

MÖKILLE AURINKOSÄHKÖÄ



3.10.2024
Laiturilla-hanke

Janne Käpylehto
Tietokirjailija, keksijä
Kehitysjohtaja, Solarvoima OY

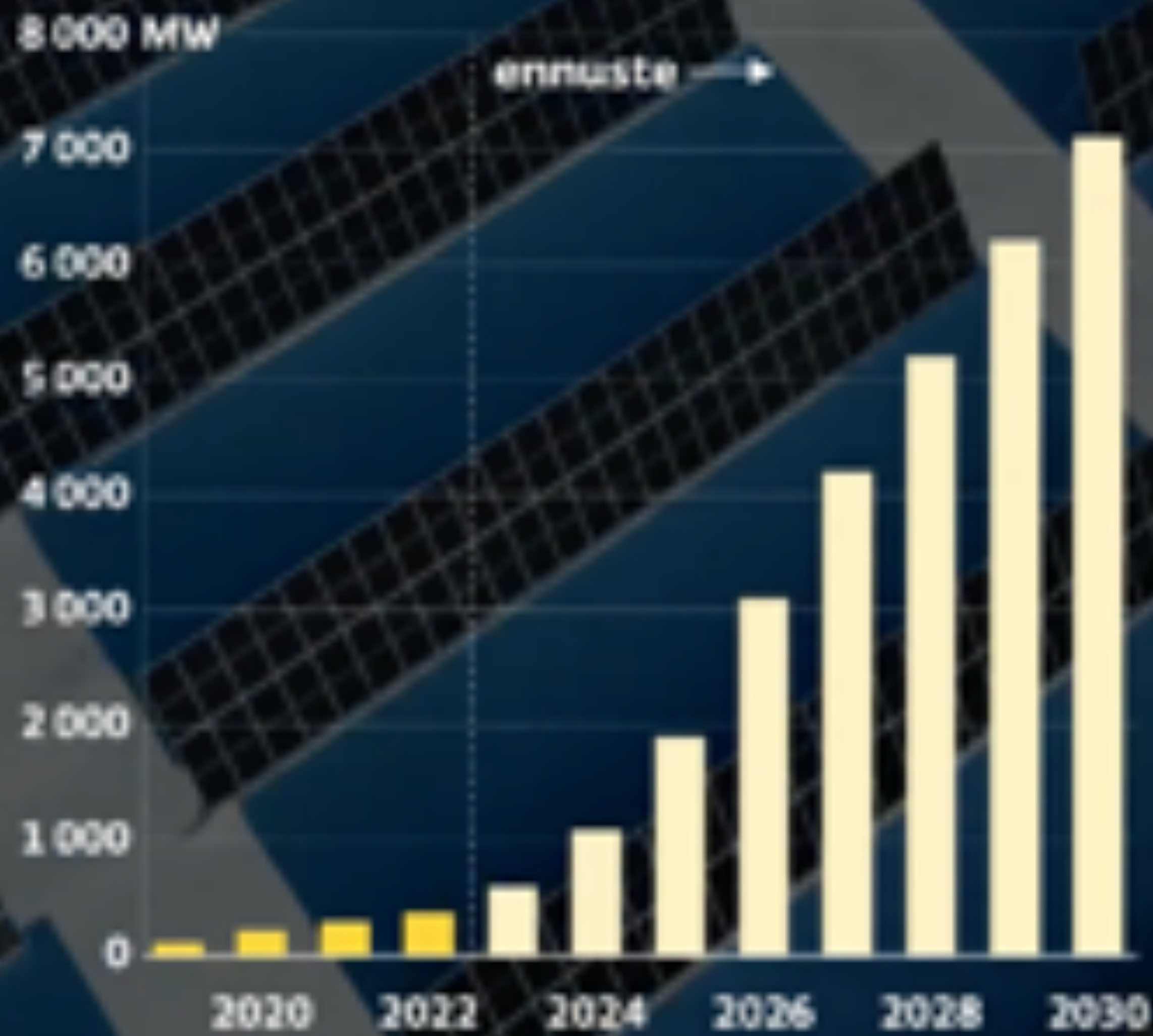


SISÄLTÖ

- Yleistä aurinkosähköstä
- Sähköverkon ulkopuolinen aurinkosähkö
- Verkkoon liitetty aurinkosähkö
- Pientuulivoimasta lyhyesti
- Kysymyksiä?

Aurinkosähkön kapasiteetti yli kymmenkertaistuu

LÄHDE: FINGRID



AURINKOSÄHKÖ..

- Ei ole pääasiallinen energiantuotantomuoto jos energiaa tarvitaan ympäri vuoden - mutta kesämökkikäytössä usein loistava.
- Helppo asentaa kiinteistön katolle - mutta toki sinne pitää paistaa aurinko.
- On tekniseltä käyttöiältään poikkeuksellisen pitkä ja huoleton. Ei liikkuvia osia - paneelien tuotantotakuukin 25-30 vuotta.



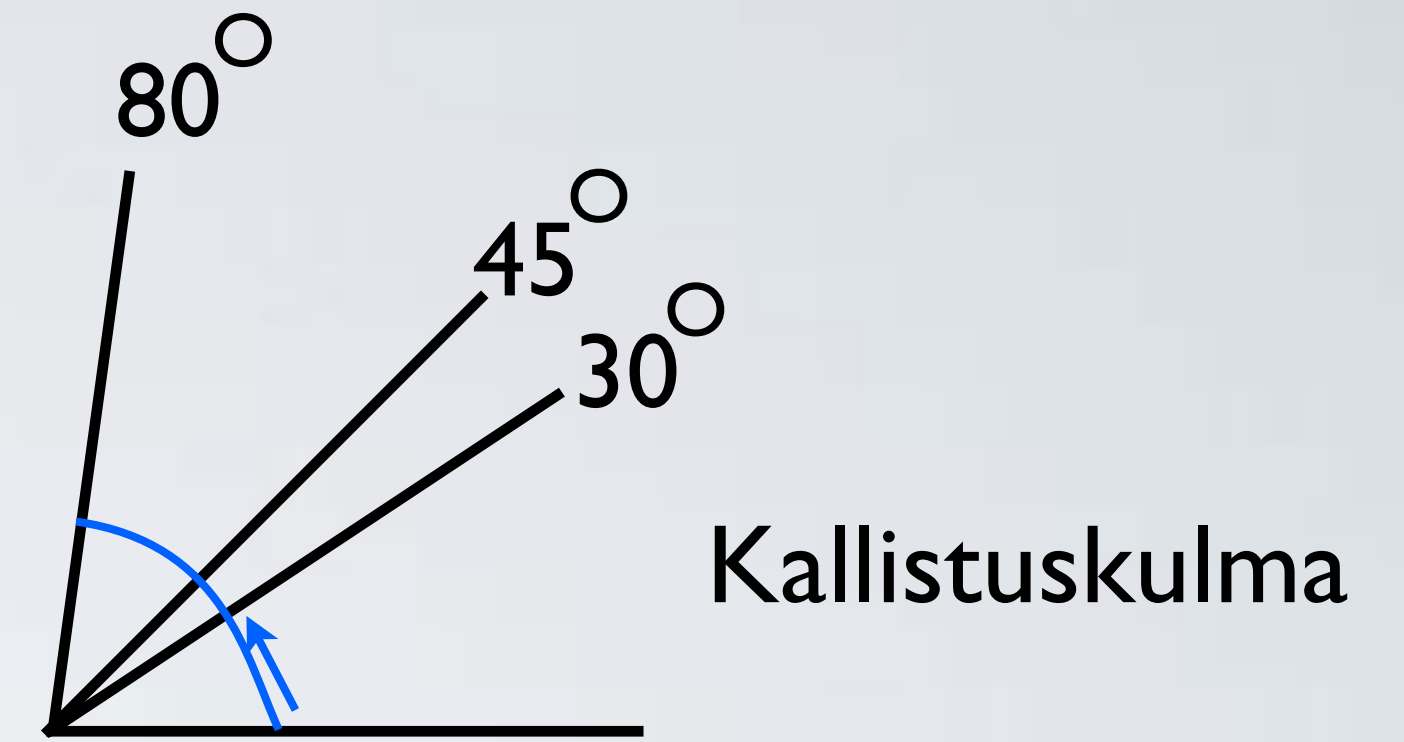
AURINKOSÄHKÖ..

