

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2025

Eetu Lindholm

Aurinkoenergia kerrostalon energiantuotannossa

– Taloudellistekninen tarkastelu



TURKU AMK

TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2025 | 43 sivua

Eetu Lindholm

Aurinkoenergia kerrostalon energiantuotannossa - Taloudellistekninen tarkastelu

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin aurinkoenergiaa kerrostalon energiantuotannossa taloudellisteknisestä näkökulmasta. Aurinkoenergian hyödyntäminen asuinrakennuksissa on tulossa yhdeksi merkittävimmistä uusiutuvista energialähteistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida aurinkoenergian hyödyntämistä kerrostalon energiantuotannossa, sekä selvittää sen avulla saatavia taloudellisia hyötyjä niin asukkaiden kuin taloyhtiön kesken.

Työn menetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta sekä aiempia aurinkoenergiaan liittyviä tutkimuksia.

Opinnäytetyön tulokset vahvistavaa myös, että aurinkoenergian tuottaminen, sekä käyttö on hyödyllistä taloudellisesti. Aurinkoenergian käytöllä voidaan nostaa rakennusten arvoa ja tuoda isoja säästöjä energiakustannuksiin.

Tuloksissa pystyttiin havaitsemaan myös, että aurinkoenergiajärjestelmän mitoituksella ja sijainnilla on todella iso vaikutus sen energian tuottavuuteen ja investoinnin kannattavuuteen.

Asiasanat:

aurinkoenergia, investointikustannukset, kerrostalo, energiajärjestelmä, säästöt

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy- and environmental engineering

2025 | 43 pages

Eetu Lindholm

Solar Energy in Apartment Building Energy Production

- An Economic and Technical Analysis

In this thesis, solar energy in the energy production of an apartment building was examined from the economic and technical points of view. Utilization of solar energy in residential buildings is becoming one of the most significant renewable energy sources.

The aim of the thesis was to evaluate the utilization of solar energy in the energy production of an apartment building and to find out the financial benefits that can be obtained with it, both among the residents and the housing company.

The research method used in this work was a literature review, as well as previous studies related to solar energy.

The results of the thesis confirm that the production and use of solar energy is economically beneficial. The use of solar energy can increase the value of buildings and bring about significant savings in energy costs.

The results also showed that the sizing and location of a solar energy system has a significant impact on its energy productivity and the profitability of the investment.

Keywords:

solar energy, investment costs, apartment building, energy system, savings

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	8
1 Johdanto	9
2 Aurinkosähköjärjestelmä yleisellä tasolla	10
2.1 Aurinkopaneelit ja niiden toiminta	11
2.2 Aurinkosähkökennot	12
2.3 Vaihtosuuntaaja ja sen merkitys järjestelmässä	13
2.4 Aurinkopaneelien käyttöikä sekä huoltotarve	13
3 Aurinkoenergia kerrostaloissa	15
3.1 Aurinkosähkö	15
3.2 Varastointi	16
3.3 Aurinkosähkön varastointi akustoon	17
3.4 Energiayhteisö ja jakotavat	18
4 Taloudellinen kannattavuus	21
4.1 Aurinkosähkön investoinnin taloudellinen kannattavuus sekä avustukset	21
4.2 Säästöt ja tuotto	23
4.3 Kannattavuuslaskemat	24
4.4 Takamittarointi	25
4.5 Kiinteistön markkina-arvon nousu	26
5 Tekninen tarkastelu	27
5.1 Aurinkopaneelien tekniset ominaisuudet ja elinikä	27
5.2 Suuntaus sekä sijoitus kerrostaloissa	28
5.3 Sähköverkkoon liittäminen sekä sähköturvallisuus	29
5.4 PID	29
6 Hyvityslaskenta ja sähkönjakelu	31
6.1 Hyvityslaskennan peruseriaatteet	31
6.2 Hyvitysmallit kerrostalokohteissa	31

7 Käyttöönotto kerrostalossa	33
7.1 Suunnittelu ja mitoitus	33
7.2 Asennusprosessista	34
7.3 Järjestelmän testaus ja käyttöönotto	34
7.4 Suojalaitteet	35
7.5 Ylläpito ja huolto	36
8 Yhteenveto	38
9 Lähdeluettelo	40

Kuvat

Kuva 1. Esimerkki aurinkosähköjärjestelmästä (Väre).	11
Kuva 2. Aurinkokennon toimintaperiaatteesta (Motiva 2022a).	12
Kuva 3. Aurinkoenergian varastointi (Cactos 2024).	17
Kuva 4. Energiayhteisön toiminta taloyhtiössä (Lappeenrannanenergia).	19
Kuva 5. SMA (Motiva energiayhteisöt).	19
Kuva 6. SMB (Motiva energiayhteisöt).	20
Kuva 7. Aurinkosähkön takamittaroinnista taloyhtiössä. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).	25
Kuva 8. Aurinkosähkön hyvityslaskenta kiinteistöverkossa. (Auvinen, K. ym. 2020).	32
Kuva 9. Sähköverkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä (Motiva Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje).	36

Kuviot

Kuvio 1.Virta-jännitekäyrä eri PID:n vaikutuksilla (SMA).....	30
---	----

Taulukot

Taulukko 1. Paneelien vertailu.	27
---------------------------------	----

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenne	Lyhenteen selitys
kWh	Kilowattitunti
kWp	Kilowattipiikki
DC	Tasavirta
AC	Vaihtovirta
STC	Standardit testiolosuhteet, joilla selvitetään aurinkopaneelien teoreettinen maksimitehokkuus
SMA	Yhdellä energiayhteisön tuotantokäyttöpaikalla ostosopimus sähköenergian myyjäyhtiön kanssa
SMB	Kaikilla käyttöpaikoilla tulee olla ostosopimus sähköenergian myyjäyhtiön kanssa
MVA	Megavolttiampeeri
E-luku	E-luku ilmoittaa vuotuisen ostoenergian kulutuksen

1 Johdanto

Aurinkoenergian käyttö asuintalojen sähkö- ja lämmitysjärjestelmissä on lisääntynyt, koska yhä useampi haluaa tuottaa omaa puhdasta energiaa ja tietää sen olevan paljon ympäristöystävällisempää, kuin muut saatavilla olevat vaihtoehdot. Aurinkopaneelien yleistyessä niitä on alettu hyödyntämään entistä enemmän esimerkiksi mökeissä ja erilaisten yritysten katoilla isommissa mittakaavoissa. Hyvä esimerkki vaihtoehdosta, jota on haettu sekä perinteisten energialähteiden rajoitusten, että ilmastonmuutoksen vaikutusten seurauksena, on vähäpäästöinen energiantuotanto. Etenkin kesällä aurinkoenergia on kätevä, päästötön ja uusiutuva energialähde, joten se on oiva valinta ylimääräistä energiaa itse tuotannolla haluavien keskuudessa. (Ilmasto opas).

Aurinkoenergian käyttö asuinrakennuksissa tulee parantamaan huomattavasti energiatehokkuutta, mikä puolestaan tulee tukemaan kestäväää kehitystä ja auttaa näin vähentämään ilmastopäästöjä. Aurinkoenergian käyttö voi myös lisätä rakennusten arvokkuutta entisestään ja tuoda pitkällä aikavälillä erilaisia säästöjä jatkuvasti kasvaviin energiakustannuksiin. (Ympäristöministeriö).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella aurinkoenergian hyötyjä kerrostaloissa. Tarkastelussa selvisikin monia hyötyjä aurinkovoimalan omistajille pidemmällä aikavälillä. Työssä myös tarkastellaan yleisellä tasolla aurinkoenergian sopivaa mitoitusta asuinrakennuksissa, sekä erilaisten paneelien vaikutuksia järjestelmän kannattavuuteen, sekä sen tuottavuuteen. Optimaalinen järjestelmän hyötysuhde onkin 80-95% väliltä. Pienemmät voimalat joita asuinrakennuksissa useimmiten on, eivät yleisesti tarvitse ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. (Kontiosolar aurinkopaneelit).

2 Aurinkosähköjärjestelmä yleisellä tasolla

Aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat tulleet kaikissa kokoluokissa alaspäin 2016-luvulta lähtien. Isot aurinkosähköjärjestelmät ovat jopa edullisempia, kuin pienemmät voimalat. Mitä suurempi aurinkosähköjärjestelmä on, sitä alhaisemmaksi sen yksikkökustannus muodostuu jos sitä tarkastellaan suhteessa huipputehoon (€/kWp). Isomman voimalan edullisempi yksikköhinta tarkoittaa siis sitä, että hankinta suurille tai paljon sähköä kuluttaviin rakennuksiin on kannattavampaa kuin pieniin vähäisen sähköä kuluttaviin kohteisiin. (Motiva- Aurinkosähkön kannattavuus).

Aurinkosähköjärjestelmä sopii erityisesti kiinteistöihin, joissa on valmiiksi jo jäähdytysjärjestelmä, sillä sen käytössä voidaan hyödyntää aurinkosähköä. Kiinteistöt, jotka hyödyntävät maalämpöä tilojen ja käyttöveden lämmitykseen, voivat investoida isompaan sekä edullisempaan aurinkovoimalaan jos vertaa kaukolämmöllä toimiviin rakennuksiin. Lämpöpumput kuluttavat sähköä hyödyntäessään geo-, vesi- tai ilmalämpöä ja tätä sähköä voidaankin tuottaa aurinkosähköllä keväästä syksyyn asti. Kaukolämpö- ja jäähdytyskiinteistöissä sähkönkulutus pitkälti painottuuukin laitteisiin sekä koneisiin. Lämmöntuotannon päästöt ovat usein suurempia, kuin sähköntuotannon, jolloin aurinkosähkön käyttö lämmityksessä tulee vähentämään myös kiinteistön päästöjä. (Hiilineutraalisuomi).



