

Aurinkosähköjärjestelmä maatilalle - mitoitus ja kannattavuus

Tietolinkki -hanke 28.1.2022

Jari Tikkanen

Energia-asiantuntija

ProAgria Keski-Pohjanmaa

p. 0400 162 147

Jari.tikkanen@proagria.fi



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Tietolinkki

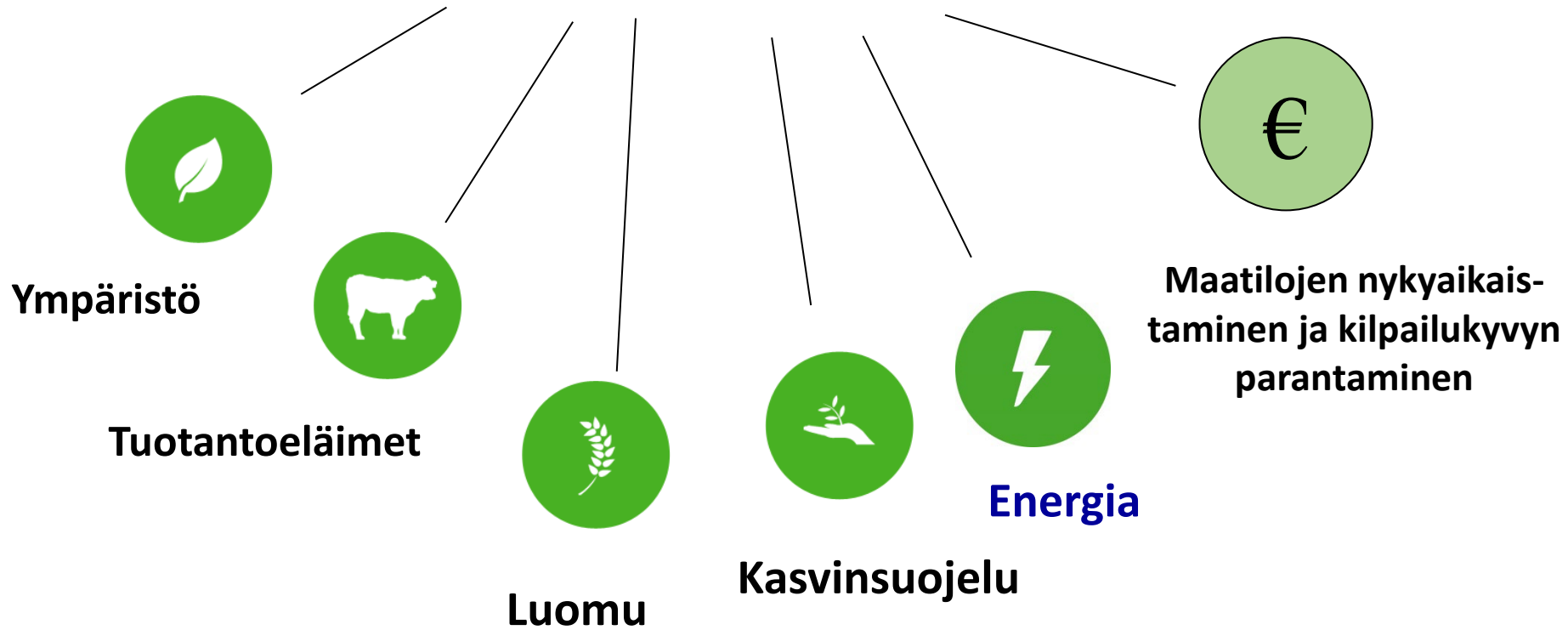
Neuvo palvelu -Energia

- **Energian säästö tai energiatehokkuuden parantaminen**
- Energiantuotantoinvestoinnin suunnittelu
- Erilaisten energiaratkaisujen alkuselvitykset
- Maatilan energiasuunnitelma
 - Energiankulutuksen selvittäminen energialähteittäin
 - mahdollisuudet energiansäästöön ja -tuotantoon
 - arvio kannattavista ja maatilalle sopivista energiaratkaisuista
- Energiasuunnitelman päivitys
- **Ei sellaiseen, jota tuettu muutoin**
 - **Ei voida tehdä investoinnin edellyttämää laskelmaa**
- **Viimeaikoina paljon aurinkosähköjärjestelmän soveltuvuus selvityksiä**

Mikä on maatalan neuvontajärjestelmä?

- Neuvo -palvelut vuosina 2015-2022
- Käytettävissä ohjelmakauden aikana **15 000 €/tila**
- **Neuvonnan kustannus:**
 - **63 €/h + matkakulut + alv 24 %**
- **Neuvo 2020 neuvontakorvaus:**
 - **63 €/h + matkakulut**
- **Maksettavaksesi jää vain arvonlisäveron osuus**
- Neuvoja hoitaa korvauksen hakemisen
- Yhden neuvontakäynnin kustannus max 1 500 €
- Määrärahojen pitäisi riittää tämän vuoden loppuum

Neuvonnan osa-alueet



Esityksen sisältö

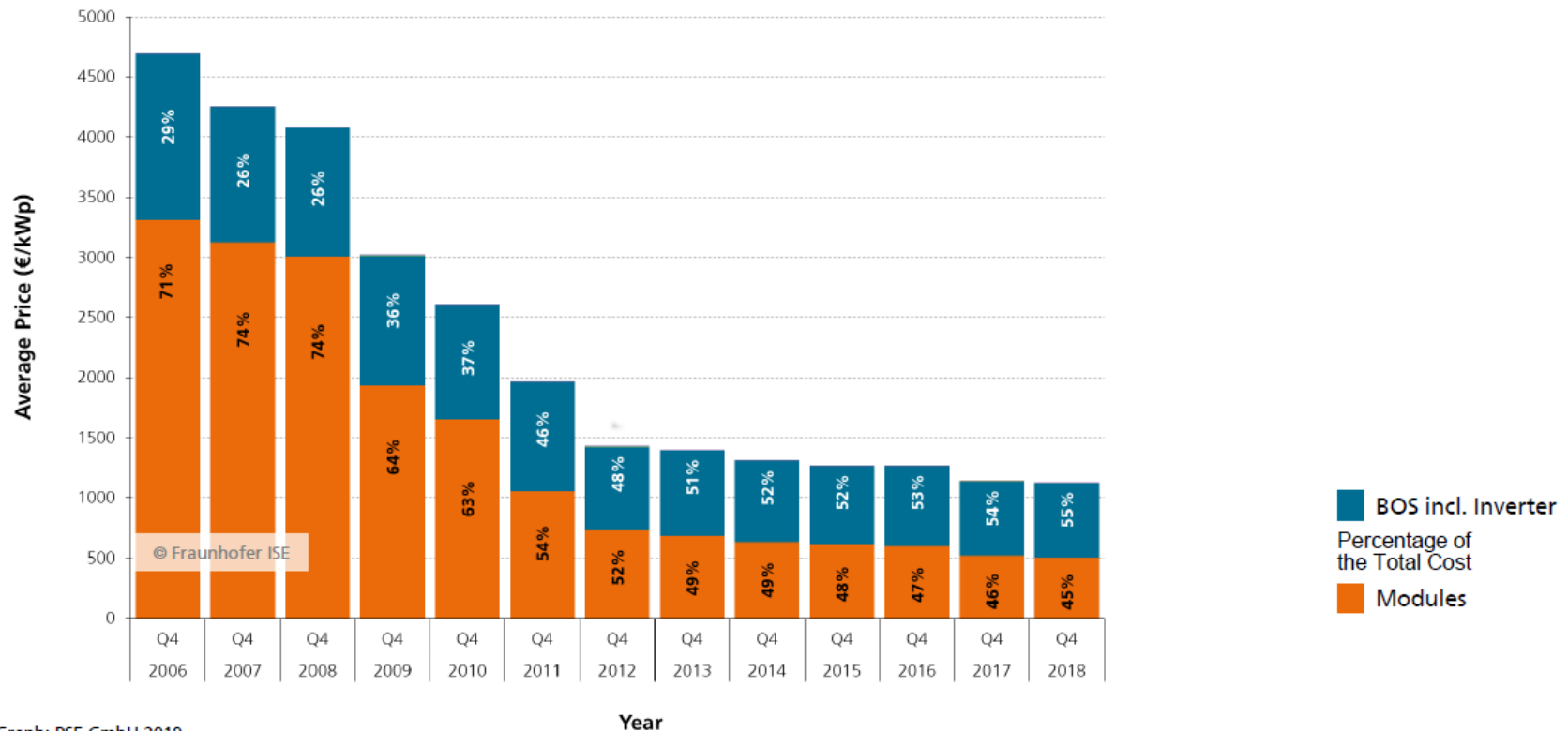
- Laitteiston hankintakustannus; diat 3 - 11
- Aurinkosähköjärjestelmän sähkön tuotto; diat 12 - 24
- Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden perusteet maatilalla; diat 24 - 32



Aurinkosähköjärjestelmien hinta on laskenut

- nyt hinnat noususuunnassa

Average Price for PV Rooftop Systems in Germany (10kWp - 100kWp)



