



GNF julkaisu 2/2026

# Rivitaloyhtiön aurinkosähköyhteisön kestävyysuunnitelma

*StartSun – Start-ups for Solar Energy Communities*  
-hankkeen osa D 3.5

Tämä julkaisu on osa StartSun - *Start-ups for Solar Energy Communities* -hankkeen WP3:n toteutusta. Julkaisu toimii jatko-osana hankkeen päätuotokseen, *Starttipaketti aurinkosähköyhteisön perustamisesta hallinnointiin*, ja sitä on käytetty tämän julkaisun pohjana. Alkuperäisen ja tämän raportin tiedot saattavat erota, sillä tätä julkaisua varten tietoja ja laskelmia on päivitetty. Tämän *Kestävyyssuunnitelman* taloudellisen kannattavuuden ja ympäristövaikutusten arviointi on tehty järjestelmän 25-vuoden elinkaariajalle.

StartSun-hanketta rahoittanut on Euroopan aluekehitysrahaston Interreg Baltic Sea Region -ohjelma.

**Kirjoittajat:**

Evilina Vinonen

Riikka Ojala

Green Net Finland

**Julkaisija:**

Green Net Finland, Kuortaneenkatu 2, 00510 Helsinki, Finland. [www.gnf.fi](http://www.gnf.fi)

Julkaisupäivä: 4.9.2026

**Copyright:**

Green Net Finland, 2026

**Hankkeen nettisivut:**

<https://interreg-baltic.eu/project/startsun/>

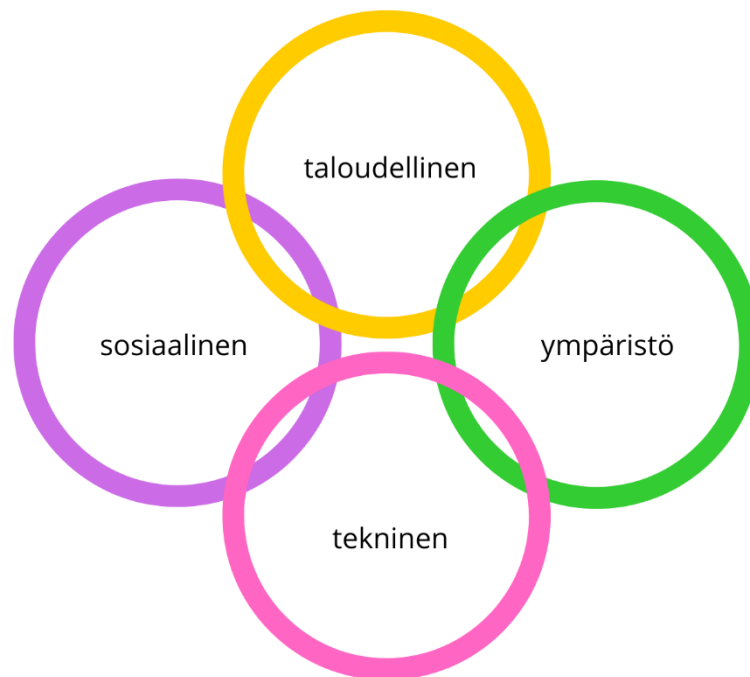
## Sisällysluettelo

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Johdanto.....                                                                                             | 4  |
| <b>Taloudellinen kestävyys</b> .....                                                                      | 6  |
| Kannattavuuslaskelmien lähtötiedot .....                                                                  | 6  |
| Arvio sähkön hintojen nousuista .....                                                                     | 7  |
| Kannattavuuslaskelmien tulokset eri näkökulmista .....                                                    | 8  |
| Sähkön tasoitettu tuotantokustannus (LCOE) ja diskontattu<br>takaisinmaksuaika (DPBP) .....               | 9  |
| Säästöt sähkön kokonaishinnassa (50 % omakäytöllä) .....                                                  | 10 |
| Takaisinmaksuaikataulu.....                                                                               | 10 |
| Siirtosopimusten vertailua (yleissiirto vs. tehosiirto) .....                                             | 10 |
| Huomioita ja reunaehdoja laskelmista.....                                                                 | 11 |
| <b>Tekninen kestävyys</b> .....                                                                           | 13 |
| Järjestelmän valinta.....                                                                                 | 13 |
| Järjestelmän asennus .....                                                                                | 15 |
| Aurinkosähkijärjestelmän paloturvallisuus .....                                                           | 15 |
| Säännölliset huoltotoimenpiteet .....                                                                     | 16 |
| <b>Sosiaalisesti kestävä energiayhteisö</b> .....                                                         | 18 |
| <b>Ympäristö</b> .....                                                                                    | 20 |
| Ympäristövaikutus laskelmien lähtötiedot .....                                                            | 20 |
| Rivitaloyhtiön energiajärjestelmän muutoksen päästö- ja talouslaskelmat .....                             | 21 |
| Johtopäätökset ja pohdinnat .....                                                                         | 25 |
| Marttilan kestävyysuunnitelman avaintulokset ja -luvut koottuna .....                                     | 25 |
| Taloudellinen kestävyys .....                                                                             | 25 |
| Tekninen kestävyys.....                                                                                   | 25 |
| Sosiaalinen kestävyys.....                                                                                | 25 |
| Ympäristö .....                                                                                           | 26 |
| Suosituksia energiaremonttiin: tekninen, taloudellinen ja<br>ympäristökestävyiden kolminaisvaikutus ..... | 26 |
| Lähteet .....                                                                                             | 28 |

# Johdanto

Tässä raportissa keskitytään aurinkosähköyhteisön ja -järjestelmän kestävyysuunnitelmaan, jonka tarkastelukohteena on kuuden asunnon rivitalokohde Marttilassa, Varsinais-Suomessa. Rivitalo pilotti löydettiin Taloyhtiöiden energiamurros (TEMU) -projektin kautta. TEMUn tavoitteena on edistää taloyhtiöiden siirtymistä kestäviin energiaratkaisuihin. Projektin yhteistyökumppaneita ovat Turun ammattikorkeakoulu ja Valonia (Varsinais-Suomen kuntien kestävän kehityksen asiantuntijaorganisaatio).

Kestävyttä on tarkasteltu neljästä eri näkökulmasta, jotka ovat keskenään vahvasti kytköksissä (Kuva 1): taloudellinen, tekninen, ympäristö, ja sosiaalinen. Kuva 1



Kuva 1. Aurinkosähköjärjestelmän kestävyysnäkökulmat

Raportin rakenne kattaa jokaisesta kestävyysnäkökulmasta omat lukunsa ja peilaa arvioita ja tuloksia rivitalokohteeseen:

- **Taloudellinen kestävyys** arvioi aurinkosähköjärjestelmän taloudellista kannattavuutta elinkaaren aikana.
- **Tekninen kestävyys** arvioi aurinkosähköjärjestelmän toimivuutta, turvallisuutta ja elinkaaren aikaisia muutoksia.
- **Sosiaalinen kestävyys** arvio aurinkosähkön omatuotannon vaikutuksia yhteisöön (taloyhtiöön ja asukkaisiin/osakkaisiin) ja energiademokratiaan.

- **Ympäristökestävyys** arvio, kun öljylämmityksestä siirrytään aurinkosähkö- ja lämpöpumppuratkaisuun, ja muutoksen vaikutusta taloyhtiön päästöihin. Lisäksi huomioidaan elinkaaren jälkeinen käytöstä poisto.
- Johtopäätökset ja pohdinnat, jossa arvioidaan taloudellisen, teknisen ja ympäristön kestävyys yhdistyminen energiasuoritusjärjestelmänmuutoksissa.

Laskelmissa ja tietojen lähteissä on hyödynnetty julkisesti saatavilla olevia lähteitä ja aurinkosähkölaskureita ([StartSun](#), [PVGIS](#) ja [FinSolar](#)), ja taloyhtiöön liittyvissä taustatiedoissa Marttilan isännöitsijältä saatuja tietoja.

# Taloudellinen kestävyys

Taloudellisen kestävyys tarkastelulla varmistetaan, että investointi on järkevä, kannattava ja tuottava pitkällä aikavälillä. Tarkastelussa arvioidaan sähkön hinnan muutosten vaikutusta investoinnin kannattavuuteen, elinkaaren aikana kertyviä säästöjä ja järjestelmän takaisinmaksuaikaa. Lisäksi tunnistettiin ne olosuhteet, joissa järjestelmä tuottaa suurimman taloudellisen hyödyn, kuten korkea omakäyttöaste tai raju sähkön hinnan nousu. Taloudellinen tarkastelu tukee päätöksentekoa ja auttaa arvioimaan investoinnin tuottamaa lisäarvoa kiinteistön omistajalle.