Kuva 1. Esimerkki aurinkosähköjärjestelmästä (Väre).

Kuvassa 1. on aurinkosähköjärjestelmä, johon sisältyy aurinkopaneelit, invertteri, turvakytkimet, pääkeskus, ryhmäkeskus, kiinnikkeet, sekä johdot. Investoinnin takaisinmaksuajan kanssa tulee ottaa huomioon hankintahinnan lisäksi arvioitu vuosituotto. Aurinkopaneelien asennusta pidetään kannattavana sellaisiin rakennuksiin, jotka kuluttavat paljon sähköä kesäisin esimerkiksi ilmastointiin.

2.1 Aurinkopaneelit ja niiden toiminta

Aurinkopaneelit koostuvat useista aurinkokennoista, jotka voidaan yhdistää joko sarjaan tai rinnan. Tämä mahdollistaa halutun sähköntuoton, joka sarjaan kytkiessä lisää jännitettä. Kennon edessä on auringonsäteilyä läpäisevä suojalasi, joka estää sitä vaurioitumasta. (Motiva auringosta sähköä). Paneelit tullaan asentamaan yleensä samaan ilmansuuntaan ja kallistuskulmaan. Isoin huomio paneelien sijoittelussa ja tuoton maksimoinnissa on se, että niiden eteen ei saa osua yhtään varjostuksia. Paneelit tulisi kallistaa noin 40 asteen kulmaan saadakseen parhaimman ja tasaisimman tehon läpi kesän.

Asuinrakennuksissa aurinkosähkön hyödyt tulevat vaihtelevaan paljonkin riippuen sijainnista tai paneelien suuntauksesta. Hyvissä olosuhteissa aurinkovoimala voi tuottaa jopa 3-7% tuoton. Aurinkosähkön kannattavuuteen

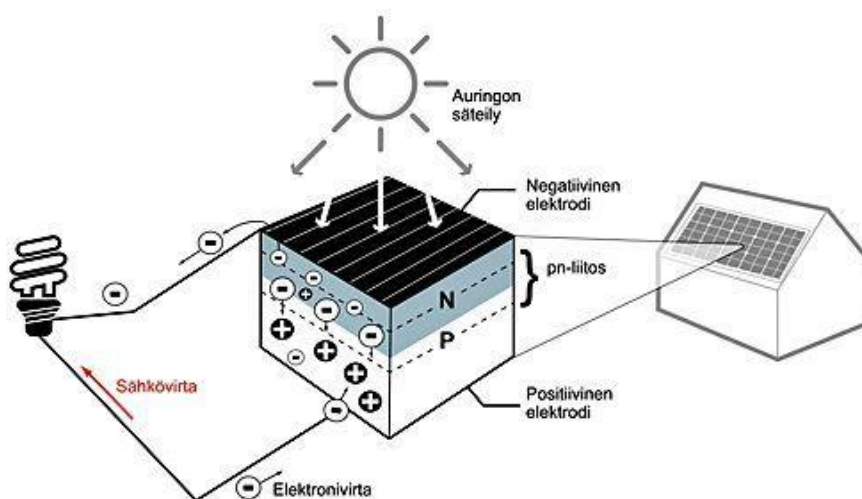
vaikuttaa myös sähkön kuluttajahinta, kiinteistön sähkönkulutus tunneittain, sekä järjestelmän käyttöikä. (Motiva- Aurinkosähkön kannattavuus).

Verkkoon liitettävässä invertterissä on nykyaikana hyvä olla etävalvonta, jolla voidaan kätevästi seurata ja hallita invertterin toimintakykyä. Invertterin tiedot voi löytää kätevästi datalehdestä, joka tulee aina asennuksen mukana.

Aurinkovoimala tulee todennäköisesti lisäämään kiinteistön arvoa ja energiatehokkuutta, jolloin sitä voidaan ajatella yleisesti myös hyvänä sijoituksena tulevaisuuteen. (Helen).

2.2 Aurinkosähkökennot

Auringonsäteily koostuu fotoneista, jotka siirtävät energiaansa puolijohdemateriaalin elektroneihin ja näin vapauttaa niitä materiaalin pinnalta. Säteilyllä on siis vaikutus, jonka ansiosta se pystyy irrottamaan elektroneja ja tätä kutsutaan valosähköiseksi ilmiöksi.



Kuva 2. Aurinkokennon toimintaperiaatteesta (Motiva 2022a).

Puolijohteet ovat materiaaleja, joiden sähkönjohtavuus on parempi kuin eristeillä, mutta silti heikompi kuin metalleilla. Aurinkokennojen P-N-liitos muodostetaan seostamalla eli siihen lisätään ainetta, joka muuttaa puolijohteen sähkönjohtavuutta. (Motiva 2022a).

2.3 Vaihtosuuntaaja ja sen merkitys järjestelmässä

Invertteri eli vaihtosuuntaajan tehtävänä on muuntaa aurinkopaneelien tuottaman tasavirran DC vaihtovirraksi AC, jonka avulla sitä pystytään hyödyntämään sähköverkoissa sekä kotitalouksissa. Invertterin tehtävä on toimia järjestelmän yhtenä tärkeimpänä kulmakivenä, sillä se on vastuussa sähkön muuntamisesta sekä sen turvallisesta syöttämisestä takaisin verkkoon. Invertteri pitää myös huolta aurinkoenergian tuotannosta, sekä sähkönkulutuksesta. Keskitetyt invertterit ovat kaikkein yleisin vaihtoehto kerrostalojen aurinkosähköjärjestelmissä. (Lumme-energia).

Yleisesti hyvän invertterin hyötysuhde pyörii noin 90-95% nurkilla. (Eroaverkosta). Näin korkea hyötysuhde tarkoittaaakin, että järjestelmän energiantehokkuus on hyvä ja häviöt todella pieniä. Useat invertterit tarjoavat reaaliaikaisen seurannan aurinkoenergiajärjestelmän suorituskyvystä ja tehotuotannosta.

2.4 Aurinkopaneelien käyttöikä sekä huoltotarve

Aurinkopaneelitekniikan nopean kehityksen avulla käyttöikä on kasvanut niin pitkäksi, että valmistajat pystyvät hyödyntämään parhainta teknologiaa. Keskimääräisesti aurinkopaneelien oletetaan kestävän noin 20-30 vuotta. Yleisesti mitä parempaa laatua paneeli ja sen tekniikka on, niin sitä pidempää käyttöikää voidaan olettaa saavutettavan. Paneelien tyyppi, puhdistus, huollon, sekä korjauksen tiheys on yksiä tärkeimpiä tekijöitä, kun kiinnitetään huomiota paneelien optimaaliseen toimimiseen ja käyttöikään. (Intersolarsystems).

Paneelit on järkevää huoltaa tasaisin väliajoin, jolloin vältytään energiatehokkuuden isommalta laskulta. Paneeleille tulisi tehdä tarkastus vähimmillään kaksi kertaa vuodessa. (Elenom).

Huoltotoimenpiteisiin voi kuulua vedellä pesu tai pinttyneen lian poistaminen pehmeällä harjalla. Kannattaakin tasaisin väliajoin katsoa, että paneelit ovat puhtaat ja päälle ei ole tippunut oksia puista tai talvella pakkautunut liikaa lunta. (Motiva uusiutuva energia).

Aurinkopaneelien asentaminen oikein tulee määrittämään niiden tehokkuuden sekä käyttöiän. Tärkeää on saada paneelit sijoitettua oikeaan kulmaan ja alueille, joissa ne säästyvät liialliselta varjostukselta. Nämä asiat, kun muistaa ottaa huomioon, tullaan todennäköisesti saamaan maksimaalinen tehokkuus aurinkopaneeleille. (Intersolarsystems).

3 Aurinkoenergia kerrostaloissa

Aurinkoenergian hyödyntäminen kerrostaloissa antaa erilaisia etuja.

Aurinkopaneelit tuottavat edullista ja uusiutuvaa energiaa, joka pienentää taloyhtiön sähkölaskua entisestään. Aurinkoenergian hyödyntäminen myös vähentää hiilidioksidipäästöjä, koska sähkö tuotetaan suoraan auringonvalosta ilman, että siihen on käytetty yhtään fossiilisia polttoaineita. Kerralla hankitut laadukkaat aurinkopaneelit kestävät vuosikymmeniä ja energiatuotanto pysyy tällä tavalla mahdollisimman tasaisena. (Solarum).

3.1 Aurinkosähkö

Taloyhtiössä sähkön kokonaiskulutuksen piiriin kuuluu kiinteistösähkö sekä asuntojen kuluttama sähkö. Asunnoilla täytyy olla henkilökohtainen sähkömittari sekä sähkösopimus. Aurinkosähköä voidaan tuottaa taloyhtiössä monilla eri tavoilla. Yleisin käytetty tapa on se, että taloyhtiö on vastuussa järjestelmän ohjauksesta ja omistuksesta. Tuotettua sähköä voidaan hyödyntää esimerkiksi ilmastoinnissa, taloyhtiön saunassa, keskuslämmitysjärjestelmässä ja erilaisten yleisten tilojen valaisemisessa esimerkiksi pyörävarastossa. (Motiva aurinkosähkö taloyhtiössä).

