

Timo Jussilainen & Heikki Riikola

IIN AURINKOENERGIAPUISTO

IIN AURINKOENERGIAPUISTO

Timo Jussilainen & Heikki Riikola
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Maaseutuelinkeinot
Oulun ammattikorkeakoulu Oy

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu Oy
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Agrologi

Tekijät: Timo Jussilainen & Heikki Riikola
Opinnäytetyön nimi: Iin aurinkoenergiapuisto

Työn ohjaaja: Jarmo Kastikainen

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syksy 2015

Sivumäärä: 62+1

Opinnäytetyössä selvitettiin Iihin suunnitellun aurinkoenergiapuiston taloudellinen kannattavuus. Siinä tarkasteltiin aurinkoenergialaitteistojen kokonaisinvestointia ja laskettiin tilaajan toivoman laitteiston investoinnin suuruus ja sen kannattavuus. Työn tilaajina oli Iin Micropolis Oy sekä Iilaakso Oy.

Tilaaja halusi hyödyntää vanhaa, tuotannosta poistunutta turvesuota aurinkoenergiapuiston perustamiseen. Paikallisen sähköyhtiön verkkorajoitusten vuoksi voimalan kokoa jouduttiin pienentämään huomattavasti alkuperäisestä suunnitelmasta, joten työhön lisättiin vaihtoehdoksi paikallisten teollisuuskiinteistöjen kattopinta-alojen hyödyntämisen mahdollisuus aurinkoenergian tuottamiselle. Lisäksi aurinkoenergian tuottamiselle haluttiin näkyvyyttä paikkakunnalla. Se päätettiin toteuttaa ns. imagopuiston avulla, joka sijoitettaisiin näkyvälle paikalle Valtatie 4:n varrelle.

Turvetuotantoalueiden yleisen syrjäisen sijainnin vuoksi alueella tuotettu energia tulee syöttää kokonaisuudessaan suoraan sähköverkkoon, mikä laskee kannattavuutta. Kannattavuuslaskelmissa huomioitiin verkkoon liittymisen rajoitukset ja liittymisestä johtuvat kustannukset. Sähköverkkojen sijainnit ja liittymismahdollisuudet ovat tärkeitä selvityskohteita suunniteltaessa puiston sijoituspaikkaa.

Aurinkovoimalan sijoittaminen kiinteistöjen katoille ja niiltä saatavan energian hyödyntäminen kokonaisuudessaan kyseisissä kiinteistöissä parantaa aurinkoenergiahankkeen kannattavuutta, koska silloin vältetään sekä sähkönsiirtomaksulta että sähköverolta.

Tuloksia tarkasteltaessa huomattiin, että aurinkoenergialla tuotetusta sähköstä tulisi saada noin 3 snt/kWh korkeampaa hintaa verrattuna sähkön keskihintaan tällä hetkellä. Tällöin aurinkovoimalaitos olisi taloudellisesti kannattava. Tässä vaiheessa markkinoinnilla on suuri vaikutus investoinnin onnistumiselle. Kirjallisuutta apuna käyttäen selvitettiin, millä markkinoinnin keinoilla voidaan vaikuttaa hintakilpailukyvyttömän sähkönhinnan muodostumiseen.

Nykyisellä tasolla aurinkosähkön markkinointi on suhteellisen näkymätöntä verrattuna tuuli- ja vesisähkön markkinointiin. Toki aurinkosähkön tuotanto on vielä marginaalista, mutta vähäisenkin tuotetun sähkön markkinointiin tulisi keskittyä, jotta asiakaskunta saataisiin vakiinnutettua ja tuotantoa tulevaisuudessa kasvatettua, jolloin myös energian hinta laskee. Lisääntyvään kysyntään on helpompi reagoida kuin ylituotantoon ja sen markkinointiin.

Asiasanat: Aurinkoenergia, aurinkosähkö, aurinkoenergiapuisto, Ii, imagopuisto, kannattavuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Agricultural and Rural industries

Authors: Timo Jussilainen & Heikki Riikola

Title of thesis: Solar energy park in Ii

Supervisor: Jarmo Kastikainen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2015 Number of pages: 62+1

This thesis deals with a solar energy park in Ii and the cost-effectiveness of the project. The clients are Micropolis Oy and Iilaakso Oy. This thesis researches investment opportunities in solar energy park installations and calculates the right size for the system.

The location of the solar energy park is an old peat bog, where there is no production. The local grid limits the solar energy park size to one megawatt. This thesis includes calculations for both the solar power plant which will be placed on the roof of the real estate and for the image park on the side of road 4. The image park will give a lot of good publicity to the production of solar energy.

Peat production areas are usually located at remote locations. In this area all produced energy is supplied to the local energy grid. This decreases profitability. The calculations take into account the limitations of energy grid accession and the costs from the accession.

Because the solar power plant will be inserted on the roofs of the real estate and the energy it produces will be used entirely on that real estate it improves profitability. In this case the transmission of electricity and tax on electricity lower the annual costs.

Judging by the results we noticed that the price of solar energy is too high. Consumer would have to pay about three cents/kwh more than for basic electricity, so that the solar energy park would be profitable. At this point marketing has a big role in the success of the investment.

Currently the marketing of photovoltaic is fairly invisible in comparison to wind and water energy marketing. Even though the production of solar power is still marginal, focusing on marketing is important in establishing a consumer base and in increasing production in the future. As a result the price of the energy would decrease. From a marketing point of view it is easier to react to a growing demand than it is to over production.

Keywords: Solar energy, solar energy park, electricity, Ii, image park, cost- effectiveness

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	AURINKOSÄHKÖ.....	7
2.1	Aurinkosähkön tuotannon perusteet.....	7
2.1.1	Erlaiset paneelityypit	8
2.1.2	Muu teknologia.....	10
2.2	Aurinkosähköntuotanto Suomessa.....	10
2.3	Aurinkosähköntuotanto ulkomailla	12
3	AURINKOENERGIAPUISTON PERUSTAMINEN	14
3.1	Aurinkopaneelijärjestelmän hinta.....	14
3.1.1	Aurinkopaneelit, invertterit ja kiinnikkeet	14
3.1.2	Muut investoinnit	16
3.2	Luvat ja selvitykset	16
3.3	Energiatuki	17
3.4	Rahoitus	19
4	ERI AURINKOENERGIARATKAISUT	22
4.1	Tuotannosta poistunut turvetuotantoalue	24
4.2	Kiinteistöjen kattopinta-ala.....	25
4.3	Imagopuisto Valtatie 4:n varrelle	26
5	TULOKSET.....	28
5.1	Energiantuotanto	28
5.2	Kannattavuus nykyarvomenetelmällä.....	31
5.3	Takaisinmaksuaika	31
5.4	Eri vaihtoehtojen laskelmat.....	32
5.4.1	Tuotannosta poistunut turvetuotantoalue	33
5.4.2	Kiinteistöjen kattopinta-ala	36
5.4.3	Imagopuisto Valtatie 4:n varrelle	40
6	MARKKINOINTI.....	45
6.1	Imagomarkkinointi	45
6.2	Aurinkosähkön markkinointi ja sähköstä saatava hinta	46
7	POHDINTA	50
	LÄHTEET.....	52
	LIITE	57

1 JOHDANTO

Tässä työssä lähdettiin selvittämään aurinkoenergiapuiston kannattavuutta lissä Micropolis Oy:n ja lilaakso Oy:n toimeksiannosta. Ensitapaamisissa toimeksiantajat olivat halukkaita perustamaan Suomen suurimman aurinkoenergiapuiston lihin vanhalle tuotannosta poistetulle turvetuotantoalueelle, jonka pinta-alaksi suunniteltiin noin 20 hehtaaria. Ensiselvitysten jälkeen todettiin, että paikallisen sähköyhtiön omistamaan verkkoon voitiin syöttää maksimissaan yhden megawatin tehoinen voimalaitoksen tuotanto. Tästä syystä suunnitelmia muutettiin siten, että voimalan koko jäi yhteen megawattiin. Tämän lisäksi haluttiin selvittää mahdollisuus paneelien asennukselle paikallisten teollisuuskiinteistöjen katoille. Hyödynnettävissä olevalle kattopinta-alalle saataisiin asennettua vajaa kahden megawatin verran aurinkopaneeleita. Lisäksi neuvotteluissa painotettiin näkyvyyttä aurinkoenergian tuottamiselle, joten päädyttiin suunnittelemaan ns. imagopuisto Valtatie 4:n varteen, jossa ohikulkijoita on paljon. Näille vaihtoehdoille laskettiin investoinnin suuruus, kannattavuus ja takaisinmaksuaika. Työssä tarkastellaan myös imagomarkkinointia, sekä haetaan kirjallisuudesta tietoa miksi kuluttaja maksaisi lisähintaa aurinkosähköstä verrattuna markkinahintaiseen sähkөөn.

Keskimääräisellä sähköhinnalla, 5,95 snt/kWh aurinkovoimalaa ei saada kannattavaksi nykyisillä kustannuksilla, joten tärkeään osaan astuu aurinkosähkön markkinointi (Energiamarkkinavirasto 2015, viitattu 9.11.2015). Kannattavuuden saavuttamiseksi on energialle saatava joko imagollista lisäarvoa tai keksittävä muita markkinointikeinoja miksi kuluttaja maksaisi ylihintaa sähköstä. Työssä ei ole selvitetty tarkemmin esimerkiksi turvesuoalueen pohjaratkaisuja tai optimaalisia paneelikulmia kyseiselle alueelle vaan keskityttiin tarkastelemaan taloudellista näkökulmaa. Työn tulosten perusteella toimeksiantaja voi lähteä joko jatkamaan projektia tai jättää sen kesken.

2 AURINKOSÄHKÖ

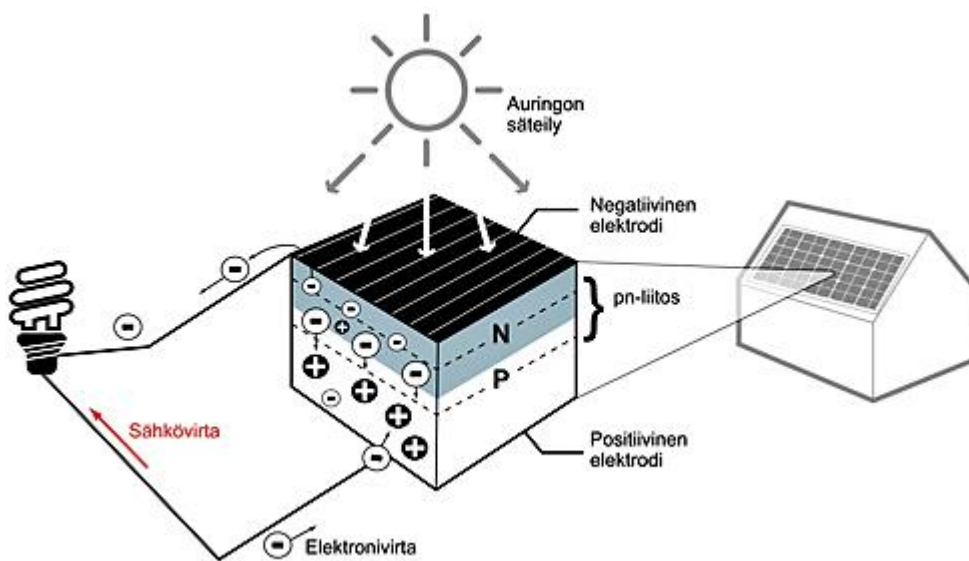
Elämä maapallolla perustuu aurinkoon ja kaikki uusiutuvat energialähteemme ovat peräisin auringon säteilystä. Maahan tulevan auringon säteilynmäärä ylittää moninkertaisesti maapallon tarvitseman energianmäärän ja sitä riittää miljooniksi vuosiksi eteenpäin. Auringon energiaa käytetään hyväksi passiivisesti ja aktiivisesti. Passiivisessa käytössä auringon energia imeytyy esimerkiksi talon rakenneosiin sekä heijastuu ikkunoiden läpi ja varastoituu rakenteisiin, josta se vapautuu yöaikaan, kun ympäröivä ilma viilenee. Edellä mainitussa käytössä ei tarvita erillisiä keräimiä tai kennoja energian käyttöön. Mikäli auringon energiaa halutaan hyödyntää myös muilla keinoin, tarvitaan erilaisia apulaitteita. Keräimillä ja kennoilla voidaan auringon energialla lämmittää vettä ja/tai tuottaa sähköä. (Solpros Oy 2006, viitattu 14.10.2015.)

2.1 Aurinkosähkön tuotannon perusteet

Sähkön tuottamisen mahdollisuus auringosta huomattiin jo vuonna 1839, jolloin ranskalainen Edmund Becquerel havaitsi fysikaalisen ilmiön. Hän huomasi auringon valon muuttuvan sähköksi puolijohdemateriaaleja käytettäessä. Aurinkokennoja alettiin valmistamaan 1880 -luvulla seleenistä, mutta tämä kuitenkin hylättiin, koska seleeni oli kallista verrattuna siitä saatavaan energiaan. 1920 -luvulla luotiin perustaa teorioillemme aurinkokennoista ja niiden tekniikasta. Kennojen valmistaminen piistä huomattiin 1940- 50 -luvulla, jolloin aurinkoenergiaa pyrittiin kehittämään avaruusteknologian tarpeisiin. Siitä lähtien aurinkokennot ovat vakiinnuttaneet paikkaansa meidän energiantuotannossamme. (CA Mätssystem AB 2015, viitattu 29.10.2015.)

Aurinkokennot valmistetaan puolijohdemateriaalista, joka normaaliolosuhteissa eristää, mutta muuttuu sähköä johtavaksi kun siihen kohdistuu energiaa. Nykyisin käytössä on pääsääntöisesti piistä valmistettuja kennoja, jotka ovat aurinkosähkötekniikan peruselementtejä. Ne tuottavat tasasähköä valosähköiseen ilmiöön perustuen. Kennossa on kaksi tasaista puolijohdekerrosta, joiden välissä on rajapinta. Kerrosten ominaisuudet eroavat toisistaan, sillä rajapinnan vastakkaisilla puolilla on n- ja p- tyyppiset puolijohdeet. Auringonsäteily synnyttää puolijohdemateriaalissa elektroniaukko- pareja, joita kennon sisäisen sähkökentän vaikutuksesta voidaan erottaa toisistaan ja käyttää tuottamaan virtaa ulkoiseen kuormaan. (Erat, Erkkilä, Löfgren, Nyman, Peltola & Suokivi 2001, 128–129.)

Aurinkoenergia on auringon säteilemän energian hyödyntämistä sähkö- tai lämpöenergiana. Auringsäteily koostuu fotoneista, jotka ovat hiukkasia. Fotonien tehtävänä on kuljettaa auringon säteilyenergiaa. (Motiva 2014, viitattu 4.11.2015.) Auringon säteilyenergiaa hyödynnetään joko aurinkokennon tai aurinkokeräimen avulla. Aurinkokennoilla auringon säteilyenergia muunnetaan sähköenergiaksi valosähköisen ilmiön avulla. Aurinkokeräimellä muunnetaan auringosta syntyvää säteilyä teknisesti käyttökelpoiseksi lämmöksi. Tuotetun aurinkoenergian määrään vaikuttaa auringsäteily ja sääolosuhteet. Kesäaikaan auringosta saadaan enemmän säteilytehokkuutta verrattuna syksyyn ja talveen. (Energiateollisuus 2015, viitattu 4.11.2015.)



Kuvio 1. Aurinkokennojen toimintaperiaate (Motiva 2014, viitattu 4.11.2015).

2.1.1 Erilaiset paneelityypit

Aurinkokennoilla muunnetaan auringonvaloa sähkövirraksi kennojen piin avulla. Piikennoilla hyödynnetään pääasiassa auringon tuottama vihreä ja sininen valo. Ylivoimaisesti suurin osa aurinkopaneeleista valmistetaan moni- tai yksikiteisestä piistä. Vain 5 prosenttia kaikista kennoista on ohutkalvopaneeleita, joiden teho on alhaisempi neliötä kohden kuin kiteisen piin. Ohutkalvopaneeli kuitenkin hyödyntää paremmin hajasäteilyä kuin kiteinen piikenno. Ohutkalvopaneelit tulevat olemaan tulevaisuuden tuotteita. (CA Mätssystem AB 2015, viitattu 22.9.2015.)

