

# AURINKOENERGIA SEULAVIHANNEKSEN TILALLA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala, kevät 2020

Eero Virtanen

Koulutus Kampus	Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma Mustiala	
<b>Tekijä</b>	Eero Virtanen	<b>Vuosi 2020</b>
<b>Työn nimi</b>	Aurinkoenergia Seulavihanneksen tilalla	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Timo Teinilä	

## TIIVISTELMÄ

Nykyaikaisilla kasvavilla maatiloilla myös sähkön kulutus usein kasvaa. Suurin osa maatiloilla kuluva sähkö on ostosähköä. Tämän rinnalle voidaan lisätä oma tuotantojärjestelmä tasoittamaan vuotuisia energian kuluksia. Sähkö voidaan tehdä monin eri tavoin. Tässä työssä kuitenkin paneudutaan uusiutuvaan aurinkoenergiaan. Aurinkoenergian kannattavuus ja investoinnin takaisinmaksuaika on parantunut lyhyellä ajanjaksolla paljon. Sitä on edesauttanut myös valtion ja Euroopan unionin rahallinen kannustus.

Työssä käydään läpi Seulavihanneksen aurinkovoimalaprojekti. Seulavihanneksella vuotuinen sähkönkulutus on noussut 400 000 kWh. Siitä vajaa viidennes tuotetaan nykyisin auringon voimalla. Työ käsittelee aluksi aurinkopaneeleita investointina yleisesti ja niiden toimintaperiaatteita. Yleisen osion jälkeen keskitytään Seulavihanneksen 80 kWp aurinkovoimala investointiin. Siinä käydään läpi yksityiskohtaisesti kaikki eri rakennusvaiheet ja eritellään kustannuksia, sekä lasketaan eri variaatioita hankkeen takaisinmaksuajaksi. Lopputuloksena takaisinmaksuajaksi saatiin 18 vuotta. Työn lopussa on katsaus Euroopan uusiutuvan energian tilanteeseen, sekä muutamia suurimpia aurinkoenergiaprojekteja pohjoismaista, sekä muualta Euroopasta. Toimeksiantaja työlle oli Seulavihanne Oy.

**Avainsanat** Aurinkoenergia, pientuotanto, uusiutuvaenergia

**Sivut** 32 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Name of degree programme	Degree programme in agricultural and rural industries	
Campus	Mustiala	
<b>Author</b>	Eero Virtanen	<b>Year</b> 2020
<b>Subject</b>	Solar energy at Seulavihannes OY	
<b>Supervisors</b>	Timo Teinilä	

## ABSTRACT

In modern growing farms the use of electricity tends to increase. Most of the electricity used on the farms is bought electricity. In addition to bought electricity, own electricity production can be added to even out the peak demand. There are multiple methods for electricity production on a farm. This thesis concentrates on renewable solar energy production. The profitability and the payback period on the investment have been significantly improved over a relatively short period of time. This is partly due to subsidies from European union and Finnish state for investments in renewable energy production.

In this thesis we went through the solar power plant project of Seulavihannes OY. The annual electricity consumption at Seulavihannes OY has increased to 400 000 kWh. Approximately 20% of the electricity consumed is self-produced using solar panels. The first part of the thesis is on solar panels as an investment in general and their operating principles. In the second part of the thesis we went through the 80 kWp solar power plant of seulavihannes OY. We went through the building process in detail and specified the costs of the project. Finally, we calculated different variations for the payback period on the investment. The payback period was defined to be 18 years. In the final part of the thesis we went through the renewable energy situation in Europe. Also, we studied some of the largest solar energy projects in Scandinavia and rest of the Europe. The client for this thesis was Seulavihannes OY

**Keywords** Solar energy, small scale energy production, renewable energy

**Pages** 32 pages including appendices 3 pages

## Sisällys

LYHENTEET.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 AURINKOENERGIA INVESTOINTINA.....	6
3 AURINKOPANEELEISTA YLEISESTI .....	7
3.1 Aurinkopaneelien vaihtoehdot .....	7
3.2 Aurinkopaneelin suuntaus .....	7
3.3 Aurinkopaneelien ekologisuus .....	9
4 CASE: SEULAVIHANNES.....	11
4.1 Aurinkoenergia tarpeen kartoittaminen.....	11
4.2 Aurinkoenergiainvestoinnin alku .....	11
4.3 Aurinkopaneelien asennus.....	12
4.4 Aurinkopaneelien käyttöönotto.....	14
5 AURINKOENERGIAN KANNATTAVUUS .....	16
5.1 Sähkönkulutus.....	16
5.2 Aurinkoenergian tuotto.....	18
5.3 Aurinkoenergian kustannukset .....	19
5.4 Aurinkoenergiainvestoinnin takaisinmaksuaika .....	20
6 AURINKOENERGIASTA ULKOMAILLA.....	23
6.1 Uusiutuva energia Euroopassa.....	23
6.2 Aurinkoenergia Euroopassa .....	23
6.3 Aurinkoenergian tehokkuus ulkomailla .....	24
7 POHDINTAA .....	25
8 LÄHTEET.....	27

### Liitteet

Liite 1	Investointitukihakemus
Liite 2	Aurinkovoimala tarjous
Liite 3	Aurinkovoimala tarjous

## LYHENTEET

Tekstissä on käytetty lyhenteitä, tässä selvitys mitä ne tarkoittavat.

kW= kilowatti= tehonyksikkö

kWh= kilowattitunti= tehon määrä tunnissa

MW= megawatti= tehonyksikkö

Wp= piikkiwatti= aurinkoenergiassa käytetty tehonyksikkö

kWp= piikkikilowatti= aurinkoenergiassa käytetty tehonyksikkö

kV= kilovoltti= jännitteenyksikkö

var= loisteho= kuorman ja siirtoverkonvälillä värähtelevä teho

## 1 JOHDANTO

Sähköenergia on kiistatta yksi tärkeimmistä energianmuodoista tänä päivänä. Suurin osa käyttösähköstä tulee isoista valtion laitoksista, mutta sähkön pientuotanto on kasvanut lyhyellä aikajaksolla kiivaasti. Tätä on kiihdyttänyt uusiutuvan energian kilpailukyky valtakunnan sähkön hintaa vastaan. Sähkön omavaraisuuteen pyrkii vielä harva, mutta omatuotanto on hyvä lisä verkkosähkön rinnalle.

Nykyaikainen maatila tarvitsee suuren määrän sähköä vuodessa, varsinkin jos sähköä käytetään jäähdyttämiseen tai lämmittämiseen. Sähkön markkinahintaan voi vaikuttaa kilpailuttamalla säännöllisesti sähkösopimuksen uudelleen, mutta siirtomaksu on vakio. Viime vuosina sähköverkon laaja maakaapelointi on aiheuttanut lisäkustannuksia siirtomaksuun ja Caruna jatkaa kaapelointia ainakin vuoteen 2028, joten lähitulevaisuudessa tuskin on sähkönsiirtohintaan odotettavissa hinnan alenemista.

Maatiloja alettiin kannustaa investoimaan uusiutuvaan energiaan vuonna 2017 tulleen korotetun investointituen avulla. Kun tuki nostettiin 40 prosenttiin, vauhditti se monia tiloja panostamaan uusiutuvaan energiaan. Tällöin investoinnin takaisinmaksuaika lyhenee huomattavasti, eikä aurinkovoimaloissa ole sidottuna enää yhtä suurta määrää pääomaa. Ajatus aurinkovoimasta alkoi kehittyä, kun korotetusta investointituesta tuli tietoa maanviljelijöille. Eri laskureilla laskettuna investoinnin takaisinmaksuaika oli noin vajaa kymmenen vuotta, jonka jälkeen paneelit tekisivät sähköä vielä noin 20 vuotta. Investointi alkoi kuulostaa järkevältä.

## 2 AURINKOENERGIA INVESTOINTINA

Aurinkoenergiaan investointi on kannattavaa, jos tuotetun sähkön saa käytettyä pääsääntöisesti itse. Tällöin tilakohtainen tuotantolaitos mitoitetaan vuotuisen sähkönkulutuksen mukaan, josta omalla tuotannolla on kannattavaa tuottaa noin kolmasosa. Valtakunnan verkkoon saa myytyä ylimääräisen sähkön, jonka hinta sovitaan sähköyhtiön kanssa. Investointiin on haettavissa kansainvälistä EU-tukea, joka maataloudessa kattaa 40 % osan kokonaiskustannuksesta. Yrityksiä tuetaan 25 % investointituella ja yksityiset henkilöt voivat hakea aurinkopaneelien asennustyöstä kotitalousvähennystä, joka on arvoltaan 50 %. (Caruna, 2018)

Aurinkopaneelien hinta on tullut 2000 luvulla roimasti alaspäin. Esimerkiksi Saksassa vuonna 2009 yksi Wp maksoi 2,5 € kun viisi vuotta myöhemmin yksi piikkiwatti maksoi 0,5 € huomioiden pelkästään paneelin kustannukset. Jos koko laitteiston hinnastoa verrataan samoihin vuosiin, niin 2009 yksi Wp maksoi 3,5 € kun 2014 hinta oli noin 1,5 € Wp kohden. Tämänkin jälkeen hintataso on vielä laskenut, tosin jo hieman vakioitunut. Suomessa pienten alle 10 kWp tehoiltaan olevien aurinkovoimaloiden hinta asennettuna on noin 2000 € yhtä kWp:tä kohden. Suuremmissa hankkeissa aurinkoenergian hinta laskee lähes 1000 euroon yhtä kWp:tä kohden. Jos yritys saa itse hyödynnettyä suurimman osan energiasta, on 10 – 100 kW voimalan rakentaminen nykyisillä tukioikeuksilla lähes aina kannattavaa. (Tahkokorpi, 2016, s.191)