## Kannattavuuslaskelmien lähtötiedot

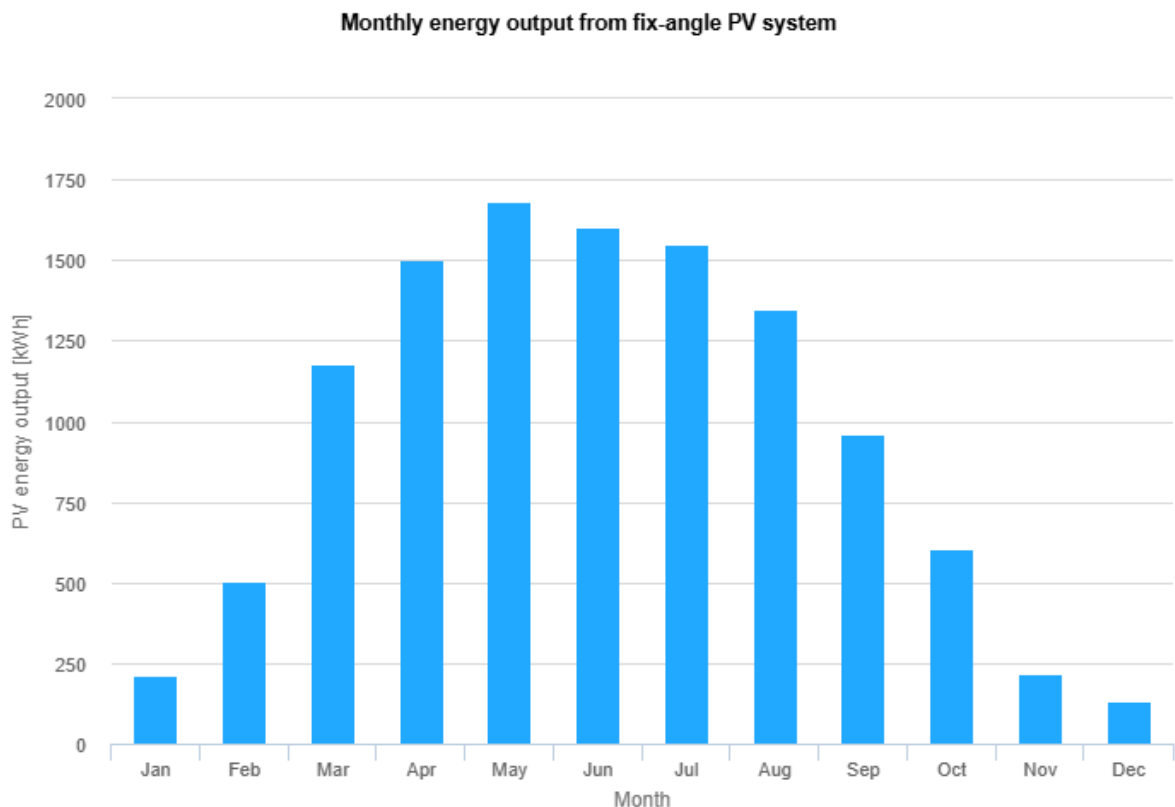
Tämän dokumentin pohjatiedot perustuvat [Starttipaketissa](#) esitettyyn Marttilan rivitalokohteeseen (Taulukko 1), jonka avulla tarkemmat kannattavuuslaskelmat suoritettiin. Aurinkosähköjärjestelmän koko on mitoitettu kohteen vuotuisen kulutusprofiilin mukaisesti.

*Taulukko 1. Aurinkosähköjärjestelmän peruskuvaus*

|                                                                                                        |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Järjestelmän teho (kWp)</b>                                                                         | <b>12</b>     |
| <b>Investointikustannus (€)</b>                                                                        | <b>12 000</b> |
| <b>Vuosituotto, 1. vuosi (kWh)</b>                                                                     | <b>11 500</b> |
| <b>Laitteiston elinkaari/pitoaika (vuotta)</b>                                                         | <b>25</b>     |
| <b>Paneelien tehon alenema (degradaatio) (% / vuosi)</b>                                               | <b>0,5</b>    |
| <b>Ylläpito- ja huoltokustannukset (O&amp;M) (€ / vuosi)</b>                                           | <b>120</b>    |
| <b>Invertterin uusiminen 15 vuoden jälkeen (€)</b>                                                     | <b>2 500</b>  |
| <b>Laskentakorkokanta % (diskonttauskorko / vaihtoehtoiskustannus)</b>                                 | <b>3</b>      |
| <b>Taloyhtiön kiinteistökohtainen keskimääräinen sähkönkulutus ennen IVLP investointia (kWh/vuosi)</b> | <b>3 215</b>  |
| <b>Sähkön ostohinta alussa: Tehosiirron mukainen (€/kWh)</b>                                           | <b>0,134</b>  |
| <b>Tuotannosta 50 % omakäyttö taloyhtiön kulutuskohteisiin (kWh/vuodessa)</b>                          | <b>5 750</b>  |
| <b>Myyntisähkön hinta (€/kWh)</b>                                                                      | <b>0,04</b>   |

Näillä lähtötiedoilla pystyttiin selvittämään aurinkosähkön vuosituotantoennuste [PVGIS-laskurilla](#). Lähtötiedoiksi laskuriin syötettiin Marttilan pilotin osoite, aurinkosähköjärjestelmän teho (12 kWp) sekä PVGIS:n ehdotukset optimaalisista paneelien suunnasta (-4 astetta etelään) ja kallistuskulmasta (45 astetta). Tuotantoennustetta tarkasteltiin maalissyyskuun välillä, sillä merkittävää tuotantoa talvikuukausina ei ole. Koko vuoden tuottoennuste on noin 11 500 kWh, joista maali-syyskuun välinen tuotanto on 9 850 kWh. Järjestelmähäviöksi

PVGIS arvioi 14 %. Kuva 2 osoittaa tarkemmin, miten tuotanto jakautuu vuoden mittaan.



*Kuva 2. Tuotannon jakauma kuukausittain*

## Arvio sähkön hintojen nousuista

Laskuissa huomioitiin kolme eri hintaskenaariota sähkön vuosittaiselle nousulle:

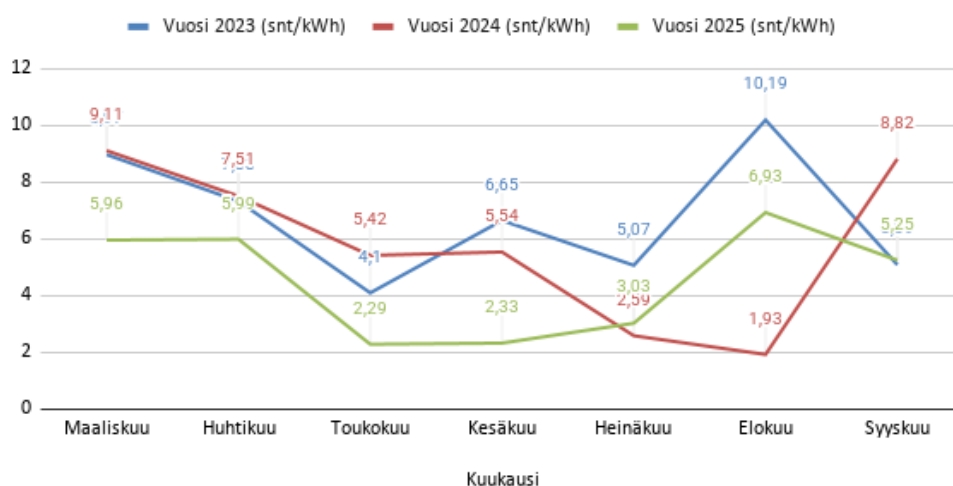
1. hinnat eivät muutu
2. hinta nousee 3 % vuodessa, joka vastaa maltillista vuotuista nousua
3. hinta nousee 8 % vuodessa, joka vastaa Energiaviraston enintään sallimaa hinnankorotusta vuosittain

Jokaisessa skenaariossa huomioitiin sähkön kokonaishinnan muodostuminen eli

- sähkön spot-hinta
- sähkönsiirto yleissiirtosopimuksella (0,0526 €/kWh, Caruna Oy:n alueella)
- sähkövero (0,0292 €/kWh, hinta 1.4.2026 alkaen)
- perusmaksu 63 A sulakkeelle (138,75 €/kk)

Kuukausitasoista spot-hintojen keskiarviota noudettiin [Pörssisähkö.netin](https://porssisähkö.net) hintatilastoista vuosilta 2023–2025, ja näistä vuosista laskettiin kuukausittainen keskiarvio (Kuva 3). Lisäksi laskuissa otettiin huomioon kaksi eri tuotannon omakäyttöastetta, eli kaikki tuotanto omakäyttöön, tai puolet omakäyttöön. Skenaarioiden tarkastelujakso on 25 vuotta, joka vastaa aurinkopaneelien oletettua elinikää.

