



Open your mind. LUT.

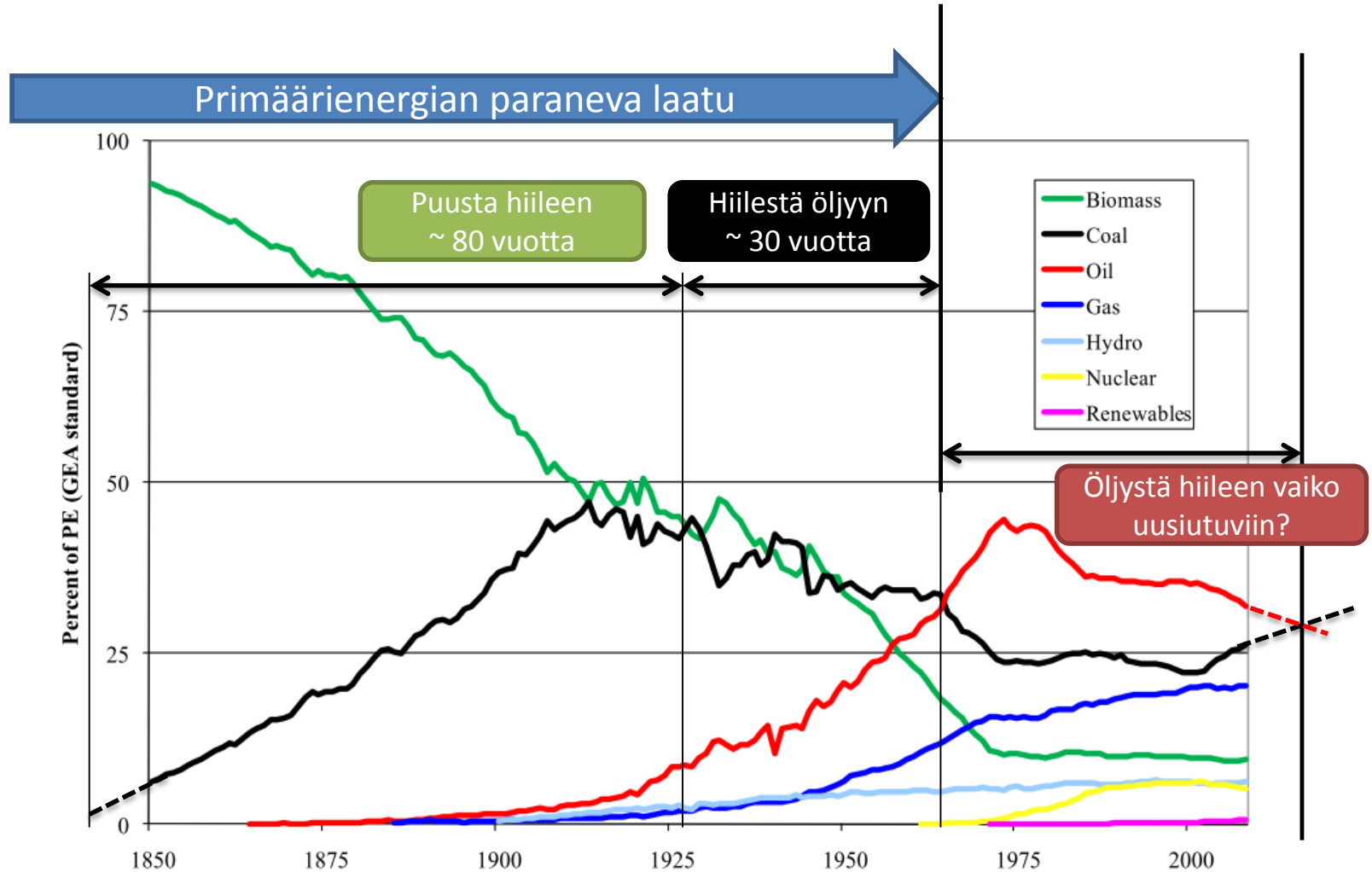
Lappeenranta **University of Technology**

Aurinkosähkön kasvava merkitys osana kotimaista sähköntuotantoa

Jero Ahola, LUT Energia, 7.5.2014



Maailman primäärienergian lähteet 1850-2011



Lähde: GEA Summary 2011, saatavissa
<http://www.iiasa.ac.at/Research/ENE/GEA/index.html>. (6.8.2012)

6.5.2014

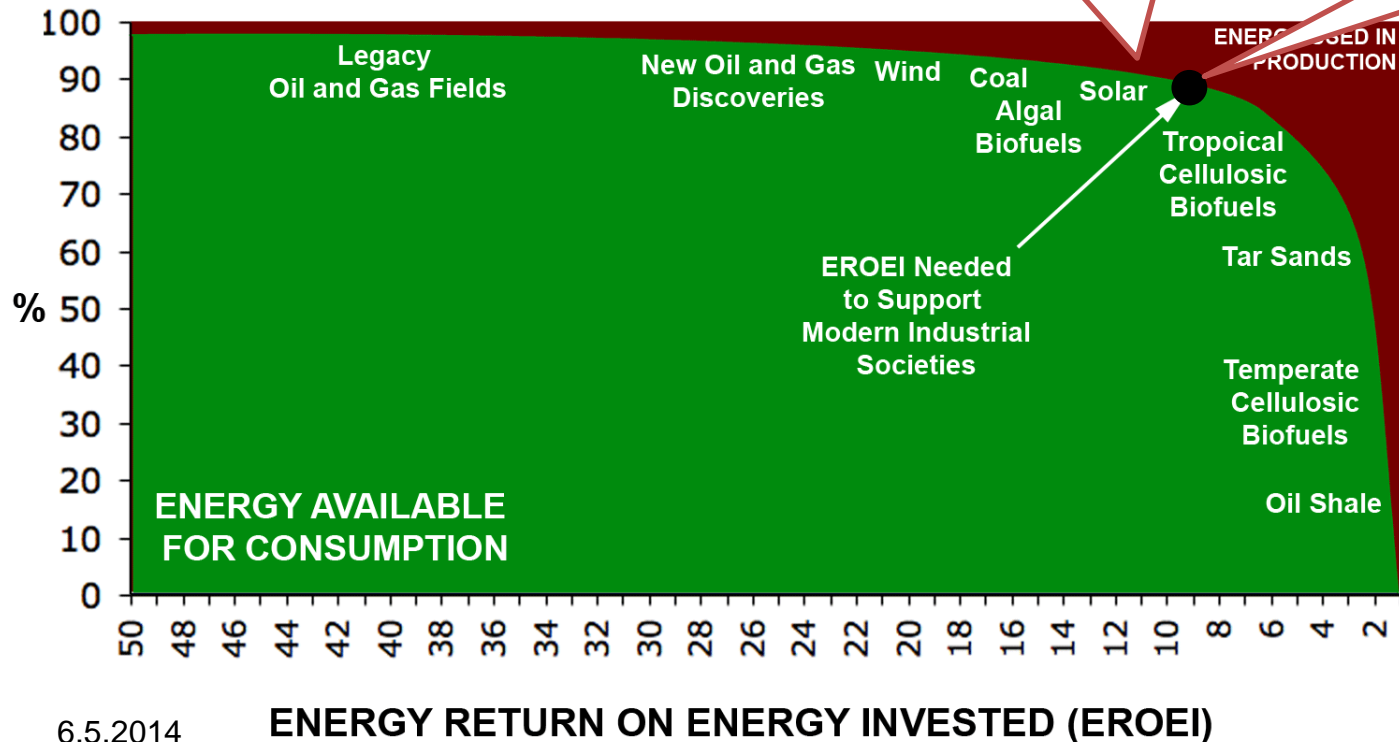
3

Sekä energian laatu että määrä ovat tärkeitä

Aurinko ja tuuli – Teknologian kehitys lisää saatavaa nettoenergiaa – Kilpailukyky paranee suhteessa fossiilisiin energialähteisiin

Energiatehokkuutta (käytetty energia/saatu palvelu) parantamalla voidaan muuttaa toimintapistettä

