

# ENERGIAILTA: PIENTALOJEN LÄMMITYSRATKAISUT

Vapaa pääsy  
Kahvitarjoilu  
Tervetuloa!

Ma 3.12.2018 klo 17.30-20.00  
Sirkkalan auditorio (Sirkkalantie 12A, Joensuu)

- 17:30 Selvitys pientalojen lämmitysjärjestelmistä  
Laura Pekki, Joensuun kaupungin ympäristönsuojeluyksikkö
- 17:40 Lämpöpumppulämmitys öljylämmityksen korvaajana  
Markus Hirvonen, Karelia AMK
- 18:00 Puupelletit lämmityksessä  
Anssi Kokkonen, Karelia AMK
- 18:20 Kahvit
- 18:30 Aurinkoenergia täydentävänä lämmitysmuotona (sähkö ja lämpö)  
Kim Blomqvist, Karelia AMK
- 18:50 Sähkövarastojen eri käyttötarkoituksista ja mahdollisuuksista  
pientaloissa  
Jarno Härkönen, Karelia AMK
- 19:10-20:00 Lämmityslaitteisiin tutustuminen Sirkkalan energiapuistossa  
keskustellen ja kysellen

Kahvituksen järjestämiseksi  
ennakkoilmoittautuminen  
29.11. mennessä:  
outi.manninen@joensuu.fi  
p. 050-4086052

JOENSUU

 **Karelia**  
AMMATTIKORKEAKOULU

# Lämpöpumput



# Sisältöä

- Lämpöpumppuprosessin toimintaperiaate
- Erityyppiset lämpöpumput ominaispiirteineen
- Kustannusvaikutukset ja muuta huomioitavaa

# Taustaa lämpöpumppujen käytölle

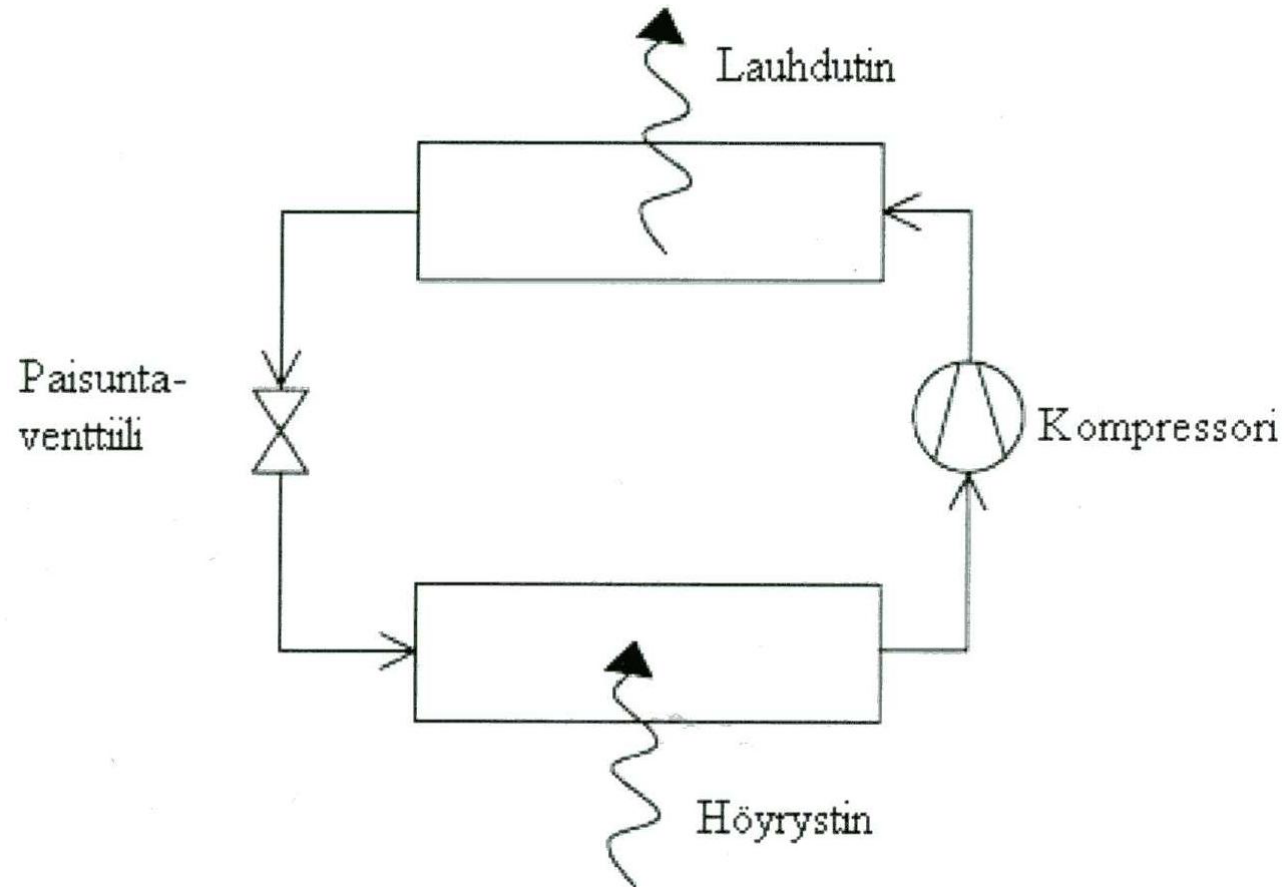
- Lämpöpumppu ei ole mitenkään uusi keksintö
  - Viilennyskäytössä lämpöpumppu on ollut jo 1700-luvulta saakka
  - Kaikilta löytyy lämpöpumppusovellus kotoa
- Suomeen lämpöpumput rantautuivat 70-80 -luvun vaihteessa ns. öljykriisin jälkeen
  - Heikko laatu ja epäilyttävät toimijat romuttivat markkinat
- Lämpöpumppujen uusi tuleminen koettu 2000-luvulla ja niiden käyttö lämmitykseen on kasvanut nopeasti
  - Kallistuneet energianhinnat osaltaan vaikuttimina
  - Myös vihreät arvot vaikuttimena vähentyneen sähköenergiankulutuksen myötä, vaikka onkin sähkölämmitysjärjestelmä



# Lämpöpumppuprosessi

Pakolliset osat:

1. Lauhdutin
2. Paisuntaventtiili
3. Höyrystin
4. Kompressori



## Toimintaperiaate

- Ottaa energiaa talteen alhaisemmassa lämpötilassa olevasta lämmönlähteestä ja muuttaa sen kompressorin avulla korkeaan lämpötilaan
- Perustuu kiertoaineen höyrystymiseen ja lauhtumiseen
- On suljettu prosessi, eli kiertoaine/kylmäaine ei karkaa järjestelmästä

# Lämpöpumpun prosessin toimintaan vaikuttavat tekijät

- Vaadittava lämpötilataso lauhduttimessa
  - Eli lämmön hyötykäyttökohteen lämpötilataso riippuen teknisestä ratkaisusta
    - Varaajan veden lämmitys lämmitysjärjestelmään 35 ... 90 °C
    - Käyttövesivaraajan lämmitys 55 ... 65 °C
    - Ilman lämmitys 25 ... 35 °C
- Höyrystimellä kerättävän lämpöenergian lämpötilataso
  - Eli lämmönlähteen lämpötila riippuen teknisestä ratkaisusta
    - Ulkoilma -30 ... 30 °C
    - Poistoilma 15 ... 20 °C
    - Maaperä/lämpökaivo -5 ... 5 °C
    - Vesistö 0 ... +4 °C

# Lämpöpumppujen hyötysuhde

- Mitä pienempi lämpötilaero höyrystimen ja lauhduttimen välillä on, niin sitä tehokkaampi lämpöpumppuprosessi on
  - Eli mitä pienempi lämpötilaero lämmön hyödyntämiskohteen ja lämmönlähteen välillä niin sitä tehokkaampi prosessi
- COP (Coefficient of Performance), lämpöpumpun hyötysuhde/ lämpökerroin kertoo kuinka paljon lämpöpumpulla saadaan kussakin toimintapisteessä tuotettua lämpöenergiaa lauhduttimelta suhteessa kompressorin ja apulaitteiden kuluttamaan sähköenergian määrään
- SCOP (Seasonal Coefficient of Performance) tai SPF (Seasonal Performance Factor), lämpöpumpun kausihyötysuhde



# Ilma-ilma lämpöpumput IILP

- Toiminta perustuu ulkoilmasta otettavaa lämpöenergiaan ja sen jakamiseen kiinteistöön puhaltamalla lämmintä ilmaa sisäyksikön läpi
- Toimivat kohtuullisen hyvin ulkolämpötila-alueella  $-5 \dots +15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 
  - Kiinteistössä sopivasti lämmityskuormaa ja sisäänpuhalluslämpötila on  $25 \dots 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  luokassa
  - Mentäessä  $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ja alhaisempiin lukemiin pumpun toiminta romahtaa jolloin toiminta on heikompaa kuin suoralla sähkövastuslämmityksellä
- Soveltuu lisälämmönlähteeksi ”välিকেleille” ja on riippumaton olemassa olevasta lämmönjakojärjestelmästä kiinteistössä
- Seurantatutkimuksissa on havaittu että sähkölämmitteisissä omakotitaloissa sähkönkulutuksen alenema on ollut käytännössä runsaat  $3000 \text{ kWh/a}$ , joka on noin  $\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$  osa kokonaiskulutuksesta
- SPF-luvut (vuosihyötysuhteet) hyvin toimivilla IILP:lla ovat  $2,5 \dots 2,8$  välillä kun ne ovat poissa käytöstä viileimmän jakson



# Ilma-vesilämpöpumput (IVLP tai myös VILP)

- Toiminta perustuu ulkoilmasta otettavaa lämpöenergiaan ja sen siirtämistä kiinteistön vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään
- Toiminnan järkevyyys riippuu täysin kiinteistön lämmönjakoratkaisun lämpötilatasosta! Jos on vanha kiinteistö jossa patteriverkoston lämpötilatasot 70/40 °C tai jopa korkeammat, toimii IVLP heikommin kuin suora sähkölämmitys. Vastaavasti lattialämmityskohteessa (esim 40/33 °C) IVLP voi toimia siedettävästi välikeleillä pl pakkasjaksot
- Käytetään päälämmönlähteenä vaikka on todellisuudessa lisälämmönlähde koska toimii suorana sähkölämmityksenä pakkasjakson läpi
- Järjestelmän SPF-luvut riippuvat täysinkohteen lämmönjaon lämpötilatasoista

# Ilmaan pohjautuvien ratkaisujen arvioituja SPF-lukuja

*Taulukko 7.8 Ulkoilmalämpöpumppujen SPF-lukuja.*

Ulkoilmalämpöpumput: menoveden korkein lämpötila, °C	SPF-luku		
	Säävyöhykkeet		
	I-II	III	IV
Ilma-ilma	2,8	2,8	2,7
Ilma-vesi (tilojen lämmitys)			
30	2,8	2,8	2,7
40	2,5	2,5	2,4
50	2,3	2,3	2,2
60	2,2	2,1	2,0
Ilma-vesi (käyttöveden lämmitys)			
60	1,8	1,6	1,3

## Maa- ja vesistölämpöpumput (MLP ja VLP)

- Toiminta perustuu maaperästä ja vesistöistä otettavaan lämpöenergiaan ja sen siirtämistä kiinteistön vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään
- On immuuni ulkolämpötilan muutoksille → Toimii myös pakkasella vs IILP ja IVLP
- Kiinteistön lämmönjakoratkaisun lämpötilataso vaikuttaa lämpökertoimeen. Vanhempien kiinteistöjen korkean lämpötilan patteriverkostot eivät niin houkuttelevia kuin matalan lämpötilan lattialämmityskohteet.



