

VAIHTOEHTOISEN ENERGIAJÄRJESTELMÄN MITOITUS MÖKILLE

Rauhala Teemu

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Teemu Rauhala	Vuosi	2019
Ohjaaja	Kai Ryyänen		
Toimeksiantaja	Birgitta Eira		
Työn nimi	Vaihtoehtoisen energiajärjestelmän mitoitus mökille		
Sivu- ja liitesivumäärä	29 + 13		

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja mitoittaa kesämökille vaihtoehtoinen energiajärjestelmä, joka asennetaan kesällä 2019. Valtakunnallinen sähköverkko on liian kaukana ja siihen liittyminen on liian kallista. Energiaa halutaan tuottaa uusiutuvalla energialla ja laskelmien mukaan mökki käyttäisi sähköä noin 575 W vuorokaudessa.

Työssä selvitettiin valtakunnalliseen sähköverkkoon liittymisen hinta ja sitä verrataan aurinkopaneelijärjestelmän hintaan sekä pientuulivoimalan hintaan. Kaikki järjestelmät on myös mitoitettu niin, että mökin sähköjä pystyisi käyttämään kahden päivän ajan. Työssä on suunniteltu myös aurinkopuhaltimet mökin ilmanvaihdon parantamiseksi. Aurinkopaneelijärjestelmästä ja pientuulivoimalasta valitaan toinen energian tuottamiseen.

Vaihtoehtoiseksi energiajärjestelmäksi valittiin aurinkopaneelijärjestelmä, sillä se oli hinnaltaan, huollettavuudeltaan ja tuottavuudeltaan paras vaihtoehto.

Avainsanat

Energia, aurinkopaneeli, pientuulivoima

Technology, Communication and
Transport
Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Teemu Rauhala	Year	2019
Supervisor	Kai Rynnänen		
Commissioned by	Birgitta Eira		
Subject of thesis	Designing an alternative energy system for the cottage		
Number of pages	29 + 13		

The main goal of this thesis was to design an alternative energy system for a summer cottage. This system will be installed in the summer of 2019. The electricity grid is too far away from the cottage and it is too expensive to join it. Renewable energy is the desired energy production method. According to calculations the cottage would use approximately 575 W of energy per day.

In the thesis the cost of joining the electricity grid was calculated and the price was compared to the price of a solar panel system and the price of a small-scale wind turbine. All the systems were designed so that the cottages could be used continuously for two days. Solar fans were also designed to improve the ventilation of the cottage. Either the solar panel system or the small wind turbine will be chosen to produce energy.

The best option as an alternative energy system was a solar panel system, because it had the best price, serviceability and productivity.

Key words

energy, solar panel, wind turbine

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 KOHTEEN TIEDOT	6
3 VALTAKUNNALLISEEN SÄHKÖVERKKOON LIITTYMINEN	8
4 VAIHTOEHTOISET ENEGIAJÄRJESTELMÄT.....	11
4.1 Aurinkopaneelit	11
4.1.1 Kohteen aurinkopaneelijärjestelmän mitoitus	11
4.1.2 Kustannusarvio.....	14
4.2 Pieni tuulivoimala	15
4.2.1 Kohteen pientuulivoimajärjestelmä.....	16
4.2.2 Kustannusarvio.....	21
4.3 Aurinkopuhallin	22
5 JOHTOPÄÄTÖS	24
6 POHDINTA	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	29

1 JOHDANTO

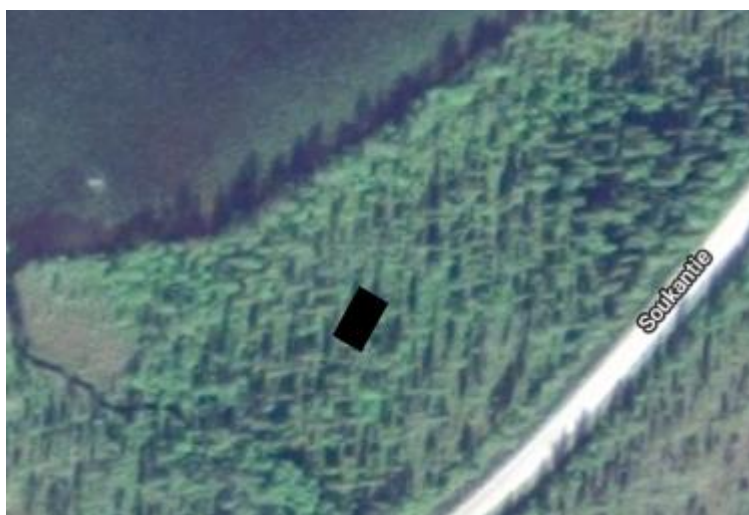
Tämä opinnäytetyö tehdään yksityisen henkilön toimeksiannosta. Sain työn sukulaiselta, joka oli tekemässä mökkiä Äkäsjärvelle. Puheeksi tuli uusiutuvan energian käyttö mökin sähköntuottoon ja koulussa oli juuri menossa kurssi vaihtoehdoista energiatekniikoista, joten kiinnostuin suunnittelemaan järjestelmän mökille. Työn tavoite on suunnitella arktisen alueen kesämökille vaihtoehtoinen energiajärjestelmä energian tuotantoon arkisille laitteille. Työssä myös verrataan valtakunnallisen sähköverkon liittymisen ja uusiutuvan energian hintaeroa.

Uusiutuva energia on alkanut tulla ihmiselle energian käytössä yhä yleisemmäksi vaihtoehdoksi. Ilmastomuutoksen takia halutaan tuottaa energiaa niin, että luonto ei siitä kärsisi. Monilla on myös vapaa-ajan asunto kaukana valtakunnallisesta sähköverkosta, johon liittyminen olisi liian kallista. Tällöin tuuli- ja aurinkovoima ovat erinomainen ratkaisu tuottaa energiaa omaan käyttöön.

Tähän opinnäytetyöhön on valittu kaksi erilaista tapaa tuottaa sähköä mökille, jotka ovat pientuulivoima ja aurinkopaneelit. Näistä kahdesta järjestelmästä valitaan toinen tulevaksi sähköntuottojärjestelmäksi. Lisäksi mökkiin on mitoitettu vielä aurinkopuhallin. Aihe on mielenkiintoinen, sillä tulevaisuudessa uusiutuva energia lisääntyy ja etenkin aurinko- ja tuulivoimaa hyödynnetään paljon. Investointikustannukset järjestelmälle on rajattu 2000 euroon, mutta koska kyseessä on pieni mökki ja lämmitys hoidetaan ainakin aluksi kamiinalla, sähkönkulutus ei ole paljon.

2 KOHTEEN TIEDOT

Mökki, mihin on tarkoitus mitoittaa vaihtoehtoinen energiajärjestelmä, sijaitsee Muoniossa Äkäsjärven rannalla Soukantien varrella. Mökki on vanha työmaakontti, jonka mitat ovat $9\text{ m} \times 3,3\text{ m} = 29\text{ m}^2$. Tarkoituksena kontin katolle on tehdä vielä pieni nukkumiseen tarkoitettu parvi ja katto, joka olisi pulpettikaton muotoinen. Pulpettikaton mitat ovat pituus 5 metriä, leveys 3,3 metriä ja korkeampi puoli on 2 m ja matalampi puoli 1 m. Loppuosaan on tarkoitus tehdä kattoterassi. Mökin pulpettikaton pystyosa suuntaa lounaaseen päin ja loiva puoli kaakkoon (Kuvio 1).



Kuvio 1. Ilmakuva kohteesta (Google Maps)

Mökkiä käytetään eniten kesäaikaan ja joinakin viikonloppuina muina vuodenaikoina, joten sähkön ja lämmityksen tarve ei ole järkevästi suuri. Lämmitys hoidetaan paikan päällä puulämmitteisesti kamiinalla. Mökillä vietetään laskelmien mukaan aikaa noin 125 päivää vuodessa, mikä on laskettu yläkanttiin. Mökin sähkön käytön kulutukseen kuuluu puhelimen lataus, kolme 7 W:n led-lamppua, pieni led-tv, jääkaappi ja 9 metriä led-valonauhaa. Energian kulutuksen eri sähkölaitteille saadaan laskettua wattitunteina. Esimerkiksi 7 W:n lamppu kuluttaa tunnissa 7 W, jos lamppu on päällä 3 tuntia se kuluttaa $7 \times 3 = 21\text{ Wh}$. Sähkön tarve laitteille olisi vuodessa noin 74 kWh (Taulukko 1). Kohteen budjetti vaihtoehtoiselle energiajärjestelmälle on noin 2000 €. Jääkaappi ja valitut led-lamput löytyvät liitteistä 11 ja 12.

Taulukko 1. Mökin sähkönkulutus (Vattenfall 2018)

Mökin sähkönkulutus 125 d/a					
Tuote	Käyttö aika h	Teho (W)	Teho d (W)	W/a	KW/a
TV led 24 tuumaa	3	35	105	14000	14
Jääkaappi	24	10,5	250	32000	32
Led 7 W lamppu	6	7	42	5250	5,25
Led 7 W lamppu	6	7	42	5250	5,25
Led 7 W lamppu	6	7	42	5250	5,25
3m ledvalonauha 4.8 W	6	4,8	28,8	3600	3,6
3m ledvalonauha 4.8 W	6	4,8	28,8	3600	3,6
3m ledvalonauha 4.8 W	6	4,8	28,8	3600	3,6
Puhelimen lataus 2x päivä	6	1,3	7,8	1000	1
Kokonaiskulutus MAX		82,2	575,2	73550	73,55

3 VALTAKUNNALLISEEN SÄHKÖVERKKOON LIITTYMINEN

Haja-asutusalueen sähköliittymän kustannukset saattavat olla tuhansia tai jopa kymmeniä tuhansia euroja. Itse toteutettu energiatuotanto tulee nykyään edullisemmaksi esimerkiksi juuri kesämökkikäytössä.

Sähköliittymän hintaan vaikuttaa aina liittymän etäisyys lähimmältä muuntajalta. Muuntajalle tulisi mökiltä matkaa yli 600 metriä, jolloin hinta muodostuu rakentamiskulujen perusteella. Kustannukset nousevat korkeiksi, sillä kyseessä on vain yksi liittymä, jolle sähköt rakennettaisiin. Muonion sähköosuuskunnan vyöhykkeen 3 mukaan liittymän sijaitessa 401–600 metrin etäisyydellä muuntajasta liittymän 3x25 A hinta olisi 4818 euroa. Liittymä sisältää sähköntuonnin tontille ilmajohtona, joka on edullisempi kuin kaapelin vetäminen maan sisään. Mökin omistajan hankittavaksi tulee mittauskeskus ja liittymiskaapeli. Mittauskeskus maksaa noin 600 euroa ja kaapeli esimerkiksi AXMK 4x25 maksaa n. 5,2 €/m. (Pekonen 2019.)