### Sähkön spot-hintojen keskiarvoja [snt/kWh] maalisyyskuu 2023–2025



Kuva 3. Sähkön spot-hintoja 2023–2025

### Kannattavuuslaskelmien tulokset eri näkökulmista

Aurinkosähköjärjestelmän hankinta on taloyhtiölle pitkävaikutteinen investointi, jonka todellista taloudellista arvoa on haastavaa hahmottaa vain yhtä mittaria käyttämällä. Yksittäinen tunnusluku – kuten pelkkä takaisinmaksuaika – antaa helposti liian kapean tai jopa harhaanjohtavan kuvan hankkeen kannattavuudesta.

Tässä selvityksessä investointia on haluttu tarkastella kolmesta eri pääkulmasta, jotta päätöksenteon pohjaksi saadaan mahdollisimman kattava ja realistinen tilannekuva:

1. **Sähkön tasoitettu tuotantokustannus (LCOE / Levelized Cost of Electricity):** Osoittaa, mitä kiinteistölle maksaa tuottaa yksi kilowattitunti sähköä itse 25 vuoden aikana, kun kaikki elinkaarikustannukset ja laiteusinnat huomioidaan. Tämä mahdollistaa **aurinkosähkön suoran vertailun ostosähkön hintoihin.**

2. **Kumulatiiviset säästöt sähkölaskussa:** Havainnollistaa aurinkosähköjärjestelmän tuoman hyödyn huomioiden sähkön hinnannousun eri hintakehitysskenaarioissa ja omankäytön asteessa.
3. **Diskontattu pääoman takaisinmaksuaika (DPBP / Discounted Payback Period):** Kuvaa investoinnin riskitasoa ja sitoutuneen pääoman vapautumisnopeutta taloyhtiön kassavirrassa.

Lisäksi laskelmissa on huomioitu kiinteistön todelliset reunaehdot (kuten verkkoyhtiön siirtosopimustyypit) sekä suoritettu herkkyyshanalyysi omakäyttöasteen ja sähkön hinnanmuutosten suhteen.

Sähkön tasoitettu tuotantokustannus (LCOE) ja diskontattu takaisinmaksuaika (DPBP)

LCOE osoittaa aurinkosähkön tuotannon todellisen yksikköhinnan (€/kWh) koko 25 vuoden elinkaaren ajalta, kun kaikki kustannukset ja tuotanto diskontataan nykyarvoon (3 % laskentakorko). Taulukko 2. on laskettuna aurinkosähkön tasoitettu tuotantokustannus kiinteistölle: **8,3 snt/kWh**. Tämä on merkittävästi edullisempaa kuin verkosta ostettava sähkö (noin 13,5–14,4 snt/kWh), mikä tekee tuotannosta erittäin kilpailukykyistä koko elinkaaren ajan.

Taulukko 2. LCOE-luku

|                                                                                 |                |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Sähkön tasoitettu tuotantokustannus LCOE (€/kWh)</b>                         | <b>0,083</b>   |
| <b>Elinkaaren nykyarvoiset kustannukset (€)</b>                                 | <b>15 694</b>  |
| <b>Annuiteetin (säännöllisen vuotuisen maksun) nykyarvo PNA (€)</b>             | <b>2 090</b>   |
| <b>Invertterin uusiminen 15. vuoden jälkeen (2 500 € + 3 % diskontattu) (€)</b> | <b>1 605</b>   |
| <b>Elinkaaren aikana diskontattu tuotanto (kWh)</b>                             | <b>190 127</b> |

DPBP osoittaa takaisinmaksuaikaa, jolloin investoinnin nykyarvoon diskontatut kassavirrat kattavat alkuinvestoinnin. Taulukko 3 on laskettu, investoinnin nimellinen kassavirta, diskontattu kassavirta ja kumulatiivinen nykyarvo. Takaisinmaksussa on huomioitu vuotuinen 8 % korostus sähkön osto- ja myyntihintaan. Kumulatiivinen nykyarvo muuttuu positiiviseksi vuosien 11–12 välissä, jolloin investointi on maksettu takaisin huomioiden korot ja degradaatiot.

Taulukko 3. DPBP-luku

| Vuosi                                                               | 1       | 5      | 10     | 11    | 12    |
|---------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|-------|-------|
| Nimellinen rahavirta (€/vuosi)                                      | 806     | 1 112  | 1 641  | 1 772 | 1 912 |
| Diskontattu rahavirta 3 % korolla ja 0,5 % degradaatiolla (€/vuosi) | 782     | 959    | 1 221  | 1 280 | 1 341 |
| Kumulatiivinen nykyarvo (€)                                         | -11 218 | -7 654 | -2 091 | -811  | 530   |

### Säästöt sähkön kokonaishinnassa (50 % omakäytöllä)

Tarkasteluskenaarioita muodostui lopulta kuusi: kahdelle eri omakäyttöasteelle (50 % ja 100 %) sekä kolmelle eri sähkön hintakehitykselle (0 %, 3 % ja 8 % vuotuinen korotus). Kokonaissäästöt 25 vuoden elinkaaren aikana oletuksella, että 50 % tuotetusta aurinkosähköstä kulutetaan taloyhtiössä:

- ilman hintamuutoksia yhteensä noin 29 000 €
- kolmen prosentin vuosittaisella hintakorotuksella noin 42 500 €
- kahdeksan prosentin vuosittaisella hintakorotuksella noin 85 000 €.

### Takaisinmaksuaikataulu

12 kWp aurinkosähköjärjestelmän alkuinvestointi on noin 12 000 €.

Kokonaishinta muodostuu asennustyöstä (50 %), aurinkopaneeleista (25 %), invertteristä, ja kiinnitysjärjestelmistä ja kaapeloinnista (10 %). Alkuinvestoinnin lisäksi järjestelmän ylläpito vaatii vuosittain muutaman prosentin kustannuksia suhteutettuna alkuinvestointiin.

Takaisinmaksussa otettiin huomioon vuotuiset sähkön säästöt ja kiinteät vuotuiset kustannukset, jotka ovat 120 €/vuosi. Takaisinmaksu 50 % aurinkosähkön omakäytössä on:

- ilman hintamuutoksia 11–12 vuotta
- kolmen prosentin vuosittaisella hintakorotuksella 9–10 vuotta
- kahdeksan prosentin vuosittaisella hintakorotuksella 8–9 vuotta.

### Siirtosopimusten vertailua (yleissiirto vs. tehosiirto)

Laskuissa on käytetty kirjoitushetkellä (elokuu 2026) oletuksena Caruna Oy:n sähkönsiirron yleissiirtosopimuksen (63 A) hinnastoa. Todellisuudessa StartSun-hankkeen pilottikohteena olevassa rivitaloyhtiössä on tehosiirtosopimus. Näiden kahden sopimuksen sekä perusmaksut (€/kk) että siirtohinnat (snt/kWh) eroavat toisistaan (Taulukko 4).

Taulukko 4. Siirtosopimusten vertailu

| Kustannus                 | Yleissiirto 63 A (€ / kk) | Tehosiirto 1PJ (€ / kk) |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Perusmaksu                | 138,75                    | 73,67                   |
| Tehomaksu (2x16 kWh IVLP) | -                         | 143,36                  |
| Loistehomaksu             | -                         | 3,46                    |
| Siirtomaksu               | 100                       | 84                      |
| Yhteensä kuukaudessa (€)  | 239                       | 304                     |
| Yhteensä vuodessa (€)     | 2 864                     | 3 654                   |

Tehosiirtosopimuksessa (160 A liittymäkoko) muuttuva siirtoenergian hinta on 4,42 snt/kWh, kun taas yleissiirrossa se on 5,26 snt/kWh. Koska aurinkosähkön omakäytön tuottama säästö muodostuu korvattavan ostosähkön muuttuvista eristä (sähköenergia + siirtoenergia + sähkövero), jokainen itse kulutettu kilowattitunti säästää tehosiirrossa hieman vähemmän kuin yleissiirrossa (13,56 snt/kWh vs. 14,40 snt/kWh), ks. Taulukko 5. Pelkästä sähkön kulutuksesta (siirto + vero + energia) kertyy säästöä **168 € vuodessa** tehosiirron hyväksi, jos kulutus on 20 000 kWh/vuosi. Tehosiirron tehomaksu (143 €/kk) "syö" täysin energianhinnasta saatavan 0,84 snt/kWh säästön. Vuositasolla 20 000 kWh kulutuksella saavutettava 168 € säästö sähkönhinnassa jää pienemmäksi kuin tehomaksun tuoma lisäkustannus. Vuositasolla tehosiirto on tällä kulutuksella 789 € kalliimpi.

