja 108 € välillä. Taulukossa 6 esitetään hinnan vaihtelu elokuun 2018 ja elokuun 2022 välillä. Pörssisähkön hinnassa näkyy syyskuussa 2021 alkanut energianhinnan kohoaminen usean vuoden mittaisen tasaisen jakson jälkeen. (Lehtonen, 2022)

Taulukko 5. Esimerkki Suomen alueellisesta Spot-hinnan vaihtelusta, elokuu 2022.



Taulukko 6. Esimerkki Suomen alueellisesta Spot-hinnan vaihtelusta, alkaen elokuusta 2018.



5.4 SÄHKÖNTUOTANNON VAIHE- JA AIKANETOTUS

Aurinkosähkön tuottajat saavat ylijäämäenergiasta sähköyhtiöiltä hyvitystä. Käytännöt vaihtelevat ja osalla sähköverkkoyhtiöistä sähkön mittauksessa kulutuksen ja tuoton eroa tarkastellaan vaihekohtaisesti, kun taas toisella yhtiöllä käytetään vaihenetotusta. (Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen, 2022)

Yksivaiheinen invertteri kytketään verkon yhteen vaiheeseen kolmesta mahdollisesta. Tämän vuoksi tuotettua aurinkosähköä voivat hyödyntää vain kyseiseen vaiheeseen kytketyt kiinteät sähkölaitteet tai vaiheeseen kytkettyä pistorasiaa käyttävät kojeet. Kahteen muuhun vaiheeseen kytketyt sähkölaitteet toimivat ostosähköllä, jolloin on mahdollista, että samaan aikaan toimitaan sekä sähkönmyyjänä että sähkönostajana. (Motiva, verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä, 2022)

Kolmivaiheinen aurinkosähköjärjestelmän invertteri syöttää sähköä kaikkiin käyttökohteen sähkölaitteisiin, koska se palvelee verkon kaikkia kolmea vaihetta. Käytännössä sähkö kulkee kolmessa vaiheessa, mutta yksivaiheisia kuormia on usein kytketty epätasaisesti eri vaiheiden kesken. Vaihenetotuksessa aurinkosähkön tuotanto sekä kulutus lasketaan kaikista kolmesta vaiheesta yhteen. Vaihenetotusta käyttävillä sähköyhtiöillä itse tuotetun aurinkosähkön osuus itse kulutetusta sähköstä tulee suuremmaksi, joten kolmivaiheisella invertterillä aurinkosähköjärjestelmästä saavutetaan suurin hyöty. Aurinkosähkön tuottajalle se merkitsee pienempää sähkölaskua. (Motiva, verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä, 2022)

Lainsäädäntö mahdollistaa tällä hetkellä aurinkosähkön yhden (1) tunnin mittaisen tasejakson sisäisen netotuksen, jonka osa sähköverkkoyhtiöistä on jo ottanut käyttöön. Jos tunnin aikana tuotetaan 3 kWh aurinkosähköä ja sähkönkulutus on yhdessä vaiheessa samaan aikaan 2,5 kWh, lasketaan sähköverkkoon myydyksi 0,5 kWh. Netotuksessa ei välitetä siitä, mihin vaiheisiin sähkönkulutus ja sähköntuotanto jakautuvat, joten myytävää ylijäämäsähköä syntyy vähemmän ja suurempi osa tuotannosta hyödynnetään itse. Aurinkosähkön pientuottajia hyödyttävä nettolaskenta on muuttumassa 22.5.2023 alkaen 15 min mittaiseksi.

(Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen, 2022)

6 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

6.1 SÄHKÖSOPIMUKSIEN VAIKUTUS SÄHKÖLASKUUN

Tutkittavassa kohteessa on keväällä 2022 Rauman Omavoiman kanssa tehty sähköso-
pimus, jonka perusmaksu on 4 €/kk ja ostetun sähköenergian hinta on 10.9 snt/kWh.
Laskentataulukossa, Liite 4 ja 5, on käytetty vertailussa Oomi Oy:n syksyllä 2022 tar-
joamaa yleissähkö-sopimusta, jossa perusmaksu on 4,9 €/kk ja ostetun sähköenergian
hinta 38,9 snt/kWh. Marras-, joului- ja tammikuu on jätetty pois vertailusta, koska
omaa aurinkosähköntuotantoa ei käytännössä ole.

