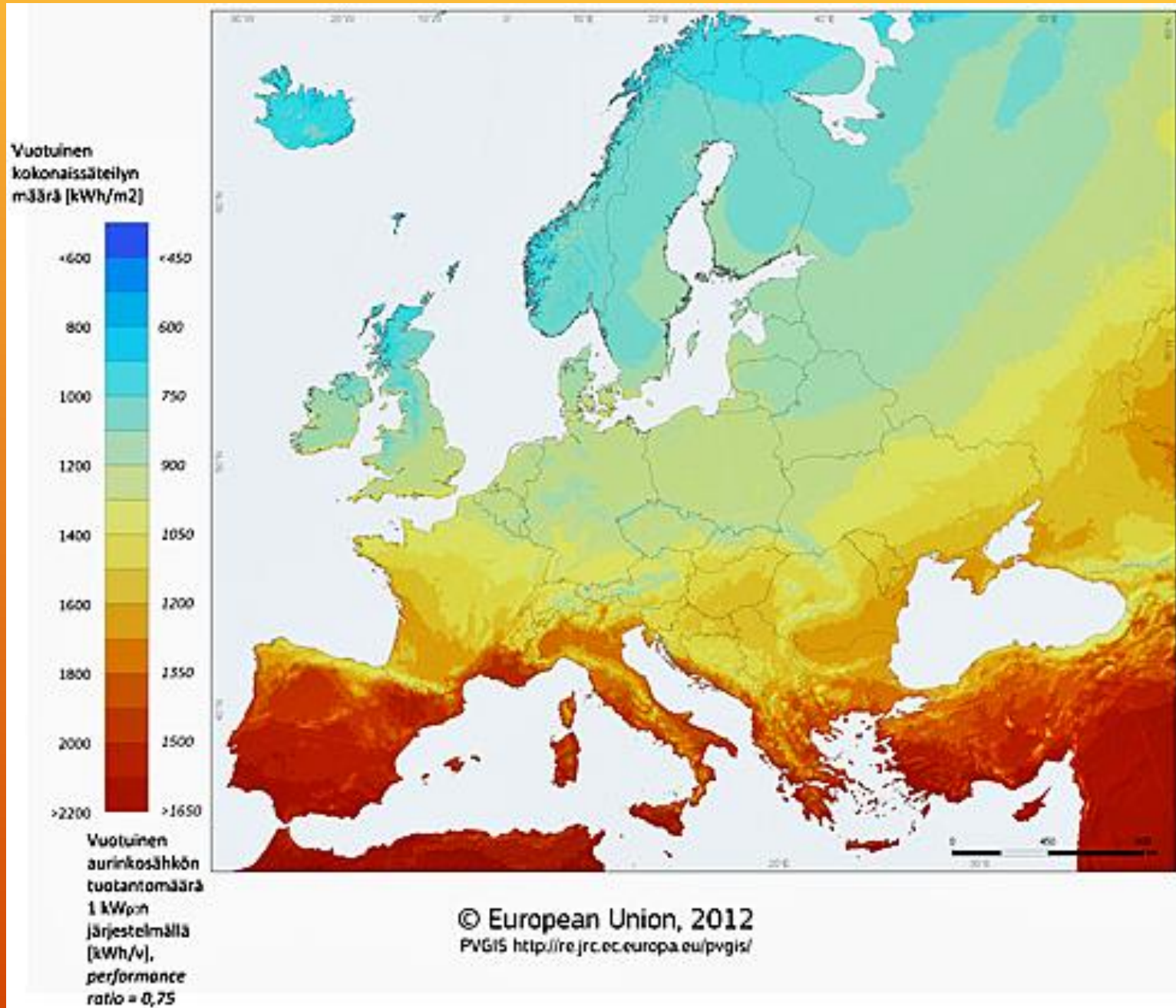


# AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄT

Energia-asiantuntija

Jukka Kontulainen ProAgria Länsi-Suomi

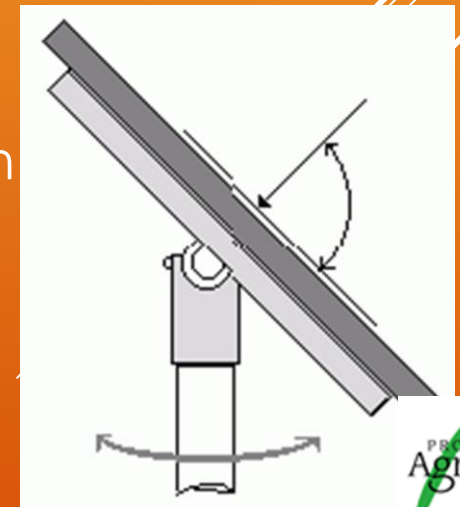
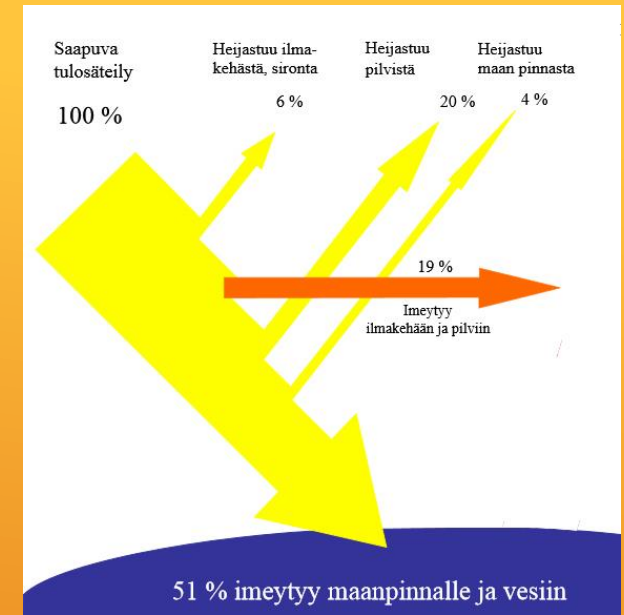
Kurikka 19.4.2021



