



AURINKOVOIMALA
TOIMISTORAKENNUKSEEN
– case: Euroports Rauma Oy

Teemu Heikkinen & Teija Järvenpää



Teemu Heikkinen & Teija Järvenpää

**Aurinkovoimala toimistorakennukseen
– case: Euroports Rauma Oy**

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Pori

2020

Projekti: SataMari: Meriklusterin energiatehokkuus Satakunnassa

Kirjoittajat: Teemu Heikkinen & Teija Järvenpää

Satakunnan ammattikorkeakoulu (SAMK) | Satakunta University of Applied Sciences
Sarja B, Raportit 1/2020
ISSN 2323-8356 | ISBN 978-951-633-303-1

Julkaisija:

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunnankatu 23 | 28101 PORI
www.samk.fi

© Satakunnan ammattikorkeakoulu ja kirjoittajat

Graafinen suunnittelu: Teija Järvenpää & Kristiina Kortelainen

Taitto: Teija Järvenpää

Kansikuva: Teemu Heikkinen

Satakunnan ammattikorkeakoulun julkaisut ladattavissa: theseus.fi

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 LÄHTÖTIEDOT	7
2.1 Piirrustukset ja mitat	8
2.2 Sähkönkulutuksen arviointi	9
3 MALLINNUS JA MITOITUS	10
3.1 3D-malli ja pinta-alan mukainen maksimijärjestelmäkoko (optio 1)	11
3.2 Maksimikulutuksen mukainen järjestelmäkoko (optio 2)	12
4 KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS	13
4.1 Kustannukset ja tuotantoarvio.....	13
4.2 Kannattavuus	13
5 HERKKYYSTARKASTELU JA YHTEENVETO	15
LÄHDELUETTELO	
LIITTEET	



1 JOHDANTO

Satakunnan meriklusterissa on sekä potentiaalia että tarvetta energiatehokkuuden parantamiselle. SataMari-projekti (2018–2020) vastaa tähän käytännön kehittämistarpeeseen. SataMari-projekti ”Meriklusterin energiatehokkuus Satakunnassa” on Satakunnan ammattikorkeakoulun EAKR-rahoitteinen hanke. Tavoitteena on tutkia ja kehittää käytännön toimia meriklusterin energiatehokkuuden parantamiseksi sekä pyrkiä luomaan uutta liiketoimintaa alalle palveluiden ja tuotteiden muodossa. Hankkeen toiminta pohjautuu Living Lab -toimintatapaan, jossa pilottialustoina toimivat teollisuuspuisto SeaSide Industry Park Rauma ja Rauman sataman alue. Toiminnassa keskitytään rakennusten ja toimintojen energiatehokkuuteen eli pysytään maalla ja kiinteistöissä sekä toiminnoissa, jotka kuluttavat energiaa. Hankkeen toiminnasta voit lukea lisää nettisivuilta <https://sub.samk.fi/satamari>.

Tässä raportissa keskitytään aurinkoenergian, tarkemmin sanottuna aurinkosähkön hyödyntämisen mahdollisuuksiin ja kannattavuuteen meriklusterissa käytännönläheisen esimerkin kautta. Kohderakennuksena toimii yhden hankkeen pilottialustan, Euroports Rauma Oy:n toimistorakennus, josta saatuja todellisia tietoja selvityksessä hyödynnetään. Esimerkki on hyödynnettävissä myös muihin kokoluokaltaan ja olosuhteiltaan vastaaviin aurinkosähköprojekteihin niin meriklusterissa kuin laajemminkin teollisuudessa ja muutenkin yhteiskunnassa.



2 LÄHTÖTIEDOT

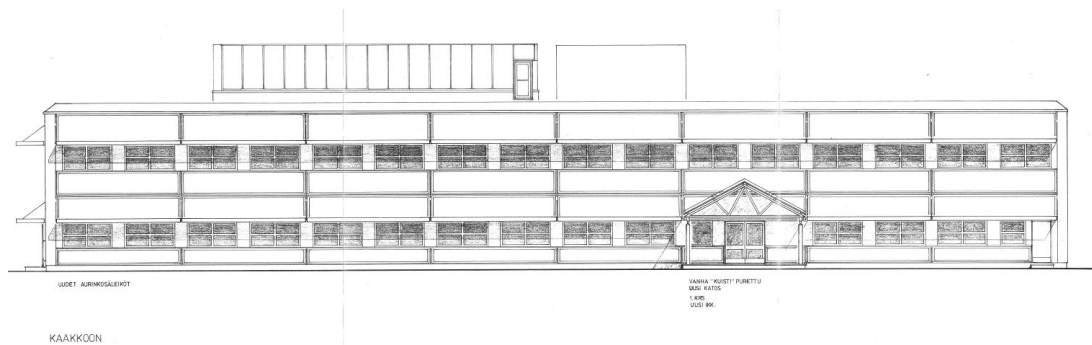
Aurinkoenergiajärjestelmän soveltuvuutta kartoitettaessa selvitetään aluksi lähtötiedot kohteesta. Esimerkkitapauksessa lähtötiedoiksi saatiin toimistorakennuksen julkisivukuvat ja katon rakennepiirustukset, sähkön hintatiedot sekä marraskuun 2019 sähkönkulutuslukema rakennuksen analogisesta alamittarista. Usein rakennuksen sähkönkulutustiedot ovat paremmin saatavissa suoraan sähkön myyjän palvelusta. Tässä tapauksessa pelkästään toimistorakennuksen osalta ei ollut saatavilla virallisia sähköyhtiön mittaamia sähkönkulutustietoja, koska toimistorakennus on alueen usean rakennuksen kanssa saman kulutusmittarin takana. Kannattavuuslaskennassa käytettäväksi sähkön kokonaishinnaksi saatiin 85 snt/kWh. Hinta sisältää energian ja siirron maksut sekä verot.

Kohderakennus on 80-luvulla rakennettu ja 90-luvun lopulla muutosperuskorjattu kaksikerroksinen toimistorakennus, jonka kokonaispinta-ala on noin 2340 m². Rakennuksen korkeus on noin 8 m katutasosta. Lisäksi vesikaton tasosta noin 3 m korkeammalle nousevat esim. kuvissa 1 ja 4 näkyvät kattoikkunalyhtyrakenne ja IV-konehuone. Rakennus lämpiää kaukolämmöllä, joten sähköä ei kulu lämmitykseen. Erytysmaksu normaalin toimistosähkönkulutuksen lisäksi laskettiin serverihuone, jonka he arvioivat kuluttavan karkeasti noin 15 kW jatkuvalla teholla. 15 kW:n lukemaan on laskettu mukaan myös serverihuoneen jäähdytysteho.