Liittymisen hinta tulisi todella kalliiksi, sillä ilmajohton vetäminen on 4818 euroa, mittauskeskus 600 euroa ja kaapeli 5,2 €/m x 600 m = 3120 euroa (Taulukko 2). Näin kokonaishinnaksi verkkoon liittymiselle maksaisi 8538 €. (Pekonen 2019.)

Taulukko 2. Sähköverkon liittymishinta

Sähköverkkoon liittyminen	hinta €
Liittymän tuonti ilmajohtona	4818
Mittauskeskus	600
kaapeli AXMK 4x25	3120
Kokonaishinta	8538

Liittymän 3x25 A perusmaksu yleissähkölle on vuodessa 125,58 € ja sähkön siirtohintana 6,11 senttiä/kWh. Mökki kuluttaa sähköä maksimissaan noin 74 kWh vuodessa ja Helen sähkön tarjouksessa energia maksaisi 5,34 senttiä/kWh. Helenin tarjous valittaisiin, sillä se on CO₂ päästötöntä sähköä. Jos sähkön siirto-, hinta- ja perusmaksut pysyisivät samana niin 10 vuoden ajalle sähkö tulisi maksamaan (74 kWh x 11,45 senttiä/kWh + 125,58 €) x 10 vuotta = 1340,2 € (taulukko 3). Lisäksi laskelmassa on otettu huomioon vain valaistus, tv ja jääkaappi. (Muonion sähköosuuskunta 2019.)

Taulukko 3. Sähkön hinta

Sähkön hinta (6,11 snt/kWh)	kW (1 v kulutus)	kW (10 v kulutus)	1 v €	10 v €
Yleissähkö			126	1256
Valaistus	26	265	1,6	16
TV	15	150	0,9	9,2
Jääkaappi	32	320	2,0	19,6
Energia Helen 5,34 snt/kWh	74	740	4,0	39,5
Yhteensä			134,0	1340,2

Mökin ympärivuotiseen lämmitykseen tarvittaisiin sähköpatterit tai ilmalämpöpumppu. Molemmat toimisivat vuoden ympäri, jolloin mökkiä pystyisi lämmittämään talvella ja jäähdyttämään kesällä.

Sähköpatterit vaativat tehoa noin 70-75 W jokaista neliometriä kohden. Mökin lämmitys tarve olisi tällöin $70 \text{ W} \times 29 \text{ m}^2 = 2030 \text{ W} = 2,03 \text{ kW}$ (Taulukko 4). Jos Patterit olisivat päällä talviaikana lähinnä viikonloput, niillä olisi käyttöaika noin 50 päivää vuodessa. Tällöin niiden sähkönkulutus maksaisi $(2,03 \text{ kW} \times 24 \text{ h}) \times 50 = 2436 \text{ kWh} \times 11,45 \text{ senttiä/kWh} = 279 \text{ euroa}$ 50 päivän ajalta. (Cleverheating 2019.)

Taulukko 4. Sähkölämmitys pattereilla

Sähkölämmitys 50 d/a (11,45 snt/kWh)	kW (1 v kulutus)	kW (10 v kulutus)	1 v €	10 v €
Sähköpatterit	2436	24360	279	2789
Kokonaishinta sähköpatterien kanssa			413	4129

Hyvä ilmalämpöpumppu toimii vielä -25 asteen pakkasessa ja kesällä mökkiä pystyisi viilentämään pumpun avulla. Ilmalämpöpumppu on myös energiatehokas, sillä sen hyötysuhde on hyvä ja hankintakin edullinen. Laitteen hyötysuhteen kertoo COP- arvo. Esimerkiksi COP 3 tuottaa 1 kW sähköä 3 kW lämpöä. 30 m² lämmitykseen riittää 1 kW ilmalämpöpumppu ja sillä pystyy myös jäähdyttämään 20 m² kokoisen tilan. Jos mökkiä lämmitetään 50 päivää vuodessa ja jäähdytetään 50 päivää vuodessa 1 kW kuluttavalla ilmalämpöpumpulla, tulisi sähkön hinnaksi $(1 \text{ kW} \times 24 \text{ h}) \times 100 = 2400 \text{ kWh} \times 11,45 \text{ senttiä/kWh} = 275 \text{ euroa}$ 100 päivän ajalta (Taulukko 5). (Ilmalämpöpumppu 2019.)

Taulukko 5. Sähkölämmitys ilmalämpöpumpulla

Lämmitys/jäähdytys 100 d/a	kW (1 v kulutus)	kW (10 v kulutus)	1 v €	10 v €
Ilmalämpöpumppu	2400	24000	275	2748
Kokonaishinta ilmalämpöpumpun kanssa			409	4088

Kokonaishinta 10 vuoden ajalle sähköverkkoon liittymiselle, lämmitykselle, valaisulle, televisiolle ja jääkaapille tulisi olemaan 13000 euron luokkaa, jos sähkön siirtohintana pysyisi 6,11 senttiä/kWh ja energian hinta 5,34 senttiä/kWh (Taulukko 6). Näistä laskuista puuttuu mahdolliset laitteet, kuten sähköpatterien tai ilmalämpöpumpun hankinta hinta.

Taulukko 6. Kokonaishinta 10 v

Kokonaishinta 10 vuotta eteenpäin	€
Liittymä	8538
Sähköpatterien kanssa	4129
Yhteensä	12667
Liittymä	8538
Ilmalämpöpumpun kanssa	4088
Yhteensä	12626

4 VAIHTOEHTOISET ENEGIAJÄRJESTELMÄT

4.1 Aurinkopaneelit

Arktisilla alueilla auringon säteily määrä vaihtelee paljon, sillä kesällä aurinko paistaa Lapissa ympäri vuorokauden, kun taas talvella on kaamos, jolloin aurinkoenergiaa ei saa tuotettua melkein ollenkaan. Keväällä ja syksyllä aurinko taas paistaa matalalla. Sodankylän auringon vuotuinen kokonaissäteily määrä on noin 790 kWh/m². Mökki sijaitsee vähän pohjoisemmassa kuin Sodankylä, joten Sodankylän säteily määrään on hyvin verrattavissa kohteen sijaintiin. Hajasäteilyn osuus on Suomessa merkittävä, sillä heijastuva säteily lumesta ja vedestä voi lisätä kokonaissäteilyn määrää. Mökillä vietetään aikaa enimmäkseen huhtikuusta syyskuuhun. Esimerkiksi huhtikuussa on vielä lapissa lunta, joten säteily määrä voi hetkellisesti kasvaa hajasäteilyn seurauksesta yli 20 prosenttia. (Rintala & Joutsenvaara 2016, 15–18; Motiva 2018.)

Ilmatieteenlaitoksen mukaan kesäkuussa 2018 Sodankylän sääaseman auringon kokonaissäteilyn keskiarvo oli 198 W/m² yhdessä tunnissa koko kuukauden aikana. Arktisen alueen säteily määrä riittää näin helposti aurinkopaneeleille, joilla tuottaa sähköä mökille kesäaikaan. Paneelit voidaan valita, kun sähkönkulutus on laskettu, joka tässä kohteessa on 576 W päivässä. (Ilmatieteenlaitos 2018.)

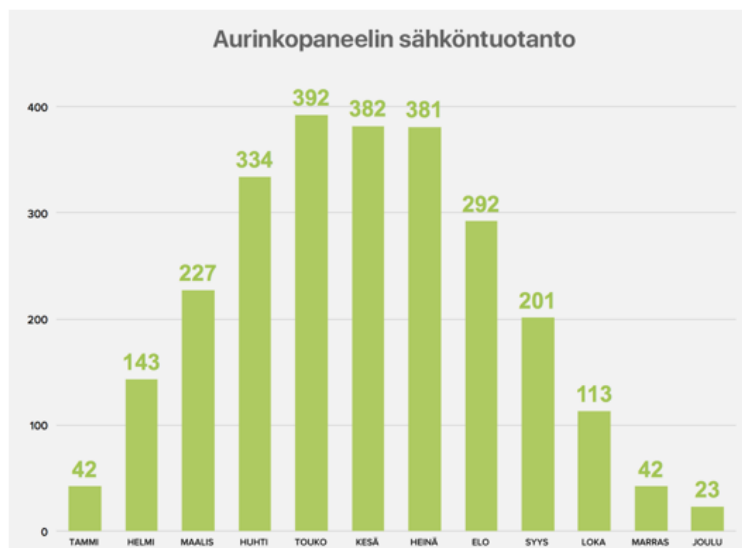
4.1.1 Kohteen aurinkopaneelijärjestelmän mitoitus

Aurinkopaneelit olisi hyvä ylimitoittaa noin 50–prosenttisesti, jotta energian saanti on riittävä. Akun valitsemisessa muutetaan vuorokausikulutus akkukapasiteetiksi ja tässä mökissä akkujen olisi hyvä riittää noin 2 päivää. Myös akku on hyvä ylimitoittaa 50 prosenttisesti koko akun kapasiteetista. (Käpylehto 2014, 25–27.)

Kohteen aurinkopaneelijärjestelmä on hyvä toteuttaa kahdella eri järjestelmällä. Mökin omistajan kanssa on katsottu sopivaan mökkikäyttöön Polaroid PS600-varavirtalähde, missä on myös sisäänrakennettu 230 V:n invertteri (Liite 1). Tämän varavirtalähteen avulla voidaan käyttää led-valonauhoja, ladata puhelinta ja katsoa televisiota. PS600 akkukapasiteetti on 578 W ja tv:n, valonauhojen ja puhelimen maksimi kulutus on päivässä 203 W. Varavirtalähde riittää näin täyteen ladattuna kahdeksi päiväksi valituille laitteille. PS600 pystyy lataamaan SP100

aurinkopaneelisalkulla, jonka maksimi latausteho on 100 W (Liite 2). SP100 -aurinkopaneelit ovat kannettavia, joten niiden paikkaa pystyy vaihtamaan auringon säteilyn mukaan. 100 W:n paneelilla saa vuorokaudessa Suomessa kesäaikaan lähes 400 Wh energiaa, jos kallistuskulma on etelään 35 astetta. Aurinko paistaa lapissa kesäaikaan lähes ympäri vuorokauden, joten energian saanti säteilystä voi olla vielä suurempi. (Rintala & Joutsenvaara 2016, 15; Polaroid Energy System 2018a; Polaroid Energy System 2018b; Käpylehto 2014, 22.)

