



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kirsi Hemminki

---

## **Aurinkosähkön kannattavuus lihasikalassa**

Case: Myntin tila

Opinnäytetyö  
Kevät 2022  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousekonomia

Tekijä: Kirsi Hemminki

Työn nimi: Aurinkosähkön kannattavuus lihasikalassa case- tilalla

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä: 6

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, paljonko tulee säästöä sähkökustannuksissa 1000-paikkaisessa lihasikalassa case-tilalla aurinkosähköjärjestelmän ansiosta. Sähkönkulutus tilalla on keskimäärin 49 000 kWh vuodessa. Tilan kiinnostus aurinkosähköjärjestelmään lähti siitä, että koska kesäaikaan aurinkosähkön tuotanto on korkeimmillaan, niin samaan aikaan myös sikalassa tarvitaan ilmanvaihtoa eniten, jonka vuoksi sähkönkulutus nousee. Lisäksi tilaa haluttiin kehittää ympäristöystävällisemmäksi ja omavaraisemmaksi aurinkovoimalan avulla.

Työssä selvitettiin yleisellä tasolla mitä aurinkoenergia on, ja miten siitä saadaan sähköä. Aurinkopaneelijärjestelmän toimintaperiaatetta sähköntuotannossa käsiteltiin yleisellä tasolla. Työssä käytiin myös koko investointiprosessi vaiheittain läpi.

Tuloksien laadinnassa tarkasteltiin vuosia 2019–2021, järjestelmä asennettiin tilalle maaliskuussa 2020. Tuloksista laadittiin Excel-taulukko kyseisiltä vuosilta kuukausitasolla. Laskelmien tietojen perusteella saatiin selville euromääräinen säästö sähkökustannuksissa vuositason tasolla. Laskelmissa otettiin huomioon myös yksityiskäytön osuus, jotta saatiin tarkempi laskelma, kuinka paljon tulee euromääräisesti säästöä tuotantoon kuluvaan sähköstä aurinkosähköjärjestelmän ansiosta. Tulosten perusteella vuoden 2020 säästö sähkökustannuksissa oli tuotannon osalta 1058,82 euroa, ja vuonna 2021 se oli 1417,67 euroa. Lopuksi laadittiin vielä kannattavuuslaskelma, jota verrattiin investoinnin alussa laadittuun laskelmaan. Laskelman mukaan investoinnin takaisinmaksuaika on 7 vuotta alkuperäisen 10 vuoden sijaan. Investointi oli alussa tehtyjen laskelmien mukaan jo kannattava, mutta työn tulosten perusteella se oli kannattavampi, kuin alun perin ajateltiin.

Työn edetessä tila päätti luopua lihasikojen kasvatuksesta, jonka vuoksi työssä pohdittiin myös vaihtoehtoja, miten tila pystyy hyödyntämään tuotettua aurinkosähköä tulevaisuudessa tehokkaasti.

<sup>1</sup> Asiasanat: aurinkosähköjärjestelmä, investointi, sikatalous, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Agricultural economics

Author/s: Kirsi Hemminki

Title of thesis: Profitability of photovoltaic system in pig finishing barns at case farm

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2022

Number of pages: 33

Number of appendices: 6

---

The purpose of this thesis was to find out how much savings will be achieved in electricity costs in a 1,000-seat pig finishing barn at the case farm investing in photovoltaic system. The average electricity consumption at the farm is 49,000 kWh per year. The farm was interested in the photovoltaic system because, the production of solar power is at its highest in the summertime when more effective ventilation is needed at a pig farm and the electricity consumption increases. In addition, the aim was to develop the farm to be more environmentally friendly and self-sufficient with the help of a solar power plant.

The study explored on a general level what solar energy is and how to generate electricity from it. The principle of the operation of the solar panel system in electricity production was discussed in general terms. Furthermore, the study covered the entire investment process by stages.

The results were compiled looking at the years 2019–2021, the system was installed in March 2020. The results were compiled into an Excel table for those years on a monthly basis. Based on the data from the calculations, saving in annual electricity costs in euros was determined. The calculations also considered the share of private use in order to obtain a more accurate calculation of the saving in euros regarding the electricity consumed in production due to the photovoltaic system. Based on the results, in the year 2020 the saving in electricity costs was EUR 1058.82 for the production, and in the year 2021 it was EUR 1,417.67. Finally, a profitability calculation was drawn up and compared with the calculation at the beginning of the investment. According to the calculation, the repayment period of the investment is seven years instead of the original ten years. According to the calculations made at the beginning, the investment was already profitable, but based on the results of the study, it was more profitable than originally estimated.

As the work progressed, the farm decided to abandon the breeding of finishing pigs. After this decision, different options were considered for how the farm could utilize the produced solar power efficiently in the future.

<sup>1</sup> Keywords: photovoltaic system, investment, pig production, profitability

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1. JOHDANTO .....	7
2. AURINKOENERGIA JA AURINKOPANEELEIDEN TOIMINTAPERIAATE ....	8
2.1 Aurinkoenergia.....	8
2.1.1 Auringosta sähköä.....	9
2.1.2 Auringon säteily Suomessa .....	9
2.1 Aurinkosähköjärjestelmien toimintaperiaate .....	11
3. AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA KANNATTAVUUS CASE- TILALLA .....	13
3.1 Tilan tiedot.....	13
3.2 Kilpailutus ja alustava sopimus.....	14
3.3 Investoinnin kannattavuus tilalla.....	15
4. INVESTOINTITUEN JA TARVITTAVIEN LUPIEN HAKEMINEN .....	19
4.1 Tuen hakeminen.....	19
4.1.1 Liiketoimintasuunnitelman ja talouslaskelmien laadinta .....	19
4.1.2 Toimenpideluvan hakeminen .....	20
5 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO .....	21
6 INVESTOINNIN TUOTTAMA SÄÄSTÖ TILALLA JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	27
7 YHTEENVETO .....	30
LÄHTEET .....	32
LIITTEET .....	33

## Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Auringon vuotuinen kokonaissäteily määrä Suomessa .....	10
Kuva 2. Auringon keskimääräisen säteilyn määrä kuukausittain Suomessa .....	11
Kuva 3. Merkki, joka ilmoittaa rakennuksessa sijaitsevasta aurinkosähköjärjestelmästä .....	12
Kuva 4. Tilan asemapiirustus .....	14
Kuva 5. Paneelien alustava sijoittelu .....	15
Kuva 6. Invertterin asennus .....	22
Kuva 7. Aurinkopaneelien asennus .....	23
Kuva 8. Aurinkopaneelit asennettu itäläpelle .....	24
Kuva 9. Aurinkopaneelit asennettu eteläläpelle .....	24
Kuva 10. Järjestelmän testaus .....	25
Kuva 11. Ilmakuva aurinkopaneeleista .....	26
Taulukko 1 Investoinnin kustannusarvio .....	16
Taulukko 2 Järjestelmän energiantuottoarvio .....	16
Taulukko 3 Sähkön hintatiedot .....	17
Taulukko 4 Investoinnin kannattavuuslaskelma .....	17
Taulukko 5 Investoinnin kannattavuus toteutuneiden tietojen perusteella .....	28

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Fotoni</b>	Hiukkanen
<b>Fuusioreaktio</b>	Siinä yhtyy kaksi vetyatomia ydintä auringon ytimessä heliumatomiksi.
<b>kWp</b>	Kilowattipiikki, tarkoittaa aurinkopaneelien tuottamaa huipputehoa.
<b>kWh</b>	Kilowattitunti on energiayksikkö
<b>Invertteri</b>	Vaihtosuuntaaja

## 1. JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, paljonko tulee säästöä sähkökustannuksissa 1000-paikkaisessa lihasikalassa Myntin tilalla aurinkosähköjärjestelmällä. Sähköä kuluu tilalla keskimäärin noin 49 000 kWh vuodessa. Tarkoituksena on tarkastella lukuja kolmen vuoden ajalta. Vuonna 2019 ei tilalla ollut vielä paneeleita, vuonna 2020 paneelit asennettiin keväällä, ja vuonna 2021 paneelit olivat koko vuoden käytössä. Tarkoituksena on myös seurata aurinkopaneeleiden sähköntuottoa, sekä myyntiin menevän sähkön määrää ja tuottoa. Ja koska työn valmistumisen aikana tila päätti luopua eläinten pidosta, tarkastellaan työssä myös hie-man muita mahdollisia käyttökohteita, johon aurinkosähköä voidaan tilalla tulevaisuudessa hyödyntää.