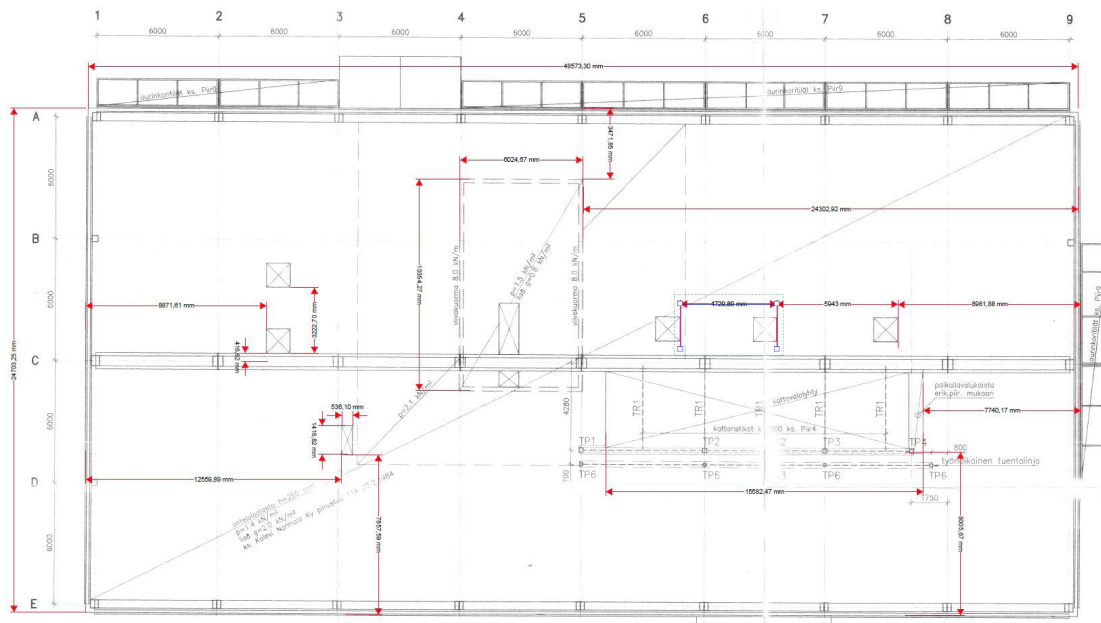
Niin sanotulla kartoituskäynnillä otettiin lisäksi valokuvia, jotka toimivat yleisesti ottaen aina hyvänä apuna muiden, piirustuksissa näkymättömien kattorakenteiden hahmottamisessa ja mahdollisessa 3D-mallintamisessa. Samalla tarkasteltiin katon kuntoa ajatellen mahdollisesti sen päälle tulevaa pitkäaikaista aurinkovoimala-asennusta. Usein, kuten tässäkin tapauksessa, katon pintarakenteet on syytä uusia aurinkoenergiainvestoinnin yhteydessä niin, että ne kestävät suunnitellun aurinkoenergiajärjestelmän käyttöä eli jopa 30 vuotta. Myöhemmissä laskelmissa ei ole huomioitu mahdollisia katon remontoimista aiheutuvia lisäkustannuksia vaan ne on ajateltu normaaleiksi rakennuksen ylläpitokuluiksi.

2.1 PIIRRUSTUKSET JA MITAT

Piirrustukset ja mitat rakennuksesta ovat tärkeä osa aurinkoenergiajärjestelmän suunnittelua. Kuvassa 1 näkyy piirustuksen mukainen yleiskuva rakennuksesta ja kattotason päällä hyvin erottuvat kattoikkunalyhtyrakenteet (vas.) ja IV-konehuonerakenteet. Lisäksi katolla on muita rakenteita, kuten mm. pienempiä kattoikkunoita, joiden sijainti selviää kuvasta 2.



Kuva 1. Toimistorakennuksen julkisivu kaakosta.



Kuva 2. Toimistorakennuksen katon rakennekuva lisättyine mittoineen.

2.2 SÄHKÖNKULUTUKSEN ARVIOINTI

Suunnittelun tueksi kohteen sähkönkulutus selvitetään. Toimistorakennuksen alamittarin mukaan neljän viikon sähkönkulutus marraskuussa 2019 oli noin 21 680 kWh ja tasaiseksi vuosikulutukseksi skaalattuna tämä olisi noin 281 800 kWh. Vuorokausikulutukseksi tästä saataisiin keskimäärin noin 774 kWh. Tasaisella tehonkulutuksella tämä tarkoittaisi reilun 32 kW tehoa. Käytännössä sähköä kuluu enemmän valaistukseen ja laitteisiin silloin, kun talossa työskennellään ja vastaavasti vähemmän muuna aikana.

Serverihuoneen arvioidulla 15 kW jatkuvalla tehonkulutuksella pelkkä serverihuone kuluttaisi sähköä siis noin 360 kWh vuorokaudessa ja vuodessa noin 131 400 kWh. Tämä vastaisi noin 46 % koko rakennuksen sähkönkulutuksesta.

Toisaalta rakennuspiirustuksista laskettuna on rakennuksen tilavuus noin 7000 m³. Motivan Palvelusektorin ominaiskulutuksia -taulukon mukaan yksityisen palvelusektorin toimistorakennuksen sähkön ominaiskulutuksen mediaani on 22,3 kWh/r-m³ (Motiva 2018). Eli tämän perusteella arvioituna kohteen sähkönkulutus vuodessa olisi arviolta 156 100 kWh. Ko. ominaiskulutuksen vaihteluväli on kuitenkin todella suuri ja mitatun kulutuksen mukaan laskettuna saatu noin 40 kWh/r-m³ mahtuu myös ao. vaihteluväliin (liite 1).