Piikidekennojen teoreettinen hyötysuhde on noin 31 prosenttia. Hyötysuhdetta kuitenkin laskee muun muassa metallijohdinten liitokset paneelin pinnalla, resistanssi, sekä paneelin lasin heijastukset. Lasin pinnoituksella päästään parempaan hyötysuhteeseen. Parhaimpien piikkenojen hyötysuhde on noin 18 prosenttia. (Suntekno 2015, viitattu 22.9.2015.)

2.1.1.1 Yksikiteinen aurinkopaneeli

Yksikiteiset aurinkopaneelit ovat paremman hyötysuhteen sekä toimintavarmuuden vuoksi tehokkaita ratkaisuja paikoissa, joissa asennusalue on rajallinen (Greenenergy 2015, viitattu 22.9.2015).

Kiteinen piikkeno on paksuudeltaan 0,2- 0,3 mm ja pinta-alaltaan (90–160)x(120–160) mm. Yksikiteinen kenno on sahattu pyöreähköstä yhtenäisestä aihioista. Raaka-aine on kallista, joten pyöreähkö muoto kannattaa säilyttää vaikka kennojen kulmiin jää aukot. (Suntekno 2015, viitattu 22.9.2015.)

2.1.1.2 Monikiteinen aurinkopaneeli

Monikiteiset aurinkopaneelit ovat yleisimpiä paneelimalleja niiden korkean, hintaan suhteutetun suorituskyvyn vuoksi (Greenenergy 2015, viitattu 22.9.2015).

Monikiteiset kennot tehdään neliskulmaisista aihioista, jolloin raaka-aine tulee hyödynnettyä tarkemmin. Monikiteisen kennon pinnalla näkyy yksittäisiä piikkeitä sekä kennon pinnalla olevat johtimet, jotka on juotettu kiinni. Johtimien avulla syntynyt sähkövirta johdetaan ulkoiseen kuormaan. Jokaisen johtimen kohdalla valo ei pääse piikennon pinnalle, ohi metallisen johtimen ja siten tuottaa sähköä. (Suntekno 2015, viitattu 22.9.2015.)

2.1.1.3 Ohutkalvoaurinkopaneelit

Ohutkalvoaurinkopaneelien toiminta perustuu mm. amorfiseen piihin. Ne sopivat parhaiten paikkoihin, joissa tuotteelta vaaditaan etenkin esteettisyyttä. Ohutkalvoaurinkopaneelit voidaan integroida rakenteisiin, kuten julkisivuihin. (Greenenergy 2015, viitattu 22.9.2015.)

Joissakin ohutkalvopaneeleissa käytetään materiaalina kuparia, indiumia, galliumia, rikkiä ja seleeniä. Näissä paneeleissa ei ole käytetty juotostekniikkaa. Se lisää paneelien kestävyyttä ja käyttöikä, mutta niiden teho on heikompi kuin kiteisestä piistä valmistetuilla paneeleilla. (YTM-industrial 2015, viitattu 2.11.2015.)

2.1.2 Muu teknologia

Pelkästään aurinkopaneeleilla ei voida tuottaa sähköä, vaan lisäksi tarvitaan invertterit muuntaamaan paneelilta tuleva sähkö käyttökelpoiseen muotoon. Kustannustehokkain tapa käyttää inverttereitä on usean invertterin ryhmä. Suuri etu useammassa pienessä ryhmässä verrattuna isoon on se, että paneeliryhmän saa irrotettua verkosta ilman, että joudutaan irrottamaan koko voimala verkosta. Useamman invertterin käyttöä puoltaa myös se, että niillä saavutetaan etua esimerkiksi varjostustilanteessa, jolloin varjostunut paneeliryhmä ei laske koko voimalan tehoa vaan kyseisen paneeliryhmän tehoa. Useamman invertterin järjestelmän voi myös huoltaa helpommin kuin yhden ison invertterin. (Kiiveri 2014, viitattu 22.9.2015.)

Invertterit voidaan jaotella pääsääntöisesti kolmeen ryhmään: mikroinvertteihin, stringi-invertteihin ja keskusinvertteihin. Tapauksessa jossa jokaisella paneelilla on oma invertterinsä, on kyseessä yleensä mikroinvertteri, kun taas paneeleista joista on tehty ketjuja, joilla on omat invertterit, kyseessä on stringi-invertteri. Laitoksissa joissa ei ole kuin yksi invertteri käytössä on kyseessä keskusinvertteri. (Kiiveri 2014, viitattu 22.9.2015.)

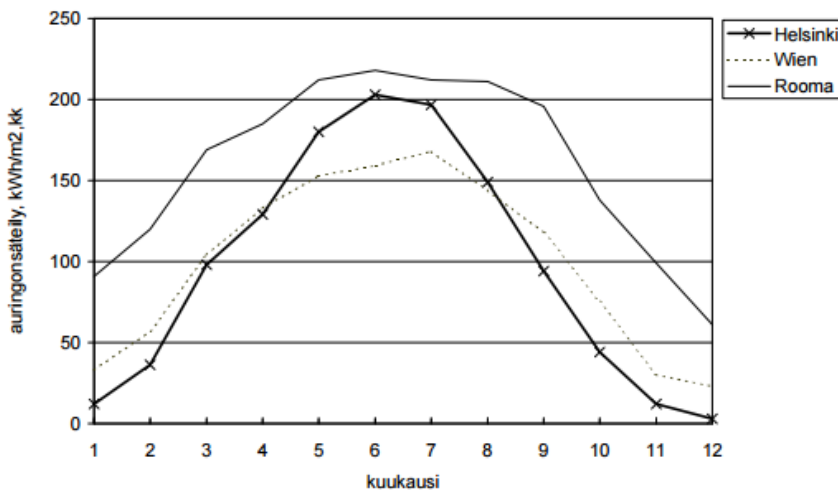
2.2 Aurinkosähköntuotanto Suomessa

Auringosta saatavan energian määrä on erittäin iso. Tunnin aikana maanpinnalle tulee auringon säteilyenergiaa enemmän kuin koko ihmiskunta kuluttaa energiaa vuodessa. Vastaavasti Suomessa auringon vuosittainen säteily määrä on noin 1000 kilowattituntia neliometrille. Tällä hetkellä Suomessa hyödynnetään auringosta saatavaa energiaa vähän. Aurinkoenergiaa voitaisiin hyödyntää vielä enemmän, sillä auringon teho ei heikkene, vaikka sitä hyödynnettäisiin enemmänkin. Tämä on uusiutuvaa energiaa.

Aurinkoenergian käyttö on yleistymässä Suomessa kovaa vauhtia. Aurinkoenergiasta on saatavilla tietoa, mutta sitä markkinoidaan kuluttajille liian vähän. Energiantuotanto auringolla ei ole mahdollista vielä näillä leveyspiireillä. Suomessa auringon säteilyteho on parempaa kuin monissa Keski-Euroopan suurkaupungeissa. Suurkaupungeissa ilma on saasteisempaa, minkä vuoksi auringon säteily ei pääse tehokkaasti maanpinnalle. Lisäksi Suomen viileä ilmasto edesauttaa paneelien toimintaa.

Auringonsäteily on heikoimmillaan keskitalvella, joului- ja tammikuun aikoihin. Tuolla aikana aurinko on horisontin takana tai matalalla. Auringonsäteily tulee niin matalalta, että varjostuksia syntyy väkisin, joten auringosta saatavaa energiaa ei saada kerättyä talteen. Maaliskuusta syyskuuhun saakka auringonpaiste on parhaimmillaan, jolloin saadaan auringosta paras teho irti. (Motiva 2015, viitattu 2.11.2015.) Kuviossa 2 nähdään auringonsäteilyn määrä eri kuukausille.

Yleisimmin Suomessa aurinkopaneelit asennetaan rakennusten katoille. Aurinkopuistot ovat yleistymässä kovaa vauhtia. Yksi tavallisimmista aurinkoenergiaa hyödyntävistä kohteista ovat kesämökkit. Aurinkosähköä voidaan hyödyntää rajattomasti toimistoissa, asuinrakennuksissa ja kaikissa muissa tiloissa, missä sähköä tarvitaan. Tällä hetkellä auringolla tuotetun sähkön osuus on alle 0,1 prosenttia kokonaissähkötuotannosta. Arviolta Suomessa verkkoon kytkettyjen aurinkosähköjärjestelmien teho on noin 1-3 MW. On arvioitu, että Suomessa on noin 40 000 verkkoon kytkemättä aurinkosähköjärjestelmää. (Koponen 2015, viitattu 2.11.2015.)



Kuvio 2. Auringon säteily kuukausittain 30° kallistetulle kattotasolle (Solpros Ay 2001, viitattu 2.11.2015).

2.3 Aurinkosähköntuotanto ulkomailta

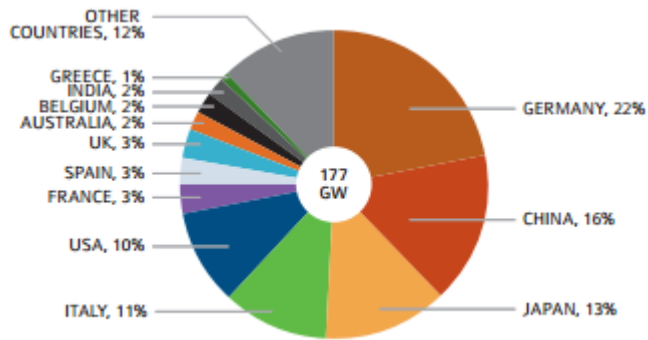
Aurinkosähkö on paljon yleisempää ulkomailta kuin Suomessa. Saksa on johtava maa aurinkosähkön tuotannossa. Saksassa aurinkoenergian tuotannon teho on 35,5 gigawattia. Pelkästään vuonna 2009 Saksaan asennettiin 3,8 gigawatin edestä aurinkoenergiaa. Saksassa suositaan uusiutuvaa energiaa ja pyritään pääsemään pois fossiilisista polttoainesta ja ydinvoimasta. Euroopan aurinkoenergiateollisuus on arvioinut, että aurinkoenergian käyttö kasvaa 20 prosentin vuosivauhtia lähitulevaisuudessa.

Toiseksi suurimpana aurinkoenergian tuottajamaana on Kiina. Kiinassa aurinkoenergian tuotannon teho on 18,3 gigawattia. Kiinassa ilmansaasteet ja päästöt ovat korkealla tasolla, joten aurinkoenergialla saadaan päästöjä vähennettyä huomattavasti ja tätä kautta ilmansaasteet vähenevät. Kiinassa valmistetaan myös paljon aurinkopaneeleja, joten aurinkoenergia lisää myös paikallista työllisyyttä. Kiinassa aurinkoenergia on vasta alkuvaiheessa ja sen odotetaan nousevan huomattavasti seuraavien vuosien aikana. Kiinassa muutamat kaupungit ovat estäneet aurinkovoimaloiden rakentamisen, mikä on hidastanut kehitystä koko valtion tasolla.

Kolmanneksi suurin aurinkoenergian tuottaja on Italia. Italiassa aurinkoenergian tuotannon teho on 17,6 gigawattia. Italiassa tuotetaan 7,8 prosenttia energiantuotannosta aurinkovoimalla. Vastavasti Saksassa tuotetaan 6,2 prosenttia koko energiantuotannosta aurinkovoimalla. Huomioitavana seikkana kannattaa huomioida se, että Saksassa energiankulutus on suurempi kuin Italiassa. (Pure Energies 2014, viitattu 2.11.2015.)

Vuoden 2014 toteutuneen kumulatiivisen aurinkoenergian tuotantotehokapasiteetin (kuvio 3) mukaan Japani on noussut Italian ohitse aurinkoenergian tuotannossa. Yhteensä vuonna 2014 on tuotettu 177 gigawattia aurinkoenergiaa. Vuoden 2014 aurinkoenergian kokonaistuotosta suurimpana aurinkoenergian tuottajana pysyy Saksa, jossa tuotetaan 22 prosenttia aurinkoenergiasta. Tämä prosenttiosuus vastaa 39 gigawattia tuotettua energiaa.

Saksa, Kiina, Japani ja Italia ovat suurimpia aurinkoenergian tuottajia. Yhteensä nämä neljä maata tuottavat 62 prosenttia maailman aurinkoenergiasta. Tämä vastaa 110 gigawattia tuotettua aurinkoenergiaa.



Kuvio 3. Maakohtainen kumulatiivinen aurinkoenergian tuotantokapasiteetti vuonna 2014 (International energy agency photovoltaic power systems programme 2014, viitattu 4.11.2015).

3 AURINKOENERGIAPUISTON PERUSTAMINEN

3.1 Aurinkopaneelijärjestelmän hinta

Aurinkopaneelijärjestelmien hinnat muodostuvat aurinkopaneeleista, inverttereistä, kiinnitystarvikkeista sekä perustamispaikkakohtaisista kustannuksista, kuten verkkoon liittymisestä. Seuraavissa luvuissa käsitellään yksityiskohtaisemmin investoinninkustannuksia.

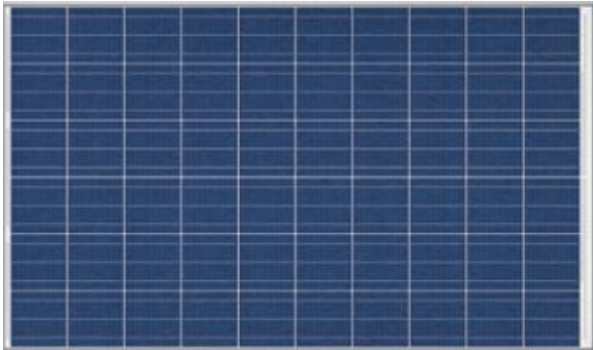
3.1.1 Aurinkopaneelit, invertterit ja kiinnikkeet

Aurinkopaneelien ja oheislaitteiden hintaa selvitettiin lähettämällä tarjouspyyntöjä valmistajille ja jälleenmyyjille. Tarjouspyyntöjä lähetettiin 11 toimijalle, joista kaksi lupasi tehdä tarjoukset. Loppujen lopuksi vain yksi, Solartukku Oy Keuruulta lähetti tarjouksen (LIITE 1), jonka tietoja tässä työssä on käytetty. Tarjouksessa annettiin hinnat kolmelle eri paneelityypille sekä invertterille ja paneelien kiinnikkeille. Seuraavasta taulukosta selviää paneelien, inverttereiden ja kiinnikkeiden tietoja:

Taulukko 1: Paneelien, inverttereiden ja kiinnikkeiden tiedot

Paneeli	paneeliteho	valmistusmaa	tuotetakuu	tehonantotakuu	Lisäominaisuudet	hinta/watti
Solarwatt Blue 60P	260w	Saksa	12 vuotta	25 vuotta	monikiteinen paneeli	0,61 €
Solarwatt 60P	260w	Saksa	30 vuotta	30 vuotta	monikiteinen lasi + lasipaneeli	0,73 €
AS-6P30	250w	Usa, Taiwan	12 vuotta	30 vuotta	monikiteinen paneeli	0,52 €
Invertteri	teho	valmistusmaa		takuu	lisäominaisuudet	hinta/watti
StecaGrip 46 000	46kW	Saksa		7 vuotta	RS485, Dataloggeri, ethernet, IP65, Täyttää standardin VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset	0,12 €
Perustus		valmistusmaa		takuu	lisäominaisuudet	hinta/watti
Asennuskiskot ja kiinnikkeet		Sveitsi		5 vuotta	Kiinnitys metalli- ja puupohjaan	0,10 €

Paneeleista valittiin saksalainen Solarwatt 60P 260W monikiteinen lasi + lasipaneeli (Kuvio 4), sen rakenteen kestävyuden ja hyvien takuuajojen perusteella. Hinta on jonkin verran korkeampi kuin muilla paneeleilla, mutta pitkä takuu aika ratkaisi valinnan.



