



TULEVAISUUDEN KYLÄ 2.0



Ihmisten kokoisille ideoille!



Euroopan unionin
osarahoittama

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus

Tehnyt: Lea Hämäläinen

pvm. 11.6.2024

1. Tausta ja lähtöoletukset	2
1.1 Lähtötiedot sähköauton latauksen tarkastelulle	2
1.2 Aurinkosähkötuotannon mallinnus	2
2. Teoreettisen 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuotantoprofiili	3
3. Lataustehon tuottaminen aurinkosähköllä	5
3.1 Kuinka suuri aurinkosähköjärjestelmä tarvitaan?	5
3.2 Latausteho 3,7 kW	5
3.2.1 Aurinkosähköjärjestelmät 3 kWp, 5 kWp ja 10 kWp	5
3.2.2 Mikä näistä vertailuista järjestelmistä olisi sopivin 3,7 kW sähköauton lataukseen?	7
3.3 Latausteho 11 kW ja aurinkosähkö tehot 10 kWp, 15 kWp ja 20 kWp	9

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä miten aurinkosähkön tuotanto vertautuu sähköauton latausaseman mahdollisiin maksimitehoihin.

1. Tausta ja lähtöoletukset

Tulevaisuuden kylät - hankkeen energiatyöpajassa Alavudella, esitettiin kysymykset voisiko aurinkosähköllä tuottaa sähköauton lataukseen tarvittavan sähköenergian ja miten suuri järjestelmän pitäisi olla?

Etsitään vastausta näihin tarkastelemalla aurinkosähköjärjestelmää, jonka päätarkoitus on tuottaa sähköä sähköauton latauspisteelle.

1.1 Lähtötiedot sähköauton latauksen tarkastelulle

Tässä lyhyessä selvityksessä tehdään yksinkertainen aurinkosähköjärjestelmän tuotanto vertailu kahteen sähköauton lataustehoon, 3,7 kW ja 11 kW. Nämä ovat tyypillisiä kotiin sijoitettavan latausaseman tehoja. Samankokoisia järjestelmiä voisi sijoittaa myös kylätalolle.

3,7 kW latausteho sopii ladattaville hybridien ja pienellä akulla varustettujen täyssähköautojen käyttöön. Tässä pieni akku tarkoittaa 20-30 kWh kapasiteetin akkua. Tämän kokoisella akulla varustetun auton toimintasäde on 150-250 km. 3,7 kW latausteholla 30 kWh akun latautuminen tyhjästä täyteen vie noin kahdeksan tuntia.¹

11 kW latausteho on useimmiten valittu teho kotilatausasemalle. Tällä teholla 60 kWh akku latautuu täyteen noin kuudessa tunnissa. 60 kWh akulla varustetun sähköauton toimintasäde on jopa 450 km.¹

Tarkastelussa on huomioitu pelkästään edellä mainittujen lataustehojen tasainen tuottaminen. Latauksen häviöitä ja muuttuvaa latausprofiilia ei ole huomioitu. Käytännön tilanteissa lataus ei tapahdu jatkuvasti samalla teholla, vaan latausteho vaihtelee. Vaihtelu johtuu mm. akun varaustilanteesta ja latauksen mahdollisesta ohjauksesta.

1.2 Aurinkosähkötuotannon mallinnus

Teoreettisen tarkastelun pohjana käytetään aurinkosähkön 1 kWp² järjestelmän tuotannon tuntisarjaa³, joka on luotu EU:n PVGIS⁴ ohjelmalla. PVGIS olettaa 14 % järjestelmä häviön. Muita oletuksia ovat paneelien sijoitus varjottomassa paikassa, Alavuden alueella, suunnattuna etelään ja 49 asteen asennus kulmassa. Lisäksi oletetaan, että paneliston takana ilma pääsee vapaasti kiertämään. Paneelit eivät siis ole osa seinä- tai kattorakennetta, vaan ovat telineillä (esim. katolla, maalla tai seinustalla). Tällä on merkitystä tuotantoon, sillä rakenteisiin upotetut järjestelmät kuumenevat enemmän kuin "vapaasti" asennetut. Ja paneelien tuotanto laskee lämpötilan noustessa. PVGIS ohjelmiston sisään

¹ Sähköautot. Motiva.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot [Katsottu 9.6.2024].

² kWp =kilowatti piikki, eli aurinkosähköjärjestelmän nimellisteho, joka saavutetaan laboratoriossa standardiolosuhteissa. On mahdollista, että laitteisto ylittää tämän nimellistehon käytännön tilanteissa hetkellisesti, kun olosuhteet ovat suotuisat.

³ Sähkön tuntisarja = sähkön tuotanto tai kulutus ilmoitetaan tunneittain tietyltä ajalta.

⁴ PVGIS-tool. EU Science hub. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ [katsottu 8.6.2024]

rakennettujen ja siitä valittujen oletusten lisäksi, manuaalisesti poistettiin sähkön tuotanto tammi- ja joulukuulta.