Alle 100 kW aurinkovoimalat on vapautettu energianveron alaisuudesta. Yli 100 kW aurinkovoimalat tai vaihtoehtoisesti enimmillään 800 MWh vuodessa sähköä tuottavat laitokset tulevat energiaveron alaiseksi. Tällöin tulee rekisteröityä verohallinnolle sähköverovelvolliseksi ja vuosittain ilmoittaa sähkön tuotannon sekä myynnin määrä. Kaikki energia, mikä saadaan hyödynnettyä itse, ei ole energiaveron alaisena, mutta myytäväksi menevästä ylijäämästä maksetaan energiaveroa. Jos vuosituotanto menee vielä yli 800 MWh, tehdään kuukausittainen veroilmoitus riippumatta siitä, myydäänkö sähköä vai ei. (Vero, 2019)

### 3 AURINKOPANEELEISTA YLEISESTI

Tilakohtaista investointia suunniteltaessa lähdetään alkuun miettimällä aurinkovoimalan kokoa ja paikkaa. Paikka löytyy usein rakennuksien katoilta, joiden lappeet ovat koilliseen, etelään tai kaakkoon, mutta myös itä ja länsi tuottaa vielä suhteellisen hyvin. Myös maahan asennukset ovat mahdollisia, ja niiden hyötysuhde onkin usein korkeampi johtuen hyvästä tuulettumisesta. Mitä vähemmän varjostavia asioita on paneelien edessä, sitä parempi hyötysuhde saadaan aurinkoisina päivinä. Aurinkovoimalan kokoon vaikuttaa eniten tilan investointikyky ja halu uusiutuvaan energiaan. Voidaan pitää perussääntönä, että kaikki sähkö, mikä saadaan itse käytettyä, on edullisinta sähköä. Riippuen hieman miten sähkön käyttö jaksottuu vuoden ympäri, niin keskivertoa ajatellen noin kolmasosa vuotuisesta sähkön käytöstä on kannattavaa tuottaa itse uusiutuvalla energialla. (Urakka-maailma, n.d)

#### 3.1 Aurinkopaneelien vaihtoehdot

Aurinkopaneeleita on markkinoilla muutamia eri vaihtoehtoja, mutta pääsääntöisesti käytetään kuitenkin piipaneeleita, joita on yksikiteisenä sekä monikiteisenä piinä. Yksikiteiset piipaneelit ovat ns. perinteisiä paneeleita. Yksikiteiset piipaneelit ovat edelleen hieman monikidepaneeleita tehokkaampia, mutta monikidepaneelit ovat hieman kevyempiä ja toistaiseksi halvempia valmistaa. Yksikiteisissä paneeleissa on myös pienempi lämpöhäviö, mikä tarkoittaa hyötysuhteen pysymistä hyvänä lämpötilan noustessa. Yksikiteisillä piipaneeleilla hyötysuhde on hieman alle 20 %, kun taas monikidepaneeleilla hieman yli 15 %. Saavutetut hyötysuhteet vaihtelevat eri valmistajien kesken. Hyötysuhde saadaan laskettua kaavalla 1.  $W_p$  kuvaa paneelin tuottamaa energiamäärää vakioituissa olosuhteissa. Perinteisten piipaneelien tuottaman aurinkoenergian rinnalle on markkinoille tullut hiljalleen ohutkalvokennoja. Niiden hyötysuhde on toistaiseksi alle 10 %, mutta ne ovat huomattavan kevyitä. Tulevaisuus näyttää miten edukkaaksi valmistus saadaan ja tuleeko ne kilpailemaan perinteisten piipaneelien rinnalle. (Tahkokorpi, 2016, s.137-142)

$$W_p / (m^2 \times 1\,000 \text{ W/m}^2) \approx X \% \quad (1)$$

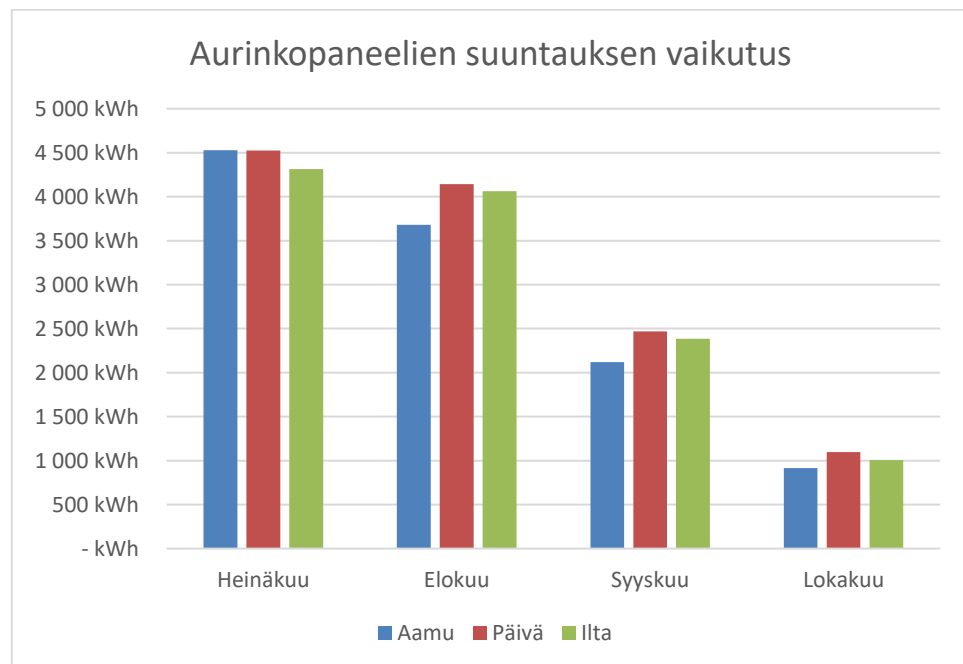
#### 3.2 Aurinkopaneelin suuntaus

Aurinkopaneeli toimii tehokkaimmin silloin, kun auringon paistosuunta saadaan mahdollisimman kohtisuoraan paneelin pintaa kohti. Jotta päivän aikana saataisiin mahdollisimman suuri osa energiasta kerättyä, tulee aurinkopaneelien seurata auringon liikettä päivän aikana. Useimmiten



paneelit kuitenkin asetetaan kiinteästi osoittamaan kohti aurinkoa, sillä tämä on kustannustehokkain ratkaisu. (Tahkokorpi, 2016, s.17)

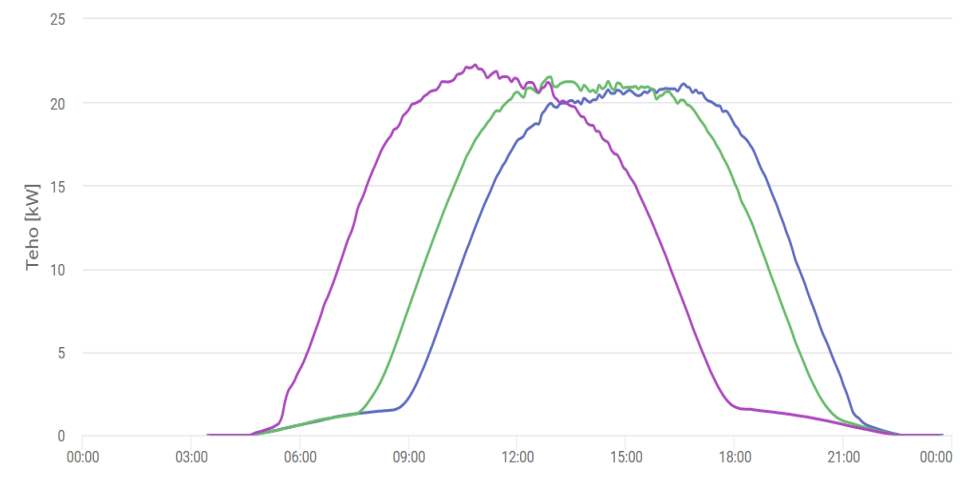
Aurinkopaneelien suuntaukseen vaikuttaa kaksi kulmaa, atsimuuttikulma eli poikkeama etelästä sekä kallistuskulma eli deklinaatio. Jos paneelit suunnataan kiinteästi esimerkiksi maalle, saadaan Etelä-Suomessa paras tuotto, kun paneelit on suunnattu etelään 45 asteen kulmassa. Suuntauksessa tulee myös ottaa muita asioita huomioon, kuten se, milloin suurin energian tarve on kyseisellä käyttäjällä. Jos suurin energiankulutus sijoituu aamuun, kannattaa paneelit suunnata etelästä idän suuntaan. Jos taasen energiankäyttö painottuu iltaan, kannattaa paneelit suunnata etelästä länteen. Myös varjostavat esteet tulee huomioida suuntauksessa, sillä pienikin varjo voi vaikuttaa isosti energiantuottoon. Rakennusten päälle asennettävien paneelien suuntaukseen ei usein voi vaikuttaa, ellei kyseessä ole tasakattoinen rakennus. Kallistuskulman perussääntönä voidaan pitää leveysaste -20 astetta. Tällöin eteläisessä Suomessa optimikallistuskulma olisi 45 astetta. Jos kuitenkin talvella halutaan saavuttaa suurin saavutettavissa oleva energiantuotto, pitäisi paneelien olla lähes pystysuorassa. Kesällä päivänvastaisesti optimikulma on noin 30 astetta. Kattoasennuksissa kallistuskulmaan voi vaikuttaa erikulisilla telineillä. (Tahkokorpi, 2016, s.17-19)



