



Rahoittaja

Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

Aurinkosähköjärjestelmät-webinaari

22.4.2025 klo 17-20

Järjestäjä *poke*
POHJOISEN KESKI-SUOMEN
AMMATTIOPISTO

Kouluttaja **la** **mit** .fi

Ari Järvinen, Lamit Oy





Lamit Oy yrityksenä

- ▶ Lamit Oy: perustettu 1995 (1.5.2025 tasan 30 vuotta)
- ▶ LaMit = laskenta ja mittaus: Rakennusten ja prosessien energiateknisen suunnittelu
- ▶ Innovatiivinen yritys: 7 myönnettyä patenttia
- ▶ Ari Järvinen: Perustaja, omistaja, yrittäjä, toimitusjohtaja, yli 30 v työkokemus
- ▶ Päätoimipaikka: Jyväskylä, toimipisteet Tampereella ja Helsingissä.
- ▶ Toiminta-alue: koko Suomi
- ▶ Palvelut: Energiavarastot, energiaprojektit, energiakatselmukset, energiaselvitykset, energiatodistukset, energiatekninen muu suunnittelu, energiakoulutukset

Tee hyvin (Do)

Tarkasta kaikki (Check)

Lämpöselvitys

Aurinkoselvitys

Uudisrakennus

Hiililaskelmat



Olemassa oleva rakennus

Energiatodistus

Automaation uusinta

Hiilineutraali

Suuret säästöt, pienet päästöt!

la mit .fi



Lämmitysjärjestelmän uusinta

Yrityksen tulos kasvaa yli 100%

Yli 100 000 rakennusta ei voi olla väärässä

Lämpöpumpuilla säästää

Nauti säästöistä

Ilmainen ja päästötön lauhdelämpö

Todenna säästöt

Energiavarasto PCM, TCM

Paras hyötysuhde, $\$COP$ yli 10

Toteuta Urakka säästötakuulla

Korjaa ettei toistu

Suunnittele (Plan)



Teetpä työksesi mitä tahansa, niin...

- ▶ **Jatkuva Parantaminen on työkalu, jolla**
- ▶ Kehitetään ja parannetaan jatkuvasti asiakaspalvelua palautteen perusteellaja uusien teknologioiden avulla

Aurinkosähkö- järjestelmät

Webinaari

Ohjelma
22.4.2025
klo 17-20

Sähkötyöturvallisuus aurinkopaneelijärjestelmien
asentamisessa

Lait ja asetukset

Aurinkoenergia ja -järjestelmän osat ja laitteet

Erilaisia aurinkokennotyyppejä ja paneeleja

Osat ja laitteet

Aurinkopaneelijärjestelmien suunnittelu ja dokumentointi
toiminta ja asennus

Kestävä energiaratkaisu erityisesti vähähiilisyyden näkökulmasta

**Huomioitavaa
aurinkoenergiasta!**

Ympäristövaikutukset pienevät

- Vähähiilisten energiaratkaisujen kuten aurinkoenergian rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa
- kestävät energiaratkaisut edistävät luonnonvarojen tarpeenmukaista käyttöä
- Aurinkoenergian vaikutus ekologiseen jalanjälkeen.
- Mietittävää: Positiivinen vai negatiivinen, syntyykö hiilikädenjälkeä toimissa?

Sähkötyöturvallisuus aurinkopaneeli- järjestelmien asentamisessa



Aurinkosähköjärjestelmien sähköturvallisuus sähköturvallisuuslaki STL 1135/2016

Laki määrittää kaikkien sähkölaitteiden yleiset vaatimukset

- ▶ 6 § Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset
- ▶ Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:
 - ▶ 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
 - ▶ 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
 - ▶ 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.
- ▶ Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön.
- ▶ [Linkki lakiin](#)

Sähköturvallisuuslaki STL 1135/2016


36 § Sähkölaitteistojen kytkeminen yhteen

Sen, joka kytkee sähkölaitteistot yhteen, on varmistettava, ettei toimenpiteestä aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Tämän varmistamiseksi yhteen kytkettävien sähkölaitteistojen haltijoiden on annettava toisilleen riittävät sähkölaitteistonsa rakennetta koskevat tekniset tiedot.



Dokumentointi

Sähköturvallisuuslaki STL 1135/2016



Suunnittelu,
Projektin
hallinta,
tarkastukset

41 § Sähkölaitteiston käyttöönotto ja käyttöönoton rajoittaminen

Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön vain, jos se täyttää tässä laissa sille asetetut vaatimukset.

Sähkölaitteiston rakentajan on ennen sähkölaitteen käyttöönottoa varmistettava, että sähkölaitteisto on suunniteltu ja rakennettu 31 §:ssä säädettyjen turvallisuusvaatimusten ja 39 §:ssä säädettyjen sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevien olennaisten vaatimusten mukaisesti.

Sätköturvallisuuslaki STL 1135/2016

Sätköturvallisuusviranomaisen saa rajoittaa sätkölaitteiston käyttöönottoa ja käyttöä, jos:

- 1) määrätysssä kohteessa ilmenee tai on perustellusti odotettavissa ilmenevän sätkömagneettista yhteensopivuutta koskeva ongelma, joka on ratkaistava; tai
- 2) se on tarpeen turvallisuusyistä yleisen viestintäverkon tai vastaanotto- tai lähetysaseman suojaamiseksi, kun laitteistoa käytetään turvallisuuden parantamiseen tarkoin määritellyillä taajuusalueilla.

Sätkölaitteiston käyttöönoton ja käytön rajoittamisesta sätköturvallisuusviranomaisen on ilmoitettava Euroopan komissiolle ja muille jäsenvaltioille.

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016

Asetus koskee sähköturvallisuuslain (1135/2016) 3 luvussa tarkoitettuja sähkölaitteistoja.

4 § - Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisältö

5 § - Vähäisiksi katsottavat työt käyttöönottotarkastuksessa (50V vaihto- ja 120 V tasajänniterajat)

6 § - Merkittäviksi katsottavat sähkölaitteiston muutos- ja laajennustyöt

7 § - Varmennustarkastuksen ajankohta

8 § - Varmennustarkastustodistus

9 § - Varmennustarkastuksen tarkastustarra

10 § - Määräaikaistarkastuksen pöytäkirja

11 § - Määräaikaistarkastuksen tarkastustarra

Voi olla sama tarra

TARKASTETTU	SEURAAVA TARKASTUS
. .20	. .20
TYÖNSUORITTAJAN NIMIKIRJOITUS	
HUOLTOLIIKKEEN NIMI	
logo tähän	
HUOLTOLIIKKEEN NIMI OSOITE POSTINUMERO / TOIMIPAikka PUHELIN ARKISIN PÄIVYSTYSNRO	
	
DON'T WORRY - YOU USE - WE CARE!	

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016

Asetus koskee sähköturvallisuuslain (1135/2016) 3 luvussa tarkoitettuja sähkölaitteistoja.

4 § - Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisältö

Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi

- kohteen yksilöintitiedot,
- sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot,
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta,
- sovelletut standardit,
- mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolo,
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä
- tarkastusten ja testausten tulokset.
- Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja tai varmennettava se muulla vastaavalla luotettavalla tavalla.

Malli palvelusta:

Voit tehdä
käyttöönottopöytäkirjan
nettilomakkeella

Standardi SFS-6000-4-41

Aurinkosähköjärjestelmän laitteiden tulee täyttää standardin SFS-6000-4-41 liitteessä olevat perussuojauksen vaatimukset

SFS 6000-4-41 SUOJAUS SÄHKÖISKUILTA

Syötön automaattinen poiskytkentä

Kaksoiseristys, vahvistettu eristys

Pienoisjännite: PELV-järjestelmä on maadoitettu pienoisjännitteinen laite, ja SELV on maasta erotettu

Estetään koskettaminen tai asennetaan kosketusetäisyyden ulkopuolelle

Standardeja ei voi ladata maksutta netistä.



Standardien verkkokauppa
SFS

<https://sales.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Aurinkoenergia

Aurinkosähkö-järjestelmän osat ja laitteet

Aurinkosähkö yleensä

Aurinkovoima on puhtaasti tuotettua kotimaista sähköä: se vahvistaa energiaomavaraisuutta, edistää yhteiskunnan irtautumista ulkomaisesta fossiilienergiasta, vauhdittaa sähköistymistä yhdessä tuulivoiman kanssa, sekä tuo työtä ja tuloja Suomeen.

Aurinkovoiman kokoluokka ja merkitys on valtava, suurempi kuin tuulivoiman.

Aurinkovoima ja tuulivoima tukevat toisiaan. Aurinkovoima tuottaa tasaisesti sähköä keväältävesta pitkälle syksyyn saakka, ja siten tasapainottaa uusiutuvan sähkön tuotantoa erityisesti kevään ja kesän tuulettomina päivinä.

Erityisesti rakennusvaiheessa aurinkovoimalla on merkittävä työllistävä vaikutus.