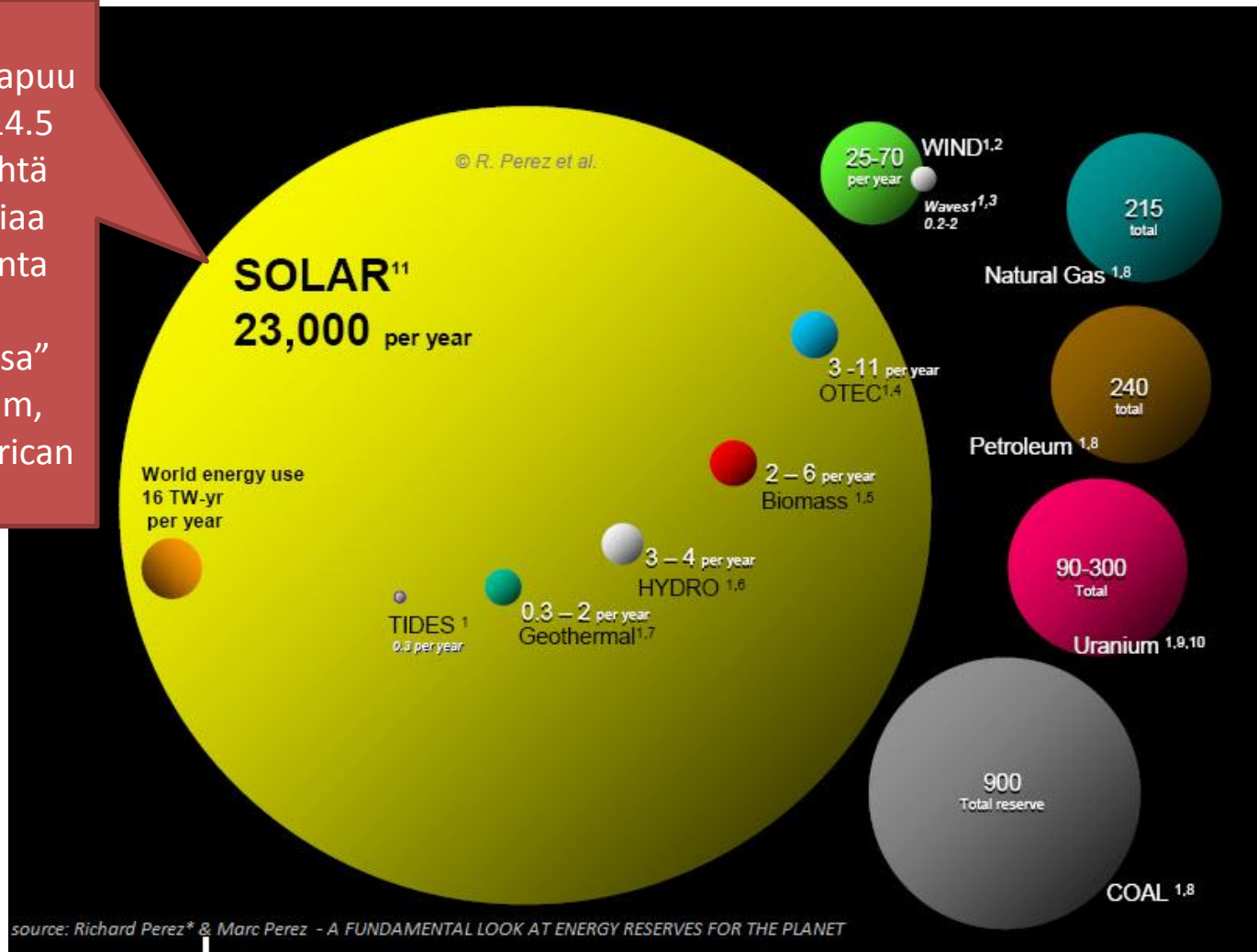
THE NET ENERGY CLIFF



$$\text{EROEI} = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}}$$

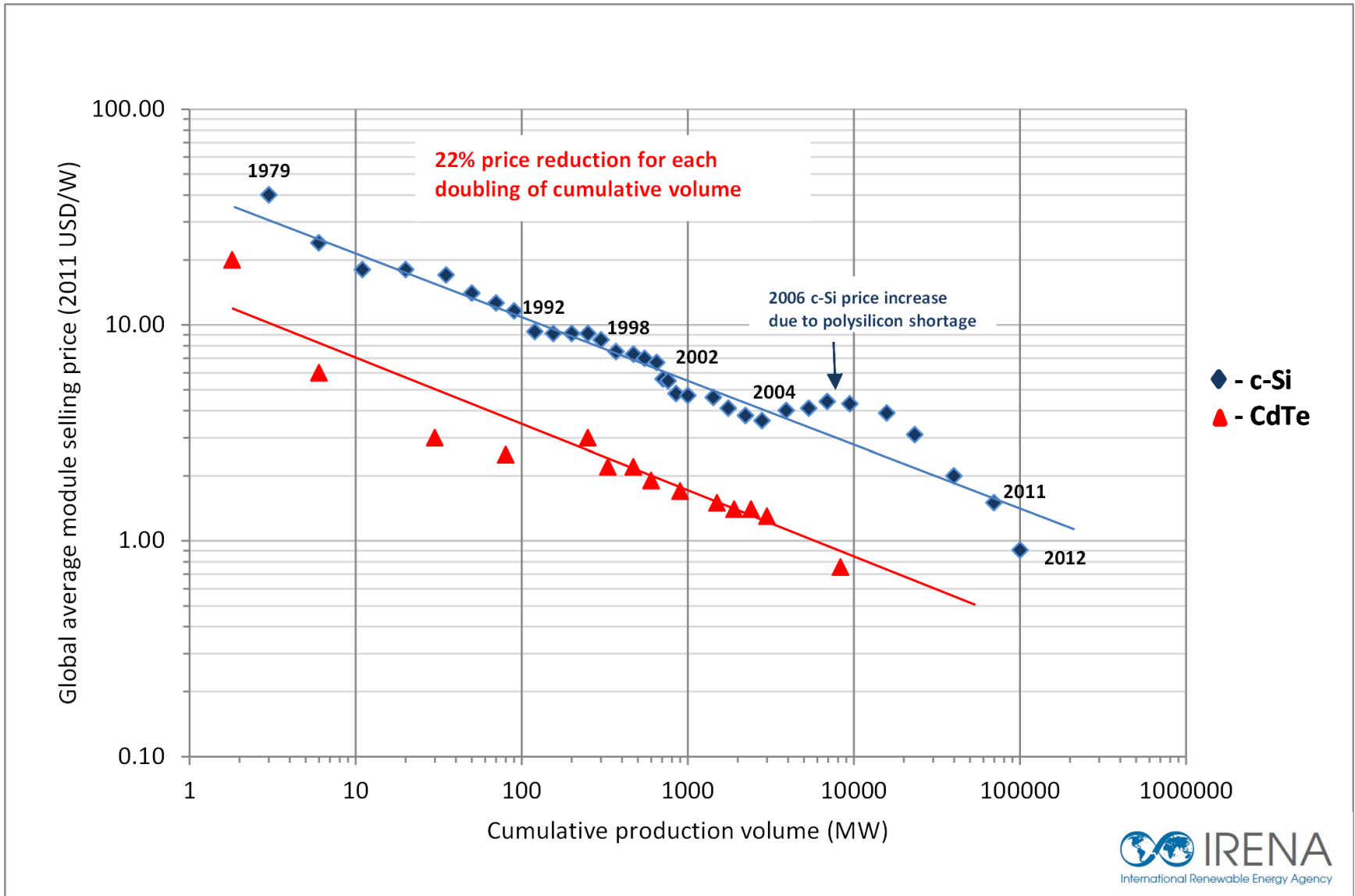
Hyödynnettävissä olevat energialähteet maapallolla

”Auringosta saapuu maapallolle 14.5 sekunnissa yhtä paljon energiaa kuin ihmiskunta käyttää vuorokaudessa”
- Ramez Naam, Scientific American



Lähde: Richard Perez & Marc Perez, "A Fundamental Look at Energy Reserves for the Planet"