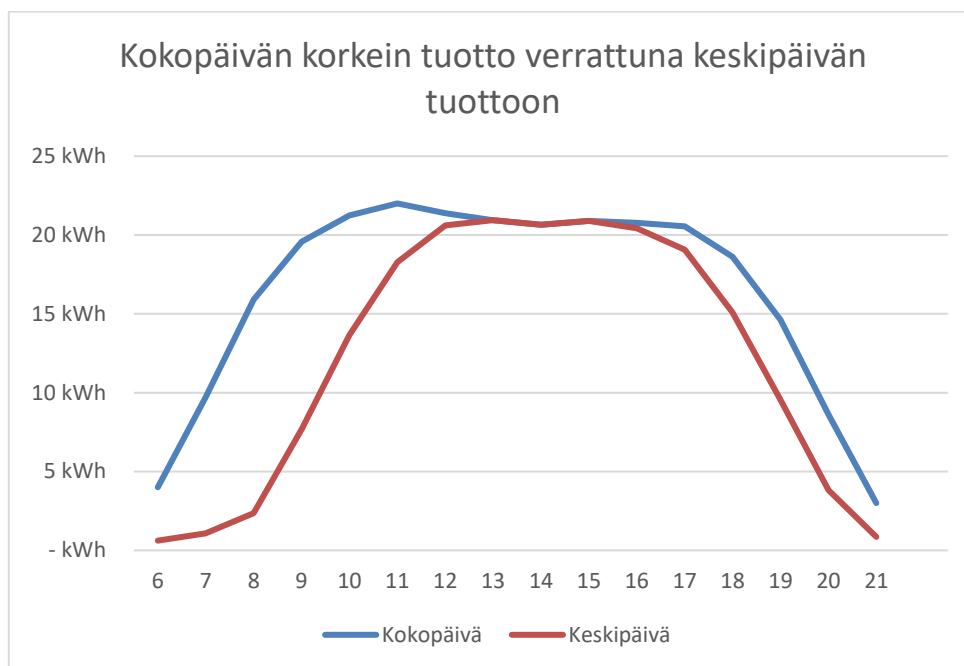
Kuva 1. Aurinkopaneelit on suunnattu kolmeen eri suuntaan, kaakko, etelä ja lounas, ajatuksena saada tasainen tuotto koko päivän ajan. Kaaviosta käy myös ilmi mikä suuntaus tuottaa milloinkin eniten energiaa. Taulukko tehty seulavihanneksen aurinkovoimalasta.

### 3.3 Aurinkopaneelien ekologisuus

Aurinkoenergian ekologisuutta voidaan mitata energian takaisinmaksuajalla, jolla mitataan aikaa kuinka kauan aurinkopaneelien tulee tuottaa energiaa, ennen kuin ne ovat tuottaneet oman hiilijalanjälkensä takaisin. Aurinkoenergiajärjestelmillä erot ovat suuria, riippuen valitusta paneelivaihtoehdoista, mutta keskimäärin noin 0,75 – 5 vuotta. Paneelien odotettu käyttöaika on jopa 30 vuotta ja niiden tuottama energia on päästötöntä, eli voidaan sanoa aurinkoenergian olevan ekologista energiaa. Takaisinmaksuaika riippuu monista asioista, kuten käytetyistä materiaaleista ja sijainnista. Pohjois-Euroopassa aurinkoenergia hyvittää hiilijalanjäljen keskimäärin viisi kertaa elinikänsä aikana vuonna 2014 tehdyn tutkimuksen mukaan. (Finsolar, 2015)



Kuva 2. Aurinkopaneelien suuntauksella voidaan tasoittaa saatavaa sähköenergiaa kääntämällä niitä eri asentoihin. Seulavihanneksen tilalla ne on suunnattu kolmeen eri suuntaan. Violetti on suunnattu kaakkoon, vihreä etelään ja sininen lounaaseen. Kyseisen päivän lämpötila kohosi 28 asteeseen, jolloin 27 kW huipputehoa ei saavutettu.



Kuva 3. Aurinkoisena päivänä saadaan yli 30% parempi hyötysuhde aurinkopaneelilla, joka seuraa aurinkoa. Vertailuna etelään suunnatut aurinkopaneelit. Pilvisenä päivänä hyötysuhde on huomattavasti pienempi

## 4 CASE: SEULAVIHANNES

Seulavihanneksella investoitiin aurinkoenergiaan keväällä 2019. Ajatus aurinkoenergiaan investoimisesta lähti tosin muutamaa vuotta aikaisemmin. Kun aurinkoenergiահankkeisiin saatiin maatilalla 40 % investointituki, kannusti se toden teolla investoimaan pitkän tähtäimen uusiutuvan energiantuotantoon. Suunnitelmassa oli muutama poikkeuksellinen idea, kuten sijainti ja paneelien suuntaus kolmeen eri suuntaan tasaten päivän sähköntuotannon myös paremmin. Ideat saatiin toteutettua lopulta onnistuneesti. Asennus suoritettiin paikallisen sähkömiehen ja yrityksen oman työväen avulla. Ulkopuolista työvoimaa tarvittiin vain vähän.

### 4.1 Aurinkoenergia tarpeen kartoittaminen

Seulavihanneksella kului energiaa vuonna 2019 noin 400 000 kWh. Suurin osa energiasta menee juuresvarastoiden jäähdyttämiseen. Yrityksellä on kaksi isoa juuresvarastoa, joista toinen pidetään kylmänä ympäri vuoden ja toinenkin on jäähdytettyä aina kesäkuuhun asti. Kuumimmille helteille isompi kylmävarasto saadaan sammutettua, kun varastoitavan porkkanan määrä vähenee aina pitemmälle kesää kohti mentäessä. Suurin energian kulutus on lokakuussa, jolloin pellolta tuodaan juureksia varastoihin jäähdyttämään. Suoraan pellolta tuotu juures tuottaa aluksi paljon lämpöä, ennen kuin lämpötila saadaan laskettua lähelle nollaa. Mutta myös keväällä ja kesällä energiaa kuluu ulkolämpötilan noustessa. Tilalla myös kuoritaan ja pakataan juureksia aina arkipäivisin. Laitteistossa on paljon sähkömootteja ja muita energiaa vieviä komponentteja. Myös osassa tiloista on lattialämmitys toteutettu sähköllä. Näihin ja tulevaisuuden erinäisiin sähkönkulutuksiin vastattaisiin aurinkoenergialla.

### 4.2 Aurinkoenergiainvestoinnin alku

Aurinkoenergiainvestointi lähti alkuun vuonna 2018, jolloin kysyttiin ensimmäiset tarjoukset, sekä investointihaku laitettiin alulle. Ennen kun rakentamista voidaan aloittaa, tulee saada lopullinen hyväksyntä tukipäätöksestä. Tukihakemus tehdään tarjouksen perusteella, mikä Seulavihanneksella oli hieman alle 100 000 euroa. Kyseinen tarjous oli 100 kWp voimalasta, jolloin kustannukset ovat noin 1000 €/kWh. (Liite 3) Tarjouksessa ei oltu sisällytetty pohjatöitä eikä kaapeliojan kaivuuta aurinkopaneelienkältä tilan sähkökeskukseen. Tarjous kysyttiin myös huomattavasti isommasta voimalasta, lähes 300 kWp voimalasta, jonka vuosituotto nousisi jo vähintään 273 000 kWh.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan aurinkopaneelit oltaisiin pystytetty tilakeskuksen viereen porapaaluilla. Paikka kuitenkin muuttui

suunnitelmien edetessä, ja reilun kilometrin päästä löytyi sopivaa joutomaata etelärinteen reunasta. Täten aurinkoiselle päivälle saatiin vielä enemmän mitta, ja tilakeskuksen vieressä oleva metsänpohja on vapaana käytössä tulevaisuuden rakennelmia suunnitellen. Kaapelia meni yhteensä 1180 metriä. Aurinkopaneelit asennettiin maanelineisiin. Tällöin tuulettuminen on tehokasta, ja aurinkopaneelien tuotto maksimaalista. Vaikka aurinkopaneelit asennettiin maahan, ei projektiin pitänyt hakea rakennuslupaa. Ainoa vaadittava lupa oli kytkentälupa valtakunnan sähköverkkoon.

### 4.3 Aurinkopaneelien asennus

Alkuperäisessä tarjouksessa aurinkopaneelien kokonaisteho nousi 100kWp. Tämä ei kuitenkaan ollut toteutettu versio, vaan paneelikenttään saatiin tutun sähkömiehen kautta tarjous 80 kWp teholuokan paneeleista. (Liite 2) Kaikkia tarjouksia yhdisti hinta, mikä oli kokoluokasta riippumatta noin 1000 €/kWh. 80 kWp voimalaitos toteutettiin kolmella Froniuksen invertterillä, joista kukin saa muunnettua tasavirrasta vaihtovirtaa aina 27 kW asti. Inverttereiden yhteenlaskettu teho on 81 kW. Keväisin auringon alkaessa paistaa korkeammalta taivaalta niin, että lunta on vielä maassa, voi suoran säteilyn ja hajasäteilyn yhdistelmä mennä yli 27 kW. Tästä invertteri ei vahingoitu, mutta verkkoon käytettäväksi se ei saa tuotettua 27 kW enempää. Yhteensä paneeleita tuli noin 540 m<sup>2</sup> pinta-alalla kolmeen eri yksikköön.

Paneelien ja invertterien hankinnan hoiti paikallinen sähköyrittäjä. Paneelit tulivat hänen yhteistyökumppaninsa kautta, ja hän hoiti paneelien sähkötöiden tekemisen alusta loppuun itse. Asennustyössä oli mukana talon oman väen lisäksi paikallinen timpuri. Pohjatöissä oli mukana kaivinkoneurakoitsija, jonka yhden päivän työpanos riitti saamaan pohjatöiden esivaiheen valmiiksi. Puuston kaatoi mäensyrjästä metsuri, joka sai kahden viikon aikana vaikeakulkuisen leimikon valmiiksi. Puuston oksaisuudesta johtuen metsäkonetta ei käytetty.

