

LÄHIENERGIAN MURROS KIINTEISTÖISSÄ: AURINKOSÄHKÖ, SÄHKÖN VARASTOINTI JA PIENTUULIVOIMA

Janne Käpylehto

Tietokirjailija, keksijä
Kehitysjohtaja, Solarvoima OY

18.4.2023



• Janne Käpylehto KUKA OLEN?

- Keksijä, tietokirjailija
- Energia-alan sarjayrittäjä
- TV-juontaja (YLE)
- Työskennellyt NASAlla



<https://www.youtube.com/user/jibjorkl/videos>



SOLAR VOIMA

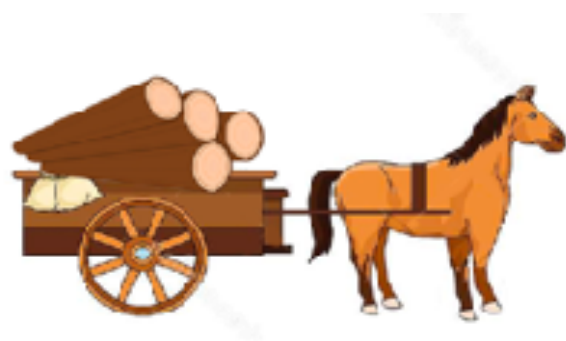
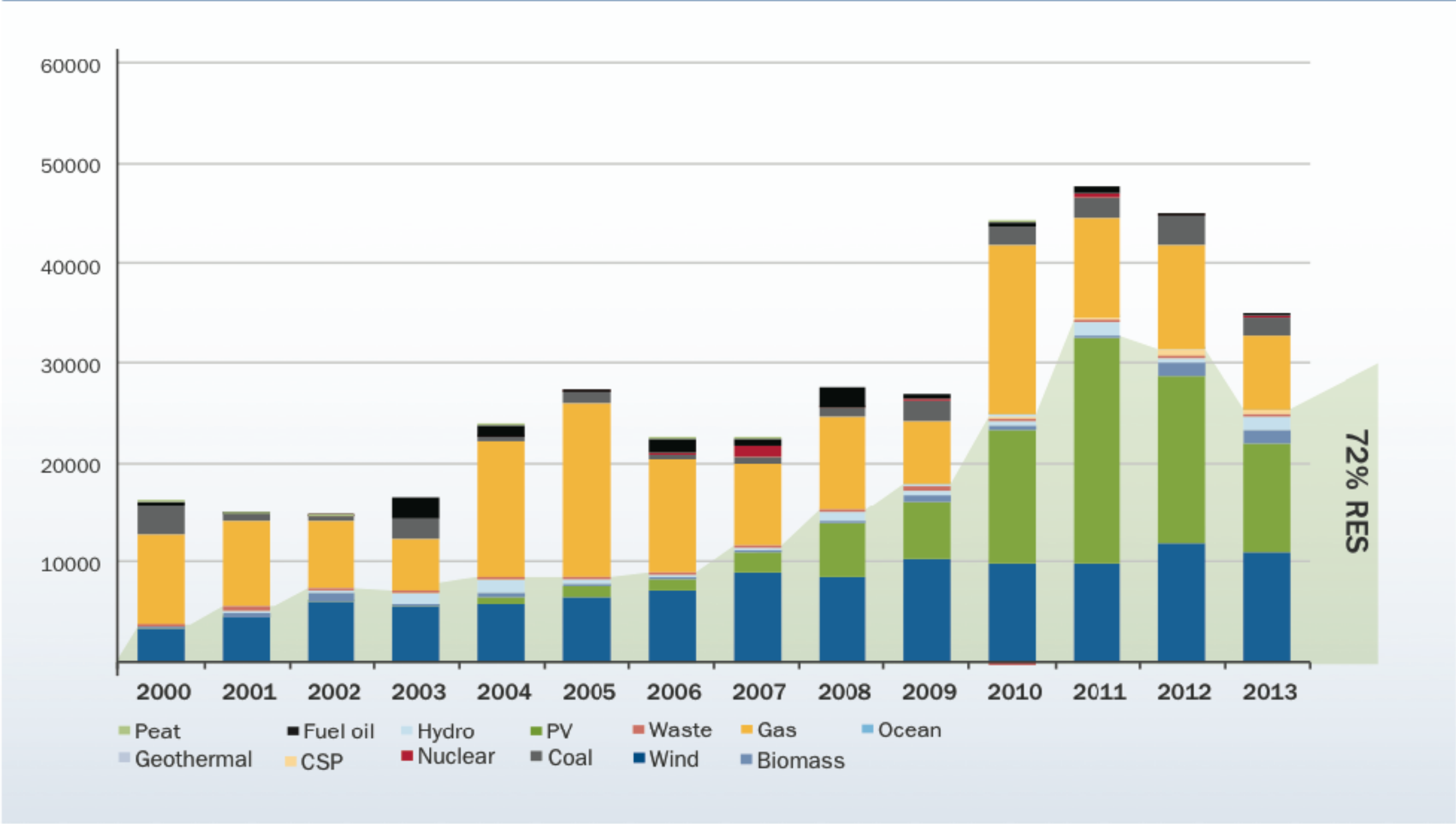






FIGURE 2.1: INSTALLED POWER GENERATING CAPACITY PER YEAR IN MW AND RENEWABLE ENERGY SHARE (%)



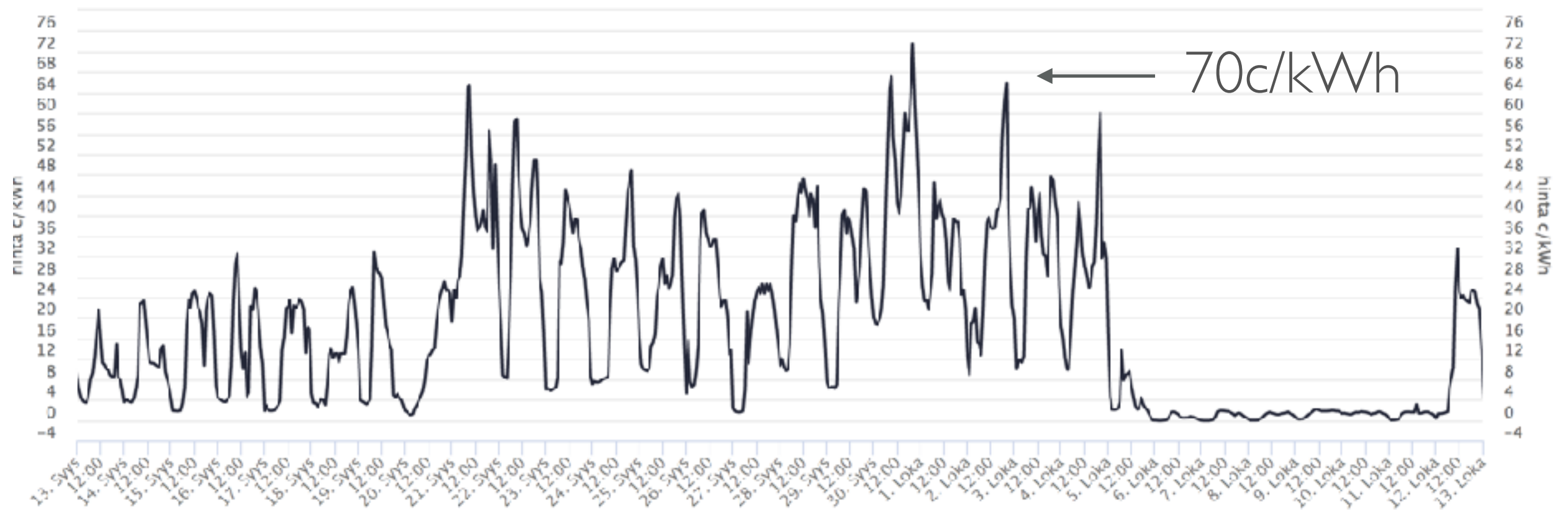
SÄHKÖN HINTA TULEVAISUUDESSA

- Venäjän tuonti on lakannut, myös ruotsin kehnot ydinvoimalat ja pohjoismaiden vesitilanne vaikuttavat hintaan.
- Olkiluoto3 tulee vaikuttamaan rajusti. Toimiiko laitos?
- Pidemmällä aikavälillä - fiksuja investointeja on jäänyt tekemättä, kun Fennovoiman ydinvoimalaa on odotettu - ja nyt Hanhikivelle tuli vain parakkeja ja Suomen komein mökkitie
- Yö- ja päiväsähkön hintaero ollut hetkittäin valtava - jopa tuhatkertainen!