Suoraan etelään ja 49 asteen asennus kulmassa ovat PVGIS:in suosittamat asetukset aurinkosähkö vuosituotannon maksimoimiseksi. Muuttamalla paneelien suuntausta ja asennus kulmaa voidaan tuotantoa ohjata enemmän keväälle ja iltaan/aamuaikaan. Yleensä muutokset vähentävät vuosi tuotantoa, mutta voivat lisätä itse käytetyn aurinkosähkön osuutta. Yleensä on taloudellisesti kannattavaa maksimoida sähkön omakäyttö.⁵

Näillä oletuksilla on luotu 1 kWp malli aurinkosähköjärjestelmän tuotannon tuntisarja. Kun laskennassa tarkastellaan erikokoisia aurinkosähköjärjestelmiä, ne on laskettu kertomalla tätä 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuotantotiedot.

Aurinkosähköjärjestelmän vaatimaa pinta-ala arvioidaan hyödyntäen yleistystä $1 \text{ kWp} = 5 \text{ m}^2$ aurinkopaneelia.⁶ Todelliset aurinkosähköjärjestelmät rakennetaan tietyn kokoisista ja tehoista paneeleista. Pinta-alan suhde tehoon riippuu siis paneeli valinnasta. Lisäksi järjestelmä voi vaatia huoltokäytäviä yms. jotka kasvattavat järjestelmälle vaadittua pinta-alaa.

2. Teoreettisen 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuotantoprofiili

[Kuvassa 1](#) on luotu 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän kuukausituotanto. Huomion arvoista on, että paras tuotanto kuukausi on toukokuu. Koska PVGIS laskennassa valittiin vuoden 2020 säätiedot, voidaan todeta toukokuun olleen olosuhteiltaan ja valituilla oletuksilla paras aurinkosähkön tuotanto kuukausi vuonna 2020.

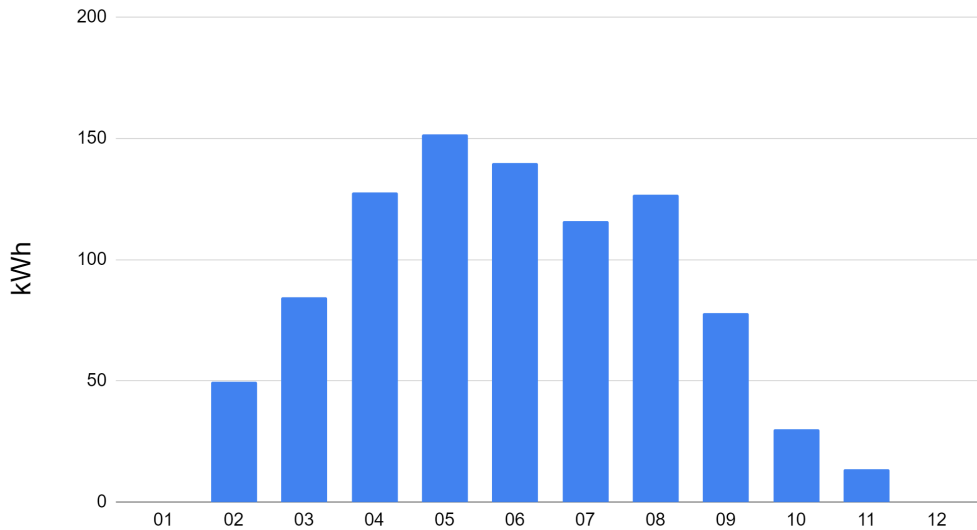
⁵ Mitoitus menetelmiä. Motiva.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/aurinkosahkojarjestelman_mitoitus/mitoitusmenetelmia [Katsottu 11.6.2024]

⁶ Aurinkosähköjärjestelmän teho. Motiva.

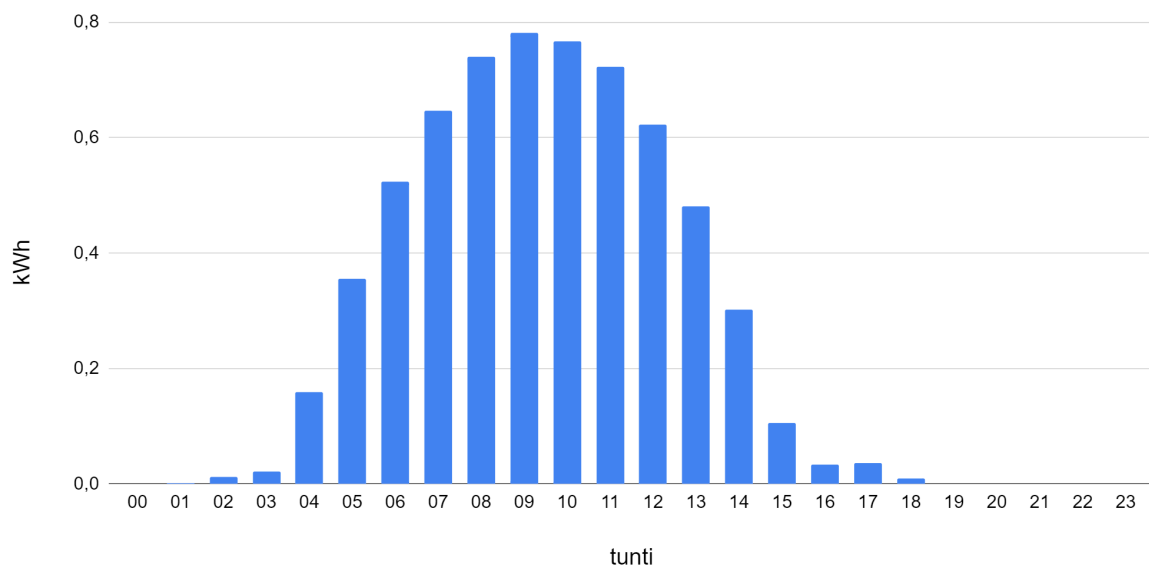
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho [Katsottu 8.6.2024]

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus



Kuva 1. Laskennassa käytettävä 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän kuukausituotanto.