Rakennuksessa työskennellään arkisin toimistoaikana eli noin 8 tuntia päivässä. Sähköä kuluu käytännössä valaistukseen, ilmanvaihtoon, serverihuoneen laitteisiin ja muihin toimiston tavanomaisiin sähkölaitteisiin. Näistä erityisesti valaistuksen osuus laskee minimiin työajan ulkopuolella. Ilmanvaihdon mahdollisista automaattitai vuorokausisäädöistä ei ole tietoa. Koska käytettävissä ei ole tarkempaa sähkönkulutusdataa ja profiilia siitä, miten kulutus vaihtelee vuorokauden ja vuoden aikana, käytetään mitattua marraskuun 2019 sähkönkulutusta mitoituksen lähtökohtana.

3 MALLINNUS JA MITOITUS

Aurinkosähköjärjestelmän eli PV-järjestelmän (photovoltaic) mitoituksen tukena voidaan käyttää 3D-mallinnusta. Mallinnuksessa lähdettiin liikkeelle selvittämällä, kuinka paljon paneelitehoa katolle varjostukset huomioiden mahtuu. Mallissa käytettiin tyypillistä noin 1,65 m x 1 m paneelikokoa ja 300 Wp paneelitehoa. Kallistukseksi valittiin tasakattoasennuksissa käytetty maltillinen 15 astetta ja asennustavaksi niin sanottu kelluva eli painoperustainen asennus. Vastaava asennustapa ja kallistuskulma ovat käytössä esimerkiksi 2018 syksyllä valmistuneessa Seaside Industry Park Rauman aurinkovoimala-asennuksessa kilometrin päässä Europortsin toimistolta (Kuva 3).



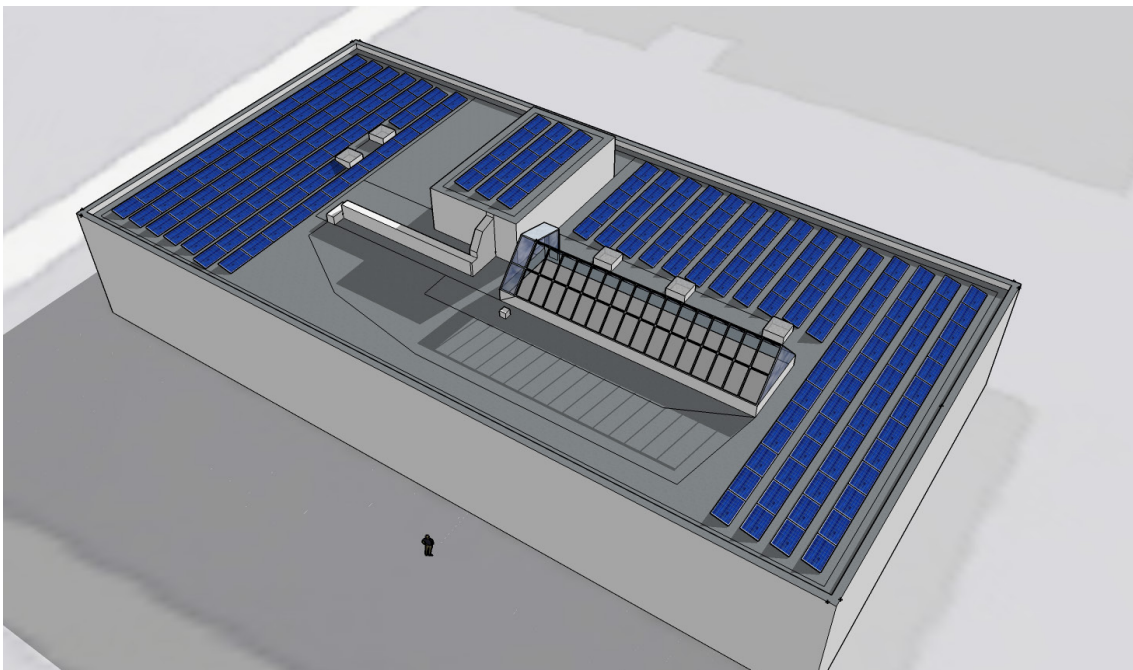
Kuva 3. Esimerkki asennuksesta SeaSide Industry Park Rauman aurinkovoimalasta. Kuva: Teemu Heikkinen.

Maltillisella kallistuksella paneelirivien keskinäisen varjostuksen vaikutus pienenee, rivit voivat olla lähempänä toisiaan ja saadaan asennettua enemmän paneelitehoa kattopinta-alaa kohti. Tällöin voidaan käyttää myös kustannustehokkaampia ja yhtenäisempiä telineratkaisuja, joissa telinerakenne voi jatkua riviltä toiselle. Tuulipellit estävät tuulen pääsyn paneelien alle ja toimivat samalla telineenä betonipainoille.

Varjostusten huomioiminen on tärkeää PV-tekniikan hyödyntämisessä yksittäisen paneelin kennojen ja vierekkäisten paneelien sarjakytkennän takia. Käytännössä jo osittainen yksittäisen paneelin varjostus vaikuttaa koko paneelisarjan tehoon vastaavasti kuin yhden paneelin tehoon. Varjostushäviöiden kompensoimiseen on olemassa myös teknologisia ratkaisuja, mutta ne lisäävät osaltaan järjestelmän investointikustannuksia. Lähtökohdaksi on siis aina hyvä ottaa mahdollisimman varjovapaa asennus.

3.1 3D-MALLI JA PINTA-ALAN MUKAINEN MAKSIMIJÄRJESTELMÄKOKO (OPTIO 1)

Kohderakennuksesta laadittiin SketchUp-piirto-ohjelmalla 3D-malli, jossa rakennus mallinnettiin sijainnin, ulkomittojen ja erityisesti katon mittojen ja katolle sijoittuvien kattorakenteiden osalta. Mallinnuksen avulla saatiin laskettua katolle mahtuvien PV-paneelien maksimimäärä huomioiden kattopinnasta koholla olevat rakenteet, niiden varjostusvaikutukset sekä perättäisten paneelirivien keskinäiset varjostusvaikutukset eri vuoden ja vuorokauden aikoina. Kuvassa 4 on kuvakaappaus piirretystä mallista lisättyinä pinta-alakohtaisella maksimipaneelimäärällä.



Kuva 4. Toimistorakennusmalli ja 210 paneelin järjestelmä. Riviväli n. 0,5m.