Työssä selvitetään yleisellä tasolla mitä aurinkoenergia on, ja miten auringosta saadaan sähköä. Aurinkopaneeleiden toimintaperiaatetta sähköntuotannossa käsitellään yleisellä tasolla. Työssä käydään investoinnin jokainen vaihe läpi. Tuloksista laaditaan Excel-taulukko, josta selviää tilan kolmen vuoden sähkön kulutus kuukausittain, kustannukset, aurinkoenergian tuottama sähkö, aurinkosähkön oma käyttö sekä mahdollinen myyntiin mennyt sähkö. Laskelmissa otetaan huomioon myös sähkön yksityiskäytön osuus, jotta saadaan tarkka laskelma, kuinka paljon tulee säästöä tuotantoon kuluvaan sähköstä. Tilan kuivaajan sähköä ei tarvitse laskelmissa huomioida, koska se on eri sähköverkossa.

Investointitukihakemuksen liitteenä olevat talouslaskelmat ovat salassa pidettäviä, ja niitä en liitä tähän työhön, kerron vain mitä ne pitävät sisällään ja niiden laadintaperiaatteet. Ulkopuolinen toimija hoiti kilpailutuksen, siitä kerron vain tärkeimmät asiat, enkä liitä työhön saatuja tarjouksia. Ulkopuolinen toimija laati myös investoinnin kannattavuus- ja tuottolaskelmat, sekä hoiti investointiin tarvittavat lupa-asiat.

Opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä siihen, miten aurinkosähköjärjestelmä sopii kyseiselle tilalle, ja paljonko sillä saadaan euromääräistä säästöä sähkökustannuksissa.

## 2. AURINKOENERGIA JA AURINKOPANEELEIDEN TOIMINTAPERIAATE

### 2.1 Aurinkoenergia

Aurinkoenergian tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen, säteilyenergia on peräisin fuusioreaktiosta (Tahkokorpi ym,2016, s.11). Fuusioreaktion seurauksena vapautuu suuri määrä energiaa. Fuusioprosessissa yhden heliumkilon muodostaminen vedystä vapauttaa energiaa yhtä paljon, kuin 27 000 tonnia kivihiiltä, joka vastaa 180 miljoonaa kilowattituntia. Jotta tämä reaktio onnistuu, vaatii se korkean lämpötilan, noin 10 miljoonaa astetta. Edellä mainittu lämpötila vallitsee siellä, missä fuusioreaktio tapahtuu, eli auringon sisällä. Sitä vastoin auringon pintalämpötila on 5 780 kelviniä, eli noin 5 500 astetta celsiusta.

Auringon tuottama kokonaisteho on  $3,8 \times 10^{23}$ , josta maapallolle tulee  $1,7 \times 10^{14}$  kWh (Tahkokorpi ym, 2016, s.12–14). Maapallon ilmakehän ulkopuolella yhden neliömetrin kokoiselle pinnalle tuleva auringonsäteilyteho on, 1,35–1,39 kW, tämän arvon nimi on aurinkovakio, joka on keskimäärin noin 1,368 kW. Auringon etäisyysvaihtelun takia, tämä arvo vaihtelee 3,5 % +/- . Säteilyenergian tullessa ilmakehän läpi siitä häviää parhaimmillaan noin 40 %. Syynä säteilyenergian häviämiseen ovat kaasumolekyylit, vesihöyry ja erilaiset epäpuhtaudet ilmakehässä. Säteilyenergian häviämisestä on sekä haittaa että hyötyä. Haitallisen UV- säteilyn määrää maanpinnalle säätelee ilmakehä. Kuitenkin mitä suuremman matkan säteily joutuu kulkemaan ilmakehän läpi, niin sitä enemmän pienenee säteilyn määrä. Tämän vuoksi auringon säteilyteho on aamulla ja illalla pienempi, kuin keskipäivällä, ja talvella vähäisempi, kuin kesällä. Maanpinnalle tuleva säteily ilmakehän vaikutuksen vuoksi voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Suora auringonsäteily, joka tarkoittaa ilmakehän läpi suoraan tullutta auringonsäteilyä. Hajasäteily, joka on ilmakehässä sijaitsevien molekyylien ja pilvien heijastamaa säteilyä, sekä hajasäteilyä, joka on maasta heijastunut. Ilmakehän vastasäteilyä aiheuttavat ilmakehässä olevat vesihöyry, hiilidioksidi ja otsoni, jotka säteilevät maanpinnalle lämpöä takaisin. Tätä sanotaan myös kasvihuonevaikutukseksi. Yleensä vastasäteily sisällytetään hajasäteilyyn.



### 2.1.1 Auringosta sähköä

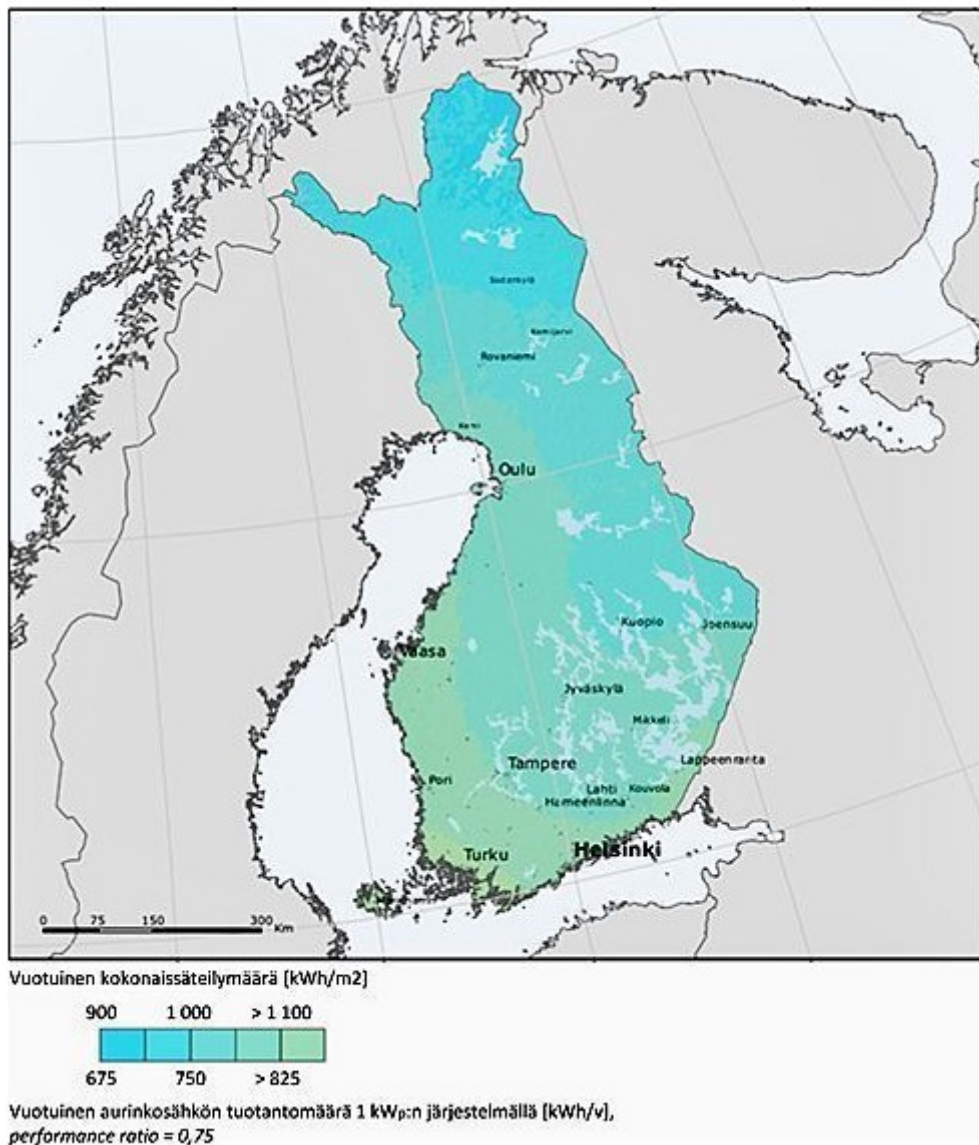
Aurinkosähkön tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen (Motiva, 2021). Auringonsäteily koostuu fotoneista, jotka kuljettavat auringon säteilyenergiaa. Aurinkokennoihin osuessaan luovuttavat fotonit energiansa kennojen materiaalin elektroneille. Nämä fotoneilta energiaa saaneet elektronit muodostavat sähkövirran aurinkokennojen virtajohtimiin.