# Maalämpöpumppuratkaisujen arvioituja SPF-lukuja

*Taulukko 7.9 Maalämpöpumppujen SPF-lukuja*

Maalämpöpumput: menoveden korkein lämpötila, °C	SPF-luku	
	Vuotuinen keruupiirin pa- luunesteen keskilämpötila, °C	
	-3	+3
<b>Tilojen lämmitys</b>		
30	3,4	3,5
40	3,0	3,1
50	2,7	2,7
60	2,5	2,5
<b>Käyttöveden lämmitys</b>		
60	2,3	2,3

# Öljylämmityskiinteistön muunnos lämpöpumppua hyödyntäväksi

- Kohteen lämmönjakojärjestelmän ominaisuudet
  - Korkealämpötilainen patterilämmitys vai lattialämmitys tai saneerausmahdollisuus?
- Olemassa olevan öljyjärjestelmän toimintakunto?
  - Voiko hyödyntää vara- ja huippuvoimantuotannossa jolloin esim IVLP ja öljykattila olisi sarjaan kytketty ja öljyllä tehtäisiin huiput jolloin sähköverkkorasitus pienenee
  - Täystehomitoitetussa MLP ja VLP ratkaisussa ei tarvetta varajärjestelmälle

# Muuta huomioitavaa

- Lämpöpumppuprosessit ovat pohjimmiltaan sähkölämmitysratkaisuja
  - Tulevat tehopohjaiset siirto- ja energiamaksut
  - Varttihinnoitteluun tuntipohjaisen sijaan
- Vaikutusmahdollisuus: VIHREÄ SÄHKÖ, yksinkertainen valinta jolla on iso käytännön merkitys

# Mitä lämpöpumpulla saa aikaiseksi

Kun lämmitykseen ja käyttöveteen kuluu 25 000 kWh sähköä tai 3 000 l öljyä vuodessa

Lämpöpumppu- tyyppi	Säästö kWh vuodessa	Säästö <sup>1</sup> euroa vuodessa	Investointi <sup>2</sup> euroa
Maalämpöpumppu	14 000...17 000	1 800...2 200	14 000...20 000
Ilma-vesi- lämpöpumppu	8 000...13 000	1 000...1 700	8 000...12 000
Poistoilma- lämpöpumppu	3 000...7 000	400...800	6 000...10 000 <sup>3</sup>
Ilmalämpöpumppu	2 000...7 000	250...800	1 500...2 500

1) Sähkö ja öljy 0,13 €/kWh (sähkö 13 c/kWh ja öljy 1,1 €/litra 80% vuosihyötysuhteella)

2) Investointikustannus asennettuna, ei sisällä lämmönjakojärjestelmää

3) Sisältää myös ilmanvaihtolaitteen, mutta ei sen kanava-asennuksia

**sulpu**

Lähde: SULPU ry

Lähde: Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



# Yhteystiedot

Markus Hirvonen

[markus.hirvonen@karelia.fi](mailto:markus.hirvonen@karelia.fi)

050 – 315 6503

Karjalankatu 3, 80200 Joensuu

Karelia-AMK



# Pellettilämpö pientalossa

*Karelia ammattikorkeakoulu*

*Anssi Kokkonen*

*3.12.2018*

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)

# Pääteemat

Pelletti keskuslämmityksessä

- Erillis- vs. yhdistelmälaitteet
- Varasto- ja siirtoratkaisut

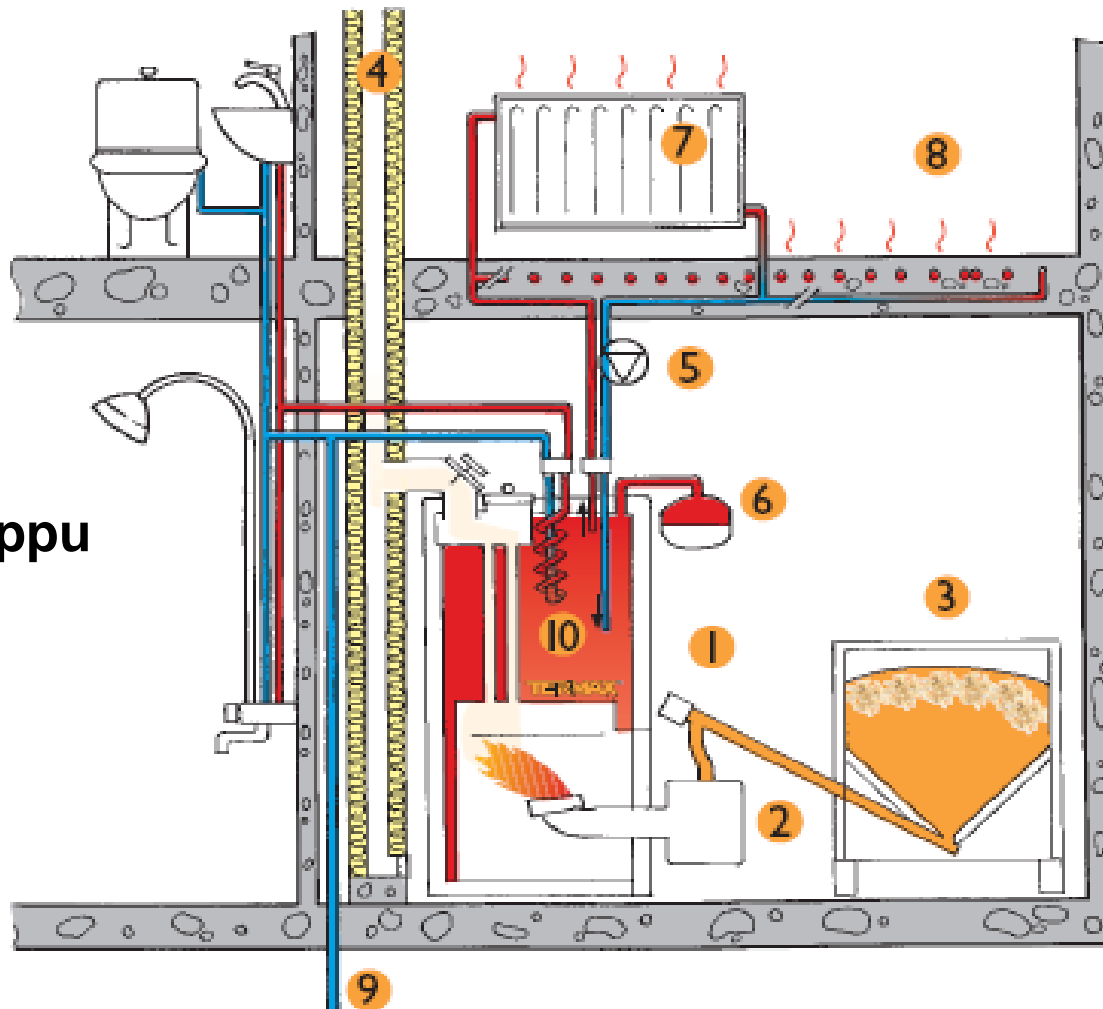
Muut pellettilämmitysratkaisut

Muuta teemasta ja vierestä...



# Lähtökohtana: Keskuslämmitys

- ✓ Pelletti
- ✓ Klapi/Halko
- ✓ Öljy
- ✓ Sähkö
- ✓ Maalämpöpumppu
- ✓ Vesi-ilmalämpöpumppu
- ✓ muu...

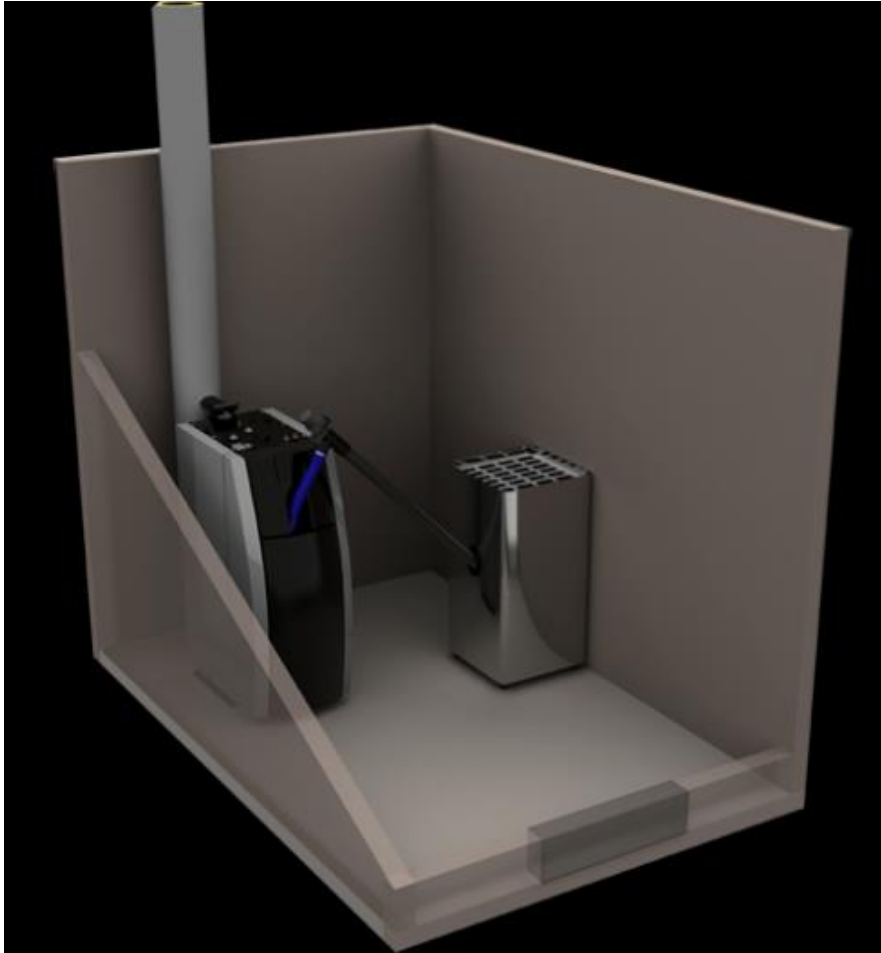


Kuva: Termocal Oy

# Lämmön tuotanto

- ”Pohjoismainen” malli, jossa
  - Lämmityskattila ja pellettipoltin ovat erillisiä yksiköitä, myös hankittavissa erikseen
  - Pellettipoltin on mahdollista *yleensä* asentaa myös olemassa olevaan kpa- kattilaan
- ”Keskieurooppalainen” malli, jossa
  - Kattila ja poltin on yhtenä ”pakettina”, sisältäen myös ohjauksen, pumpput jne.
  - Lämmitysjärjestelmä uusitaan kokonaisuutena
  - Suositeltava tapa hankkia hyvin toimiva järjestelmä
- Saadaan aina korkeitakin lämpötiloja, joten sopii hyvin yhteen myös patterijärjestelmän kanssa (saneerauskohteet huom.)

