



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PIENTALON ÄLYKÄS SÄHKÖ- VERKKO

TEKIJÄ/T: Ilkka Koskela

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Ilkka Koskela	
Työn nimi Pientalon älykäs sähköverkko	
Päiväys 5.5.2021	Sivumäärä/Liitteet 18/18
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ilkka Koskela	
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä on huomioitava pientalon aurinkovoimalan suunnittelussa, hankinnassa ja toteutuksessa. Kohteeseen hankittiin myös ilmalämpöpumppu. Opinnäytetyön tilaajana oli yksityishenkilö. Lisäksi selvitettiin mikä vaikutus edellä mainituilla hankinnoilla oli sähkönkulutukseen sekä tuotetun, ostetun ja myydyin sähkön suhteeseen ajalla 2.7.2020-30.4.2020. Ennen laitehankintoja rakennuksen keskimääräinen kulutus kolmen vuoden ajalta oli 20226 kWh vuodessa. Hankittujen aurinkopaneelien nimellisteho on 4,27 kWh ja ilmalämpöpumpun nimellisteho lämmityksessä 2,93 kW ja jäähdytyksessä 2,64 kW. Hankintojen vaikutusta seurattiin 2.7.2020 -30.4.2021. Hankintojen vaikutus tarkastelujakson perusteella olisi 4450 kWh, joten vuosikulutus olisi 15776 kWh. Tarkastelujaksolla kokonaissäästö oli 3240 kWh ostetun sähkön määrässä. Aurinkovoimalan tuotto oli 1670 kWh. Tuotosta 1062,4 kWh käytettiin omaan kulutukseen ja loput 36 % meni myyntiin. Ilmalämpöpumpun osuus kokonaissäästöstä oli 67 %. Arvioitaessa aurinkovoimalan tuotannosta puuttuvaa aikaa, olisi tuotanto touko ja kesäkuussa arvion mukaan 1173 kWh. Aurinkovoimalan kokonaistuotanto vuodessa olisi 2843 kWh, josta 36 % menisi myyntiin. Arvioitu takaisinmaksuaika laitteilla olisi aurinkovoimalan osalta 12 vuotta ja ilmalämpöpumpun osalta 3 vuotta.	
Avainsanat	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering	
Author(s) Ilkka Koskela	
Title of Thesis Smart Electricity for a Detached House	
Date 5 May 2021	Pages/Appendices 18/18
Client Organisation /Partners Ilkka Koskela	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to find out what should be considered in the design, purchases, and implementation of a small-scale solar plant in a detached house. An air heat pump was also acquired for the target. The commissioner of the thesis was a private person. In addition, it was studied how the procurement of a small-scale solar plant in a detached house affected the overall electricity consumption and the ratio of produced, purchased and sold electricity during the period of 2 July 2020 to 30 April 2021.</p> <p>Prior to equipment purchases, the average consumption of the building over a three-year period was 20226 kWh per year. The acquired solar panels have a rated power output of 4.27 kWh and the rated power of an air heat pump is 2.93 kW for heating and 2.64 kW for cooling. The impact of the acquired equipment was tracked from 2 July 2020 to 30 April 2021.</p> <p>The impact of procurement on the basis of the observation period would be 4450 kWh, so the annual consumption would be 15776 kWh. During the period, the total savings were 3240 kWh in the amount of electricity purchased. The solar power plant had a yield of 1670 kWh of which 1062.4 kWh was used by the client and the remaining by 36 per cent was sold out. The air heat pump accounted for 67 per cent of the total savings. The estimated production of May and June was 1173 kWh. Based on this it can be said that the total solar power plant output per year would be 2843 kWh, of which by 36 per cent would be sold back to the grid. The estimated repayment time for the equipment is 12 years for the solar plant and 3 years for the air heat pump.</p>	
Keywords	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	YLEISTÄ	6
2.1	Kodin älykäs sähköverkko	6
2.2	Kohteen lähtötiedot	6
2.3	Sähkö sopimukset ja hinnat vuosina 2020–2021	7
2.3.1	Savon Voima Oy	7
2.3.2	Nordic Green Energia Oy	7
2.4	Kulutus	7
3	AIKATAULU	8
3.1	Suunnittelu	8
3.2	Mitoitus	8
3.2.1	Laskelmat	9
3.3	Tarjouspyynnöt	9
3.4	Fortum Solar M 17 aurinkopaketin sisältö	10
3.4.1	Paneelit	10
3.4.2	Invertteri	11
3.5	Muut tarvikkeet	12
3.6	Asennus	12
4	ILMALÄMPÖPUMPPU	15
4.1	Lyhenteet	15
4.2	Hankinta ja asennus	15
5	TULOKSET	16
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	17
	Lähdeluettelo	18

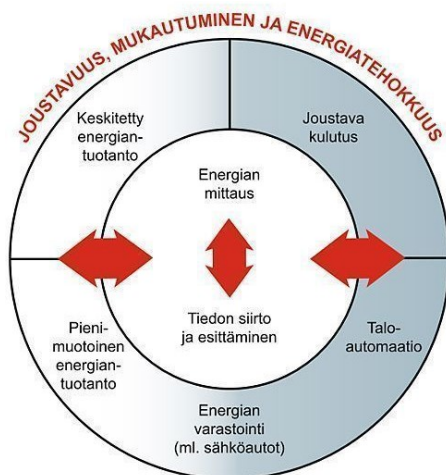
1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kokonaisuudessaan omakotitaloon hankittavan aurinkovoimalan toteutusta sekä voimalan vaikutusta ostetun sähkön määrään. Ajatuksena oli saada ostetun sähkön määrä mahdollisimman pieneksi. Lisäksi voimalan hankinnan yhteydessä hankittiin ilmalämpöpumppu. Hankintojen vaikutuksia tarkasteltiin kokovuoden ajalle, mittaus rajoittui aikavälille 2.7.2020-30.4.2021 loppujakso arvioitiin kirjallisuudesta saatavan tiedon perusteella. Voimalan kooka mietittäessä päätimme, että tuotanto tulee pääasiassa omaan käyttöön, jonka mukaisesti voimala mitoitetaan. Molemmat hankinnat tukevat toisiaan. Aurinkovoimala tukee ilmalämpöpumppua kesän kuumimpana aikana, kun taas ilmalämpöpumppu tukee aurinkovoimalaa talven pimeimpinä hetkinä. Tuloksia arvioitaessa on otettu huomioon molempien hankintojen vaikutus. Euromääräisissä laskelmissa on käytetty vuoden 2021 sähkön- ja sähkönsiirron hintoja. Kuukausi kohtaisia perusmaksuja ei ole huomioitu laskelmissa, koska ne eivät vaikutta ostetun sähkön kW tai € lukuihin. Takaisinmaksu ajan laskelmissa on otettu huomioon 1,07 % indeksikorotus. Takaisinmaksu ajan laskelmissa on arvioitu sähkönsiirto hintojen nousevan 3.5 % vuositasolla.