Taulukko 5. Sähkön siirtojen vertailua

| €/kWh                | Yleissiirto   | Tehosiirto    |
|----------------------|---------------|---------------|
| Siirto               | 0,0526        | 0,0442        |
| Vero (1.4.2026 alk.) | 0,0292        | 0,0292        |
| Ostosähkö            | 0,0622        | 0,0622        |
| Sähkön kokonaishinta | <b>0,1440</b> | <b>0,1356</b> |

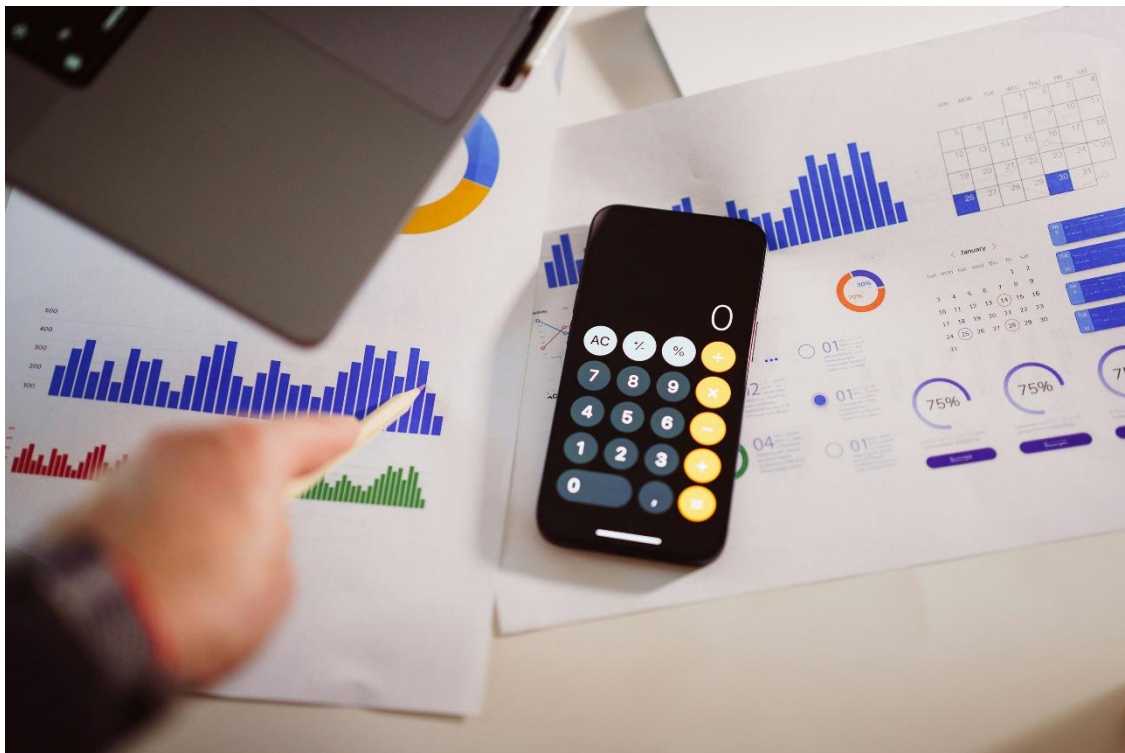
## Huomioita ja reunaehdoja laskelmista

Suoritetut laskelmat ovat suuntaa antavia arvioita, ja jatkotarkastelussa on hyvä huomioida seuraavat seikat:

- **Omakäyttöaste:** Laskelmissa käytetty omakäyttöaste 50 % on optimistinen verrattuna simulointilaskureihin (StartSun-laskuri arvioi omakäyttöasteeksi 41 % ja FinSolar 40 %).
- **Invertterin uusinta:** LCOE-laskennassa invertterin uusimiskustannus (2 500 €) vuodelle 15 on huomioitu (vaikutus LCOE-hintaan noin +0,3

snt/kWh). Sen sijaan diskontatun takaisinmaksuajan (DPBP) tulokseen (11–12 vuotta) vuodelle 15 sijoittuva invertterin vaihto ei vaikuta, sillä investointi maksaa itsensä takaisin jo ennen tätä ajankohtaa.

- **Paneelien degradaatio:** Paneelien vuotuinen ~0,5 % hyötysuhteen laskua ei huomioitu perustakaisinmaksuajassa (LCOE-osioissa degradaatio on huomioitu).
- **Tarkastelusykli:** Vertailu tehtiin vuositasolla kuukausi- tai tuntitason kulutusprofiilien sijaan.



Kuva 4. Laskutoimituksia. Lähde: Jakub Żerdzicki / Unsplash

# Tekninen kestävyys

Aurinkosähköjärjestelmän tekninen kestävyysuunnitelma varmistaa, että järjestelmä toimii optimaalisesti ja turvallisesti koko odotetun 25 vuoden elinkaarensa ajan.

Tärkeitä taustatietoa tekniseen kestävyYTEEN ovat:

- Aurinkosähköjärjestelmän kokonaisteho (kWp)
  - paneelien teho (W) ja invertterien teho (kW)
- Komponenttien merkit ja mallit (paneelit, invertterit, kiinnitysjärjestelmät)

Aurinkosähköjärjestelmien invertterit kestävät tyypillisesti 10–15 vuotta. Kestävyysuunnitelmassa on otettava huomioon sekä taloudellisesta että teknisestä näkökulmasta, että invertterit on vaihdettava vähintään kerran järjestelmän elinkaaren aikana. Myös paneelien hyötysuhteen lasku on hyvä ottaa huomioon taloudellisessa ja teknisessä kestävyYdessä, ja arvioida sen vaikutusta sähköntuotantoon on esimerkiksi 7–10 vuoden kuluttua. Tekninen ja taloudellinen näkökulma siis linkittyvät vahvasti toisiinsa kestävyYttä arvioitaessa.

## Järjestelmän valinta

Aurinkosähköjärjestelmän valinnassa on tärkeää tutkia ja tarkastella seuraavat kolme kohtaa, jotta sopiva järjestelmä, tuotanto ja järjestelmän elinkaari kohtaavat:

### **1. Sähkönkulutuksen yhteensovittaminen järjestelmän mitoituksen kanssa**

Vertaa rakennuksen sähkönkulutusta ja kuormitusprofiilia aurinkosähköjärjestelmän ehdotettuun mitoitukseen ja optimoi tuotanto vastaamaan mahdollisimman tarkasti rakennuksen omaa kulutusta.

### **2. Komponenttien mitoitus ja kustannustehokkuus**

Järjestelmät tulisi valita vastaamaan todellisia käyttötarpeita, ja ylimitoitusta (esim. invertterin kohdalla) tulisi välttää, koska se lisää investointikustannuksia tarjoamatta hyötyjä. Lisäksi tulisi selvittää järjestelmän tulevaisuuden laajennusmahdollisuudet, esimerkiksi lisäpaneelien, akkuvarastojärjestelmien ja invertterien yhteensopivuuden osalta.

### **3. Tuotannon kehitys elinkaaren aikana**

Järjestelmän tulevaisuuden laajennusmahdollisuuden lisäksi tulisi ottaa huomioon mahdollinen osallistuminen reservimarkkinoille ja tulojen jakamisen automatisointi.

Optimaalisuuden näkökohtia arvioitaessa voidaan käyttää *tarjouspyynnön pisteytystaulukkoa* (Taulukko 6), jossa esimerkiksi invertteriin liittyviä ominaisuuksia voidaan tarkastella ennen hankintaa. Pisteytystaulukko ja siinä oleva tarkistuslista on tehty Marttilan rivitalokohteen perusteella.

