

Aurinkosähkön mitoittaminen ja takaisinmaksuaika

Antti Kosonen

email: antti.kosonen@lut.fi

mob. +358 40 833 7749

twitter: [@AnttiJKosonen](https://twitter.com/AnttiJKosonen)



Taustaa

Aurinkosähkön kehitys

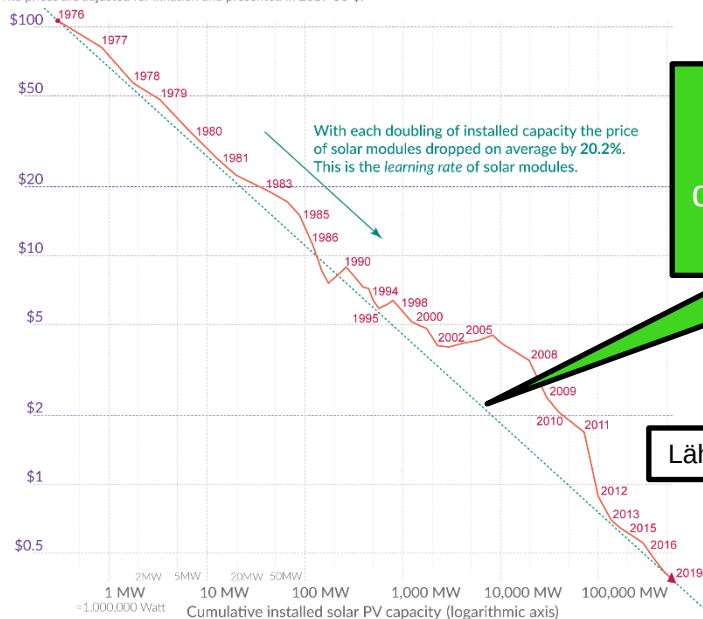


Aurinkopaneelien hinnan kehitys

The price of solar modules declined by 99.6% since 1976

Our World
in Data

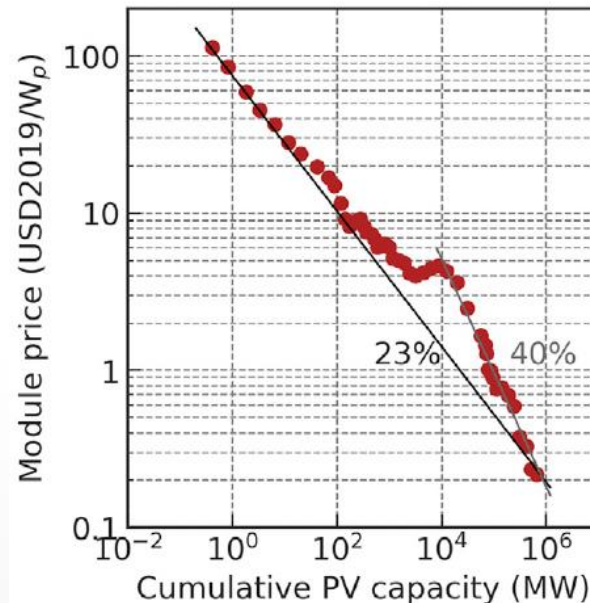
Price per Watt of solar photovoltaics (PV) modules (logarithmic axis)
The prices are adjusted for inflation and presented in 2019 US-\$.
Data: Lafond et al. (2017) and IRENA Database; the reported learning rate is an average over several studies reported by de La Tour et al (2013) in Energy. The rate has remained very similar since then.
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.



Lähde: IRENA.

Data: Lafond et al. (2017) and IRENA Database; the reported learning rate is an average over several studies reported by de La Tour et al (2013) in Energy. The rate has remained very similar since then.
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

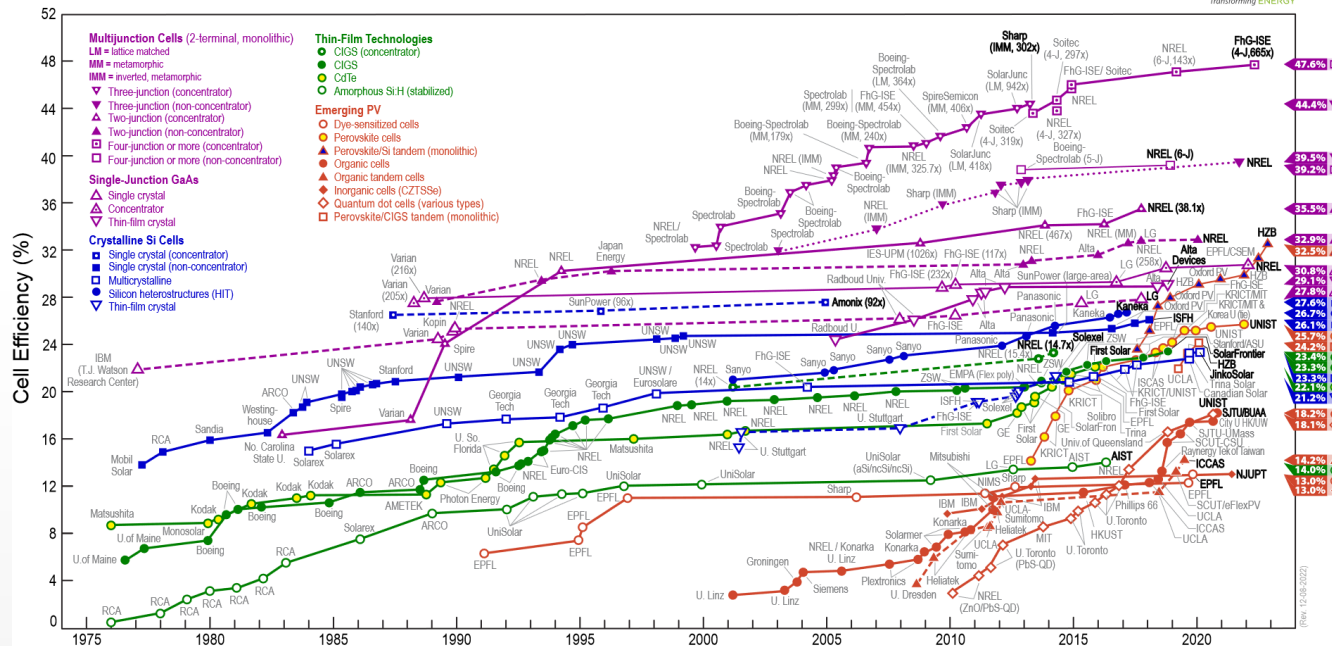
Licensed under CC-BY
by the author Max Roser