Aurinkopaneelien hinnan kehitys

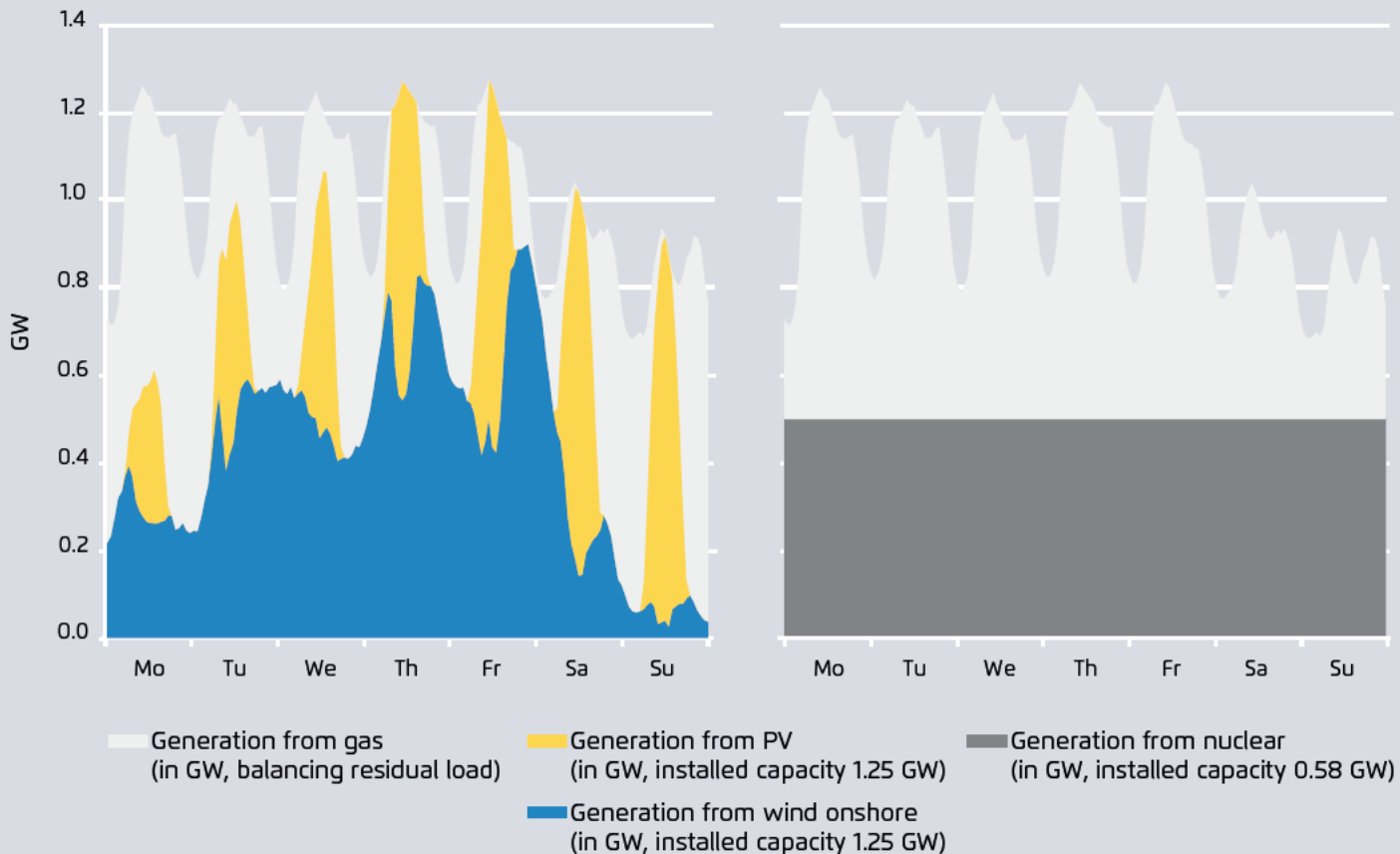


Sähköenergiasta 50% hiilidioksidivapaasti – Uusiutuvat & kaasu

– Ydinvoima & kaasu

Sample comparison of hourly energy production during one week in the system with renewables and gas (left) versus the system with nuclear power and gas (right)

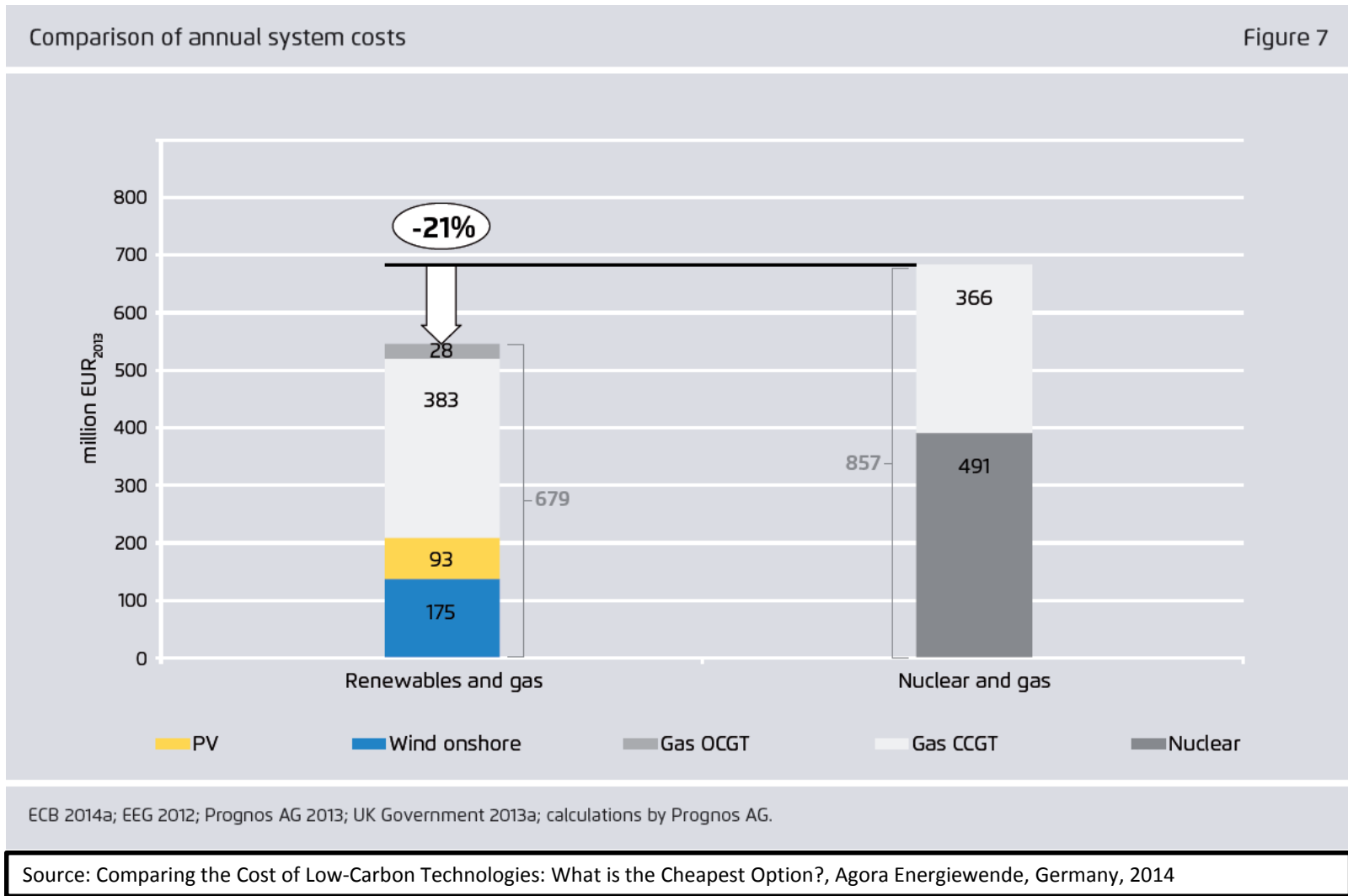
Figure 5



Own illustration, Fraunhofer IWES

Source: Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What is the Cheapest Option?, Agora Energiewende, Germany, 2014

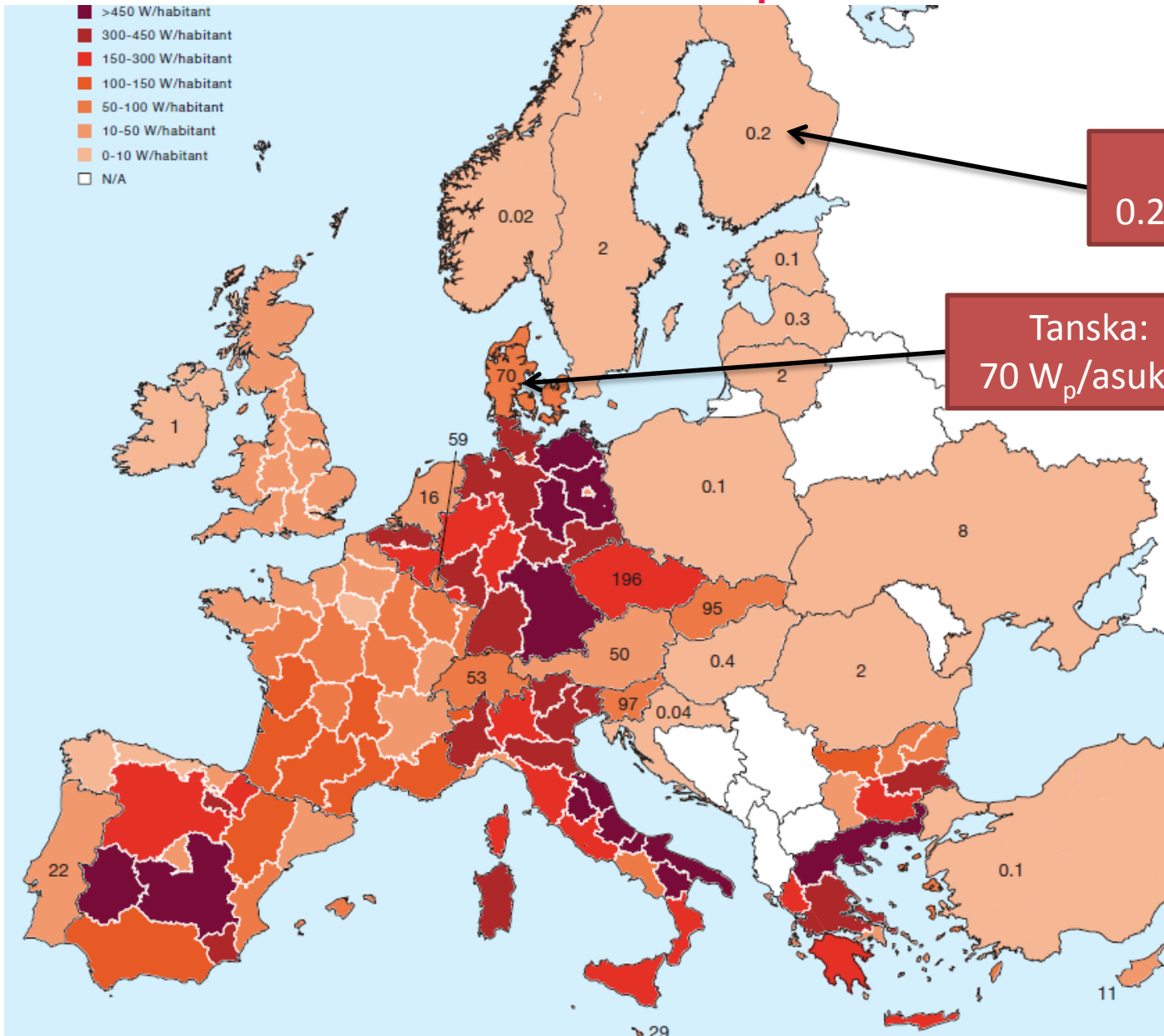
Tarkasteltavien energiajärjestelmien vertailukelpoiset kustannukset