Investointituki maatalan energiantuotantoon

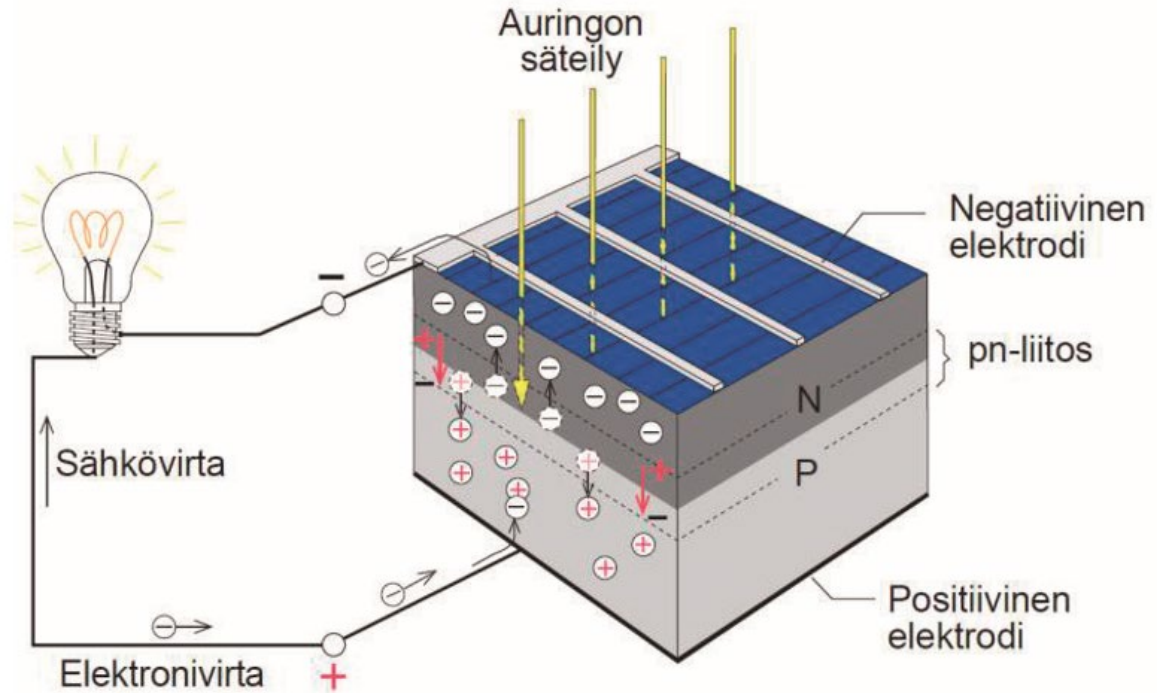
- **Energiantuotanto (avustus 40%)**
 - Uusiutuvaa energianlähdettä hyödyntävä rakentamisinvestointi (Puu, hake, aurinko, maa, ilma, tuuli, biomassa)
 - Myös turve käy, jos voidaan käyttää myös uusiutuvaa energianlähdettä
 - **Tuki vain tuotantotoiminnan osalle**
 - **Tuki oltava vähintään 7 000 €,**
 - investoinnin hyväksytyt kustannukset vähintään 17 500 €
 - 25 000 € maatalouden yrittäjätuloa
 - Liiketoimintasuunnitelma vaaditaan
 - kustannukset 1 200 € kustannusarvioon

Hyväksyttävät kustannukset

- Sähköenergian tuotantojärjestelmä
 - vesi, **aurinko**, ilma ja tuuli
- < 100 kW järjestelmä 850 €/kW
- ≥ 100 kW järjestelmä 700 €/kW, 100 kW ylittävältä osalta
- Sisältää kaikki laitteistot ja teknisen tilan
- Esim. yksityiskäyttö 20% ja laitteisto 26 kWh
 - Hyväksyttävät maatalouteen kohdistuvat kustannukset:
 $20,8 \text{ kWp} \times 850 \text{ €/kWh} = 17\,680 \text{ €}$, avustus 40%
 $\Rightarrow \underline{7\,072 \text{ €}}$

Aurinkokennon toiminta

- Hyödynnetään Auringon säteilyenergiaa
- Fotonit eli hiukkaset kuljettavat auringon säteilyenergiaa.
- Osuessaan aurinkokennoihin fotonit luovuttavat energiansa kennojen materiaalin elektroneille.
- fotoneilta energiaa saaneet elektronit muodostavat sähkövirran aurinkokennojen virtajohtimiin.
- Tämän hetken kaupalliset aurinkokennot eli kiteiset piikennot ja ohutkalvokennot on muodostettu kahdesta erityyppisestä puolijohdemateriaalista (p-tyyppi ja n-tyyppi).

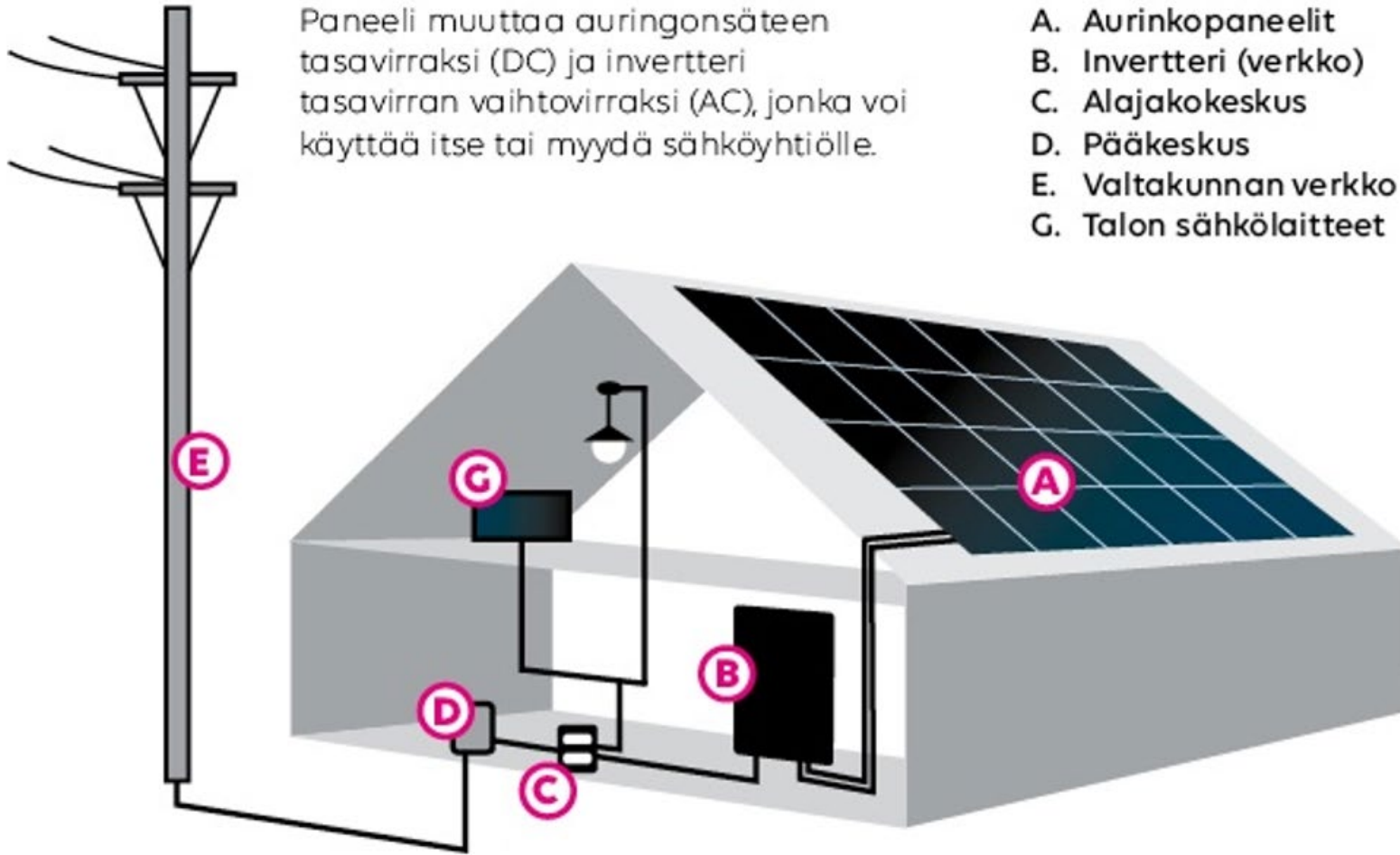


Alkuperäinen kuva: Ahoranta, J. Aurinkokenno

Aurinkosähköjärjestelmän toiminta

Paneeli muuttaa auringonsäteen tasavirraksi (DC) ja invertteri tasavirran vaihtovirraksi (AC), jonka voi käyttää itse tai myydä sähköyhtiölle.

