

Sami Hantula

PIENTALOT UUSIUTUVALLA ENERGIALLA

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2018

PIENTALOT UUSIUTUVALLA ENERGIALLA

Hantula, Sami
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2018
Sivumäärä: 27
Liitteitä: 9

Asiasanat: uusiutuva energia, sähkösuunnitelma, ekologinen pientalo

Tässä työssä tutkittiin uusiutuvalla energialla toimivan n. 40-50:n neliön kokoisen pientalon käytännöllisyyttä, kartoitettiin mahdollisuuksia ja niiden käytännöllisyyttä sekä selvitettiin energiankulutusta ja tuottotarvetta.

Työssä laadittiin selvitysten pohjalta sähkösuunnitelma, määriteltiin sopivan kokoinen uusiutuvia energiamuotoja käyttävä sähköä tuottava järjestelmä sekä mitoitettiin akusto energian tarpeen mukaan.

Työn tavoitteena on mallintaa toimiva uusiutuvalla energialla pyörivä kotitalous ottaen huomioon nyky-yhteiskunnan mahdollisuudet ja haasteet.

SMALL HOUSES WITH RENEWABLE ENERGY

Hantula, Sami
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in electrical engineering
June 2018
Number of pages: 27
Appendices: 9

Keywords: renewable energy, electrical planning, ecological small house

This study researched the practicality of renewable energy powered 40-50 sq.meter small house, charted the opportunities and viability of those opportunities, calculated the energy consumption and production needs.

In this study electrical plan was made according the results of previous research. Renewable energy producing system was defined as well as battery system was sized according energy consumption.

The goal of the study was to model modern household that offers modern society's opportunities as well as meet the challenges, functioning with renewable energy.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	UUSIUTUVAN ENERGIAN LÄHTEET	7
2.1	Kehitys Suomessa	7
2.2	Kehitys Euroopassa.....	8
2.3	Aurinkovoima Suomessa	9
2.3.1	Mitä on aurinkoenergia?.....	9
2.3.2	Tuotantopotentiaali.....	10
2.4	Tuulivoima.....	12
2.4.1	Mitä on tuulivoima?	12
2.4.2	Tuulivoima Suomessa	14
2.4.3	Sijainnin merkitys.....	15
2.5	Uusiutuvan energianlähteet kotitalouksissa.....	15
3	KODINKONEET JA KULUTUKSEN ARVIOINTI.....	17
3.1	Muut kuormat.....	17
3.1.1	Lämmitysjärjestelmä	18
4	PIIRUSTUKSET	19
4.1	Pohjapiirustus.....	19
4.2	Sähkösuunnitelma	20
5	TUOTTOTARVE JA AKKUKAPASITEETTI.....	21
6	KUSTANNUKSET	23
6.1	Takaisinmaksuaika ja vertailut	24
7	JOHTOPÄÄTÖS.....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET	

LYHENNELUETTELO

W - Watti

kW - kilowatti

MW - megawatti

Wh - wattitunti

kWh - kilowattitunti

MWh - megawattitunti

TWh - terawattitunti

Ah - ampeeritunti

m/s – metriä sekunnissa

e - euroa

toe - öljykvivalenttitonni

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia sähkösuunnitelma vapaa-ajan asuntoa varten. Talon tulee lähtökohtaisesti toimia uusiutuvalla energialla ja työssä selvitetään sopivimmat uusiutuvan energianmuodot talon kuormia varten, sekä mitoitetaan ne oikean kokoisiksi. Talossa on lähtökohtaisesti kaikki mitä tavalliselta omakotitalolta voidaan odottaa ja kohteen tulee voida pyörittää näitä kuormia. Käyttöajankohtana on suunnitelmassa touko-elokuu välinen aika. Huomiota kiinnitetään erityisesti erivaihtoehtojen kustannuksiin ja käytännöllisyyteen kohteessa.

Työssä suoritetaan kustannus ja kannattavuusvertailu kolmen eri vaihtoehdon välillä, jotka ovat, talo puulämmityksellä ja talo sähkölämmityksellä uusiutuvaa energiaa käyttäen, sekä talo sähköliittymällä uusiutuvaa energiaa hyödyntämättä. Kohteeksi luodaan kuvitteellinen 50 neliön asunto johon laaditaan pohjapiirustus hyödyntäen verkosta löytyvää Homestyler sivustoa. Lisäksi työssä hyödynnetään CADS-electric ohjelmistoa sekä mökkilaskuria kuormien ja energiantuottotarpeen määrittämiseen.

2 UUSIUTUVAN ENERGIAN LÄHTEET

2.1 Kehitys Suomessa

Uusiutuvan energian merkitys nyky-yhteiskunnalle on hyvin suuri. Ilmansaasteet ja ilmastonmuutos, sekä näistä johtuvien peruuttamattomien uhkien realisoituminen on saanut valtiot ja yritykset investoimaan yhä enemmän uusiutuvien energiamuotojen käyttöön ottamiseksi sekä niiden tuomiseen kaikkien ulottuville. Lisäksi ympäristö ja päästö määräykset ovat tiukentuneet jatkuvasti ja niitä valvovat tahot ovat kehittyneet sekä tulleet tehokkaammiksi. Saasteisilla alueilla asuvat ihmiset ovat kyllästyneet asioiden nykytilaan joka puolestaan lisää painetta valtiolle standardien kehittämiseen sekä saasteiden ehkäisyyn ja valvontaan.

Fossiilisten polttoaineiden tukeminen on vähentynyt ja niiden verotus koventuu koko ajan. Tällä hetkellä uusiutuvien energiamuotojen tuki on toistaiseksi vain murto-osa siitä mitä fossiiliset polttoaineet saavat tukea, mutta tilanne kehittyy jatkuvasti päinvastaiseen suuntaan. Vuonna 2013 Suomessa ympäristölle haitallisia energiamuotoja tuettiin Ympäristöministerin tiedotteen mukaan lähes kolmen miljardin euron edestä muun muassa energia-, liikenne ja maataloussektoreilla ja ne ilmenevät epäsuorina verotuksina. Tämä kasvattaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä, joilla on merkittäviä vaikutuksia vesistöihin, ilman laatuun sekä luonnon monipuolisuuteen. (valtioneuvoston www-sivut, 2013.)

Energiatehokkuus otetaan nykyään huomioon käytännössä lähes joka tuotteen suunnittelussa. Kaikilla kodinkoneilla on nykyään energiankulutus luokitus ja myös talojen energiatehokkuus tulee määritellä 1980 jälkeen käyttöön otetuilla rakennuksilla.

Autojen päästöt ovat vähentyneet ja niille on asetettu tarkat päästörajat. Sähkö- ja hybridiautojen suosio on kasvussa sekä niille on annettu merkittäviä vero alennuksia ja hankintakustannuksista saa alennusta. Suomen valtio myöntää 1000e romutuspalkkion vanhan kriteerit täyttävät auton romuttamisesta, jos tilalle ollaan ostamassa uutta vähäpäästöistä autoa. Hallituksen esityksen HE 156/2017 vp mukaan täyssähköautoille

on tullut, jopa 2000e hankintatuki, joka on voimassa vuoden 2021 marraskuun loppuun asti. (eduskunnan www-sivut, 2017.)

2.2 Kehitys Euroopassa

Valtiot ovat alkaneet luona kansainvälisiä päästöstandardeja sekä sopineet merkittävistä päästövähennyksistä, esimerkkinä tällaisesta mainittakoon Pariisin ilmastopöytäkirja, jonka mukaan valtiot ryhtyvät toimenpiteisiin jolla ilmastonlämpeneminen saadaan pysymään korkeintaan 1,5 celsius asteessa.