Oman tuotannon hyödyksi 9 kuukauden aikana Omavoiman asiakkaalle kertyi laskel-
massa 476,5 € ja ostosähköstä maksettavaksi jäi 956 €. Kalliimmalla Oomin sähköso-
pimuksella oman tuotannon hyödyksi 9 kuukauden aikana kertyisi laskelmassa 897,7
€ ja ostosähköstä jäisi maksettavaa 2543,5 €.

Itse tuotetun sähkön määräksi saatiin 2554 kWh 12 kuukauden aikana. Myyntiin siitä
meni 1502 kWh ja ostettua energiaa tarvittiin 10070 kWh. Omaan käyttöön saatiin
käytettyä $2554 \text{ kWh} - 1052 \text{ kWh} = 1502 \text{ kWh}$. Koko vuoden sähköenergian tarve oli
 $10070 \text{ kWh} + 1502 \text{ kWh} = 11572 \text{ kWh}$. Tänä aikana omavaraisuusaste oli $1502 \times 100 / 11572 = 13 \%$. Jos ylijäämä olisi kokonaan hyödynnetty esimerkiksi energiavaraajan
lämmittämiseen, olisi omavaraisuusaste ollut $2554 \times 100 / 11572 = 22 \%$.

Kohteeseen asennetun 2500 € maksaneen aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksu-
ajaksi saadaan vertailussa noin 5 vuotta edullisemmalla sähköso-
pimuksella ja 2,8 vuotta syksyllä 2022 tarjotun sähköso-
pimuksen hinnoilla. Edullisesti hankitun aurin-
kosähköjärjestelmän investointi osoittautui taloudellisesti kannattavaksi.

Takaisinmaksuaikaa voidaan verrata esimerkiksi Solarum Suomi Oy:n 3.12 kWp pa-
kettihintaan, joka on hinta alkaen 6900 € asennettuna. Tuotto on noin 2 % suurempi,
jonka vaikutus laskelmassa on 15 € vuodessa. Vertailussa käytetyn aurinkosähköjär-

jestelmän takaisinmaksuajaksi saadaan vertailun edullisemman sähkösopimuksen mukaan laskettuna 14 vuotta ja kalliimman sähkösopimuksen mukaan laskettuna 7,6 vuotta.

(Solarumkauppa – aurinkovoimala)

Energiantuonti Venäjältä Eurooppaan väheni sodan ja pakotteiden vuoksi, joten energianhinnan vakaus ja ennustettavuus poikkeavat aiemmista vuosista. Aurinkosähkölaitteiden takaisinmaksuaika lyhenee ja sijoituksen kannattavuus paranee huomattavasti, jos energianhinta pysyy korkealla tulevina vuosina. Aurinkosähkölaitteiden aurinkopaneelin luvataan tuottavan sähköä 25 vuotta (Liite 1), mutta tuoton arvioidaan laskevan vuosittain noin 1 %. Uuden tekniikan ja paneelien hyötysuhteen nopean kehittymisen ansiosta asiasta ei ole vielä voitu tehdä tarkkaa tutkimusta.

6.2 AURINKOPANEELIEN VAIKUTUS KIINTEISTÖN ARVOON

Amerikkalaisten toukokuussa 2022 tekemän tutkimuksen mukaan (<https://electrek.co/>) vihreän kodin arvonnousu Floridassa, Tennesseessä, Alabamassa ja Texasissa saattaa jopa tuplata talon arvon. Useissa osavaltioissa, kuten Washingtonissa ja Kaliforniassa, arvonnousuksi arvioidaan kuitenkin vain 1 %. Tutkimuksen mukaan keskimääräinen energiansäästö on 1587 € ja takaisinmaksuaika hieman yli 7 vuotta.