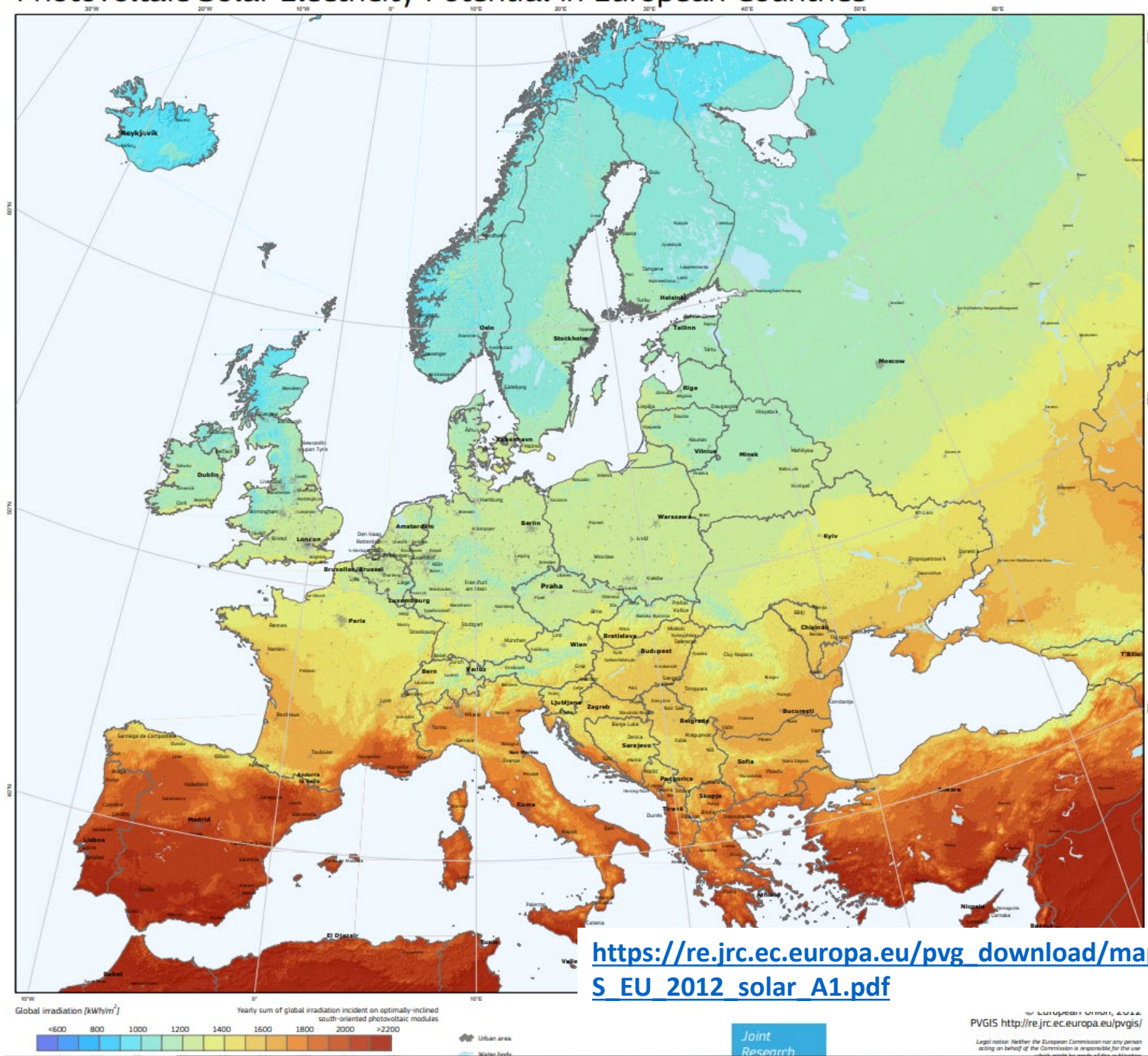
- A. Aurinkopaneelit
- B. Invertteri (verkko)
- C. Alajakokeskus
- D. Pääkeskus
- E. Valtakunnan verkko
- G. Talon sähkölaitteet



Aurinkokenno-> Aurinkopaneeli-> Aurinkosähköjärjestelmä

- Aurinkopaneelit muodostuvat sarjaan ja/tai rinnan kytketyistä aurinkokennoista, jotka koteloidaan paneelikehyksen avulla siten, että kennon eteen sijoitetaan auringonsäteilyä läpäisevä suojalasi.
- Erilaisilla aurinkokennojen kytkennöillä saadaan muodostettua halutun suuruinen jännite ja virta.
 - Aurinkopaneelin jännite on sarjaan kytkettyjen aurinkokennojen jännitteiden summa.
 - Rinnan kytkennässä muodostuva kokonaisvirta on rinnan kytkettyjen kennojen yhteenlaskettu virta.
- Aurinkopaneeli tuottaa tasasähköä, joka muutetaan vaihtosuuntaajan eli invertterin avulla vaihtosähköksi.

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/PVGIS_S_EU_2012_solar_A1.pdf

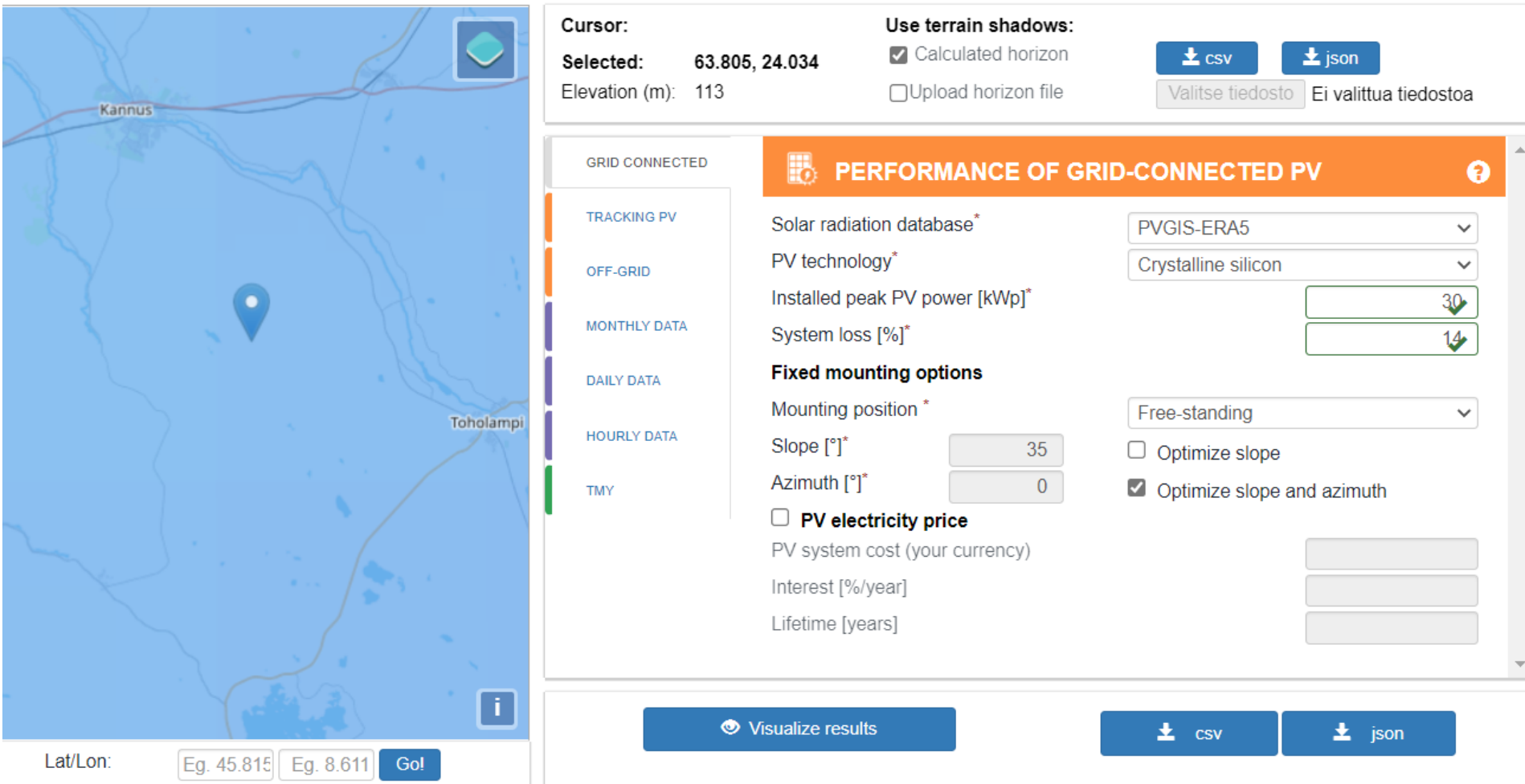
Joint Research Centre
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use

Joint
Research

Aurinkosähköjärjestelmän tuotto

- Voidaan arvioida
- Säteilykartta: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html



The screenshot displays the PVGIS tool interface. On the left is a map showing the location of Kannus and Toholampi. The main panel is titled 'PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV' and contains the following configuration options:

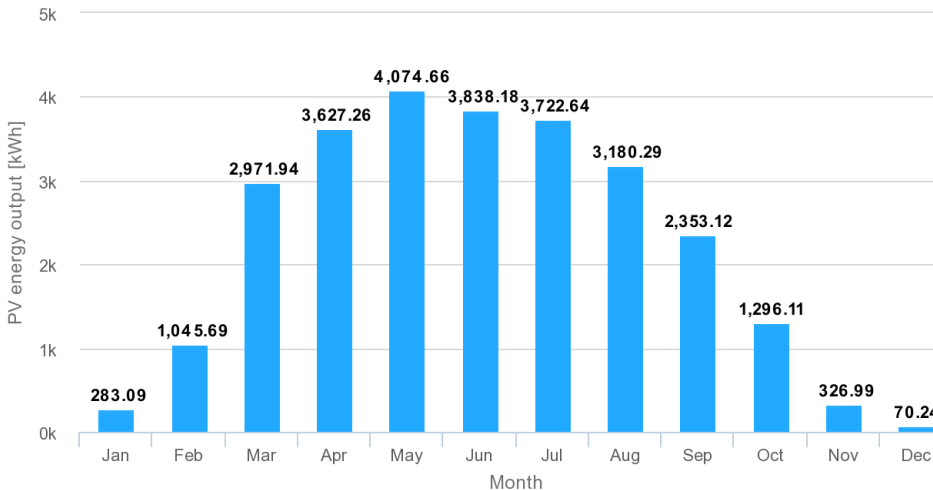
- Cursor:** Selected: 63.805, 24.034; Elevation (m): 113
- Use terrain shadows:** Calculated horizon; Upload horizon file
- Download options:** [↓ csv](#) [↓ json](#) Valitse tiedosto Ei valittua tiedostoa
- GRID CONNECTED** (selected): TRACKING PV, OFF-GRID, MONTHLY DATA, DAILY DATA, HOURLY DATA, TMY
- Solar radiation database*:** PVGIS-ERA5
- PV technology*:** Crystalline silicon
- Installed peak PV power [kWp]*:** 30
- System loss [%]*:** 14
- Fixed mounting options:** Mounting position*: Free-standing; Optimize slope; Optimize slope and azimuth
- PV electricity price**
- PV system cost (your currency):** [input field]
- Interest [%/year]:** [input field]
- Lifetime [years]:** [input field]

At the bottom, there are buttons for 'Visualize results', '↓ csv', and '↓ json'. The map shows the location of Kannus and Toholampi, with a latitude/longitude input field at the bottom left.

