



Rafael Pesonen

Aurinkopaneelikarttoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

15.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Rafael Pesonen
Otsikko: Aurinkopaneelikartoitus
Sivumäärä: 17 sivua
Aika: 15.4.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine: Energiantuotantomenetelmät
Ohjaajat: Lehtori Kari Salmi
CFO Dani Lainisalo

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä aurinkopaneelikartoitus yrityksen Lainisalo Oy:n Helsingin toimipisteen katolle ja selvittää siitä saatavat hyödyt. Työssä käsitellään myös aurinkopaneeleiden ja -voimaloiden toimintaperiaatteita sekä aurinkovoiman potentiaalia. Opinnäytetyö antaa katsauksen aurinkovoimalan kannattavuuteen ja suunnitteluun.

Aurinkopaneeleiden asemointi tehtiin HelioScope-ohjelmalla, jonka avulla saatiin mahdutettua 230 kpl aurinkopaneelia Lainisalo Oy:n katolle. Kohteen sähkönkulutus on hyvin korkea, mutta aurinkovoimala voisi kattaa noin 17 % vuoden sähkönkulutuksesta. Todellisuudessa aurinkovoimala tuottaa lähes kaiken sähkön maalissyyskuun välillä, joten voimala voisi kattaa merkittävän osan kulutuksesta tämän aikana.

Kustannusarvio on 85 000 euroa tälle 98,9 kWp:n aurinkovoimalalle. Hinta sisältää virran optimoijat, joten voimala olisi älykäs eikä perinteinen. Älykkäästä aurinkovoimalasta on paljon hyötyjä verrattuna perinteiseen.

Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa muun muassa aurinkovoimalan kustannukset, sähkön hinta ja sähköntuotannon määrä. Takaisinmaksuaika olisi noin 10 vuotta riippuen näistä tekijöistä. Korkeampi sähkön hinta lyhentää takaisinmaksuaikaa merkittävästi.

Avainsanat: aurinkopaneeli, aurinkovoimala, aurinkosähköjärjestelmä

Abstract

Author: Rafael Pesonen
Title: Solar Panel Mapping
Number of Pages: 17 pages
Date: 15 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Technology
Professional Major: Energy Engineering
Supervisors: Kari Salmi, Senior Lecturer
Dani Lainisalo, CFO, Lainisalo Oy

The purpose of this thesis was to conduct a solar panel mapping for Lainisalo Oy's Helsinki branch and to determine the benefits derived from it. This thesis also covers the operating principles of solar panels and solar power plants, as well as the potential of solar power. This thesis also provides an overview of the profitability and planning of a solar power plant.

The positioning of the solar panels was performed using the HelioScope program, which allowed for the fitting of 230 solar panels onto their roof. The site's electricity consumption is very high, but a solar power plant could cover approximately 17 % of their annual electricity consumption. The solar power plant would produce almost all of the electricity between March and September; thus, it could cover a significant portion of the consumption during this time.

The cost estimate for this 98.9 kWp solar power plant is 85,000 euros. This price includes power optimizers, making the plant smart rather than traditional. There are many benefits to having a smart solar power plant compared to a traditional one.

The payback period depends on factors such as the cost of the solar power plant, the price of electricity, and the amount of electricity generated. The payback period would be approximately 10 years depending on these factors. A higher electricity price significantly shortens the payback period.

Keywords: solar panel, solar power plant, solar power system

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Aurinkovoimasta yleisesti	1
2.1	Aurinkopaneelit	1
2.2	Aurinkovoimalat	2
2.3	Auringon säteilyteho	3
3	Aurinkosähköjärjestelmät	4
3.1	Optimoimaton järjestelmä	4
3.2	Optimoitu järjestelmä	5
3.3	On-grid-järjestelmä	6
3.4	Off-grid-järjestelmä	6
4	Aurinkosähkön hyödyt ja haitat	7
5	Aurinkopaneelikartoitus	8
5.1	Kohteen tiedot	8
5.2	Paneeleiden asemointi	9
5.3	Teho ja sähköntuotanto	11
6	Kustannukset	13
6.1	Takaisinmaksuaika	13
6.2	Hyödyt yritykselle	14
7	Yhteenveto	15
	Lähteet	16

Lyhenteet

kWh/a: Kilowattituntia vuodessa

kWp: Kilowattiipiikki, huipputeho

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millaisen aurinkovoimalan Lainisalo Oy voisi asentaa katolleen Helsingissä ja miten hyötyisivät siitä. Tarkoitus on siis tarkastella aurinkoenergian käyttöä ja hyötyjä. Kartoituksessa keskitytään paneelien asetteluun, sähköntuotantoon ja energiansäästöön. Opinnäytetyössä tarkoituksena ei ole suunnitella kokonaan toimivaa aurinkovoimalaa, joten esimerkiksi sähkötöitä ei ole suunniteltu.

Tämän työn alussa käsitellään yleisesti aurinkopaneeleita ja -voimaloita, kuten niiden toimintaperiaatetta ja aurinkoenergian potentiaalia Suomessa. Toisessa osiossa on aurinkopaneelikartoitus, joka sisältää muun muassa paneelien asemoinnin ja sähköntuotannon. Työn lopussa käsitellään aurinkopaneelijärjestelmän kustannuksia ja järjestelmän tarjoamia hyötyjä yritykselle.

2 Aurinkovoimasta yleisesti

2.1 Aurinkopaneelit

Aurinkosähköteknologiat voidaan luokitella kolmeen sukupolveen. Ensimmäisen sukupolven aurinkokennot ovat yksi- ja monikiteisiä. Nämä ovat yleisimmät kennotyypit kaupallisessa käytössä, ja niiden hyötysuhde on noin 15–17 %. Ohutkalvokennot kuuluvat toiseen sukupolveen, ja niiden hyötysuhde on heikompi eli noin 9–11 %. Kolmanteen sukupolveen kuuluu tutkimusasteella olevia teknologioita, kuten nanokidekennot. [1.]

