

The logo for Ramboll, featuring the word "RAMBOLL" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "O" is stylized with a blue checkmark-like shape inside it.

Bright ideas.
Sustainable change.

Lahden Talot Oy Kiinteistökannan aurinkoenergiantuotantopotentiaali

12.4.2023

Santeri Siren

Jukka Kopra

Atte Harrikari

SISÄLLYS

- 1) TAVOITTEET
- 2) MENETELMÄT
- 3) TIETOA AURINKOSÄHKÖRATKAISUISTA
- 4) LAHDEN TALOJEN AURINKOENERGIAPOTENTIALI
- 5) JATKOTOIMENPIDEMAHDOLLISUUKSIA

1. TAVOITTEET

TYÖN TAVOITTEET

- Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida Lahden Talojen koko kiinteistökannan aurinkoenergian tuotantopotentiaalia ja sen energia, -kustannus, sekä -CO₂ päästövaikutuksia.
- Lisäksi tavoitteena on arvioida kuinka suuri osuus kiinteistökannan nykyisestä kiinteistösähkönkulutuksesta voitaisiin kattaa paikallisella aurinkosähköntuotannolla.
- Tarkastelu keskittyy ns. rakennuksiin integroituun aurinkosähköön, ts. vesikatoille sekä julkisivuille asennettaviin aurinkopaneeleihin.
- Tarkasteltava kiinteistökanta käsittää noin 130 kiinteistöä, jotka ovat pääasiassa asuinkerrostaloja sekä rivitaloja.
- Tämän työn tavoitteena on selvittää aurinkoenergiapotentiaalin suuruusluokka. Kiinteistön aurinkoenergiahankinnan käytännön suunnittelu vaatii aina tapauskohtaisen katselmuksen jossa huomioidaan rakennuksen yksilölliset ominaispiirteet tarkemmalla tasolla.

2. MENETELMÄT

MENETELMÄT

Työn suorittaminen muodostui seuraavista keskeisistä osa-alueista:

- 1) Lähtötietojen keräys
- 2) Aurinkosähkötoimittajien haastattelut
- 3) Auringon säteilysimuloinnit
- 4) Aurinkoenergiapotentiaalin laskenta

LÄHTÖTIEDOT

Selvityksen keskeisimmät lähtötiedot ovat:

- Perustiedot tilaajan kiinteistöistä, sis. Osoite, kiinteistötunnus, kiinteistötyyppi jne.
- Rakennusten kiinteistösähkön kulutustiedot, Nuuka palvelun kautta.
- 2D paikkatietoaineisto tilaajan rakennuksista sekä niitä ympäröivistä rakennuksista.
- Keskimääräinen vesikaton korkeustieto (Lahden kaupunkisuunnittelun kautta).
- Lahden tuntikohtainen säädata, sisältäen auringonsäteily tiedot.
- Aurinkopaneelien suorituskyky ja kustannustiedot (selvitettiin haastatteluissa)
- Laskennassa käytettävä sähköenergian hinta (sovittiin tilaajan kanssa).

HAASTATTELUT

- Työssä haastateltiin kolme aurinkosähkötoimittajaa:
 - Naps Solar Systems Oy
 - Ralos Oy
 - Kerabit Aurinkosähkö (entinen Playgreen Finland Oy)
- Haastatteluista kerättiin yleistä tietoa aurinkoratkaisuista, kuten:
 - Aurinkosähköjärjestelmien toimituskustannukset
 - Aurinkopaneelien tyypit ja suorituskyky
 - Erilaiset paneelien asennusmenetelmät
 - Invertteri ratkaisut
 - Tuote-esitteitä ja dokumentteja (toimitetaan tilaajalle työn päätteeksi)
 - Muuta yleistä tietoa

AURINGON SÄTEILYSIMULOINNIT

- Lahden Kaupungin paikkatietoaineistosta tunnistettiin Lahden Talojen hallinnoimat rakennukset, joille analyysi suoritettiin.
- Tarkasteltavista rakennuksista luotiin 3D-mallit, Rhino & Grasshopper ohjelmistoilla.
- Mallit rakennettiin perustuen paikkatietodataan ja rakennusten 2D "pohjakuvaan", josta rakennuksen massa pursotettiin ylöspäin yksilölliseen keskimääräiseen vesikattokorkeuteen.
- Myös tarkasteltavien rakennusten vieressä sijaitsevat muut rakennukset mallinnetaan samalla tavalla, ja niiden tuottamat varjostukset huomioitiin laskennassa.
- Ne rakennukset joista ei ole ollut 2D aineistoa, arvioitiin yksinkertaistetulla menetelmällä (näitä on pieni osuus).
- Rakennusten ulkopinnoille (vesikatto + julkisivut) luotiin tiheä "säteilyanturiverkosto".
- Jokaiselle verkoston anturille simuloitiin vuosittainen auringonsäteilyenergian jakauma hyödyntäen Climate Studio ohjelmistoa.
- Simulointi huomioi mm. seuraavat asiat:
 - ✓ Yhden tunnin tarkkuustaso, vuoden tarkastelujaksolle
 - ✓ Auringon sijainti ja liikeradat eri ajanhetkillä
 - ✓ Säteilyn intensiteetti, perustuen paikalliseen säädään
 - ✓ Tarkastelupintojen suuntaukset ja kallistukset suhteessa auringon sijaintiin
 - ✓ Viereisten rakennusten aiheuttamat varjostukset säteilyantureihin
- Simuloinnin tuloksena saatiin auringon säteilyjakauma rakennusten ulkopinnoilla.

AURINKOENERGIAPOTENTIAALIN LASKENTA

- Rakennusten julkisivut sekä vesikattopinnot erotellaan erillisiin ryhmiin, niin että tuloksista nähdään eriytettynä aurinkoenergian potentiaali vesikatoilla sekä eri ilmansuuntiin osoittavilla julkisivupinnoilla.
- Säteilysimulointien tulosten perusteella tunnistetaan aurinkoenergiantuotantoon soveltuvat rakennusten pinnat ja karsitaan pois soveltumattomat alueet.
- Energiantuotantoon soveltuville pinnoille arvioidaan asennettavien aurinkopaneelien määrä sekä niiden vuosittainen sähköenergiantuotanto.
- Sähkön tuotantopotentiaalia verrataan kiinteistökohtaisesti rakennusten kiinteistösähkön kulutustietoon.
- Aurinkoenergiajärjestelmien soveltuvat aurinkopaneelituotteet ja niiden investoinnit selvitetään järjestelmätoimittajien kautta.
- Päästövaikutuksissa huomioidaan ennuste sähkön päästökerrointen kehittymisestä tarkasteltavan elinkaaren aikana (esim. 30 vuotta).
- Tulokset raportoidaan Power Point muodossa.

3. TIETOA AURINKOSÄHKÖ- RATKAISUISTA

SISÄLTÖ

Tähän raportin osaan on kerätty yleistä tietoa liittyen aurinkosähköratkaisuihin.