30 kWp järjestelmän tuotto-odotus Keski-Pohjanmaalla

- Tuotto **26 790 kWh** vuodessa
- **893 kWh/kWp**
- Vaihteluväli 1 602 kWh/a
- Optimi kulma 47°
- Optimi atsimuutti -5°

Monthly energy output from fix-angle PV system
(C) PVGIS, 2022



Summary



Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	63.805, 24.034
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-ERA5
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	30
System loss [%]:	14

Simulation outputs:

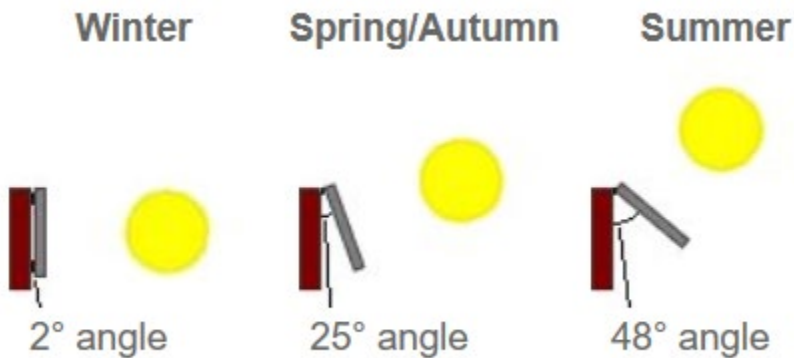
Slope angle [°]:	47 (opt)
Azimuth angle [°]:	-5 (opt)
Yearly PV energy production [kWh]:	26790.21
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1103.48
Year-to-year variability [kWh]:	1601.57
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.87
Spectral effects [%]:	NaN
Temperature and low irradiance [%]:	-3.12
Total loss [%]:	-19.07

Optimaalinen paneelin kulma on 47 astetta

(PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM)

Meillä katot yleensä loivia

1:4 = 14,04°



Solar Angle Calculator

Select Country:

Select Town/City:

Oulu

Optimum Tilt of Solar Panels by Month

Figures shown in degrees from vertical

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
9°	17°	25°	33°	41°	48°
Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
41°	33°	25°	17°	9°	2°