Yleisimmät aurinkopaneelit koostuvat aurinkokennoista, jotka on valmistettu piistä. Piin puolijohderakenteen ansiosta kennot tuottavat sähköenergiaa, kun niihin osuu auringon säteilyenergiaa. Yhdessä paneelissa kennoja voi olla lähemmäs sata tai jopa enemmän riippuen paneelista [2]. Paneelin tuottama sähkövirta on tasavirtaa. Sähkövirta muodostuu, kun auringon säteilyenergia osuu paneeliin ja elektronit irtoavat atomeistaan, jolloin ne alkavat liikkumaan

vapaasti. Kyseinen liike muodostaa sähkövirtaa. Elektroneja irtoaa enemmän säteilyn määrän kasvaessa, joten sähkövirran määrä perustuu säteilyn intensiivisyyden mukaan. [3.]

Suomessa paneelit tuottavat parhaiten maalisi- ja syyskuun välillä. Tämä johtuu siitä, että Suomessa talvipäivän pituus on hyvin lyhyt ja paneelit ovat mahdollisesti lumen peitossa. Tämän takia talvella aurinkosähkön määrä on vähäistä tai jopa olematonta. Kuitenkin viileässä ilmassa paneelien hyötysuhde nousee, koska puolijohteen ominaisuudet korostuvat paremmin viileässä. [3.]

2.2 Aurinkovoimalat

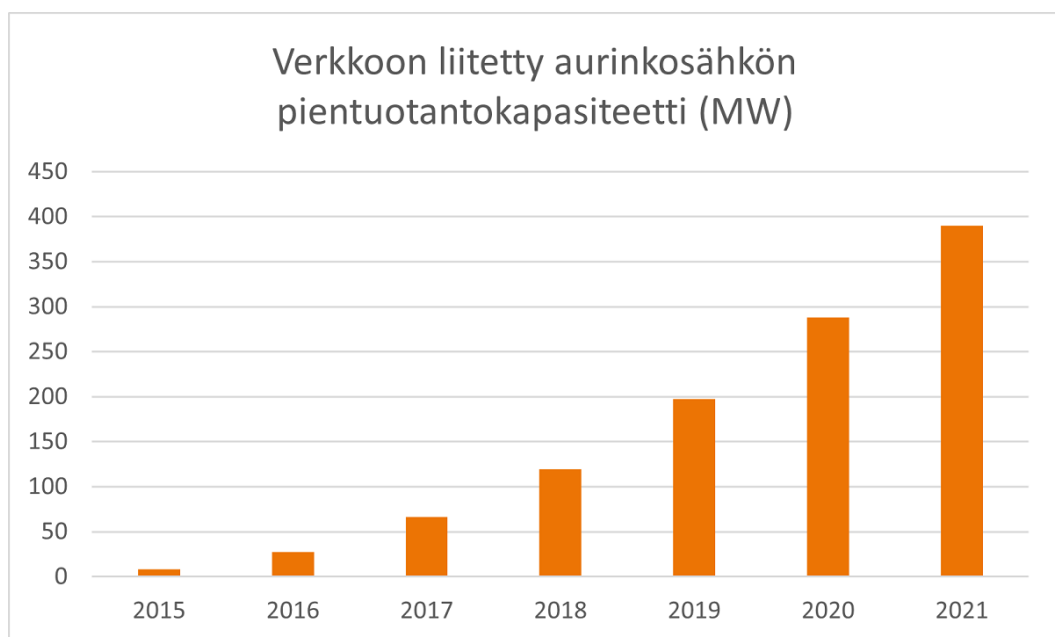
Aurinkovoimalaan kuuluu paneelien lisäksi vielä telineet, kiinnitysosat, invertteri, turvakytkimet, kaapelia ja lisäksi mahdollisesti muut pientarvikkeet. Älykäässä järjestelmässä näiden lisäksi tulee vielä virran optimoijia. Voimalan yhteyteen voidaan myös asentaa energiavarasto eli akusto, mutta ne kasvattavat investoinnin hintaa merkittävästi. Kalliin hinnan lisäksi akuston käytössä tapahtuu häviöitä. Kuvassa 1 on pieni voimala kiinteistön katolla. [4.]



Kuva 1. Havainnekuva aurinkovoimalasta [4].

Aurinkovoimalat tuottavat sähköä auringon säteilyn avulla, joten se on uusiutuvan energianlähde. Aurinkovoimalan paneelit vastaanottavat auringon säteilyä ja muuttavat sen sähköksi. Tuotettu sähkö on tasavirtaa, joka johdetaan invertterille. Tasavirta muutetaan vaihtovirraksi invertterissä. [5.]

Kuvasta 2 näkee aurinkosähkön kasvun Suomessa vuodesta 2015 vuoteen 2021. Kuvaaja näyttää verkkoon liitetyn aurinkosähkön pientuotantokapasiteetin, joka tarkoittaa alle 1 MW:n voimaloita. Siitä näkee aurinkosähkön kapasiteetin huiman kasvun ja tulevaisuudessa se jatkaa kasvamista.