Aurinkosähköjärjestelmän avulla pystytään tuottamaan puhdasta energiaa kiinteistön ja osakkaiden tarpeisiin. Suurissa asuinkiinteistöissä on yleensä korkea omakäyttöaste sen tuottamalle sähkölle, mikä johtaa siihen, että investointi on taloudellisesti yleensä kannattava. Laitteistojen hinnat ovat tulleet paljon alaspäin ja tämän seurauksena paneelien tehot, sekä hyötysuhde ovat parantuneet. Aurinkosähköjärjestelmällä voidaan pystyä tuottamaan sähköä alle markkinahinnan jopa vuosikymmenten ajaksi. (Aurinkosähkö ja aurinkolämpö).

3.2 Varastointi

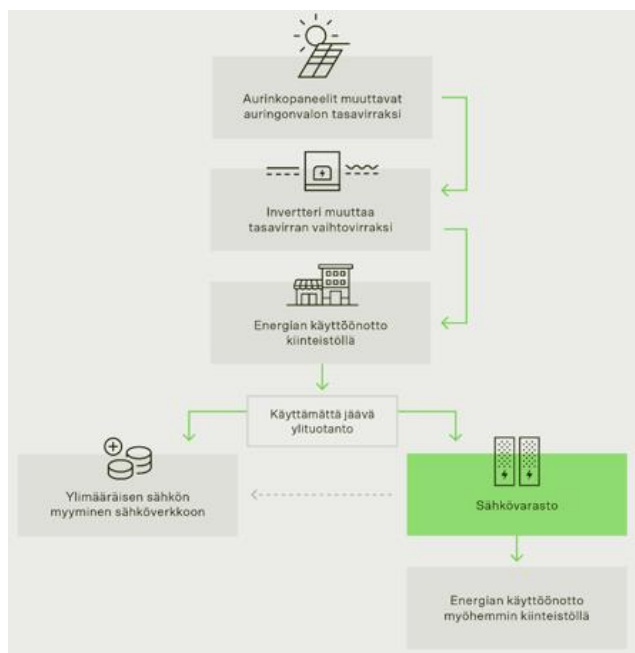
Aurinkoenergiaa pystytään varastoimaan esimerkiksi niin, että sitä tullaan käyttämään öisin tai silloin kun auringon säteilymäärät ovat maltillisempia. Yleisesti aurinkoenergian varastoinnissa pyritään hyödyntämään akkuja, jotka ladataan päivisin auringon paistaessa ja joiden avulla sähkön käyttäminen on myös myöhemmin mahdollista. Tällainen varastointi tarjoaa vaihtoehtoja aurinkoenergian hyödyntämiseen. Isommissa, eli teollisissa mittakaavoissa tuotettua sähköä voidaan käyttää teollisuuden eri prosesseihin. Aurinkoenergiaa voidaan myös varastoida lämpönä veteen, mutta se onnistuu vain aurinkolämpökeräimillä, jotka taas poikkeavat aurinkopaneeleista. (Energiateollisuus).

Aurinkopaneelien tuottamaa sähköä pystytään varastoida käyttämällä akkuja, jotka on suunniteltu pääasiassa energian varastointiin. Akkujen avulla pystytään tasata sähkön tuotantoa sekä kulutusta, mikä tekee siitä erityisen tehokasta ja kannattavaa. Yksi yleisimmistä tavoista on hyödyntää litiumioniakkuja. Litiumioniakut ovat todella kevyitä, tehokkaita ja omaavat hyvän käyttöiän. Ne sopivat erityisesti kotitalouksiin sekä yrityksiin, joilla tavoitteena on päästä hyödyntämään enemmän aurinkoenergiaa osana omaa energiantuotantoaan. (Energia apu).

Aurinkopaneeleilla tuotettua energiaa pystytään varastoimaan taloyhtiössä sijaitsevaan sähköakkuun. Akun avulla omakäyttöaste tulee kasvamaan entisestään, koska energiaa voidaan käyttää silloin, kun tuotanto ei kykene kattamaan koko kulutusta. Akuston avulla pystytään ostamaan sähköä entistä halvemmalla ja voidaan varastoida myöhempää tarvetta varten. Sähköakkujärjestelmän tärkeimpiä tehtäviä on pitää huolta energian varastoinnista sekä kuormansiirrosta, mikä tulee parantamaan aurinkojärjestelmän tehokkuutta ja taloudellisuutta. (Motiva services).

3.3 Aurinkosähkön varastointi akustoon

Kuvassa 3. on esitelty aurinkosähkön varastoinnista. Aurinkopaneelien avulla tuotettu sähkö saadaan ohjausohjelmiston avulla siirrettyä akustolle. Se mahdollistaa sähkön hyödyntämisen myös silloin kun kulutus ylittää oman tuotannon.



Kuva 3. Aurinkoenergian varastointi (Cactus 2024).

Hyötyjä, joita aurinkosähkön varastoinnilla akustoon on entistä pienempi sähkölasku. Taloyhtiön akku siis kerää sähkön talteen päivisin ja jonka ansiosta sitä voidaan jakaa osakkaille parempaa ajankohtaa varten. Tämä puolestaan mahdollistaa sen, ettei taloyhtiön tarvitse ostaa läheskään niin paljon sähköä verkosta. Akun käyttö tulee nostamaan omavaraisuusastetta, jolloin se tuottaa osan vihreästä energiasta ihan itse. Akku pienentää myös sähkön siirtomaksuja. Yritykset maksavat sähkönsiirrossa erikseen tehomaksua, joka voi mahdollisesti isossa kulutuksessa nousta liian korkeaksi. Varastoimalla sähköä saat tasattua niin kutsuttuja kulutuspiikkejä ja tämä mahdollistaa siirtomaksujen pienentämisen. Taloyhtiö voi myös varautua sähkökatkoihin jos järjestelmä on tarpeeksi iso ja akun varaus on hyvällä tasolla. (Cactus 2024).

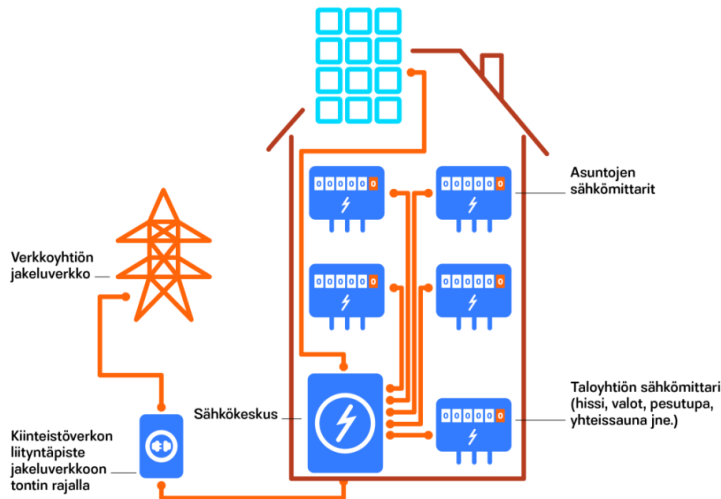
3.4 Energiayhteisö ja jakotavat

Kiinteistön sisäinen energiayhteisö on yhteisö, joka kattaa yhden tai useamman kiinteistön. Kerrostalo on tästä hyvä esimerkki, sillä sen katolle asennetut aurinkopaneelit ja niiden tuottama sähkö tullaan jakamaan asukkaiden kesken. Kiinteistön sisäiset energiayhteisöt voidaan jakaa hyvityslaskenta, sekä takamittaroiuihin yhteisöihin.

Hyvityslaskentaa käyttävissä yhteisöissä verkkoyhtiö tulee vastaamaan yhteisön kaikkien käyttöpaikkojen mittauksista. Mittausasetuksen muutoksen (1133/2020) ansiosta yhteisön tuottama sähkö voidaan jakaa eri käyttöpaikoille tasejaksoittain, joka mahdollistaa sen ettei omatuotannosta tulla perimään jakeluverkkomaksuja tai veroja ollenkaan. Hyvityslaskennan periaatteet on määritetty asetuksessa ja itse laskenta tulee tehdä Datahubissa.

Datahub on sähkön vähittäismarkkinoiden tiedonvaihtojärjestelmä, mihin voidaan tallentaa tietoa jopa 4 miljoonasta sähkönkäyttöpaikasta. Datahubia käyttää useat sähkönsiirrosta vastaavat jakeluverkkoyhtiöt, sähkönmyyntiyhtiöt ja palveluntarjoajat. Datahubissa kaikilla siihen oikeutetuilla osapuolilla on tarkat ja ajantasaiset tiedot. Sieltä pystyy myös yksittäiset kuluttajat katsomaan omia asiakas sekä kulutustietojaan, erikseen olevassa asiakasportaalissa. (Fingrid).

Takamittaroidun energiayhteisön tulee itse vastata yhteisön sisäisestä mittaroinnista ja laskutuksesta. Yleisesti kerrostaloissa ei tehdä sähkön myynti- tai siirtosopimuksia yksittäisille asunnoille, vaan tehdään yksittäinen sopimus koko taloyhtiölle, jolloin yhteisössä olevat kiinteistöt ovat osana tätä sopimusta. Yhteisö siis itse saa määrittää laskutusperusteet ja sen, miten omatuotanto tullaan jakamaan kiinteistöissä kaikkien sen jäsenten kesken. (Valtioneuvosto).



Kuva 4. Energiayhteisön toiminta taloyhtiössä (Lappeenrannanenergia).

Kuvassa 4. Energiayhteisössä tulee kaikki käyttöpaikat olla saman sähköliittymän takana. Sähköntuotantolaitteistojen tai energiavarastojen nimellisteho täytyy olla vähintään alle 1 MVA. Ennen energiayhteisön perustamista tarvitsee kaikki pientuotantolaitokset olla liitettynä sähköverkkoon ja saada käyttöönottolupa. Yhteisölle on kerrottu ylijäämän tuotantokäyttöpaikka, jolla on virallinen voimassa oleva ylijäämän ostosopimus. Pääyhteyshenkilön tulee toimittaa tarvittavat tiedot jakeluverkonhaltijalle minimissään kaksi viikkoa ennen voimaan astumista. (Vatajankoskisahkoverkko).