Lähde: The Solar Electricity Handbook

Ilmakuvat apuna sijoittelussa

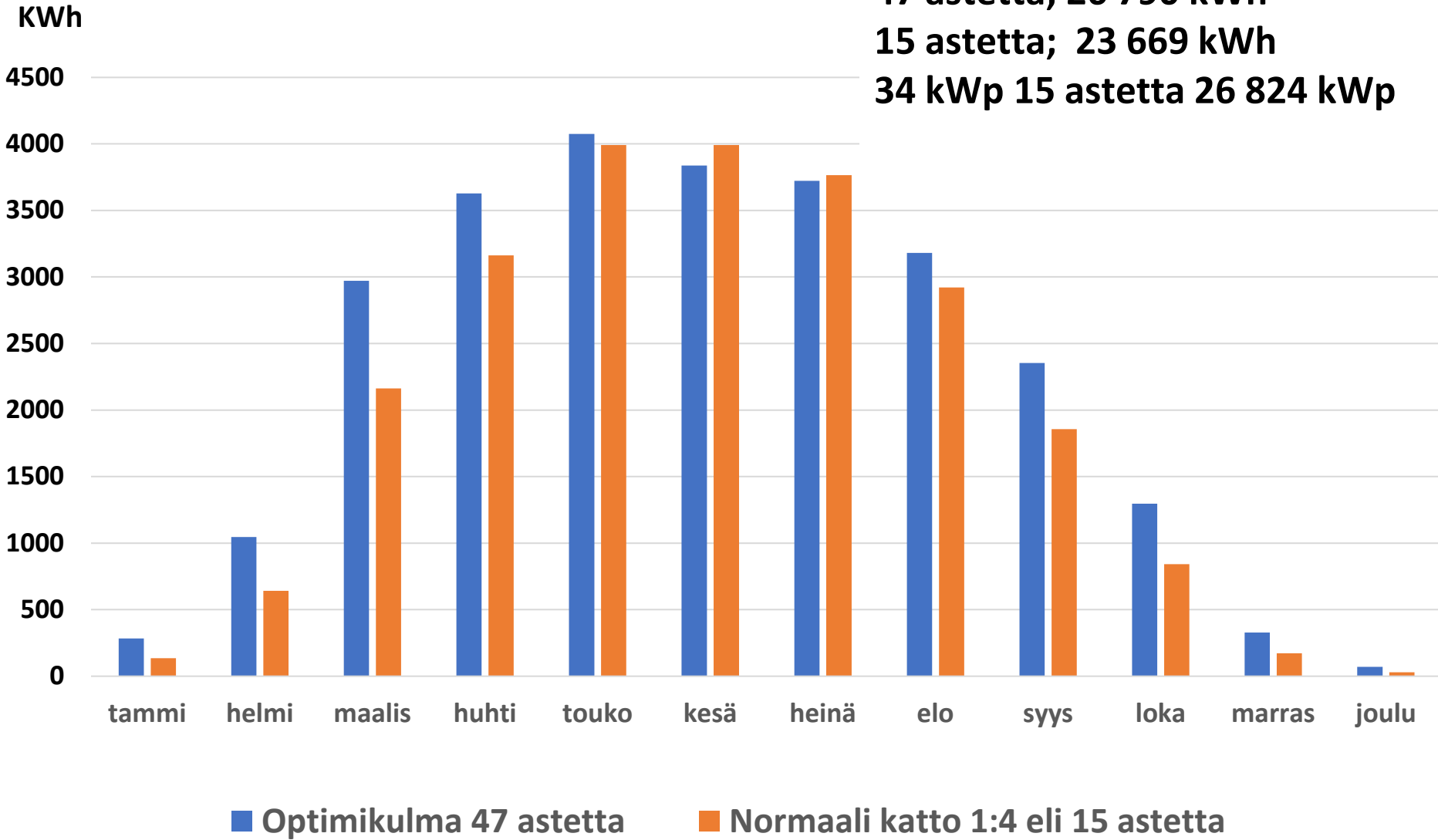


30 kWp järjestelmän tuotto-odotus 47 ja 15 kulmassa

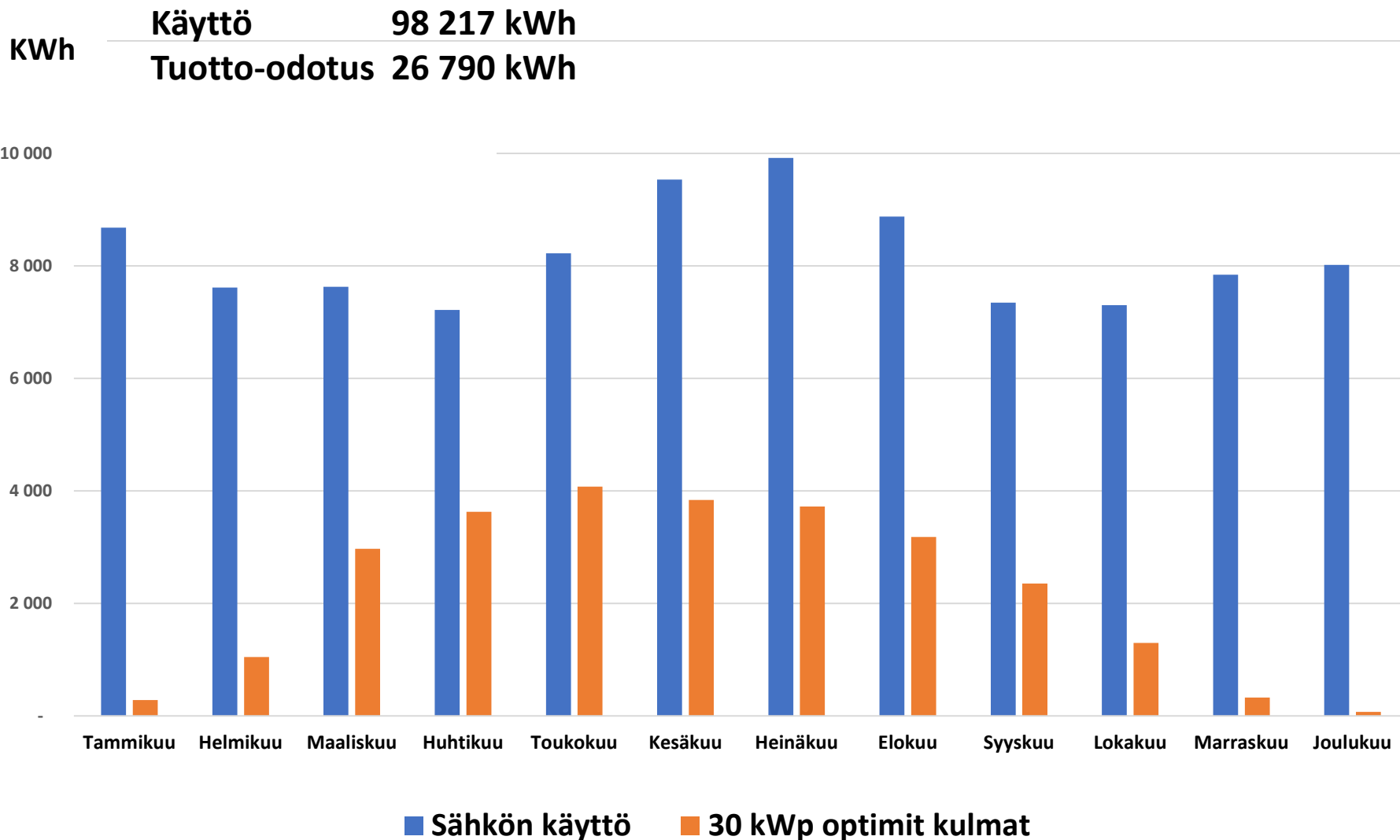
47 astetta; 26 790 kWh

15 astetta; 23 669 kWh

34 kWp 15 astetta 26 824 kWh



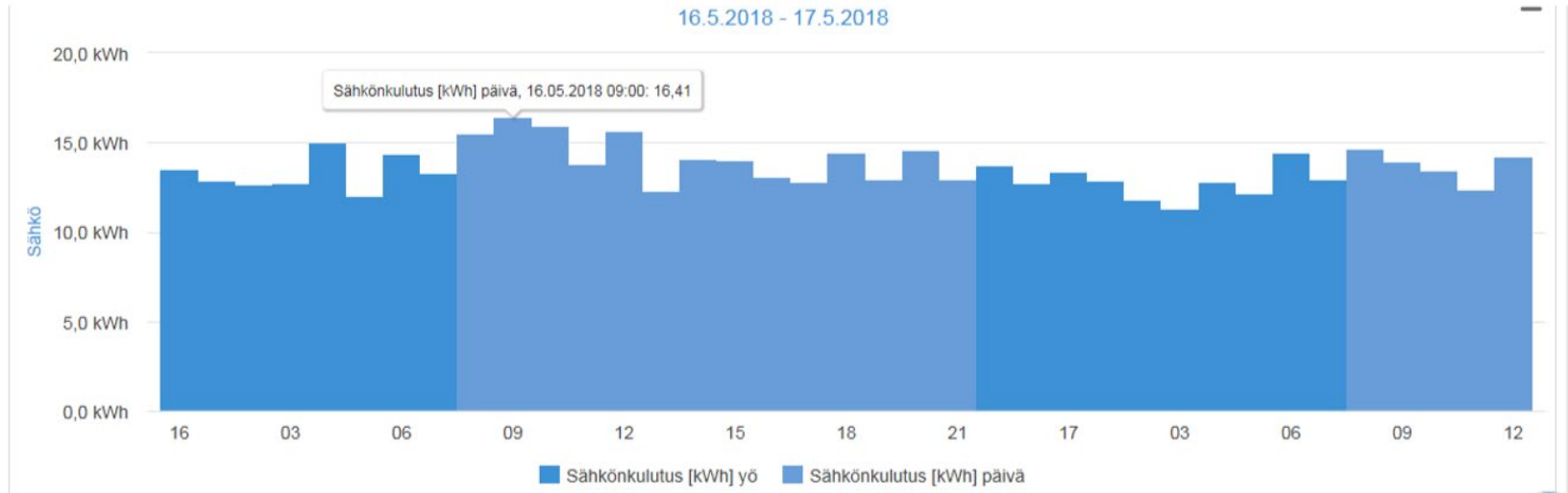
Esimerkki sähkön käytöstä ja 30 kWp tuotto-odotus kuukausittain



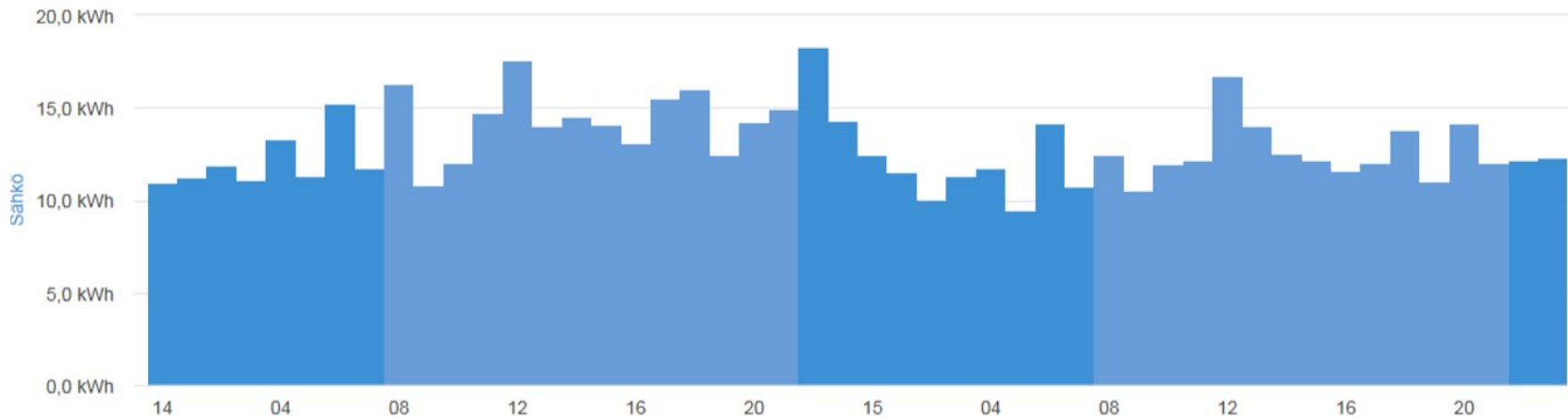
Sähkön kulutusprofiili robottitila

Sähkönkulutus robottitilalla (1 robotti, paljon eri rakennuksia, hakelämmitys, kesäpäivä)