Lähde: M. Victoria et al., Solar photovoltaics is ready to power a sustainable future, Joule 5 (2021) 1–16, <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.03.005>.

Aurinkokennojen hyötysuhteen kehitys

Best Research-Cell Efficiencies

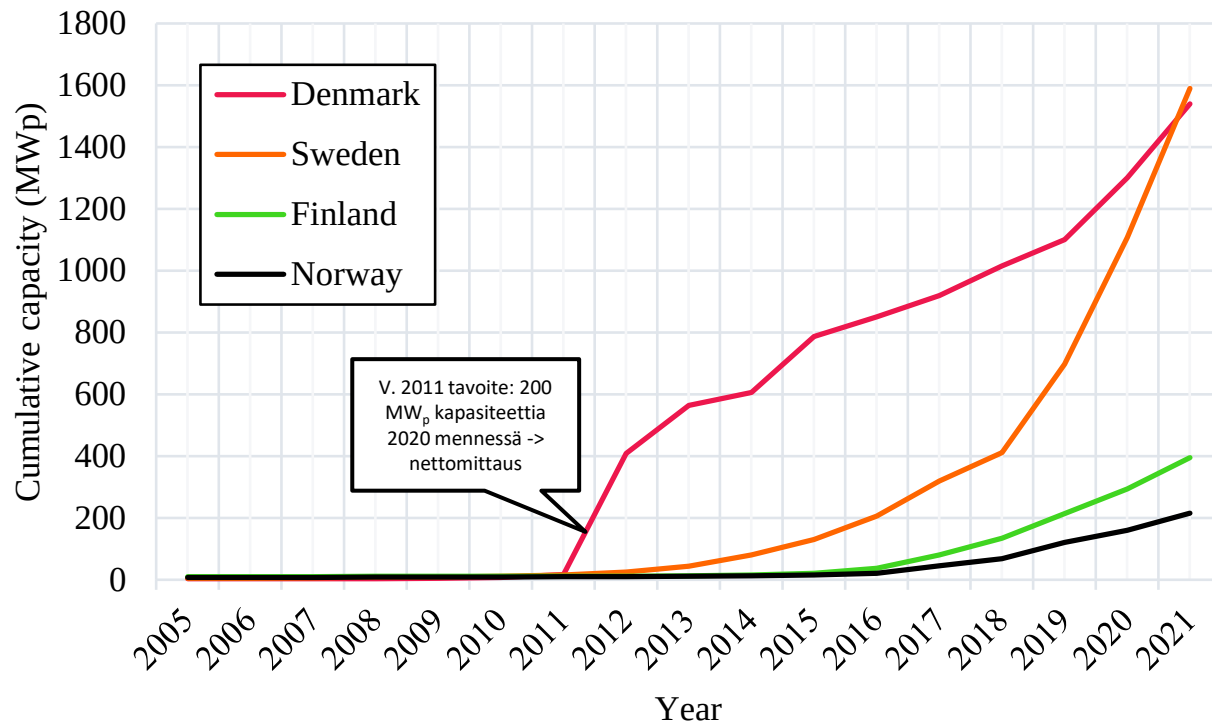


Aurinkopaneelit

- 250 Wp (15 %) v. 2015
- 360 Wp (21 %) v. 2022



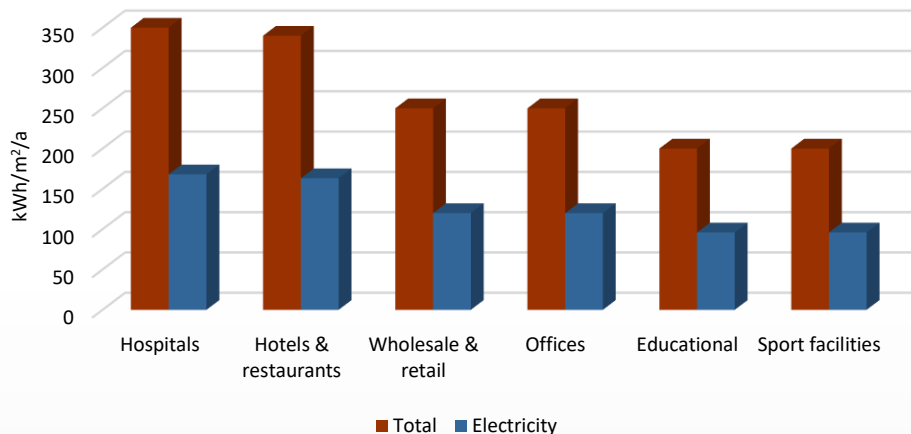
Pohjoismaissa n. 3,5 GWp kapasiteettia vuoden 2021 lopussa (395 MWp Suomi 2021)