Appendix I: SPOT -electricity price history

FEB -23	8,019	c/kWh
JAN -23	7,867	
DEC -22	24,633	
NOV -22	19,514	
OCT -22	11,367	
SEP -22	21,466	
AUG -22	26,148	
JUL -22	18,433	
JUN -22	13,991	
MAY -22	13,284	
APR -22	7,932	
MAR -22	8,634	
FEB -22	8,105	
JAN -22	10,655	
DEC -21	19,355	
NOV -21	8,575	
OCT -21	6,489	
SEP -21	8,924	
AUG -21	6,822	
JUL -21	7,874	
JUN -21	5,615	
MAY -21	4,595	
APR -21	3,674	
MAR -21	3,836	
FEB -21	5,716	
JAN -21	5,119	

SYYS-LOKAKUU



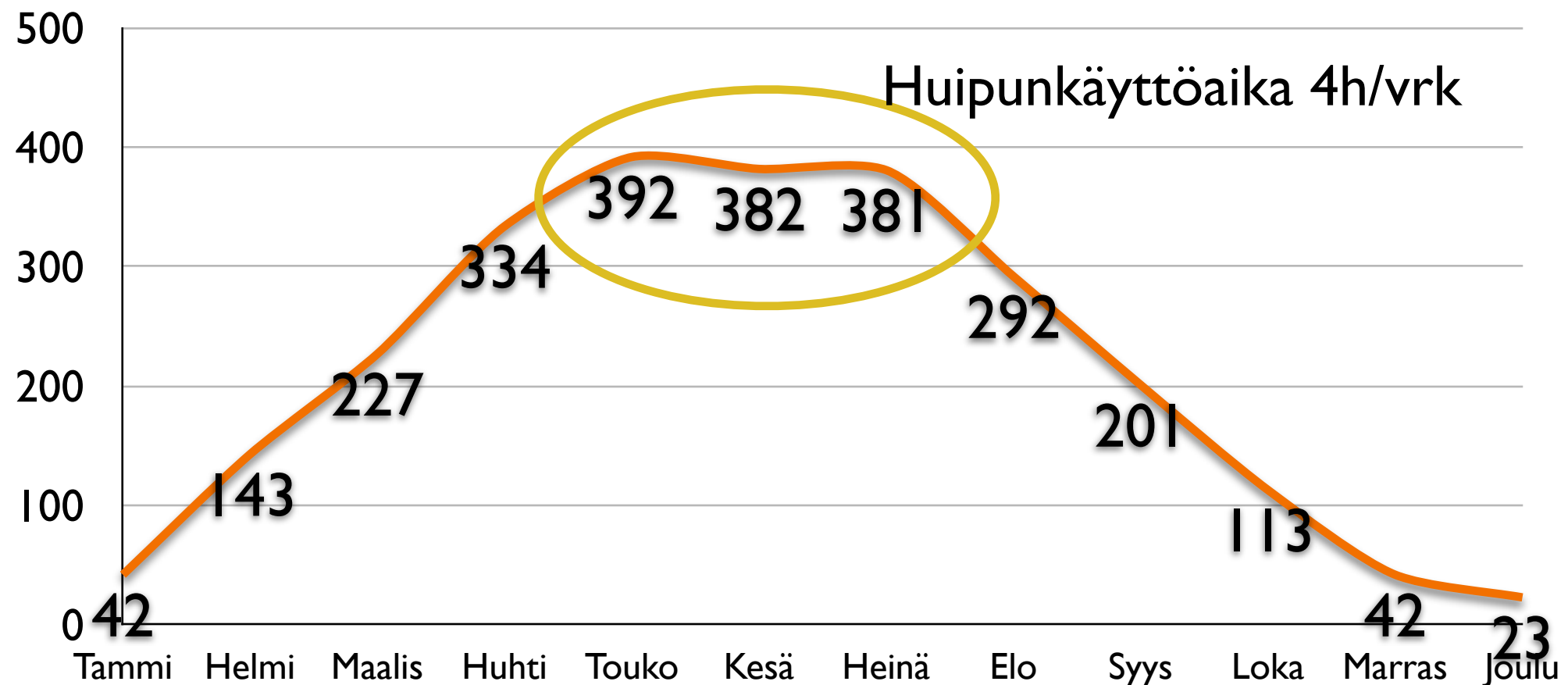
13.9.

13.10.

