



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Marko Kokko

# AURINKOPANEELIT OMAKOTITALOON

Kustannusarvio ja takaisinmaksuaika tutkimuskohteessa

Tekniikka  
2023

## TIIVISTELMÄ

Tekijä Marko Kokko  
Opinnäytetyön nimi Aurinkopaneelit omakotitaloon  
Vuosi 2023  
Kieli suomi  
Sivumäärä 28

Ohjaaja Juha Ramsila

---

Opinnäytetyössä tutkitaan aurinkosähköjärjestelmää, paneelien hyötyä, kunnossapitoa sekä tuottoon vaikuttavia tekijöitä, sekä missä ajassa aurinkopaneelit ovat tuottaneet asennushinnan takaisin ostajalle. Lähtökohtaisesti työssä sovelletaan omaa työkokemusta aurinkopaneelien asennuksesta sekä tarkastellaan yhden omakotitalon aurinkopaneelien tuottoa. Tutkimustyö tehdään yrityksen avulla.

Työn tavoitteena on antaa yksityishenkilöille tietoa aurinkopaneeleista sekä kustannuksista että hyödyistä. Työssä käydään lävitse aurinkopaneeleita, aurinkosähköjärjestelmään liittyviä asioita, paneelien tuotantoon vaikuttavia tekijöitä, kunnossapitoa sekä myös asennuksiin liittyviä asioita. Tutkimuksessa on käytetty yhden omakotitalokohteen aurinkosähköjärjestelmän tuottomääriä sekä asennuskustannuksia, joista saadaan selville aika, missä ajassa paneelit maksavat asennuskustannukset takaisin. Tutkimusaineistoina on käytetty suurimmaksi osaksi internetistä saatavaa tietoa sekä erittäin paljon omaa alaan liittyvää tietoa.

Tutkimuksen keskeisiä havaintoja ovat aurinkopaneelien tuottoon vaikuttavien tekijöiden määrä, sekä kestävä kehityksen hyödyllinen tarve. Tutkimuksessa havaittiin, että aurinkopaneelien hyöty on erittäin suuri, vaikkakin takaisinmaksuaika on tässä tutkimuksessa jopa 19 vuotta.

## ABSTRACT

Author	Marko Kokko
Title	Solar panels for a town house
Year	2023
Language	Finnish
Pages	28
Name of Supervisor	Juha Ramsila

---

In the thesis we study solar power system, solar panels benefits, maintenance for panels, factors affecting the return and which time solar panels have produced the installation price back to buyer. Basically, at work we shall apply own work experience about solar panels installation and view one town house solar panels returns. Research work is done with the help of company.

The goal of the work is to give to individuals knowledge about solar panels and both costs and benefits of solar panels. At the work we pitch into about solar panels, matters related to the solar power system, factors influencing the production of panels, panels maintenance, as well as matters related to installations. In the research I used one town house solar power systems returns amount and installation costs, which can be found the time at, in what time solar panels pay for installation costs back to buyer. For most part, I have been using information from internet as research material as well as lot of information has related to my own knowledge and work experience about this topic.

Key findings of the study are the number of factors affecting the return of solar panels as well as a useful need for sustainable development. The study found that the benefit of solar panels is very high, although the payback time in this study even 19 years.

---

Keywords                      solar panels, solar power system, town house, installation, payback time

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	AURINKOPANEELI .....	7
	2.1 Aurinkosähköjärjestelmä .....	7
	2.2 Paneeleiden kunnossapito.....	9
	2.3 Vaikuttavat tekijät aurinkopaneeleiden tuottoon.....	9
	2.4 Aurinkopaneelit omakotitalossa.....	11
	2.5 Aurinkosähköjärjestelmän hyödyt.....	11
3	ASENNUS .....	13
	3.1 Paneelit ja kiinnikkeet.....	14
	3.2 Maadoitukset .....	15
	3.3 Kaapelointi .....	15
	3.4 Invertteri .....	16
	3.5 Käyttöönottotarkastukset.....	17
4	AURINKOPANEELEIDEN TAKAISINMAKSUAIKA .....	19
	4.1 Tutkimuksen taustat .....	19
	4.2 Tutkimuksen kriittiset näkökulmat .....	19
	4.3 Tutkimuksen menetelmät.....	20
5	TULOKSET .....	21
6	YHTEENVETO .....	26
7	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET .....	28

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Aurinkosähköjärjestelmän toiminta omakotitalossa. (Aurinkosahkoakotiin 2023) .....	8
<b>Kuva 2.</b> Aurinkosähköjärjestelmän merkintä keskukseen. ....	13
<b>Kuva 3.</b> Oikea oppinen tapa kantaa paneeleita. (Scanoffice 2023 b).....	14
<b>Kuva 4.</b> Havainnekuva kiristyskiinnikkeistä. (Scanoffice 2023 b) .....	14
<b>Kuva 5.</b> Paneelien pikaliittimet. (Scanoffice 2023 b) .....	15
<b>Taulukko 1.</b> Tuoton prosentti vs. suoraan etelään päin suunnattuna. (Mukaiillen Vare 2020 b) .....	10
<b>Taulukko 2.</b> Malli aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottotarkastus pöytäkirjasta aurinkopaneeleita koskevien mittausten osalta.....	17
<b>Taulukko 3.</b> Vuoden 2019 kuukausittainen tuotanto.....	21
<b>Taulukko 4.</b> Vuoden 2020 kuukausittainen tuotanto.....	21
<b>Taulukko 5.</b> Vuoden 2021 kuukausittainen tuotanto.....	22
<b>Taulukko 6.</b> Vuoden 2022 kuukausittaiset tuotannot syyskuun 17.päivään saakka. ....	22
<b>Taulukko 7.</b> Loppuvuoden tuotanto 18.9.2022 lähtien.....	23
<b>Taulukko 8.</b> Vuoden 2023 alkuvuoden tuotannot 5,1 kW järjestelmällä.....	23
<b>Taulukko 9.</b> Vuoden 2022 sähkönkulutus omakotitalossa.....	24
<b>Taulukko 10.</b> Vuoden 2022 aurinkopaneeleiden tuotanto. ....	25

## 1 JOHDANTO

Aurinkopaneelit kehittyvät koko ajan eteenpäin ja ovat niin sanottua tulevaisuutta. Aurinkopaneelien mieleinen ulkonäkö saavat kuluttajat yhä enemmän harkitsemaan paneeleita omaan kotiin. (Vattenfall 2023) Aurinkopaneelien asennuttaminen esimerkiksi omiin kiinteistöihin tai yrityksiin on nykypäivänä erittäin yleistä. Aurinkosähkö on uusiutuvaa energiaa, koska auringon säteily ei ole hetkeen maailmalta häviämässä. Aurinkosähkö on siis kestävä sähkön tuotantotapa. Vaikka aurinkopaneelit eivät tuota hetkessä asennuskuluihin mennyttä rahaa takaisin, se tuo säästöjä sähkölaskuun pitkälle aikavälille, sekä vuosien kuluessa se on pelkkää tuottoa, kun paneelit ovat maksaneet niin sanotusti asennuksen takaisin.