Suomessa saa tehokkaasti aurinkosähköä maaliskuun alusta lokakuun loppuun (Biolan, i.a.). Sen hyödyntäminen vähentää hiilidioksidikuormaa luonnossa, sekä lisää energiaomavaraisuutta. Yritysten, yhteisöjen ja maatilojen on mahdollista saada tukea aurinkoenergiainvestointeihin.

Aurinkosähkön hyödyntämisellä on monia muitakin etuja kuten; Sen tuotannossa ei ole melua aiheuttavia osia vrt. tuuliturbiinit (Vattenfall, i.a.). Sitä on saatavilla kaikkialla maailmassa, ja se on kestävä, joten sitä riittää rajattomasti. Kuten kaikessa myös aurinkosähkön tuotannossa on haittapuolia; aurinkokennojen valmistuksessa käytetyt osat ovat kalliita, ja niiden valmistuksesta syntyy välillisiä päästöjä paneelien tuotannossa, kuljetuksessa, ja tarvittavien materiaalien keräämisessä, vaikka itse aurinkoenergia ei aiheutakaan päästöjä.

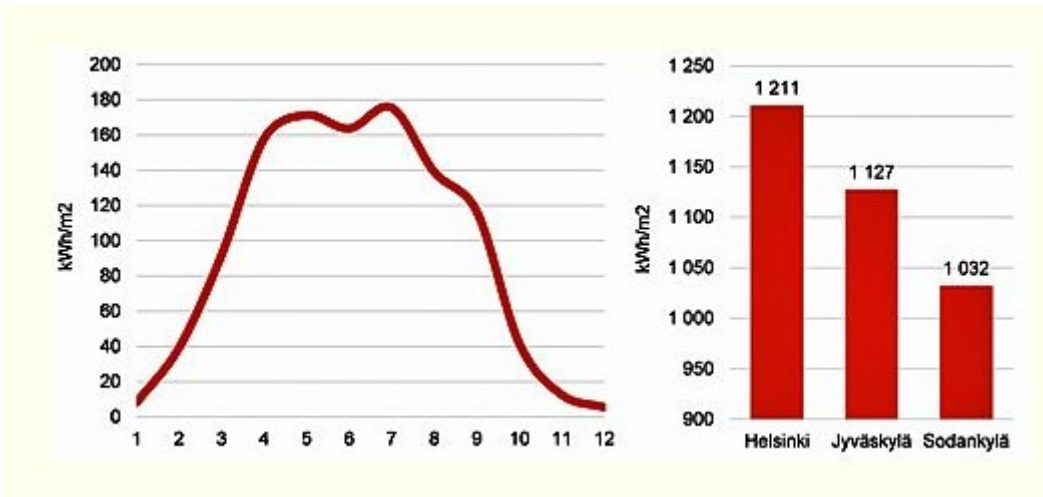
### 2.1.2 Auringon säteily Suomessa

Kokonaissäteilystä hajasäteilyn osuus on Suomessa merkittävä (Motiva, 2021). Etelä-Suomessa hajasäteilyn osuus on suurinta. Suomessa vuotuinen kokonaissäteily on suurinta Etelä-Suomessa (Kuva 1). Se on myös verrattavissa Pohjois-Saksan vuosittaisen kokonaissäteilyn määrään. Rannikolla kokonaissäteilyn määrä on melkein yhtä paljon, kuin etelässä, ja pohjoisessa kaikkein vähäisintä. Kuitenkin pohjoisen vuotuisen kokonaissäteilyn määrä on vain 20 % pienempi, kuin etelässä.



Kuva 1. Auringon vuotuinen kokonaissäteily määrä Suomessa (Motiva, 2021).

Eteläisempään Eurooppaan verrattuna Suomessa säteily keskittyy enemmän kesäkuukausille, ja muutenkin vuoden aikana auringon säteilyn osuminen jakautuu epätasaisesti. Marras-, joul-, ja tammikuussa osuu hyvin vähän säteilyä (Kuva 2). Tähän syynä on se, että Suomi sijaitsee kaukana päiväntasaajalta, lähellä maapallon pohjoista napa-aluetta.



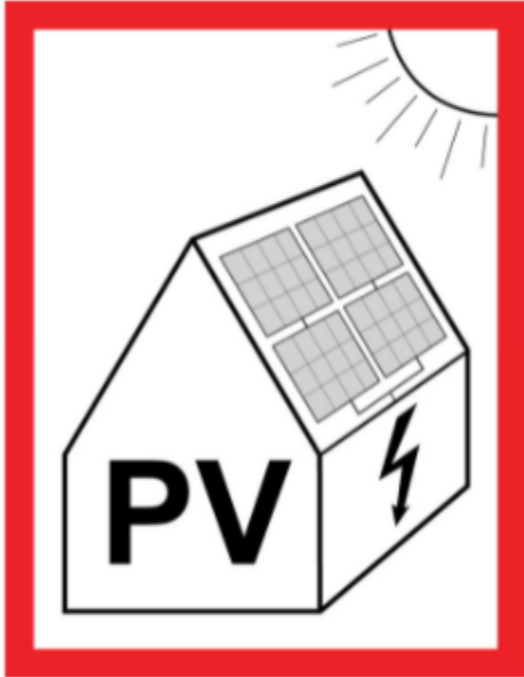
Kuva 2. Auringon keskimääräisen säteilyn määrä kuukausittain Suomessa. (Motiva, 2021)

## 2.1 Aurinkosähköjärjestelmien toimintaperiaate

Aurinkosähköjärjestelmien sähköntuotanto perustuu valosähköiseen ilmiöön (Tukes, 2020). Siinä aurinkokennot muuntavat auringon säteilyn energian sähköenergiaksi. Yleensä aurinkopaneelit koostuvat sarjaan kytketyistä, mutta myös jossain tapauksissa yksittäisistä kennoista. Aurinkosähköjärjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään: Itsenäisesti toimivat ilman sähköliittymää olevat sekä ne, jotka ovat liitettynä sähkönjakeluverkkoon ja toimivat rinnan verkon kanssa (mt.). Koska kohdetilalle on tulossa aurinkosähköjärjestelmä, joka on liitettynä sähkönjakeluverkkoon, keskityn pelkästään sen toimintaperiaatteeseen.

Järjestelmät, jotka toimivat rinnan sähköverkon kanssa liitetään kohteen 230/400 voltin sähköverkkoon (Tukes, 2020). Paneelien tuottama tasasähkö muuntuu vaihtosähköksi vaihtosuuntaajan avulla. Aurinkosähköjärjestelmä kytketään kiinteistön sähköverkkoon, ja siitä edelleen jakeluverkkoon vaihtosuuntaajan kautta. Järjestelmän sähköverkkoon liittäminen tehdään mittaus- tai ryhmäkeskuksessa sulakkeiden kautta, johon kaapeli, joka tulee vaihtosuuntaajalta, kytketään. Turvallisuussyistä vaihtosuuntaajassa on oltava automatiikka, joka estää, ettei järjestelmä syötä sähköä verkkoon päin sähkökatkon aikana. Aurinkosähköjärjestelmälle, joka liitetään jakeluverkkoon, on haettava alueen sähköverkkoyhtiöltä lupa. Yleensä myös verkkoyhtiöllä on oltava pääsy järjestelmän erotuskohtaan.

Kohteet, joissa on aurinkosähköjärjestelmä, tulee varmistaa huolto- ja pelastushenkilöstön turvallisuus oheisella merkillä (Kuva 3; Tukes, 2020). Merkki on asennettava sähköasennuksen liittymiskohtaan, energian mittauskohtaan ja sähkökeskukseen, jota syötetään aurinkosähköjärjestelmällä.