Toisella 12 V:n aurinkopaneelijärjestelmällä tuotettaisiin sähköä jääkaapille ja kolmelle 7 W:n led-lampulle. Jääkaappi ja led-valot kuluttavat laskelmien mukaan vuorokaudessa 360 W sähköä. 100 W:n paneelin pienin tuotanto syyskuussa on 201 W vuorokaudessa (Kuvio 3). Tällöin 360 W:n nimellistuotantoon tarvitaan $360 \text{ W} / 201 \text{ W} = 1,49$ paneelia. Kun paneeli mitoitetaan vielä 50 prosenttia suuremmaksi, tarvitaan kaksi 100 W:n paneelia tai yksi 200 W:n paneeli. Lapissa on hyvä myös olla 15 prosenttia enemmän aurinkopaneelitehoa, joten valitaan paneeliksi Amerisolarin 275 W:n monikiteinenpaneeli (Liite 3). Hintaero ei ole pienempi tehoiseen paneeliin verrattuna suuri, joten tehokkaampi paneeli on tällöin parempi vaihtoehto. Paneeli olisi hyvä sijoittaa, joko mökin katolle 35 asteen kulmaan luoteeseen järvelle päin tai kattoterassille samaan kulmaan etelään päin. (Käpylehto 2014, 22–26; Aurinkopaneelikauppa 2018a.)



Kuvio 3. 100 W:n aurinkopaneelin sähköntuotanto (Finlumo 2016)

Toiseen järjestelmään tulee mitoittaa myös oma akku. Akun pitäisi kestää ainakin 2 päivää ja sekin ylimitoitetaan 50 prosenttisesti. Akun koko lasketaan tällöin $360 \text{ W} \times 2 \times 2 = 1440 \text{ Wh}$ ja $1440 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 120 \text{ Ah}$. Järjestelmälle tarvitaan näin 120 Ah akku. Akuksi valitaan Powerxonin 125 Ah huoltovapaa AGM akku (Liite 4). AGM akku on hyvä sijoittaa mökin sisälle. (Käypylehto 2014, 26-27; Aurinkopaneelikauppa 2018d.)

Kaapelin valinta on tärkeää, jotta saadaan pienet siirtohäviöt. Aurinkopaneelista tulevan kaapelin pitää olla ulkokäyttöön tarkoitettu AJMY kaapeli. Paneelista tulevan kaapelin jännitehäviö saa olla 0,5 V. Kaapelin pituudeksi on laskettu 5 metriä, jolloin kaapelissa kulkee $275 \text{ W} / 12 \text{ V} = 23 \text{ A}$:n virta. Tavoiteresistanssi kaapeliin saadaan $0,5 \text{ V} / 23 \text{ A} = 0,022 \Omega$. Kaapelin poikki pinta-ala saadaan lasketua kaavan x avulla. (Käypylehto 2014, 56–61.)

$$A = res \times I \div R \quad (1)$$

missä

<i>A</i>	on	Poikki pinta-ala [mm ²]
<i>res</i>	on	resistiivisyys kuparille [0,017Ωm]
<i>I</i>	on	kaapelin pituus [m]
<i>R</i>	on	tavoiteresistanssi [Ω]

$$A = 0,017 \Omega m \times 5 m \div 0,022 \Omega = 3,8 \text{ mm}^2$$

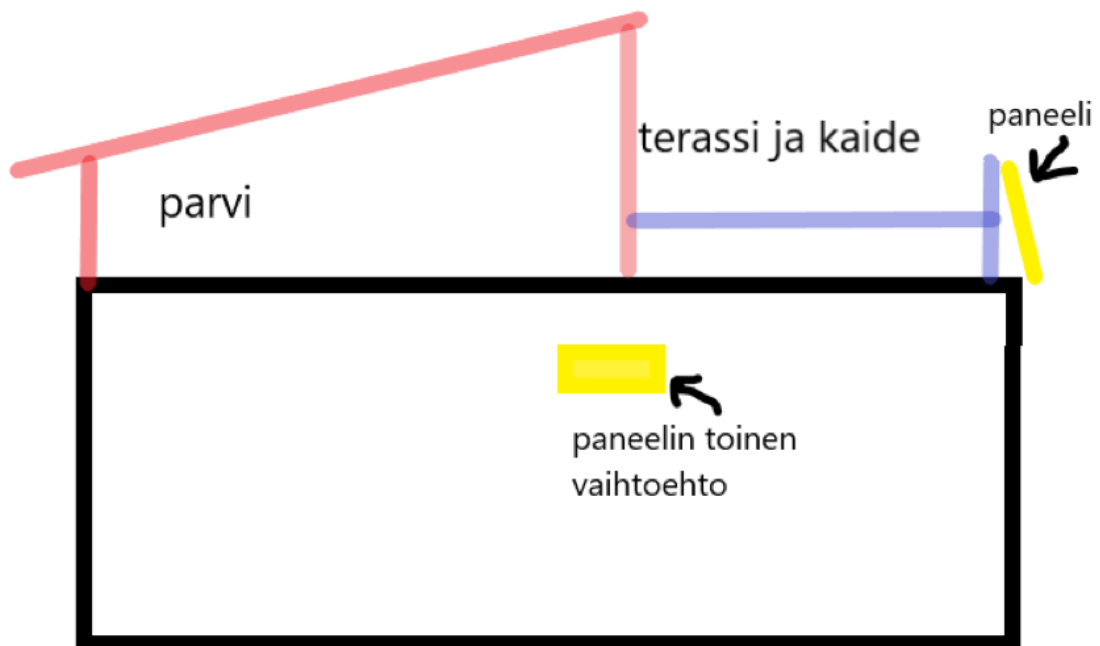
Aurinkopaneelista tuleva kaapeli on laskun mukaan 4 mm² paksu. Kun tarkistaa onko jännitehäviö 0,5 V, täytyy laskea vielä $0,017 \Omega m \times 5 m / 4 \text{ mm}^2 = 0,021 \Omega$ jännitehäviöksi saadaan näin $0,021 \Omega \times 23 \text{ A} = 0,48 \text{ V}$. 4 mm² paksu kaapeli on näin hyväksyttävä 5 metrin matkalle paneelista lataussäätimeen. Muut kaapelit lasketaan samalla tavalla ja niiden tulokset ovat taulukossa (Taulukko 7). Akku-kaapelin paksuus on suurempi, koska ohuemmassa kaapelissa ei ole hyväksyttävä jännitehäviö. (Käypylehto 2014, 57.)

Taulukko 7. Kaapelin mitoituslaskelmat

Kaapelin mitoitus	AJMY kaapeli	Akkukaapeli	Sisäkaapeli
Pituus m	5	2	20
Teho W	275	275	30
Virta A	23	23	2,5
Paksuus mm ²	4	8	4
Jännitehäviö V	0,5	0,1	0,2
Hyväsytty Häviö V	0,5	0,1	0,5

Lataussäädin huolehtii akusta ja sen ensisijainen tehtävä on estää akkua yllätautumasta. Muita ominaisuuksia lataussäätimellä on näyttää latausvirta, akun jännite, arvion akun varaustilasta, kulutusvirran ja yhteenlasketun akkuun ladatun energian. Tähän järjestelmään on valittu PWM30A- lataussäädin, jonka suurin paneeliteho on 450 W (Liite 5). Pienempikin lataussäädin riittäisi, mutta jos paneeleita halutaan lisätä myöhemmin tulevaisuudessa ei tarvitse heti ostaa uutta lataussäädintä. (Käypylehto 2014, 43; Aurinkopaneelikauppa 2018c.)

Paneelin paras sijoitus vaihtoehto kohteessa on, joko länteen kattoterassille tai luoteeseen mökin seinälle (Kuvio 4). Näihin paikkoihin aurinko säteilee parhaiten, sillä puita ei ole varjostamassa.



Kuvio 4. Karkea julkisivukuva kaakosta järveltä päin

4.1.2 Kustannusarvio

Kun aurinkopaneelit asentaa saarekejärjestelmänä eli sitä ei ole kytketty valtakunnalliseen sähköverkkoon lupia ei tarvitse hommata. Kaikki pystyy myös asentamaan itse, joten asennuskustannuksia ei ole otettu huomioon laskuissa. Järjestelmän hinta koostuu Paneeleista, akusta, varavirtalähteestä, lataussäätimestä ja

kaapeleista. Näillä hinnaksi muodostuisi 1821 euroa, joka on alle 2000 euron budjetin (Taulukko 8). Lisäksi on kuitenkin laskettu myös tarvikkeet ja sähkönkulutus laitteet, joten hinta olisi tuotteiden kanssa noin 2700 euroa.

Taulukko 8. Kustannusarvio aurinkopaneelijärjestelmästä

Kustannusarvio	€
Polaroid PS600 varavirtalähde	899
Polaroid SP100 salkkupaneeli	299
latauskaapeli	20
Paneeli 275 W monikide	149
Akku AGM 125 Ah	249
Lataussäädin	125
akkukaapeli	50
AJMY kaapeli	30
Järjestelmä	1821
lisäksi	
Tarvikkeet	140
Jääkaappi 50 L	350
LED lamput	75
LED valonauhat	100
TV	249
yhteensä	2735

4.2 Pieni tuulivoimala

Pientuulivoimala on ympäristöystävällinen ja energiatehokas omavarainen energiantuottojärjestelmä. Se sopii hyvin mökkikäyttöön sähkön tai lämmön tuottojärjestelmäksi, jos mökki sijaitsee tuulisella paikalla. Kesämökin pientuulivoimalat ovat yleensä muutaman sadan watin tehoisia. Asennuspaikka on tärkeä valittaessa tuulivoimalaa, sillä voimala tarvitsee tuulta toimiakseen. Paras paikka on avoin ja esteetön alue, jossa tuulen vauhti kiihtyy helposti. Tuulivoimala asennetaan tavallisesti 15 - 30 metriä korkeaan mastoon puuston yläpuolelle. Perustyyppinä mastolle on kolme harustettumasto, itsestään seisova putkimasto ja ristikomasto. (Eklund 2011, 4–8; Motiva 2017.)