2 YLEISTÄ

2.1 Kodin älykäs sähköverkko

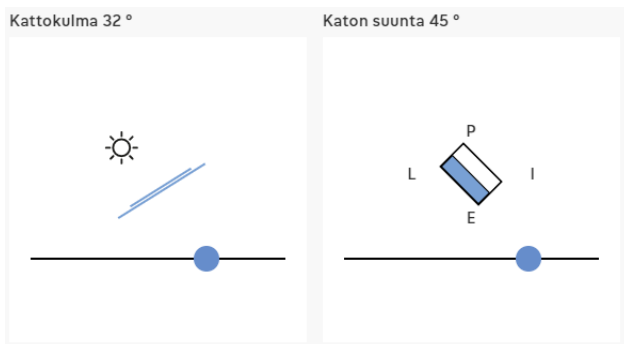
Kodin älykkään sähköverkon toiminta tapa on joustava ja toimii kaksisuuntaisesti. Älykäs sähköverkko mahdollistaa tarvittaessa ylijäämäsähkön myymisen ja varastoimisen joko verkossa olevaan virtuaaliakkuun tai fyysiseen akkuun myöhempää käyttöä varten. Se mahdollistaa myös energian varastoimisen kodin lämmitysjärjestelmiin, esimerkiksi lämminvesivaraajaan ja lattialämmitykseen, ohjaamalla lämmityksen ajankohdan verkkoon kytketyn aurinkovoimalan tuotantoajalle. Jos käytössä on sähköauto, niin auton akkujärjestelmää voi hyödyntää myös sähkön varastoinnissa.



Kuva 1. Verkkoon kytketyn järjestelmän kaaviokuva (Motiva).

2.2 Kohteen lähtötiedot

Kohteena on sähkölämmitteinen kaksikerroksinen omakotitalo Leppävirralla. Rakennuksen asuinpinta-ala on 200 m², jossa on lisäksi erillinen 50 m² autotalli/varistorakennus. Omakotitalon rakennusvuosi on 1996. Rakennusmateriaalina on pääasiassa käytetty puuta. Talossa on harjakatto, jonka kattukulma on 32° ja kate materiaalina tiili. Katon harja sijaitsee luode – kaakko ilmansuunnassa. Kuva 2 (Aurinkolaskuri Fortum.fi 5.5.2021).



Kuva 2. Panelien sijainti ja kulma korostettuna sinisellä värillä (Aurinkolaskuri Fortum.fi 5.5.2021)

Vuodesta 1996 alkaen käytössä on ollut vuodenaika tariffi, joka nykyään tunnetaan kausisähkönä. Sähkoyhtiönä on Nordic Green Energia ja verkkoyhtiönä Savon Voima Oy.

2.3 Sähkö sopimukset ja hinnat vuosina 2020–2021

2.3.1 Savon Voima Oy

Sähkönsiirtosopimus on toistaiseksi voimassa oleva. Vuonna 2020 sähkönsiirron kokonaishinta talviaikana (16.11.–15.3. klo 7–21) ja veroluokassa 1 oli 10,95 snt/kWh, mikä on kaksinkertainen verrattuna muulloin siirretyn sähkön hintaan. Muulloin siirretyn sähkön kokonaishinta veroluokassa1 oli 5,29 snt/kWh:ssa vuonna 2020. Vuoden 2021 talviajan kokonaishinta siirrolle on 11,53 snt/kWh:ssa ja muulloin siirronhinta on 5,46 snt/kWh:ssa veroluokassa1. (Savonvoima.fi 5.5.2021).

2.3.2 Nordic Green Energia Oy

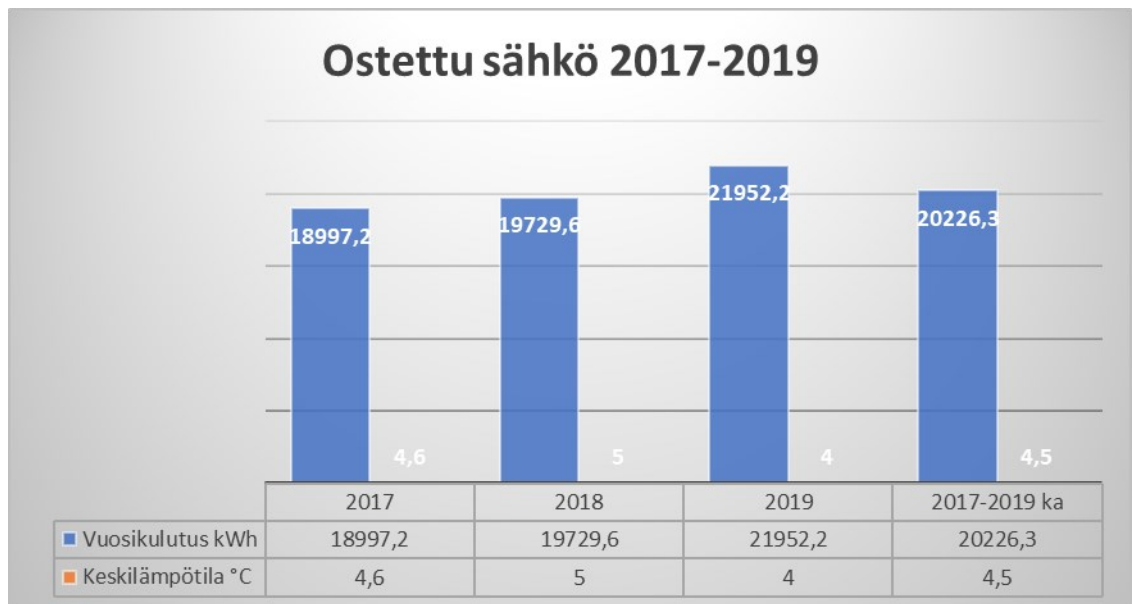
Sähkö tuotetaan sopimuksen mukaisesti vesivoimalla. Sopimus on kestoltaan kolme vuotta ja on kiinteähintainen 5,39 snt/kWh:lta.