- On taloudellisesti kannattavaa, jos voimala mitoitetaan oikein. Ja asennetaan oikein.
- Toimii myös pohjoisessa. Ero tuotannossa etelä-Suomeen verrattuna on pienempi kuin säteilyn määrästä voisi olettaa: kylmä puolijohde tuottaa enemmän!
- Sähköverkon ulkopuolinen voimala maksaa itsensä takaisin heti, jos sillä voidaan välttää sähköverkkoliittymän hankinta.



AURINKOPANEELIN SUUNTAUS

- Ilmansuuntana tyypillisesti etelään.
+/- 15 astetta vaikuttaa hyvin vähän vuosituotantoon.
- Pystysuunnassa:
 - 42 astetta saavuttaa parhaan vuosituotannon
 - Käytännössä aina asennetaan laton lappeen suuntaisesti TAI
 - Tasakatto-asennuksessa 10-20 asteen kulmaan



OIKEA ILMANSUUNTA EI OLE NIIN OLENNaista: PANELISTOLLE
MUODOSTUVAT VARJOSTUKSET OVAT OLENNaisia

MINNE ASENNETAAN



- Ilmansuuntana tyypillisesti etelään.
+-15 astetta vaikuttaa hyvin vähän vuosituotantoon.
- Pystysuunnassa:
 - 42 astetta saavuttaa parhaan vuosituotannon
 - Käytännössä aina asennetaan laton lappeen suuntaisesti
 - Tasakatto-asennuksessa 10-20 asteen kulmaan



TUOTANNON NYRKKISÄÄNNÖT



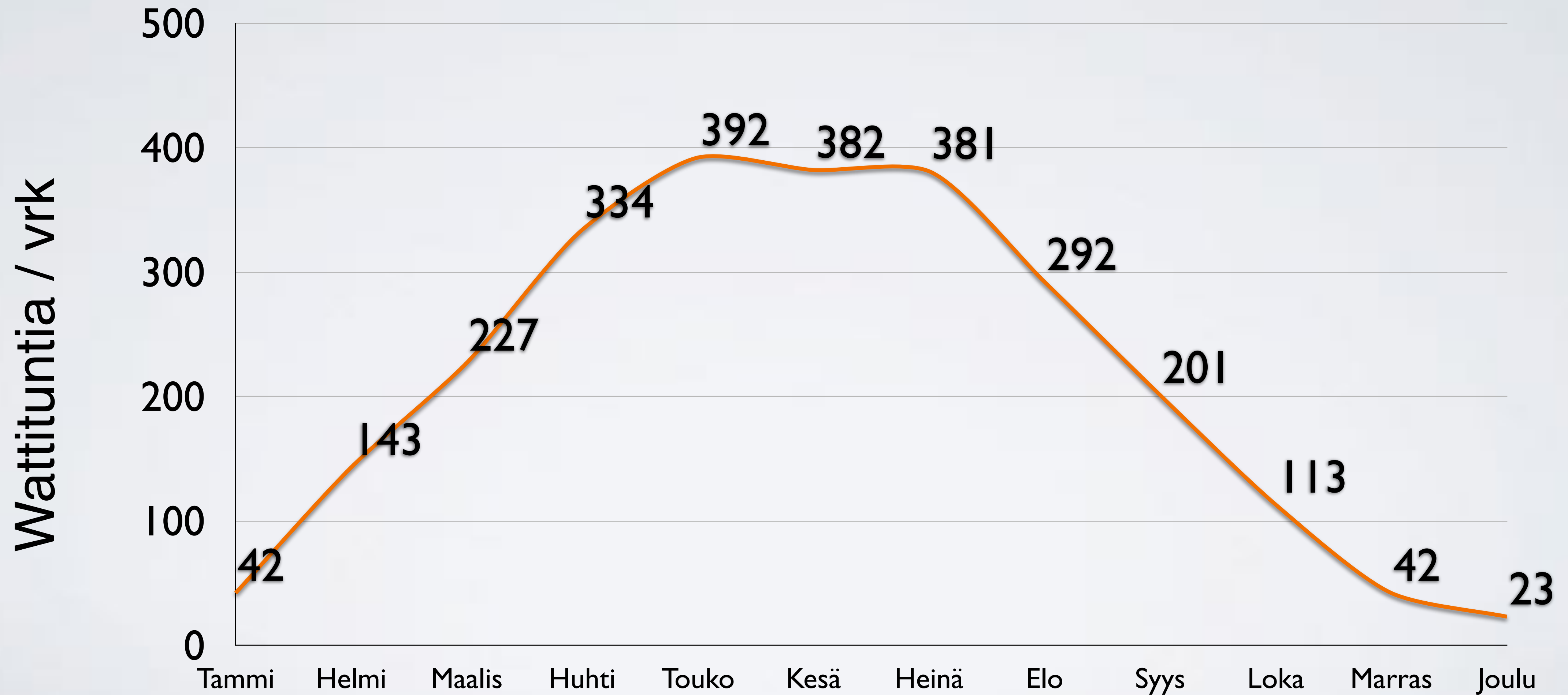
- Yksi kilowatti asennettua kapasiteettia tuottaa Suomessa jotakuinkin fiksusta asennettuna 850 - 950 kWh sähköä vuodessa
- Kesäkuukausina, keskimäärin, huipunkäyttöaika on 4 tuntia vuorokaudessa, eli 1kW tuottaa noin 4 kWh vuorokaudessa. Syyskuussa puolet tästä ja lokakuussa neljäsosa
- Aurinkovoimala tuottaa todella vähän talvella pimeimpään aikaan: muutama prosentti kesäkuukausien tuotannosta. Jos paneelien päällä on lunta, tuotantoa ei tule.



= 800 KWH / VUOSI

AURINKOSÄHKÖN TUOTANTO VAIHTELEE SUOMESSA VUODENAJAN MUKAAN

100 WATIN PANEELI ASENNETTUNA ETELÄ-SUOMEEN 35 ASTEEN KULMAAN JA KOHTI ETELÄÄ



Aurinkovoimalat toimivat eri kokoisina ja moneen käyttöön

Off-grid



Omakotitalo



Taloyhtiö



Light
industrial



Aurinkopuistot



MITÄ VOI TEHDÄ ITSE?

- Pienen, 'yhden paneelin' 12V systeemin voi asentaa itse. kunhan jännitteet ovat kokonaisuudessaan pienoisjännitealueella (max 120V dc)
- Yleisesti ottaen voimala kannattaa tilata avaimet käteen -periaatteella ammattilaiselta, sähköturvallisuuden ja teknisen käyttöiän lisäksi vesikatteen vuotoriskin vuoksi



RISKEJÄ

- Tasavirtakaapeloinnin turvallinen toteuttaminen, oikein tehdyt liitokset, turvakytkimien oikea asennus
- Lumi ja jää
- Voimala tulee mitoittaa oikein: liian iso ei ole taloudellisesti kannattava (verkkoon liitetty)
- Offgrid-systeemissä mökillä: sulakkeet!



Lumiaita



Palanut turvakytkin

URAKOITSIJAN VALINTA

- Oma sähkötöiden johto
- Avoimia referenssejä toteutetuista projekteista, asiakkaiden nimien kanssa
- Ollut pitkään alalla
- Tarkista taloudelliset tiedot yrityksestä



Tasakatto-asennus



Konesauma-pelti



Palatiilikatto







LUMI

- Kiinteistöjen kattojen tulee Suomessa kestää maantieteellisestä sijainnista riippuen 150 - 400kg / m²
- Paneelit(noin 1 x 1,6m) kestää tyypillisesti 900 kg lumikuormaa (noin 550kg kg / m²)
- Lumi valuu paneliston päältä helpommin pois kuin tyypilliseltä kattopinnalta
- Lunta ei yleensä kannata poistaa: lisätuotanto jää vähäiseksi ja kun tuotantoa on enemmän saatavilla, lumi lähtee paneelien päältä sulamalla tai pala kerrallaan

VERKKOON LIITETTY 'KIINTEISTÖJÄRJESTELMÄ'



- Aurinkopaneelien kokonaisteho tyypillisesti alkaen 3 kW
- Pääosin asennettu ilman akkuja, mutta nyt akustot yleistymässä hintojen laskun vuoksi
- Tuottaa energiaa omaan kulutukseen ja loput myydään verkkoon
- Kannattavuus hyvä, kun sähkö käytetään pääosin itse - > oikea mitoitus
- Oikealla mitoituksella takaisinmaksuaika alle 10 vuotta
- Energiatehokkuus kannattaa!