Pientuulivoiman yleisin käyttö vapaa-ajan asunnoissa on akkujen lataus 12 voltin, 24 voltin, 48 voltin tai 230 voltin sähköjärjestelmissä. Tuulivoimalaa hankkiessa

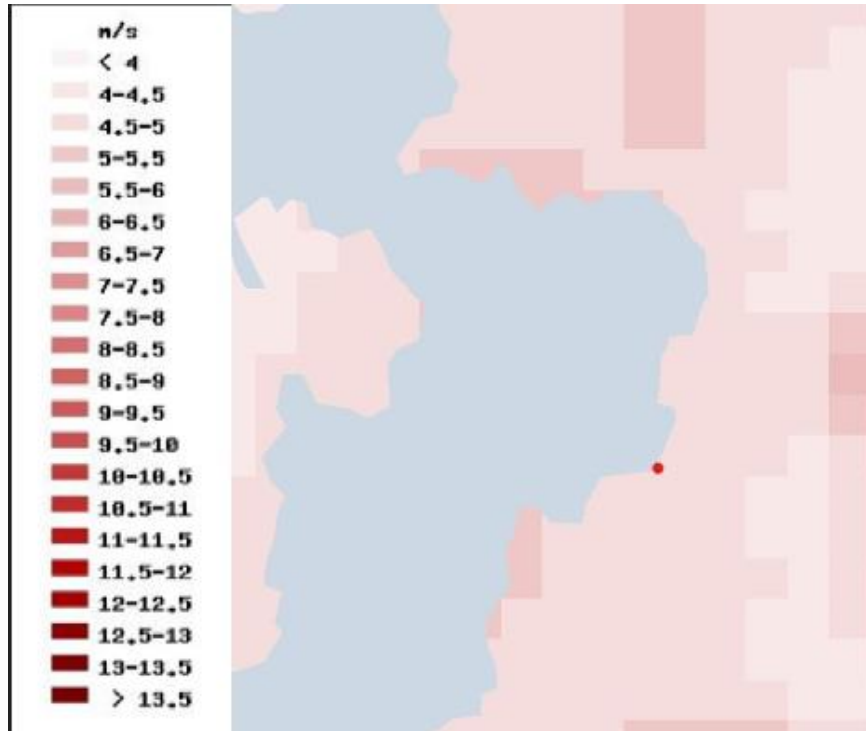
on myös hyvä kiinnittää huomiota sen tuottokäyrään. Tuottokäyrästä pystyy selvittämään paljonko voimala tuottaa tehoa eri tuulennopeuksilla. Yleisimmät tuulienopeudet ovat 4-6 m/s, joten tuottokäyrästä kannattaa tarkistaa paljon voimala tuottaa energiaa näillä nopeuksilla. (Eklund 2011, 4–8; Motiva 2017.)

Tuulivoimalan rakentamisen lupamenettely vaihtelee kunnittain. Tavallisesti kaava-alueelle vaaditaan rakennus- ja toimenpidelupa voimalanmaston korkeuden riippuen. Helpoiten lupa-asiat selviävät soittamalla oman kunnan rakennus-tarkastajalle. (Suomen tuulivoimayhdistys 2017.)

Maston ja pientuulivoimalan tulee olla mekaanisesti kestäviä. Korkealla oleva masto on altis salamaniskuille, joten on huolehdittava, että voimalasta löytyy myös asianmukainen ukkossuojaus. Voimalaa hankkiessa tuotteen pitää olla mekaanisilta, että sähköisiltä osiltaan eurooppalaiset standardit täyttävä ja CE-merkitty. (Suomen tuulivoimayhdistys 2017.)

4.2.1 Kohteen pientuulivoimajärjestelmä

Pientuulivoima saattaa kuulostaa hyvältä vaihtoehdolta syrjäisen kohteen sähköistämiseksi, mutta se ei ole aina niin yksinkertaista. On tärkeää selvittää, soveltuuko kohde tuulivoimalalla sähköistettäväksi. Kohde sijaitsee punaisen pisteen kohdalla (Kuvio 5). Suomen tuuliatlaksen mukaan Äkäsjärvellä tuulee 250 m x 250 m alueella 50 metrin korkeudella vuodessa noin 5 - 5,5 m/s (Kuvio 5). Kohteeseen ei ole kuitenkaan mahdollista tehdä niin korkeaa mastoa pientuulivoimalalle, joten realistinen tuulennopeus, mihin on mahdollista päästä, on noin 4 - 4,5 m/s. Mökille tarvitaan näin voimala, joka alkaa tuottaa sähköä mieluiten jo 2,5 m/s tuulessa. (Suomen tuuliatlas.)



Kuvio 5. Tuuliolosuhteet Äkäsjärvellä (Suomen tuuliatlas)

Kohteen sähkökäytön kulutus on maksimissaan 575 W päivässä ja tuulivoimalan pitäisi pystyä lataamaan 250 Ah akku täyteen, jotta mökille riittäisi sähkö kahdeksi päiväksi (Liite 9). Myös tuulivoimaloiden valmistajat suosittelevat asentamaan 200 Ah akuston voimalalle.

Invertteri tulisi mitoittaa yli maksimiottotehon ja koska kohteessa käytetään tv:tä, pitäisi invertterin tuottaa puhdasta siniaaltoa, joka on hyvin lähellä verkosta saatavaa sähköä. Maksimiteho mökissä on 575 W, mutta verkkosähkön tuottamiseen ei tarvitse virtaa kuin tv, led-valonauhat ja puhelimen lataaminen, joten kohteeseen riittää 375 W:n invertteri. Valitsin Siniaaltoinvertteri Victron 12V/375W, joka muuntaa sähkön 12 Voltista 230 Volttiin ja invertterin maksimiteho on 375 W (Liite 10). (Käpylehto 2014, 49; Aurinkopaneelikauppa 2018b.)

Tuulivoimalaksi olen valinnut Saaristotekniikan 300 W:n ja 12 V:n tuulivoimalan edullisen hinnan vuoksi, 2,5 m/s käynnistys nopeuden takia ja se on saanut myös hyväksytyt CE merkinnän (Liite 6). Voimalassa ei kerrota tuottokäyrää, mutta sen nimellisteho, siipien halkaisija ja käynnistymisnopeus on kerrottu, joten tehon eri tuulennopeuksille voi laskea itse. (Saaristotekniikka.com.)

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_p \cdot A \cdot V^3 \quad (2)$$

missä

P	on	teho [W]
ρ	on	ilman tiheys [kg/m ³]
C_p	on	tehokerroin
R	on	lavan pituus [m]
A	on	$\pi \times R^2$ eli pyyhkäisypinta-ala
V	on	tuulen nopeus [m/s]

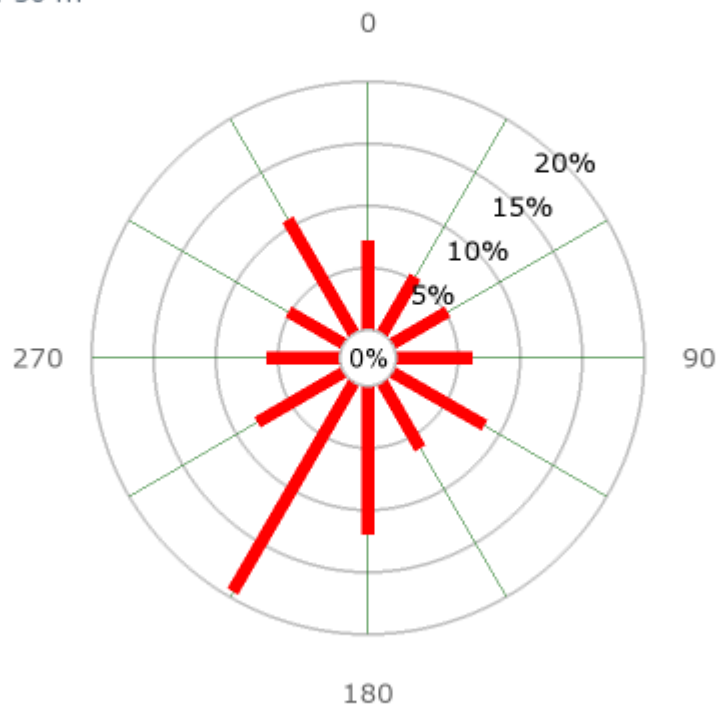
$$P = \frac{1}{2} \cdot 1,29 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,4 \cdot 1,3 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ m/s}^3 = 21,4 \text{ W}$$

Keskituulennopeus kohteessa on vuodessa noin 4 m/s jolloin voimala tuottaisi 21,4 W tehoa. Jos tuulennopeus nousee 5 m/s, voimalan tuotto kaksinkertaistuu. Tuulisimpina päivinä energian tuotto voi olla siis jopa nelinkertainen. Teoreettisesti voimala pystyisi siis lataamaan akun täyteen viiden päivän aikana, jos tuulisi koko ajan 4,5 m/s, koska $21,4 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 513 \text{ Wh} \times 5 \text{ d} = 2568 \text{ Wh} / 12 \text{ V} = 215 \text{ Ah}$. Tällöin akkuun saataisiin virtaa 2 päivän ajaksi. Koska tuulen nopeus vaihtelee, voi akut latautua nopeammin tai hitaammin. Realistisempi teho saadaan, jos lasketaan tuulen keskiarvoinen nopeus päivän ajaksi esimerkiksi 5,5 m/s. Voimala tuottaisi tällöin 5 päivän aikana vain noin 280 W. Pientuulivoimalan tehokerroin on yleensä erilaiset häviöt pois lukien n. 30-40%. (Eklund 2011, 9–11.)

Tuulivoimalan maston korkeus ja sen sijoittaminen ovat tärkeää. Maston tulee olla puita korkeammalla, jotta voimala saa tarpeeksi tuulta. Kohde on avonaisella alueella, missä on vähän puita, joten maston pituudeksi riittää 7 metriä. Maston voi sijoittaa vielä lähemmäksi järven rantaa, missä on vähän lyhyitä puita, jolloin sähkökaapelin pituus kasvaa, mutta tuuliolosuhteet paranevat. Tuuli saa myös kerättyä avonaisella alueella lisää vauhtia, jolloin voimalan tehon tuotto kasvaa. Mastoksi valitaan 7 m harustettu masto, joka on edullinen ja tontilla on riittävästi tilaa harusvajereille, joilla masto on tuettu pystyyn (Liite 7). Äkäsjärvellä tuulee tuuliruusuun mukaan eniten lounaasta (Kuvio 6). Jos voimalan asettaa mastoon kiinteästi tulee voimala suunnata lounaaseen päin, mutta yleensä voimalat asennetaan niin, että ne hakevat oikeaa tuulen suuntaa. Puita ja muita esteitä ei pitäisi olla yhtään, jolloin turbulenssi ei pääse vaikuttamaan voimalaan niin paljon. Turbulenssi eli pyörteisyys rasittaa voimalaa ja heikentää tuulen tehoa. (Eklund 2011, 5–7; Saaristotekniikka.com.)