Pohjatöiden esivaiheen jälkeen alkoi murskepetin teko, minkä päälle asennettiin lyhyitä paalutolppia poikittain. Aurinkopaneelit asennettiin yhteensä kuuteen eri linjaan, ja kunkin linjan tuli olla vaaterissa. Tämä johtui asennuskiskoista. Jos heittoa olisi ollut, aurinkopaneelien asennus kiskoon olisi vaikeutunut huomattavasti. Pohjatyöt onnistuttiin tekemään tarkasti talonväen ja timpurin voimin. Kehikon tukijalat kiinnitettiin ankkuripultteilla lyhyisiin paaluihin. Paalut olivat ylijäämää helsinkiläiseltä rakennustyömaalta ja ne saatiin edullisesti paikallisen kuljetusfirman avulla tuotua työmaalle. Paalut nostettiin paikalleen traktorikaivurin avulla. Paalujen ollessa paikoillaan, alkoi ankkuripulttien poraaminen. Yksi jalka tuli neljällä pultilla kiinni. Yhdessä linjassa oli 26 jalkaa, joten poraamista riitti. Kun jalat oli saatu paikoilleen, asennettiin niiden väliin runkotolpat, mihin voitiin aloittaa itse kiskojen asennus. Aurinkopaneelit tuli kolme päällekkäin, joten kiskoja tuli 4 kappaletta per linja. Kiskojen ollessa valmiina ja paikoillaan, voitiin itse paneelien asentaminen aloittaa. Niitä ei kiinnitetty

mekaanisesti mitenkään, vaan ne kiinnittyivät itse kiskoon. Ratkaisu on tuntunut toimivalta, eikä yksikään ole irronnut sääolosuhteiden armolla. Paneelit painavat yli 20 kg kappale ja särkyvyyden takia niitä tuli käsitellä varoen. Kahden miehen voimin tämäkin työvaihe saatiin turvallisesti tehdyksi.

Aurinkopaneelit asennettiin kolmeen eri suuntaan, kaakko, etelä ja lounas. Suuntaus tehtiin silmämääräisesti puhelimen kompassin avustuksella, joten se ei ollut ihan asteelleen oikein. Mutta pääasia oli, että auringon valo saavutettaisiin mahdollisimman moneksi tunniksi. Telineet pystytettiin portaittain, niin että takimmainen oli hieman etummaista ylempänä. Näin minimoitiin varjostuksen tuomat ongelmat. Paikka oli muutoinkin mäen syrjässä, joten auringon valoa ei varjostukset haitanneet. Kaapeloinnit suoritettiin ennen varsinaisten pohjien tekoa, ja lopuille kaapeleille kaivettiin valmiiksi suojaputket, minkä läpi kaapeleita voitiin vetää jo valmistuneen kentän alla. Myös syöttökaapeli tilakeskukseen vedettiin talon oman salaajakoneen avulla, ja syöttökaapelissa on vielä varaa pienelle laajennukselle. Maadoituskaapelin tuli vastata suurudellaan tilakeskuksen maadoitusta, joten sitä vedettiin reilusti, yhteensä noin 100 metriä. Jokaiselle invertterille on oma huoltotie, ja muutoin maasto on hyvin karua.



Kuva 4. Kuvassa osa Seulavihanneksen aurinkopaneeleista.

Jokaisessa aurinkopaneelissa on takapuolella liitin valmiina helpottamassa sähkötöiden asennusta. Paneeleista kerättiin aina useampi piiri, ennen kuin ne vietiin invertterille. Tämän työvaiheen teki sähköurakoitsija alusta

loppuun omalla työpanoksella. Johdottaminen kävi nopeasti, ja noin kahden viikon päästä oli sähkötyöt viimeistelyä vaille valmiit. Invertterit tulivat säältä suojaan sähkökaappiin. Myös aurinkopaneelien alle asennus olisi ollut mahdollinen, mutta lisätuulettimella varustettu sähkökaappi antaa hyvän suojan säältä. Hyvä ilmanvaihto on ehdoton, sillä invertteri itsessään kehittää lämpöä, ja sen sähkön muuntokyky heikkenee lämpötilan noustessa.



Kuva 5. Aurinkovoimalan jo muutoin ollessa toiminnassa, saatiin paneelien rinnalle vielä opaskyltti.

#### 4.4 Aurinkopaneelien käyttöönotto

Aurinkopaneelien asennus saatiin valmiiksi toukokuun loppupuolella vuonna 2019. Sähköntuotanto tosin hieman lykkäytyi, kun Carunalta odotettiin vielä kytkentälupaa. Aurinkopaneelijärjestelmää ei saa siis kytkeä verkkoon ennen kuin sähkönsiirtoyhtiöltä on lupa. Se saatiin kesäkuun alussa, ja täten sähkön tuotanto voitiin aloittaa. Kaiken ollessa valmiina, riitti kun käytiin kääntämässä jokaisesta invertteristä päävirta päälle. Nopeasti jokainen oma yksikkönsä alkoi nostamaan sähköntuotantoa ylös. Etäseuranta saatiin käyttöön vasta heinäkuussa, mutta inverttereistä näki jokaisen yksikön tuottaman sähkön erikseen. Etäseurannassa oli sähkökytkentätöiden yhteydessä tullut liitinongelmia, ja niiden etsimisessä meni jonkin aikaa. Etäseurannan puuttuminen ei vaikuttanut sähköntuotantoon.

Käyttöönoton jälkeen huomattiin, että aina kun energian tuotto nousi suuremmaksi kuin tilalla kulutus, ajoi invertterit sähköntuotannon alas. Tämän syytä ihmeteltiin alussa pitkään, kunnes ymmärrettiin 1300 metrin kaapelin aiheuttama vastus. Vaikka kaapeli oli 150 mm<sup>2</sup> alumiinikaapelia, vastusti se sähkönkulkua pitkästä siirtomatkastasta johtuen ja tällöin aurinkopaneelien tuottama jännite laski tilakeskuksella alle muuntajan syöttämän valtakunnan verkon jännitteen. Tämä aiheutti sen, että sähköä ei saatu syötettyä valtakunnan verkkoon. Kun ylimääräistä energiaa ei saatu käytettyä eikä siirrettyä valtakunnan verkkoon, niin invertteri ajoi sähköntuotannon alas välttyäkseen ylijännitteeltä. Kun ongelman syy selvisi, saatiin se ratkaistua nostamalla invertterien syöttämää jännitettä. Myöhemmin myös sähkönsiirtoyhtymä Caruna vaihtoi tilan muuntajan. Uudella muuntajalla saatiin säädettyä tilalle syötettävän sähköän jännitettä. Tällöin voitiin invertterien tuottama sähköän jännite pudottaa normaaliin jännitteeseen. Alun ongelman jälkeen aurinkopaneelit ja niiden seuranta on toiminut moitteettomasti.

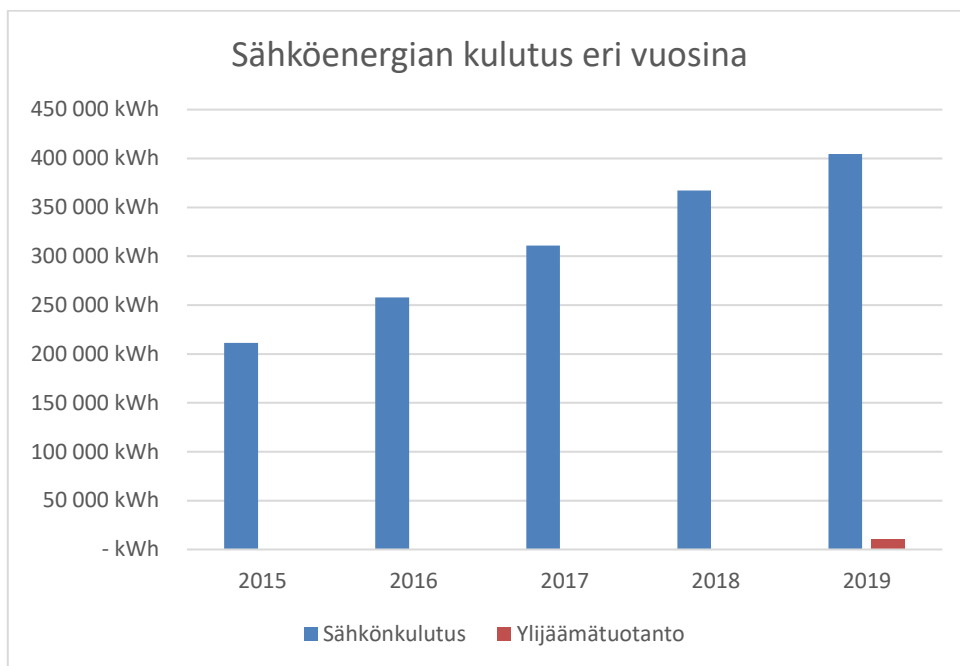


## 5 AURINKOENERGIAN KANNATTAVUUS

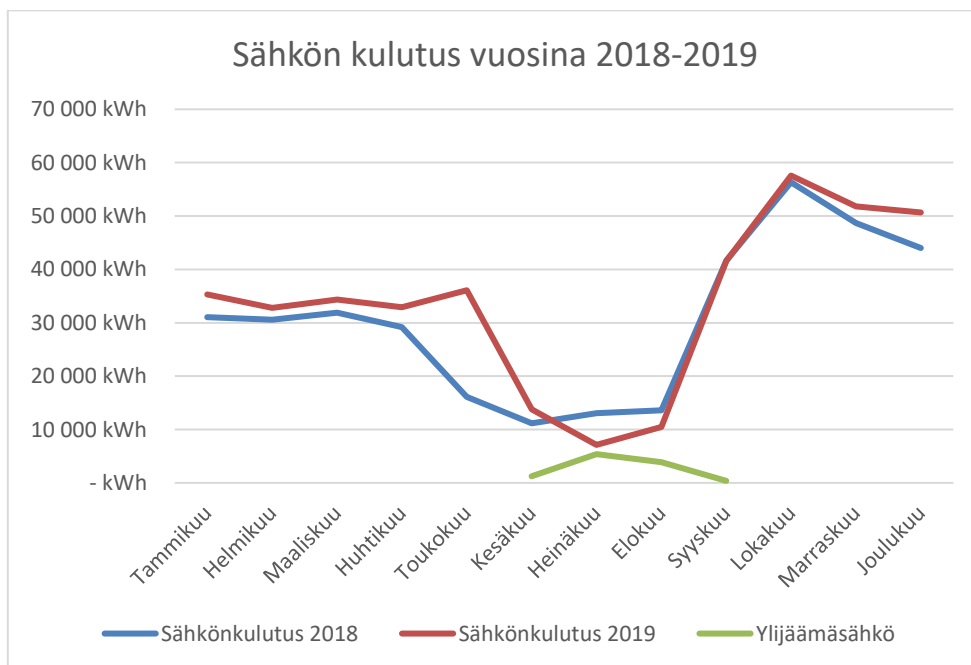
Yritysten investoidessa tulevaisuuden energiantuotantoon, ei pelkkä puhtaampi energia ja omavarainen sähköntuotanto riitä. Myös investoinnin takaisinmaksuaika ja sen jälkeinen tuotto on suuri kysymys uusiutuvaa energiaa mietittäessä. Aurinkopaneeleille monet eri valmistajat lupaavat vähintään 80 prosentin tuoton vielä 25 vuoden kuluttua. Paneelien käyttöikä on noin 30 vuotta. Siksi puhutaan pitkän tähtäimen investoinnista ja tämä tulee huomioida myös takaisinmaksuajassa.