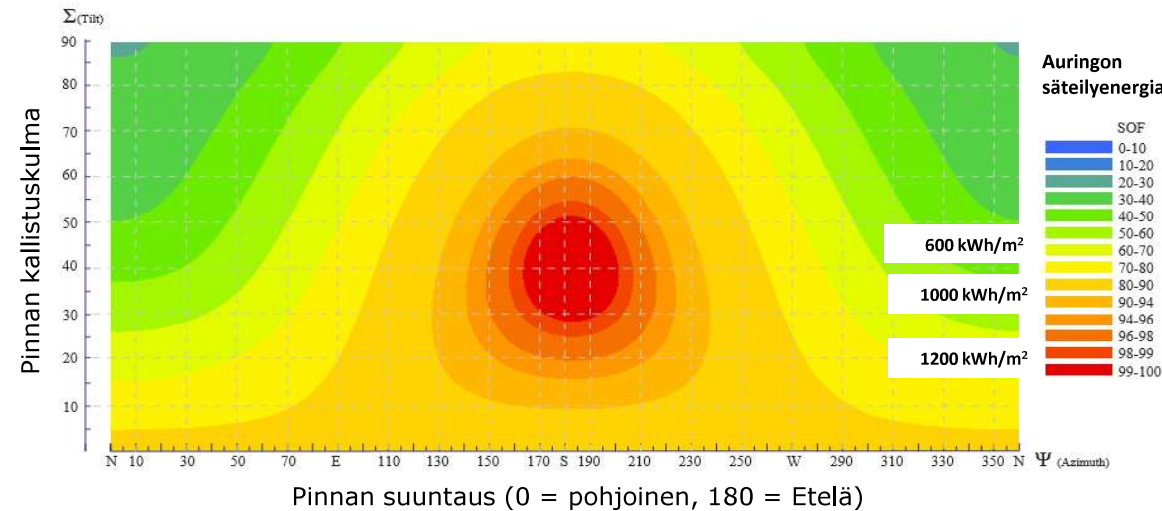
Suuri osa esitetyistä tiedoista liittyen kustannuksiin, aurinkosähkö tuotteisiin ja asennusmenetelmiin pohjautuu järjestelmätoimittajien haastatteluihin.



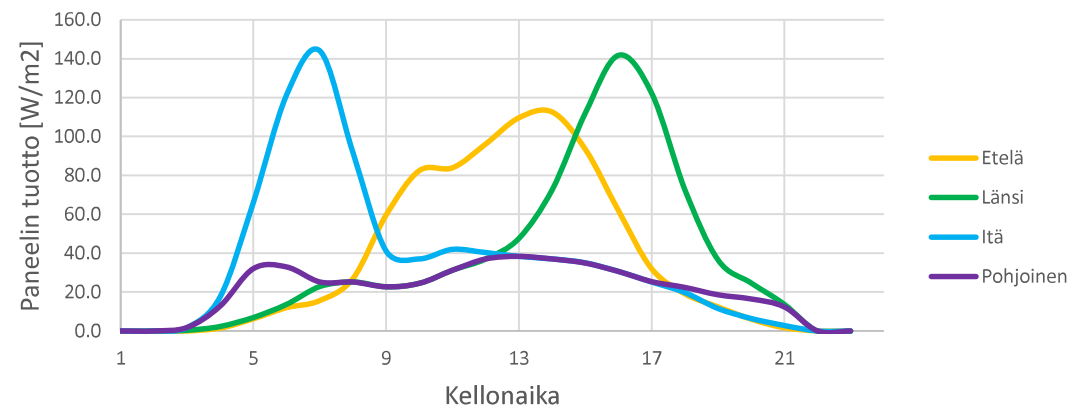
AURINGON SÄTEILY PINNOILLE

- Eteläsuomessa aurinko säteilee varjostamattomalle tasapinnalle noin 950 kWh/m²/v vuodessa
- Aurinkopaneelin tuotto riippuu olennaisesti sen suuntauksesta ja kallistuskulmasta, kallistetulle pinnalle säteilyä saadaan enemmän kuin tasapinnalle
- Maksimaalinen auringon säteily määrä vuositasolla saadaan suuntaamalla paneelit etelään noin 40 asteen kulmassa (1200 kWh/m²/v)
- Tyypillisesti vesikatolle asennettaessa paneelit kallistetaan asennusteknisistä syistä loivaan kulmaan (n. 15° -20 °) jolloin auringon säteily määrä etelään suunnatulle paneelille on noin 1000 kWh/m²/v
- Tuotetun energiamäärän lisäksi paneelin suuntaus vaikuttaa myös säteilyprofiiliin, eli siihen mihin vuorokaudenaikaan paneeli tuottaa eniten sähköä.
- Esimerkiksi etelään suunnattu paneeli tuottaa eniten energiaa keskipäivän tunteina, kun taas itään suunnattu aamupäivällä ja länteen suunnattu iltapäivällä.
- Alemmassa kuvassa on esitetty 18 asteen kallistuskulmassa, eri ilmansuuntiin suunnatun aurinkopaneelin tuottoprofiilia yhden kesäpäivän osalta.

