

PORVOON KAUPUNKI

EDELfeltinrannan

Asemakaava-alueen

Aurinkosähköselvitys

30.9.2022

Soile Bäckström, Jouni Laukkanen, Anni Ronkainen, Atte Harrikari

RAMBOLL

Sisällysluettelo

1. Selvityksen tausta, tavoitteet ja toteutus
2. Työn tulokset
 - Asemakaava VE1
 - Asemakaava VE2
3. Yhteenveto
4. Liitteet
 - Laskelmissa käytetyt lähtöarvot
 - Sähkön tarpeen tuntivaihtelu eri lämmitysratkaisuilla VE1 - kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu
 - Sähkön tarpeen tuntivaihtelu eri lämmitysratkaisuilla VE2 - kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu
5. Lähteet





Selvityksen tausta, tavoitteet ja toteutus

Selvityksen tausta

- Porvoon kaupunki on kaavoittamassa uutta asuinalueita Edelfeltinrantaan ja on kiinnostunut selvittämään aurinkosähköntuotannon potentiaalia uudelle asuinalueelle.
- Asuinalueen asemakaavalle on vielä kaksi vaihtoehtoa, joissa asuinrakennuksia (2-5 kerroksisia) on:
 - vaihtoehdossa 1 (VE1) 15 300 kem² ja
 - vaihtoehdossa 2 (VE2) 25 000 kem².



Selvityksen tavoitteet

- Tavoitteena oli selvittää rakennukseen kiinnitettävien aurinkosähköjärjestelmien kannattavuutta ja soveltuvuutta uudelle asuinalueelle.
- Työssä on tarkasteltu molempia asemakaavavaihtoehtoja (VE1 ja VE2) erikseen ja molemmille on tehty vastaavat selvitykset.



Selvityksen toteutus

- Selvityksessä arvioitiin aurinkosähköjärjestelmien kannattavuutta:
 - Mallintamalla sähkön tarpeen tuntivaihteluita eri lämmitysratkaisuilla (kaukolämpö sekä kiinteistökohtaiset maa- ja ilma-vesilämpöpumput).
 - Mallintamalla sähköntuotantomääriä, kun rakennuksien kattoalaa hyödynnettäisiin aurinkosähkötuotantoon.
 - Määrittämällä saavutettavia säästöjä/tuloja hyödyntäen sähkön kokonaistarpeen tuntivaihteluita eri lämmitysratkaisuilla. Sähkön kokonaistarve koostuu käyttösähköstä ja lämmitykseen käytetystä sähköstä. Käyttösähköllä tarkoitetaan tässä muuhun kuin lämmittämiseen käytettyä sähköä esim. valaistuksen, kodin elektroniikan ja sähkölaitteiden kuluttamaa sähköä.
- Lisäksi selvityksessä määritettiin tuotetun ja käytetyn energian CO₂-päästöt ja arvioitiin seinäasenteisten aurinkosähköjärjestelmien sähköntuotantomahdollisuuksia.
- Aurinkosähköntuotantolaskenta tehtiin kaupallisella PVSyst-ohjelmistolla. Rambollin kehittämää aurinkosähköjärjestelmien mallinnustyökalua hyödynnettiin visualisoinnissa ja aurinkosähkötuotannon todentamisessa PVSyst-ohjelmiston kanssa.

Mallinnetut sähkön tarpeen tuntivaihtelut eri lämmitysratkaisuilla

Alla olevissa taulukoissa on kuvattu eri lämmitysratkaisuilla sähkön kokonaistarvetta (käyttö ja lämmitys) vuositasolla sekä huipputarvetta molemmille asemakaavavaihtoehdoille.

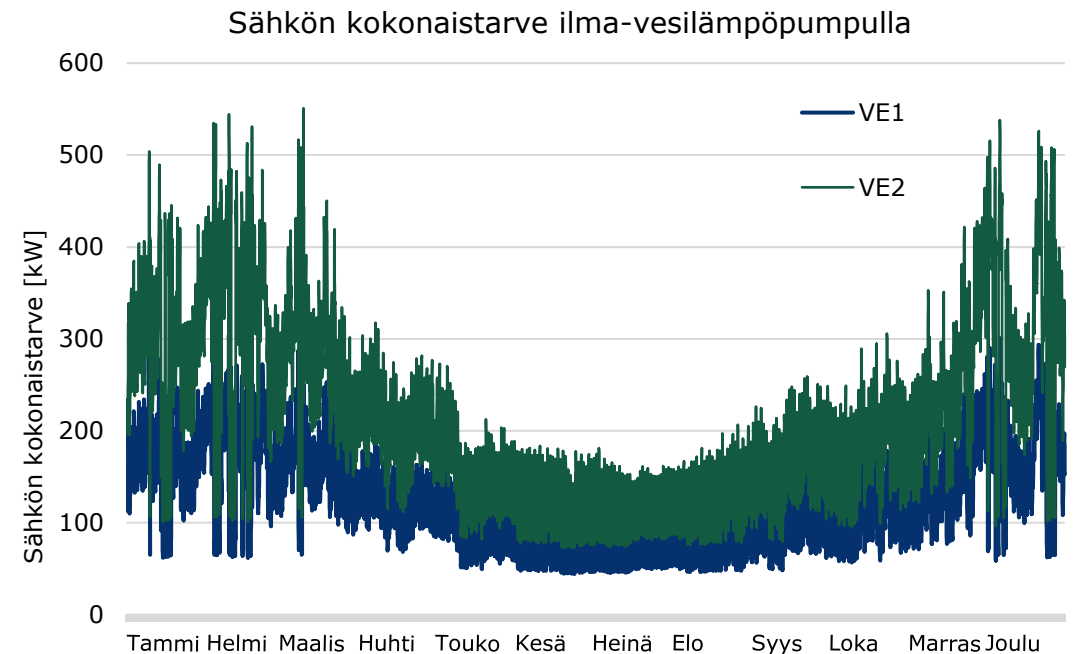
VE1

	Kauko-lämpö	Maalämpö-pumppu	Ilma-vesi-lämpöpumppu
Sähkön tarve	700 MWh/a	1 000 MWh/a	1 000 MWh/a
Sähkön tarpeen huippu	0,2 MW	0,3 MW	0,3 MW

VE2

	Kauko-lämpö	Maalämpö-pumppu	Ilma-vesi-lämpöpumppu
Sähkön tarve	1 200 MWh/a	1 700 MWh/a	1 800 MWh/a
Sähkön tarpeen huippu	0,3 MW	0,4 MW	0,6 MW

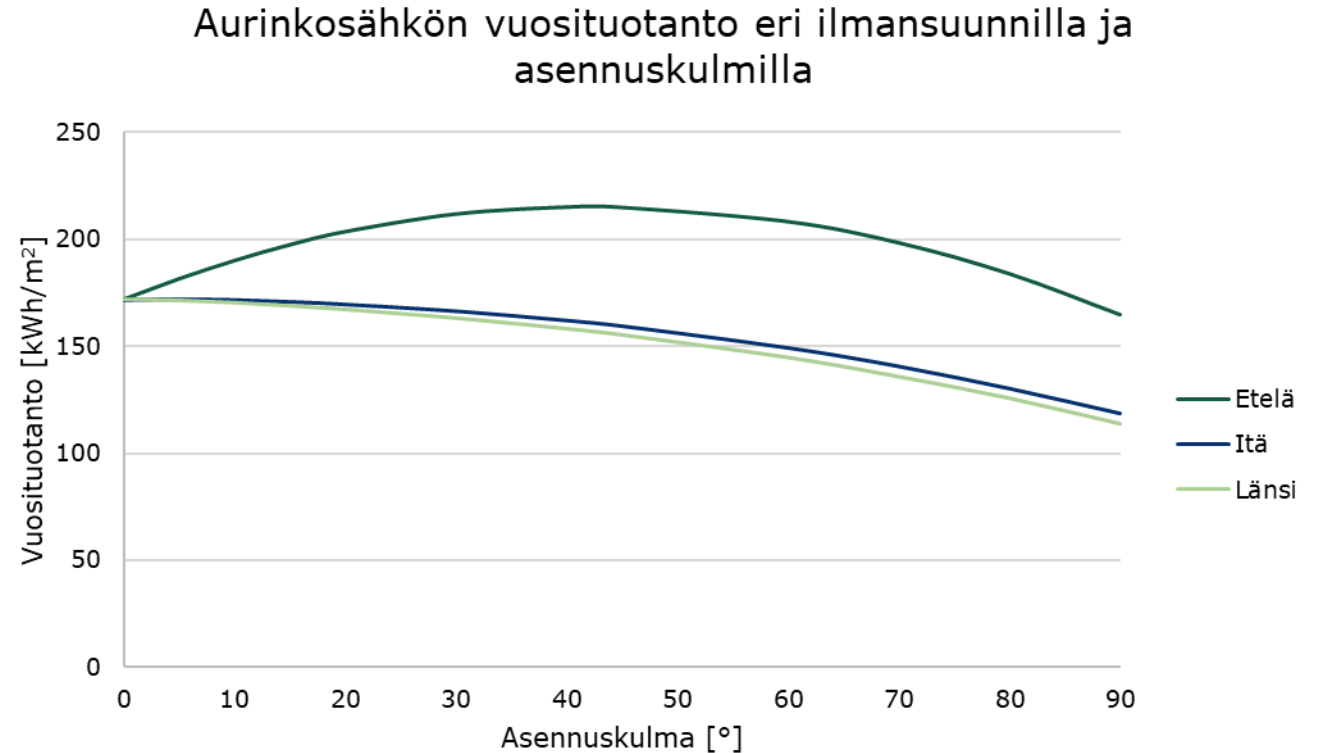
Seuraavassa kuvaajassa on kuvattu sähkön kokonaistarpeen vaihtelua asemakaavavaihtoehdoittain ilma-vesilämpöpumpuilla.



*Muille lämmitysratkaisuilla tehdyt tuntitaso mallinnuskuvaajat löytyvät liitteistä.

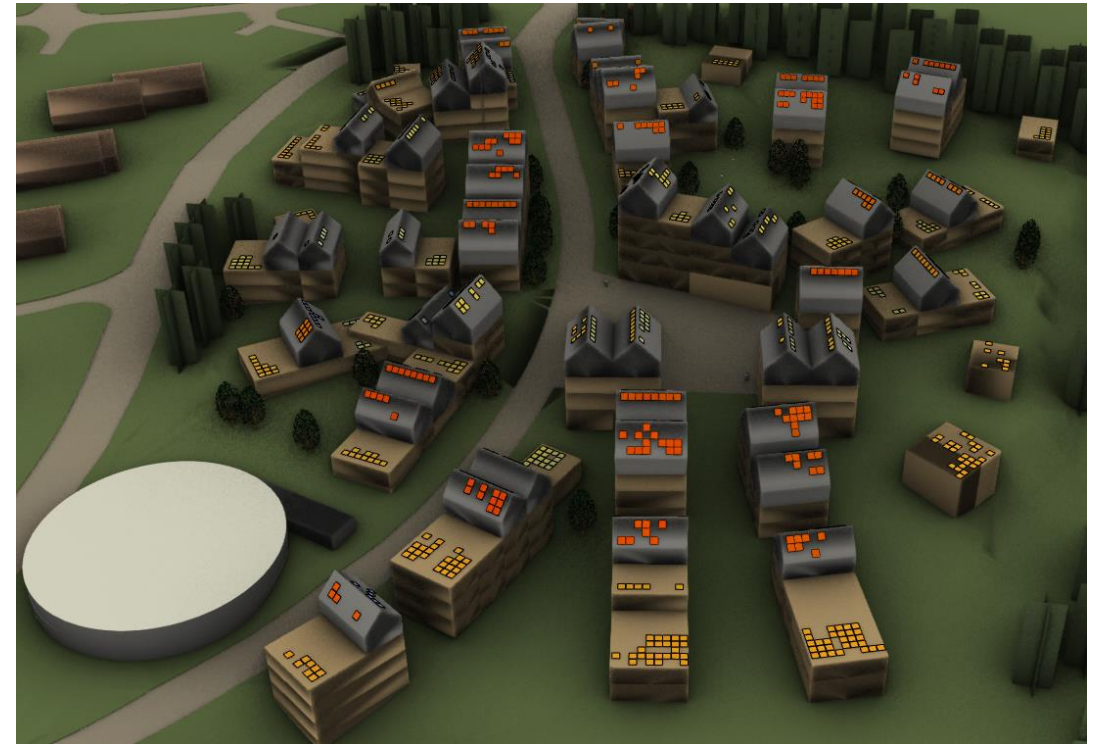
Mallinnetut aurinkosähköntuotannot kattojärjestelmissä

- Aurinkopaneeleita asennetaan etelän, idän ja lännen suuntaan.
- Aurinkosähköntuotanto on voimakkainta etelän suuntaan asennetuilla paneeleilla. Itä- ja länsisuunnassa vuosituotannot vastaavat lähes toisiaan. Vuorokausitasolla tuotanto kuitenkin ajoittuu itäsuuntaisilla paneeleilla aamuun ja länsisuuntaisilla iltaan.
- Paneelin vuosituotannon maksimi saavutetaan noin 40° asennuskulmassa. Tuuli- ja lumikuormien vuoksi paneeleita asennetaan tyypillisesti pienempiin asennuskulmiin, sillä tuotanto ei merkittävästi heikkene etenkin etelän suunnassa kulmien 20-60° välillä.



VE1: Mallinnetut aurinkosähköntuotannot kattojärjestelmissä

- Viereisessä kuvassa aurinkopaneeleita on mallinnettu VE1:seen 20 % jokaiselle tasakatoille sekä etelä-, länsi- ja itäsuuntaisille harjakatoille ottaen huomioon viereisten rakennuksien aiheuttamat varjostukset.
- Tasakatoille on mallinnettu paneeleja 15° kulmaan. Etelä-, itä- ja länsisuuntaisille harjakatoille paneelit on mallinnettu 30° kulmaan.
- Kaikki mallinnetut kattopinnat ovat melko kannattavia sijoituspaikkoja paneeleille, mutta vuosittaisen tuotannon kannalta on eri kattopintojen välillä hieman eroa, jota on havainnollistettu kuvassa paneelien eri väreillä.
- Tuotannon kannalta parhaimmat sijoituspaikat (kuvattuna punaisella) ovat eteläsuuntaiset harjakatot. Muilla väreillä kuvatut paneelit ovat hieman vähemmän aurinkosähköä tuottavia. Oranssit ja keltaiset paneelit sijaitsevat tasakatoilla ja osilla itä- ja länsisuuntaisista katoista. Vihreät ja siniset paneelit sijaitsevat tasa- sekä itä- ja länsisuuntaisilla katoilla, joita viereiset katot varjostavat.



*Parkkitalon katon (kuvan vasen alareuna) hyödyntämisestä ei ole otettu laskelmissa huomioon. Katosta on tehty erillistarkastelu (raportin s. 19).

VE2: Mallinnetut aurinkosähköntuotannot kattojärjestelmissä

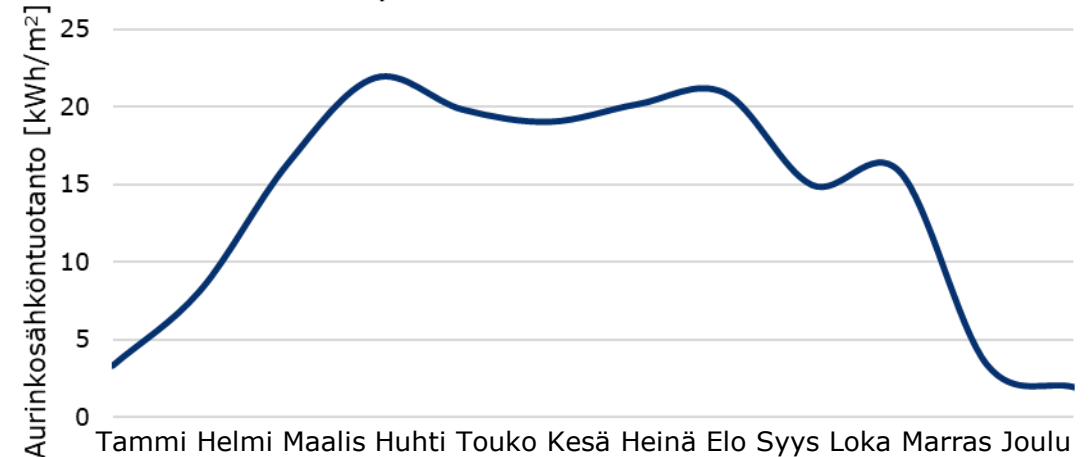
- Viereisessä kuvassa aurinkopaneeleita on mallinnettu VE2:seen 20 % jokaiselle tasakatolle optimaalisesti sähköntuotannon kannalta ottaen huomioon viereisten rakennuksien aiheuttamat varjostukset.
- Kuvassa kaikki paneelit on suunnattu etelän suuntaan 15° kulmassa.
- VE2:ssa kaikki katot ovat aurinkosähköntuotannon näkökulmasta yhtä hyviä sijoituspaikkoja keskenään (kuvassa oranssina).



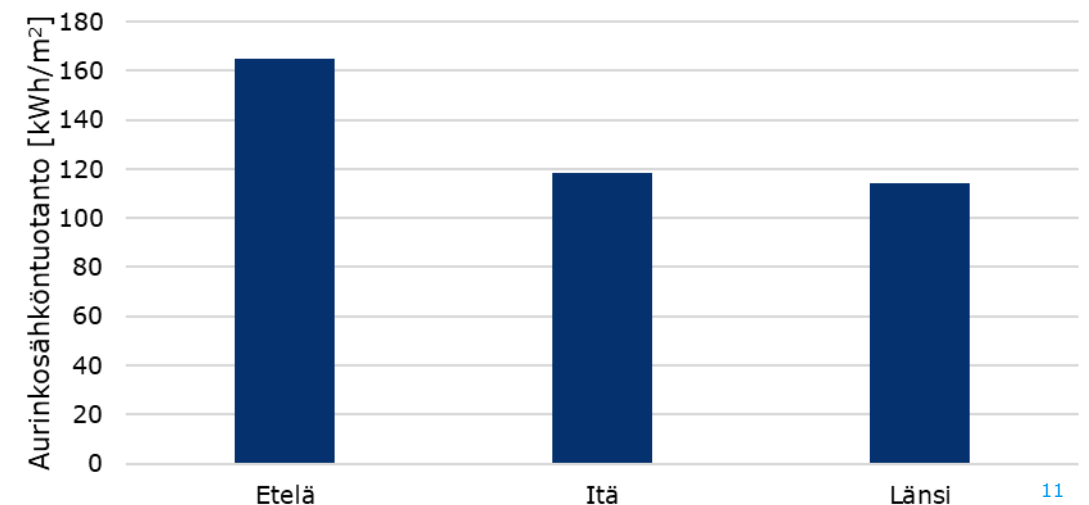
Mallinnetut aurinkosähkötuotannot seinille sijoitettaville aurinkopaneeleille

- Seinille sijoitettavia paneeleita voidaan hyödyntää esimerkiksi parvekekaiteissa, kuten Helsingin Viikissä sijaitsevassa kerrostalossa.
- Paneeleja sijoitettaessa seinille on otettava huomioon puustosta ja viereisistä rakennuksista aiheutuvat varjostukset.
- Etelän suuntaan seinille sijoitetuilla paneeleilla voidaan tuottaa 40 % enemmän sähköä vuodessa verrattuna itä- ja länsisuuntaisten seinien tuotantoon.
- Selvityksen tuloksissa on otettu huomioon vain kattopinnat, sillä pystysuuntaisten paneelien tuotanto on heikompi.
 - Esim. pystysuuntaisen etelään suunnatun paneelin tuotanto on 20 % heikompi verrattuna etelään suunnattuun kattopintaan, joka on 30° kulmassa.
 - Lisäksi työssä havaittiin, että molemmissa asemakaavoissa on paneeleille soveltuvaa kattoalaa riittävästi hyödynnettävissä, joten seinäpinta-alojen hyödyntäminen ei ole välttämätöntä.

Etelän suuntaisille seinille sijoitettavien paneelien tuotanto



Seinille sijoitettavien pystysuuntaisten paneelien vuosituotanto





Selvityksen tulokset

Asemakaava VE1 (15 300 kem²)

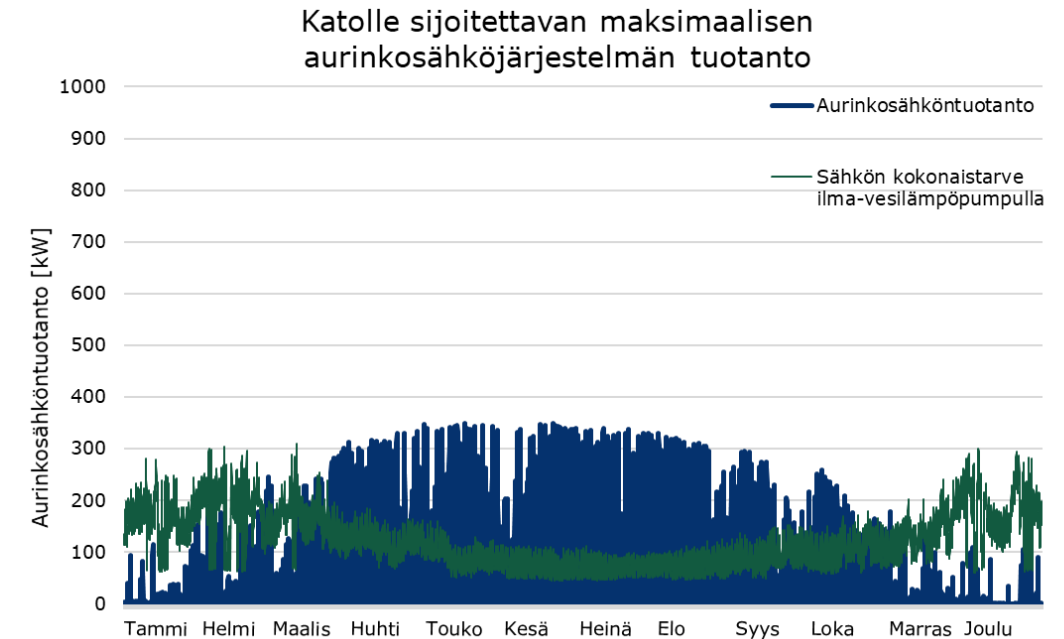
Asemakaava VE1 kuvan perusteella on arvioitu kattojen kokonaispinta-alaaksi 3400 m², josta tasakattoa 2400 m² ja harjakattoa etelän-, idän- ja lännen suuntaan yhteensä 700 m².

Katto-ala suhteessa kerrosneliöihin 0,22.



VE1: Katolle sijoitettavan maksimaalisen aurinkosähköjärjestelmän tuottama sähkömäärä

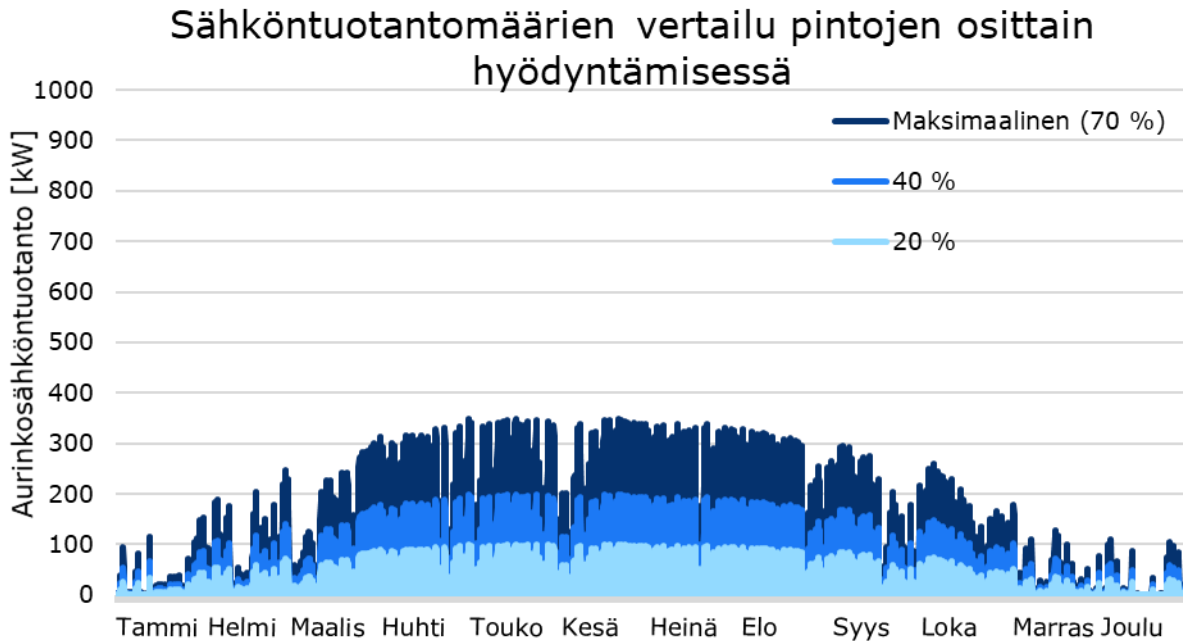
- Asemakaava VE1:ssä on tasa- ja harjakattoisia rakennuksia. Tasakatoille on mallinnettu paneeleja 15° kulmaan. Etelä-, itä- ja länsisuuntaisille harjakatoille paneelit on mallinnettu 30° kulmaan.
- Kaikkea kattoalaa ei voida tyypillisesti hyödyntää aurinkosähköntuotannossa. Maksimaalisen katolle sijoitettavan aurinkosähköjärjestelmän pinta-alaksi on arvioitu 70 % hyödynnettävissä olevasta kattojen kokonaispinta-alasta.
- Maksimaalisen aurinkosähköjärjestelmän vuosituotanto on merkittävän suuri verrattuna alueen sähkön kokonaistarpeeseen. Kulutukseen verrattuna suuri tuotanto johtaa etenkin kesäaikaan sähkön myymiseen verkkoon sen sijaan, että tuotettu sähkö voitaisiin hyödyntää kattamaan alueen omaa sähköntarvetta.



Koko	Pinta-ala	Vuosituotanto
440 kWp	2 200 m ²	425 MWh/vuosi

VE1: Kattojen osittaisen hyödyntämisen vaikutukset aurinkosähköntuotantoon

Alla olevassa kuvaajassa on havainnollistettu tuntitasolla aurinkopaneelien tuotantoa VE1:ssä, kun kattoala on hyödynnetty osittain ja kokonaan (70 %).



Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70 %)
Nimellisteho	126 kWp	253 kWp	443 kWp
Vuosituotanto	121 MWh/a	243 MWh/a	425 MWh/a
Osuus tuotannosta alueen käyttöön*	95 % (95 %)	73 % (69 %)	52 % (48 %)
Tuotannon osuus alueen kokonaissähköntarpeesta*	12 % (16 %)	18 % (24 %)	22 % (29 %)

*Luvut esitetty, kun lämmitysratkaisuna lämpöpumppu. Suluissa olevat luvut ovat vastaavat, kun lämmitysratkaisuna kaukolämpö.

VE1: Kannattavuustarkastelu

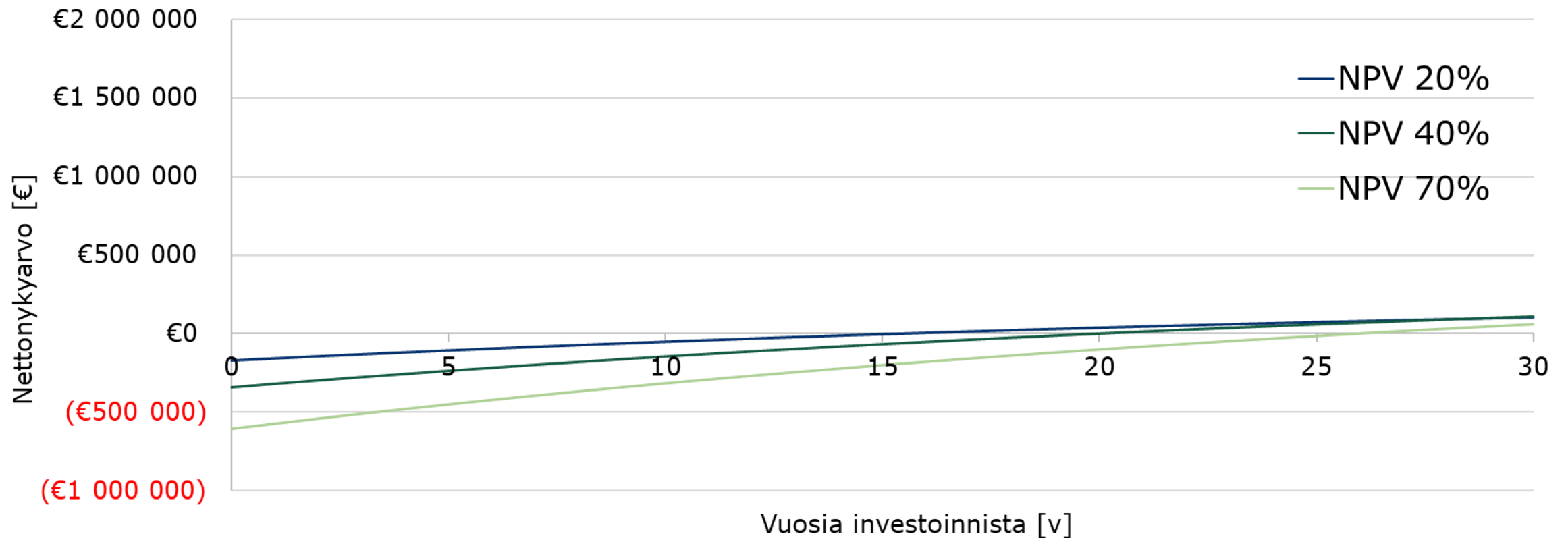
- Kannattavin aurinkosähköjärjestelmä on mitoitettu vastaamaan alueen sähköenergian tarvetta, sillä ylijäämän myymisestä saadut tulot ovat pienemmät kuin säästöt, jotka saavutetaan, kun osa verkosta ostettavasta sähköstä voidaan korvata omalla aurinkosähkötuotannolla.
 - Verkkoon myydyin aurinkosähkön tulo koostuu ainoastaan sähkön hinnasta kun taas sähkön tullessa omaan käyttöön säästetään sähkön hinnan lisäksi siirtomaksut sekä verot.
- Lämmitysratkaisuilla ei ole merkittävää vaikutusta kannattavuuksiin.
- Korottomat takaisinmaksuajat ovat 12-19 vuotta, kun sähkön hintana on käytetty vakio 50 €/MWh. Tätä korkeammilla sähkön hinnoilla aurinkosähköjärjestelmien takaisinmaksuajat lyhenevät merkittävästi.

Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70%)
Nimellisteho	126 kWp	253 kWp	443 kWp
Investointi*	190 000 €	380 000 €	660 000 €
Vuotuiset säästöt & tulot yhteensä**	14 700 €	24 500 €	36 100 €
Koroton takaisinmaksuaika	12,8 v	15,4 v	18,3 v

*Investointikustannukseksi on arvioitu 1,2 €/Wp + alv.

**Sähkön hintana vakio 50 €/MWh + sähkön siirron energiamaksu, sähkövero ja arvonlisävero. Lämmitysratkaisuilla ei ole merkittävää vaikutusta kannattavuuksiin.

VE1: Aurinkosähköjärjestelmän nettonykyarvo 3% korkokannalla [€]

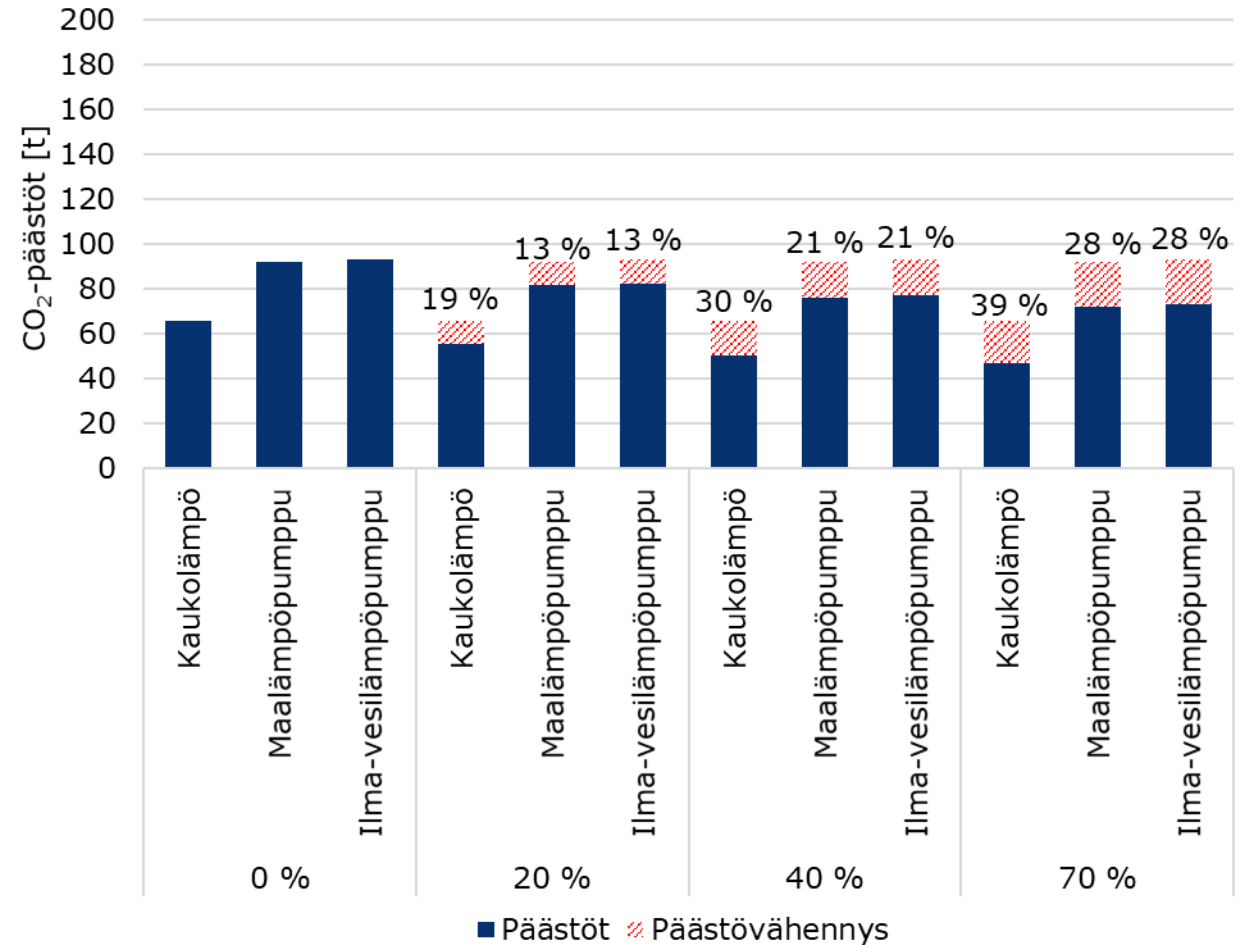


Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70%)
Korollinen takaisinmaksuaika (3 %)	16,4 v	20,9 v	27,1 v

Tuotetun ja käytetyn energian CO₂-päästöt

- Viereisessä kuvassa on havainnollistettu lämmitysmuodoittain vuosittaisia päästöjä sekä näistä päästöistä saavutettavissa olevia päästövähennyksiä eri kokoisilla aurinkosähköjärjestelmillä.
- Pienimmät päästöt saavutetaan maksimikokoisella aurinkosähköjärjestelmällä sekä kaukolämmöllä tuotetulla lämmityksellä johtuen biomassan käytöstä Porvoon kaukolämmössä.
- Esim. kaukolämmön tapauksessa voidaan maksimaalisella aurinkosähköjärjestelmällä vähentää päästöjä 39 % (noin 20 t_{CO2} /a) verrattuna samaan lämmitysmuotoon ilman aurinkosähkön hyödyntämistä.

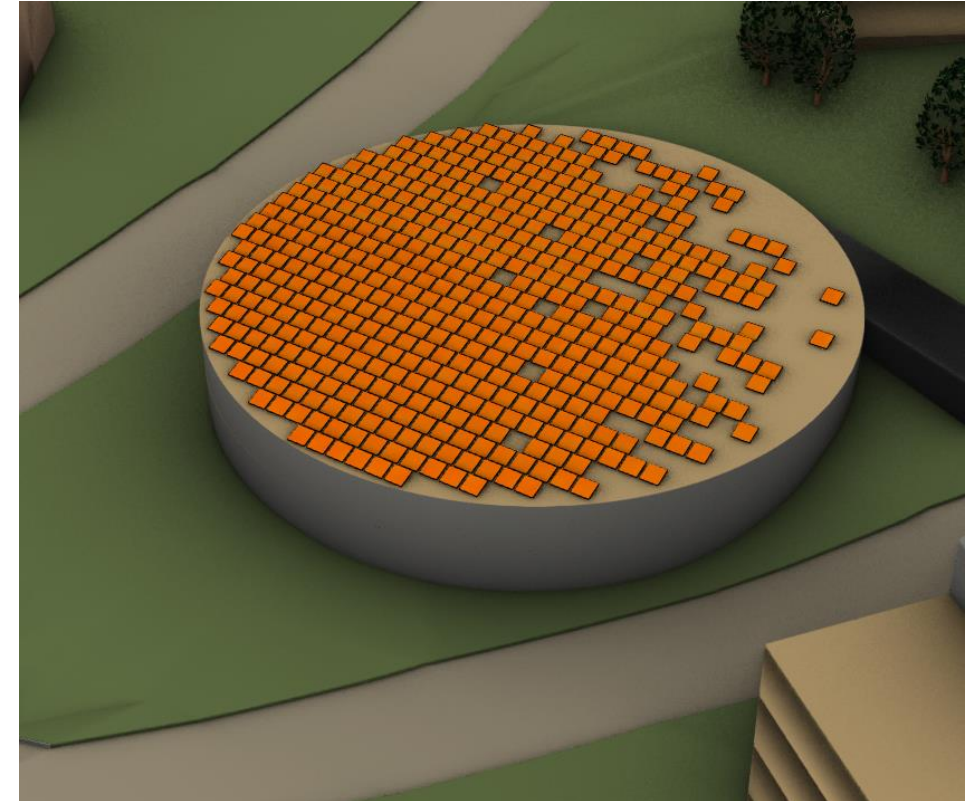
Käytetyn energian ja vältettävissä olevat CO₂-päästöt



VE1: Parkkihallin katon erillistarkastelu

- Parkkihallin katolle paneelit voidaan asentaa vastaavanlaisesti kuin muidenkin rakennuksien katoille.
- Parkkihallin katon alaksi arvioitu 1000 m².
- Parkkihallin katon ollessa tasakatto voidaan paneelit sijoittaa 15° kulmaan etelän suuntaan kuten viereisessä kuvassa, jossa katon alaa on hyödynnetty 70 %.
- Parkkihallin katto voidaan tehdä myös kokonaan paneeleista. Laskelmissa (100 %) paneelit on sijoitettu 15° kulmassa etelän suuntaan.
- Todellisuudessa katon ollessa täysin paneelia voi kattoa kallistaa mahdollisuuksien mukaan etelän suuntaan aurinkosähköntuotannon kannalta optimaalisemmassa kulmassa.

	20 %	40 %	70 %	100 %
Koko	40 kWp	80 kWp	140 kWp	200 kWp
Pinta-ala	200 m ²	400 m ²	700 m ²	1000 m ²
Vuosituotanto	40 MWh/a	80 MWh/a	140 MWh/a	200 MWh/a



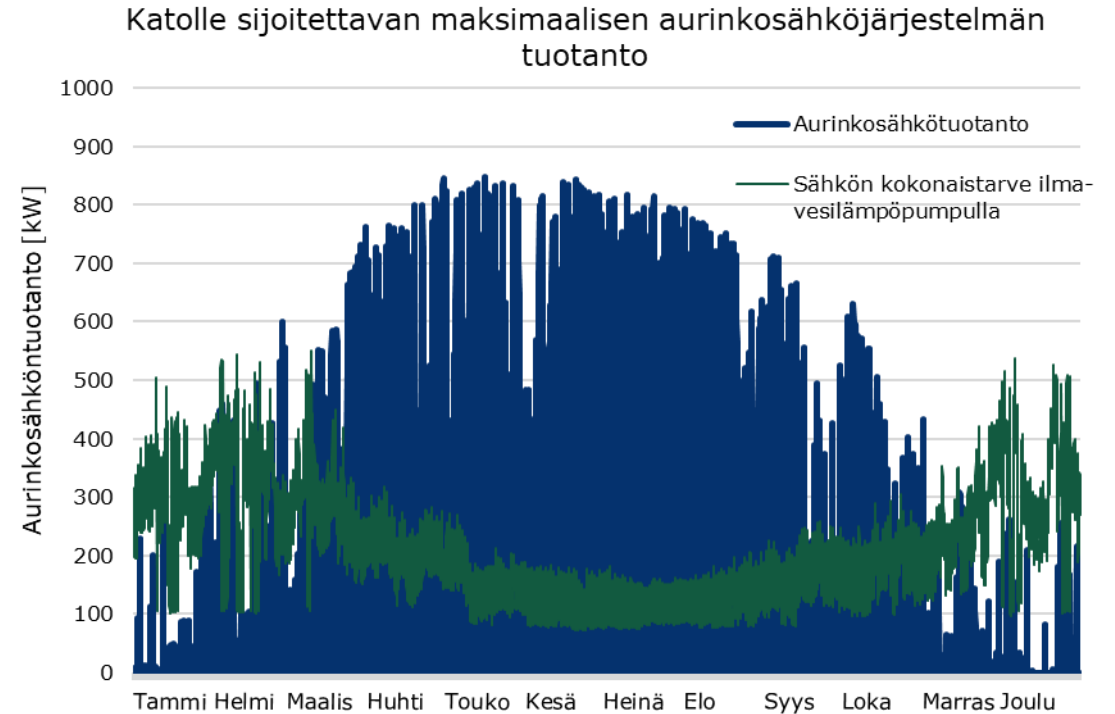
Asemakaava VE 2 (25 000 kem²)

Viereisen kuvan tietojen perusteella kattojen kokonaispinta-alaksi on arvioitu 7340 m², joka on kokonaan tasakattoa. Kattoalaa suhteessa kerrosneliöihin 0,29.



VE2: Katolle sijoitettavan maksimaalisen aurinkosähköjärjestelmän tuottama sähkömäärä

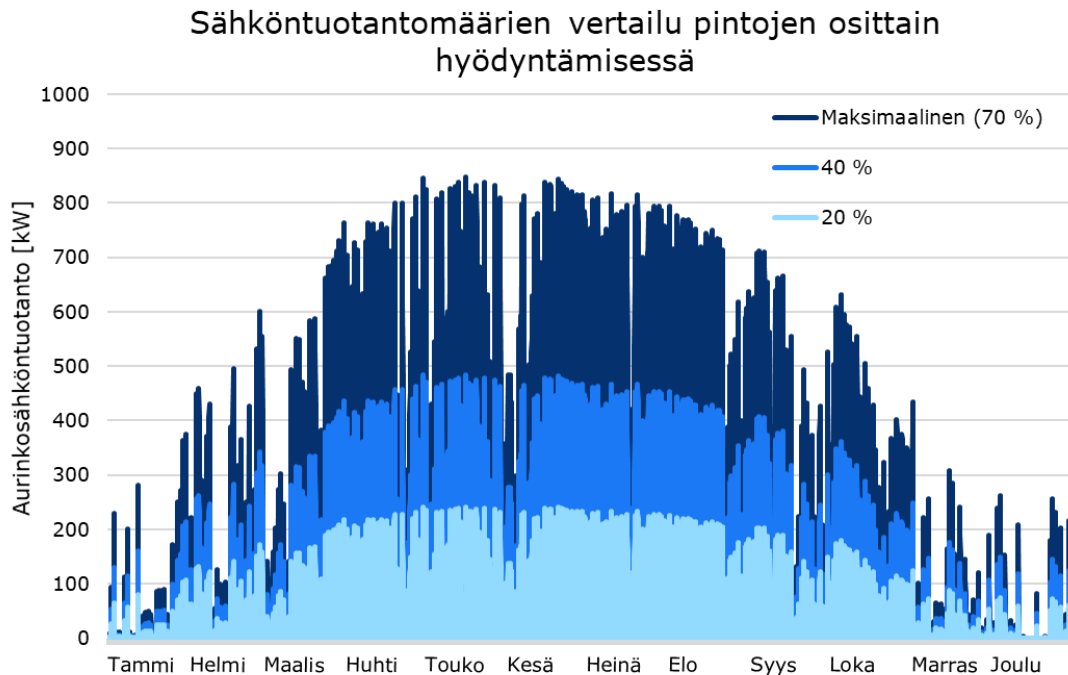
- Asemakaava VE2:ssä on ainoastaan tasakattoisia rakennuksia. Tasakattoisille rakennuksille on mallinnettu paneeleja 15° kulmaan.
- Kaikkea kattoalaa ei voida tyypillisesti hyödyntää aurinkosähköntuotannossa. Maksimaalisen katolle sijoitettavan aurinkosähköjärjestelmän pinta-alaksi on arvioitu 70 % hyödynnettävissä olevasta kattojen kokonaispinta-alasta.
- Maksimaalisen aurinkosähköjärjestelmän vuosituotanto on merkittävän suuri verrattuna alueen sähkön kokonaistarpeeseen. Kulutukseen verrattuna suuri tuotanto johtaa etenkin kesäaikaan sähkön myymiseen verkkoon sen sijaan, että tuotettu sähkö voitaisiin hyödyntää kattamaan alueen omaa sähköntarvetta.



Koko	Pinta-ala	Vuosituotanto
1 045 kWp	5 140 m ²	1 020 MWh/vuosi

VE2: Kattojen osittaisen hyödyntämisen vaikutukset aurinkosähköntuotantoon

Seuraavassa kuvaajassa on havainnollistettu tuntitasolla aurinkopaneelien tuotantoa VE2:ssa, kun kattoala on hyödynnetty osittain ja kokonaan (70 %).



Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70 %)
Nimellisteho	298 kWp	597 kWp	1 045 kWp
Vuosituotanto	291 MWh/a	581 MWh/a	1 017 MWh/a
Osuus tuotannosta alueen käyttöön*	84 % (81 %)	58 % (54 %)	40 % (36 %)
Tuotannon osuus alueen kokonaissähkötarpeesta*	14 % (20 %)	20 % (27 %)	24 % (31 %)

*Luvut esitetty, kun lämmitysratkaisuna lämpöpumppu. Suluissa olevat luvut ovat vastaavat, kun lämmitysratkaisuna kaukolämpö.

VE2: Kannattavuustarkastelu

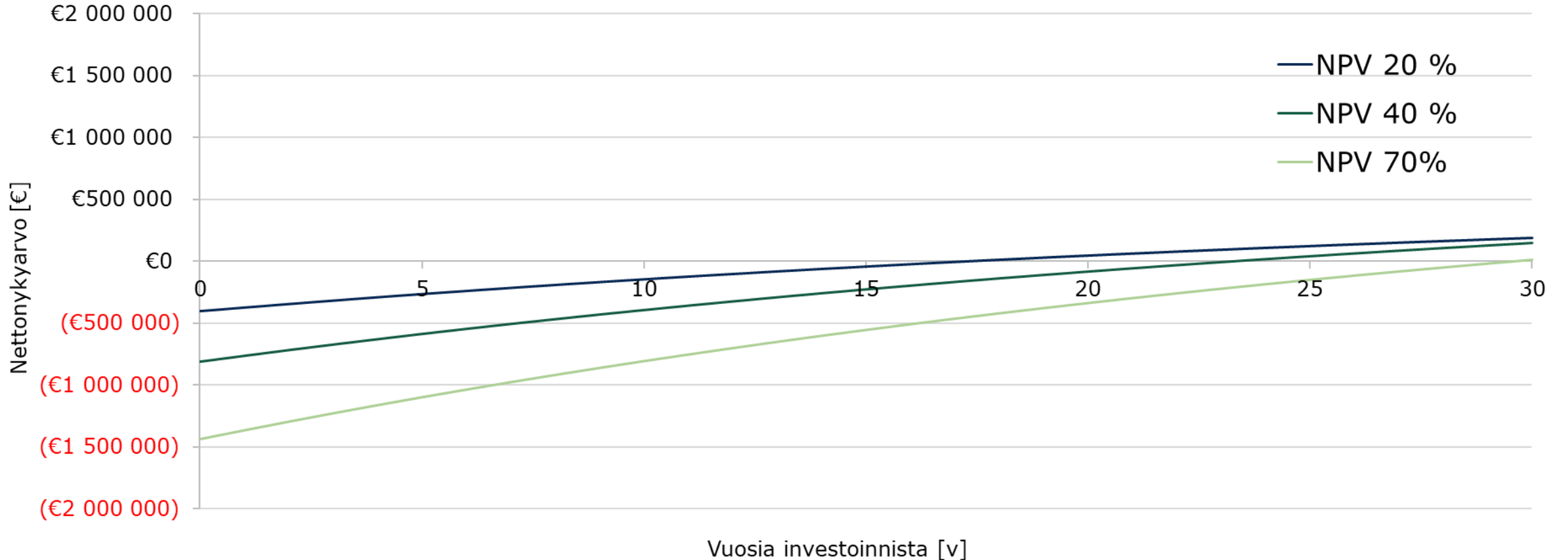
- Kannattavin aurinkosähköjärjestelmä on mitoitettu vastaamaan alueen sähköenergian tarvetta, sillä ylijäämän myymisestä saadut tulot ovat pienemmät kuin säästöt, jotka saavutetaan, kun osa verkosta ostettavasta sähköstä voidaan korvata omalla aurinkosähkötuotannolla.
 - Verkkoon myydyin aurinkosähkön tulo koostuu ainoastaan sähkön hinnasta kun taas sähkön tullessa omaan käyttöön säästetään sähkön hinnan lisäksi siirtomaksut sekä verot.
- Lämmitysratkaisuilla ei ole merkittävää vaikutusta kannattavuuksiin.
- Korottomat takaisinmaksuajat ovat 13-21 vuotta, kun sähkön hintana on käytetty vakio 50 €/MWh. Tätä korkeammilla sähkön hinnoilla aurinkosähköjärjestelmien takaisinmaksuajat lyhenevät merkittävästi.

Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70%)
Nimellisteho	298 kWp	597 kWp	1 045 kWp
Investointi	450 000 €	890 000 €	1 560 000 €
Vuotuiset säästöt & tulot yhteensä	32 100 €	51 900 €	76 900 €
Koroton takaisinmaksuaika	13,9 v	17,2 v	20,3 v

*Investointikustannukseksi on arvioitu 1,2 €/Wp + alv.

**Sähkön hintana vakio 50 €/MWh + sähkön siirron energiamaksu, sähkövero ja arvonlisävero. Lämmitysratkaisuilla ei ole merkittävää vaikutusta kannattavuuksiin.

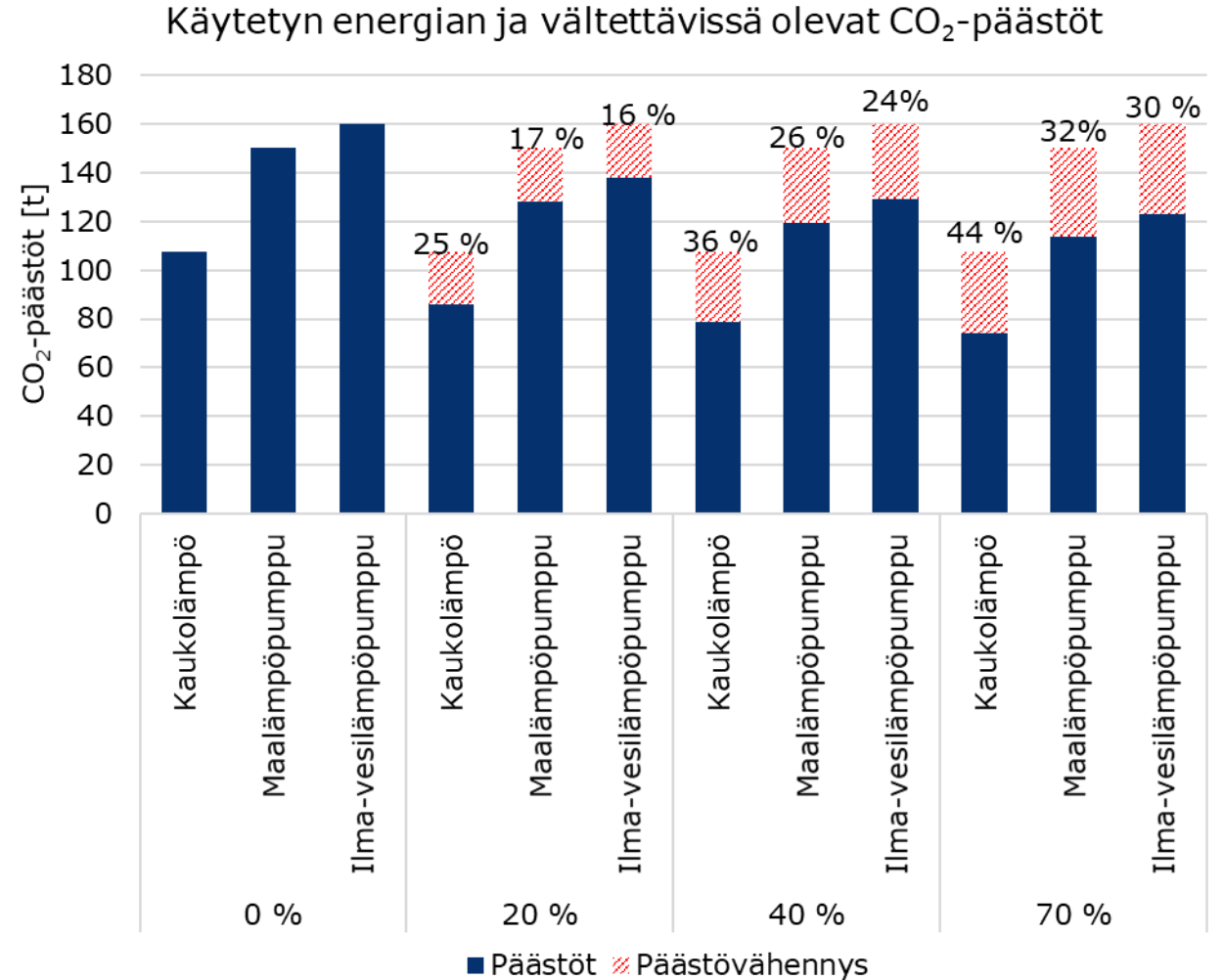
VE2: Aurinkosähköjärjestelmän nettonykyarvo 3% korkokannalla [€]



Pintoja hyödynnetty	20 %	40 %	Maksimaalinen (70%)
Korollinen takaisinmaksu-aika (3 %)	18,2 v	24,5 v	31,8 v

VE2: Tuotetun ja käytetyn energian CO₂-päästöt

- Viereisessä kuvassa on havainnollistettu lämmitysmuodoittain vuosittaisia päästöjä sekä näistä päästöistä saavutettavissa olevia päästövähennyksiä eri kokoisilla aurinkosähköjärjestelmillä.
- Pienimmät päästöt saavutetaan maksimikokoisella aurinkosähköjärjestelmällä sekä kaukolämmöllä tuotetulla lämmityksellä johtuen biomassan käytöstä Porvoon kaukolämmössä.
- Esim. kaukolämmön tapauksessa voidaan maksimaalisella aurinkosähköjärjestelmällä vähentää päästöjä 44 % (noin 35 t_{CO2} /a) verrattuna samaan lämmitysmuotoon ilman aurinkosähkön hyödyntämistä.



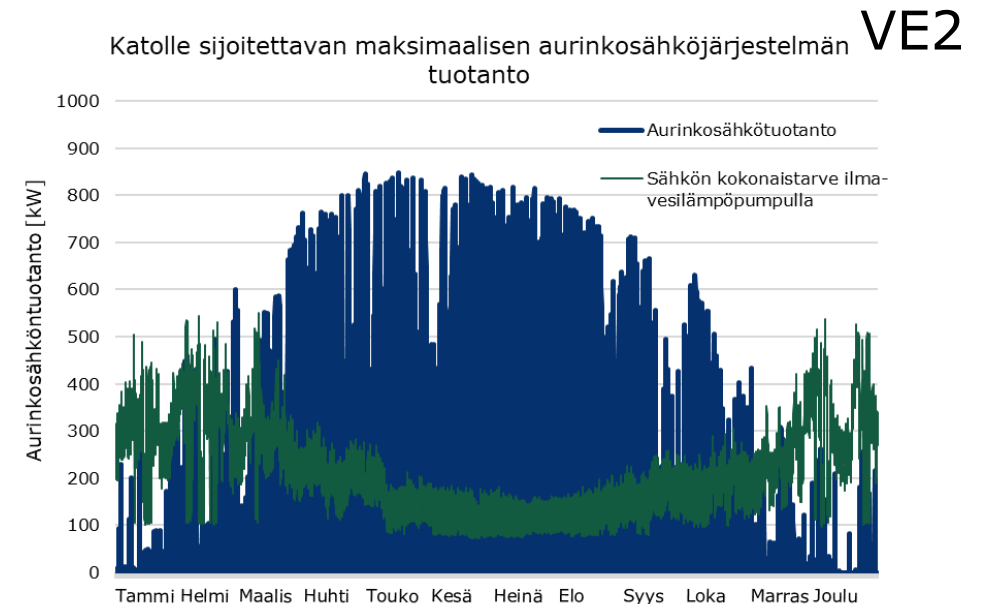
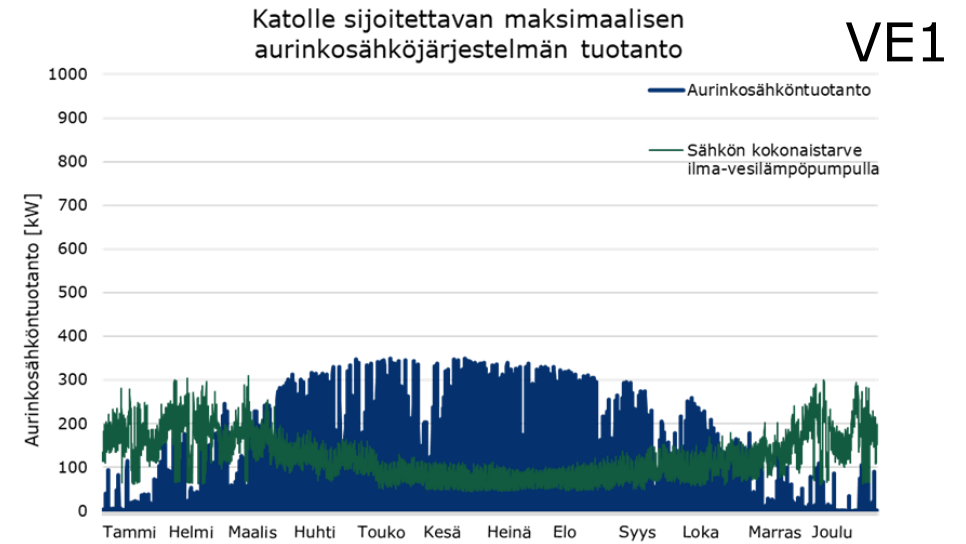
*Laskelmissa käytetyt päästökertoimet löytyvät liitteistä.



Yhteenveto

Asemakaavavaihtoehtojen aurinkosähköntuotanto vertailu

- Maksimaalinen aurinkosähköjärjestelmän kooksi on arvioitu VE1:ssä 443 kWp ja VE2:ssa 1 045 kWp.
- VE2:ssa on mahdollista tuottaa aurinkosähköä enemmän, sillä VE2:ssa aurinkopaneeleille hyödynnettävä kattoala suhteessa kerrosneliöihin on suurempi kuin VE1:ssä.
- VE1:ssä aurinkopaneeleille potentiaalista kattopinta-alaa pienentävät pohjois-etelä-suuntaiset harjakatot joiden pohjoispuoli ei sovellu sähköntuotantoon.
- Molempien asemakaavavaihtoehtojen aurinkosähköjärjestelmien korottomat takaisinmaksuajat ovat välillä 12-21 v ja korolliset (3 %) välillä 16-32 v.
- Kannattavin järjestelmä on sähkön kokonaistarpeeseen mitoitettu sekä etelää kohti suunnattu.
- Riippuen lämmitysratkaisusta aurinkosähköjärjestelmällä voidaan vähentää CO₂ -päästöjä VE1:n tapauksessa noin 20 t_{CO2} /a ja VE2:n tapauksessa noin 35 t_{CO2} /a.



Bright ideas. Sustainable change.





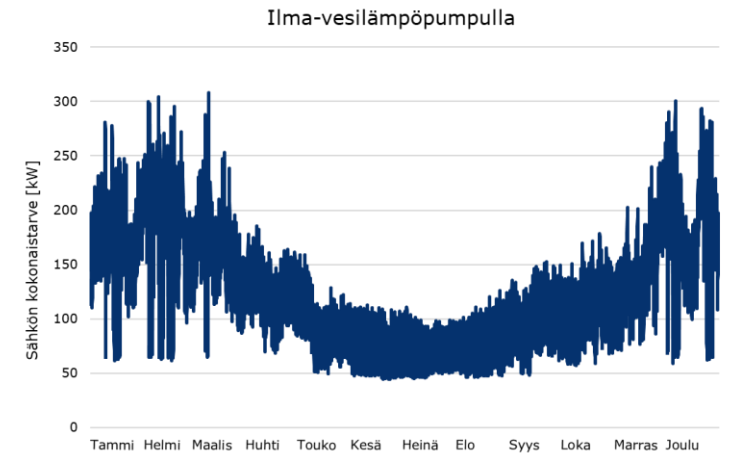
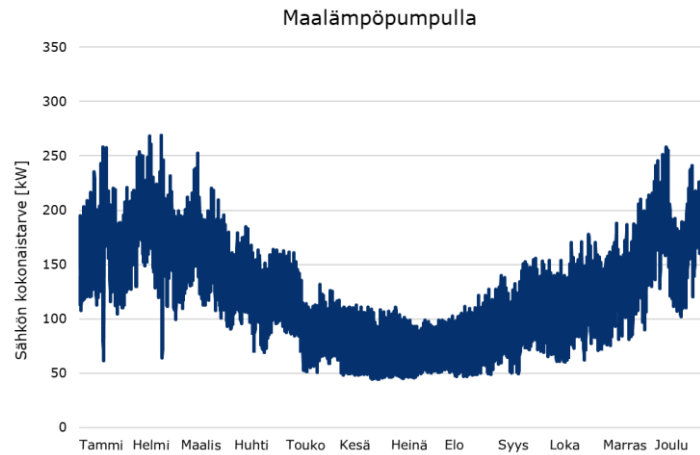
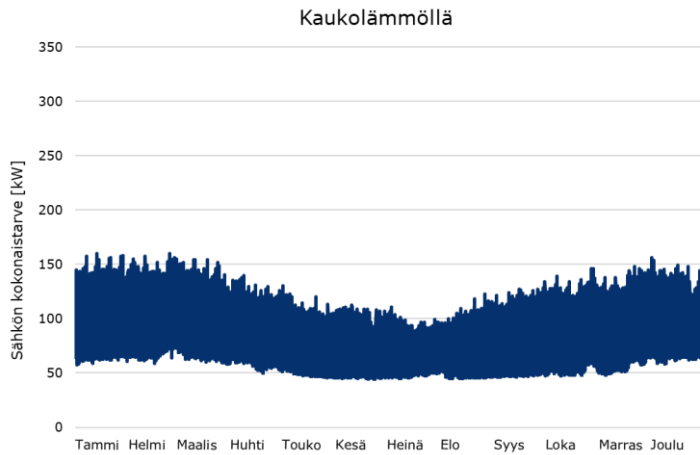
Liitteet

Selvityksessä käytetyt lukuarvot

- Sähkön ja lämmön tarpeen data perustuu vuosina (2013-2017) rakennetuissa kerrostaloissa tehtyihin mittauksiin.
- Paneeleja on mallinnettu tasakatoille ja etelä-, itä- ja länsisuuntaisille harjakatoille. Pohjoisen suuntaan oleville harjakatoille paneeleita ei ole mallinnettu vähäisemmän säteilyn vuoksi. Maksimaaliseksi paneelipinta-alaksi kattojärjestelmissä käytetään 70 % asennukseen soveltuvista kattopintoja-aloista. Harjakatoille asennuskulmaksi oletetaan 30° ja tasakatoille 15°.
- VE1:n kattopinta-alaksi on arvioitu 3394 m², josta tasakattoa 2429 m² ja harjakattoa yhteensä 965 m². VE2:n kattopinta-alaksi on arvioitu olevan 7340 m².
- Parkkihallin katon pinta-alaksi on arvioitu 1000 m².
- Investointikustannuksena käytetään 1,2 €/Wp + alv 24 %. Laskelmissa ei ole otettu huomioon mahdollisuuksia saada investointitukea. Korkokantana on käytetty 3 %.
- Sähkön hintana käytetään säästöjä/tuloja laskettaessa 50 €/MWh + säästöissä huomioitu alv 24 %. Sähkön siirron energiamaksu, arvonlisävero ja sähkövero on otettu huomioon laskelmissa. Porvoon alueella sähkön siirron energiamaksu on 1. veroluokassa 0,029 €/kWh sisältäen alv 24 %.
- Käytetyn ja tuotetun energian CO₂ -päästöjä laskettaessa on käytetty tuotetulle aurinkosähkölle tuotannon aikaista päästökerrointa 0 g CO₂/kWh. Verkosta ostetun sähkön päästökertoimena on käytetty vuoden 2021 Suomessa kulutetun sähkön päästökertoimien keskiarvoa 91 g CO₂/kWh (Fingrid). Kaukolämmön päästökertoimena on käytetty vuoden 2020 Porvoon Energia Oy:n päästökerrointa 0,8 g CO₂ /kWh (Kaukolämmön päästölaskuri).

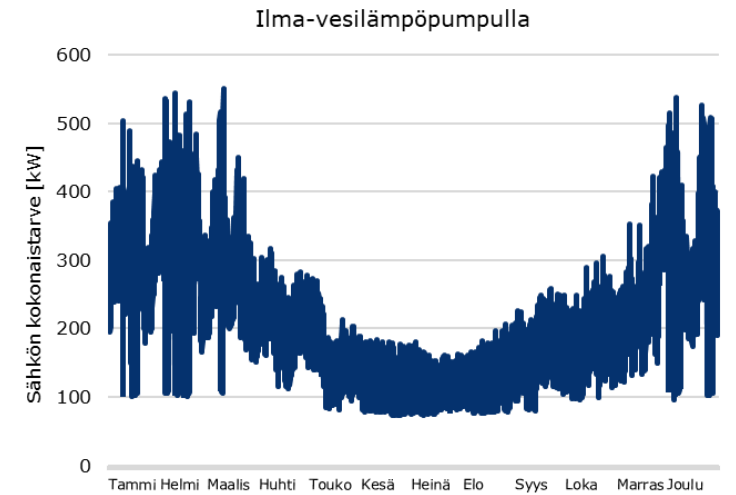
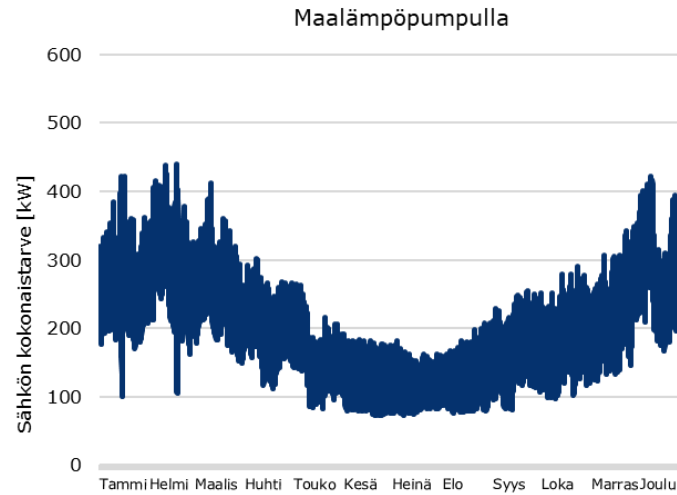
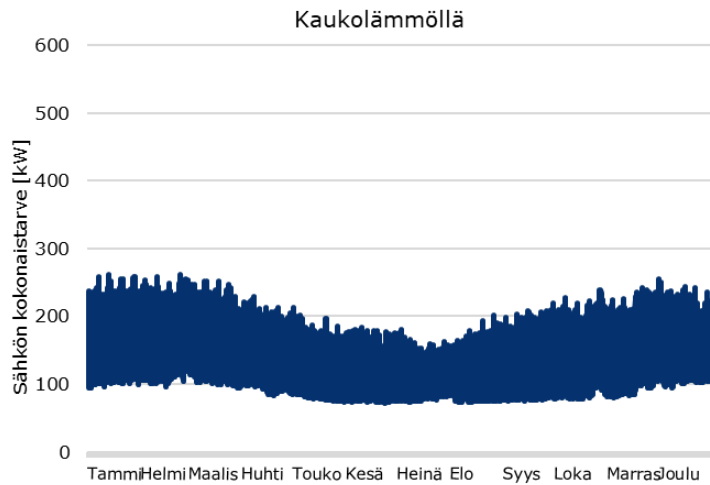
Sähkön kokonaistarpeen tuntivaihtelu eri lämmitysratkaisuilla

VE1 - kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu



Sähkön kokonaistarpeen tuntivaihtelu eri lämmitysratkaisuilla

VE2 - kaukolämpö, maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu





Lähteet

Lähteet

- Fingrid. Suomen sähköjärjestelmän päästökertoimet (keskiarvo). Saatavilla (viitattu 25.7.2022): <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkojarjestelman-tila/co2/>
- Kaukolämmön päästölaskuri. Saatavilla (viitattu 25.7.2022): <https://www.klpaastolaskuri.fi/>
- Motiva. Aurinkosähköjärjestelmän teho. Saatavilla (viitattu 28.7.2022): https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho
- Naps Solar Systems Oy. Referenssit. As Oy Salvia, Viikki, Helsinki, 24 kWp. Saatavilla (viitattu 27.7.2022): <https://www.napssolar.fi/2017/09/25/as-oy-salvia-viikki-helsinki-24-kwp/>