[Kuvassa 2](#) on esitetty saman 1 kWp aurinkojärjestelmän tuotantoprofiili yhden vuorokauden aikana. Valittu vuorokausi on 31.5.

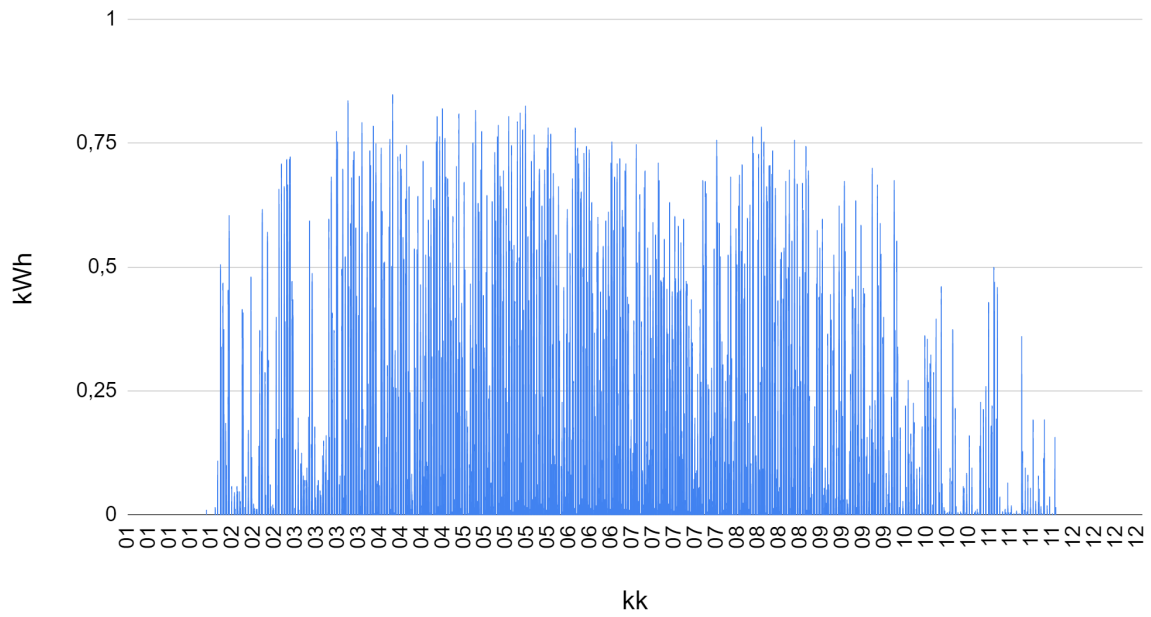


Kuva 2. 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuotanto tunneittain yhden vuorokauden aikana. Valittu vuorokausi on 31.5.2020.

[Kuvassa 3](#) on esitetty saman 1 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuotanto vuoden yli tuntisarjana. Tämän tuntisarjan moninkertaistuksia tullaan vertaamaan valittuihin lataustehoihin.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus



Kuva 3. Laskennan pohjalla käytettävän 1 kWp aurinkosähkötuotannon vuoden tuntisarja.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

3. Lataustehon tuottaminen aurinkosähköllä

Huomioikaa, että sähköautoa pitää ladata valoisaan aikaan, jos on tarkoitus käyttää aurinkosähköä lataukseen ja järjestelmässä ei ole erillistä akustoa, johon päivän aikana tuotettua sähköä voisi varastoida.

3.1 Kuinka suuri aurinkosähköjärjestelmä tarvitaan?

Vuoden yli laskettuna ja riittävän suurella aurinkosähköjärjestelmällä olisi mahdollista tuottaa aurinkosähköä saman verran kuin sähköauton lataukseen kuluu vuodessa. Mutta tuotanto ei ajoittuisi kulutuksen kanssa samaan aikaan. Ainakin pimeimpinä kuukausina sähköautoa on ladattava muilla tuotantomenetelmillä tuotetulla sähköllä. Ja erityisesti kesäkuukausina syntyisi aurinkosähköstä ylituotantoa.

Ylituotantoa syntyy niinä tunteina ja hetkinä kun aurinkosähköjärjestelmän tuotto ylittää sähkön omakäytön, joka tässä tarkastelussa on sähköauton lataus. Ylituotantoa voi syöttää verkkoon (jos järjestelmä on kytketty verkkoon ja sähkölle on tehty myyntisopimus), tai käyttää itse johonkin muuhun laitteeseen tai varastoida esim. akustoon tai vesivaraajaan. Vesivaraajaan varastoitu sähkö hyödynnetään lämmitykseen.