Kuvio 4. Solarwatt 60p monikite lasi + lasi paneeli

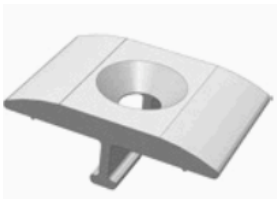
Inverttereiksi valikoituivat Saksassa valmistetut StecaGrid 46 000 (kuvio 5). Hyötysuhde laitteella on 96,3 prosenttia. StecaGrid inverttereissä on ethernet-yhteys ja dataloggeri, jolla voidaan kerätä tietoa invertteriltä. Niissä on myös IP65 suojaus, joten ne voidaan sijoittaa periaatteessa ulos. IP65 luokitus tarkoittaa, että laite on täysin suojattu pölyltä sekä joka suunnasta tulevalta vedeltä.



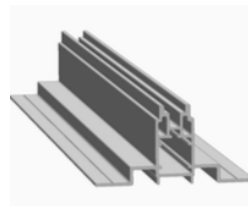
Kuvio 5. StecaGrid 46 000 invertteri

Kiinnikkeet ovat Alectron- merkkisiä, jotka sopivat kiinnitettäväksi sekä puu- että metallirunkoon (kuviot 6 ja 7). Takuuta kiinnikkeille annetaan viisi vuotta ja ne on valmistettu Sveitsissä.

Kokonaiswattihinnaksi jää näillä tiedoilla 0,95 euroa. Todellisuudessa hinta varmaan tulee vielä laskemaan, kun hintaa kilpailuttaa todellinen ostaja. Tässä vaiheessa tämä hinta riittää tarkkuudellaan tälle työlle.



Kuvio 6. Alectron kiinnike



Kuvio 7. Alectron kisko

3.1.2 Muut investoinnit

Aurinkopaneelien, inverttereiden ja kiinnikkeiden lisäksi tarvitaan erilaisia investointeja, joilla voimalaitoksesta tehdään toimiva. Ensiksi pitää valita maa-alue paneeleille ja muille rakennelmille tai katoille asennettaessa sopivat kattopinta-alat ja kiinteistöt. Lisäksi tarvitaan kaapeleita, sähkölinjoja, muuntamoita sekä muita perustamiseen liittyviä ratkaisuja. Paneeleista inverttereille ja sieltä muuntamoon tulevien kaapeleiden kustannukset ovat 12 560 € kilometriä kohden. Muuntamolta sähköverkkoon tulevan sähkölinjan kustannukset ovat asennettuna 25 130 € kilometriä kohden. 110 kilovoltin sähköverkkoon liittäessä tarvitaan 10/20 kilovoltin muuntaja, jonka kustannus on 254 230 €. (Energiamarkkinavirasto 2014, viitattu 17.11.2015.) Lisäksi kuluja syntyy esimerkiksi maanrakennustöistä, asennuksista ja huolloista. Investointiin on hyvä laskea vähintään 15 prosentin ylitysvaraus, jotta varoja riittää myös odottamattomiin kustannuksiin.

3.2 Luvat ja selvitykset

Aurinkovoimalaitos ei tarvitse ympäristövaikutusten arviointia (YVA), toisin kuin jotkut kattila- ja voimalaitokset. Huomioitavaa on, että vähintään 220 kilovoltin maanpäälliset johdot yli 15 kilometrin matkalla tarvitsevat YVA- menettelyn. Tämä voi tulla esiin liittäessä suurta voimalaitosta verkkoon. (Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 713/2006 2:6.7 §.)

Kiinteistöjen katoille asennettavat paneelit saattavat tarvita rakennuskunnasta riippuen rakennusluvan tai toimenpideluvan (julkisivumuutos). Ilman toimenpidelupaa asennettaessa paneelit tulee asentaa lappeen suuntaisesti, suorakaiteen muotoiseksi kokonaisuudeksi, ilman että kiinnikkeet jäävät häiritsevästi näkyviin. Tämä kuitenkin tulee tarkistaa paikalliselta rakennusviranomaiselta ennen projektin aloittamista. Myös naapureita on hyvä kuulla. (Finnwind 2015, viitattu 4.11.2015.)

Verkkoon liitettävä aurinkoenergiatuotantopaikka tarvitsee verkon omistavan sähköyhtiön luvan. Kustannuksia syntyy noin 200€ (Kaakon voimatekniikka Oy 2012, viitattu 4.11.2015). Sähköyhtiö perii maksua verkkoon syötetystä energiasta (Fortum 2015, viitattu 4.11.2015). Lupa on sähköyhtiön myönnettävissä Sähkömarkkinalain perusteella, jos ehdot täyttyvät. Sähkömarkkinalain tavoitteena on varmistaa hyvä sähkön toimitusvarmuus, kilpailukykyinen sähkön hinta ja kohtuulliset palveluperiaatteet, jotka voidaan turvata loppukäyttäjille. Tavoitteen saavuttamisen ensisijaisina keinoina ovat terveen ja toimivan taloudellisen kilpailun turvaaminen sähkön tuotannossa ja toimituk-

sessä sekä kohtuullisten ja tasapuolisten palveluperiaatteiden ylläpitäminen sähköverkkojen toiminnassa. Sähköalan yritysten tehtäviin kuuluu huolehtia asiakkaittensa ja verkkonsa käyttäjien sähkönhankintaan liittyvistä palveluista sekä edistää omassa ja näiden toiminnassa sähkön tehokasta ja säästäväistä käyttöä. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 1:1 §.)

3.3 Energiatuki

Työ- ja elinkeinoministeriö voi hankekohtaisen harkinnan perusteella myöntää energiatukea yrityksille, kunnille ja yhteisöille sellaisiin ympäristö- ja ilmastomyönteisiin hankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä, energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista tai vähentävät energiantuotannon tai käytön ympäristöhaittoja. Tuella pyritään tukemaan myös uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille tuomista. Myöntämiseen sovelletaan yleislakina valtionavustuslakia 688/2001. Tarkemmin tuen talousarvion mukaisesta myöntämisestä, maksamisesta sekä käytöstä säädetään energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista annetulla valtioneuvoston asetuksella, valtioneuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista 1063/2012. Asetuksesta löytyy määritelmät muun muassa tuen hakemisesta, hyväksyttävistä kustannuksista ja tuen maksamisesta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015a, viitattu 31.10.2015.)

Paikallinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus käsittelee tukipäätökset. Yli 5 miljoonan euron investointikustannuksien hankkeet sekä uutta teknologiaa sisältävät hankkeet käsitellään työ- ja elinkeinoministeriön energiaosastolla (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015a, viitattu 31.10.2015).

Energiatuen tavoitteena on pienentää uuden teknologian käyttöönottoon liittyviä ongelmia sekä vaikuttaa investoinnin käynnistymiseen parantamalla sen taloudellisia kannattavuutta (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015a, viitattu 31.10.2015).

Tuettavia hankkeita ovat esimerkiksi: energiansäästöön ja energiankäytön tehostamiseen liittyvät investointihankkeet, tavanomaisen teknologian hankkeet, jotka liittyvät energiatehokkuussopimusjärjestelmään, uusiutuvan energian käyttöön liittyvät investoinnit, joita voivat olla esimerkiksi pienet lämpökeskukset, pienet sähköntuotantohankkeet, polttoaineen tuotantohankkeet ja uuden teknologian demonstraatiohankkeet, energiansäästöön ja energiankäytön tehostamiseen sekä uusiutu-

van energian käyttöä koskevat hankkeet, joita voivat olla esimerkiksi energiakatselmuksent ja energia-analyysit. Energiatukea ei myönnetä hankkeille, jotka kuuluvat päästökauppalaan 311/2011 pii-riin. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013b, viitattu 31.10.2015.)

Tukea saa uusiutuviin energianlähteisiin ja energiatehokkuuteen liittyvistä hyväksyttävistä inves-toinneista 30 prosenttia ja muista energiantuotannon ympäristöhaittoja pienentävistä hyväksyttä-vistä investoinneista 30 prosenttia sekä uuden teknologian hankkeista 40 prosenttia. Aurinkoläm-pöhankkeista tuen osuus on 20 prosenttia ja aurinkosähköhankkeista 30 prosenttia (Työ- ja elin-keinoministeriö 2015b, viitattu 31.10.2015.)

Energiatuen saamiseksi on tehtävä hakemus investointialueen paikalliselle elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Jos hanke toteutuu useammalla paikkakunnalla, hakemus jätetään siihen ELY-keskukseen, jossa hakijan kotipaikka sijaitsee. Tukea ja tuen maksatusta haetaan työ- ja elin-keinoministeriön vahvistamilla lomakkeilla, joista selviää myös ohjeet ja tarvittavat liitteet. Tuki tulee hakea ennen hankkeen aloittamista. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a, viitattu 31.10.2015.)

Työ- ja elinkeinoministeriö päättää tuen myöntämisestä investointihankkeeseen, jos sen kustan-nukset ylittävät viisi miljoonaa euroa sekä selvityshankkeista, joiden kustannukset ovat yli 250 000 euroa. Ministeriö päättää myös tuesta tapauksissa, joissa investointiin liittyy uuden teknologian käyttöönottoa ja selvityshankkeissa uuden palvelun tai menetelmän kehittämistä. Muissa tapauk-sissa tuen myöntää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a, viitattu 31.10.2015.)

Energiatuen maksatuksen hoitaa tukipäätöksen tehnyt viranomainen tukipäätöksen mukaisesti hankkeen edistymisen ja asiakkaan tekemien tilitysten mukaisesti. Lopputilitystä haetaan kolmen kuukauden kuluessa hankkeen toteutumisesta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a, viitattu 31.10.2015.)

Energiatuen hakeminen investoinnille -hakemuksesta tulee selvitä seuraavat asiat: investoinnin ensisijainen tarkoitus, käytetty teknologia, päästökauppa, hakijan tiedot, yrityksen omistus, hank-keen nimi ja tiivistelmä, kustannusarvio, hankkeen aikataulu, laskelma säästettävästä energiasta, laskelma energian tuotantolaitoksessa käytettävistä polttoaineista ja tuotetusta energiasta, laitos-tiedot, investoinnin ympäristövaikutukset, investoinnin työllisyysvaikutukset, laskelma polttoaineen

tuotantohankkeesta, tuotettavan polttoaineen toimituskohteet, muu julkinen tuki, suostumus tietojen antamiseen, liitteet sekä hakijan allekirjoitukset. Lisäksi arvioidaan energiatuen vaikutuksia hankkeeseen omalla lomakkeella, jossa selviää hankkeen vaikutuksen arviointi, energiatuen ensisijainen vaikutus hankkeen toteuttamiseen tunnuslukujen näkökulmasta tarkasteltuna, energiatuella rahoitettavan hankkeen yritystason vaikutuksia kahden vuoden päähän hankkeen valmistumisesta sekä hakijan allekirjoitukset. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012, viitattu 31.10.2015.)

3.4 Rahoitus

Aurinkovoimalan rahoitusmalleja on useita riippuen investoinnista, käyttäjästä, kuluttajista ja vallitsevasta taloustilanteesta (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015). Aurinkovoimalaan investoiva yritys tarvitsee varoja esimerkiksi yrityksen perustamiseen, investoinnin rahoittamiseen, henkilökunnan palkkaamiseen ja yleiseen käyttöpääomaan, jota esimerkiksi käytetään tuotannontekijöiden hankkimiseen. Tuotannontekijät ovat aineellisia tai aineettomia panoksia, joita yritys tarvitsee tuotannon aikaansaamiseksi. (Opetushallitus 2010, viitattu 14.11.2015; Kastikainen, Kokkonen & Tuukkanen, 2013, viitattu 14.11.2015.)

Seuraavissa luvuissa on esitelty rahoitusmalleja aurinkovoimalalle:

Oma pääoma

Omaa pääomaa kerätään yrityksen omistajilta, jotka sijoittavat hankkeeseen. Sijoittajilla on yleensä tuottotavoite sijoituksilleen eli sijoittaja haluaa sijoitetulle pääomalle voittoa. Aurinkoenergiահankkeissa yhtenä tuottotavoitteena voi olla esimerkiksi ekoteko eli sijoittaja sijoittaa rahaa ekologisuuteen ja voi saada siitä itselleen esimerkiksi imagollisia hyötyjä. (Kastikainen, Kokkonen & Tuukkanen 2013, viitattu 14.11.2015.)

Omalla pääomalla rahoitettaessa investoinnin hankinta tapahtuu omilla varoilla eli esimerkiksi organisaatio tai kunta tekee investoinnin budjettiin varatuilla rahoilla (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015). Oman pääoman tarve on yleensä noin 20- 30 prosenttia kokonaisinvestoinnista (Kastikainen, Kokkonen & Tuukkanen 2013, viitattu 14.11.2015).

Vieras pääoma

Vierasta pääomaa voi saada pankeilta, rahoitusyhtiöiltä, kiinnitysluottolaitoksilta, luottokorttiyh-tiöiltä, investointipankeilta, vakuutuslaitoksilta, pääomasijoittajilta sekä joukkorahoituksista. Lisäksi vierasta pääomaa voidaan hakea myös businessenkeleiltä sekä muilta rahoittajilta kuten Ely-kes-kus, Finnvera, Tekes, Sitra, Kuntarahoitus ja Pohjoismaiden investointipankit. (Kastikainen, Kok-konen & Tuukkanen 2013, viitattu 14.11.2015.) Lainanantaja perii lainastaan korkoa, mutta lainan ottaminen on järkevää silloin kun aurinkovoimalan tuotto prosentti on korkeampi kuin lainan korko. Lainan korko määräytyy yleensä Euriborin ja pankin marginaalien mukaan. Vieraan pääoman saa-miseksi lainanottaja joutuu antamaan lainanantajalle vakuuksia lainaa vastaan, näitä voivat olla esimerkiksi omavelkainen takaus, panttaus, kiinteistöoikeuspanttaus, laitoskiinnitys tai yritys kiinni-tys. Jos lainanottaja on kykenemätön maksamaan lainansa lainantajalle, voi lainanantaja periä lainan lainanottajan vakuuksista. (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015; Kastikainen, Kokkonen & Tuuk-kanen 2013, viitattu 14.11.2015.)

Osamaksukauppa

Osamaksukaupassa aurinkovoimala maksetaan sovituissa maksuerissä tietyn ajan kuluessa. Tyy-pillisesti osamaksut maksetaan neljännesvuosittain ja erien suuruus riippuu voimalan, sopimusajan ja rahoittajan korkokulujen suuruuksista. Osamaksukaupassa investoitava kohde näkyy ostajan ta-seessa hankintana, mutta rahoittajalla on omistusoikeus investointiin siihen asti kun määrätty osa maksueristä on maksettu. Myyjällä on oikeus investoinnin takaisin ottamiseen, mikäli ostaja ei pysty suoriutumaan maksuistaan. (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015.)

Rahoitusleasing

Rahoitusleasing on samantyyppinen rahoitusmalli kuin osamaksukauppa, mutta rahoitusleasingillä investointi pysyy rahoittajan nimissä koko maksusopimusajan. Kun investointi on maksettu, siirtyy investointi ostajan nimiin. Rahoitusleasingin etuna on, että hankinta ei näy käyttäjän taseessa. (Fin-solar 2015, viitattu 2.10.2015.)

Käyttöleasing

Käyttöleasingilla tarkoitetaan aurinkovoimalan pitkäaikaista vuokraamista myyjältä. Kustannukset muodostuvat vuokrista. Vuokra on yleensä tietty osa hankintahinnasta. Omistajuus säilyy rahoittajalla sopimuskauden ajan. Sopimuskaudet ovat hyvin pitkiä, koska aurinkovoimalan elinkaari on yleensä vähintään 30 vuotta. (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015.)

Pitkäaikainen energianostosopimus

Tämä rahoitusmalli perustuu energianhankintaan, joka vastaa hyvin pitkälti käyttöleasingia. Aurinkoenergian tapauksessa järjestelmän tuotosta ja ylläpidosta vastaa voimalan rahoittaja, ei käyttäjä. Käyttäjä vain ostaa energiaa rahoittajalta. Ostosopimus on asiakkaan näkökulmasta hyvä, sillä hän voi varmistua, että voimala on laadukas ja hyvin säädetty, koska vastuu tuotannosta on rahoittajalla eikä käyttäjällä. (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015.)

Joukkorahoitus

Joukkorahoituksella tarkoitetaan rahoitustapaa, jossa kerätään kuluttajilta rahoitusta aurinkoenergiaprojekteihin esimerkiksi internetin välityksessä (Finsolar 2015, viitattu 2.10.2015). Joukkorahoituksella rahoitetuissa hankkeissa kuluttajat eli piensijoittajat pääsevät rahoittamaan hankkeita ja saavat vastaavasti osuuden tuotetun energian myyntivoitosta (Lähienergia 2015, viitattu 15.11.2015).