Tuuliruusu

Paikka (WGS84): 67.82899 p, 24.09632 i
 Korkeus: 50 m
 Vuosi



Kuvio 6. Tuuliruusu (Suomen tuuliatlas)

Kaapelin mitoitus kohteeseen oikein on tärkeää, sillä siirtohäviöt pitää minimoida ja kaapelin paksuus ja pituus vaikuttavat turvallisuuteen. Kaapelin sopiva paksuus määritetään pituuden, virran ja suurimman sallitun jännitehäviön avulla. Pitkät vedot ovat hankalia, sillä niihin tarvitaan kallis ja paksu kaapeli. (Käpylehto 2014, 56–57.)

Koska tuulivoimala toimii nimellisteholtaan 12 V:n järjestelmässä, saadaan johtimen virraksi $300 \text{ W} / 12 \text{ V} = 25 \text{ A}$. Voimalasta lataussäätimelle valitaan maakaapeli, joka on 30 metriä pitkä. Maakaapeli on siistimmän näköinen tontilla, koska sitä ei näy ollenkaan. Jännitehäviö saa olla tuulivoimalasta tulevalle kaapelille 0,2 V, jos voimalassa on lataussäädin integroituna. (Käpylehto 2014, 58–60.)

Kaapelin poikkipinta-ala lasketaan kaavalla

$$\text{Poikkipinta-ala (mm}^2\text{)} = L \times I \div 16 \quad (3)$$

missä

L on kaapelin pituus [m]
 I on virta [A]

$$\text{Poikkipinta-ala (mm}^2\text{)} = L \times I \div 16 = 30 \text{ m} \times 25 \text{ A} = 47 \text{ mm}^2$$

Resistanssi saadaan näin kaavasta

$$R = \text{res} \times I \div A \quad (4)$$

missä

R on kaapelin resistanssi ohmia
 res on resistiivisyys kuparille 0,017 [Ωm]
 I on pituus metreinä [m]
 A on poikkipinta-ala [mm^2]

$$R = \text{res} \times I \div A = 0,017\Omega\text{m} \times 30\text{m} \div 47\text{mm}^2 = 0,01\Omega$$

Jännite häviön saa kaavasta

$$U = RI \quad (5)$$

missä

U on Jännite häviö [V]
 R on kaapelin resistanssi ohmia
 I on virta [A]

$$U = RI = 0,01\Omega \times 25 \text{ A} = 0,2 \text{ V}$$

Oheisessa kaavassa on laskettu Maakaapelin paksuus ja jännitehäviö. Kaikki kaapelit on mitoitettu samalla kaavalla ja niiden tulokset näkyvät taulukossa (Taulukko 9). Ainoastaan akkukaapelin ja invertterikaapelin paksuutta on kasvatettu, jotta niiden jännitehäviö olisi hyväksyttävä. Tarpeeksi paksu kaapeli on turvallinen käyttää. Laskussa ei ole otettu huomioon lämpötilavaikutusta, sillä se vaikuttaa resistanssiin ja jännitehäviöön vähän. (Käpylehto 2014, 56–61.)

Taulukko 9. Kaapelin mitoituslaskelmat

Kaapelin mitoitus	Maakaapeli	Akkukaapeli	Sisäkaapeli	Invertterikaapeli
Pituus m	30	2	20	2
Teho W	300	300	30	375
Virta A	25	25	2,5	31
Paksuus mm ²	47-50	8	4	10
Jännitehäviö V	0,2	0,1	0,2	0,1
Hyväsytty Häviö V	0,2	0,1	0,5	0,1

Puolet mökin Led-valoista ja jääkaappi saadaan kytkettyä suoraan 12 V:n järjestelmään, mihin ei tarvitse invertteriä. Lataussäätimeksi on valittu 500 W + 300 W hybridi lataussäädin. Siihen pystyy kytkemään maksimissaan 500 W:n tuulivoimalan ja 300 W:n aurinkopaneelijärjestelmän (Liite 8). 375 W:n invertteri tulee kytkeä suoraan akkuun, sillä suuritehoiset invertterit on suositeltu kiinnittämään suoraan akkuun. Led-valonauhojen, puhelimen latauksen ja tv:n katselun voi hoidtaa invertterin kautta, joka tuottaa puhdasta siniaalto sähköä. (Käpylehto 2014, 49, 56–61.)

4.2.2 Kustannusarvio

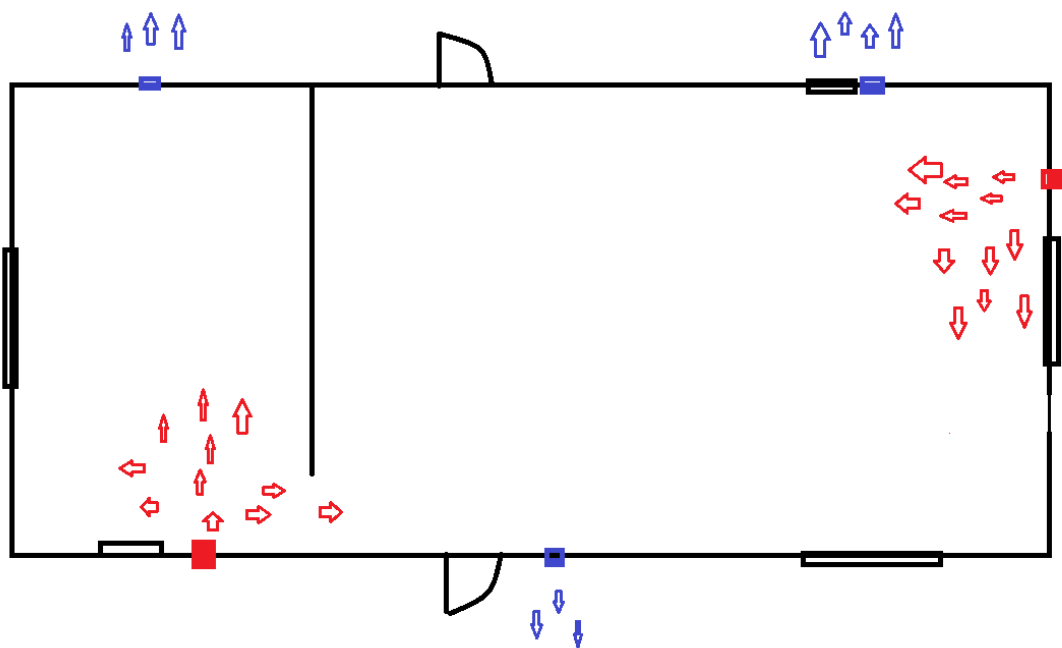
Pientuulivoimalan hinta koostuu voimalasta, mastosta, kaapeleista, akusta ja tarvikkeista. Kaiken voi asentaa itse, joten asennuskustannuksia ei tarvitse laskea. Koska kohde on syrjässä ei pientuulivoimalaan tarvitse välttämättä lupaa, mutta sen voi selvittää soittamalla kunnan rakennusvalvojalle. Jos luvat tarvitsee ne, ovat asennuslupa ja naapurin kuuleminen. Alla olevassa taulukossa on karkeasti laskettu mitä pientuulivoimala maksaisi kyseiseen kohteeseen (Taulukko 10). Budjetti on noin 2000 €, joten siitä mennään vähän yli, jos jääkaappi, valot ja tv pitää myös ostaa mökille. (Eklund 2011, 15–16.)

Taulukko 10. Pientuulivoimalan kustannusarvio

Pientuulivoimala Hinta	€
Voimala 300 W	249
lataussäädin hybridi	197
Masto 7 m+tarvikkeet	479
Akku AGM 250 ah	348
Invertteri	139
Maakaapeli 30m	240
Sisäkaapeli 50m	40
Invertterikaapeli	11
Yhteensä	1703
lisäksi	
Tarvikkeet	140
Jääkaappi 50 L	350
Led lamput	75
Tv	249
Yhteensä	2517

4.3 Aurinkopuhallin

Aurinkopuhallin eli aurinkoilmakeräin puhaltaa lämmintä ilmaa mökin sisälle. Puhaltimella voidaan parantaa mökin ilmanvaihtoa ja lisäksi se poistaa kosteutta, joka ehkäisee home- ja sienikasvuston muodostumista. Etenkin talviaikaan tuuletuksen tarve on mökissä suurimmillaan. Koska mökissä ei ole minkäänlaista ilmanvaihtoa olisi siihen hyvä asentaa 2 tai jopa 3 pientä puhallinta (Kuvio 7). Mökistä löytyy jo muutama poistoventtiili, mutta ilmanvaihto tehostuu puhaltimien avulla. (Solarventi 2018.)



Kuvio 7. Karkea pohjakuva ja puhaltimien sijoituspaikka

Kuvassa näkyy punaisella puhaltimien mahdolliset sijoituspaikat ja sinisellä poistoilmaventtiilit. Toiseen kerrokseen parvelle ei tule kuin poistoventtiili. Näin mökille saataisiin toimiva ilmanvaihto ja kosteuden poistojärjestelmä.