VERKOSTA RIIPPUMATON 'MÖKKISÄHKÖ'



- Aurinkopaneeleita 100W - 3kW, mutta jopa OKT-talon mukavuudet mahdollistava järjestelmä on mahdollinen
- Energiaa varastoidaan akkuihin
- Yleensä mukana invertteri, 'kodinomaiset' sähköt pistorasioineen ja valopistorasioineen.
- Jos käytetään myös pimeimpään aikaan talvella, tarvitaan 1) fiksua käyttöä 2) aggregaatti tai 3) pientuulivoimala
- Maksaa itsensä takaisin heti, jos vaihtoehtona on kalliin verkkosähköliittymän hankinta
- Energiatehokkuus kannattaa!

Energialähteet mökillä



Aurinkopaneeli



Pientuulivoimala



Aggregaatti



Termosähköinen elementti

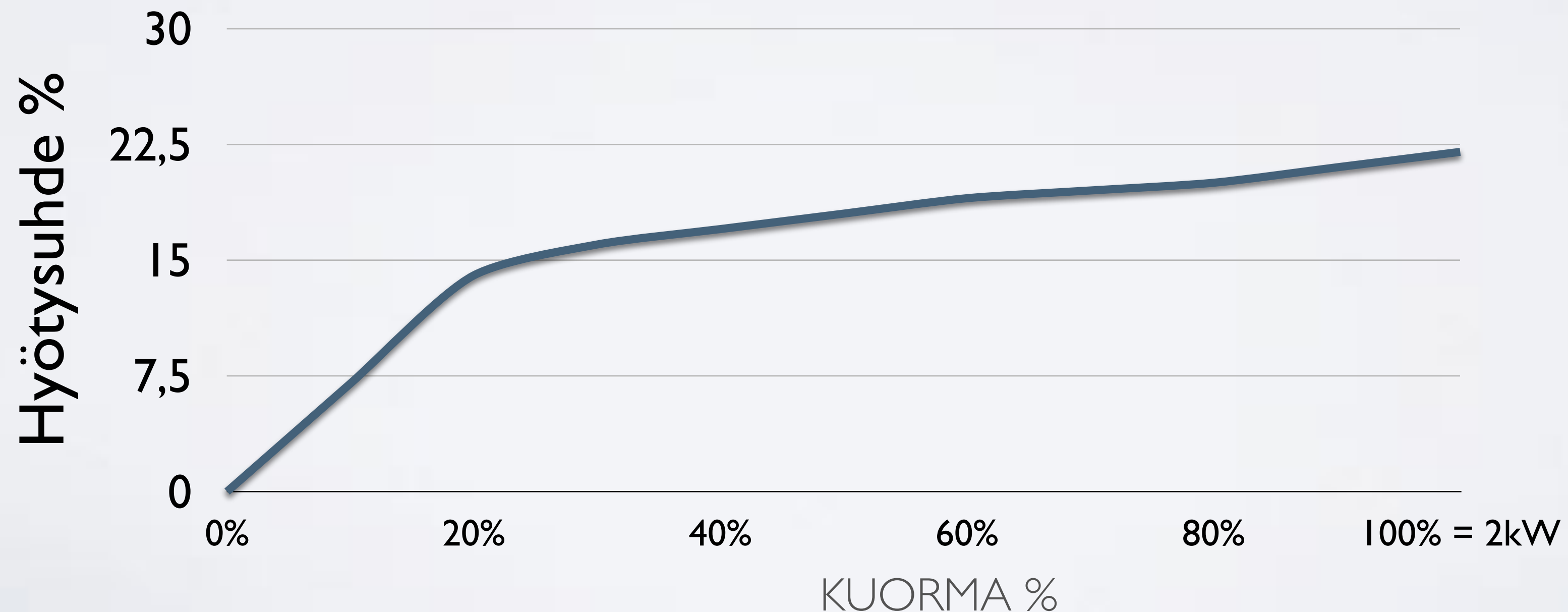


Mikrovesivoimala

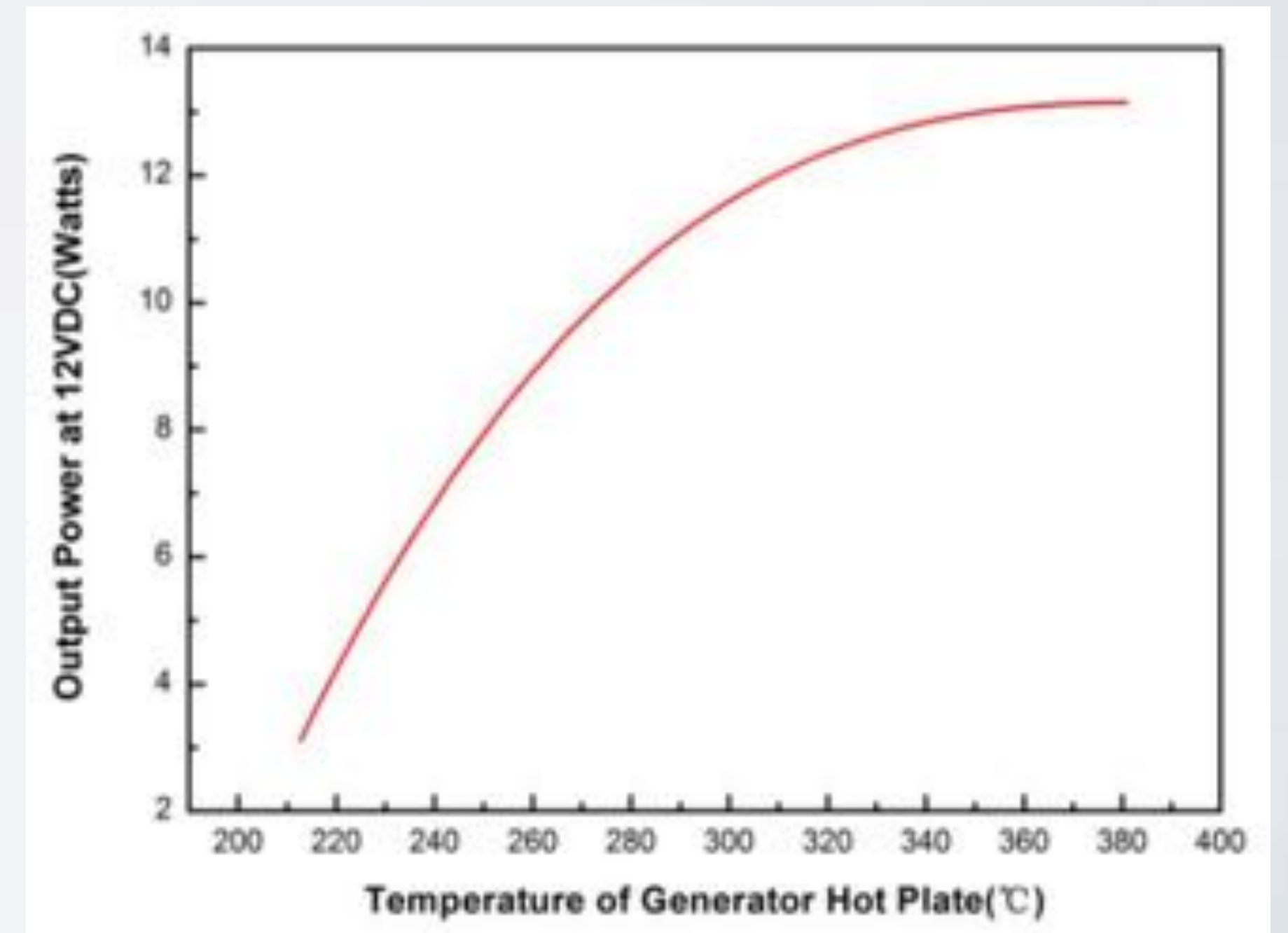
AGGREGAATIN TUOTANTOHINTA JA HYÖTYSUHDE



- Tyypillinen 2kW:n aggregaatti kuluttaa täydellä teholla litran bensiiniä tunnissa
- Parhaimmillaan hyötysuhde on n. 20 prosenttia ja tuotetun sähkön hinta silloin 0,8 euroa/kWh
- Käytännössä suurimman osan ajasta hyötysuhde huomattavasti huonompi.
- Pienillä kuormilla tuotantohinta on vielä korkeampi (esim. kännykän lataaminen aggregaatilla!)