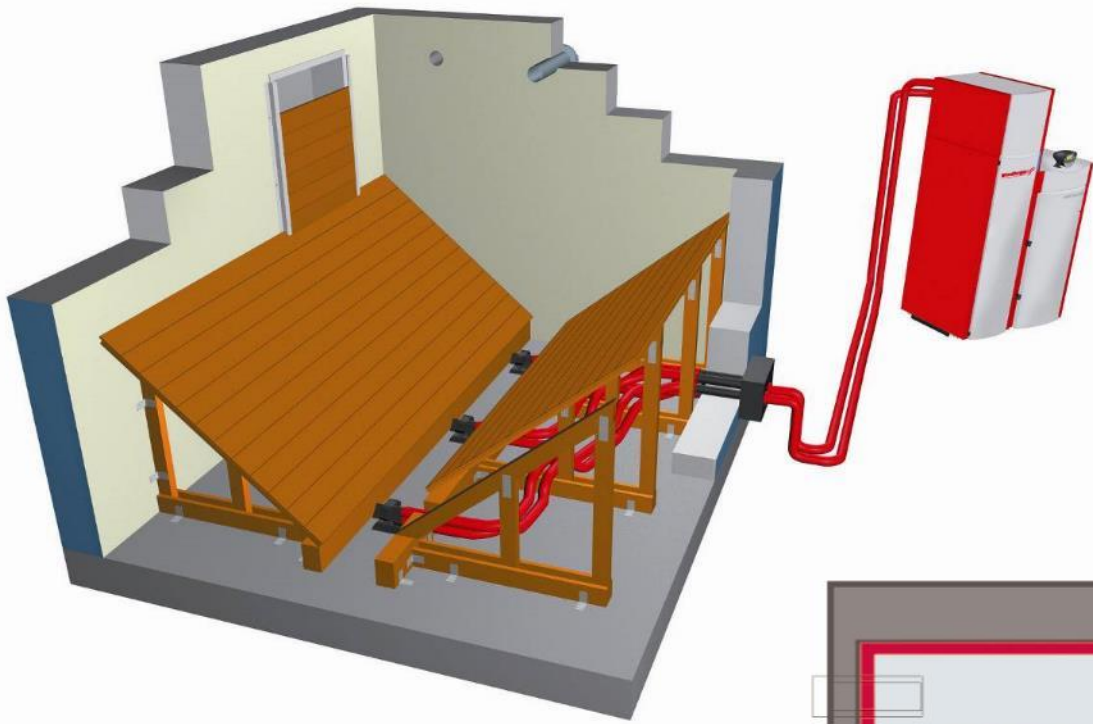
# Pellettipoltin ja -kattila erillisinä



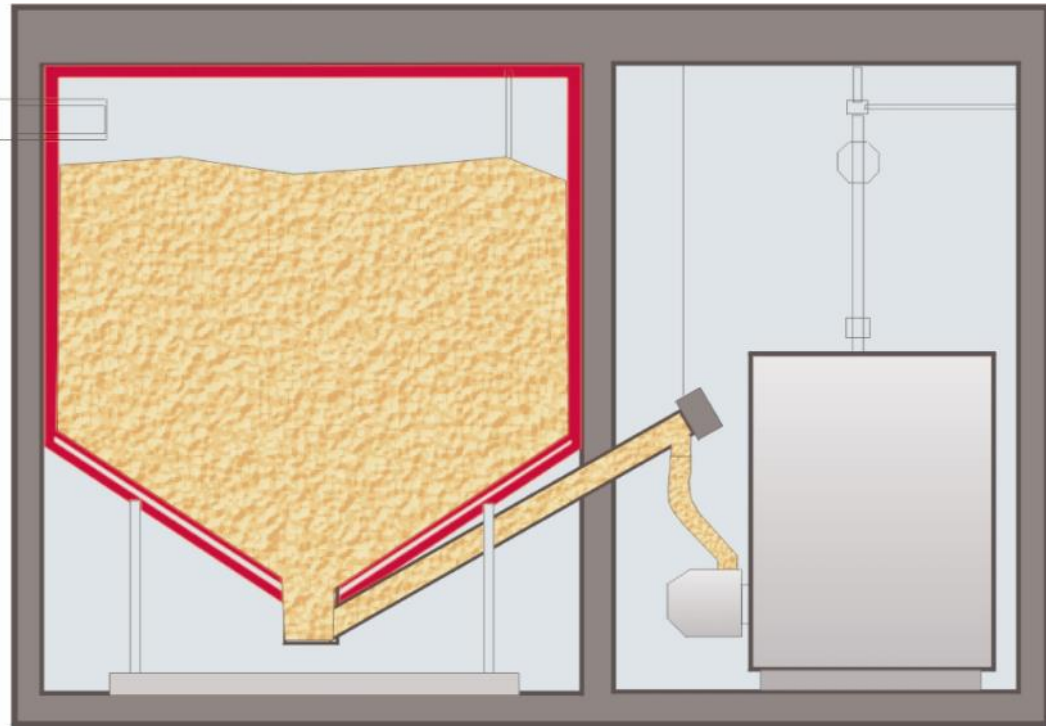
Kuva: Ariterm

# Yhdistelmäjärjestelmät





Kuva: Windhager



Kuva: Vapo Oy



# Pellettikeskuslämmitys matalaenergiataloihin: 2-7 kW



Kuva: Guntamatic

Pellettikeskuslämmitys  
ilman kattilahuonetta



Kuva: Windhager

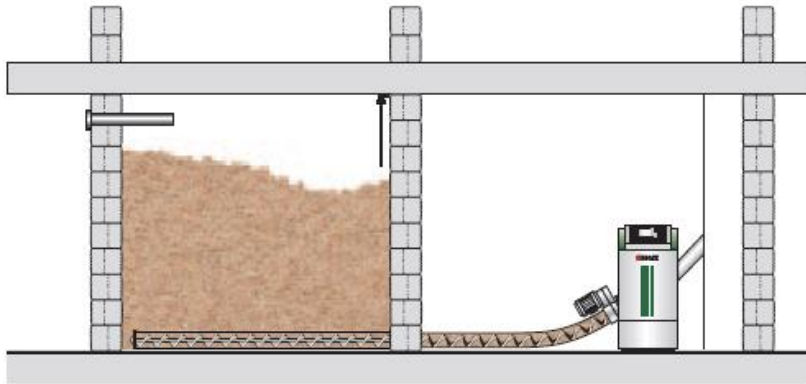
# Pellettivarastot

- Piensiilo, täyttö käsityönä
  - kattilahuoneeseen max 500 ltr suljettava teräksinen pellettisäiliö, ns. viikkosäiliö
- Vuosivarasto, pelletit toimitetaan siiloon puhalluksella irtotavarana suoraan rekasta
  - min 6 m<sup>3</sup> / 3 tonnia
  - metallinen valmissiilo, säkkisiilo, maanalainen siilo, tai paikalla itse puutavarasta rakennettu (ohjeet huom!)
- Sijoitetaan mahdollisimman lähelle kattilahuonetta määräykset ja tekniset mahdollisuudet huomioiden

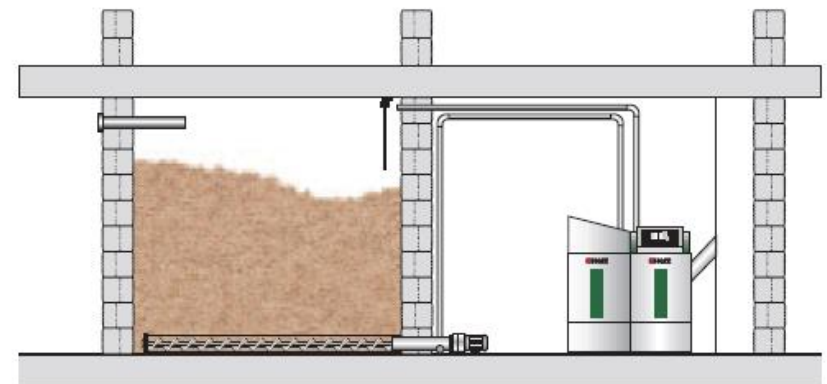
Ole yhteydessä *jo suunnitteluvaiheessa* kuntasi rakennus- ja palotarkastukseen!

# Pellettien siirto ja kuljettimet

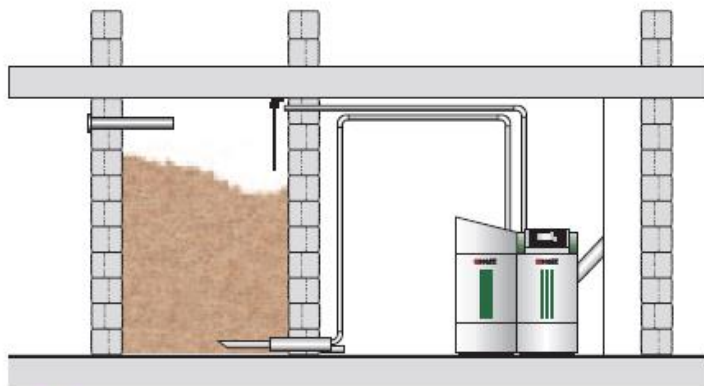
- Ruuvikuljettimet
  - kevyet spiraalikuljettimet, max 3 m pituus
  - jäykät ruuvikuljettimet, max 6 m pituus
  - rajallinen nousukulma, max 45°
  - pitkät etäisyydet usealla ruuvilla
- Imurisiirtojärjestelmät
  - joustavat putket taipuvat hankalistakin paikoista
  - siirto jopa 20 m etäisyydeltä
  - aina, jos käytetään maanalaista siloa
- Sanko
  - toimii aina



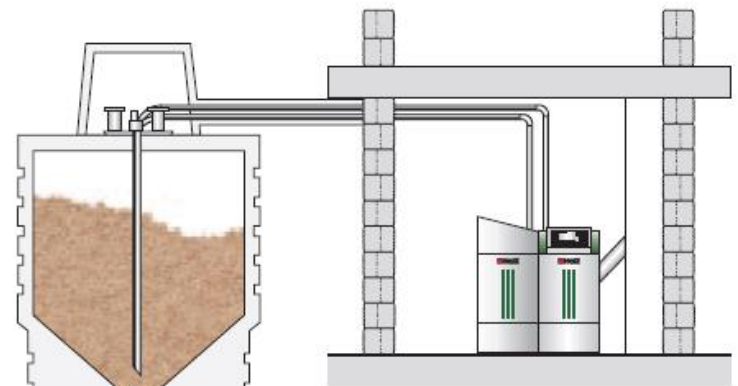
1 Pelletin syöttö taipuisalla ruuvikuljettimella.



2 Pelletin syöttö ruuvikuljettimen ja imuputken avulla.



3 Pelletin syöttö imuputken avulla



4 Pelletin syöttö imuputkella maasäiliöstä

## Esimerkkejä valmissiiloista

Kuva: Antti-Teollisuus Oy



Kuvan pellettsiilo on varustettu lisävarustein.



Kuva: [www.kardonar.fi](http://www.kardonar.fi)



Kuva: [www.kardonar.fi](http://www.kardonar.fi)

## Esimerkkejä paikalla rakennetuista silloista



# Muu pellettilämpötekniikka

- Pellettitakat
  - Termostaattiohjattuja lämminilmakehittämiä
  - Monipuolinen mallisto, mm. vesikierto, ilmanjakokanavat
  - Helppo asentaa ja käyttää
  - Lämpöä nopeasti ja tehokkaasti; ~50-70 W sähköä
  - 2,5-9 kW lämpöä
  - Hyötysuhde 85-90%



# Pellettikamiinat ja -korit

Pellettien polttoon kehitetty kevytkamiina, joka ei vaadi sähköä

- Pelleteillä kertatäytöllä pitkä paloaika (6-9 h)

Pellettikorit

- Takkoja ym. tulisijoja varten
- Sopiva malli arvioitava huolella!





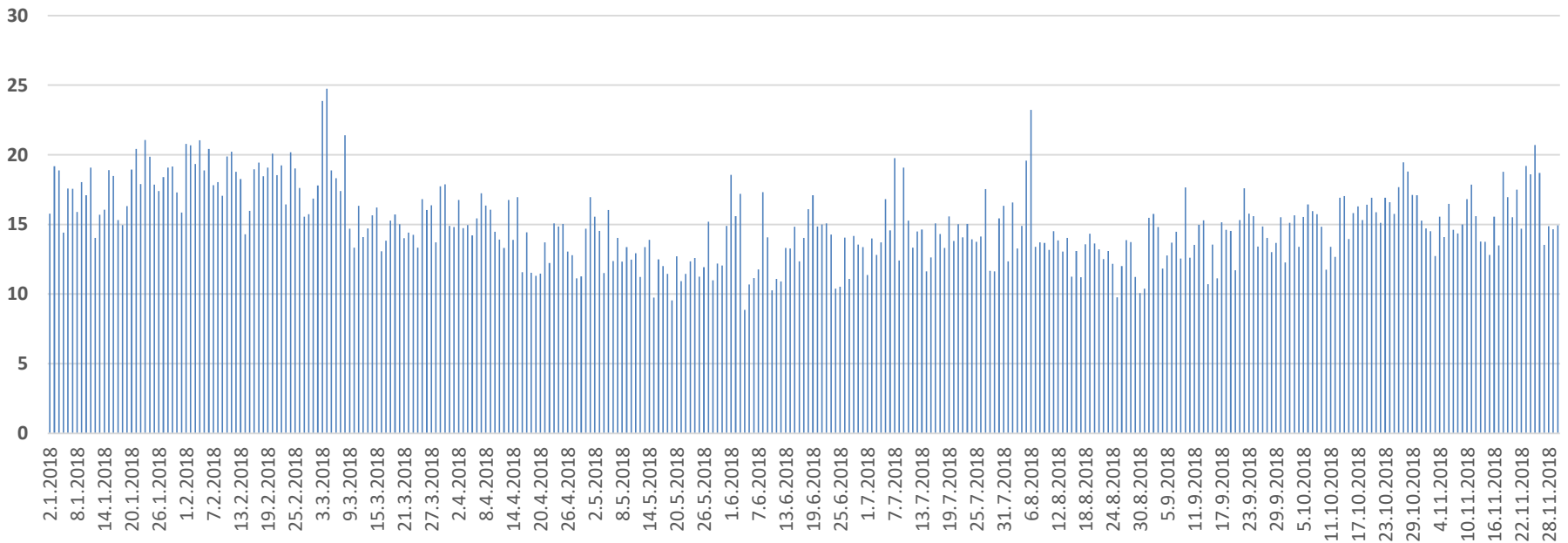


Uunivalmistajien ratkaisuja  
pellettien käyttöön sekä  
vesilämmitysjärjestelmään  
(Tulikivi Oy):



# Sähkön tarve pellettilämmitteisessä ok-talossa; Esimerkkinä puutalo Tohmajärvellä, vm -07

Sähköenergia yhteensä (kWh)



Lämmitettävää n. 230 m<sup>2</sup>  
5 hengen perhe  
Pellettiä kuluu n. 4,5 – 5 tn/v

Nykyaikainen pellettikeskuslämmitys  
tarvitsee keskim. vain n. 100 W sähköä

## Hinta ym. tietoa

- Pientalon pellettilaitteistot (ilman asennuksia):
  - esim. Windhager n. 10 000 - 14 000 € (käsitäyttöinen 100 kg vs. täysautomaattinen) + pellettivarasto
  - esim. Ariterm n. 8 000 € (vko säiliöllä 450 ltr)
- Puupelletit
  - Pohjois-Karjalassa toimittajia mm. Stora Enso, Vapo, E&A Sissonen Ky, Sami Varis, K-Rauta, Hankkija ...
  - Irtotavarana toimitettuna n. 200-250 €/tn (4 tn erä)
  - Suursäkeissä 500 kg, noudettuna n. 220-300 €/tn (myös toimitettuna)

[Anssi.Kokkonen@karelia.fi](mailto:Anssi.Kokkonen@karelia.fi)

050 570 9419





# Karelia

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU | KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