SMA energiayhteisöön kuuluvalta henkilöltä jää aikaisemmin hyvitetty sähkö käyttämättä, jolloin ylijäämä sähkö palautuu energiayhteisön tuotantokäyttöpaikalle. (Motiva energiayhteisöt).



Kuva 5. SMA (Motiva energiayhteisöt).

Kuvan 5. SMA tuotantokäyttöpaikalle päätyy kaikki osakkailta tuleva ylijäämä sähkö. Tuotantokäyttöpaikalla on myyntisopimus, jonka ehtoja noudattaen taloyhtiö voi myydä ylijäämä sähköä sähkøyhtiölle. Tästä hyötyy vain tuotantokäyttöpaikan omistaja eli tässä tapauksessa taloyhtiö.

SMB energiayhteisöön kuuluvalla henkilöllä on oma virtuaalinen sähkö tuotantokäyttöpaikka. Tässä tapauksessa jos jäseneltä jää ylijäämä sähköä se tulee automaattisesti jäsenen omalle käyttöpaikalle.



Kuva 6. SMB (Motiva energiayhteisöt).

Kuvan 6. SMB sopimuksessa jäsenet saa itse solmia myyntisopimuksen minkä tahansa sähkøyhtiön kanssa. Kaikki ylijäämä sähkö myydään tälle vapaavalintaiselle yhtiölle ja siitä tulevat tuotot ohjataan suoraan käyttöpaikan omistajalle. (Motiva energiayhteisöt).

4 Taloudellinen kannattavuus

4.1 Aurinkosähkön investoinnin taloudellinen kannattavuus sekä avustukset

Investoinnin tavoitteena on useimmiten taloudellinen hyöty, joten on tärkeää, että verkkoon myytävän aurinkosähkön määrän tulee jäädä niin pieneksi kuin mahdollista. Hyvässä tapauksessa aurinkopaneelit tuottavat enemmän, kuin rakennus tarvitsee, jolloin verkkoon tuotetusta aurinkosähköstä sähköyhtiöt tulevat maksamaan sähkön tukkuhinnan mukaan, joka on noin 2-6 snt/kWh. Siitä tullaan vähentämään vielä erillisen marginaalin tai vaihtoehtoisesti palvelumaksun mukaan.

Investoinnilla pitääkin siis ottaa huomioon järjestelmän mitoitus niin, että suurimmaksi osaksi sähkö tulee itse talon käyttöön. Yksinkertaisinta on siis lähteä mitoituksessa liikkeelle siitä, että tarkastellaan kiinteistön esimerkiksi kesäkuukausien päivän aikaisia tuntikohtaisia kulutuslukemia. Parhaimmissa olosuhteissa voidaan aurinkosähköenergiainvestoinnin olettaa tuottavan tekijälleen 3-8%:n tuottoa. Tämä sillä oletuksella, että aurinkosähkön vaihtoehtokustannukset nousisivat entisestään investoinnin 30 vuoden kuluessa, tällöin kannattavuus tulee paranemaan.

Aurinkosähköinvestoinnin kannattavuus taloudellisesti vaatii siis huolellista suunnittelua, paneelien oikeaa sijoittelua sekä järkevää hintaa järjestelmän toimittajalta. On myös tärkeää ottaa huomioon investointiin liittyvän pääoman korko, sillä se tulee vaikuttamaan huomattavasti aurinkosähkön tuotantokustannuksiin pidemmällä aikavälillä.

Aurinkosähkön kannattavuuteen vaikuttaa sähkön kuluttajahinta eli se, mitä sähköstä ja sen siirrosta tullaan maksamaan veroineen snt/kWh. Kiinteistön sähkönkulutus tunneittain kWh/h. Kannattavuuteen vaikuttaa myös investoinnissa ollut laskentakorko, kuinka suuri osuus pystytään hyödyntämään itse, sekä millä hinnalla ylijäämä voidaan myydä takaisin verkolle. Aurinkosähkön vuosituotto sijaintiin perustuen kWh/kWp, sekä järjestelmän käyttöikä vuosina. (Finsolar).

Suomessa aurinkosähköjärjestelmän hankintaan on mahdollisuuksia saada erilaisia tukia avustuksia. Vuonna 2023 myönnettiin yli 100 miljoonaa euroa ARA:n energia-avustuksia taloyhtiöille erinäisiin remontteihin sekä toimenpiteisiin. Aurinkosähköjärjestelmään on mahdollista saada avustusta noin 25% sen hankintakuluista. Toisena avustuksena on mahdollista saada myös 50% alennuksen aurinkosähköselvityksestä. Näillä avustuksilla on kuitenkin erinäisiä ehtoja kuten E-luvun parannusta vähintään minimirajan 32%, jonka verran täytyy olla parempi valmistumisen aikaiseen tilanteeseen katsottuna. Uusimpien kerrostalojen kohdalla usein voi riittää jos E-luku putoaa alle 90%, tässä tapauksessa rakennus huomioidaan melkein nollaenergiarakennukseksi. Uusissa kerrostaloissa tukeen oikeutettu parannus tulee olla vähintään 15%.

Minimiraja 32% on suuri harppaus ja siihen pääsemiseksi talot on usein valmistunut 1960 luvulla tai sitä aikaisemmin. Näin vanhoissa taloissa on useimmiten öljylämmitys tai kivihiihlopohjainen lämmitys. Jos lämmitysmuotoa saadaan nykyaikaisemmaksi esimerkiksi kaukolämpö, niin E-luku nousee jo automaattisesti jopa 50% paremmaksi edellisestä mittauksesta. Tämä selittyy sillä, että energiamuodon kertoimet ovat fossiili polttoaineissa 1,0 ja vastaavasti kaukolämmölle sama on 0,5. Tämä mahdollistaa sen, että energia-avustuksen vaadittavat kriteerit tulevat helposti vaaditulle tasolle.

On mahdollista, että pelkkien aurinkopaneelien asentaminen riittää täyttämään energia-avustuksen kriteerit melkein kokonaan. Tästä hyvä esimerkki on tilanne, jossa rakennuksen E-luku on jo lähellä nollaenergiatalon rajaa, tämä mahdollistaa sen, että pienillä toimenpiteillä saadaan talon E-luku alle 90:n.

ARA:n energia-avustus on siis hyvä kannustin taloyhtiöille säästää energiaremontteihin ja investointikuluihin. Tämä avustus voi monelle taloyhtiölle olla saavutettavissa myös pienemmillä remonteilla, esimerkiksi jos talon on jo ikääntynyt. Aurinkosähköjärjestelmää voidaan myös hyödyntää esimerkiksi maalämpöhanketta suunnitellessa. (Aurinkosähköselvitys).

4.2 Säästöt ja tuotto

Useimmiten tullaan törmäämään haasteeseen, jossa harvat investoijat tarkastelevat aurinkosähköjärjestelmien taloudellisuutta 30-40 vuoden käyttöiän tai LCOE- tuotantohintojen perustella. (Finsolar).

Aurinkopaneelien tuottoon vaikuttaa sijainti ja asennuspaikka. Etelä-Suomi luonnollisesti on paras paikka, joka tarjoaa korkeimman tuoton arviolta 900-1000 kWh/kWp, kun taas puolestaan Pohjois-Suomessa tuotto on noin 750-850kWh/kWp tasolla. Kesäkausi on aurinkopaneeleille tehokkainta tuotantoaika. Aurinkopaneelit voivat tuottaa jopa 75-90% huipputehostaan kesäkaudella, mutta talvella se laskee 1-2% vuosituotosta, mikä johtuu lähinnä lyhyistä päivistä ja lumesta.

Vuoden 2021 alkupuoliskolla voimaan tulleen lainsäädäntömuutoksen avulla sähköverkkoyhtiöt voivat tarjota aurinkosähkön hyvityspalveluita.

Hyvityslaskennan peruseriaatteena on, että kiinteistön sähköliittymällä tuotetusta aurinkosähköstä käytetään ensimmäisenä asuntojen sähkönkulutukseen ja vasta sen jälkeen ylijäämä tullaan myymään takaisin sähköverkkoon.

Takaisinmaksuaika aurinkojärjestelmässä tulee useimmiten maksamaan itsensä takaisin 8-15 vuodessa. Tekninen käyttöikä on puolestaan noin 30-40 vuotta ja ne tuottavat säästöä pidemmällä aikavälillä. Takaisinmaksuajassa tulee tietää saavutettu säästö, joka pystytään laskemaan vuositasolla. Siihen tarvitsee ensimmäiseksi tuntea vuosittainen nettosäästö, josta puolestaan pystytään arvioimaan aurinkopaneelien takaisinmaksuaika. Laskenta tapahtuu siis jakamalla hankintahinta vuosisäästöllä. (Lumme-energia).

Esimerkkinä jos vuosituotanto on 5600 kWh ja omaan käyttöön siitä tulisi 70% eli 3920 kWh. Ylituotantoa Spot-hinnalla tulisi 30%= 1680 kWh. Sähkön kWh hinta voidaan laskea hinta+sähkövero+sähkön siirto= 0,16e/kWh. Säästöä tulee $0,16\text{€} \times 5600 \text{ kWh} = 896\text{€}$. Ylituotanto jos se tullaan myymään oletettavalla

Spot-hinnalla= $0,05\text{€} \times 1680 \text{ kWh} = 84\text{€}$. Vuosisäästöä tässä kertyisi yhteensä $896\text{€} + 84\text{€} = 980\text{€}$.