TEG ELITERMOSÄHKÖINEN ELEMENTTI
TUOTTAÄ LÄMPÖTILAEROSTA SÄHKÖÄ
HYVIN PIENELLÄ TEHOLLÄ
PUUN POLTON SIVUTUOTTEENA SÄHKÖÄ, SÄÄSTÄ RIIPPUMATTA





VIRTAUKSEEN PERUSTUVA MIKROVESIVOIMALA

ERILAISIA TUULIVOIMALOITA

Pystyakselinen tuulivoimala



Windside

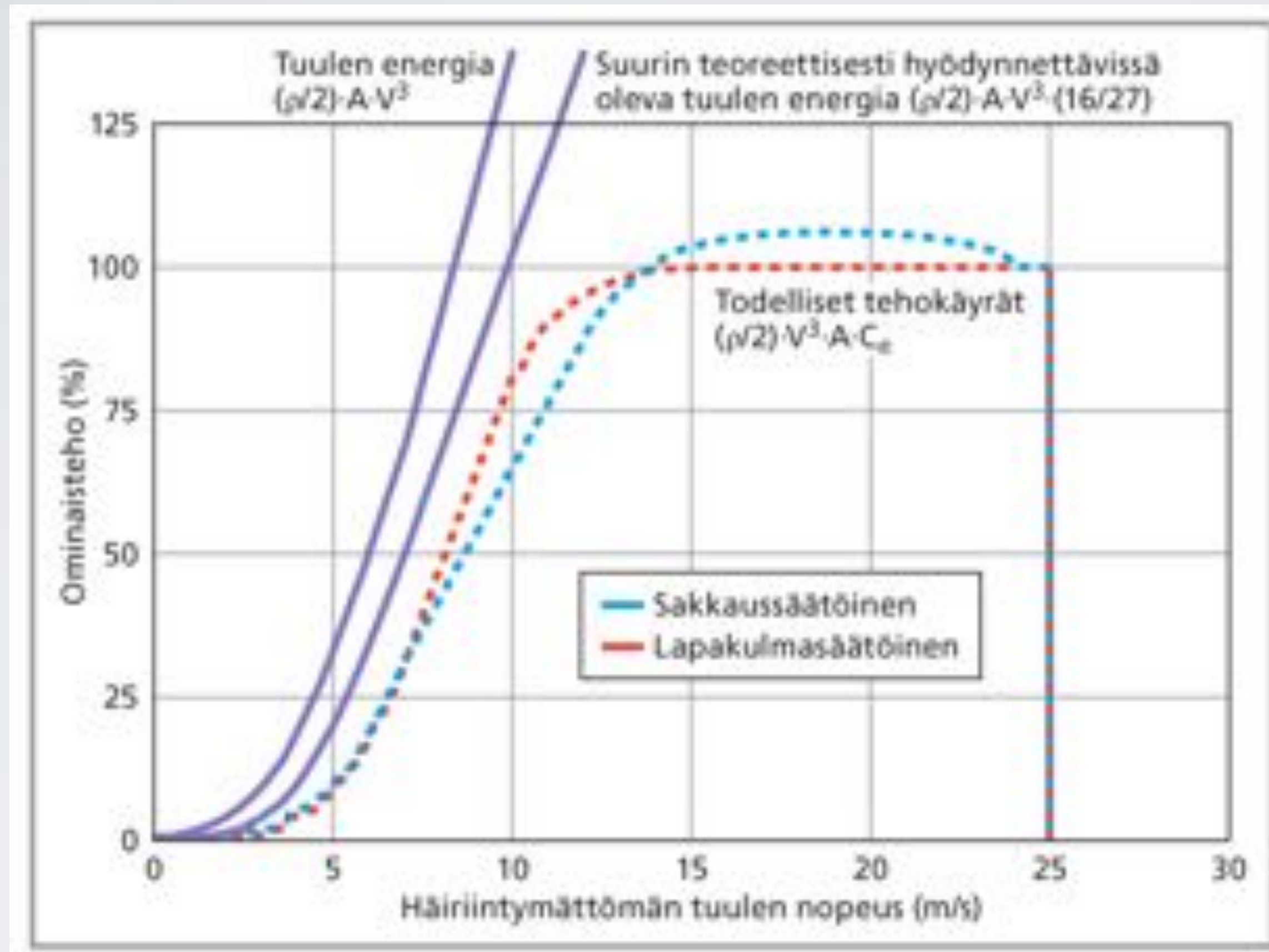
Potkurimallinen tuulivoimala



Darrieus



TUULIVOIMALAN TUOTANTO



Teoreettinen
maksimiteho

$$P_{\max} = \frac{16}{27} \frac{\rho}{2} A V^3$$

ρ Ilman tiheys

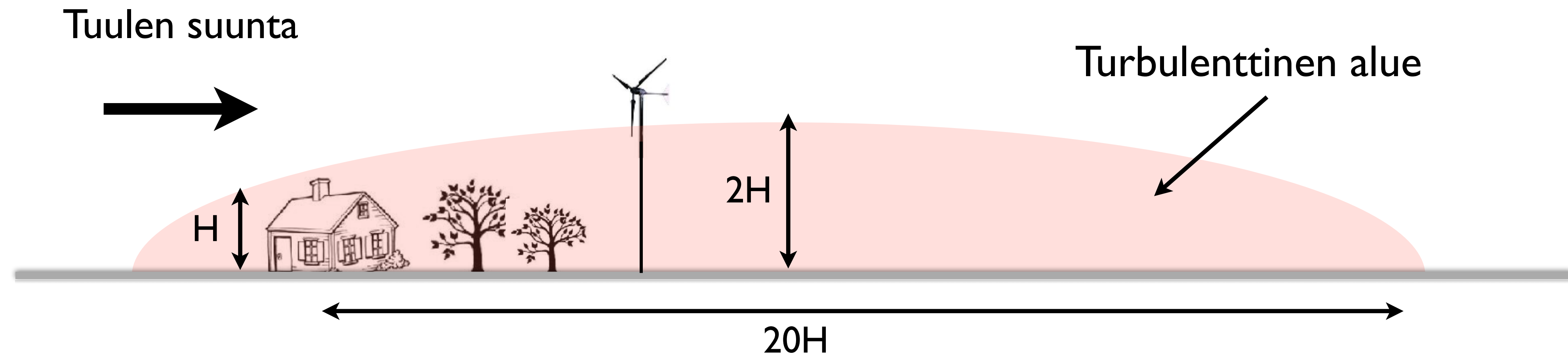
A pyyhkäisy-pinta-ala

V tuulen nopeus

- Kun tuulennopeus kaksinkertaistuu, teho kahdeksankertaistuu!
- 10 m/s tarkoittaa kaksinkertaista tehoa verrattuna nopeuteen 8 m/s!

TUULIVOIMALAN SJOITUSPAIKKA JA TUOTANTO

- Yleisesti ottaen pientuulivoimaloihin myydään liian matalia mastoja
- 6-metrisellä mastolla tuotanto on hyvä vain ulkosaaristossa
- Sisämaassa tarvitaan hyvään tuotantoon 6 metriä yli puiden oleva masto, siis jopa 30 -metrinen!