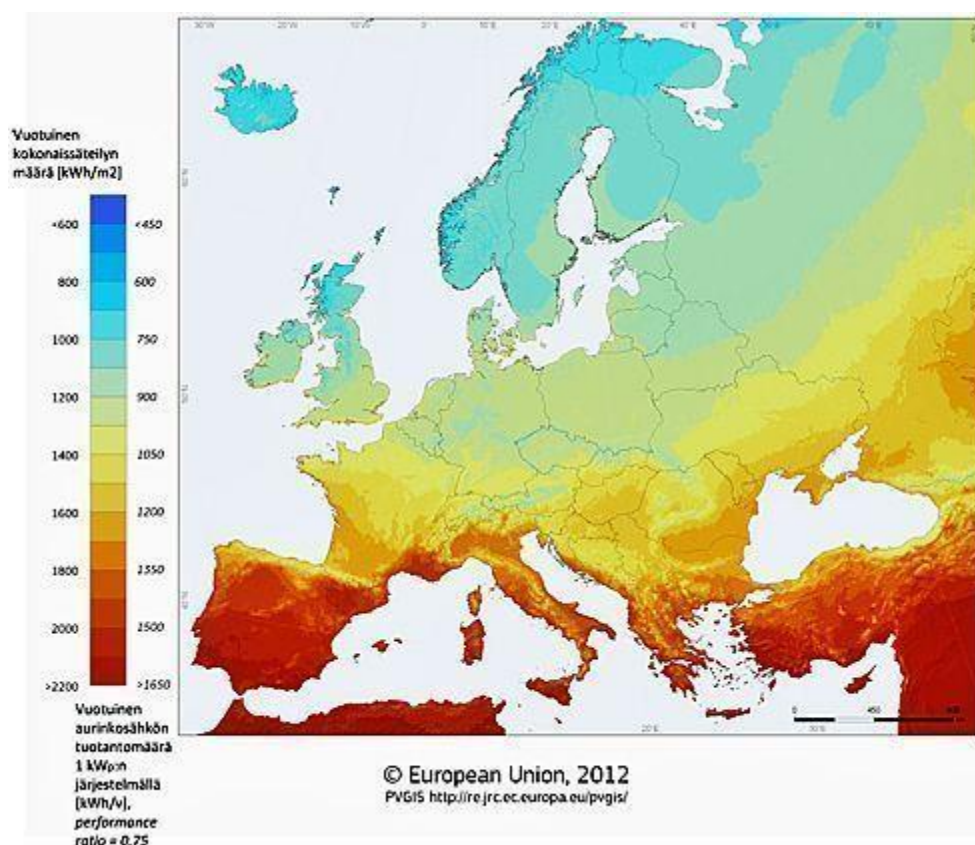
Kuva 2. Verkkoon liitetty aurinkosähkön pientuotantokapasiteetti [6].

Aurinkovoimaloita rakennetaan jatkuvasti lisää. Suomessa aurinkosähköä oli kesällä 2023 noin 800 megawattia [7].

2.3 Auringon säteilyteho

Auringon kokonaissäteily muodostuu suorasta säteilystä auringosta ja hajasäteilystä. Ilmakehän ja pilvien heijastama sekä maasta takaisin heijastuva säteily muodostavat hajasäteilyn. Vuoden säteilystä noin puolet on Etelä-

Suomessa hajasäteilyä. Kuvasta 3 näkee auringonsäteilyn määrän Euroopassa. Etelä-Suomessa säteilynmäärä on noin 1 000 kWh/m² vuodessa. Etelä-Euroopassa luku on jopa yli 2 000 kWh/m², joten tästä voi päätellä, että Suomi ei ole sijainniltaan optimaalisin paikka aurinkovoimaloille. Pitää kuitenkin muistaa, että Suomen keskilämpötila on matalampi kuin Etelä-Euroopassa, mikä taas hieman lisää aurinkopaneelien hyötysuhdetta. Hyötysuhde nousee lämpötilan las-
kiessa, koska paneelien napajännite nousee. [8.]



Kuva 3. Auringonsäteilyn määrä Euroopassa [8].

3 Aurinkosähköjärjestelmät

3.1 Optimoimaton järjestelmä

Aurinkovoimalat voivat olla perinteisiä tai älykkäitä. Perinteisissä aurinkovoimaloissa ei ole virran optimoijia, mikä tekee niistä alkeellisempia, mutta halvempia. Perinteisissä voimaloissa tuotantotehon määrittää sarjan heikointen tuottava

paneeli. Tämä tarkoittaa sitä, että eniten likaantunut, varjostunut tai vioittunut paneeli määrää tehon. Jos yksi paneeli hajoaa, niin koko sarja lopettaa tuotannon. Perinteisessä järjestelmässä tuotantoa pystyy seuraamaan paneeliketjun tarkkuudella, joka voi tarkoittaa jopa 20–40 paneelia. Tästä seuraa se, että jos sarjassa huomataan vika, niin vian paikantaminen ei ole tehokasta. Vian paikantamiseen joudutaan tällöin turvautumaan mekaanisiin mittauksiin ja mahdollisesti lämpökamerankuviin. Jos vikatilanteessa syntyy esimerkiksi valokaari, niin se sammuu vasta kaapelin palaessa poikki tai auringon laskettua. [9.]

3.2 Optimoitu järjestelmä

Älykkäissä voimaloissa on virran optimoijia, joista on monenlaisia hyötyjä. Virran optimoijien avulla koko sarja tuottaa enemmän. Jokainen paneeli tai pari säädetään toimimaan täydellä teholla, joten siitä tulee oma tuotantoyksikkö. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka jokin paneeli hajoaisi, niin optimoijien avulla se pystytään ohittamaan, jotta sarjan muut paneelit voivat jatkaa sähköntuotantoa. Jokaisen tuotantoyksikön tuottoa voidaan seurata sovelluksen kautta tarkasti. Hajonnut paneeli voidaan myös paikantaa välittömästi sovelluksen kautta ja näin nopeuttaa korjaus- sekä huoltoprosessia tehden siitä myös kustannustehokkaampaa. Kuvassa 4 on virran optimoija. [9.]



Kuva 4. Aurinkosähköjärjestelmän virran optimoija [10].

Optimoitu järjestelmä on myös turvallisuuden kannalta parempi vaihtoehto. Aurinkovoimalaa valvoo automatiikka vuorokauden ympäri. Vikatilanteessa virran

optimoija pystyy automaattisesti pudottamaan jännitteen alas, jolloin esimerkiksi se saa valokaaren loppumaan. Jännitteen laskeminen myös tekee turvallisemmat olosuhteet huoltohenkilökunnalle tai palokunnalle sammutustyötä tehdessä. Useat viranomaiset ja vakuutusyhtiöt ovat sitä mieltä, että ilman virran optimoijia ei saisi aurinkopaneeleita asentaa kiinteistöjen katoille, sillä niiden edut ovat niin hyvät. [9.]