Aurinkosähkö Suomessa

Asennettu aurinkosähkökapasiteetti Euroopassa 2012



Suomi:
0.2 W_p/asukas

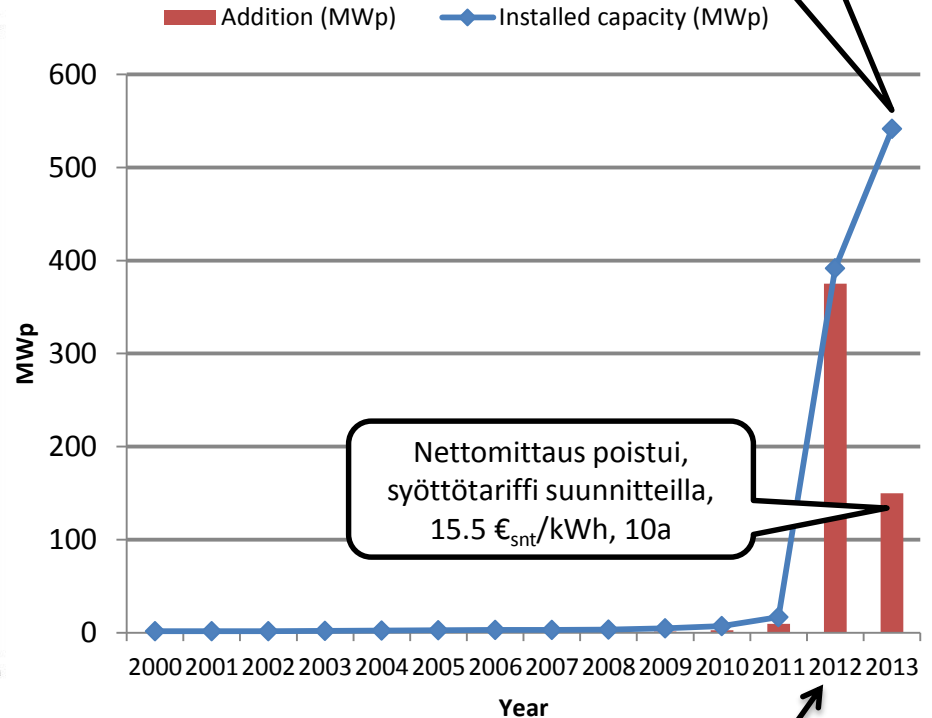
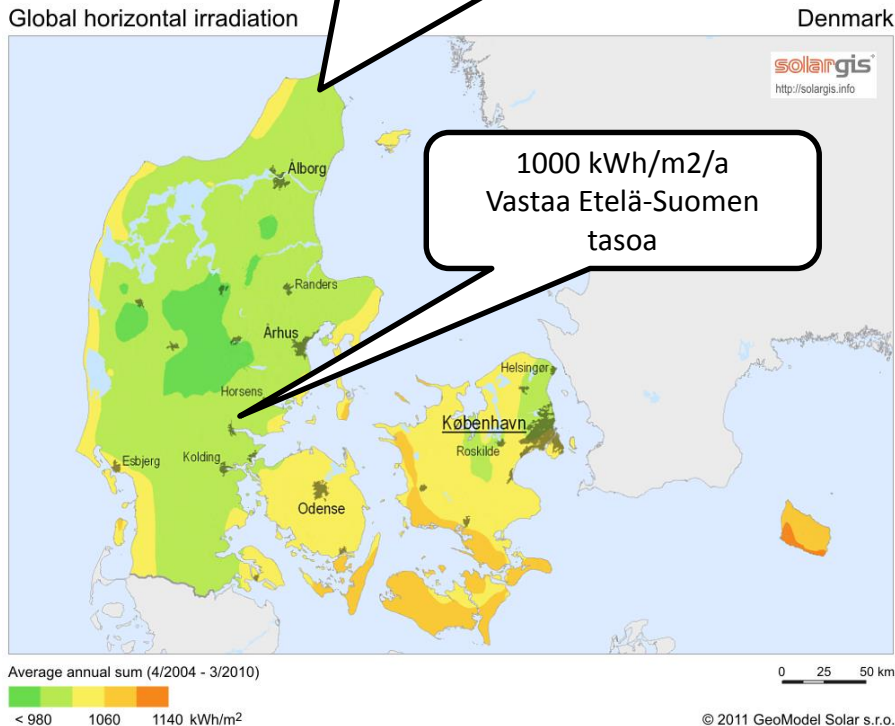
Tanska:
70 W_p/asukas

Lähde: European
Photovoltaik Industry
Association
(www.epia.org)

Case Tanska - Aurinkosähkökapasiteettia asennetaan nopeasti

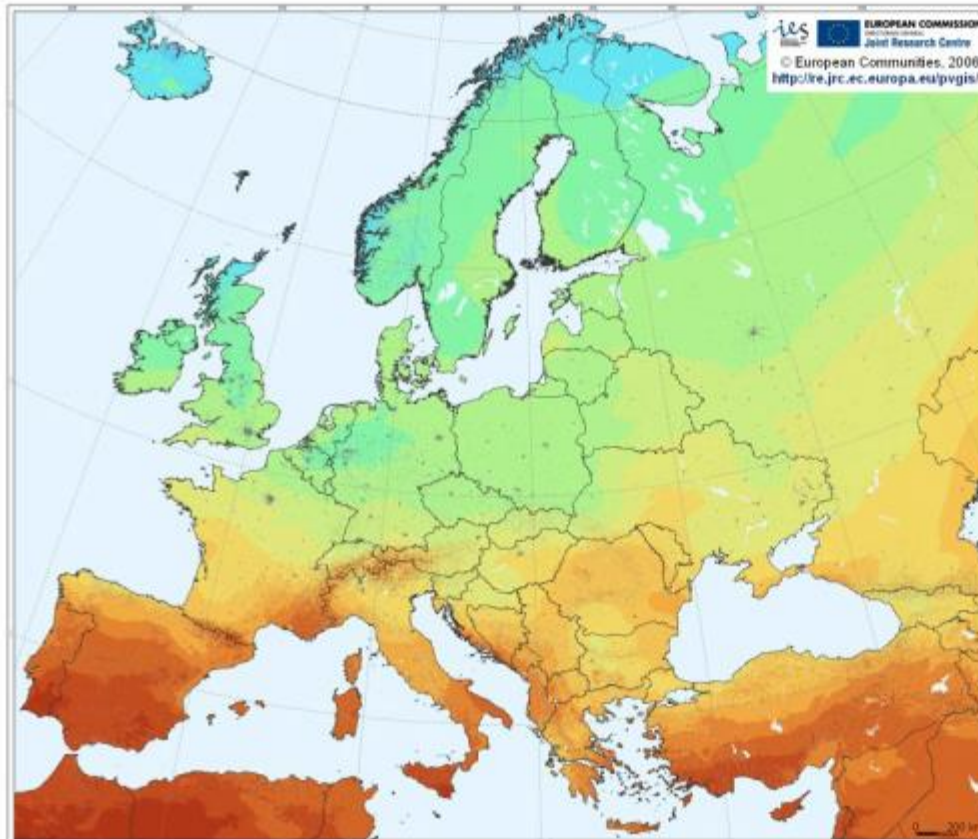
PV-kapasiteetti Tanskassa (2013 loppu)
 $97 \text{ W}_p/\text{asukas}$, vrt. Suomi $0.2\text{-}03 \text{ W}_p/\text{asukas}$

$N = 89000 \text{ kpl}$
 $P_{n,avg} = 6.1 \text{ kW}_p$



**Poliittinen päätös:
 nettomittaus $P_n < 6 \text{ kW}_p$**

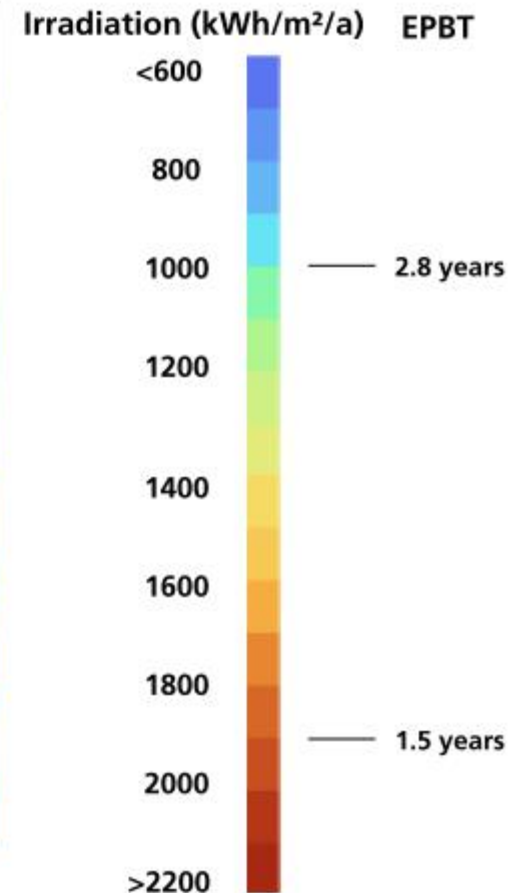
Aurinkosähköjärjestelmän valmistukseen käytetyn energian takaisinmaksuaika