	Primary production (thousand toe)		Share of total, 2015 (%)				
	2005	2015	Biomass & waste	Hydropower	Wind energy	Solar energy	Geothermal
EU-28	119 878.7	205 043.2	63.5	14.3	12.7	6.4	3.2
Belgium	874.8	2 958.6	73.1	0.9	16.2	9.7	0.1
Bulgaria	1 123.8	2 032.6	61.3	23.9	6.1	6.9	1.6
Czech Republic	2 274.1	4 279.3	90.3	3.6	1.2	5.0	0.0
Denmark	2 513.8	3 528.4	63.0	0.0	34.4	2.4	0.1
Germany	16 850.5	38 886.1	67.5	4.2	17.5	10.3	0.5
Estonia	692.2	1 286.3	95.0	0.2	4.8	0.0	0.0
Ireland	366.1	980.7	34.0	7.1	57.6	1.3	0.0
Greece	1 643.4	2 640.7	44.6	19.9	15.0	20.1	0.4
Spain	8 397.7	16 873.5	41.5	14.3	25.1	18.9	0.1
France	15 728.2	21 416.9	65.0	21.9	8.5	3.4	1.0
Croatia	1 855.4	2 227.6	71.1	24.7	3.1	0.7	0.5
Italy	13 328.5	23 563.9	45.6	16.6	5.4	9.2	23.2
Cyprus	47.7	118.0	15.8	0.0	16.1	66.8	1.4
Latvia	1 853.8	2 330.1	92.6	6.9	0.5	0.0	0.0
Lithuania	899.8	1 466.1	92.7	2.0	4.7	0.4	0.1
Luxembourg	71.6	113.0	75.2	7.5	7.8	9.6	0.0
Hungary	1 189.1	3 239.9	93.6	0.6	1.8	0.7	3.3
Malta	0.5	14.8	16.9	0.0	0.0	83.1	0.0
Netherlands	1 970.1	4 810.4	82.6	0.2	13.5	2.6	1.2
Austria	7 078.7	9 303.3	58.1	34.2	4.5	2.9	0.4
Poland	4 549.4	8 635.2	86.5	1.8	10.8	0.6	0.3
Portugal	3 474.7	5 182.1	59.9	14.4	19.3	2.9	3.6
Romania	4 984.2	5 935.0	62.3	24.1	10.2	2.9	0.5
Slovenia	773.9	1 025.6	60.4	31.9	0.0	3.4	4.2
Slovakia	861.0	1 591.6	75.6	20.9	0.0	3.1	0.4
Finland	8 163.8	10 394.4	84.2	13.9	1.9	0.0	0.0
Sweden	14 825.6	18 374.5	57.0	35.2	7.6	0.1	0.0
United Kingdom	3 486.4	11 834.7	60.2	4.6	29.3	5.9	0.0
Iceland	2 383.6	4 917.2	0.0	24.1	0.0	0.0	75.8
Norway	12 955.6	13 266.5	9.0	89.4	1.6	0.0	0.0
Montenegro	306.0	326.4	60.7	39.3	0.0	0.1	0.0
The former Yugoslav Republic of Macedonia	343.2	399.4	54.7	40.2	2.6	0.5	2.0
Albania	694.3	733.3	29.2	69.1	0.0	1.7	0.0
Serbia	1 937.4	1 984.0	56.0	43.7	0.0	0.0	0.3
Turkey	10 130.8	15 673.9	20.5	36.8	6.4	5.4	30.8
Bosnia and Herzegovina (*)	697.5	2 277.7	77.6	22.4	0.0	0.0	0.0
Kosovo (*)	176.2	268.4	95.4	4.5	0.0	0.1	0.0

(*) 2014 instead of 2015.

(*) This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.

Source: Eurostat (online data code: nrg_107a)

Kuva 1, Primäärituotanto (eurostat, www-sivut, 2017)

Kuvasta 1 havaitaan euroopan valtioiden uusiutuvan energian hyödyntämisen kehitys vuosina 2005 sekä 2015. Suomessa tässä ajassa uusiutuvan tuotanto kasvoi noin 25 %, joka vastaa vähän yli 2000 tuhatta primääritonnia. Ruotsiin verrattuna Suomen primääri tuotanto kohentui nopeampaa tahtia, sillä länsinaapurin primäärituotanto kasvoi vastaavassa ajassa noin 20 %, joka vastasi 3500 primääritonnia. Saksa, Alankomaat ja Irlanti tuplasivat primäärienergiantuotantonsa vastaavana aikana ja

kehityksen trendi on selvä, sillä EU-28 maat lähes tuplasivat primäärienergiantuotannon 120 000 tonnista 205 000 tonniin. (eurostat, www-sivut, 2017.)

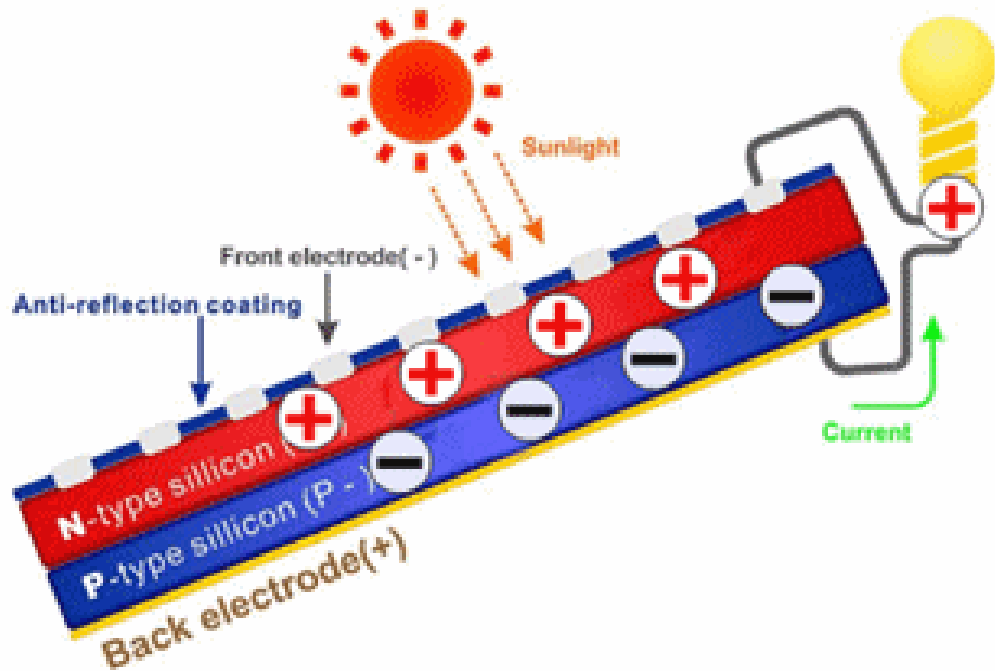
2.3 Aurinkovoima Suomessa

Suomessa aurinkovoiman hyödyntäminen on vasta alkamassa. Aurinkosähkön kapasiteetti Suomessa oli 27 MW vuoden 2016. Aurinkoenergian hyödyntäminen on ollut pääosin oikeastaan kokeiluluontoista ja joitakin julkisia rakennuksia on otettu mukaan projekteihin, joissa kiinteistö on sähköistetty aurinkovoimalla. (energiavirasto www-sivut, 2018)

Aurinkovoimaa käytetään lisääntyvässä määrin yksityisissä kotitalouksissa sekä mökeillä tuottamaan ainakin osan kiinteistön vaatimasta energiasta. Aurinkopaneelien hinnan lasku ja niiden helppous ovat kasvattaneet suosiota huomattavasti sekä ihmiset ovat ympäristötietoisia ja suhtautuvat yhä myönteisemmin uusiutuvaan energiaan. Nykyään onkin useita eri yrityksiä ja palveluita, jotka tarjoavat hinnaltaan kilpailukykyisiä valmiita aurinkoenergiapaketteja, jotka on mitoitettu tietylle määrälle kodinkoneita, osa-aikaiseen ja vakituisen asumiseen sekä mökille että omakotitalolle. Yritykset tarjoavat usein myös koko aurinkopaketin asentamista ja valmiiksi käyttökuntoonlaittamista, jolloin asiakkaan ei tarvitse itse murehtia asennuksen oikeellisuudesta tai osallistua vaadittuun työhön.

2.3.1 Mitä on aurinkoenergia?

Aurinkoa hyödynnetään yleensä joko aurinkopaneeleilla, jotka tuottavat aurinkosähköä valosähköilmiön avulla tai aurinkokeräimillä, jotka puolestaan siirtävät auringon lämpöä. Aurinkokeräimiä käytetään varsinkin eteläisissä valtioissa kuten Turkissa, jossa energialla lämmitetään mm. suihkun käyttövesi tarpeeksi lämpimäksi. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin ensin mainittuun.

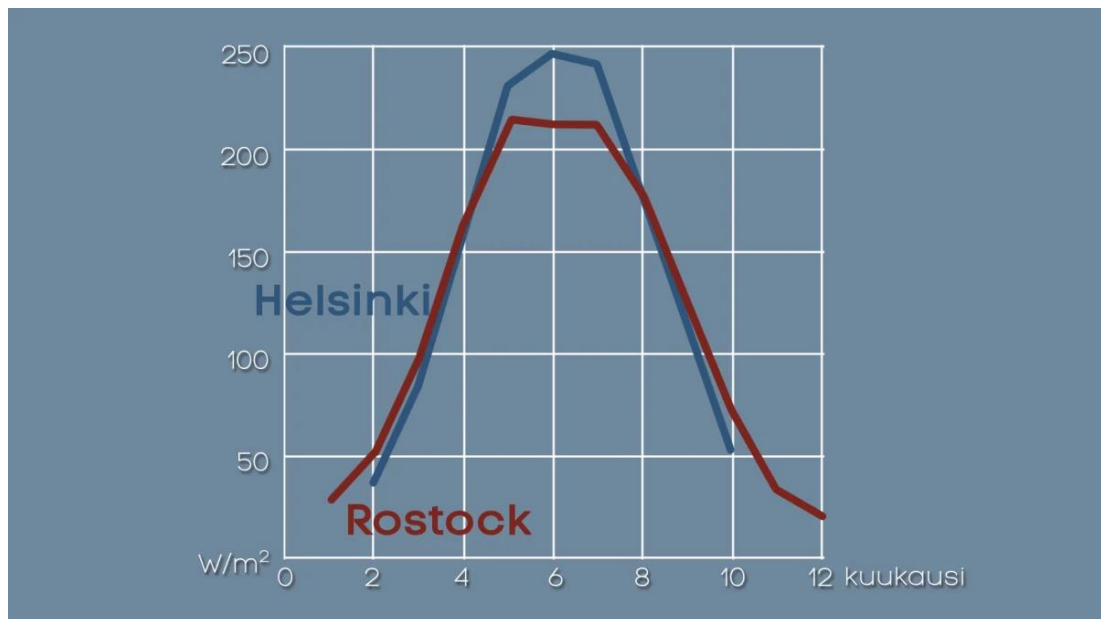


Kuva 2, Aurinkopaneelin toimintaperiaate (Solarenergybase, www-sivut, 2018)

Kuvassa 2, esitetään valosähköilmiön toimintaperiaate. Valosähköilmiössä aurinkosähköjärjestelmä tuottaa sähköä auringon valon, tarkemmin sanottuna fotonien osuessa aurinkopaneeliin, jolloin valo absorboituu aurinkopaneelinmateriaaleihin. Fotonit irrottavat elektroneja jolloin syntyy aurinkosähköä. Syntynyt aurinkosähkö on tasavirtaa ja se ohjataan yleensä invertteriin, joka muuntaa virran verkkovirtaa vastaavaksi vaihtovirraksi, joka puolestaan sopii suurimmalle osaa kodinkoneista.