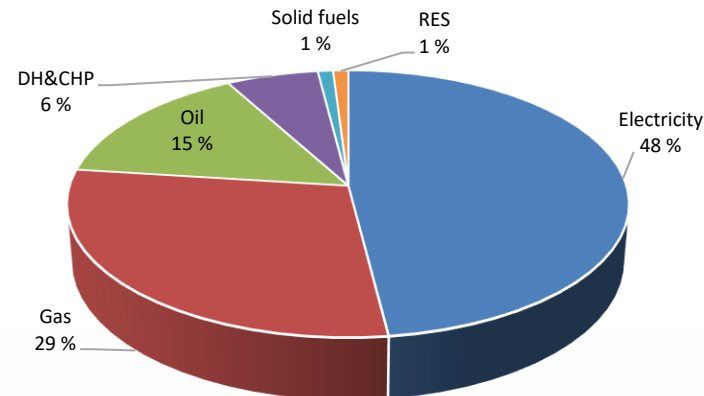
Vuoden 2019 kansallinen aurinkosähköraportti:
National Survey Report of PV Power Applications in FINLAND 2019, saatavissa: www.iea-pvps.org

Energian loppukäyttö muissa kuin asuinrakennuksissa

Specific energy consumption



End-use energy mix

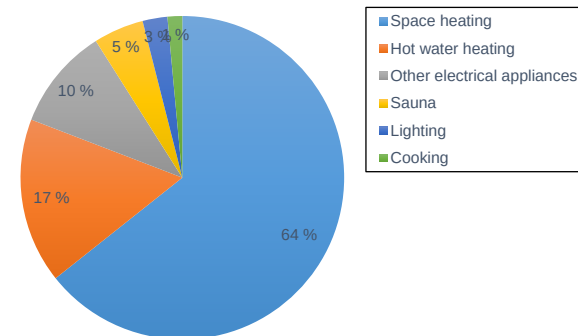
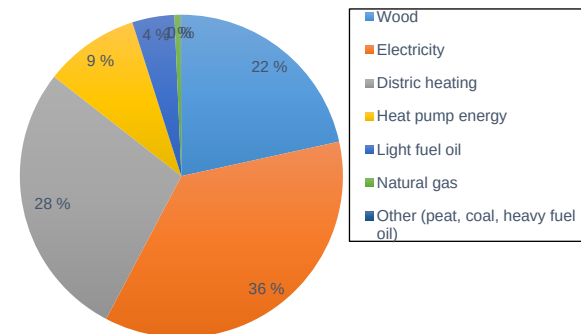
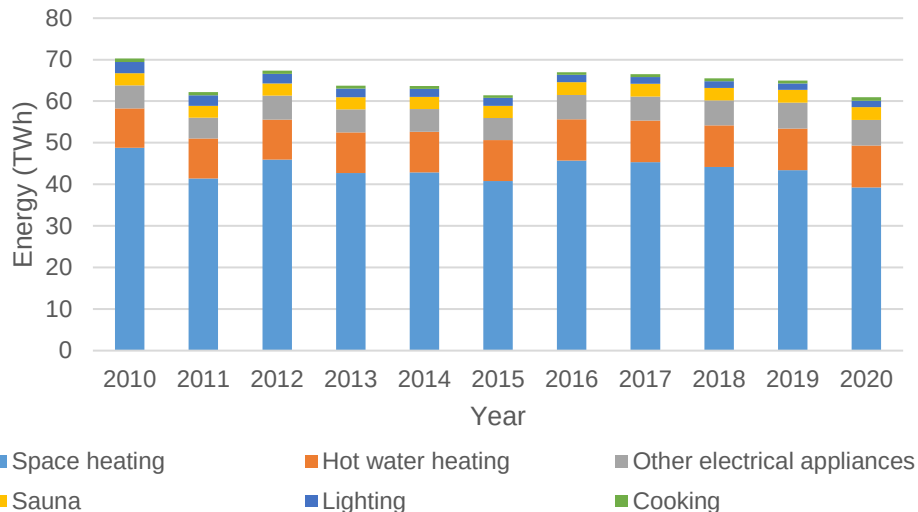


Lähde: Europe's buildings under microscope – Country by country review of the energy performance of the buildings, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2011.

- Rakennukset kuluttavat noin 40 % kaikesta energiasta EU:ssa
- Keskimääräinen ominaisenergiankulutus muissa kuin asuinrakennuksissa on 280 kWh/m²/a, joka on 40 % suurempi kuin asuinrakennuksissa
- Viimeisen 20 vuoden aikana sähkönkulutus on noussut 74%