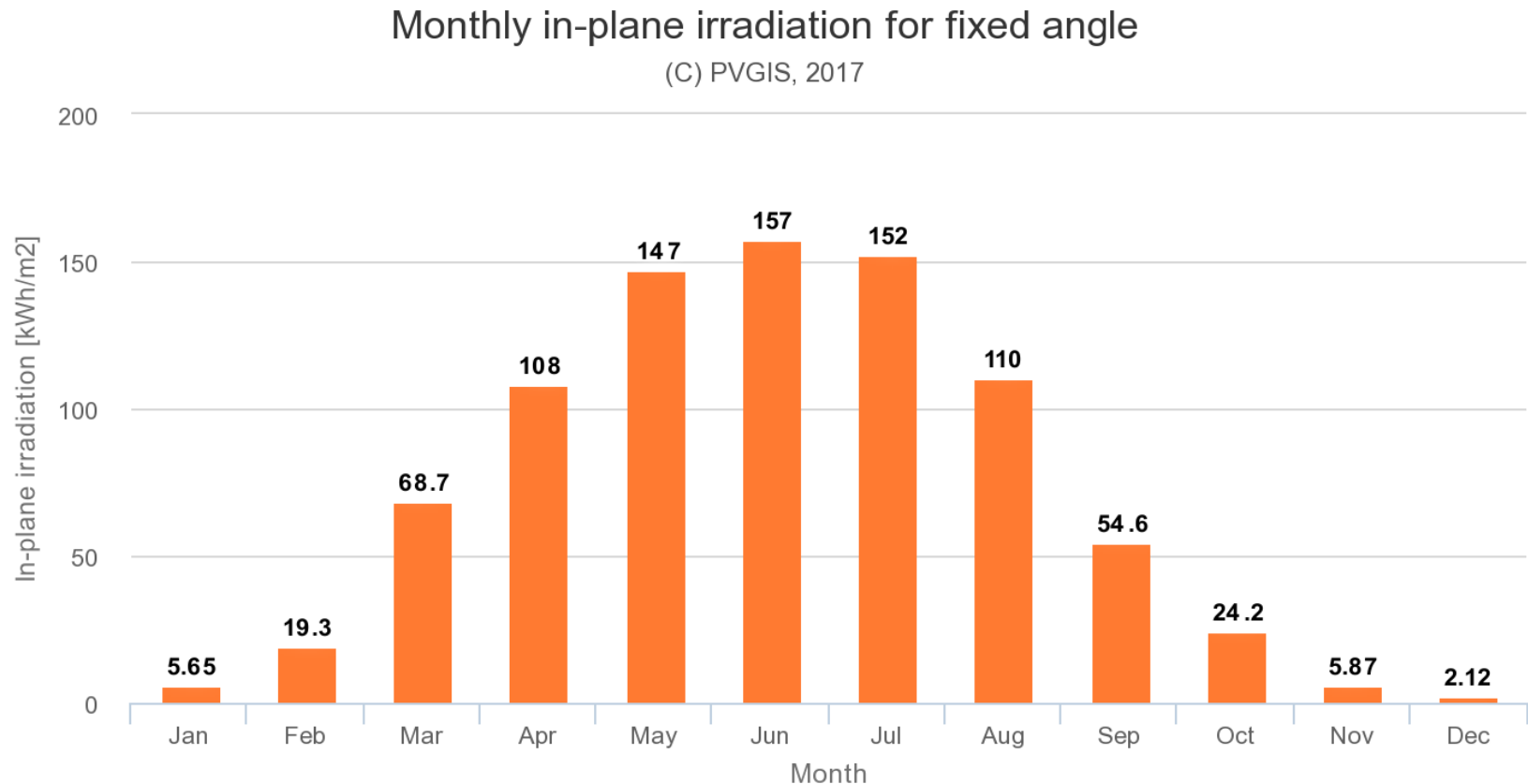
# Aurinkoenergia täydentävänä lämmitysmuotona

A photograph showing a large array of solar panels installed on a roof. The panels are dark blue with a grid pattern of white lines. The roof is partially covered in snow, and a building with windows is visible in the background under a clear blue sky.



# Aurinkoenergia

- Aurinkoenergiaa saadaan epäsäännöllisesti vuodenajan, sään ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Säteilyn määrä on vuositasolla hyvin ennustettavissa.



# Auringon säteily, Joensuu

Paikka	Säteily vuodessa vaakataso	Ero - %
Suomi, Joensuu	855 kWh/m <sup>2</sup>	0 %
Suomi, Helsinki	963 kWh/m <sup>2</sup>	+ 11 %
Tanska, Marstall	1005 kWh/m <sup>2</sup>	+ 15 %
Saksa, Berlin	1030 kWh/m <sup>2</sup>	+ 17 %
Itävalta, Wien	1200 kWh/m <sup>2</sup>	+ 29 %

kWh/m<sup>2</sup> vaikuttaa säteilyn kulma ja ilmasuunta, esim. Joensuussa optimikulma etelään on n. 45 astetta

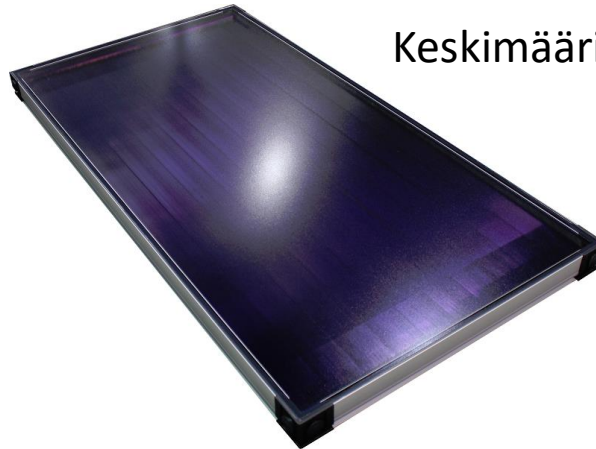


# Aurinkolämpö

- Aurinkojärjestelmä koostuu keräinten lisäksi pumppuyksiköstä, ohjausyksiköstä, varaajasta, lämmönsiirtimestä, putkistosta sekä varolaitteista. (nähtävillä Sirkkalan energiapuistossa)
- Aurinkokeräin kerää ja vastaanottaa auringon suoraa säteilyä tai hajasäteilyä ja muuttaa nämä lämmöksi. Lämpö kuljetetaan lämmönsiirtonesteellä lämpövarastoon tai suoraan käyttöön.
- Nestekeräimet: tyhjiöputkikeräin ja tasokeräin
- Tyhjiöputket suorituskykyisempiä korkeissa lämpötiloissa



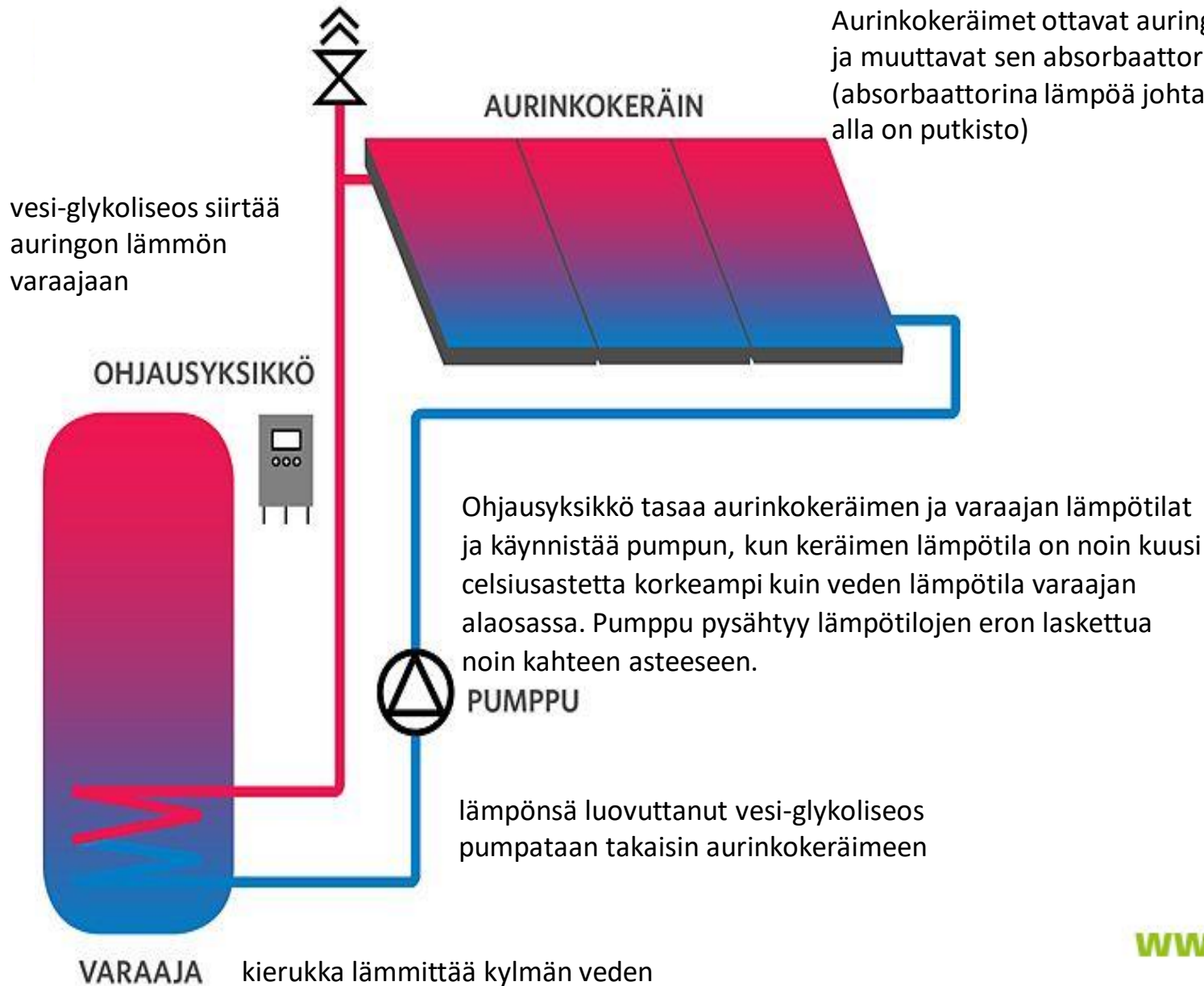
Capito  
peilityhjiöputkikeräin



Savo-Solar tasokeräin

Keskimäärin tuotannot 400 – 500 kWh/m<sup>2</sup>/a

## MITEN AURINKOJÄRJESTELMÄ TOIMII





# Mitoitusperiaatteita, aurinkolämpö

Mitoitusperiaatteita mm. alhaisempi energian hinta, alhaisemmat päästöt lämmöntuotannossa, energiaomavaraisuus, lämmitystyön vähentyminen, päälämmitysjärjestelmän hyötysuhteen nostaminen, päälämmitysjärjestelmän käyttöiän pidentäminen

Aurinkolämmön tuottoon vaikuttavia tekijöitä mm.

- aurinkokeräimen ominaisuudet
- lämmöneristys ja tiiviys
- aineiden absorptio- ja lämmönsiirtokyky
- lämmönsiirtoaineen ominaisuudet
- aurinkokeräimen käyttölämpötila
- etäisyys keräimistä varaajaan
- lämmönsiirtoputkien lämmöneristys
- aurinkokeräimen suuntaus ja kaltevuus
- varaajan lämpötila, varaajan häviöt
- tarvittava lämpötila ja tarvittava energiamäärä (matalalämpöjärjestelmät edullisemmat aurinkolämmön suhteen)
- ulkolämpötila ja tuulisuus
- auringon tulokulma (vuodenaika ja kellonaika)
- Varjot



# Aurinkolämpö eri lämmitysjärjestelmissä, öljy

- Aurinkolämpö voidaan kytkeä öljykattilan rinnalle ja kesäaikaan öljypoltin voi olla pitkiäkin aikoja pois päältä
- Tarvitaan yleensä erillinen varaaja riippuen öljykattilasta ja mahdollisesti olemassa olevan varaajan soveltuvuudesta aurinkolämmön kanssa
- Aurinkokerääjillä voidaan parhaimmillaan kattaa noin 10–25 % talon vuotuisesta lämmitystarpeesta ja noin 50–60 % lämpimän käyttöveden energiasta.
- Kulutus vaikuttaa keräinpinta-alaan


# Aurinkolämpö, sähkölämmitys

- Suorassa sähkölämmitystaloudessa voidaan lämmittää käyttövettä aktiivisesti aurinkoenergialla.
- Varaajana käytetään aurinkokierukalla varustettua käyttövesivaraajaa. Keräinten tuottama lämpö siirtyy aurinkokierukalle.
- Käyttövesivaraajan tilavuus tulisi olla n. 100 litraa jokaista 1,5 m<sup>2</sup> keräinpinta-alaa kohden.
- Vesikiertoisessa sähkölämmityksessä aurinkolämpölaitteisto liitetään järjestelmään lisäämällä varaajaan ylimääräinen lämmönsiirrin keräinpiiriä varten. Joissain tapauksissa on mahdollista hyödyntää varaajan käyttövesikierukkaa aurinkolämpökierukkana, jolloin käyttövesi lämmitetään erillisessä varaajassa.