Jos työn hinta on arvonlisäveroineen esimerkiksi 10 000€, laskukaavalla (Työn osuus x prosentti – omavastuu) Kotitalousvähennys laskettaisiin näin:
 $10\,000\text{€} \times 35\% - 150\text{€} = 1600\text{€}$. Jolloin todellinen hankintahinta tulee olemaan 9400€. Takaisinmaksuaika vuosina saataisiin laskutoimituksella, jossa otetaan todellinen hankintahinta, joka jaetaan vuosisäästöillä. $9400\text{€} / 980\text{€}$ vastaukseksi saadaan noin 10 vuotta. (Lumme-energia).

4.3 Kannattavuuslaskemat

Aurinkosähkijärjestelmän kannattavuuteen vaikuttaa ostoenergian hinta, sillä oma tuotanto tulee vähentämään ostetun sähkön tarvetta. Yleisesti järjestelmän suunnittelussa se kannattaa mitoittaa omaan kulutukseen mukaan, sillä ylituotanto siirtyy sähköverkkoon, josta saatava korvaus tulee olemaan alhaisempi kuin omassa käytössä hyödynnetyn aurinkosähkön arvo.

Aurinkosähkön omaa käyttöä voidaan tehostaa lämpö-, sähkö ja virtuaaliakuilla. Esimerkiksi maalämpökiinteistössä lämminvesivaraaja voi toimia aurinkosähkön lämpövarastona, jonka avulla käyttövettä lämmitetään aurinkoisina päivinä aurinkosähköllä. Taloyhtiö voi myös halutessaan käyttää latauspisteitä sähköajoneuvojen lataukseen, jos sellaiset löytyy.

Sopivaa järjestelmää suunnitellessa kannattaa panostaa laatuun, sillä aurinkoenergiainvestoinneissa taloudelliset hyödyt tulevat näkyviin vasta pitkän käyttöajan kuluttua. Vaihtamalla invertterin noin 30-40 vuoden kuluttua riittää useimmiten pitämään järjestelmän toimintakykyisenä. Kannattavuuteen tulee vaikuttamaan myös lainan korkokulut. Takaisinmaksuaika ei ole hyvä mittari aurinkoenergian taloudelliselle hyödyille, koska siinä jätetään kokonaan huomioimatta paljonko hyötyjä tai säästöjä järjestelmä on tuottanut koko sen elinkaaren ajalta. (Hiilineutraalisuomi).

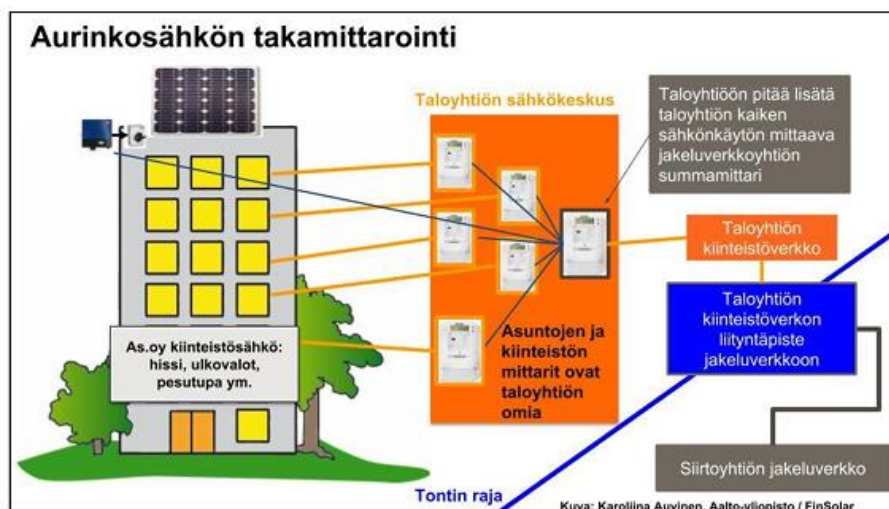
Aurinkosähköinvestoinnin kannattavuutta varten on olemassa myös elinkaarikustannusmittari eli (LCOE) Levelised cost of electricity. LCOE on laskentamenetelmä, jonka avulla lasketaan erilaisille energiatuotantomuodoille tuotantohintoja, joita voidaan sitten vertailla keskenään (eur/MWh). (finsolar).

Esimerkki, jolla LCOE voidaan laskea.

$$LCOE = \frac{CAPEX + OPEX_{lifetime}}{AEP_{lifetime}} = LCOE = \frac{(investointikustannukset + käyttökustannukset)}{\text{Energian kokonaistuotanto}}$$

4.4 Takamittarointi

Takamittaroinnin ideana on se, että kaikkien asuntojen osakkaiden on luovuttava sen hetkisestä sähkösoituksesta, koska taloyhtiön tulee tällöin siirtyä yhden sähkömyynti- ja sähkösiirtosopimuksen piiriin. Sopimuksen teon jälkeen kaikki sähkö tulee yhden taloyhtiön hallitseman mittarin kautta, josta se jaetaan vielä erikseen osakkaiden kesken. Yksi sopimus tulee siis säästämään paljon sähkön siirto- ja kuukausimaksuista pidemmällä aikavälillä. Taloyhtiön kiinteistösähkölaitteet tulevat takamittaroinnin hyväksymisen jälkeen korvaamaan summamittarilla. (Ilmastoinfo).



Kuva 7. Aurinkosähkön takamittaroinnista taloyhtiössä. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).

Kuvassa 7. asunto-osakeyhtiön sähkökeskukseen on hankittu yhteinen sähkönkulutusta seuraava summamittari. Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuus tulee pitkälti tuotetun sähkön omasta kulutuksesta. Järjestelmä tulisi siis mitoittaa niin ettei syntyisi liikaa ylijäämäsähköä. Ihanteellisessa tilanteessa kaikki tuotettu sähkö siis käytettäisiin asunto-osakeyhtiön sisällä. Sähkön perusmaksut halpenevat yhden sähkösopimuksen myötä, mutta uusien mittareiden hankinta voi tulla kustantamaan 200-400€/asunto asennus mukaan lukien. Näiden muutosten voimaan astuminen tarkoittaa kuitenkin sitä, että yhtiökokouksessa on kaikkien asunto-osakeyhtiön kuuluvien päädyttävä yksimieliseen päätökseen. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).

4.5 Kiinteistön markkina-arvon nousu

Kiinteistön markkina-arvon nousuun vaikuttaa moni asia. Aurinkopaneelien asennus on yksi tavoista, joilla markkina-arvoa saadaan nostettua entisestään. Paneelien asennus voi houkuttaa asunto-osakkeen ostajia tai vuokralaisia sen ympäristö- ja talousvaikutusten myötä. Tästä esimerkkinä voidaan nostaa alhaisemmat käyttökustannukset sekä hiilijalanjäljen pieneneminen. Energiakustannuksien pieneneminen vähentää puolestaan sähköverkon käytön tarvetta, laskee sähkölaskuja ja nopeuttaa takaisinmaksun aikaa. (Mypoweruk).

Aurinkosähköteknologia on kehittynyt paljon viime vuosina, minkä takia järjestelmät on entistä kustannustehokkaampia. Hankinta- ja asennuskustannuksien pienentyminen sekä suurempi tuotto voi olla harkitsemisen arvoisia asioita esimerkiksi uudisrakennuksille.

Aurinkosähköjärjestelmien asennuksen avulla kiinteistö voi mahdollisesti parantaa sen vuokratuottoja. Aikaisemmin mainitut käyttökustannukset pienentyvät ja tämän avulla esimerkiksi vuokrausaste voi nousta.

Energiatehokkaat ja ympäristöystävälliset kiinteistöt houkuttelevat mahdollisesti vuokralaisia, jotka maksavat mielellään enemmän kestävästä ratkaisusta ja se tulee mahdollistamaan kiinteistön tuoton ja arvon nousun vuosien saatossa. (Northenergy).

5 Tekninen tarkastelu

5.1 Aurinkopaneelien tekniset ominaisuudet ja elinikä

Aurinkopaneelien nimellistehossa käytetään yleisesti piikkiwatteja (Wp).

Paneelien nimellisteho määritellään puolestaan laboratoriossa standardiolosuhteissa (STC) Standard Test Condition. Auringon säteilyteho on 1000 W/m² ja kennon lämpötila 25°C.

Aurinkopaneelien avulla voidaan tuottaa sähkö nimellistehoa suuremmalla teholla vain lyhyitä aikoja, kun säteilyn määrä ylittää 1000 W/m². Tämän kokoinen paneelijärjestelmä tarvitsee minimissään 5 neliömetrin pinta-alan. Piikkitehon sekä pinta-alan suhdetta toisiinsa voidaan kuvailla hyötysuhteella. (Motiva).

Taulukko 1. Paneelien vertailu.

Paneelityyppi	Teho (W) (Valmistajan mukaan)	Hyötysuhde(%)	Tehotakuu (vuosina)	Ominaisuudet
(Monocrystalline) Hi-MO 5 Monofacial 54c	21.5%	420W	25v	Käyttövirta 13A, sekä gallium doping, jonka avulla saadaan parempi lämpökestävyys.
(Bifacial) Hi-MO 5 Bifacial 72c	21.5%	555W	30v	Käyttövirta 13A, kerää myös heijastuvaa energiaa esimerkiksi, kun katto on luminen.
(Bifacial) Hi-MO 5 Ice-Shield	21.5%	555W	30v	Käyttövirta 13A, Kestävä joka säässä esimerkiksi kovat sadekuurot ja tuulet.