Energian käyttö asumissektorilla 2010–2020

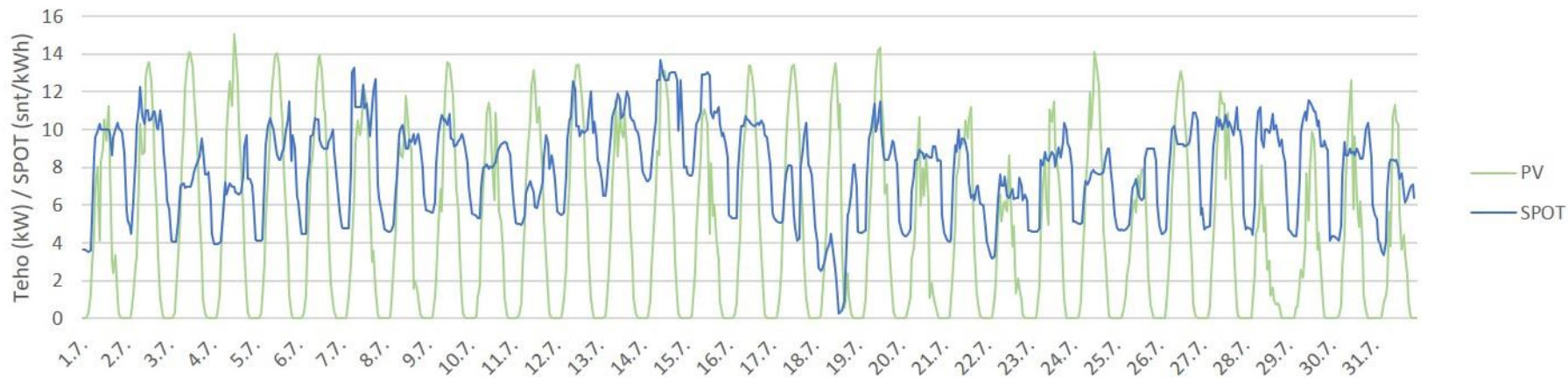
- Asumissektori kuluttaa noin 17 % (61 TWh) kaikesta energiasta (355 TWh), mutta 27 % (22 TWh) kaikesta sähköstä Suomessa (82 TWh)
- Sähkönkulutus kasvaa koko ajan
- Noin 86 % kaikesta tästä menee lämmitykseen (tilat, käyttövesi, sauna)



Lähde: Official Statistics of Finland, Asumisen energian kulutus 2021.

Aurinkosähköstä vajetta Suomessa

- Tuulivoiman lisääminen ei helpota kesän kysyntähuippuja!
- Vuonna 2022 aurinkosähköä on ollut kannattavampaa myydä verkkoon päivällä ja ostaa sitä yöllä verkosta kuin käyttää tuotettua sähköä itse!

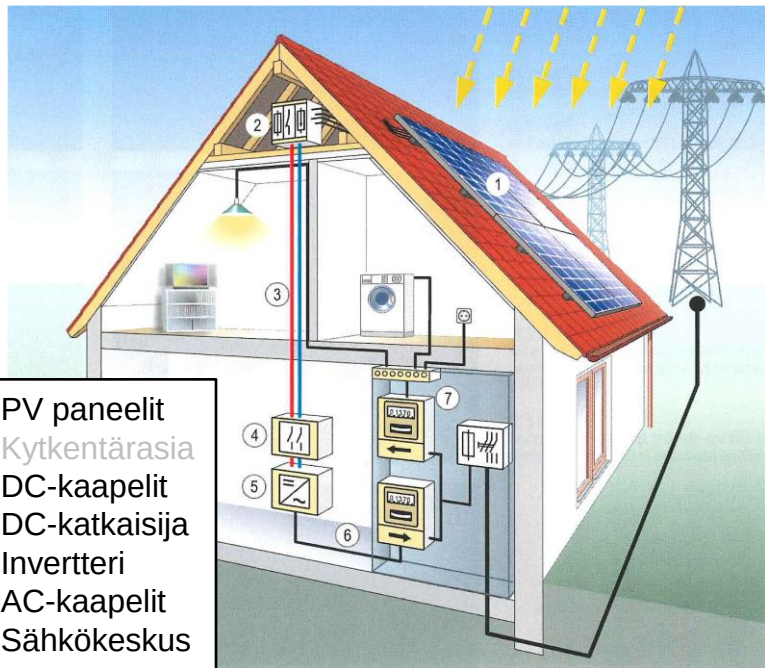


Kuva. Aurinkosähkön tuotanto [@nollaenergiahirsitalo](https://nollaenergiahirsitalo.fi) ja sähkönhinta sähkömarkkinoilla heinäkuussa 2021.

Aurinkosähkön kannattavuus

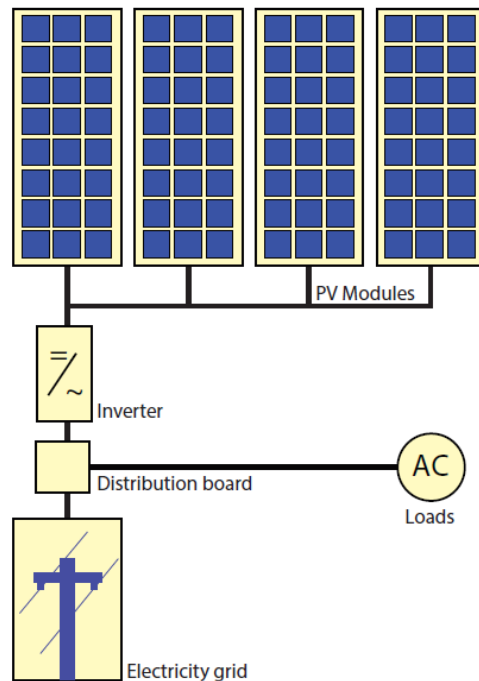


Yleisen jakeluverkon rinnalla toimivan aurinkovoimalan rakenne



- (1) PV paneelit
- (2) Kytentärsia
- (3) DC-kaapelit
- (4) DC-katkaisija
- (5) Invertteri
- (6) AC-kaapelit
- (7) Sähkökeskus

Kuva. Periaatekuva.



Kuva. Kaaviokuva.