## Aurinkolämpö eri lämmitysjärjestelmissä (puu, pelletti, briketti)

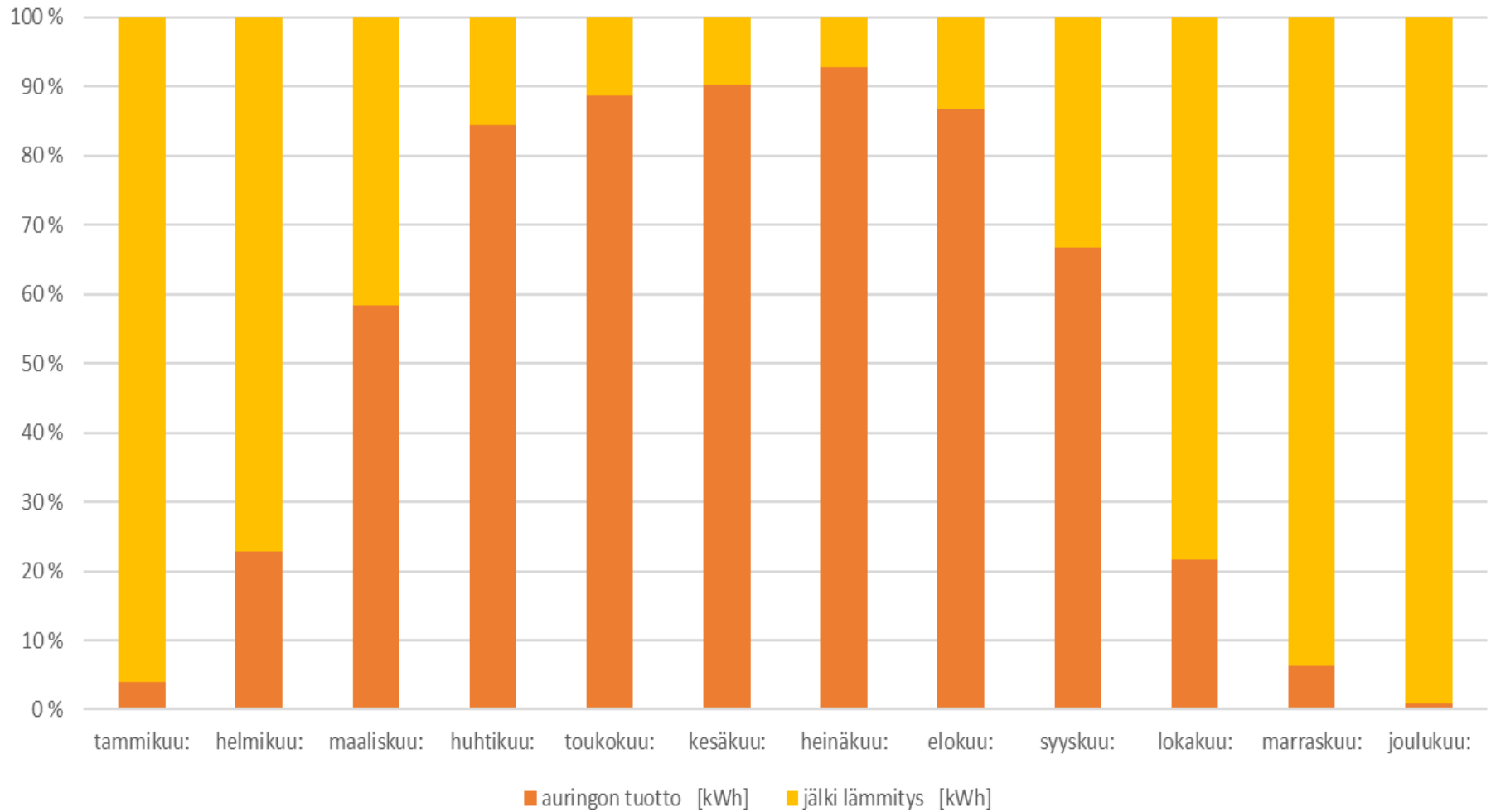
- Esimerkiksi biokattilat ja vesikiertotakat
- Aurinkolämpö liitetään biomassalämmitysjärjestelmään samojen periaatteiden mukaan kuin varaavassa vesikiertoisessa sähkölämmityksessä
- Aurinkolämpöjärjestelmä voi vähentää biokattiloiden huollon tarvetta, koska niitä ei tarvitse käyttää huonommalla hyötysuhteella kesäaikaan. Aurinkolämpöjärjestelmä voi vähentää myös lämmitystyön määrää biokattiloissa.



## Aurinkolämpö eri lämmitysjärjestelmissä, lämpöpumput

- Aurinkolämpöjärjestelmä on kytkettävissä maalämpöjärjestelmään, jolloin sillä voidaan parantaa maalämmön hyötysuhdetta ja tehoa
- Esim. maalämpöjärjestelmän kompressorin käyttöikä pitenee
- Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös maalämmön keruupiiriä lämpövarastona
- Aurinkosähkö toimii myös vaihtoehtoisesti hydridijärjestelmänä korvaten lämpöpumppujen kuluttamaa sähköä

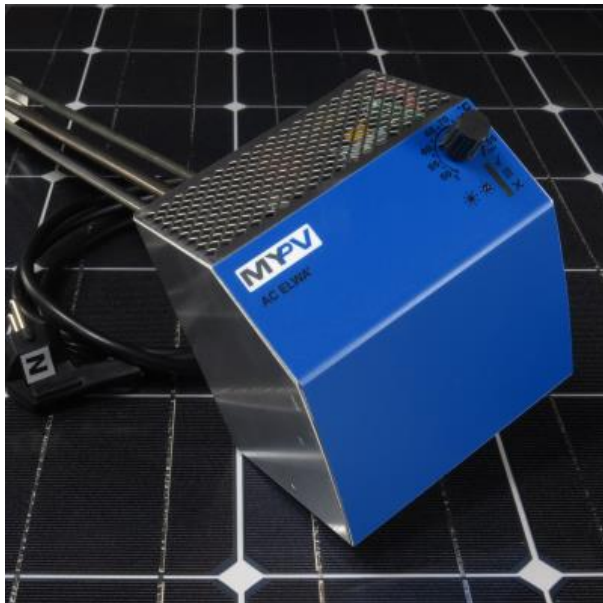
Keräinala 7,40 m<sup>2</sup> (n. 4 keräintä), varaaja 500 l, lämmin käyttövesi 4 henkeä (n. 4000 kWh)



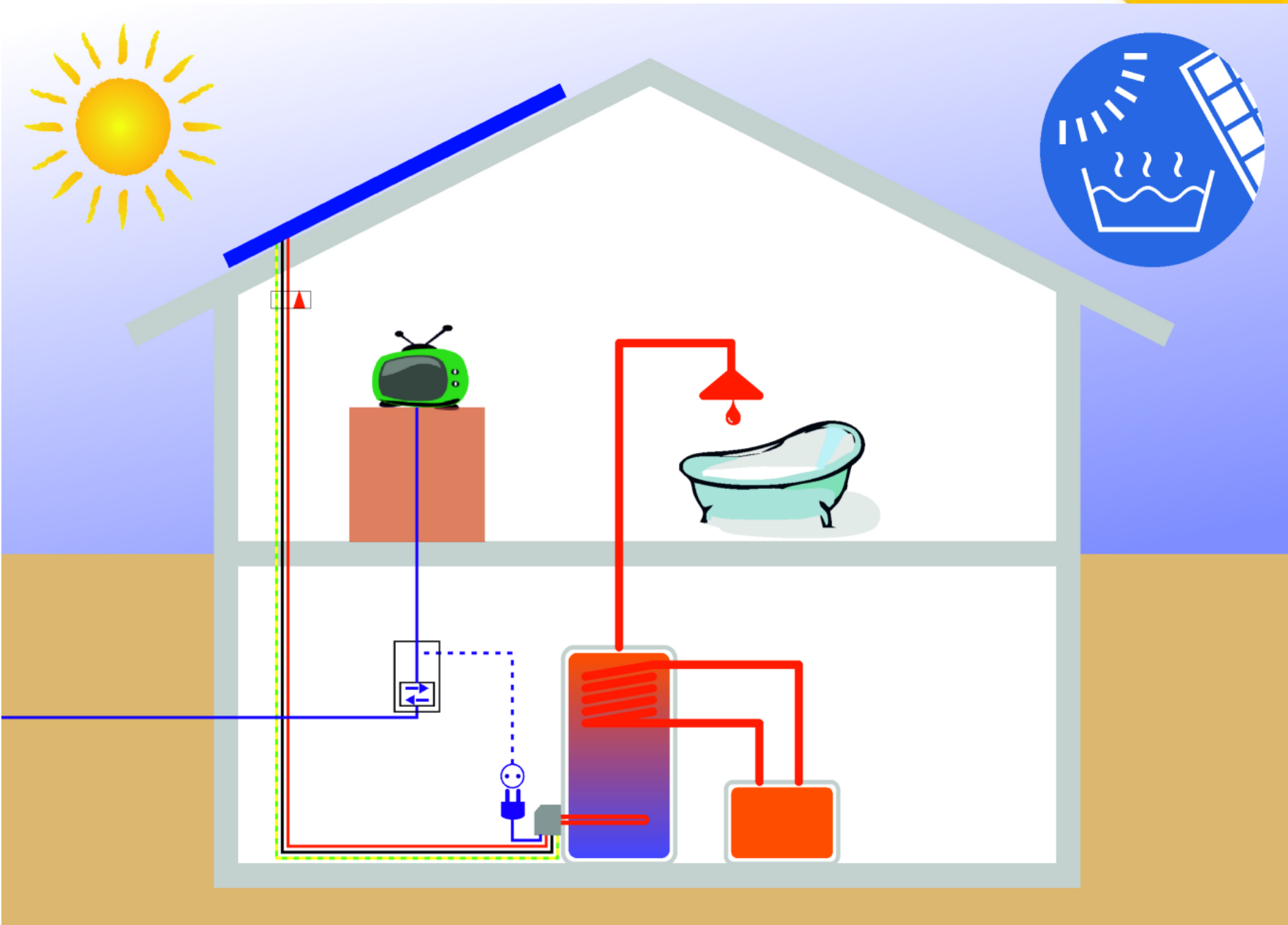


# Aurinkosähkö

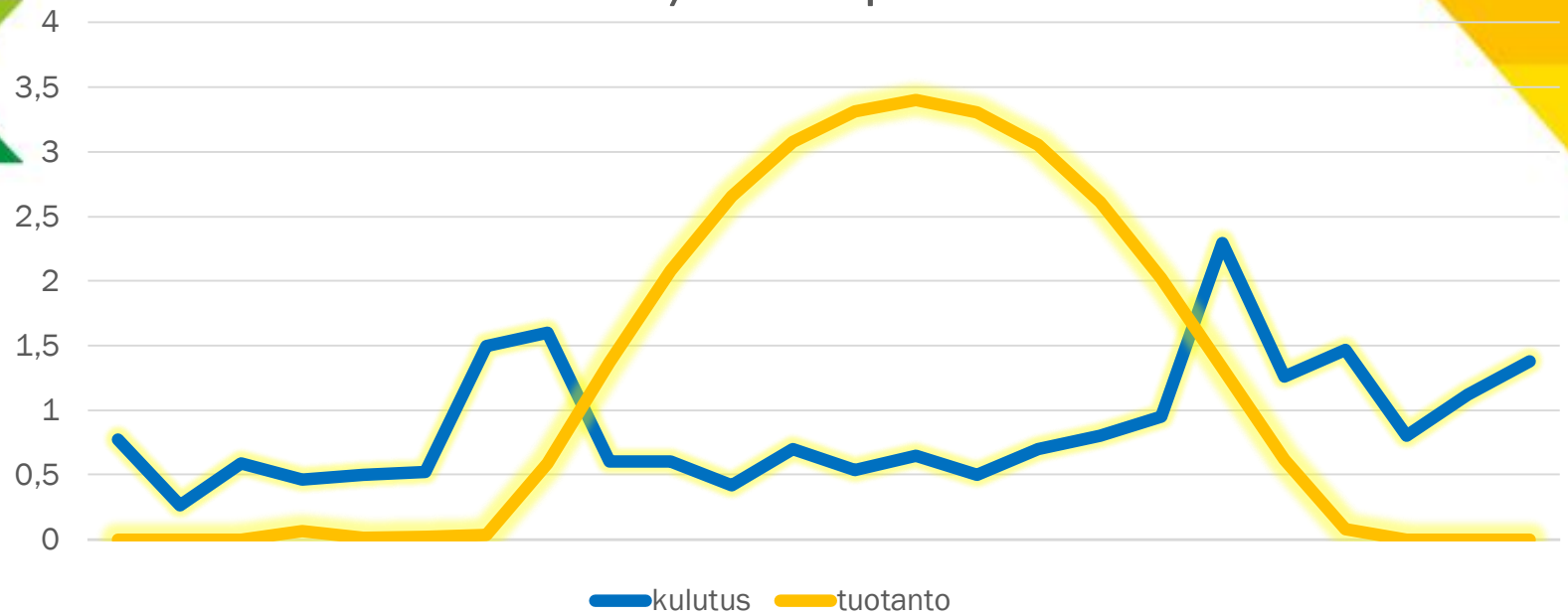
- Aurinkosähköjärjestelmä muodostuu aurinkosähköpaneeleista ja invertteristä (nähtävällä energiapuistossa). Paneelien tuottama tasasähkö muutetaan invertterin avulla vaihtosähköksi ja sitä voidaan hyödyntää vaihtosähköä käyttävissä laitteissa, kuten kodinkoneissa, sähkölämmityksessä tai lämminvesivaraajassa.
- Aurinkosähköä voidaan hyödyntää myös suoraan veden lämmitykseen ohjaamalla sähköä suoraan vastuksille (kuormanhallinta)
- Erillisellä lineaarisella DC-vastuksella suoraan paneeleilta vastuksille ainoastaan veden lämmitykseen.