Taulukko 1:seen on kerätty muutama eri paneelityyppi, joita vertaillaan. Taulukko sisältää tärkeimmät asiat, jotka kannattaa ottaa huomioon paneeleita valitessaan. Hi-MO 5 Bifacial 72c voisi esim. olla hyvä valinta ajatellen vuosituotantoa, sillä se myös keräsi heijastuvaa energiaa katolta silloin kun se oli lumen peitossa. (Longi).

Aurinkopaneelien tekninen elinikä voi mahdollisesti olla jopa 30 vuotta, sekä joissain tapauksissa siihen sisältyy 25 vuoden tehontuottotakuu. Tehontuottotakuussa on yleisesti erilaisia ehtoja, jotka vaihtelevat. Yleisesti tällä takuulla pyritään varmistamaan, että aurinkopaneelit tuottavat sähköä vähintään 90% teholla ensimmäiset 10 vuotta ja vähintään 80% teholla seuraavat 25 vuotta. Paneelien materiaaleissa ja valmistusvirheissä, takuu tulee todennäköisesti vaihtelemaan, mutta yleisenä standardina pidetään 12 vuotta. Yleensä muiden komponenttien esimerkiksi akkujen tai invertterien käyttöikä on vain puolet paneelien elinkaaresta. (Motiva).

5.2 Suuntaus sekä sijoitus kerrostaloissa

Aurinkopaneelien suuntaus ja sijoitus on merkittävässä roolissa järjestelmän tuottaman sähkön kanssa. Paras suuntaus aurinkopaneeleille on etelä, sillä siitä suunnasta aurinko paistaa suurimman osan päivästä. Suurin tuotto keskittyy luonnollisesti kesäaikaan ja marraskuu-tammikuu on tuoton kannalta hiljaisinta aikaa.

Paneelit tuottavat parhaiten, kun ne suunnataan Etelä-Suomessa 40 asteen kulmaan osoittamaan kohti etelää. Toisenlaiset kulmat eivät kuitenkaan ole poissuljettuja jos tarkoituksena on optimoida tuotantoa tietylle ajanjaksolle.

Sijoittamisessa tulee ottaa huomioon, että paneelit tulevat tarvitsemaan tilaa arviolta $6 - 8 \text{ m}^2/\text{kWp}$. Paneelien suuntauksessa tärkeänä huomiona on myös varjot, jotka osuessaan laskee tuottoa huomattavasti. (Energiatehokaskoti).

5.3 Sähköverkkoon liittäminen sekä sähköturvallisuus

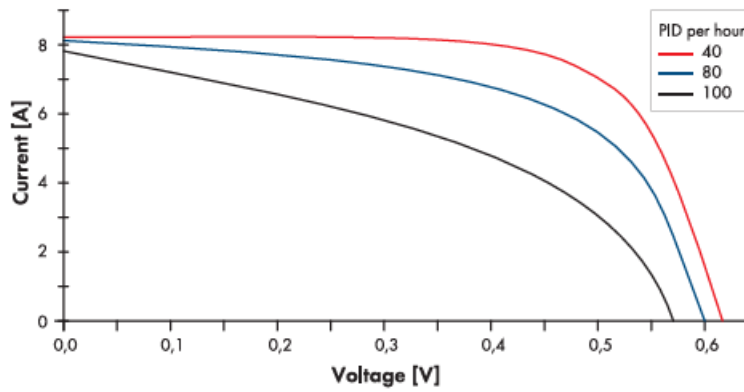
Suuret aurinkovoimalat kytketään yleisesti suurjänniteverkkoon tai vastaavasti keskijänniteverkkoon. Sähköturvallisuuslakia hyödynnetään erilaisiin sähkölaitteisiin, jotka tuottavat, siirtävät tai jakavat sähköä. Paikoista, joissa sähköisistä ja sähkömagneettisista osista voi tulla häiriötä tai vakavaa vaaraa käyttäjällensä.

Aurinkosähköjärjestelmä liitetään osaksi kiinteistön sähkölaitteistoa. Tästä johtuen myös sähköturvallisuuslaki koskee aurinkosähköjärjestelmiä. Laki pitää sisällään ehtoja, joiden mukaan aurinkosähköjärjestelmä täytyy suunnitella, rakentaa, valmistaa sekä korjata niin, että järjestelmä on turvallista käyttää. (Järjestelmien paloturvallisuusohje 2023).

5.4 PID

PID eli (Potential Induced Degradation) tarkoittaa aurinkopaneelien potentiaalieroista johtuvaa tehohäviötä aurinkopaneeleissa. Tämä ilmiö on mahdollista muodostua, kun aurinkopaneelien komponentit esim. kennojen ja kehyksen välille syntyy jännite-ero, joka mahdollisesti heikentäisi toimintaa. PID:in kehittyminen voi johtaa yli 50% tehohäviöihin, mikä vaikuttaa suoraan sähköntuotannon tehokkuuteen.

Kennon johtavuus laskee hitaasti, jolloin käyttöikä tulee oletettua nopeammin vastaan ja taloudelliset hyödyt jäävät oletettua paljon pienemmiksi. Olosuhteet vaikuttavat vahvasti PID:in muodostumiseen, esimerkiksi korkeat lämpötilat sekä kosteus alkaa näkyä yllättävän nopeasti. Kosteassa ympäristössä vesihöyry voi päästä komponentin pakkausmateriaalin raoista ja reagoida paneeleissa olevan EVA-materiaalin kanssa. Kun vesihöyry ja EVA-materiaali kohtaa syntyy etikkahappoa, joka taas reagoi paneelin lasissa sijaitsevien natriumionien kanssa. Taustalevymateriaalin vedenpitävyys on tässä tärkeässä roolissa, ettei vesihöyry pääse komponentin sisälle ja näin pahenna ilmiötä.



Kuvio 1. Virta-jännitekäyrä eri PID:n vaikutuksilla (SMA).

Kuviossa 1. nähdään kuinka suuren muutoksen eri PID arvot voi tuoda jo tunnissa. Tällaisessa tilanteessa PID:n pysäyttäminen sekä kokonaan esto on erityisen tärkeää. Keinoja, joilla tätä ilmiötä voi hillitä on järjestelmän jännitteen pienentäminen sekä maadoittaminen. Laadukkaassa ja nykyaikaisessa järjestelmässä PID:n riski on kuitenkin suhteellisen pieni. (Raggie energy).

6 Hyvityslaskenta ja sähkönjakelu

6.1 Hyvityslaskennan peruseräatteen

Hyvityslaskennalla tarkoitetaan taloyhtiön yhteistä kiinteistösähkölaittymää. Siinä järjestelmän avulla tuotettua sähköä voidaan ohjata kiinteistön kulutukseen sekä huoneistoille käytettäväksi.

Tarkastelujakso on nimeltään tasejakso, joka on 15 minuuttia. Mikäli aurinkosähköä tuotetaan esimerkiksi 10 kWh tasejakson aikana ja kiinteistön sähkönkulutus on 4 kWh sekä asunnoissa käytetään 6 kWh sähkö jakautuu näiden kulutusten mukaisesti. Hyvityslaskennan mukaisesti aurinkosähköä käytetään ensin kiinteistön sähkölaittymän tarpeisiin, jonka seurauksena 4 kWh kattaa kiinteistösähkön kulutuksen. Loput eli 6 kWh tullaan jakamaan taloyhtiön osakkaiden käyttöön huoneistosähköksi. Eli ilman hyvityslaskentaa koko 6 kWh ylijäämä olisi siirretty myytäväksi sähköverkolle.

Laskennan ansiosta verkkoon syötettävä määrä siis pienenee paljon, jolloin se parantaa taloyhtiön omaa aurinkoenergian hyödyntämistä. Hyvityslaskenta mahdollistaa sen, että aurinkovoimala voidaan mitoittaa merkittävästi suuremmaksi ilman huolta kasvavista myytävän aurinkosähkön osuuksista. (Aurinkosähköä kotiin).

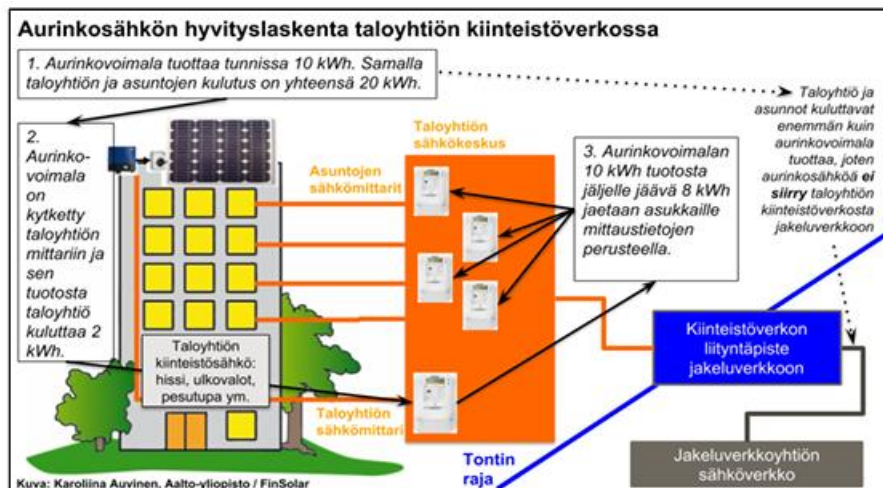
6.2 Hyvitysmallit kerrostalokohteissa

Asunto-osakeyhtiön hyvitysmallissa voidaan jakaa ylijäämäsähköä huoneistoille, joten se vähentää asukkaiden sähkön ostotarvetta. Hyvitysmalli parantaa energia yhteisöjen taloudellista kannattavuutta muun muassa poistamalla sähköverot sekä siirtomaksut.