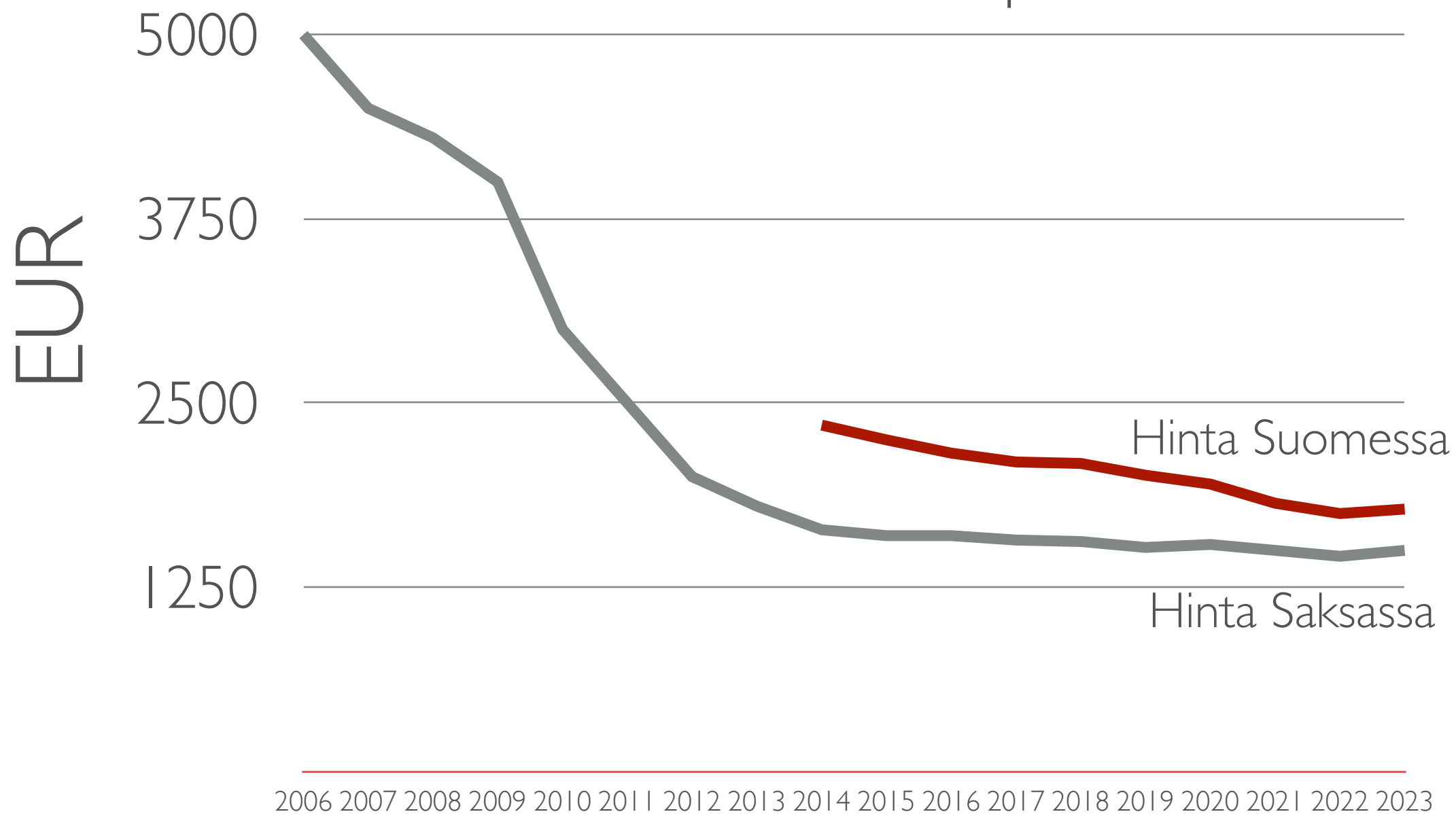
Aurinkopaneelin sähköntuotanto

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

Wattituntia vuorokaudessa keskimäärin

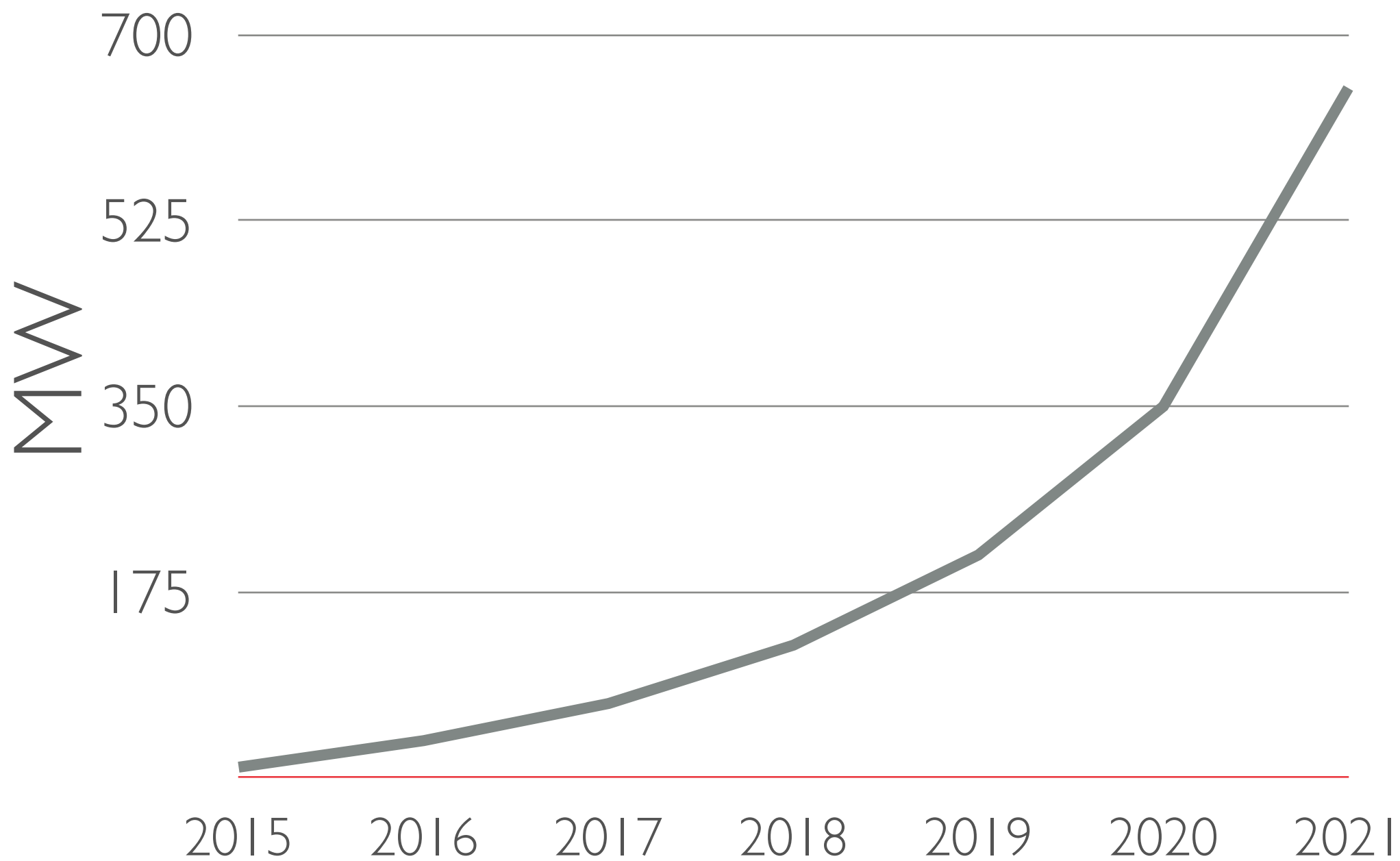


Omakotitalon aurinkovoimala asennettuna EUR / 1kW_{pv}



Lähteet:
Solarwirtschaft
Solarvoima OY

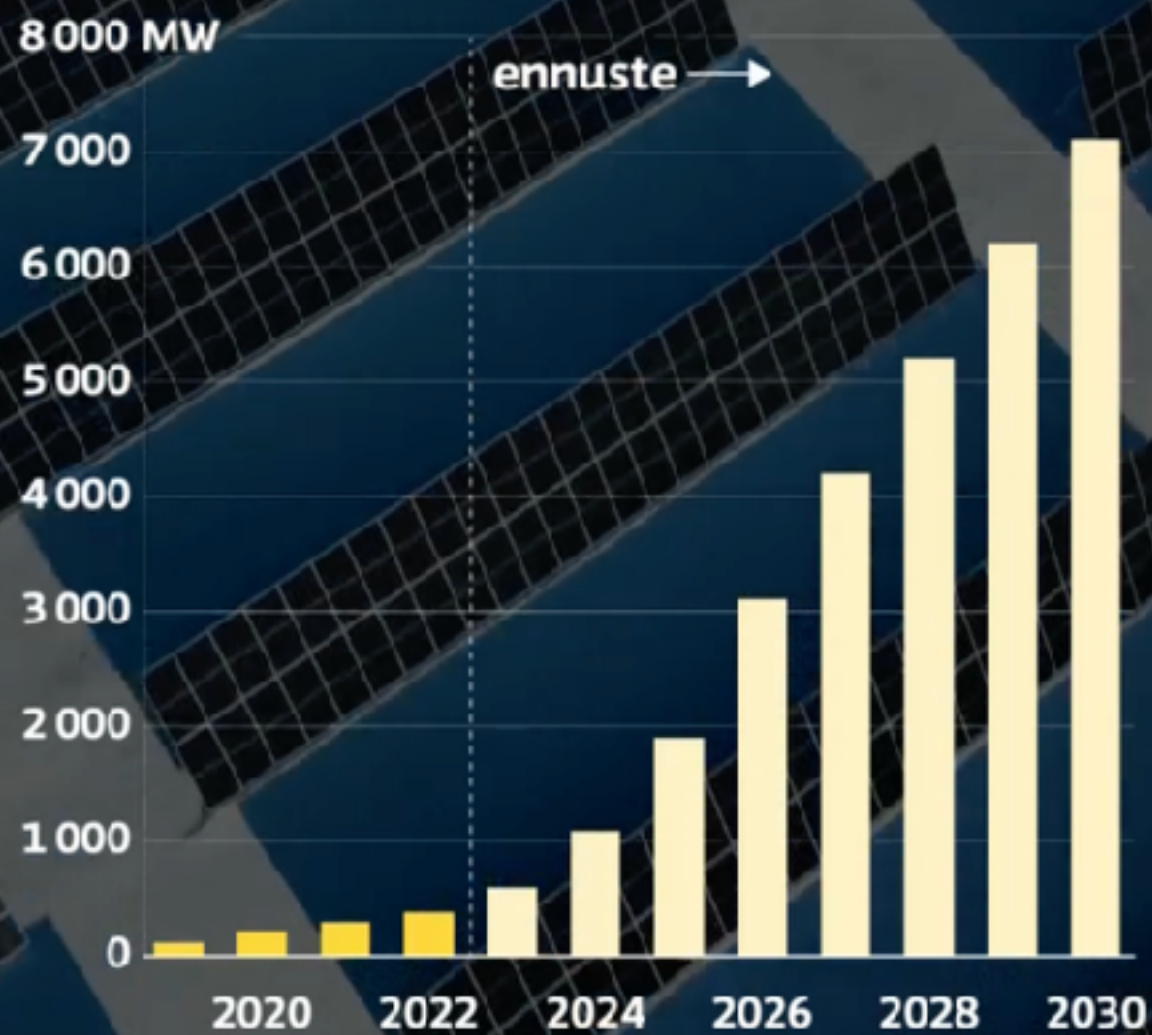
Asennettu kapasiteetti Suomessa



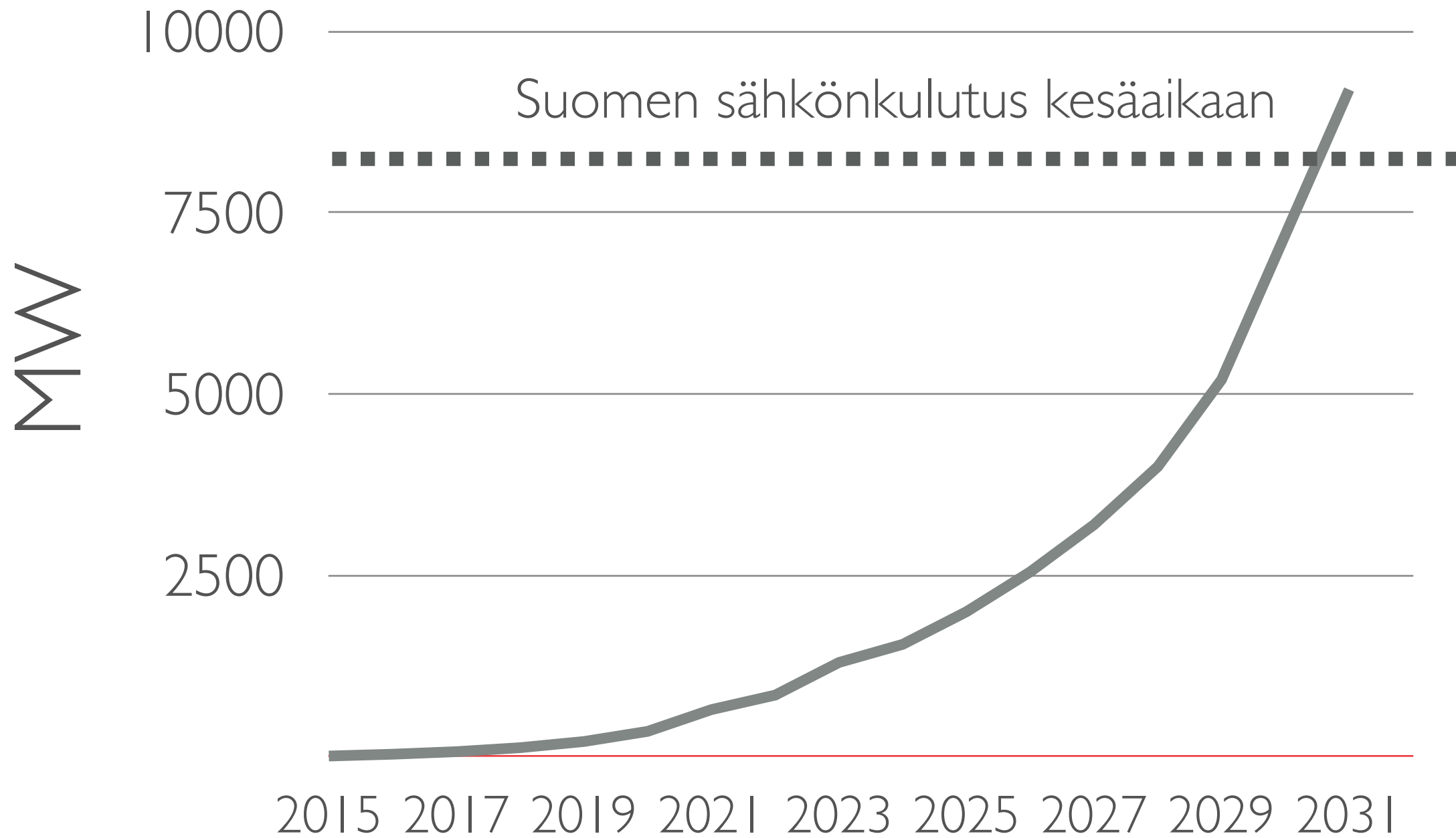
Lähteet:
Verkkoyhtiöt
YLE

Aurinkosähkön kapasiteetti yli kymmenkertaistuu

LÄHDE: FINGRID

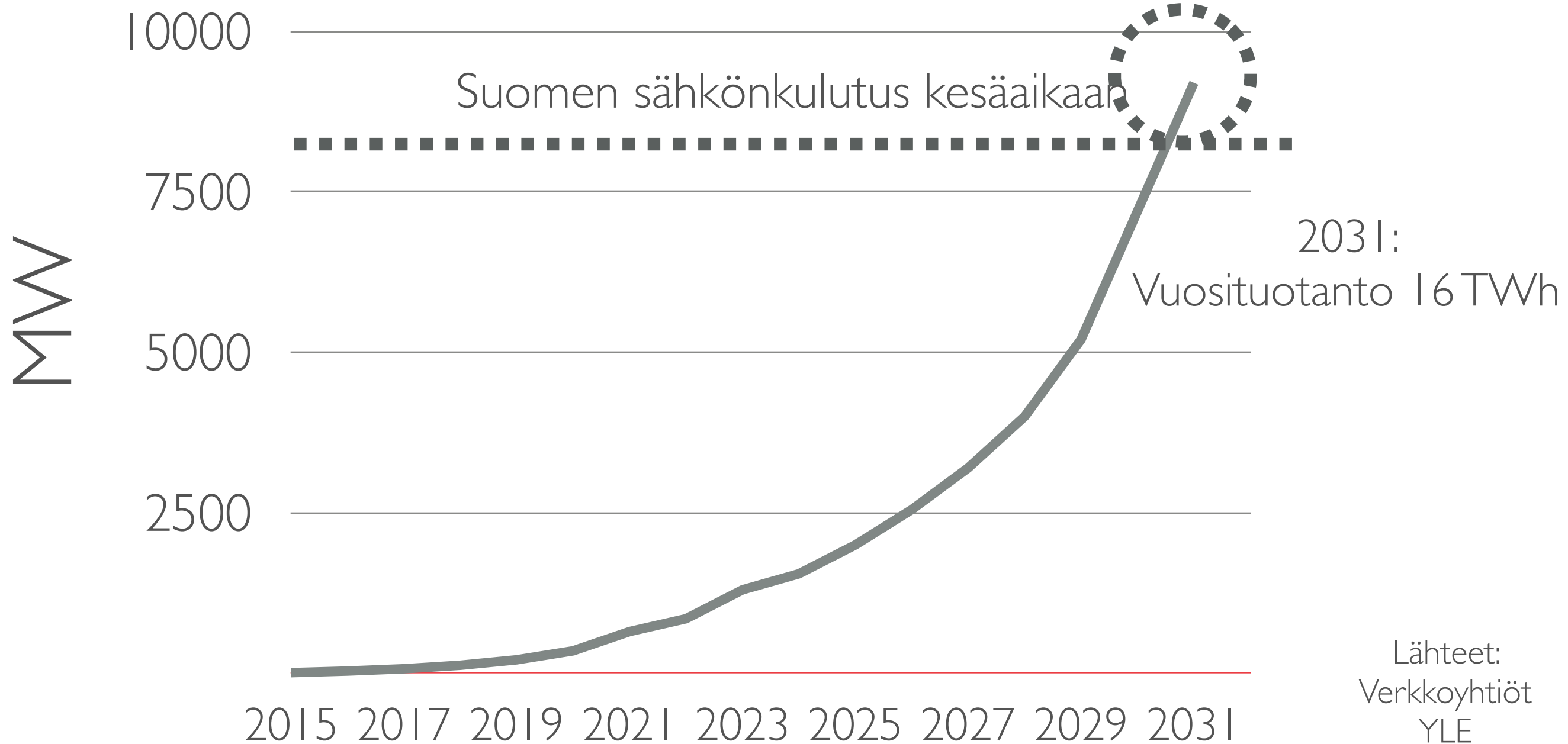


Asennettu kapasiteetti Suomessa



Lähteet:
Verkkoyhtiöt
YLE

Asennettu kapasiteetti Suomessa

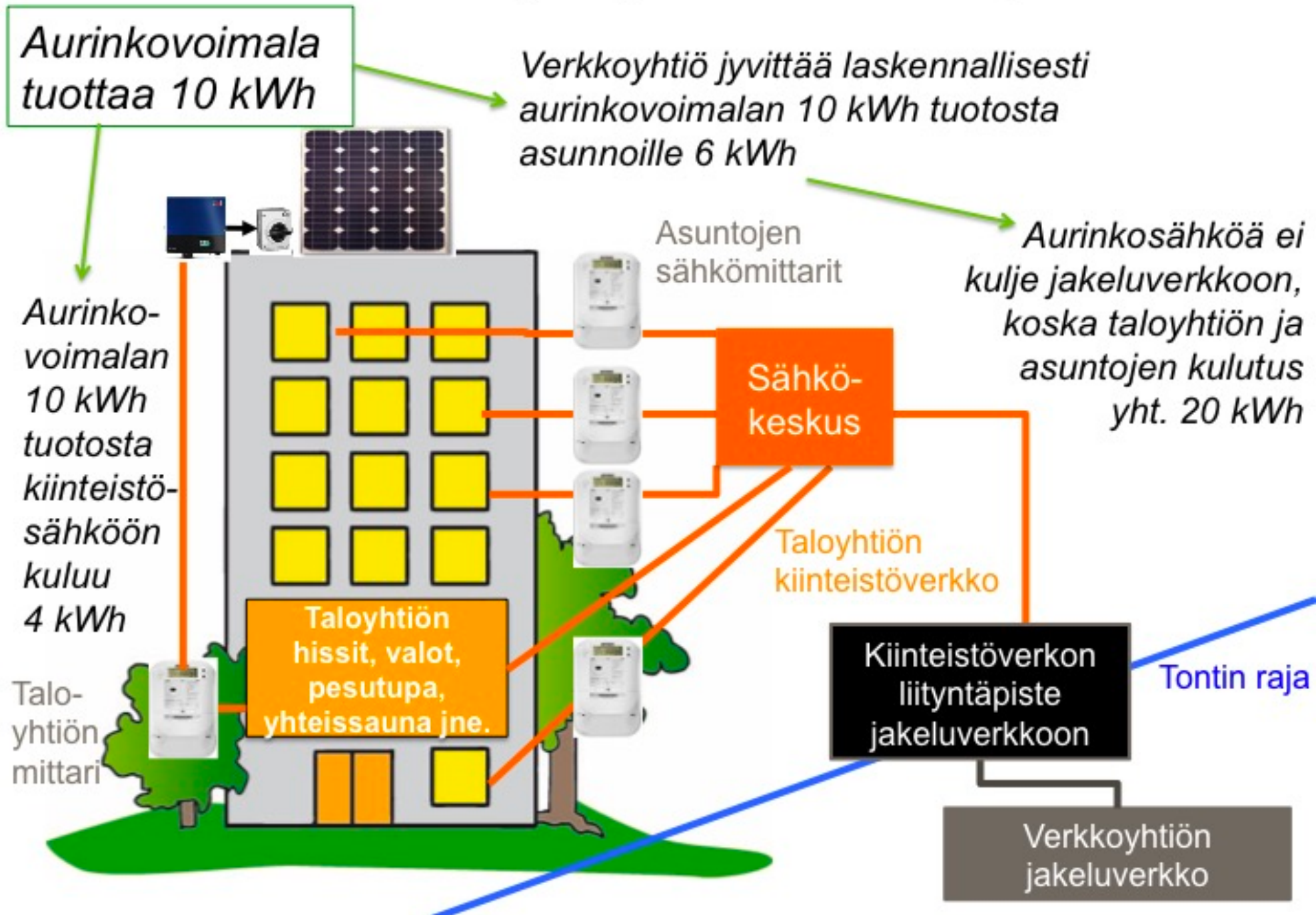


MUISTAKAA TYÖVOIMAPULA

- Ensi vuonna asennettaneen 1000MW!
- Se tarkoittaa:
 - Suunnittelijoita 30
 - (kokeneita) sähköreitä 200
 - Asentajia 1000!
- Sekä TTS että Metropolia on aloittanut jatkuvan aurinkosähköasentaja - koulutuksen.