Opinnäytetyössä tutkitaan aurinkopaneelien takaisinmaksuaikaa omakotitaloissa verrattuna materiaali- ja asennuskuluihin. Tutkimuksen taustana käytän omaa työkokemusta aurinkopaneelien asennuksista, sekä kohteena olevaa omakotitaloa, josta saadaan tuotannollisia tuloksia neljän vuoden ajalta.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa käydään läpi aurinkopaneelien rakennetta, aurinkosähköjärjestelmän kokoonpano, aurinkopaneelien hyötyjä, paneelien kunnossapitoa sekä aurinkopaneelien tuottoon vaikuttavia tekijöitä.

Opinnäytetyön toisessa osassa käydään läpi aurinkosähköjärjestelmän asennukseen liittyviä asioita sekä käyttöönottoon liittyviä asioita.

Opinnäytetyön lopussa käydään läpi tuloksia. Käytössä olleiden tuotantolukujen pohjalta arvioitiin realistinen keskimääräinen vuosittainen sähköntuotanto. Vuosittainen tuotanto kerrottiin keskimääräisellä sähkön hinnalla, jolloin vuosituotannolle saatiin rahallinen arvo. Tätä rahallista arvoa verrattiin kohteen aurinkosähköjärjestelmän asennuskustannuksiin, jolloin saatiin arvioitua aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksuaika.

## 2 AURINKOPANEELI

Aurinkosähköä saadaan tuotettua aurinkopaneeleista. Aurinkopaneelien toiminta perustuu aurinkokennoihin, jotka sijaitsevat paneeleissa. Jotta saadaan sähkövirtaa, auringonsäteilystä tulevat fotonit luovuttavat energian elektroneille, jotka sijaitsevat aurinkokennoissa. (HSY 2023)

Tyypilliset kiinteistöpaneelit ovat kokoa 1x1,75 m, joita voidaan asentaa katolle haluttu määrä. Nämä ovat suosituimmat paneelit mitä asennetaan, koska pitkä käyttöikä, käyttöönotto helppoa sekä tuottohintaa hinta niin sanotusti hinta per watti on hyvä. (Käpylehto 2017)

Tyypillisesti asennetaan omakotitaloihin 4-15kilowatin kokoisia aurinkosähköjärjestelmiä. 15 kilowatin raja yleensä pidetään sen takia, jos ylitetään 15 kilowattia, joudutaan sähköjärjestelmän mitoitus tarkastelemaan.

### 2.1 Aurinkosähköjärjestelmä

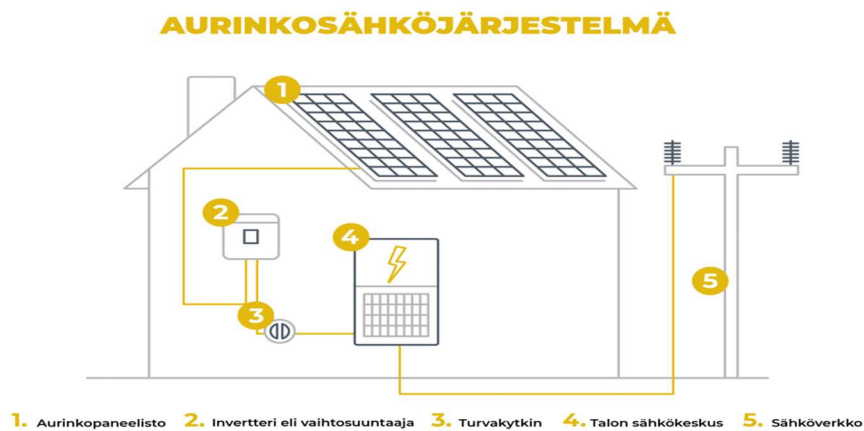
Aurinkosähköjärjestelmään kuuluu aurinkopaneelit, invertteri sekä muut tarvittavat osat, joten aurinkosähköjärjestelmä on edellä mainitsevien osien muodostama kokonaisjärjestelmä.

Aurinkosähköjärjestelmässä invertteri on laite, jota voidaan kutsua myös sanalla vaihtosuuntaaja. Sen tarkoituksena on muuntaa tasavirtaa vaihtovirraksi. Invertteri on siis kotitalouksissa välttämätön laite, koska esimerkiksi pistorasiasta saatava sähkö on vaihtovirtaa. Invertterin sekä talon pääkeskuksen välissä täytyy olla turva- eli erotuskytkin, jotta aurinkosähköjärjestelmä saadaan erotettua verkosta. Viime aikoina markkinoille on tullut myös uusia inverttereitä, joissa on sisäänrakennettu turvakytin, jolloin turvakytintä ei tarvitse erikseen asentaa. Invertterillä pitää kuitenkin aina olla turvakytin, joko erikseen tai sisäänrakennettu, koska verkkoyhtiöt vaativat sen, jotta invertteri saadaan pois verkosta, milloin tarve on. (Vare 2020 a)

Aurinkojärjestelmä yleensä mitoitetaan niin, että paneelit tuottavat omaan käyttöön riittävästi. Kun paneelien tuotanto ylittää talon sähkön kulutuksen, voidaan tämän jälkeen kaikki ylimenevä tuotanto myydä suoraan sähköverkkoyhtiölle, josta syntyy tuottoa. (Vare 2020 a)

Järjestelmää voidaan myös käyttää ajoneuvoissa sekä esimerkiksi kesämökeillä, joita ei ole kytketty sähköverkkoon. Näissä tapauksissa aurinkosähköjärjestelmälle käytetään virtalähteenä akkua tai akustoa. Akku tai akusto siis korvaa näissä tapauksissa talon pääkeskuksen ja syöttää virtaa aurinkosähköjärjestelmälle, jotta se saadaan toimimaan. Kyseisellä akkujärjestelmällä voidaan esimerkiksi saada kesämökeille pientä valaistusta tai veneen akkua voidaan ladata. Järjestelmä käyttää tässä tapauksessa tasasähköjärjestelmää. (Tukes 2023)

Yhteenvetona (Kuva 1) aurinkopaneeleilta tulee kaapeli invertteriin, josta se jatkuu turvakytkimen kautta sähköpääkeskukselle. Tämän jälkeen väliin tulee sähköyhtiöiden asentama sähkömittari.