*Taulukko 6. Tarjouspyynnön pisteytystaulukko*

| Arviointikriteeri                       | Paino % | Tarkistuslista                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. KOKONAISHINTA</b>                 |         |                                                                                                                                                                             |
| Kokonaishinta (sis. alv, ja asennukset) | 25 %    | <input type="checkbox"/> Sisältää nosturit, luvat, ilmoituksen Carunalle aurinkosähkövoimalan käyttöönotosta.<br><input type="checkbox"/> Carunan siirtohintojen huomiointi |
| Elinkaarikustannus (€/kWh, 25 v)        | 15 %    | <input type="checkbox"/> Perustuu 25 vuoden tuotantoon                                                                                                                      |
| <b>2. TEKNINEN LAATU JA ÄLYKKYYS</b>    |         |                                                                                                                                                                             |
| Invertteri ja varttimittausvalmius      | 10 %    | <input type="checkbox"/> Tukee 15 min taseselvitystä<br><input type="checkbox"/> Toteutus ilman erillisiä lisälaitteita                                                     |
| Akun nettokapasiteetti (kWh)            | 10 %    | <input type="checkbox"/> Nettokapasiteetti ilmoitettu<br><input type="checkbox"/> Takuu ilmoitettu läpimenona (%)                                                           |
| IVLP-integraatio                        | 10 %    |                                                                                                                                                                             |
| <b>3. DOKUMENTAATIO JA TURVALLISUUS</b> |         |                                                                                                                                                                             |
| Takuut                                  | 10 %    | <input type="checkbox"/> Paneelien 25 vuoden teho- ja tuotetakuu<br><input type="checkbox"/> Invertterin 10 vuoden takuu                                                    |
| Käyttöönotto- ja turvallisuusdokumentit | 5 %     | <input type="checkbox"/> FS-EN 62446 raportti mukana                                                                                                                        |
| <b>4. REFERENSSIT JA TUKI</b>           |         |                                                                                                                                                                             |
| Energiayhteisöosaaminen                 | 10 %    | <input type="checkbox"/> Taloyhtiö- ja energiayhteisöjen referenssit                                                                                                        |
| Huollon saatavuus                       | 5 %     | <input type="checkbox"/> Tukipalvelu Suomessa<br><input type="checkbox"/> Palveluntarjoajan vakaus                                                                          |
| <b>YHTEENSÄ</b>                         | 100 %   |                                                                                                                                                                             |

## Järjestelmän asennus

Sähköjärjestelmien asennuksessa turvallisuus, lainsäädäntö ja asianmukaiset luvat ovat ensiarvoisen tärkeitä – tässä luvussa käydään läpi asennustyön tärkeimmät vaatimukset ja tarkistuslistat.

Järjestelmän asennuksen yhteydessä on tehtävä käyttöönottotarkastus ja siitä on oltava käyttöönottopöytäkirja. Lisäksi kohteesta on löydyttävä asianmukaiset kiinteistömerkinnät ja varoituskyltit. [1]

Asennuksiin liittyvät kolme pääkohtaa:

**1. Luvat kuntoon (Tukes-rekisteri):** Sähkötöitä saa tehdä vain ammattilainen, joka löytyy Tukesin julkisesta sähköurakoitsijarekisteristä ([rekisterit.tukes.fi/toiminnanharjoittajat](https://rekisterit.tukes.fi/toiminnanharjoittajat)). Tilaajan tai isännöitsijän täytyy tarkistaa yrityksen nimellä tai Y-tunnuksella, että yrityksellä on voimassa oleva lupanumero (esim. A-luokka) ja nimetty sähkötöiden johtaja.

**2. Paperit ja kyltit paikoilleen:** Asennuksen jälkeen urakoitsijan on luovutettava kirjallinen käyttöönottopöytäkirja (todistus turvallisesta asennuksesta) ja kiinnitettävä laitteistoon lakisääteiset varoitustarrat.

**3. Luvattoman työn suuri riski:** Jos asentajaa ei löydy Tukesin rekisteristä, asennus on laitton. Tällöin viralliset paperit ovat mitättömiä, ja jos laitteisto aiheuttaa esimerkiksi tulipalon, vakuutusyhtiö ei korvaa vahinkoja.

**Nyrkkisääntö:** Tarkista aina yritys Tukesista **ennen sopimusta**, ja pyydä käyttöönottopöytäkirja **heti työn valmistuttua**. Ilman näitä et välttämättä täytä vakuutusyhtiön vaatimuksia vahinkotilanteessa.

## Aurinkosähköjärjestelmän paloturvallisuus

Aurinkosähköjärjestelmän turvallisuutta on hyvä tarkastella sähköturvallisuuden näkökulmasta, mutta myös paloturvallisuuden varalta. Paloturvallisuuden kannalta keskeisiä tekijöitä ovat laadukas suunnittelu ja asennus, turvalliset sähköliitännät, asianmukainen kaapelointi, laitteiden oikea sijoittelu sekä järjestelmän säännöllinen kunnossapito. Aurinkosähkö järjestelmistä aiheutuvat tulipalot ovat harvinaisia ja epätodennäköisiä, ja niiden taustalla piilee suunnittelu- ja asennusvirhe.

Kun aurinkosähköjärjestelmän paloturvallisuutta suunnitellaan, on hyvä ottaa huomioon:

- Invertterin mahdollinen tilavaatimus ja niihin liittyvät kustannukset esim. tarvitaanko erillistä säilytystilaa?
- Invertterin riittävä ilmanvaihto ja jäähdytys.
- Aurinkosähköjärjestelmän eri osien huoltokäytäntöjen määrittäminen (vastuut, tarkastusvälit, puhdistus).
- Kosteusongelmien ja korroosion ehkäisy. [1]

## Säännölliset huoltotoimenpiteet

Sähkötekniset järjestelmät vaativat säännöllistä tarkistusta, huoltoa ja ylläpitoa, jotka lisäävät turvallisuutta. Laitteen huoltoa on hyvä suorittaa pitkin vuotta. Säännöllisiin tarkastuksiin kuuluu invertterin jäähdytysripojen ja puhaltimien puhtaana pito, koska pöly nostaa laitteen lämpötilaa ja lyhentää sen käyttöikää. Keväisin jään ja lumen sulettua, kannattaa tarkistaa, ettei lumi ole vääntänyt kiinnittimiä tai paneelien kehyksiä. Varmista, että kaapelit ovat edelleen irti kattopinnasta. Kolmen vuoden välein kannattaa tehdä paneelien lämpökuvaus aurinkoisena päivänä. Vialliset kennot näkyvät lämpökuvassa ylikuumentuneina läiskinä, jotka voivat aiheuttaa palovaaran tai merkittävän tehon laskun.

Järjestelmään liittyvistä vastuualueiden on tehty erillinen vastuunjakotaulukko (Taulukko 7), jossa määritellään, kuka tekee, valvoo ja reagoi poikkeamiin. Säännöllisten huoltotoimenpiteiden lisäksi on hyvä varautua elinkaaren aikaisiin muutoksiin, kuten kattokorjauksiin (esim. 7–10 vuoden kuluttua), jolloin paneelit puretaan ja asennetaan uudelleen.



Kuva 5. Invertteri. Lähde: Elite Power Group / Pexels

Taulukko 7. Vastuunjakotaulukko

| Vastuualue                               | Vastuullinen osapuoli               | Sisältö ja ehdot                                                                                                                              | Vastuun kesto / Peruste                                  |
|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Käyttö ja kunnossapito</b>            | Taloyhtiö (hallitus & isännöitsijä) | Säännöllinen huolto, määräaikaistarkastukset ja valmistajan käyttöohjeiden noudattaminen.                                                     | Jatkuva (luovutushetkestä alkaen)                        |
| <b>Vaaranvastuu</b>                      | Taloyhtiö (tai kiinteistövakuutus)  | Ulkoiset vahingot (esim. myrskyt, salamaniskut, ilkivalta)                                                                                    | Jatkuva (luovutushetkestä alkaen)                        |
| <b>Ilmeiset virheet</b>                  | Taloyhtiö                           | Vastaanotossa selvästi havaittavat puutteet, joita ei ole kirjattu pöytäkirjaan eikä niistä ilmoitettu kohtuudessa ajassa.                    | Luovutushetkestä alkaen                                  |
| <b>Takuuajan vastuu</b>                  | Urakoitsija                         | Toimintavirheet ja komponenttirikot, ellei syynä ole taloyhtiön huolimattomuus tai ulkoinen tekijä.                                           | Urakakasopimuksen mukaan (yleensä 2–5 vuotta)            |
| <b>Piilevät virheet / huolimattomuus</b> | Urakoitsija                         | Virheet, joita ei voitu havaita vastaanotossa, sekä ammattitaidottomat asennukset (esim. löysät liitokset, väärät ristiinkytkennät).          | Jopa 10 vuotta luovutuksesta (YSE 1998 30 §)             |
| <b>Lakisääteinen sähköturvallisuus</b>   | Urakoitsija (Sähkötöiden johtaja)   | Asennuksen määräysten- ja standardienmukaisuus (SFS 6000, Sähköturvallisuuslaki). Turvallisuuspuutteet korjattava aina urakoitsijan piikkiin. | Lakisääteinen (pöytäkirjan allekirjoitus ei poista tätä) |

# Sosiaalisesti kestävä energiayhteisö

Kunnan omistamassa vuokrataloyhtiössä toteutettava energijärjestelmän uudistus on samanaikaisesti sekä merkittävä ilmastoteko, taloudellinen investointi että sosiaalisen kestävyysedistämisväline. Siirtyminen fossiilisesta lämmityksestä lämpöpumpputeknologiaan ja omaan aurinkosähköön leikkaa kiinteistön hiilidioksidipäästöjä ja käyttökustannuksia merkittävästi. Samalla se luo ainutlaatuisen mahdollisuuden vahvistaa asumisen tasapuolisuutta ja torjua energiaköyhyyttä kunnan asuntokannassa.