Vuosittainen auringon säteilyenergia eri suuntaisille pinnoille

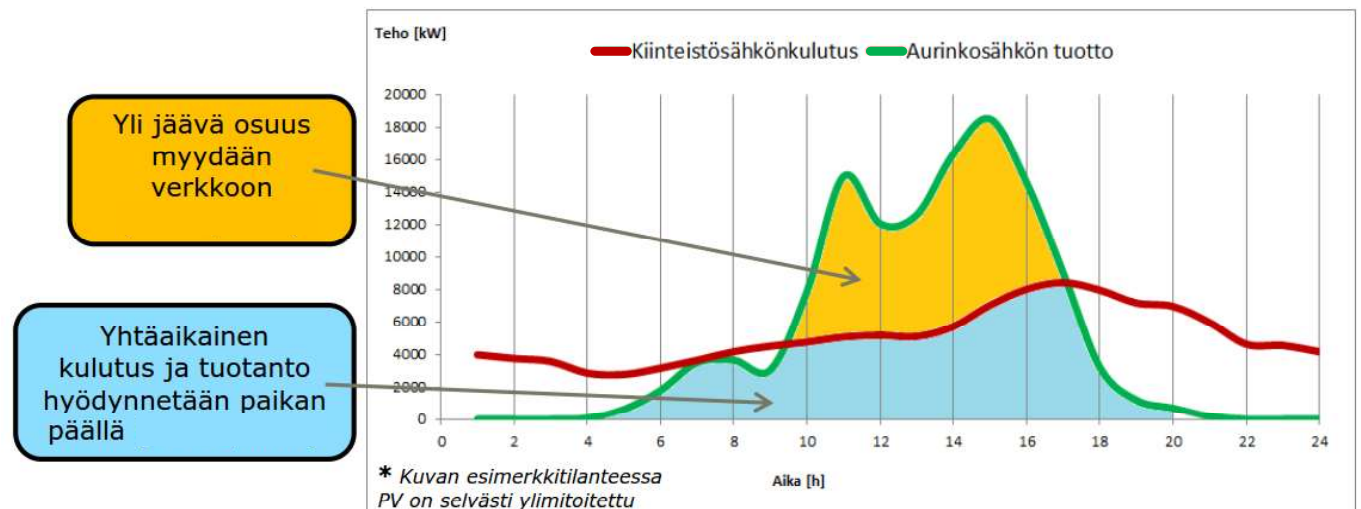


Paneelin tuottoprofiili eri suuntauksilla



TUOTANNON JA KYSYNNÄN KOHTAAMINEN

- Kiinteistöön integroidun aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden näkökannalta on oleellista, että aurinkosähkön tuotanto ja rakennuksen sähköntarve kohtaavat.
- Paikan päällä rakennuksessa hyödynnetyn sähkön arvo on 101.16 €/MWh (Lahden Talojen sähkön keskimääräinen hankintahinta)
- Ylimääräinen sähkö voidaan myydä verkkoon pörssihinnalla joka on keskimäärin 50.25 €/MWh
- Koska verkkoon syötettävästä aurinkosähköstä saatava korvaus on pieni, aurinkosähkön tuotanto kannattaa pyrkiä hyödyntämään mahdollisimman suurelta osin paikanpäällä rakennuksessa → ylimääräisen tuotannon osuus on järkevää pitää pienenä.
- Järjestelmän kannattavuus kärsii mikäli tuotanto on kulutukseen nähden ylimitoitettu.
- Järjestelmä on mitoitettava tuntitasen laskennalla (esim. vuosi, kk tai edes vrk. - tason tarkastelu ei huomioi kulutus- ja tuottoprofiilin yhtäaikaaisuutta ja voi johtaa epäoptimaaliseen mitoitukseen)
- Kuvassa on havainnollistettu kulutuksen ja



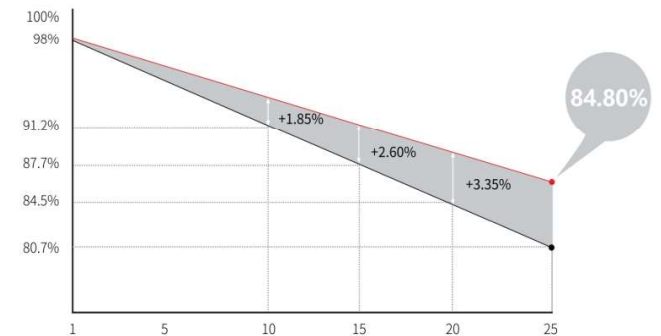
AURINKOPANEELITUOTTEET

- Suurin osa Euroopassa asennettavista aurinkopaneeleista valmistetaan tällä hetkellä Kiinassa.
- Aurinkopaneelien ilmoitettu hyötysuhde on tällä hetkellä tyypillisesti noin 21 - 22%. On huomattava että tämä hyötysuhde toteutuu vain tietyllä standardoidulla olosuhteella (STC). Todellinen järjestelmän hyötysuhde on alempi.
- Aurinkopaneelien sähköntuotto heikkenee noin 0,5% - 0,4% vuodessa. Tämä johtuu esim. mikrohalkeamien lisääntymisestä paneelissa, mikä taas johtuu esim. sääolosuhteiden vähitellen kuluttavasta vaikutuksesta.
- Aurinkopaneelivoimalaitoksen koko ilmoitetaan yleensä nimellistehona [kWp]. Tämä viittaa tehoon jonka voimalaitos teoriassa tuottaa STC -olosuhteessa.
- Koko voimalaitoksen nimellisteho muodostuu yksittäisten aurinkopaneelien yhteenlasketusta nimellistehosta.
- Kiinteistöihin asennettavien aurinkopaneelien nimellistehot ovat tällä hetkellä luokkaa 400-450 Wp/paneeli.
- Maa-asenteisiin aurinkovoimaloihin asennetaan yleensä suurikokoisempia paneeleja, joiden nimellisteho on noin 550 Wp/paneeli.
- Nyrkkisääntönä voidaan käyttää että eteläsuomen alueella aurinkopaneelijärjestelmät tuottavat tyypillisesti vuodessa 750 – 950 kWh/kWp. (Riippuen esim. paneelin suuntauksesta ja kallistuskulmasta).
- Etelä-Suomessa sijaitseva, etelään suunnattu tasakatolle asennettu uusi järjestelmä tuottaa nyrkkiarvona noin 850 kWh/kWp.
- Paneelien tuottotakuu on yleensä 25 vuotta.

Ramboll



25-Year Power Warranty



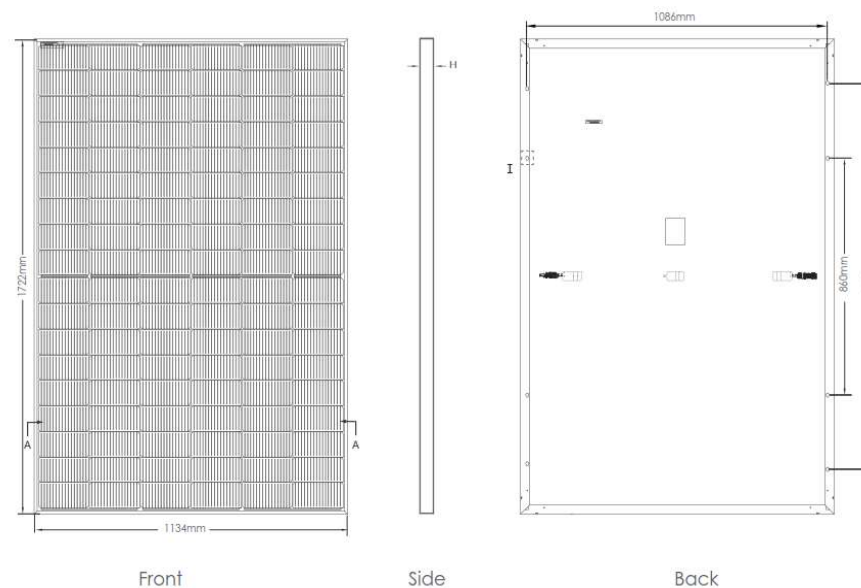
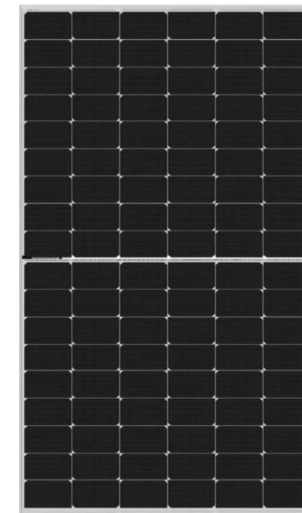
Paneelivalmistajan antama 25 vuoden tuottotakuu, joka huomioi tuotannon heikkenemisen (LONGI LR4-60HPH -paneeli)

AURINKOPANEELITUOTTEET

Esimerkki tyypillisestä aurinkopaneelista kiinteistökohteisiin:

- Kuvissa näkyy tyypillinen, kiinteistökohteisiin asennettava, aurinkopaneelituote, joka on käytössä Naps Solar Systems Oy:llä.
- Paneeli tulee Kiinalaiselta Jinko Solar -valmistajalta.
- Tämä tuote kuvaa hyvin nykyisen teknologiatason mukaista tyypillistä markkinoilla olevaa aurinkopaneelituotetta.
- Paneelin mitat ovat 1134mm x 1722mm (pinta-ala 1.95 m²).
- Paneelin nimellisteho on 425 Wp.
- Aurinkopaneelin hyötysuhde (STC olosuhteessa) on 21.76%.
- Paneelin hyötysuhde heikkenee arviolta 0.4% vuodessa
- Valmistaja antaa tuotteelle 30 vuoden tuottotakuun (sisältäen hyötysuhteen heikkeneminen)

Tiger Neo N-type 54HL4-(V) 425 Watt Mono-Facial Module



INVERTTERIT

- Invertterin tehtävä on muuttaa aurinkopaneelien tuottama tasavirta vaihtovirraksi, jota voidaan hyödyntää rakennuksessa.
- Invertterit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: String invertterit ja mikroinvertterit.
- String invertterissä useita paneeleja kytketään yhteen "stringiin", joka edelleen kytketään invertterin. Yhdessä invertterissä voi olla kiinni useita stringejä.
- Mikroinvertteri on pienikokoinen paneelikohtainen invertteri, joka on usein kiinni paneelin alapinnassa.
- Molemmista invertterityypeistä löytyy omat hyvät ja huonot puolensa, eikä kumpikaan niistä ole kaikilta näkökannoilta toista parempi.
- Invertteriratkaisulla voidaan vaikuttaa jonkin verran esimerkiksi paneelin tuotantopotentiaalin, järjestelmän kustannuksiin, viantunnistukseen, tuotannon seurantamahdollisuuksiin sekä paloturvallisuusratkaisuun.
- Järjestelmätoimittajilla on usein omat vakiintuneet invertteriratkaisunsa, joita he käyttävät omissa projekteissaan.
- Invertterit hajoavat nopeammin kuin aurinkopaneelit ja ne tulee uusia noin 13 vuoden välein.
- Invertterin uusinnan kustannus on paljon tapauksesta riippuvainen, mutta suuntaantavana nyrkkiarvona voidaan käyttää 15% alkuperäisen järjestelmätoimituksen hinnasta.



Mikro invertteri (kuva: Ralos)



String invertteri (kuva: Growatt)

ASENNUSTAVAT

- Aurinkopaneelin asennustapa valitaan tapauskohtaisesti sen mukaan minkälaiselle pinnalle asennus suoritetaan. Siten esimerkiksi vesikaton tyyppi vaikuttaa merkittävästi asennustapaan.
- Asennustapoja ja erilaisia kiinnikkeitä on markkinoilla paljon.
- Asennustavan tulee ensisijaisesti olla turvallinen ja mikäli mahdollista sellainen joka ei lävistä kattorakenteita. Näillä reunaehdoilla yleensä valitaan halvin / nopein asennusmenetelmä.
- Jos asennustapa valitaan väärin, seurauksena voi olla korjaustoimenpiteitä jotka aiheuttavat merkittäviä kustannuksia. Esimerkkinä painoperusteinen asennus voi painaa pehmeän kattorakenteen kasaan, ja aiheuttaa riskin rakenteen tuulettavuuteen ja kosteustekniseen toimivuuteen.
- Eri asennusmenetelmät vaativat erilaisia materiaaleja ja erimäärän asennustyötä. Tämän vuoksi asennusmenetelmällä on merkittävä vaikutus järjestelmän kustannukseen.
- Yleensä rakenteiden lävistämistä pyritään välttämään jos sitä ei ole pakko tehdä. Monet asennusmenetelmät on suunniteltu niin että lävistyksiä ei vaadita.
- Järjestelmätoimittajilla on omat vakiintuneet asennusmenetelmänsä, joita he käyttävät omissa projekteissaan.
- Tasakatoille asennettaessa paneelien kallistuskulmaksi tulee yleensä noin 15 -20 astetta. Kulma määräytyy pitkälti asennusteknisten reunaehtojen kautta ja se ei ole tuotannon kannalta optimaalisin kallistus. Paneelien suuntaus voidaan kuitenkin itse valita.
- Harjakatoille asennettaessa paneelit asennetaan yleensä kiskoille harjan suuntaisesti.
- Julkisivuilla paneelit asennetaan julkisivun suuntaisesti. Julkisivujen asennus on tyypillisesti kalliimpaa johtuen mm tarvittavista henkilönosturien välinevuokrista ja asennuksen hitaudesta.

ASENNUSTAVAT

Esimerkkejä asennusmenetelmistä:

- Papukatto / kovat kattopinnat: Painoperusteinen asennus
- Huopakatto: Kiinnityslevyllä huopakerrosten väliin tai liimaus
- Saumapeltikatto: Kiinnikkeet puristetaan pellin saumoihin
- Tiilikatto: Kiinnike ruuvataan kattotiilien väliin
- Profiilipeltikatto: asennuskiskot kiinnitetään lävistämällä kattorakenne
- Julkisivut: asennuskiskot kiinnitetään lävistämällä julkisivurakenne



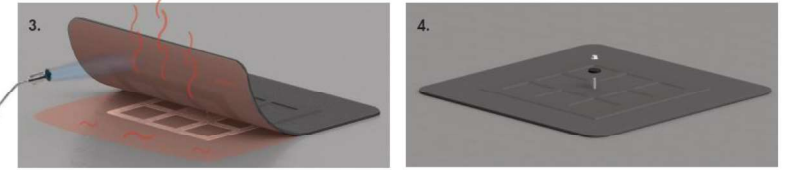
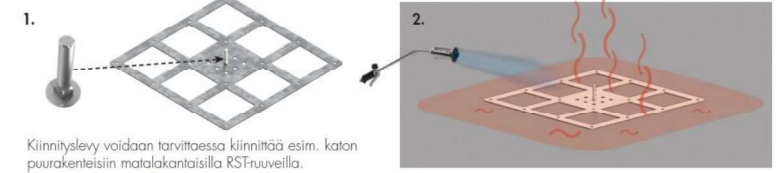
Havainnekuva painoperusteisesta asennusmenetelmästä. Betonipainot näkyvät paneelien takana (Sunbeam Nova)

Ramboll



Puristuskiinnike saumapeltikattoon (Schletter Proline)

ASENNUS



Havainnekuva paneelin kiinnityksestä kiinnityslevyn avulla huopakattoon (Orima)



Tiilikaton kiinnitysmenetelmä (Easy Rail)

INVESTOINTIKUSTANNUKSET

- Aurinkopaneelijärjestelmän toimituskustannus on riippuvainen monesta osatekijästä, tärkeimmät näistä ovat voimalaitoksen koko [kWp] ja asennustapa.
- Järjestelmän ominaisinvestointikustannus ilmoitetaan usein yksiköissä [€/Wp]
- Mitä suurempi järjestelmäkoko, sitä halvempi ominaiskustannus [€/Wp]
- Perustuen järjestelmätoimittajien haastatteluihin, voidaan esittää nykyisen kustannustason olevan luokkaa (ALV 0%):