Mikä on sopiva mitoitus? Vastaus tähän kysymykseen riippuu mm. latausjärjestelmän tehosta, halutusta lopputuloksesta ja käytössä olevasta tilasta. Eli täytyy pohtia ainakin seuraavia kysymyksiä:

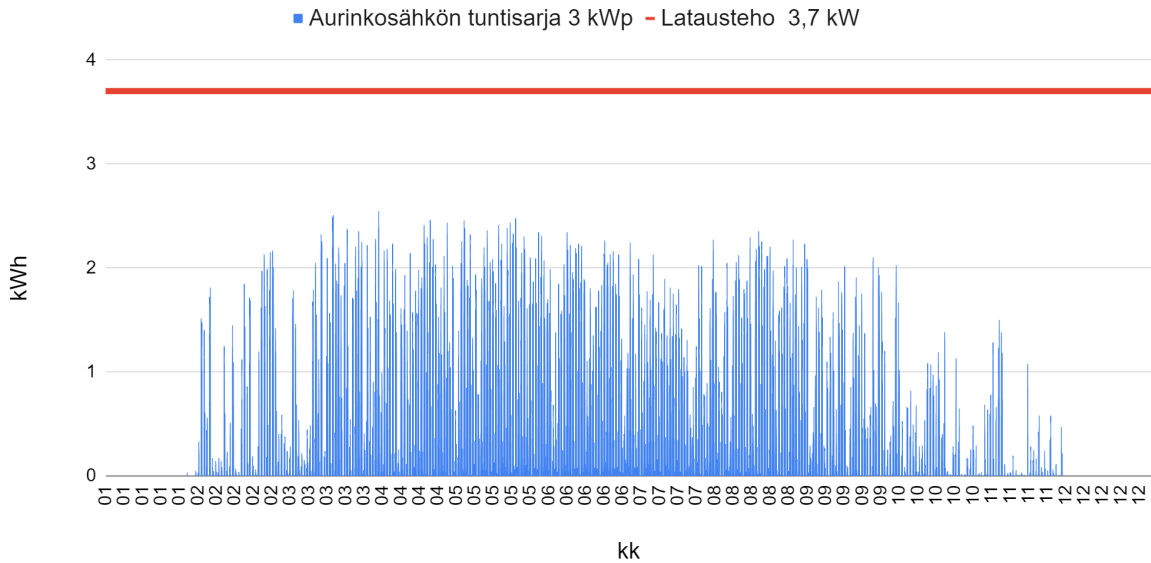
- Ladataanko autoa päivisin?
- Kuinka suuri osuus lataukseen tarvittavasta sähköstä halutaan tuottaa?
- Jos ylituotantoa syntyy, onko sähkölle muutakin omaa käyttöä?
- Saadaanko ylituotantoa myytyä sopivalla hinnalla eteenpäin?
- Tuleeko järjestelmään akusto, johon ylituotantoa voidaan varastoida?
- Paljonko tilaa aurinkosähköjärjestelmälle on?
- Jos aurinkosähköjärjestelmä liitetään verkkoon myös mm. liittymän koko asettaa rajoituksia.

3.2 Latausteho 3,7 kW

Tarkastellaan alkuun 3,7 kW lataustehon tuottamista erikokoisilla aurinkosähköjärjestelmillä.

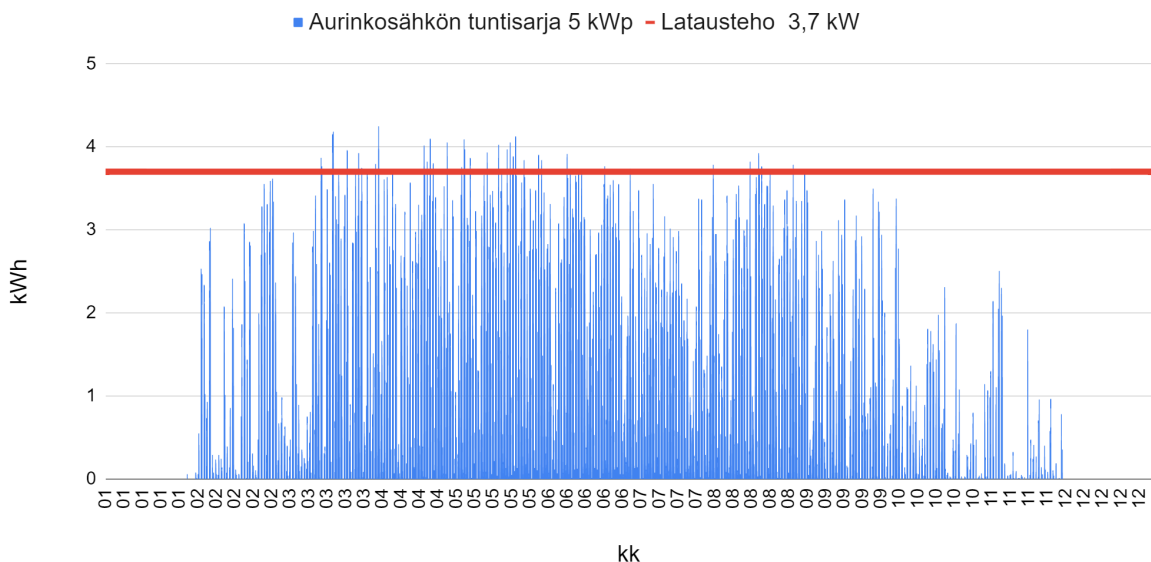
Lataustehon oletetaan olevan jatkuvasti 3,7 kW. Tällöin yhdessä tunnissa lataukseen tarvitaan 3,7 kWh sähköenergiaa. Kuvaajissa tämä tarkoittaa jatkuvaa 3,7 kWh suoraa, johon vaihtelevaa aurinkosähkön tuotantoa voidaan verrata.