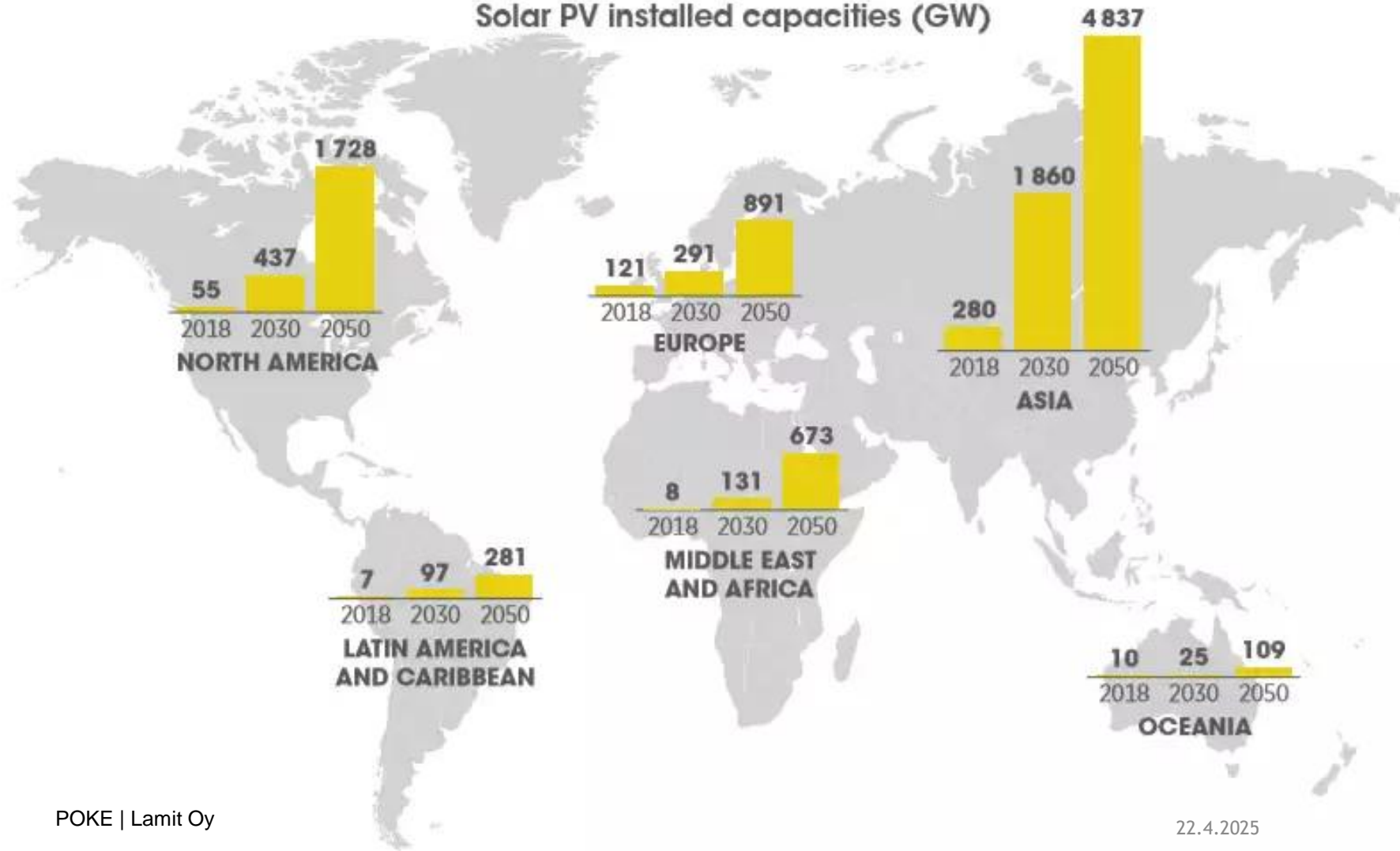
Isommassa mittakaavassa aurinkovoiman työllistävä vaikutus ulottuu huomattavasti yksittäisiä aurinkovoimaloita kauemmas: puhdas ja edullinen energiantuotanto mahdollistaa paljon sähköä kuluttavien teollisten investointien saapumisen Suomeen.

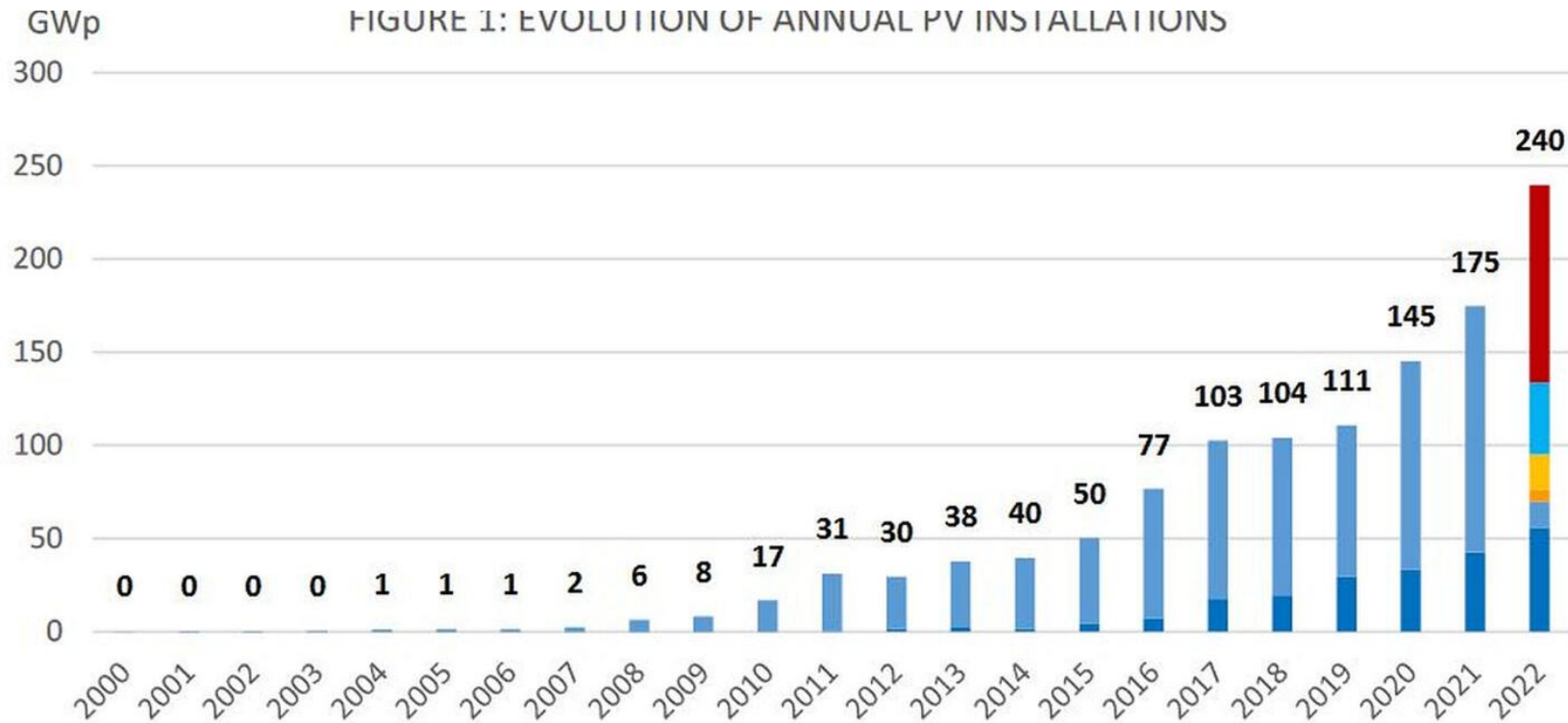
Aurinkosähkö yleensä

- Rakennuksessa aurinkosähköjärjestelmä asennetaan liitettynä kiinteistösähköön. Ei vaikuta osakkaiden sähkönkäyttöön
- Verkkoinvertteri liitetään kiinteistön sähköliittymän jälkeiseen sulaketauluun.
- Taloudellisesti kannattava, kun järjestelmä mitoitetaan oikein eli suurin osa tuotannosta voidaan hyödyntää itse
 - Yleensä Lämpöpumppukäyttö syö kaiken tuotetun sähkön
- Helppo tapa lisätä omavaraisuutta ja aurinkoenergiaa kerrostaloon kannattavasti.

Aurinkosähkö maailmassa kartalla

Solar PV installed capacities (GW)





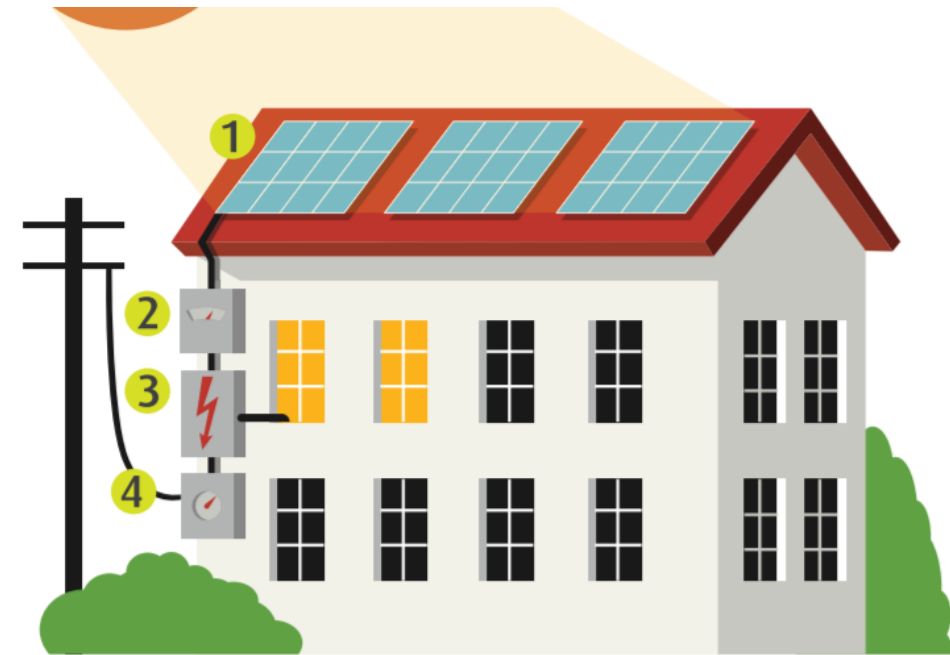
Aurinkosähkö maailmassa GigaWatteina

Aurinkosähkö Suomessa nyt!

Eri tyyppiset aurinkovoimalat

- ▶ Aurinkopaneeleihin perustuvat aurinkosähköjärjestelmät (aurinkovoimalat) voidaan jakaa kahteen ryhmään:
 - ▶ vailla sähköliittymää olevissa kohteissa itsenäisesti *saarekekäytössä* toimivat (*ns. Off-Grid -järjestelmä*)
 - ▶ sähkönjakeluverkkoon liitetyissä kohteissa verkon kanssa rinnan toimivat (*ns. On-Grid -järjestelmä*).





Aurinkosähkö yleensä

- ▶ Löydät oppaan [Aurinkosähköä taloyhtiöön](#)
- ▶ Aurinkosähköjärjestelmän toimintaperiaate:
 1. Aurinkopaneelit tuottavat tasavirtaa.
 2. Verkkoinvertteri muuttaa tasavirran (DC) vaihtovirraksi (AC) ja synkronoituu verkkoon sekä huolehtii suojauksista.
 3. Verkkoinvertteri kytketään sähköpääkeskukseen.
 4. Tuotanto menee ensisijaisesti omaan kulutukseen ja toissijaisesti sitä myydään verkkoon.