Järjestelmän koko [kWp]	Katto [€/Wp]	Julkisivu [€/Wp]
0-10	1.4	2.8
10-20	1.3	2.6
>30	1.0	2.0

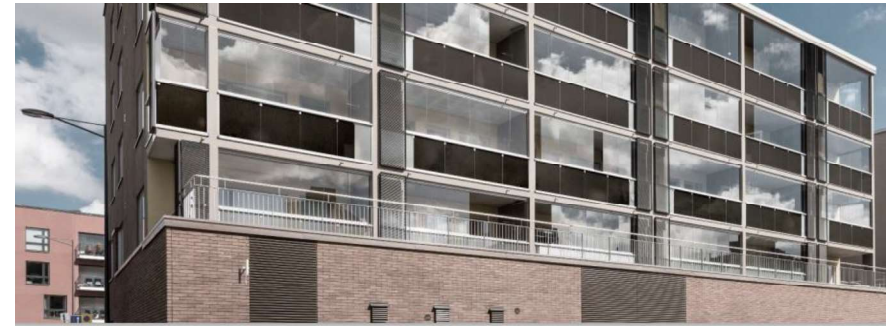
- **Huom.** nämä arvot ovat karkeita yleistyksiä ja ne tuovat esiin lähinnä kustannusten suuruusluokan. Järjestelmätoimituksen todellinen kustannus on hyvin tapausriippuvainen, ja projektikohtaisesti sitä varten tulisi pyytää aurinkosähkötoimittajalta erillinen tarjous. Eryityisesti julkisivuratkaisujen kustannuksissa on suurta vaihtelua tapauskohtaisesti riippuen miten telineitä voidaan asentaa kiinteistöön jne.
- Seuraavat todellisiin tarjouksiin perustuvat kustannukset havainnollistavat miten ominaiskustannukset voivat tapauskohtaisesti poiketa merkittävästi:
 - Koko: 10 kWp, kustannus: 12 500€, ominaiskustannus: 1.25 €/Wp
 - Koko 280 kWp, kustannus: 230 000€, ominaiskustannus: 0.82 €/Wp

MUITA POIMINTOJA HAASTATTELUISTA

- Julkisivuille asennettavat aurinkovoimalat ovat tällä hetkellä suhteellisen harvinaisia, ylivoimaisesti suurin osa kiinteistöjärjestelmistä asennetaan vesikatoille.
- Julkisivujärjestelmien haasteena on myös saada julkisivusta arkkitehtuurisesti hyvän näköinen. Tämän vuoksi hankkeeseen voidaan tarvita isompi suunnitteluryhmä ja mahdollisesti erikoispaneelituotteita. Nämä tekijät tekevät hankinnasta huomattavasti kalliimman.
- Aurinkosähkötoimittajilla on perus "varastotavarana" lähinnä mustia paneeleita. Markkinoilta kyllä löytyy kaiken värisiä paneeleita, mutta niiden hankinta tulee yleensä selvästi kalliimmaksi kuin ns. "peruspaneelien".
- Erikoisratkaisu: Parvekekaiteet voidaan toteuttaa 2-puolisilla (bi-facial) aurinkopaneeleilla, joissa on hyvä hyötysuhde.
- Erikoisratkaisu: Kattotiilet voidaan korvata tuotteella, jossa kattotiileen on laminoitu ohutkalvopaneeli. Ohutkalvopaneeleissa hyötysuhde on kuiteinkin aina tavallista paneelia heikompi.
- Sähköakkujen osalta näkemys oli, että akkuteknologia on vielä tällä hetkellä liian kallista, jotta niitä kannattaisi hyödyntää puhtaasti aurinkosähkön varastointiin / spot-hinta optimointiin. Suurissa kohteissa akulla osallistuminen kysyntäjoustomarkkina voi olla taloudellisesti kannattavaa.
- Mikäli Lahden Talot aikoo panostaa laajemmin kiinteistöihin integroituihin aurinkovoimaloihin, niin voisi olla hyvä idea laatia "aurinkosähkökäsikirja". Dokumentissa määriteltäisiin vaatimukset aurinkosähkötoimituksille sis. paneelit, invertterit, turvalliset asennustavat, paloturvallisuus, tuotannon seuranta jne. Dokumentti tekisi toimittajien kilpailutuksesta helpompaa ja tarjouksista vertailukelpoisia. Lisäksi tällä varmistettaisiin laadukas ja turvallinen lopputulos.



Sähköä tuottava e-Tiili (Kuva: Ralos)



Sähköä tuottava e-Balcony (Kuva: Ralos)

INVESTOINTITUET

- Asuinkerrostaloihin sijoitettavia aurinkosähköjärjestelmiä varten on mahdollista saada ARAn energia-avustusta.
- ARA myöntää energia-avustusta korjauksiin, joilla parannetaan asuinrakennusten energiatehokkuutta
- Avustusmäärä on kerros- ja rivitalossa 4 000 €/asuinhuoneisto, tai jos rakennus korjataan uudisrakennuksen lähes nollaenergiatasolle 6 000 €/asuinhuoneisto
 - Kuitenkin enintään 50 % avustettavaksi hyväksytyistä kustannuksista
- Avustusta saa
 - Jos rakennuksen energiatehokkuus parantuu riittävästi korjausten jälkeen verrattuna rakentamisajankohdan lähtötasoon
 - Tai jos rakennuksen käyttötarkoitusta on muutettu, käyttötarkoituksen muutoksen mukaiseen tasoon
- Energiatehokkuus määritellään energiatodistuksessa ilmoitettavalla laskennallisella energiatehokkuuden vertailuluvulla eli E-luvulla
- Tyypillisesti pelkällä aurinkosähköinvestoinnilla E-lukua **ei** saa pienennettyä tarpeeksi avustusta varten, vaan se vaatii jonkun muun energiatehokkuustoimen tekemisen samalla.
- Business Finlandin energiatukea ei lähtökohtaisesti myönnetä asuinkerrostalokohteisiin. On kuitenkin mahdollista, että tukea voisi saada esimerkiksi jos toteutetaan suurempi yksittäinen aurinkovoimala, jota voisi hyödyntää yrityksen sähköntarpeisiin.