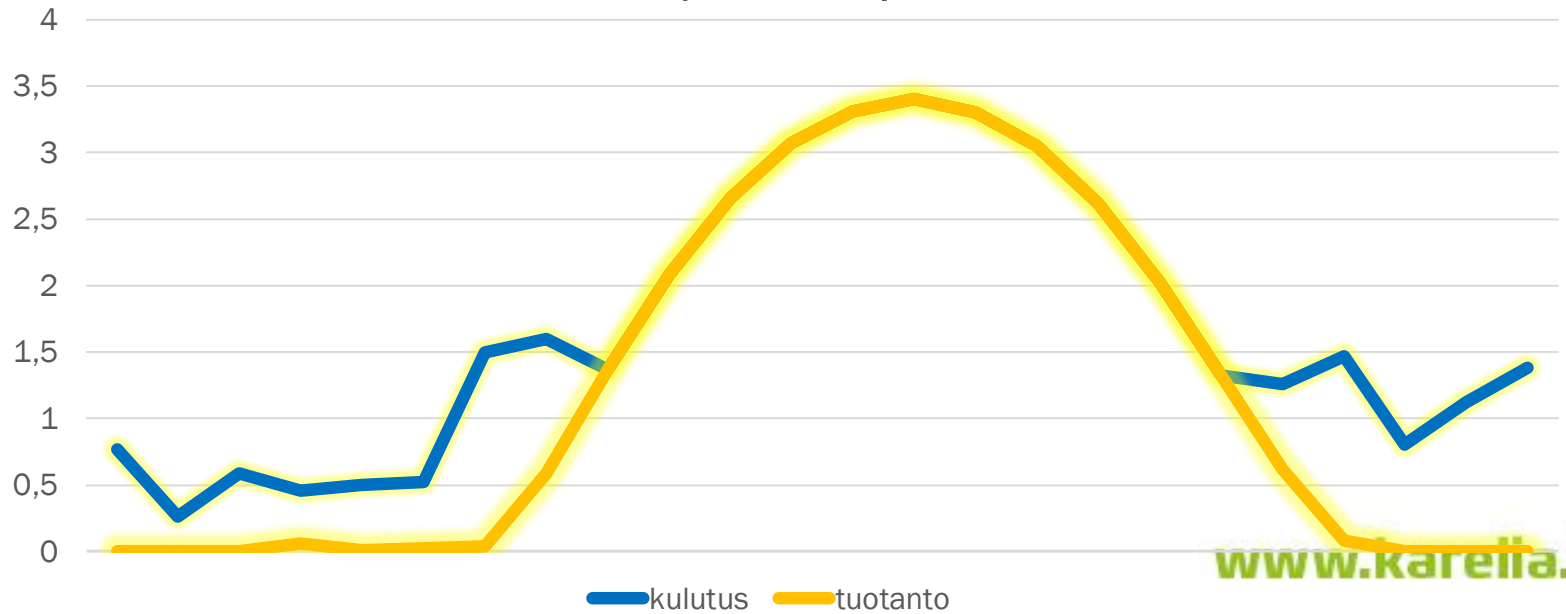
Kuva: MyPv-aurinkovastus (DC)



# Kulutus/tuotantoprofiili



# Kulutus/tuotantoprofiili



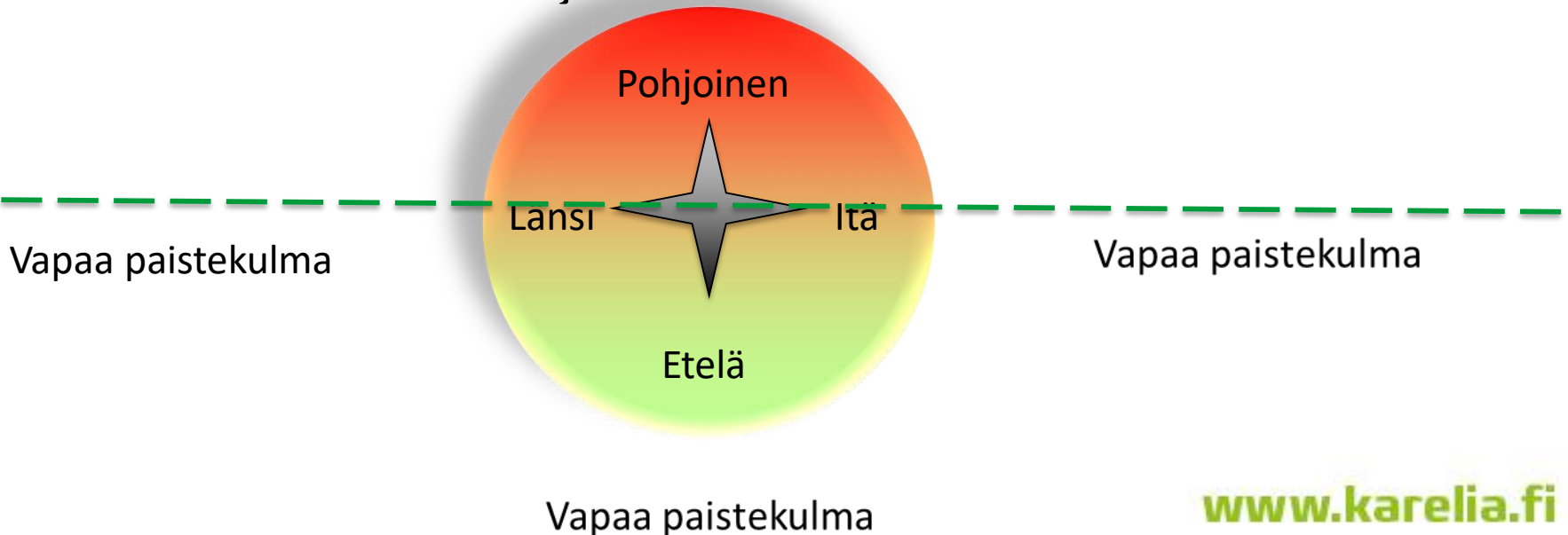


# Kannattava mitoitus

- Lähtökohtaisesti kaikki mitoitukset tehdään siten, että mahdollisimman suuri osa auringolla tuetusta sähköstä voidaan käyttää itse.
- Kannattavan mitoituksen perusteena voidaan pitää, että n. 90 % omaan käyttöön ja n. 10 % verkkoon. Pienkohteissa yleensä omavaraisuusaste on paljon tätä pienempi, kannattavuutta lisää älykäs kuormanohjaus (mm. massavaraaja, akut, sähkön myynti parhaaseen hintaan, sähköauto, ajallinen tarve)
- Sähkövarastollinen järjestelmä tulee yleensä ylimitoittaa tarpeen mukaan Mitoitus peruskulutuksen tai keskimääräinen kulutuksen mukaan valoisaan aikaan (tuntiperusteinen tai päiväperusteinen)

# Aurinkopaneelien/keräinten suuntaus

- Varjoton ja esteetön asennusalue
- Paneelit eivät saa varjostaa toinen toistaan
- Eteläinen suuntaus tuottaa parhaiten (maaliskuu-syyskuu)
- Lounas ja Kaakko 5 – 7 % kokonaistuotannosta (vuosi), kesäkuukausina ero voi olla vielä pienempää
- Itä-Länsi 20-23 % kokonaistuotannosta (huipputuotannot aamu ja ilta)
- Muut ilmansuunnat käytännössä kannattamattomia



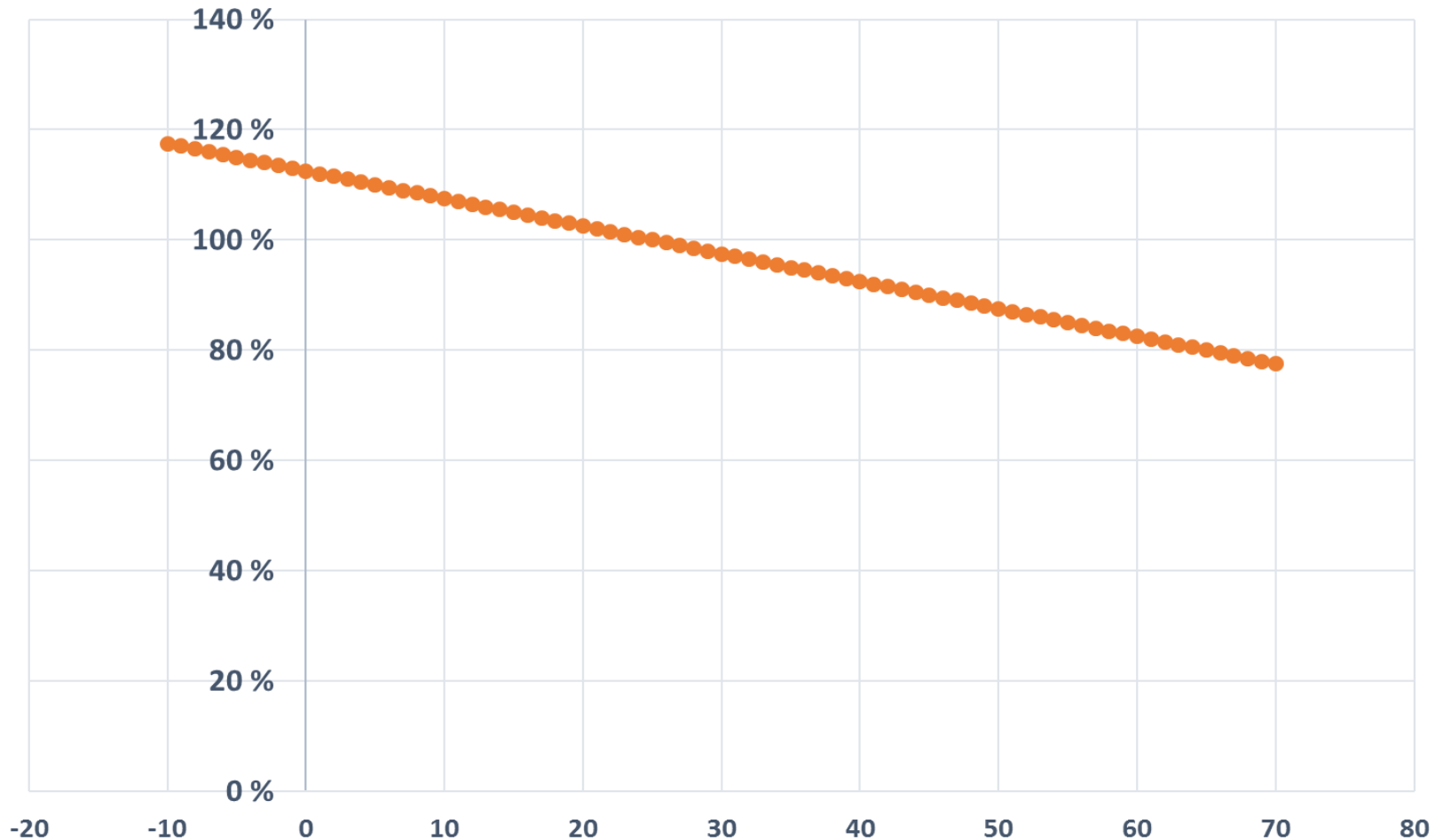
# Aurinkopaneelien/keräinten kulma

- Pääsääntöisesti asennetaan kattokulman mukaisesti (väh. 15 astetta, sähköpaneelit, keräimet mielellään jyrkemmässä kulmassa)
- Tasakatoilla telineet halutussa kulmassa (15-35 astetta)
- Seinäasennus (seinän mukaisesti tai kulmassa)
- Maa-asennus telineillä haluttuun kulmaan
- Paras kulma on 40-45 astetta (etelä).