3.3 On-grid-järjestelmä

On-grid-aurinkosähköjärjestelmä on liitetty valtakunnan sähköverkkoon. Paneeleilla tuotettu sähkö saadaan itse käytettyä ja ylimääräinen sähkö syötetään verkkoon. Omistaja saa hyvitystä verkkoon syötetystä sähköstä. Tämä järjestelmä ei vaadi energiavarausta eli tässä tapauksessa akustoa. Akustoa ei tarvita, koska ylimääräinen sähkö siirretään verkkoon, ja jos paneelit eivät ole tuotaneet tarpeeksi, voidaan verkosta myös ottaa sähköä. Energiavarastot ovat kalliita, joten se pienentää alkuinvestointia. On-grid järjestelmää käytetään lähes aina, jos käytössä on valtakunnan verkko, johon järjestelmä voidaan liittää. Lainisalo Oy:lle tämä on-grid-järjestelmä on parempi ratkaisu kuin off-grid. [11.]

3.4 Off-grid-järjestelmä

Off-grid aurinkosähköjärjestelmä toimii ilman valtakunnan sähköverkkoa, joten se on itsenäinen järjestelmä. Näitä järjestelmiä käytetään ainakin paikoissa, joissa ei ole valtakunnan verkkoa tarjolla eli esimerkiksi kesämökeillä ja veneissä. Tuotettu sähkö käytetään itse ja ylimääräinen sähkö siirretään akkuihin myöhempää tarvetta varten. Päivällä tuotettu ylimääräinen sähkö voidaan käyttää akustoista esimerkiksi illalla talon tarpeisiin, kun aurinko ei enää paista. Tämä järjestelmä myös toimii, vaikka valtakunnan verkossa tapahtuisi sähkökatkos, koska järjestelmä ei ole liitettyä siihen. Järjestelmä voi esimerkiksi korvata mökillä fossiililla polttoaineilla toimivan aggregaatin. Off-grid järjestelmän mitoitus on yleensä tarkempaa, koska ylimääräistä sähköä ei välttämättä saada verkosta, joten voimala on mitoitettava tarkasti tarpeen mukaan. [11.]

On olemassa näiden off-grid ja on-grid-järjestelmien yhdistelmiä eli hybridiaurinkosähköjärjestelmiä. Tämä järjestelmä hyödyntää molempien järjestelmien parhaita puolia, mutta se nostaa investointikustannuksia ja vie enemmän tilaa. Hybridijärjestelmät ovat kytkettynä verkkoon ja niissä on energiavarastot. Näissä järjestelmissä voidaan ensin käyttää tarvittava sähkö itse ja ylimääräinen sähkö varastoida akustoon. Akun ladattua täyteen ohjataan ylimääräinen sähkö verkkoon. [11.]

4 Aurinkosähkön hyödyt ja haitat

Aurinkosähkö on uusiutuva energialähde. Tämä tarkoittaa sitä, että se ei aiheuta käytöllään ympäristöongelmia tai luonnonvarojen ehtymistä, koska sitä on rajattomasti saatavilla. Se ei myöskään aiheuta sähköntuotannon ohessa ilmastopäästöjä, mikä edesauttaa ilmastonmuutoksen hillitsemistä. Aurinkosähköjärjestelmät soveltuvat monille alueille, syrjäseuduilta kaupunkeihin. Syrjäseuduilla voi olla jopa helpompaa ja halvempaa asentaa aurinkosähköjärjestelmä kuin perinteinen sähköverkko. Järjestelmästä riippuen se tarjoaa itsenäisen ja luotettavan energialähteen, mikä voi olla todella merkittävä hyöty varsinkin alueilla, jossa ei ole valtakunnan sähköverkkoa. Aurinkoenergian tuotanto ei aiheuta melu haittoja, toisin kuin esimerkiksi tuuliturbiinit. Paneeleiden käyttöikä on noin 30 vuotta, ja niiden ylläpitokustannukset ovat matalat, koska ne eivät vaadi jatkuvaa kunnossapitoa. [12.]

Vaikka aurinkoenergia ei sähköntuotannon ohessa tuota päästöjä, niin välilliset päästöt tulevat paneeleiden tuotanto-, kuljetus- ja asennusvaiheista. Paneeleiden tuotanto käyttää kalliita ja harvinaisia materiaaleja, joten niiden valmistus kuluttaa rajallisia resursseja. Aurinkosähköä voidaan tuottaa vain, kun on valoisaa, joten tuotannon määrä riippuu säästä, kellonajasta ja vuodenaajasta. Vaikka sähköä tuotettaisiin paljon päivällä, niin tarvitaan akustoja, jotta tuotettua sähköä voitaisiin käyttää pimeällä ja akustot ovat hyvin kalliita. Aurinkosähköjärjestelmät tarvitsevat paljon tilaa, mikä voi olla ongelma tietyillä alueilla. Esimerkiksi korvaamalla Olkiluodon kolmosreaktorin eli ydinvoimalan tarvittaisiin melkein Vantaan kokoinen aurinkovoimala. [12; 13.]