Data: Image provided by JRC European Commission, Graph: PSE AG 2012 (Modified scale with updated data from PSE AG and FraunhoferISE)

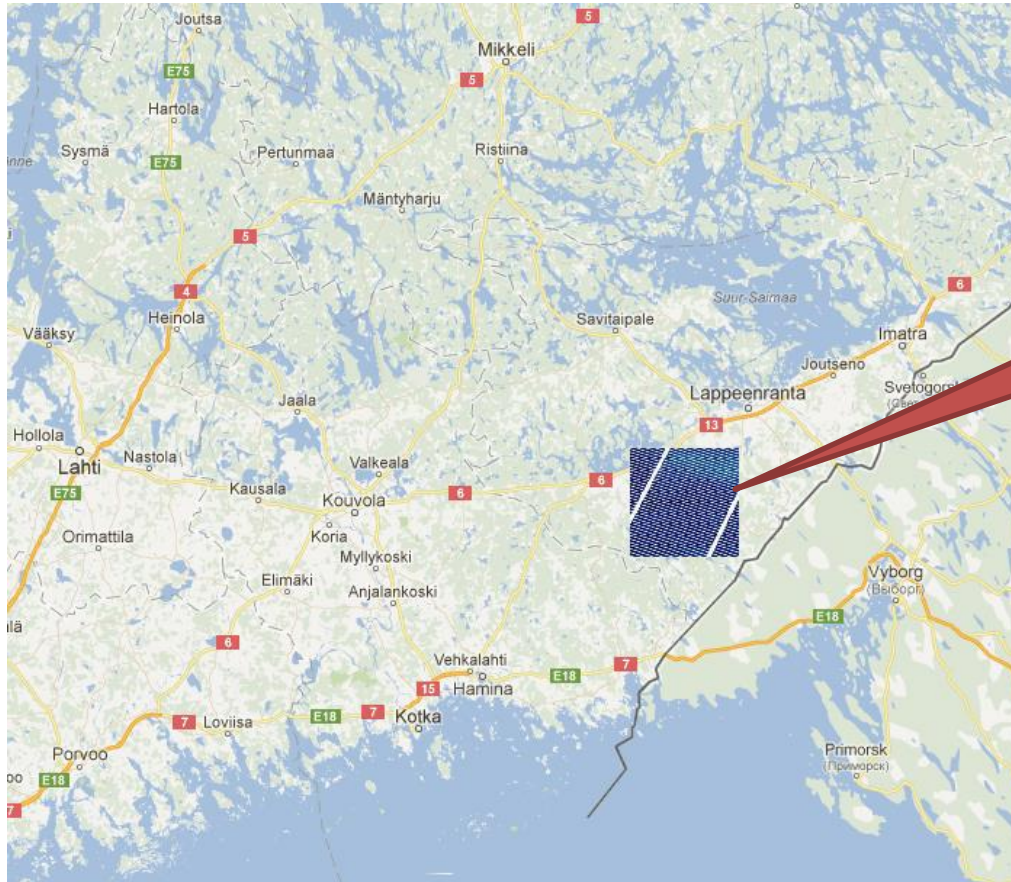
Lähde: Fraunhofer-ISE, Photovoltaics report, December, 2012.

* Tarkasteltavassa järjestelmässä monikidepiipaneelit



** Globaalisti parhailla alueilla säteilysumma on n. 2500 kWh/m²

Suomen sähköenergian tarpeen täyttämiseen vaadittavien aurinkosähköpaneelien pinta-ala



28 km x 28 km
Suomessa vuotuisesti kulutetun
sähköenergian tuottamiseen
tarvittavien aurinkopaneelien
pinta-ala

Sähköenergian vuosikulutus Suomessa (TWh)	85
Tarvittava asennettu kapasiteetti (GWp)	106
Tarvittava maapinta-ala (km ²)	744
Pinta-alan tuottavan neliön sivu (km)	27.3

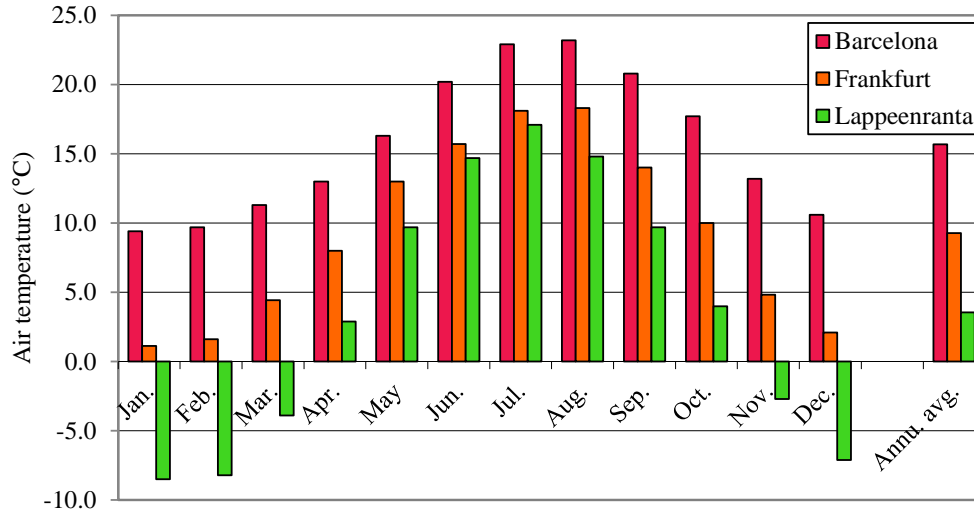
Auringon säteilyenergian hyödyntämisen tehokkuus sähkön tuotannossa



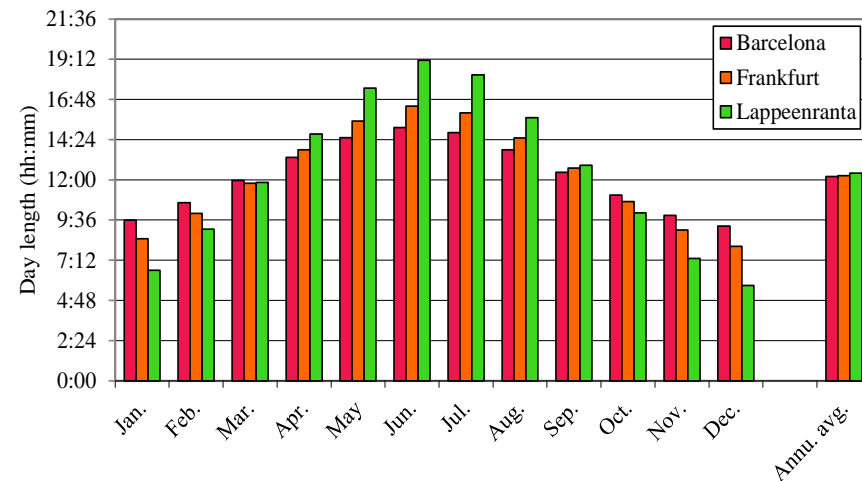
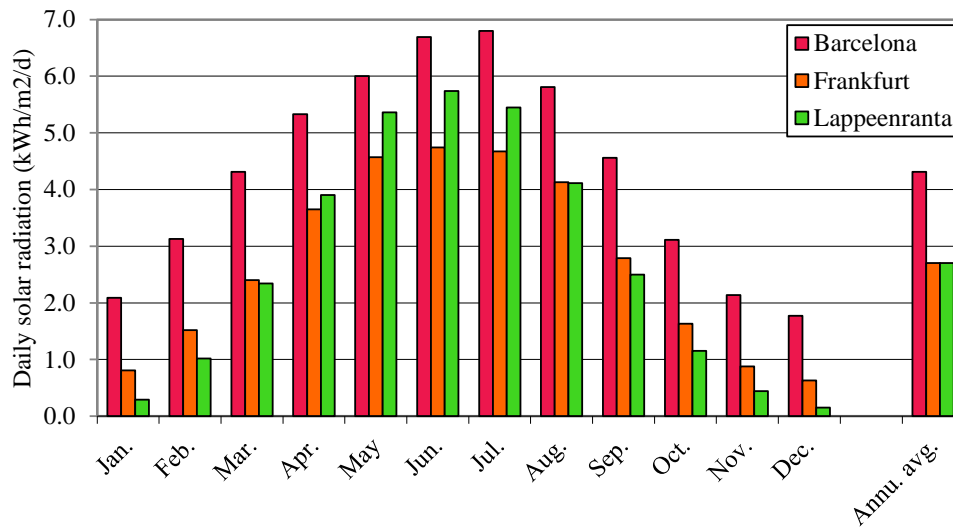
Suora auringon säteilyenergian muuntaminen aurinkokennoilla sähköksi on 100-400 kertaa tehokkaampaa kuin konversio metsäbiomassan kautta voimalaitosprosessissa