**Kuva 1.** Aurinkosähköjärjestelmän toiminta omakotitalossa. (Aurinkosahkoakotiin 2023)

## 2.2 Paneeleiden kunnossapito

Aurinkopaneelit eivät vaadi jatkuvaa kunnossapitoa. Paneeleiden yksinkertaisia kunnossapitoja ovat pintojen puhdistus. Esimerkiksi siitepölyä paneelit saattavat kerätä pintaan, jolloin sitä olisi hyvä käydä puhdistamassa silloin tällöin, koska siitepöly heikentää paneeleiden tehoa auringon säteilystä. Talvisten aurinkopaneelien ei tarvitse puhdistaa jatkuvasti, lisäksi paneeleiden pinta ja asennuskulma on tehty niin, että suurimmat lumikasat yleensä tippuvat itsestään pinnalta. Talviaikaan aurinkopaneelit eivät myöskään tuota niin paljon, että olisi järkeä olla jatkuvasti puhdistamassa niitä. Esimerkiksi helmikuussa, jos on tiedossa pidempi aurinkoinen jakso, aurinkopaneelit voi käydä puhdistamassa mahdollisesta lumesta. Puhdistamisessa on käytettävä sellaista harjaa, joka ei naarmuta paneeleiden pintoja, sekä muutenkin pitää olla varovainen, kun paneeleita puhdistetaan. (Tukes 2023)

## 2.3 Vaikuttavat tekijät aurinkopaneelien tuottoon

Aurinkopaneelien tuottoon vaikuttaa monia tekijöitä, kuten esimerkiksi aurinkopaneelien suuntaus ja sijainti. Etelään päin suunnatut aurinkopaneelit tuottavat eniten. Joissain paikoissa aurinkopaneeli joudutaan kuitenkin suuntaamaan muuhun ilmansuuntaan kuin etelään, mikä heijastuu aurinkopaneelin tuotantoon. Suomessa on pohjoisen sijaintinsa takia valoisa aika erittäin lyhyt, jolloin paneelin suuntaamisen merkitys korostuu. (Vare 2020 b; Finnwind 2023). Taulukossa 1 esitetty ilmansuunnan vaikutus paneelien tuotantoon verrattuna etelään päin suunnatuilla paneeleilla (Taulukko 1).

**Taulukko 1.** Tuoton prosentti vs. suoraan etelään päin suunnattuna. (Mukaiilen<sup>10</sup> Vare 2020 b)

<b>Suunnat</b>	<b>Tuoton prosentti vs. suoraan etelään päin suunnattuna.</b>
<b>Itä</b>	25% pienempi
<b>Länsi</b>	25 % pienempi
<b>Kaakko</b>	7% pienempi
<b>Lounas</b>	7% pienempi
<b>Pohjoinen,koi- linen,luode</b>	ei kannata asentaa, koska tuotto voi olla heikkoa

Myös aurinkopaneelien kulma vaikuttaa. Paneelien kulma määritellään riippuen katon mallista sekä mahdollisista muista tekijöistä. Suurin osa paneeleista kuitenkin asennetaan katoille samaan kulmaan, jonka ammattilaiset määrittävät. Suomessa aurinkopaneelit asennetaan harjakatoille yleisesti 40-asteen kulmaan. Tasakatoille taas kannattaa suunnata 10–15 astetta. Aurinkopaneelien kulmaerot tulevat enemmän vastaan maa-asennuksissa. (Finnwind 2023; Vare 2020 b; Scanoffice 2023 a)

Varjostavat tekijät on syytä huomioida, kun suunnitellaan paneelien paikkaa. Yksi suurimpia varjostavia tekijöitä ovat korkeat puut, jotka tuottavat varjoa kattojen ylle sekä estävät auringon säteilyä aurinkopaneeleille. Mikäli tontilla on paneeleita varjostavia puita, kannattaa niiden kaatamista harkita. Jos puiden kaataminen ei kuitenkaan onnistu, aurinkopaneelien sijoitus kannattaa miettiä tarkkaan. (Finnwind 2023; Vare 2020 b)

Tietenkin suurimpia tekijöitä, jotka tuottoon vaikuttavat ovat ilmaston vuosittaiset vaihtelut, joihin ihminen ei voi vaikuttaa. Auringon paisteen määrä vaihtelee vuosittain jonkin verran. (Finnwind 2023)

Suomessa niin sanottuja valoisia kuukausia on huhtikuusta-elokuuhun. Muita kuukausia kutsutaan hajasäteilykuukausiksi. Aurinkopaneelit tuottavat joitakin määriä myös hajasäteilykuukausina, mutta pääosa tuotosta tulee juuri huhtikuusta-elokuuhun välisenä aikana.

Aurinkosähkön taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa myös sähkön hinta, joka on muuttuva tekijä. Sähkön hinta muuttuu Suomessa sähkösovimus tyypistä riippuen kuukausittain tai jopa vuorokauden sisällä. Myös aurinkosähköjärjestelmällä tuotetusta sähköstä saatu hinta vaihtelee.