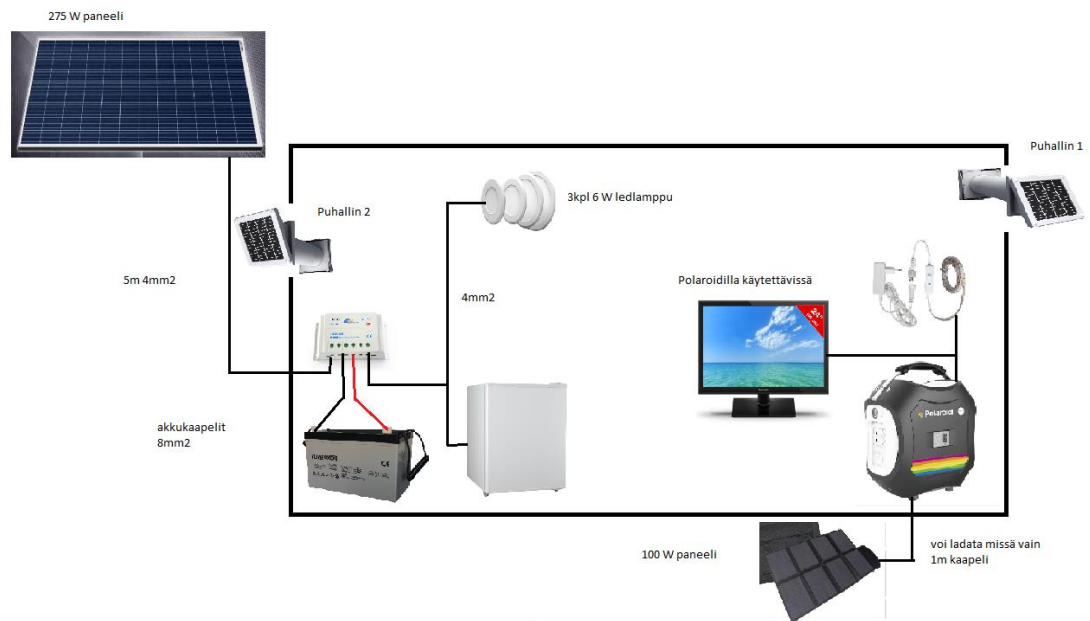
Aurinkopuhallin toimii auringon säteilyn avulla. Aurinkokenno tuottaa sähköä, joka käynnistää puhaltimen. Puhallin alkaa näin siirtää lämpimän ilman mökin sisälle. Puhallin on ympäristöystävällinen, päästötön ja se ei kuluta sähköä. Mökkiin sopii Ecovent turbo aurinkopuhallin, joka maksaa 59 € ja niitä voi ostaa useamman halvan hinnan takia. (Solarventi 2018; K-Rauta 2018.)

5 JOHTOPÄÄTÖS

Valtakunnalliseen sähköverkkoon liittyminen tulisi liian kalliiksi ottaen huomioon, että mökillä vietetään aikaa lähinnä kesällä viikonloppuisin. 8000 euron hinnalla saisi mökille pientuulivoimalan ja jopa 1,6 KW:n aurinkopaneelijärjestelmän Polaroid PS600-varavirtalähteen lisäksi. Niin suurella aurinkopaneelijärjestelmällä pystyisi toteuttamaan myös sähkölämmityksen mökkiin. Rakennuskustannukset tulisivat myös maksamaan kaapelin vetämisessä mökille, joten valtakunnalliseen sähköverkkoon liittymistä ei toteuteta.

Pientuulivoimala pystyisi tuottamaan ympärivuoden sähköä, mutta tuotto on liian pieni 300 W:n voimalalla. Äkäsjärven tuuliolosuhteet eivät ole tarpeeksi suuret, sillä isompiin pientuulivoimaloihin ei riitä tuuli ja maston korkeutta tulisi myös nostaa, jolloin investointikustannukset kasvaisivat. Voimala aiheuttaa paljon ääntä ja sitäkään omistaja ei pitänyt hyvänä asiana. Pientuulivoimalaa ei näin toteuta, mutta myöhemmin tulevaisuudessa sen voisi toteuttaa tueksi aurinkopaneelijärjestelmälle.

Aurinkopaneelijärjestelmä on paras vaihtoehto kohteeseen, sillä se on helpoin toteuttaa ja varmin sähköntuottaja mökille. Aurinkopaneeleissa on vähiten huollettavaa ja ne toimivat, kunhan aurinko paistaa. Investoinnitkin menevät vähän yli budjetista, mutta aurinkopaneelijärjestelmien hinta vähenee koko ajan. Paneeleita on tulevaisuudessa myös helppo lisätä, jos haluaa enemmän energiatuotantoa mökille. Aurinkopuhaltimet on hyvä laittaa paneeleiden lisäksi, sillä ne vähentävät mökissä kosteutta ja parantavat ilmanvaihtoa. Järjestelmän kytkentä on helppo toteuttaa itse (Kuvio 8).



Kuvio 8. Aurinkopaneelijärjestelmän kytkentä

Budjetti järjestelmälle on 2000 euroa ja laskelmien mukaan järjestelmä tulisi maksamaan puhaltimet mukaan luettuna noin 1900 euroa (Taulukko 11). Lisäksi mökkiin tarvitsee myös jääkaapin, lamput, tv:n, valonauhat ja tarvikkeet asentamiseen esimerkiksi kytkimet ja kiinnikkeet, joten hinta kasvaa noin 2900 euroon.

Taulukko 11. Valitun järjestelmän kustannusarvio

Kustannusarvio	€
Polaroid PS600 varavirtalähde	899
Polaroid SP100 salkkupaneeli	299
latauskaapeli	20
Paneeli 275 W monikide	149
Akku AGM 125 Ah	249
Lataussäädin	125
akkukaapeli	50
AJMY kaapeli	30
Järjestelmä	1821
lisäksi	
Tarvikkeet	140
Jääkaappi 50 L	350
LED lamput	75
LED valonauhat	100
TV	249
lisäksi	
Ecovent Aurinkopuhallin 2 kpl	118
yhteensä	2853

6 POHDINTA

Työssä on saatu suunniteltua sopiva vaihtoehtoinen energiantuottojärjestelmä ja aurinkopaneelit olivat alusta alkaen paras vaihtoehto kohteen sijainnin takia. Paneelit eivät vaikuta ympäristöönkään ollenkaan, sillä niille ei tarvitse tehdä isoja maanmuokkauksia ja ne ovat äänettämiä ja huomaamattomia osana rakennusta. Valtakunnalliseen sähköverkkoon liittymällä mökkiin saisi sähköt ja lämmityksen ympärivuodeksi, mutta samalla hinnalla millä verkkoon liittyminen onnistuisi saisi vaihtoehtoisella energialla tarpeeksi tehokkaan järjestelmän lämmitykseen ja sähköön. Paneeleilla tuotetusta sähköstä ei tarvitsisi maksaa itse mitään, joten 10 vuoden aikavälillä säästäisi rahaa vähintään 4000 euroa, kun sähköä ei tarvitse itse ostaa.

En ollut vielä hirveästi perehtynyt tuuli- ja aurinkoenergian käyttöön ennen tämän työn aloittamista, mutta koulussa oli sopivasti juuri kurssi menossa näihin liittyvistä energiamuodoista. Aiheesta löytyi paljon tietoa internetistä sekä kirjoista. Osa internetissä löydetyistä asioista aurinko- ja tuulivoimaan liittyen ei vaikuttanut luotettavalta, joten piti olla tarkkana miltä sivuilta otti materiaalia.

Jatkotutkimusta ei pysty paljoa työhön tekemään, ellei mökille haluta myöhemmin lisää paneeleita tai muuta vaihtoehtoisen energian laajentamista. Aurinkokeräimet lämmöntuottamiseen tai käyttöveden lämmittämiseen voisi olla mahdollinen suunnitteluaihe, jos niille tulee tarvetta tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Aurinkopaneelikauppa 2018a. 275 W aurinkopaneeli. Viitattu 6.2.2019
https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/02275.

–2018b. Victron 12V/375W. Viitattu 30.1.2019 https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/09102.

–2018c. PWM30A-lataussäädin 12V>450W / 24V>900W. Viitattu 20.2.2019
https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/%2204030%20PWM%22.

–2018d. AGM akku 125Ah. Viitattu 20.2.2019 https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/05125.

Cleverheating 2019. Kuinka lasketaan lämpöpatterin mitoitus. Viitattu 11.1.2019
<http://cleverheating.fi/kysymykset/kuinka-lasketaan-lampopatterin-mitoitus/>.

Eklund, E. 2011. Joka miehen opas pientuulivoiman käyttöön. Viitattu 21.1.2019
http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/759-Joka_miehen_opas_motiva.pdf.

Finlumo 2016. Aurinkopaneelit mökille. Viitattu 11.2.2019 <http://www.finlumo.fi/aurinkopaneelit-mokille/>.

Google Maps. Soukantie 431–479. Viitattu 1.3.2019
<https://www.google.com/maps/@67.8232759,24.1606381,694m/data=!3m1!1e3>

Ilmalämpöpumppu 2019. Tietoa. Viitattu 14.1.2019 <https://www.ilmalampopumppu.fi/tietoa/>.

Ilmatieteenlaitos 2018. Havaintojen lataus. Viitattu 21.1.2019 <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>.

K-Rauta 2018. Aurinkopuhallin Ecovent turbo 100 valkoinen. Viitattu 8.2.2019
<https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/aurinkopuhallin-ecovent-turbo-100-valkoinen>.

Käpylehto J. 2014. Mökille sähköt auringosta & tuulesta. Helsinki: Into Kustannus Oy.

Motiva 2017. Pientuulivoima. Viitattu 21.1.2019 https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/pientuulivoima.

Motiva 2018. Auringon säteilyn määrä Suomessa. Viitattu 21.1.2019
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa.

Muonion sähköosuuskunta 2019. Sähköliittymä. Viitattu 10.1.2019
<http://www.muonionsahkoosuuskunta.fi/sahkoliittyma>.

Pekonen, A. 2019. Liittymismaksu asiaa Soukantie 431-479. teemu.rauhala2@edu.lapinamk.fi 9.1.2019. Tulostettu 11.2.2019.

Polaroid Energy Systems 2018a. Mobile Solar paneele. Viitattu 6.2.2019
<https://www.polaroidenergystorage.com/en/mobile-solar-paneele/>.

– 2018b. Polaroid PS600. Viitattu 6.2.2019 <https://www.polaroidenergystorage.com/en/polaroid-ps600/>.

Rintala, M. & Joutsenvaara, J. 2016. Arktisen aurinkosähkön hyödyntämisen opas. Viitattu 19.2.2019 <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=347cc825-8bac-45c1-a3fb-54d40a52465e>.

Saaristotekniikka.com. Tuulivoimala 12 volt. Viitattu 19.2.2019 <http://verkkokauppa.saaristotekniikka.com/product/190/300w-tuulivoimala-12-volt>.

Saaristotekniikka.com. Tuulivoimalan masto 4-7 m + asennustarvikkeet. Viitattu 19.2.2019 <http://verkkokauppa.saaristotekniikka.com/product/130/tuulivoimalan-masto-4-7-m--asennustarvikkeet>.

Solarventi 2018. Etusivu. Viitattu 8.2.2019 <https://solarventi.fi/fi/>.

Suomen tuuliatlas. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 19.2.2019 <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>.