2.4 Kulutus

Edellisten vuosien 2017–2019 kulutuksen (jatkossa käytetään termiä ostettu sähkö) ja lämpötilan keskiarvot ovat 20226,3 kWh/4,5°C. Kuten kuvasta 3 nähdään ostettu sähkö seuraa pääsääntöisesti vuoden keskilämpötiloja, mutta vuosien 2017 ja 2018 välillä on ero ostetun sähkön ja keskilämpötilan suhteessa. (Savon Voima, Väppi, Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto, Varkaus Kosulanniemi 5.5.2021.)

Taloussähkön käytössä on ollut todennäköisesti eroja, jotka vaikuttavat poikkeavasti ostetun sähkön määrään verrattuna keskilämpötilaan.

Sisälämpötilan taso on ollut säädettyinä termostaateilla 22°C:een.



Kuva 3. Kulutus- ja lämpötilatietoja (Savon Voima, Väppi ja Ilmatieteen laitoksen sääasemien arkisto, Varkaus Kosulanniemi 5.5.2021.)

3 AIKATAULU

Suunnittelu ja kilpailutus suoritettiin toukokuun 2020 aikana. Asennukset suoritettiin heinäkuussa 2020. Seurantajakso oli heinäkuun 2020 ja huhtikuun 2021 välillä. Tulosten tarkastelu, johtopäätökset ja valmis opinnäytetyö palautettuna 31.05.2021 mennessä.

3.1 Suunnittelu

Ensimmäiseksi mietittiin, millainen järjestelmä halutaan kohteeseen ja kuinka suuren osan kulutuksesta halutaan tuotannon kattavan. Ajatuksena oli tuotannon hyödyntäminen omaan käyttöön eli otettiin huomioon ns. pohjakulutus sillä erolla, ettei käytetty pohjatunti perusteista arviota, vaan käytettiin ajanjaksoa, jolloin kulutuksen ja tuotannon suhde on positiivinen.

Koska positiivinen tuotantosuhde kulutuksen suhteen ajoittuu pääasiassa touko-elokuulle, niin kyseiset kuukaudet huomioitiin voimalan kokoa mitoitettaessa (aurinkolaskuri.fortum.fi 5.5.2021).

Tarkasteltaessa teoreettista vuosituotantoa ja tiedetään, että 1 Wp:n (Wp=piikkiwatti) paneeli tuottaa standardiolosuhteissa enimmillään 1000 W sähköä. Standardiolosuhteilla tarkoitetaan tilannetta, jossa paneeli on 25°C lämpötilassa ja auringosta tuleva säteily paneelille on hetkellisesti 1000W/m². Tällöin 1 Wp antaa 1 W:n tehoa. Edellä kuvaamani paneelin vuosituotanto arvio on Etelä-Suomessa 800–1000 kWh ja Pohjois-Suomessa 700–900 kWh. (Motiva 5.5.2021.)

Paneelin vuosituottoa arvioidessa kohteessa käytettiin 850 kWh tuottoarviota vuodessa.

Teoreettinen vuosituotto (Tvt) lasketaan kaavalla $Tvt = Wp * Ta$ (Kaava 1.), jossa Wp on piikkiwatti ja Ta on tuottoarvio vuodessa.

Paneelin hyötysuhde (Phs) lasketaan kaavalla (Kaava 2.), jossa valmistajan ilmoittama teoreettinen teho jaetaan paneelin pinta-alan ja auringon paneelille standardi olosuhteissa tuottaman säteilyn määrän tulolla.

$$Phs = \frac{Wp}{\text{Paneelin } m^2 * \frac{1000W}{m^2}} \quad (\text{Kaava 2.})$$