Erilaisia aurinkokennotyyppejä ja paneeleja

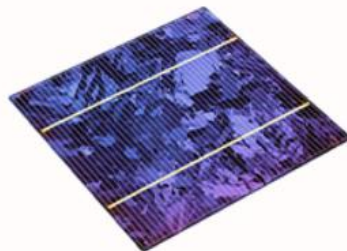
- ▶ Monocrystalline
- ▶ Polycrystalline
- ▶ Thin film

3 Types of Solar Cells



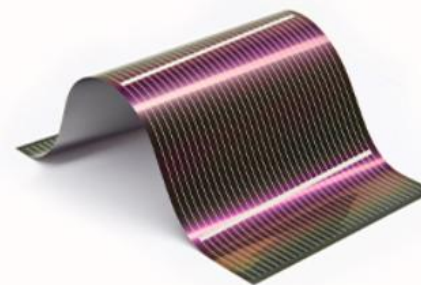
MONO

More efficient
More expensive
More elegant for home



POLY

Less efficient
Less expensive
More cost effective for large area



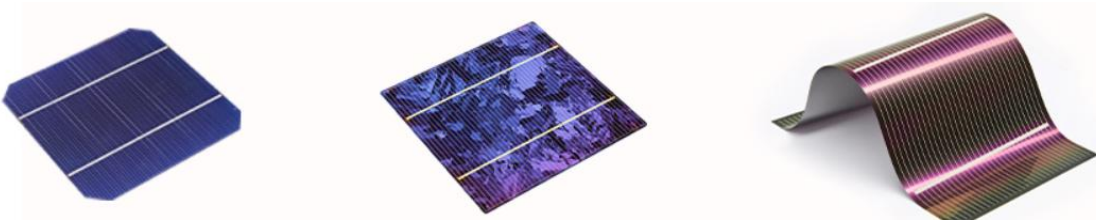
THIN FILM

Less efficient
Low cost
Most sustainable to produce

Erilaisia aurinkokenno-tyyppejä ja paneeleja

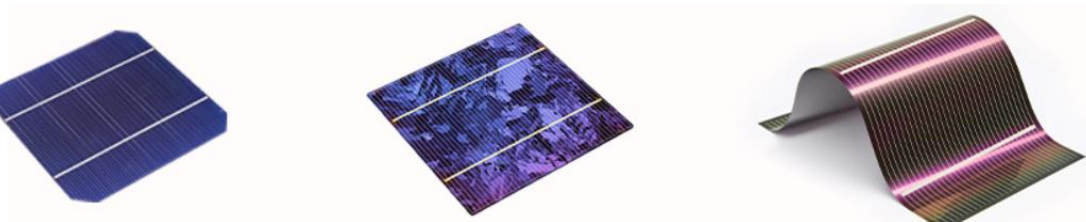
► Monocrystalline

- Yleisin materiaali aurinkokennoissa on pii (Si), jota käytetään yksi- ja monikiteisinä sekä amorphisessa muodossa.
- Yksikiteisestä piistä (crystalline silicon, c-Si) valmistettujen aurinkokennojen tyypillinen hyötysuhde on noin 12-16%. Yksikiteisestä piistä valmistettujen kennojen tuottama sähköteho on noin $140\text{W}/\text{m}^2$.



Erilaisia aurinkokenno-tyyppejä ja paneeleja

- ▶ **Polycrystalline**
- ▶ Monikiteisestä piistä (multicrystalline silicon mc-Si) valmistetut aurinkokennot ovat hyötysuhteeltaan hieman yksikiteisestä piistä valmistettuja kennoja huonompia, noin 11-15% luokkaa, mutta niiden valmistusprosessi on helpompi ja kustannukset ovat huomattavasti pienemmät.
- ▶ Monikiteisen piin valmistusprosessissa sulatettu pii saatetaan kiinteään olomuotoon. Tällaisten kennojen tuottama sähköteho on noin $125\text{W}/\text{m}^2$.



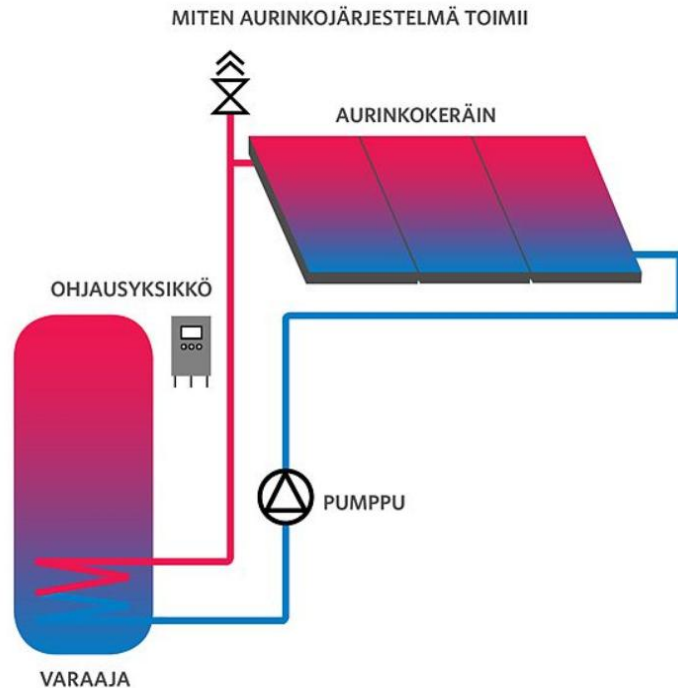
Erilaisia aurinkokenno-tyyppejä ja paneeleja



► Thin film, osat

- 1. Aurinkosähkömateriaali. Tämä on tärkein puolijohtava materiaali ja se on muuntaa auringonvalon energiaksi, kuten CdTe, a-Si tai CGIS.
- 2. Johtava levy. Sähköhäviön estämiseksi ja johtavuuden parantamiseksi tarvitaan kerros johtavaa materiaalia, kuten alumiinia.
- 3. Suojakerros. Aurinkomoduulin käyttöiän pidentämiseksi järjestelmän yläosaan on lisätty ohut kerros korkealaatuista muovilasia kestävyuden parantamiseksi ja ympäristön suojaamiseksi

Aurinkokeräin lyhyesti, lämpöjärjestelmä



- Aurinkokeräimen tehtävänä on muuttaa auringon säteily lämmöksi. Keräimestä lämpöenergia siirretään lämmönsiirtoaineen välityksellä eteenpäin.
- Järjestelmät koostuvat yleensä lämmön keruulaitteistosta, lämpövarastosta ja lämmön siirtoputkistosta.
- Lämpövarasto on aurinkolämpöjärjestelmissä lähes aina tarpeen, koska auringonsäteilyn määrät vaihtelevat paljon, eikä kulutus useinkaan tapahdu samaan aikaan kun aurinko paistaa.

Asentaminen

- Paneelistosta vietään tasavirtakaapelointi sähköpääkeskukseen talon ulkoseinää pitkin olemassa olevassa putkikanavassa, joka laajennetaan asennuksen yhteydessä.
- Talon ulkoseinään tai muuhun helposti saavutettavaan tilaan lisätään **turvakytkin**.
- Sähköturvallisuusmääräysten mukaan turvakytkimelle tulee olla esteetön pääsy.