5 Aurinkopaneelikartoitus

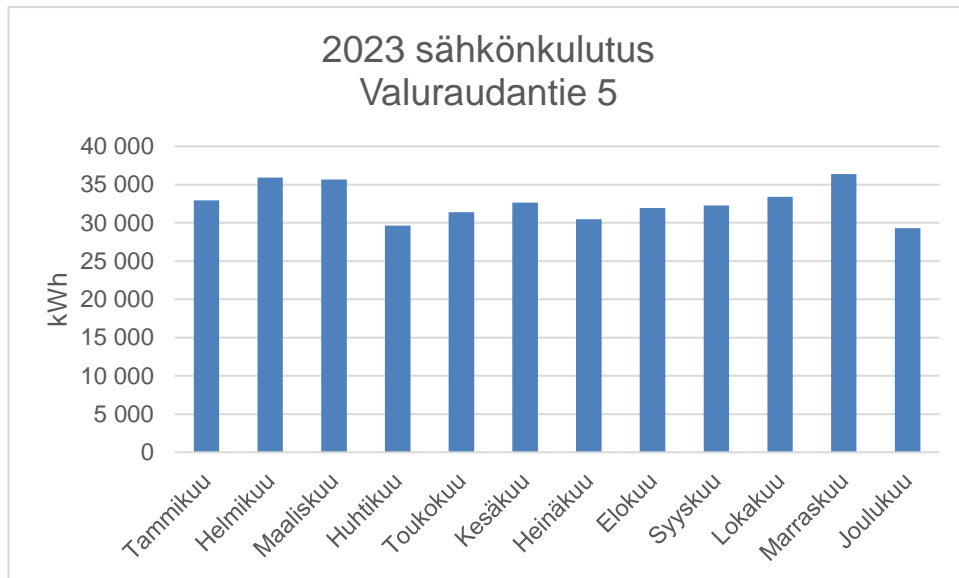
5.1 Kohteen tiedot

Kartoitus tehtiin yritykselle Lainisalo Oy, ja kohde sijaitsee Helsingissä. Kyseinen rakennus kuluttaa sähköä 391 815 kWh/a. Yrityksellä on myös toimintaa viereisessä rakennuksessa, mikä kuluttaa 257 466 kWh/a. Tämä kartoitus kuitenkin kohdistuu vain ensimmäiseen rakennukseen, joka näkyy kuvassa 5.



Kuva 5. Satelliittikuva kohteesta (Google Maps 2024).

Optimaalisin suunta aurinkopaneeleille on etelään päin ja noin 40°:n kulmassa maahan nähden. Kuvan 5 kompassista näkee, että rakennus on noin kaakko-luode-suunnassa ja sen katto on loiva vinopeltikatto. Paneelit eivät tule siis olemaan optimaalisessa suunnassa eikä kulmassa, joten siitä seuraa sähköntuotannon häviöitä. Kuvasta 6 näkee kuukausitasolla rakennuksen sähkönkulutuksen. Vuoden 2023 kulutus oli 391 815 kWh.

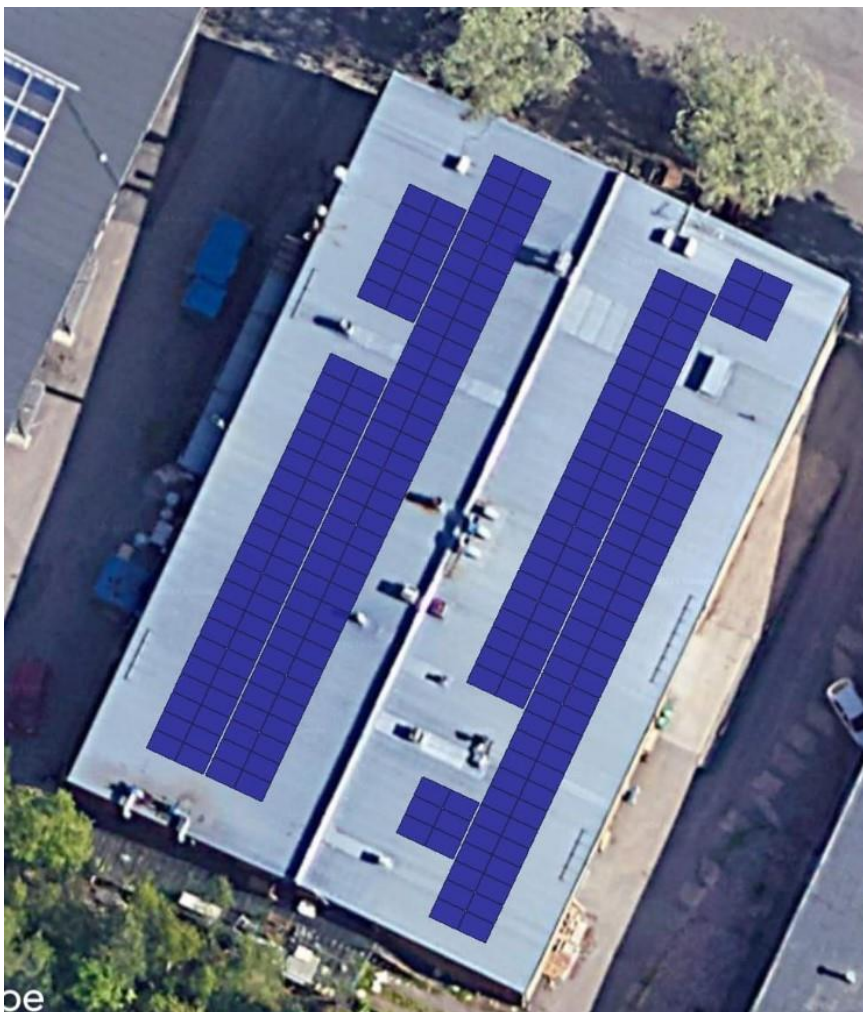


Kuva 6. Valuraudantie 5 sähkönkulutus vuonna 2023 [14].

Sähkönkulutus kohteessa on suhteellisen tasaista vuoden ympäri. Aurinkovoimalla tuotettu sähkö kuitenkin painottuu maaliskuu-syyskuun välille.

5.2 Paneelien asemointi

Paneelien asemointi katolle on toteutettu HelioScope-ohjelmalla. Kuvasta 7 näkee, miten paneelit voitaisiin asentaa katolle. Paneeleita tulisi tämän suunnitelman mukaan 230 kpl. Katolle voisi asentaa mahdollisesti vielä enemmän paneeleita, mutta näin katolle jää tilaa kiinteistön huoltotoimille.