(Elektrek.co - here's how americans feel about rooftop solar and how it affects their house values)

Suomessa Oikotien omakotitalojen myynti-ilmoituksissa mainitaan myyntitekstissä muutamien asuntojen katoille asennetut aurinkosähkölaitteet, jotka osassa myös näkyvät myyntikuvissa (Kuva 16). Talon haluttavuutta nostetaan mainostamalla järjestelmän tehoa ja arvioimalla vuotuinen tuotto reilusti yläkanttiin.

Monissa uusissa omakotitaloissa on rakennusvaiheessa asennettu aurinkosähkölaitteet sekä poistoilmalämpöpumppu. Naantalin asuntomessuilla 2022 yhtenä teemanäyttelynä esiteltiin energiansäästöä. Valitettavasti rakennuslupa- tai myyntikuvissa ei tullut ilmi järjestelmien kokoja.

Osa kiinteistöjen myynti-ilmoituksissa mainituista sähköä tuottavista laitteistoista paljastuvat kuvissa aurinkolämpökeräimiksi, joilla voidaan lämmittää käyttövettä. Muutamissa myynti-ilmoituksissa mainitaan aurinkopaneelit, joita ilmoituksien myyntikuvissa ei ole. Joissain ilmoituksissa kiinteistövälittäjien mukaan kiinteistössä on potentiaalia energiansäästöön, että taloissa olisi mahdollisuus laittaa aurinkopaneelit katolle. (Oikotie, 2022)



Kuva 16. Aurinkosähköjärjestelmän mainostaminen asunnonmyynnissä (Oikotie, 2022)

7 YHTEENVETO

Ennen työn kohteena olevan aurinkosähköjärjestelmän hankintaa kannattavuuslaskelmia laskureilla tehdessä takaisinmaksuajaksi saatiin noin 10 vuotta. Energianhinnan noustessa jyrkästi 2021 ja jatkaessa nousuaan 2022, asennettujen järjestelmien omistaminen muuttui kannattavaksi takaisinmaksuajan lyhennyttyä viiteen vuoteen. Koska asennettavien aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat nousseet vuonna 2022, oletettu takaisinmaksuaika on pidentynyt kymmenestä vuodesta viiteentoista.

Vuonna 2022 oli kannattavampaa myydä ylijäämä sähköpörssin hintaan, kuin käyttää tuotettu sähkö itse. Tilanne todennäköisesti tulee muuttumaan, kun Olkiluodon OL3-reaktori alkaa tuottamaan täyden kapasiteettinsa verran sähköä.

Työn kohteena olleen kiinteistön energiaomavaraisuutta täytyy parantaa, kun pientuotannosta ylijääneen ja myydyn sähköenergian hinta laskee jälleen ostoenergian hinnan alle. Laskennallinen energiaomavaraisuus oli vain 13 %, kun mahdollisuus olisi 22 %:iin. Kiinteistössä on 700-litran lämminvesivaraaja, joka pitäisi korvata hybridivaraajalla, jossa on valmius aurinkosähköllä toimivan lämmitysvastuksen liitännään. Uuteen hybridivaraajaan voitaisiin kytkeä alaosaan lämmitysvastus, jota ohjataan tuotetun ja ylijäämäläisen sähkönkulutuksen mukaan päälle. Siten saataisiin oma tuotanto paremmin hyödynnettyä kesäaikaan.

LÄHTEET

Energiavirasto. (20. 6 2022). *Energiaviraston sivusto*. Noudettu osoitteesta <https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-kapasiteetti-kasvoi-suomessa-yli-100-megawattia-vuonna-2021>

Fingrid. (1. 9 2022). *Fingrid aurinkovoima*. Noudettu osoitteesta <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/aurinkovoima/>

Fronius International GMBH. (2022). *Fronius Datamanager 2.0*. Noudettu osoitteesta <https://www.fronius.com/fi-fi/finland/aurinkoenergiaa/asentajat-ja-kumppanit/tekniset-tiedot/kaikki-tuotteet/jarjestelmanvalvonta/laitteisto/fronius-datamanager-2-0/fronius-datamanager-2-0>

Fronius International GmbH. (2022). *Fronius solar.web*. Noudettu osoitteesta <https://www.solarweb.com/>