Kulma	Tuotto verrattuna optimiin (42 astetta etelä, Joensuu)
35	- 1 %
30	- 2 %
25	- 4 %
20	- 6%
15	- 9 %
10	- 12 %
5	- 15 %

## Lämpötilan vaikutus paneelitehoon

19



- Lämpötilan noustessa kennon tuottama jännite laskee ja vastaavasti virta taas kasvaa = jännite laskee suuremmin kuin virta kasvaa = teho pienenee



# Paneelien asennustavan vaikutus järjestelmään

- Yleisin asennustapa on hyvin tuulettuva kattoasennus (5-10 cm katosta) – 2 % tehohäviötä
- Integroitu asennus, huonosti tuulettuva – 5 % tehohäviötä
- Maa-asennus on täysin tuulettuva, altis varjostumille
- ”Kelluva asennus” hyvin tuulettuva, yleisin tasakattoasennus (15-30 astetta)







Kuva: [www.kuntatekniikka.fi](http://www.kuntatekniikka.fi)

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)





## Aurinkoenergiajärjestelmien keskimääräisiä hintatasoja pientaloissa

- SÄHKÖ
- **Asennettuna 3-10 kWp: 2 € – 1,3 €/Wp (alv 24 %)**
  
- LÄMPÖ
- **Asennettuna 4 – 10 keräinneliötä: 500 – 1000 €/m<sup>2</sup> + mahdollinen lämpövarasto**



# Aurinkosähkön tuotantohintoja

- Aurinkosähkön LCOE (levelized cost of energy) - tuotantohinta muodostuu alkuinvestoinnista sekä käyttöiän aikaisesta tuotosta ja ylläpitokuluista.
- Toteutuneita LCOE tuotantohintoja (omakustanne):

Pientalot ja omakotitalot 7,3 – 11,6 snt/kWh (alv 24 %)

(kotitalousvähennystä ei huomioitu)

# Aurinkolämmön tuotantohintoja

- Aurinkosähkön LCOE (levelized cost of energy) - tuotantohinta muodostuu alkuinvestoinnista sekä käyttöiän aikaisesta tuotosta ja ylläpitokuluista.
- Toteutuneita LCOE tuotantohintoja (omakustanne):

Pientalot ja omakotitalot 4 – 10 keräinmeliötä

46 – 114 €/MWh (alv. 24 %)

(kotitalousvähennystä ei huomioitu)

# Korkotuotto, karkeita esimerkkejä

- Hyvin suunnattujen ja optimoitujen aurinkosähköjärjestelmien korkotuotto pientaloissa on n. 3 – 6%. (edellyttää korkeaa omakäyttöastetta)
- Hyvin suunnattujen ja optimoitujen aurinkolämpöjärjestelmien korkotuotto pientaloissa on n. 3 – 7%. (riippuu mitä lämmönlähdettä korvataan)
- Perinteinen säästötili tuottaa 0,00 – 1,60 %
- kiinteistösijoitusten kokonaistuotto Suomessa 4,4 %
- Metsän tuottoprosentti ka. 3 – 4 %.



## Aurinkoenergian edut mm.

- Huoltovarmuus
- Ei muuttuvia kustannuksia polttoaineen hankinnan muodossa
- Pitkäikäinen (sähköpaneelien tekninen käyttöikä yli 30 v., keräinten 20 – 30 v.)
- Ekologinen (energian takaisinmaksu Suomessa n. 2 – 5 vuotta)
- Pitkät takuut
- Asentaminen on yleensä yksinkertaista ja nopeaa
- Modulaarinen: järjestelmiä on helppo kasvattaa myös jälkikäteen
- Lisää energiaomavaraisuutta
- Aurinkoenergiainvestoinneilla on korkea kotimaisuusaste. Yli puolet investointien synnyttämästä tulovirrasta jää Suomeen.
- Suhteellisen riskitön sijoitus
- Tulevaisuudessa älykkäät sähköverkot, kuormanohjaukset, sähköautojen lataus sekä sähkövarastointi osana kiinteistöjen aurinkosähköjärjestelmiä





# Karelia

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU | KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Vipuvoimaa

EU:lta

2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



# Energiailta

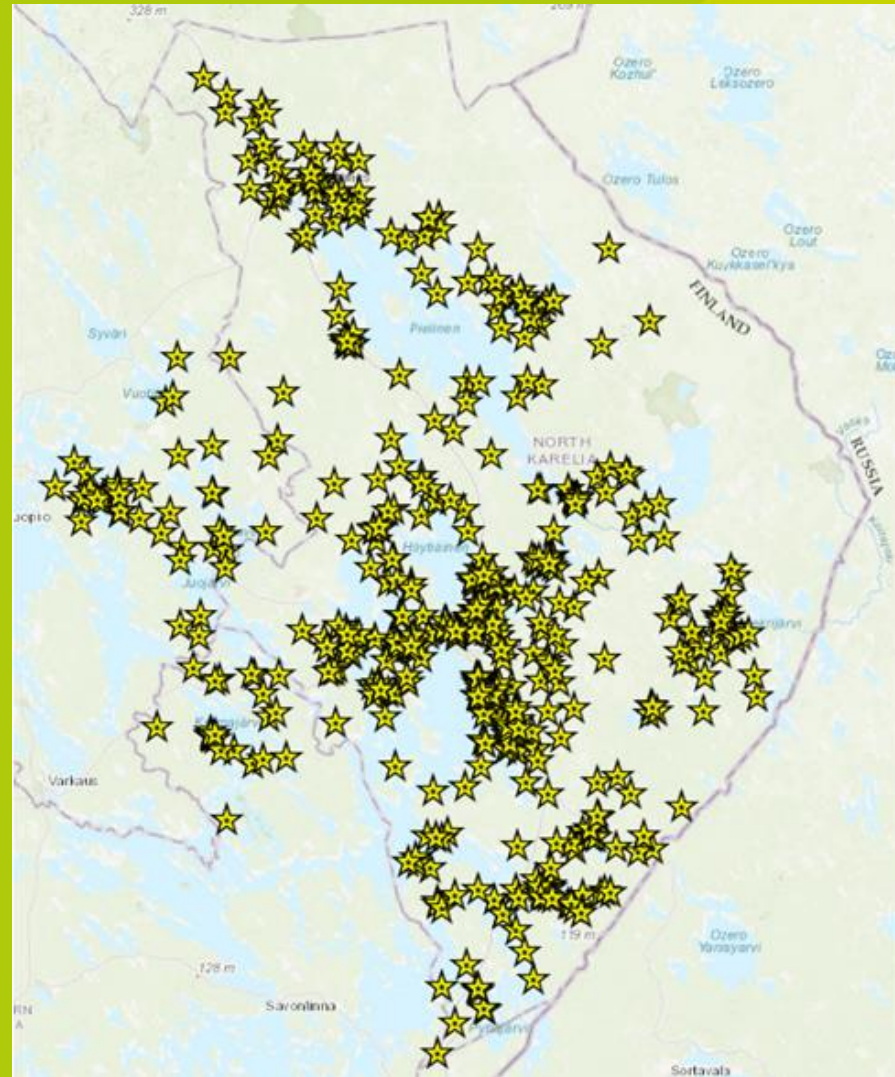
## 3.12.2018

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)

# Sähkövarastojen eri käyttötarkoitukset ja mahdollisuudet pientaloissa

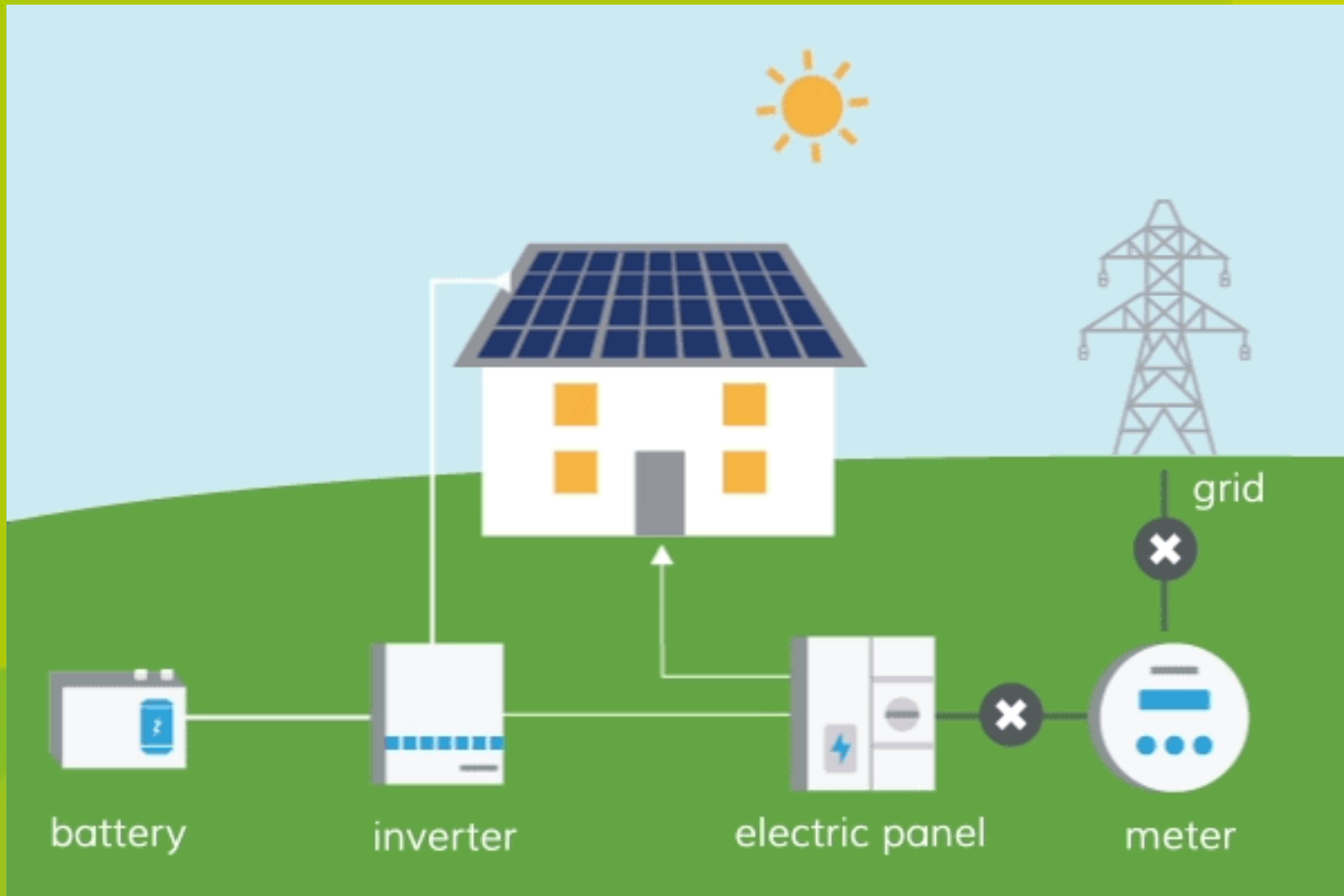


# Sähkövarastot aurinkosähköjärjestelmän tukena



Itä-Suomen aurinkosähköjärjestelmät [1]

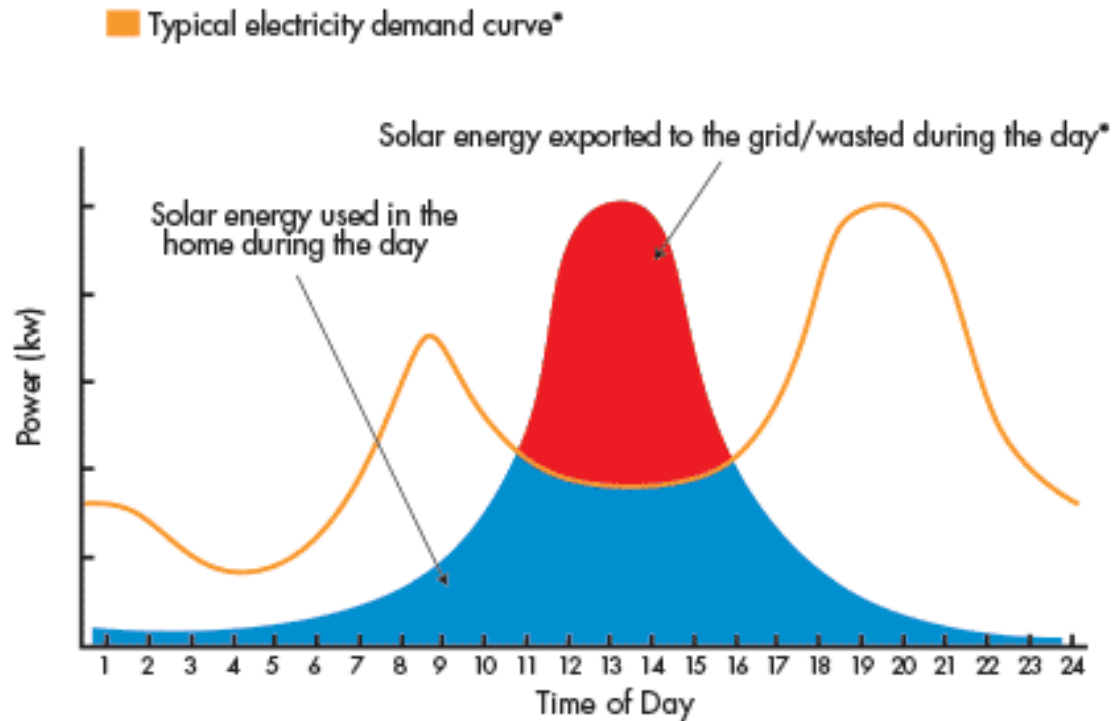
- Sähköä voidaan varastoida mahdollisesta aurinkovoimalasta, jolloin päivällä muuten verkkoon syötetty energia voidaan hyödyntää paikallisesti myöhemmin illalla.
- Tällöin voidaan joissakin tapauksissa parantaa nykyisen aurinkovoimalan omakäyttöastetta huomattavasti, jolloin saadaan kaikki hyöty tuotetusta sähköstä.