### 5.1 Sähkönkulutus

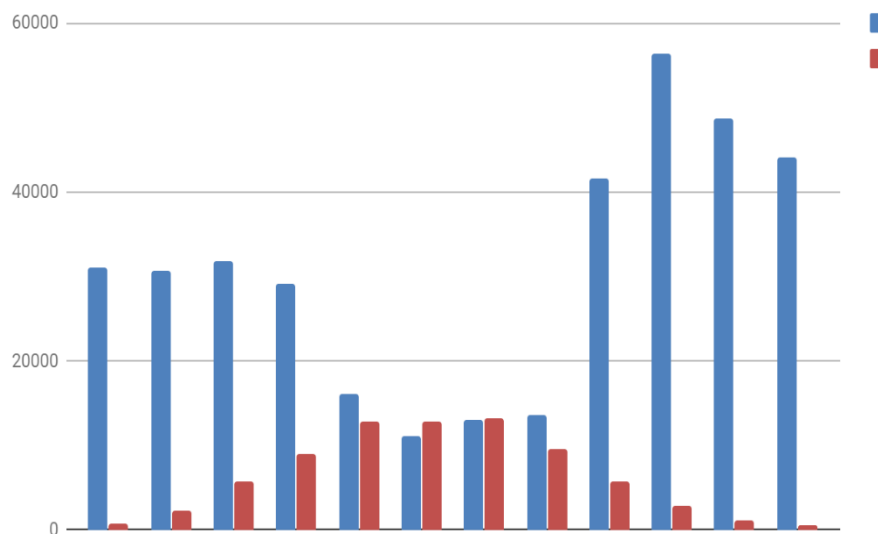
Sähköä kului Seulavihanneksen tilalla 404 500 kWh vuonna 2019. Tämä on noin 10 % enemmän kuin vuonna 2018 kulutettu sähkö, mikä oli 367 000 kWh. Ylijäämäsähköä myytiin valtakunnanverkkoon 10 900 kWh. Suurin ylijäämän tuotto osui heinäkuulle. Ylijäämäsähkön myynnille on sähköyhtiön kanssa neuvoteltu oma hinta. Vaikka aurinkoenergiaa saatiin tuotettua kesäkuusta lähtien, on silti kulutuksen kasvu huomattava. Vuosien välinen lämpötilaero selittää tätä hieman, mutta myös entistä suurempi varastoitava juuresten määrä ja etenkin sen jäähditys näkyy sähkönkulutuksen kasvussa. Tilalla on myös entistä useampi sähkötrukki, joita käytetään päivittäin. Tavaramäärään kasvaessa, myös tavaran käsittely kasvaa. Linjastolla on entistä enemmän erinäisiä kuljettimia, jotka pyörivät sähkömoottoreiden avulla päivittäin. Sähkönkulutusta saa seurattua tilalla sekä siirtoyhtiön että sähköyhtiön kautta.



Kuva 6. Pylväskaaviolla kuvataan sähkönkulutuksen kasvua Seulavihanneksen tilalla vuosista 2015 aina vuoteen 2019 asti. 2016 vuoden syksyllä uusi kylmävarasto otettiin käyttöön.



Kuva 7. Kaaviolla kuvataan sähkönkulutusta eri kuukausien välillä vuosina 2018 ja 2019. Ylijäämäsähkö on tuotettu vuonna 2019. Vuonna 2019 uusi kylmävarasto saatiin sammutettua vasta kesäkuun puolivälissä. Sähköntuotanto käynnistettiin samoihin aikoihin.



Kuva 8. Siniset palkit kuvaavat sähkönkulutusta vuonna 2018 ja punaiset palkit kuvaavat aurinkoenergian tuottoa 80kWp tehoisella järjestelmällä. Palkit ovat jaoteltu kuukausittain tammikuusta joulukuuhun. Pysty akselin arvo on kWh. (FinSolar, 2020)

## 5.2 Aurinkoenergian tuotto

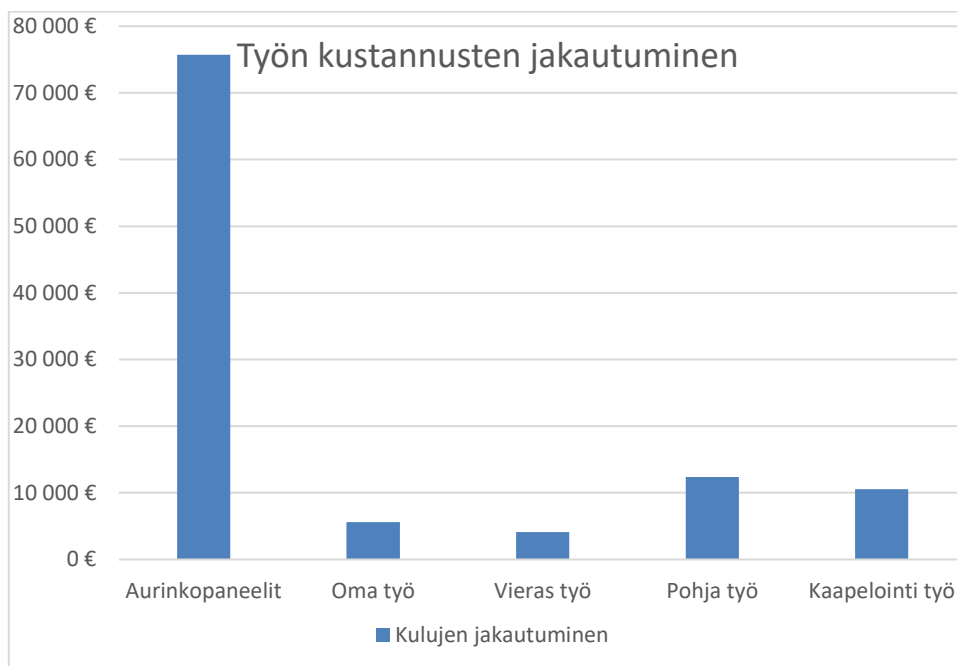
Seulavihanneksella on tällä hetkellä sähkö sopimus uusiutuvasta. Sähkön hinta on sidottu vuoteen 2021 asti. Sopimus on kaksisuuntainen, eli siinä määritellään sekä sähkön ostohinta että sähkön myyntihinta. Kiinnitetty ostohinta tässä sopimuksessa on 3,86 snt/kWh ja tähän lisätään kiinnittämättömän aluehintaero, mikä on 1,22 snt/kWh. Yhteensä siis yhden kilowattitunnin hinta on 5,08 senttiä. Sähkön myyntihinta 2,44 snt/kWh. Hinnasta vähennetään välityspalkkio, joka on 0,4 snt/kWh. Yhdestä tuotetusta kilowatista sähköyhtiö maksaa 2,05 senttiä. Hinnat vaihtelevat suuresti, esimerkiksi kesällä suurimman ylijäämä sähkö tuotantoaikaan heinäkuussa, yhdestä tuotetusta kilowatista maksettiin noin 4,7 senttiä. Tästäkin hinnasta vähennetään siirtomaksu, mikä oli 0,4 snt/kWh. Myös sähkön ostohinta oli kesällä pienempi, 3,56 snt/kWh. Hinnat eivät sisällä arvonlisävero.

Sähkönsiirtomaksu määräytyy siirtoyhtiön mukaan ja sitä ei saa kilpailutettua, toisin kuin sähkö sopimuksen. Sähkönsiirtoyhtiö on Seulavihanneksella Caruna Oy. Hinta koostuu monesta eri osasta. Siirtosopimus on tehosiirto 0,4 kV jännitteellä. Siirtomaksu koostuu kiinteästä kuukausimaksusta, siirrostä, tehomaksusta, loistehomaksusta sekä verosta. Kuukausittainen perusmaksu on 52,20 euroa. Sähkön siirto hinnoitellaan erikseen päivällä ja yöllä. Päivän siirtomaksu talvella on 2,86 snt/kWh ja yösiirtomaksu talvella

on 1,84 snt/kWh. Kesäisin siirtomaksu on vuorokauden ajankohdasta riippumatta sama, mikä viimeisen laskun mukaan oli 1,84 snt/kWh. Kesäsiirtohinnat ovat voimassa 1.4-31.10 välisenä aikana. Tehomaksu on 5,36 €/kWh ja se määräytyy kuukauden huipputehon mukaan, mikä on keskimäärin noin 100 kWh. Loistehomaksu mitataan vari:n mukaan, ja se maksaa 6,89 €/kvar. Seulavihanneksen tilalla on loistehokondensaattori, jolla saadaan loisteho mitätöityä. Etenkin suuremmissa teollisuuksissa se maksaa itsensä nopeasti takaisin. Lopuksi kulutettujen kilowattien mukaan lasketaan sähkövero, joka on 0,703 snt/kWh. Kaikki ilmoitetut hinnat ovat arvonlisäverottomia.