Kuva 3. Merkki, joka ilmoittaa rakennuksessa sijaitsevasta aurinkosähköjärjestelmästä. (Tukes, i.a.).

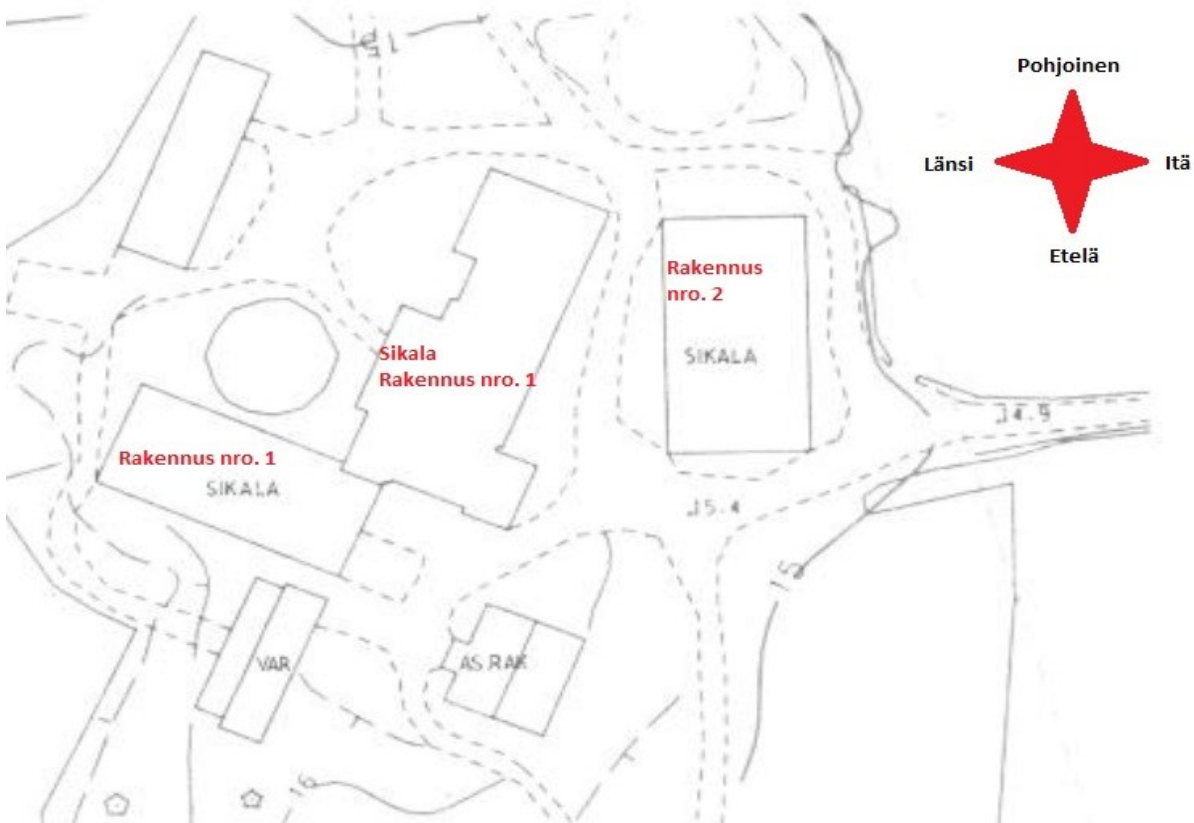
Ensisijaisesti kulutushetken sähkö otetaan aurinkoenergiasta (Tukes, 2020). Mikäli kulutus on suurempi, kuin järjestelmän tuotto, otetaan sähköä myös jakeluverkosta. Aurinkopaneelien mahdollinen ylimääräinen sähkö taas voidaan myydä sähköyhtiölle.

Aurinkosähköjärjestelmän osia ovat aurinkopaneelit, tasasähkö- (DC) ja vaihtosähkökaapeloinnit (AC), vaihtosuuntaaja, erotuskytkimet, sähkökeskus, johon järjestelmä liitetään ja kaksisuuntaiseen mittaukseen kykenevä sähkömittari (Tukes, 2020).

### 3. AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA KANNATTAVUUS CASE- TILALLA

#### 3.1 Tilan tiedot

Tila sijaitsee Vedenojalla, noin 30 km Vaasasta. Tuotantosuuntana on lihasikojen kasvatusta, kasvinviljely sekä metsätalous. Kiinnostus tilalla aurinkosähköjärjestelmään lähti siitä, että aurinkosähkön tuotto on kesäaikana suurinta. Silloin myös sikalassa tarvitaan ilmanvaihtoa eniten, joka taas nostaa sähkönkulutusta. Lisäksi tila halusi kehittää koko tilan toimintaa ympäristöystävällisemmäksi ja omavaraisemmaksi korvaamalla fossiilista energiaa uusiutuvalla energialla. Aurinkosähköjärjestelmälle oli myös mahdollista saada investointitukea, jonka suuruus oli 40 % hyväksyttävistä kustannuksista. Sähkönkulutus on tilalla keskimäärin noin 49 000 kWh vuodessa. Tilalla on kaksi erillistä tuotantorakennusta (Kuva 4). Aurinkosähköjärjestelmän avulla saataisiin korvattua mahdollisimman paljon maatalouden käyttösähköä ja tuotettua itse merkittävä osa maataloustoiminnassa tarvitsemasta vuosittaisesta sähköenergiasta. Järjestelmän avulla tila saisi myös lisättyä maatalouden energiaomavaraisuutta. Investoinnin suunnitteluhetkellä oli jo tiedossa mahdollinen sähkön hinnan nousu, joka parantaisi investoinnin kannattavuutta entisestään.



Kuva 4. Tilan asemapiirustus (Kirsi Hemminki)

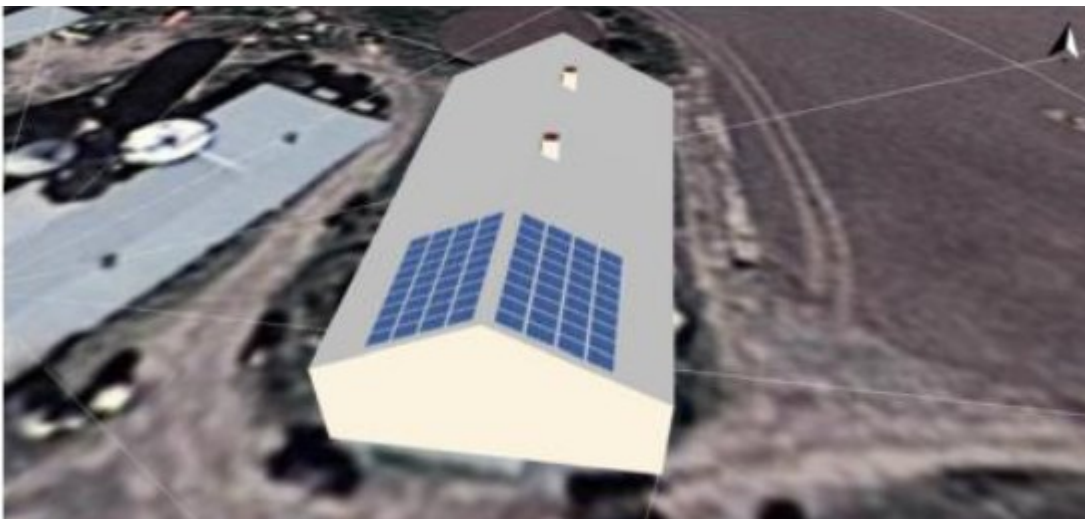
### 3.2 Kilpailutus ja alustava sopimus

Tarjouspyynnöt aurinkosähköjärjestelmistä tilalle teki ulkopuolinen toimija, Envitecpolis Oy. He tekivät tarjouspyynnön neljälle laitetoimittajalle kesällä 2019. Heistä kolme teki tarjouksen. Tarjosten avulla saatiin selvitettyä investoinnin hintataso, jotta saatiin kustannusarvio tehtyä. Tarjouspyynnöissä pyydettiin myös ratkaisuesitystä tilan tarpeisiin sopivasta oikean kokoisesta järjestelmästä, joka on sijoitettu paikkaan, jossa saavutetaan suurin mahdollinen hyöty aurinkosähköjärjestelmästä.