Fronius International GMBH. (2022). *Fronius Symo 3.0*. Noudettu osoitteesta <https://www.fronius.com/fi-fi/finland/aurinkoenergiaa/asentajat-ja-kumppanit/tekniset-tiedot/kaikki-tuotteet/invertteri/fronius-symo/fronius-symo-3-0-3-m>

Fronius Solarweb. (08 2022). *Tuotanto*. Noudettu osoitteesta <https://www.solarweb.com/>

Helioscope. (2022). *HelioScope by Aurora Solar*. Noudettu osoitteesta <https://www.helioscope.com/>

Lehtonen, S. (2022). *Pörssisähkön hinta*. Haettu 1. 9 2022 osoitteesta Pörssisähkön hinta: <https://sahko.tk/>

Lewis, M. (12. 2 2022). *Electrek is a news and commentary site that is tracking, analyzing, and breaking news on the transition from fossil-fuel transport to electric transport*. Noudettu osoitteesta [Here's how Americans feel about rooftop solar and how it affects their house values \(electrek.co\)](https://electrek.co/)

Motiva, Auringonsäteilyn määrä Suomessa. (22. 8 2022). *Auringonsäteilyn määrä Suomessa*. Noudettu osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa

Motiva, aurinkosähköjärjestelmän mitoittaminen. (2. 8 2022). *Sähköverkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän mitoitus*. Noudettu osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/verkkoon_kytetty_vai_verkkoon_kytkematon_jarjestelma

Motiva, Turvallista aurinkosähköä. (2. 7 2021). *Turvallista aurinkosähköä*. Noudettu osoitteesta https://www.motiva.fi/ajankohtaista/uutiset/uutiset_2021/turvallista_aurinkosahkoa_-_jarjestelman_suunnittelijan_ja_toimittajan_ohje_on_julkaistu.17159.news

Motiva, verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. (16. 8 2022). *Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä*. Noudettu osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma

Oikotie. (1. 9 2022). *Oikotie Asumnot*. Haettu 1. 9 2022 osoitteesta <https://tinyurl.com/r3nref55>

Renor Oy. (14. 2 2017). *Renor*. Noudettu osoitteesta <https://www.renor.fi/uutiset/2018/porin-puuvillaan-suuri-aurinkosahkovoimala>

Solarsena. (26. 4 2021). *Solar Azimuth Angle Calculator & Solar Panels*. Noudettu osoitteesta <https://solarsena.com/solar-azimuth-angle-calculator-solar-panels/>

Solarun Suomi Oy. (2022). *Solarun energiaa auringosta*. Noudettu osoitteesta <https://www.solarumkauppa.fi/product/40/aurinkovoimala-312-kw-alk-6900>

Teollisuuden Voima Oyj. (1. 9 2022). *Sähköntuotantomme nyt*. Noudettu osoitteesta <https://www.tvo.fi/>

Verohallinto. (1. 9 2022). *Kotitalousvähennys*. Noudettu osoitteesta <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/tulot-ja-vahennykset/kotitalousvahennys/>



The new high-performance module Q.PEAK-G4.1 is the ideal solution for all applications thanks to its innovative cell technology Q.ANTUM. The world-record cell design was developed to achieve the best performance under real conditions – even with low radiation intensity and on clear, hot summer days.

- LOW ELECTRICITY GENERATION COSTS**
Higher yield per surface area, lower BOS costs, higher power classes, and an efficiency rate of up to 18.6%.
- INNOVATIVE ALL-WEATHER TECHNOLOGY**
Optimal yields, whatever the weather with excellent low-light and temperature behavior.
- ENDURING HIGH PERFORMANCE**
Long-term yield security with Anti LID technology, Anti PID Technology¹, Hot-Spot Protect and Traceable Quality Tra.Q™.
- EXTREME WEATHER RATING**
High-tech aluminum alloy frame, certified for high snow (5400 Pa) and wind loads (4000 Pa) regarding IEC.
- MAXIMUM COST REDUCTIONS**
Up to 10% lower logistics costs due to higher module capacity per box.
- A RELIABLE INVESTMENT**
Inclusive 12-year product warranty and 25-year linear performance guarantee².