4 ERI AURINKOENERGIARATKAISUT

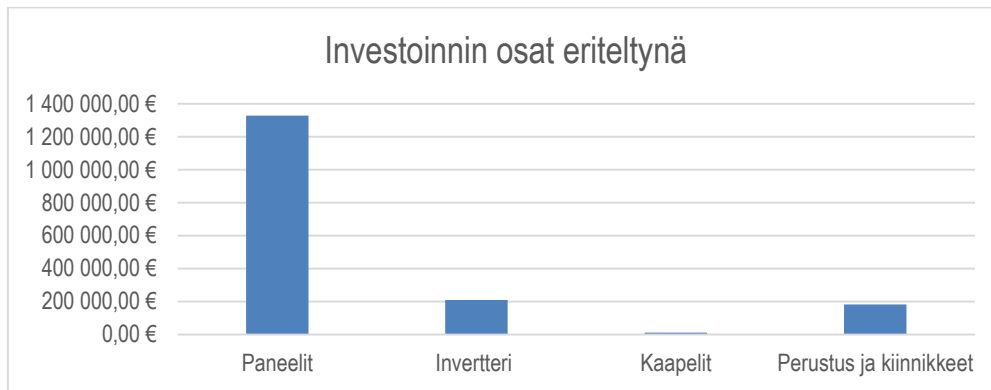
lin kuntaan suunnitelluissa aurinkoenergiaratkaisuissa käsiteltiin tuotannosta poistunutta turvetuotantoaluetta, kiinteistöjen kattopinta-alojen hyödyntämistä sekä Valtatie 4:n varteen sijoitettavaa imagopuistoa ja niiden soveltuvuutta energiantuotantoon.

Turvetuotantoalueelle suunniteltiin yhden megawatin eli 3846 aurinkopaneelin puistoa, joka liitettäisiin suoraan paikalliseen 110 kilovoltin sähköverkkoon. Paneelipinta-alaa olisi yhteensä 6384 neliometriä. Paneelien ja oheislaitteiden asentamiseen varattiin laskelmissa viisi hehtaaria maa-aluetta. Kokonaiskustannukset ilman energiatukea ovat 1 343 959,64 €. Kuviossa 8 on esitetty investoinnin osat eriteltynä.



Kuvio 8. Turvealueen investoinnin jakautuminen

Kiinteistöjen katoille suunniteltiin 1,8 megawatin eli 7000 aurinkopaneelin laitteistoa, jonka tuottama energia hyödynnettäisiin suoraan kiinteistöissä. Paneelipinta-alaa olisi yhteensä 11620 neliometriä. Kokonaiskustannukset ilman energiatukea ovat 1 730 360,00 €. Kuviossa 9 on esitetty investoinnin osat eriteltynä.



Kuvio 9. Kattopinta-alan investoinnin jakautuminen

Valtatie 4:n varrelle suunniteltiin 3000 paneelin imagopuisto, jonka teho on 780 kilowattia. Paneelipinta-alaa olisi 4980 neliometriä. Paneelien ja oheislaitteiden asentamiseen varattiin laskelmissa kaksi hehtaaria maa-aluetta. Kokonaiskustannukset ilman energiatukea ovat 775 053,57 €. Kuviossa 10 on esitetty investoinnin osat eriteltynä.



Kuvio 10. Imagopuiston investoinnin jakautuminen

4.1 Tuotannosta poistunut turvetuotantoalue

Toimeksiantajan suunnitelmissa oli perustaa aurinkovoimalaitos vanhalle, tuotannosta poistetulle turvesuolle. Mahdollisia alueita lähdettiin selvittämään Kuiva-Turve Oy:n toimitusjohtaja Virpi Käyhkön kanssa. Mahdolliseksi alueeksi valikoitui Käyhkön mukaan Susiojanlatvasuo Kuivaniemellä. Alue on Vapo Oy:n omistuksessa, mutta se on vuokrattu Kuiva-Turve Oy:lle. Alue on yhteensä 68 hehtaarin kokoinen, josta on 43 hehtaaria käytöstä poistettua turvetuotantoaluetta ja loput alueesta poistuu käytöstä muutamien vuosien kuluessa.

Potentiaalisimmalla paikalla vierailu antoi selkeän kuvan alueen mahdollisuuksista. Alue oli mo-
neen suuntaan avara, joten varjostuksia ei pääse syntymään. Suolla nostetaan edelleen turvetta, mutta tällä hetkellä useiden sarkojen turpeet on tyhjennetty viereisille saroille. Näitä sarkoja, joille turve on nostettu, sanotaan massansiirtosaroiksi. Aurinkovoimalalle mahdolliseksi sijoituspaikaksi muodostuisivat sarat, joilta turve on jo nostettu pois. Turvemassan alla on moreenimaata, joten perustaminen on helppoa. Alueella on runsaasti vaihtelevan kokoista kiveä, joita voidaan hyödyntää rakentamisessa. Vedenpoisto on toteutettu painovoimaisesti, joten tuotannon loppuessa ei veden pitäisi olla ongelma alueella. Paikalle on hyvät tieyhteydet, mutta sijainti on hieman syrjäinen. Käyhkön mukaan alueen hinta on noin 500 euroa hehtaarilta. Lohkomiskuluja syntyy 1210 euroa, kun alueelta lohkotaan sopiva ala voimalalle. (Maanmittauslaitos 2015, viitattu 2.11.2015.)

Susiojanlatvasuon lähimmät sähkölinjat sijaitsevat 3,5 kilometrin päässä, tien numero 8520 varrella. Ne ovat kooltaan 20 kilovoltia ja niihin on mahdollista liittää maksimissaan yhden megawatin tuotantolaitos paikallisen verkon kapasiteetista johtuen. Isompaa laitosta suunniteltaessa tulee se liittää 6,5 kilometrin päässä olevaan Fingrid Oyj:n 400 kilovoltin kantaverkkoon, mutta liitettävän tuotannon tehon pitäisi olla noin 250 megawattia, joka käytännössä tarkoittaisi liki 962 000 paneelin voimalaitosta, kokoa alueella pitäisi olla miltei 325 hehtaaria. Liittymiseen tarvitaan katkaisijakenttä ja sinne kytkinlaitos, jolla voimala liitetään kantaverkkoon. Fingrid Oyj varaa alueen suunnitteluun ja rakentamiseen aikaa kaksi vuotta. Kauempana menisi vielä Fingridin 110 kilovoltin voimalinja, johon tarvitaan noin viiden megawatin laitos, joka tarkoittaa noin 20 000 paneelia. Liittämisestä syntyy myös kustannuksia, koska alueelta pitää vetää linjat kantaverkkoon. Voimalan ja kantaverkon väliin pitää myös sijoittaa muuntamo, joka muuntaa paneeleilta saatavan sähkönsä verkkoon

syötettävään muotoon. (Fingrid Oy 2015, viitattu 4.11.2015.) Seuraavassa kartassa (kuvio 11) on esitetty ehdotus puiston sijoituspaikaksi.



Kuvio 11. Susiojanlatvasuo

4.2 Kiinteistöjen kattopinta-ala

Tuotannosta poistetun turvealueen lisäksi vaihtoehtona on kiinteistöjen katoille sijoitettavat paneelit, joiden tuottama energia käytetään suoraan kiinteistöissä. Toimeksiantajan mielestä mahdollisia paikkoja olisivat lin Kärkkäinen Oy:n kiinteistön katto, lin kunnan omistuksessa oleva Micropoliuksen kiinteistön katto sekä lilaakso Oy:n omistuksessa olevien Propipe Oy:n ja DS Smithin kiinteistöjen katot. Toimeksiantajan mukaan Paikkatietoikkuna.fi verkkopalvelun pinta-alamittauksella saadaan riittäväällä tarkkuudella kiinteistöjen kattopinta-alat. Mittauksen mukaan Kärkkäisen kattopinta-ala on noin 8000 neliometriä, johon mahtuu reilu 4500 paneelia. Micropoliuksen katto on noin 2000 neliometriä, johon saadaan mahtumaan noin 1000 paneelia. Propipen ja DS Smithin katot ovat kumpainenkin noin 1500 neliometriä joihin mahtuu noin 650 paneelia. Yhteenlaskettu paneelimäärä on karkeasti laskettuna 7000 paneelia, mutta paneelimäärä tulee varmasti elämään hieman kun tarkemmat suunnitelmat tehdään ja tiedetään millaiset katot kyseisissä kiinteistöissä on. Karttapalvelusta saatava pinta-ala ja sille laskettu 7000 paneelin määrä antaa suurpiirteisen laskenta-perusteen ja vertailukohteen turvesuolle. Toimeksiantajan tehtäväksi jää sopia ja laatia sopimukset kiinteistökohtaisesti. Seuraavassa kartassa (kuvio 12) on esitetty mahdollisten kiinteistöjen sijainnit.



Kuvio 12. Kattopinta-alaa energiantuotannossa hyödyntävät kiinteistöt

4.3 Imagopuisto Valtatie 4:n varrelle

Yhtenä vaihtoehtona oli rakentaa ns. imagopuisto Valtatie 4:n varteen. Karttaa ja Googlen Streetview -palvelua käyttäen löysimme sopivan paikan johon saataisiin aivan Valtatie 4:n varrelle perustettua näkyvälle paikalle aurinkoenergiapuisto. Seuraavassa kartassa (kuvio 13) on merkattu ehdotus puiston sijainnista.



Kuvio 13. Sijaintiehdotus imagopuistolle

Alueella on kokoa noin 1,4 hehtaaria, johon saataisiin mahtumaan noin 3000 paneelia. Tältä alueelta saatava energia voitaisiin hyödyntää DS Smithin kiinteistössä ja ylimääräinen myytäisiin suoraan verkkoon. Muuntamo sijaitsee DS Smithin kiinteistön läheisyydessä, mikä puoltaa aluevalintaa. Suunniteltu alue on ilmeisesti vanhaa peltoa, joka on heinittynyt ja sinne on kasvanut muutamia puita, jotka voi nähdä kuvista 13. Ne ovat helposti poistettavissa ja rakennuspaikkana tämä alue on hyvä, sillä sen saavutettavuus on hyvä. Huolto on helppoa kesällä sekä talvella ja alueelle on helposti järjestettävissä vartiointi esimerkiksi ilkvallan varalta.

5 TULOKSET

Laskentakaavojen avulla saatiin laskettua paneelien hyötysuhde, maksimitehokerroin, tuotetun energian määrä ja energian hinta. Laskelmassa käytettiin annuiteettikerroinmenetelmää ja kannattavuuden selvittämiseen nykyarvomenetelmää. Annuiteettikerroimen avulla voidaan laskea investointikohteen vuotuinen poisto- ja korkokustannus yhtenä eränä. Nykyarvomenetelmässä saadaan vuotuiset nettotulot muunnettua diskonttaamalla investointiajankohdan rahamääräksi eli nykyarvoksi. (Yritystulkki 2015, viitattu 16.11.2015.) Nykyarvojen yhteenlaskettua summaa kutsutaan nykyarvosummaksi. Nykyarvosummaa verrataan investoinnin hankintameno. Investoinnin ollessa kannattava nykyarvosumma on suurempi kuin investoinnin hankintameno. Tapauskohtaiset laskelmat on esitetty luvussa 4.5.

5.1 Energiantuotanto

Hyötysuhde

Paneelien hyötysuhde saadaan laskemalla kaavalla 1, jossa paneelin maksimiteho jaetaan säteilyteholla ja kerrotaan paneelien pinta-alalla (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015).

Kaava 1. Paneelin hyötysuhde

$$\eta = \frac{P_{nim}}{GA}$$

η = hyötysuhde
 P_{nim} = paneeli maksimiteho
 G = säteilyteho
 A = paneelin pinta-ala

Maksimitehokerroin

Maksimitehokerroin on laitteiden testattu teho standardiolosuhteissa. Se saadaan laskemalla kaavalla 2, jossa paneelin huipputehokerroin kerrotaan paneeliston pinta-alalla. Huipputehokerroin saadaan aurinkosähkökennojen tyyppien huipputehokertoimet -taulukosta (taulukko 2). Huipputehokerroin kertoo eri paneelityyppien eroja kW/m². Referenssisäteilytilanne tarkoittaa säteilytilannetta, jossa säteilyä tulee yksi kilowatti neliötä kohden 25 celsiusasteen lämpötilassa. (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015.)

Kaava 2. Maksimitehokerroin

$$P_{\max} = K_{\max} \times A$$

P_{\max} = maksimitehokerroin referenssisäteilytilanteessa

K_{\max} = paneelin huipputehokerroin

A = paneeliston pinta-ala

Taulukko 2. Aurinkosähkökennon tyyppien huipputehokertoimet (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015).

Aurinkosähkökennon tyyppi	Huipputehokerroin K_{\max} kW/m ²
piipohjaiset yksikiteiset kennot *	0,12...0,18
piipohjaiset monikiteiset kennot *	0,10...0,16
ohutkalvo kiteetön pii kennot	0,04...0,08
muut ohutkalvotekniikalla toteutetut kennot	0,035
Ohutkalvotekniikalla toteutettu CuInGaSe ₂ kenno	0,105
Ohutkalvotekniikalla toteutettu CdTe kenno	0,095
* pakkaustiheys >80 %	

Investoinnilla tuotettu energia

Investoinnilla tuotetun energian määrä kertoo, miten paljon kyseinen investointi tuottaa energiaa. Energiantuotanto saadaan laskettua kaavalla 3, jossa vuosittainen auringonsäteilyteho kerrotaan paneelien maksimitehokertoimella ja käyttötilanteen toimivuuskertoimilla (taulukko 3) ja jaetaan referenssisäteilytilanteella. Käyttötilanteen toimivuuskerroin kertoo aurinkokennon asennustavan vaikutuksen energiantuotantoon. Tuuletuksen kasvaessa paranee myös toimivuuskerroin, koska lämpötilalla ei ole niin suurta vaikutusta paneeleihin. (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015.)

Kaava 3. Investoinnilla tuotettu energia

$$E_{s,pv.out} = E_{sol,hor} \times P_{max} \times F_{käyttö} / I_{ref}$$

$E_{sol,hor}$ = Vuosittainen auringonsäteilyteho, joka kohdistuu paneeleihin (kWh/m²)

P_{max} = Paneelin maksimitehokerroin (kW)

$F_{käyttö}$ = Käyttötilanteen toimivuuskerroin

I_{ref} = Referenssisäteilytilanne (1kW/m²)

Taulukko 3. Käyttötilanteen toimivuuskerroin (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015).

Aurinkokennon asennustapa	Käyttötilanteen toimivuuskerroin $F_{käyttö}$ [-]
Tuulettamaton moduli	0,70
Hieman tuuletettu moduli	0,75
Voimakkaasti tuuletettava tai koneellisesti tuuletettu moduli	0,80

Minimienergianhinnan laskeminen

Voimalla tuotetun energian hinta saadaan laskettua kaavalla 4, jossa annuiteettikerroin kerrotaan voimalan hinnalla ja jaetaan tuotetulla energialla. Saatu tulos kerrotaan vielä 100:lla, jotta saatu tulos muuntautuu valmiiksi snt/ kWh muotoon.

Kaava 4. Energian hinta

$$\text{energian hinta} = \frac{a * \text{voimalan hinta}}{t_k} * 100 \text{snt}/\text{€},$$

a = annuiteettikerroin

Voimalan hinta (€)

t_k = tuotettu energia

Annuiteettikerroin saadaan laskettua kaavalla 5. Voimalan hinta kertoo voimalan kokonaisinvestoinnin määrän. Tuotettu energia saadaan laskettua kaavalla 3.

Kaavalla 4 saatu energian hinta on se hinta, jolla investointi tuottaa nollatuloksen. Tätä kutsutaan kriittiseksi pisteeksi. Kriittinen piste on se tilanne, jolloin tuotot ovat yhtä suuret kuin kustannukset. Tällöin yritykselle ei synny voittoa eikä tappiota.

Kaava 5. Annuiteettikerroin (Heimonen 2012, viitattu 9.11.2015).

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \text{ jossa}$$

i = laskentakorkokanta ja n = aikajakso vuosissa.