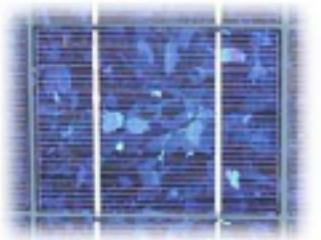
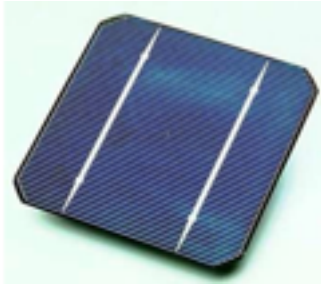
Aurinkosähkön hyvityslaskenta taloyhtiössä



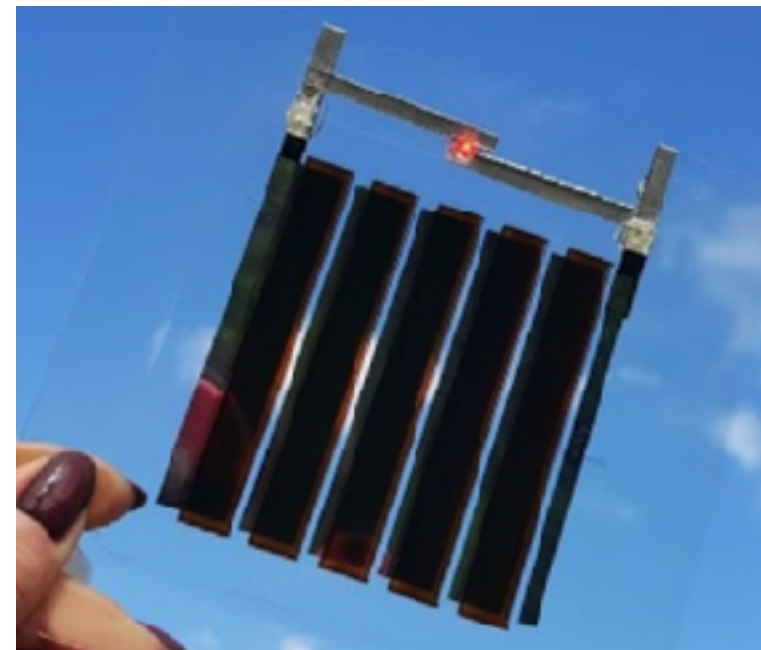
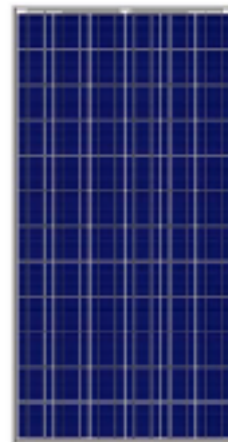
Perovskiitti

- Valmistus ei vaati tyhjiötä tai sulattamista!
- Teoriassa rajusti korkeampi hyötysuhde saavutettavissa
- Voidaan tulostaa
- Kehitysvaiheessa

Yksikide



Monikide





yle Uutiset Areena Urheilu Valikko

AREENA Ohjelmat Suorat TV-ops Audio LASTEN A

Mahtikoneita ja ilmastoaihmeita
Jakso 2: Printtaa omat aurinkopaneelisi

11 min 10.7.2021 100% 21/75 42046

Tehokkaasti valoa imevästä perovskitiistä valmistettava aurinkopaneeli on merkittävin tekijä aurinkosähköntuotannossa vuosikymmeniä. Se muuntaa energiantuotannon ja rakentamisen vallankumoukselliseksi tavalla, kun aurinkopaneelit voidaan nyt ostaa kattevasti printtillä. Aikakoneita ei voi enää rakentaa vain materiaaleista.