3.2.1 Aurinkosähköjärjestelmät 3 kWp, 5 kWp ja 10 kWp



Kuva 4. 3 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 3,7 kW lataustehon energiantarpeeseen.

5 kWp aurinkosähköjärjestelmä tuottaa n. 4 600 kWh vuodessa ja tarvitsee n. 25 m² pinta-alan. [Kuvassa 5](#) on esitetty tämän järjestelmän tuntisarja ja 3,7 kW lataustehon tavoite viiva. Tuotanto ylittää muutamana päivänä tavoite viivan.



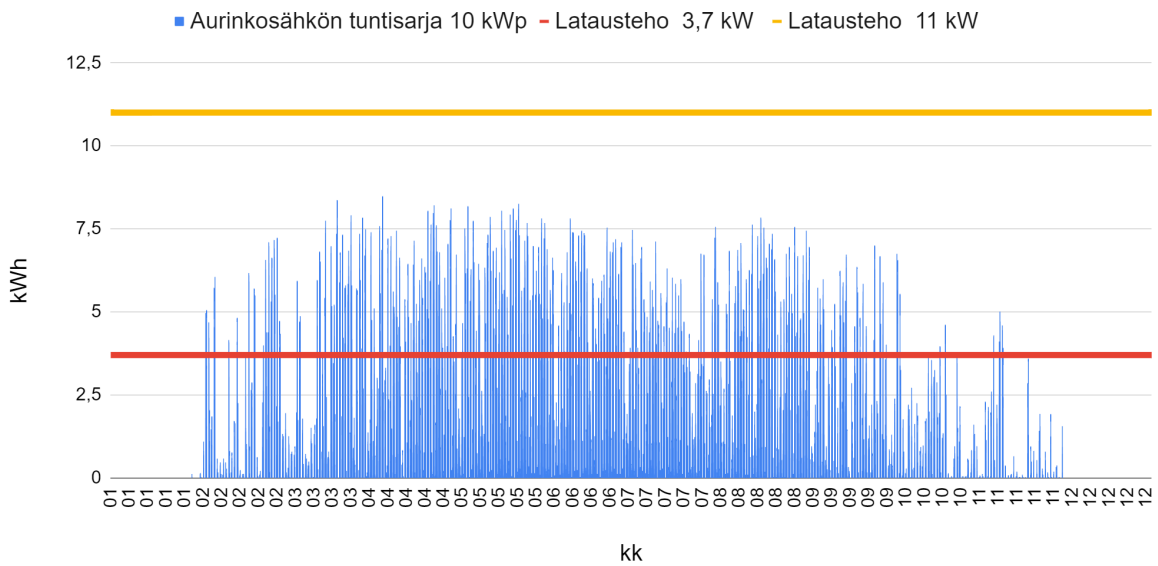
Kuva 5. 5 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 3,7 kW lataustehon energiantarpeeseen.

[Kuvassa 6](#) on esitetty 10 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 3,7 kW lataukseen ja 11 kW lataukseen. 10 kWp järjestelmän vuosituotto on n. 9000 kWh/vuosi.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus

Paneeliston pinta-ala on n. 50 m². Tässä vaihtoehdossa 3,7 kW latausteho täytyy ja ylittyy lähes kaikkina päivinä kun aurinkosähköä tuotetaan. Ja on ehkä tästä näkökulmasta ylimitoitettu 3,7 kW lataustehoon.



Kuva 6. 10 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 6 kW ja 11 kW lataustehojen energiantarpeeseen.