Hyvityslaskentamalli tarjoaa vaihtoehtoisen ratkaisun tilanteeseen, jossa jakeluverkkoyhtiön mittarit pidetään ja laskenta tapahtuu erillisellä ohjelmistolla.

Tämä mahdollistaa sen, että taloyhtiön ei tarvitse erikseen vaihtaa mittareita omiin. Tällä tavalla helpotetaan käyttöönottoa ja säästetään kustannuksia.

Aurinkosähköjärjestelmä liitetään asunto-osakeyhtiön kiinteistöverkkoon ja se mahdollistaa rakennuksen kokonaiskulutuksen ja sähköntuotannon seuraamisen yhdellä mittarilla. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).



Kuva 8. Aurinkosähkön hyvityslaskenta kiinteistöverkkossa. (Auvinen, K. ym. 2020).

Kuvassa 8. huomataan miten ylijäämä 8 kWh jaetaan asukkaille heidän sähkönkulutuksensa mukaan. Kiinteistön sähkömittari osaa rekisteröidä aurinkosähkön tuotannon sekä ylijäämän sähkömittareilta saadun datan ja jakosuhteiden mukaan. Pientuotannossa netotus toteutetaan tasejaksoittain, joka on nykyään tunti, mutta tulevaisuudessa se tulee lyhenemään 15 minuuttiin. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).

Asunto-osakeyhtiön osakkaat maksavat aurinkosähköjärjestelmän hankinnan samalla lailla, kuin makselisivat taloyhtiön vastikkeita. Tämän takia ylijäämä tullaan jakamaan asunnoille sen osuutta vastaavan summan mukaan. Aurinkosähkön tuotanto siis jaetaan osakkaille omistussuhteiden mukaisesti. Tuotannon ylittäessä asukkaan kulutuksen ylijäämä tullaan siirtämään takaisin jakeluverkolle. (Auvinen, K. ym. Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille 2020).

7 Käyttöönotto kerrostalossa

7.1 Suunnittelu ja mitoitus

Aurinkosähköjärjestelmän suuruuden arvioinnissa on tärkeää huomioida, että tuotosta suurin osa saataisiin hyödynnettyä kulutukseen ja verkkoon myytävä osuus olisi mahdollisimman pieni. Tämä mahdollistaa parhaan taloudellisen lopputuloksen. Mitoitus on usein haasteellista sekä aikaa vievää, joten siinä kannattaakin kääntyä ammattilaisen puoleen.

Suomessa yleisesti sähköenergian kulutusta mitaillaan tuntitasolla. Valmiiksi rakennetuissa järjestelmistä on hyvä katsoa niiden mittaustuloksia. Niistä selviää niin enimmäistuottotarpeet kuin vähimmäiskulutuskin.

Sähkönkulutus ja tuotanto voi heitellä paljonkin päivä tai vuositasolla. Matalimmillaan päivätuotanto voi käydä nollassa tai ainakin sen lähistöllä. Kulutuksen kannalta isoja kulutuspiikkejä voi aiheuttaa esimerkiksi sähkökiuas tai sähkölämmitys. Yleisesti tuotannon kuukausivaihtelu pyritään ottamaan mitoituksessa huomioon, niin että parhaina tuotantoaikoina kerättyä sähköä voidaan myydä sähköverkolle.

Oikein suunnitellun sekä toteutukseltaan järkevän automaation myötä pystytään jakamaan kulutusta niin, että suurin osa sähköstä saadaan käytettyä taloyhtiön sisällä ja vain pieni osa joko kerätään akkuun tai myydään sähköverkolle. (Motiva aurinkosahkojarjestelman mitoitus).

7.2 Asennusprosessista

Yleisesti asennusprosessi jaetaan neljään eri vaiheeseen. Asennusprosessi alkaa asennussuunnittelulla. Siinä tehdään rakennuksen kattorakenteen tarkastus, jossa katsotaan paneeleille optimaalinen sijoittelu ja pyritään tuotannon maksimoimiseen. Akuston sijoitus päätetään myös jo tässä vaiheessa jos tarpeellista.

Toisessa vaiheessa asennetaan kiinnitysjärjestelmät, jotka valitaan juuri kyseiselle katolle sopivaksi. Lisäksi asennetaan kiskot sekä paneelit paikalleen kattorakenteeseen tai telineeseen. Kaapelointi pyritään toteuttamaan huomaamattomasti, jolloin asennus näyttää ammattimaiselta.

Kolmannessa vaiheessa tehdään aurinkopaneelien ja invertterin välinen kaapelointi. Järjestelmä maadoitetaan kiskoon ja tehdään tarvittavat turvallisuustarkastukset, sekä kytkentä sähköverkkoon.

Aurinkosähköjärjestelmän verkkoon liittäminen vaatii aina alan ammattilaisen, jolla on oikeus sähkötöihin.

Viimeisessä vaiheessa aurinkojärjestelmälle toteutetaan maadoituksen testaus sekä erilaiset toimintakokeet. Tarkastajan eli tässä tapauksessa sähkötyöntekijän lisätessä tulokset tarkastuspöytäkirjaan asiakas tullaan perehdyttämään järjestelmän käyttöön sekä huoltoon. Lopuksi vaaditaan vielä asiakkaan allekirjoitus mittauspöytäkirjaan. (Solarum).

7.3 Järjestelmän testaus ja käyttöönotto

Järjestelmälle on aina asentajan tehtävä sähköturvallisuuslain mukainen käyttöönottotarkastus. Tarkastuspöytäkirja tulee täyttää ja sen valmistuessa jättää asennuksen ostaneelle taholle. Pöytäkirja on urakoitsijan vakuutus sille, ettei käyttäjille aiheudu siitä vaaraa ja kaikki työvaihteet ovat määräysten mukaisesti ja oikein asennettu. Sille on oma standardi SFS-EN 62446-1, joka sisältää vaatimukset dokumentaatiolle sekä informaatiolle.

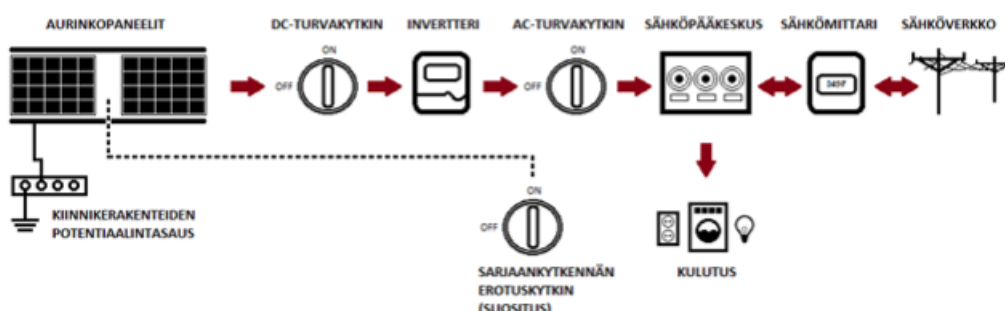
(Suomen Standardisoimisliitto SFS ry A1:2018. (SFS-EN 62446-1:2016)

(Suomen Standardisoimisliitto SFS).

Sähkölaitteiston varmennustarkastus on myös sähköturvallisuuslaissa määrätty tehtäväksi ja jonka suorittaa kolmannen osapuolen varmennus tarkastaja. Vaatimukset, jotka tulee täyttää riippuu sähkölaiteluokituksesta. Sähkölaitteiston varmennus tarkastus täytyy suorittaa suurille asuinkohteille, joiden ylivirtasuojan nimellisvirta tulee ylittää 35 A. Tämän ylityksen mahdollistamiseksi on voitu esimerkiksi lisätä kerrostaloon aurinkosähköjärjestelmä. Isojen sähkölaitteistojen käytönjohtajan varmennustarkastus veloitteen rajana pidetään yli 250 A:n nimellisvirtaa. (Järjestelmien paloturvallisuusohje 2023).

7.4 Suojalaitteet

Aurinkosähköjärjestelmät ovat turvallisia oikein asennettuna sekä hyvin huollettuna. Järjestelmä koostuu niin monesta osasta, että väärin asennettuna tai piittaamattomuuttaan korjaamatta jätettynä voi ne kuitenkin muodostaa paloriskin. Pintajännitesähköasennuksia koskevassa SFS 6000 standardissa edellytetään, että vaihtosuuntaajan ja jossain tapauksissa erillisten DC-kytkinten tulee olla palamatonta materiaalia. Käytettävä materiaali ei myöskään saa johtaa lämpöä tai palavan rakenteen ja asennusalustan väliin tulee jättää ilmarako, joka mahdollistaa ilman kierron. (Motiva Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje).



Kuva 9. Sähköverkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä (Motiva Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusohje).

Kuvassa 9. DC-turvakytkin on integroituna valmiiksi invertteriin käännettävänä kytkimenä ja sitä käytetään paneelien ja invertterin erottamiseen.

AC-turvakytkimen avulla saadaan erotettua invertteri sähköverkosta. Turvakytkin tulee useimmiten sijoittaa ulos ulko-oven viereen, sähkökeskukseen tai invertterin läheisyyteen, jotta esimerkiksi palokunnalla on nopea pääsy siihen. Turvakytkimen täytyy pystyä tarvittaessa lukitsemaan, ettei siihen pääse ulkopuoliset käsiksi.

Johdonsuojakatkaisijat eli toiselta nimeltään automaattisulakkeet suojaavat järjestelmää ylivirralla, kun puolestaan vikavirtasuojan tehtävä on havaita ja estää sähkönsyöttö jo ennen johdonsuojakatkaisijan laukeamista. (Aurinkovirta).