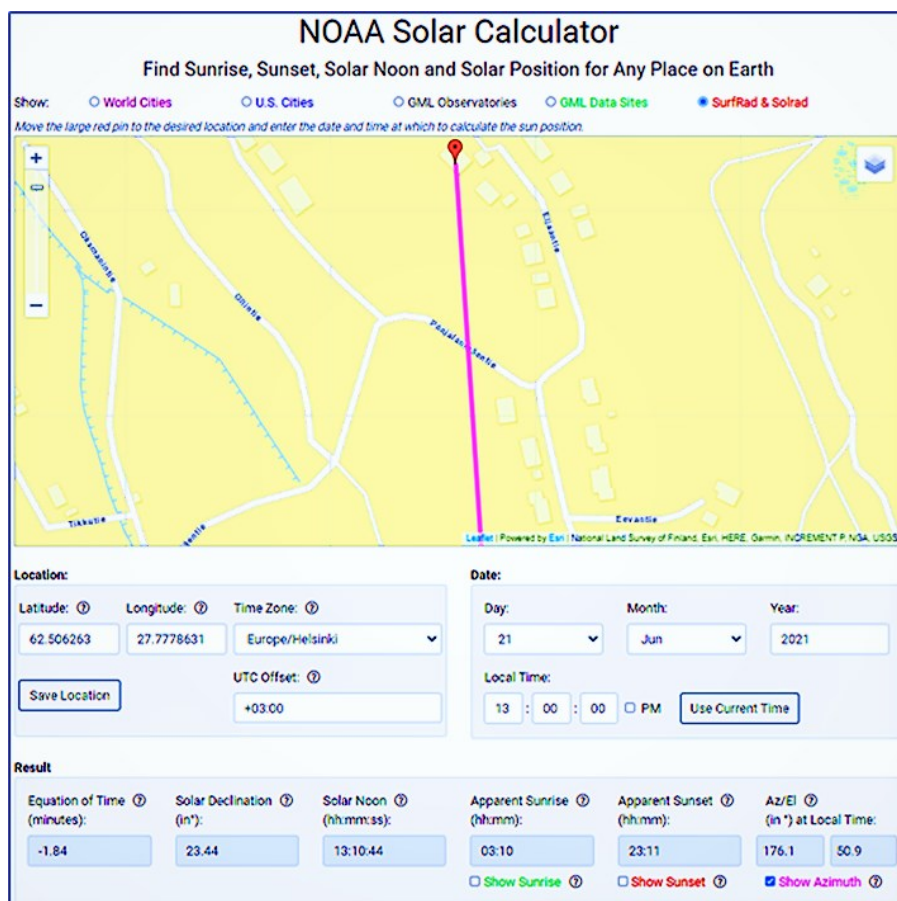
3.2 Mitoitus

2017		2018		2019		Kulutuksen ka (kWh)
Kuukausi	Kulutus(kWh)	Kuukausi	Kulutus(kWh)	Kuukausi	Kulutus(kWh)	
Lokakuu	1523,16	Lokakuu	1565,89	Lokakuu	1856,4	1648
Syyskuu	976,31	Syyskuu	974,6	Syyskuu	1061,61	1004
Elokuu	848,24	Elokuu	693,04	Elokuu	902,99	815
Heinäkuu	720,85	Heinäkuu	731,49	Heinäkuu	1051,66	835
Kesäkuu	881,56	Kesäkuu	940,9	Kesäkuu	915,48	913
Toukokuu	1199,09	Toukokuu	999,01	Toukokuu	1441,53	1213
Huhtikuu	1635,85	Huhtikuu	1822,94	Huhtikuu	1836,18	1765
Maaliskuu	2366,7	Maaliskuu	2707,91	Maaliskuu	2695,71	2590
Kulutus Σ	10151,76		10435,78		11761,56	

Kuva 4. Taulukossa voimalan tuotantokauden ajalla ostettu sähkö 2017–2019 (Savon Voima, Väppi).

Laskelmissa käytettiin touko-, kesä-, heinä- ja elokuukausien pohjakulutuksen keskiarvoa (ka). Tässä tapauksessa elokuulta keskiarvo on 815 kWh. Paneelin vuosituotosta arvioitiin kohteen sijainnin, suuntauksen ja paneelinkulman perusteella. Suuntauksessa paneelin suunta etelään antaa 100

% tuoton ja asennuskulma 40° vaakatasosta Helsingissä antaa 100 % tuoton (finnwind.fi 5.5.2021). Koska kohteessa vastaava 100 % asennuskulma olisi noin 39,1°, mikä on riittävän lähellä, niin käytetään valmiita tuotto suhdelukuja laskelmissa (Kuva 8.). Kohteessa paneelin suuntaus on lounaaseen, mikä antaa noin 99 % tuoton ja asennuskulma 32° noin 94 % tuoton. Kuvassa 5 on kohteen auringon korkeuskulma merenpinnasta kesäpäivänseisauksen aikaan 21.6. kello 13.00 (NOAA Solar Calculator 12.5.2021).



Kuva 5. Auringon sijainti kohteesta (NOAA Solar Calculator 12.5.2021).

3.2.1 Laskelmat

Alustavissa laskelmissa käytettiin 300 W paneelin Wp lukua, jolloin vuosituotoksi tuli $0,3 * 850 \text{ kWh} = 255 \text{ kWh}$ (kaava 1). Seuraavaksi otettiin huomioon suuntauksen ja kulman vaikutus ($255 \text{ kWh} * 0,94 * 0,99 = 237 \text{ kWh}$).

Paneelien määrän arvioimiseen käytettiin neljän kuukauden pohjakulutusta ka 815 kWh ($815 \text{ kWh} * 4 = 3260 \text{ kWh}$). Kulutusta vastaava vuosituotanto saatiin laskemalla (kaava 1.) $237 \text{ kWh} * \text{paneelien määrä} = 3260 \text{ kWh}$, josta paneelien lukumääräksi laskemalla saatiin $3260 \text{ kWh} / 237 \text{ kWh} \approx 14$ paneelia. Koko vuoden noin 20000 kWh:n kulutusta varten tarvittaisiin noin 85:n 300W paneelin tuotto. Jos yksi 300 W paneeli olisi kooltaan $1,5 \text{ m}^2$, niin tarvittava kattoala olisi noin 120 m^2 .

3.3 Tarjouspyynnöt

Tarjouspyynnöt pyydettiin 12.5.2020 noin 3600 kWh voimalasta asennettuna Fortum Oy:ltä sekä Freebo oy:ltä. Nordic Green Energialla ja Freebolla on sopimus virtuaaliakusta. Kyseisen virtuaaliakun saa halutessaan käyttöönsä määräajaksi, jos voimalan tilaa Freebolla ja sähkösopimus on

Nordic Green Energialta. Fortumin tarjous oli hinnaltaan samansuuruinen ja lisäksi kokonaishinnalle saisi halutessaan korottoman ja halutun mittaisen maksuajan, joka voisi olla jopa 10 vuotta. Joten päätettiin hyväksyä Fortumin tarjous ja tilaus vahvistettiin 26.5.2020.