Lähde: K. Jäger, O. Isabella, A.H.M. Smets, R.A.C.M.M. van Swaaij, M. Zeman, [Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems](#), Copyright Delft University of Technology, 2014.

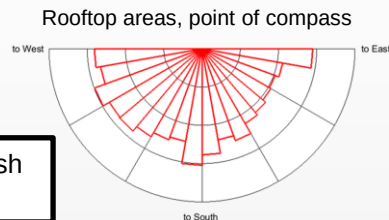
Lähde: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Planning and Installing Photovoltaic Systems: A Guide for Installers, Architects and Engineers. 3. edition. Routledge. 524 p. 2013. ISBN13: 978-1-84971-343-6.

Suomessa asuinrakennusten kattojen potentiaali ~10 GWp

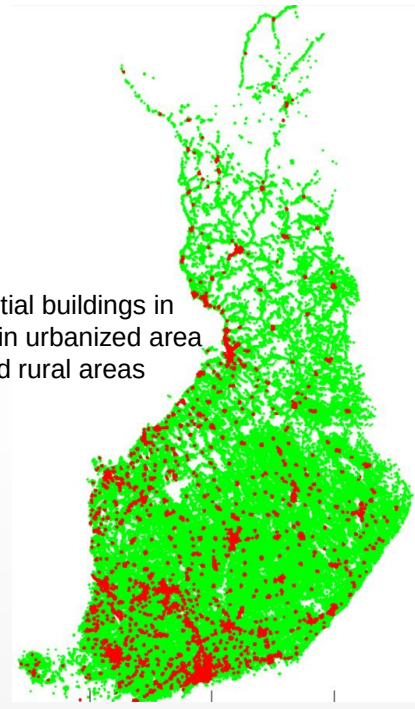
Building type	Amount	Rooftop surfaces, m ² (1)	Rooftop potential, S _n , MVA (2)	PV peak, P _{max} , MW (3)	Avg. roof, m ² /roof
Residential	1 319 444	242 173 933	12 109	7 350	184
Public	71 685	62 197 484	3 110	1 880	868
Leisure	488 763	36 877 551	1 844	1 110	75
Industry	30 259	47 496 085	2 375	1 450	1 570
Other	3 127 670	299 327 488	14 966	9 033	574
Total	5 037 821	688 072 541	34 404	20 823	137

- 1) Total surface areas of buildings
- 2) Nominal power of panels. Based on assumption that only southern side of roofs (all ridge type) are utilized with 70% panel filling factor
- 3) Maximum power taking into account point of compass of buildings and geographical location in Finland

Lähde: Jukka Lassila, et. Al., Nationwide Photovoltaic Hosting Capacity in the Finnish Electricity Distribution System, EUPVSEC 2106, Munich, June 2016.

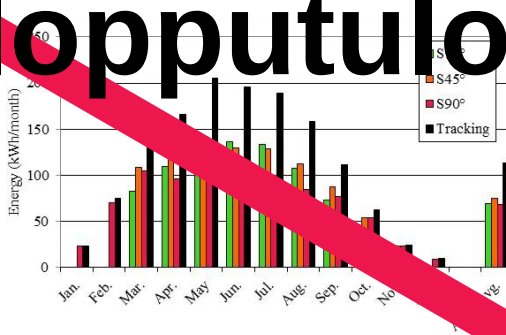
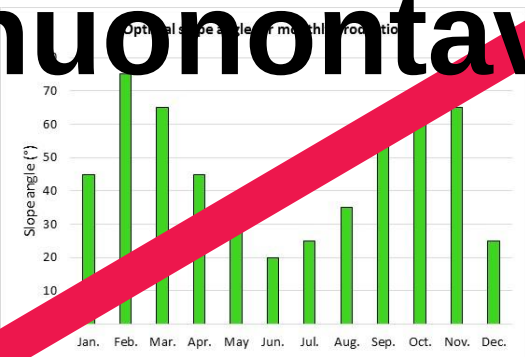
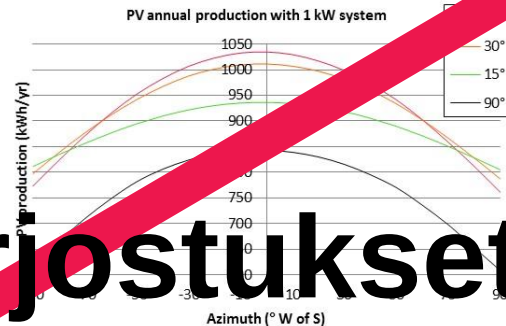
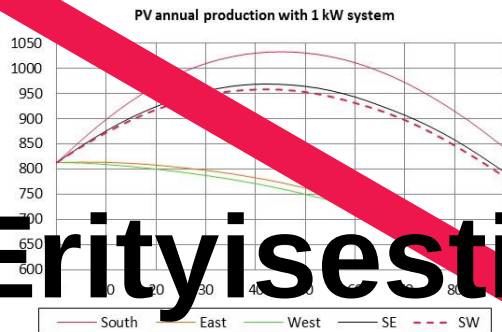


Residential buildings in Finland in urbanized area (red) and rural areas (green)