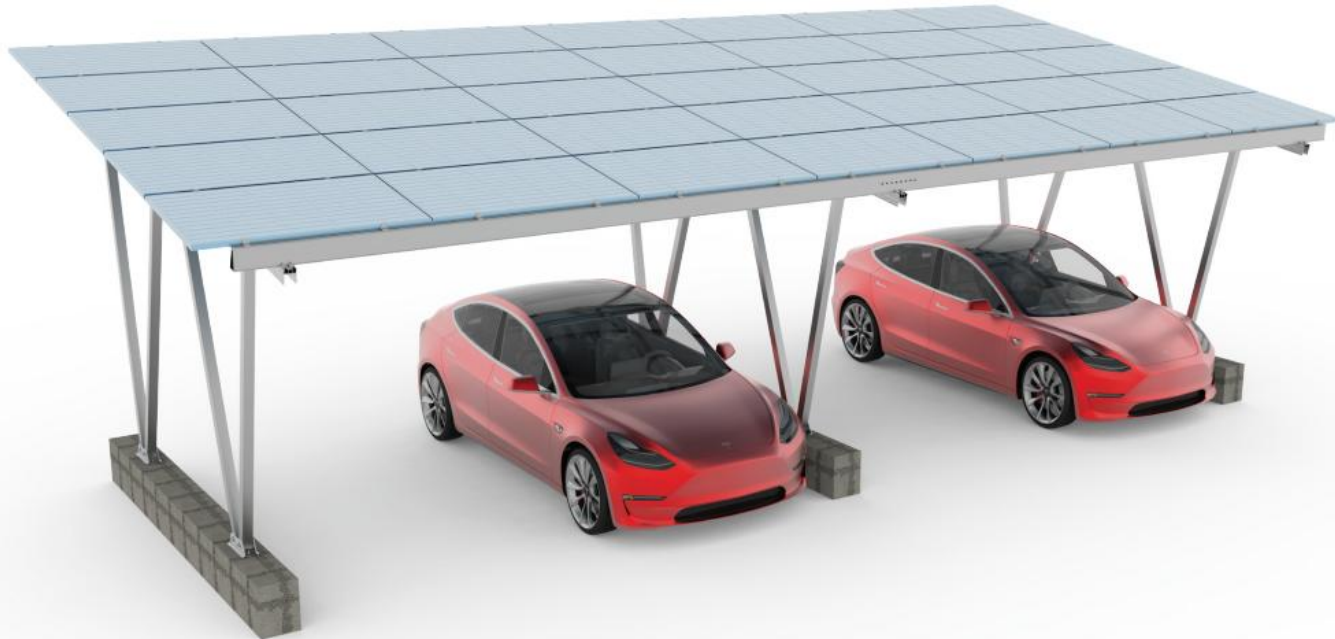


Asentaminen



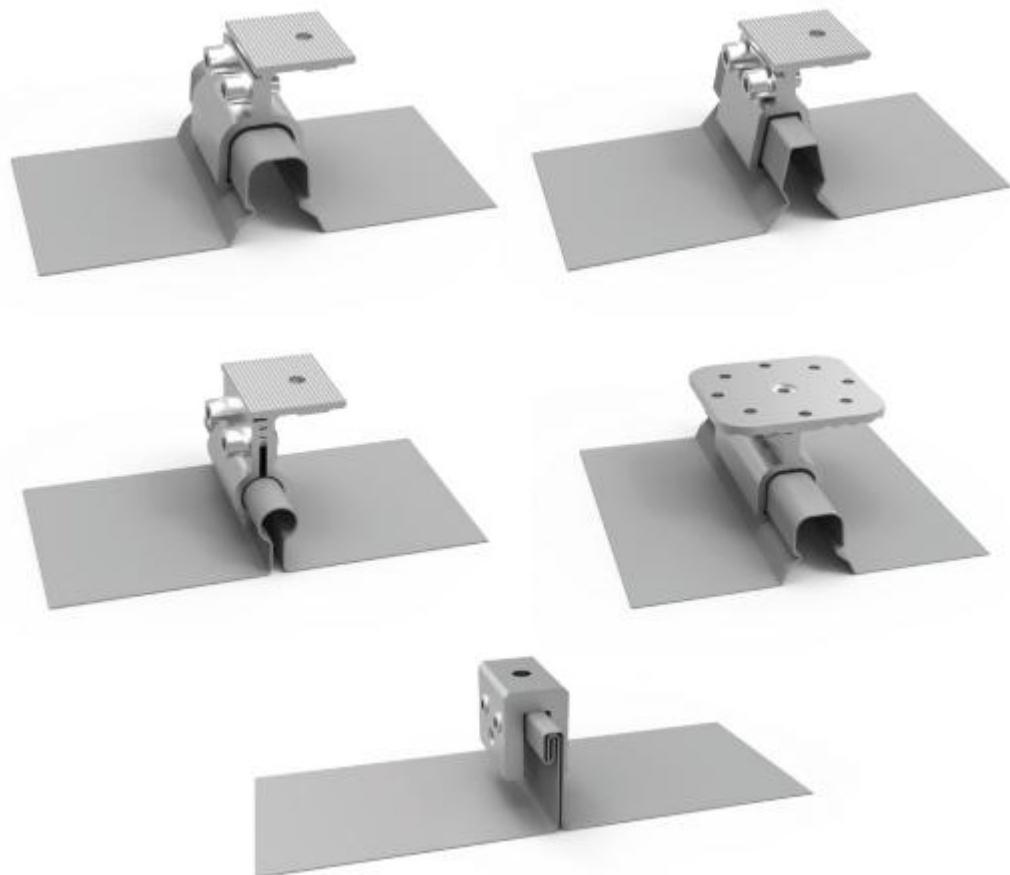
- Kattoasennus
- Asennus maahan
- Tolpalle moniaennus (kääntyvä)
- Sarjaan asennus

Asentaminen

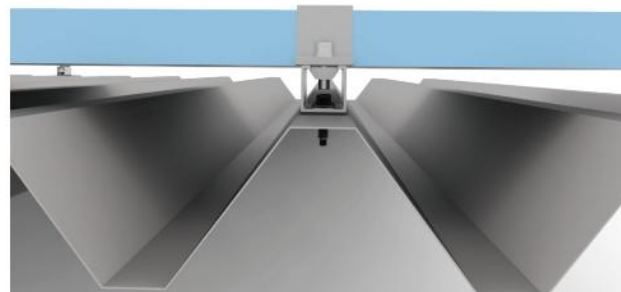


- Autosuoja
- Muu katos
- Huomioi tällä hetkellä markettien parkkipaikat, miten katokset tehdään

Asentaminen



- Kattoon kiinnittäminen

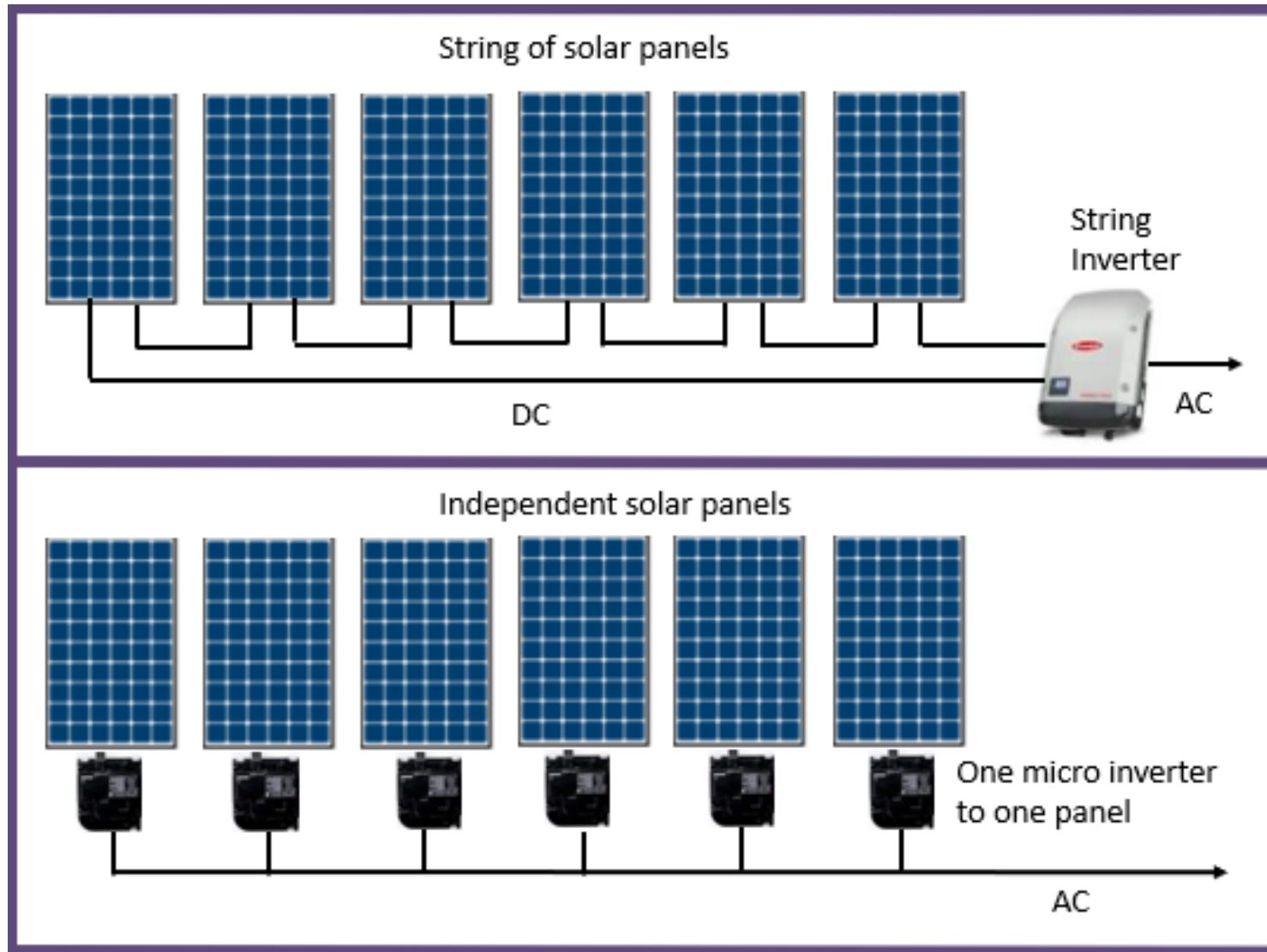


Asentaminen

- Tasakattoon asennus



Vaihtosuuntaaja eli invertteri



Invertteri

Mikroinvertteri

Vaihtosuuntaaja eli invertteri

Aurinkopaneelit tuottavat paneelikohtaisesti noin 40 V tasajännitettä, joten ne tulee kytkeä sarjaan. Näin jännite nostetaan invertterille soveltuvammalle jännitealueelle.

Vaihtosuuntaaja muuttaa tasasähkön vaihtosähköksi.

Pieneen verkkoon kytkettävään aurinkosähköjärjestelmään valitaan yksi- tai kolmivaiheinen verkkoinvertteri.

Kolmivaiheisen invertterin etuna on sähkön jakaantuminen tasaisemmin sähkölaitteille ilman suurempia keskuksessa tapahtuvia muutostöitä.

Vaihtosuuntaaja eli invertteri

Vaihtosuuntaajaa valittaessa on otettava huomioon myös sisääntulojen sekä MPPT (maximum power point tracking eli maksimitehopisteen seuranta) säätimen sisääntulojen määrä.

Vaihtosuuntaajan ollessa yhdellä MPPT-säätimellä varustettu, tulee siihen piiriin tulevien paneelien olla samaa tyyppiä sekä suunnattu samaan ilmansuuntaan samalla kaltevuudella.

Mikäli vaihtosuuntaajaan halutaan liittää kaksi eri olosuhteissa olevaa ja/tai eripituisia paneeliketjuja, on vaihtosuuntaajan oltava kahdella MPPT-säätimellä varustettu.

Vaihtosuuntaaja eli invertteri

Kahdella MPPT-säätimellä varustettuun invertteriin tuotuna kahden paneeliketjun tuotto saadaan optimoitua.

Aurinkopaneeli voidaan varustaa myös mikroinvertterillä. Silloin tasasähkö muutetaan vaihtosähköksi paneelikohtaisesti. Mikroinvertterillä voidaan pienentää aurinkopaneeleihin kohdistuvien varjojen aiheuttamaa tehon alenemista.

Vaihtosuuntaaja eli invertteri

Haittana tässä asennustavassa on suuri huoltokohteiden määrä sekä kustannukset.

Hyvänä puolena taas on DC-puolen kaapeloinnin vähäinen määrä.

Tällä ratkaisulla järjestelmästä saatetaan saada hieman paloturvallisempi.

DC-optimoijia voidaan käyttää mikroinvertterin tavoin, mutta ne tarvitsevat lisäksi keskitetyn vaihtosuuntaajan käytön.

Vaihtosuuntaaja eli invertteri

Verkkoinvertterin mitoituksessa on otettava huomioon invertterin MPPT-säätimen toiminta-alue. Toiminta-alue ei saa ylittyä järjestelmän maksimituoton aikana eikä alittua matalan tuoton aikana.

Maksimituoton ajalta toiminta-alue voidaan määrittää laskemalla paneelien maksimijännite 1000 W/m² säteilyteholla -10 °C lämpötilassa.

Toiminta-alue minimituoton ajalta voidaan määrittää laskemalla paneelien tuottama maksimijännite säteilyteholla 100 W/m² 30 °C lämpötilassa.

Tuloksia verrataan MPPT-säätimen toiminta-alueen alarajaan.

Alusta, palamaton

Aurinkopaneeleiden sijoittamisessa ei saa tukkia kulkuteitä,

kaikille huolettaville kohteille pitää olla vapaa pääsy.

Lisäksi lumen tippumiseen katolta tulee kiinnittää huomiota.

Paneelisto ei saa olla asennettuna liian lähellä lumiesteitä tai huoltoteitä, suositus etäisyydeksi tulossa uuteen st-käsikirjaan 41 (min. 1,5 m)

Alusta, palamaton

Konesauma- tai lukkoponttikatto ovat hyviä alustoja paneeliston asentamiseen, jolloin paneelien telineet voidaan asentaa yleensä ilman ruuvikiinnitystä, eikä katolle ei ylimääräisiä läpivientejä.

Kiinnikkeet kiinnitetään puristuvilla kiinnikkeillä saumaan.