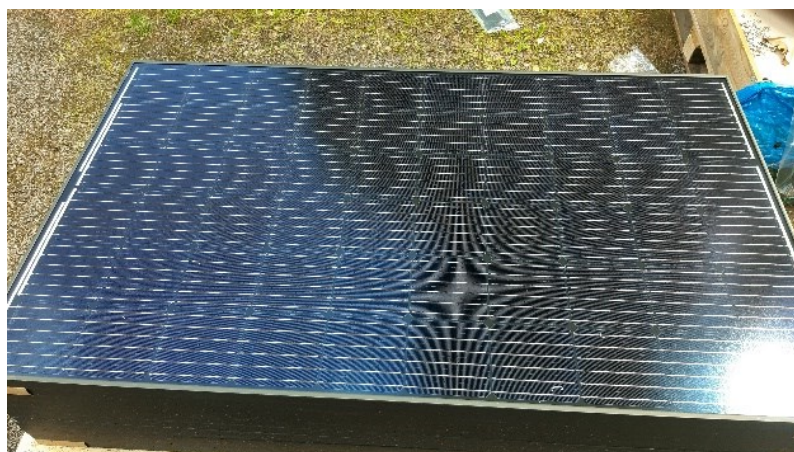
3.4 Fortum Solar M 17 aurinkopaketin sisältö

Peruspakettiin kuuluvat materiaalit ja asennustyöt. Jyrkkäkatto (yli 27 astetta) ja tiilikatto aiheuttivat lisäkustannuksia peruspaketinhintaan.

3.4.1 Paneelit

Hanwha QCells valmistamat Q.Peak BLK G5.1 305W yksikiteiset paneelit (Kuva 6). Paneelin etupuoli on karkaistua 3,2 mm heijastamatonta lasia, ja sen pinta-ala on 1,685 m². Valmistaja lupaa paneelin säilyttävän 1 vuoden ajan vähintään 98 % nimellistehostaan ja 10 vuoden ajan vähintään 93,1 %. (Hanwha_Q_CELLS_Data_sheet_QPEAK_DUO_BLK-G5_305-320_2017-07_Rev01_EN).

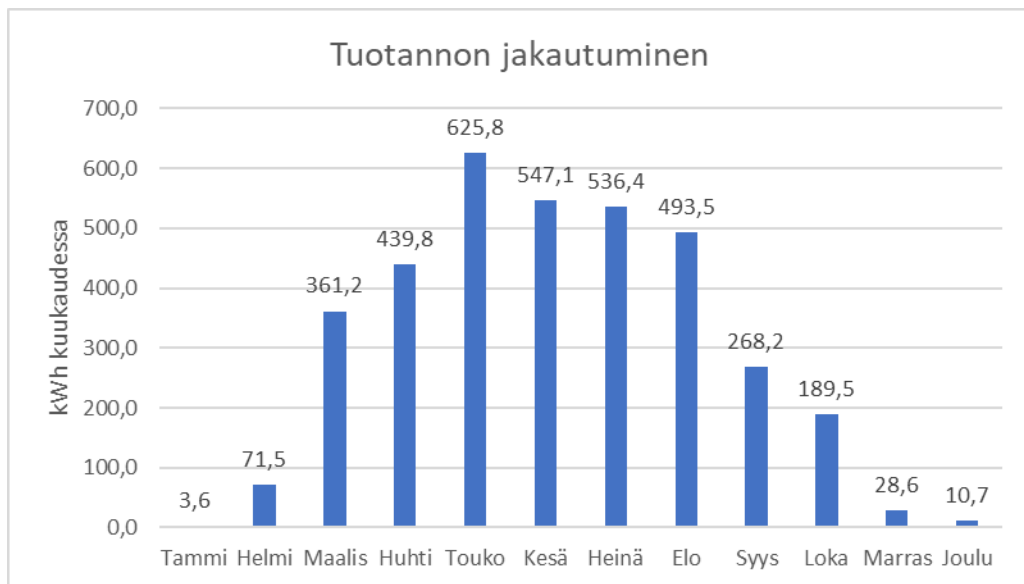
Hyötysuhde on $305\text{W} / (1,685 \text{ m}^2 * 1000 \text{ W/m}^2) = 18.1 \%$ (Kaava 2). 14 kpl paneelin laskennallinen vuosituotto on $(0,305 \text{ kWh} * 850) * 14 = 3629 \text{ kWh}$ (Kaava 1), joten suuntaus ja asennuskulma huomioiden arvioitu paneelien vuosituotanto olisi noin $(3629 \text{ kWh} * 0,94) * 0,99 = 3377 \text{ kWh}$ asennuskohteen sijainnissa.