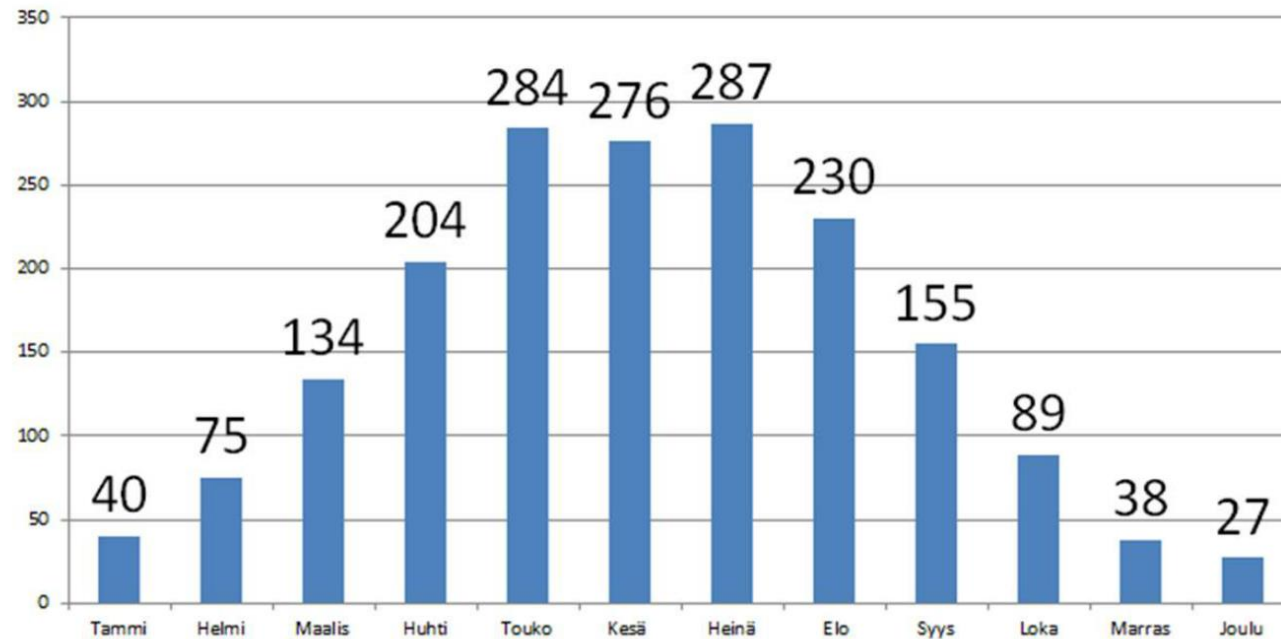
- ▶ Etelä-Suomen vuotuinen kokonaissäteilyn määrä on lähes samaa suuruusluokkaa kuin Pohjois-Saksassa. Suomessa säteily keskittyy kuitenkin eteläisempää Eurooppaa vahvemmin kesäkuukausille, joten tuotanto vaihtelee meillä enemmän vuodenaikojen mukaan