5.2 Kannattavuus nykyarvomenetelmällä

Nykyarvomenetelmällä tuotot ja kulut diskontataan nykyhetken valitulla korkokannalla laskettuna. Investointi on kannattava, jos nettotulot ovat suuremmat kuin perusinvestointi. Jollei korkokantaa laskelmassa käytettäisi, saataisiin investoinnista pelkin nettotuotoin helposti liian kannattava.

Laskelmassa laskettiin jokaiselle kolmelle eri vaihtoehdolle kannattavuus nykyarvomenetelmällä. Laskelmassa pitoaikana käytettiin 30 vuotta ja korkokantana 4 prosenttia. Kassavirralla saadaan tieto siitä, kuinka paljon rahaa liikkuu kassaan ja pois kassasta. Tämä sisältää yrityksen maksut ja vastaanotetut suoritukset.

Diskonttauksen avulla saadaan laskettua tulevaisuuden rahavirran arvo nykyarvoksi. Tämänhetkisen ja tulevaisuudessa maksettavan rahan ollessa vertailukelpoista keskenään siirretään tulevien maksujen arvo nykyaikaan eli diskontataan.

5.3 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika kertoo, kuinka nopeasti investoinnin yhteenlasketut nettotuotot maksavat investoinnin takaisin. Saatu tulos mitataan vuosissa. Takaisinmaksuaikaa laskiessa ei oteta huomioon jäännösarvoa eikä korkoa.

Takaisinmaksuaika laskettiin (kaava 6) kolmelle eri vaihtoehdolle. Takaisinmaksuajassa huomioitiin investointi ilman energiatukea ja investoinnit energiatuen kanssa. Kun energiatuki otettiin huomioon, investoinnin takaisinmaksuaika lyheni. Takaisinmaksuaika laskettiin kolmella eri hintavaihtoehdolla. Ensimmäisessä hintavaihtoehdossa on energianhintana käytetty keskimääräistä energi-

anhintaa 5,95 snt/ kWh. Toisessa hintavaihtoehdossa energianhintana on käytetty hintaa, joka saavuttaa kannattavuuden rajan ilman energiatukea. Kolmannessa hintavaihtoehdossa energianhintana on käytetty hintaa, joka saavuttaa kannattavuuden rajan energiatuki huomioituna investointiin. Takaisinmaksuaika saadaan laskettua jakamalla kokonaisinvestointi vuotuisella nettotuotolla.

Kaava 6. Takaisinmaksuaika

Investoinnin hankintameno	= takaisinmaksuaika vuosissa
Vuotuiset nettotuotot	

5.4 Eri vaihtoehtojen laskelmat

lin korkeudella keskimääräinen auringon kokonaissäteily 45 astetta kallistetulle pinnalle on 1054 kWh/m². Keskimääräiset paistetunnit lin vyöhykkeellä ovat 1175 tuntia vuodessa. (Suomen sääpalvelu 2015, viitattu 29.10.2015.) Laskelmissa käytetyn paneelin maksimiteho on 260w. Yhden paneelin pinta—ala on 1,66 neliometriä.

Kaikissa vaihtoehdoissa on paneeliston hyötysuhde sama, joten se voidaan laskea tähän kaavalla 1.

$$\eta = \frac{P_{nim}}{GA}$$

η = hyötysuhde
 P_{nim} = paneeli maksimiteho
 G = säteilyteho
 A = paneelin pinta-ala

$$\eta = \frac{260w}{1054kWh/m^2 * 1,66m^2} = 0,148651361 \approx 14,9 \%$$

5.4.1 Tuotannosta poistunut turvetuotantoalue

Paneeliston kokonaispinta-ala saadaan $3846 \text{ kpl} \cdot 1,66 \text{ m}^2 = 6384,36 \text{ m}^2$

Paneelien huipputehokerroin taulukosta 2, **0,16 kW/m²**

Maksimitehokerroin (kaava 2)

$$P_{\max} = K_{\max} \times A$$

P_{\max} = maksimitehokerroin referenssisäteilytilanteessa

K_{\max} = paneelin huipputehokerroin

A = paneeliston pinta-ala

$$P_{\max} = 0,16 \text{ kW/m}^2 \cdot 6384,36 \text{ m}^2 = 1021,4976 \text{ kW}$$

Investoinnilla tuotettu energia (kaava 3)

$$E_{s,pv.out} = E_{sol,hor} \times P_{\max} \times F_{käyttö} / I_{ref}$$

$E_{sol,hor}$ = Vuosittainen auringonsäteilyteho, joka kohdistuu paneeleihin (kWh/m²)

P_{\max} = Paneelin maksimitehokerroin (kW)

$F_{käyttö}$ = Käyttötilanteen toimivuuskerroin

I_{ref} = Referenssisäteilytilanne (1kW/m²)

$$E_{s,pv.out} = \frac{1053,65 \text{ kWh/m}^2 \cdot 1021,4976 \text{ kW} \cdot 0,8}{1 \text{ kW/m}^2} = 861040,8 \text{ kWh} \approx 861 \text{ MWh}$$

Energian hinta (kaava 4)

Voimalan hinta = 1 343 959,64 €

$$\text{energian hinta} = \frac{a \cdot \text{voimalan hinta}}{t_k} \cdot 100 \text{ snt/€},$$

a = annuiteettikerroin

Voimalan hinta (€)

t_k = tuotettu energia

$$\text{energian hinta} = \frac{0,057830099 \cdot 1343959,64 \text{ €}}{861040,8 \text{ kWh}} \cdot 100 \text{ snt/€} = 9,02644 \text{ snt/kWh}$$

Annuiteettikerroin (kaava 5)

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \text{ jossa}$$

i= laskentakorkokanta ja n= aikajakso vuosissa.

Laskenta korkokanta on 4% ja aikajakso 30 vuotta

$$\alpha = \frac{0,04(1 + 0,04)^{30}}{(1 + 0,04)^{30} - 1} = 0,057830099$$

Kannattavuus nykyaikamenetelmällä

Diskonttauskerroin lasketaan kaavalla $1/(1 + \text{laskentakorkokanta})^{\text{pitoajan vuosi}}$

Laskelmassa on käytetty kassavirtana keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) laskettua vuotuista tuloa, josta on laskettu pois vuotuiset menot.

Taulukko 4. Nykyarvomenetelmä turvealueelle ilman energiatukea

Nykyarvomenetelmä turvealueelle ilman energiatukea				Kassavirta
				31 072,53 €
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykykyarvo (€)	
0	1	- 1 343 959,64 €	- 1 343 959,64 €	
1	0,961538462	31 072,53 €	29 877,43 €	
2	0,924556213	31 072,53 €	28 728,30 €	
3	0,888996359	31 072,53 €	27 623,37 €	
4	0,854804191	31 072,53 €	26 560,93 €	
5	0,821927107	31 072,53 €	25 539,36 €	
6	0,790314526	31 072,53 €	24 557,07 €	
7	0,759917813	31 072,53 €	23 612,57 €	
8	0,730690205	31 072,53 €	22 704,39 €	
9	0,702586736	31 072,53 €	21 831,15 €	
10	0,675564169	31 072,53 €	20 991,49 €	
11	0,649580932	31 072,53 €	20 184,12 €	
12	0,62459705	31 072,53 €	19 407,81 €	
13	0,600574086	31 072,53 €	18 661,36 €	
14	0,577475083	31 072,53 €	17 943,61 €	
15	0,555264503	31 072,53 €	17 253,47 €	
16	0,533908176	31 072,53 €	16 589,88 €	
17	0,513373246	31 072,53 €	15 951,81 €	
18	0,493628121	31 072,53 €	15 338,27 €	
19	0,474642424	31 072,53 €	14 748,34 €	
20	0,456386946	31 072,53 €	14 181,10 €	
21	0,438833602	31 072,53 €	13 635,67 €	
22	0,421955387	31 072,53 €	13 111,22 €	
23	0,405726333	31 072,53 €	12 606,94 €	
24	0,390121474	31 072,53 €	12 122,06 €	
25	0,375116802	31 072,53 €	11 655,83 €	
26	0,360689233	31 072,53 €	11 207,53 €	
27	0,34681657	31 072,53 €	10 776,47 €	
28	0,333477471	31 072,53 €	10 361,99 €	
29	0,320651415	31 072,53 €	9 963,45 €	
30	0,308318668	31 072,53 €	9 580,24 €	
Yhteensä		- 411 783,73 €	- 806 652,41 €	

Ilman energiatukea olevassa laskelmassa (taulukko 4) jää nykyarvojen summa negatiiviseksi, joten hanke ei ole tämän mukaan kannattava. Energianhinnan ollessa 11,36 snt/kWh saadaan nykyarvojen summa positiiviseksi. Silloin nettotuotto olisi 77 654,84€. Tämä tarkoittaisi sitä, että energia-
puisto tuottaisi nollatuloksen 30 vuodessa, korkokannan ollessa 4 prosenttia.

Taulukko 5. Nykyarvomenetelmä turvealueelle energiatuen kanssa

Nykyarvomenetelmä turvealueelle energiatuen kanssa				
				Kassavirta
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		31 072,53 €
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykykyarvo (€)	
0	1	- 940 771,75 €	- 940 771,75 €	
1	0,961538462	31 072,53 €	29 877,43 €	
2	0,924556213	31 072,53 €	28 728,30 €	
3	0,888996359	31 072,53 €	27 623,37 €	
4	0,854804191	31 072,53 €	26 560,93 €	
5	0,821927107	31 072,53 €	25 539,36 €	
6	0,790314526	31 072,53 €	24 557,07 €	
7	0,759917813	31 072,53 €	23 612,57 €	
8	0,730690205	31 072,53 €	22 704,39 €	
9	0,702586736	31 072,53 €	21 831,15 €	
10	0,675564169	31 072,53 €	20 991,49 €	
11	0,649580932	31 072,53 €	20 184,12 €	
12	0,62459705	31 072,53 €	19 407,81 €	
13	0,600574086	31 072,53 €	18 661,36 €	
14	0,577475083	31 072,53 €	17 943,61 €	
15	0,555264503	31 072,53 €	17 253,47 €	
16	0,533908176	31 072,53 €	16 589,88 €	
17	0,513373246	31 072,53 €	15 951,81 €	
18	0,493628121	31 072,53 €	15 338,27 €	
19	0,474642424	31 072,53 €	14 748,34 €	
20	0,456386946	31 072,53 €	14 181,10 €	
21	0,438833602	31 072,53 €	13 635,67 €	
22	0,421955387	31 072,53 €	13 111,22 €	
23	0,405726333	31 072,53 €	12 606,94 €	
24	0,390121474	31 072,53 €	12 122,06 €	
25	0,375116802	31 072,53 €	11 655,83 €	
26	0,360689233	31 072,53 €	11 207,53 €	
27	0,34681657	31 072,53 €	10 776,47 €	
28	0,333477471	31 072,53 €	10 361,99 €	
29	0,320651415	31 072,53 €	9 963,45 €	
30	0,308318668	31 072,53 €	9 580,24 €	
Yhteensä		- 8 595,83 €	- 403 464,52 €	

Tällä laskelmalla (taulukko 5) energiatuetussa investoinnissa jää nykyarvojen summa negatiiviseksi, mutta nollatulokseen riittää 8,66 snt/kWh energianhinta, jolloin nettotuotto olisi 54 406,73 €.

Vuotuisina nettotuottoina eri energiahinnoilla saatiin 5,95 snt/kWh 31 072,53€, 11,36 snt/kWh 77 654,84€ sekä 8,66 snt/kWh 54 406,73€. Jos energiapuistolla halutaan saada tuloja, pitää energian hintaa saada vielä nostettua.

Takaisinmaksuaika (kaava 6)

Investoinnin hankintameno	
Vuotuiset nettotuotot	= takaisinmaksuaika vuosissa

Investoinnin hankintameno ilman energiatukea on 1 343 959,64 € ja energiatuella 940 771,75 € Vuotuiset nettotuotot keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) ovat 31 072,53€, ilman energiatukea ne ovat (11,36 snt/kWh) 77 654,84€ ja energiatuella (8,66 snt/kWh) ne ovat 54 406,73€. Näillä tiedoilla takaisinmaksuajat ovat keskimääräisellä sähkön hinnalla

5,95 snt/kWh	11,36 snt/kWh	8,66 snt/kWh
$\frac{1\,343\,959,64\text{€}}{31\,072,53\text{€}}$	$\frac{1\,343\,959,64\text{€}}{77\,654,84\text{€}}$	$\frac{940\,771,75\text{€}}{54\,406,73\text{€}}$
= 43,25.. vuotta	= 17,30.. vuotta	= 17,29.. vuotta
$\frac{940\,771,75\text{€}}{31\,072,53\text{€}}$		
= 30,27.. vuotta		

5.4.2 Kiinteistöjen kattopinta-ala

Paneeliston kokonaispinta-ala saadaan $7000 \text{ kpl} \cdot 1,66 \text{ m}^2 = \mathbf{11\,620 \text{ m}^2}$

Paneelien huipputehokerroin taulukosta 2, **0,16 kW/m²**

Maksimitehokerroin (kaava 2)

$$P_{\max} = K_{\max} \times A$$

P_{\max} = maksimitehokerroin referenssisäteilytilanteessa

K_{\max} = paneelin huipputehokerroin

A = paneeliston pinta-ala

$$P_{\max} = 0,16 \text{ kW/m}^2 * 11\,620 \text{ m}^2 = 1\,859,2 \text{ kW}$$

Investoinnilla tuotettu energia (kaava 3)

$$E_{s,pv.out} = E_{sol,hor} \times P_{\max} \times F_{\text{käyttö}} / I_{ref}$$

$E_{sol,hor}$ = Vuosittainen auringonsäteilyteho, joka kohdistuu paneeleihin (kWh/m²)

P_{\max} = Paneelin maksimitehokerroin (kW)

$F_{\text{käyttö}}$ = Käyttötilanteen toimivuuskerroin

I_{ref} = Referenssisäteilytilanne (1kW/m²)

$$E_{s,pv.out} = \frac{1053,65 \text{ kWh/m}^2 * 1859,2 \text{ kW} * 0,8}{1 \text{ kW/m}^2} = 1567156 \text{ kWh} \approx 1567 \text{ MWh}$$

Energian hinta (kaava 4)

Voimalan hinta = 1 730 360,00 €

$$\text{energian hinta} = \frac{a * \text{voimalan hinta}}{t_k} * 100 \text{ snt/€},$$

a = annuiteettikerroin

Voimalan hinta (€)

t_k = tuotettu energia

$$\text{energian hinta} = \frac{0,057830099 * 1\,730\,360 \text{ €}}{1\,567\,156 \text{ kWh}} * 100 \text{ snt/€} = 6,38 \text{ snt/kWh}$$

Annuiteettikerroin (kaava 5)

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \text{ jossa}$$

i = laskentakorkokanta ja n = aikajakso vuosissa.

Laskenta korkokanta on 4% ja aikajakso 30 vuotta

$$\alpha = \frac{0,04(1 + 0,04)^{30}}{(1 + 0,04)^{30} - 1} = 0,057830099$$

Kannattavuus nykyaikamenetelmällä

Diskonttauskerroin lasketaan kaavalla $1/(1 + \text{laskentakorkokanta})^{\text{pitoajan vuosi}}$

Laskelmassa on käytetty kassavirtana keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) laskettua vuotuista tuloa, josta on laskettu pois vuotuiset menot.