Kaksi tarjousta saatiin järjestelmästä, joka asennetaan rakennus nro. 2 katolle kahdelle lappeelle; paneelit jaetaan puoliksi itälappeelle ja puoliksi länsilappeelle (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Kolmannessa tarjouksessa ei kerrottu järjestelmän sijoituspaikkaa lainkaan, eikä myöskään järjestelmän vuosituottoarviota, joten se hylättiin heti. Lisäksi yksi laitetoimittaja teki toisen tarjouksen, missä järjestelmä asennettaisiin rakennus nro.

2 eteläisen siiven katolle, yhdelle lappeelle. Tämä tarjous myös hylättiin, koska tilalla on tavoitteena tuottaa aurinkosähköä tasaisesti koko päivän, eikä maksimaalista tuottoa, ja tässä tapauksessa se ei ollut mahdollista.

Jäljelle jäi kahden laitetoimittajan tarjoukset, jotka molemmat olivat hyvin kattavia (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Molemmissa tarjouksissa järjestelmän nimellisteho oli samansuuruinen noin 20 kWp. Pieniä eroja oli paneelien määrässä, vuosituototarviossa sekä hinnassa. Sijoituspaikka oli molemmissa sama. Näistä kahdesta jäljelle jääneestä tarjouksesta valittiin suurempi laitetoimittaja, jolla myös hinta oli pienempi. Suurin vaikuttava tekijä oli hinta, mutta otettiin myös huomioon, kun kyseessä on pitkän elinkaaren omaava investointi, niin suuremmalla todennäköisyydellä suuremman laitetoimittajan yritys on vielä toiminnassa, kuin pienen. Tämä vaikuttaa esimerkiksi takuuasioihin, huoltoihin ja mahdollisiin korjauksiin. Tilalle valittu järjestelmä on nimellisteholtaan 19,80 kWp, ja pinta-alaltaan noin 120 m<sup>2</sup>. Alla kuva paneelien alustavasta sijoittelusta rakennus nro. 2 katolle jaettuna kahdelle lappeelle (Kuva 5).



Kuva 5. Paneelien alustava sijoittelu (Envitecpolis Oy)

### 3.3 Investoinnin kannattavuus tilalla

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuslaskelman teki sama ulkopuolinen toimija, kuin tarjouspyynnötkin (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Alla olevasta taulukosta selviää investoinnin kustannusarvio. Tarjouksissa järjestelmien kWp-hinnan

vaihteluväli oli 804–1147 € / kWp. Kustannusarviossa on käytetty hinnanperusteena keskiarvona 900 € / kWp. Investoinnin kokonaiskustannukseksi arvioitiin 19 520,00 € (Taulukko 1).

Taulukko 1. Investoinnin kustannusarvio (Envitecpolis Oy)

<b>INVESTOINNIN KUSTANNUSARVIO (ALV 0 %)</b>		
Hintaperuste	900,00	€/KwP
Järjestelmän nimellisteho	19,80	KwP
Järjestelmän hinta asennettuna	17820,00	€
Lisätyöt (arvio)	500,00	€
Liiketoimintasuunnitelma ja talouslaskelmat	1200,00	€
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>19520,00</b>	€

Järjestelmän energiantuottoarvio on tehty valitun laitetoimittajan tarjouksen perusteella (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Maataloustuotannossa kuluu suoraan arvion mukaan 70 % tuotetusta sähköstä, ja tuotetusta sähköstä 30 % syötetään tuotantohetkellä sähköverkkoon, josta se pystytään hyödyntämään maataloustoimintaan myöhemmin. Arviossa on otettu huomioon myös 10 vuoden tehoalenema, koska on normaalia, että järjestelmän teho hiipuu vuosien saatossa. Järjestelmä tuottaa 10 vuoden kuluttua 92 % nimellistehostaan. (Taulukko 2).

Taulukko 2. Järjestelmän energiantuottoarvio (Envitecpolis Oy)

<b>AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄN TUOTANTOTIEDOT</b>		
Aurinkosähköjärjestelmän vuotuinen tuotto (arvio)	15855,00	kWh / v
Aurinkosähköjärjestelmän vuotuinen tuotto (huomioitu 10 v. tehoalenema)	15220,80	kWh /v
Arvio suoran käytön osuudesta	70	%
- Suora käyttö päivä	70	%
- Suora käyttö yö	0	%
<b>Arvio verkkoon syötettävästä osuudesta</b>	<b>30</b>	<b>%</b>



Sähkön hintatiedoissa on käytetty laskelman tekohetken (v. 2019) sähkön myyntihintoja (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Syntyvän ylijäämänsähkön myyntihintana on käytetty samaa hintaa, kuin kohteessa maksettiin päiväsähköstä, 0,0446 €/kWh. (Taulukko 3).

Taulukko 3. Sähkön hintatiedot (Envitecpolis Oy)

<b>KOHTEEN SÄHKÖN HINTATIEDOT</b>		
Sähköenergian ostohinta tilalla päivä (alv 0 %)	0,0446	€/kWh
Sähköenergian ostohinta tilalla yö (alv 0 %)	0,0377	€/kWh
Siirtomaksu päivä (alv 0 %)	0,0296	€/kWh
Siirtomaksu yö (alv 0 %)	0,01	€/kWh
Sähkövero ja huoltovarmuusmaksu	0,0225	€/kWh
Myyntihinta	0,0446	€/kWh

Alla olevasta investoinnin kannattavuuslaskelmassa 19.9.2019 laitteiston eliniäksi on arvioitu 35 vuotta, siinä on myös huomioitu sähkön hinnannousu, noin 3,5 % vuodessa, sekä korjaus- huolto, joka tehdään kerran järjestelmän elinkaaren aikana sekä muut mahdolliset huollot, joiden osuus kokonaisinvestoinnista on 0,1 % (Envitecpolis Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 19.9.2019). Laskelmassa on arvioitu, että investointia varten otetaan pankkilainaa 8000,00 €, loput kustannukset katetaan investointituella, joka on 40 % hyväksyttävistä kustannuksista, sekä omarahoitusosuudella (Taulukko 4).

Taulukko 4. Investoinnin kannattavuuslaskelma (Envitecpolis Oy)

<b>KANNATTAVUUS</b>		
<b>Aurinkojärjestelmän tuotot</b>		
Sähkön suora käyttö, talviarki- päivä	1073,00	€/v
- energia siirtovero (päivä)	0,1010	€/kWh
Sähkön suora käyttö, muu aika	0	€/v
- energia siirtovero (yö)	0,0730	€/kWh
Sähkön myynti verkkoon	212,00	€/v
<b>TULOT YHTEENSÄ (Säästö hankinnassa ja myynti verkkoon)</b>	<b>1285,00</b>	<b>€/v</b>
<b>Aurinkojärjestelmän käyttökustannukset</b>		

Invertterin huoltokustannukset	29,00	€/v
Muu huolto	20,00	€/v
<b>Takaisinmaksuaika</b>		
Investoinnin kustannus (vähennetty investointituki)	11712,00	€
Vuositulot / säästöt	1285,00	€/v
Huolto- ja käyttökustannukset	48,00	€/v
Korko	2	%
Omarahoitusosuus	3712,00	€
Lainarahaosuus	8000,00	€
<b>Takaisinmaksuaika</b>	<b>10</b>	<b>v</b>

Laskelman mukaan investoinnin takaisinmaksuaika on 10 vuotta, ja kun sen eliniäksi on arvioitu 35 vuotta, investointi on kannattava.

## 4. INVESTOINTITUEN JA TARVITTAVIEN LUPIEN HAKEMINEN

### 4.1 Tuen hakeminen

Investointituki haettiin oman alueen ELY-keskukselta (Ruokavirasto, 2021). Tukea on mahdollista hakea jatkuvasti, ne kuitenkin ratkaistaan tukijaksoittain. Investointi oli kokonaisuudessaan tukikelpoinen, koska sitä käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa, ja siinä hyödynnetään uusiutuvaa energianlähdettä. Avustuksen määrä oli 40 % hyväksyttävistä kustannuksista. Tuen hakemisessa täytyi ottaa huomioon, että mitään investointiin liittyvää toimenpidettä, muun muassa tilaussopimuksen allekirjoittamista ei saanut tehdä, ennen kuin ELY-keskuksesta oli saatu päätös. Mikäli toimenpiteen olisi aloittanut ennen päätöstä, hankinnat ennen sitä eivät olisi olleet tukikelpoisia.