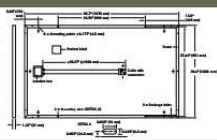


THE IDEAL SOLUTION FOR:
Roof-top areas on residential buildings

Engineered in Germany

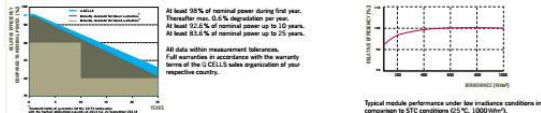


MECHANICAL SPECIFICATION	
Format	65.7 in x 39.4 in x 1.26 in (including frame) (1670 mm x 1000 mm x 32 mm)
Weight	41.45 lb (18.8 kg)
Front Cover	0.13 in (3.2 mm) thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology
Back Cover	Composite film
Frame	Black anodized aluminum
Cell	6 x 10 monocrystalline Q.ANTUM solar cells
Junction box	2.60 x 3.03 in x 3.54 x 4.51 in x 0.94 x 0.75 in
Cable	4 mm ² Solar cable, (+) x 39.37 in (1000 mm), (-) x 39.37 in (1000 mm)
Connector	Multi-Contact MC4 or MC4 intermediate, IP68



ELECTRICAL CHARACTERISTICS		300	305	
MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC¹ (POWER TOLERANCE +5W / -0W)				
Maximum	Power at MPP ²	P _{MPP} [W]	300	305
	Short Circuit Current ³	I _{sc} [A]	9.77	9.84
	Open Circuit Voltage ⁴	V _{oc} [V]	39.76	40.05
	Current at MPP ²	I _{MPP} [A]	9.26	9.35
Minimum	Voltage at MPP ²	V _{MPP} [V]	32.41	32.62
	Efficiency ⁵	η [%]	>18.0	>18.3
MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NOCT⁶				
Maximum	Power at MPP ²	P _{MPP} [W]	222.0	225.7
	Short Circuit Current ³	I _{sc} [A]	7.88	7.94
	Open Circuit Voltage ⁴	V _{oc} [V]	37.19	37.46
	Current at MPP ²	I _{MPP} [A]	7.27	7.35
Minimum	Voltage at MPP ²	V _{MPP} [V]	30.52	30.70

¹1000W/m², 25 °C, spectrum AM 1.5G ²Measurement tolerance STC ± 3%, NOC ± 5% ³800W/m², NOC, spectrum AM 1.5G ⁴Typical values, actual values may differ



TEMPERATURE COEFFICIENTS			
Temperature Coefficient of I _{sc}	α [%/K] +0.04	Temperature Coefficient of V _{oc}	β [%/K] -0.28
Temperature Coefficient of P _{MPP}	γ [%/K] -0.39	Normal Operating Cell Temperature	NOCT [°F] 113 ± 5.4 (45 ± 3 °C)

PROPERTIES FOR SYSTEM DESIGN			
Maximum System Voltage V _{max}	[V] 1000 (IEC) / 1000 (UL)	Safety Class	II
Maximum Series Fuse Rating	[A DC] 20	Fuse Rating	C (IEC) / TYPE I (UL)
Design load, push (DLP)	[N/m ²] 75 (D600 Pa)	Permitted module temperature no continuous duty	-40 °F up to +105 °F (-40 °C up to 40 °C)
Design load, pull (ULLP)	[N/m ²] 55.6 (D566 Pa)		

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES	PACKAGING INFORMATION	
UL 1703, VDE Quality System, CE-compliant, IEC 61215 (Ed. 2), IEC 61730 (Ed. 1) application class A	Number of Modules per Pallet	32
	Number of Pallets per 57' Container	30
	Number of Pallets per 40' Container	26
	Pallet Dimensions (L x W x H)	68.7 in x 45.3 in x 46.1 in (1745 mm x 1150 mm x 1170 mm)
	Pallet Weight	1435 lbs (651 kg)

NOTE: Installation instructions must be followed. See the installation and operating manual or contact our technical service department for further information on approved installation and use of this product.
 © CELLS America Inc.
 300 Spectrum Center Drive, Suite 1250, Irvine, CA 92618, USA | Tel: +1 949 748 99 96 | Email: inquiry@us.q-cells.com | Web: www.q-cells.us

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



FRONIUS DATAMANAGER 2.0

The integrated WLAN datalogger for all applications



The Fronius Datamanager is the communications centre for Fronius inverters for all applications 1). Whenever it is connected to the internet via a LAN or WLAN, the Fronius Datamanager sends the PV system values directly to the Fronius Solar.web online portal. This provides you with an overview of how the system is operating at all times.