3.2.2 Mikä näistä vertailuista järjestelmistä olisi sopivin 3,7 kW sähköauton lataukseen?

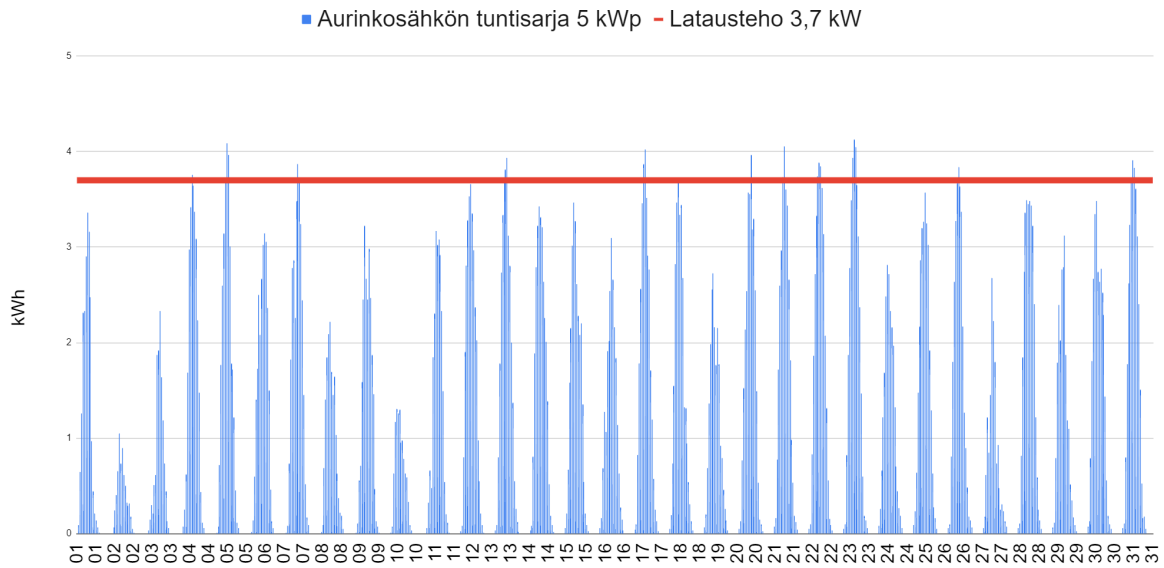
3kWp järjestelmällä päästiin aika hyvään tasapainoon ja ylituotantoa syntyi vain vähän. 10 kWp järjestelmällä saatiin vielä isompi osuus lataus sähköstä katettua. Sopivan kokoinen järjestelmä voisi olla tuo 5 kW tai ehkä jotain 5 ja 10 kWp välistä esimerkiksi 7 kWp.

Tarkastellaan tarkemmin vielä 5 kWp ja 10 kWp järjestelmiä. [Kuvassa 7](#) esitetään 5 kWp toukokuun tuntisarja ja [kuvassa 8](#) esitetään 10 kWp toukokuun tuntisarjaa. Kuvia vertaamalla nähdään selkeämmin 10 kWp tuottama ylituotanto, lähes joka päivänä.

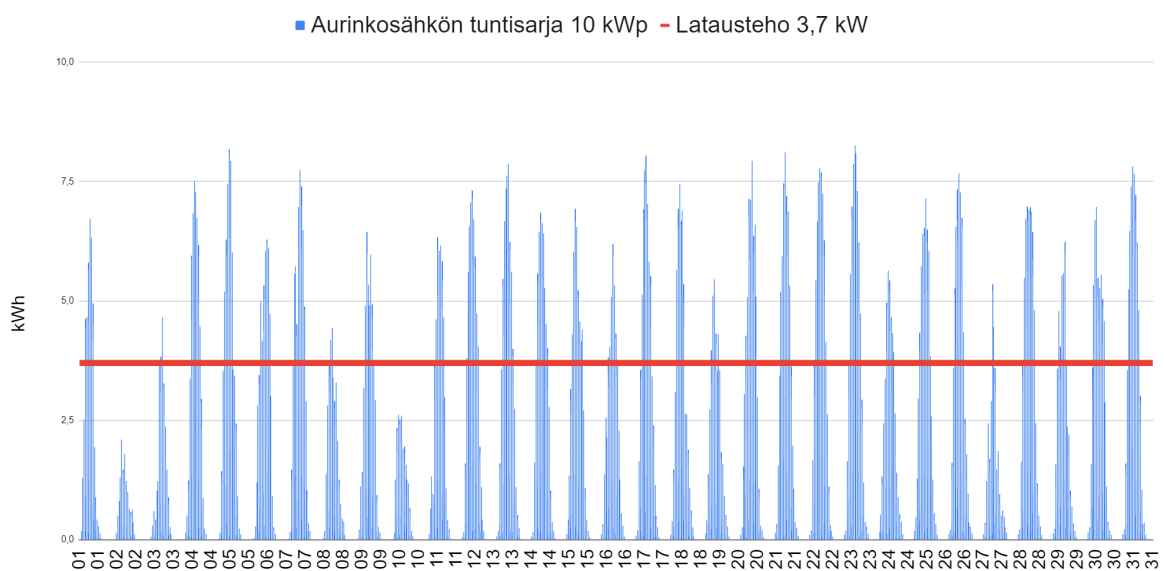
[Kuvissa 9](#) ja [10](#) esitetään näiden kahden järjestelmän tuotanto vuorokaudessa (31.5) ja siitä nähdään monenako tuntina aurinkosähkö riittää kattamaan latauksen kokonaan.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus



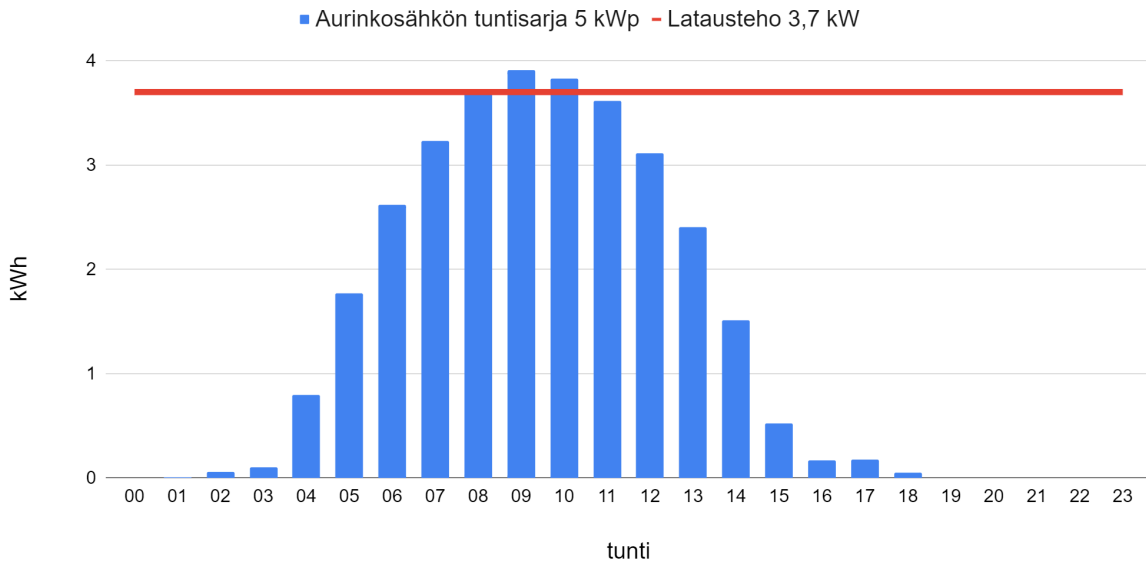
Kuva 7. 5 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja toukokuulta verrattuna 3,7 kW lataustehoon.



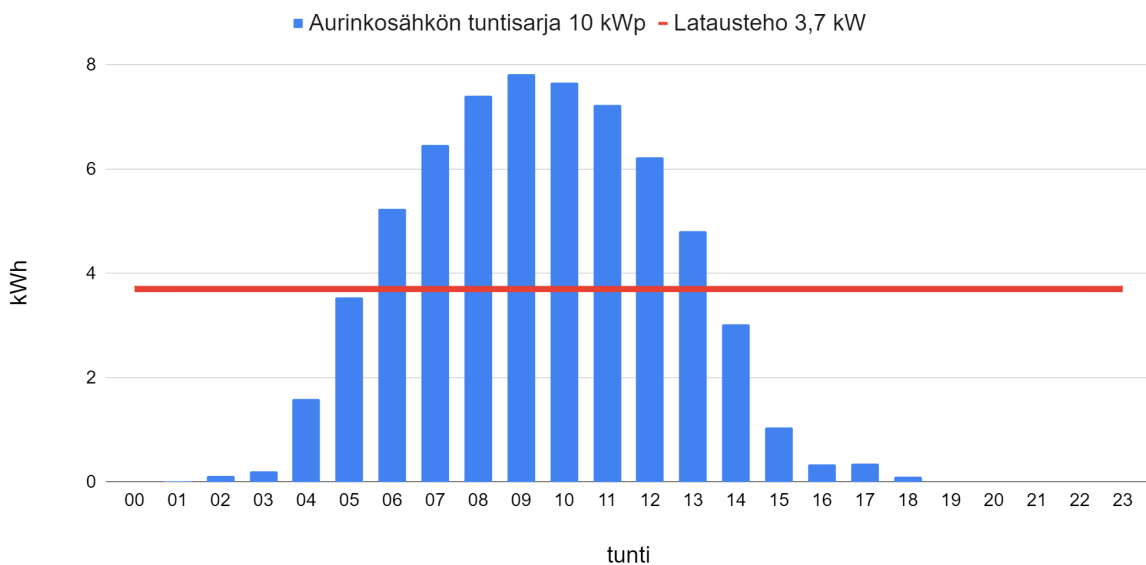
Kuva 8. 10 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja toukokuulta verrattuna 3,7 kW lataustehoon.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus



Kuva 9. Vuorokauden tuontanto 5 kWp järjestelmässä verrattuna 3,7 lataustehon energiantarpeeseen. Valittu vuorokausi on 31.5.



Kuva 10. Vuorokauden tuontanto 10 kWp aurinkosähköjärjestelmässä, verrattuna 3,7 kW lataustehon energiantarpeeseen. Valittu vuorokausi on 31.5.

3.3 Latausteho 11 kW ja aurinkosähköjärjestelmät 10 kWp, 15 kWp ja 20 kWp

Tarkastelu 11 kW latausteholle tehdään samaan tapaan kuin 3,7 kW latausteholle. Kuvissa on vertailun vuoksi mukana myös 3,7 kW lataustehon viivan. Tarkastelu tehdään 10 kWp, 15 kWp ja 20 kWp aurinkosähköjärjestelmille.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus

[Kuvassa 6](#) on esitetty 10 kWp aurinkosähköjärjestelmä. Siitä nähdään, että 10 kWp järjestelmässä aurinkosähkön tuotanto jää kaikkina päivinä alle 11 kW tavoite viivan.