# TEKNIikka, AURINKOSÄHKÖN PERUSTEET

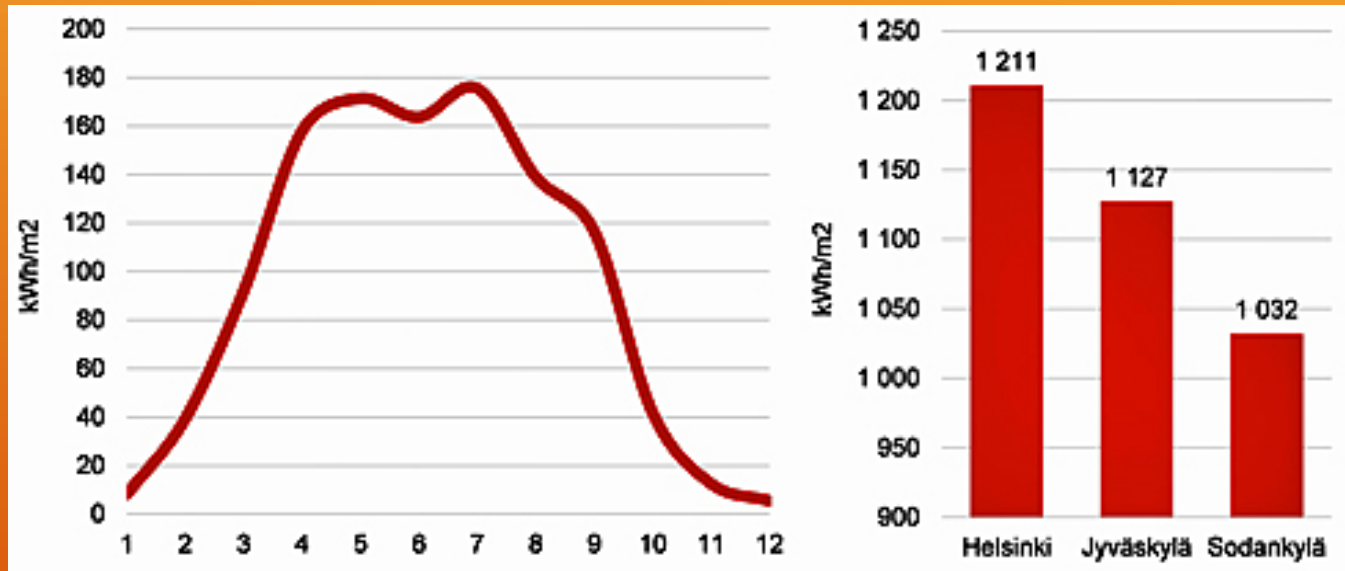
- ▶ Auringon kokonaissäteily koostuu auringosta suoraan tulevasta säteilystä ja hajasäteilystä. Hajasäteily on ilmakehän ja pilvien heijastamaa säteilyä sekä maasta heijastuvaa hajasäteilyä.
- ▶ Aurinkopaneelien sijoittelu ja kallistuskulma vaikuttavat niille tulevan kokonaissäteilyn määrään. Esimerkiksi lumesta, kiiltävistä kattopinnoista ja vedestä heijastuva säteily voi lisätä kallistetuille paneeleille tulevaa kokonaissäteilyä hetkellisesti jopa yli 20 prosenttia.
- ▶ Vuositasolla pinnoilta heijastuvan säteilyn osuus kokonaissäteilystä on kuitenkin tavallisesti muutaman prosentin luokkaa



# Auringonpaistetunnit keskiarvo 1981- 2010 *Turku*



- ▶ Ilmatieteen laitos on laatinut nykyilmaston tyypillisiä sääoloja kuvaavia testivuotia energialaskelmia varten. Eteläisimmässä Suomessa **kokonaissäteilyenergian määrä** vaakatasolle on Ilmatieteen laitoksen testivuoden mukaan **noin 980 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa**, Keski-Suomessa määrä on noin 890 kWh/m<sup>2</sup> ja Pohjois-Suomessa noin 790 kWh/m<sup>2</sup>.



- ▶ Auringon kokonaissäteilyenergian summa 45 asteen kulmassa etelään päin suunnatulle pinnalle Suomessa sekä erot vuotuisissa säteilymäärissä eri kaupungeissa. Kuvan data: Ilmatieteen laitos. Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa.

# TEKNIKKAA



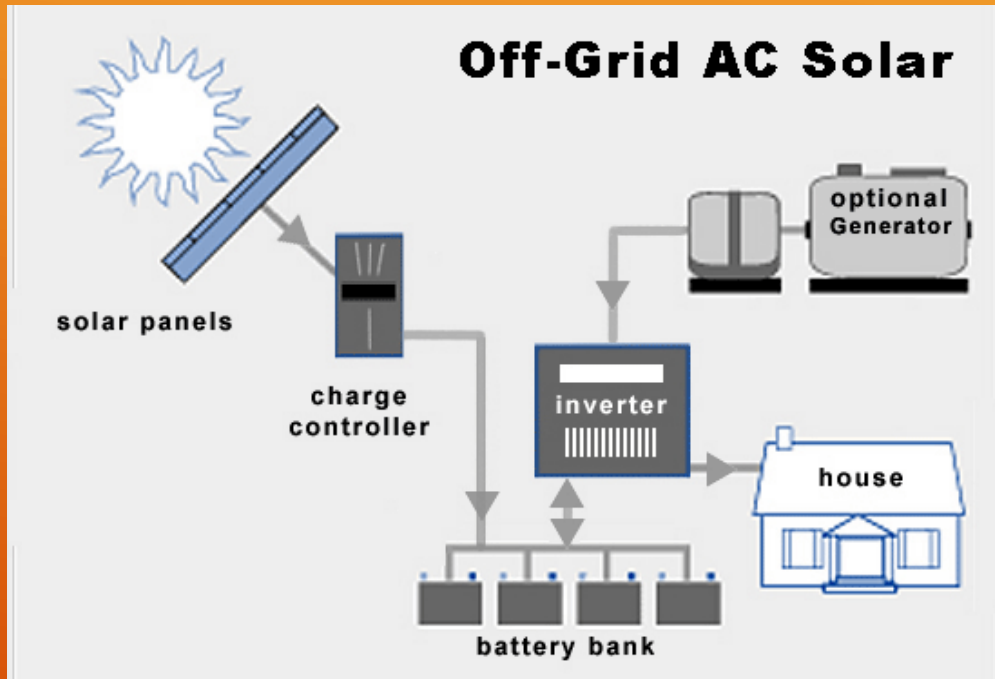
- ▶ Aurinkokennojen yleisin valmistusmateriaali on yksi- tai monikiteinen pii. Teknologia on vakiintunutta, ja noin 90 prosenttia tarjolla olevista aurinkokennoista on piikidekennoja. Piikidekennoista valmistettujen aurinkosähköpaneelien hyötysuhde on kaupallisissa sovelluksissa tavallisesti 15-17 prosenttia.