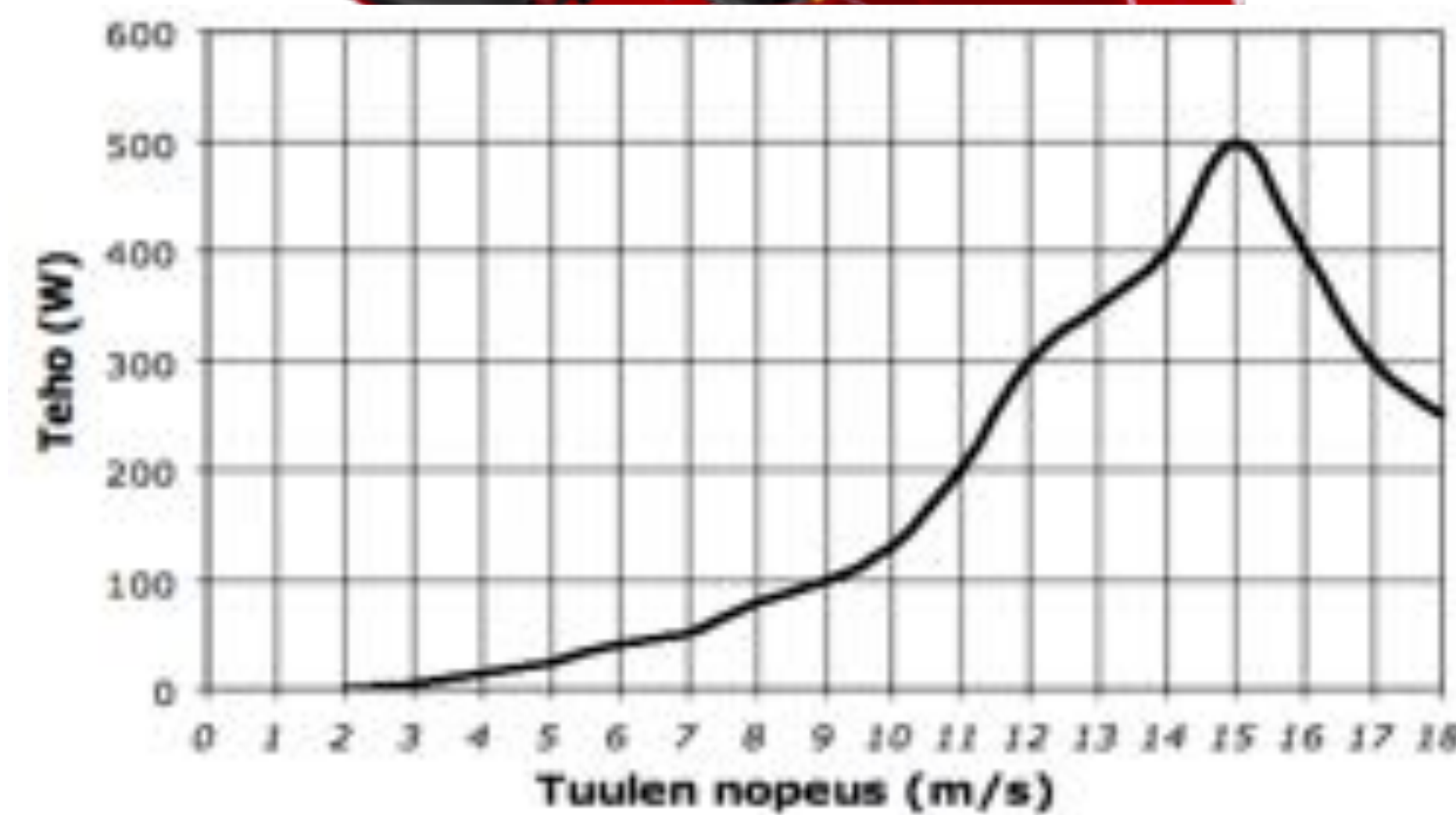
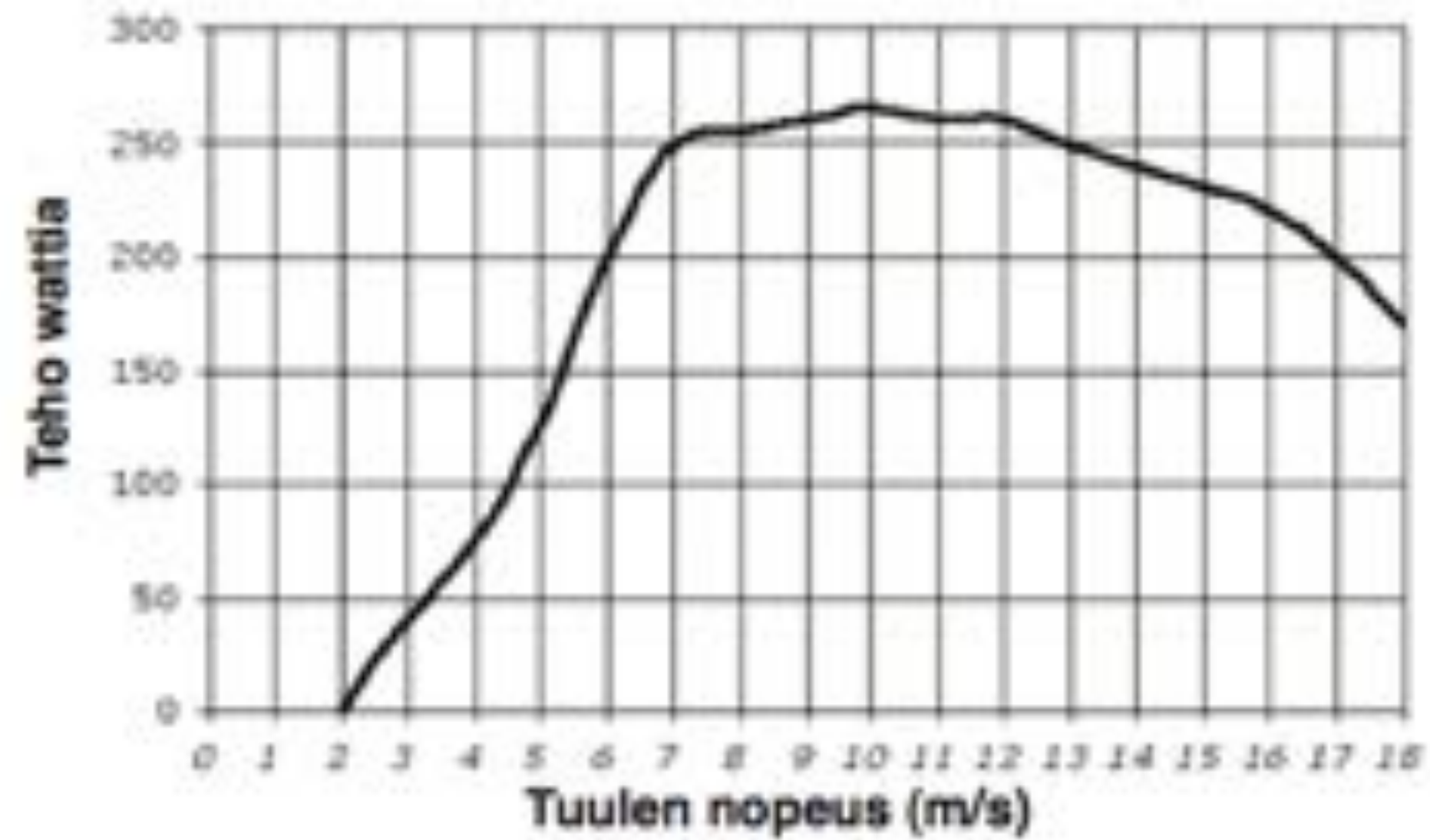


PIENTUULIVOIMALA ON KANNATTAVA VAIN POIKKEUSTAPAUKSESSA

- Tuulivoimaloissa on liikkuvia osia :-)
- Aurinkopaneelien hinta on pudonnut rajusti, pientuulivoiman ei
- Usein voidaankin mitoittaa suurempi määrä paneeleita, ilman pientuulivoimalaa

Tuulivoimala 200 W

**Kumpi tuottaa
enemmän sähköä
vuodessa?**



Tuulivoimala 300 W

Peruspaketti

Paneeli



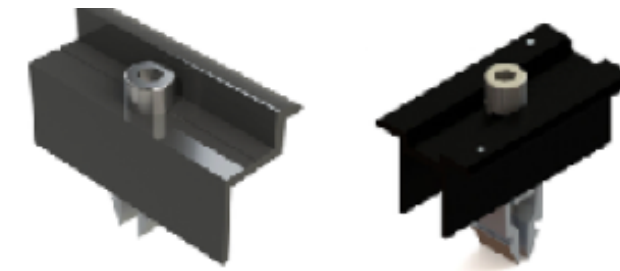
Kiskot



Kattokiinnike



12V lamppuja



Paneelikiinnikkeet



Lataussäädin

Akku



Solarkaapeli



Akkukaapelit



Pääsulake



12V Kytкимиä

Lataussäädin, kytkennät

Victron



Akku

Aurinkopaneeli(t)

Sulaketaulu ja sähkönkuluttajat. Syväpurkauksenesto: ulostulo katkeaa, kun akku tyhjenee. **Tehokas invertteri kiinni suoraan akkuun!**