Kuva 7. Paneelien asemointi katolle (HelioScope).

Luoteisella puolella paneeleita on 120 kpl ja kaakon puolella 110 kpl. Paneelit asennetaan vinokatolle lappeen mukaisesti. Ennen paneelien asennusta on tärkeää selvittää rakennuksen katon kestävyys. Paneeli ja sen kiinnitysteline tuovat lisää painoa noin 15 kg neliometriä kohden, riippuen tietysti paneelista. Yksittäinen paneeli kuitenkin painaa noin 20 kg, mutta sen pinta-ala on yli yhden neliömetrin.

Kestävyys voidaan selvittää esimerkiksi rakennusasiakirjoista tai pyytää asiantuntijaa arvioimaan ja tarkastamaan katon. Katon kunto on hyvä tarkastaa, vaikka rakenteet kestäisivätkin painon. Huonokuntoinen katto voidaan joutua uusimaan lähivuosien aikana. Se aiheuttaa lisää kustannuksia, jos paneelit joudutaan purkamaan sekä asentamaan uudestaan katon korjaustöiden ajaksi. Tämän takia

on hyvä miettiä, että paneelien ikä on noin 25–30 vuotta ja joudutaanko katto uusia tämän aikana. Jos katto joudutaan uusimaan lähivuosina, on kannattavampaa tehdä se ennen paneelien asennusta. [2.]

5.3 Teho ja sähköntuotanto

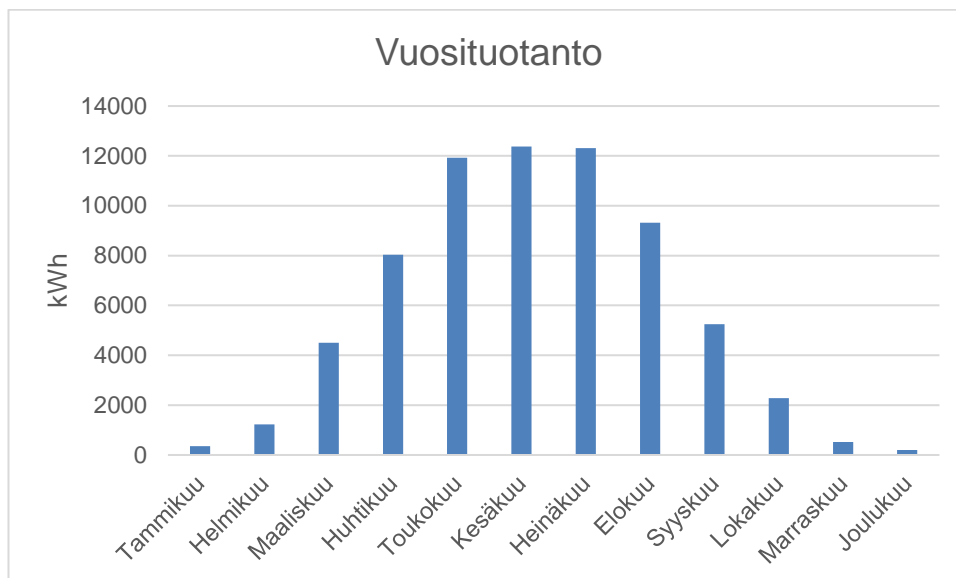
Aurinkovoimalan teho lasketaan kertomalla paneelien määrä paneelin teholla eli 230 kpl x 430Wp, josta saadaan huipputehoksi 98 900 Wp eli 98,9 kWp. Aurinkopaneelien huipunkäyttöaika on noin 850 tuntia, joka on noin 10 % vuoden tunneista [15]. Tämä tarkoittaa sitä, että vuodessa aurinkovoimala tuottaa 850 kertaa huipputehon eli 850 h x 98,9 kW ja tästä saadaan teoreettinen vuosituotanto, joka on 84 065 kWh. Todellinen vuosituotanto on matalampi häviöiden takia. Todellinen vuosituotanto on yleensä 75–90 % huipputehosta. [16.]

Sähköntuotantoa on arvioitu PVGIS-laskurilla, joka on Euroopan komission sivuilta löytyvä laskuri. Laskurin pitäisi olla tarkka, koska sinne syötetään paneelien tietoja, kuten missä ne sijaitsevat sekä missä kulmassa ne ovat. Laskurin mukaan tämä voimala tuottaisi 68 300 kWh vuodessa, joka olisi noin 81 % teoreettisesta tuotannosta. Aurinkovoimala voisi siis korvata 17,4 % sähkönkulutuksesta vuositasolla.

Voimala kuitenkin tuottaa suurimman osan sähköstään maalissyyskuun välillä, jolloin arvioitu tuotanto on 63 720 kWh. Tämän aikana kohde kuluttaa 223 950 kWh, joten maalissyyskuun aikana voimala voisi korvata 28,5 % sähköverkosta otetusta sähköstä.

Valuraudantie 5:n sähkönkulutus on todella korkea, minkä vuoksi mitoitettu voimala korvaisi 17,4 % kulutuksesta, vaikka itse voimala tuottaa reilusti sähköä. Voimalan tuotantoa voidaan verrata kahden hengen kerrostalokotitalouteen, joka kuluttaa vuodessa keskimäärin 2 500 kWh. Tästä saadaan tulokseksi, että tällä voimalalla voitaisiin teoriassa tuottaa yli 27:lle kahden hengen kotitaloudelle vuodeksi sähköt. Tai vastaavasti 45:lle yksin kerrostalossa asuvalle vuodeksi sähköt. [17.]

Kuvasta 8 näkee arvioidun tuotannon kuukausittain. Talvisin tuotanto voi kuitenkin jäädä ihan nolnaan, koska päivät ovat lyhyitä ja paneelit ovat lumen peitossa. Sähköntuotanto myös ajoittuu valoisalle ajalle eli öisin sähköntuotantoa ei ole.