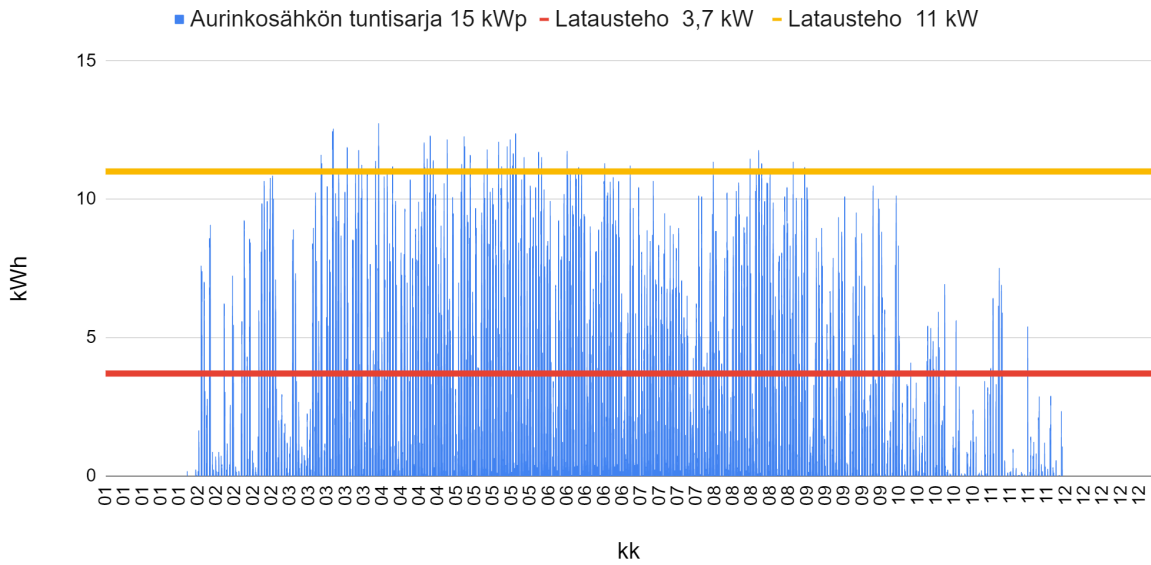
15 kWp järjestelmä löytyy [kuvasta 11](#). Järjestelmän vuosituotto on n. 13 700 kWh/vuosi ja tarvittava pinta-ala on n. 75 m².

20 kWp järjestelmä löytyy [kuvasta 12](#). Järjestelmän vuosituotto on n. 18 300 kWh/vuosi ja tarvittava pinta-ala on n. 100 m².

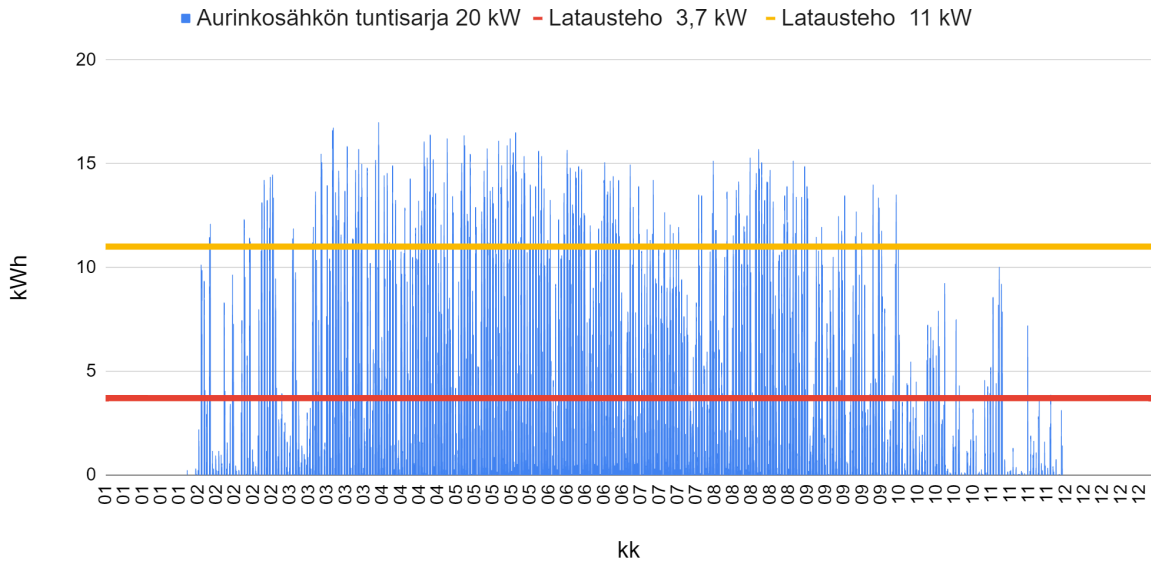
Sekä 15 kWp, että 20 kWp järjestelmäkoot voisivat sopia 11 kW latausasemalle.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.

Aurinkosähkö ja sähköauton lataus



Kuva 11. 15 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 3,7 kW ja 11 kW lataustehojen energiantarpeeseen.



Kuva 12. 20 kWp aurinkosähköjärjestelmän tuntisarja verrattuna 3,7 kW ja 11 kW lataustehojen energiantarpeeseen.

HUOM. Laskentaa ei tule käyttää investointi perusteena, vaan lähinnä alustavana tietolähteenä.