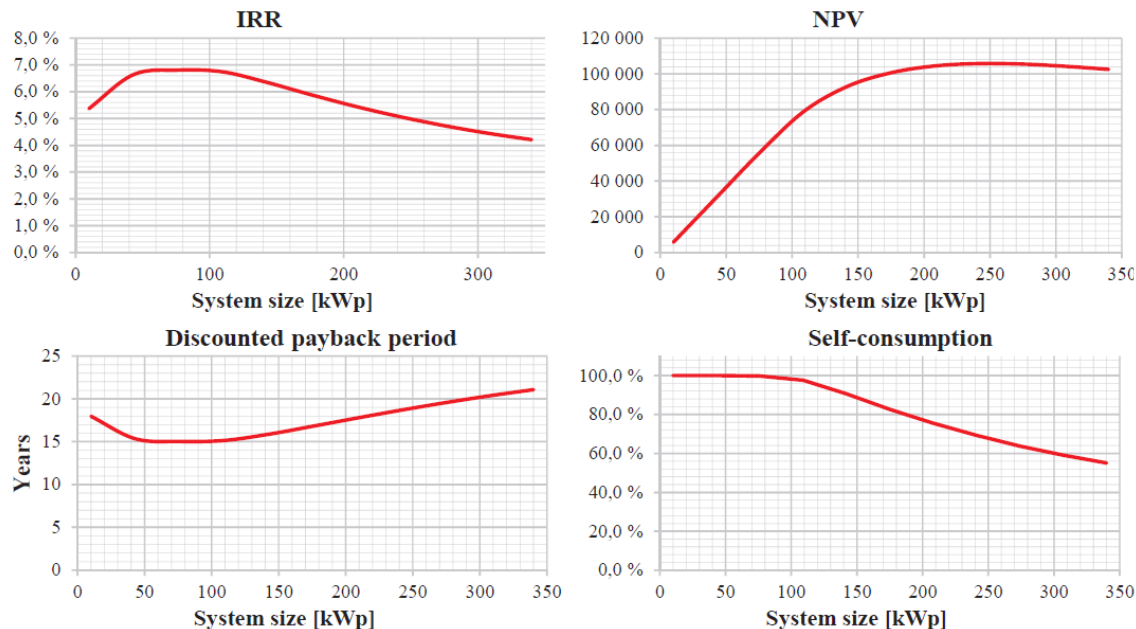
Asennuksessa huomioitavia tekijöitä

**Erityisesti varjostukset
huonontavat lopputulosta**



Päivittäistavarakauppa (1/2)

Laskettu vuoden 2015 sähköhinnoilla!



Kuva. Etelään suunnatun PV-järjestelmän mitoittaminen kauppakiinteistöissä.

Nykyään 15 %, mutta kustannukset edullisemmat!

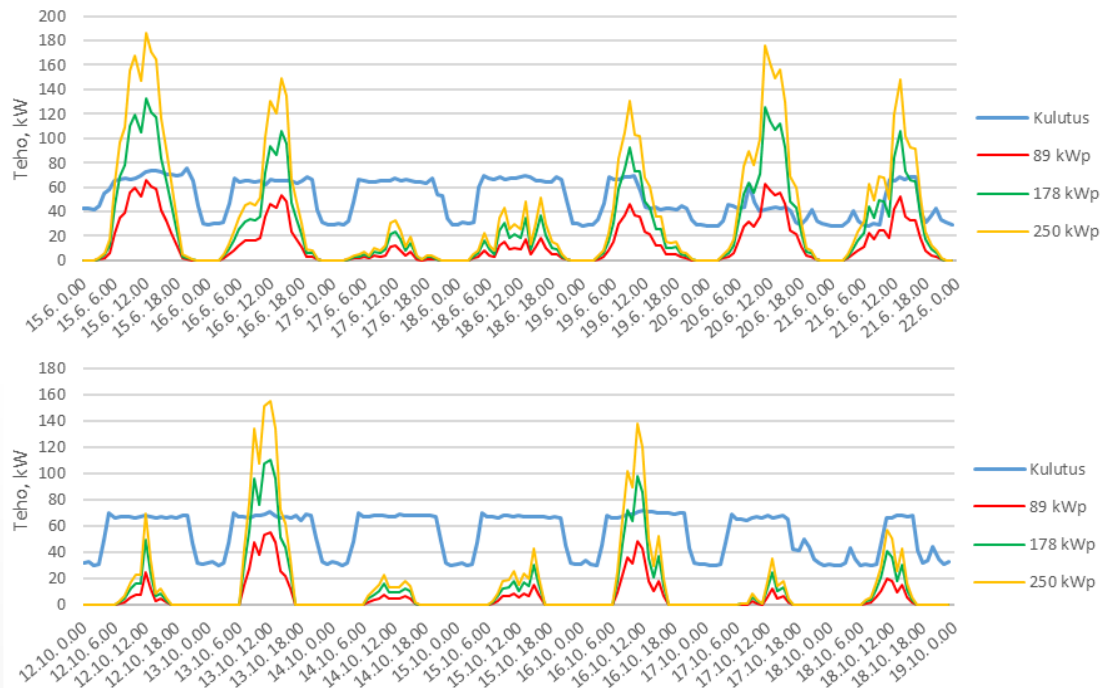
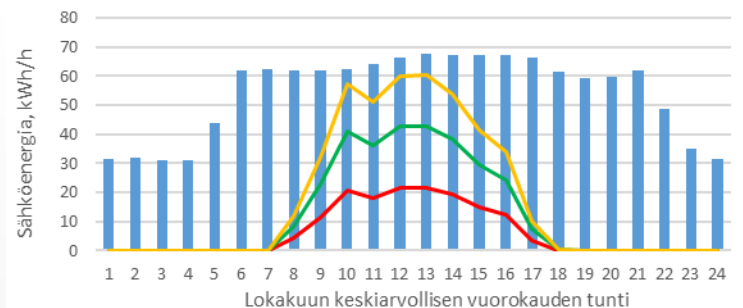
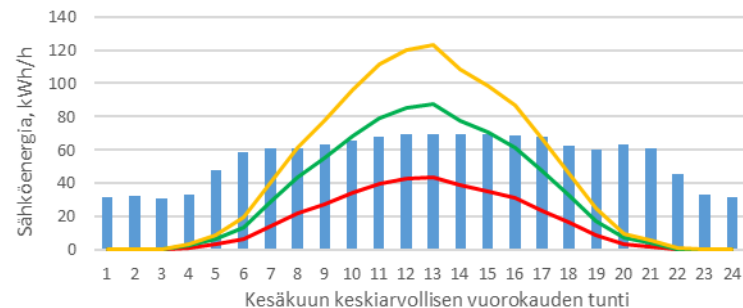
Taulukko. Päivittäistavarakaupan aurinkosähkö-investoinnin kannattavuustarkastelun tulokset.