2.3.2 Tuotantopotentiaali

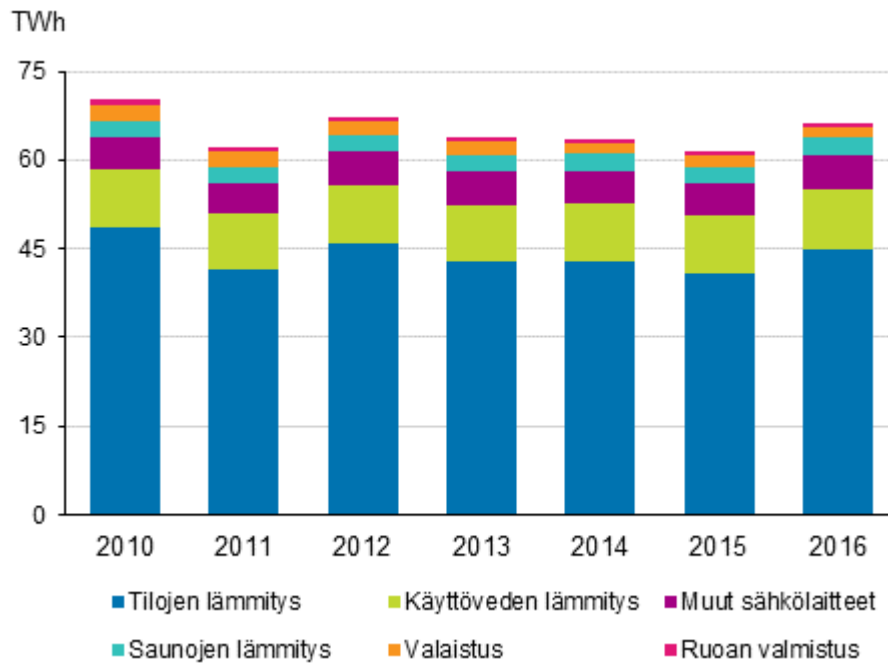
Tutkimukset ovat osoittaneet aurinkovoiman toimivan Suomessa melko hyvin ja tuotot ovat keski-euroopan tasoa, jopa Oulun korkeudella tuotanto vuositasolla on Saksan Hampurin luokkaa. Etelä-euroopassa tuotantoluvut ovat tosin huomattavasti korkeammat aurinkoisemman ilmaston takia.



Kuva 3. Aurinkoenergia Helsingissä ja Rostock:issa (Yle, Ilmatieteenlaitos, 2015)

Kuvasta 3 ilmenee potentiaalisen aurinkoenergian tuotto Helsingissä ja Rostock:issa vuoden aikana. Suomessa aurinkoenergian tuotto painottuu pitkiin valoisiin kesäpäiviin, jolloin aurinko paistaa lähes vuorokauden ympäri, kun taas talvella tuotot jäävät hyvin maltillisiksi, jopa merkityksettömän pieniksi mm. talven valoisuudesta ja lumimäärästä riippuen. Kesällä saatu tuotto kumminkin tasaa vuositasolla talven heikon tuoton. Talven hyvänä puolena mainittakoon, että Ylen Janne Junnilan kirjoittaman artikkelin mukaan, ilmatieteenlaitoksen vertailun mukaan paneelien on todettu toimivan tehokkaammin viileässä ilmastossa, sillä napajännite on suurempi viileässä ja Helsingissä vuosituotto jääkin vain 5% pienemmäksi kuin Rostockissa. (Junttila J. 2015, Ylen www-sivut.)

Suurin energian tarve olisi luonnollisesti talvella, kun lämmitykseen kuluva sähkön määrä on huomattavan suuri. Valitettavasti tämä syö kustannustehokkuutta, sillä talvella sähkönhinta pomppaa ylös ja omilla aurinkovoimaloilla ei kyetä tuottamaan sähköä hyödyllisiä määriä, kun taas kesällä sähköstä on suorastaan ylitarjontaa, jolloin paneelit toimivat käytännössä vuorokauden ympäri ja sähkön hinta on muutenkin huomattavasti alempi. (Vattenfall www-sivut, 2018.)



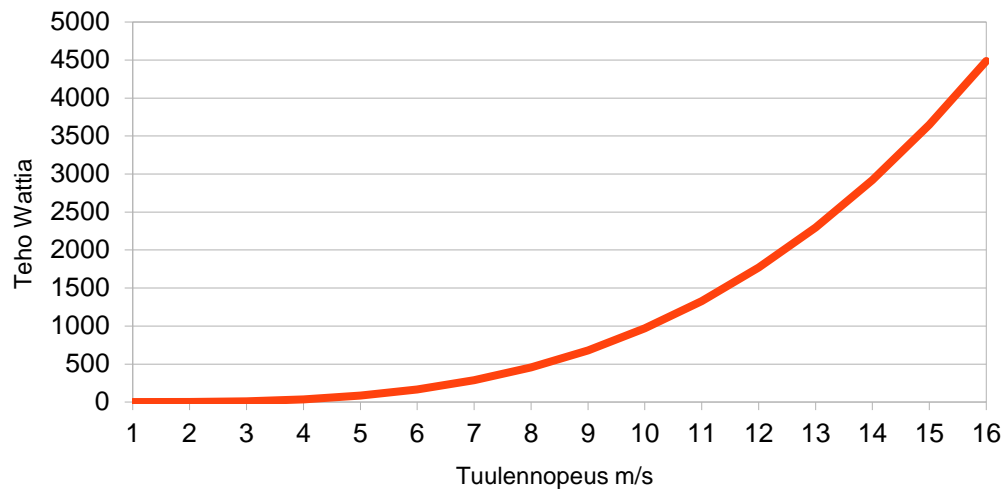
Kuva 4. Energiankulutuksen jakautuminen (Tilastokeskus 2016)

Kuvasta 4 havaitaan, että asuntojen lämmitys vie suurimman osan kotitalouksissa käytetystä energiasta. Vattenfall'in arvion mukaan luku on huimat 52% kun taas taloussähkö vie vain 28%. Vattenfallin arvio on melko lähellä oikeaa, sillä myös tilastokeskuksen tiedoista ilmenee, että vuonna 2016 käytetystä sähköstä 45TWh kului rakennusten lämmittämiseen, kun taas taloussähkö, pois lukien vedenlämmitys, vei vain noin 10 TWh. (Vattenfall [www-sivut](http://www.vattenfall.fi), 2018.)

2.4 Tuulivoima

2.4.1 Mitä on tuulivoima?

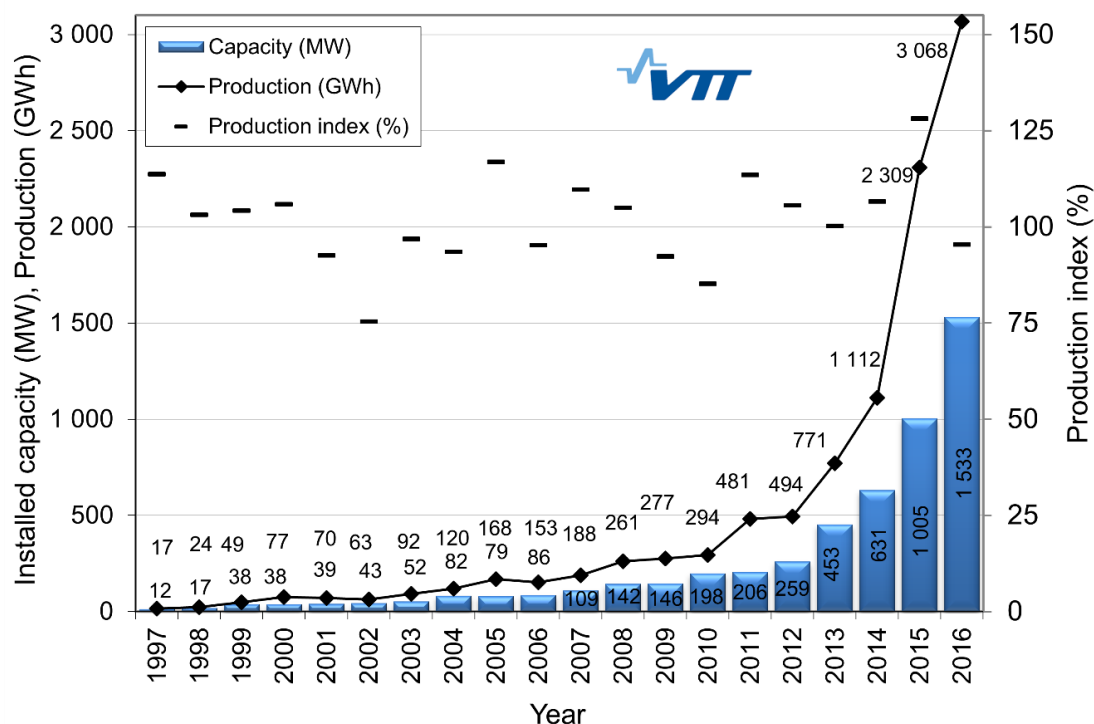
Tuulivoimalat tuottavat sähköä tuulen avulla. Ilmavirtaus pyörittää voimalan lapoja ja akselin avulla pyörittävät energiaa tuottavaa generaattoria.