Vanhoihin saumakattoihin kiinnikkeitä kiinnitettäessä tulee huomioida riittävä saumarivien kiinnitys, jos asiasta on epävarmuutta, voidaan paneeliston päätyihin tehdä kiinnitykset kantavaan materiaaliin.

Profiilikatteille on kiinnikkeitä, jotka ovat katekohtaisia.

Kiinnitysjärjestelmä

Kiinnikkeen kohdistaminen on erittäin tärkeää, jotta kattoon ei synny vesivuotoa kiinnikkeen kohdalle.

Tiilikatteet vaativat omat erikoiskiinnikkeensä, mitkä siirtävät paneeleista aiheutuvat kuormat kantaviin rakenteisiin.

Kiinnikkeille määritetään kannatinkiskojen linjat, tarvittava kannattimien määrä sekä jako.

Tiilet minkä kohdalle kannatinjalca asennetaan, on poistettava väliaikaisesti.

Kannatinjalat tulee kiinnittää tukevasti kattokannattajiin usealla ruuvilla tiilen alle tiiliä rikkomatta.

Usein tiiliä joudutaan muokkaamaan (työläs vaihe). Irrotettuihin kattotiiliin tehdään ura kannatin jalkaa varten. Uran tulee olla suurempi kuin kannattimen poikkileikkaus.

Kiinnitysjärjestelmä

Ruuveiksi suositellaan ruostumattomia ruuveja.

Kiinnitettäessä kannattimia varotaan rikkomasta aluskatetta.

Kaltevien huopakattojen kiinnikkeet kiinnitetään kantavaan rakenteeseen, mikä on katteen alla.

Kiinnikkeessä on kumitiivisteellä varustettu laippa mikä estää veden pääsyn rakenteeseen.

Tiiveys varmistetaan vielä lisäksi liimamassalla.

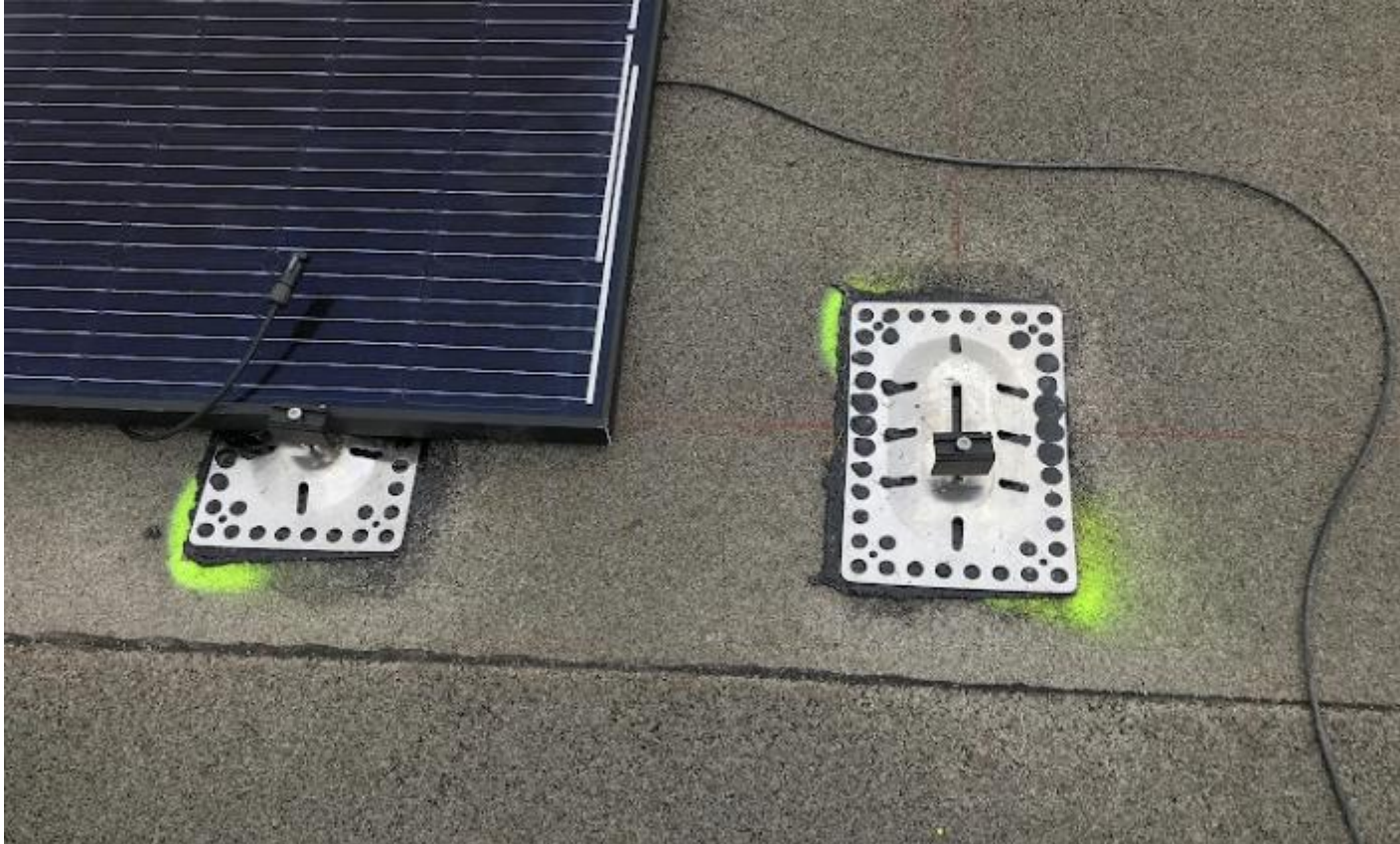
Jos kyseessä on tasakatto tai katto, missä on kattokaivo, on varmistettava veden virtaus vielä erikseen.

Huopakaton kannattimien asennuksessa tulee varmistaa kantavien rakenteiden sijainti, jottei ylimääräisiä reikiä pääse syntymään.

Telineen alle suoja joka estää huopakaton reikiintymisen.

Kiinnitysjärjestelmä

Liimattava kiinnike huopakatolle



Asentaminen

- Ennen paneelien asennusta tulee varmistaa katon rakenteellinen kestävyys. Varmistuksen voi tehdä esimerkiksi rakennusinsinööri. Lähtökohtaisesti kaikki katot on suunniteltu kestämaan painavia lumikuormia. Paneelien paino kiinnityksineen on verraten pieni.
 - rakennesuunnittelija tai vastaava
- Yhteydenottoa pelastuslaitokseen suositellaan, jotta kohdekiinteistön palo- ja liikkumisturvallisuustekijät huomioidaan asianmukaisesti.
 - yhteys pelastuslaitokseen
- Kaikissa korjaus- ja muutostöissä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet. Myöskään kaupunkikuvaa ei saa turmella (maankäyttö- ja rakennuslaki 117§ ja 118 §)
 - Rakennuslupa

Johtojärjestelmä ja kaapelointi

Aurinkojärjestelmän johtojärjestelmäasennuksissa noudatetaan SFS 6000-5-52 standardin määräyksiä.

Lisäksi täsmentäviä määräyksiä tulee SFS 6000 standardin osasta 6000-7-712 aurinkosähköjärjestelmäasennukset.

Johtojärjestelmään kuuluvat kaapeleiden sekä johtimien lisäksi

- kiinnitystarvikkeet,
- suoja-putket,
- Läpiviennit
- sekä erilaiset kaapeleiden koteloinnit ja mekaaniset suojaukset.

Johtojärjestelmä ja kaapelointi

Johtojärjestelmää valittaessa sekä asennettaessa on otettava huomioon

- ▶ millaiset asennuspaikan ominaisuudet ovat,
- ▶ millaiselle asennusalustalle johtojärjestelmä asennetaan,
- ▶ sekä onko ihmisillä tai eläimillä mahdollisuus koskettaa johtimia tai johtoja.

Lisäksi huomioidaan

- ▶ järjestelmän jännite,
- ▶ sähkömagneettiset häiriöt,
- ▶ oikosulku- ja maasulkuvirtojen todennäköisesti aiheuttamat sähkömagneettiset rasitukset,
- ▶ sekä muut rasitukset, joita voi kohdistua johtojärjestelmään käytön tai asennuksen aikana vaikuttaa valittaviin ratkaisuihin

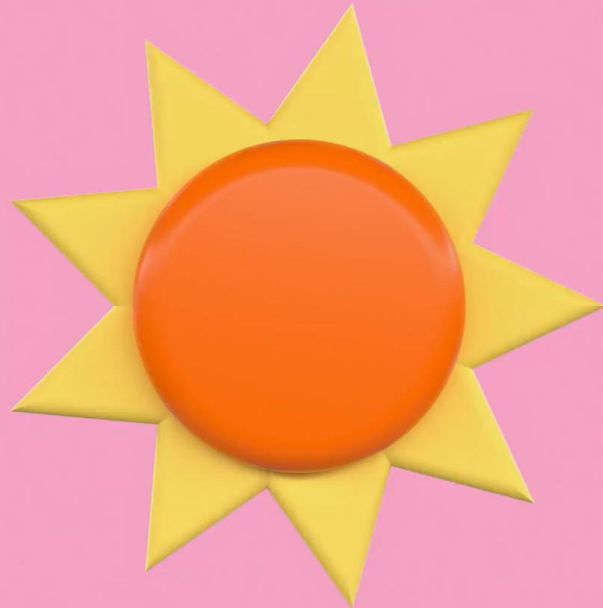
Johtojärjestelmä ja kaapelointi

SFS 6000-1. SFS 6000 standardin osassa 5-52 kerrotaan että johtojärjestelmän valinnassa tulee ottaa huomioon seuraavia tekijöitä:

- ▶ ympäristön lämpötila
- ▶ ulkoiset lämmönlähteet
- ▶ vesi
- ▶ vieraat ja kiinteät aineet
- ▶ korroosiota tai likaantumista aiheuttavat aineet
- ▶ mekaaniset vaikutukset
- ▶ värähtelyt
- ▶ muut mekaaniset vaikutukset
- ▶ kasvusto ja homeet, eläimet
- ▶ auringonsäteily, seismiset vaikutukset, tuuli sekä rakenteiden liikkeet.

Johtojärjestelmästä on kerrottu tarkemmin SFS 6000 standardin osassa 5-52.

Solar-tauko ☺



Johtojärjestelmä ja kaapelointi

Esimerkki kaapeleista Tanskalainen



Johtojärjestelmä ja kaapelointityö



Johtojärjestelmä ja kaapelointityö



Erotuskytkin tai kytkimet



Aurinkosähköjärjestelmien erottaminen
Aurinkopaneelijärjestelmän vaihtosuuntaaja on pystyttävä erottamaan vaihtosähkö- sekä tasasähköpuolelta, erotuslaitteet on oltava järjestelmän vaihto- sekä tasasähköosalla.
(SFS 6000-7-712)

Generaattorilaitteisto kuten aurinkosähköjärjestelmä, mikä toimii jakeluverkon rinnalla, on varustettava laitteella millä sen voi erottaa yleisestä jakeluverkosta.