PV power system size	89 kWp	178 kWp	250 kWp
Cost of investment, subsidized (€)	82,172	161,946	225,172
Subsidy portion of total cost (%)	25	25	25
Internal rate of return (%)	6.8	5.9	5.0
Net present value (€)	66,068	101,098	105,842
Self-consumption (%)	99.5	82.0	67.7
PV electricity of total consumption (%)	16.4	27.0	31.3
Discounted payback period (years)	15.0	16.9	18.9

Ylimitoitus ei romahduta kannattavuutta!

Lisää tuloksia: tieteellinen lehtijulkaisu
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.05.058>;
 diplomityö <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016120730417>.

Päivittäistavarakauppa (2/2)

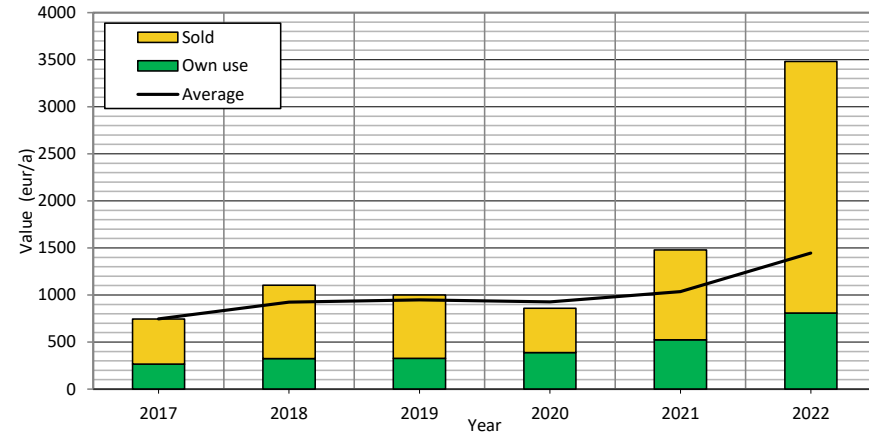


Kuva Tuotanto ja kulutus.

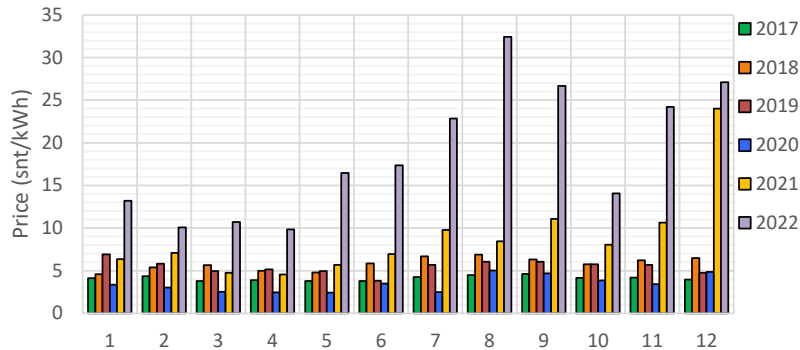
Sähkön hinnan vaikutus

- Aurinkosähköjärjestelmä on pitkäaikainen osittainen suoja sähkönhintoja vastaan
- Investoinnilla sidotaan sähkönhinta seuraavaksi 30 vuodeksi aurinkosähkön osalta