Kuva 5. Tuulivoimalan tuotto (Mökkilaskuri, liite 8.)

Kuvassa 5 esitetään esimerkki tuulivoimalan tuoton kasvamisesta tuulen nopeuden kasvaessa. Voimalat vaativat toimiakseen yleensä vähintään 3,5m/s kovan tuulen ja saavuttaa huipputuotantonsa vasta yli 10m/s puhaltavassa tuulella. Tuulen noustessa 25m/s voimalan energiantuotanto pysäytetään laitevaurioiden ehkäisemiseksi. Voimaloiden käyttöikä on Suomentuulivoimayhdistyksen mukaan tyypillisesti 20 - 25 vuotta ja työläimmät vaiheet ovat voimalan elinkaaren aikana tavallisesti itse voimalan rakentaminen sekä käytöstä poistaminen.

2.4.2 Tuulivoima Suomessa



Kuva 6. Tuulivoimaloiden määrän ja kapasiteetin kasvu (VTT 2017)

Suomen tuulivoimayhdistyksen mukaan vuonna 2016 tuulivoimaloiden yhteiskapasiteetti Suomessa oli 1533 MW ja niillä tuotettiin sähköä 3.1 TWh joka vastasi 3,6% Suomessa vuoden aikana kulutetusta sähköstä. Tuolloin tuulivoimaloita oli käytössä 552 kappaletta. Kapasiteetti kasvoi vuoteen 2015 verrattuna lähes 50% jolloin tuotantokapasiteetti oli 1005 MW luokkaa. Myös kuvasta 6 ilmenee, että kasvu on ollut useita kymmeniä prosentteja, lähes tuplaantunut. Suomen tämän hetkinen ilmasto ja energiastrategian tavoitteena on tuottaa 6 terawattituntia vuodessa vuoteen 2030 mennessä, joka tarkoittaa 3000MW tuotantokapasiteettia. Tavoite toteutunee huomattavasti aikaisemmin ja ylittää tavoitteen, jos nykyinen tuotannon kasvattaminen jatkuu. (Tuulivoimayhdistyksen www-sivut, 2016.)

2.4.3 Sijainnin merkitys

Suomen tuuliolosuhteet ovat paljon heikommat verrattuna esimerkiksi Saksaan ja Tanskaan joka syö Suomessa tuotetun tuulivoiman kilpailukykyä huomattavasti. Hyviin tuotantolukuihin tuulivoimaloiden kanssa Suomessa päästään pääosin vain merialueilla sekä Lapin tuntureilla, joissa tuulen keskinopeus on yli 8m/s. Tuulivoiman hyödynnystä vaikeuttaa myös kylmä ilmasto, kun pitää huomioida jään kertyminen lapiihin ja koneistoon. Tuulivoimalla pystytään kompensoimaan aurinkovoiman huonoa tuottoa/ tukemaan tuotantoa varsinkin tuulisina ja hyvin pilvisinä aikoina jolloin aurinkopaneelien tuotto jää heikoksi. Vesistöjen lähellä ja varsinkin merialueilla on usein huomattavasti tuulisempaa kuin sisämaassa, joka tekee tuulivoimasta houkuttelevan energian tuotto tavan myös Suomessa lisäten energian tuoton moninaisuutta joka kasvattaa jatkuvan sähkönsaannin luotettavuutta. (tuuliatlas www-sivut, 2018.)

2.5 Uusiutuvan energianlähteet kotitalouksissa

Suomalaisissa kotitalouksissa hyödynnetään vielä toistaiseksi melko vähän uusiutuvaa energiaa, mutta kiinnostus on suurta kansalaisten keskuudessa ja kasvu nopeaa. Aurinkosähkön tuotanto yksityiseen käyttöön ja hajautetun energian tuotantoa on jo tutkittu jonkin aikaa ja se on todettu monissa kiinteistöissä jo nykyiselläänkään kannattavaksi. Oikein mitoitettulla järjestelmällä korvataan osa kiinteistön käyttämästä sähköstä ja sillä vältytään kalliilta siirtomaksuilta ja veroilta, jolloin sijoitus maksa itsensä takaisin. (energiauutiset www-sivut, 2016.)

Tuulivoimaloita käytetään pääosin pienillä maataloilla tai tuotantolaitoksilla, joiden sähköistystä varten pystytetään yleensä vain yksi voimala joka tuottaa osan laitoksen tarvitsemasta energiasta. Markkinoille on kuitenkin tullut myös jonkin verran pieniä mökeille ja kotitalouksille tarkoitettuja tuulivoimaloita jotka toimivat hyvinkin alhaisilla, vähän yli 2m/s olevilla tuulen nopeuksilla.

Suomessa uusiutuvan energian käyttö on suhteessa verrattain vaikeampaa huonojen tuuliolosuhteiden, talven pimeyden ja kylmyyden aiheuttaman tuotantopotentiaal

heikkenemisen takia sekä kesään sijoittuvan tuotantopiikin takia joka syö saatuja säästöjä. Lisäksi suomessa on mm. Ruotsiin tai Norjaan verrattuna myös huomattavasti heikommat mahdollisuudet hyödyntää vesivoimaa, vaikkakaan tuolla ei kotitalouskohtaisella vertailulla olekaan merkitystä.

3 KODINKONEET JA KULUTUKSEN ARVIOINTI

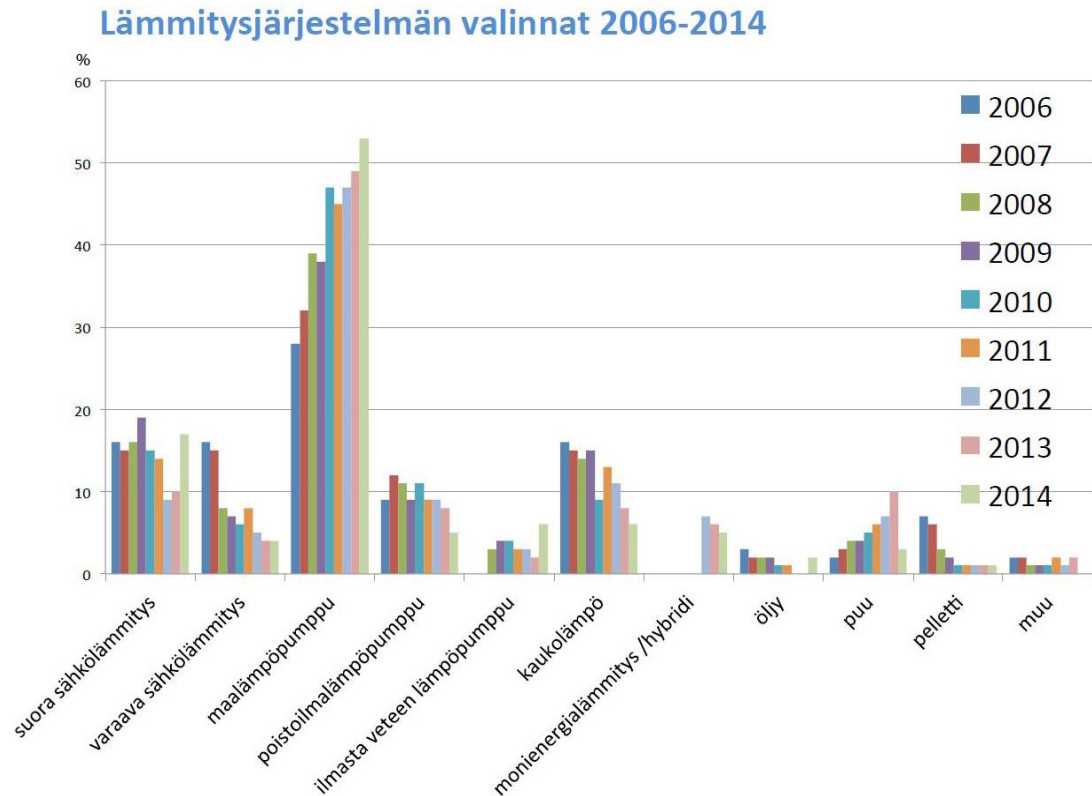
Kodinkoneiden määrä laskettiin perus keskiluokkaiselle 3 hengen perheelle joista yksi on alakouluikäinen lapsi. Laitteiden kulutukset arvioitiin energiatehokkaiden kodinkoneiden keskikulutuksista ja ne eriteltiin erikseen mökkilaskurissa, josta ilmenee niiden kulutus sekä arvioidut päivittäiset käyttöajat. Viitearvoja poimittiin Gigantin verkkosivuilta ja ne syötettiin laskuriin. Käyttöajat ovat vain suuntaa antavia ja kuormien määrittäminen on sinällään haasteellista johtuen ihmisten eri mieltymyksistä ja tarpeista. Lisäksi vuodenajalla ja säällä voi olla merkittäviä vaikutuksia kuormien käyttöasteeseen.