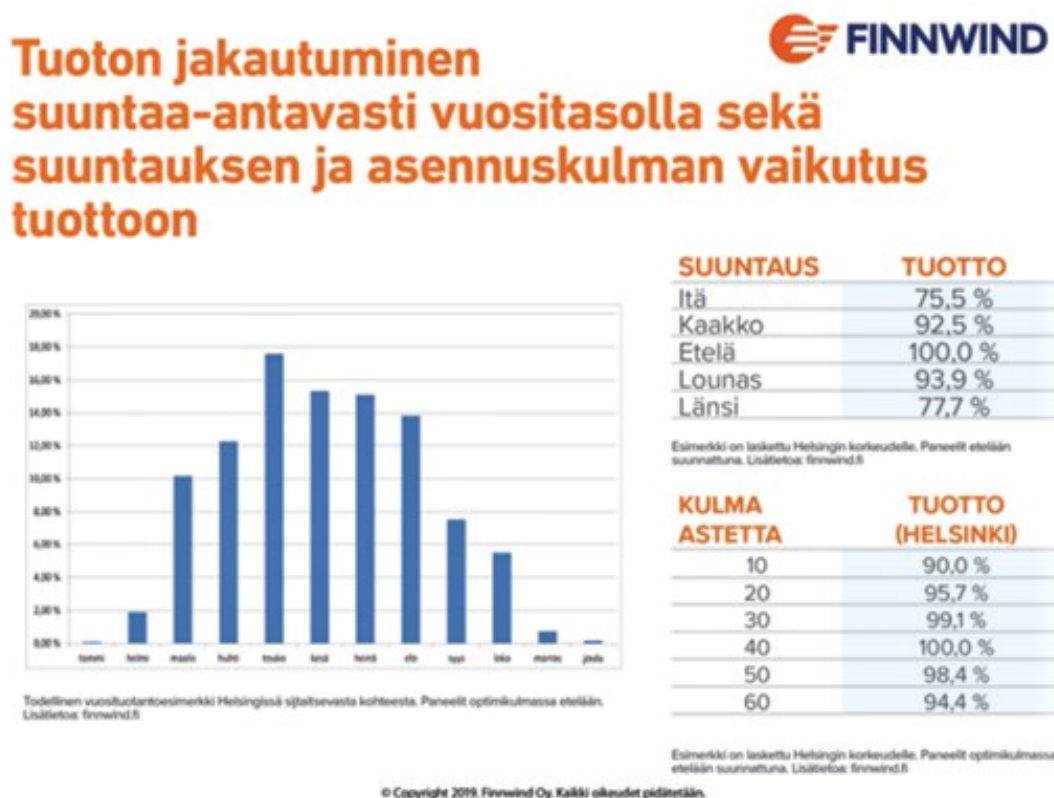
Kuva 6. Hanwha QCells aurinkopaneeli

3.5 Tuotannon vuodenaikana kohteessa

Tuotannon jakautuminen kohteessa (Kuva 7.) kuukausitasolle perustui kaavion (Kuva 8.) laskelmiin. Kaavion (Kuva 7.) lähtötietona on käytetty paneelien 3576 kWh vuosituotanto arviota sekä otettu huomioon aurinkovoimalan sijainti kohteessa.



Kuva 7. Kaavio tuotannosta



Kuva 8. Pohja tietona laskelmissa (finnwind.fi 5.5.2021)

3.5.1 Invertteri

Hankittu invertteri oli malliltaan Sunny Tripower, SMA STP4.0-3AV-40 (Kuva 9.). Invertterin fyysinen koko 43,5 cm * 47 cm *17,6 cm. Max PV sisääntulo on teho DC 8000 Wp ja ulostulon nimellisteho AC 4000 W. Valmistaja on SMA Solar Technology. Sunny Portal sovelluksella voi seurata voimalan toimintaa sekä lisäksi käytössä on matkapuhelin sovellus SMA 360° (SMA).



Kuva 9.Sunny Tripower 4.0 (SMA)

3.6 Muut tarvikkeet

Turvakytkimiä oli DC 1 kpl) ja AC 1 kpl, kaapeleita oli 2 m (AC) ja 60 m (DC) sekä kiinnitysjärjestelmä tiilikatolle.