Lataussäädin, toiminnot

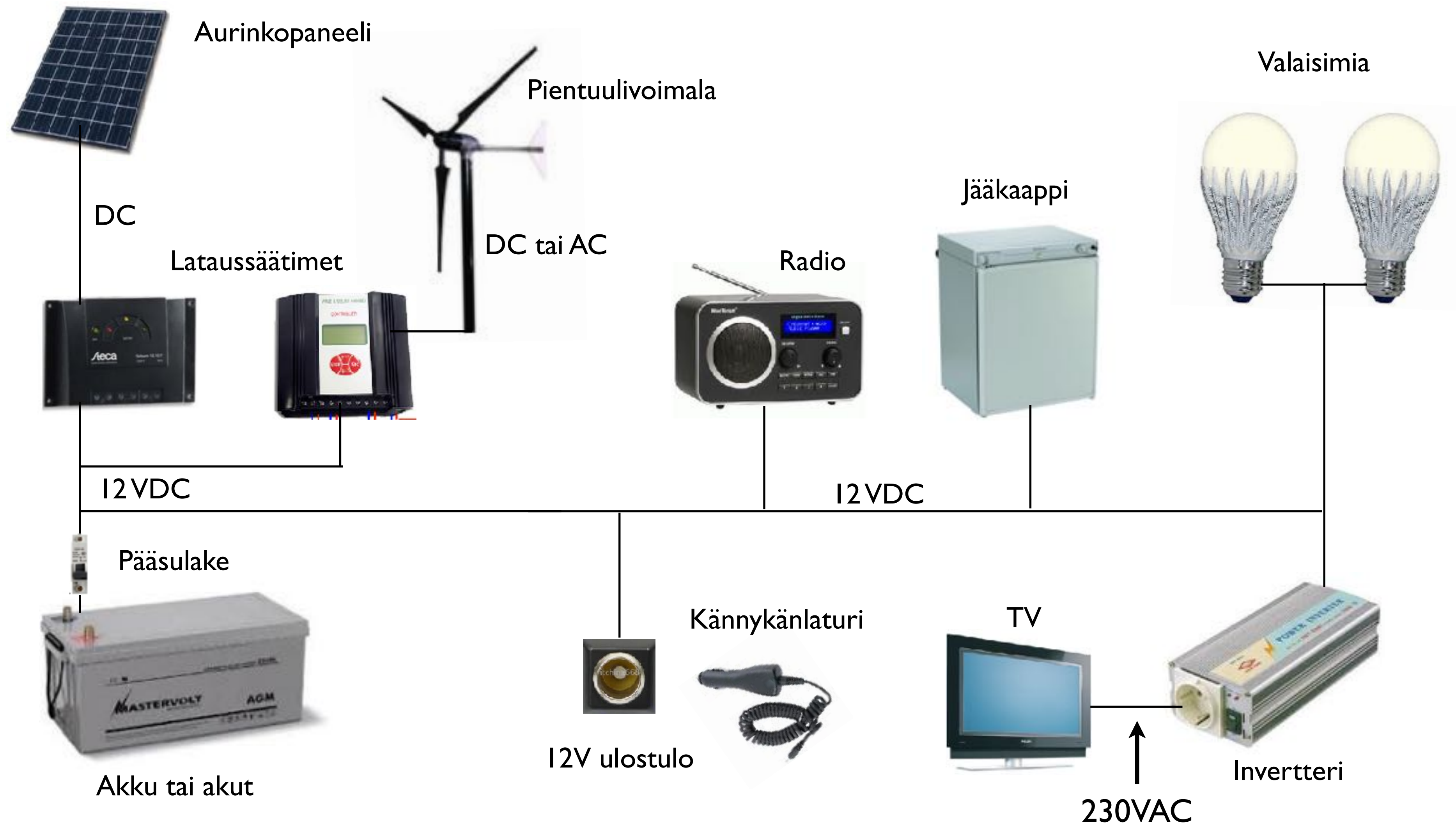


Lataussäädin, toiminnot





ESIMERKKI MÖKKISÄHKÖJÄRJESTELMÄSTÄ



Verkköjännitettä tuottava järjestelmä

Huom!
Ei ole kuluttajan
itse asennettavissa

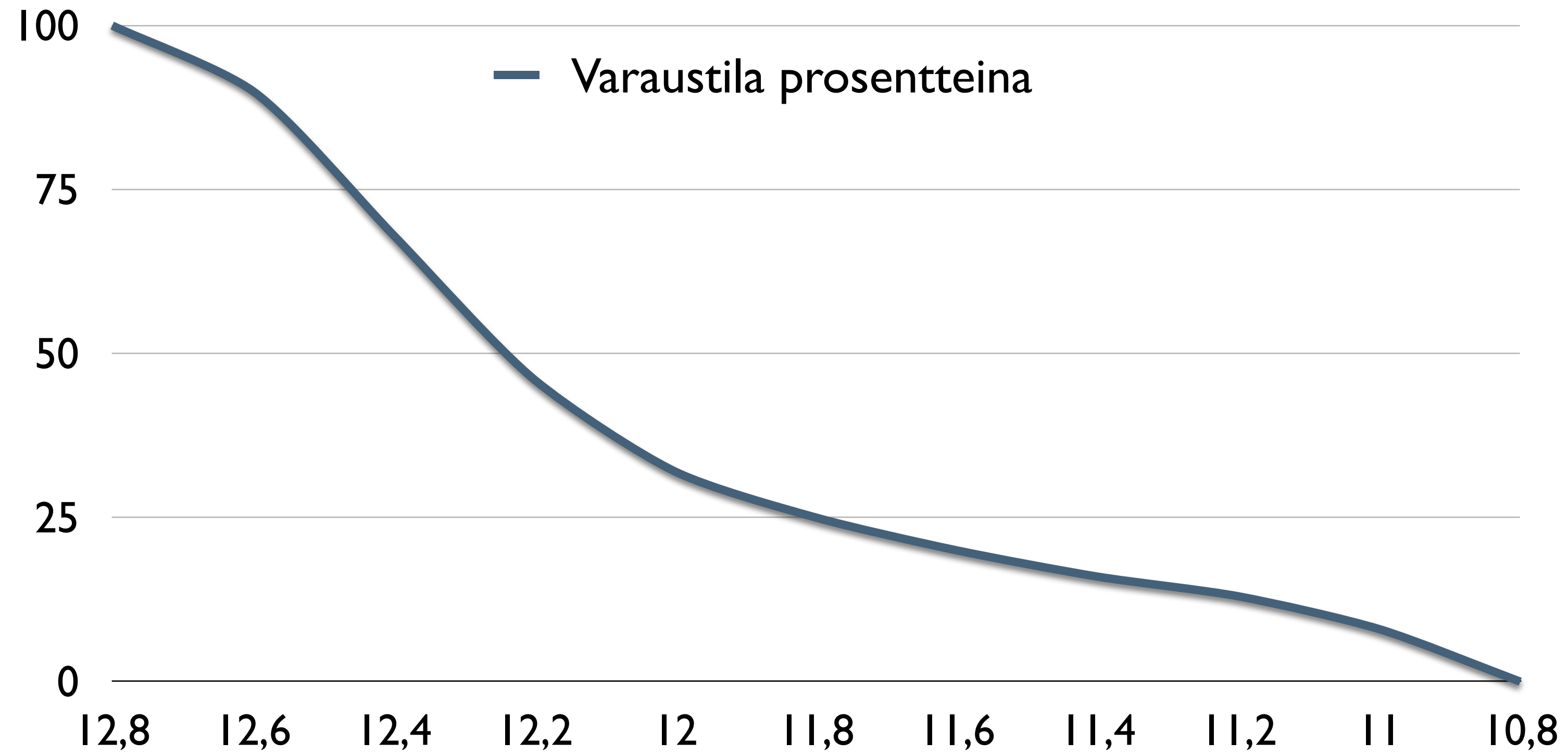


AKUT



- Massa / energia -suhteella ei ole juuri merkitystä toisin kuin vaikkapa sähköautokäytössä
- Mökkijärjestelmissä käytetään vielä pääosin **lyijyakkuja, AGM-akkuja**
- Tavallisia auton käynnistysakkuja ei tulisi käyttää, koska tekninen käyttöikä jää lyhyeksi
- Käynnistysakku on suunniteltu antamaan lyhyesti isoja virtoja lyhyesti eikä sovellu sykliseen käyttöön rakenteensa vuoksi kuten mökillä on tarpeen

AKUN VARAUSTILAN ARVIOINTI JÄNNITTEEN PERUSTEELLA



Akun jännite

MITOITUS



Sähköntuotanto



Vähän kulutusta

Paljon kulutusta



Varastointi,
akkujen määrä



Tasainen kulutus

Suuria kulutuspiikkejä, esim.
viikonloppukäyttö

TEHO JA ENERGIA

- Tehon yksikkö on watti W
(tai kilowatti, megawatti)
- Energian yksikkö on wattitunti Wh
(tai kWh eli kilowattitunti)



1 watti!