Kuormat joita ei pystynyt järkevästi toteuttamaan akustolla tai pystyi toteuttamaan muulla tapaa, siirrettiin kaasukäyttöiseksi. Sähköhella ja uuni olisivat yksistään jo lähes tuplanneet sähkön kulutuksen, joten tämä kuorma siirrettiin kaasulle.

3.1 Muut kuormat

Muita talon kuormia olivat asunnon lämmitys, jossa lämmitysenergianlähteinä käytettiin puulämmitystä sekä suoraa sähkölämmitystä vertailun suorittamista varten ja talon valaistus, joka toteutettiin runsaalla mökille tarkoitettulla runsaalla LED-valaistus järjestelmällä.

3.1.1 Lämmitysjärjestelmä



Kuva 7. Lämmitysjärjestelmät 2006 - 2014 (Motiva, 2015)

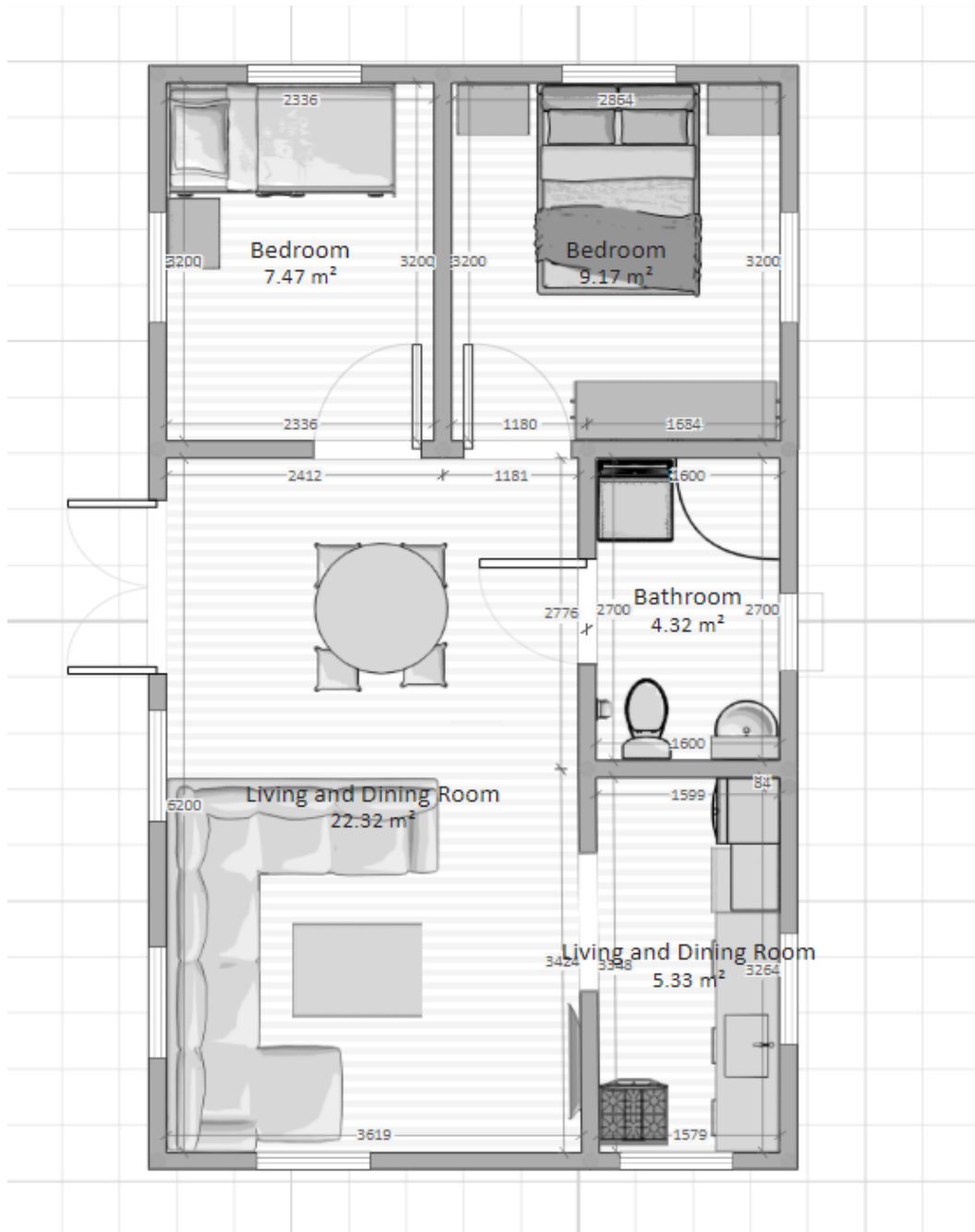
Kuvassa 7 kuvataan Suomen kotitalouksien lämmitysmuotojen yleistymistä vuosina 2006 - 2014 ja niiden kehitystä. Kuvaajasta todettiin, että maalämmön suosio on kasvanut huimasti Suomessa uusissa ja uudisrakennuskohteissa. Lämmitysvaihtoehdoksi tämä valittiin jo yli puolessa uusissa kotitalouksissa vuonna 2014.

Kohteen lämmitysenergian tarpeeksi arvioitiin n. 100 kW/m² vuodessa, arvio perustuu Motivan Pientalon lämmitysjärjestelmät julkaisuun. Tämä tarkoittaa n. 5000 kW kulutusta vuodessa, joka ei kuitenkaan vastaa todellisuutta. Käyttöajaksi määriteltiin vain toukokuusta elokuuhun, joka tarkoittaa, että talo on käytössä vain yhden kolmasosan vuodesta. Lisäksi käyttöaika osuu kohtaan, jolloin lämmityksentarve on paikoin jopa 0 kW luokkaa, heinä-elokuussa. Lämmitysenergia saatiin mökkilaskurilla päivittäisestä arvioidusta energian tarpeesta laskettua kertomalla päivien määrä päiväkulutuksella, jolloin tulokseksi saatiin 450 kW. (Motiva Oy, 2009, 6.)

4 PIIRUSTUKSET

4.1 Pohjapiirustus

Talon pohjapiirustus luonnosteltiin Homestyler nettisivun avulla. Suunnittelu toteutettiin perheelle, jossa on 2 aikuista sekä yksi lapsi.



Kuva 8. Homestyler (Hantula 2018)

Asunnon asuinpinta-ala on hieman alle 50 m² ja siihen suunniteltiin seuraavat huoneet: kaksi makuuhuonetta jotka ovat kooltaan noin 7,5 m² sekä 9,2 m². Makuuhuoneiden koot määriteltiin varsin kompakteiksi, sillä ne on ensisijaisesti tarkoitettu vain nukkumista, eivät jatkuvaa oleskelua varten. Asunnon neliöt jakaantuvat kahdelle makuuhuoneelle, keittiö- ja ruokailutilalle, olohuoneelle sekä wc- ja suihkutilalle. Olohuone puolestaan on suuri ja avara, joka tekee huoneen valoiseksi ja tuntumaan suuremmalta kuin mitä on. Lisäksi olohuoneessa sijaitsevat myös ruokailutilat. Keittiö on kompakti ja sieltä löytyvät kaikki peruskodinkoneet mitä keittiöissä yleensä on, kaikki koneet erikseen lueteltuina liitteessä 1.

4.2 Sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelma on hyvin yksinkertainen suurien kuormien puutteen sekä asunnon koon takia. Aurinkosähköllä toimivaan järjestelmään tarvitaan invertteri, joka muuntaa 12 voltin tasavirran 230 voltiksi vaihtovirraksi, jos halutaan käyttää 230 voltilla toimivia kodinkoneita. Nykyään kuitenkin kaikki oleelliset kodinkoneet löytyvät myös 12 voltilla, joskin tämä saattaa hivenen nostaa hankintahintaan. Jos talo liitetään verkkoon, ei talossa vaaditaan mitään muuta kuin perussyöttö ja kaikki kodinkoneet toimivat 230 V verkkovirralla.

5 TUOTTOTARVE JA AKKUKAPASITEETTI

Mökkilaskuria käytettiin määrittämään energiantuottotarve sekä suositeltujen akkukapasiteettien koko. Alla olevasta taulukosta ilmenevät valitut tuotanto ja akusto järjestelmien koot, jotka ovat likimain mökkilaskurin laskennallisia arvoja, sekä kolmannen vaihtoehdon sähköliittymän hankintakustannukset.

komponentti	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
Tuotanto	1050 W	2700 W	0
Akusto	1200 Ah	4620 Ah	0
Liittymä	0	0	12 000e
Hinta	2850e	9700e	12 000e

Kuva 9. Mökkilaskuri, liite 9

Ensimmäisessä vaihtoehdossa järjestelmä mitoitettiin vain aurinko- ja tuulivoimalla toimivaan järjestelmään jossa ei ollut sähköliittymää, vaan energia säilöttiin akustoon. Vuorokauden energian kulutukseksi saatiin 1,83 kWh ja suositelluksi akkukapasiteetiksi jatkuvassa käytössä 1231 Ah. Energiantuotto tarpeeksi saatiin täten lähes 750W, joka toteutettiin aurinkopaneeleilla, mutta laskelmiin lisättiin myös 300W tuulivoimalla varaenergiantuottolähteeksi. Talon lämmitys toteutettiin puulämmityksellä, joten kuormat pysyivät maltillisina ja akuston koko jäi realistiseksi. Laskelmat löytyvät liitteestä 1.