IV-konehuoneen katto mukaan lukien katolle mahtuisi minimirivivälillä järkevästi yhteensä 210 paneelia, mistä valitulla 300 Wp:n paneeliteholla kokonaisnimellistehoksi saataisiin 63 kWp. Tämän järjestelmän arvioitu vuosituotanto olisi noin 51 000 kWh. Taulukkoon 1 on koottu koko kattopinnan kattavien järjestelmävaihtoehtojen paneelimäärät, kokonaispaneelitehot varjostushäviöt ja tuottoarviot eri rivivälvaihtoehtoilla. Taulukosta nähdään esimerkiksi, että erot varjostushäviöissä eri riviväleillä ovat varsin pienet.

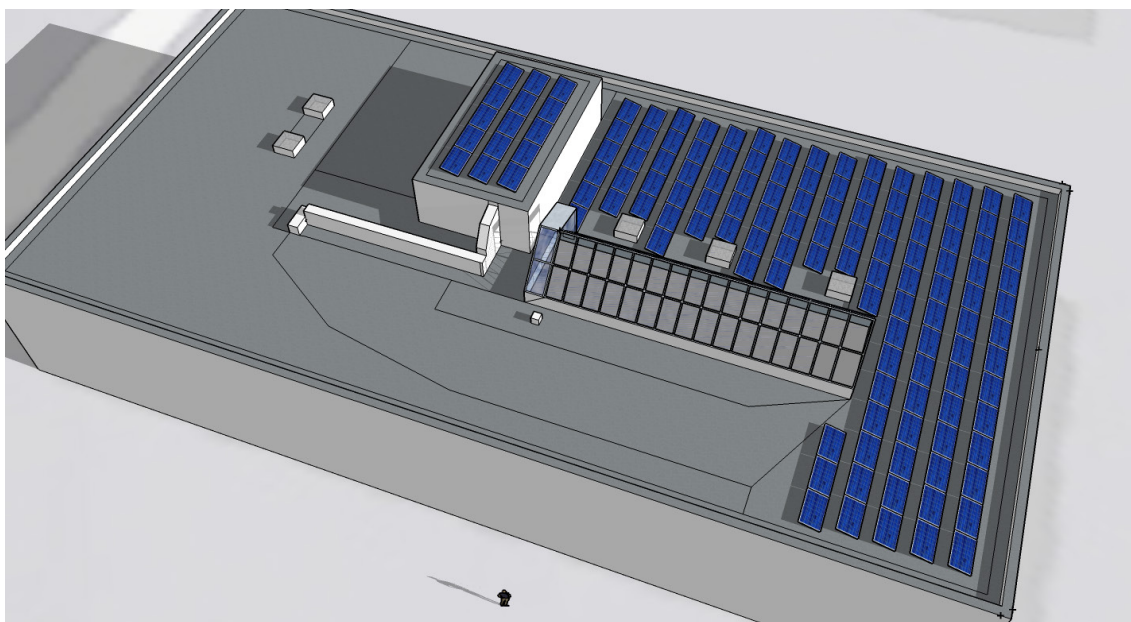
Taulukko 1. Koko katon järjestelmät, rivivälit, paneelimäärät, tehot ja tuotot.

Riviväli (m)	Paneeli (kpl)	Teho (Wp)	Varjostushäviö %	Tuotto (kWh/a)
0,5	210	63 000	1,4	51 242
1	157	47 100	1,2	38 380
1,5	128	38 400	1,1	31 328

Kuvan 4 mukainen 63 kWp:n järjestelmä tuottaisi PVGIS-simuloinnin mukaan parhaimpina tunteina noin 50 kWh, mikä on noin 80 % verrattuna nimellistehon mukaiseen tuottoon (Photovoltaic Geographical Information System, PVGIS 2019). Tämä olisi reilusti sen mitä rakennus mittausten mukaan kuluttaa keskimäärin tunnissa (32 kWh). Eli näinä aurinkoisina tunteina, etenkin viikonloppuisin, sähköä ”valuisi” kulutettavaksi myös muualla alueen sähköverkossa kuin vain toimistorakennuksessa, tässä tapauksessa kuitenkin saman toimijan rakennuksissa.

3.2 MAKSIMIKULUTUKSEN MUKAINEN JÄRJESTELMÄKOKO (OPTIO 2)

Toinen vaihtoehto on määrittää järjestelmän koko niin, että parhaimmillakin tuotantotunneilla kaikki sähkö tulisi laskennallisesti käytetyksi itse toimistorakennuksessa. Eli lähdetään liikkeelle siitä, että parhaimpien tuntien tuotto olisi noin 32 kWh. Samalla logiikalla kuin edellä järjestelmän nimellistehoksi saataisiin noin 40 kWp, mikä tarkoittaisi noin 133 kappaletta 300 Wp:n paneelia. Kuvassa 5 on esitetty mahdollinen paneelien layout, jossa on mallinnettu 39 kWp:n järjestelmä katolle. Suunnitelmassa keskittiin paneelit katon lounaispäähän, jolloin sähkövedot ja käytetystä järjestelmästä riippuen myös asennustelinemateriaalit saadaan minimoitua.



Kuva 5. 39 kWp (130 paneelia) järjestelmän mahdollinen paneeli-layout.



4 KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS

Laskettaessa aurinkosähkövoimalan taloudellista kannattavuutta ovat tarvittavat muuttujat ainakin: investointikustannus, voimalan vuosituotantoarvio, sähkön hinta ja arvio sen tulevasta hintakehityksestä sekä mahdollisen lainarahan hinta. Taloudellista kannattavuutta arvioidessa hyödynnettiin FinSolar-hankkeessa kehitettyä aurinkosähkön kannattavuuslaskuria (FinSolar kannattavuuslaskuri 2017).

4.1 KUSTANNUKSET JA TUOTANTOARVIO

Investointikustannusarviota varten kysyttiin ao. kokoluokille hinta-arvioita Pori Energialta (joulukuussa 2019). 63 kWp voimalalle hinnaksi saatiin noin 950 €/kWp eli 59 850€ ja 39 kWp voimalalle noin 1025 €/kWp eli noin 40 000 €.