Avustus 4 000 €/asunto

Rakennustyyppi	Ym:n asetuksen vähimmäistaso	Avustuksen lisävaatimus	Vaadittu parannus yhteensä
Kerrostalo	15 %	20 %	32 %
Rivitalo	20 %	20 %	36 %
Omakoti-, pari- ja ketjutalo	20 %	30 %	44 %

E-luvun vähimmäistasot (Ym:n asetus 4/13, 7 §):

- 1) Pien-, rivi, ja ketjutalo: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-laskettu
- 2) Asuinkerrostalo: E-vaadittu $\leq 0,85 \times$ E-laskettu

E-laskettu = rakentamisajankohdan laskennallinen E-luku

Avustus 6 000 €/asunto, uudisrakennuksen lähes nollaenergiataso

Kerrostalon E-luvun raja-arvo 90 kWh/(m²,a)
Rivitalon E-luvun raja-arvo 105 kWh/(m²,a)

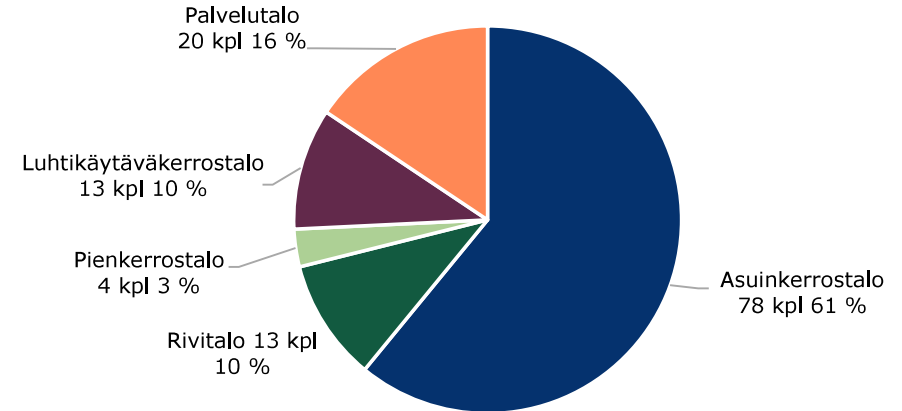
Lähde: Energia-avustus taloyhtiöille – Hakuohje 2020

4. LAHDEN TALOJEN AURINKOENERGIA- POTENTIAALI

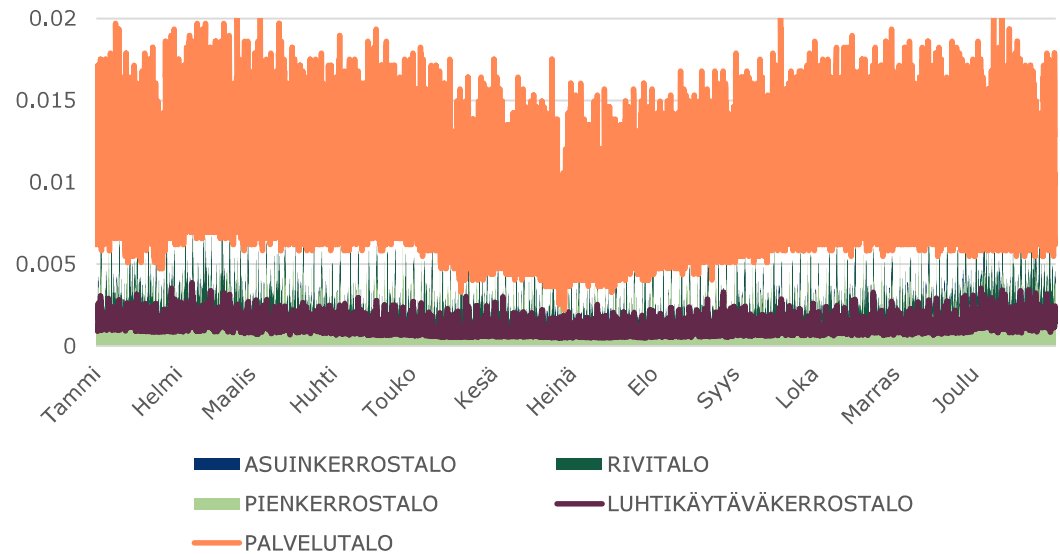
Lahden talojen kiinteistökanta

- Kiinteistökanta koostuu asuinkerrostaloista, rivitaloista, pienkerrostaloista, luhtikäytäväkerrostaloista sekä palvelutaloista.
- Kiinteistöjen tunnitainen kiinteistösähköntarvedata saatiin Nuuka-palvelun kautta. Osaan kiinteistöistä tuntitason dataa ei ollut saatavilla. Näihin hyödynnettiin kuukausitason mittausdataa, joka muokattiin talotyypin keskiarvotuntiprofiilin mukaan tunnitaiseksi.
- Palvelutalojen sähkönkulutus on noin viisinkertainen verrattuna asuintalojen sähkönkulutukseen

Kiinteistökannan jakautuminen talotyypeittäin



Sähköntarve kiinteistötyypeittäin [kWh/m²]



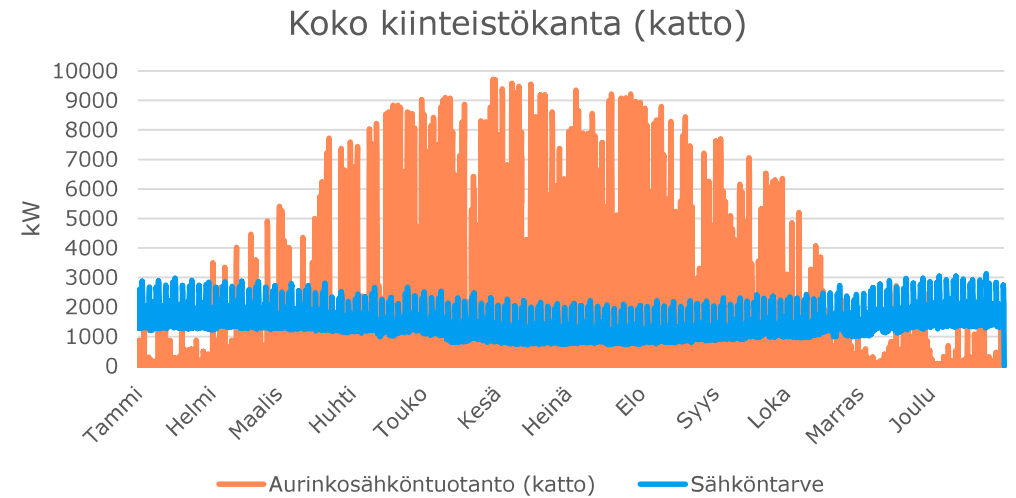
Laskennan kuvaus

- Aurinkosähköpotentiaali ja kannattavuus on laskettu kiinteistökohtaisesti huomioiden jokaisen kiinteistön katto-pinta-ala sekä viereisten rakennusten varjostukset
- Aurinkosähköä hyödynnetään ainoastaan kiinteistösähkön kulutukseen
- Aurinkosähkön tuotto perustuu tuntitason simulointeihin Lahden olosuhteissa
- Katolle sijoitettavat paneelit on oletettu sijoitettavan 18° kulmassa etelään suunnattuna
- Sähköntuotannossa on oletettu vuosittainen 0.4% tuoton heikentyminen.
- Kustannuslaskennassa on oletettu invertterin uusiminen 13 vuoden jälkeen
- Sähkön ostohintana on käytetty 101.16 €/MWh ja myyntihintana 50.25 €/MWh
- Laskennassa tehtiin erillinen "Optimoitu"-mitoitus, jossa pyrittiin mitoittamaan aurinkosähköjärjestelmä kannattavasti. Käytännössä järjestelmän koko pienennettiin
- Aurinkosähkön päästövaikutus perustuu Ympäristöministeriön arvioon sähkön päästökertoimen kehityksestä. Tätä arvioita käytetään tulevassa Rakennusten vähähiilisyys laskentamenettelyssä

Kiinteistökannan aurinkosähköpotentiaali

Katto

- Selvityksessä laskettiin koko kiinteistökannan vesikattojen potentiaali aurinkosähkölle
- Katoista oletettiin voivan hyödyntää 50% aurinkopaneeleille. Tätä pinta-alaa vasten on laskettu potentiaalisten paneelien määrä, ottaen huomioon paneelien vaatimat tyypilliset 0.5 m huoltovälit. Katot ovat siis käytännössä täynnä paneeleita.
- Potentiaalisen katon täysimääräinen hyödyntäminen aurinkosähkön tuotantoon ei ole kannattavaa, sillä suurinta osaa sähköntuotannosta ei voida hyödyntää itse. Hyödynnettävä osuus on vain 31%.