Kuva 8. Voimalan arvioitu tuotanto kuukausittain (PVGIS-laskuri).

Huomioitavaa on myös se, että vaikka katolla kaakon puolella on vähemmän paneeleita (110 kpl), niin se tuottaa arviolta 36 150 kWh/a. Luoteisella puoliskolla enemmän (120 kpl) ja tuotto arviolta 32 150 kWh/a. Tämä johtuu paneelien suuntauksesta, sillä luoteeseen päin olevat paneelit ovat huonommassa suunnassa aurinkoon nähden.

Oleellista on myös se, meneekö kaikki tuotettu sähkö omaan käyttöön vai osa myyntiin. Takaisinmaksuajan kannalta kannattavinta olisi, että kaikki tuotettu sähkö käytetään itse. Kun sähköä käyttää itse, niin säästää sähköhinnan ja siirtomaksun verran. Jos tuottaa ylimääräistä sähköä, jolloin sen pystyy myymään, saa hyödynnettyä vain sähköhinnan verran. Tämä tarkoittaa sitä, että siirtomaksua ei saada hyödynnettyä, mikä pidentää takaisinmaksuaikaa. Kustannuksia käsitellään tarkemmin luvussa 6.

6 Kustannukset

Kustannukset koostuvat suunnittelutyöstä, asennuksesta ja järjestelmän laitteista, kuten paneeleista, inverttereistä, telineistä sekä muista tarvikkeista.

Tämä 98,9 kWp:n voimala Lainisalo Oy:lle maksaa erään yrityksen myyjän mukaan noin 85 000 euroa (alv 0 %). Tämä hinta sisältää virran optimoijat, joten voimala olisi älykäs eikä perinteinen. Investointitukea on ennen saanut tämän-tyyppisiin projekteihin, mutta se lopetettiin syksyllä 2023. Tuki on ollut ennen 20 %, mutta valitettavasti tämä projekti ei sitä pysty saamaan. [18.]

6.1 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa sähkön hinnan muuttuminen sekä tuotannon ja kulutuksen vaihtelu. Korkeampi sähkönhinta tarkoittaa lyhyempää takaisinmaksuaikaa, mutta sähkönhintaa on vaikea ennustaa tarkkaan vuosia eteenpäin.

Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa myös korko ja projektin hinta. Jos investointiin joudutaan ottamaan lainaa, projektin kokonaishinta nousee koron takia. Projektin koroton hinta eli 85 000 euroa on vain arvio, joten se voi myös muuttua.

Takaisinmaksuajan määrittämiseen käytettiin sähkön hintaa 7 snt/kWh ja sähkönsiirtohintaa 6 snt/kWh, jolloin sähkön kokonaishinta on 13 snt/kWh. Yritys ostaa 391 815 kWh vuodessa, jolloin vuotuinen kustannus on 50 936 euroa. Aurinkopaneelien avulla yritys joutuisi ostamaan 323 508 kWh, jolloin vuotuinen kustannus olisi 42 056 euroa. Säästöä tulisi vuodessa 8 880 euroa, josta saadaan takaisinmaksuajaksi noin 10 vuotta, kun voimalan hinta on 85 000 euroa. Jos sähkön hinta olisi esimerkiksi 4 snt/kWh, niin takaisinmaksuaika olisi reilu 12 vuotta. Taulukosta 1 voidaan todeta, että sähkön hinnalla on suuri merkitys takaisinmaksuaikaan. Korkeampi sähkönhinta tarkoittaa lyhyempää takaisinmaksuaikaa.

Taulukko 1. Järjestelmästä saatava säästö ja takaisinmaksuaika eri sähköhinnoilla.

Investointi 85 000 € (alv 0 %)	Hinta 1	Hinta 2	Hinta 3
Sähkön kokonaishinta (sähkö+siirto)	10+6 snt/kWh	7+6 snt/kWh	4+6 snt/kWh
Säästö vuodessa	10 930 €	8 880 €	6 830 €
Takaisinmaksuaika	7,8 vuotta	9,6 vuotta	12,4 vuotta

Teoriassa jos yritys myisi kaikki tuotetun sähkön, jolloin siirtomaksua ei saataisi hyödynnettyä, niin takaisinmaksuaika olisi saman laskuperiaatteen mukaan melkein 18 vuotta, kun sähkön hinta olisi 7 snt/kWh. Tästä nähdään, että järkevintä on käyttää kaikki tuotettu sähkö itse.

Aurinkopaneelien käyttöikä on keskimäärin noin 25–30 vuotta, mutta voi olla jopa pidempikin. Takaisinmaksuajan jälkeen voimala siis tuottaa noin 15–20 vuotta sähköä, mutta huonommalla hyötysuhteella kuin alussa. Paneelien tehokkuus heikkenee vuosittain yleensä 0,5–1 %. Takaisinmaksuajassa ei ole siis huomioitu arvolisäveroa, korkoa tai tehon heikkenemistä. Nämä kolme asiaa kuitenkin pidentävät takaisinmaksuaikaa. [19.]

6.2 Hyödyt yritykselle

Aurinkovoimalan hyötyjä voi tarkastella muutenkin kuin pelkästään takaisinmaksuajan kannalta. Vihreys ja kestävä kehitys ovat keskeisiä asioita maailmassa. Aurinkovoimalan myötä asiakkaat huomaavat, että yritystä kiinnostavat nämä edellä mainitut asiat ja se haluaa vaikuttaa positiivisesti omalta osaltaan niihin. Tämä voi edesauttaa uusien asiakkaiden hankkimisessa, koska yrityksen maine kasvaa ympäristötietoisena toimijana. Aurinkovoimalalla tuotettu sähkö tuo

myös vakautta sähkönhintaan. Päivän spot-hinnan ollessa korkealla aurinkosähkön hinta pysyy vakiona.