Näihin laitteisiin tulee olla pääsy jakeluverkon haltijalla.

Erotuskytkin tai kytkimet

Aurinkosähköjärjestelmien erottaminen

Lisäksi kytkimien on oltava näkyvällä paikalla.

Erotuslaitteet voivat olla esimerkiksi generaattorilaitteiston pääkytkin tai generaattorilaitteiston erotuskytkin.

Erotuslaitteen sijoituksesta tulee sopia liittymän haltijan sekä jakeluverkko-yhtiön kesken.

Näillä toimilla varmistetaan jakeluverkossa tapahtuva sähkötyöturvallinen toiminta.

Erotuskytkin tai kytkimet

Järjestelmän erotuskytkimien tulee olla lukittavissa ja varustettuna asennon osoituksella.

Erotus voidaan toteuttaa esimerkiksi niin, että järjestelmän AC-puolella on ylivirtasuojat sekä koko aurinkosähköjärjestelmän turvakytkin.

DC-puolen erotus voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että vaihtosuuntaajassa on DC-puolen erottamiseen soveltuva kytkin

Erillisiä DC-erotuskytkimiä tulee välttää.

Kuitenkin erillisen DC-erotuskytkimen käyttö on perusteltua silloin, kun tasasähkökaapelit kulkevat pitkiä matkoja rakennuksen sisällä eikä kaapelointia ole ollut mahdollista suojata palon kestäväällä koteloinnilla tai vastaavalla suojalla.

Suojauslaitteet, kuten johdonsuojakatkaisijat, sulakkeet ja mahdolliset vikavirtasuojat

Johdonsuojakatkaisijat / sulakkeet

- Johdonsuojakatkaisija eli automaattisulake suojaa virtapiiriä ja sen käyttäjää ja on tärkeä osa sähkökeskuksia. Johdonsuojakatkaisija havaitsee sähköverkossa kulkevan virran ja katkaisee sen, jos virran määrä ylittää sallitun rajan.

Vikavirtasuoja

- valvoo sähkölaitteeseen tulevan ja siitä poistuvan virran määrää. Niin kauan kuin nämä määrät ovat yhtä suuria, sähkövirta pääsee kulkemaan esteettä.



Suojauslaitteet

Pienien verkkoon kytkettyjen aurinkosähköjärjestelmien tasasähköosalle ei yleensä tarvita ylivirtasuojia.

Alle 10 kWp järjestelmissä paneeliketjuja on yleensä korkeintaan kaksi, eikä pieniin järjestelmiin enempää kannata laittaa jännitteenalenneman vuoksi.

Muuten kaapeleiden poikkipintaa joudutaan kasvattamaan turhan suureksi.

Suojauslaitteet

Ylivirtasuojia ei tarvitse paneelistossa olla, jos:

- on yksi tai kaksi paneeliketjua kytketty samaan säätimeen.
- virran kulku vastakkaiseen suuntaan on estetty vaihtosuuntaajan MPPT tuloissa.
- rinnakkain kytketyillä paneeliketjuilla on sama mitoitusjännite. Tämä tarkoittaa samaa määrää paneeleita molemmissa ketjuissa.
- Paneeliketjukaapelin jatkuvan kuormitettavuuden on oltava suurempi tai yhtä suuri kuin paneeliketjun suurin oikosulkuvirta $ISC_{MAX} \leq I$.

Suojauslaitteet

Suurissa yli 10 kWp järjestelmissä paneeliketjuja voi olla yli kolme yhden säätimen takana.

Tällöin jokainen paneeliketju joudutaan varustamaan ylivirtasuojilla.

Ylivirtasuojat on asennettava molempiin napoihin.

Ylivirtasuojien tulee olla hyväksytty 1000 V tasajännitteelle.

Ylivirtasuojina käytetään standardin SFS-EN 60269-6 mukaisia gPV-sulakkeilla varustettuja varokkeita.

Aurinkosähköjärjestelmäkohteeseen on tehtävä riskin arviointi ylijännitesuojan käytöstä. Jos standardi vaatii ylijännitesuojan käyttöä, tulee ylijännitesuoja asentaa järjestelmään.

Aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksella luodaan suora yhteys maadoitukseen ja varmistetaan, että kaikki johtavat osat ovat yhdessä toisiinsa.

Aurinkosähköjärjestelmän metalliset rakenteet on liitettävä potentiaalintasaukseen 6mm² kuparijohtimella, jos paneeliston jännite ylittää 60 V, eikä käytössä ole ulkoista salamasuojajärjestelmää.

Aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus

Jos paneelistossa on ulkoinen salamasuojausjärjestelmä, liitetään järjestelmä potentiaalintasaukseen 16 mm² kuparijohtimella.

On huomattava, että 60 V paneelijännite saavutetaan jo kahden sarjaan kytketyn paneelin kytkennällä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että potentiaalintasaus on tehtävä kaikkiin aurinkosähköjärjestelmiin.

Potentiaalintasausjohdin on väriltään keltavihreä.



Aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus

Potentiaalintasaukseen liitetään metalliset asennustelineet, hyllyt sekä asennustelineitä sekä hyllyjä lähellä olevat muut johtavat osat.

Myös metalliset asennusputket liitetään potentialintasaukseen.

Sähköalan koulutus- ja tutkimussäätiön suosituksen mukaan myös peltikatto on liitettävä potentiaalintasaukseen, mikäli telineet on kiinnitetty kattoon liimalla ja luotettavaa liitosta katon ja telineen välille ei pääse syntymään

Aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus

Metalliosien liitoksissa on muistettava käyttää oikeanlaisia kytkentätarvikkeita ja liitostapoja.

alumiinisten osien, joita aurinkosähköjärjestelmissä usein käytetään, liittäminen edellyttää oksidin poistoa sekä liitosrasvan käyttöä.

Potentiaalintasausjohdin asennetaan tasa- ja vaihtosähkö johtimien rinnalle mahdollisimman lähelle, jotta voidaan ehkäistä induktiovirtojen sekä ylijännitteiden syntyminen.

Aurinkosähköjärjestelmien potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksella mahdollistetaan aurinkosähköjärjestelmän laitteiden luotettavampi toiminta sekä työturvallisuus.

Inverttereiden eristystilan valvonta toimii luotettavammin sekä ehkäistään mahdollisia vikatilanteita ja indusoituvien jännitteiden aiheuttamia riskejä.

Indusoituvia jännitteitä voi aiheuttaa esimerkiksi ukkonen.

Lisäksi indusoituvat jännitteet ovat riski katolla työskenteleville ihmisille. Pienikin ei-hengenvaarallinen sähköisku katolla aiheuttaa putoamisvaaran.

Verkkoon kytkeminen

Sähkömarkkinalain mukaan sähköverkonhaltijan on pyynnöstä ja kohtuullista korvausta vastaan liitettävä sähköverkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpaikat ja voimalaitokset toiminta-alueellaan (FINLEX 588/2013)

Tämä niin kutsuttu liittämisvelvollisuus koskee myös sähkön pien- ja mikrotuotantolaitoksia, kuten omakotitalojen aurinkosähköjärjestelmiä.

Verkkoon kytkeminen

Sähkön tuotantolaitteistoja ei kuitenkaan saa kytkeä verkkoon ilman verkkoyhtiön lupaa, ja laitteiden ja asennusten on täytettävä verkkoon kytkemisen tekniset vaatimukset.

Verkkoyhtiöön on siis oltava yhteydessä jo ennen aurinkosähköjärjestelmän hankintaa. Verkkoyhtiöltä saa verkkoon kytkemisen ohjeet. Varsinaisen verkkoon kytkennän saa suorittaa vain pätevä sähköurakoitsija.

Sähkötyöt, Verkkoon kytkeminen

Verkkoon kytkettyjen vaihtojännitteisten aurinkosähköjärjestelmien (AC 230 V) sähkötyöt saa tehdä vain yritys, jolla on sähköasennusoikeudet, ja järjestelmille on tehtävä käyttöönottotarkastus.

Sähköurakoitsijan on aina itse tarkastettava asennukset ennen käyttöönottoa.

Työn teettäjän kannattaa vaatia urakoitsijalta tarkastuspöytäkirja sähköasennusten käyttöönottotarkastuksesta.

Omakoti- ja paritaloissa sekä vapaa-ajan asunnoissa, joissa asennuksen nimellisvirta (pääsulakkeen koko) on korkeintaan 35 ampeeria, ei ulkopuolinen varmennustarkastus ole pakollinen.

Akut



- ▶ Aurinkosähköjärjestelmät
- ▶ Akusto, AIO
 - ▶ Integroitu sähköenergian varastointijärjestelmä on akkujärjestelmä, joka yhdistää useita komponentteja, kuten akut, invertterit ja latausohjaimet yhdeksi yksiköksi
- ▶ Tai kannettava/siirrettävä

Aurinkopaneeli-
järjestelmien
suunnittelu
dokumentointi
ja asennus



Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu

Suunnitteluprosessin hallinta koostuu seuraavista asioista

1. Riskien arviointi

2. Paneeliston tyypit sekä asennustapa

3. Asennusympäristö

4. Suojaukset

5. Erotuskeinot

6. Työturvallisuus

7. Häätätilanteet

8. Suorituskyvyn valvonta

Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu

Suunnitteluprosessin hallinta, selvityksiä kohtiin 1-8

1. Riskien arviointi: Riskien arvioinnissa pohditaan, millaisesta rakennuksesta on kysymys.
2. Paneeliston arkkitehtuuri, paneelien tyypit sekä asennustapa: Millaiset paneelit kohteeseen valitaan. Mitkä ovat järjestelmän tuottotavoitteet sekä asiakkaan toiveet ja tarpeet, mitkä vaikuttavat järjestelmän mitoitukseen
3. Asennusympäristön materiaalit, DC-kaapeloinnin reititys. Vaihtosuuntaus. Mihin paneelit tulee kiinnittää? Tarvitaanko ylimääräisiä rakennustoimenpiteitä?
4. Suojaukset. Kuinka toteutetaan paneelitojen sekä koko järjestelmään vaadittavat mekaaniset sekä sähköiset suojaustoimenpiteet?
5. Erotuskeinot. Aurinkosähköjärjestelmän erottaminen tasasähkö-osasta ja erikseensähköverkosta.
6. Työturvallisuus, kuinka työturvallisuus kohteessa kohteessa hoidetaan.
7. Häätätilanteet. Kuinka ohjeistetaan pelastusviranomaisia?
8. Suorituskyvyn valvonta. Kuinka aurinkopaneeleita ja järjestelmää seurataan?