Ohutkalvokennot valmistetaan lisäämällä niiden nimen mukaisesti hyvin ohuita kerroksia valoherkkää ainetta edulliselle pohjamateriaalille, kuten lasille, ruostumattomalle teräkselle tai muoville. Ohutkalvokennoista koottujen aurinkopaneelien hyötysuhde on tavallisesti noin 9-11 prosenttia.

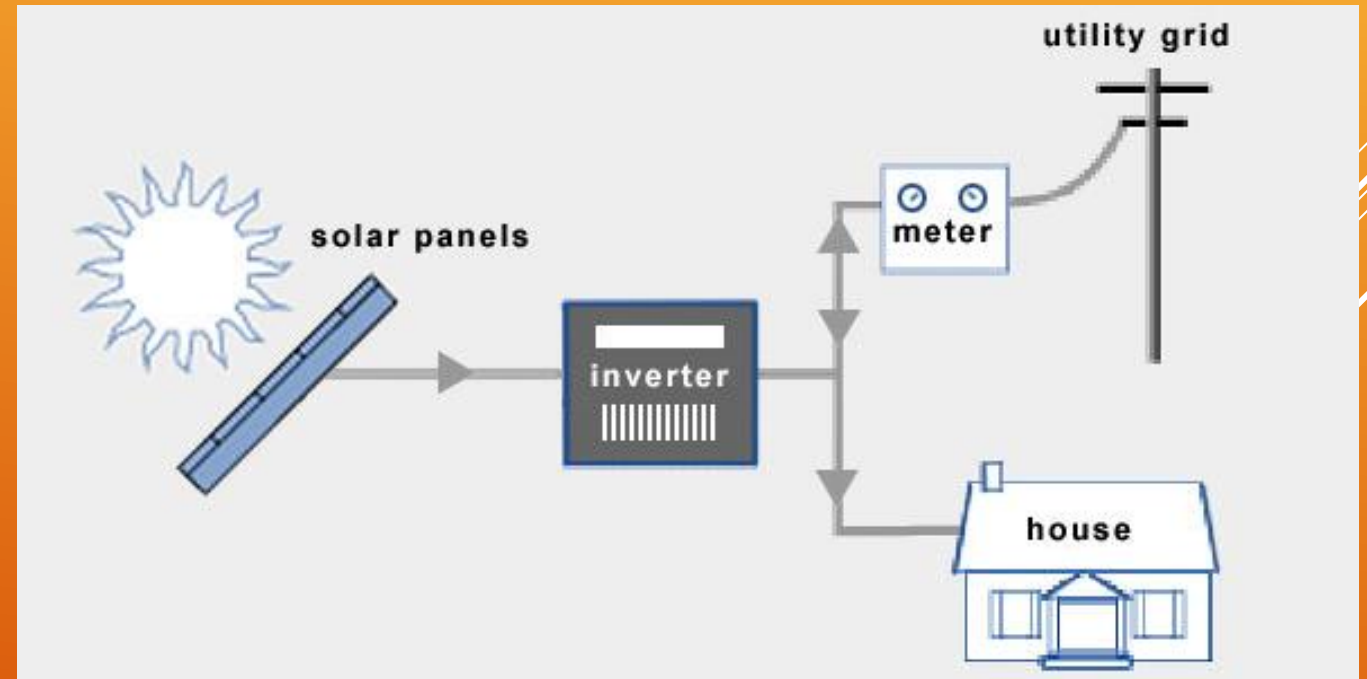


# TEKNIikka, JÄRJESTELMÄN VALINTA

Off-Grid

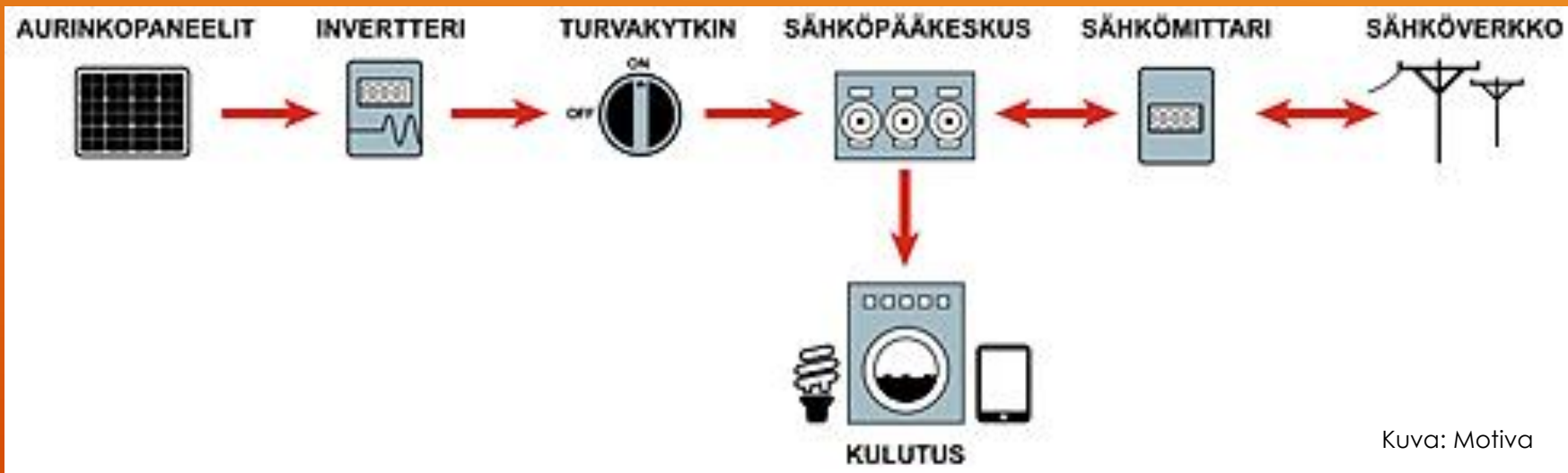


On-Grid



# TEKNIikka, JÄRJESTELMÄN VALINTA

- ▶ Verkkoon liitetyn aurinkosähkijärjestelmän pääkomponentit ovat aurinkopaneeli(t) ja vaihtosuuntaaja eli invertteri, joka on joko 1- tai 3-vaiheinen. Aurinkopaneelit tuottavat tasavirtaa, joka muutetaan invertterin avulla vaihtovirraksi, joka vastaa kiinteistön sähköverkon sekä jakeluverkon vaatimuksia.



Kuva: Motiva



Verkkoon kytketyn pientalon aurinkosähkijärjestelmän kokoonpano.



# MITOITUS, ENNEN JÄRJESTELMÄN HANKINTAA LUPA-ASIAT

- ▶ Aurinkopaneelien asentamisen lupakäytännöt vaihtelevat kunnittain.

## **On mahdollista, että:**

asentaminen on kielletty (rakennuksen julkisivu on suojeltu)

- ▶ rakennusvalvonta vaatii toimenpideluvan tai kaupunkikuva-arkkitehdin tai muun vastaavan hyväksynnän
- ▶ rakennusvalvonta vaatii toimenpideilmoituksen (lomakkeen täyttäminen ja maksu) tai
- ▶ rakennusvalvonta ei vaadi mitään.