#### **2.4 Aurinkopaneelit omakotitalossa**

Omakotitalolla tarkoitetaan omaa kiinteistöä, joka sijaitsee omalla tai vuokratontilla. Omakotitalo luokitellaan yleisesti yhden perheen asunnoksi. Omakotitalojen koot vaihtelevat suuresti ja niitä voi olla esimerkiksi 70 m<sup>2</sup>-200 m<sup>2</sup>. Tässä opinnäytetyössä käsitellään myöhemmin tutkimusvaiheessa pohjapinta-alaltaan 150 m<sup>2</sup> omakotitaloa, jossa on asuintilaa noin 120 m<sup>2</sup>.

Tällä hetkellä tyypillisimpiä tehoja aurinkopaneeleissa ovat 375 W sekä 450 W. 375 W aurinkopaneelin koko on yleisesti 1755x1038x35 mm sekä 400 W paneelin koko on 2094x1038x35 mm. Omakotitaloihin asennetaan yleisesti 375 W paneeleita. Paneeleita asennetaan tyypillisesti 8-20 kpl. Tämä vaatii 20–40 m<sup>2</sup> pinta-alaa katoilta. (Ahlsell 2023; Scanoffice 2023 a)

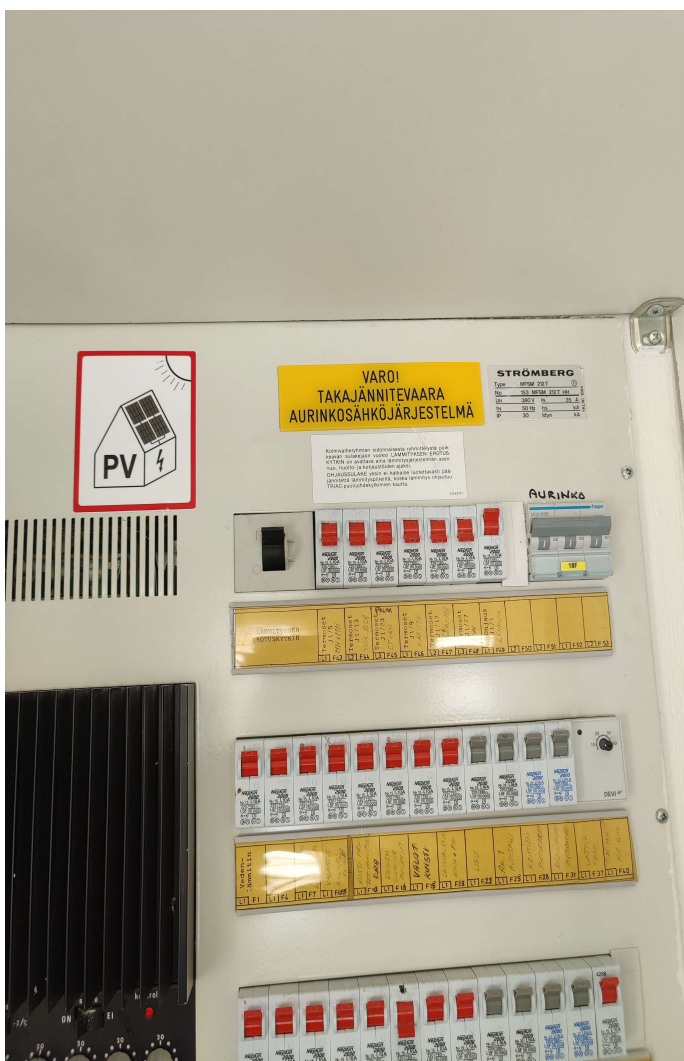
#### **2.5 Aurinkosähköjärjestelmän hyödyt**

Aurinkosähköjärjestelmän hyötyjä on monenlaisia, joista suurimmaksi nousee aurinko uusiutuvana energianlähteenä. Aurinkoenergiaa on saatavilla maailmanlaajuisesti, toki sen saatavuus jakautuu hyvin epätasaisesti eripuolille maailmaa. Aurinkoenergian saatavuus vaihtelee erittäin paljon myös vuodenaikojen mukaan. Aurinkosähkön tuotannosta ei myöskään synny esimerkiksi meluhaittoja, joista

keskustellaan tuulivoimaloiden osalta jatkuvasti. Aurinkosähköjärjestelmän käyttäminen on kestävää tuotantoa, sillä aurinkopaneeleiden käyttöikä on 20–30 vuotta. (Vattenfall 2023)

### 3 ASENNUS

Aurinkopaneelien asennus tapahtuu aina ammattilaisten toimesta. Asennuksiin kannattaa hankkia luotettava ja kokenut firma, jotta homma saadaan kunnolla maaliin saakka. Aurinkosähköjärjestelmien tulee olla aina merkittynä kiinteistöjen sähköpääkeskuksiin (Kuva 2). Urakoitsijan tulee tehdä käyttöönottoilmoitus verkko-yhtiölle, jonka aikana järjestelmää ei saada ottaa käyttöön ennen kuin verkko-yhtiö antaa luvan. Asennusten yhteydessä tehdään järjestelmälle käyttöönottotarkastus. Asiakkaan tulee itse tehdä sopimus ylijäämästä tuotannosta sähköntoimit-tajan kanssa, kuten esimerkiksi Fortum tai Vaasan Sähkö.



**Kuva 2.** Aurinkosähköjärjestelmän merkintä keskuksen.

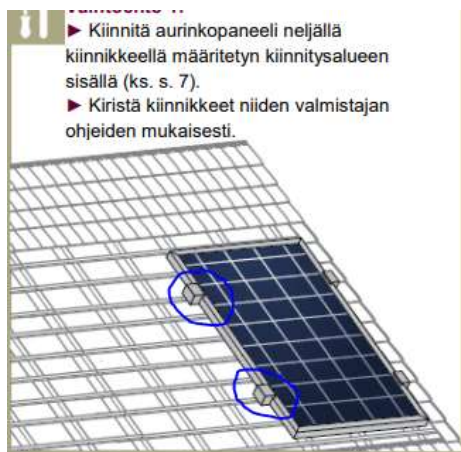
### 3.1 Paneelit ja kiinnikkeet

Aurinkopaneeleita tulee aina käsitellä varoen, kun saavutaan työmaalle ja avataan paketit. Kun aurinkopaneelit on saatu esille kannattaa heti alkuun silmäillä, onko tullut mitään kuljetusvaurioita tai muuta hälyttävää. Paneelien kantaminen katolle tai nosturiin tulee suorittaa ilman kolhintaa ja paneeleita kannetaan vaakasuorassa käsissä (kuva 3).