Hakemus tehtiin sähköisesti ruokaviraston sähköisessä hyrrä-palvelussa. Hakemukseen tuli liittää myös: Verotustiedot, pankin luottolupaus, lomake nro. 500 luettelo yrityksen veloista. Ja lisäksi liiketoimintasuunnitelma liitteineen, jäljennökset investointiin vaadittavista viranomaisluvista sekä pääpiirustukset, näistä lisää jäljempänä.

#### 4.1.1 Liiketoimintasuunnitelman ja talouslaskelmien laadinta

Investointitukihakemuksen liitteeksi tuli laatia myös liiketoimintasuunnitelma sekä siihen tarvittavat talouslaskelmat. Niitä ei tehnyt ulkopuolinen toimija, vaan ne laadittiin tilalla itse.

Yksi liitettävistä talouslaskelmista oli maksuvalmiussuunnitelma (Ruokavirasto, 2021). Siinä tuli esittää tulo- ja menoerien lisäksi myös muut yrittäjätulot, yksityistalouden palkkatulot ja muut säännöllisesti saadut tulot, jotka olivat hakijan käytettävissä. Lisäksi tuli laatia tulos- ja taselaskelmat. Niiden perusteella arvioidaan jatkuvan, kannattavan toiminnan edellytyksiä tilalla. Niistä tulee myös selvittää vähintään maatalouden kannattavuuskerroin, yrittäjätulo ja omavaraisuusaste.

#### 4.1.2 Toimenpideluvan hakeminen

Koska kyseessä oli pienempi rakennusprojekti, siihen riitti toimenpidelupa. Se haettiin Vaasan kaupungilta, ja hakuprosessin hoiti Envitecpolis Oy. Toimenpidelupahakemus laitettiin vireille hyvissä ajoin jo lokakuussa 2019 ja hyväksytty päätös saatiin marraskuussa 2019. Lupahakemukseen tuli lisäksi liittää:

- Pääpiirustukset
- Selvitys rakennuspaikan hallintaoikeudesta
- Kuvaus aurinkosähköjärjestelmästä
- Naapureiden kuuleminen

## 5 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Aurinkopaneelien asennus aloitettiin 16.3.2020. Alkuperäisen suunnitelman mukaan aurinkopaneelit oli tarkoitus asentaa rakennus nro. 2 itä- ja länsilappeelle. (Kuva 5). Mikäli olisi toimittu alkuperäisen suunnitelman mukaisesti, olisi invertteri pitänyt asentaa rakennuksen ulkoseinään, koska rakennus nro.2 ei olisi ollut tilaa sisätiloissa. Ja muutenkin olosuhteet ovat huonot, koska sikalassa on pölyistä, ilma on kostea ja ilmassa on ammoniakkaa. Laitteen valmistajakaan ei suosittele laitteen asentamista tällaiseen tilaan, ja myöskään laitteen takuu ei korvaa, mikäli laite hajoaa. Laitteen ulkoasennus on laitevalmistajan mukaan sallittua, mutta kuitenkin suora sade ei saa laitteeseen osua. Ainut hyvä paikka olisi ulkoasennuksessa ollut seinän yläosassa, lähellä räystästä. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan vaikuttanut lainkaan hyvältä suurentuneen riskin vuoksi. Siksi päädyttiin asentamaan invertteri rakennus nro. 1, jossa sijaitsee sikalan valvontahuone, siellä se on suojassa pölyltä, kosteudelta ja ammoniakilta. Tämän myötä myös aurinkopaneelit päätettiin sijoittaa samaan rakennukseen kuin invertteri, muuten kaapelointi paneeleilta invertterille olisi tullut liian pitkäksi. Asennuspäivä oli sateinen, ja asentajat päättivät aloittaa kaapelien ja invertterin asennuksella. Kaapelit invertteriltä aurinkopaneeleille asennettiin metalliseen suojaputkeen mahdollisten jyräjätuhojen estämiseksi. Kaapelireitti kulkee välikatossa ja nousee harjapellin kohdalta ylös (Kuva 6).



Kuva 6. Invertterin asennus (Kari Hemminki)

Loppupäivästä sade oli loppunut ja asentajat pääsivät asentamaan telineitä aurinkopaneelille. Toisena päivänä oli vuorossa aurinkopaneelien asennus. Paneelien nostossa käytettiin apuna tilan omaa traktoria. Etukuormaajalla nostettiin laatikollinen paneeleita räystäään korkeudelle, josta asentajat kantoivat paneelit paikalleen (Kuva 7).



Kuva 7. Aurinkopaneelien asennus (Kari Hemminki)

Neljän tunnin jälkeen aurinkopaneelit oli ruuvattu kiinni, ja johdot liitetty. Sopivat aurinkopaneelien asennuspaikat löytyivät rakennuksen itälappeelta, jossa paneelit tuottavat sähköä jo aamusta alkaen (Kuva 8), ja etelälappeelta, jossa paneelit tuottavat sähköä tehokkaasti päivällä (Kuva 9). Loppupäivästä invertterin asetukset laitettiin kuntoon ja testattiin järjestelmä (Kuva 10).



Kuva 8. Aurinkopaneelit asennettu itälapeelle (Kari Hemminki)



Kuva 9. Aurinkopaneelit asennettu etelälapeelle (Kari Hemminki)





Kuva 10. Järjestelmän testaus (Kari Hemminki)

Ennen kytkentälupaa järjestelmää ei saanut ottaa vielä käyttöön. Kytkentälupahakemus laitettiin matkaan sähköyhtiölle heti asennuksen jälkeen. 26.3.2020 Voimatel kävi vaihtamassa

pääkeskukseen kaksisuuntaisen sähkömittarin, jotta ylimääräistä sähköä pystyisi myymään verkkoon. Kytkentä lupa tuli samana päivänä ja aurinkosähköjärjestelmä saatiin kytkeä päälle.

Kattokaltevuus on rakennuksessa melko loiva, minkä ansiosta aurinkosähköä pystytään tuottamaan vielä jonkin verran illallakin, kun aurinko on lännessä, varsinkin kesällä, kun aurinko on korkeammalla (Kuva 11).



Kuva 11. Ilmakuva aurinkopaneeleista. (Kari Hemminki)

## 6 INVESTOINNIN TUOTTAMA SÄÄSTÖ TILALLA JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Tilan sähkönkulutus oli vuonna 2019 noin 44 000 kWh. (Liite 1). Vuosina 2020 ja 2021 se oli noin 52 000 kWh (Liite 2 ja 3). Vuonna 2019 kulutus oli pienempi, koska kesä oli huomattavasti viileämpi ja sikalan ilmanvaihto ei nostanut sähkönkulutusta. Kun taas vuosina 2020 ja 2021 kesä oli lämpimämpi, jonka vuoksi sikalan ilmanvaihto nosti sähkönkulutusta.

Kuten liitteistä 2 ja 3 on nähtävillä, aurinkosähköjärjestelmä on tuottanut sähköä maaliskuusta lokakuulle saakka. Vuonna 2020 tuotanto on kattanut melkein koko kulutuksen toukokuulta elokuulle, ja vastaavasti vuonna 2021 toukokuulta heinäkuulle.

Laskelmissa on otettu yksityiskäytön osuus huomioon säästetyissä sähkökustannuksissa. Yksityisosuus on 30 %, ja se on laskettu verottajan ohjeiden mukaan. Taulukossa 2. esitettiin järjestelmän tuottoarvio, joka oli noin 15 000 kWh / vuodessa. Kun tarkastelee vuosien 2020 ja 2021 laskelmia, (Liite 5 ja 6), vuotuinen tuotto on ylittänyt arvion keskimäärin 1200 kWh/vuodessa.