Taulukko 6. Nykyarvomenetelmä kattoalueelle ilman energiatukea

Nykyarvomenetelmä kattoalueelle ilman energiatukea				Kassavirta
				67 290,43 €
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykyarvo (€)	
0	1	- 1 730 360,00 €	- 1 730 360,00 €	
1	0,961538462	67 290,43 €	64 702,34 €	
2	0,924556213	67 290,43 €	62 213,79 €	
3	0,888996359	67 290,43 €	59 820,95 €	
4	0,854804191	67 290,43 €	57 520,14 €	
5	0,821927107	67 290,43 €	55 307,83 €	
6	0,790314526	67 290,43 €	53 180,61 €	
7	0,759917813	67 290,43 €	51 135,20 €	
8	0,730690205	67 290,43 €	49 168,46 €	
9	0,702586736	67 290,43 €	47 277,37 €	
10	0,675564169	67 290,43 €	45 459,01 €	
11	0,649580932	67 290,43 €	43 710,58 €	
12	0,62459705	67 290,43 €	42 029,41 €	
13	0,600574086	67 290,43 €	40 412,89 €	
14	0,577475083	67 290,43 €	38 858,55 €	
15	0,555264503	67 290,43 €	37 363,99 €	
16	0,533908176	67 290,43 €	35 926,91 €	
17	0,513373246	67 290,43 €	34 545,11 €	
18	0,493628121	67 290,43 €	33 216,45 €	
19	0,474642424	67 290,43 €	31 938,89 €	
20	0,456386946	67 290,43 €	30 710,48 €	
21	0,438833602	67 290,43 €	29 529,30 €	
22	0,421955387	67 290,43 €	28 393,56 €	
23	0,405726333	67 290,43 €	27 301,50 €	
24	0,390121474	67 290,43 €	26 251,44 €	
25	0,375116802	67 290,43 €	25 241,77 €	
26	0,360689233	67 290,43 €	24 270,93 €	
27	0,34681657	67 290,43 €	23 337,44 €	
28	0,333477471	67 290,43 €	22 439,84 €	
29	0,320651415	67 290,43 €	21 576,77 €	
30	0,308318668	67 290,43 €	20 746,90 €	
Yhteensä		288 353,00 €	- 566 771,58 €	

Tämän laskelman (taulukko 6) perusteella investointi ei ole kannattava, koska nykyarvojen summa jää negatiiviseksi. Energianhinnan ollessa 7,99 snt/kWh saadaan nykyarvojen summan positiiviseksi. Silloin nettotuotto olisi 99 260,43€.

Taulukko 7. Nykyarvomenetelmä kattoalueelle energiatuen kanssa

Nykyarvomenetelmä kattoalueelle energiatuen kanssa				Kassavirta
				67 290,43 €
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykykyarvo (€)	
0	1	- 1 211 252,00 €	- 1 211 252,00 €	
1	0,961538462	67 290,43 €	64 702,34 €	
2	0,924556213	67 290,43 €	62 213,79 €	
3	0,888996359	67 290,43 €	59 820,95 €	
4	0,854804191	67 290,43 €	57 520,14 €	
5	0,821927107	67 290,43 €	55 307,83 €	
6	0,790314526	67 290,43 €	53 180,61 €	
7	0,759917813	67 290,43 €	51 135,20 €	
8	0,730690205	67 290,43 €	49 168,46 €	
9	0,702586736	67 290,43 €	47 277,37 €	
10	0,675564169	67 290,43 €	45 459,01 €	
11	0,649580932	67 290,43 €	43 710,58 €	
12	0,62459705	67 290,43 €	42 029,41 €	
13	0,600574086	67 290,43 €	40 412,89 €	
14	0,577475083	67 290,43 €	38 858,55 €	
15	0,555264503	67 290,43 €	37 363,99 €	
16	0,533908176	67 290,43 €	35 926,91 €	
17	0,513373246	67 290,43 €	34 545,11 €	
18	0,493628121	67 290,43 €	33 216,45 €	
19	0,474642424	67 290,43 €	31 938,89 €	
20	0,456386946	67 290,43 €	30 710,48 €	
21	0,438833602	67 290,43 €	29 529,30 €	
22	0,421955387	67 290,43 €	28 393,56 €	
23	0,405726333	67 290,43 €	27 301,50 €	
24	0,390121474	67 290,43 €	26 251,44 €	
25	0,375116802	67 290,43 €	25 241,77 €	
26	0,360689233	67 290,43 €	24 270,93 €	
27	0,34681657	67 290,43 €	23 337,44 €	
28	0,333477471	67 290,43 €	22 439,84 €	
29	0,320651415	67 290,43 €	21 576,77 €	
30	0,308318668	67 290,43 €	20 746,90 €	
Yhteensä		807 461,00 €	- 47 663,58 €	

Tämän laskelman (taulukko 7) perusteella investointi ei ole kannattava energiatuen kanssa, koska nykyarvojen summa jää negatiiviseksi. Energianhinnan ollessa 6,11 snt/kWh saadaan nykyarvojen summa positiiviseksi. Silloin nettotuotto olisi 69 641,17€

Vuotuisina nettotuottoina eri energiahinnoilla saatiin 5,95 snt/kWh 67290,43€, 11,36 snt/kWh 99260,43€ sekä 8,66 snt/kWh 69641,17€. Jos energiapuistolla halutaan saada tuloja, pitää energian hintaa saada vielä nostettua.

Takaisinmaksuaika (kaava 6)

Investoinnin hankintameno	= takaisinmaksuaika vuosissa
Vuotuiset nettotuotot	

Investoinnin hankintameno ilman energiatukea on 1 730 360,00 €€ ja energiatuella 1 211 252,00 €. Vuotuiset nettotuotot keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) ovat 67290,43€, ilman energiatukea (7,99 snt/kWh) ne ovat 99260,43€ ja energiatuella (6,1 snt/kWh) 69641,17€.

5,95 snt/kWh	7,99 snt/kWh	6,1 snt/kWh
$\frac{1\ 730\ 360\text{€}}{67\ 290,43\text{€}}$ = 25,71.. vuotta	$\frac{1\ 730\ 360\text{€}}{99\ 260,43\text{€}}$ = 17,43.. vuotta	$\frac{1\ 211\ 252\text{€}}{69\ 641,17\text{€}}$ = 17,39.. vuotta
$\frac{1\ 211\ 252\text{€}}{67\ 290,43\text{€}}$ = 18,00.. vuotta		

5.4.3 Imagopuisto Valtatie 4:n varrelle

Paneeliston kokonaispinta-ala saadaan $3000 \times 1,66 \text{ m}^2 = 4\ 980 \text{ m}^2$

Paneelien huipputehokerroin taulukosta 2, **0,16 kW/m²**

Maksimitehokerroin (kaava 2)

$$P_{\max} = K_{\max} \times A$$

P_{\max} = maksimitehokerroin referenssisäteilytilanteessa

K_{\max} = paneelin huipputehokerroin

A = paneeliston pinta-ala

$$P_{\max} = 0,16 \text{ kW/m}^2 * 4\ 980 \text{ m}^2 = 796,8 \text{ kW}$$

Investoinnilla tuotettu energia (kaava 3)

$$E_{s,pv.out} = E_{sol,hor} \times P_{max} \times F_{käyttö} / I_{ref}$$

$E_{sol,hor}$ = Vuosittainen auringonsäteilyteho, joka kohdistuu paneeleihin (kWh/m²)

P_{max} = Paneelin maksimitehokerroin (kW)

$F_{käyttö}$ = Käyttötilanteen toimivuuskerroin

I_{ref} = Referenssisäteilytilanne (1kW/m²)

$$E_{s,pv.out} = \frac{1053,65 \text{ kWh/m}^2 * 796,8 \text{ kW} * 0,8}{1 \text{ kW/m}^2} = \mathbf{671\ 638,656 \text{ kWh} \approx 672 \text{ MWh}}$$

Energian hinta (kaava 4)

Voimalan hinta = 775 053,57 €

$$\text{energian hinta} = \frac{a * \text{voimalan hinta}}{t_k} * 100 \text{ snt/€},$$

a = annuiteettikerroin

Voimalan hinta (€)

t_k = tuotettu energia

$$\text{energian hinta} = \frac{0,057830099 * 775\ 053,57 \text{ €}}{671\ 638,656 \text{ kWh}} * 100 \text{ snt/€} = \mathbf{6,67.. \text{ snt/ kWh}}$$

Annuiteettikerroin (kaava 5)

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

(1+i)ⁿ - 1, jossa

i = laskentakorkokanta ja n = aikajakso vuosissa.

Laskenta korkokanta on 4% ja aikajakso 30 vuotta

$$\alpha = \frac{0,04(1 + 0,04)^{30}}{(1 + 0,04)^{30} - 1} = \mathbf{0,057830099}$$

Kannattavuus nykyaikamenetelmällä

Diskonttauskerroin lasketaan kaavalla $1/(1 + \text{laskentakorkokanta})^{\text{pitoajan vuosi}}$

Laskelmassa on käytetty kassavirtana keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) laskettua vuotuista tuloa, josta on laskettu pois vuotuiset menot.

Taulukko 8. Nykyarvomenetelmä imagopuistolle ilman energiatukea

Nykyarvomenetelmä imagopuistolle ilman energiatukea				Kassavirta
				28 336,70 €
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykykyarvo (€)	
0	1	- 775 053,57 €	- 775 053,57 €	
1	0,961538462	28 336,70 €	27 246,82 €	
2	0,924556213	28 336,70 €	26 198,87 €	
3	0,888996359	28 336,70 €	25 191,22 €	
4	0,854804191	28 336,70 €	24 222,33 €	
5	0,821927107	28 336,70 €	23 290,70 €	
6	0,790314526	28 336,70 €	22 394,90 €	
7	0,759917813	28 336,70 €	21 533,56 €	
8	0,730690205	28 336,70 €	20 705,35 €	
9	0,702586736	28 336,70 €	19 908,99 €	
10	0,675564169	28 336,70 €	19 143,26 €	
11	0,649580932	28 336,70 €	18 406,98 €	
12	0,62459705	28 336,70 €	17 699,02 €	
13	0,600574086	28 336,70 €	17 018,29 €	
14	0,577475083	28 336,70 €	16 363,74 €	
15	0,555264503	28 336,70 €	15 734,36 €	
16	0,533908176	28 336,70 €	15 129,19 €	
17	0,513373246	28 336,70 €	14 547,30 €	
18	0,493628121	28 336,70 €	13 987,79 €	
19	0,474642424	28 336,70 €	13 449,80 €	
20	0,456386946	28 336,70 €	12 932,50 €	
21	0,438833602	28 336,70 €	12 435,09 €	
22	0,421955387	28 336,70 €	11 956,82 €	
23	0,405726333	28 336,70 €	11 496,94 €	
24	0,390121474	28 336,70 €	11 054,75 €	
25	0,375116802	28 336,70 €	10 629,57 €	
26	0,360689233	28 336,70 €	10 220,74 €	
27	0,34681657	28 336,70 €	9 827,64 €	
28	0,333477471	28 336,70 €	9 449,65 €	
29	0,320651415	28 336,70 €	9 086,20 €	
30	0,308318668	28 336,70 €	8 736,73 €	
Yhteensä		75 047,32 €	- 285 054,47 €	

Tällä laskelmalla (taulukko 8) investointi ilman energiatukea jää nykyarvojen summa negatiiviseksi, joten hanke ei ole tämän mukaan kannattava. Energianhinnan ollessa 8,41 snt/kWh saadaan nykyarvojen summan positiiviseksi. Silloin nettotuotto olisi 44 859,01€. Tämä tarkoittaisi sitä, että energiapuisto tuottaisi nollatuloksen 30 vuodessa, korkokannan ollessa 4 prosenttia.

Taulukko 9. Nykyarvomenetelmä imagopuistolle energiatuella

Nykyarvomenetelmä imagopuistolle energiatuella				Kassavirta
				28 336,70 €
Pitoaika 30 vuotta		Korkokanta 4%		
t	Diskonttauskerroin	Kassavirta (€)	Nykykyarvo (€)	
0	1	- 542 537,50 €	- 542 537,50 €	
1	0,961538462	28 336,70 €	27 246,82 €	
2	0,924556213	28 336,70 €	26 198,87 €	
3	0,888996359	28 336,70 €	25 191,22 €	
4	0,854804191	28 336,70 €	24 222,33 €	
5	0,821927107	28 336,70 €	23 290,70 €	
6	0,790314526	28 336,70 €	22 394,90 €	
7	0,759917813	28 336,70 €	21 533,56 €	
8	0,730690205	28 336,70 €	20 705,35 €	
9	0,702586736	28 336,70 €	19 908,99 €	
10	0,675564169	28 336,70 €	19 143,26 €	
11	0,649580932	28 336,70 €	18 406,98 €	
12	0,62459705	28 336,70 €	17 699,02 €	
13	0,600574086	28 336,70 €	17 018,29 €	
14	0,577475083	28 336,70 €	16 363,74 €	
15	0,555264503	28 336,70 €	15 734,36 €	
16	0,533908176	28 336,70 €	15 129,19 €	
17	0,513373246	28 336,70 €	14 547,30 €	
18	0,493628121	28 336,70 €	13 987,79 €	
19	0,474642424	28 336,70 €	13 449,80 €	
20	0,456386946	28 336,70 €	12 932,50 €	
21	0,438833602	28 336,70 €	12 435,09 €	
22	0,421955387	28 336,70 €	11 956,82 €	
23	0,405726333	28 336,70 €	11 496,94 €	
24	0,390121474	28 336,70 €	11 054,75 €	
25	0,375116802	28 336,70 €	10 629,57 €	
26	0,360689233	28 336,70 €	10 220,74 €	
27	0,34681657	28 336,70 €	9 827,64 €	
28	0,333477471	28 336,70 €	9 449,65 €	
29	0,320651415	28 336,70 €	9 086,20 €	
30	0,308318668	28 336,70 €	8 736,73 €	
Yhteensä		307 563,39 €	- 52 538,40 €	

Tällä laskelmalla (taulukko 9) energiatuella investoinnilla jää nykyarvojen summa negatiiviseksi, mutta nollatulokseen riittää 6,41 snt/kWh energianhinta, jolloin nettotuotto olisi 31 426,23€.

Vuotuisina nettotuottoina eri energiahinnoilla saatiin 5,95 snt/ kWh 28 336,70€, 8,41snt/ kWh 44 859,01€ sekä 6,41 snt/ kWh 31 426,23€. Jos energiapuistolla halutaan saada tuloja, pitää energian hintaa saada vielä nostettua.

Takaisinmaksuaika (kaava 6)

Investoinnin hankintameno	= takaisinmaksuaika vuosissa
Vuotuiset nettotuotot	

Investoinnin hankintameno ilman energiatukea on 775 053,57 € ja energiatuella 542 537,07 €.

Vuotuiset nettotuotot keskimääräisellä sähköhinnalla (5,95 snt/kWh) ovat 28 336,70€, ilman energiatukea (8,41snt/kWh) ne ovat 44 859,01€ ja energiatuella (6,41 snt/kWh) 31 426,23€. Jos energiapuistolla halutaan saada tuloja, pitää energian hintaa saada vielä nostettua.

Näillä tiedoilla takaisinmaksuajat ovat eri energianhinnoilla:

5,95 snt/kWh	8,41 snt/kWh	6,41 snt/kWh
$\frac{775\,053,57\text{€}}{28\,336,7\text{€}}$	$\frac{775\,053,57\text{€}}{44\,859,01\text{€}}$	$\frac{542\,537,07\text{€}}{31\,426,23\text{€}}$
= 27,35.. vuotta	= 17,27.. vuotta	= 17,26.. vuotta
$\frac{542\,537,07\text{€}}{28\,336,7\text{€}}$		
= 19,14.. vuotta		

6 MARKKINOINTI

6.1 Imagomarkkinointi

Samalla toimialalla olevien yritysten toiminta on lähes yhtäläistä, joten yritysten pitää erottautua muista toimijoista. Imagolla pyritään houkuttelemaan lisää asiakaskuntaa ja säilyttämään jo olemassa olevat asiakassuhteet.

Yritysimago nostaa tuotteen arvoa ja lisää asiakastyytyvääisyyttä, lisäksi se helpottaa asiakkaan ostopäätösprosessia. Kun asiakkaalla on hyvät mielikuvat yrityksen arvoista, tuotetuista palveluista ja laadusta, on asiakas valmis maksamaan hieman enemmän tuotetusta palvelusta tai tuotteesta. Yrityksen ja asiakkaan yhteiset arvot ovat merkittävässä roolissa, kuten tässä tapauksessa vihreät arvot. (Järvinen & Ström 2010, viitattu 13.11.2015.)

Tässä tapauksessa imagomarkkinointia voi suorittaa perustamalla imagopuiston Valtatie 4:n varteen. Valtatie 4:llä on vilkas liikenne, jolloin imagopuisto sijaitsisi näkyvällä paikalla. Imagopuistolla tuotettu energia myytäisiin suoraan lähettyvillä oleville yrityksille ja kiinteistöille. Tämä vaikuttaisi myös yritysten imagoon, koska yritykset käyttävät paikallista puhdasta uusiutuvaa energiaa.