1 wattitunti!



1000 wattituntia = 1 kWh!

Esimerkkejä tehosta (W=watti)

Kännykänlaturi	5 W
Televisio	30 - 300 W
Kannettava tietokone	30 - 120 W
Kiuas	6000 - 12000 W
Henkilöauto moottoritiellä	40000 W
Suihkuveden lämmittäminen	20000 W

Esimerkkejä energiasta

Kännykän akku	10 Wh
Auton akku	800 Wh
Teekupillisen lämmitys	23 Wh
Kilogramma puuta, lämpöarvo	4100 Wh
Litra bensiiniä, lämpöarvo	9000 Wh
Kerrostaloasunto kuluttaa päivässä sähköä	10000 Wh

JÄRJESTELMÄN MITOITUS:TUOTANTO

- Kaikkien käytettävien laitteiden kulutus vuorokaudessa lasketaan yhteen
- Yksikkönä wattitunti (Wh)
- Esim: 5 watin lamppu palaa 6 tuntia: $5W \times 6h = 30Wh$

Energiankulutuksia vuorokaudessa keskimäärin

Kännykkä	3 Wh
Kevyt LED-valaistus, muutama valopiste	20 Wh
Runsas LED valaistus	80 Wh
Pieni 12V taulu-TV, 2 tuntia / päivä	100 Wh
Vedenkeitin, 1 litra / päivä	120 Wh
Imuri, puolen tunnin imurointi kerran viikossa	120 Wh
Kannettava tietokone, 3 tuntia / päivä	150 Wh
Mikroaaltouuni, 10 minuuttia / päivä	150 Wh
Kahvinkeitin, 5 kuppia / päivä	200 Wh

Runsas LED valaistus, myös halogeeneja ja ulkovaloja	200 - 400 Wh
Iso taulu TV tai kuvaputki-TV, 2 tuntia / päivä	150 - 300 Wh
12V Jääkaappi	200 - 500 Wh
230V Jääkaappi	300 - 700 Wh
Uppopumppu, 1 tunti päivässä	500 Wh
12V vesipumppu talouskäyttöön	50 Wh
Stereot	100 Wh
Hiustenkuivain, 10 min /päivä	350 Wh
Ilmalämpöpumppu	3600 - 48000 Wh

Mökkilaskuri saatavilla: kysy!

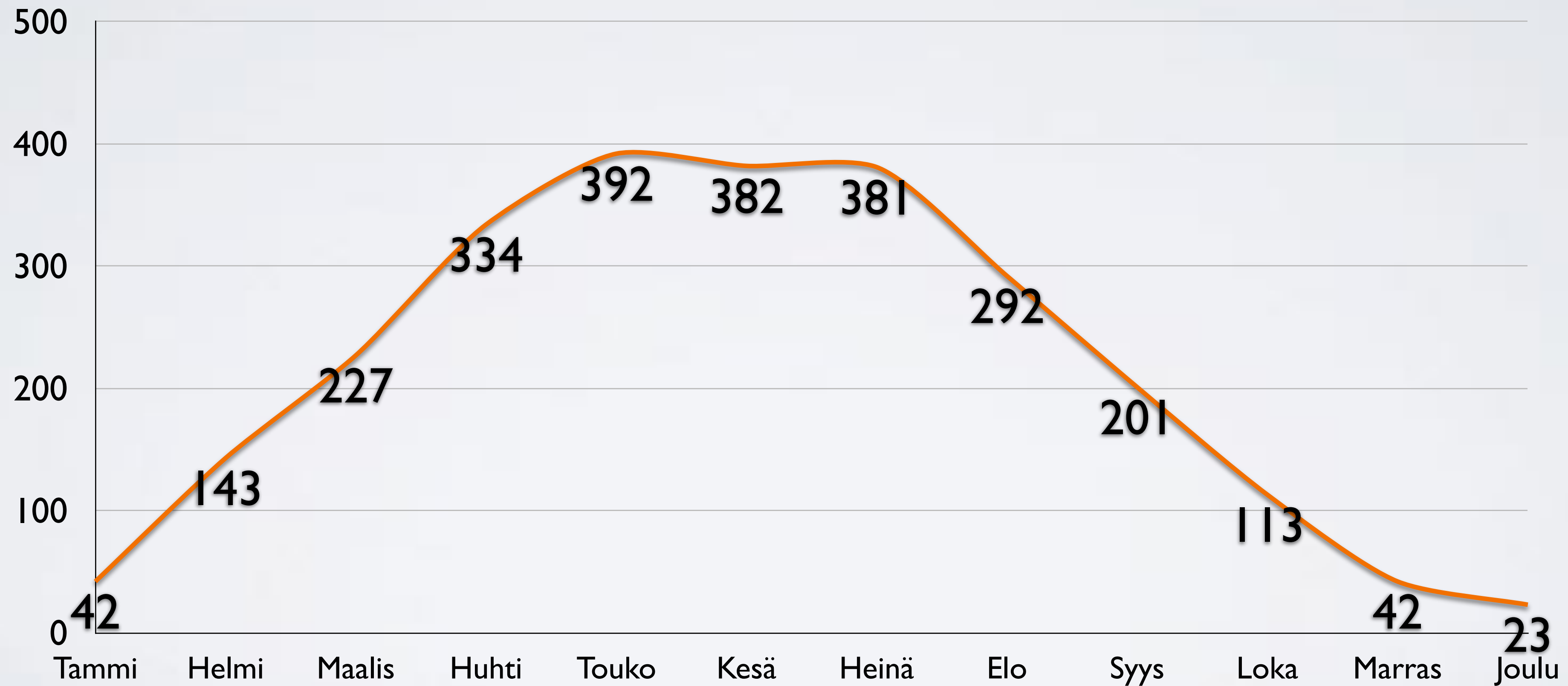
JÄRJESTELMÄN MITOITUS:TUOTANTO

- Saatu vuorokausikulutus muunnetaan aurinkopaneelitehoksi (ja/tai tuulivoimatehoksi)
- Käyttäen tuotantoarvioita ja huomioiden vuodenajan vaihtelut (seuraavat kalvot)
- Ylimittoittaen vaikkapa 50% - varmuuden vuoksi!