LINKIT JA ARTIKKELIT
Tuotetaan ko tehokasta aurinkopaneelia koltta seinää, kattoihin ja ikkunoihin? — Suomi on aurinkosähkönsä rakentamisen edelläkävijä, nyt ketilys. Juhana Puron
Myyntitiedot

Lisää suosikiksi

<https://areena.yle.fi/1-50334046>

Pientuulivoima

- Nimellisteho yleensä alle 200 kW.
Pääasiallinen käyttö sähkölle on hyödyntää se omassa kiinteistökokonaisuudessa
- Kesämökit, omakotitalot, maatilat.

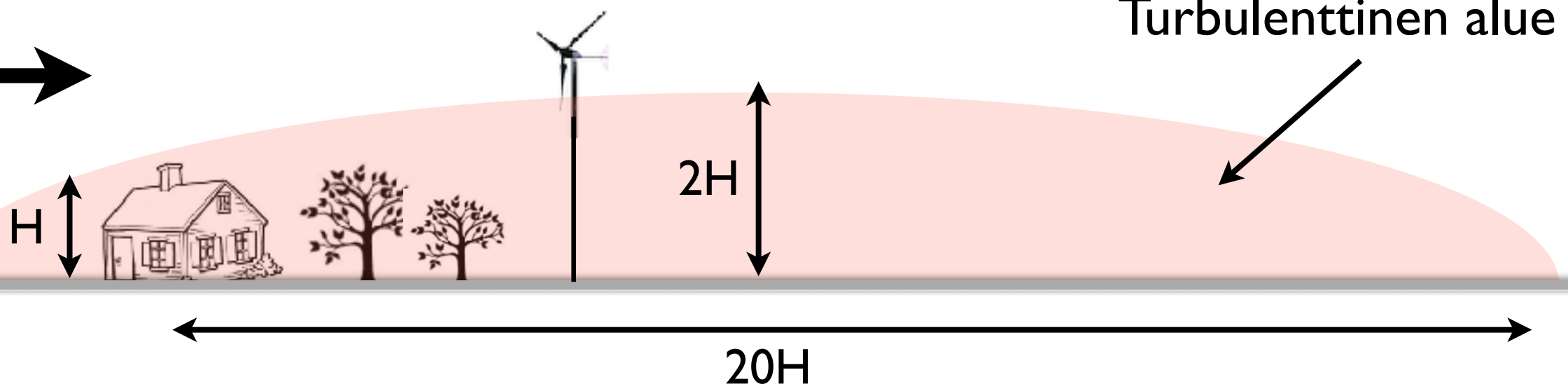


Pientuulivoima on harvinaista, koska..

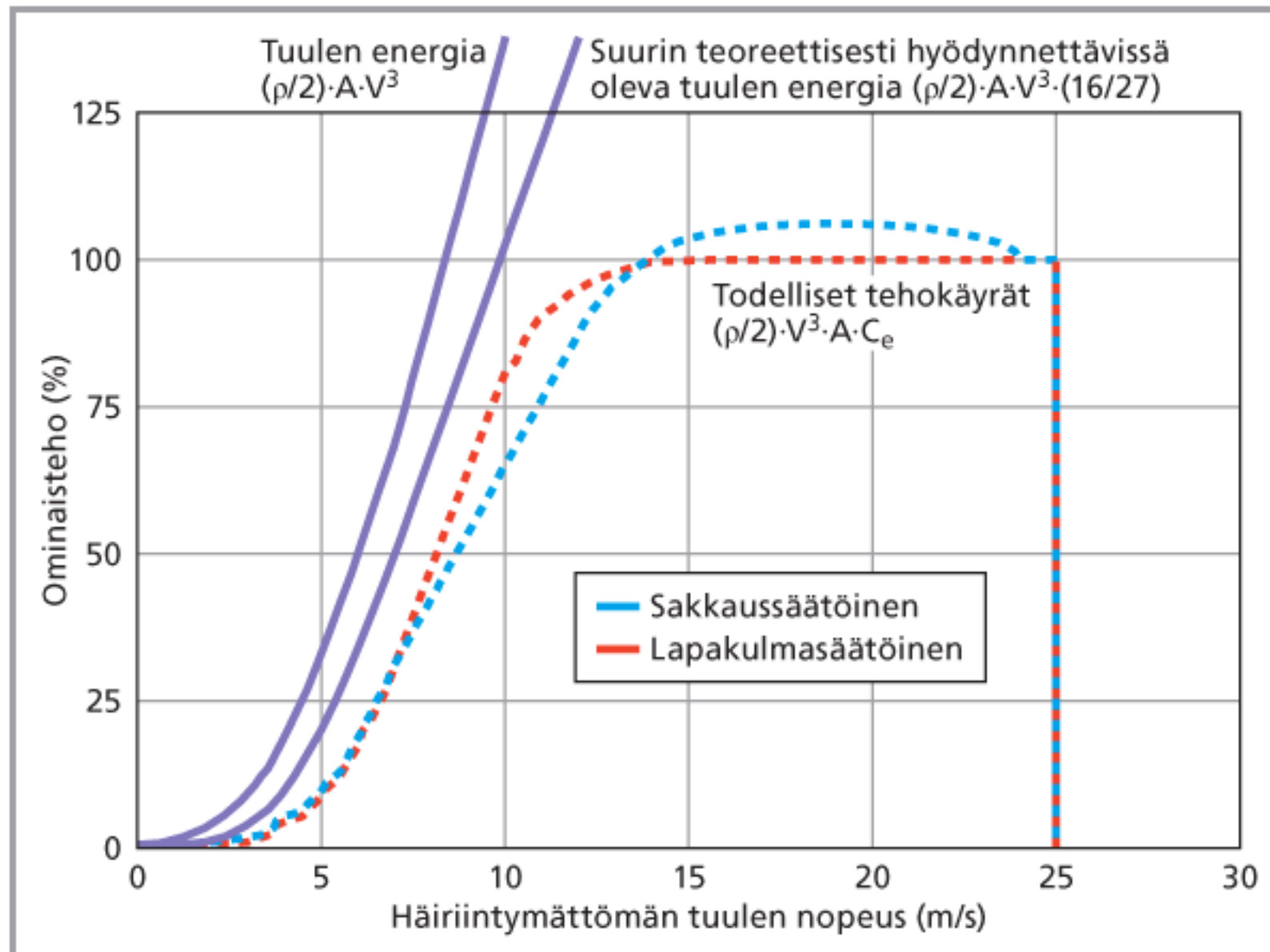
- Tuotantohinta eli tuotetun sähkön hinta tulee korkeaksi.
- Voimaloissa on teknisiä luotettavuushaasteita.
- Voimaloita on asennettu aivan liian mataliin mastoihin - johtaen surkeaan tuotantoon.
- Toisin kuin teollisessa tuulivoimassa, saavutettavan vuosituotannon arviointi on epätarkkaa.
- Valmistajat ja myyjät esittävät pientuulivoimaloista aivan poskettomia lupauksia vuosituotannolle.

Tuulen suunta

Turbulenttinen alue



Tuulivoimalan tuotanto



Teoreettinen
maksimiteho

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

ρ Ilman tiheys

A pyyhkäisypinta-ala

V tuulen nopeus

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

Pieni vs suuri

- Aurinkosähkö saavuttaa kohtuullisen tuotantohinnan voimalan koosta riippumatta. (OKT vs suuri kenttäasennus)
- Tuulivoimassa: koolla on väliä. Teollinen tuulivoima, yhdessä auringon kanssa - on tuottanut edullisinta energiaa jo vuosia.

Milloin pientuulivoima voi olla käyttökelpoista?

- Hyvätuulisessa paikassa esimerkiksiulkosaaristossa, kohteessa jossa tarvitaan sähköä off-grid -olosuhteissa ympäri vuoden - vaikkapa tukiasemasovellukset
JA vaihtoehtokustannus sähkölle on korkea.
- Maatilakäytössä, muutaman sadan kilowatin voimala - esimerkiksi käytettynä hankittuna
- Harrastajan itse toteuttamana voidaan saavuttaa sekä taloudellista että muuta hyötyä, jos mm. mastotöitä voi toteuttaa edullisesti.



Oittisten tilan tuulivoimala

- **Nimellisteho 225 kW**
- **Valmistaja Vestas**
- **Napakorkeus 52 metriä**
- **Lapojen halkaisija
29 metriä**
- **Vuosituotanto 200000 –
250000 kWh**