16.5.2018 - 17.5.2018

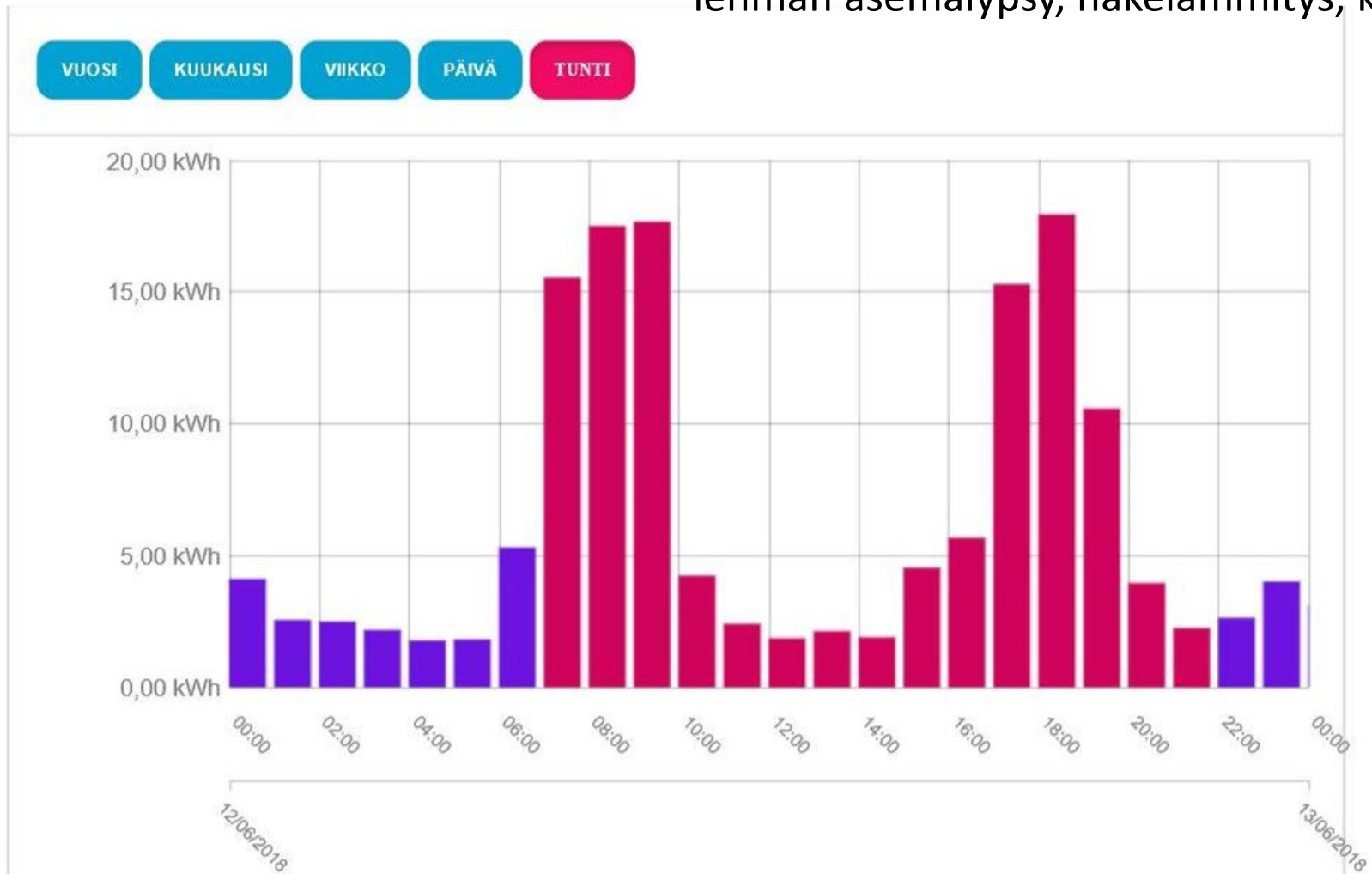


14.6.2018 - 15.6.2018



Sähkön kulutusprofiili lypsyasematilalla

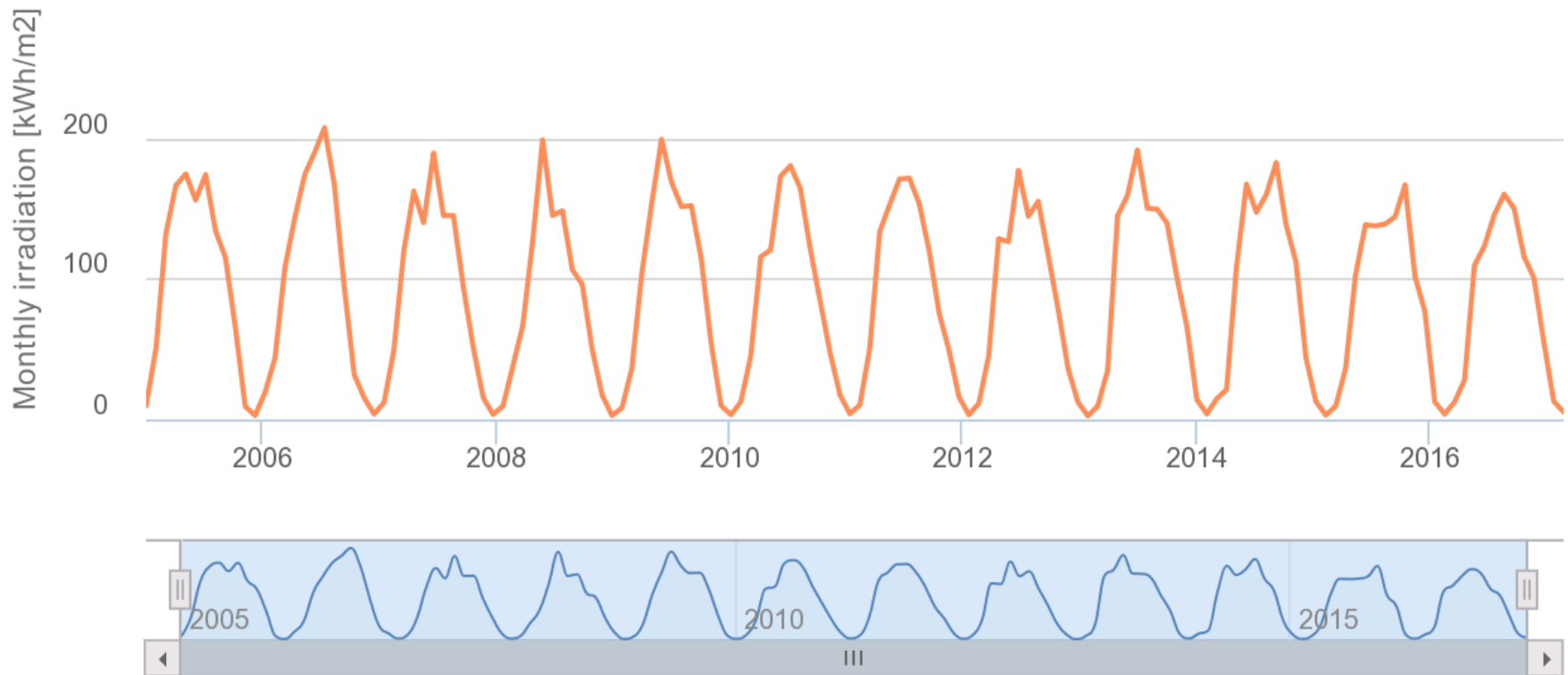
Sähkönkulutus lypsyasematilalla, n. 60
lehmän asemalypsy, hakelämmitys, kesäpäivä