Aurinkopaneelin sähköntuotanto

100 Watin paneeli asennettuna Etelä-Suomeen 35 asteen kulmaan ja kohti etelää

Wattituntia vuorokaudessa keskimäärin

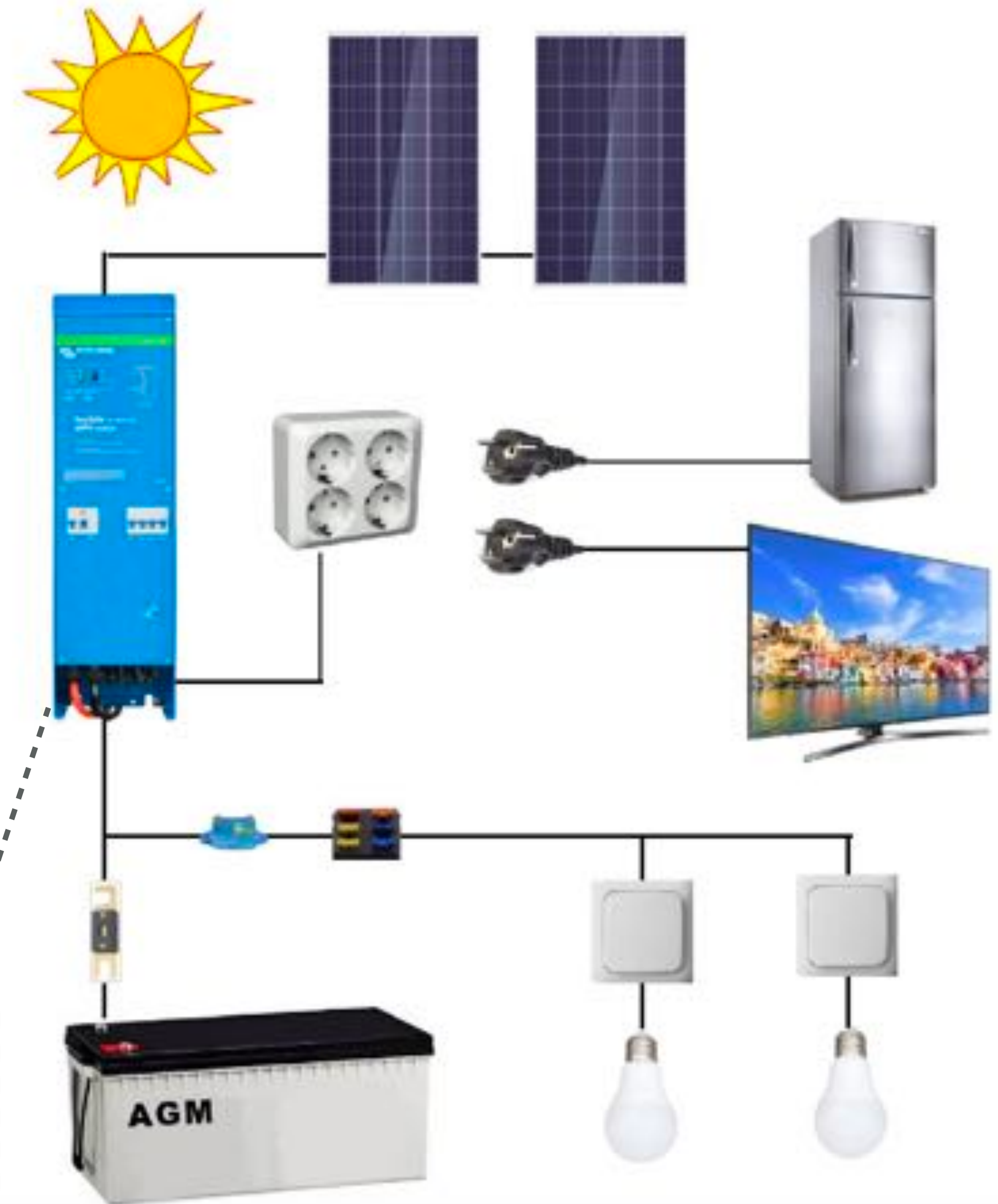


Tyypillinen mökkivoimala

Victron easysolar 1600 keskuslaite
1-2 akkua (200Ah 12V)
2 aurinkopaneelia
Pistorasiat ja valopistorasiat.

Hintaluokka asennettuna: 5000 eur.

Optio



Solarvoima OY



victtron energy

ready (green)
charge (yellow)
alarm (red)

ON
OFF
CHARGE ONLY

Battery charge: power-on
Load control: transfer switch



EasySolar 100|1600|70V MPPT 100|50

Maximum charge current: 50A (power-on)

Battery charge controller
Maximum charge current: 50A; Maximum PV voltage: 70V

Before charging and the operation, it is better to fully understand the operation, safety and handling of the connection to the battery. Additionally, it is better to fully understand the operation and safety of the operation during charging. Charge and use it with care.

CE



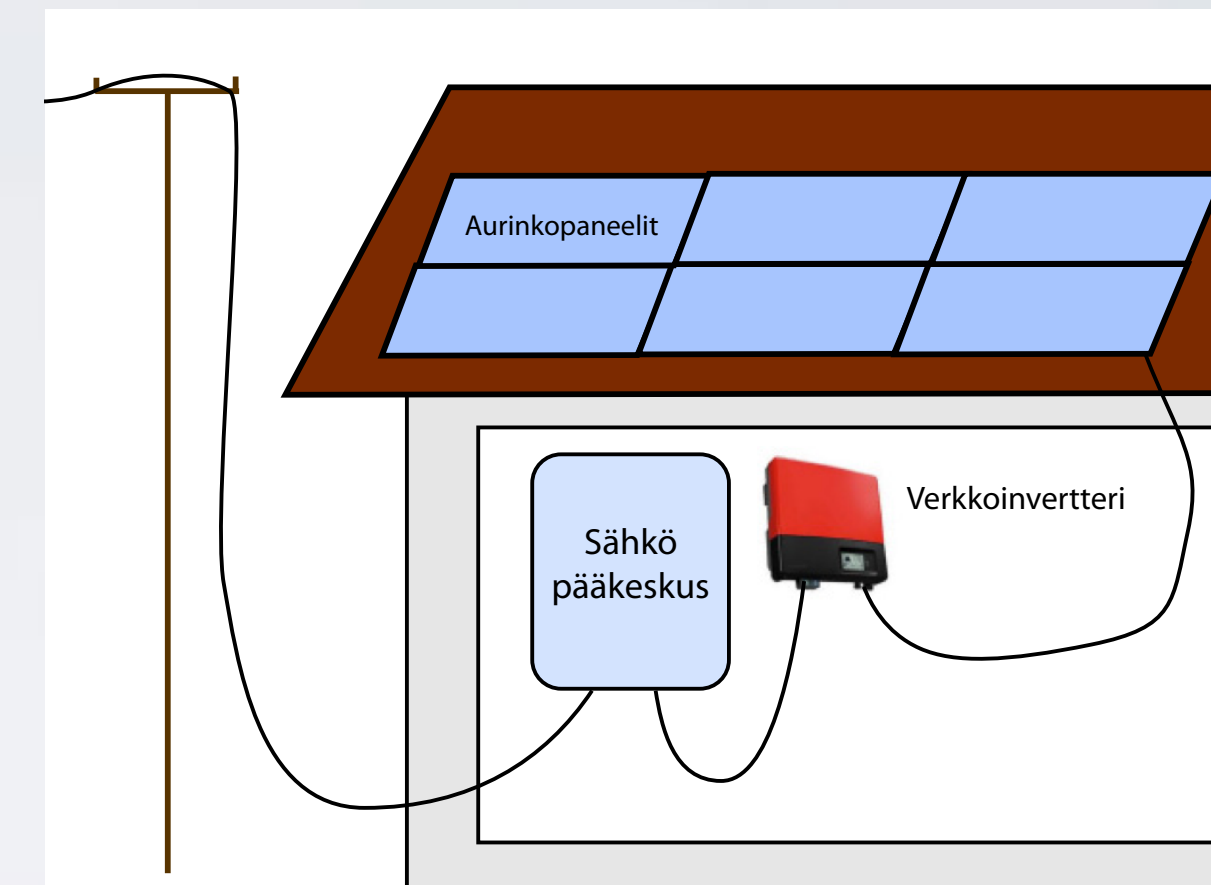
Input



Batt+ Batt- Load+ Load-

KIINTEISTÖJÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE - VERKKOON LIITETTY VOIMALA

- Aurinkopaneelit tuottavat tasavirtaa
- Verkkoinvertteri muuttaa tasavirran vaihtovirraksi ja synkronoituu verkkoon sekä huolehtii suojauksista
- Verkkoinvertteri kytketään sähköpääkeskukseen tai ryhmäkeskukseen.
- Tuotanto menee pääasiassa omaan kulutukseen ja toissijaisesti sitä myydään verkkoon



AURINKOSÄHKÖN TALOUDELLISUUS - SIMPPELI MALLI

- **Omakotitalon tyypillinen voimala on nimellisteholtaan 8 kilowattia, tuottaa 6500 kWh vuodessa ja kokonaishinta asennettuna 8000 euroa**
- **Esimerkiksi sähkön kokonaishinnalla 0,15 eur / kWh, tuottaa vuodessa 975 euroa jos korvaa ostosähköä.**
- **Korkokustannus ja sähkön hintakehitys huomioimatta, takaisinmaksuaika 8 vuotta**
- **Voimaloiden tekninen käyttöikä 30 vuotta.**



Solarvoima

SEURAAVAT JUTUT!

- **Sähkön varastointi** kiinteistötasolla
- hintakehitys vielä rajumpi kuin aurinkopaneeleissa!
- Taloyhtiöiden aurinkosähkö -
hyvityslaskenta eli **energiayhteisö**
- **Perovskiitti** eli seuraavan sukupolven aurinkosähkö





Molempia löytyy kirjastosta tai kirjakaupasta.





- Janne Käpylehto
janne.kapylehto (at)
solarvoima piste fi
- www.solarvoima.fi

SOLAR VOIMA