Aurinkosähkövoimalassa (PV) valmistukseen käytetyn energian takaisinmaksuaika on n. 0.5-2 a ja laitoksen käyttöikä on n. 25-30 a

Ulkolämpötila, säteily määrä ja päivän pituus



- Lappeenranta vastaa Frankfurtia aurinkosähkön tuotantopotentiaaliltaan
- Suomessa viileämmät olosuhteet
- kuukausijakauma erilainen
- Päivät pitkiä kesäaikaan
- Parhailla alueilla tuotanto noin kaksinkertainen Suomeen verrattuna



Ratkaistuja ja ratkaisemattomia aurinkosähkön yleistymisen hidasteista Suomessa

Aurinkosähkövoimalan verkkoon liittäminen standardeilla, edullisilla ja turvallisilla laitteilla ilmoitusmenettelyn avulla

RATKAISTU: ”Energiateollisuus ry:n sähköverkon asiakkuustoimikunnan 4.2.2013 tekemän linjauksen mukaisesti. Energiateollisuus ry suosittelee, että luvussa 3 esitetyt suojausasettelut täyttävien laitosten lisäksi jakeluverkkoon hyväksytään myös teknisiltä ominaisuuksiltaan Saksan mikrotuotantonormin VDE-AR-N-4105 täyttävät laitteet”

Mikrotuotetulle ylijäämä sähkölle ostaja

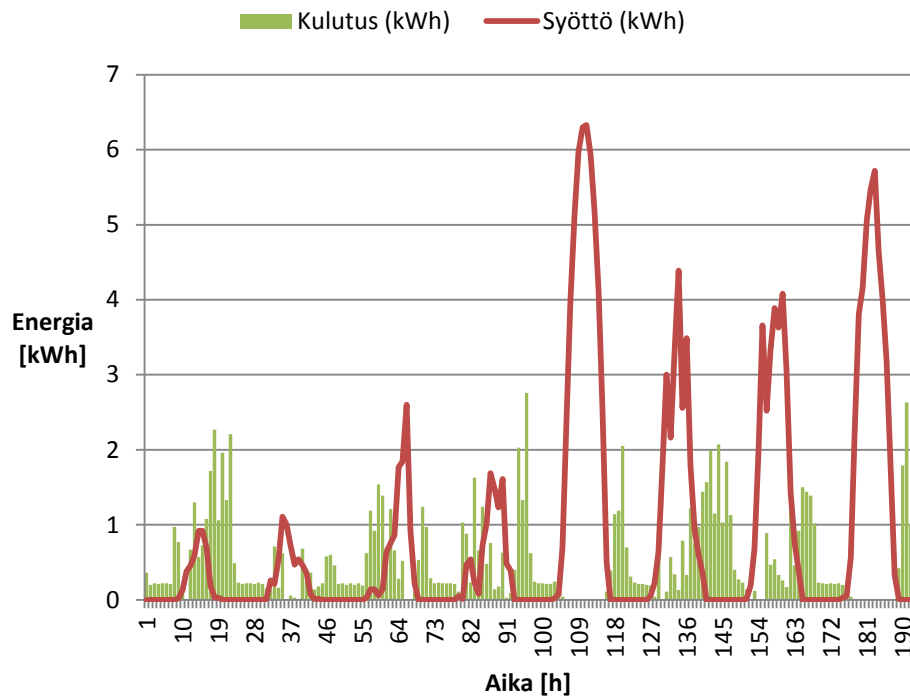
RATKAISTU: Jo noin 20 Sähkökauppaa harjoittavaa yhtiötä on lupautunut ostamaan pientuottajilta sähköenergiaa.

Vaiheiden välinen reaaliaikainen netotus käyttöön sähköenergiamittareissa
Ferraris-mittausperiaate käyttöön staattisen sijasta

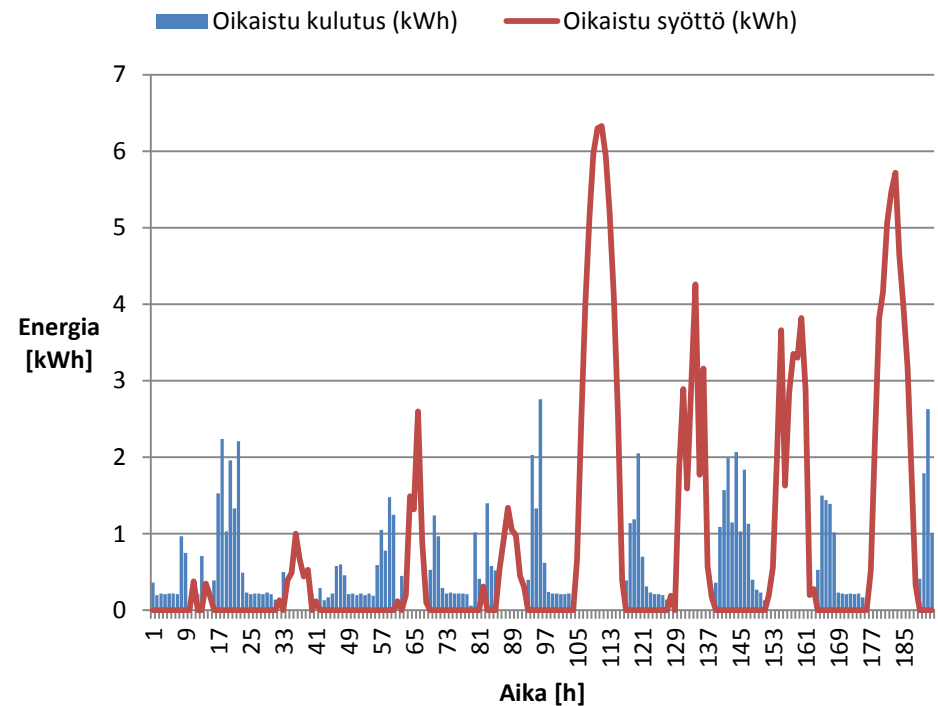
Yhtenäiset aurinkoenergiaa suosivat rakennustapaohjeet kaikkiin kuntiin

Kotitalouksille investointituki aurinkosähköinvestointeihin ja tuntikohtainen energian nettomittaus

Esimerkki 8 kWp järjestelmä omakotitalossa - Mitä sähköenergian netottaminen tuntitasolla tarkoittaisi



Kulutus = 102 kWh, Syöttö = 175 kWh



Kulutus = 78 kWh, Syöttö = 151 kWh

Oman kulutuksen osuus kasvaa noin 20 %

Kiinteistökokoluokan aurinkosähköjärjestelmän kustannusrakenne

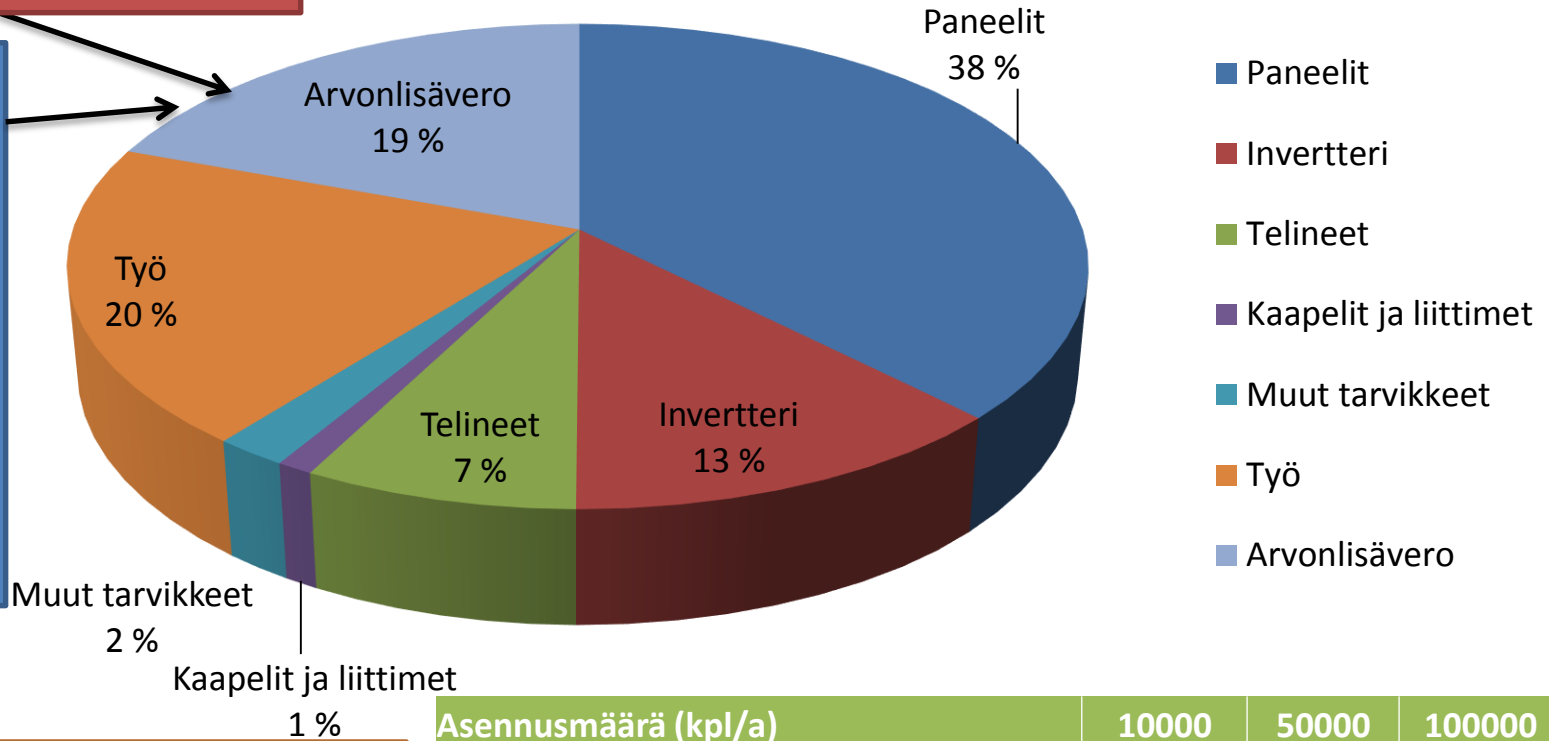
Aurinkosähköjärjestelmän kustannusrakenne: 5 kWp