Järjestelmän vuosituotantoarviossa käytettiin referenssinä SeaSide Industry Park Rauman (SIPRan) aurinkovoimalan vuonna 2019 toteutunutta tuotantoa. Kyseisen järjestelmän Solar Log tietojen mukaan vuoden 2019 tuotanto oli noin 443 MWh, mistä yhden kWp tuotannoksi saadaan noin 895 kWh/a (Solar Log, Naps Solar Systems Oy 2020). Paneelien suuntaus SIPRan voimalassa on lähes suoraan etelään, kun vastaavasti Europortsin toimistorakennuksessa suuntaus olisi noin 37 astetta etelästä länteen. Tästä johtuen vuosituotto olisi PVGISin mukaan reilut kaksi prosenttia heikempi. Yhden kWp vuosituotannoksi saadaan arviolta siten noin 875 kWh.

4.2 KANNATTAVUUS

Edellä mainittujen tietojen lisäksi laskuriin lisättiin vielä 0,2 % sähkön hinnan nousun arvio, 20 % investointituki, 2,0 % rahoituskorko, 10 % invertterin vaihdon kustannus ja 0,1 % vuotuiset ylläpitokulut. Näillä parametreilla takaisinmaksuajaksi investoinnille saadaan 15 vuotta. Ilman 20 % investointitukea takaisinmaksu aika nousee 22 vuoteen. Business Finlandin myöntämä energiatuki aurinkosähköhankkeille siis tekee hankinnasta selkeästi kannattavamman, mutta tässä kokoluokassa ja näillä sähkön ja voimalan hinnoilla esim. kymmenen vuoden takaisinmaksuajasta

jäädään vielä kauas. Lisätietoa energiatuesta löytyy <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki/>. Taulukossa 2 näkyy tarkemmin kaikki laskurissa käytetyt lähtötiedot 63 kWp voimalalle. 63 kWp voimalan kannattavuuslaskurin tulokset on esitetty liitteessä 2. Vastaavasti liitteestä 3 löytyy tulokset 39 kWp voimalan osalta. Sen takaisinmaksuajaksi saatiin tuella 18 vuotta ja 25 vuotta ilman tukea.

Taulukko 2. 63 kWp aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuslaskurin lähtötiedot.

Tiedot aurinkosähköjärjestelmän asennuskohteesta ja vertailukustannuksista:

Sähköenergian ostohinta	3,247	snt/kWh
Energiaperusteinen sähkön siirtohint	3,0	snt/kWh
Sähkövero ja huoltovarmuusmaksu	2,253	snt/kWh
Ostosähkön arvonnlisävero	0 %	%
<i>Välitulos: aurinkosähkön vertailuhinta eli aurinkosähkön vaihtoehtoiskustannus</i>	8,50	snt/kWh
Arvio vertailuhinnan noususta	0,2%	%/vuosi
Aurinkosähkön asennuskohteen (kiinteistö/ kiinteistöryhmä) sähkönkulutus	281 800	kWh/v

Tiedot hankittavasta aurinkosähköjärjestelmästä ja sen investointikustannuksista:

Aurinkosähköjärjestelmän koko tehona Wp	63,0	kWp
<i>Välitulos: järjestelmän koko paneelien pinta-alana noin m2</i>	357	neliometriä
Aurinkosähköjärjestelmän avaimet käteen - investointikustannus € (laitteet ja asennus, myös mahdollinen ALV)	€59 850	euroa
<i>Välitulos: Järjestelmän vertailuhinta ilman tukia</i>	950 €	euroa/kWp
Mahdollinen investointituki, kotitalousvähennys tms. alkuinvestoinnista, %	20 %	
Oma mainos-, brändi- tai ympäristötuki investoinnille €	€0	euroa
<i>Välitulos: Järjestelmän investointikustannus sisältäen mahdolliset tuet €</i>	47 880 €	euroa
Rahoituksen korko	2,0%	
Investoinnin tuottovaatimus	2,0%	
<i>Välitulos: Investoinnin laskentakorko</i>	4,0%	
Aurinkosähkön oman käytön osuus, %	95 %	
Aurinkosähkön myyntihinta verkkoon snt/kWh	3,2	snt/kWh
Inverterin vaihdon kustannus, osuus alkuinvestoinnista.	10 %	
Vuotuiset ylläpitokulut (vakuutukset, huolto tms. kulut) % alkuinvestoinnista	0,1 %	
Aurinkosähkön vuosituotto järjestelmän sijainnin mukaan	875	kWh/kWp
<i>Välitulos: aurinkosähköjärjestelmän vuosituotto alussa</i>	55125	kWh
Aurinkovoimalan vuosittainen sähköntuotannon vähenemä %/v	-0,5%	%

5 HERKKYYSTARKASTELU JA YHTEENVETO

Merkittävimmät aurinkovoimalainvestoinnin kannattavuuteen vaikuttavat tekijät ovat investointikustannus, korvattavan sähkön vertailuhinta sekä mahdollinen investointituki. Taulukoihin 5 ja 6 on koottu vaikutukset 63 kWp voimalan investoinnin takaisinmaksuajaksi eri investointikustannuksilla (€/kWp) ja sähkön kokonaishinnoilla (snt/kWh). Taulukon 5 arvot on laskettu 20 % investointituella ja taulukon 6 ilman tukea. Taulukoihin on korostettu laskettu takaisinmaksuajaksi eli investointituella 15 vuotta ja ilman tukea 22 vuotta. Taulukoiden avulla voidaan karkeasti arvioida investoinnin kannattavuutta investointikustannuksen tai sähkön hinnan muuttuessa. Vihreällä värillä on värjätty solut, jotka näyttävät takaisinmaksuajaksi 10 vuotta tai alle.

Taulukko 5. 63 kWp voimalan kannattavuuden herkkyyssarviointi. Investointituki 20 %.

Sähkö (snt/kWh)	Voimalan yksikköhinta (€/kWp)				
	1000	950	900	850	800
8,0	18	17	16	13	12
8,5	17	15	13	12	11
9,0	15	13	12	11	10
9,5	13	12	11	10	10
10,0	12	11	10	10	9
10,5	11	11	10	10	8
11,0	11	10	9	9	8

Taulukko 6. 63 kWp voimalan kannattavuuden herkkyyssarviointi. Investointituki 0 %.