7.5 Ylläpito ja huolto

Sähkölaitteiston omistaja on ensisijaisesti vastuussa sen turvallisuudesta sekä tarvittavista kunnossapito- ja korjaustoimenpiteistä. Omistajan on myös huolehdittava, että laitteiston kunto sekä turvallisuudesta pidetään huolta tasaisin väliajoin ja ongelmiin puututaan mahdollisimman nopeasti jos sellaisia ilmenee. Aurinkosähköjärjestelmien ennakoivasta ja korjaavasta kunnossapidosta ohjeistetaan SFS-EN IEC 62446-2 standardissa.

Aurinkosähköjärjestelmän kuntoa täytyy seurata erityisesti paneelistoa, joka altistuu pitkäaikaiselle säärasitukselle. Aurinkopaneelien hajotessa, sen sisälle voi päästä vettä, joka voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa oikosulun. Pienetkin ulkoiset vauriot on siis otettava myös vakavasti ja korjattava mahdollisimman nopeasti ammattilaisen toimesta. (Järjestelmien paloturvallisuusohje 2023).

Ensisijaisen tärkeää on huomioida turvallisuuteen liittyvät asiat jo ennen aurinkosähkön hankintaa. Aurinkosähköjärjestelmässä on useita laitteita ja osia, joihin kohdistuu erilaisia standardeja sekä ohjeistuksia. Näitten noudattamisesta vastaa pääasiassa urakoitsija. Viranomainen, joka valvoo näiden standardien ja ohjeistuksien paikkansapitävyyttä on Tukes.

Järjestelmän toimivuudesta ja turvallisuusmääräyksiensä noudattamisesta ensisijainen vastuu on sähköurakoitsijalla. Asennustyöt ja järjestelmän verkkoon kytkennän saa tehdä vain sähköasentaja, jolla on minimissään S2-asennusoikeudet voimassa. (Energiatehokas koti).

8 Yhteenveto

Yhteenvetona opinnäytetyöstä voidaan todeta, että aurinkosähköjärjestelmän hankinta kerrostalojen rakennusvaiheessa tai myöhemmin tulevan kannattavaksi pidemmällä aikavälillä. Aurinkosähkön käyttö tulee parantamaan energiatehokkuutta sillä se hyödyntää uusiutuvaa energiaa.

Taloudellisesti aurinkosähköjärjestelmään investointi voi olla kannattavaa varsinkin, jos kulutus on suurta sekä mikäli saadaan tukia tai avustuksia sen asentamiseen. Lähtökohtaisesti investoinnin halutaan maksavan itsensä takaisin, joten tällainen järjestelmä katolle voi takaisinmaksun jälkeen tuoda vielä hyvät tuotot moneksi vuodeksi ellei vuosikymmeniksi. Sähkölaskut tulee pienenemään ja on helppo ratkaisu omistajille, koska taloyhtiössä ei itse tarvitse asiaan puuttua. Toki on tärkeää laskea ja vertailla eri kokoisia järjestelmiä, sekä pohtia keneltä työn tilaa ja suoriutuvatko järjestelmä sekä paneelit niin hyvin, kuin on valmistajan tiedoissa luvattu.

Teknisesti aurinkosähköjärjestelmä vaatii paneelien hyvän sijoittelun, huomaamattoman ja turvallisen kaapeloinnin, sekä sähköturvallisuusmääräysten tarkan noudattamisen. Täytyy muistaa, että aina sähköjärjestelmän kytkemisen verkkoon tulee tehdä luvan omaava ammattilainen. Suhteellisen uudet ilmiöt kuten hyvityslaskenta ja energiayhteisöt tulevat todennäköisesti yleistymään vielä tulevaisuudessa. Hyödyllisin etu niiden käytöstä on varmasti se, että tuotettua sähköä pystytään nykyään jakamaan taloyhtiön osakkaidenkin kesken.

Järjestelmän käyttöönotossa on tärkeässä roolissa toimintakokeet sekä sähköntuotannon testaus, joiden avulla pystytään vielä varmistamaan, että kaikki toimii suunnitellusti ja etenkin turvallisesti. Aurinkosähköjärjestelmät ovat melko vaivattomia huoltaa, mutta silti niiden tarkistus vähintään kaksi kertaa vuodessa on suotavaa, sekä pienimuotoinen ylläpito esimerkiksi oksien tai muiden paneelia peittävien asioiden poistaminen paneelien päältä tulee pidentämään käyttöikää entisestään.

Tulevaisuudessakin aurinkosähköjärjestelmän hyödyntäminen kerrostaloissa on kannattavaa ja alan ammattilaisten suunnittelemana myös todella järkevää. Jatkuvasti eteenpäin menevä kehitys teknologiassa ja energiamarkkinoiden muuttuminen varmistaa sen, että aurinkosähköjärjestelmät tulevat todennäköisesti olemaan vielä entistä houkuttelevampia niin aurinkopuistohankkeissa, kuin kerrostaloissa.

9 Lähdeluettelo

- 1 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
Auvinen, K, Honkapuro, S, Ruggiero, S, Juntunen, J, 2020.
Aurinkosähköä taloyhtiöiden asukkaille – Mittaushaasteita kohti digitaalisia energiayhteisöpalveluja. Aalto-yliopisto
- 2 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
<https://aurinkosahkoakotiin.fi/aurinkosahkon-hyvityslaskenta/>
- 3 Viitattu 28.2.2025. Saatavilla:
<https://aurinkosahkoselvitys.fi/ara-energia-avustus-aurinkopaneelit/>
- 4 Viitattu 1.3.2025. Saatavilla:
<https://aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkovoimala/>
- 5 Viitattu 14.3.2025. Saatavilla:
<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/43236/isbn9789526089881.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 7 Viitattu 15.2.2025. Saatavilla:
<https://energia.fi/energiatietoa/energiantuotanto/sahkontuotanto/aurinkovoima/>
- 8 Viitattu 27.3.2025. Saatavilla:
<https://energiaapu.fi/voiko-aurinkopaneelin-tuottamaa-sahkoa-varastoida/>
- 9 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
<https://eroaverkosta.com/page/9/off-grid-invertterit>

- 10 Viitattu 7.4.2025. Saatavilla:
https://finsolar.net/kannattavuus/aurinkosahkon-hinnat-ja-kannattavuus/#Aurinkosahkoinvestointi_voi_parantaa_kiinteiston_markkina-arvoa
- 11 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
[https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Aurinkosahkojarjestelmien_hinnat_laskuss\(56958\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Aurinkosahkojarjestelmien_hinnat_laskuss(56958))
- 12 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
<https://ilmastoinfo.hsy.fi/verkkokurssit/auringosta-sahkoa-taloyhtioon/lessons/aurinkosahkon-hyodyntaminen-taloyhtiossa/topics/takamittarointi/>
- 13 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
<https://intersolarsystems.com/the-average-life-of-solar-panels-factors-affecting-their-lifespan/>
- 14 Viitattu 24.2.2025. Saatavilla:
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi>
- 15 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164884/TE_M_2023_22.pdf?sequence=1&isAllowed=y sivu 17
- 16 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
<https://www.lappeenrannanenergia.fi/ohjeet-ja-vinkit/miten-energiayhteiso-toimii>
- 17 Viitattu 27.2.2025. Saatavilla:
[_luento_2_aaurinkosahko_ja_aurinkolampo%20\(1\).pdf](#)

- 18 Viitattu 27.2.2025. Saatavilla:
https://pelastuslaitokset.fi/sites/default/files/2023-01/Aurinkos%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelmien_paloturvallisuusohje_S_18012023.pdf
- 19 Viitattu 27.2.2025. Saatavilla:
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/721607.html.stx>
- 20 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
<https://solarum.fi/aurinkoenergia/>
- 21 Viitattu 27.2.2025. Saatavilla:
<https://solarum.fi/aurinkopaneelit-kerrostaloon/>
- 22 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
<https://www.elenom.fi/kuinka-huoltaa-aurinkopaneelit-oikein/>
- 23 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/aurinkoenergia/aurinkosahko
- 24 Viitattu 26.2.2025. Saatavilla:
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/datahub/>
- 25 Viitattu 25.2.2025. Saatavilla:
<https://www.helen.fi/artikkelit/2020/aurinkopaneelien-asennus-video>
- 26 Viitattu 2.5.2025. Saatavilla:
<https://www.longi.com/us/products/modules/>

- 27 Viitattu 2.5.2025. Saatavilla:
<https://www.lumme-energia.fi/aurinkopaneelien-takaisinmaksuaika>
- 28 Viitattu 1.5.2025. Saatavilla:
<https://www.lumme-energia.fi/blogi/mita-invertteri-tekee>
- 29 Viitattu 1.5.2025. Saatavilla:
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_taloyhtio/aurinkosahko_taloyhtiossa
- 30 Viitattu 3.5.2025. Saatavilla:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiayhteisot/energiayhteisoon_liittyvat_termit
- 31 Viitattu 3.5.2025. Saatavilla:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/huolto_ja_kunnossapito
- 32 Viitattu 3.5.2025. Saatavilla:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho
- 33 Viitattu 3.5.2025. Saatavilla:
<https://www.raggieenergy.com/fi/news/how-to-prevent-the-pid-effect-of-solar-panels/>
- 34 Viitattu 4.5.2025. Saatavilla:
https://www.taloon.com/media/attachments/kontio_solar/kontio_solar_aurinkopaneelit.pdf
- 35 Viitattu 4.5.2025. Saatavilla:
<https://www.vatajankoskisahkoverkko.fi/palvelut/energiayhteisot/>