Vuonna 2019 sähkön kokonaiskustannukset olivat 5638,39 €, josta tuotannon osuus oli 3946,87 €. (Liite 4). Vuonna 2020 ostosähkön kokonaiskustannukset olisivat olleet 6677,53 € ilman aurinkosähköjärjestelmää. Mutta kun ottaa huomioon järjestelmän tuottaman sähkön arvon omaan käyttöön, ja myyntiin menneen sähkön arvon, on säästö ollut sähkökustannuksissa 1512,60 €, josta tuotannon osuus säästöstä oli 1058,82 € (Liite 5). Ja vuonna 2021 ostosähkön kokonaiskustannukset olisivat ilman aurinkosähköjärjestelmää olleet 6913,00 €. Mutta ottaen siinäkin huomioon omaan käyttöön tuotetun sähkön arvon sekä myyntiin menneen sähkön arvon, on säästö ollut 2024,96 €, josta tuotannon osuus säästöstä oli 1417,67 € (Liite 6).

Investoinnista tehtiin uusi kannattavuuslaskelma. Siinä tarkasteltiin, että muuttuuko takaisinmaksuaika investoinnin alussa tehtyyn laskelmaan. Laskelmassa otettiin huomioon vuosien 2020 ja 2021 keskiarvot omaan käyttöön tuotetun sähkön arvosta, ja myyntiin menneen sähkön arvosta. Vaikka järjestelmä saatiin käyttöön maaliskuun lopussa 2020, on se mielestäni vertailukelpoinen sisällyttää laskelmaan, koska järjestelmän suurin tuotto tapahtuu maaliskuulta lokakuulle. Laskelmassa vähennettiin investoinnin hyväksyttävistä

kokonaiskustannuksista 19 520,00 €, investointituen osuus, joka oli 40 % hyväksyttävistä kustannuksista eli 7 808,00 euroa.

Laskelman mukaan investoinnin takaisinmaksuaika on 7 vuotta (Taulukko 5). Investoinnin takaisinmaksuaika lyhenee 3 vuotta investoinnin alussa tehtyyn laskelmaan nähden (Taulukko 4).

Taulukko 5. Investoinnin kannattavuus toteutuneiden tietojen perusteella

<b>KANNATTAVUUS</b>		
<b>Aurinkojärjestelmän tuotot (Käytetty vuosien 2020 ja 2021 keskiarvoa)</b>		
Omaan käyttöön tuotetun sähkön arvo	1487,61	€/v
Sähkön myynti verkkoon	281,16	€/v
<b>TULOT YHTEENSÄ (Säästö hankinnassa ja myynti verkkoon)</b>	<b>1768,77</b>	€/v
<b>Aurinkojärjestelmän käyttökustannukset</b>		
Invertterin huoltokustannukset	29,00	€/v
Muu huolto	20,00	€/v
<b>Takaisinmaksuaika</b>		
Investoinnin kustannus (vähennetty investointituki)	11712,00	€
Vuositulot / säästöt	1768,77	€/v
Huolto- ja käyttökustannukset	48,00	€/v
Korko	2	%
Omarahoitusosuus	0,00	€
Lainarahaosuus	10500,00	€
<b>Takaisinmaksuaika</b>	<b>7</b>	<b>v</b>

Näiden tietojen perusteella voidaan todeta, että investointi oli kannattavampi, kuin mitä alun perin ajateltiin. Aurinkosähköjärjestelmän ansiosta tilalla saadaan merkittävä euromääräinen säästö sähkökustannuksissa. Ja mikäli ostosähkön hinta nousee nykyisestä, on investointi entistäkin kannattavampi. Myös myyntisähkön hinta nousi vuonna 2021 pörssisähkön hinnannousun vuoksi.

Kesken tämän työn tekemisen tila päätti luopua lihasikojen kasvatuksesta vuoden 2022 alussa. Sen vuoksi tilalla on mietitty seuraavia keinoja, miten saadaan jatkossa hyödynnettyä tuotettu aurinkosähkö täysimääräisesti tilalla:

- Tällä hetkellä tilan kuivaaja on omassa sähköverkossa. Tarkoituksena on liittää tilan kuivaaja samaan sähköverkkoon aurinkosähköjärjestelmän kanssa maakaapelin avulla. Sillä tavoin saataisiin hyödynnettyä aurinkosähköä myös kuivaajalla.
- Käyttövesi lämmitetään aurinkosähkön avulla.
- Tilan rakennusten lämmityksessä käytettävän hakkeen kuivaus ilmakeivurin avulla.
- Toisen kuivaajan asennus siilon yhteyteen, joka sijaitsee rakennus nro. 1 vieressä
- Sähköauton hankinta

Vaikka tilalla ei enää tuotantoeläimiä olekaan, tilalla pystytään tulevaisuudessa hyödyntämään tuotettu aurinkosähkö moneen eri tarkoitukseen.

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn lähtökohtana oli selvittää, paljonko saadaan euromääräisesti säästöä sähkökustannuksissa 1000-paikkaisessa lihasikalassa aurinkosähköjärjestelmän ansiosta. Tilan mielenkiinto aurinkosähköön lähti siitä, että koska aurinkosähkön tuotanto on kesäaikana suurinta, niin myös silloin sikalassa tarvitaan ilmanvaihtoa eniten mikä nostaa sähkönkulutusta. Lisäksi tilaa haluttiin kehittää ympäristöystävällisemmäksi ja omavaraisemmaksi aurinkovoimalan avulla.

Työssä käytiin läpi myös yleisellä tasolla mitä aurinkoenergia on, ja miten siitä saadaan sähköä. Aurinkosähköjärjestelmän toimintaperiaatetta käytiin myös läpi yleisellä tasolla. Aurinkojärjestelmän investointiprosessi käytiin läpi vaiheittain. Kaiken kaikkiaan investointiprosessi eteni suunnitelman mukaisesti.

Säästöt sähkökustannuksissa ovat tuotannon osalta keskimäärin kahden vuoden tulosten mukaan 1200,00 euroa / vuosi. Ja kahden vuoden keskiarvotietojen mukaan maksuaikakin lyhenee 7 vuoteen alkuperäisestä 10 vuodesta. Eli investointi oli kannattavampi, kuin mitä suunnitteluvaiheen laskelmassa oli esitetty. Sähkön hinta nousi jo syksyllä 2021. Tällä hetkellä energia on kallistunut entisestään vallitsevan maailmantilanteen vuoksi. Syynä siihen on sähkön hankintakustannusten nousu ja olosuhteiden muutos.

Lisäksi pohdittiin muutamia vaihtoehtoja, mihin tila voi jatkossa hyödyntää tuotetun aurinkosähkön, kun lihasikojen kasvatus jäi pois tuotannosta vuoden 2022 alussa.

Vielä ei ole markkinoilla saatavilla täysin päästötöntä sähköntuotantojärjestelmää. Myös aurinkopaneeleiden valmistuksessa ja kuljetuksessa syntyy välillisiä päästöjä, mutta kuitenkin aurinkovoimalan tuottama sähkö on täysin päästötöntä. Sen avulla on mahdollista vähentää hiilidioksidipäästöjä, jonka seurauksena hiilijalanjälki pienenee. Esimerkiksi työn case-tilalla hiilidioksidisäästöt ovat aurinkosähköjärjestelmän ansiosta maaliskuusta 2020 maaliskuuhun 2022 18 800 kg, joka vastaa 483 kpl puuta tai 75 000 henkilöautolla ajettua kilometriä (Solarweb, henkilökohtainen tiedonanto 4.4.2021).

Vaikka aurinkoenergian osuus on Suomessa vielä sähköntuotannossa pientä, määrä kasvaa joka vuosi. Uskon, että tulevaisuudessa se tulee vielä lisääntymään. Varsinkin kun

hallituksen ohjelmassa on tavoitteena korvata fossiilisia energianlähteitä uusiutuvilla energianlähteillä.

## LÄHTEET

Biolan. (i.a.). *Aurinkosähkö*. <https://www.biolan.fi/artikkelit/aurinkosahko-2>

Motiva. (20.8.2021). *Auringosta sähköä*. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon\\_perusteet/auringosta\\_sahkoa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa)

Ruokavirasto. (26.5.2021). *Tuet ja rahoitus*. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalouden-investointituet/>

Tahkokorpi, M. (toim.) Erat, B., Hänninen, P., Nyman, C., Rasinkoski, A. & Wiljander, M. (2016). *Aurinkoenergiaa Suomessa*. Helsinki: Into kustannus.