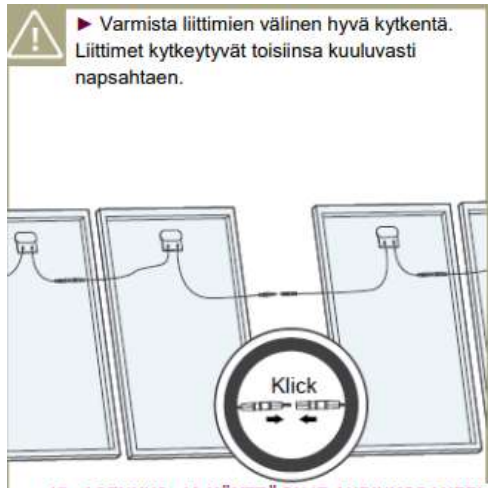
**Kuva 3.** Oikea oppinen tapa kantaa paneeleita. (Scanoffice 2023 b)

Katolle asennettavat paneelit kiinnitetään kiskoihin, jotka puolestaan on kiinnitetty kattomateriaaliin. Kattoasennus siis alkaa kiskojen kiinnikkeiden kiinnittämisellä katto materiaaliin. Kiskojen kiinnikkeitä on todella monia erilaisia ja useimmiten riippuu katon materiaalista, mitä kannattaa käyttää. Kun kiskojen kiinnikkeet ovat kiinni, voidaan kiskot asentaa kiinnikkeisiin. Tämän jälkeen paneelit voidaan asentaa kiskoihin kiristyskiinnikkeiden avulla. Kiristyskiinnikkeillä paneeli saadaan siis pysymään kiinni kiskossa (Kuva 4).



**Kuva 4.** Havainnekuva kiristyskiinnikkeistä. (Scanoffice 2023 b)

Paneelit asennetaan rinnakkain ja kytketään sarjaan. Paneelit kiinnitetään kiskoihin yksi kerrallaan. Paneelien pikaliittimien johdot on tärkeää asentaa siten, etteivät ne roiku pitkin kattoa. Näin estetään johtojen ja pikaliittimien vahingoittuminen.



**Kuva 5.** Paneelien pikaliittimet. (Scanoffice 2023 b)

### 3.2 Maadoitukset

Maadoitukset vedetään pääsääntöisesti potentiaalitasauskiskoilta. Yleisesti maadoitukset vedetään MK 16 asennusjohdolla, mutta omakotitaloissa riittää joissain tapauksissa MK 6 johto. Jos maadoitukset viedään ulkovuorta pitkin, johdot täytyy asentaa palamattomaan tilaan, esimerkiksi voidaan viedä alumiiniputkessa. Jos viedään esimerkiksi vintin tai muun sisätilan kautta, johdot mieluiten viedään putkien sisässä, jossa muoviputkikin riittää. Paneelien asennuksissa maadoitetaan jokainen kisko sarjaan luotettavilla liitoksilla, sekä invertteri.

### 3.3 Kaapelointi

Aurinkopaneelien kaapelointi tapahtuu käyttämällä paneelille tarkoitettuja hienosäikeisiä johtoja, jotka on tarkoitettu aurinkopaneelien kaapelointiin. Kaapelointi tuodaan aina mahdollisimman lyhyttä reittiä invertterille. Kaapelointiin vaikuttaa, kuinka suuri aurinkopaneelijärjestelmä katolla on kyseisessä kohteessa. Esimerkiksi pienemmät järjestelmät, joissa on 3–6 kappaletta aurinkopaneelita

sarjassa, voidaan kaapeloida 4 mm<sup>2</sup> kaapeleilla. Isommissa järjestelmissä, joissa on 12–20 aurinkopaneelia, kaapelointi tapahtuu 6 mm<sup>2</sup> kaapelilla.

Kaapelointi vaatii järjestelmälle sopivan kuormitettavuuden sekä jännitelujuuden sietokyvyn, joten kaapelointi pitää suorittaa oikeanlaisilla kaapeleilla. Mitä isompi järjestelmä, sitä isommat virrat kulkevat kaapeleiden välillä, jonka vuoksi kaapeleiden koot pitää täyttää standardit. Koot ja kaapeliluokat löytyvät asentajille taulukoista. Kaapelointiin sekä oikean kaapeliin valintaan vaikuttaa asennuskertoimet, sekä tietenkin asennusolosuhteet.

Sähköpääkeskukselta vedetään kaapeli invertterille, joka määräytyy paneeleiden tehon ja invertterin koon mukaan. Keskuksen ja invertterin välinen kaapeli voi vaihdella 1.5 mm<sup>2</sup> johdosta jopa 16 mm<sup>2</sup> kaapeliin. Keskuksen ja invertterin väliin kytketään turvakytkin.

### **3.4 Invertteri**

Invertterin paikka kannattaa katsoa etukäteen, jotta on nopeampi miettiä kaapelointi reitit. Invertterin pitää olla palamattomalla alustalla sekä mieluummin sisätiloissa, mikäli mahdollista, jotta invertteri säästyy ulkoilmalta. Jos invertteriä ei ole mahdollista laittaa sisätiloihin, on erittäin suositeltavaa löytää sellainen paikka, jossa invertteri ei olisi täysin sään armoilla.

Normaalin maakytkennän lisäksi voidaan invertteriin laittaa erillinen maadoitus, jos valmistaja sen vaatii tai se halutaan muista syistä. Inverttereille tulee olla aina sähköpääkeskuksessa omat ryhmäsulakkeet.

Invertterin koteloituudet ovat yleisesti IP55 tai IP65. Tämän vuoksi inverttereitä nykyään laitetaan herkemmin ulkoseinille, avovarastoiden seinille. Invertterit ovat säältä suojattuja, joten mikään pakko ei ole tehdä erillisiä lumikatoksia, sateensuojia, jos invertteri ulos laitetaan.

### 3.5 Käyttöönottotarkastukset

Kun aurinkopaneelit ovat katoilla, invertteri asennettu, kaapelointi ja maadoitukset kunnossa, alkaa aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottotarkastukset. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) on listattu keskeisimmät aurinkopaneeleita koskevat mittaukset, mitä suoritetaan käyttöönottotarkastuksiin liittyen. Varsinainen käyttöönottotarkastus pöytäkirja on huomattavasti laajempi kokonaisuus.