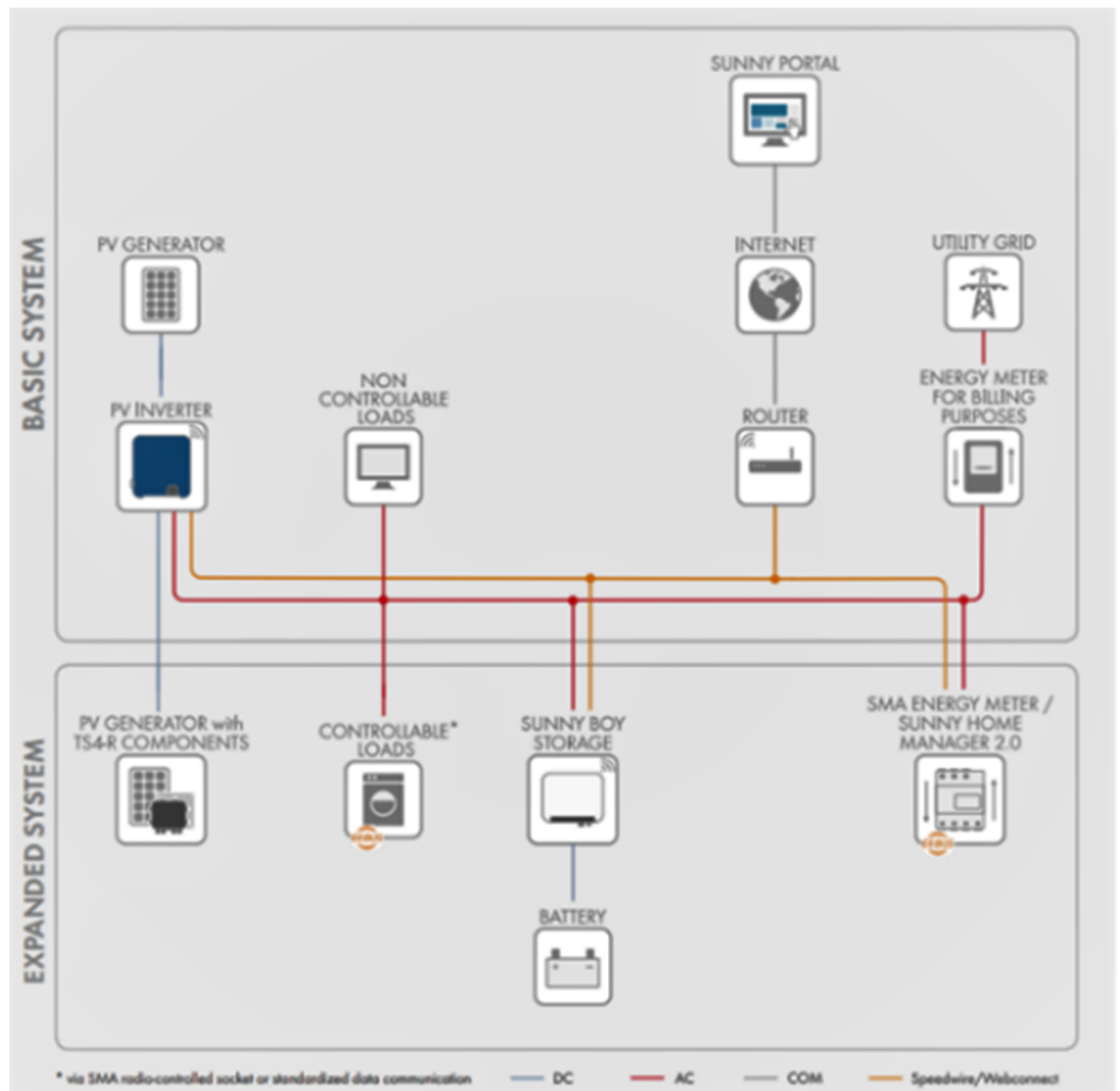
3.7 Asennus

Asennuksen hoiti Fortum alihankintatyönä, jonka suoritti Suomen Aurinkoenergiakeskus (SAEK). Tarvikkeiden toimituspäivän vahvistuessa Fortum vahvisti myös asennuspäivän, joka oli 2.7.2020. Näin ollen tarvikkeiden toimitusajaksi tuli noin 5 viikkoa. Itse asennustyö eteni nopeasti kahden asentajan voimin. Toinen asentaja suoritti paneelien asennuksen katolle ja samalla toinen hoiti invertterin asennuksen sekä kytkennät sähkökeskuksella. Seuraavaksi asentajat kytkivät aurinkovoimalan sähköverkkoon, suorittivat ilmoituksen voimalan liittymisestä sähköverkkoon sen haltijalle Savon Voimalle sekä suorittivat invertterin käyttöönoton yhteyden saamiseksi SMA:n järjestelmään. Voimala oli toiminnassa 12 tuntia sen jälkeen, kun työt aloitettiin. Asennustyö onnistui kokonaisuudessaan hyvin, mutta ainoa asia, jossa voisi parantaa, liittyi Sunny Portal sovelluksen käyttöönottoon. Tästä ei kuitenkaan voi syyttää asentajia. Henkilö, jonka olisi kuulunut rekisteröidä järjestelmä sovellukseen, oli jostain syystä unohtanut asian. En myöskään itse seurannut talven aikana asiaa, koska matkapuhelimellani sain suoraan yhteyden invertterin kautta. Myöhemmin huomasin, etten saanut puhelimellakaan yhteyttä järjestelmään. Aluksi asiaa selviteltiin Fortumin kanssa sekä SMA:n Suomen yhteyshenkilön kanssa, jonka jälkeen SAEK:n asentajat tulivat selvittämään, mikä on vikana. Helpoin keino oli kytkeä järjestelmä kokonaan uudestaan SMA:n systeemiin, jolloin huomasimme kotiverkon WLAN-reitittimen salasanan muuttuneen talven aikana. Tämän vuoksi yhteys todennäköisesti katkesi myös matkapuhelimeen. Tällä hetkellä toimii sekä Sunny Portal että matkapuhelinsovellus. Loppujen lopuksi ei muuta harmia tapahtumasta ollut, kuin että tarkemmat historiantiedot invertteristä ennen järjestelmän uudelleen kytkemistä eivät olleet päivittyneet sovelluksen tietoihin. Kokonaistuotto näkyy kuitenkin 2.7.2020 alkaen.

3.8 Aurinkovoimala

Aurinkovoimala järjestelmän kaavio (Kuva 10.). Asennettuun pakettiin sisältyi perusjärjestelmä (Basic system), joka sisälsi aurinkovoimalan, invertterin, jonka kautta voimalan tuottama sähkö siirretään sähkökeskukseen. Sähkökeskukselta tuotanto ohjautuu taloussähkön kulutukseen ja mitä ei

voida hyödyntää kotitaloudessa sähköyhtiö ostaa sopimuksen mukaisesti omaan käyttöönsä. Lisäksi invertteristä siirtyy tuotanto tiedot Sunny Portal järjestelmään. Perusjärjestelmässä Sunny Portal sovelluksessa näkyvät ei säädettävissä olevat tiedot.




Kuva 10. Järjestelmän kaavio (SMA.)

Sunny Portal ohjelmisto antaa järjestelmän tehoksi 4,1 kWp ja vuosituotannoksi noin 3444 kWh (840 kWh/kWp tuotto odotuksella) kuva 11. (SMA. 5.5.2021).

PV System Profile | Koskela

Location: Leppävirta, Finland
Commissioning: 4/20/2021

PV system power: 4.100 kWp
Annual Production: approx. 3,444 kWh (840 kWh/kWp)
CO2 avoided: Approx. 2.4 tons per annum

Communication: SMA Webconnect
Inverter:  Sunny Tripower 4.0

Kuva 11. Järjestelmän kuvaus (Sunny Portal.)



Kuva 12. Asennus kuvia

4 ILMALÄMPÖPUMPPU

Hankittu ilmalämpöpumppu oli malliltaan Midea Mission Pro 9 (Kuva 13.), jonka nimellinen jäähdytysteho on 2,64 kW ja nimellinen lämmitysteho on 2,93 kW. Jäähdytyksen hyötysuhde eli SEER luku on 8,3 ja lämmityksen hyötysuhde SCOP luku on 4,6. Lämmityksen toinen hyötysuhde COP luku +7 °C:ssa on 4,43 ja COP luku -25 °C:ssa on 1,49. Energialuokka on lämmityksessä A++ ja jäähdytyksessä A++. Kylmäaine on R32 (K-rauta.fi 5.5.2021).



Kuva 13. Midea ilmalämpöpumppu (K-rauta.fi 5.5.2021)

4.1 Lyhenteet

SEER tarkoittaa jäähdytyksen vuotuista hyötysuhdetta. Mitä suurempi luku, sitä parempi hyöty. Eli kyseinen pumppu tuottaa 8,3 kW jäähdytystehoa yhdellä verkosta otetulla kWh sähköä.

SCOP tarkoittaa lämmityksen vuotuista hyötysuhdetta. Muuten pätee sama kuin SEER arvojen kohdalla. (Power.fi. 5.5.2021)

COP luku kuvaa myös lämmityksen hyötysuhdetta, mutta tässä tapauksessa kertoo sen, kuinka paljon lämpöpumppu pystyy tuottamaan kW lämpötehoa verkosta otetulla kWh sähköä kyseisessä lämpötilassa. (Thermia.fi 5.5.2021).

4.2 Hankinta ja asennus

Ilmalämpöpumppu hankittiin paikallisesta K-raudasta. Asennuksessa käytettiin paikallista kylmä- ja sähkölaitteisiin erikoistunutta yritystä. Itse asennukseen meni aikaa noin 4 h, jonka jälkeen pumppu oli toiminnassa.