Tukes. (2020). *Sähkö*. <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/aurinkosahkojarjestelmat>

Vattenfall. (i.a.). *Miten aurinkosähkö tuotetaan*. <https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/tuotantomuodot/aurinkovoima/>



## **LIITTEET**

Liite 1. Tilan sähkönkulutus 2019

Liite 2. Tilan sähkönkulutus ja aurinkosähkön tuotto 2020

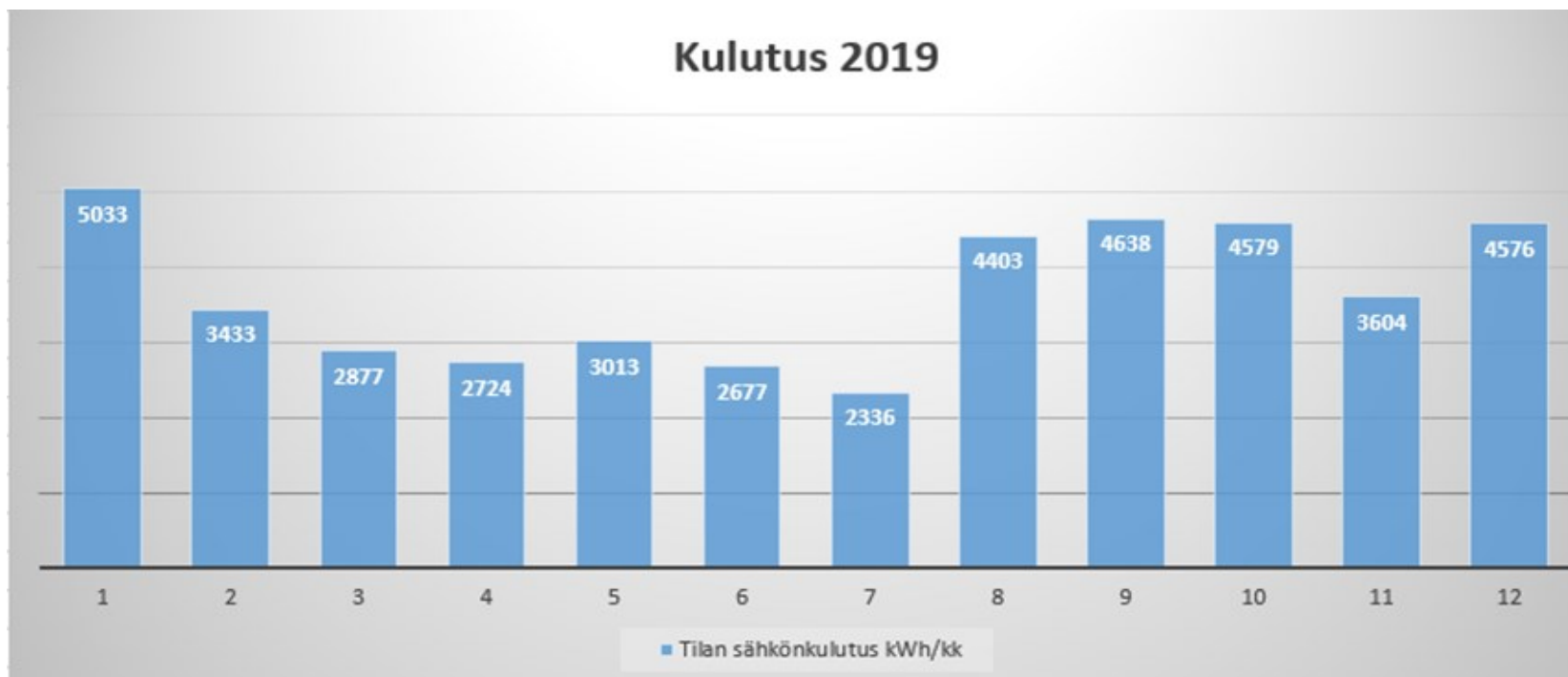
Liite 3. Tilan sähkönkulutus ja aurinkosähkön tuotto 2021

Liite 4. Vuoden 2019 laskelma sähkökustannuksista

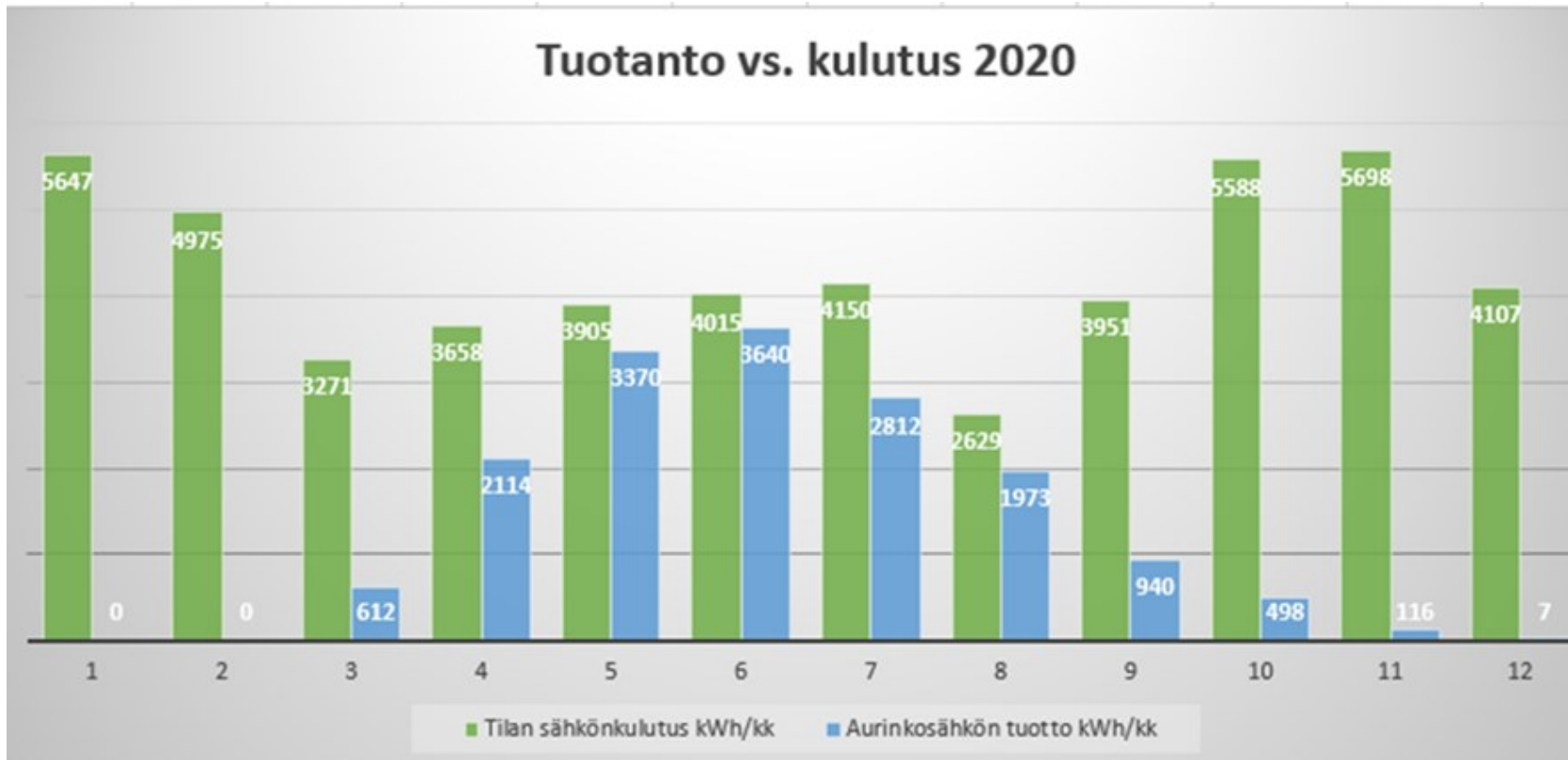
Liite 5. Vuoden 2020 laskelma sähkökustannuksista ja säästöstä

Liite 6. Vuoden 2021 laskelma sähkökustannuksista ja säästöstä

Liite 1. Tilan sähkönkulutus 2019



Liite 2. Tilan sähkönkulutus ja aurinkosähkön tuotto 2020



Liite 3. Tilan sähkönkulutus ja aurinkosähkön tuotto 2021