Rakennusvalvonta ja rakennuslupa

Ennen aurinkosähköprojektin alkamista on varmistettava, millaiset luvat järjestelmä vaatii.

Lupakäytännöt voivat vaihdella kaupungeittain.

Omakotitaloon asennettuun järjestelmään saatetaan vaatia toimenpideilmoitus, toimenpidelupa tai ei kumpaakaan. (Huomaa rakentamislaki 2025)

Hakemukseen ei yleensä tarvitse liittää piirustuksia.

Jos kyseessä on suuri kohde tai kaupunkikuva tai ympäristö edellyttävät toimenpideluvan hakemista, tulee hankkeeseen nimetä suunnittelija sekä vastaava työnjohtaja. Tällöin rakennusvalvonnan kanssa on neuvoteltava vaadittavista suunnitelmista.

Rakennusvalvonta ja rakennuslupa

On siis mahdollista, että:

- ▶ asentaminen on kokonaan kielletty (rakennus on suojeltu)
- ▶ rakennusvalvonta vaatii toimenpideluvan tai kaupunkikuva-arkkitehdin tai muun vastaavan hyväksynnän
- ▶ rakennusvalvonta vaatii toimenpideilmoituksen (lomakkeen täyttäminen ja maksu)
- ▶ rakennusvalvonta ei vaadi mitään.

Mahdollisten lupien vaatimus kannattaa aina tarkistaa kunnan rakennusvalvonnasta hyvissä ajoin ennen laitteistojen hankintaa ja on myös syytä varmistaa paikallinen käytäntö.

Rakennushankkeisiin liittyvää lupatietoa löytyy myös kootusti LUPAPISTE.fi - verkkopalvelusta.

Dokumentointi:

Pienkohteessa asiakkaalle pitää luovuttaa vähintään seuraavat standardin 6000 kohdan 5-51.514.5 määrittämät sähköpiirustukset:

- ▶ Asennuspiirustukset, joista selviää sähköisten kulutusasteiden sijainti, kaapeleiden ja johtimien tyypit, lukumäärät sekä poikkipinnat.
- ▶ Sähkökeskusten pääkaaviot sekä piirikaaviot, näistä kuvista tulee tulla ilmi suojalaitteet, suojalaitteiden tyypit, kaapeleiden johtimien tyypit sekä poikkipinnat.
- ▶ Sähköpiirustukset sekä mahdolliset valokuvat mistä ilmenee piilossa olevien laitteiden sijainti
- ▶ Urakoitsija luovuttaa tarvittavat dokumentit asennuksesta. Dokumentit voivat olla esimerkiksi valokuvia asennuksesta. Sähkölaitteiston haltijalle jää selkeä kuva toteutetusta sähköjärjestelmän asennuksesta ja huolto- ja kunnossapitotoimet ovat mahdollista toteuttaa
- ▶ Lisäksi dokumentointiin kuuluu laitteiden asennus- käyttö- sekä huolto-ohjeet sekä käyttöönottotarkastuspöytäkirja liitteineen.

Dokumentointi:

Sähköverkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän minimi dokumentoinnin tarkoituksena on varmistaa, että järjestelmän tärkeimmät tiedot ovat saatavilla käyttäjälle, tarkastajalle ja huolto- ja kunnossapitohenkilökunnalle.

► Järjestelmän tiedot

- Järjestelmän perustiedot
- järjestelmän suunnittelijalta saatavat tiedot
- järjestelmän asentajalta saatavat tiedot

► Johdotuskaavio

- Aurinkosähköpaneelisto - yleiset määrittelyt
- Paneeliketjun tiedot
- Aurinkosähköpaneeliston sähkötekniset tiedot
- Vaihtosähköjärjestelmä
- Maadoitus ja ylijännitesuojaus

► Paneeliketjun kokoonpano

► Datalehdet

► Mekaanisen suunnittelun tiedot

► Häätätilannejärjestelmät

► Käyttö- ja kunnossapitotiedot

- Muun dokumentaation lisäksi paloviranomaisille on syytä ilmoittaa aurinkosähköjärjestelmästä myös pienkiinteistöissä. Pienkiinteistöissä olisi syytä harkita tietokortin käyttöä aurinkosähköjärjestelmään liittyen. Esimerkiksi Motiva on julkaissut Aurinkosähköjärjestelmän tietokortin. Tämä on aurinkosähköjärjestelmien laadunvarmistusta turvallisuudesta toiminna. Tietokortti on tiivis kuvaus aurinkosähköjärjestelmästä sekä järjestelmän sijainnista kiinteistössä

Kysymyksiä ja vastauksia:

- Huolto ja käyttö
 - Järjestelmä ei vaadi juuri minkäänlaista huoltoa. Paneelistoa ei tarvitse puhdistaa, sade hoitaa sen. Verkkoinvertteri tulee vaihtaa noin 20 vuoden käytön jälkeen. Paneelien tekninen käyttöikä on vähintään 40 vuotta.
- Tuottavatko paneelit sähköä vaikka aurinko ei paista?
 - Toimiakseen aurinkopaneeli ei tarvitse suoraa auringonpaistetta vaan tuottaa sähköä myös pilvisenä päivänä. Paneelien tuotto on sitä tehokkaampaa, mitä voimakkaammin aurinko paistaa. Kun paneelit eivät tuota sähköä, voidaan kiinteistössä kuluttaa sähköä normaalisti, mutta se tulee silloin sähköverkosta.
- Syntyykö aurinkopaneeleista ääntä?
 - Aurinkopaneelit eivät pidä ääntä. Niissä ei ole minkäänlaisia liikkuvia osia.

Kysymyksiä ja vastauksia:

- Kuka vastaa siitä, että paneelit pysyvät katolla?
 - Asennuksen suorittava yritys.
- Vaikuttavatko aurinkopaneelit lumikuormiin?
 - Ei. Paneelistosta tuleva lisäkuorma katolle on noin 10 kg/m², kun lumikuormaa katon tulee kestää jopa satoja kiloja/m².
- Pitääkö paneeleita puhdistaa?
 - Ei tarvitse, sade puhdistaa. Tasakatolla puhdistus on toisaalta niin helppoa tehdä, että halutessaan voi paneelit käydä puhdistamassa kerran kahdessa vuodessa.
- Kannattaako aurinkopaneeleihin liittää akkujärjestelmä?
 - Akkujärjestelmät eivät ole tällä hetkellä kannattavia. Akkujärjestelmän yhden lataus-/purku-kilowattitunnin hinta on suhteellisen korkea verrattuna sähkön osto-myynti-hinnan erotukseen.

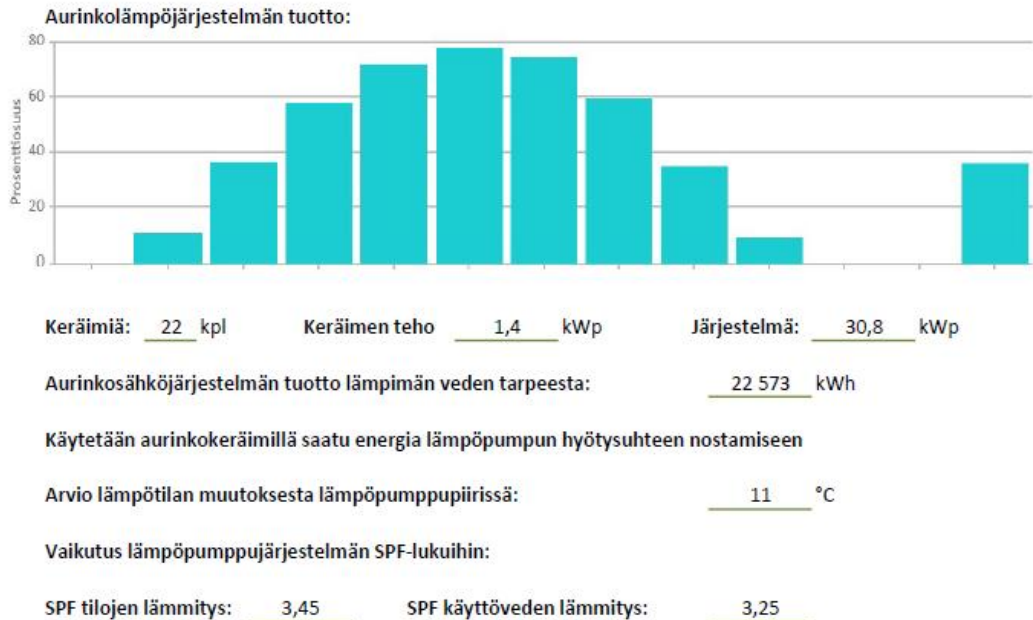
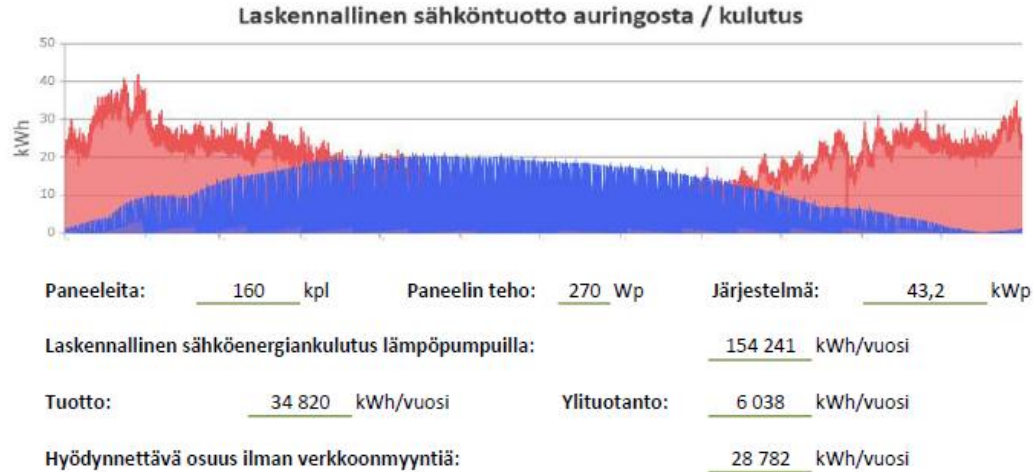
Kysymyksiä ja vastauksia:

- Kuinka pitkään paneelit toimivat?
 - Paneelien tuotantotakuu on tyypillisesti 25 vuotta ja tekninen käyttöikä yli 40 vuotta.
- Miten tuotantoteho muuttuu ajan kuluessa?
 - Paneelien teho putoaa 0,3-1 prosenttia vuodessa, eli yli 20 vuotta vanhat aurinkopaneelit ovat yhä käyttökelpoisia.
- Miten paneelit vaikuttavat kattoremonttiin?
 - Paneelisto tulee poistaa kattoremontin ajaksi. Kustannus ei ole kovin merkittävä, esimerkiksi tyypillisen taloyhtiöasennuksen osalta purku ja uudelleenkasaus ovat hintaluokaltaan 2000 euroa.
- Vaikuttaako kattomateriaali asentamiseen?
 - Toki, mutta kaikille kattotyypeille löytyy oma asennusjärjestelmänsä.