### 5.3 Aurinkoenergian kustannukset

Aurinkopaneelihanketta suunnitellessa takaisinmaksulaskelmat silloisten sähköhintojen kanssa näytti alle kymmentä vuotta sisältäen invertterien vaihdon yhden kerran. Tämän jälkeen investointi olisi maksanut itsensä takaisin, ja alkanut tuottamaan. Kymmenen vuotta kuulostaa pitkältä ajalta yritys-elämässä, mutta investoinnin tuotto takaisin maksun jälkeen olisi myös huomattava. Tähän tosin vaaditaan paneelien tuottavan luvatus 30 vuotta sähköä. Takaisinmaksuaika oli tosin laskettu pelkällä aurinkopaneelitarjouksen perusteella, eikä siihen ollut sisällytetty juuri muita kuluja. Tällöin suunnitelmana vielä oli, että paneelirakennelma toteutettaisiin tilakeskuksen viereen. Ratkaisu olisi ollut kustannustehokas, mutta pidemmälle tulevaisuutta katsoessa muutama ongelma olisi noussut esille. Näistä mainittakoon puusto, joka lisäisi varjostusta vuosien saatossa, sekä tila, mikä olisi tulevaisuuden rakennelmien edessä. Näiden syiden vuoksi suunnitelma siirrettiin reilun kilometrin päähän tilakeskuksesta, eikä muutosessa voitu välttyä kustannuksista.



Kuva 9. Pylväskaavio kulujen jakautumisesta Seulavihanneksen aurinkopaneeli projektissa. Aurinkopaneelit sisälsivät sähkömiehen työt, sillä ne oli sidottu urakan hintaan.

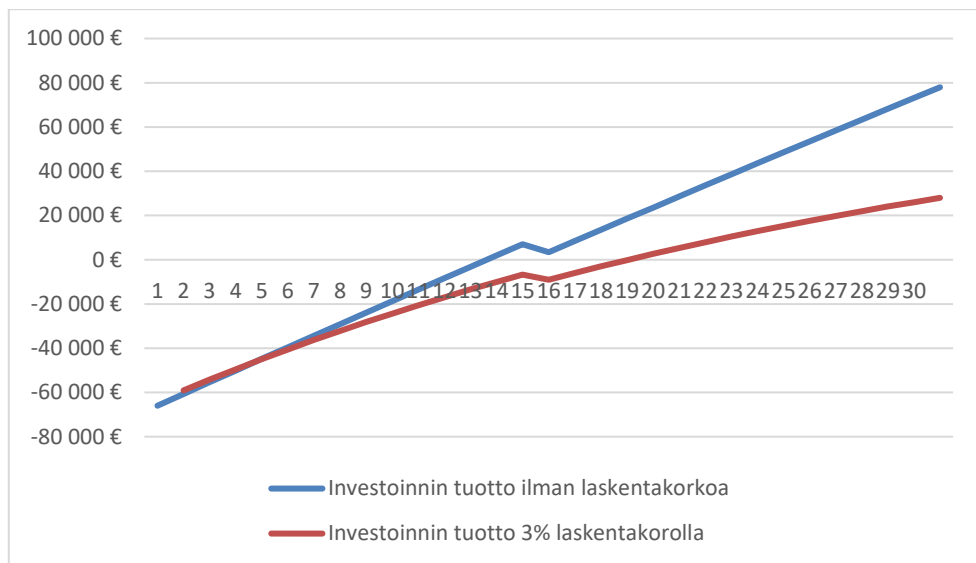
Aurinkopaneelien kokonaiskustannukset kohosivat 108 300 euroon. Kulu-rakenne jakautui moneksi eri osaksi. Suurin kulu oli aurinkopaneelit 75 700 €, sisältäen asennustyön ja kaikki tarjouksessa mainitut tarvikkeet. (Liite 2) Jotta pohjatyöt saatiin tehdyksi asianmukaisella tavalla, tarvittiin mursketta yhteensä 1 314 tonnia. Murskeiden alle laitettiin suodatinkangas. Yhteensä näistä tuli hankkeen toiseksi suurin kustannus 12 370 €. Kaapelia kului tilakeskuksen ja voimalan välille 1 180 metriä. Kaapeli oli 4 x 150 mm<sup>2</sup> ja yhteensä välille tehtiin kaksi jatkosta. Näistä kertyi yhteishintaa 10 535 €. Omaa työtä kertyi pohjatöiden teosta ja paalujen paikalleen laitosta. Myös asennuksessa oltiin osittain mukana. Omaa työtä tehtiin yhteensä 5 590 €. Lopuksi isona apuna alusta aina asennukseen asti oli timpuri ja hänen työnsä osuus kustansi projektissa 4 128 €. Hinnat on ilmoitettu arvonlisäverottomina.

#### 5.4 Aurinkoenergiainvestoinnin takaisinmaksuaika

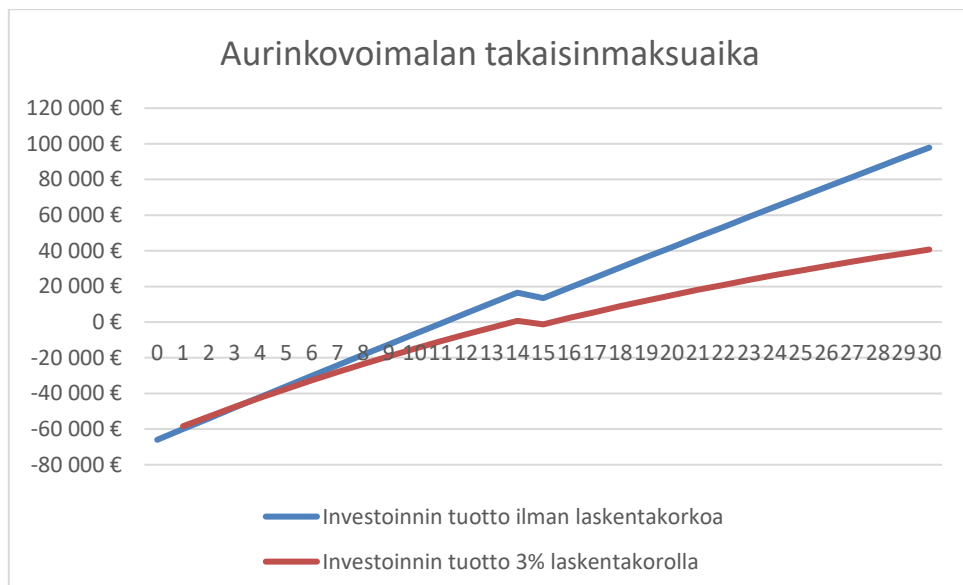
Seulavihanneksen 80 kWp aurinkopaneelit tuottivat sähköä vuonna 2019 heinäkuusta aina vuoden loppuun asti 38,29 MWh. Tästä myytyä ylijäämäsähköä oli 10,9 MWh. Sähkön omakäyttöprosentti oli noin 72 %. Mitä enemmän saa hyödynnettyä itse tuotettua sähköä, sen kannattavampaa se on. Ylituotetusta sähköstä hyvitetään sähkölaskuista yhteensä 480 €. Sähkön hinta tuotannon aikana oli keskimäärin 0,07 snt/kWh. Hinta sisältää sekä siirtomaksun että sähkön hinnan. Kun loppu tuotettu sähkö

kerrotaan 0,07, saadaan tulokseksi 1917€. tähän lisäämällä ylijäämä­säh­kön tuotto, saadaan tulokseksi 2397€. Jos vuoden toisella puolikkaalla tuotantomäärä olisi keskimäärin sama, saataisiin vuosituotoksi 4795€. Kun seurantaa on tehty hieman yli puoli vuotta, ei tarkkaa vuosituotannon määrää tiedetä.

Seulavihanneksen aurinkoenergiaprojektin kustannuksia kertyi kaiken kaikkiaan 108 000€. Investointiavustus oli 40%, ja avustuksen jälkeen aurinkovoimalan hinnaksi jäi 66 000€. Hinnassa ei ole huomioitu hankkeen rahoituskorkoa, eikä investoinnille ole laskettu tuottovaatimusta. Aurinkovoimala on teholtaan 80 kWp, joten kilowattihinnaksi muodostui 825€. Aurinkoenergiaa tämänkokoisella paneelientällä saadaan keskimäärin 76 000 kWh Etelä-Suomessa. Takaisinmaksuaika riippuu pitkälti siitä, miten paljon saadaan sähköä hyödynnettyä suoraan käyttöön. Jos ostosähkön hinta on noin 8 snt ja sähkön ulosmyyntihinta noin 4,2 snt, on tuotto tehokkaimmillaan sen mennessä omaan käyttöön. Tämän hetken vuosituottoarviolla takaisinmaksuun menee noin 13 vuotta. Jos kuitenkin tuotto saataisiin käytettyä kokonaan tilalla itse, lyhenisi takaisinmaksuaika noin 11 vuoteen. Jos investoinnille lasketaan 1% rahoituskorko, sekä 2% vuotuinen tuottovaatimus, venyy takaisinmaksuaika laskentakorolla 18 vuoteen. Jos taas tuotettu sähkö saataisiin 100% hyödynnettyä itse, laskisi takaisinmaksuaika 14 vuoteen laskentakorolla.