Kuva 14. Ilmalämpöpumpun asennus

5 TULOKSET

Kuvan 15. taulukon euromääräisissä laskelmissa on käytetty vuoden 2021 sähkön-, sähkönsiirron- ja sähköveron hintoja. Sähköntuotannosta käyttämättä jäävän sähkön ostohinta on Nord Pool Spotin Suomen hinta-alueen kuukauden keskihinta. Laskelmissa on käytetty tarkastelujakson keskihintaa 2,8 senttiä/kWh.

Kuukausimaksu jätettiin huomioimatta, koska kulutuksen määrä ei vaikuta siihen, jolloin saavutettiin riittävän vertailukelpoiset luvut. Vuoden 2021 hinnoissa on 5,3 % korotus edellisen vuoden hintoihin nähden. 10 kuukauden aikana ostetun sähkön osuus oli pudonnut 3240 kWh verrattuna 2017–2020 kulutuksen keskiarvoon eli noin 22 %, josta aurinkovoimalan osuus oli 1062 kWh ja ilmalämpöpumpun osuus 2177 kWh. Euroina säästöä kertyi noin 420 €. Myydyin tuotannon osuus Aurinkovoimalan tuotannosta oli noin 36 %.

Jakso 2.7-30.4	Tuotanto/kWh	Ostettu kWh	Myyty kWh	Talviaika kWh	Muuaika kWh	ka C°	Säästö ∑ /€	Voimalan vaikutus /kWh	Lämpöpumpun vaikutus / kWh
2017-2020 ka	--	18216,0	--	6270,8	11945,2	3,5	ajanjaksolla 2.7-30.4	ostettun sähkön määrään	ostettun sähkön määrään
2020-2021	1670	14976,2	607,6	5449,1	9527,0	3,4			
Muutos	1670	-3239,9	607,6	-821,7	-2418,2	-0,1			
Säästö /€		174,6	18,2	94,7	132,0				

Kuva 15. Taulukko laskelmista

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Mielestäni 22 % pudotus ostetussa sähkössä on jo kohtuullisen hyvä määrä. Jos oletetaan että sama trendi jatkuu, niin vuositasolla on odotettavissa noin 4450 kWh kokonaissäästö sähköön kulutuksessa ja euroina säästö olisi 571 € verrattuna 2017–2019 vuosien keskimääräiseen, joka oli 20226 kWh. Koko projektin hinnaksi kotitalousvähennysten jälkeen jäi noin 8057 €. Jos oletetaan sähkönsiirto hintojen nousevan keskimäärin 3,5 % vuodessa silloin takaisinmaksuaika olisi noin 9 vuotta nykyisillä sähköhinnoilla. Aurinkovoimalan hinta oli kotitalousvähennyksen jälkeen 6892 € ja osuus säästöstä olisi 188,43 €. Aurinkovoimalan takaisin maksuajaksi tulisi 12 vuotta. Ilmalämpöpumpun hinta oli 1165 € kotitalousvähennyksen jälkeen ja osuus säästöstä 382,57 €. Ilmalämpöpumpun takaisinmaksuajaksi tulisi 3 vuotta. Sää on asia minkä vaihteluun emme voi vaikuttaa, mutta miten kohdenamme taloussähkön käyttöä aurinkovoimalan tuotantokaudella siihen voimme vaikuttaa. Sähkölämmitteisessä omakotitalossa lämmitys on merkittävässä osassa kulutuksessa, niin ilmalämpöpumpun hankinta osoittautui hyväksi. Hankinnat kyllä tukevat toisiaan erinomaisesti. Tulevaisuudessa on mahdollista päivittää järjestelmää tarvittaessa koon puolesta. Ja yleensäkin onko esimerkiksi seuraava hankittava ajoneuvo sähköauto, jolloin viimeistään ajoneuvon latauspiste tulisi kyseeseen, jolloin ajoneuvon akustoa voisi hyödyntää sähköön varastointipaikkana. Näin tuotannon saisi tarkemmin hyödynnettyä omaan käyttöön kokonaan. Onko varastointipaikka tulevaisuudessa sitten fyysinen paikan päällä oleva vai virtuaaliakku jossakin verkossa. Mielenkiinnolla jäädään seuraamaan, miten nämä kehittyvät ja tuleeko näiden hankinta kannattavaksi omakotitalon mittakaavassa. Takaisinmaksuaika itse voimalalla on jo kohtuullinen, kun ottaa huomioon käyttöiän, joka paneeleilla on noin 25–30 vuotta. Akuilla tällä hetkellä käyttöikä on noin 10 vuotta, joka tekee niiden hankinnasta kannattamatonta ja toisaalta myös akuissa käytettävät mineraalit huolestuttavat ympäristöä ajatellen.

Lähdeluettelo

<https://kilotavu.com/asema-taulukko.php?asema=101421>

<https://vappi.fi/>

<https://omavirta.nordicgreen.fi/Meter/Consumption>

<https://finnwind.fi/aurinkopaneeli-usein-kysyttya/#tuotto-jakautuminen>

<https://aurinkolaskuri.fortum.fi/>

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta

<https://gml.noaa.gov/>

<https://www.sunnyportal.com/FixedPages/PlantProfile.aspx>

<https://files.sma.de/downloads/STP3-6-3AV-40-DS-en-21.pdf>

<https://www.k-rauta.fi/tuote/ilmalampopumppu-midea-mission-pro-9-sisa-ja-ulkoyksikko/6438056241186>

<https://www.power.fi/artikkelit/ostajan-opaat/opas-ilmalampopumpun-valintaan/>

<https://www.thermia.fi/hyodyllista-tietoa/osta-lampopumppu/lampopumppu-kolme-tekijaa/>

<https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPagesPlantList.aspx>

<https://savonvoima.fi/hinnastot-ja-sopimusehdot/>

<https://aurinkolaskuri.fortum.fi/>

Hanwha_Q_CELLS_Data_sheet_QPEAK_DUO_BLK-G5_305-320_2017-07_Rev01_EN