Kysymyksiä ja vastauksia:

- Tuleeko kattoon reikiä?
 - Paneelisto on kelluva. Kattoon ei tehdä reikiä tai kiinnityksiä. Paneelistorakenne pysyy paikallaan oikein mitoitetujen massojen, betonilevyjen avulla.
- Miten kaapelointi tehdään?
 - Kaapelointi viedään paneelistosta esimerkiksi talon ulkoseinää pitkin suojattua putkea pitkin tasavirtakaapelointina sähkökeskukseen tai muuhun tilaan, jossa sijaitsee verkkoinvertteri.
- Vaikuttavatko aurinkopaneelit huoneistojen sähkön käyttöön?
 - Kiinteistösähkään liitetty järjestelmä vähentää ostosähkön määrää eikä vaikuta huoneistojen sähkön käyttöön millään tavalla.

Aurinkosähkö ja - lämpöjärjestelmät laskenta



► Aurinkoselvityksellä suunnitellaan optimaalisen järjestelmän koko.

► Lasketaan tuotto per vuosi ja saadaan TMA (takaisinmaksuaika)

Malli kohteen mitoituksesta ja toteutuksesta

Kohteeseen valitun paneelityypin tietoja:

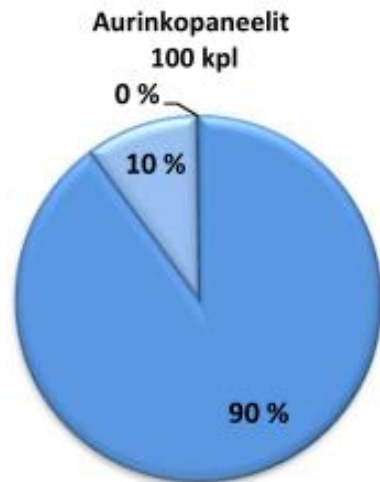
- Monikide aurinkopaneeli, 250 Wp (Watt Peak, Huipputeho)
 - Huipputeho määritetty laboratorio-olosuhteissa, säteilytehon ollessa 1000 W/m^2 ja paneelin lämpötilan ollessa $25 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Laskennassa käytetyn paneelin hyötysuhde noin 15 %, yleisesti monikiteisten paneelien hyötysuhde noin 18 %
- Paneelien NOCT (Normal Operating Cell Temperature) $45 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Kertoo paneelin lämpötilan normaaliolosuhteissa ulkolämpötilan ollessa 20°C ja säteilytehon ollessa 800 W/m^2
- Suuntaus lounaaseen (45 °), kallistus 20 °
 - Paneeleille ideaalisin kallistuskulma Suomessa olisi $35\text{-}45 \text{ }^\circ$, mutta kallistuskulman ollessa pienempi saadaan julkisivu näyttämään paremmalta.



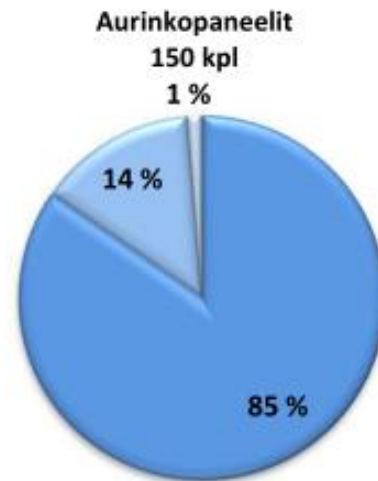
SOLAR-ARENA.com

Mitoitus

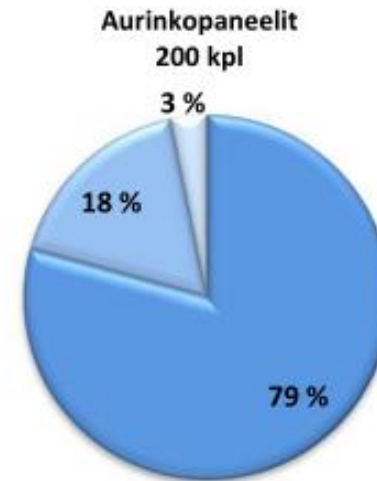
- Aurinkopaneelien määrä voidaan mitoittaa, kun tiedetään pinta-ala jota voidaan katolla hyödyntää asennukseen.
- Pinta-ala 260Wp aurinkopaneelille on noin 1,7 m²/kpl, mutta jotta vältetään aurinkopaneelien varjostamasta toisiaan, on mitoitus tehty olettaen paneelin olevan yli 2 m² /kpl
- Maksimissaan paneeleita voitaisiin asentaa 200 kappaletta, mutta vertailun vuoksi laskenta tehtiin myös 150 ja 100 kappaleelle



■ Ostoenergia
■ Aurinkosähkö käyttöön
■ Aurinkosähkö myyntiin



■ Ostoenergia
■ Aurinkosähkö käyttöön
■ Aurinkosähkö myyntiin



■ Ostoenergia
■ Aurinkosähkö käyttöön
■ Aurinkosähkö myyntiin



SOLAR-ARENA.com

Mitoitus

- Aurinkosähköjärjestelmä kannattaisi mitoittaa siten, että kesäajalla syntyisi mahdollisimman vähän sähköverkkoon myyntiä
 - Sähköyhtiöt maksavat verkkoon myydystä sähköstä yleensä Spot-hinnan
 - Sähköyhtiöt veloittaa asiakkaalta joko välityspalkkion, tai sopimuskohtaisesti tietyn summan kuukaudessa
 - Sähköverkkoon myyty energian hinta alhainen, joten investoinnin hinnan kasvuun nähden myyty energia ei nopeuta takaisinmaksua huomattavasti
- Paras mitoitustapa olisi sellainen, jolla katetaan kesäajan peruskuorma kiinteistössä. Tällöin investointikustannuksetkin pysyvät maltillisina, ja yleensä päästään parhaimpiin takaisinmaksuaikoihin



SOLAR-ARENA.com

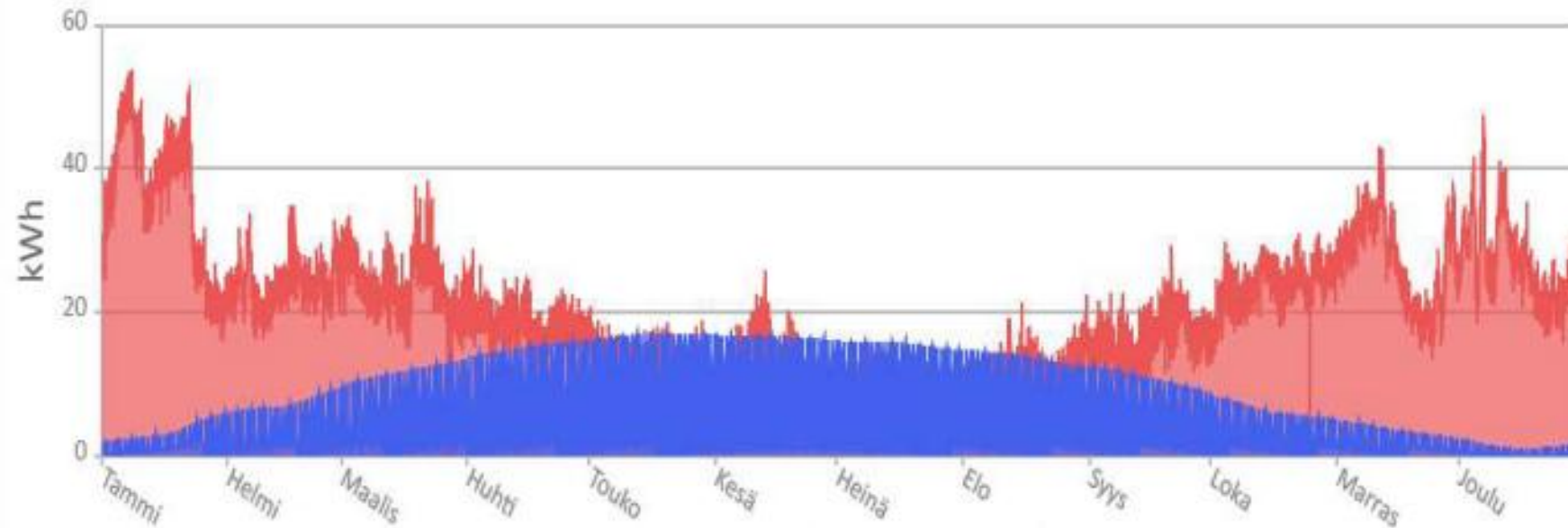


SOLAR-ARENA.com

Mitoitus 150 paneelille

- 150 paneelilla (37,5 kW) voitaisiin kattaa kohteen peruskuorma täysin, olettaen että vuoden 2016 kulutusprofiili pysyy samanlaisena jatkossakin
 - Kesällä voi syntyä hieman verkkoon myyntiä
 - Ideaalitulanteessa paneelien määrä olisi 100 – 150 paneelin välillä
- Kuvaajassa sininen käyrä kuvaa auringolla tuotettavaa energiaa ja punainen kuvaa kohteen kulutusta.

Laskennallinen sähköntuotto auringosta / kulutus



Mitoitus

- 150 kappaleen (37,5 kW) järjestelmä
- arvioidun investoinnin ollessa noin 56 300 € (2021)
- voidaan saavuttaa noin 3 300 € säästö 1. vuonna
 - Olettaen sähkönhinnan kehittyvän 2% vuodessa, olisi takaisinmaksuaika noin 14,7 vuotta



SOLAR-ARENA.com

Lähteet

Aurinkosähköjärjestelmien asentaminen, havaitut virheet sekä koulutus,
Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT, Energiatekniikan
diplomityö, 2023, Tekijä: Matti Pulkkinen

Motiva

SolarMagazine

Laitevalmistajat



Kiitos



ari.jarvinen@lamit.fi

0405381869