Kuva 10. Kaavio kuvaa investoinnin takaisinmaksuaikaa laskenta korolla ja ilman. Molemmissa notkahduksissa on laskennallinen invertterien vaihto, mikä kustantaa noin 10% investoinnin kokonaishinnasta. Laskelmassa on huomioitu aurinkopaneelien vuotuinen tehohäviö, mikä on kyseisessä laskelmassa 0,5%. Laskelmassa käytettiin 8snt sähkön hintaa ja 4,2 snt ostohintaa. Laskelma on tehty FinSolar:in valmiilla Excel laskelmalla. (FinSolar, 2020)



Kuva 11. Kaaviolla kuvataan aurinkoinvestoinnin takaisinmaksuaikaa, jos paneelien tuotto saataisiin hyödynnettyä 100% itse. Tällöin takaisinmaksuaika lyhenisi 4 vuotta. (FinSolar, 2020)

## 6 AURINKOENERGIASTA ULKOMAILLA

Aurinkoenergian hyödyntäminen on kasvanut vauhdilla 2000-luvulla. Kun paneeleille saadaan riittävästi kysyntää, laskee niiden hinta jo pelkästään kilpailun takia. Suomi on erään listauksen mukaan toisena Euroopan maiden välisessä mittauksessa heti Ruotsin jälkeen. Sijoitus on todella korkea. Uusiutuvaa energiaa on Suomessa tuettu isoin avustuksin, mikä näkyy sijoituksessa. Kun investointiin kannustetaan valtion tasolta, alkaa takaisinmaksuaika lyhentyä ja halu sijoittaa kasvaa. (Europa, 2017)

### 6.1 Uusiutuva energia Euroopassa

Ruotsi on Euroopan kärkimaa uusiutuvan energian tuotannossa ja käytössä, katsotaan mitä mittaria tahansa. Eurostatin tilastojen mukaan Ruotsissa käytetystä kokonaisenergiasta yli 50% on uusiutuvaa energiaa. Verrattuna esimerkiksi Saksaan, jonka uusiutuva energian määrä kokonaisenergiasta on noin 15%, on Ruotsi tilastollisesti paljon edellä. Euroalueen keskiarvo oli noin 18%. Listan häntäpäätä piti Luxemburg noin 7% osuudella. Liikenteessä käytettävän uusiutuvan energian osuus oli Ruotsissa myös tilastoiden kärjessä 38% osuudella. Uusiutuvan energian osuus sähkötuotannossa oli 2017 Ruotsissa 65%. Tässä ohi meni kuitenkin Itävalta, sen osuus oli yli 70%. Suurin osa uusiutuvasta energiasta tuotetaan puun ja muun kiinteän biopolttoaineen avulla. Toiseksi eniten sitä tuotetaan tuulivoimalla ja kolmanneksi eniten vesivoimalla. Aurinkoenergia on kovassa kasvussa ja sen osuus on hieman yli 6% koko EU:n alueella. (Europa, 2017)

### 6.2 Aurinkoenergia Euroopassa

Tanskaan rakennettiin pohjoismaiden suurin aurinkosähkövoimala vuonna 2015. Pohjoismaiden suurin aurinkovoimala oli kooltaan 60 MWhp. Voimala on otollisella paikalla Tanskan rannikolla. Merituulet jäähdyttävät paneeleita hyvin ja aurinkokin paistaa keskimääräistä enemmän. Aurinkopaneeleita tuli yhteensä 239 000 kappaletta ja niistä vaihtovirtaa tekeviä inverttereitä 1400 kappaletta. Hanke maksoi arvioiden mukaan noin 70 miljoonaa euroa. Vuodessa se tuottaa noin 61 000 MWh. (Tekniikka ja talous, 2015)

Ruotsissa suurin aurinkovoimala tavoittelee vuosituotoksi 6500 MWh. Paneeleita on kyseisessä voimalassa 22000 kappaletta. Tilaa on jätetty kasvulle ja sitä voidaan tulevaisuudessa laajentaa aina 30 MWh asti. Kustannusarvio hankkeelle oli noin neljä miljoonaa euroa. Voimala on samaa kokoluokkaa Suomen suurimman voimalan kanssa, joka sijaitsee Nurmassa



Atrian tehtaalla. Siellä paneeleita on yhteensä 24000 kappaletta, mutta vuosituotoksi tavoitellaan hieman maltillisempaa 5600 MWh. Investointi maksoi noin seitsemän miljoonaa euroa ja sai valtion avustuksia noin 2,7 miljoonaa euroa. (Tekniikka ja talous, 2019)

Espanjaan valmistui 2019 loppupuolella Euroopan suurin aurinkovoimala. Kooltaan se oli pohjoismaalaisiin hankkeisiin verraten todella iso. Yhteensä 1100 hehtaarin alueelle rakennutettiin hieman alle kahden miljoonan paneelin voimala, jonka maksimi tuotoksi laskettiin noin 450 MW. Voimalan rakennuttaa saksalainen uusiutuvan energian yritys Juwi. (Sähköala, 2018)

### 6.3 Aurinkoenergian tehokkuus ulkomailla

Aurinkosäteilyä tulee maapallolla eniten päiväntasaajalle. Siellä aurinko paistaa toisinaan kohtisuoraan keskipäivällä, eli niin sanotussa zenitissä. Päiväntasaajalla on taas lyhyempi päivän pituus, kuin esimerkiksi Suomessa on kesällä. Vaikka päivä on pitempi kesäisessä Suomessa, ei auringonvalosta silti pääse läpi yhtä paljoa energiaa, kuin päiväntasaajalla. Tämä johtuu auringonpaisteesta matalassa kulmassa, jolloin säteiden tulee kulkea paljon pitempi matka ilmakehän läpi, kuin kohtisuoraan paistaessa. Auringonsäteistä jää iso osa matkan varrelle, tai heijastuu takaisin. (Tekniikka ja talous, 2018)

Aurinkopaneelien hyötysuhde on paras viileällä ilmalla. Tämä johtuu puolijohdetekniikan aiheuttamasta lämpövastuksesta. Esimerkiksi Italiassa saadaan auringonsäteilyä Suomeen verrattuna yli puolet enemmän, mutta kuitenkin aurinkopaneelien tuottamaa sähköenergiaa vain noin 30-40% enemmän. Tästä syystä avaruudessa saadaan paljon enemmän energiaa aurinkopaneelien tuotannolla esimerkiksi satelliittien käyttöön. Karkeasti laskettuna ulkolämpötilan noustessa asteella paneelien tehokkuus puutoa puolella prosentilla. Yleensä aurinkopaneelien ilmoitettu teho on mitattu 25 celsiusasteen lämpötilassa laajalla valospektrillä kohdistettuna kohtisuoraan paneeliin. (Tekniikka ja talous, 2018)

## 7 POHDINTAA

Seulavihanneksen aurinkovoimalaprojekti oli onnistunut ja sen tuloksia nähdään vielä toivottavasti pitkään. Ajatuksesta lopulliseen toteutukseen kului aikaa noin pulitoista vuotta. Alun perin aurinkopaneelien piti olla huhtikuussa asennettavissa, mutta toimitus myöhästyi reilun kuukauden. Asennustyö alkoi heti kylvöjen jälkeen toukokuun puolessavälissä, ja oli valmis toukokuun loppuun mennessä. Keväästä jäi aurinkoinen toukokuu tuottamatta, toisaalta lupa Carunalta sähkötuotannon aloittamisesta saatiin vasta kesäkuun alussa. Kustannukset olivat tarjouksen mukaiset, mutta pohjatyön hinta hieman arvioitua korkeampi. Takaisinmaksuaika ensimmäisistä laskelmista lähes kaksikertaistui, mutta niissä laskelmissa ei oltu otettu huomioon kuin aurinkopaneelien hinta. Erilaisia rakennustyömaita on Seulavihanneksen tilalla ollut vuosien saatossa monia, joten lisäkustannusten määrä ei yllättänyt. Sinänsä hanke on vieläkin kannattava, koska paneelit tuottavat sähköä todennäköisesti 30 vuotta.

Aurinkoenergian huonoja puolia on sen vaihteleva tehontuotto määrä. Jo pienikin pilviharso alentaa tehoa paljon ja tehon tuotto muutenkin keskittyy päivälle. Pienempiin järjestelmiin saa asennettua rinnalle esimerkiksi akun, jolla voidaan tasata energiaa vuorokauden ympäri. Akku on suhteessa kallis investointi ja sen käyttöaika on lyhyempi kuin aurinkopaneelilla, joten uusiminen tulee ajankohtaiseksi jossain vaiheessa. Myös virtuaaliakkuja on tarjolla, esimerkiksi sähköyhtiö Helen tarjoaa kyseistä järjestelmää myymiensä paneelien rinnalle. Virtuaaliakussa varsinaista akkua ei ole, vaan sähköyhtiö hyvittää ylituotannosta saman hinnan, kuin käyttäjä siitä joutuu maksamaan sähkön siirron mukaan lukien. Tämäkin järjestelmä oli ilmeisesti pienemmille tuotannoille, eikä sen hinta selvinnyt. (Helen, 2019) Suuremmille aurinkovoimaloille ei ole kustannustehokasta järjestelmää varastoida sähköä, tai ainakin se vaatisi isoja investointeja.

Toisaalta voisi pohtia miten saisi hyödynnettyä Seulavihanneksen tilalla ylituotantosähköä nykyistä paremmin. Yksi vaihtoehto on muuttaa kastelu-järjestelmä sähkökäyttöiseksi. Tällä hetkellä vesi pumpataan polttoöljykäyttöisen traktorin voimin. Kastelun määrä on lisääntynyt viime kesinä ja tilan viljellyistä pelloista on iso osa kasteluveden ja sähkön läheisyydessä. Tilakeskukselta on vedetty kaapeli kuivatusuoman reunalle, koska salaojitukset ovat uoman vedenpinnan alla, joten salaojien vedenpinta pidetään alhaalla sähköpumppujen avulla. Tähän yhteyteen olisi mahdollista rakentaa runkolinja kasteluviesijärjestelmälle, mikä paineistettaisiin sähköenergian avulla. Tällöin päiväkastelu olisi kustannustehokasta, sekä sähkön omakäyttöaste kasvaisi. Tätä vaihtoehtoa kannattaa miettiä tarkemmin.

Aurinkovoimalan koko suhteutettuna tilan vuotuisen sähkönkulutukseen jälkikäteen miettiessä tuntuu onnistuneelta. Suuremmat laitteistot olisi tuottaneet ylimääräistä sähköä paljon, eikä sitä tällä hetkellä saada kesällä hyödynnettyä enempää. Voimalan sijoittaminen tilakeskuksesta reilun

kilometrin päähän toi lisäkustannuksia, mutta toisaalta moni syy puolsi myös päätöstä. Jos jälkeinpäin mietitään mitä olisi voitu tehdä hankkeessa toisin, ehkä täytemaana pohjatöihin olisi voitu käyttää halvempia materiaaleja, kuin kalliomursketta. Myös toimituksen myöhästymisen viivästytti paneelien saamista tuotantovaiheeseen. Tähän tosin tilatasolla ei voitu vaikuttaa. Ennen investointiin ryhtymistä olisi tosin voinut kustannuslaskelmia tarkemmin laskea, niin että myös muita kuluja niissä olisi huomioitu. Kaiken kaikkiaan hanke oli onnistunut.