The Fronius Datamanager enables inverters to be connected directly to the internet via a WLAN. The system and the Datamanager configuration are monitored via the dedicated website on the integrated web server of Fronius Datamanager. The integrated Modbus RTU SunSpec, Modbus TCP SunSpec and Fronius Solar API (JSON, for actual values) interfaces allow Fronius inverters to be seamlessly linked to third-party systems and run in parallel with Fronius Solar.web.

FRONIUS DATAMANAGER 2.0 AND FRONIUS DATAMANAGER BOX 2.0

TECHNICAL DATA	DATAMANAGER 2.0	DATAMANAGER BOX 2.0
Power capacity	max. 1000 W	
Supply voltage	12 V DC Power supplied by inverter	12 V DC Power is supplied by the Fronius Solar Charger or an external plug-in power supply (not included in the scope of supply)
Energy consumption	~ 2.0 W	
Protection class	-	IP 20
Dimensions	120 x 100 x 22 mm	190 x 114 x 53 mm
Operating temperature range	-30 ~ +45°C	

INTERFACES	DATAMANAGER 2.0	DATAMANAGER BOX 2.0
Ethernet (RJ45 socket)	1x RJ45 (10/100 Mbps) / Fronius Solar.web, Modbus TCP / SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
RS485 (DHS socket)	-	Fronius Solar API (JSON)
RS485 (DHS socket)	-	Fronius Solar API (JSON)
RS485	Modbus standard RS485 / Fronius Solar.web, Modbus TCP / SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	Fronius Solar API (JSON)
4 digital inputs	Interface to logic control system	
4 digital outputs	Interface to logic control system, load management	
RS485	Modbus RTU / SunSpec or meter connection	

1) This applies to all Fronius inverters (except the Fronius Symo Hybrid).

THE ADVANTAGES AT A GLANCE

- / Professional visualisation with the online portal Fronius Solar.web.
- / Easy installation with the commissioning wizard thanks to the configuration process up to and including registration on the Fronius Solar.web online portal.
- / Straightforward support as the Fronius Datamanager connects the inverter to the Fronius Solar.web directly.



/ Fronius Datamanager Box 2.0

SIMPLE VISUALISATION



- FRONIUS SOLAR.WEB**
If required, all data can be sent automatically to the Fronius Solar.web internet platform. This means that both real-time data and archive data can be opened and viewed at any time via the internet.
- FRONIUS SOLAR.WEB APP**
The mobile version of Fronius Solar.web enables you to keep track of the energy yield of your PV system at all times – even when you're on the road.
- FRONIUS SOLAR.TV**
The free Fronius Solar.TV online portal enables various PV system values to be transmitted and displayed clearly in a promotionally effective way in public spaces.
- FRONIUS DATAMANAGER WEBSITE: VIA LAN OR WLAN**
The Fronius Datamanager has a dedicated website to allow users on a local network to access information quickly and easily.

/ More information about technical requirements can be found in the respective datasheet.
/ Only one Fronius Datamanager is required for photovoltaic systems consisting of a number of inverters. A Cam Card Function (integrated or with a Fronius Cam Card) is required in each of the other inverters. A Cam Card function is not required in photovoltaic systems that have just a single inverter.
/ Fronius Datamanager 2.0 is compatible with all Fronius inverters. The Fronius Datamanager is integrated into the Fronius Symo, Fronius Symo Hybrid, Fronius Primo, Fronius Galvo and Fronius Eco inverters as standard. Fronius Datamanager can be retrofitted to existing inverters whenever required. Different versions of the Fronius Datamanager are compatible with different types of inverters. Ensure that you are using the appropriate versions for your inverters.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

THREE BUSINESS UNITS, ONE GOAL: TO SET THE STANDARD THROUGH TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT.