Toisessa vaihtoehdossa meneteltiin pääpiirteittäin samoin kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa. Energiantuotto ja säilöntä mitoitettiin aurinko- ja tuulivoimalla toimivaan järjestelmään jossa ei ollut sähköliittymää, vaan energia säilöttiin akustoon. Talon lämmitys toteutettiin suoralla sähkölämmityksellä ja pattereilla joka kasvatti energiantuottotarpeen ja akuston kokoa valtavasti. Vuorokauden energian kulutukseksi saatiin 6,85 kWh ja suositelluksi akkukapasiteetiksi jatkuvassa käytössä 4600 Ah. Energiantuotto tarpeeksi saatiin lähes 2700 W, joka toteutettiin aurinkopaneeleilla, mutta laskelmiin lisättiin myös 700 W tuulivoimalla varaenergiantuottolähteeksi. Tässä vaihtoehdossa kuormaa saa myös kannattavasti siirrettyä tuulelle, jos vain tontin sijainti on tarkoitukseen käytännöllinen, sillä pienet tuulivoimalat ovat varsin kustannustehokkaita ja hinta verrattavissa aurinkopaneeleihin.

Vertailun vuoksi kolmannessa vaihtoehdossa taloon ostettiin sähköliittymä.

Vuorokauden keskimääräinen energian kulutus pysyi 6,85 kWh:ssa, olettaen että osa kuormista toimi edelleen kaasulla. Talon lämmitys toteutettiin suoralla sähkölämmityksellä ja pattereilla. Taloon ei tarvitse mitoittaa energiantuottojärjestelmää tai akustoa.

6 KUSTANNUKSET

Vertailun ensimmäisenä vaihtoehtona tarkastellaan uusiutuvalla energiaa toimivaa taloa, jonka lämmitys toteutettiin puulämmityksellä. Tämän vaihtoehdon kustannukset jäivät huomattavasti alemmiksi kuin muiden vaihtoehtojen, noin 2850 euroon. Kaikki mahdolliset kuormat jotka voitiin toteuttaa muun muassa kaasulla tai puulla, toteutettiin kyseisillä energianlähteillä. Lisäksi asennustyöt suoritettiin itse. Jääkaappi-pakastin oli talon suurin kuorma, kuluttaen tasaisesti energiaa 410 wattituntia päivässä. Seuraavina tulivat viihde-elektroniikka kuten tietokoneet liitännäisineen jotka käyttöasteesta riippuen voivat olla talon sekä pienin, että suurin kuorma, kuluttaen n.200 wattia tunnissa. Energian tuotanto on ylimitoitettu, sillä aurinko sähköjärjestelmää tukee kustannustehokas 300 watin pienoistuulivoimala, joten järjestelmä kestää myös suurempaa kuin laskettua kokonaiskuormaa, sekä hetkellisiä suurempia kuormia kuten tehosekoitinta tai vastaavia kodinkoneita, ilman että akut tyhjenevät heti.

Toisen vaihtoehdon peruseriaatteet ovat samat muuten, mutta talon lämmitys toteutettiin sähkölämmityksellä, joka kasvatti huomattavasti energiajärjestelmän ja akuston kokoa, kustantaen lähes 10 000 euroa, summa ei sisällä lämmityspattereita. Talon suurin keskimääräinen kuorma oli lämmitys joka kasvatti kuormaa 5000Wh vuorokaudessa. Tämän seurauksena myös akuston koko käytännössä nelinkertaistui, joka oli suurin yksittäinen hintaa kasvattava tekijä. Vaadittujen työtuntien määrä myös on huomattavasti suurempia tämän laajemman järjestelmän rakentamisessa, joskin järjestelmässä on myös etuja. Lämpiminä kesäpäivinä lämmityksen ollessa tarpeeton, energiajärjestelmä pystyy pyörittämään melkein minkä suuruisia kuormia tahansa ja virta riittää hyvin pitkäksi aikaa, vaikka energiantuotanto jäisi kulutusta pienemmäksi. Tosin tämä etu saavutetaan myös ensimmäisessä vaihtoehdossa vain yksinkertaisesti kasvattamalla hieman akustoa sekä lisäämällä aurinkopaneeleita ja pienoistuulivoimaloita tarpeen mukaan.

Kolmannessa vaihtoehdossa taloon vedettiin sähkölinjat eikä taloon asennettu aurinko- tai tuulivoimaloita tai akustoa. Pelkkä liittymä arvioitiin kustantavan 12 000e. Arvio suoritettiin tutkimalla Carunan 3-vyöhykkeen sähköliittymien hintoja (Caruna www-sivut 2018). Taloon asennettiin sähkölämmitys ja energiankulutus oli sama kuin

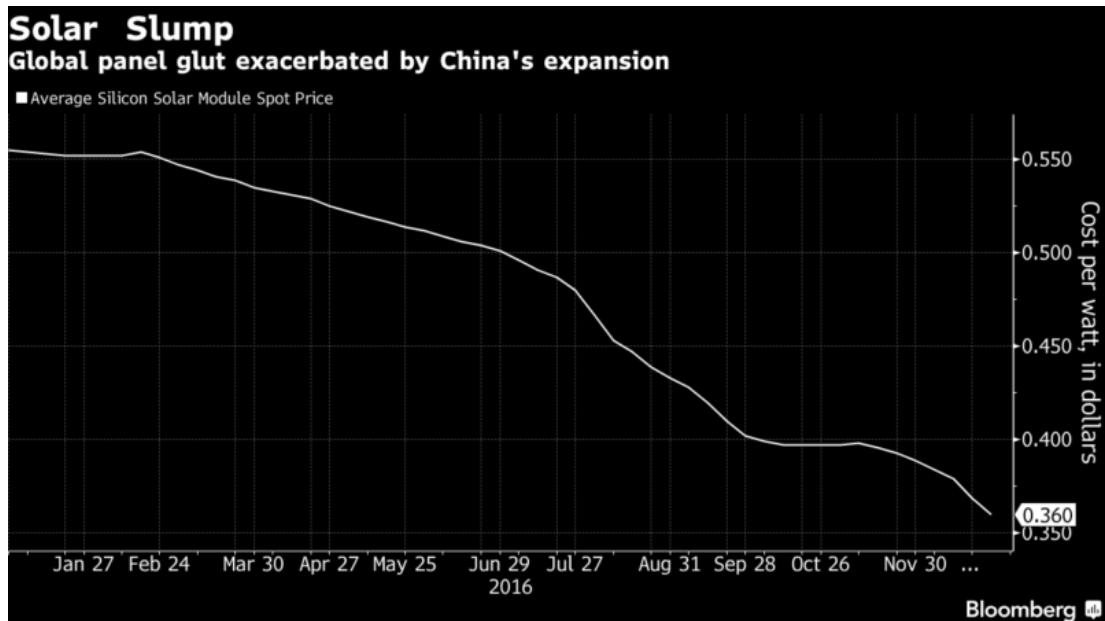
toisessa vaihtoehdossa. Tämä vaihtoehto lisättiin vain ensimmäisen ja toisen vaihtoehdon vertailupisteeksi.

6.1 Takaisinmaksuaika ja vertailut

Selite	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
Aurinkovoima	600,00 €	1 600,00 €	- €
Tuulivoima	200,00 €	600,00 €	- €
Akusto	2 000,00 €	7 500,00 €	- €
Lämmitys	50,00 €	- €	72,00 €
Liittymä	- €	- €	12 000,00 €
Kustannus	2 850,00 €	9 700,00 €	12 072,00 €

Kuva 10 (Liite 9, Hantula 2018)

Kuvassa 10 on havainnollistettu mökkilaskurissa koostetun taulukon avulla eri vaihtoehtojen kustannusten jakauma. Ensimmäinen vaihtoehto käytännössä maksaa itsensä takaisin välittömästi, sillä liittymän vetäminen tulee jo 9000 euroa kalliimmaksi kuin energijärjestelmän toteuttaminen uusiutuvilla energian lähteillä ja talouden energia voidaan tuottaa itse, jolloin ei tule kustannuksia energian hinnasta tai siirrosta. Uusiutuvalla energialla toimivan järjestelmän rakentaminen on hyvin järkevää ja turhat kuormat siirtämällä kaasulle ja puulle tehdään merkittävät säästöt järjestelmän kustannuksissa. Vaihtoehdon 1 puulämmitys kustantaa hyvin vähän ja puiden tarpeeksi määrätettiin vain yksi kuutio puita. Järjestelmän energiantuotannosta saadaan joustava, kun käytetään sekä aurinko- että tuulivoimaa hyväksi. Aurinkopaneelit ja pienet tuulivoimat ovat nykyään varsin edullisia.



Kuva 11. Aurinkopaneelien hinnan kehitys 2016 (Bloomberg, solarpv www-sivut, 2017)

Kuvasta 11 havaitaan aurinkopaneelien hinnan kehitys vuonna 2016, jolloin hinta wattia kohden laski huomattavasti. Toinenkin vaihtoehto on sinällään viisaampi kuin liittymän vetäminen, mutta verrattain hyvin kustannustehoton. Lämmitys on suhteessa muihin kuormiin aivan liian suuri kuorma ja kannattaa ehdottomasti toteuttaa muun muassa puulämmityksellä. Jos lämmitys kuitenkin halutaan toteuttaa sähköllä, järkevin tapa tuottaa energiaa on käyttää aina tarpeen vaatiessa aggregaattia, jonka käyttö tosin ei vastaa tämän työn suunnittelun periaatteita.