## 8 LÄHTEET

Aurinkopaneelien tehotuottomittauksia 2006. *Artikkeli aurinkopaneelien tehotuottomittauksista ja kääntyvien aurinkopaneelien vaikutus päivittäiseen tehonsaantiin.* Haettu 15.3.2020 osoitteesta <http://suntekno.bonsait.fi/resources/public/tietopankki//paneelimitaukset.pdf>

Caruna 2018. *Artikkeli investointituen hakemiseen ja niiden suuruudet.* Haettu 06.02.2020 osoitteesta <https://www.caruna.fi/ajankoh-taista/saako-aurinkopaneelien-hankintaan-tukea>

Europa 2017. *Artikkeli Euroopan-Unionin maitten uusiutuvan energian tilanteesta.* Haettu 15.3.2020 osoitteesta. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics/fi](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/fi)

Finsolar 2015. *artikkeli aurinkoenergian ekologisuudesta, kirjoittanut Julia Müller.* Haettu 22.02.2020 osoitteesta <https://finsolar.net/aurinkoenergia/ymparistovaikutukset/>

FinSolar 2020. *Laskentataulukko aurinkoenergian kannattavuudesta. Käytetty kahdessa eri taulukossa.* Haettu 21.03.2020 osoitteesta <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VEzwSvQAHUVtIhCYhL4-WoBajY5KUXyuC9WRRuuc2VM/edit#gid=279239804>

Helen 2019. *Helenin artikkeli virtuaaliakkuun. Viitattu pohdintaa osiossa.* Haettu 28.3.2020 osoitteesta <https://www.helen.fi/uutiset/2019/virtuaaliakku>

Urakkamaailma n.d. *Artikkeli aurinkopaneelien hankkimisesta ja asennuksesta.* Haettu 15.3.2020 osoitteesta <https://www.urakkamaailma.fi/aurinkopaneelien-asennus-ja-hankkiminen>

Sähköala 2018. *Artikkeli Euroopan suurimmasta aurinkovoimala hankkeesta. Kirjoittanut Kiia Einola.* Haettu 15.03.2020 osoitteesta [https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/uutiset/uutisar-kisto/2018/fi\\_FI/050918\\_Espanjaan\\_rakennetaan\\_Euroopan\\_suurin\\_aurinkovoimala/](https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/uutiset/uutisar-kisto/2018/fi_FI/050918_Espanjaan_rakennetaan_Euroopan_suurin_aurinkovoimala/)

Tahkokorpi M. (2016) *Aurinkoenergia Suomessa.* Helsinki: Into

Tekniikka ja talous 2015. *Artikkeli Pohjoismaiden suurimmasta aurinkovoimalasta, kirjoittanut Sofia Virtanen.* Haettu 15.03.2020 osoitteesta <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/tanskaan-nousee-valtaisa-aurinkovoimala-239-0000-paneelia-huipputeho-60-mw/061cca82-6481-3cbf-82c7-848d4a833a0e>

Tekniikka ja talous 2018. *Artikkeli aurinkopaneelien tuotannon vaikutuksista eri lämpötiloissa, sekä miksi aurinkoenergia on ulkomailla tehokkaampaa, kirjoittanut Sofia Virtanen.* Haettu 19.04.2020 osoitteesta <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/kylma-ja-aurinko-ihanteellisia-aurinkosahkolle-erikoisen-ilmion-vuoksi-aurinkokenno-tuottaa-talla-saallajopa-yli-nimellistehonsa/232c5bb9-a1c6-32b8-b0a6-0cb2474e6bea>

Tekniikka ja talous 2019. *Artikkeli Ruotsin ja Suomen suurimmista aurinkopaneeli hankkeista, kirjoittanut Jukka Lukkari.* Haettu 15.03.2020 osoitteesta <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/ruotsin-suurin-aurinkovoimala-nousee-skaneen-kooltaan-nurmon-voimalan-luokkaa/24dac21e-b459-32c6-ba75-2ed9fee60a69>

Vero 2019. *Artikkeli sähköveron alaisuudesta ja tuotantomäärien vaikutuksesta siihen.* Haettu 19.04.2020 osoitteesta <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56206/energiaverotus/#2-s%C3%A4hk%C3%B6n-verotus>

## INVESTOINTITUKI HAKEMUS



Euroopan maaseudun kehittämisen  
maatalousrahasto  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

## PÄÄTÖS

Tukikohteen kunta: SALO

**Asia**

Päätös maatalouden rakennetukilain (1476/2007) mukaisesta investointiavustuksesta (EU-osarahoitteinen).

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus myöntää investointiavustusta jäljempänä mainituin ehdoin.

**Viite**

Avustuksen saaja / saajat:

Kohdennettu toimi: Energiantuotannon rakentamisinvestoinnit  
Toimenpide: 4.1 Maatalouden investoinnit

**ELY-keskuksen ratkaisu****AVUSTUS:**

Avustuskelpoiset kustannukset: 98 700,00 euroa  
Avustusprosentti: 40,00 %  
Avustuksen määrä: 39 480,00 euroa

**TUKIERITTELY:**

Kansallinen osuus: 22 898,40 euroa  
EU:n osuus: 16 581,60 euroa  
Yhteensä: 39 480,00 euroa

**Päätöksen perustelut**

Tuki myönnetään aurinkosähkökeräinten hankintaan ja asennukseen hakemukseen liitetyn tarjouksen mukaisesti. Tuen maksatusta haetaan sähköisesti Hyrrä-järjestelmässä tai paperihakemuksella ja lomakkeet (lnr 2332) löytyvät [www.mavi.fi/sta](http://www.mavi.fi/sta).

**Päätöksen tiedoksianto**

Asiakirja katsotaan annetuksi tiedoksi, kun asiakirja on noudettu viranomaisen osoittamalta yhteydeltä. Jos asiakirjaa ei ole noudettu seitsemän päivän kuluessa viranomaisen ilmoituksesta, tiedoksiannossa noudatetaan, mitä siitä muualla laissa säädetään.

Tällöin päätös annetaan tiedoksi tavallisena kirjeenä. (Laki sähköisestä asioinnista viranomaistoiminnassa (13/2003) 18 §).

Tämän päätöksen vastaanottajan on viipymättä ilmoitettava päätöksestä muille asianosaisille hallintolain (434/2003) 56 §:n 2 momentin mukaisesti saman lain 68 §:ssä säädetyllä vahingonkorvausvastuulla.

Tarjous

Aurinkovoimala n. 80 kWp.

Tarjoan kyseistä laitteistoa seuraavasti:

1. Aurinkopaneelit, invertteri ja maatelieet oheisen liitteen mukaisesti
2. Jakokeskus kentälle sisältäen pääkytkimen, sulakkeet inverttereille (3kpl), sulakkeet ja vikavirtasuojan pistorasioille.
3. 4 kpl kaappi inverttereille ja keskukselle.
5. Maadoituselektrodi CU25 100m.
6. Kompaktikatkaisija syöttökaapelin oikosulkusuojaukseen ja verkosta erotukseen.
7. 4G-reititin kaukovalvontaan (liittymä ei sisälly)
8. Paneelikentän kaapeloinnit
9. Asennus käyttökuntoon

Kokonaishintaan 75 700€ alv 0%

Telineen leveys on vähän yli kaksi metriä. Maatelineiden yhteispituus on 550 metriä. Paneelirivien etäisyys toisistaan tulee olla vähintään neljä metriä, mutta mitä kauempana ne ovat toisistaan, sitä vähemmän varjostuksia aamulla ja illalla. Hyvä myös varmistaa, että paneelirivien väleistä pääsee ajamaan kesällä heinän ilman riskiä paneelien kolhimisesta.

#### **B. 100 980 Wp aurinkosähköjärjestelmä**

##### Tarvikkeet

- 374 kpl S.E. Project ESM 270 P monikidepaneelia ((8 x 44) + (1 x 22) x 270W = 100 980 Wp).
- Invertterit: 4 kpl [Fronius](#) Symo 20.0 – 3M ja 1 kpl Fronius Symo 8.2 – 3M
- Schletter maa-asennustelineet
- Tarvittavat DC -kaapelit ja liittimet
- Turvakytkimet

##### Asennus

- Paneelien ja inverttereiden asennus maa-asennustelineisiin.
- Johdotukset ja kaapeloinnit
- Roskien poisvienti
- Järjestelmän käyttökoulutus

Järjestelmän seuraaminen on mahdollista Fronius Solar Web -portaalin kautta.

**Hinta asennettuna 98 700 euroa alv. 0 %**

Laskennallinen vuosituotto vähintään 92 900 kWh.

##### **Maa-asennusteline**

Asennus tehdään liitteen mukaisilla Schletterin maa-asennustelineillä, joita tulee 8 kpl 44 paneelin telinettä ja 1 kpl 22 paneelin teline. Muut tiedot samat kuin yllä.

Tilaaajan vastuulla on:

- Tilaaaja on määritellyt asennuspaikan ja vastaa siitä, että aurinkosähköjärjestelmän asentaminen on mahdollista asennuspaikalla ja että sinne on esteetön pääsy. Tilaaaja valaa toimittajan piirustusten mukaiset betonianturat ja asentaa ne toimittajan osoittamiin paikkoihin.
- Sulaketaulussa tulee olla vapaat ja käytettävissä olevat sulakepaikat.
- Invertterit asennetaan paneelien alle maa-asennustelineisiin.
- Tilaaaja kaivaa ojan paneelikentältä sähkökeskukseen. Toimittaja tekee kaikki johdotukset, jonka jälkeen tilaaaja sulkee ojan.