Aurinkosähköjärjestelmä [2]

- Sähkövarastoilla voidaan optimoida kysynnän vaihtelua ja huippukuormitusta.
- Sähkövarastojen käyttö lisää myös uusiutuvan energian käytön kannattavuutta.
  - Tuotannosta tulee tasaisempaa ja helpommin ennakoitavaa.





\*For illustration purposes only. Profiles and usage patterns shall vary between homes.

# Kulutuksen siirto halvemmillle tunneille

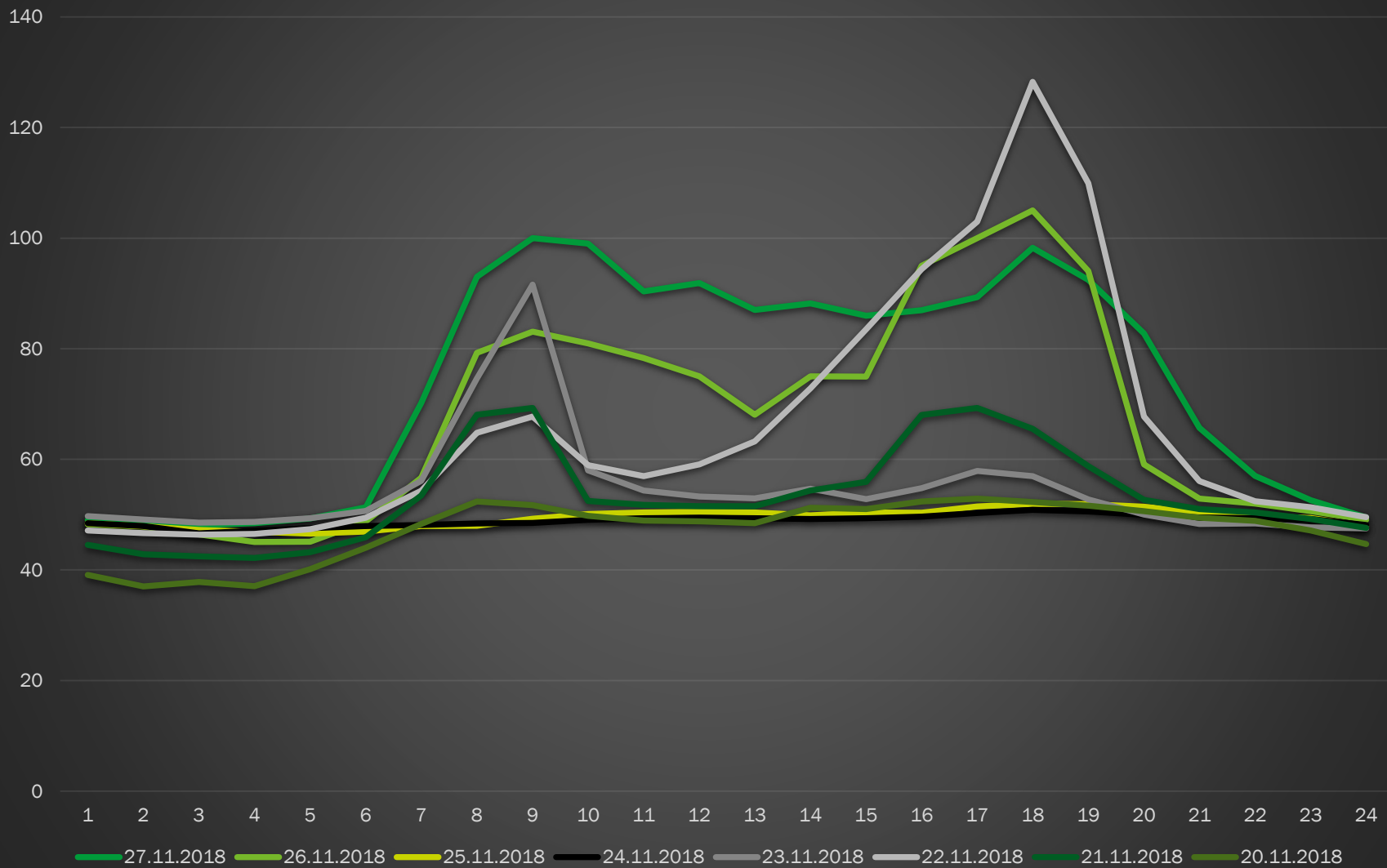
- Myös pelkän sähkövaraston hyödyntäminen voi tulla kysymykseen jos halutaan osallistua kysyntäjoustoon, tai siirtää kulutusta halvemmille tunneille.
- Oikein mitoitettulla sähkövarastolla voidaan turvata myös kiinteistön sähkönsaanti mahdollisissa sähköverkon häiriötilanteissa.

## - Kysyntäjousto

- Lasketaan kiinteistön kulutusta tarvittaessa jotta tehotasapaino sähköverkossa säilyy.
- Tarvittava teho voidaan ottaa myös sähkövarastosta jolloin muutoksia kulutukseen ei välttämättä tarvita

- Kulutuksen siirtäminen halvemmille tunneille.
  - Ladataan sähkövarastoa yöllä jolloin sähkö on halvempaa.
  - Käytetään sähkövarastoon varastoitu sähkö päivällä sähkön hinnan ollessa korkealla.

# Day-ahead prices in EUR/MWh



## Sähkön hinta EUR/MWh



# Sähkön hinta EUR/MWh





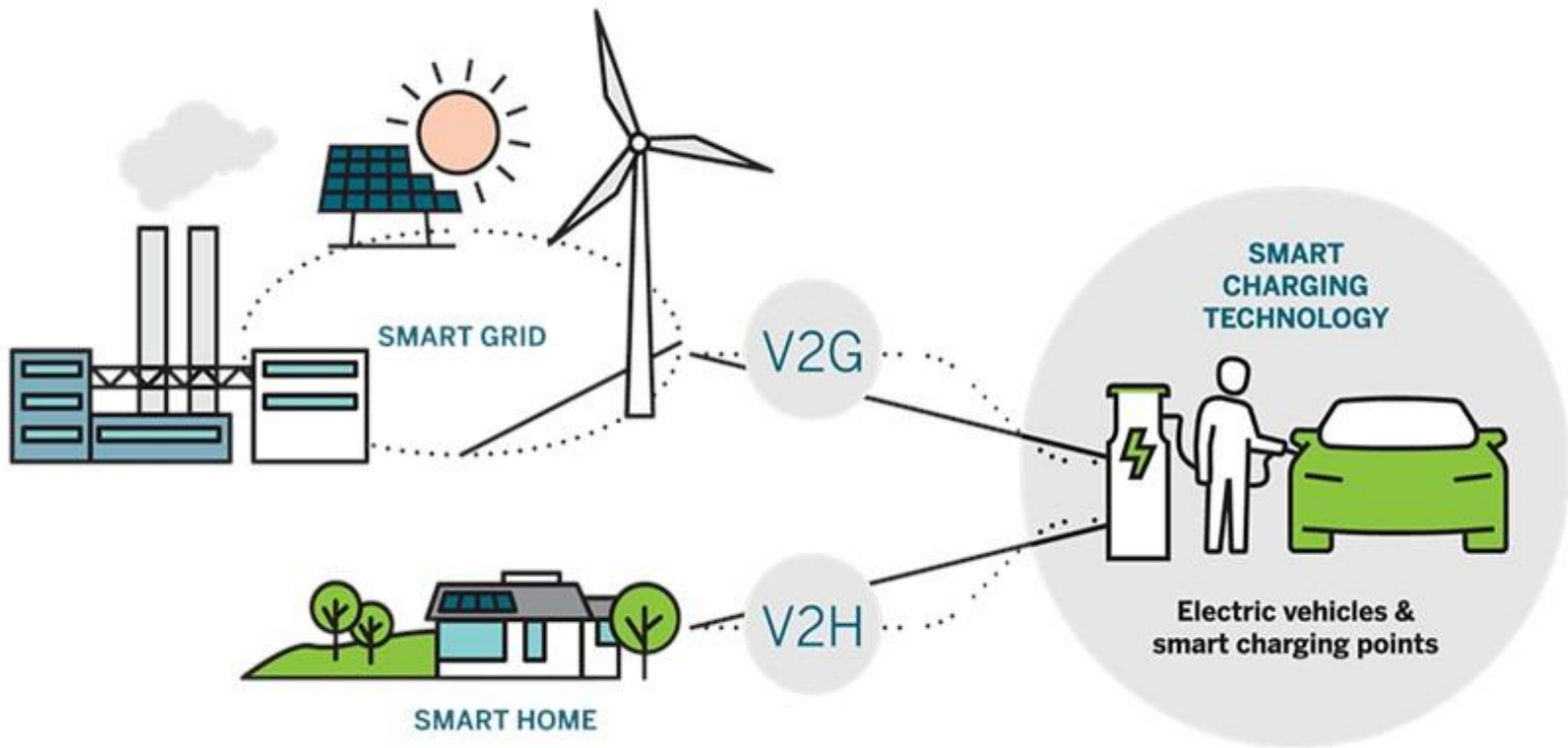
# Sähkövarastot osana huomisen sähköverkkoa

- Sähkövarastot ovat merkittävässä ja miltei välttämättömässä roolissa osana tulevaisuuden älykästä sähköverkkoa.
- Mahdollisuuksia sähkövarastoille nähdään niin mikroverkkojen kuin LVDC verkkojen puolella.
- Sähkövarastoilla tulee olemaan myös merkittävä rooli uusiutuvan energian käytön lisääntymisen mahdollistajana.



- Sähkövarastoa voidaan hyödyntää myös sähköautojen latauksessa eräänlaisena puskurina.
- Tällöin sähkövaraston avulla voidaan tasapainottaa sähköautojen latauksesta aiheutuvaa kuormitusta.

- Lähivuosien aikana on myös mahdollista hyödyntää sähköautoa osana kiinteistön sähköjärjestelmää.
- Tällöin puhutaan V2H ominaisuudesta, jossa on mahdollista syöttää sähköauton akustosta sähköä kiinteistön käyttöön.





# Hanketta voi seurata:



[www.karelia.fi/mobiilisahkovarastot](http://www.karelia.fi/mobiilisahkovarastot)



[www.facebook.com/mobiilisahkovarastot](http://www.facebook.com/mobiilisahkovarastot)



[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)

# Lähteet

- [1] [https://www.pks.fi/uutisarkisto;jsessionid=A10E92705DAAED6F9B06D3F84A39D6C1?p\\_p\\_auth=nycV9ado&p\\_p\\_id=101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy&p\\_p\\_lifecycle=o&p\\_p\\_col\\_id=column-3-1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy\\_assetEntryId=4210904&\\_101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy\\_type=content&\\_101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy\\_urlTitle=aurinkosahkon-suosio-kasvaa-myos-ita-suomessa&\\_101\\_INSTANCE\\_Jb8kaotVOxpy\\_redirect=%2F](https://www.pks.fi/uutisarkisto;jsessionid=A10E92705DAAED6F9B06D3F84A39D6C1?p_p_auth=nycV9ado&p_p_id=101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy&p_p_lifecycle=o&p_p_col_id=column-3-1&p_p_col_count=2&_101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy_assetEntryId=4210904&_101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy_type=content&_101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy_urlTitle=aurinkosahkon-suosio-kasvaa-myos-ita-suomessa&_101_INSTANCE_Jb8kaotVOxpy_redirect=%2F)
- [2] [https://es-cms-prod.s3.amazonaws.com/filer/4c/7e/4c7e4178-b7fa-4bde-a6df-72bb7a62cf01/01\\_daytonight.gif](https://es-cms-prod.s3.amazonaws.com/filer/4c/7e/4c7e4178-b7fa-4bde-a6df-72bb7a62cf01/01_daytonight.gif)
- [3] <http://www.adelaidesolarsafe.com.au/products/energy-storage/>
- [4] <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/FI/Hourly/?dd=FI&view=table>
- [5] <https://illumination.duke-energy.com/articles/how-batteries-make-more-renewables-possible>
- [6] <https://www.ensto.com/company/sustainability-report/cases/2016/case-electric-vehicle-charging-solutions>