Kuukausittainen säteily - 30 kWp, 2005 – 2016 Keski-Pohjanmaa

Monthly solar irradiation estimates

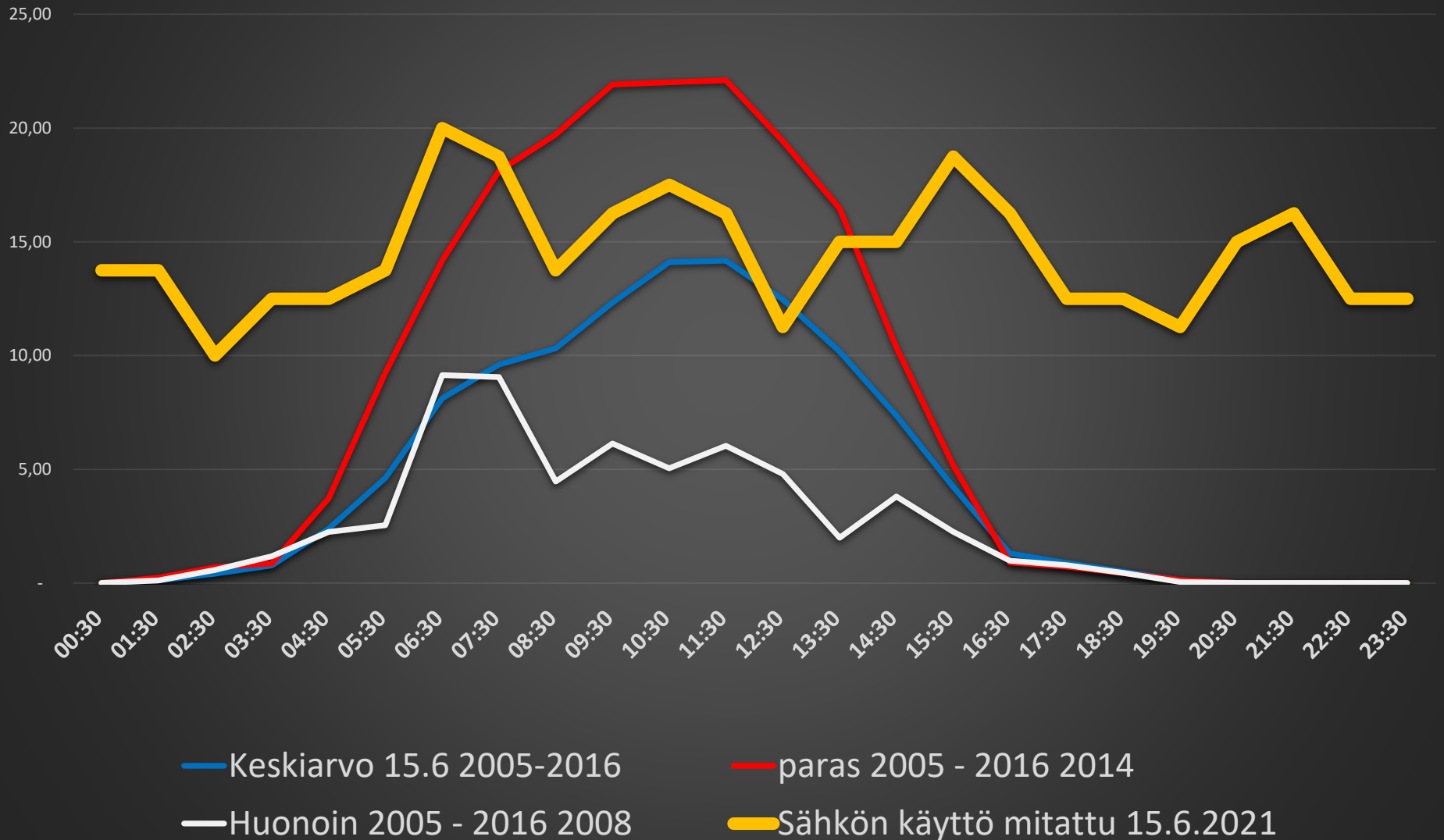
(C) PVGIS, 2022



Irradiation
(Click on series to hide)
— Optimal angle irradiation

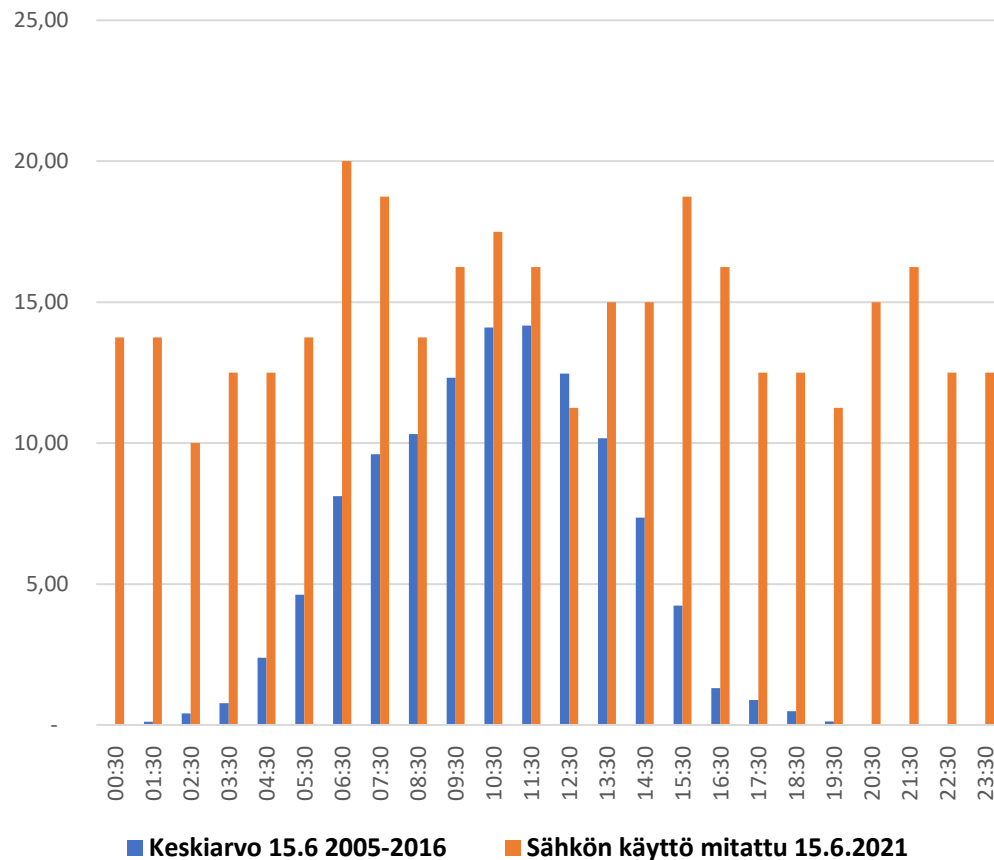
Tuotto vaihtelee vuosittain

Sähkön käyttö 15.6.2021 ja
30 kW tuotto; paras, huonoin ja keskiarvo 2005 - 2016

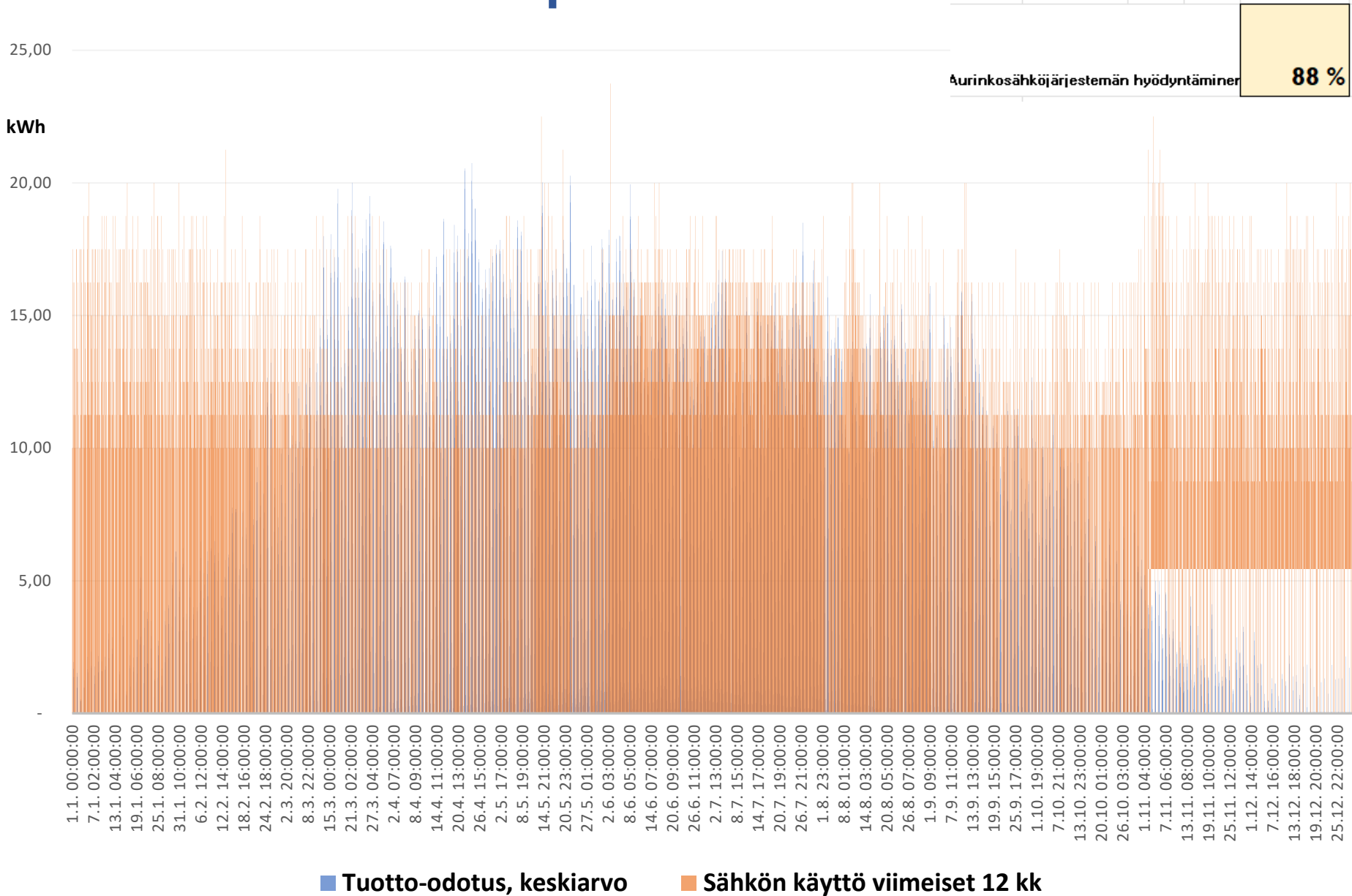


Mitoitus: kulutuksen ja tuotannon suhde

- Kannattavuus; järjestelmä käytön mukaiseksi
- Kannattavuus on sitä parempi mitä paremmin tuotettu sähkö voidaan käyttää omalla maatilalla
- Ostosähkö noin 10 snt/kWh (alv 0 %)
- Valtakunnan verkkoon syötettynä noin 3-4 snt/kWh
- Käyttötiedot sähköyhtiön online -palvelusta



Sähkön käyttö vuodessa ja 30 kWp tuotto-odotus



Kannattavuuteen vaikuttavat

- **Kuinka paljon tilalla voidaan hyödyntää tuotettua sähköä**
 - Ennen hankintaa tuntikohtaisen käytön ja tuotto-odotuksen selvitys
- Ostetun sähkön hinta
 - Sitä kannattavampaa mitä kalliimpaa on ostosähkö
- Millä hintaa järjestelmän saa
 - Nyt hinnat ovat nousussa (näin yleisesti puhutaan)
- Investointituki merkittävässä roolissa
 - Nyt 40 %. Mutta pitääkö vähentää yksityistalouden osuus?
- Vaihenetotuksen puuttuminen ja tulevan sähkömarkkinalain tuoma mittaustapa voivat (!) alentaa ?
- Minkälaisen arvon asettaa itselle uusiutuvalle sähkölle
 - Järjestelmä ohjaa sähkötoimintoja sähköntuoton ajalle
- Omakohtainen käsitys takaisinmaksuajasta **7 – 15 vuotta**
 - Yleensä kannattavia investointeja
 - Selvityksissä ei oteta kantaa tilan taloudelliseen tilanteeseen. Eli puhtaasti sähkön tuoton näkökulma

TOIMENPIDE:

Mallitila; Aurinkosähköjärjestelmä 30 kWp

PÄIVÄMÄÄRÄ/TEKIJÄ:

28.1.2022/Jari Tikkanen

LASKENTA-ARVOT

Tarkasteluaika

25 a

Reaalinen laskentakorko

5,0 %

TOIMENPITEEN SÄÄSTÖVAIKUTUKSET

Sähkö

Energian säästö

**Jos kaikki sähkö
voidaan hyödyntää**

27,0 MWh/a

Yksikköhinta

90,0 €/MWh

Energian hinnan nousu

2,0 %/a

Sähkö

Energian säästö

0,0 MWh/a

Yksikköhinta

0,0 €/MWh

Energianhinnan nousu

2,0 %/a

Energialaji 3

Summa

€/a

TOIMENPITEEN KUSTANNUKSET

Investoinnin suuruus

16 020 €

Huolto- ja korjauskustannukset vuosittain

50 €/a

Kertaluonteinen huolto- ja korjauskustannus

300 €/a

Huolto- ja korjauskustannuksen toteutusvuosi

2032 a

TALOUDELLISET TUNNUSLUVUT LASKENNAN TULOKSENA

Energia- ja vesikustannusten nettosäästöt vuodessa

2 430 €/a

Toimenpiteen nettosäästö vuodessa

2 380 €/a

Suora takaisinmaksuaika

Tässä esimerkissä yksinkertainen

6,73 a

Nettonykyarvo

takaisinmaksuaika on n. 6,5 vuotta

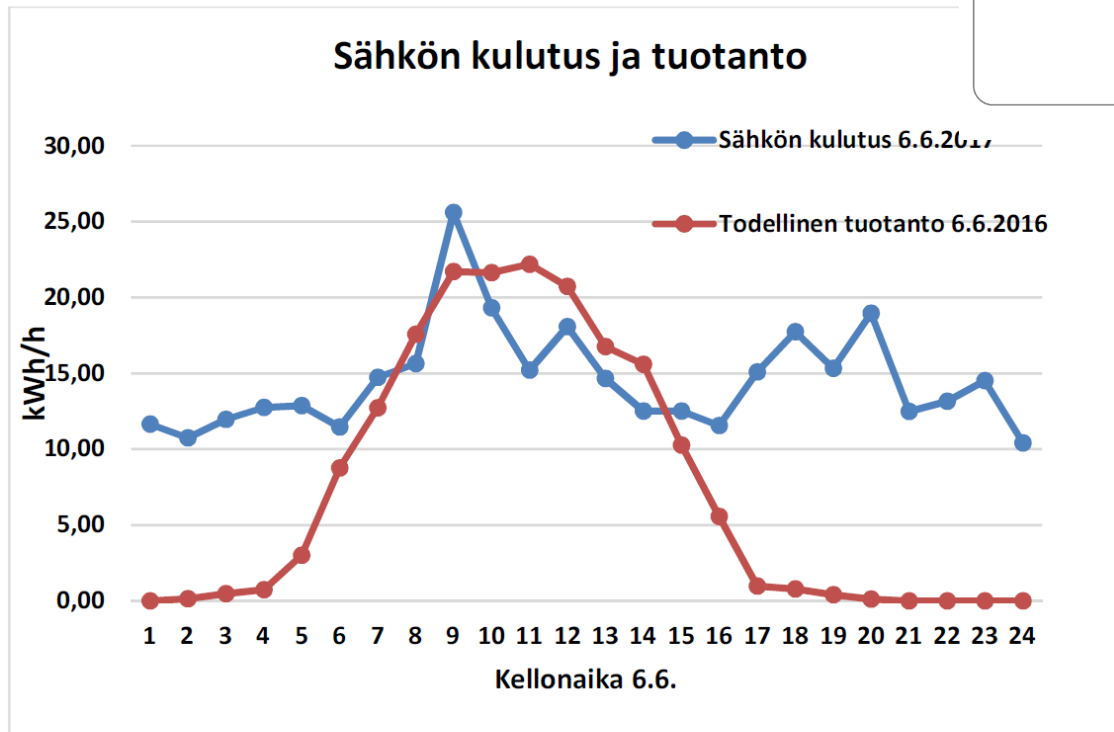
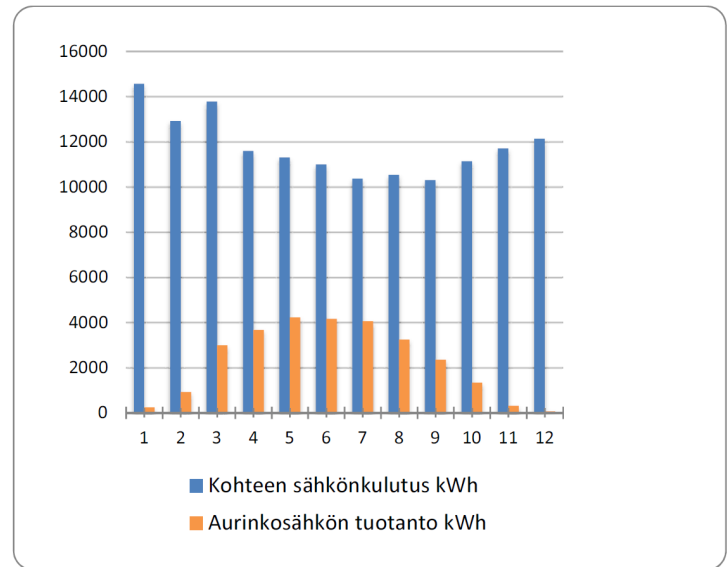
25 868 €

Sisäinen korkokanta

16,66 %

30 kWp järjestelmä esimerkki

- kuukausikohtainen tuotto- ja kulutusarvio
- päiväkohtainen tuotto- ja kulutusarvio
- yhden robotin tila ja n. 141 000 kWh/v



- Vuosituotto tällä 30 kWp voimalalla on arvioitu olevan 27 500 kWh
- Takaisinmaksuaika 8 vuotta

Kuva 1. Todellinen tilan sähkönkulutustiedoista todettu tuntikohtainen sähkön kulutus 6.6.2017. Aurinkosäteilyyn perustuva selvitys 30 kWp:n aurinkosähköjärjestelmän todellisesta tuotosta 6.6.2016 (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html).

Huomioon otettavia asioita

- Kotieläintiloilla hyödyt yleensä hyviä
 - Kasvinviljelytiloilla yleensä sähkön käyttö kesällä vähäisempää
- Lypsyasema- ja parsinavetan hyödyntäminen yllättävän hyvää
- Lumi on jonkin verran ongelma. Katot loivia.
 - Kannattaa kuitenkin auringon sulattaa
- Paneelikohtainen ohjaus olisi hyvä.
 - Yksittäisen paneelin varjo ei haittaa järjestelmän tuottoa
- Eläinrakennusten poistohormit huomioitava
- Kaikki tilat ovat erilaisia
 - Pitää selvittää tilakohtaisesti soveltuvuus
- Neuvo palvelu hyvä selvityksen tekemiseen
- Ely –keskuksesta kannattaa selvittää energiainvestoinnin ehdot
 - Eroja voi olla eri Ely –keskuksissa.

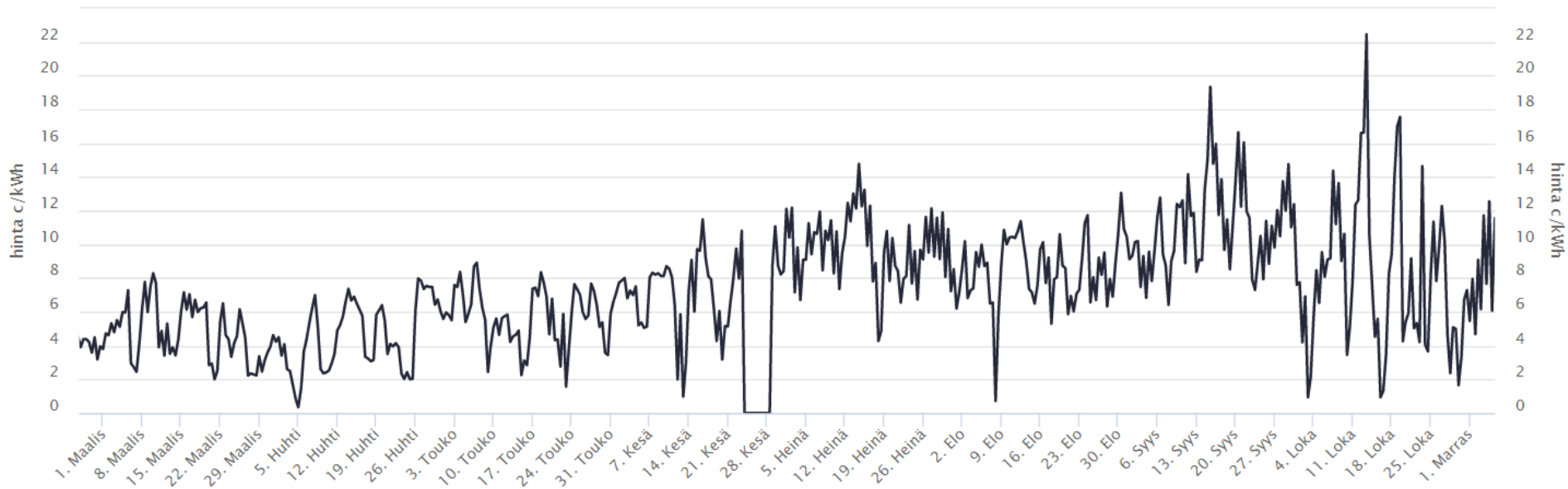
Sähkömarkkina

- Sähköyhtiö ostaa ylijäämänsähkön.
- Sopimus tehtävä sähköyhtiön kanssa
 - Ostohinta muodostuu sähköpörssin tuntikohtaisesta Suomen aluehinnasta.
 - Ostohinnasta vähennetään välityspalkkio.
 - Mikäli arvonnisäverovelvollinen, ostohintaan lisätään voimassa oleva arvonnisävero.
 - Ostohinnasta vähennetään välityspalkkio 0,37 snt/kWh (ALV 24 %) ja perusmaksu 0,00 €/kk.
 - Heidän asiakas
- Oman sähkönhinnan selvittäminen – Kilpailutus, vaihtoehdot
- Siirtohinnoissa säästää vain kun omaa tuotanto kuluu omassa käytössä
- Myös kesällä voi olla korkeita hintoja (esim. kuivuus)

Pörssisähkön hinta 1.3 – 5.11.2021

Zoom 1 pv 3 pv 7 pv 1 kk 6 kk **9 kk** 12 kk

Helmi 24, 2021 → Marras 5, 2021



Aurinkosähköjärjestelmä sulautuu maisemaan



15. toukokuuta 2019 otettiin käyttöön 24,7 kWp aurinkosähköjärjestelmä. Tässä järjestelmässä on aurinkopaneeleita 90 kpl. Oleellisia asioita ovat oikea ilmansuunta ja auringon säteilyä varjostavien esteiden puuttuminen.



Hyvää talven jatkoa!