Suomen tuulivoimayhdistys 2017. Tietoa pientuulivoimalan ostajalle. Viitattu 21.1.2019 <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima/tietoa-pientuulivoimalan-ostajalle>.

Vattenfall 2018. Sähkölaitteiden energiakulutus. Viitattu 22.1.2019
<https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/sahkolaitteiden-energiakulutus/>.

LIITTEET

- Liite 1. Polaroid PS600 varavirtalähde
- Liite 2. Polaroid SP100 -aurinkopaneelisalkku
- Liite 3. 275W aurinkopaneeli Amerisolar
- Liite 4. AGM Akku 125Ah
- Liite 5. PWM30A-lataussäädin 12V>450W / 24V>900W
- Liite 6. 300W tuulivoimala 12 volt
- Liite 7. Tuulivoimalan masto 4-7m + asennustarvikkeet
- Liite 8. Tuulivoimalan hybridi lataussäädin 500W+300W LCD
- Liite 9. AGM Akku 250 Ah
- Liite 10. Victron Invertteri 12V/375W
- Liite 11. Aurinkosähköjääkaappi 50L 12V
- Liite 12. Thin Led venelamppu, 12V paneelivalaisin
- Liite 13. Ecovent Aurinkopuhallin

Liite 1. Polaroid PS600 varavirtalähde

Polaroid PS600 -varavirtalähde

★★★★★ [Ei arosteluja](#) [Kirjoita ensimmäinen arvostelu!](#)[Suurena kuva](#)

- 230 V sisäänrakennettu invertteri
- Täydellinen mökille

Hinta (alv 24 % / 0 %)

899,90

48,00/kk (24 kk) *

Lähetettävissä: n. 11-18 pv

[Lisää ostoskoriin](#)

Toimitus postinumeroon 00220

Perillä arv. ti 26.2. – ke 6.3.

Toimituskulut alk. 2,90 €

Myymläsaatavuus

Valitse myymälää

[Esittely](#)[Lisätiedot](#)[Arvostelut](#)[Kysymykset](#) 2[Hintapuntari](#)

Polaroid PS600 on tuotteesi, jos tarvitset mukana kannettavaa latausta kunnon kapasiteetilla esimerkiksi valokuvaamiseen, päiväretkille, eräilyyn, telttailuun, veneilyyn, karavaanaritoimintaan tai vaikkapa messuille. Tällä kannettavalla latausasemalla lataat esimerkiksi kannettavan tietokoneen jopa 10 kertaa tai älypuhelimien jopa 100 kertaa! Mikäli löydät itsesi jatkuvasti tilanteesta, jossa olet vailla virtaa, niin tämä tehokas virtalähde on kullanarvoinen tuote. PS600 on Yhteensopiva Polaroid SP100 aurinkopaneelin kanssa, eli voit ladata akkuja samalla kun käytät virtaa laitteesta. Laitteessa on näyttö, joka näyttää sisään tulevan ja ulos lähtevän sähkön määrän sekä akun varaustilanteen reaaliajassa.

Polaroid PS600 lataa tai antaa sähköä lähes mille tahansa. Siihen voi kytkeä kaikki alle 300W virrankulutusta tarvitsevat sähkölaitteet. PS600 soveltuu esimerkiksi kannettavalle tietokoneelle, televisiolle, minijäakaapille, työmaavaloille, järjestelmäkameralle ja akkuporakoneelle. Luontokuvaajille ja drone-kopterin lennättäjille tämä tuote on kuin tehty.

PS600 on viisi kertaa kevyempi kuin perinteinen lyijyakku, joten se kulkee mukana. Laite on tehokas, mutta hiljainen ja siinä on tarpeeksi latausportteja lataamaan useaa laitetta samanaikaisesti. Halusitpa sähköistää laitteesi reissun päällä tai varautua sähkökatkoksiin, PS600 ei jätä pulaan!

Tekniset tiedot

[Kopioi linkki](#)

Tuotenumero: 69225

Valmistaja: [Polaroid](#)


Valm. tuote: PS600

[Linkki valmistajan kotisivulle](#)

Liite 2. Polaroid SP100 -aurinkopaneelisalkku

Polaroid SP100 -aurinkopaneelisalkku

★★★★★ [Ei arvosteluja](#) [Kirjoita ensimmäinen arvostelu!](#)



- Maksimiteho 100W
- Toimii 18V sekä 36V jännitteellä
- Mitat taitettuna: 360 x 295 x 40 mm
- Paino: 4,2 kg

Hinta: (alv 24 % / 0 %)

299,90

19,00/kk (23 kk) *

• Lähetettävissä: n. 12-15 pv

[Lisää ostoskoriin](#)

Toimitus postinumeroon 00220

Perillä arv. ke 27.2. – ma 4.3.

Toimituskulut alk. 2,90 €

Myymläsaatavuus

Valitse myymälä

[Suurena kuva](#)

[Esittely](#)
[Lisätiedot](#)
[Arvostelut](#)
[Kysymykset](#)
[Hintapuntari](#)

Kätevä ja korkealaatuinen aurinkopaneelisalkku Polaroid PS600 ja PS300 -akkujen lataamista varten.

Tekniset tiedot:

- Maksimiteho 100W
- Aurinkopaneelien tehot: 8 x 12.5W
- Toimii 18V sekä 36V jännitteellä
- 1m kaapeli
- Mitat taitettuna: 360 x 295 x 40 mm
- Mitat avattuna: 1350 x 720 x 4 mm
- Paino: 4,2 kg
- Yhteensopiva Polaroid PS600 ja PS300 akkujen kanssa
- Yhteensopiva kaikkien 18V laitteiden kanssa

[Kopioi linkki](#)

Tuotenumero: 67471

Valmistaja: [Polaroid](#)

Valm. tuote: SP100


[Linkki valmistajan kotisivulle](#)

Liite 3. 275W aurinkopaneeli Amerisolar



275W aurinkopaneeli Amerisolar

Tuotenro: 02275

 Varastossa

149,00 €

mash

OSOMAKSU
Alkaen 11,46 €/kk.

mash

OSOMAKSU
14 päivää korotonta maksuaikaa.

Laskutuslisä 0 €.

1



Lisää koriin

Mahdolliset toimitustavat: Nouto, Kuljetus perille, Matkahuolto

Kuvaus Tekniset tiedot

275W monikiteinen aurinkopaneeli on varma sähköntuottaja. Se täyttää kaikki lumikuormavaatimukset myös Suomessa. Amerisolar on yksi laadukkaimmista aurinkopaneeleista, joita olemme toimittaneet VTT:lle, Vaasan Sähkölle, YIT:lle, Keskolle, ym. vaativille asiakkaille. Kelpaa varmaan sullekin! Koska tänä vuonna toimittamiemme aurinkovoimaloiden yhteenlaskettu teho ylitti 1MW:n, niin tarjoamme loput paneelit nettohintaan. Minimi määrä on 26kpl, koska se on valmiiksi pakattu määrä, mutta toki määrää voi lisätä.

Liite 4. AGM Akku 125Ah



AGM Akku 125Ah

Tuotenro: 05125

Varastossa

249,00 €

 osamaksu

 Alkaen 16,53 €/kk.

 talletus
14 päivää korotonta maksuaikaa.
Laskutuslisä 0 €.

1

+

-

Lisää koriin



Kuvaus

AGM akku kestää monta kertaa enemmän lataus- ja purkamiskertoja kuin tavallinen akku. AGM akku on erittäin turvallinen, sillä raaka rikkihappo on sidottu sen lyijylevyjen väleissä sijaitsevaan lasivillaan. Siksi AGM-akku on täysin huoltovapaa ja vuotamaton, joten se voidaan asentaa vaikka mökin sisälle. Suosittelemme kuitenkin akun asentamista ulos tai mökin alle sellaiseen paikkaan johon aurinko ei paista. Akun toimintaan vaikuttaa nimittäin myös käyttölämpötilä. Korkea lämpötilä vähentää tuntuvasti akun ikää. Paras paikka on kellarit, tai vaikka maakuoppa. Tasainen viileä lämpötila on siis paras.

Liite 5.PWM30A-lataussäädin 12V>450W / 24V>900W

PWM30A-lataussäädin 12V>450W /
24V>900W

Tuotenro: 04030 PWM

Varastossa

~~150,00€~~

125,00 €

Alo

mash

osittain

Alkaen 10,24 €/kk.

mash

14 päivää korotonta maksuaikaa.

Laskutuslisä 0 €.

1

Lisää koriin



Kuvaus Tekniset tiedot

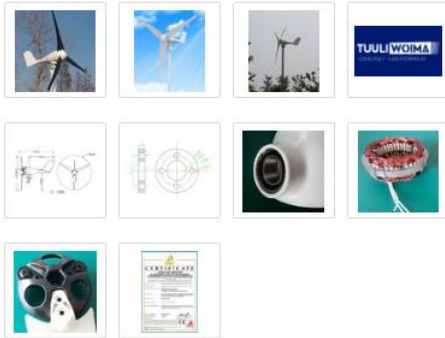
Suurin paneeliteho 12 voltin järjestelmissä 450W ja 24 voltin 900W. Automaattinen akkujännitteen valinta (12/24V). Lataussäätimeen voidaan liittää myös MT50-lisänyttö. Akkutyyppin valinta.

[RoHS](#)

Liite 6. 300W tuulivoimala 12 volt



300W tuulivoimala 12 volt

**300W tuulivoimala 12 volt**

Hinta Alkaen 249,00€

Edullinen pieni 300W ja 12 voltinen tuulivoimala esimerkiksi mökille sähköä tuottamaan.

VALITTAVISSA MYÖS 5- SIIPINEN MALLI. Käynnistyy paremmin kevyessä tuulessa.