Hankkeen onnistumisen kannalta on keskeistä sovittaa yhteen kaksi erisuuntaista, mutta toisiaan täydentävää tavoitetta:

- **Kunnan omistajaohjauksellinen ja taloudellinen intressi:** Sähköntuotannon suora käyttö maksimoidaan kiinteistösähkölaskun takana olevissa laitteissa (erityisesti lämpöpumpussa). Tämä minimoi kiinteistön hoitokuluja, parantaa investoinnin takaisinmaksuaikaa ja hillitsee vuokrankorotuspaineita.
- **Sosiaalisen kestävyysedistämisen ja EAKR-hankkeen horisontaaliset periaatteet:** Asukkaiden yhdenvertaisuus, saavutettavuus ja osallisuus varmistetaan. Vaikka järjestelmä mitoitetaan kiinteistön pääkuormille, mikäli kohteen verkkoyhtiö- ja omistusjärjestely mahdollistaa energiayhteisön hyvityslaskennan, voidaan osa aurinkosähkön tuotannosta kohdistaa myös asukkaille.

Seuraavat suositukset tarjoavat konkreettiset askelmerkit siitä, miten hanke toteutetaan teknisesti ja taloudellisesti fiksusti, hallinnollisesti vaivattomasti sekä asukkaita arvostavasti ja osallistavasti:

- **Inhimillinen ja saavutettava viestintä:** Viestitään arjen säästöistä ja vuokrankorotuspaineiden leikkaamisesta selkokielellä, monikielisesti ja kuvituksin. Luottamusta rakennetaan ennen kaikkea kasvokkain asukasilloissa ja -pajoissa.
- **Kaksivaiheinen hybridimalli ja osallistaminen:** Aurinkosähkö ohjataan ensisijaisesti lämpöpumpulle kunnan taloustavoitteen maksimoimiseksi. Mikäli hyvityslaskenta on mahdollinen, ylijäävä sähkö voidaan hyvittää automaattisesti asukkaiden sähkölaskuille, mikä ehkäisee energiaköyhyyttä ilman asukkaan omia investointeja.

- **Vaivaton hallinto ja ilmastostrategia:** Automatisoitu hyvityslaskenta säästää isännöinnin resursseja. Hanke toteuttaa kunnan strategiaa leikkaamalla kiinteistön päästöjä jopa 96 % ja vahvistamalla sosiaalisesti vastuullista asuntopolitiikkaa.
- **Selkeä tiekartta:** Ensimmäisenä vuonna keskitytään luottamuksen rakentamiseen, käyttöönottoon ja säästöjen osoittamiseen. Viidessä vuodessa kokemukset muotoillaan helposti monistettavaksi toimintamalliksi kunnan muihin vuokrataloihin ja mahdollisesti myös rivitaloyhtiöihin.

# Ympäristö

Suurin osa asuinkiinteistöjen kasvihuonekaasupäästöistä syntyy asuinrakennusten lämmityksestä. Kestävyyssuunnitelman ympäristö osuus keskittyy lämmitysjärjestelmän vaikutuksiin energiankulutuksessa ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentymiseen. Lisäksi haluttiin selvittää taloudelliset hyödyt päästöjen vähenemisestä.

Seuraavissa laskelmissa tarkastellaan rivitalon siirtymistä kestäväan lämmitysjärjestelmään, kun kohteessa vaihdettiin fossiilinen kevyt polttoöljy energiatehokkaaseen ilma-vesilämpöpumpun ja aurinkosähköjärjestelmän yhdistelmään.

## Ympäristövaikutus laskelmien lähtötiedot

Ennen energiajärjestelmämuutosta, kulutus rivitalokohteessa vuosittain oli:

- 10 000 litraa kevyt polttoöljyä lämmitykseen
- 3 215 kWh kiinteistösähköä muuhun kuin lämmitykseen (laskettu keskiarvo mitatusta kulutuksesta vuosina 2022–2025).

Ilma-vesilämpöpumpun asentamisen jälkeen sähkönkulutuksen oletetaan kasvavan siten, että vuotuinen sähkönkulutus jakautuu seuraavasti:

- 20 000 kWh ilma-vesilämpöpumpun kulutus
- 2 800 kWh taloyhtiön kiinteistösähkö
- 12 000 kWh kuuden asunnon yhteenlaskettu kulutussähkö

Aurinkosähkö tuottaa vuodessa noin:

- 11 500 kWh
  - josta taloyhtiö pystyy hyödyntämään 5 750 kWh (oletettu 50 % omakäyttöaste)
  - sähkön jako kiinteistökohtaisesti asukkaille (oletus 7 kk aikana 50 kWh/kk yhteensä 6 asunnossa) 2 100 kWh
  - myyntiin verkkoon menee 3 650 kWh

Osto- ja myyntisähkö eroavat hinnassa toisistaan, sillä vaikka myynti noudattaa spot-hintaa, vähentää sähköyhtiö usein välityspalkkioita ostohinnasta.

Sähköyhtiöstä riippuen tämä voi vaihdella yleensä 0–0,3 snt/kWh välillä. [2]

Aurinkosähkön ylijäämäsähkön myyntihinnan laskuissa hyödynnettiin FinSolarin

laskurin keskiarvoa 0,04 €/kWh, joka huomio, että aurinkosähkön myynti painottuu kesäkauteen.

Ostosähkön hinta yleisiirrolle on 0,14 €/kWh ja tehosiirrolle 0,13 €/kWh. Päästökertoimet eri energialähteille on esitettyä alla (Taulukko 8.)

Taulukko 8. Energialähteiden päästökertoimet tCO<sub>2</sub>/GWh

| Energianlähde  | Päästökerroin (tCO <sub>2</sub> /GWh) | Lähde                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öljylämmitys   | 242,0                                 | <a href="https://stat.fi/fi/tilastot/tietoa-teemoittain/kasvihuonekaasuinventaariorpolttoaineluokitus">https://stat.fi/fi/tilastot/tietoa-teemoittain/kasvihuonekaasuinventaariorpolttoaineluokitus</a> |
| Sähkö          | 45,0                                  | <a href="https://www.motiva.fi/tietopankki/energian kaytto-suomessa/co2-paastokertoimet">https://www.motiva.fi/tietopankki/energian kaytto-suomessa/co2-paastokertoimet</a>                             |
| Kaukolämpö     | 115,0                                 | <a href="https://www.motiva.fi/tietopankki/energian kaytto-suomessa/co2-paastokertoimet/">https://www.motiva.fi/tietopankki/energian kaytto-suomessa/co2-paastokertoimet/</a>                           |
| Lämpöpumppu    | 12,9                                  |                                                                                                                                                                                                         |
| Aurinkoenergia | 0,0                                   |                                                                                                                                                                                                         |

Öljyn kustannushinta perustuu kirjoitusaikana olevan hintaan (1,5 €/litra).

### Rivitaloyhtiön energiajärjestelmän muutoksen päästö- ja talouslaskelmat

Yhdistetty arviointi kuuden asunnon rivitaloyhtiön energiajärjestelmän muutoksen (öljylämmityksestä lämpöpumppuun ja omaan aurinkosähköön) tuomista **ympäristö- ja talousvaikutuksista osoittavat**, että muutokset vaikuttavat niin päästöjen laskuun kuin taloudellisiin säästöihin roimasti.