**Taulukko 2.** Malli aurinkosähköjärjestelmän käyttöönottotarkastus pöytäkirjasta aurinkopaneeleita koskevien mittausten osalta.

Paneeliketjun ylivirtasuojaus	Suojan tyyppi	
	Nimellisvirta (A)	
	DC-nimellisjännite (V)	
	Katkaisukyky (kA)	
Paneeliketjun kaapelointi	Kaapelityyppi	
	+/- johtimien poikkipinta, mm <sup>2</sup>	
	Suojamaadoitus-ja/tai potentiaalintasausjohtimien poikkipinta, mm <sup>2</sup>	
Paneeliketjun testaukset ja mittaukset	Napaisuuden tarkistus (+/-)	
	U <sub>oc</sub> (V)	
	I <sub>sc</sub> (A)	
	Auringon säteilyvoimakkuus	

Paneeliketjun eristysresistanssi	Testijännite (V)	
	Pos – Maa (M $\Omega$ )	
	Neg – Maa (M $\Omega$ )	
Invertterin ominaisuudet	Valmistaja	
	Malli	
	Teho	
	1-ja tai 3-vaihe	
	Sarjanumero	
	Syötetyt vaiheet	

## **4 AURINKOPANEELEIDEN TAKAISINMAKSUAIKA**

### **4.1 Tutkimuksen taustat**

Tutkimuksessa tarkastellaan aurinkopaneeleiden takaisinmaksuaikaa käyttäen kohdetta, joka sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Kalajoella. Kohteessa on alun perin ollut 12 kpl 280 W paneeleita, johon on syksynä 2022 lisätty kuusi kappaletta paneeleita. Kohteessa paneelit on asennettu 40-asteen kulmaan harjakatolle ja ne ovat suunnattu etelä-itä akselille. Paneeleita ei varjosta kohteessa korkeat puut eikä muutakaan varjostusta ole. Aurinkopaneeleiden tuotantoa tarkastellaan vuoden 2019 kesäkuusta vuoden 2023 maaliskuuhun saakka.

Tutkimuksen kohde on asuinpinta-alaltaan 120 m<sup>2</sup> kokoinen omakotitalo, jossa alun perin on ollut 3,4kW aurinkosähköjärjestelmä. 2022 syksyllä siihen lisättiin paneeleita, jonka myötä tämä kasvoi 5,1 kW järjestelmäksi. Valitettavasti tätä tutkimusta tehdessä isomman aurinkosähköjärjestelmän osalta ei dataa ollut käytettävissä kuin muutamien talvikuukausien eli tuotannoltaan heikompien kuukausien ajalta. Alkuperäinen aurinkosähköjärjestelmä (3,4 kW) maksoi asennuttaa noin 4500 euroa. Lisäpaneelien hankinta- ja asennuskustannukset olivat noin 1600 euroa. Kohteen aurinkosähköjärjestelmä on siis maksanut yhteisesti noin 6100 euroa.

Tämänhetkisellä hintatasolla 5,1 kW aurinkosähköjärjestelmän asennuttaminen maksaisi arviolta noin 6700 €.

### **4.2 Tutkimuksen kriittiset näkökulmat**

Kuten edellä on todettu, aurinkosähköjärjestelmän tuotantoon ja tätä kautta taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa paneelien sijainnit ja kulmat sekä säät ja monet muut muuttujat. Tämän vuoksi tutkimustulosta ei voi yleistää koskemaan muita vastaavia kohteita. Tutkimustulos antaa kuitenkin osviittaa siitä, mikä aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksuaika voisi olla omakotitalokohteessa. Tutkimus on tehty vain yhden sijainnin ja yhden omakotitalon perusteella, joten tulokset voivat olla joko positiiviset tai negatiiviset, muihin sijainteihin, paikkakuntiin verrattuna.

### 4.3 Tutkimuksen menetelmät

Tarkasteluajalta lasketaan tutkimuskohteessa aurinkosähköjärjestelmällä tuotetun sähkön määrä, joka kerrotaan keskimääräisellä sähkön hinnalla. Tutkimuksessa sähkön hinnaksi asetettiin 0,12 €/kWh. Tällä tavoin saadaan laskettua aurinkosähköjärjestelmän tuotannon rahallinen arvo. Rahallinen arvo koostuu tuotetun sähkön myötä pienemmästä ostosähkön tarpeesta sekä energiayhtiölle myydystä sähköstä sellaisina ajankohtina, jolloin aurinkosähköjärjestelmä tuottaa enemmän kuin kiinteistö kuluttaa. Tällaisia ajankohtia lähinnä esiintyy kesä-elokuussa. Lopuksi tuotannon rahallista arvoa verrataan aurinkosähköjärjestelmän asennuskuluihin, jolloin järjestelmän takaisinmaksuaika voidaan määrittää.

## 5 TULOKSET

Tulokset esitetään kuukausittaisten tuottojen mukaan, joista selviää kuinka paljon sähköä (kWh) aurinkosähköjärjestelmä on tuottanut vuosittain kuukausikohtaisesti.

**Taulukko 3.** Vuoden 2019 kuukausittainen tuotanto.

2019	kWh
Kesäkuu	617
Heinäkuu	578
Elokuu	394
Syyskuu	212
Lokakuu	74
Marras- kuu	15
Joulukuu	0
Yht.	1890

**Taulukko 4.** Vuoden 2020 kuukausittainen tuotanto.

2020	kWh
Tammi- kuu	4
Helmikuu	28
Maalis- kuu	245
Huhtikuu	380
Toukokuu	568
Kesäkuu	617
Heinäkuu	428
Elokuu	479
Syyskuu	221
Lokakuu	87
Marras- kuu	17
Joulukuu	0
Yht.	3074

**Taulukko 5.** Vuoden 2021 kuukausittainen tuotanto.

2021	kWh
Tammikuu	0
Helmikuu	10
Maaliskuu	215
Huhtikuu	413
Toukokuu	477
Kesäkuu	557
Heinäkuu	578
Elokuu	353
Syyskuu	221
Lokakuu	64
Marraskuu	14
Joulukuu	0
Yht.	2902

**Taulukko 6.** Vuoden 2022 kuukausittaiset tuotannot syyskuun 17.päivään saakka.

2022	kWh
Tammikuu	5
Helmikuu	10
Maaliskuu	205
Huhtikuu	416
Toukokuu	529
Kesäkuu	526
Heinäkuu	484
Elokuu	391
Syyskuu	211
Yht.	2777

Tämän jälkeen aurinkosähköjärjestelmään lisättiin kuusi paneelia, jolloin järjestelmän koko kasvoi 3,4 kW -> 5,1 kW.