OMINAISUUDET

- Pieni käynnistysnopeus
- Helppo asennus
- Siivet tarkkuusruiskuvalua.
- Optimaalinen aerodynaaminen rakenne joka parantaa vuotuista tuotantoa.
- Runko valettua alumiiniä
- Tuplat kuulalaakerit, joten se selviää tuulesta paremmin ja pyörii turvallisemmin.
- Patetoitu kestopaneetti AC-generaattori

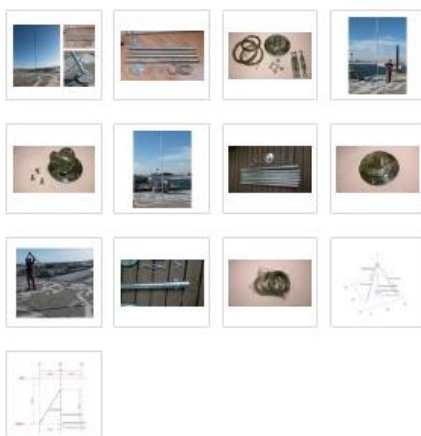
TEKNISET TIEDOT

- Nimellisteho 300W
- Suurin teho 330 W (laskennallinen teoreettinen maksimi)
- Nimellisjännite 12 Volttia
- Käynnistys tuulen nopeus 2,5 m / s
- Optimaalinen tuulen nopeus 11 m / s
- Selviytyminen tuulennopeus 45 m / s
- Nettopaino 7 kg
- Siipien halkaisija 1,3 m
- Siipien lukumäärä 3 kpl tai 5 kpl (valitse alla)
- Siipien materiaali: Nylon /kuitu

Liite 7. Tuulivoimalan masto 4-7m + asennustarvikkeet



Masto lisävarusteena



Tuulivoimalan masto 4-7 m + asennustarvikkeet

Hinta 290,00 €

Masto on helppo ja yksinkertainen pystyttää.

Masto sopii pienille kevyille ja alle 600W tuulivoimaloille.

Suopii suoraan 500W voimalalle. Muut mallit tarvitsevat sovitteen.

Asennuspaketti sisältää kaikki tarvittavat osat.

Masto on myös helppo taittaa esim. talveksi alas vain 4 ruuvia löysäämällä.

Tekniset tiedot:

- paino: noin 13 kg. (4 m masto)
- Ulkohalkaisija 42 mm
- Sisähalkaisija 37 mm
- Kokonaispituus 4, 5, 6 tai 7 m
- Galvanoitua teräsputkea

Toimituksen sisältö:

4 metrin mastopakettin sisältö:

- maston saranajalka
- 4 kpl 1 m mastonputkia (valinnan mukaan)
- 3 kpl 5 m galv. vaijerit Ø 3mm. max. Kuorma 759 kg
- 3 kpl vanttiruveja
- 6 kpl vaijerilukkoja

5-7 metrin mastopakettin sisältö:

- maston saranajalka
- 5-7 kpl 1 m mastonputkia (valinnan mukaan)
- maston keskiharuskiinnike
- 3 kpl 5 m galv. vaijerit Ø 3mm. max. Kuorma 759 kg
- 3 kpl 10 m galv. vaijerit Ø 3mm. max. Kuorma 759 kg
- 6 kpl vanttiruveja
- 12 kpl vaijerilukkoja

Liite 8.Tuulivoimalan hybridi lataussäädin 500W+300W LCD



Tuulivoimala hybridi lataussäädin 500W+300W LCD



Tuulivoimala hybridi lataussäädin 500W+300W LCD

Hinta 197,00 € ~~269,00€~~

Saapuu varastoon 02/2019

Tuulivoimala maks. 500W (24 Volt 600W)

Aurinkopaneelit maks. 300W (24 volt 400W)

Ominaisuuudet:

- Älykäs latauksen ohjaus, vakaa suorituskyky, turvallinen ja luotettava tuote.
- Pikalataustoiminto (voidaan muokata).
- Tehokas PWM lataussäädin
- LCD-näyttö jossa akun jännite ja virta.
- Digitaalinen älykäs ohjaus.
- CE hyväksytyt

Tekniset tiedot:

- Väri: Musta
- Materiaali: Aluminiseos
- Järjestelmä Jännite: 12V / 24V (automaattinen tunnistus)
- Aurinkosähkö Paneelit Virta: 300W max. (24 volt 400W)
- Tuulivoimala maks. Teho: 500W (24 volt 600W)
- Lämpötilakompensointi: -48mV / °C
- Ohjaustyyppi: PWM
- Näyttö : Jännite, lataus Sähkövirta, Akuston jännite
- Näyttö: LCD
- Suojaus Tyyppi: salamasuojaus, yllalataussuojaus, Akkusuojaus, väärä napaisuus suojaus, ylijännitesuojat, automaattinen jarru, ylikuorma jne
- sisäänrakennettu Jäähdytin
- Käyttöämpötila: -25 °C ~ + 55 °C
- Ympäristö Kosteus: 0 ~ 90%, ei tiivistymistä
- Koko: n. 165 * 140 * 64 mm (L * W * H)
- Paino: n. 1112.7g
- Paketin koko: n. 18,5 * 17 * 9cm
- Pakkauksen paino: n. 1209g

Liite 9. AGM Akku 250 Ah



MBAT AGM

**250 Ah MBAT AGM Multipurpose CML200**

Hinta 348,00 € 390,00 €

AGM Multipurpose akku on suunniteltu luotettavaksi ja turvalliseksi energiavarastoksi uusiutuvaa energiaa hyödyntävissä tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmissä.

12 Volt / 250Ah/C100, 220Ah/C20. 185Ah/C5

- Mitat: 513×276×242 (P x L x K)
- Paino 61 kg
- Takuu 12 kk

Rahti 50-100€ Kysy rahdista lisää info@saaristopalvelut.com

TILAUSTUOTE. Toimitusaika noin 3-7 päivää

MBAT AGM AKUT

- 100% valumattomia, soveltuvat erityisesti sisäkäyttöön
- yli 400 latausykliä 75% purkaussyvyydestä
- erittäin pitkä käyttöikä
- täysin huoltovapaa
- käytön luotettavuus ja turvallinen käsittely

AGM Multipurpose akkujen käyttökohteita:

Asumis- ja majoitussovellukset

- Vapaa-ajan asunnot, asuntoautot ja -vaunut

Kevyet teolliset sovellukset

- Aurinko- ja tuulivoimalat, pienet ja keskikokoiset teolliset aurinkosähköjärjestelmät
- Trukit, saksinostimet, pesulaitteet

Tietoliikenne

- Langattomat hätäpuhelinjärjestelmät, UPS-varvoimajärjestelmät

Valaistus

- Aurinkosähköllä toimivat katuvalot

Vapaa-aika ja veneily

- Veneet, huvijahdit, golfkärryt, ruohonleikkurit

Hyötyajoneuvot

- Sähköajoneuvot, linja-autot, taksit, ambulanssit

Liite 10.Victron Invertteri 12V/375W



Victron invertteri 12V/375W

Tuotenro: 09102

Varastossa

~~155,00€~~**139,00 €****mash**

maksu

Alkaen 10,95 €/kk.

mash

lasku

14 päivää korotonta maksuaikaa.

Laskutuslisa 0 €.

1



Lisää koriin

Alo



Kuvaus

Tekniset tiedot

Liite 11. Aurinkosähköjääkaappi 50L 12V

energialuokka
A++



Kuvaus

Kompressorijääkaappi CoolXon 50.
Tilavuus: 50 L
Pakastinlokero: Ei
Mitat: 460x490x505 (LxSxK)
Paino: 30 kg
Kulutus: 20 Ah/vrk
Väri: Valkoinen

Moni on ajatellut laittaa normaalin jääkaapin invertterin avulla 12 voltin mökkisysteemiin. Ensinnäkin induktiivinen kuorma vaatii melkein kolminkertaisen invertterin. Induktiivinen kuorma tarkoittaa moottoreita ja loisteputkia, jotka vievät hirveästi sähköä käynnistysvaiheessa. 100W:n jääkaappi käynnistyy häidin tuskin 300W:n invertterillä. Toiseksi, inverttereiden hyötysuhde ilmoitetaan täydellä kuormalla, eli jos otetaan 20% maksimi tehosta niin hyötysuhde voi olla alle 50%. Kolmanneksi, jääkaappi käy 30% ajasta ja 70% invertteri kuluttaa tyhjäkäyntivirtana melkoisen määrän sähköä ihan turhaan. Eli vaikka 12 voltin jääkaappi maksaa kolmekertaa tavallisen jääkaapin verran, kuten kaasujääkaappikin se on investoinnin arvoinen. Niin ja ne monitoimikaapit, jotka toimivat kaasulla, 230voltilla ja 12voltilla, eivät sovellu kymmenkertaisen energiakulutuksen vuoksi ollenkaan aurinkosähköjärjestelmiin. Sinun on siis hankittava oikea 12 voltin kompressorijääkaappi ja sen saat tietenkin meiltä. Tässä on nyt hyvä 50 litrainen jääkaappi, laitetaanko tulemaan? Toimitus MH.

Aurinkosähköjääkaappi 50L 12 voltia

Tuotenumero: 10050-0001

Varastossa

450,00 €
350,00 €

mash
OSAYTÄYTTÄMÄ
Alkaen 21,65 €/kk.

mash
14 päivää korotonta maksuaikaa.
Laskutuslisä 0 €.

Pakastelokero

1

Mahdolliset toimitustavat: Kuljetus perille, Matkahuolto

Liite 12. Thin Led venelamppu, 12V paneelivalaisin

Thin led venelamppu, 12V paneelivalaisin

Tuotenumro: 07002

Varastossa



alkaan 19,00 €

mash
 osamaksu
 Alkaen 10.45 €/kk.

mash
 14 päivää korotonta maksuaikaa.
 Laskutuslisä 0 €.


Kuvaus

Erittäin ohut led-paneelivalaisin. Värilämpötila on miellyttävä (valkoinen) 4000K, siltä juuri markkinoille tullut 12 voltin valaisin on erittäin valovoimainen. Soveltuu erityisesti veneisiin, asuntoautoihin ja mökeille. Voidaan käyttää myös kotona led-muuntajan avulla. Ruuvi- tai tarrakiinnitys helpottaa asennusta ja mahdollistaa käytön myös matalissa kohteissa. Himmennettävissä!

Valinta: Thin led venelamppu, 12V paneelivalaisin

Tuotenumro	Koko	Tila	Hinta	
Led-valaisin Thin 12V-0001	4W, 94mm		19,00 €	1 Lisää koriin
Led-valaisin Thin 12V-0002	6W 118mm		25,00 €	1 Lisää koriin
Led-valaisin Thin 12V-0003	8W 165mm		34,00 €	1 Lisää koriin
Led-valaisin Thin 12V-0004	10W 215mm		39,00 €	1 Lisää koriin

Liite 13. Ecovent Aurinkopuhallin

**AURINKOPUHALLIN ECOVENT TURBO
100 VALKOINEN**

Tuotenumero: 500836265 EAN: 6405422822348

Aurinkopuhallin ja raitisilmaventtiili, joka toimii auringonvalolla. Tuulettaa ja raikastaa ilmaa. Sopii mm. mökille.

59⁰⁰ € / kpl

● Saatavilla verkkokaupassa