7 JOHTOPÄÄTÖS

Taloussähkö eli kodinkoneiden tarvitsema energia on mahdollista tuottaa uusiutuvalla energialla suurimman osaa vuotta, marras-helmikuuta lukuun ottamatta, joka ei juuri vaikuta kohteen mitoituksiin eri käyttöajankohdasta johtuen. Kohteen energiantuotto on todella järkevää toteuttaa aurinkopaneeleilla, joita voidaan tukea pientuulivoimalla pilvisten päivien varalta.

Kohteen lämmitysmuodoksi päädyttiin valitsemaan suora puulämmitys, sillä vaikka sähkölämmitys olisikin toimiva vaihtoehto, tämän huomattiin kasvattavan huomattavasti talon kuormaa sekä paisuttavan tarvittavan akuston kokoa, jotka vaikuttivat todella merkittävästi talon energiajärjestelmän kustannuksiin kuten voidaan todeta liitteestä 1, jossa suoritettiin vertailu puulämmityksen, sähkölämmityksen uusiutuvalla energialla sekä sähkölämmityksen liittymällä välillä.

Kyseisen kohteen liittymismaksu verkkoon olisi jo itsestään kalliimpi kuin koko talon järjestelmä joka tekee liittymästä käytännössä hyödyttömän ja todella kustannustehottoman, kun mukaan lasketaan sähkönsiirtomaksut ja energian hinta.

LÄHTEET

Caruna Oy. www-sivut. 2018 Viitattu 6.6.2018. https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/liittymismaksuhinnasto_caruna-oy_1.4.2018_web.pdf?QOesSg_UcXenGgZVdoHYf9tODd3BbhMx

Eurostat. www-sivut. 2017 Viitattu 6.6.2018. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/fi

Eduskunta www-sivut. 2017 Viitattu 15.1.2018. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_156+2017.aspx

Energiateollisuus ry. www-sivut. 2018. Viitattu 6.6.2018. <http://www.energiatuusiset.fi/uutiset/kotitaloudet-uusiutuvan-energian-investointiveturina.html>

Junttila, J. 2015. Yle www-sivut. 9.11.2015. Viitattu 31.6.2018. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/11/09/suomen-saan-valoisa-puoli-aurinkopaneeli-tuottaa-parhaiten-kylmassa>

Motiva Oy. www-sivut. 2018. Viitattu 6.6.2018. https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf

Solar business tv. www-sivut. 2018. Viitattu 31.6.2018. <https://www.solarpv.tv/index.php/2017/01/01/solar-panels-spot-prices-fell-to-a-record-low-of-0-36wp-manufacturers-selling-at-loss/>

Tuuliatlas. www-sivut. 2018. Viitattu 31.6.2018. <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/>

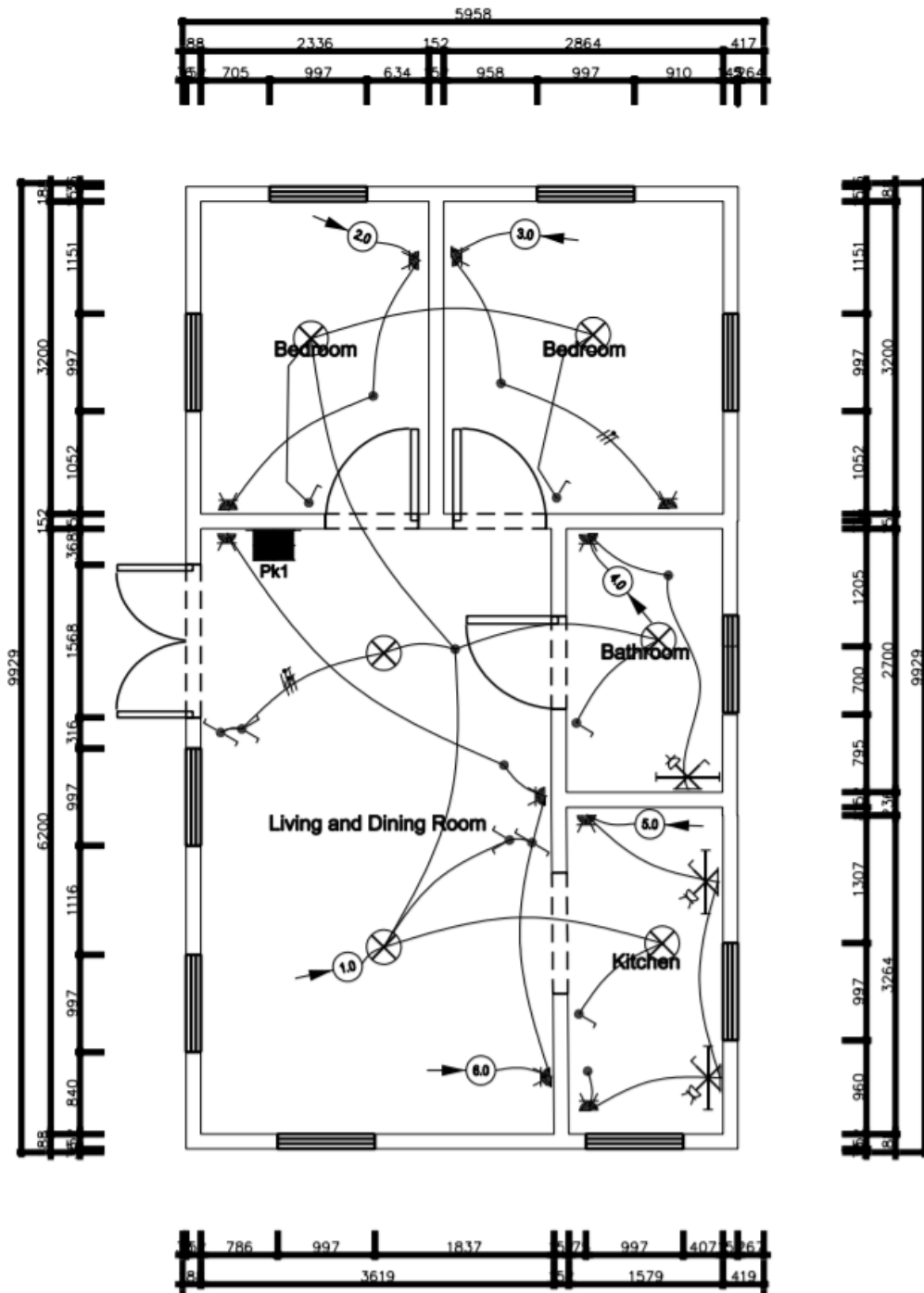
Tuulivoimayhdistys ry. www-sivut. 2018. Viitattu 6.6.2018. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>

Valtioneuvosto. www-sivut. 2017 Viitattu 6.7.2017. http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/suomessa-on-ymparistolle-haitallisia-tukia-lahes-kolmen-miljardin-edesta

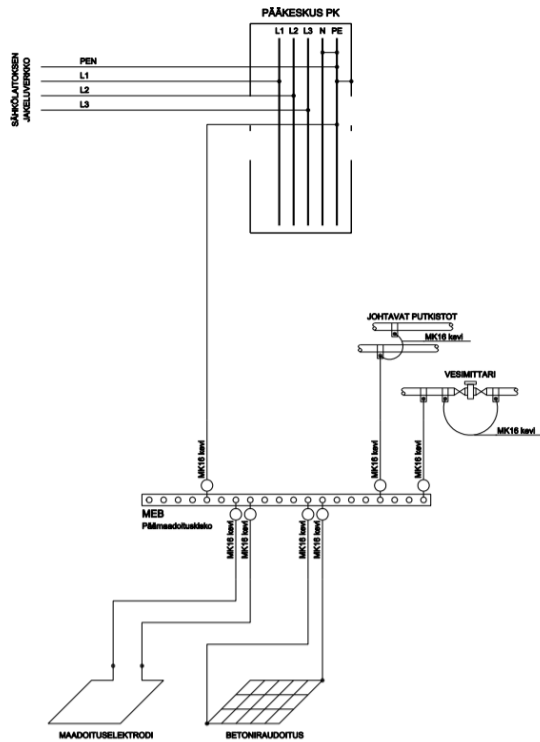
Vattenfall Oy. www-sivut. 2018. Viitattu 15.1.2018. <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/>

VTT Oy. www-sivut. 2018. Viitattu 15.1.2018. <http://www.vtt.fi/palvelut/v%C3%A4h%C3%A4hiilinen-energia/tuulivoima/suomen-tuulivoimatilastot>