7 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli kartoittaa aurinkovoimala tilaajan Lainisalo Oy:n Helsingin toimitilan katolle. Lainisalo Oy tilasi tämän työn, koska yritystä kiinnosti aurinkovoimalan mahdollisuudet ja investoinnin kannattavuus. Tämä raportti antaa hyvän yleiskuvan aurinkovoiman hyödyntämisestä ja kannattavuudesta Lainisalo Oy:n tapauksessa. Työn tuloksena yrityksen katolle mahtuisi 98,9 kWp:n voimala, joka kattaisi heidän vuoden sähkökulutuksestaan noin 17 %. Tämä voimala maksaisi itsensä takaisin noin 10 vuodessa riippuen muuttujista, kuten sähkön hinnasta.

Aurinkovoimalan suunnittelussa on tärkeää huomioida rakennuksen sijainti ja kestävyys, aurinkoenergian potentiaali, tekniset vaatimukset liittyen paneelien asennukseen sekä sähkön tarpeen suuruus. Takaisinmaksuajassa on huomiotava monia asioita, kuten sähkön hinta ja järjestelmän kustannukset.

Aurinkosähköjärjestelmät tarjoavat monia etuja, kuten itsenäisyyttä sähköntuotannossa, ympäristöystävällisyyttä ja vähäisellä kunnossapidolla toimivan järjestelmän. Niiden käyttöönottoon sisältyy myös haasteita, kuten alkuinvestoinnin suuruus. Perinteiselle sähköntuotannolle aurinkosähkö on kestävä ja merkittävä vaihtoehto, koska se tuottaa sähköä ilman ilmanpäästöjä hyödyntäen uusiutuvaa aurinkoenergiaa.

Lähteet

- 1 Aurinkosähköteknologiat. 2024. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat>. Luettu 2.1.2024.
- 2 Aurinkopaneelit. 2024. Verkkoaineisto. Aurinkovirta. <<https://aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkovoimala/aurinkopaneelit/>>. Luettu 2.1.2024.
- 3 Miten aurinkopaneelit toimivat? Verkkoaineisto. Pokas. <<https://pokas.fi/ajankohtaista/miten-aurinkopaneelit-toimivat/>>. 9.2.2022. Luettu 4.1.2024.
- 4 Miten aurinkopaneelit toimivat? 2020. Verkkoaineisto. Vare. <<https://vare.fi/yrityksille/aurinkopaneelit/miten-aurinkopaneelit-toimivat/>>. Luettu 5.1.2024.
- 5 Aurinkovoimalat. 2023. Verkkoaineisto. Solle. <<https://solle.fi/aurinkovoimalat/>>. 15.6.2023. Luettu 10.1.2024.
- 6 Aurinkosähkön kapasiteetti kasvoi Suomessa yli 100 megawattia vuonna 2021. 2022. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-kapasiteetti-kasvoi-suomessa-yli-100-megawattia-vuonna-2021>>. 20.6.2022. Luettu 10.1.2024.
- 7 Byman, Kai. 2023. Tässä tuotetaan eniten aurinkoenergiaa koko Suomessa. Verkkoaineisto. Yle. <<https://yle.fi/a/74-20039263>>. 17.7.2023. Luettu 15.1.2024.
- 8 Auringonsäteilyn määrä Suomessa. 2024. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringsateilyn_maara_suomessa>. Päivitetty 31.1.2024. Luettu 18.1.2024.
- 9 Mikä on aurinkovoimalan virran optimoija? 2020. Verkkoaineisto. Solnet. <<https://www.solnet.group/fi/blogi/mik%C3%A4-on-virran-optimoija>>. 10.3.2020. Luettu 29.1.2024.
- 10 Solar power optimizer. Verkkoaineisto. Ebay. <<https://www.ebay.com/itm/254984506512>>. Luettu 29.1.2024.

- 11 On-grid vs. off-grid aurinkokunta. 2021. Verkkoaineisto. Beny. <<https://www.beny.com/fi/on-grid-vs-off-grid-solar-system-all-you-need-to-know/#>>. 1.9.2021. Luettu 2.2.2024.
- 12 Aurinkovoima. Verkkoaineisto. Vattenfall. <<https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/tuotantomuodot/aurinkovoima/>>. Luettu 5.2.2024.
- 13 Ruuska, Vesa-Matti. 2014. Ydinvoimalan korvaaminen vaatii Turun kokoi- sen aurinkovoimalan. Verkkoaineisto. Yle. <<https://yle.fi/a/3-7476996>>. Päivitetty 19.9.2014. Luettu 12.2.2024.
- 14 Lainisalo, Dani. 2024. CFO, Lainisalo Oy. Helsinki. Sähköposti 23.1.2024.
- 15 Hämäläinen, Tomi. 2023. Aurinkovoima. Opintomateriaali. Metropolia Am- mattikorkeakoulu.
- 16 Aurinkopaneelilaskuri. Verkkoaineisto. Hehku. < <https://hehkuenergia.fi/au- rinkopaneelit/aurinkopaneelilaskuri/>>. Luettu 1.3.2024.
- 17 Kodin sähkönkulutus – mistä se muodostuu. 2024. Verkkoaineisto. Vaa- san sähkö. < <https://www.vaasansahko.fi/energianeuvonta/kodin-sahkon- kulutus-mista-se-muodostuu/>>. 1.2.2024. Luettu 8.3.2024.
- 18 Lehmuskoski, Antti. 2024. Solar PV Sales Team Lead, Solnet. Keskustelu 28.2.2024
- 19 Aurinkosähkötyöpaja. 2020. Verkkoaineisto. Keski-suomi. <<https://keski- suomi.fi/wp-content/uploads/sites/3/2021/01/Aurinkosahkotyopaja.pdf>>. 3.6.2020. Luettu 19.3.2024.