hinta: 1.6 €/Wp (alv 0%), 2€/Wp (alv. 24%)

ALV:n suuruisen osan poistaminen henkilöverotuksessa mahdolliseksi? (toteutustapa mikä hyvänsä)

”Menetetty” ALV tuotanto-tukena: 16 €/MWh

ALV-kantoja EU:ssa 2014:
Suomi 24 %
Luxemburg 15 %
Saksa 19 %
Alankomaat 19 %

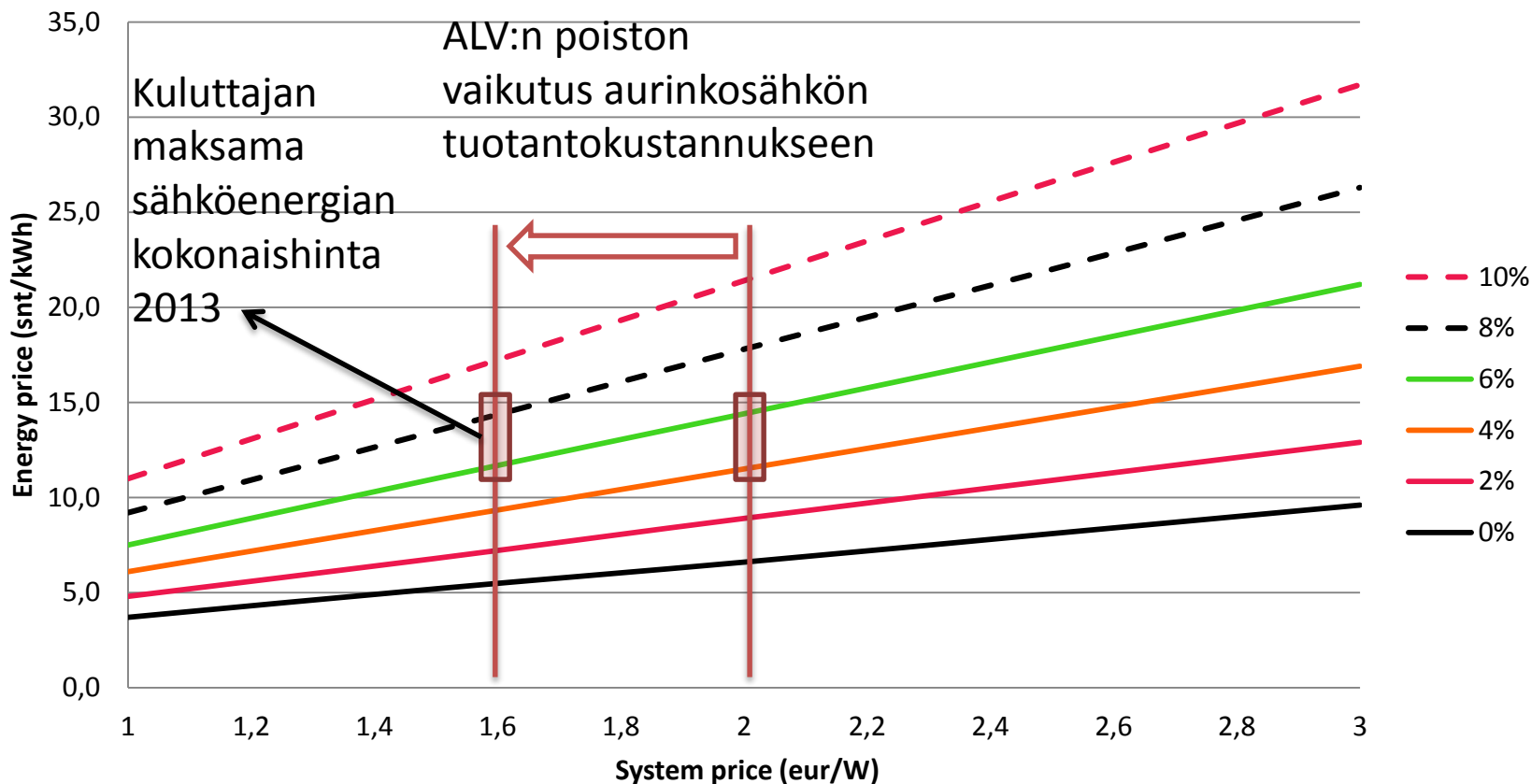


Kotimaisuusaste:
investointi 25-90%
tuotettu energia: 100 %

Asennusmäärä (kpl/a)	10000	50000	100000
Asennettu kapasiteetti (MWp/a)	50	250	500
Suora työllistäminen, asennus (henkilöä)	300	1500	3000
Liikevaihto (M€)	100	500	1000

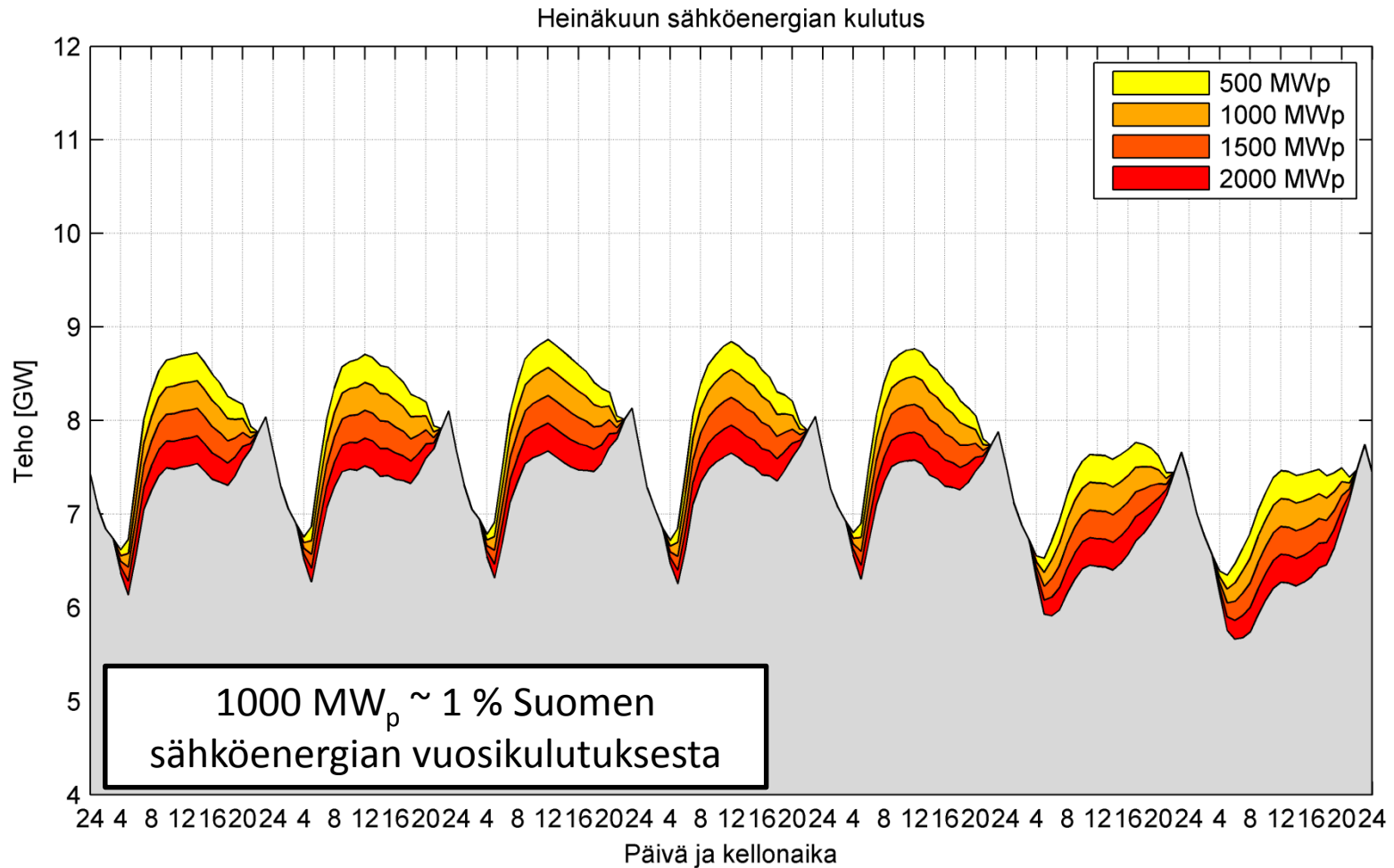
ALV:n poisto lisäisi kuluttajan aurinkosähköinvestoinnin kannattavuutta

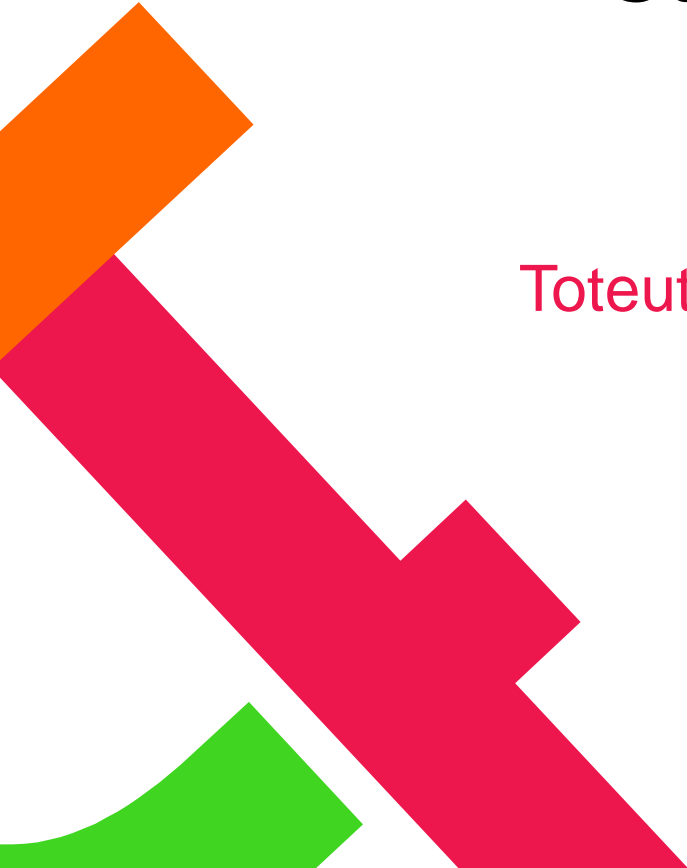
Energy price for next 30 years (annual inflation rate 1.5%)



Sijaintina Lappeenranta, suunnattu etelään, kulma 15 astetta, Invertterin elinikä 15 a ja paneelien 30 a

Aurinkosähkön tulevaisuus Suomessa?





Suomen (toiseksi) suurin
aurinkovoimala –
LUT 220 kW_p

Toteutusaikataulu 1.1.2013-31.12.2014

LUT aurinkoenergian hyödyntämisen edistäjänä



Riippumattoman tiedon tuottaja

Tutkija

Kouluttaja

Demonstraatiokohde

Lappeenranta University of Technology

LUT tasakattoasennus ($P_n = 51 \text{ kW}_p$)

- Rakennuskanta uusiutuu 1–1.5 %/a
- **Miten tasakattoasennuksia nykyiseen rakennuskantaan kustannustehokkaasti?**

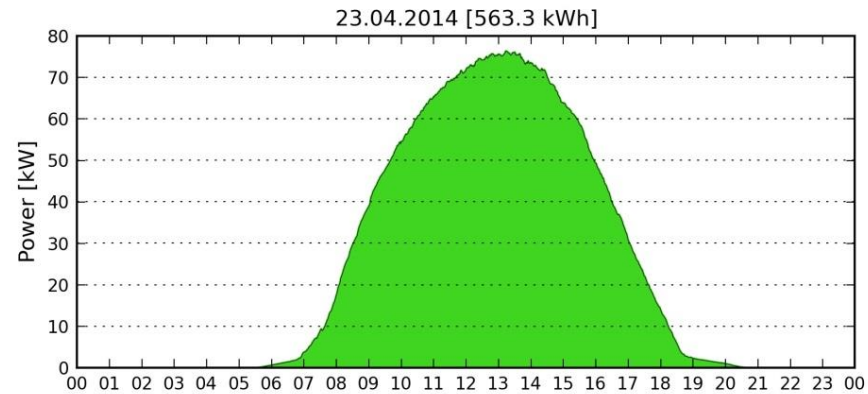


Kuva Paneeliteline tasakatolle.



Kuva 51.5 kW:n voimala tasakatolla 9.4.2014.

LUT:n aurinkopaneeleilla katettu autokatos ($P_n = 108 \text{ kW}_p$)



- Paneelia itsessään voidaan soveltaa aurinkoverhona tai katteena.



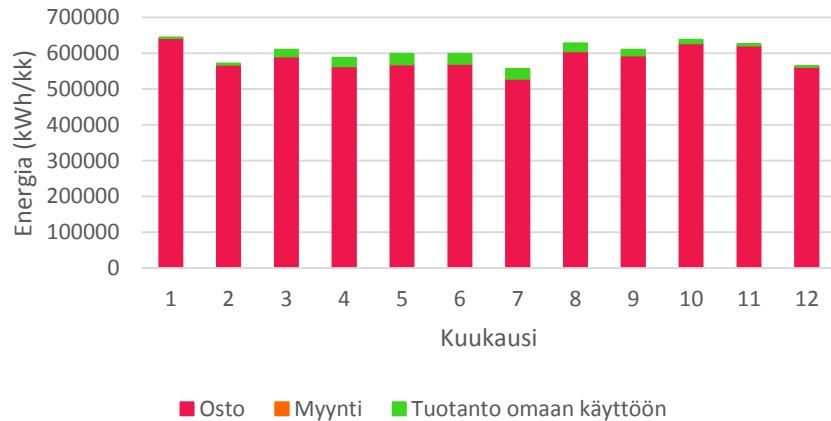
Kuva Autot parkissa



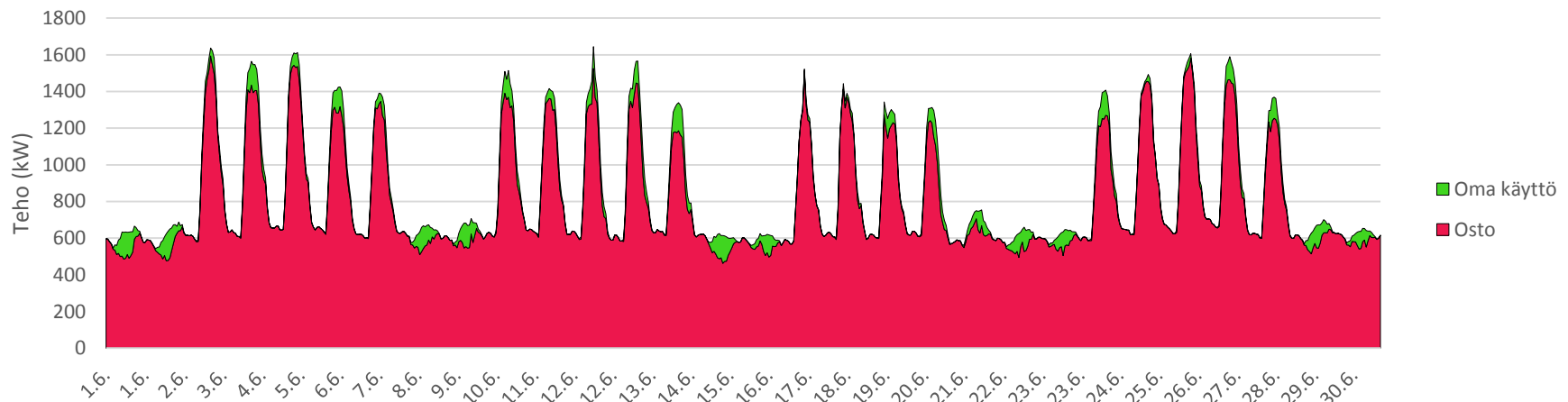
Kuva 108 kW paneeleita katteena (9.4.2014).

220 kW_p aurinkovoimalan vaikutus yliopiston sähköenergian ostoon

Kuukausittainen sähkön jakauma



- Simuloitu vuosituotanto 186 MWh
- n. 2.6 % kokonaiskulutuksesta
- Kulutuspiikkejä tasataan tuotannolla
- Paneelipinta-ala n. 1430 m²



Kuva Yliopiston sähkön alkuperä 220 kW_p voimalalla.