- ▶ Kuntakohtaisten erojen vuoksi oman kunnan rakennusvalvontaan on aina oltava yhteydessä hyvissä ajoin ja varmistettava oman kunnan käytäntö
- ▶ Suuret aurinkosähköjärjestelmät voivat edellyttää myös muita lupia.  
**Käytännössä maankäyttö- ja rakennuslain edellytykset kannattaakin selvittää oman kunnan rakennustarkastuksesta.**

# MITOITUS, ENNEN JÄRJESTELMÄN HANKINTAA LUPA-ASIAT

- ▶ 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.

Tavallinen sähkönkäyttäjä saa tehdä enintään 50 V:n vaihtojännitteellä ja enintään 120 V:n tasajännitteellä toimivien sähkölaitteistojen asennus- ja korjaustöitä, jos hän on perehtynyt töihin sekä niitä koskeviin turvallisuusvaatimuksiin. Tällaisilta verkkoon kytkemättömiltä matalan jännitteen järjestelmiltä ei vaadita

- ▶ Sähkön tuotantolaitteistoja ei 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. käyttöönottotarkastusta.



Energiateollisuus ry:n suosittelema yleistietolomake  
**MIKROTUOTANTOLAITTEISTON LIITTÄMINEN VERKKOON**

Tällä lomakkeella asiakas ilmoittaa verkkoyhtiölle tiedot nimellehoitaa enintään 100 kVA tuotantolaitteiston sähköverkkoon liittämistä varten. Lomakkeen voi antaa täytettäväksi laitteiston toimittajalle ja/tai laitteiston kytkevälle sähköurakoitsijalle tai asiakas voi tarvittaessa käyttää lomakkeen myös itse. Sähköntuotannon aloittamiseen tulee tämän lomakkeen lähettämisen lisäksi saada erikseen lupa verkkoyhtiöltä.