Aurinkoenergiaa voi markkinoida myymällä tai vuokraamalla kuluttajalle oman osuuden aurinkopaneelista. Paneelilla tuotetun energian osuus vähennettäisiin kuluttajan sähkölaskusta. Tämä toisi lisää tuloja aurinkopuiston omistajalle ja kuluttaja tietäisi ostetun energian alkuperän ja tuotantotavan.

Uusiutuvaa energiaa saataisiin kuluttajan tietoon järjestämällä markkinointikampanja, jossa asiakkaat ja kuluttajat järjestäisivät omia markkinointikampanjoita. Kuluttajien järjestämät markkinointikampanjat tavoittaisivat paljon muita kuluttajia ja näin uusiutuvasta energiasta saadaan heräämään lisää kiinnostusta kuluttajien keskuudessa. Energiayhtiö palkitsisi parhaimpia ja näkyvimpiä markkinointitempauksia. Palkintona voisi olla osuuksia paneeleihin ja niistä tuotetun energian ostamiseen pieniä alennuksia.

Nykypäivänä sosiaalinen media on erittäin tärkeä markkinointikeino. Vuonna 2014 tehdyn tutkimuksen mukaan 16 – 74 -vuotiaista 56 prosenttia on seurannut jotain yhteisöpalvelua viimeisten kolmen kuukauden aikana (Tilastokeskus 2014, viitattu 31.10.2015). Tämä tarkoittaa sitä, että yli puolet seuraa jotain sosiaalista mediaa, joten sosiaalinen media on erittäin voimakas markkinointikeino. Aurinkovoimalalle voisi perustaa omat Facebook sivut, johon päivitetäisiin voimalaan liittyviä tietoja. Myös joku paikallinen julkisuudenhenkilö voisi olla mukana markkinoimassa aurinkosähköä sosiaalisessa mediassa. Aurinkovoimapuistosta voisi perustaa oman sivun internettiin, josta kuluttajat seuraisivat aurinkovoimalaa. Sivustoille voisi perustaa taulukon, josta kuluttajat näkisivät reaaliajassa tulevan energian tuoton. Tällä saataisiin ihmisten mielenkiintoa lisättyä aurinkoenergiaa kohtaan.

Aurinkoenergiaa tuottava firma voi jakaa pieniä tuotelahjoja, joilla tuodaan paneelin toimintaa ihmisten tietoon. Tuotelahjoissa olisi hyvä hyödyntää aurinkopaneeleja. Tällainen tuotelahja voisi olla muun muassa aurinkopaneelilla toimiva kännykänlaturi.

Sähkön hinta voitaisiin piilottaa esimerkiksi sellaisten yritysten tuotteisiin, jotka käyttävät aurinkoenergiaa. Tuotteita markkinoidaan esimerkiksi tuotteiden valmistamiseen käytetyn energian puhtaudella, minkä vuoksi tuotteet ovat hieman kalliimpia kuin kilpailevan yrityksen tuotteet. Tällä tavoin yritys voi ehkä maksaa korkeampaa hintaa energiasta, kun se saa imagollista hyötyä omalle toiminnalleen käyttäessään aurinkoenergiaa.

6.2 Aurinkosähkön markkinointi ja sähköstä saatava hinta

Aurinkosähkön markkinointiin pätee varmasti samat "lait" kuin minkä tahansa muunkin ekologisen tuotteen markkinointiin. Ihmiset ovat erilailla kiinnostuneita ekologisista tuotteista. Osa kuluttajista hakee itse kanavat, joista saa haluamansa, osa taas tarttuu tilaisuuteen, kun sitä tarjotaan ja osaa ei kiinnosta ollenkaan. Aurinkosähkön markkinoinnissa kannattaakin suunnata markkinat tähän 2/3 osaa kuluttajista, joissa on potentiaalia ostamaan aurinkosähköä. Jäljelle jäävään 1/3 osaan ei markkinointia kannata tuhllata, sillä prosentuaalinen osuus kiinnostuneista asiakkaista jää pieneksi.

Aurinkoenergian markkinapotentiaalia lisää sen puhtaus, sillä aurinkosähkön tuottamisesta ei synny lainkaan päästöjä. Ainoa päästön lähde on kennojen valmistaminen, mutta järjestelmä maksaa päästönsä takaisin noin kahdessa vuodessa. Aurinkosähkön käyttö vähentää maapallon CO₂-

päästöjä. On laskettu että jokainen asennettu kilowatti vähentää CO₂- päästöjä noin 0,7- 1,3 tonnia vuodessa. (Rexel Oy, viitattu 29.10.2015.)

Aurinkosähköstä voi saada korkeampaa hintaa kuin muusta sähköstä, kun markkinoi sen oikeille kanaville, sillä maapallon tilasta kiinnostunut ja siihen sitoutunut kuluttaja kyllä maksaa, kunhan tuotetta on saatavilla ja hän voi varmistua sen alkuperästä.

Kuluttajakunta, joka on valmis ostamaan aurinkosähköä kun sitä on tarjolla, arvostaa helppoutta ja saatavuutta. Tällä osalla kuluttajista lisähinnan maksuhalut jäävät vähäisiksi, mutta saatava hinta on kuitenkin suurempi kuin yleinen markkinahinta. Yleisesti helppous ratkaisee, jolloin helpoimmin saatavilla oleva tuote valitaan. Tälle kuluttajaryhmälle markkinointi kannattaa suorittaa ns. omilla kasvoillaan, jolloin tietynlainen huijaamisen tunne vähenee kuluttajilta verrattuna siihen, kun esimerkiksi jokin suuri sähköyhtiö markkinoi tuotettaan. (Kapiainen- Heiskanen 2014, viitattu 29.10.2015.)

Yksi tärkeimmistä seikoista aurinkosähkön markkinoinnissa on puolueettoman ja tutkitun tiedon esittämien kuluttajalle. Tietämättömänä kuluttaja ei uskalla/tahdo ehkä ostaakaan sähköä, kun ei tiedä sen alkuperää tai tuotantotapaa. Avainasemassa on suoramarkkinointi kuluttajille heidän omassa ympäristössään. (Kapiainen- Heiskanen 2014, viitattu 29.10.2015.)

Korkea hinta saa kuluttajan valitsemaan yleensä toisin eli yleensä halvemman mahdollisuuden, tai kuluttaja haluaa varmistua, että saa rahoilleen vastinetta. Kuluttajat pitäisi saada huomaamaan aurinkosähkön edut ja paikallisuuden vaikutukset. Ostaessaan paikallisesti tuotettua puhdasta aurinkosähköä, tukee hän paikallista yrittäjää ja ilmastoa, sekä kehittää aurinkosähkön tuottamista. Kun aurinkosähkölle on menekkiä, tuottajalla on matalampi kynnys lisätä tuotantoaan ja ehkä kehittää järjestelmiään. Tuotannon lisääntyessä hintaa yleensä saadaan laskettua, kun järjestelmät ovat kannattavampia ja kysyntä lisääntyvää. Aurinkosähkön tuottamisen tutkimiseen ja kehittämiseen kannattaa panostaa kun asiakaskuntaa riittää. Kuluttajien on hankala luoda luottamus ekologisen sähkön etuihin, koska omat tiedot koetaan usein riittämättömiksi asian suhteen. Epätietoisuus vaikeuttaa ”tavallisen sähkön” ja aurinkosähkön keskinäistä vertailua. Hankaluuksia aiheuttaa myös tarjonnan puute, vähäinen halu ajankäyttöön sekä epätietoisuus sähköyhtiön vaihdosta ja siihen liittyvistä asioista. (Salmela 2004, viitattu 29.10.2015.)

Ostamalla ekologisesti tuotettua sähköä kuluttaja on mukana vähentämässä fossiilisten polttoaineiden käyttöä energiatuotannossa, kuten kivihien ja öljyn. Ekologisesti tuotettu sähkö myös lisää kansallista energiaturvallisuutta ja energiaomavaraisuutta. (U.S. Department of energy 2015, viitattu 29.10.)

Ihmiset ostavat helpoiten sitä mitä tarvitsevat. Siksi aurinkosähköä markkinoidessa tulee olla näkyvissä monissa eri markkinointikanavissa ja tuoda itseään selkeästi esille. Helppo saavutettavuus lisää myyntiä. Avainasemassa ovat hakukoneet, kohdennettu markkinointi ja tunnettavuus paikallakunnalla. Ihminen tekee päätökset tunteella ja perustelee ne järjellä. Tällöin myyjän pitää päästä asiakkaan ajatuksen tasolle ja osata perustella, miksi asiakas tarvitsisi aurinkosähköä. Tässä auttaa faktatiedon kertominen ajatusten tueksi.

Asiakas ajattelee vain itseään, joten myynnin kannalta pitää asiakkaalle tarjota sitä mikä häneen vetoaa. Asiakas ajattelee saamiaan hyötyjä ja lisäarvoja, myyjän pitää pystyä markkinoimaan asiakkaalle tämä. Asiakas on valmis maksamaan lisähintaa, jos tuote on parempi kuin kilpailijalla. Kattavat perustelut ovat avainasemassa.

Asiakas haluaa yleensä ostaa, ei olla pakkomyynnin kohteena. Tyrkytysmyynti ei tuota tulosta. Asiakkaalle tarjotaan tuotetta jota hän tarvitsee, myyjä perustelee miksi juuri tämä tuo hyötyä ja lisäarvoa asiakkaalle, näin ei tarvitse tyrkyttää tuotetta. Ihmisillä on paha tapa epäillä riskiä viimeiseen asti. Kukaan ei halua tulla höynäytetyksi ostettaessa tuotetta, joka ei ollutkaan sitä mitä luvattiin. Myyjän tehtävänä on markkinoida tuotetta siten, että totuutta ei tarvitse vääristellä. Ostopäätökseen vaikuttavat muiden asiakkaiden suositukset, pitkä ja kattava takuu (tässä tapauksessa hintatakuu), sekä muut riskiä poistavat tekijät. Asiakkaan ja myyjän välille pitää saada luotua luottamus.

Asiakkaat haluavat tutustua tuotteeseen ennen kuin he ostavat sen. Myyjän pitää pystyä esittelemään tuotetta asiakkaalle ja tutustuttaa heidät siihen. Asiakkaiden palkitseminen jatkomarkkinoinnista voi olla ensiarvoisen tärkeää tässä markkinoinnissa. Potentiaalisille asiakkaille voitaisiin tuoda tietoutta aurinkosähköstä tutustuttamalla heidät esimerkiksi tuotantokenttiin ja kiinteistöihin, joissa aurinkosähköä käytetään. Myös tuotantotietojen esille tuominen voi olla hyväksi markkinoinnissa. Helposti suhteutettava kulutus tuotantoon nähden auttaa asiakasta ymmärtämään aurinkosähkön etuja. (Johansson 2012, viitattu 29.10.2015.)

Asiakkaat maksaisivat aurinkosähköstä korkeampaa hintaa kuin perussähköstä, koska aurinkovoima on uusiutuvaa ja päästötöntä. Yksi peruste aurinkosähkön ostamiselle on myös se, että se auttaa tulevaisuuden sukupolvia päästöttömyydellään eli voidaan ostaa turvaa tulevaisuudelle. Tulevaisuudessa aurinkosähkö on varmasti potentiaalinen ja lisääntyvä energiatuotantomuoto, joten tällä hetkellä ostamalla aurinkosähköä kehitetään ja turvataan myös tulevaisuudessa energiantuotantoa.

Aurinkosähkön tuottaminen ei aiheuta CO₂ päästöjä. Se ei tuota myöskään melua eikä siinä ole liikkuvia osia, joten huollon tarve on erittäin pieni. Aurinkosähköä voidaan tuottaa jo olemassa olevissa paikoissa, kuten kiinteistöjen katoilla tai voidaan perustaa ns. aurinkopuisto, joka on laaja, mutta päästötön alue. Rakentamisen jälkeen alueelta ei pääse vapautumaan ympäristöön haitallisia aineita, ja katettuna eroosiokaan ei pääse vaikuttamaan. (Ilmastonmuutos ja maaseutu 2013, viitattu 4.11.2015.)

Aurinkosähkön tuotanto on myös siitä edullista, koska kertainvestoinnilla voidaan tuottaa energiaa kymmeniä vuosia. Paneelivalmistajat lupailevat tuotantotehotakuillaan, että paneelit tuottavat 20-30 vuoden päästä valmistuksesta vähintään 85 prosenttia huipputuotannosta. Jos paneeleilla ei tavoitella mahdollisimman suuria tuotantoja, voidaan paneeleilla tuottaa helposti 40 vuottakin energiaa kertainvestoinnilla. Toki järjestelmään kuuluu myös muita osia, joiden käyttöikä ei ole välttämättä niin pitkä kuin paneeleilla. Esimerkiksi inverttereille voidaan laskea investoinnin tarvetta noin 10 vuoden välein, mutta pääsääntöisesti aurinkoenergiavoimalat ovat alkuinvestoinnin jälkeen halpoja ylläpitää, koska huoltokustannukset ovat pienet.

Potentiaalisen sähkönostajan tulisi maksaa miltei 3 snt/kWh enemmän kuin perussähköstä, jotta aurinkovoimalaitos tuottaisi omistajalleen tuloa. Todelliset ostajat pitää löytää ja heille on markkinoitava oikeilla keinoilla. Parasta potentiaalista ryhmää ovat nuoret aikuiset, jotka ovat kiinnostuneita tulevaisuudesta. Heillä on yleensä avoin näkemys ja kiinnostus uuteen teknologiaan. Jos järjestelmään saadaan kaupattua esimerkiksi älykäs sähkönkäytön seurantamahdollisuus, voidaan saada lisättyä potentiaalisia ostajia.

7 POHDINTA

Tämä opinnäytetyö oli aiheeltaan hyvin ajankohtainen ja mielenkiintoinen. Toivottavasti työstä on hyötyä aurinkoenergiatuotannon kehittymiselle. Aurinkoenergiatuottaminen on ollut pitkään kansalaisten tiedossa, mutta yleisestä mielipiteestä johtuen sen yleistyminen ja läpimurto on jäänyt saavuttamatta. Yleinen luulo on, että aurinkoenergialla ei voida tuottaa energiaa muuhun käyttöön kuin esimerkiksi kesämökkien tarpeiksi. Tämä on kuitenkin väärä käsitys. Työtä tehdessä huomattiin, että aurinkoenergialla voidaan tuottaa hyvinkin suuria määriä energiaa, mutta huipputuotanto on kuitenkin lyhytaikainen. Paneeleilta saadaan sähköä karkeasti maaliskuusta syyskuuhun, huipukaudet ovat kesä -elokuu. Suomessa voidaan tuottaa aurinkoenergiaa suurin piirtein saman verran kuin Pohjois - Saksassa. Vaikka Saksan säteilymäärät ovat korkeampia kuin Suomessa. Suomessa aurinko paistaa kauemmin vuorokaudessa kuin Saksassa, joka tasapainottaa tuotantoa.

Aurinkoenergilaitteiden asentaminen on vielä aika kallista, mutta hinnat ovat tulleet alas hyvää vauhtia jo pitemmän aikaa, kun laitteistot ovat yleistyneet. Suomessa on myös kotimaista aurinkopaneelituotantoa, joten haluttaessa laitteiston kotimaisuusaste saadaan korkeaksi.

Nykyisellä tasolla aurinkovoimaloilla tuotetulla sähköllä ei voida kilpailla esim. vesi- ja tuulisähkön kanssa. Keskimääräisillä sähköhinnoilla suurin osa isommista aurinkovoimaloista jää kannattamattomiksi, vaikka hankkeelle saataisiin valtion maksamaa energiatukea. Kannattavuutta voidaan parantaa käyttämällä tuotettu sähkö suoraan tuotantopaikalla, jolloin vältetään sähkön siirtomaksun ja sähköveron maksamiselta.

Työn tuloksien mukaan yhden megawatin kokoluokan aurinkovoimala ei ole taloudellisesti kannattava. Kuluttaja pitäisi saada maksamaan miltei kaksinkertainen hinta energiasta kilowattitunnilta verrattuna sähkön keskihintaan, jotta voimala saataisiin kannattavaksi.