Ennen energiajärjestelmän muutosta vuotuiset päästöt ovat yhteensä 24,34 tCO<sub>2</sub>, ja muutoksen jälkeen 0,92 tCO<sub>2</sub>. Päästöt vähentyvät siis noin 96 % alkuperäisiin verrattuna.

Kustannusvertailussa, ennen energiajärjestelmän muutosta vuotuiset kustannukset ovat yhteensä 15 463 €, ja muutoksen jälkeen 4 573 €. Energialaskun kustannukset ovat siis noin 70 % pienemmät alkuperäiseen verrattuna.

Tarkempi erittely energiajärjestelmän muutokseen liittyvistä luvuista on alla (Taulukko 9Taulukko 9).

Taulukko 9. Energiajärjestelmän muutoksen vaikutus päästöihin ja talouteen

| Alkutilanne                                                                                                                                | kulutus/vuosi | päästökerroin<br>(tCO <sub>2</sub> /GWh) | Päästöt,<br>tCO <sub>2</sub> /vuosi | Kustannukset,<br>€/vuosi |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| kevyt polttoöljy (l)                                                                                                                       | 10000         | 242,0                                    | 24,20                               | 15000                    |
| ostosähkö (kWh)                                                                                                                            | 3215          | 45,0                                     | 0,14                                | 463                      |
| <b>Yhteensä</b>                                                                                                                            |               |                                          | <b>24,34</b>                        | <b>15463</b>             |
| Tilanne<br>energiajärjestelmä<br>muutoksen jälkeen                                                                                         | kulutus/vuosi | päästökerroin<br>(tCO <sub>2</sub> /GWh) | Päästöt,<br>tCO <sub>2</sub> /vuosi | Kustannukset,<br>€/vuosi |
| taloyhtiön kiinteistön<br>ostosähkö (ilman<br>lämpöpumpun<br>kuluttamaa sähköä)                                                            | 2800          | 45,0                                     | 0,13                                | 380                      |
| lämpöpumppu                                                                                                                                | 20000         | 12,9                                     | 0,26                                | 2712                     |
| asukkaiden ostosähkö<br>(yhteensä 6 asunnossa)                                                                                             | 12000         | 45,0                                     | 0,54                                | 1627                     |
| taloyhtiön sähkön<br>oma tuotanto                                                                                                          | <b>11500</b>  | 0,0                                      | 0,00                                |                          |
| sähkö taloyhtiön<br>omaan käyttöön (50<br>%)                                                                                               | 5750          | 0,0                                      | 0,00                                | 0,0                      |
| sähkön ylituotannon<br>jako<br>kiinteistökohtaisesti<br>osakkaille/asukkaille<br>(oletus 7 kk aikana 50<br>kWh/kk yhteensä 6<br>asunnossa) | 2100          | 0,0                                      | 0,00                                |                          |
| sähkön myynti<br>verkkoon                                                                                                                  | 3650          | 0,0                                      | 0,00                                | 146                      |
| <b>Yhteensä</b>                                                                                                                            |               |                                          | <b>0,92</b>                         | <b>4573</b>              |
| <b>Päästöjen vähenemä ja kustannussäästöt<br/>energiajärjestelmän muutoksen jälkeen</b>                                                    |               |                                          | <b>24,42</b>                        | <b>10 890</b>            |



Kuva 6. Säästöt päästöjen vähenemisestä. Lähde: Micheile Henderson / Unsplash

## Aurinkosähköjärjestelmän käytöstä poisto ja kierrätys elinkaaren päättyessä (SER)

Aurinkosähköjärjestelmän elinkaari on tyypillisesti 25–30 vuotta, ja järjestelmän kestävyys on olennaisena osana liittyy koko elinkaaren hallinta aina suunnittelusta ja käytöstä laitteiston vastuulliseen poistamiseen ja kierrätykseen.

Aurinkosähköjärjestelmän komponentit kuuluvat SER-kierrätyksen (Sähkö- ja elektroniikkalaiteromut) piiriin. Tuottajavastuun mukaisesti laitteiden valmistajat ja maahantuojat vastaavat keräyksen ja kierrätyksen järjestämisestä. Laitteiston käytöstä poistossa noudatetaan sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta annettua SER-direktiiviä sekä kansallista jätelainsäädäntöä, jotka edellyttävät korkeaa materiaalien kierrätys- ja hyödyntämisastetta.

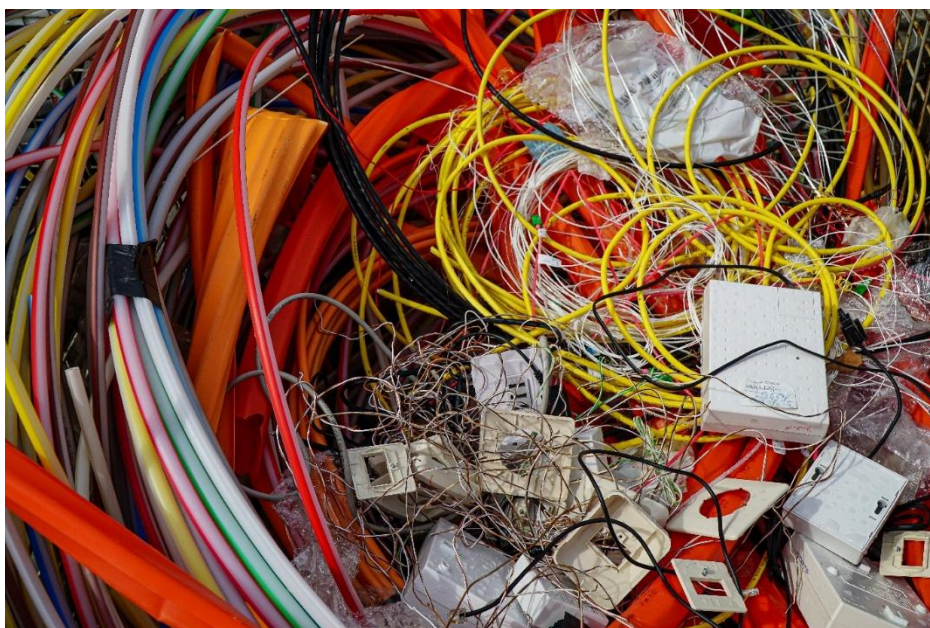
Kun aurinkosähköjärjestelmä saavuttaa elinkaarensa pään tai se uusitaan, purkutyö toteutetaan hallitusti seuraavien vaiheiden mukaisesti:

1. **Sähkötekniinen irtikytöntä:** Purkutyön suorittaa valtuutettu sähköalan ammattilainen. Järjestelmä kytketään irti sähköverkosta ja varmistetaan tasajännitepuolen (DC) turvallisuus. Aurinkopaneelit tuottavat jännitettä valossa aina, kun ne ovat kytkettyinä, joten DC-kaapeloinnin käsittelyssä noudatetaan erityistä varovaisuutta.

2. **Mekaaninen purku ja katon kuntotarkastus:** Paneelit, kiinnitysjärjestelmät ja kaapelireitit puretaan katolta järjestelmällisesti rakenne- ja työturvallisuusmääräyksiä noudattaen. Katteen kunto tarkastetaan kiinnityskohtien osalta ja mahdolliset tiivistys- tai korjaustyöt suoritetaan välittömästi.
3. **Invertterin ja sähkökomponenttien poisto:** Invertteri, turvakytkimet ja kaapeloinnit puretaan sähkötiloista erilliseen lajitteluun.

Järjestelmän elinkaaren lopun hallinnassa sitoudutaan seuraaviin vastuullisuus ja kiertotalousperiaatteisiin:

- **Tuottajayhteisöjen hyödyntäminen:** Purkutöiden yhteydessä varmistetaan, että paneelit ja invertterit toimitetaan virallisiin SER-vastaanottopisteisiin tai valtuutettujen tuottajayhteisöjen keräyspisteisiin.
- **Uudelleenkäytön arviointi:** Mikäli järjestelmä poistetaan käytöstä ennen sen teknisen elinkaaren päättymistä (esim. kattoremontin tieltä), arvioidaan paneelien ja invertterin toimintakunto. Toimintakuntoiset laitteet voidaan myydä tai luovuttaa markkinoille.
- **Dokumentointi ja jäteyhteyden vetäminen:** Purkuprojektista laaditaan jäteraportti, josta käy ilmi syntyneen SER-romun ja metallijätteen määrät sekä jatkokäsittelypaikat. Tämä varmistaa taloyhtiön ympäristövastuullisuuden ja kestävyysraportoinnin vaatimusten täyttymisen.