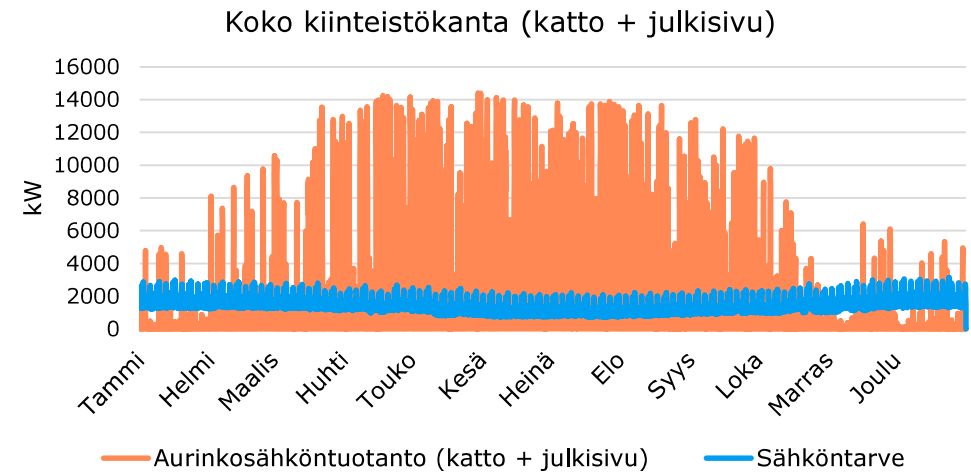


Paneelimäärät [kpl]	27 300
Sähkön kokonaistuotto [MWh/v]	9 400
Hyödynnetty aurinkosähkö [MWh/v]	2 900
Hyödynnettävyys [%]	31 %
Myyty aurinkosähkö [MWh/v]	6 400
Investointi [€]	12 590 000
Vuosittainen tuotto/säästö [€]	621 200
Keskimääräinen takaisinmaksuaika [v]	27
Päästövähennys [tCO ₂] sekä vähennys [%]	19 100 / 72%

Kiinteistökannan aurinkosähköpotentiaali

Katto + julkisivu

- Laskenta toteutettiin myös julkisivupaneeleille.
- Julkisivuista oletettiin voivan hyödyntää 30% aurinkopaneeleille. Tätä pinta-alaa vasten on laskettu potentiaalisten paneelien määrä
- Julkisivupaneelien kannattavuus on huonompi kuin kattopaneeleille. Tämä johtuu pitkälti niiden suuremmasta investoinnista sekä heikommasta tuotosta.
- Julkisivupaneelien hyödyntäminen jo valmiiksi liian suuren kattopaneelijärjestelmän kanssa ei ole kannattavaa.

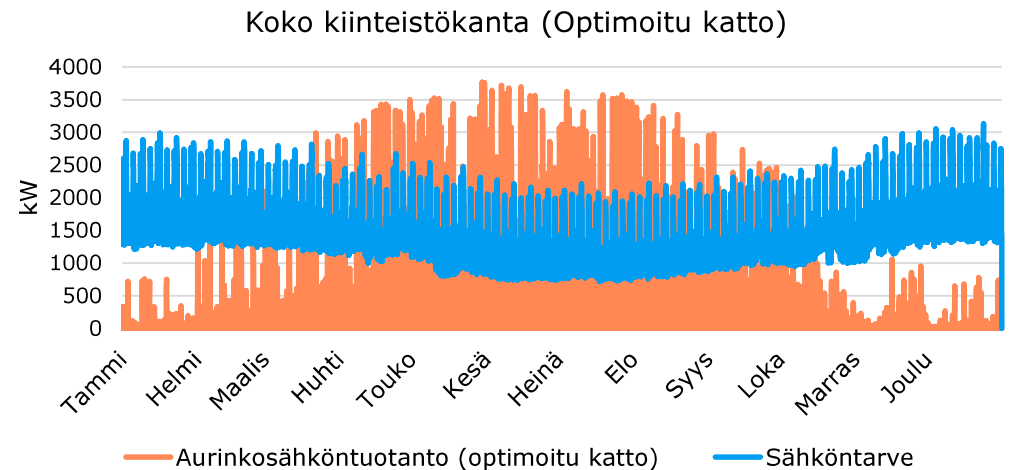


	Katto	Julkisivu	Yhteensä
Paneelimäärät [kpl]	27 300	21 600	48 900
Sähkön kokonaistuotto [MWh/v]	9 400	6 800	16 200
Hyödynnetty aurinkosähkö [MWh/v]	2 900	700	3 600
Hyödynnettävyys [%]	31 %	10 %	22 %
Myyty aurinkosähkö [MWh/v]	6 400	6 100	12 600
Investointi [€]	12 590 000	11 400 000	23 990 000
Vuosittainen tuotto/säästö [€]	621 200	377 100	998 300
Ka. takaisinmaksuaika [v]	27	30	34
Päästövähennys [tCO ₂] sekä vähennys [%]	19 100 / 72%	13 900 / 52%	33 000 / 124%

Kiinteistökannan aurinkosähköpotentiaali

Optimoitu katto

- Kiinteistökannan aurinkopaneelijärjestelmiä pyrittiin optimoimaan kannattavimmiksi käytännössä pienentämällä järjestelmien koko kiinteistökohtaisesti
- Kokonaisuudessaan koko järjestelmän koko puolittui verrattuna jos koko potentiaalinen kattoala hyödynnetään paneeleita varten
- Kokonaistuloksissa keskimääräinen takaisinmaksuaika muuttui vain hieman, mutta yksittäisissä kiinteistöissä ero on suurempi