Näkyvällä paikalla aurinkovoimala voi herättää kiinnostusta ja tuoda esille aurinkovoimalan hyviä puolia liittyen päästöttömyyteen sekä meluttomuuteen. On laskettu että jokainen asennettu kilowatti vähentää CO₂- päästöjä noin 0,7- 1,3 tonnia vuodessa. Aurinkopaneelijärjestelmän valmistamisessa syntyneet päästöt aurinkovoimala maksaa taikaisin noin kahdessa vuodessa. Aurinkovoimalalla tuotettu sähkö on saasteetonta, sillä järjestelmässä ei ole liikkuvia osia eikä se tarvitse toimikseen muuta energiaa kuin aurinko.

Aurinkosähkön kannattavuuden suurimmat kompastuskivet ovat verkkoon myytävän sähkön verotus ja siirtohintaa. Verkkoon syöttävä aurinkovoimalaitos joutuu maksamaan verkonomistajalle tuotetusta sähköstä jonkin verran kilowattituntia kohden. Tämä hinta on suoraan pois katteesta. Aurinkovoimapuistolla tuotetulle sähkölle on hankala saada hyvää katetta, koska nollatulokseenkin vaadittu sähkön hinta on korkeampi kuin perussähkö. Tässä vaiheessa ensiarvoisen tärkeässä roolissa on aurinkosähkön markkinointi. Aurinkosähköä tulee markkinoida oikeille henkilöille oikeaan aikaan oikeanlaisen henkilön toimesta. Potentiaalisin ostajakunta taitaa löytyä nuorista aikuisista, jotka ovat avoimia uudelle teknologialle ja kiinnostuneita tulevaisuudesta. Nykyaikaan kuluttajia kiinnostaa energian alkuperä, ja auringolla tuotettu energia on helppo paikallistaa. Uusiutuvien energianlähteiden lisääntyessä uusiutumattomien energialähteiden käyttöä voidaan vähentää ja vaikuttaa maapallon tulevaisuuteen.

LÄHTEET

CA Mätssystem AB 2015. Aurinkokennot ja aurinkokennoille tehtävät mittaukset. Viitattu 29.10.2015,

http://chauvin-arnoux.fi/wp-content/uploads/2014/09/FI_Solpanelsinstallation1.pdf

Erat B., Erkkilä V., Löfgren T., Nyman C., Peltola S. & Suokivi H. 2001. Aurinko-opas aurinkoenergiaa rakennuksiin. Helsinki: Sarmala Oy

Energiamarkkinavirasto 2015. Hintatilat. Viitattu 9.11.2015,

<http://www.sahkonhinta.fi/summariesandgraphs>

Energiamarkkinavirasto 2014. Verkkokomponentit ja indeksikorjatut yksikköhinnat vuodelle 2014. Viitattu 17.11.2015,

<https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/S%C3%A4hk%C3%B6jakeluverkon+komponenttien+yksikk%C3%B6hinnat+vuodelle+2014.xlsx/dfa3136e-232e-4472-8e5c-ab032c6a1564>

Energiateollisuus 2015. Aurinkoenergia. Viitattu 4.11.2015,

<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/aurinkoenergia>

Energy world 2015. China's solar pv sector achieves rapid growth amid global economic downturn. Viitattu 2.11.2015,

<http://www.renewableenergyworld.com/articles/2015/10/china-s-solar-pv-sector-achieves-rapid-growth-amid-global-economic-downturn.html>

Fingrid Oy. Kulutuksen ja tuotannon liittäminen kantaverkkoon. Viitattu 4.11.2015,

<http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/liittyminen/liittymisper/Sivut/default.aspx>

Finnwind 2015. Usein kysyttyä aurinkopaneeleista, aurinkopaneelien asennuksesta jne. Viitattu 4.11.2015,

<http://www.finnwind.fi/aurinkovoima/>

Finsolar 2015. Rahoitusmallit aurinkoenergiainvestoinneille. Viitattu 2.10.2015,

http://www.finsolar.net/?page_id=1410

Fortum 2015. Fortum lähisähkösopimuksella myyt itse tuottamasi sähkön ylijäämän meille. Viitattu 4.11.2015,

<https://www.fortum.fi/countries/fi/energiansaasto-ja-ratkaisut/oma-sahkontuotanto-pientuotanto-lahisahko/pages/default.aspx>

Greenenergy 2015. Aurionkopaneelit ja aurinkosähköjärjestelmien komponentit. Viitattu 22.9.2015,

<http://www.gef.fi/fi/solar/components/>

Heimonen 2012. Aurinkolämmön ja -sähkön laskentaopas. Viitattu 9.11.2015,

www.ym.fi/download/noname/%7BF4F73E83-56AF-4112.../30750

Ilmastonmuutos ja maaseutu. Maatilan aurinkosähkö. Viitattu 4.11.2015,

<http://www.ilmase.fi/site/tietopaketit/maatilan-aurinkosahko/>

International energy agency photovoltaic power systems programme 2014. Statistic reports. Viitattu 4.11.2015,

[http://www.iea-pvps.org/index.php?id=92&no_cache=1&tx_damfrontend_pi1\[pointer\]=0](http://www.iea-pvps.org/index.php?id=92&no_cache=1&tx_damfrontend_pi1[pointer]=0)

Johansson, H., 2012. Kun ymmärrät ostamisen ja myymisen psykologiaa, voit myydä mitä tahansa. Viitattu 29.10.2015,

<http://www.tuotantotalous.com/kun-ymmarrat-ostamisen-ja-myyminen-psykologiaa-voit-myyda-mita-tahansa/>

Järvinen, V-P. & Ström, P. 2010. Viitattu 13.11.2015,

<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/61624/nbnfi-fe201005101834.pdf?sequence=3>

Kaakon voimatekniikka 2012, Kiinteistön sähköverkkoon liitettävät aurinkovoimalaitokset. Viitattu 4.11.2015,

<http://www.voimatekniikka.fi/aurinkovoima.html>

Kapiainen- Heiskanen, P. 2014. Miksi kuluttaja valitsee luomun?. Viitattu 29.10.2015,

<http://luomu.fi/tietopankki/miksi-kuluttaja-valitsee-luomun/>

Kastikainen, J., Kokkonen, P. & Tuukkanen, K. 2013. Energiantuotannon ja investointien rahoitus. Viitattu 14.11.2015,

http://www.oamk.fi/hankkeet/bioologia/docs/materiaalit/pekka_kokkonen.pdf

Kiiveri, J. 2014. Aurinkosähkövoimalan suunnittelu. Viitattu 22.9.2015,

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82405/Kiiveri_Janina.pdf?sequence=1

Koponen, E. 2015. Viitattu 2.11.2015,

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/95632/Koponen_Erik.pdf?sequence=1

Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 501/2015. Viitattu 11.11.2015,

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150501>

Lähienergia 2015. Joukkorahoitus – Uusiutuvan energian käännteentekijä?. Viitattu 15.11.2015

<http://www.laenergia.org/joukkorahoitus-uusiutuvan-energian-kaanteentekija/>

Maanmittauslaitos 2015. Hinnasto. Viitattu 2.11.2015,

<http://www.maanmittauslaitos.fi/hinnasto/lohkominen>

Motiva 2014. Auringosta sähköä. Viitattu 4.11.2015,

http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa

Motiva 2015. Aurinkoenergia. Viitattu 2.11.2015,

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia

Opetushallitus 2010. Yrityksen lainarahoitus. Viitattu 14.11.2015,

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/lainarahoitus/index.html>

Pure Energies 2014. How the World's top solar countries grew their markets. Viitattu 2.11.2015,

<http://pureenergies.com/us/blog/worlds-top-solar-countries-grew-markets/>

Pure energies 2015. Top 10 countries using solar power. Viitattu 2.11.2015,
<http://pureenergies.com/us/blog/top-10-countries-using-solar-power/>

Rexel Oy. Rexel aurinkosähköjärjestelmät. Viitattu 29.10.2015,
<http://www.rexel.fi/Documents/Palvelut/Rexel-Aurinkoenergia-A4-low.pdf>

Salmela. 2004. Kuluttajat vihreän sähkön markkinoilla. Viitattu 29.10.2015,
<https://www.fi/mediabank/1067.pdf>

Solpros Ay 2001. Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa. Viitattu 2.11.2015,
http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/3rdeport_final.PDF

Solpros Oy 2006. Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö. Viitattu 14.10.2015,
<http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf>

Suntekno 2015. Aurinkopaneelit. Viitattu 22.9.2015,
<http://www.suntekno.fi/resources/public/tietopankki/paneelit.pdf>

Suomen sääpalvelu 2015. Vuositilastot. Viitattu 29.10.2015,
<https://www.saapalvelu.fi/kuopio/tilastot/vuositilastot/>

Sähkömarkkinalaki. 588/2013. Viitattu 4.11.2015
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Tilastokeskus 2014. Puolet suomalaisista mukana yhteisöpalveluissa. Viitattu 31.10.2015,
http://www.stat.fi/til/sutivi/2014/sutivi_2014_2014-11-06_tie_001_fi.html

Työ- ja elinkeinoministeriö 2012. Energiatukihakemus investointiin. Viitattu 31.10.2015,
http://www.tem.fi/files/37551/E1_v2013.doc

Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a. Hakeminen ja maksatus. Viitattu 31.10.2015,
(http://www.tem.fi/energia/energiatuki/hakeminen_ja_maksatus)

Työ- ja elinkeinoministeriö 2013b. Tuettavat hankkeet. Viitattu 31.10.2015,
http://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuettavat_hankkeet

Työ- ja elinkeinoministeriö 2015a. Energiatuki. Viitattu 31.10.2015,
<http://www.tem.fi/energia/energiatuki>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2015b. Tuen enimmäismäärät. Viitattu 31.10.2015,
http://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen_maara

U.S. Department of energy 2015. Buying green energy. Viitattu 29.10.2015,
<http://apps3.eere.energy.gov/greenpower/buying/>

Valtioneuvoston asetus energiatauen myöntämisen yleisistä ehdoista, 1063/2013 Viitattu 31.10.2015.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20121063>

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 713/2006. Viitattu 4.11.2015,
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060713>

Valtionvastuulaki. 688/2001. Viitattu 31.10.2015,
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010688>

Yritystulkki 2015. Investoinnin laskentaopas. Viitattu 16.11.2015
http://www.yritystulkki.fi/files/yt22_investoinnin_laskenta_josek.pdf

YTM-Industrial 2015. Cis ohutkalvo aurinkopaneelit. Viitattu 2.11.2015,
http://www.ytmpumput.fi/pdf/aurinkopaneelit/YTM-Industrial_CIS-ohutkalvoaurinkopaneelit.pdf

Solartukku

Y-tunnus 2266819-1

Oulun Ammattikorkeakoulu
Heikki Riikola / Timo Jussilainen
Oulu

7.10.2015

NOVA-AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄ BUDJETTITARJOUS N:o 1377

Kohde: Aurinkovoimala 3000 paneelia

3000 kpl Solarwatt Blue 60P 260W monikide paneelia, 780kwp, pinta-ala 4980 m², valmistajan tuotetakuu 12 vuotta ja tehonantotakuu 25 vuotta. Valmistettu Saksassa.

Hinta	0,61€/W	475 800€
-------	---------	----------

16 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485, Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 7 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 736 kw.

Hinta	0,12€/W	88 320€
-------	---------	---------

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu 5 vuotta, valmistusmaa Sveitsi,

Hinta	0,10€/W	78 000€
-------	---------	---------

Yhteensä veroton		642 120€
------------------	--	----------

780kw aurinkovoimalan kilowattihinta	823,23€	
--------------------------------------	---------	--

3000 kpl Solarwatt 60P 260W monikide lasi + lasi paneelia 780 kwp, pinta-ala 4980 m², valmistajan tuotetakuu 30 vuotta ja tehonantotakuu 30 vuotta. Valmistettu Saksassa.

Hinta 0,73€/W 569 400€

16 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485, Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 7 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 736 kw.

Hinta 0,12€/W 88 320€

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu 5 vuotta, valmistusmaa Sveitsi,

Hinta 0,10€/W 78 000€

Yhteensä veroton

735 720€

780 kw aurinkovoimalan kilowattihinta

943,23€

3000 kpl AS-6P30 250W monikide paneelia 750 kwp, pinta-ala 4920 m², valmistajan tuotetakuu 12 vuotta ja tehonantotakuu 30 vuotta. Valmistettu Usa, Taiwan.

Hinta 0,52€/W 390 000€

16 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485, Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 5 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin

VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 736 kw.

Hinta	0,12€/W	88 320€
-------	---------	---------

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu

10 vuotta , valmistusmaa Sveitsi,

Hinta	0,10€/W	78 000€
-------	---------	---------

Yhteensä veroton

556 320€

750 kw aurinkovoimalan kilowattihinta

741,76€

Kohde: Aurinkovoimala 6000 paneelia

6000 kpl Solarwatt Blue 60P 260W monikide paneelia, 1560kwp, pinta-ala 9960 m2, valmistajan

tuotetakuu 12 vuotta ja tehonantotakuu 25 vuotta. Valmistettu Saksassa.

Hinta	0,60€/W	936 000€
-------	---------	----------

33 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485,

Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 7 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin

VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 1518 kw.

Hinta	0,11€/W	166 980€
-------	---------	----------

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu

5 vuotta , valmistusmaa Sveitsi,

Hinta 0,09€/W 140 400€

Yhteensä veroton

1 243 380€

1560 kw aurinkovoimalan kilowattihinta

797,04€

6000 kpl Solarwatt 60P 260W monikide lasi + lasi paneelia 1560 kwp, pinta-ala 9960 m², valmistajan tuotetakuu 30 vuotta ja tehonantotakuu 30 vuotta. Valmistettu Saksassa.

Hinta 0,72€/W 1 123 200€

33 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485, Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 7 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 1518 kw.

Hinta 0,11€/W 166 980€

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu

5 vuotta , valmistusmaa Sveitsi,

Hinta 0,09€/W 140 400€

Yhteensä veroton

1 430 580€

1560 kw aurinkovoimalan kilowattihinta

917,04€

6000 kpl AS-6P 30 Platinum 250W monikide paneelia, 1500kwp, pinta-ala 9840 m2, valmistajan tuotetakuu 12 vuotta ja tehonantotakuu 30 vuotta. Valmistettu Usa, Taiwan

Hinta 0,51€/W 765 000€

33 kpl StecaGrid 46000 kolmivaiheinen verkkoon syöttävä invertteri 46 kw, hyötysuhde 96,3%. RS485, Dataloggeri, Ethernet, IP65. Valmistettu Saksassa, takuu 7 vuotta. Invertteri täyttää asetetun standardin VDE-AR-N-4105 mikrotuotantovaatimukset. Invertterien yhteiskapasiteetti 1518 kw.

Hinta 0,11€/W 166 980€

Asennuskiskot ja paneelikiinnikkeet (clamp) paneelien kiinnittämiseen metalli- tai puurakenteeseen takuu 5 vuotta , valmistusmaa Sveitsi,

Hinta 0,09€/W 140 400€

Yhteensä veroton 1 072 380€

1500 kw aurinkovoimalan kilowattihinta 714,92€

Toimitusehdot: Vapaasti tehtaalla

Toimitusaika: Sopimuksen mukaan

Maksuehdot: Sopimuksen mukaan

Tarjous voimassa: Sopimuksen mukaan.

Toivomme tarjouksemme soveltuvan Teille ja johtavan tilaukseenne.

Parhain terveisin,

Jouni Järvinen
Solartukku Oy
Teollisuustie 4
42700 Keuruu
+358 44 266 2337
jouni.jarvinen@solartukku.fi
www.solartukku.fi

Aurinkopaneelit Solarwatt Blue 60P valmistettu Saksassa, tuotetakuu 12 vuotta sekä 25 vuoden tehonantotakuu.

Paneelien suurin mekaaninen kuormitus: 5400 pa.

Aurinkopaneelit Solarwatt 60P lasi+lasi, valmistettu Saksassa, tuotetakuu 30 vuotta sekä 30 vuoden tehonantotakuu.

Paneelien suurin mekaaninen kuormitus: 5400 pa

Nova-aurinkokeräimet ovat tehokkaita, testattuja ja niillä on Solar Keymark sertifikaatti

DIN EN 12975-1: 2006 EN 12975-2: 2006