What began in 1945 as a one-man operation now sets technological standards in the fields of welding technology, photovoltaics and battery charging. Today, the company has around 4,160 employees worldwide and 1,253 patents for product development show the innovative spirit within the company. Sustainable development means for us to implement environmentally relevant and social aspects equally with economic factors. Our goal has remained constant throughout: to be the innovation leader.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com

Fronius India Private Limited
OAT me B12, Naraina
Chokan, Takla - Ashok Drive
Pune 410501
India
pvsalesindia@fronius.com
www.fronius.in

Fronius Australia Pty Ltd.
90-92 Lambiek Drive
Tullamarine VIC 3045
Australia
pvsalesaustralia@fronius.com
www.fronius.com.au

Fronius UK Limited
Madenhoe Road, Kingston
Hilston Barrow, N15 1D OSD
United Kingdom
pvsalesuk@fronius.com
www.fronius.co.uk

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4400 Völs
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

© 2015 Fronius Technology AG. All rights reserved. The information in this document is subject to change without notice. All trademarks are the property of their respective owners.

LIITE 4

	Tuotettu	Kuluttetu ise	Myyty tuotanto	Myyty tuotanto	Hyviteyty	Kulutus, ostettu	Sähkön hinta	Perusmaksu	Sähkön sitrohinna	Perusmaksu , 3x25A	Sähkövero	Sähkövero huoltovarmu us	Sitro yhteensä	Kulutus yhteensä	Kulutus +sitro	Ilman paneelija	Erotus
Omavoinna	kWh	kWh	kWh	sm/kWh	€/kk	kWh	sm/kWh	€/kk	sm/kWh	€/kk	sm/kWh	sm/kWh	€/kk	€/kk	€/kk	€/kk	€/kk
Heinäkku	2022	26,44	25,4	1,0	7,0	1439	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	112,6	156,9	269,3	277,9	8,5
Maaliskku	2022	255,61	197,6	58,0	8,6	1149	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	92,9	125,2	213,1	257,0	43,9
Huhtikku	2022	347,6	180,6	167,0	10,4	631	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	57,7	68,8	109,0	162,4	53,3
Toukokuu	2022	433,85	229,9	204,0	16,8	372	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	40,1	44,5	50,2	125,2	75,0
Kesäkkku	2022	451,98	262,0	190,0	16,7	258	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	32,3	32,1	32,6	110,8	78,1
Heinäkkku	2022	399,85	241,9	158,0	22,0	279	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	33,7	34,3	33,3	110,9	77,6
Elokkku	2022	355,01	182,2	172,9	34,6	237	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	30,9	29,8	0,9	92,9	92,0
Syyskkku	2021	205,42	109,4	96,0	10,4	569	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,016	53,5	62,0	105,5	138,8	33,3
Lokakkku	2021	63,23	58,2	5,0	8,6	722	10,9	4,0	4,0	14,8	2,8	0,000	63,9	78,7	142,1	156,8	14,7
Ooiti														Yhteensä	956,1	1432,6	476,5
Heinäkku	2022	26,44	25,4	1,0	7,0	1439	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	112,6	559,8	672,3	688,9	16,6
Maaliskku	2022	255,61	197,6	58,0	8,6	1149	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	92,9	447,0	534,8	635,0	100,2
Huhtikku	2022	347,6	180,6	167,0	10,4	631	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	57,7	245,5	285,7	390,6	104,9
Toukokuu	2022	433,85	229,9	204,0	16,8	372	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	40,1	149,6	155,3	294,7	139,4
Kesäkkku	2022	451,98	262,0	190,0	16,7	258	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	32,3	105,3	105,8	257,3	151,5
Heinäkkku	2022	399,85	241,9	158,0	22,0	279	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	33,7	113,4	112,3	257,6	145,3
Elokkku	2022	355,01	182,2	172,9	34,6	237	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	30,9	97,1	68,2	211,3	143,0
Syyskkku	2021	205,42	109,4	96,0	10,4	569	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,016	53,5	221,3	264,8	329,7	64,9
Lokakkku	2021	63,23	58,2	5,0	8,6	722	38,9	4,9	4,0	14,8	2,8	0,000	63,9	280,9	344,3	376,2	31,9
													Yhteensä	2543,5	3441,2	897,7	

LIITE 5