Sähkö (snt/kWh)	Voimalan yksikköhinta (€/kWp)				
	1000	950	900	850	800
8,0	26	24	22	20	18
8,5	24	22	20	18	16
9,0	21	20	18	17	15
9,5	20	18	17	15	13
10,0	18	17	15	13	12
10,5	17	16	13	12	11
11,0	16	14	12	12	11

Takaisinmaksuajat ovat suuntaa-antavia. PV-voimaloiden hinnat ovat tulleet alas koko ajan jo pitkään ja oletettavasti sama suuntaus jatkuu tulevaisuudessakin. Jo nykyisin saa todennäköisesti tarjouksia, jotka alittavat käytetyn referenssihinnan. Huomattava on myös järjestelmän kokoluokan vaikutus yksikköhintaan. Lisäksi sähkön kokonaishinnoissa on eroja eri yritysten ja energiayhtiöiden välillä. Varsinkin sähkönsiirtohinnoissa on nousseet viime vuosina ja kehitys näyttää jatkuvan. Näin ollen yrityksestä riippuen investointi aurinkosähkövoimalaan voi olla jo hyvinkin kannattavaa. Jos aurinkoenergian hyödyntäminen kiinnostaa tarjouksia kannattaa siis kysellä ja selvittää asia.

LÄHDELUETTELO

FinSolar kannattavuuslaskuri. 2017. Haettu 17.1.2020 <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VEzwSvQAHUVtIhCYhL4-WoBajY5KUXyuC9WRRuuc2VM/edit#gid=279239804>

Motiva. 2018. Palvelusektorin ominaiskulutuksia. Haettu 3.12.2019 https://www.motiva.fi/files/15570/Palvelusektorin_ominaiskulutukset_2011-2017.pdf

Photovoltaic Geographical Information System, PVGIS (Version 5). 2019. Euroopan komissio. Haettu 4.12.2019 https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

Solar Log, Naps Solar Systems Oy. 2020. Seaside Industry Park H-halli. Haettu 30.1.2020 https://napssystemssolarlog-web.eu/SIP_H_halli.html

SÄHKÖ

Kohteet vuosilta 2011-2017, 1358 kohdetta

Palvelusektorin ominaiskulutuksia, sähkö (Motiva 2018)

Tyyppi	Kohteita kpl	Tilavuus 1000 r-m³	Sähkö - ominaiskulutus (kWh/r-m³)																
			Min	5 %	10 %	Ennen energiatarkastelun alku	Med	Yläkv	90 %	95 %	Max								
TK 1994																			
11 Myymälä-rakennukset (pois lukien Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset)	47	1 380	5,6	9,2	9,9	15,2	19,3	123,3	173,2	185,5	264,1								
112 Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset	35	3 522	1,6	2,7	6,7	14,7	27,6	43,9	60,7	65,3	95,0								
12 Majoitusliikerrakennukset	15	406	4,6	5,2	5,6	10,3	30,8	37,9	53,2	68,5	90,4								
13 Asuntolarakennukset	9	121	10,8	11,3	11,7	17,9	23,8	31,7	34,4	35,5	36,6								
14 Ravintolat	6	43	24,6	24,8	25,0	26,9	33,9	64,2	102,4	116,8	131,2								
15 Toimistorakennukset (kaikki)	203	6 728	0,1	7,9	9,6	13,4	19,8	26,5	39,9	59,4	339,1								
15 Toimistorakennukset, julkinen palvelusektori	73	1 380	5,6	9,2	9,9	15,2	19,3	123,3	173,2	185,5	264,1								
15 Toimistorakennukset, yksityinen palvelusektori	123	5 453	0,1	8,6	9,5	13,4	22,3	27,5	34,9	45,1	339,1								
16 Liikenteen rakennukset	19	259	3,5	5,1	6,8	11,5	51,4	422,5	474,3	490,9	597,6								
21 Terveystieteiden rakennukset (pois lukien Terveyskeskukset ja -asemat)	27	1 342	17,0	17,6	18,6	23,6	31,0	42,5	54,2	57,2	62,2								
214 ja 219 Terveyskeskukset ja -asemat	55	774	6,9	12,3	14,1	17,9	24,0	30,3	34,2	37,2	49,8								
22 Huoltaitorakennukset (pois lukien Vanhainkodit)	21	112	8,5	9,6	11,1	16,4	20,8	31,3	34,8	47,0	48,7								
221 Vanhainkodit	34	447	11,0	16,0	17,5	20,7	26,5	32,6	41,6	47,3	78,5								
23 Muut sosiaali-toimen rakennukset (pois lukien Päiväkodit)	15	107	1,7	4,8	8,1	13,7	19,6	26,6	27,2	27,3	27,4								
231 Päiväkodit	207	746	2,7	11,9	13,6	16,7	21,6	26,8	32,7	36,2	91,0								
31 Teatteri- ja konserttirakennukset	8	272	6,3	7,1	7,8	12,9	15,5	16,6	17,3	17,8	18,2								
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	28	226	5,2	7,3	9,6	11,5	14,7	21,2	28,0	31,0	35,0								
33 Seura- ja kerhorakennukset	21	92	3,7	5,1	5,2	6,6	11,4	16,0	22,0	24,8	28,2								
34 Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset	12	96	4,4	6,0	7,4	12,4	14,9	20,8	34,1	40,2	46,0								
35 Urheilu- ja kulttuurirakennukset (pois lukien Jää- ja uimahallit)	29	571	1,8	2,5	5,9	8,6	13,1	21,7	37,3	40,5	78,2								
351 Jäähallit	9	648	4,6	7,6	10,7	25,2	27,5	34,6	40,0	41,4	42,7								
352 Uimahallit	9	153	39,1	39,2	39,3	39,7	45,5	62,2	76,8	83,2	89,6								
36 Muut kokoon-tumISRakennukset	10	89	1,6	2,6	3,6	6,7	11,3	17,4	56,1	74,7	93,2								
51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset	263	4 534	2,7	8,5	9,9	12,0	14,5	18,3	22,9	30,2	79,2								
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	32	1 023	6,6	11,6	12,2	14,0	17,1	24,0	31,3	36,3	170,1								
53 Korkeakoulu- ja tutkimuslaitosrakennukset	11	562	12,7	13,5	14,3	16,5	22,1	36,5	45,7	57,7	69,8								
54 Muut opetusrakennukset	9	38	7,2	8,4	9,7	11,8	15,5	22,3	30,9	32,5	34,1								
71 Varastorakennukset	8	862	5,9	6,4	7,0	7,8	13,6	18,4	37,4	56,8	76,2								
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	23	183	4,5	5,5	7,1	10,1	18,6	21,8	24,1	27,7	29,2								
89 Muut maatalousrakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd								
93 Muut rakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd								

63 kWp voimalan kannattavuuslaskurin tulokset (sis. investointituki 20 %).