Omakotitalokokoluokan voimalat eivät kannata: laskentaesimerkki

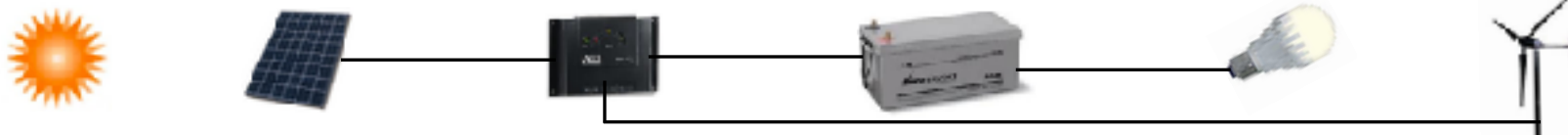
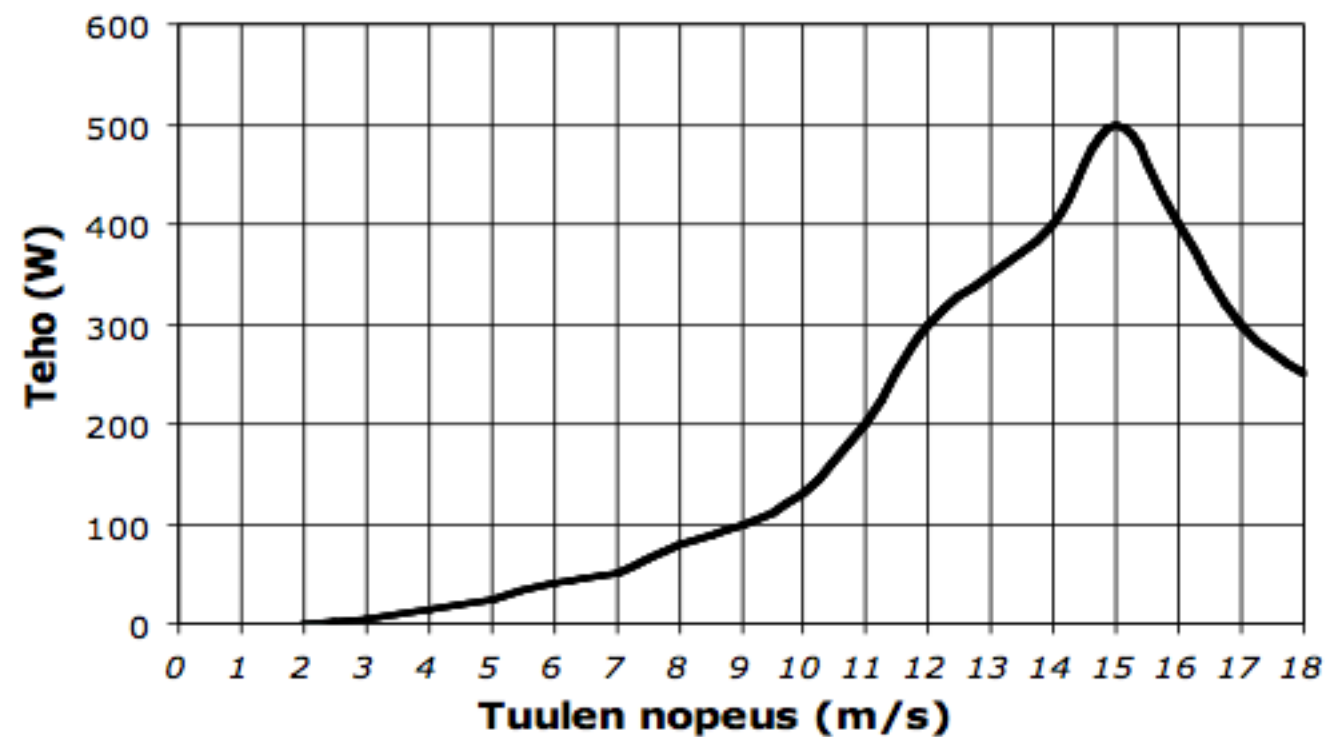
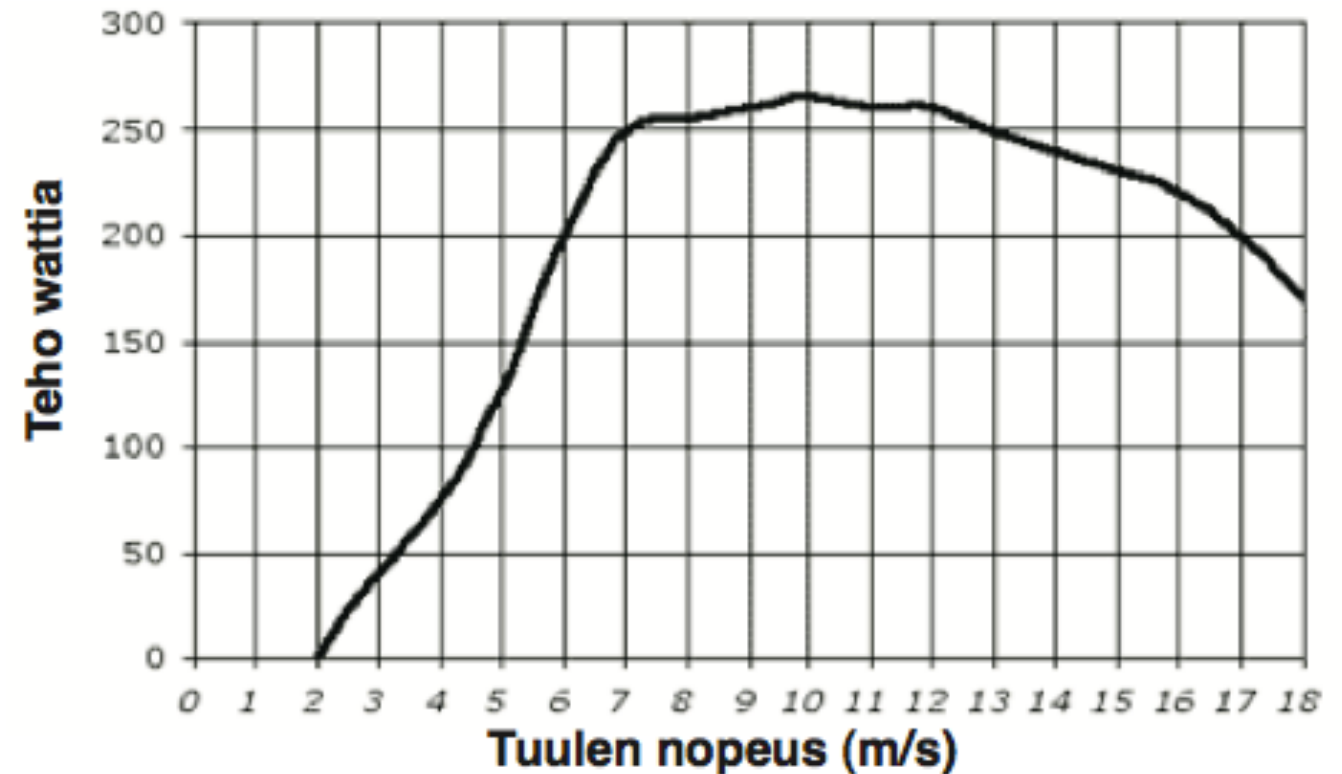
- Esimerkiksi 5kW nimellistehoinen 'OKT' voimala voi tuottaa vuositasolla asiallisessa asennuspaikassa 3000 kWh vuodessa - tyypillisessä asennuspaikassa vähemmän. Korvatestaan verkkosähköä, hyöty on noin 400 eur/vuosi.
- Tällainen voimala asennuksineen, mastoineen, verkkoinverttereineen on hintaluokassa 12000 - 20000 euroa.
- Pientuulivoimakäyttöön sopivia verkkoinverttereitä on hyvin vähän saatavilla tällä hetkellä.



Tuulivoimala 200 W

Kumpi tuottaa
enemmän sähköä
vuodessa?