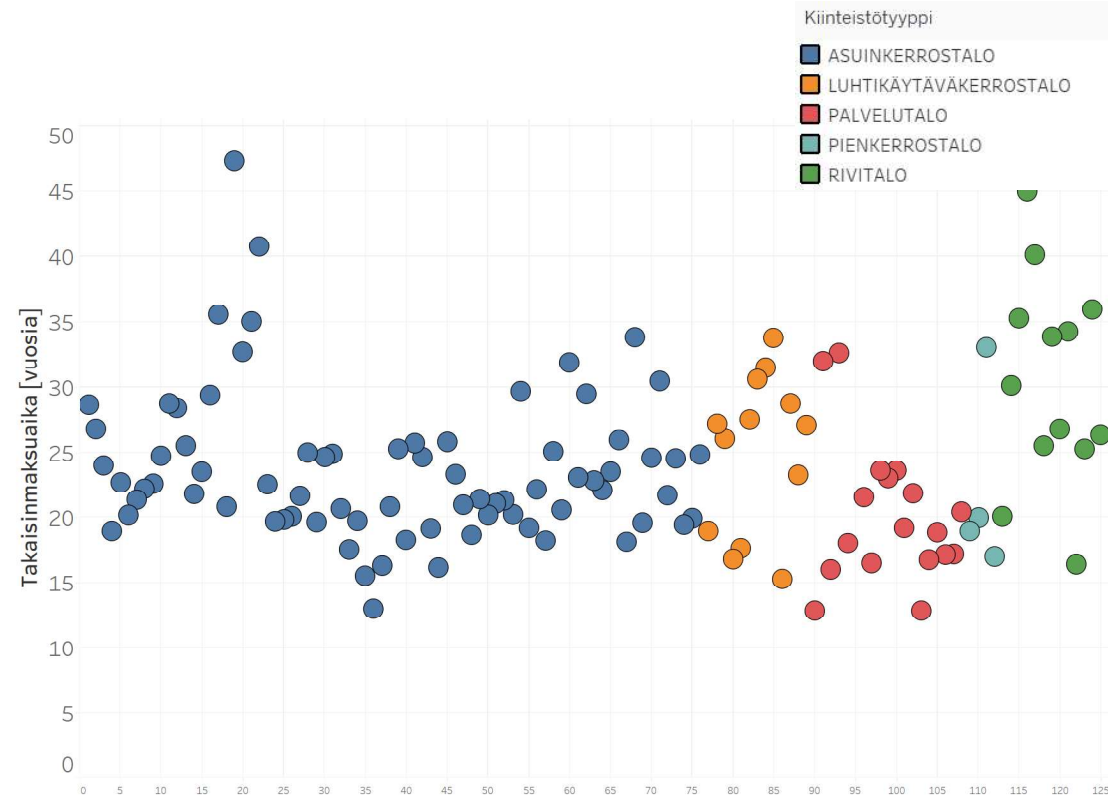


Paneelimäärät [kpl]	13 000
Sähkön kokonaistuotto [MWh/v]	4 600
Hyödynnetty aurinkosähkö [MWh/v]	2 200
Hyödynnettävyys [%]	48 %
Myyty aurinkosähkö [MWh/v]	2 400
Investointi [€]	6 140 000
Vuosittainen tuotto/säästö [€]	340 000
Keskimääräinen takaisinmaksuaika [v]	24
Päästövähennys [tCO ₂] sekä vähennys [%]	9 400 / 35 %

Takaisinmaksuajat per kiinteistötyyppi (Optimoitu)

- Takaisinmaksuajat vaihtelevat merkittävästi kiinteistökohtaisesti sekä talotyypeittäin. On selviä kiinteistöjä joihin ei ole kannattavaa asentaa aurinkosähköjärjestelmää. Toisaalta löytyy myös kiinnostavia kohteita, joissa TMA on alle 15 vuotta.
- Palvelutalojen suurempi sähköntarve mahdollistaa aurinkosähkön kannattavuuden paremmin kuin asuintaloissa
- Alle 15 vuoden takaisinmaksuajan saavat

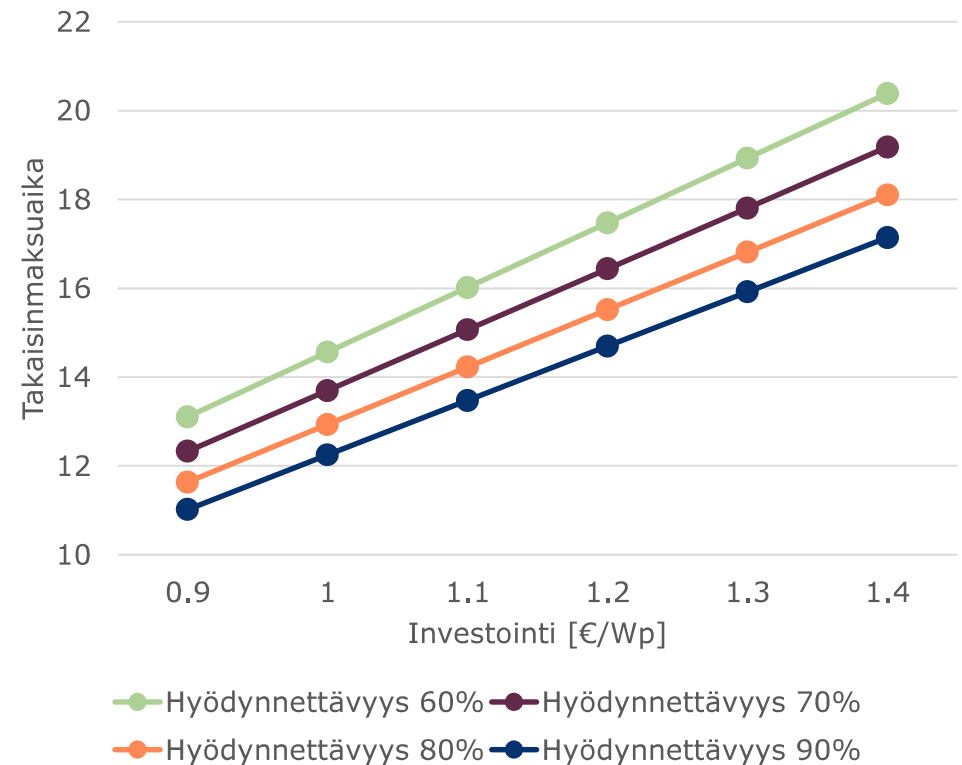
Kohde	TMA
117 Viherlaaksontie 28	12.9
357 Borupinraitti 4	13.0
530 Lehtiojan palvelutalo 1	12.9



Takaisinmaksuajat [kpl]	>15	15-20	<20
Asuinkerrostalo	1	18	57
Luhtikäytäväkerrostalo	0	4	9
Palvelutalo	2	8	8
Pienkerrostalo	0	3	1
Rivitalo	0	1	12

Takaisinmaksuajan suhde investointiin

- Aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksu-aikaan vaikuttaa merkittävästi:
 1. Aurinkosähkön hyödynnettävyys kohteessa (vältetään siirtomaksut ja sähkövero)
 2. Investointikustannus
- Investointikustannukset voivat erota merkittävästi toimittajasta riippuen, jolloin tuloksissa on siltä osin epävarmuutta. Jos investointia saadaan laskettua esimerkiksi suuruuden ekonomian avulla, saadaan investoinnista kannattavampaa.
- Jos aurinkosähköllä voisi tuottaa asukassähkön tarpeita saisi aurinkosähköjärjestelmästä myös kannattavampaa. Tämä on nykyään mahdollista tehdä kiinteistökohtaisella energiayhteisö-mallilla.



Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL