



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riku Akseli

# KANGASJÄRVEN LEIRINTÄALUEEN SÄHKÖKULUTUKSEN OPTIMOINTI

Tekniikka  
2022

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Riku Akseli
Opinnäytetyön nimi	Kangasjärven leirintäalueen sähkönkulutuksen optimointi
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	50 + 1 liite
Ohjaaja	Matti Niskala

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää keinoja optimoida sähkönkulutusta Kangasjärven leirintäalueella. Työ oli ajankohtainen, koska viime kesän suuri sähkölasku yllätti suuruudellaan, joten Isojoen kunnassa reagoitiin ja alettiin kartoittaa keinoja sähkölaskun pienentämiseksi.

Optimoinnin perustana käytettiin sähköenergian kulutushistorian tutkimusta, joka tehtiin työn alussa. Kulutushistorian perusteella saatiin käsitys sähköenergian kulutuksen huipuista, sekä kulutuksen keskittymisestä kesäkauteen. Sähköenergian kulutuksen perusteella laskettiin suurimpien kulutuskohteiden tehonkulutusta, ja verrattiin niitä vuosikulutukseen.

Kulutushistorian perusteella tarkasteltiin myös vaihtoehtoja sähkölaskun pienentämiseksi. Siirtotariffien vertailulla päästiin tulokseen, jossa nykyinen yleissähkösopimus kannattaisi vaihtaa kausisähkösopimukseksi. Kausisähkötariffilla säästettäisiin sähkölaskussa, ja se olisi leirintäalueen käyttöajan mukaisesti ajatellen myös järkevä mittaustapa. Työssä suunniteltiin, kilpailutettiin ja tarkasteltiin aurinkopaneelijärjestelmän kannattavuutta leirintäalueella. Aurinkopaneelijärjestelmällä saataisiin tuotettua vihreää sähköä leirintäalueelle, sekä takaisinmaksuajan jälkeen säästettyä sähkölaskussa. Työssä saavutettiin tulokset, eli löydettiin siirtotariffeja vertaamalla, sekä aurinkopaneelijärjestelmän avulla säästökeinoja leirintäalueen sähkölaskujen pienentämiseen.

---

Avainsanat	optimointi, sähköenergian kulutus, aurinkopaneelit, säästämisen
------------	---

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Sähkötekniikka

## ABSTRACT

Author	Riku Akseli
Title	Optimization of Electricity Consumption in the Kangasjärvi Camping
Year	2022
Language	Finnish
Pages	50 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Matti Niskala

---

The purpose of the thesis was to find solutions to optimize electricity consumption at the Kangasjärvi Camping. The thesis was topical, because the electricity bills of the camping area from summer 2021 had increased significantly. The municipality of Isojoki wanted to find solutions to decrease electricity consumption at the camping site.

The electricity consumption history was used as a basis of the optimization. The consumption history was sorted out and analyzed. As a result, consumption peaks were discovered and that they occur in the summer time. Based on the electricity consumption the power consumption of the greatest consumption targets could be calculated, and the results were compared to the annual consumption.

Electricity consumption history was also used to find solutions to lower the electricity bill. Comparing different transmission tariffs, it was found out that seasonal tariff electricity would be cheaper than the current standard tariff electricity. With the seasonal tariff electricity there would be savings in the electricity bill, and it would be sensible considering the usage of the camping site. A Solar panel system was also planned, and cost-effectiveness was examined. Solar panel firms were also invited to tender for the system. With the solar panel system, there would be savings in the electricity bill after the payback time, which is approximately eight years. With the solar panel system there would be greener electricity in the Kangasjärvi Camping.

---

Keywords	Optimization, electricity consumption, solar panels and saving
----------	--

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA-, TAULUKKO-, JA KAAVALUETTELO

LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	9
2	KANGASJÄRVEN LEIRINTÄALUE.....	10
3	SÄHKÖENERGIAN KULUTUSHISTORIA.....	11
	3.1 2021 sähköenergian kulutustiedot.....	11
	3.2 2020 sähköenergian kulutustiedot.....	15
	3.3 2019 sähköenergian kulutustiedot.....	16
	3.4 2018 sähköenergian kulutustiedot.....	17
	3.5 2017 sähköenergian kulutustiedot.....	18
	3.6 Sähkölaskut.....	19
	3.7 Sähköenergian kulutustietojen analyysi.....	21
	3.8 Sähköenergian kulutustietojen yhteenveto.....	23
4	TEHONMITTAUS.....	24
5	SIIRTOTARIFFIN VAIKUTUS.....	28
	5.1 Siirtotariffien vertailu.....	29
	5.2 Yhteenveto.....	31
6	AURINKOPANEELIT.....	32
	6.1 Suunnittelu.....	32
	6.2 Rakennukset.....	34
	6.2.1 Päärakennus A.....	36
	6.2.2 Yleinen sauna B.....	36
	6.2.3 Tilaussauna C.....	37
	6.2.4 Huoltorakennus D.....	37
	6.3 Tarjouspyyntöjen lähettäminen.....	38

6.4	Tarjotut aurinkopaneelijärjestelmät.....	39
6.5	Tarjouslaskenta ja kilpailutus.....	41
6.6	Takaisinmaksuaika .....	43
6.7	Valinta .....	44
6.8	Rahoitus .....	45
6.9	Aurinkopaneelien yhteenveto .....	46
7	YHTEENVETO .....	48
	LÄHTEET .....	49
	LIITTEET .....	52

## KUVA-, TAULUKKO- JA KAAVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Vuoden 2021 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi .....	13
<b>Kuva 2.</b> Kesäkauden päiväkohtainen sähköenergian kulutus.....	14
<b>Kuva 3.</b> Vuoden 2020 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi .....	15
<b>Kuva 4.</b> Vuoden 2019 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi .....	16
<b>Kuva 5.</b> Vuoden 2018 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi .....	17
<b>Kuva 6.</b> Vuoden 2017 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi .....	18
<b>Kuva 7.</b> Sähkölaskuihin käytetty raha tutkimusvälillä .....	20
<b>Kuva 8.</b> Sähkön siirtomaksun ja käyttösähkön erittely.....	20
<b>Kuva 9.</b> Sähköenergian kokonaiskulutus vuosittain .....	21
<b>Kuva 10.</b> Tehonmittaus kahden kiukaan avulla .....	24
<b>Kuva 11.</b> Tehonmittaus avantouimareiden kulutuksesta .....	25
<b>Kuva 12.</b> Laskurin arvot kausisähkötariffin vertailussa.....	29
<b>Kuva 13.</b> Kolme edullisinta sähkö sopimusta kausisähkötariffilla .....	30
<b>Kuva 14.</b> Laskurin arvot yleissähkön vertailussa.....	30
<b>Kuva 15.</b> Kolme edullisinta sähkö sopimusta yleissähkötariffilla .....	30
<b>Kuva 16.</b> Leirintäalue ilmasta kuvattuna .....	35
<b>Kuva 17.</b> Nousujohtokaavio .....	35
<b>Kuva 18.</b> Päärakennus kuvattuna Kangasjärventieltä (Google Maps kuvakaappaus) .....	47
<b>Taulukko 1.</b> Takaisinmaksuajan laskenta.....	44
<b>Kaava 1.</b> Lämpöenergia .....	25
<b>Kaava 2.</b> Pätöteho .....	32

**LIITELUETTELO****LIITE 1. Sähkö-Mäntylän aurinkopaneelitarjous**

**LYHENTEET**

<b>°C</b>	Celsius-aste
<b>A</b>	Ampeeri
<b>h</b>	Tunti
<b>HC PERC</b>	Half Cut Passivated Emitter and Rear Contact, aurinko-paneelin kennot puolitettu
<b>kVA</b>	Kilovolttiampeeri
<b>kW</b>	Kilowatti
<b>kWh</b>	Kilowattitunti
<b>kWp</b>	Kilowattipiikki
<b>l</b>	Litra
<b>m</b>	Metri
<b>m<sup>2</sup></b>	Neliometri
<b>m<sup>3</sup></b>	Kuutiometri
<b>mm</b>	Millimetri
<b>MWh</b>	Megawattitunti
<b>PERC</b>	Passivated Emitter and Rear Cell, solurakenteellinen aurinkopaneeli
<b>V</b>	Voltti
<b>W</b>	Watti



## 1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkitaan Isojoella sijaitsevan Kangasjärven leirintäalueen sähköenergian kulutushistoriaa, sekä sen pohjalta suunniteltiin aurinkopaneelijärjestelmä. Aurinkopaneelijärjestelmän tarkoituksena on tuottaa kesäkaudella sähköenergiaa sitä kuluttaville kulutuskohteille, sekä tuottaa sähköenergiaa pienentämään suoran sähkölämmityksen osuutta talvikaudella. Vuonna 2021 sähkölaskun suuruus yllätti leirintäalueen yrittäjän, jonka takia Isojoen kunnassa haluttiin ratkaisuja, joilla sähkölaskua voitaisiin pienentää. Sähköenergian kulutushistorian tutkimuksessa huomataan selkeästi vuoden 2021 huomattavasti korkeampi sähköenergian kulutus, sekä löydetään syitä sähkönkulutuksen suureen kasvuun. Sähköenergian kulutushistorian tutkimuksessa löydetään myös paljon yhteneväisyyksiä tutkittavien vuosien osalta, esimerkiksi talvikausien sähkönkulutuksen pysyminen melko tasaisena joka vuonna, sekä juhannukselle osuvat korkeimmat sähkönkulutuspiikit vuosittain. Tehomittauksen ansiosta saadaan selkeyttä paljonko eri laitteet kuluttavat tehoa. Työssä tutkitaan myös, onko sähkönsiirtotariffilla vaikutusta sähkölaskuun. Siirtotariffien vertailussa tutkitaan yleissähkön ja kausisähkön eroa sähkölaskuun, sillä kulutushistorian tutkimuksessa havaitaan sähkönkulutuksen keskittyvän päiväaikaan, joten yö sähkö olisi huono ratkaisu. Aurinkopaneelijärjestelmä suunniteltiin aikaisempien vuosien sähkönkulutuksen perusteella, ja se mitoitetaan kattamaan noin 30 % vuotuisesta sähkönkulutuksesta, koska tämän kokoinen järjestelmä saadaan sopimaan yhden rakennuksen katolle, ja omavaraisuutta järjestelmällä ei kustannuksiin nähden kannata tavoitella. Järjestelmän koon mitoitus perustuu aurinkopaneelijärjestelmien suunnittelua koskeviin artikeliin<sup>11</sup>.

## 2 KANGASJÄRVEN LEIRINTÄALUE

Opinnäytetyö on tehty Kangasjärven leirintäalueelle, joka sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla, Isojoella. Isojoki on pieni pitäjä, jonka väkiluku on noin 1900 henkeä.<sup>1</sup> Leirintäalue on avoinna kesäisin uimareille, karavaanareille ja myös matkailijoille. Kangasjärvi on tunnettu kirkasvetisyydestään sekä hyvästä kalakannasta. Kirkasvetisyys johtuu pohjavedestä, jota järven lähteet pulputtavat.

Leirintäalueella on 10 kappaletta majoitusmökkiä, sekä useampi karavaanari-paikka. Saunarakennuksia löytyy kaksi kappaletta, joista toinen on tilaussauna, jonka voi varata omaan käyttöön. Tilaussaunaa käytetään myös talvisin avanto-uimareita varten. Yleinen sauna on käytössä leirintäalueen aukioloaikojen puitteissa. Päärakennuksen kioskista voi ostaa esimerkiksi jäätelön tai hampurilaisen. Leirintäalueella on myös huoltorakennus, josta löytyy pukuhuoneita, WC-tilat sekä pieni keittiö leiriytyjiä varten. Tontilta löytyy myös makkaranpaistoa varten kaksi makkaranpaistopaikkaa. Kunta tarjoaa polttopuut. Rannalta löytyy kaksi laituria, ja toisella laiturilla on hyppytorni. Rannalla on myös rantalentopalokenttä. Kangasjärven leirintäalueen tontti on Isojoen kunnan omistuksessa, ja on avoinna kaikille.<sup>2</sup> Lauhatuotanto Oy vastaa leirintäalueen palveluista kesäaikana.

---

<sup>1</sup> Isojoki. Sijainti ja väkiluku. Viitattu 28.3.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Isojoki>

<sup>2</sup> Leirintäalueen esittely. Kangasjärvi. Viitattu 28.3.2022. <https://visitsuupohja.fi/kohteet/kangasjarvi/>

### 3 SÄHKÖENERGAN KULUTUSHISTORIA

Tässä luvussa tutkitaan ja analysoidaan Kangasjärven leirintäalueen sähköenergian kulutushistoriaa vuosilta 2017–2021. Sähkö ostetaan Carunalta, ja kulutushistoria on saatu Caruna+ palvelusta. Caruna+ palvelusta näkee lähiajan sähköenergian kulutuksen, ja kulutusta pystyi tarkastelemaan ja vertailemaan vuoden, kuukauden, viikon, viikonpäivän tai tunnin tarkkuudella<sup>3</sup>. Työssä käytetty tarkasteluväli on sopivan laaja ja riittävä, jotta nähdään keskimääräistä kulutusta ja mahdollisia suuria kulutuspiikkejä.

Sähköenergian kulutushistorian tutkimuksessa vuoden 2021 sähkönkulutusta tutkitaan tarkimmin, ja muut kesät verrataan siihen.

#### 3.1 2021 sähköenergian kulutustiedot

Sähköenergian kulutushistorian tutkiminen aloitetaan vuodesta 2021, koska siitä on viimeisin saatava tieto. Myös siksi, että kesän 2021 suuren sähkölaskun takia tämä työ oli ajankohtainen.

Kesäkausi avattiin vuonna 2021 toukokuun 28. päivä ja päätettiin 5.9. Kesäkausi kesti vuonna kaikkiaan 101 päivää<sup>4</sup>. Kuvasta 1 nähdään koko vuoden 2021 sähköenergian kulutus tuntitasolla. Kesäkauden alku näkyy graafissa jyrkkänä nousuna sähköenergian kulutuksessa, sekä kesäkauden loppu jyrkkänä laskuna sähköenergian kulutuksessa.

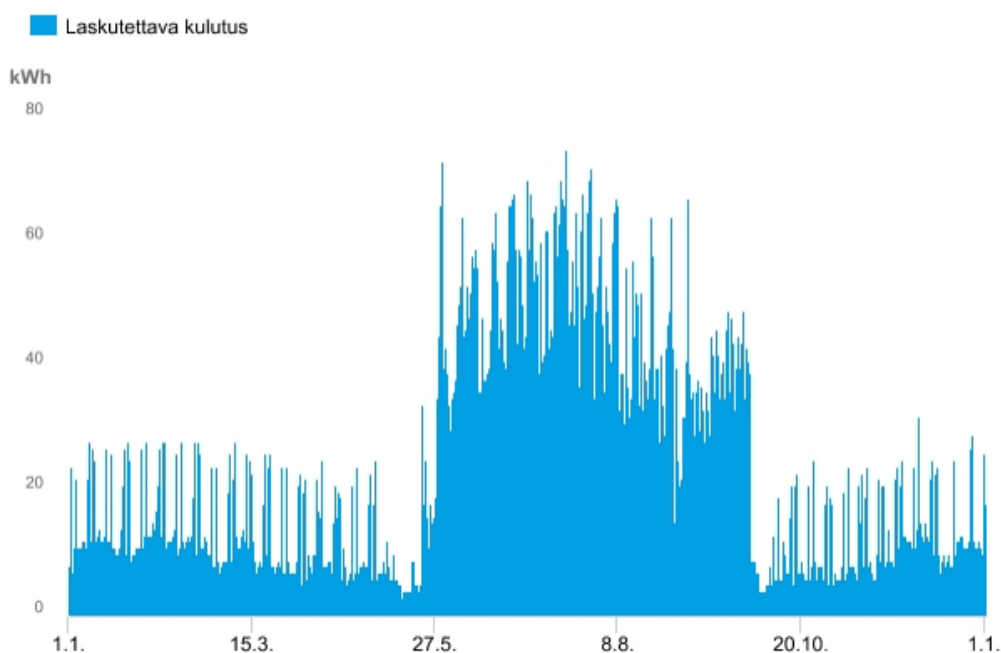
---

<sup>3</sup> Caruna+ -palvelu. Viitattu 24.1.2022 <https://www.caruna.fi/palvelut/omat-sahkoasiat>

<sup>4</sup> Leirintäalueen aukioloajat. Facebook-päivitys. Viitattu 24.1.2022 <https://www.facebook.com/kangasjarven/>

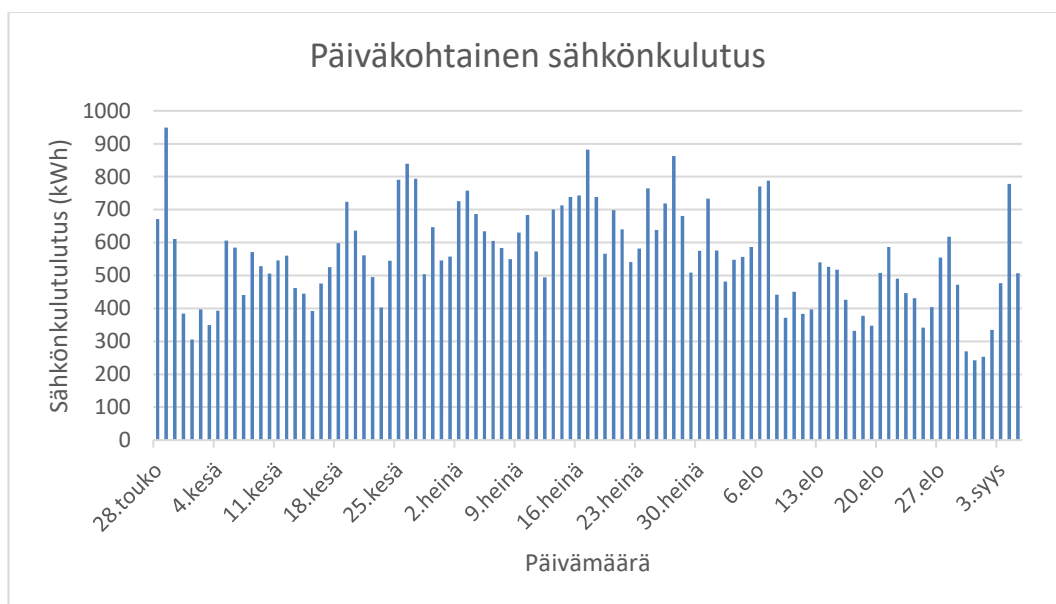
Korkeimmillaan tuntikohtainen energiankulutus on 17.7 kello 19.00, jolloin sähkönkulutus on noussut 75 kWh:iin. Tiedossa olevilla tehoilla tähän arvoon ei päästä. Saunarakennusten osalta päästään 58 kWh:iin, jolloin jäljelle jäävä 17 kWh tulee asuntovaunupaikkojen ja päärakennuksen sähköenergian kulutuksesta. Päärakennuksen sulakekoko on 3x35 A, joten teoriassa siellä voisi olla maksimissaan  $230\text{ V} \times 3 \times 35\text{ A} \times 1\text{ h} = 24,15\text{ kWh}$  sähköenergian kulutus. Tällöin huomataan, että päärakennuksen lähes maksimi kulutuksella, sekä saunojen yhdistetyllä maksimikulutuksella päästäisiin tähän korkeimpaan kulutusarvoon kesältä. On myös mahdollista, että asuntovaunupaikoilla on ollut sähköenergian kulutusta. Asuntovaunupaikoilla on 16 A sulakkeet, joten yhden vaunutolpan maksimi sähköenergian kulutus olisi tällöin  $16\text{ A} \times 230\text{ V} \times 1\text{ h} = 3,68\text{ kWh}$ . Tästä voidaan laskea esimerkitilanne, jolloin molemmat saunat ja niiden vesivaraajat ovat olleet päällä (58 kW), kolmessa vaunutolpassa on ollut maksimi sähköenergian kulutus (11,04 kW), sekä päärakennuksessa on ollut kahvinkeitin (2 kW), sekä sähköparilla (4 kW) päällä tunnin ajan. Lasketussa esimerkki tilanteessa tuntikohtaiseksi sähköenergian kulutukseksi saadaan kyseinen huippuarvo 75 kWh. Kuvasta 1 huomataan myös, että talvikaudella sähköenergian kulutus on melko tasaista. Talvikaudella näkyy tasaisesti toistuvia korkeampia kulutuspiikkejä, jotka selittyvät avantouimareita varten lämmitetyllä saunalla ja avantoa sulana pitävällä uppopumpulla. Uimarit tietysti myös peseytyvät, joten myös lämpimän veden tuottamista varten lämminvesivaraaja kuluttaa sähköä. Avantouimareiden sähköenergian kulutus ajoittuu perjantaisin kello 17–21 ja sunnuntaisin kello 15–19 väliselle ajalle<sup>4</sup>. Talvikauden korkeampiin kulutuspiikkeihin vaikutti myös kylmä talvi, jonka takia lämmitykseen kului enemmän sähköenergiaa. Kuvasta 1 voidaan myös nähdä, että sähköenergian kulutus on korkealla vielä kesäkauden päättymisen jälkeenkin.

Varsinaisen kesäkauden jälkeen 6.9–29.9 välisenä aikana tuntikohtainen sähköenergian kulutus on noin 40 kWh:n tasolla, vaikka itse uimaranta ei ole auki. Korkea sähköenergian kulutus johtuu leirintäalueen mökeissä majoittuneista thaimalaisista marjanpoimijoista. Marjanpoimijat ovat majoittuneet useassa mökissä ja kuluttaneet sähköenergiaa, joka näkyy kuvan 1 kuvaajassa korkeampana sähköenergian kulutuksena kesäkauden jälkeen.



**Kuva 1.** Vuoden 2021 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi

Vuonna 2021 sähköenergiaa kului kaikkiaan 115 376 kWh, ja kuvan 2 tuntikohtaisen sähköenergian kulutuksen arvoilla laskettu kulutuksen tuntikeskiarvo on 13,099 kWh.



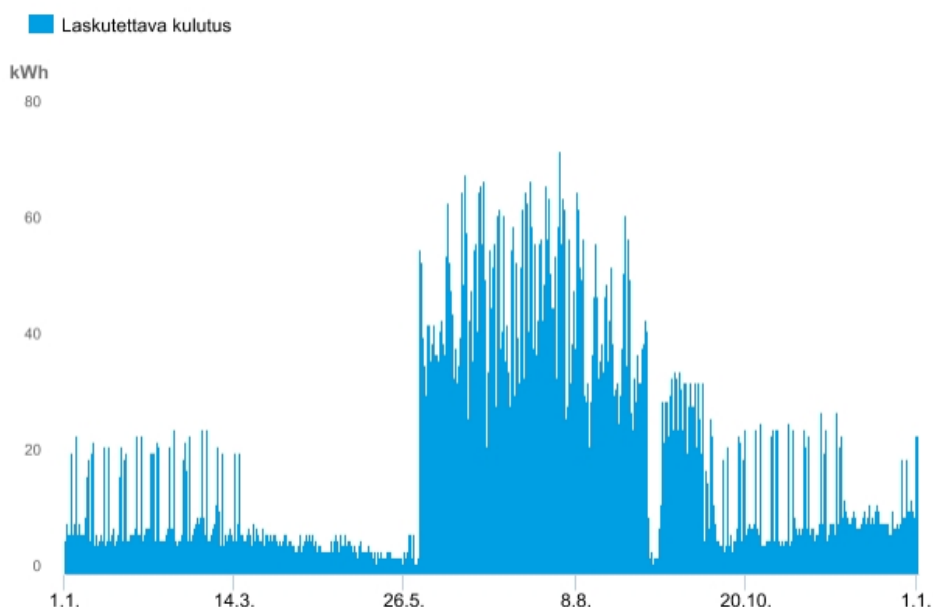
**Kuva 2.** Kesäkauden päiväkohtainen sähköenergian kulutus

Kuvassa 2 on esitettyä koko kesäkauden päiväkohtainen sähköenergian kulutus. Kuvaajasta nähdään selkeästi juhannuksena oleva korkeampi sähköenergian kulutus, sekä muutama muu korkeampi kulutuspiikki. Korkeammat kulutuspiikit kertovat hienoista kesäpäivistä ja siitä johtuvasta suuremmasta kävijämäärästä kyseisinä päivinä. Suurempi kävijämäärä kuluttaa lämmintä vettä suihkussa enemmän, jolloin lämminvesivaraajat joutuvat suuremmalle käytölle. Kuvasta 2 nähdään myös hyvin, miten keskikesällä sähköenergian kulutus on korkeimmillaan, ja miten se laskee kohti talvikautta mentäessä. Kuvan 2 päivämäärältä 4.9 näkyvä korkeampi kulutuspiikki kertoo lähellä olevasta kesäkauden päättymisestä, sekä marjanpoimijoiden saapumisesta.

Kesäkauden kokonaissähköenergian kulutus on 56 424 kWh, joka on yhteensä 48,9 % koko vuoden sähköenergian kulutuksesta. Keskiarvo päiväkohtaisessa sähköenergian kulutuksessa kesällä on 558,65 kWh.

### 3.2 2020 sähköenergian kulutustiedot

Vuonna 2020 kesäkausi aloitettiin 1.6 ja päätettiin 6.9, kattaen 98 kesäpäivää<sup>4</sup>. Kuvassa 3 on esitettyä koko vuoden 2020 sähköenergian kulutus tuntitasolla. Koko vuoden sähköenergian kulutus on ollut 88 546 kWh ja keskiarvokulutus tuntitasolla on ollut 10,1 kWh. Kesäkauden aikana sähköenergiaa on kulunut 50 925 kWh, joka on 57,51 % koko vuoden sähköenergian kulutuksesta. Verrattuna kesään 2021, sähköenergian kulutus on ollut 23,25 % alhaisempaa. Korkeimmillaan sähköenergian kulutus nousee 73 kWh:iin 31.7 kello 20.



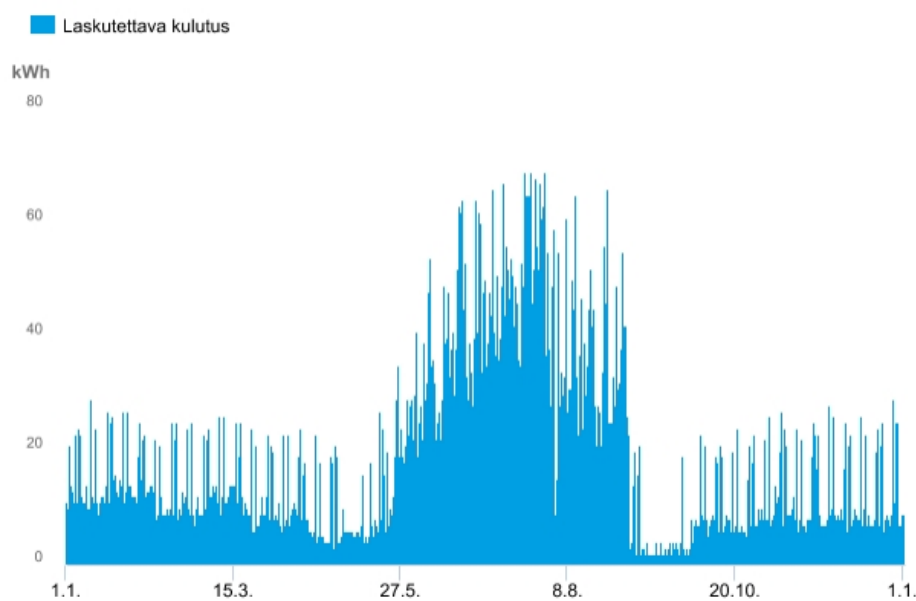
**Kuva 3.** Vuoden 2020 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi

Kuvasta 3 kesäkauden alku ja loppu näkyvät selkeämmin kuin kuvan 1 kuvaajasta. Kesäkauden alkua edeltää pitkä tasainen alhainen sähköenergian kulutus, joka koostuu peruslämmityksestä ja myös kesäkauden jälkeen on selkeä lasku sähköenergian kulutuksessa. Kuten kuvassa 1, myös tässä näkyy korkeampi sähköenergian kulutus syyskuulla, jolloin marjanpoimijat majoittuivat leirintäalueen mökeissä, jonka ansiosta sähköenergian kulutus on korkeampaa.

Talvikauden kulutuspiikit ajoittuvat jälleen perjantaille ja sunnuntaille avantouimareiden ansiosta, kuten myös vuonna 2021.

### 3.3 2019 sähköenergian kulutustiedot

2019 kesäkausi avattiin 24.5 ja päätettiin 1.9. Vuoden 2021 tapaan kesäkausi kesti 101 päivää<sup>4</sup>. Vuonna 2019 kokonaissähköenergian kulutus oli yhteensä 87 496 kWh, ja kesäkauden osuus tästä on 47 429 kWh. Kesäkauden osuus koko vuoden sähköenergian kulutuksesta on 54,21 %, joka siis vastaa yli puolta koko vuoden sähköenergian kulutuksesta.



**Kuva 4.** Vuoden 2019 sähköenergian kulutuksen tuntiseuranta graafi

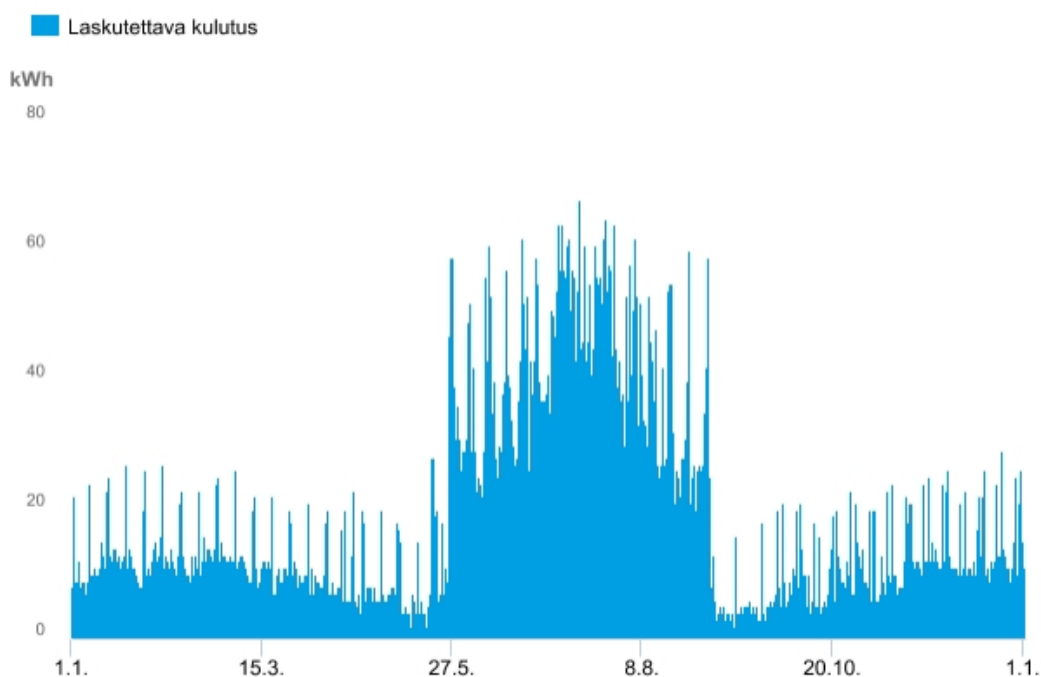
Kuvasta 4 nähdään vuoden 2019 sähköenergian kulutus tuntitasolla. Kuvaaja muistuttaa paljonkin kuvaa 1, vuoden 2021 kuvaajaa. Kuvasta 4 voidaan jälleen todeta suurimman sähköenergian kulutuksen ajoittuvan keskikesälle, sekä nähdä selkeästi kesäkauden alku ja loppu. Kuvaajasta nähdään myös useampia korkeampia kulutuspiikkejä. Korkeimmillaan sähköenergian kulutus on 19.7 kello 19, jolloin kulutus tunnin ajalta on ollut 69 kWh. Sähköenergian kulutus saa maksimi arvonsa myös muutamana muuna päivänä. Tämä kertoo hyvästä säästä ja suuresta kävijämäärästä. Myös avantouimareiden sähköenergian kulutus talvikaudella pysyy samassa luokassa kuin aikaisemmissakin kappaleissa on todettu.



Kuvasta 4 voidaan myös huomata alkusyksyllä oleva alhainen sähköenergian kulutus marjanpoimijoiden puuttumisen takia.

### 3.4 2018 sähköenergian kulutustiedot

Kesäkausi aloitettiin vuonna 2018 perjantaina 25.5 ja päätettiin 2.9<sup>4</sup>. Kesäkausi kesti jälleen 101 päivää. Kuvasta 5 nähdään kokonaisuudessaan vuoden 2018 tuntikohtainen data sähköenergian kulutuksesta. Kuvasta nähdään selkeästi, milloin kesäkausi on alkanut sähköenergian kulutuksen jyrkkänä nousuna, sekä kesäkauden päättymisen jyrkkänä laskuna kuvaajassa. Korkeimmillaan kulutus on ollut lauantaina 14.4 klo 20.00, jolloin sähköenergian kulutus nousi 68 kWh:iin. Kuvaaja muistuttaa paljon edellisiä kuvaajia, joten voidaan todeta, että sähköenergian kulutus on pysynyt likimain samana.

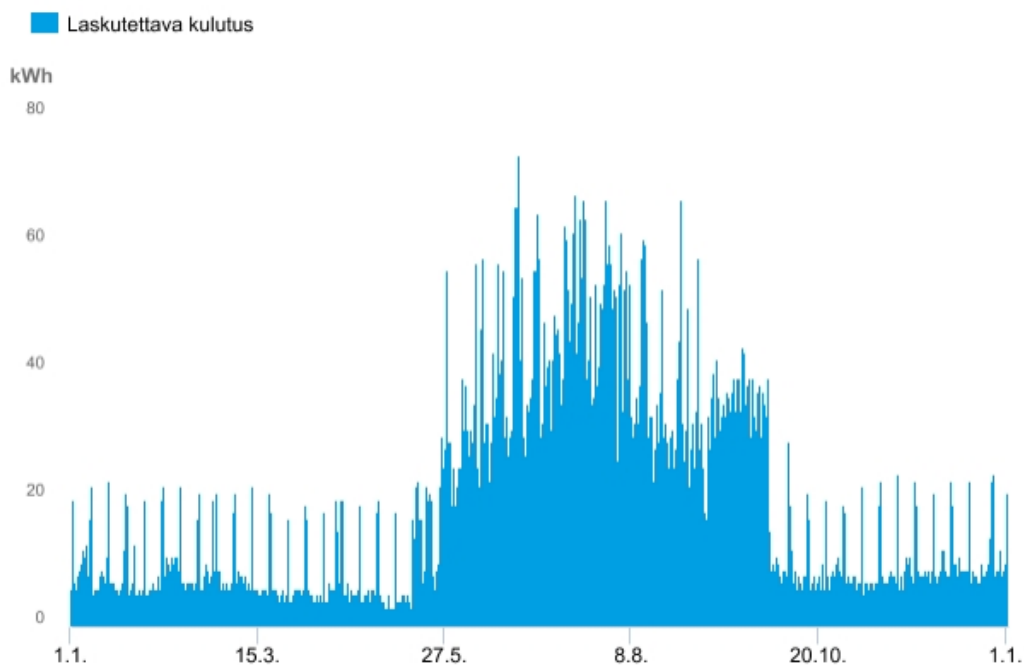


**Kuva 5.** Vuoden 2018 sähköenergian kulutuksen tuntiseuranta graafi

Koko vuoden sähköenergian kulutus on ollut yhteensä 92 730 kWh, ja kesäkauden kulutus on ollut yhteensä 50 814 kWh. Kesäkauden sähköenergian kulutus on siis 54,8 % koko vuoden sähköenergian kulutuksesta. Sähköenergian kulutuksen tuntitason keskiarvo on vuonna 2018 ollut 10,56 kWh ja pelkän kesäkauden tuntikeskiarvo on ollut 21,0 kWh. Kuvaajasta onkin helppo nähdä tulosten avulla, että kesäkaudella kuluu likimain kaksinkertainen määrä sähköenergiaa koko muuhun vuoteen verrattaessa.

### 3.5 2017 sähköenergian kulutustiedot

Vuonna 2017 leirintäalueen kesäkausi aloitettiin helatorstaina 25.5, ja päätettiin 3.9<sup>4</sup>. Kesäkausi kattoi siis kaikkiaan 102 päivää. Kuvasta 6 näkyy koko vuoden 2017 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi. Kesäkauden alku ja loppu näkyvät selkeästi graafista.



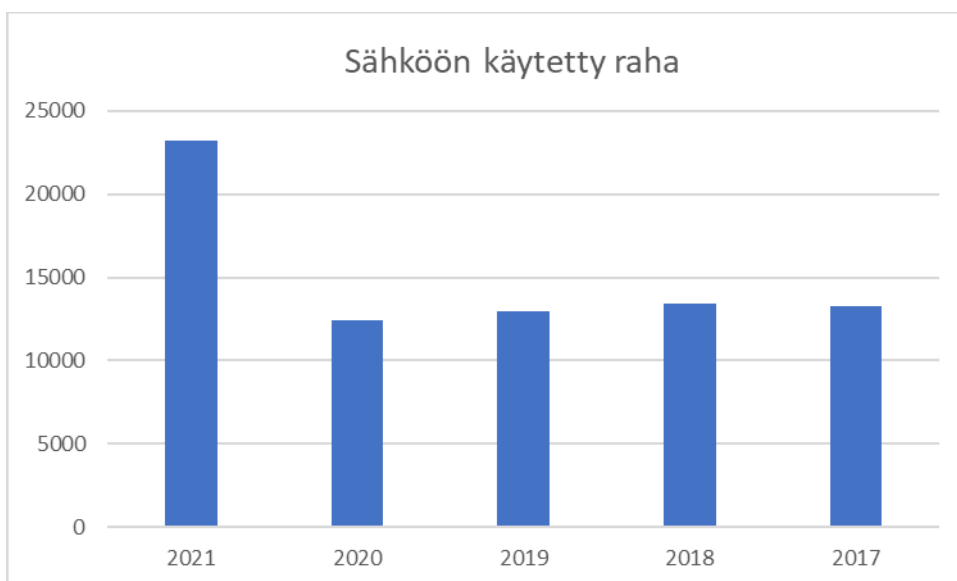
**Kuva 6.** Vuoden 2017 sähköenergian kulutuksen tuntiseurantagraafi

Kuvasta 6 voidaan selkeästi nähdä muutamia korkeita kulutuspiikkejä kesäkaudelta. Korkeimmillaan sähköenergian kulutus nousee juhannuksena, jolloin korkein kulutus on 74 kWh. Koko vuoden 2017 sähköenergian kulutus oli yhteensä 95 474 kWh ja kesän osuus tästä oli 51 334 kWh. Kesäkauden osuus prosentteina koko vuoden sähköenergian kulutuksesta oli 53,77 %, joka vastaa jälleen yli puolta koko vuoden kulutuksesta. Myös talvikaudella näkyy kulutuspiikkejä, jotka nousevat likimain 20 kWh tasolle. Nämä talvikauden sähköenergian kulutuspiikit ajoittuvat joka viikolla sunnuntaille kello 14–18 väliselle ajalle avantouimareiden ansiosta<sup>4</sup>. Muuten sähköenergian kulutus on pysynyt tasaisena noin 5 kWh tasolla muina talvikauden päivinä. Kuvasta 6 nähdään jälleen myös marjanpoimijoiden majoittumisen vaikutus sähköenergian kulutukseen alkusyksystä, jolloin sähköenergian kulutus on normaalia talvikauden kulutusta korkeammalla.

### **3.6 Sähkölaskut**

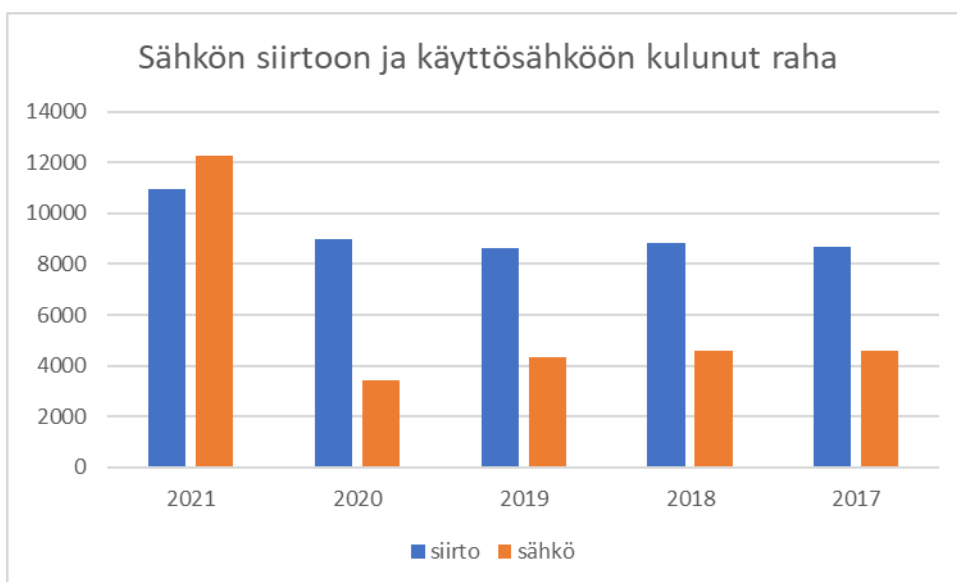
Sähköenergian kulutushistorian ollessa nyt selvillä, voidaan tutkia, paljonko rahaa on kulunut sähkölaskuihin tutkittavalla aikavälillä. Summat ovat bruttosummia, jolloin ne sisältävät arvonlisäveron 24 %.

Kuvassa 7 näkyy tutkimusvälin, eli 2021–2017 välisen ajan sähkölaskuihin käytetty raha kokonaisuudessaan. Kuvan 7 palkit sisältävät sekä sähkön siirron että käytösähkön osuudet. Vuoden 2021 leirintäalueen korkea sähköenergian kulutus näkyy myös selkeästi korkeampana pylväänä sähkölaskun osalta. Muina vuosina sähkölasku on pysynyt melko tasaisena ja likimain samansuuruisena. Vuonna 2021 sähköön kului yhteensä 23 242,4 euroa. Summa on melkein kaksi kertaa samansuuruinen verrattuna edeltävään vuoteen, jolloin sähköenergiaan kului rahaa 12 407,95 euroa.



**Kuva 7.** Sähkölaskuihin käytetty raha tutkimusvälillä

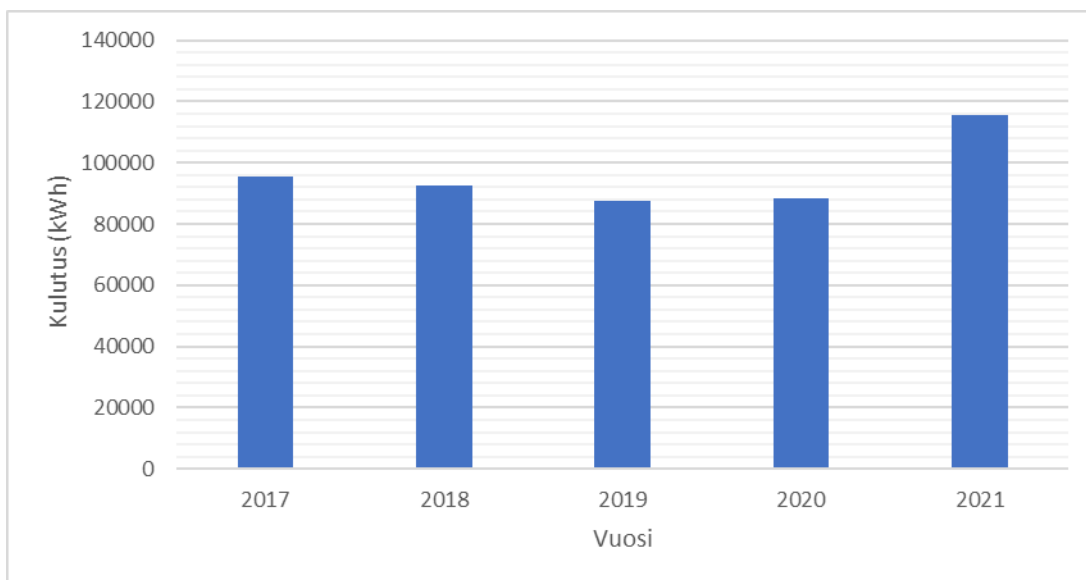
Kuvassa 8 on eriteltyä sähköenergian siirtoon ja sähköenergiaan kulunut raha. Kuvasta nähdään siirtomaksun sekä pörssisähkön hinnan nousu. Kuvasta 8 nähdään vuoden 2020 palkista sähkön olleen melko edullista, mutta vuonna 2021 pörssisähkö on ollut huomattavasti kalliimpaa.



**Kuva 8.** Sähkön siirtomaksun ja käyttösähkön erittely

### 3.7 Sähköenergian kulutustietojen analyysi

Tässä kappaleessa analysoidaan edellisten vuosien sähköenergian kulutusta. Kuvassa 9 näkyy edellisvuosien kokonaissähköenergian kulutus Kangasjärven leirintäalueella. Pylväsdiagrammista nähdään selkeästi, miten 2017 ja -18 vuosina sähköenergian kulutus on ollut melko samalla tasolla, 95 747 kWh ja 92 730 kWh. Tämän jälkeen kokonaiskulutus oli alempana vuosina 2019 ja -20, jolloin kokonaiskulutus oli keskimäärin 88 000 kWh, eli noin 5 000 kWh vähemmän. Vuonna 2021 sähköenergian kulutus nousi huomattavasti aikaisemmista vuosista. Sähköenergian kulutus kasvoi 30,3 % vuodesta 2020 vuoteen 2021 ja kilowattitunneissa tämä vastaa 26 830 kWh.



**Kuva 9.** Sähköenergian kokonaiskulutus vuosittain

Covid-19 pandemian aiheuttamien rajoitusten lieventyminen keväällä ja kesällä 2021, sekä helteet kasvattivat kotimaan matkailua, joka myös näkyi leirintäalueen kävijämäärässä<sup>5</sup>. Kasvanut kävijämäärä käytti leirintäalueen eri palveluja, jotka näkyvät nyt kuvan 9 diagrammissa vuoden 2021 kohonneessa sähköenergian kuluksessa. Merkittävästi kasvanut sähköenergian kulutus ja kohonnut sähkön hinta vaikuttivat taas sähkölaskuun, joka oli merkittävän suuri verrattuna aikaisempiin vuosiin<sup>6</sup>.

Vuoden 2020 sähköenergian kulutukseen tämä taas vaikutti käänteisesti, jolloin oli enemmän rajoituksia ja pandemian takia ihmiset eivät liikkuneet kesän aikana niin paljoa, joka taas näkyy pylväsdiagrammissa alhaisempana sähköenergian kulutuksena. Myös sähkön hinta oli edullisempaa vuonna 2020<sup>6</sup>.

Kuvan 9 sähkölaskujen erittelystä nähdään sähköenergian hinnan ja -siirron muutokset. Vuosina 2017–2019 sähköenergian hinta ja siirtomaksun suuruus ovat pysyneet melko samoina. Vuonna 2020 siirtomaksun osuus nousi hieman aikaisempaan, mutta sähkön hinta on ollut edullisempaa. Kuvasta 9 huomataan vuonna 2021 siirtomaksun nousseen huomattavasti, ja samoin sähkön hinnan. Sähkölaskun suuruuteen näiden lisäksi vaikutti myös merkittävästi kasvanut sähköenergian kulutus.

---

<sup>5</sup> Tilastokeskus. Kotimaan matkailun kasvu. Viitattu 26.1.2022. [https://tilastokeskus.fi/til/smat/2021/14/smat\\_2021\\_14\\_2021-10-21\\_tie\\_001\\_fi.html](https://tilastokeskus.fi/til/smat/2021/14/smat_2021_14_2021-10-21_tie_001_fi.html)

<sup>6</sup> Tilastokeskus. Sähkön hinnan nousu. Viitattu 26.1.2022. [https://www.stat.fi/til/ehi/2021/03/ehi\\_2021\\_03\\_2021-12-09\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2021/03/ehi_2021_03_2021-12-09_tie_001_fi.html)

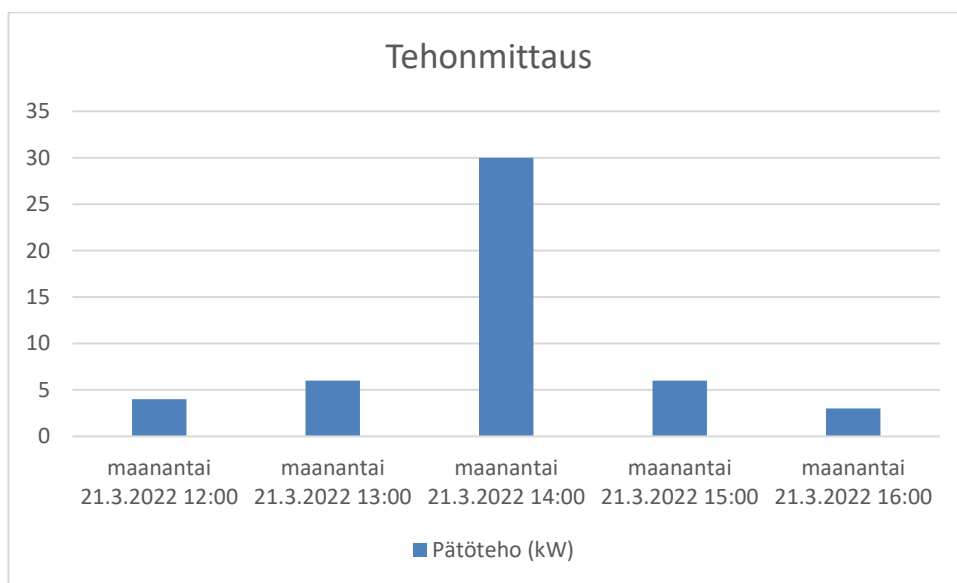
### 3.8 Sähköenergian kulutustietojen yhteenveto

Yhteenvetona sähköenergian kulutushistoriasta voidaan todeta, että noin puolet koko vuoden sähköenergian kulutuksesta keskittyy kesäaikaan. Kesäaikana sähköenergiaa kuluu muun muassa saunojen lämmityksessä, vesivaraajien veden lämmityksessä, mökeissä, asuntovaunupaikoilla ja esimerkiksi päärakennuksessa ruuanlaittoon käytettävissä grilleissä. Nämä edellä mainitut kulutuskohteet aiheuttavat suurimman osan kesäkauden sähköenergian kulutuksesta. Sähköenergian kulutuksen huiput ajoittuvat useimmiten alkuiltaan, jolloin asiakkailta on vapaata, ja aikaa käyttää leirintäalueen palveluja. Tietysti myös päivä aikaan kulutus on korkealla, kun lomalaiset käyttävät palveluja. Sähköenergian kulutuksen optimointi tulisi siis kohdistaa kesäkauteen, jolloin kulutusta on huomattavasti enemmän.

Sähköenergian kulutusta voitaisiin pienentää pitämällä saunoja vähemmän aikaa päällä tai rajoittamalla lämpimän veden kulutusta suihkuissa asentamalla esimerkiksi automaattisuihkut, jolloin veden tulo katkeaisi automaattisesti ajan kuluessa. Automaattisuihkujen avulla vesivaraajien vesisäiliö tyhjentyisi hitaammin, jonka seurauksena energiankulutus vähenisi. Saunojen päällä pitämisen lyhentäminen tai esimerkiksi grillin aukioloajan lyhentämisellä kuitenkin voisi olla negatiivinen vaikutus kävijöihin, jolloin myös yrittäjän tulot kärsisivät. Myös saunojen päällä pidon lyhentämisellä olisi vaikutusta uimareihin, koska päiväsaikaan kävijämäärät saattaisivat laskea saunomismahdollisuuden puuttuessa. Yhtenä keinona olisi asentaa aurinkopaneeleja leirintäalueelle, joiden sähköenergiantuotannon avulla voitaisiin pienentää kesäkauden sähkölaskua, koska sähköenergiaa saataisiin tuotettua suoraan leirintäalueelle. Aurinkopaneelien avulla saataisiin myös tuotettua talviaikana edullisempaa sähköenergiaa. Lopputuloksena saataisiin siis sähkölaskua alennettua pienentämättä sähköenergian kulutusta. Myös sähköenergian mitaustavalla, eli siirtotariffilla, voisi olla vaikutusta sähkölaskun suuruuteen. Eli toisin sanoen, onko kyseessä yleissähkö, yösähkö tai esimerkiksi kausisähkö.

## 4 TEHONMITTAUS

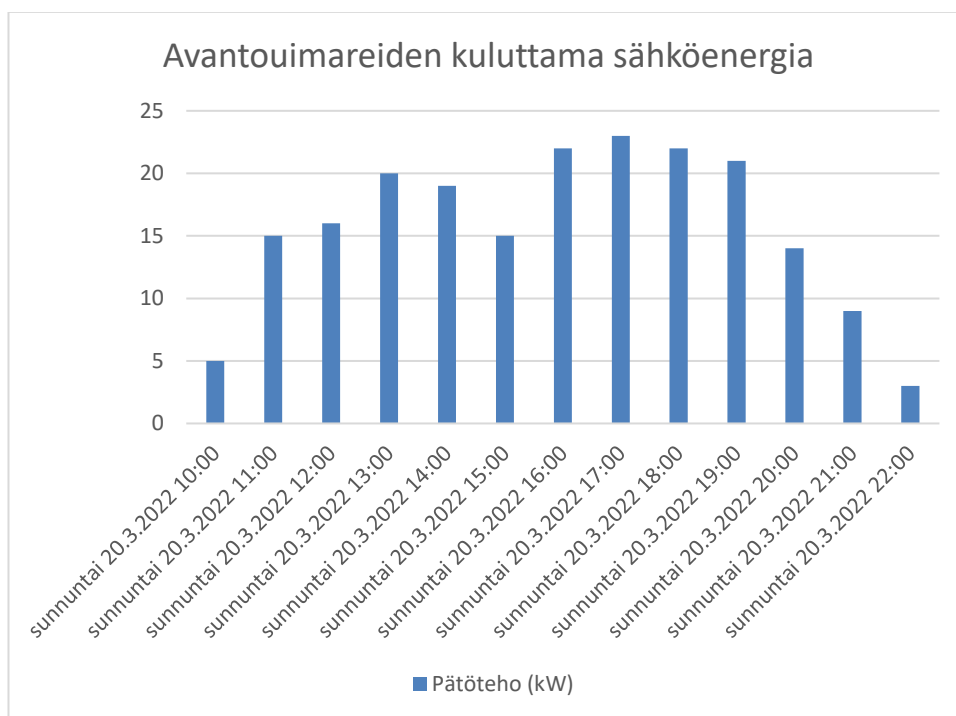
Leirintäalueella suoritettiin tehonmittaus kytkemällä yleisessä saunassa molemmat saunan kiukaat päälle. Vesivaraajia ei laitettu päälle, koska ne olisi pitänyt tyhjästä heti mittauksen päätteeksi pakkasen takia. Tehonmittaus toteutettiin siis kahden kiukaan avulla, jotta saadaan selville niiden kuluttama sähköteho vertailun avuksi kesäkautta ajatellen. Kiukaiden tehot ovat 12 kW ja 15 kW.



**Kuva 10.** Tehonmittaus kahden kiukaan avulla

Kuvasta 10 nähdään tehonmittauksen tulos, sekä ylläpitolämmityksen osuus sähköenergian kulutuksesta. Sähköteho nousee 30 kW:iin mittaushetkellä. Ennen mitausta, sekä mittauksen jälkeen ainoa kulutuskohte oli ylläpitolämmitys. Kiukaiden tehot huomioiden mittaushetkellä, ylläpitolämmityksen osuus oli 3kW. Kiukaat ovat täysin resistiivistä kuormaa, joten ne kuluttavat vain pätötehoa. Vertailuksi tutkittiin avantouimareiden kuluttamaa tehomäärää, jonka tulos on esitetty kuvassa 11.





**Kuva 11.** Tehonmittaus avantouimareiden kulutuksesta

Kuvasta 11 nähdään avantouimareiden kuluttama sähköenergia yhdeltä käyntikerralta. Tilaussaunan, jota avantouimarit käyttävät, kiukaan koko on 15,1 kW. Kiukaan päälle laitto näkyy kuvan diagrammista, jolloin sähköenergian kulutus nousee. Kuvasta huomataan vuoron alku ja loppu sähköenergian kulutuksen kasvuna ja laskuna. Korkeimmillaan kulutus nousee 23 kW:iin, ja pysyy likimain sillä tasolla neljä tuntia, jonka jälkeen kulutus lähtee tasaiseen laskuun. Sähköenergian kulutus koostuu tässä ylläpitolämmityksestä, yhdestä kiukaasta sekä yhdestä vesi-varaajasta.

Tehonmittauksesta voidaan siis päätellä, että suurimmat sähköenergian kuluttajat ovat saunojen kiukaat. Yleisen saunan kiukaiden kulutus on noin 27 kW tunnissa ja kesäkaudella niiden ollessa päällä useamman tunnin, ne kuluttavat suuren määrän energiaa. Kesällä niiden lisäksi on vielä päällä vesivaraajat, joita yleisessä saunassa on kaksi kappaletta. Vesivaraajien tehot ovat 5 kW per varaaja ja niiden tilavuus on 500 l per varaaja. Tästä voidaan laskea yleisen saunan osuus tehonkulutuksesta, joka on noin 37 kW tunnissa, silloin kun vesivaraajat ovat käytössä.

Vesivaraajien sähköenergian kulutusta voidaan arvioida laskemalla. Vettä kului kesäkaudella 2021 noin 600 m<sup>3</sup>, josta arviona noin 400 m<sup>3</sup> oli lämmitettyä vettä. Yleisen saunan kaksi vesivaraajaa ovat kovimmalla käytöllä, joten lasketaan niiden tehonkulutusta. Arvioidaan että noin 300 m<sup>3</sup> lämmitetystä vedestä on kulutettu yleisen saunan käytössä. Vesi tulee varaajille porakaivosta noin 4 asteisena ja se lämmitetään noin 60 asteiseksi. Lasketaan, paljonko energiaa kuluu tämän vesimäärän lämmittämiseksi.

$$Q = \frac{\rho * c * V * (t_2 - t_1)}{3600}, \text{ jossa}$$

Q = Energia (kWh)

$\rho$  = Veden tiheys (1000 kg/m<sup>3</sup>)

c = Veden ominaislämpökapasiteetti

V = Vesimäärä (m<sup>3</sup>)

t<sub>2</sub> = veden loppulämpötila (°C)

t<sub>1</sub> = veden alkulämpötila (°C)

3600 = Yksikkömuunnoskerroin

$$Q = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 300 \text{m}^3 * (60^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C})}{3600} = 19600 \text{ kWh} \quad (1)$$

Kaavan 1 tuloksesta nähdään, paljonko näillä kahdella vesivaraajalla kuluu sähköenergiaa lämmittämään kulutettu vesimäärä. Vesimäärää lämmitetään 10 kW teholla, jolloin aika, joka kuluu vesimäärän lämmittämiseen, on 1960 h, joka vastaa noin 82 päivää. Tästä voidaan päätellä, että vesivaraajat käyvät lähes koko ajan kesällä, sillä kesäkauden pituus on noin 100 päivää, kuten aikaisemmin todettiin. Kiukaiden ollessa päällä noin 7 tuntia päivässä kesäkaudella, ja niiden tehojen ollessa 12 kW ja 15 kW niiden energiankulutus on tällöin 18 900 kWh kesäkaudella. Tästä saadaan vesivaraajien ja kiukaiden yhteiskulutukseksi kesäaikana 38,5 MWh. Tämä tulos vastaa noin puolta koko leirintäalueen sähköenergian kulutuksesta kesän aikana. Toinen puolikas koostuu tilaussaunan satunnaisesta käytöstä, päärakennuksen sähköenergian kulutuksesta, sekä asuntovaunupaikkojen kulutuksesta. Asuntovaunupaikkojen sähköenergian kulutusta on vaikea arvioida, sillä niissä kulutuskojeiden kokoluokat ovat erikokoisia, sekä paikkojen käyttöaste vaihtelee kesän aikana. Karkeasti arvioituna jäljelle jäävästä puolikkaasta koko kesän sähköenergiankulutuksesta asuntovaunupaikoilla kuluu puolet, ja toinen puolikas kuluu päärakennuksessa ja tilaussaunan käytössä.

## 5 SIIRTOTARIFFIN VAIKUTUS

Sähköenergian mittaustavalla eli tariffin valinnalla, voi olla vaikutusta sähkölaskun suuruuteen<sup>7</sup>. Nykyinen sähkösopimus on kahden vuoden määräaikainen sopimus, joka on tehty Nordic Green Energyn kanssa. Sähkön siirtotariffina on käytössä yleissähkö, eli sähkön hinta pysyy koko ajan samana<sup>8</sup>. Sähkön hinta on noin 5 senttiä per kilowattitunti, joka on melko edullista. Sähkön siirtomaksuun ei voida vaikuttaa, joten sitä ei huomioida tässä siirtotariffien vertailussa. Tässä luvussa vertaillaan ainoastaan siirtotariffin vaikutusta sähkölaskuun.

Sähköenergian kulutushistorian tarkastelussa huomattiin, että sähköenergian kulutus on päiväaikaan korkeimmillaan, ja yöllä matalimmillaan. Tutkimuksessa huomattiin myös kulutuksen olevan korkeimmillaan kesäkaudella, ja talviaikana kulutus pysyy melko vakiona vuorokaudenajasta riippumatta. Tutkitaan siis, saadaanko säästöä muuttamalla yleissähkö kausi- tai aikasähköksi.

Kausisähkössä sähköenergian hinta vaihtelee kesä- ja talvikauden välillä. Talvikaudella sähkön hinta on kalliimpaa, ja kesällä taas halvempaa. Voidaan siis ajatella, että tässä tapauksessa se voisi olla järkevä valinta. Aikasähkö perusteella sähkö on yöllä halvempaa, ja päiväaikaan kalliimpaa. Yöajaksi lasketaan yleensä kello 22–07 välinen aika ja päiväajaksi kello 07–22.<sup>9</sup> Aikasähkö olisi siis kulutushistorian tutkimuksesta päätellen huono ratkaisu, sillä korkein kulutus tapahtuu juuri päivään, jolloin sähkö olisi kalliimpaa. Tarkastellaan siis yleissähkön ja kausisähkön mahdollista eroa.

---

<sup>7</sup> Nivos. Mittaustapa eli tariffi. Viitattu 11.4.2022. <https://www.nivos.fi/kotiin/sahkon-ostajan-abc>

<sup>8</sup> Nordic Green Energy. Yleissähkö. Viitattu 29.3.2022. <https://www.nordicgreen.fi/sahkon-kilpailutus/>

<sup>9</sup> Vattenfall. Kausi ja yösähkö. Viitattu 29.3.2022. <https://www.vattenfall.fi/fokuksessa/sahkonkulutus/sahkon-abc/>

## 5.1 Siirtotariffien vertailu

Kausisähkössä sähkön hinta on eri kesä- ja talviaikana, yleissähkössä hinta pysyy samana koko ajan. Vertailu yleissähkön ja kausisähkön välillä suoritettiin Sähkön-hinta.fi sivuston laskurilla, ja vuosikulutuksena käytettiin 100 000 kWh arvoa<sup>10</sup>. Sopimustyyppinä käytettiin määräaikaista sopimusta, joka on tällä hetkellä voimassa. Kausisähkön osalta talvikausi kattaa 1.11–31.3 välisen ajan, sekä viikolla maanantaista lauantaihin kello 7–22<sup>9</sup>. Tällöin kesäpäivän hinnat ovat voimassa myös sunnuntaisin ja öisin.

Postinumero	Vuosikulutus kWh	Sopimustyyppi
64900	100000	Määräaikainen
Mittaustapa	Talvikulutus	Kulutus muuna aikana
Kausi	30000	70000
Tuotantotapa		
<input type="checkbox"/> Aurinko	<input type="checkbox"/> Vesi	<input type="checkbox"/> Tuuli
<input type="checkbox"/> Biomassa	<input type="checkbox"/> Ydinvoima	<input type="checkbox"/> Fossiiliset
Näytä kaikki tuotteet tai kaikki mahdolliset vihreät tuotteet		
<input checked="" type="checkbox"/> Kaikki tuotteet	<input type="checkbox"/> Vain uusiutuvilla energialähteillä tuotetut tuotteet	
Haun lisärajaukset		
Valitse siirtoyhtiö	Sulakkeen koko	Myyjä ostaa asiakkaan tuottaman sähkön.
Caruna Oy	3x63	<input type="checkbox"/>

**Kuva 12.** Laskurin arvot kausisähkötariffin vertailussa

<sup>10</sup> Sähkönhinta.fi. Sähkön hinta laskuri. Viitattu 29.3.2022. <https://www.sahkonhinta.fi/results>

Yritys	Sopimustyyppi	Huomioitavaa	Tuotantotapa	Arvioitu vuosikustannus
POHJOIS-KARJALAN SÄHKÖ OY	Optimi takuu 24 kuukautta Määräaikainen		 100%	<b>10560.24 €</b>
 OOMI OY	Oomi Kiinteä 24 kk Määräaikainen		 100%	<b>10598.80 €</b>
 KERAVAN ENERGIA OY	Perussähkö (kausi) Määräaikainen		44%  45%  11%	<b>10788.00 €</b>

**Kuva 13.** Kolme edullisinta sähkösopimusta kausisähkötariffilla

Postinumero:  Vuosikulutus kWh:  Sopimustyyppi:

Mittaustapa:  **HUOM** → Järjestelmämme arvioi aika- ja kausiluonteisen sähkön (yö / päivä / talvi / kesä) kulutuksen vuotuisen kulutuksen perusteella, halutessasi voit itse syöttää arvot vaihtamalla mittaustavan

Tuotantotapa:

Aurinko  Vesi  Tuuli  Biomassa  Ydinvoima  Fossiiliset

Näytä kaikki tuotteet tai kaikki mahdolliset vihreät tuotteet

Kaikki tuotteet  Vain uusiutuvilla energialähteillä tuotetut tuotteet

Haun lisärajaukset    Myyjä ostaa asiakkaan tuottaman sähkön.

**Kuva 14.** Laskurin arvot yleissähkön vertailussa

Yritys	Sopimustyyppi	Huomioitavaa	Tuotantotapa	Arvioitu vuosikustannus
POHJOIS-KARJALAN SÄHKÖ OY	Optimi takuu 24 kuukautta Määräaikainen		 100%	<b>11112.24 €</b>
 RASEBORGS ENERGI AB - RAASEPORIN ENERGIA OY	FinMIX Määräaikainen		45%  46%  9%	<b>11526.00 €</b>
 RASEBORGS ENERGI AB - RAASEPORIN ENERGIA OY	Vesivoima Määräaikainen		 100%	<b>11776.00 €</b>

**Kuva 15.** Kolme edullisinta sähkösopimusta yleissähkötariffilla

Kuvassa 12 on esitetty kausisähkötariffin arvot laskurissa. Talvi- ja kesäajan kulutus on likimääräinen arvio laskettuna vuoden 2021 kulutuksesta prosenttiosuudella. Kangasjärven leirintäalueella pääsulakkeen koko on 3x125 A, joten tässä kohdassa on pieni ero laskuriin. Kuvassa 13 on kausisähkötariffin arvoilla laskettuna 3 edullisinta sähkö sopimusta. Edullisimmillaan vuosikustannus olisi siis arviolta noin 10 500 euroa, jolloin yhden kilowattitunnin hinnaksi tulisi noin 10,5 senttiä. Kuvassa 14 on yleissähkö tariffilla käytetyt laskurin arvot. Arvot pysyvät samana verrattuna kuvaan 12, ainoastaan mittaustapa muuttuu. Kuvassa 15 on yleissähkö tariffilla lasketut 3 edullisinta sähkö sopimusta. Edullisinta sopimusta tarjoaa jälleen Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Arvio vuosikustannuksesta edullisimmillaan olisi 11 112.24 euroa, jolloin yhden kilowattitunnin hinnaksi tulisi noin 11 senttiä.<sup>10</sup>

## 5.2 Yhteenveto

Nykyisen sähkö sopimuksen siirtotariffin ollessa yleissähkö ja sähkö energian hinnan ollessa noin 5 senttiä per kilowattitunti, laskurin tarjoamat sähkö sopimukset ovat melko kalliita. Kuitenkin laskurin tulosten perusteella nähdään, että siirtotariffin muuttamisella kausisähköön säästöä saataisiin noin 500 euroa vuodessa. Nykyinen sähkö sopimus on kuitenkin edullisempi kuin laskurin tarjoamat, mutta laskurin tuloksen perusteella voidaan todeta kausisähköön olevan hieman edullisempi vaihtoehto. Kulutushistorian tutkimus myös tukee valintaa kausisähköön kulutuksen painottuessa lähinnä kesäkauteen. Seuraavaa sähkö sopimusta tehdessä kannattaa siis ottaa huomioon pienet säästöt, joita kausisähkötariffilla saataisiin aikaan. Tämä vertailu on kuitenkin suoritettu vertailemalla kilpailutettuja hintoja, joissa ei ole huomioitu mahdollisia tarjouksia sähkö sopimuksissa. Vertailu on kuitenkin suuntaa antava, jonka perusteella kausisähkötariffilla voidaan saada säästöjä.

## 6 AURINKOPANEELIT

Tässä luvussa suunnitellaan ja kilpailutetaan kustannustehokas aurinkopaneelijärjestelmä leirintäalueelle. Aurinkopaneelijärjestelmän tarkoituksena on tuottaa kesäkaudella sähköenergiaa kulutuskohteita varten, sekä tuottaa edullisempaa sähköenergiaa talvikaudella ylläpitolämmitykseen ja avantouimareiden sähkönkulutukseen. Paneeleilla tuotettu sähkö on vihreää ja vähentää hiilidioksidipäästöjä, joka on nykyaikana tärkeää. Aurinkopaneelijärjestelmä suunnitellaan noin 20–30 kWh suuruiseksi, jolloin sen tulisi tuottaa noin 30 % vuotuisesta sähköenergian kulutuksesta, jota pidetään yleisesti järkevänä mitoituksen kannalta<sup>11</sup>.

### 6.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa kartoitettiin leirintäalueen suurimmat rakennukset ja niiden kattopinta-alat. Suurimmat rakennukset olivat päärakennus, yleinen sauna-, tilaus sauna-, sekä pukuhuonerakennus. Järjestelmä suunnitellaan siten, että aurinkopaneeleilla tuotettu sähkö syötetään suoraan pääkeskuksen sähkömittarille, josta sähkö jakaantuu sitä kuluttaville kohteille. Yhtenä ratkaisuna voisi olla myös käyttää auringolla tuotettua energiaa yleisen saunan kiukaiden ja vesivaraajien lämmittämiseen, sekä talvella ylläpitolämmitykseen. Tämän ratkaisun osalta kuitenkin kaapeloinnin, sekä työn määrä kasvaa. Järkevintä on sijoittaa paneelit yhden rakennuksen katolle, jolloin riittää myös yksi invertteri, ja tällöin saadaan hieman säästöä kaapeloinnissa sekä työssä. Tällä ratkaisulla tuotettu aurinkosähkö ohjautuu pääkeskukselta (**Kuva 17.**) muille keskuksille ja siitä eteenpäin sitä käyttäville kulutuskohteille. Järkevintä olisi sijoittaa aurinkopaneelit suurimmalle katolle, jolloin tuottoa saadaan myös eniten.<sup>12</sup> Järjestelmää ei myöskään ylimitoiteta, koska

---

<sup>11</sup> Lumo-Energia. Aurinkopaneeli järjestelmän mitoitus. Viitattu 5.4..2022. <https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/ammattimaisesti-mitoitettu-aurinkopaneelijarjestelma-maksimoi-taloudellisen-hyodyn/>

<sup>12</sup> Yritys 1. 2022



tällöin järjestelmästä pitäisi suunnitella ja tehdä hyvin suuri. Ylimoitettussa järjestelmässä on mahdollista myydä ylijäämä sähköenergiaa sähköverkkoon, mutta siitä saadun tuoton avulla suuren aurinkovoimalan takaisinmaksuaika kasvaa merkittävästi.

Leirintäalueella pääsulakkeen koko on 3x125 A. Pääsulakkeiden koko vaikuttaa invertterin mitoitukseen, joten määritetään invertterin maksimikoko.

$$P = U * I * \cos\phi, \text{ jossa } P=\text{teho (W)}$$

$$U=\text{jännite (V)}$$

$$I=\text{virta (A)}$$

$$\cos\phi=\text{tehokerroin (0,8)}$$

$$P = 230V * 3 * 125A * 0,8 = 69kVA \quad (2)$$

Tehokertoimen,  $\cos\phi$ , arvoksi on arvioitu 0,8. Kaavasta 2 saadaan tulokseksi teoreettisesti invertterin maksimikoko, joka siis on 69 kVA. Suunniteltavan järjestelmän osalta kuitenkin näin suurelle invertterille ei ole tarvetta, sillä noin 30 kVA:n invertteri on riittävä. Laskulla kuitenkin osoitettiin, että pääsulakkeet ovat riittävät järjestelmälle.

Haasteena on ympäröivä puusto, jota mahdollisesti joudutaan karsimaan. Ympäröivä puusto aiheuttaa jonkin verran varjostumia kattojen pinnoille, joten jos niihin sijoitetaan aurinkopaneeleja, niiden tuotantotehot saattavat hieman laskea varjostumien takia. Paneelien pitää myös olla puhtaita, jotta saadaan pidettyä tuotantoteho huipussaan. Paneelit saattavat likaantua puustosta lentävistä hajuista ja neulasista ynnä muista vastaavista. Pitää siis myös varautua paneelien puhdistamiseen kesän aikana.

## 6.2 Rakennukset

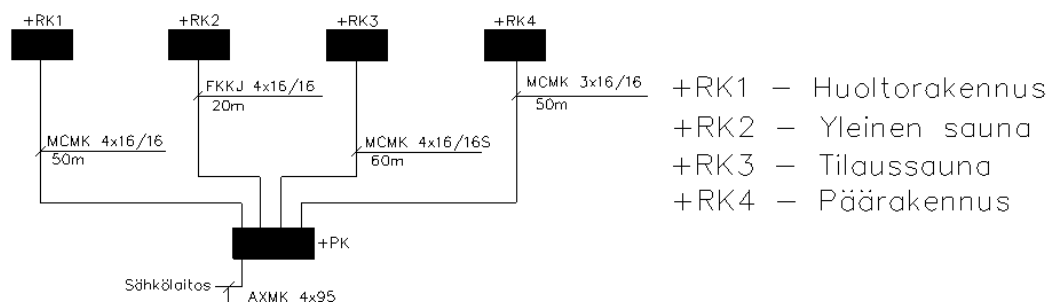
Tähän kappaleeseen on koottu rakennukset, joiden katoille aurinkopaneeleita olisi järkevää sijoittaa. Rakennukset ovat suurimpia leirintäalueella, eikä niiden katoilla ole aurinkopaneeleja haittaavia esteitä. Aurinkopaneeleille käytettävää kattopinta-alaa rakennuksissa on siis lähes koko katon ala, sillä savupiiput sijaitsevat rakennusten harjoilla.

Myöskään kattorakenteiden kantavuuden kanssa ei tule ongelmia aurinkopaneeleja ajatellen. Kuvassa 16 on ilmakuva leirintäalueesta, ja siihen on merkitty punaisilla kirjaimilla rakennukset, joiden katoille aurinkopaneeleja voitaisiin asentaa. Rakennukset ovat päärakennus (A), yleinen sauna (B), tilausauna (C), sekä huoltorakennus (D).

Leirintäalueelta löytyy myös 10 kappaletta kahden ja neljän hengen mökkejä. Majoitusmökkit ovat numeroituna kuvaan 16 numeroilla 1-10. Mökkien katoille on kuitenkin kannattamatonta hankkia ja asentaa aurinkopaneeleja, koska kattopinta-alat ovat suhteellisen pieniä, jolloin aurinkopaneeleja saataisiin vain vähän. Vähäisen paneelimäärän takia sähköenergiantuotto jäisi alhaiseksi, verrattuna paneelien hintaan, jolloin ne ovat kannattamattomia.



Kuva 16. Leirintäalue ilmasta kuvattuna



Kuva 17. Nousujohtokaavio

Kuvan 17 nousujohtokaaviossa on esitettyä keskuksia, joita tämä työ koskettaa. Jokaisessa rakennuksessa on oma ryhmäkeskuksensa, ja ne ovat piirretty juoksevilla numeroinnilla kaavioon. Keskustunnukset ovat selvitetty samassa kuvassa. Nousujohtokaaviosta nähdään kaapelityypit ja -pituudet, joilla keskuksia syötetään pääkeskukselta. Kuvassa 17 näkyvien mökkien 1–10 keskuksia ei ole piirretty kuvan 18 nousujohtokaavioon, koska ne eivät työn osalta ole merkityksellisiä. Mökkeihin 8–10 sähköenergia syötetään suoraan pääkeskukselta ja mökkien 1–7 keskuksia ovat ketjutettuna yhteen.

### **6.2.1 Päärakennus A**

Päärakennuksen sivun pituus on 15 m ja sivun pituus rakennuksen harjalle on 6,5 m, jolloin kattopinta-ala saadaan  $15 \text{ m} * 6,5 \text{ m} * 2 = 195 \text{ m}^2$ . Päärakennuksessa sijaitsee vastaanotto, kioskki, grilli, sekä ruokailutilat. Päärakennuksessa suurimpia sähkökuluttajia ovat ruuanlaittoa varten olevat parilat ja muut ruuan tekemiseen vaadittavat laitteet. Päärakennuksesta löytyy myös ilmalämpöpumppu, jonka avulla saadaan kesällä viilennettyä kioskin keittiötä. Päärakennuksen katon sivut ovat Itä-Länsi suuntaan, joten rakennus on aurinkopaneeleja ajatellen hyvin suunnattu, koska aurinko paistaa tällöin koko päivän katolle.

### **6.2.2 Yleinen sauna B**

Yleisessä saunarakennuksessa sijaitsee kaksi saunaa, joista toinen on varattu naisille ja toinen miehille. Rakennuksen katon sivun pituudet ovat 9,5 m ja 5,5 m, jolloin kattopinta-ala on  $9,5 \text{ m} * 5,5 \text{ m} * 2 = 104,5 \text{ m}^2$ . Katon sivut ovat pohjois-etelä suuntaan. Rakennuksessa on myös pienet vaatteidenvaihto- sekä suihkutilat. Suurimpia sähkökuluttajia rakennuksessa ovat saunojen kiukaat sekä lämminvesivaraajat, joita tarvitaan lämpimän veden tuottamiseen suihkutiloissa. Lämpimän veden kulutus on suoraan verrannollinen kävijämäärään, jolloin myös sähkökulutus

vaihtelee rakennuksen osalta. Yleisessä saunassa sijaitsee leirintäalueen suurimmat kulutuskohteet.

### **6.2.3 Tilaussauna C**

Tilaussaunarakennuksen katon kattopinta-ala on  $12 \text{ m} * 4,5 \text{ m} * 2 = 108 \text{ m}^2$ . Rakennuksessa on sauna, suihku, pukuhuone ja oleskelutila. Katon sivut ovat pohjois-etelä suuntaan, samoin kuin yleisessä saunassa. Sähköä kuluttavat eniten saunan kiuas, sekä lämminvesivaraajat samoin kuin yleisessä saunarakennuksessa. Tilaussauna on käytössä ympäri vuoden. Kesäisin se voidaan varata lähes milloin vain omaan käyttöön, ja talvikaudella se on avantouimareiden käytössä kaksi kertaa viikossa. Sähkönkulutus rakennuksen osalta on melko pieni osa koko leirintäaluetta tarkastellessa, ja sähkönkulutus pysyy lähes samana ympäri vuoden.

### **6.2.4 Huoltorakennus D**

Huoltorakennuksesta löytyy isommat pukuhuoneet, sekä WC-tilat. Kattopinta-alaa rakennuksessa on yhteensä  $16 \text{ m} * 3,5 \text{ m} * 2 = 112 \text{ m}^2$ . Katon sivut ovat itä-länsi suunnassa, samoin kuin päärakennuksessa. Kuten huomataan, rakennus on melko pitkä, joten katon sivuille saataisiin sijoitettua useampi aurinkopaneeli tuottamaan sähköä. Rakennuksessa ei kuitenkaan ole suuria sähköä kuluttavia laitteita, joten paneeleilla tuotetun sähkön avulla tuotettaisiin muiden rakennusten kulutuslaitteiden kuluttamaa sähköä.

### 6.3 Tarjouspyyntöjen lähettäminen

Tarjouspyyntöjen avulla pystytään kartoittamaan, millaisia järjestelmiä yritykset tarjoavat, sekä kokonaishinta aurinkopaneelijärjestelmän saamiselle avaimet käteen periaatteella. Tarjouspyynnöistä keskusteltiin puhelimitse, sekä tarjouspyyntöjä lähetettiin sähköpostitse useampaan yritykseen. Aurinkopaneelijärjestelmän halutaan tuottavan noin kolmasosa vuotuisesta sähkönkulutuksesta, ja arvioidaan sähköenergian kulutushistorian perusteella tämän vastaavan noin 30 000 kWh. Tarjouksissa pyydettiin järjestelmän tehoksi noin 20–30 kWp. 30 kWp suuruisella aurinkopaneelijärjestelmällä päästäisiin teoreettisesti mainittuun kolmasosaan vuosikulutuksesta. Laskennallinen tuottoarvio aurinkopaneeleille saadaan kertomalla järjestelmän koko vuosittaisella säteilymäärällä. Säteilymäärän arvo on riippuvainen sijainnista, sillä pohjoisessa käytetään pienempää arvoa kuin etelässä vähäisemmän auringon säteilyn takia. Tässä laskennassa on säteilymäärälle käytetty arvoa 900 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>13</sup> Tällöin siis 30kWp järjestelmän laskennallinen arvio vuosituotosta on  $30 \text{ kWp} * 900 \text{ kWh/m}^2 = 27 \text{ 000 kWh}$ .

Tarjouspyyntöjen reunaehtoina oli tarjota järjestelmä, joka saataisiin sopimaan yhden esitellyn rakennuksen katolle, sekä järjestelmän tehon vastaavan esitettyä. Kun aurinkopaneelit ovat yhden rakennuksen katolla, järjestelmään riittää yksi invertteri, ja kaapelointikuluissa säästetään. Pyynnössä esiteltiin myös nämä neljä rakennusta esitellen niiden kattoalat, kattomateriaali, joka kaikissa tapauksissa on huopa, arvio kattojen kaltevuudesta, sekä mihin ilmansuuntaan katot osoittavat. Myös pääkeskuksen pääsulakkeen koko ilmoitettiin. Reunaehdot olivat samat jokaiselle yritykselle lähetetyssä tarjouspyynnössä.

---

<sup>13</sup> Lumoenergia. Aurinkopaneelijärjestelmän tuotto. Viitattu 10.4.2022. <https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/ostajan-opas/aurinkosahkojarjestelman-tuotto/>

#### 6.4 Tarjotut aurinkopaneelijärjestelmät

Tarjouspyyntöjä lähetettiin useampiin yrityksiin, mutta rajattuun aikaan mennessä saatiin vain kolme tarjousta. Yksi yrityksistä ei halunnut tuoda nimeään näkyviin työssä, joten tämän yrityksen osalta yrityksestä käytetään käsitettä yritys 1<sup>12</sup>. Tarjouksien perusteella saadaan kuitenkin käsitystä järjestelmien hintaluokasta leirintäalueelle. Kaikki yrityksistä tarjosivat järjestelmää päärakennuksen katolle, joka on suurin vaihtoehtoista. Tarjoukset listattuna alle.

##### Yritys 1

Tarjotut komponentit:

- Paneelit 66x455W LONGi = 30,03 kWp
- Invertteri 1x Huawei SUN2000-30-KTL-M3
- Kiinnikkeet hupakatonle
- AC- ja DC-puolelle turvakytkimet
- DC- kaapelit ja -liittimet
- AC puolelle syöttökaapelia tarvittava määrä
- Keskusten varoitustarrat

Lisäksi tarjous sisältää asennuksen, sekä ilmoituksen verkonhaltijalle.

Aurinkovoimalan suuruus yrityksen 1 tarjouksessa on noin 30 kWp, jolloin sen arvioitu vuosituotto on noin 27 000 kWh. Komponenttien ja asennuksen kanssa hinnaksi yritys 1 arvioi verottomana noin 32 000 e.<sup>12</sup>

## Sähkö-Mäntylä

Tarjous kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Sähkö-Mäntylän tarjouksessa aurinkovoimalan suuruudeksi oli merkitty 12 kWp, joka jää alle toivotun, ja järjestelmän vuosituotto on arvioituna noin 10 800 kWh vuodessa. Toivomuksen täyttävää päivitettyä tarjousta ei työtä tehdessä huomattu pyytää, mutta voidaan olettaa hinnan kaksin- tai kolminkertaistuvan järjestelmän kasvaessa samaan tahtiin. Tarjouksessa aurinkopaneeleja tulisi 24 kappaletta ja aurinkopaneelit asennettaisiin päärakennuksen katolle kahteen riviin. Aurinkopaneeleissa on 30 vuoden tuottotakuu, invertterissä 10 vuoden takuu, sekä kiinnitysjärjestelmässä 30 vuoden takuu<sup>14</sup>. Tarjotut aurinkopaneelit ovat hieman suurempia kuin yrityksen 1 tarjoamissa, mutta paneeleja on vähemmän. Tarjotut aurinkopaneelit ovat kaksipuolisia, joten ne tuottavat tehoa myös takapuolelta. Hinta komponenttien sekä asennuksen kanssa on verottomana 9 246,56 e.

## Net-Weld

Yli 20 kWp aurinkovoimalassa hinnaksi arvioitiin noin euro tai hieman alle valmiiksi tehtynä per watti<sup>15</sup>. Tällöin 30 kWp voimalan hinnaksi tulee noin 30 000 euroa. Aurinkopaneelien osalta tapauskohtaisesti on asennettu HC PERC -yksikidepaneelia tai PERC-monikidepaneelia. Yksikidepaneelin ja monikidepaneelin välillä ei ole suurta eroa. Monikidepaneelissa tuotettu sähköteho on hieman pienempi kuin mihiin yksikidepaneelissa päästään.<sup>16</sup> Monikidepaneeli on kuitenkin hieman

---

<sup>14</sup> Hämeenniemi 2022

<sup>15</sup> Mäki-Kanto 2022

<sup>16</sup> Powerarksolar. Half-Cell technology. Viitattu 8.4.2022. <https://powerarksolar.com.au/what-is-half-cell-technology-what-is-the-difference/>



edullisempi, ja niitä suositellaan suurempiin järjestelmiin. Tässä tapauksessa lasketaan yksikidepaneeleilla tehty järjestelmä, tarjouksen pohjalta.

Yksikide paneelin mitat ovat 1750 mm x 1100 mm, joten niitä mahtuu sama määrä päärakennuksen katolle kuin yrityksen 1 tarjouksessa, eli 66 kappaletta. Net-Weld on käyttänyt asennuksissaan Amerisolarin HC PERC -aurinkopaneeleja teholuokassa 390 W, joten tällaisilla paneeleilla ja määrällä kokonaistehoksi saataisiin 25,7 kWp. Tällöin arvioiduksi vuosituotoksi tulisi noin 23 130 kWh. Tällä tuotolla katettaisiin noin neljäsosa leirintäalueen vuosikulutuksesta. Yrityksen kokemuksen mukaan inverttereinä käytetään enää vain Froniuksen valmistamia. Tällöin järjestelmään sopisi Froniuksen Eco -mallin invertteri 27 kW kokoisena.<sup>12</sup> Tarjous oli hieman epämääräinen, mutta näillä valinnoilla, ja tässä kokoluokassa järjestelmän hinnaksi arvioitiin siis noin 26 000 euroa, joka on siis samaa luokkaa kuin yrityksen 1 tarjous.

## 6.5 Tarjouslaskenta ja kilpailutus

Kaikki yritykset tarjosivat aurinkopaneelijärjestelmää päärakennuksen katolle, sekä kohtien 1 ja 2 tarjouksissa paneelit ovat yksikiteisiä paneeleja. Tarjous 3 on laskettu myös yksikidepaneeleilla toteutettuna, kommenteista, joita tarjous sisälsi. Teknisesti verrattaessa tarjouksia, jokaisen yrityksen tarjoamat paneelit ja invertterit ovat eri valmistajilta ja hieman erilaiset. Suuria eroja ei kuitenkaan ole.

Koska kaikki tarjotut paneelit ovat yksikide paneeleja, niiden eroja ei tarvitse vertailla. Hyötysuhteissa paneelien välillä on pieniä eroja, yrityksen 1 paneelien hyötysuhde on 20,9 %, Sähkö-Mäntylän tarjoamissa paneeleissa 20,75 % ja Net Weldin valituissa paneeleissa 21,38 %.

Sähkö-Mäntylän tarjoamat paneelit ovat kaksipuolisia, joten niistä saadaan tuottoa myös takapuolelta, jolloin niiden energiatehokkuus on parempi verrattuna yksipuoliseen aurinkopaneeliin. Kaksipuolisissa aurinkopaneeleissa on molemmilla

puolilla piistä valmistettuja kennoja, joista säteily muutetaan sähköenergiaksi. Ero yksi- ja kaksipuolisen aurinkopaneelin välillä on se, että kaksipuoliset paneelit tuottavat sähköenergiaa myös kääntöpuolelta. Yksipuoliset paneelit tuottavat sähköenergiaa vain toiselta puolelta. Kyseiset aurinkopaneelit ovat myös kooltaan suurempi tehoisia kuin muut tarjotut. Kaksipuolisen aurinkopaneelin suurimmat hyödyt saataisiin maa-asennuksesta, jolloin maanpinnasta tullutta säteilyä saataisiin enemmän paneelien kääntöpuolelle<sup>17</sup>. Kattoasennuksessa niihin saadaan myös kohdistettua auringosta tullutta energiaa katon pinnasta muun muassa heijastuvan lämmön kautta.

Inverttereiden suhteen ei myöskään ole suuria eroja, sillä kaikissa hyötysuhteet ovat 98 % paitsi yrityksen 1 tarjoamassa invertterissä, jossa hyötysuhde on 98,4 %. Invertterit on mitoitettu järjestelmiin sopiviksi ja yritykset todenneet nämä toimiviksi ratkaisuisiksi, joten niitä ei ole tarpeellista tutkia enempää.

Kilpailutuksen osalta Sähkö-Mäntylän tarjous on selkeästi edullisin, mutta järjestelmän koko on 12 kWp, joka on pienin tarjotuista. Kuitenkin, mikäli tarjouksen perusteella tehtäisiin mitoitus uudelleen ja kaksinkertaistettaisiin paneelien määrä, jolloin järjestelmän kooksi tulisi 24 kWp, olisi tarjous siltikin edullinen. Tämä vaatisi kuitenkin tehokkaamman invertterin, sillä tässä tarjouksessa esitellyn tehot eivät riitä isommalle järjestelmälle, joten tämän osalta hinta nousisi, mutta arviolta tarjous olisi silti edullisin. Net-Weldin tarjous on koottu, ja laskettu suunnittelun perusteella, jolloin kustannusarvioksi tulee noin 30 000 euroa ja järjestelmän koko on noin 25,7 kWp. Yrityksen 1 tarjouksessa hinnaksi muodostuu noin 32 000 euroa, ja järjestelmän koko on noin 30 kWp. Yrityksen 1 tarjoamalla järjestelmällä saadaan siis tuotettua eniten sähköenergiaa, mutta se on kallein. Sähkö-Mäntylän tarjoamalla järjestelmällä sähköenergian tuotto on pienintä, mutta

---

<sup>17</sup> Scanoffice. Kaksipuolinen aurinkopaneeli. Viitattu 10.4.2022. <https://www.scanoffice.fi/tuote/znshine-solar-zxm8-kaksipuolinen-aurinkopaneeli/>

rahallisesti edullisin. Leirintäalueelle 12 kWp järjestelmä on kuitenkin melko pieni, koska sillä saatu arvioitu vuosituotto on noin 10 800 kWh, joka vastaa noin kymmenesosaa vuotuisesta sähköenergian kulutuksesta. Yrityksen 1 ja Net-Weldin tarjoaman järjestelmän kokoluokat sopisivat leirintäalueelle, koska niiden tuoton osalta päästäisiin noin kolmasosaan vuosikulutuksesta. Hintaero on myös melko pieni näiden kahden tarjouksen osalta.

## 6.6 Takaisinmaksuaika

Kun tarjotut aurinkopaneelit ovat selvillä tarkastellaan aikaa, jolloin järjestelmät ovat maksaneet itsensä takaisin. Tarjottuja järjestelmiä on hyvä tutkia myös tältä osin, sillä takaisinmaksuaika kertoo paljon järjestelmän kannattavuudesta. Yleisimmin takaisinmaksu aika on noin 6–10 vuotta. Järjestelmän elinikä on noin 30 vuotta, joten mitä lyhyempi takaisinmaksuaika on, sitä nopeammin järjestelmästä saadaan hyötyä.<sup>18</sup>

Takaisinmaksuajan laskemista varten ensin piti selvittää, minkä verran vuosittaista rahallista hyötyä aurinkopaneeleiden avulla saadaan. Laskennassa käytettiin yksinkertaistettua takaisinmaksuajan menetelmää, jossa ei oteta huomioon rahan arvon muutosta<sup>19</sup>. Rahan arvon muutosta on vaikea ennustaa, joten siksi sitä ei huomioida. Laskenta suoritettiin Excelissä, ja taulukossa 1 on esiteltynä jokaisen tarjotun aurinkovoimalan takaisinmaksuaika. Laskennassa sähköenergian hintana käytettiin nykyisen sopimuksen mukaista 5 s/kWh, sekä siirtohintana 9 s/kWh. Siirtohintaa laskettiin vuoden 2021 sähkölaskusta. Tällöin sähköenergian

---

<sup>18</sup> Palmetto. Solar panel payback period. Viitattu 6.4.2022. <https://palmetto.com/learning-center/blog/solar-panel-payback-period-guide>

<sup>19</sup> Wikipedia. Yksinkertaistettu takaisinmaksuaika. Viitattu 11.4.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Investointilaskelmat>

kokonaishinnaksi saadaan 14 s/kWh. Jokaisen tarjouksen osalta päästiin edellä mainittuun 6–10 vuoden takaisinmaksuajan sisään.

**Taulukko 1.** Takaisinmaksuajan laskenta

	Yritys 1	Sähkö-Mäntylä	Net-Weld
Järjestelmän koko [kWp]	30	12	25,7
Arvioitu tuotto [kWh/v]	27000	10800	23130
Järjestelmän hinta [e]	32000	9246,56	26000
Säästö [e/v]	3780	1512	3238,2
Takaisinmaksu aika [v]	8,47	6,12	8,03

Taulukon 1 perusteella huomataan, että suuremman ja kalliimman järjestelmän takaisinmaksuaika on pidempi. Takaisinmaksuajan jälkeen kuitenkin vuosittainen säästö on selkeästi suurempi verrattuna pienempään järjestelmään. Yrityksen 1 ja Net-Weldin tarjousten välillä takaisinmaksuajassa on noin puolen vuoden ero, mutta Net-Weldin järjestelmän hankintahinta on arvio, joten lopullisessa tuloksessa voi olla eroja. Näiden kahden välillä kuitenkin vuosittaisen säästön ero on 500 euroa, joten pitkällä aikavälillä Yrityksen 1 tarjous on parempi.

## 6.7 Valinta

Valinta on haastava tehdä, koska tarjouksia on suhteellisen vähän. Mikäli tarjouksia olisi saatu enemmän, saataisiin parempi vertailu aikaan, mutta näiden avulla saadaan jo käsitys aurinkopaneelijärjestelmän kustannusarviosta, sekä niiden takaisinmaksuajasta. Kuitenkin yrityksen 1 tarjous on melko hyvä, vaikka takaisinmaksuaika on pisin näistä vaihtoehdoista. Takaisinmaksuajan jälkeen vuosisäästö on paras. Sähkö-Mäntylän tarjous on myös hyvä, mikäli esimerkiksi paneelimäärä kaksinkertaistettaisiin paremman tuoton saavuttamiseksi. Näiden tarjousten perusteella ei siis välttämättä kannata hankkia järjestelmää, vaan kilpailuttaa useampi yritys vielä lisäksi.

## 6.8 Rahoitus

Aurinkopaneelijärjestelmään investoinnista päättää Isojoen kunta. Talousarviossa suunniteltu aurinkopaneelijärjestelmä lisätään investointeihin, jonka jälkeen talousarvio esitetään kunnan hallitukselle ja valtuustolle. Kunnanvaltuusto joko hylkää tai hyväksyy investoinnin, jolloin tiedetään, toteutuuko hanke vai ei. Mikäli hanke hyväksytään, päätetään omarahoitusosuus. Omarahoitusosuus määrittää, otetaanko vaadittava summa omasta kassasta vai käytetäänkö lainarahaa. Lainarahaa käytettäisiin, mikäli investoinnin suuruus olisi useampia 100 000 euroja. Tässä työssä esitellyn järjestelmän investointi toteutettaisiin omasta kassasta.<sup>20</sup> Aurinkopaneelijärjestelmään sijoittamisen vertailuksi lasketaan sijoittamisella saatua tuottoa. Sijoitetaan siis investoitava summa noin 30 000e, ja tavoitellaan riskitöntä noin 3 % vuosituottoa. Aurinkopaneelien käyttöikä on noin 30 vuotta, joten lasketaan sijoitus 30 vuoden ajalta<sup>11</sup>. 30 000 euroa sijoittamalla 30 vuodeksi noin 3 % vuosituotolla saadaan lopulliseksi summaksi  $30000 \text{ e} \times (1,03)^{30} = 72\,818$  euroa. Tuottoa kertyy rahallisesti 42 818 euroa, ja verrattuna taulukon 1 laskettuun vuosisäästöön Yrityksen 1 ja Net-Weldin tarjoamat aurinkopaneelijärjestelmät tuottavat lasketuilla arvoilla enemmän säästöä takaisinmaksuajan jälkeen, kuin sijoittamisella saadaan 30 vuoden aikana. Sähköenergian hinta todennäköisesti nousee tulevaisuudessa, joten tällöin aurinkopaneeleilla saadut säästöt nousevat ja takaisinmaksuajat lyhenevät, koska säästöä saadaan enemmän.

Business Finland tarjoaa energiatukea tämänkaltaisiin projekteihin, mutta tuki ei koske organisaatioita, joiden toiminnan rahoitus tulee valtion talousarviosta<sup>21</sup>. Tässä tapauksessa Isojoen kunta ei voi saada energiatukea hankkeelle. Kuntarahoituksen kautta voidaan hakea avustusta hankkeelle, mutta tällaisessa

---

<sup>20</sup> Puhelinkeskustelu. Kunnanjohtaja. Viitattu 7.4.2022.

<sup>21</sup> Business Finland. Energiatuki. Viitattu 7.4.2022. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>

tapauksessa puhutaan useamman sadan tuhannen euron hankkeesta. Myös Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) kautta voidaan hakea rahoitusta hankkeelle, mutta myös tässä tapauksessa hankkeen tulisi olla rahallisesti arvokkaampi. Kunnassa on kuitenkin mietitty mahdollisuutta asentaa aurinkopaneelijärjestelmiä myös muiden sen omistamien kiinteistöjen katoille. Tällöin investoinnin suuruudet alkaisivat olla yli 100 000 euron, jolloin kuntarahoituksen ja EAKR:n rahoituksia kannattaa hakea, ja investoida useampiin aurinkosähköjärjestelmiin.<sup>20</sup> Mikäli kunta päättää investoida myös muiden sen kiinteistöjen katoille vastaavanlaisia aurinkopaneelijärjestelmiä, tarjouksia on hyvä pyytää useammilta eri tarjoajalta, jotta selviää, riittävätkö heidän resurssinsa näin suuriin projekteihin.

## **6.9 Aurinkopaneelien yhteenveto**

Yhteenvetona aurinkopaneelijärjestelmästä voidaan sen todeta olevan kannattava ratkaisu, koska järjestelmän avulla saadaan takaisinmaksuajan jälkeen säästöä sähkölaskussa. Ennen lopullista valintaa kannattaa kuitenkin kilpailuttaa enemmän yrityksiä, jotta saadaan kustannustehokkain järjestelmä käyttöön. Tällä kilpailutuksella saadaan kuitenkin käsitystä kustannusarviosta, sekä mahdollisesta vuosituotosta ja säästöstä. Kaikki yritykset näkivät päärakennuksen olevan otollisin aurinkopaneelijärjestelmälle. Kuvasta 18 voidaan nähdä puiden luovan varjostumia päärakennuksen katolle. Kuva 18 on lännen puolelta, johon päivä- ja iltaurinko paistavat. Tällöin puusto luo varjostumia päivällä ja illalla, jolloin myös tarvitaan eniten sähköenergiaa sähköenergian kulutushistorian perusteella. Puuston aiheuttamien varjostumien takia aurinkopaneeleiden tuotantoteho laskee, joten tällöin pitää miettiä puuston raivaamista pois, tai vaihtoehtoisesti sijoittaa aurinkopaneelit toisen rakennuksen katolle ja esimerkiksi pienentää järjestelmää.

Kuvan 17 nousujohtokaaviosta nähdään päärakennuksen ja pääkeskuksen välinen etäisyys. Mikäli aurinkopaneelijärjestelmä sijoitetaan päärakennuksen katolle, kaapelia tarvitaan enemmän pääkeskuksen ollessa noin 50 m päässä. Tämän kohteen rahoitus hoidettaisiin kunnan omasta kassasta, mutta mikäli kunnan muihin kiinteistöihin asennettaisiin vastaavia järjestelmiä, haettaisiin kuntarahoituksesta apua hankkeelle<sup>20</sup>.



**Kuva 18.** Päärakennus kuvattuna Kangasjärventieltä (Google Maps kuvakaappaus)

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia keinoja, joilla Kangasjärven leirintäalueen sähkölaskua saataisiin alennettua. Keinojen selvittämiseksi ensin tuli selvittää sähköenergian kulutushistoriaa, josta selvisi kulutushuippujen kohdistuvan oletetusti kesäaikaan, jolloin leirintäalue on avoinna. Kulutushistorian tutkimuksessa paljastui odotettua vähemmän eroja, joskin vuoden 2021 sähköenergian kulutus yllätti. Myös kyseisen vuoden sähkölaskun suuruus yllätti. Kulutushistorian selvittyä selvitettiin eri kohteiden sähköenergian kulutuksia, ja todettiin, että yleisessä saunassa kuluu noin puolet koko leirintäalueen kesäajalla kulutetusta sähköenergiasta. Säästöratkaisuja haettiin mittaustavan tutkimisella, sekä aurinkopaneelijärjestelmän avulla. Mittaustavan tutkimisessa havaittiin kausisähkön olevan edullisempi ratkaisu, kuin nykyinen yleissähkö. Aurinkopaneelijärjestelmän avulla saadaan säästöä 6–8 vuoden jälkeen, jolloin järjestelmä on maksanut itsensä takaisin.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen, eli löydettiin säästökeinoja, sekä myös vihreä tapa tuottaa sähköenergiaa leirintäalueelle. Työtä tehdessä tuli myös esille, että kunta on suunnitellut samalla myös muiden sen kiinteistöjen, esimerkiksi kunnantalon ja terveyskeskuksen, katoille vastaavanlaisia aurinkopaneelijärjestelmiä, jolloin vihreän sähkön käyttö yleistyisi Isojoen kunnan osalta. Mielenkiintoisinta työssä oli opiskella ja oppia aurinkosähköstä ja -järjestelmistä, sekä päästä selvittämään tällaisen järjestelmän hankkimista, sillä aurinkosähköjärjestelmät eivät oleet minulle entuudestaan tuttuja. Haastavinta työssä oli saada tarjoukset aurinkopaneeleista ajallaan, sekä aikataulussa pysyminen. Työ opetti paljon projektien aikatauluttamisesta.

Opinnäytetyötä oli mielekästä tehdä yhteistyössä Isojoen kunnan kanssa, sillä asiat hoituivat ja selvisivät ilman ongelmia ja hyvällä yhteistyöllä. Opinnäytetyötä voidaan käyttää leirintäalueen sähköenergian kulutuksen optimointiin.



## LÄHTEET

Business Finland. Energiatuki. Viitattu 7.4.2022. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>

Caruna. Caruna+ -palvelu. Viitattu 24.1.2022. <https://www.caruna.fi/palvelut/omat-sahkoasi.at>

Hämeenniemi, Jaakko 2022: Aurinkopaneelitarjous. Yksityinen sähköpostiviesti. 31.3.2022. Viestin saaja: Riku Akseli

Isojoki. Sijainti ja asukasmäärä. Viitattu 28.3.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Isojoki>

Kangasjärvi. Aukioloajat. Viitattu 24.1.2022 <https://www.facebook.com/kangasjarven/>

Kangasjärvi. Leirintäalueen esittely. Viitattu 28.3.2022 <https://visitsuu-pohja.fi/kohteet/kangasjarvi/>

Lumoenergia. Aurinkopaneelijärjestelmän mitoitus. Viitattu 5.4.2022. <https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/ammattimaisesti-mitoitettu-aurinkopaneelijarjestelma-maksimoi-taloudellisen-hyodyn/>

Lumoenergia. Aurinkopaneelijärjestelmän tuotto. Viitattu 10.4.2022. <https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/ostajan-opas/aurinkosahkojarjestelman-tuotto/>

Lumoenergia. Aurinkopaneelijärjestelmän tuotto. Viitattu 7.4.2022. <https://www.lumoenergia.fi/aurinkopaneelit/ostajan-opas/aurinkosahkojarjestelman-osat/>

Mäki-Kanto, Mikko 2022: Aurinkopaneelitarjous. Yksityinen sähköpostiviesti. 23.3.2022. Viestin saaja: Riku Akseli

Nivos. Mittaustapa eli tariffi. Viitattu 11.4.2022. <https://www.nivos.fi/ko-tiin/sahkon-ostajan-abc>

Nordic Green Energy. Yleissähkö. Viitattu 29.3.2022. <https://www.nordicgreen.fi/sahkon-kilpailutus/>

Palmetto. Solar panel payback period. Viitattu 6.4.2022. <https://palmetto.com/learning-center/blog/solar-panel-payback-period-guide>

Powerarksolar. Half-Cell technology. Viitattu 8.4.2022. <https://powerarkso-lar.com.au/what-is-half-cell-technology-what-is-the-difference/>

Puhelinkeskustelu. J. Herrala, kunnanjohtaja. 7.4.2022.

Scanoffice. Kaksipuolinen aurinkopaneeli. Viitattu 10.4.2022. <https://www.scanoffice.fi/tuote/znshine-solar-zxm8-kaksipuolinen-aurinkopaneeli/>

Sähkönhinta.fi. Siirtotariffien vertailu laskurilla. Viitattu 29.3.2022. <https://www.sahkonhinta.fi/results>

Tilastokeskus. Kotimaan matkailu. Viitattu 26.1.2022. [https://tilastokeskus.fi/til/smat/2021/14/smat\\_2021\\_14\\_2021-10-21\\_tie\\_001.fi.html](https://tilastokeskus.fi/til/smat/2021/14/smat_2021_14_2021-10-21_tie_001.fi.html)

Tilastokeskus. Sähköhinnan nousu. Viitattu 26.1.2022. [https://www.stat.fi/til/ehi/2021/03/ehi\\_2021\\_03\\_2021-12-09\\_tie\\_001.fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2021/03/ehi_2021_03_2021-12-09_tie_001.fi.html)

Vattenfall. Kausisähkö ja yösähkö. Viitattu 29.3.2022. <https://www.vattenfall.fi/fokuksessa/sahkonkulutus/sahkon-abc/>

Wikipedia. yksinkertaistettu takaisinmaksuaika. Viitattu 11.4.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Investointilaskelmat>

Yritys 1, 2022 Aurinkopaneelitarjous. Yksityinen sähköpostiviesti. 31.3.2022.

Viestin saaja: Riku Akseli

## LIITTEET

## Liite 1 Sähkö-Mäntylän tarjous

AURINKOSÄHKÖVOIMALA KANGASJÄRVEN LEIRINTÄALUE 12kWp						
Työseloste:						
Koodi	Tuotenimi	Määrä	ä-hinta	Veroton	Alv%	Yhteensä
	<b>Aurinkopaneeli ZNShine Solar 500Wp bifacial lasi-lasi</b>	24 KPL	214,52€	5148,39€	24%	6384,00€
	<b>Sofar Solar aurinkosähköinverteri 12KTL-X, WiFi</b>	1 KPL	1612,90€	1612,90€	24%	2000,00€
	<b>Nordic Sun kiinnike huopa/profiilikatolle, 2 kpl</b>	22 KPL	20,25€	445,50€	24%	552,42€
	<b>Nordic Sun kisko 3520 mm</b>	16 KPL	39,38€	630,00€	24%	781,20€
	<b>Nordic Sun jatkosarja</b>	12 KPL	2,14€	25,65€	24%	31,81€
	<b>Nordic Sun keskikiinnike, 30-40mm, 10kpl</b>	5 KPL	15,75€	78,75€	24%	97,65€
	<b>Nordic Sun päätykiinnike, 35mm, 8 kpl</b>	1 KPL	12,83€	12,83€	24%	15,90€
	<b>Turvakytkin Katko KUM 325 M2 2XM25P</b> KUM 325 M2 2XM25P	1 KPL	38,00€	38,00€	24%	47,12€
	<b>DC turvakytkin 4-nap</b>	1 KPL	54,05€	54,05€	24%	67,02€
	<b>AUR MC4-liitinpari, uros/naaras</b>	4 KPL	7,31€	29,25€	24%	36,27€
	<b>PV TARVIKE</b> AURINKOSÄHKÖ MERKINTÄTARRAT	1 KPL	5,95€	5,95€	24%	7,38€
	<b>Aurinkosähkökaapeli PV H1Z2Z2-K 1500V 1x6 Musta</b> (KULUTUKSEN MUKAANI!)	1 M	1,25€	1,25€	24%	1,55€
	<b>Aurinkosähkökaapeli PV H1Z2Z2-K 1500V 1x6 Punainen</b> (KULUTUKSEN MUKAANI!)	1 M	1,25€	1,25€	24%	1,55€
	<b>Asennu MK 6 KEVI R100 90C (H07V2-R)</b> (KULUTUKSEN MUKAANI!)	1 M	1,31€	1,31€	24%	1,63€
	<b>Asennuskaapeli R MMJ 5X6 S R50. Eca</b> (SYÖTTÖ KAAPELI, INVERTTERI-->SÄHKÖKESKUS (KULUTUKSEN MUKAANI))	1 M	4,89€	4,89€	24%	6,07€
	<b>Alumiiniputki 3m PPU 20 (JAPP 20)</b> (KULUTUKSEN MUKAANI!)	1 M	1,35€	1,35€	24%	1,67€
	<b>PIENTARVIKKEET</b>	1 KPL	62,50€	62,50€	24%	77,50€
	<b>NOSTIMEN VUOKRA</b>	1 KPL	125,00€	125,00€	24%	155,00€
	<b>ASENNUS</b>	1 KPL	967,74€	967,74€	24%	1200,00€
<b>Yhteensä (veroton):</b>						<b>9 246,56€</b>