**Taulukko 7.** Loppuvuoden tuotanto 18.9.2022 lähtien.

2022	kWh
Syyskuu	165
Lokakuu	136
Marras- kuu	21
Joulukuu	0
Yht.	322

**Taulukko 8.** Vuoden 2023 alkuvuoden tuotannot 5,1 kW järjestelmällä.

2023	kWh
Tammi- kuu	12
Helmikuu	39
Maalis- kuu	355
Yht.	406

Tulosten perusteella aurinkosähköjärjestelmä on tuottanut yhteensä 11 371 kWh kesäkuu 2019-maaliskuu 2023 välisenä aikana. Alkuperäinen 3,4 kW järjestelmä keräsi tuotantoa 10 643 kWh.

Kun tämän lisäksi huomioidaan teholtaan suuremman järjestelmän noin seitsemän kuukauden aikana keräämä tuotanto, on kokonaistuotanto 11 371 kWh. Käytetään lopullisista kokonaistuotantoa (11 371 kWh), joka kerrotaan oletetulla sähkön hinnalla 0,12 €/kWh. Tämän jälkeen voidaan laskea, kuinka paljon aurinkosähköjärjestelmä on tuottanut rahallista arvoa kohteessa tänä aikana.

Aurinkosähköjärjestelmä on tuottanut kohteessa tarkasteluaikana noin 1364 €. Summa siis muodostuu siitä, kuinka paljon vähemmän kohteessa on kulunut rahaa aurinkosähköjärjestelmän myötä sähköenergian ostoon. Kun verrataan aurinkosähköjärjestelmän tuottamaa rahallista arvoa sen hankinta- ja asennuskustan-

nuksiin, voidaan järjestelmän takaisinmaksuaika määrittää. Kohteessa aurinkosähköljärjestelmä on ollut käytössä neljä vuotta ja yhdeksän kuukautta eli 4,75 vuotta. Kun aurinkosähköljärjestelmän tarkasteluajan laskennallinen rahallinen tuotto jaetaan järjestelmän käytössä olo vuosilla, saadaan vuosittaiseksi rahalliseksi tuotoksi noin 287 €. Tämän perusteella järjestelmän hankinta- ja asennuskustannukset (6100 €) on katettu noin 21 vuoden kuluessa. Kun lisäksi huomioidaan järjestelmän koon kasvattaminen, voidaan tuotannon olettaa nousevan, jolloin myös takaisinmaksuaika lyhenee. Takaisinmaksuaika on varovaisesti arvioituna 19 vuotta.

Edelliset tulokset ovat pelkästään aurinkopaneeleiden tuotantoa kuvaavia tuloksia. Jotta saadaan näkökulmaa asiaan, esittelen vielä kyseisen omakotitalon sähkön kulutusta sekä minkä verran kohteessa on kulunut rahaa sähköenergian ostoon. Tästä voidaan myöhemmin vertailla aurinkopaneeleiden tuotantoa suhteessa kohteen sähkön kulutukseen. Näistä tuloksista voidaan myös päätellä se, kuinka paljon on jäänyt ylijäämä sähköä myyntiin aurinkoenergiasta.

**Taulukko 9.** Vuoden 2022 sähkönkulutus omakotitalossa.

2022	Sähkönkulutus kWh
Tammikuu	2 466,10
Helmikuu	1 876,20
Maaliskuu	1 546,33
Huhtikuu	1 489,13
Toukokuu	1 028,42
Kesäkuu	613,26
Heinäkuu	404,98
Elokuu	402,66
Syyskuu	557,86
Lokakuu	743,29
Marraskuu	1 340,28
Joulukuu	2 033,82
Yht.	14 502,33

Oheisessa taulukossa on vuoden 2022 sähkönkulutus tutkimuskohteen omakotitalossa. Taulukosta näemme, kuinka paljon sähköä kuluu kohteen 120 m<sup>2</sup> omakotitalossa. Tietenkin omalla toiminnalla voi vaikuttaa sähkön kulutukseen.

**Taulukko 10.** Vuoden 2022 aurinkopaneeleiden tuotanto.

2022	Aurinkopaneeleiden tuotanto kWh
Tammikuu	5
Helmikuu	10
Maaliskuu	205
Huhtikuu	416
Toukokuu	529
Kesäkuu	526
Heinäkuu	484
Elokuu	391
Syyskuu	376
Lokakuu	136
Marraskuu	21
Joulukuu	0
Yht.	3099

Taulukoiden (Taulukko 9. ja Taulukko 10.) perusteella huomataan, että esimerkiksi vuoden 2022 heinäkuussa kohteen aurinkosähköjärjestelmän tuotanto oli noin 80 kWh suurempi kuin kulutus. Ylijäämä sähkö myytiin sähköyhtiölle, josta saatiin ns. ”puhdasta tuottoa”. Toisaalta esimerkiksi marraskuussa aurinkosähköjärjestelmä kattoi vain 1,5 % kohteen kulutuksesta.

## 6 YHTEENVETO

Aurinkosähköjärjestelmän hankinta- ja asennuskustannukset olivat kohteessa yhteensä noin 6100 €. Edellä esitetyn laskelman mukaan paneelit ovat tuottaneet 4 vuoden ja 9 kuukauden aikana tuottaneet rahallista arvoa omistajalleen noin 1364 € olettaen sähkön keskiarvo hinnaksi 0,12 €/kWh. Tutkimuskohteessa haasteena oli se, että aurinkosähköjärjestelmän koko oli kasvatettu hiljattain. Tuotantolukuja ei kasvatetusta järjestelmästä ollut saatavilla kuin syys-talvikuukausilta. Tästä syystä järjestelmän vuosituotantoa tulevina vuosina on vaikea arvioida ja täten takaisinmaksuaikaa joudutaan hieman arvioimaan. Arvion mukaan aurinkosähköjärjestelmä maksaisi itsensä takaisin 19 vuoden kuluessa. Kuten aikaisemmin on käyty läpi, huhtikuusta-elokuuhun on Suomessa aurinkopaneeleiden paras aika kasvattaa tuottoa, joten jää nähtäväksi kuinka paljon isompi järjestelmä tuoton kasvuun vaikuttaa.