Aurinkosähkön tuotto- ja talouslaskelmat elinkaaren aikana:													
Järjestelmän elinikä vuosina	Oman sähköntuotannon arvo ja myyntituotot €	Investointi- ja ylläpito-kustannukset €	Kassavirta €/v	Investoinnin sisäisiä korkokantoja % (IRR)	Investoinnin kumulatiivinen tuotto €/v (0% korko)	Investoinnin nettontykyarvoja (NPV) valitulla laskentakorolla	Takaisinmaksuaika investoinnin laskentakorolla	Ostosähkön hinta [eur/kWh]	Myyntiin menevän ylijäämänsähkön hinta	Aurinkosähkön tuotanto kWh/v	Aurinkosähkön tuotantohinta LCOE [eur/kWh]		
0	0,0 €	-47 880,0 €	-€47 880		-47 880 €					0			
1	4 540,8 €	-47,9 €	€4 493	-90,6%	-43 387 €	-41 884 €	1	0,09 €	0,03 €	55 125	0,44 €		
2	4 527,2 €	-47,9 €	€4 479	-64,4%	-38 908 €	-37 902 €	1	0,09 €	0,03 €	54 849	0,29 €		
3	4 513,5 €	-47,9 €	€4 466	-44,1%	-34 442 €	-34 085 €	1	0,09 €	0,03 €	54 575	0,22 €		
4	4 500,0 €	-47,9 €	€4 452	-30,4%	-29 990 €	-30 426 €	1	0,09 €	0,03 €	54 302	0,18 €		
5	4 486,4 €	-47,9 €	€4 439	-21,0%	-25 551 €	-26 918 €	1	0,09 €	0,03 €	54 031	0,15 €		
6	4 472,9 €	-47,9 €	€4 425	-14,5%	-21 126 €	-23 555 €	1	0,09 €	0,03 €	53 761	0,13 €		
7	4 459,4 €	-47,9 €	€4 412	-9,7%	-16 715 €	-20 332 €	1	0,09 €	0,03 €	53 492	0,11 €		
8	4 446,0 €	-47,9 €	€4 398	-6,2%	-12 317 €	-17 242 €	1	0,09 €	0,03 €	53 224	0,10 €		
9	4 432,6 €	-47,9 €	€4 385	-3,5%	-7 932 €	-14 280 €	1	0,09 €	0,03 €	52 958	0,09 €		
10	4 419,3 €	-47,9 €	€4 371	-1,4%	-3 561 €	-11 440 €	1	0,09 €	0,03 €	52 693	0,08 €		
11	4 406,0 €	-47,9 €	€4 358	0,3%	798 €	-8 718 €	1	0,09 €	0,03 €	52 430	0,08 €		
12	4 392,7 €	-47,9 €	€4 345	1,6%	5 142 €	-6 109 €	1	0,09 €	0,03 €	52 168	0,07 €		
13	4 379,5 €	-47,9 €	€4 332	2,7%	9 474 €	-3 607 €	1	0,09 €	0,03 €	51 907	0,06 €		
14	4 366,3 €	-47,9 €	€4 318	3,6%	13 792 €	-1 209 €	1	0,09 €	0,03 €	51 647	0,07 €		
15	4 353,2 €	-6 032,9 €	-€1 680	3,3%	12 113 €	-2 106 €	1	0,09 €	0,03 €	51 389	0,06 €		
16	4 340,1 €	-47,9 €	€4 292	4,0%	16 405 €	97 €	0	0,09 €	0,03 €	51 132	0,06 €		
17	4 327,0 €	-47,9 €	€4 279	4,7%	20 684 €	2 210 €	0	0,09 €	0,03 €	50 877	0,06 €		
18	4 314,0 €	-47,9 €	€4 266	5,2%	24 950 €	4 235 €	0	0,09 €	0,03 €	50 622	0,06 €		
19	4 301,0 €	-47,9 €	€4 253	5,6%	29 203 €	6 176 €	0	0,09 €	0,03 €	50 369	0,05 €		
20	4 288,1 €	-47,9 €	€4 240	6,0%	33 444 €	8 036 €	0	0,09 €	0,03 €	50 117	0,05 €		
21	4 275,2 €	-47,9 €	€4 227	6,3%	37 671 €	9 820 €	0	0,09 €	0,03 €	49 867	0,05 €		
22	4 262,3 €	-47,9 €	€4 214	6,6%	41 885 €	11 530 €	0	0,09 €	0,03 €	49 617	0,05 €		
23	4 249,5 €	-47,9 €	€4 202	6,8%	46 087 €	13 169 €	0	0,09 €	0,03 €	49 369	0,05 €		
24	4 236,7 €	-47,9 €	€4 189	7,0%	50 276 €	14 740 €	0	0,09 €	0,03 €	49 122	0,04 €		
25	4 223,9 €	-47,9 €	€4 176	7,2%	54 452 €	16 247 €	0	0,09 €	0,03 €	48 877	0,04 €		
26	4 211,2 €	-47,9 €	€4 163	7,4%	58 615 €	17 691 €	0	0,09 €	0,03 €	48 632	0,04 €		
27	4 198,5 €	-47,9 €	€4 151	7,5%	62 766 €	19 075 €	0	0,09 €	0,03 €	48 389	0,04 €		
28	4 185,9 €	-47,9 €	€4 138	7,7%	66 904 €	20 402 €	0	0,09 €	0,03 €	48 147	0,04 €		
29	4 173,3 €	-47,9 €	€4 125	7,8%	71 029 €	21 674 €	0	0,09 €	0,03 €	47 907	0,04 €		
30	4 160,7 €	-47,9 €	€4 113	7,9%	75 142 €	22 893 €	0	0,09 €	0,03 €	47 667	0,04 €		
YHTENSÄ	72 922,9 €	-55 301,4 €					15			1539264			

39 kWp voimalan kannattavuuslaskurin tulokset (sis. investointituki 20 %).