Tuulivoimala 300 W

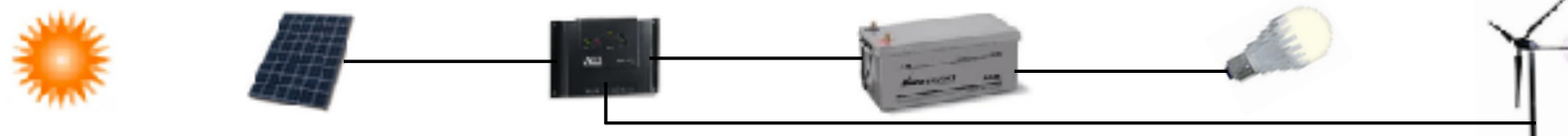




Nimellisteho:200W

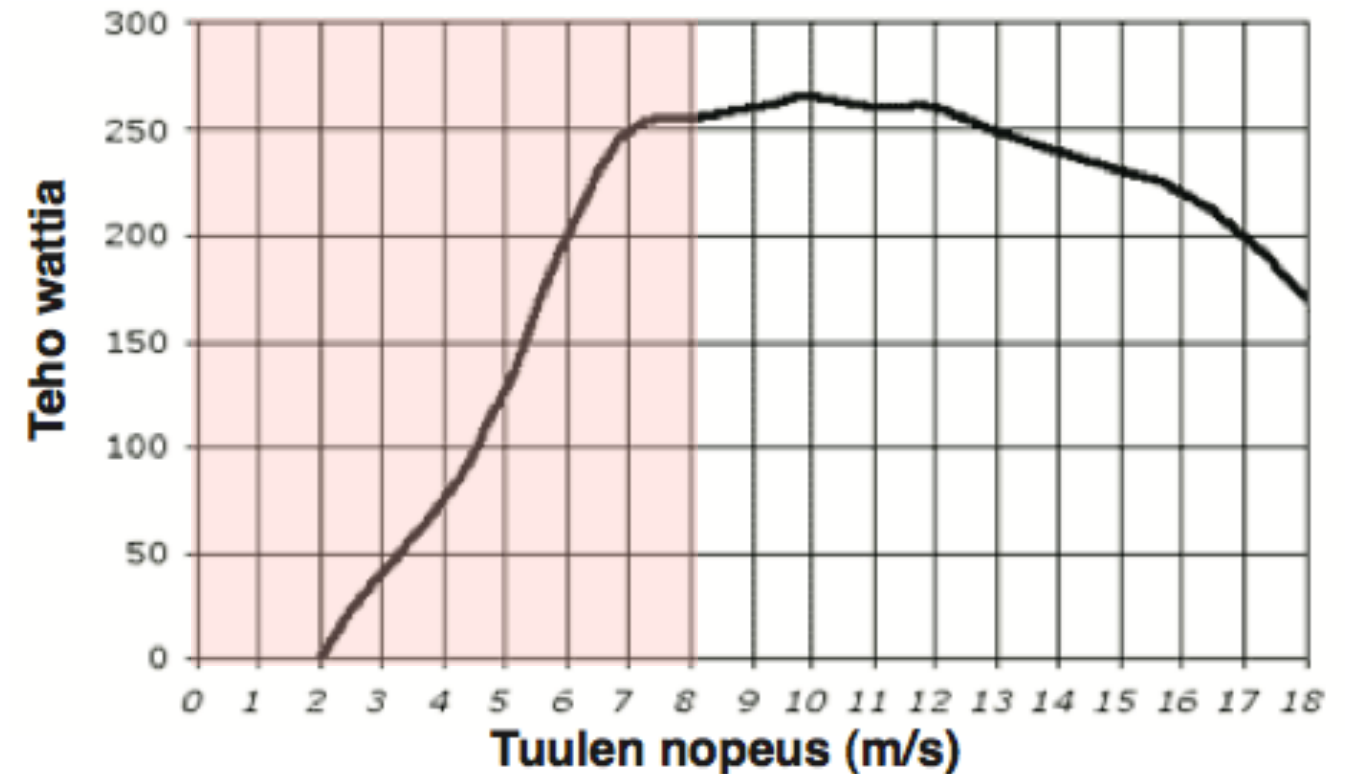


Nimellisteho:300W

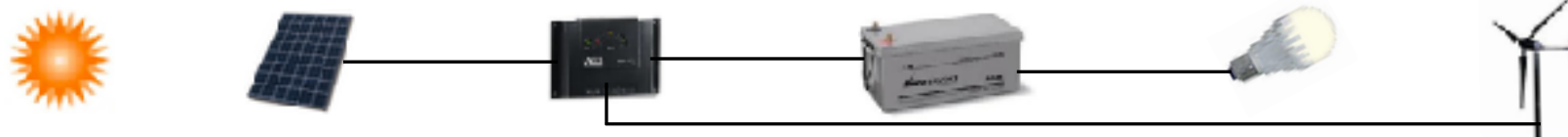
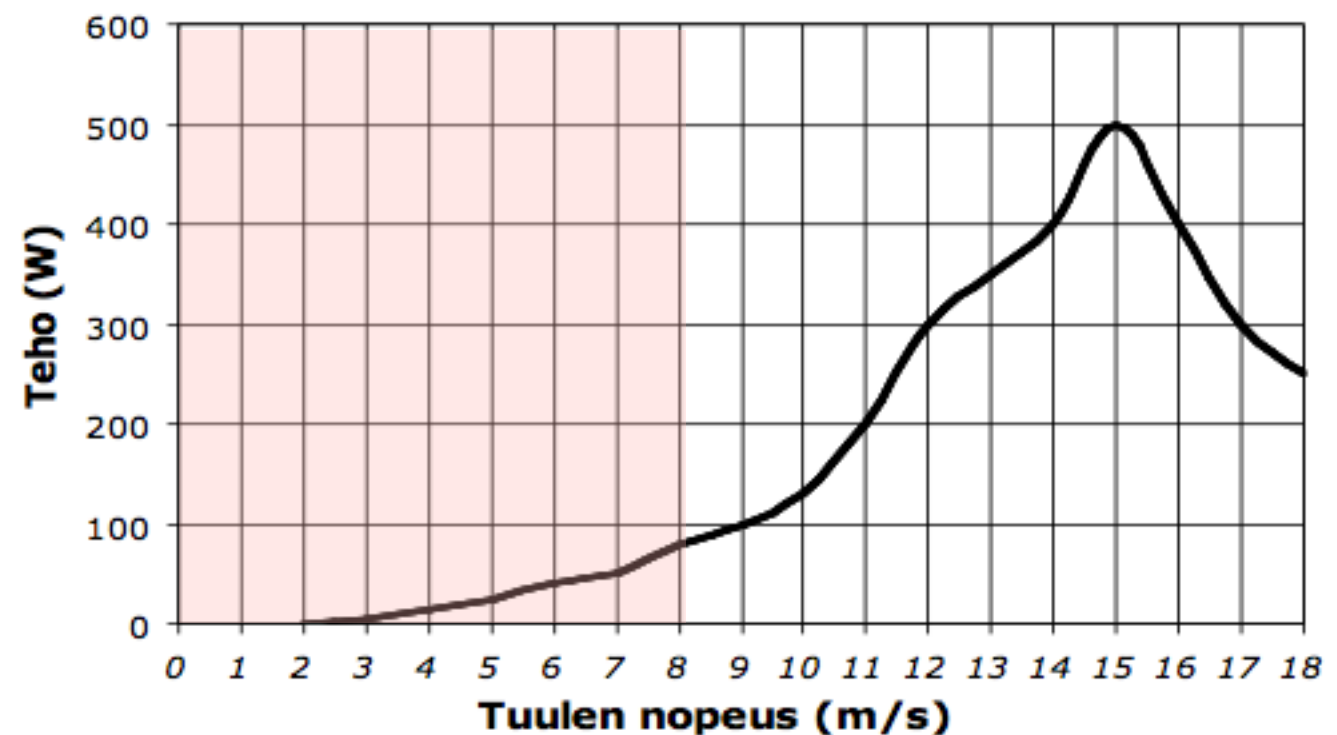


- Nimellisteho 200 wattia 6 m/s
- Lapojen halkaisija 2,1 metriä
- Pyyhkäisypinta-ala 3,5 m²

Pyyhkäisypinta-ala on suurin yksittäinen sähköntuotantoon vaikuttava tekijä!



- Nimellisteho 300 wattia 12 m/s
- Lapojen halkaisija 1,5 metriä
- Pyyhkäisypinta-ala 1,8 m²