Kuten omakotitalon kulutuksista sekä järjestelmän tuotannosta huomaa, aurinkosähköjärjestelmä ei kata kokonaiskulutusta, kuin korkeintaan valoisina kesäkuukausina. Kesäisin järjestelmä voi tuottaa ”puhdasta tuottoa”, jos järjestelmän tuotanto on korkea ja sähkön kulutus pysyy maltillisena. Tämä on tietysti epävarmaa, koska säät vaihtelevat vuosittain. Kylminä aikoina omakotitalossa kulutus on huomattavasti suurempi, jolloin aurinkopaneelit eivät todennäköisesti tuota puhdasta tuottoa, vaan tuotannon rahallinen arvo perustuu järjestelmän avulla pienentyneeseen ostosähkön tarpeeseen. Tietenkin sähkön markkinahinta sekä voimassa oleva sähkö sopimus vaikuttavat merkittävästi ostosähkön hintaan ja tätä kautta aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuteen ja takaisinmaksu-aikaan.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten aurinkopaneelit toimivat, mitkä tekijät vaikuttavat aurinkosähköjärjestelmän tuotantoon, mitä hyötyjä aurinkopaneeleista on omakotitaloissa ja miten asennuksen vaiheet etenevät. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, missä ajassa omakotitalokohteen aurinkosähköjärjestelmä maksaa itsensä takaisin ennalta määritetyssä kohteessa. Koska tuloksissa näkyy vain tietyn kohteen tuotantomäärät sekä sen pohjalta saatu laskennallinen takaisinmaksuaika, ei tutkimuksen tuloksia voi verrata jokaiseen omakotitaloon, josta löytyy aurinkosähköjärjestelmä. Kohteen sijainti ja paneelien suuntaus (ilmansuunta) ovat merkittävimmät tuotantomääriin vaikuttavat muuttujat.

Tutkimuksen aikana ilmeni erittäin paljon aurinkopaneelien tuotantoon vaikuttavia tekijöitä. Esimerkiksi sijainti Pohjois-Pohjanmaalla herätti kysymyksiä siitä, miten paneelien tuotanto vertautuu esimerkiksi Etelä-Suomessa sijaitsevaan vastaavaan kohteeseen. Etelä-Suomessa on sijainnista johtuen lähtökohtaisesti enemmän aurinkoenergiaa saatavilla. Lisäksi kun vertailua tehdään maailmanlaajuisesti, on syytä huomata, että Suomi on sijainnistaan johtuen potentiaaliltaan heikoimpia aurinkoenergian tuotantomaita. Nykypäivänä puhutaan yhä enemmän ja enemmän uusiutuvasta ja päästöttömästä energiasta, joten on syytä olettaa, että aurinkoenergiasektori on kasvavassa tilassa.

Lähteitä aiheeseen löytyy internetistä erittäin paljon, mutta niiden kriittinen tarkastelu on erittäin tärkeää, koska useat tahot pyrkivät markkinoimaan omia tuotteita tietoiskujen lomassa. Pitkälti oman aihetuntemuksen pohjalta löysin luotettavia lähteitä, joita hyödynsin opinnäytetyössä.

## LÄHTEET

Ahlsell. 2023. Aurinkopaneeli. Viitattu 7.3.2023. <https://www.ahlsell.fi/search?parameters.SearchPhrase=aurinkopaneeli>

Aurinkosahkoakotiin. 2023. Aurinkosähkö kokoonpano. Viitattu 3.4.2023. <https://aurinkosahkoakotiin.fi/aurinkosahko-kokoonpano/>

Finnwind. 2023. Mitkä tekijät vaikuttavat aurinkopaneelien tuottoon. Viitattu 6.2.2023. <https://finnwind.fi/aurinkopaneeli-usein-kysyttya/>

HSY. 2023. Mikä on aurinkopaneeli. Viitattu 19.1.2023. <https://koutsi.hsy.fi/courses/auringosta-sahkoa-taloyhtioon/>

Käpylehto, J. 2017. Miten aurinkopaneeli toimii. Viitattu 31.1.2023. <https://solarvoima.fi/miten-aurinkopaneeli-toimii/>

Scanoffice. 2023 a. Aurinkopaneelit omakotitaloon. Viitattu 23.2.2023. <https://scanoffice.fi/aurinkopaneelit/aurinkopaneelit-omakotitaloon/#mitoitus>

Scanoffice. 2023 b. Asennus ja käyttöohje. Viitattu 7.3.2023. [https://kauppa.scanofficegroup.fi/WebRoot/vilkasfi02/Shops/2015081104/599E/9653/E546/58A5/C3F0/0A28/1011/A84F/Hanwha\\_aurinkokeraeimet\\_Asennus- ja\\_kayttoehje\\_FI\\_draft.pdf](https://kauppa.scanofficegroup.fi/WebRoot/vilkasfi02/Shops/2015081104/599E/9653/E546/58A5/C3F0/0A28/1011/A84F/Hanwha_aurinkokeraeimet_Asennus- ja_kayttoehje_FI_draft.pdf)

Tukes. 2023. Aurinkosähköjärjestelmät. Viitattu 31.1.2023. <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/aurinkosahkojarjestelmat>

Vare. 2020 a. Miten aurinkopaneelit toimivat. Viitattu 19.1.2023. <https://vare.fi/aurinkopaneelit/miten-aurinkopaneelit-toimivat/>

Vare. 2020 b. Aurinkopaneelien sijoittaminen ja suuntaus. Viitattu 14.2.2023. <https://vare.fi/aurinkopaneelit/aurinkopaneelien-sijoittaminen-ja-suuntaus/>

Vattenfall. 2023. Aurinkovoima. Viitattu 6.3.2023. <https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/tuotantomuodot/aurinkovoima/>