Aurinkosähkön tuotto- ja talouslaskelmat elinkaaren aikana:												
Järjestelmän elinkaä vuosina	Oman sähköntuotannon arvo ja myyntituotot €	Investointi- ja ylläpito-kustannukset €	Kassavirta €/v	Investoinnin sisäisiä korkokantoja % (IRR)	Investoinnin kumulatiivinen tuotto €/v (0% korko)	Investoinnin nettovykyarvoja (NPV) valitulla laskentakorolla	Takaisinmaksua ika investoinnin laskentakorolla	Ostosähkön hinta [eur/kWh]	Myyntiin menevän ylijäämänsähkön hinta	Aurinkosähkön tuotanto kWh/v	Aurinkosähkön tuotantohinta LOCE [eur/kWh]	
0	0,0 €	-31 980,0 €	-€31 980		-31 980 €			0,08 €		0		
1	2 795,0 €	-32,0 €	€2 763	-91,4%	-29 217 €	-28 195 €	1	0,08 €	0,03 €	34125		
2	2 786,5 €	-32,0 €	€2 755	-66,0%	-26 462 €	-25 747 €	1	0,08 €	0,03 €	33954	0,47 €	
3	2 778,2 €	-32,0 €	€2 746	-46,0%	-23 716 €	-23 399 €	1	0,08 €	0,03 €	33785	0,31 €	
4	2 769,8 €	-32,0 €	€2 738	-32,3%	-20 978 €	-21 149 €	1	0,09 €	0,03 €	33616	0,24 €	
5	2 761,5 €	-32,0 €	€2 729	-22,9%	-18 249 €	-18 992 €	1	0,09 €	0,03 €	33448	0,19 €	
6	2 753,1 €	-32,0 €	€2 721	-16,3%	-15 528 €	-16 924 €	1	0,09 €	0,03 €	33280	0,16 €	
7	2 744,9 €	-32,0 €	€2 713	-11,4%	-12 815 €	-14 942 €	1	0,09 €	0,03 €	33114	0,14 €	
8	2 736,6 €	-32,0 €	€2 705	-7,8%	-10 110 €	-13 041 €	1	0,09 €	0,03 €	32948	0,12 €	
9	2 728,4 €	-32,0 €	€2 696	-5,0%	-7 414 €	-11 220 €	1	0,09 €	0,03 €	32784	0,11 €	
10	2 720,1 €	-32,0 €	€2 688	-2,8%	-4 726 €	-9 474 €	1	0,09 €	0,03 €	32620	0,10 €	
11	2 712,0 €	-32,0 €	€2 680	-1,1%	-2 046 €	-7 800 €	1	0,09 €	0,03 €	32457	0,09 €	
12	2 703,8 €	-32,0 €	€2 672	0,3%	626 €	-6 195 €	1	0,09 €	0,03 €	32294	0,08 €	
13	2 695,7 €	-32,0 €	€2 664	1,4%	3 290 €	-4 657 €	1	0,09 €	0,03 €	32133	0,08 €	
14	2 687,5 €	-32,0 €	€2 656	2,4%	5 945 €	-3 182 €	1	0,09 €	0,03 €	31972	0,07 €	
15	2 679,5 €	-4 029,5 €	-€1 350	1,9%	4 595 €	-3 903 €	1	0,09 €	0,03 €	31812	0,07 €	
16	2 671,4 €	-32,0 €	€2 639	2,8%	7 235 €	-2 548 €	1	0,09 €	0,03 €	31653	0,07 €	
17	2 663,3 €	-32,0 €	€2 631	3,4%	9 866 €	-1 249 €	1	0,09 €	0,03 €	31495	0,07 €	
18	2 655,3 €	-32,0 €	€2 623	4,0%	12 489 €	-4 €	1	0,09 €	0,03 €	31338	0,06 €	
19	2 647,3 €	-32,0 €	€2 615	4,5%	15 105 €	1 189 €	0	0,09 €	0,03 €	31181	0,06 €	
20	2 639,4 €	-32,0 €	€2 607	4,9%	17 712 €	2 334 €	0	0,09 €	0,03 €	31025	0,06 €	
21	2 631,4 €	-32,0 €	€2 599	5,2%	20 312 €	3 431 €	0	0,09 €	0,03 €	30870	0,05 €	
22	2 623,5 €	-32,0 €	€2 592	5,5%	22 903 €	4 482 €	0	0,09 €	0,03 €	30715	0,05 €	
23	2 615,6 €	-32,0 €	€2 584	5,8%	25 487 €	5 490 €	0	0,09 €	0,03 €	30562	0,05 €	
24	2 607,7 €	-32,0 €	€2 576	6,0%	28 062 €	6 456 €	0	0,09 €	0,03 €	30409	0,05 €	
25	2 599,9 €	-32,0 €	€2 568	6,2%	30 630 €	7 382 €	0	0,09 €	0,03 €	30257	0,05 €	
26	2 592,1 €	-32,0 €	€2 560	6,4%	33 190 €	8 270 €	0	0,09 €	0,03 €	30106	0,04 €	
27	2 584,3 €	-32,0 €	€2 552	6,6%	35 743 €	9 121 €	0	0,09 €	0,03 €	29955	0,04 €	
28	2 576,5 €	-32,0 €	€2 545	6,7%	38 287 €	9 937 €	0	0,09 €	0,03 €	29805	0,04 €	
29	2 568,7 €	-32,0 €	€2 537	6,8%	40 824 €	10 719 €	0	0,09 €	0,03 €	29656	0,04 €	
30	2 561,0 €	-32,0 €	€2 529	7,0%	43 353 €	11 469 €	0	0,09 €	0,03 €	29508	0,04 €	
YHTEENSÄ	44 885,2 €	-36 936,9 €					18			952878		

Raportissa keskitytään aurinkosähkön hyödyntämisen mahdollisuuksiin ja kannattavuuteen meriklusterissa käytännönläheisen esimerkin kautta. Kohderakennuksena toimii SataMari-hankkeen pilottialustan, Euroports Rauma Oy:n toimistorakennus, josta saatuja todellisia tietoja selvityksessä käytetään. Esimerkki on hyödynnettävissä myös muihin kokoluokaltaan ja olosuhteiltaan vastaaviin aurinkosähköprojekteihin niin meriklusterissa kuin laajemminkin teollisuudessa ja yhteiskunnassa.

ISSN 2323-8356 | ISBN 978-951-633-303-1

samk