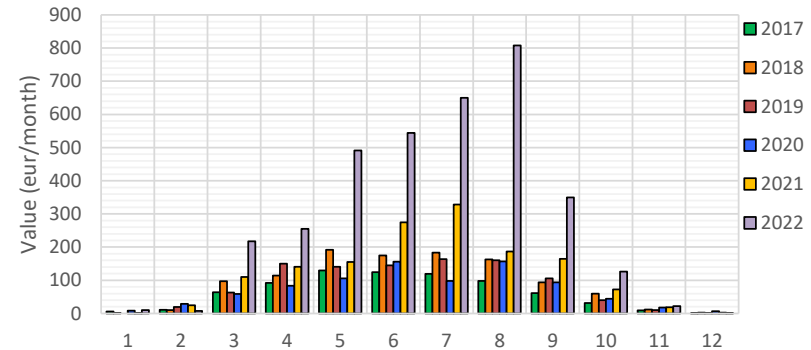
Value of solar PV



Price of spot electricity



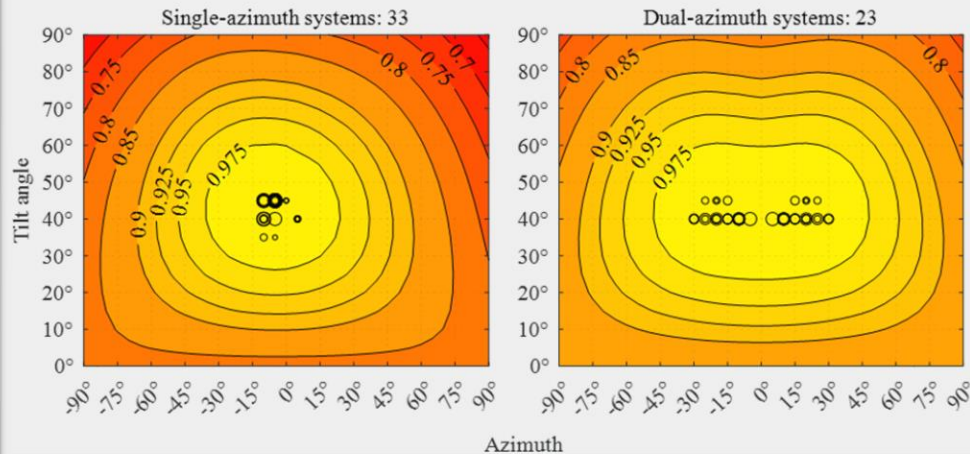
Value of solar PV



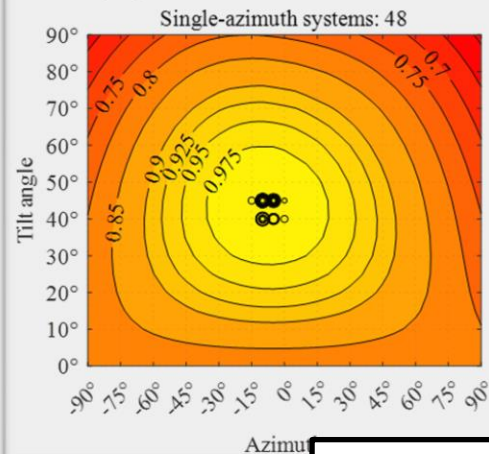
Suuntauksen vaikutus kannattavuuteen

- Kaavoituksella ja arkkitehtisuunnittelulla voidaan vaikuttaa oleellisesti aurinkosähkön hyödyntämispotentiaaliin rakennuksissa!
- Erityisesti varjostukset otettava huomioon!

a) Summer cottage and households



b) Agriculture, businesses and industries



Myyttejä murrettu

Antti Kosonen @AnttiKosonen · 23. kesäk.
Kyllä #aurinkosähköä pitää saada myös Suomeen lisää, sillä meillä on tuotantovajetta läpi kesän.



teknikkakauslii.
Kuinika monta aurinkopaneelia kannattaa asentaa kotitalouteen ja mit.
Aurinkopaneelista kannattaisi LUT-yliopiston tutkijan mukaan ottaa
kaikki tuotantovajetta irti. Se auttaisi laskemaan sähkön hintaa.

[T&T 22.6.2022.](https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.05.057)

Kuva. Taloudellisesti kannattavin ilmansuunta erilaisia kiinteistöissä.

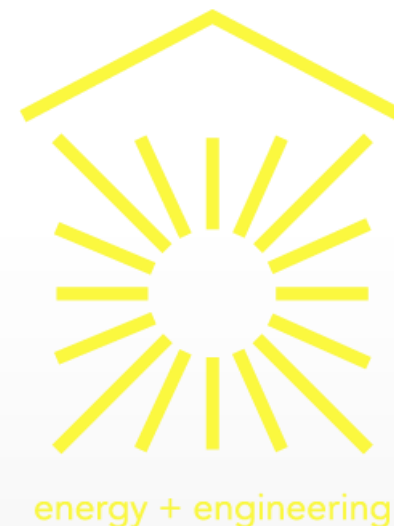
Tulokset: tieteellinen lehtijulkaisu
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.05.057>.

Tuntinetotus tulee kaikille 1.1.2023

- Sähkömarkkinat (SPOT) toimivat tuntitasolla $\Rightarrow$ markkinahinta joka tunnille
- Yksi lukema mittausjakson ajalta myös kuluttaja-tuottajille
 - Kannattavuus ennakoitavissa laskelmin
- **Kerrostalojen mahdollista muodostaa energiayhteisö, jolloin aurinkosähköä saadaan kaikkien asukkaiden käyttöön taloyhtiön voimalasta**
- Ylen tekemä juttu aiheesta: <https://yle.fi/uutiset/3-11750233>
- Tilanne tällä hetkellä: <https://yle.fi/uutiset/3-11767604>

Energy Plus Engineering Oy

- LUTin tutkimustyöhön pohjautuen olemme perustaneet startup-yrityksen Energy Plus Engineering Oy
 - Kiinteistöjen energiatehokkuusasiantuntija, <https://www.epluse.fi>
 - Lämpöpumput, aurinkosähkö, ilmanvaihto, yms.
 - Mitoitus ja investointien vaikutus
 - Esimerkkejä maakaasun käytön vähentämisestä lämmityksessä:
 - Imatran jäähallilla otettiin hyötykäyttöön jäädyttämisessä syntyvä lauhdelämpö ilmanvaihdossa, korvaa maakaasua
 - Vuoden 2021 viimeisen 3 kk aikana säästö 22 000 €
 - Teollisuuskohde, jossa pelkällä ilmanvaihdon aikaohjelmien päivityksellä pudotettiin maakaasun kulutusta 75 %:a



Matkalla kohti puhtaampaa ja aurinkoisempaa tulevaisuutta