**1. YHTEYSTIEDOT**

Tuotantolaitoksen omistaja	Sähköposti	Puhelinnumero
Osoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Liittymän osoite (tuotantolaitoksen sijaintipaikka)	Postinumero	Postitoimipaikka
Käyttöpaikan numero (työry sähkönsiirtolaskusta)		
Yhteyshenkilö (jos muu kuin tuotantolaitoksen omistaja)	Sähköposti	Puhelinnumero

**2. TUOTANTOLAITTEISTON PERUSTIEDOT**

Tuotantomuoto <input type="checkbox"/> Aurinko <input type="checkbox"/> Tuuli <input type="checkbox"/> Biokaasu <input type="checkbox"/> Diesel <input type="checkbox"/> Muu, mikä?	
Verkkoonliitäntälaitteen (invertteri/vaihtosuuntaaja) valmistaja	Verkkoonliitäntälaitteiden (invertteri/vaihtosuuntaaja) määrä ja malli
Tuotantolaitteiston nimellisteho kVA/kW	Tuotantolaitteiston enimmäisvikavirta A
Laitteiston kytkentä <input type="checkbox"/> Kalmivaiheinen <input type="checkbox"/> Yksivaiheinen, merkitse vaihe <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	

**3. TUOTANTOLAITTEISTON TEKNISET TIEDOT**

**3.1. Tuotantolaitteiston suojaus** (valitse YKSI seuraavista vaihtoehdoista)  
Tuotantolaitteisto täyttää seuraavan teknisen standardin tai suosituksen vaatimukset, mukaan lukien verkkoonliitäntälaitteen (invertteri/vaihtosuuntaaja) suojausasetukset ja irtykytkymisajat

Mikrotuotantostandardi SFS-EN 50438, Suomen asetukset (sama kuin Energiateollisuus ry:n suositus 2016, tekninen liite 1)

Saksalainen vaatimuskirjasto VDE-AR-N 4105 2011-8 (suojaustekniset vaatimukset)  Jokin muu

**HUOM!** Jos valitset tämän vaihtoehdon, täytä myös lomakkeen kohta 2.

**HUOM!** VDE V 0126 1-1 ei ole hyväksyttävä

**3.2. Tuotantolaitteiston erottaminen**

Vakuutan, että tuotantolaitteisto on erotettavissa erillisellä erotuskytkimellä, johon verkkoyhtiöllä on esteettömä pääsy (esim. talon ulkoseinällä, ei lukitussa tilassa)  
Erotuskytkimen sijainti (esim. talon ulkoseinällä pääoven vieressä)

Liittymän sähkökeskuksilla on varoituskytkin takasyöttövaarasta ja opastus laitteiston irtykytkemiselle

# MITOITUS

## Tarvittavan enimmäistuoton mitoitus

- ▶ Aurinkosähköjärjestelmän koon määrittelyssä on perusteltua pitää lähtökohtana sitä, että tuotosta mahdollisimman suuri osa saadaan hyödynnettyä omassa kulutuksessa ja sähköverkkoon myytävä osa jää pieneksi kokonaistuotantoon verrattuna.
- ▶ Mitoituksen voi ratkaista myös käytettävän asennuspinta-alan suuruus tai ulkonäkökysymykset.

## Taustaa mitoituksen suunnitteluun

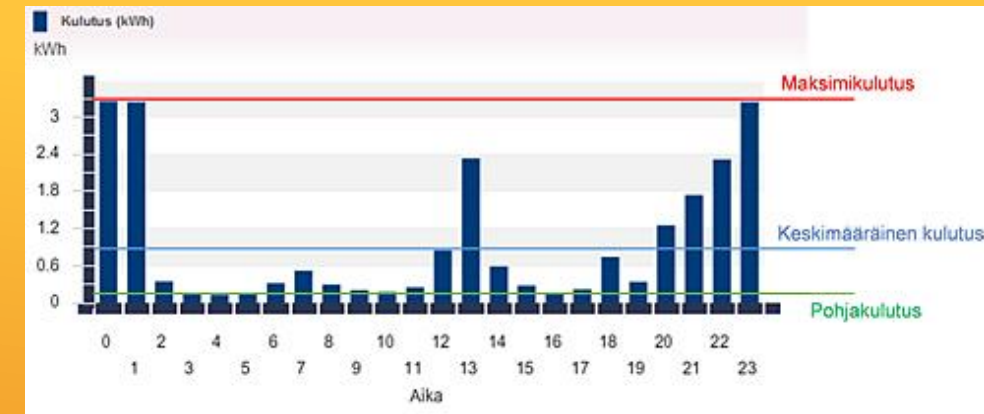
- ▶ Olemassa olevissa kohteissa mittaustietoa on hyvä käyttää avuksi enimmäistuottotarvetta suunniteltaessa. Yhdenkin vuoden mittaustiedon avulla voidaan selvittää melko hyvällä tarkkuudella kohteen vähimmäiskulutus (pohjakulutus)
- ▶ Pohjakulutus on energiamäärä, jonka kohde vähintään kuluttaa jokaisena tuntina, jona aurinkosähköä on mahdollista tuottaa.
- ▶ Uudisrakennuksessa lähtökohdaksi on otettava vastaavan tyyppisen rakennuksen käyttöprofiili sekä uudiskohteen sähkökäyttöisten laitteiden varustelutaso, niiden energiankulutus yms. suhteessa vertauskohteen tietoihin.
- ▶ Sähkönkulutus samoin kuin tuotantokin vaihtelevat suuresti eri vuorokauden- ja vuodenaikoina.
- ▶ Tuotannon kuukausivaihtelu otetaan mitoituksessa yleensä huomioon siten, että parhaana tuotantoaikana tuotettua sähköä jää myytäväksi sähköverkkoon. Näin saadaan kevät- ja syysaikoina tuotettu aurinkosähkö riittämään pitemmäksi ajaksi omiin tarpeisiin, ja vuositason kokonaistuotto on suurempi.

# MITOITUS

**Aurinkosähköjärjestelmän mitoitus verkkoon kytketyissä kohteissa voi perustua erilaisiin lähtökohtiin:**

pohjakulutukseen perustuva mitoitus

- ▶ keskimääräinen tai enimmäiskulutus kesällä
- ▶ nettonollaenergiamitoitus (keskimääräinen kulutus vuoden aikana)
- ▶ energiaomavaraisuus sähkön osalta
- ▶ käytettävissä oleva, pääosin varjostamaton katto- ja/tai seinäpinta-ala tai maapinta-ala
- ▶ järjestelmään käytettävä rahamäärä



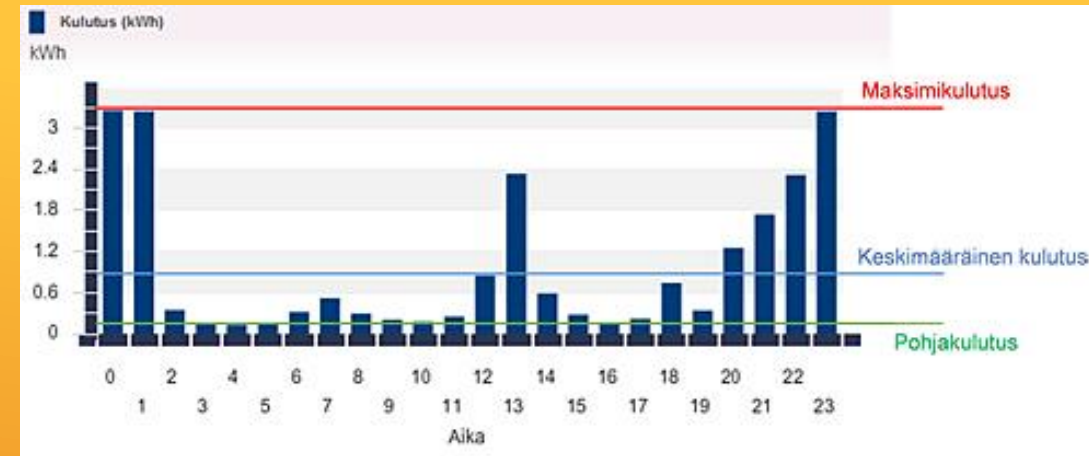
Sähkölämmitteisen omakotitalon sähkönkulutusprofiili heinäkuussa.



# MITOITUS

## Automaation hyödyntäminen mitoituksessa

- ▶ Automaation avulla sähkönkulutusta voidaan jakaa tasaisemmin eri vuorokaudenaikoihin. Pohjakulutusta voidaan lisätä hetkinä, jolloin aurinkosähköä on parhaiten saatavilla, mikä käytännössä tarkoittaa kulutuksen siirtämistä yöstä päiväaikaan.
- ▶ Kulutusta voidaan ohjata aurinkosähkön tuotantohuipun aikana automaatiolla niin, että saadaan hyödynnettyä mahdollisimman suuri osa sähköstä omaan käyttöön.
- ▶ Sähköverkkoon kytketyissä kohteissa tuntimitattujen sähkönkäyttöpaikkojen kulutustiedot saa nykyisin kattavasti tunneittain jakeluverkkoyhtiöiden verkkopalveluista.



Sähkölämmitteisen omakotitalon sähkönkulutusprofiili heinäkuussa.

# MITOITUS, HANKINTA JA ASENNUS

## Aurinkopaneelien asentaminen

Kaltevilla katoilla paneelit kannattaa asentaa lähtökohtaisesti lappeensuuntaisesti

Yhden aurinkopaneelin pinta-ala on tavallisesti noin  $1,5 \text{ m}^2$  ja nimellisteho  $200\text{-}250 \text{ W}_p$ . Näin ollen pientalokokoluokassa tavanomaiseen  $2 \text{ kW}_p$ :n järjestelmään sisältyy 8-10 paneelia, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin  $12\text{-}15 \text{ m}^2$ .