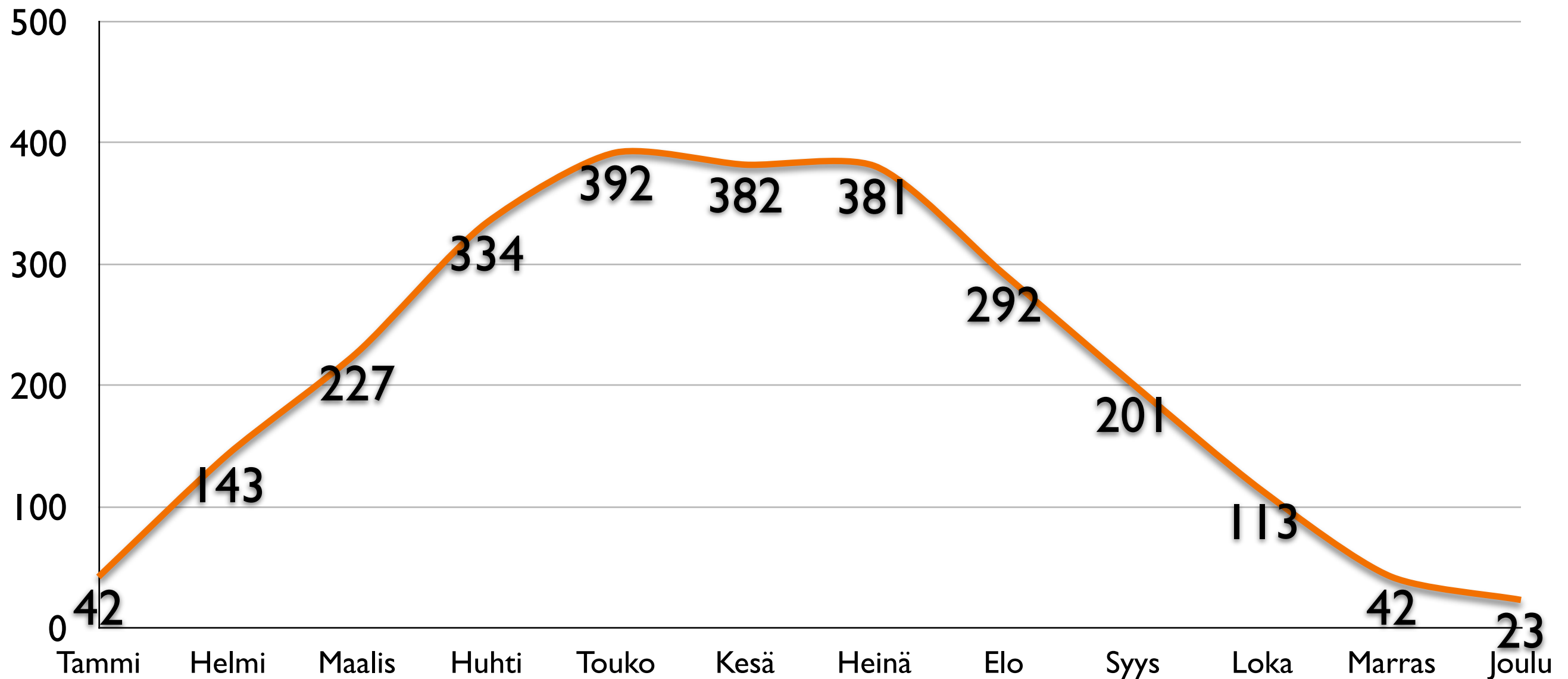


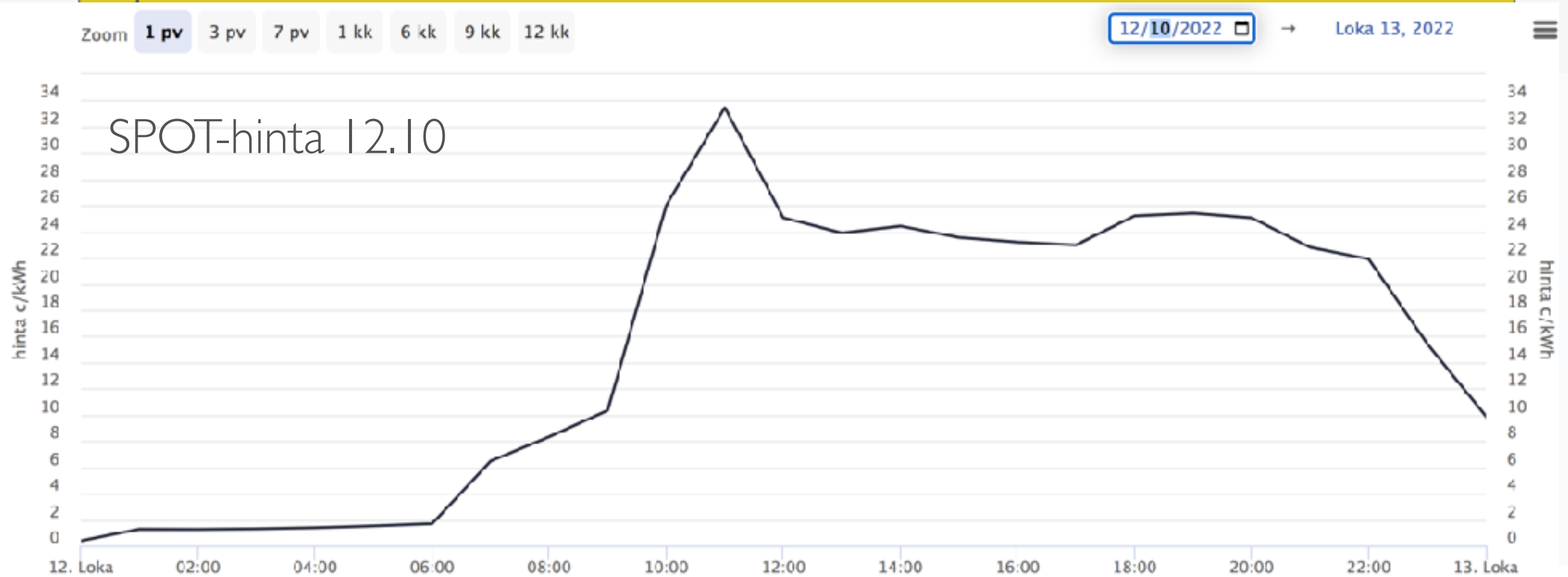
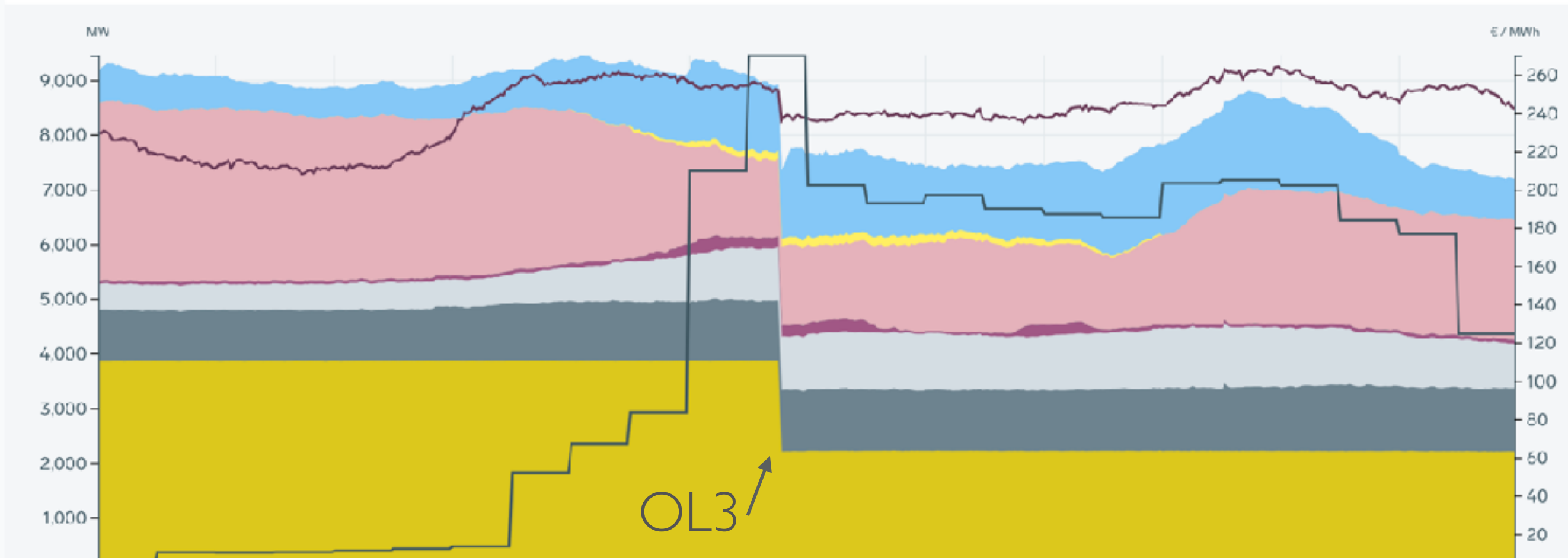
Sähkön varastointi

Aurinkopaneelin sähköntuotanto

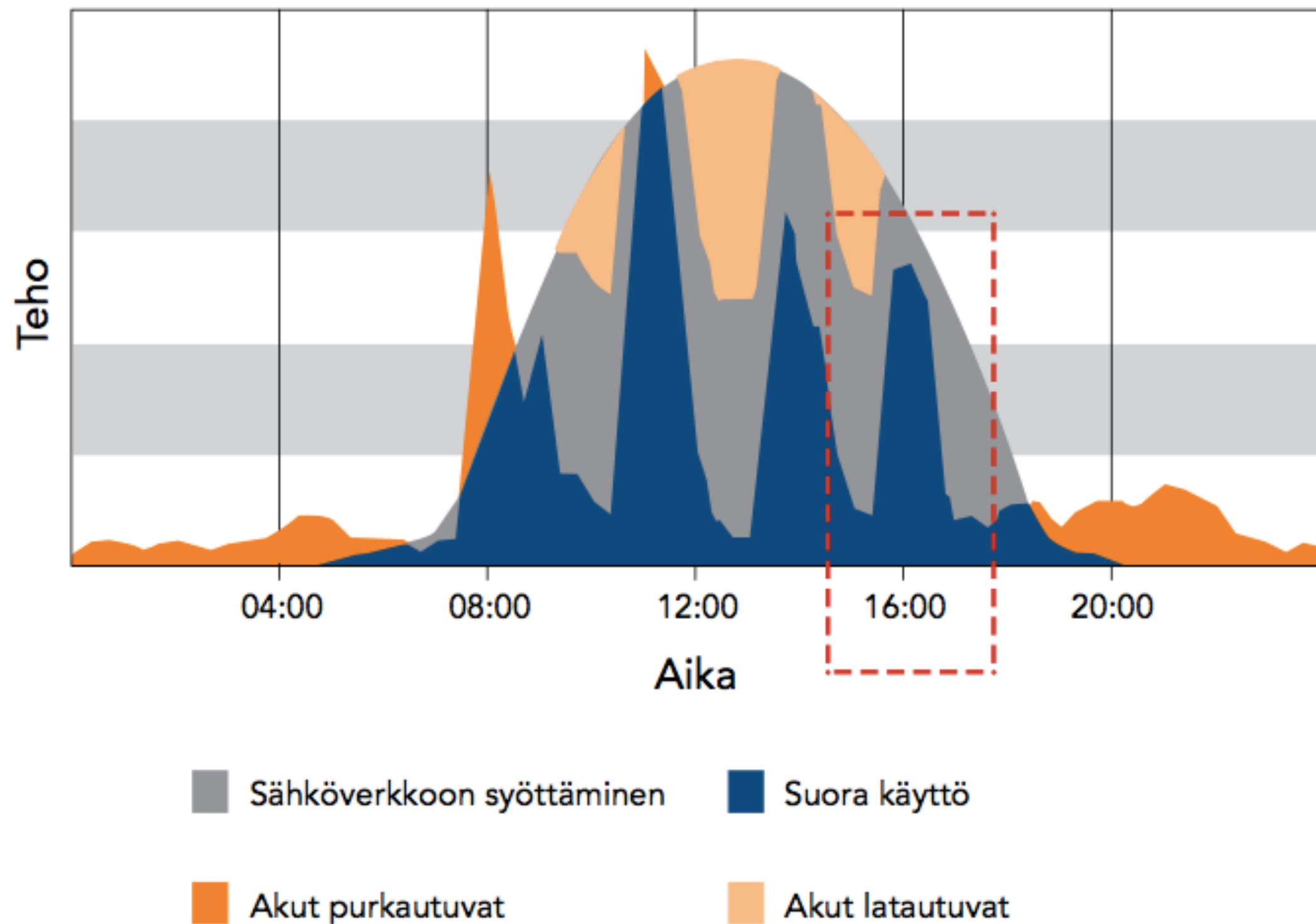
100 Watin paneeli asennettuna Etelä-Suomeen 35 asteen kulmaan ja kohti etelää

Wattituntia vuorokaudessa keskimäärin





Varastointi - periaate kiinteistössä



Miten hybridijärjestelmä liitetään?

- Tyypillisin liitântätapa on käyttää aurinkovoimalan hybridi -invertteriä
- Hybridi-invertteri mahdollistaa myös varavoimakäytön, laitteesta riippuen joko 1- tai 3-vaiheisena.
- Hybridi-inverttereitä asennetaan nyt jonkin verran tulevaisuuden päivitystä varten.



Rakentaminen käynnistyy lähivuosina

- Omakotikokoluokan 10kW akustojärjestelmä maksaa nyt asennettuna noin 6000 euroa.
- Jos osto-myyntisähkön hintaero on 5c/kWh ja osto-myynti -sykli (tai omatuotannon siirto) voidaan tehdä kerran päivässä, saavutetaan vuodessa noin 180 euron hyöty.
- 2022 loppuvuodesta päädyttiin aivan erilaisiin lukuihin: yö- ja päiväsähkön hintaero oli pahimmillaan 1000-kertainen!



Virtapankit - simppeli versio

- Oheisella virtapankilla toimii:
 - 10 watin LED-valaistus 100 tuntia
 - Kannettava tietokone 25 tuntia
 - Iso televisio 20 tuntia
 - Jääkaappi-pakastin 25 tuntia
- Ladattavissa verkosta tai auringosta.



www.gronzone.fi

SOLAR VOIMA

- 3000 toteutettua voimalaa Utsjoelta Ugandaan
- Omat asentajat, oma tuotekehitys
- Kaikki voimalatyypit
- Rajuin kasvu nyt: taloyhtiöt
 - **Hyvityslaskenta!**



KIITOS!

- Janne Käpylehto
janne.kapylehto@gmail.com
- www.solarvoima.fi