Kuva 7. Kaapeleita. Lähde: Michael / Pexels

# Johtopäätökset ja pohdinnat

## Marttilan kestävyysuunnitelman avaintulokset ja -luvut koottuna

### Taloudellinen kestävyys

Aurinkosähköjärjestelmän elinkaari on noin 25 vuotta, joka on hyvä huomioida investointia harkittaessa. Marttilan kuuden asunnon rivitalokohteeseen mallailtu aurinkoenergiayhteisö – ja järjestelmä voisi tuottaa vuosittain noin 11 500 kWh aurinkoenergiaa. Tuotannosta puolet (5750 kWh), hyödynnetään taloyhtiön omiin kulutuskohteisiin, ja toinen puolisko jakautuisi asukkaiden käyttöön (2 100 kWh) ja myyntiin verkkoon (3 650 kWh).

Investointi järjestelmälle kustantaisi 12 000. 25 vuoden ajalla laskettuna, aurinkosähköjärjestelmän tasoitettu tuotantokustannus (LCOE) on 8,3 snt/kWh, joka on verkosta ostettavaa sähköä (noin 13–14 snt/kWh) halvempi. Diskontattu takaisinmaksuaika (DPBP) järjestelmälle tapahtuu vuosien 11–12 välissä.

Elinkaaren aikaisissa energiankustannussäästöissä on isoja vaihtelevuuksia riippuen siitä kuinka paljon sähkön hinta tulee nousemaan tulevaisuudessa. Karkeasti säästöt ovat 25 vuoden aikana:

- ilman hintamuutoksia yhteensä noin 29 000 €
- kolmen prosentin vuosittaisella hintakorotuksella noin 42 500 €
- kahdeksan prosentin vuosittaisella hintakorotuksella noin 85 000 €.

### Tekninen kestävyys

Teknisestä näkökulmasta tarkasteltaessa, on otettava huomioon invertterin vaihto noin 10–15 vuoden kuluttua. Järjestelmän valinnassa kannattaa vertailla eri palveluntarjoajia ja käyttää apuna Tarjouspyynnön vertailutaulukkoa (Taulukko 6). Lisäksi paloturvallisuus ja säännölliset huoltotoimet ovat osa teknistä kestävyyttä.

### Sosiaalinen kestävyys

Energiajärjestelmän muutos fossiilisesta uusiutuvaan ja kestävään järjestelmään edistää asumisen tasapuolisuutta ja torjuu energiaköyhyyttä kunnan asuntokannassa. Kun kiinteistössä on energiatehokkaita järjestelmiä, pysyy kiinteistön hoitokulut matalina, jolloin myös takaisinmaksu nopeutuu ja mahdolliset vuokrankorotukset pysyvät maltillisina.

Aurinkoenergiayhteisön tapauksessa myös aurinkoenergian tuotannon hyvityslaskennalla asukkaat saavat hyötyä.

## Ympäristö

Ympäristökestävyudessa haluttiin ensisijaisesti selvittää energijärjestelmän muutoksen vaikutus päästöihin, mutta samalla haluttiin laskea, miten vaikutus näkyy taloudellisesti energiakustannuksissa. Kun energijärjestelmä vaihtuu öljylämmityksestä ilmalämpöpumpun ja aurinkosähköjärjestelmän kokonaisuuteen, laskevat päästöt noin 96 % vuosittain ja energiakustannukset laskevat noin 70 % vuosittain. Muutos on siis merkittävä.

## Suosituksia energiaremonttiin: tekninen, taloudellinen ja ympäristökestävyuden kolminaisvaikutus

Kiinteistön lämmitysjärjestelmän uudistaminen ja aurinkosähköjärjestelmän hankinta eivät ole toisistaan erillisiä toimenpiteitä, vaan toisiaan vahvistava kokonaisuus. Pelkkä aurinkosähkö ei yksinään ratkaise kiinteistön suuria talviaikaisia lämmityskustannuksia, mutta yhdistettynä lämpöpumpputeknologiaan saadaan aurinkosähkön omakäyttöaste ja investoinnin kokonaistuotto maksimoitua.

Energiaremonttia kannattaa harkita erityisesti tilanteissa, joissa kiinteistöä lämmitetään joko fossiilisella polttoöljyllä tai kustannustehottomalla suoralla sähköllä. Korvattava lämmitysjärjestelmä määrittää sekä valittavan teknisen ratkaisun että sen, miten aurinkosähköstä saatava hyöty optimoidaan.

## Korvattavan lämmitysjärjestelmän vaikutus aurinkosähkön integraatioon

### 1. Öljylämmitteiset kiinteistöt (vesikiertoinen lämmitys)

**Tekninen ratkaisu:** Luovutaan öljykattilasta ja asennetaan yhteinen ilma-vesilämpöpumppu (IVLP) tai maalämpöjärjestelmä, joka kytketään olemassa olevaan vesikiertoiseen jakeluverkkoon.

**Aurinkosähköintegraatio:** Lämpöpumppu siirtää lämmityksen ja käyttöveden tuotannon sähkökäyttöiseksi. Tämä kasvattaa kiinteistön sähkönkulutusta myös maaliskokuussa, jolloin IVLP valmistaa lämmintä käyttövettä. Aurinkosähkö voidaan syöttää suoraan lämpöpumpulle, mikä nostaa paneelien omakäyttöasteen erittäin korkeaksi (50–70 %) ja leikkaa suoraan ostosähkön määrää.

**Hyöty:** Poistaa kokonaan riippuvuuden öljystä ja suojaa taloyhtiötä EU:n tulevan päästökaupan (ETS2) tuomalta lämmitysöljyn hinnannousulta.

## **2. Suorasähkölämmitteiset kiinteistöt (ei vesikiertoa)**

**Tekninen ratkaisu:** Toteutetaan hajautettu energiatehokkuusremontti asentamalla asuntokohtaiset ilmalämpöpumput (ILP) leikkaamaan huoneistojen suoraa patterilämmityskuormaa. Käyttövesi lämmitetään edelleen asuntokohtaisilla sähkövaraajilla.

**Aurinkosähköintegraatio:** Ilmalämpöpumput vähentävät huoneistojen lämmityssähkön kulutusta. Aurinkosähkön tuotantokuippu (kesäisin) osuu täydellisesti yhteen ILP-laitteiden jäähdytystarpeen sekä käyttövesivaraajien pohjakulutuksen kanssa. Taloyhtiön yhteisen aurinkovoimalan tuotto voidaan jakaa asukkaille energiyhteisölainsäädännön (hyvityslaskenta) avulla.

**Hyöty:** Matalan kynnyksen ja pienen investointiluokan ratkaisu, joka tuo välittömiä säästöjä asukkaiden sähkölaskuihin.

### **Kolmoisvaikutuksen synergia**

Yhdistämällä lämmitysjärjestelmän muutoksen ja aurinkosähkön taloyhtiö saavuttaa synergiaetuja kestävyiden osa-alueilla:

**Tekninen kestävyys:** Lämpöpumppu hyödyntää aurinkopaneelien ylijäämänsähkön käyttöveden lämmitykseen ja huoneistojen jäähdytykseen juuri silloin, kun aurinkotuotanto on suurimmillaan.

**Taloudellinen kestävyys:** Aurinkosähkön myynti verkkoon on vähätuottoista, koska siinä menetetään sähköveron (noin 2,92 snt/kWh) ja siirtomaksun (noin 4–6 snt/kWh) tuoma säästö. Korkea omakäyttöaste maksimoi siirto- ja verosäästöt, mikä lyhentää aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksuaikaa noin 1,5–2,5 vuotta.

**Ympäristökestävyys:** Fossiilisesta öljystä luopuminen poistaa suorat lokaalit CO<sub>2</sub>-päästöt. Lämpöpumpun tarvitsema lisäsähkö tuotetaan keväästä syksyyn pitkälti päästöttömästi omalla aurinkovoimalalla.

# Lähteet

- [1] Motiva, "Aurinkosähkön paloturvallisuus," [Online]. Available: <https://www.motiva.fi/tietopankki/aurinkosahkon-paloturvallisuus/>. [Haettu 07 08 2026].
- [2] Grivolts, "Aurinkosähkön myyminen verkkoon – näin se toimii," 01 01 2026. [Online]. Available: <https://grivolt.fi/blog/Aurinkosahkon-myyminen-verkkoon>. [Haettu 08 08 2026].
- [3] Grivolt, "Aurinkopaneelit hinta 2026 – kattava hintaopas ja vertailu," 09 02 2026. [Online]. Available: <https://grivolt.fi/blog/aurinkopaneelit-hinta-2026-kattava-opas>. [Haettu 10 08 2026].