## Ilmansuunta

- ▶ Suomessa paneelit suunnataan mahdollisuuksien mukaan etelään. Itään tai länteen suuntaaminen pienentää vuosituotantoa jo merkittävästi.

## Paneelin kallistuskulma

- ▶ Tehokkain kallistuskulma on noin  $35\text{-}45$  astetta. Vuosituotanto pienenee hitaasti optimikulmasta poikettaessa. Kallistuskulmat  $30^\circ$  ja  $60^\circ$  tuottavat vielä miltei yhtä paljon sähköä vuodessa kuin optimikulma.

## Varjostukset

- ▶ Kiinteästi asennettujen paneelien sijoittelussa on tärkeintä varmistaa, ettei niille osu varjostuksia. Suurimmat pettymykset aurinkosähkön tuotannossa johtuvat monesfi varjostusten aliarvioinnista. Koko alue idästä länteen on syytä katsoa tarkasti läpi. Varjostuksia aiheuttavat muun muassa puut sekä korkeat rakennukset ja muut rakenteet. Suoraan etelän suunnassa olevilla lehtipuilla ei ole suurta merkitystä, jos niiden latvukset eivät varjosta paneeleita touko-syyskuussa. Kevättalvella ja loppusyksystä aurinko on keskipäivällä matalammalla kuin kesällä, mutta silloin etelän suunnassa olevien lehdettömien puiden varjostus on vähäistä.



# MITOITUS

## Sähkön varastointi

Verkkoon kytkemättömissä järjestelmissä, esimerkiksi mökkipaketeissa, sähkön varastointi akustoon on miltei itsestään selvää, koska muuten sähköä ei olisi tarjolla lainkaan auringon laskettua (järjestelmät ilman aggregaattia). Aurinkosähköt pakettien yhteydessä myytävät akut on suunniteltu aurinkosähkökäyttöön, ja ne kestävät siinä pitempään kuin esimerkiksi tavalliset starttiakut.

## Sähkövero

Yli 100 kVA (paneeliteho 100 kWp) laitosten tulee rekisteröityä sähköverovelvollisiksi. Sähköveroa ei kuitenkaan peritä jos vuotuinen tuotanto on alle 800 MWh, tällöin riittää kun vuoden lopussa tehdään nolloveroilmoitus. Alle 100 kVA laitokset eivät ole sähköverovelvollisia



Fronius Solar Battery 6.0 (4,8 kWh usable)

Hinta: 9169.20 € (alv 0%)

# KANNATTAVUUS

## Sähkön myynti

Paikallinen jakeluverkkoyhtiö vastaa sähkönsiirrosta ja -mittaroinnista sekä pientuotantolaitteiston verkkoon liittämisestä. Jakeluverkkoyhtiötä ei voi vaihtaa eikä kilpailuttaa.

Sähkön vähittäismyyjä myy sähköenergiaa kotitalouksille ja muille sähkön käyttäjille sekä toimii pientuottajan tuottaman sähkön ostajana (kaikki vähittäismyyjät eivät kuitenkaan osta sähköä). Sähkön myyjä voi kilpailuttaa ja vaihtaa.



Sähkön osto- ja myyntihinnan rakenne ja mittakaava hyödyistä, joita syntyy vältettäessä sähkön osto verkosta ja myytäessä itse tuotettua sähköä verkkoon. Myyntiin liittyvät kulut sisältävät veroja sekä mahdollisen myyntimarginaalin, joka riippuu sähkömyyjästä. Lisäksi jakeluverkkoyhtiö voi periä pientuottajan verkkoon syöttämästä sähköstä verkkopakvelumaksua korkeintaan 0,07 c/kWh.



Passat Variant 2009

Ostettu 2012 hintaan 13 000€

Nykyarvo n. 5 000€

Arvo pudonnut n. 1 000€ / vuosi



Volvo V60 2018 hybrid

Ostettu 2018 hintaan 55 000€

Vuoden 2017 samaa mallia  
myydään tällä hetkellä n. 35 000€  
keskihintaan

Arvo pudonnut lähes 10 000€ / vuosi



JÄRKIPOHJAINEN VAI  
TUNNEPOHJAINEN HANKINTA?

## Aurinkosähkö

- ▶ Tuotto tilanteesta riippuen 5-13%
- ▶ Investointi 12000€
- ▶ Tuotto-aika 20v
- ▶ Jäännösarvo??

## Sampo osake

- ▶ Hinta 40€/osake 300kpl
- ▶ Osinko 1,7-2,2€ tuotto n.5%
- ▶ Tuotto-aika 20v
- ▶ Jäännösarvo??

TUOTTO

SAMPO  GROUP

- ▶ Tuki 40%
- ▶ Tarjous paneelit asennettuna
- ▶ Liiketoimintasuunnitelma
- ▶ Piirros paneelien sijainnista
- ▶ Lupa kunnasta
- ▶ Energiaveron palautelomake
- ▶ **HYÖDYNNÄ NEUVOA**

**KUN INVESTOIT**

KIITOS