LIITE 1.
Pohja-
piirustus

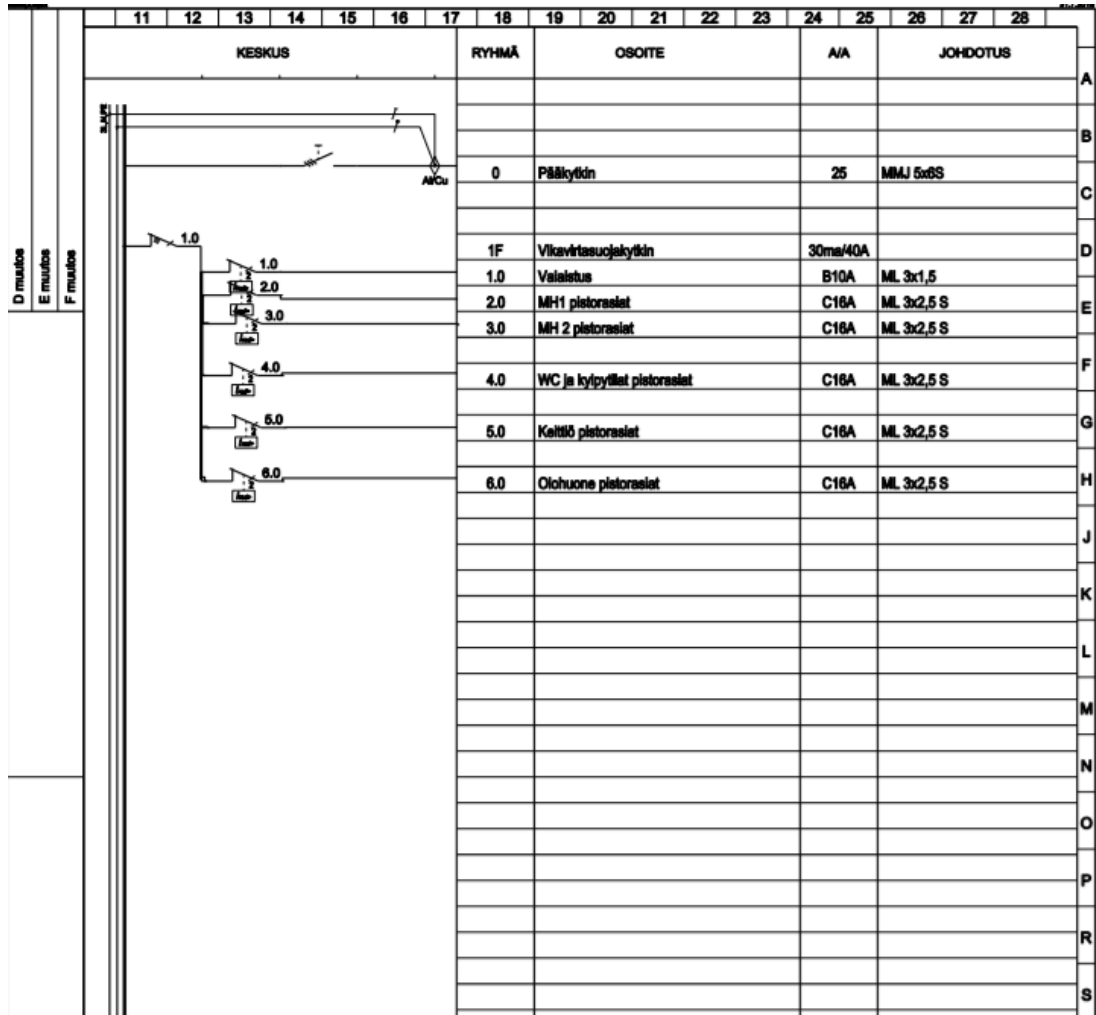


LIITE 2. Maadoi- tus



Tunn.		Lukum.		Muutos		Nimim.		Pvm			
K.osa/K.yks	Kartt./Tila	Tonitl	Rno	Viranomaisen merkintöissä							
Talo						SÄHKÖPIIRUSTUS					
Talo Maadoitus						MAADOITUSKAAVIO TN-S JÄRJESTELMÄ					
						Pvm 31.7.2018		Työnumero		Tilaajan numero	
						Piirt. Sami Har		tulo			
						Suunn. SHan		Pirustusnumero		Muutos	
						Tark.		SÄH		Maadoitus	
						Tht.His					
						Lehti					

LIITE 3.
Pääkes-
kus



LIITE 4.
Mökki-
laskuri

Talo, suora sähkö, ei liittymää

	Kappa- letta	Kulutus Rivi yhteensä	
Peruskodinkoneet			0 Wh
Hella ja uuni, Kaasu	1	0 Wh	0 Wh
Pesukone, 2 kertaa viikossa	1	200 Wh	200 Wh
Astianpesukone, 2 kertaa viikossa	1	240 Wh	240 Wh
Jääkaappi-pakastin 215l	1	410 Wh	410 Wh
Vedenkeitin, 1 litra / päivä	1	100 Wh	100 Wh
Imuri, puolen tunnin imurointi kerran	1	120 Wh	120 Wh
viikossa	1	100 Wh	100 Wh
Mikroaaltouuni, 10 minuuttia / päivä Kah-			0 Wh
vinkeitin, 30 minuuttia / päivä	1	340 Wh	340 Wh
Viihde-elektroniiikka	1	82 Wh	82 Wh
Pöytätietokone, 2 tuntia/päivä	3	3 Wh	9 Wh
TV, 2 tuntia/päivä	1		0 Wh
Kännykkä	1	16 Wh	16 Wh
			0 Wh
Kaiuttimet, 3 tuntia/päivä	1		0 Wh
Kannettava tietokone, 3 tuntia / päivä	1	80 Wh	80 Wh
	2	15 Wh	30 Wh
Muut	1		0 Wh
Runsas LED valaistus	1	5000 Wh	5000 Wh
Pöytävalaisimet /1h per lamppu / päivä			
Sauna, erillinen, puulämmitys			

Lämmitys (Energiavirasto sähkönhinta), sähkö

KULUTUS VUOROKAUDESSA 6847 Wh

Suosittelava aurinkopaneeliteho kun mökkiä käytetään

Toukokuusta heinäkuuhun 2696 W

Huhtikuusta elokuuhun 3517 W

Maaliskuusta syyskuuhun 5110 W

Helmikuusta lokakuuhun *) 9089 W

Ympäri vuoden *) 44654 W

Suosittelava akkukapasiteetti, kun mitoitusperusteena

	on 12V	24V
Viikonloppukäyttö **)	2282 Ah	1141 Ah
Jatkuva käyttö ***)	4565 Ah	2282 Ah

	Koko	Hinta	
Akku-ässä Oy	Paneelit	2000 W	1600
saaristotekniikka.com Oy	Tuuli	700 W	600
Akku-ässä Oy	Akusto	4620 Ah	7500
	Lämmitys		0
	Liittymä		0
	yht.		9 700,00
			€

LIITE 5.
Mökki-
laskuri

Talo, puulämmitys, ei liittymää
Mökille sähköt auringosta ja tuulesta

	Kappa- letta	Kulutus teensä	Rivi yh-
Peruskodinkoneet			
Hella ja uuni, Kaasu			0 Wh
Pesukone, 2 kertaa viikossa	1	0 Wh	0 Wh
Astianpesukone, 2 kertaa viikossa	1	200 Wh	200 Wh
Jääkaappi-pakastin 215l	1	240 Wh	240 Wh
Vedenkeitin, 1 litra / päivä	1	410 Wh	410 Wh
Imuri, puolen tunnin imurointi kerran viikossa	1	100 Wh	100 Wh
Mikroaaltouuni, 10 minuuttia / päivä Kahvin-	1	120 Wh	120 Wh
keitin, 30 minuuttia / päivä	1	100 Wh	100 Wh
			0 Wh
Viihde-elektroniikka			0 Wh
Pöytätietokone, 2 tuntia/päivä	1	340 Wh	340 Wh
TV, 2 tuntia/päivä	1	82 Wh	82 Wh
Kännykkä	3	3 Wh	9 Wh
Kaiuttimet, 3 tuntia/päivä	1	30 Wh	30 Wh
Kannettava tietokone, 3 tuntia / päivä	1	16 Wh	16 Wh
			0 Wh
Muut	1		0 Wh
Runsas LED valaistus	1	80 Wh	80 Wh
	2	15 Wh	30 Wh
Pöytävalaisimet /1h per lamppu / päivä	1		0 Wh
Sauna, erillinen, puulämmitys Lämmitys,	1		0 Wh
puulämmitys			

KULUTUS VUOROKAUDESSA 1877 Wh

Suosittelava aurinkopaneeliteho kun mökkiä käytetään

Toukokuusta heinäkuuhun	739 W
Huhtikuusta elokuuhun	964 W
Maaliskuusta syyskuuhun	1401 W

Helmikuusta lokakuuhun *) 2492 W

Ympäri vuoden *) 12241 W

Suosittelava akkukapasiteetti, kun mitoitusperusteena on	12V	24V
Viikonloppukäyttö **)	626 Ah	313 Ah
Jatkuva käyttö ***)	1251 Ah	626 Ah

	Koko	Hinta
Akku-ässä Oy	Paneelit	750 W 600
saaristotekniikka.com Oy	Tuuli	300 W 200
Akku-ässä Oy	Akusto	1200 Ah 2000
	Lämmitys	0 W 50
	Liittymä	0
	yht.	2 850,00

€

lämmitys: kuutio puita

LIITE 6.
Mökki-
laskuri

Talo, liittymä

	Kappa- letta	Kulutus Rivi yhteensä	
Peruskodinkoneet			0 Wh
Hella ja uuni, Kaasu	1	0 Wh	0 Wh
Pesukone, 2 kertaa viikossa	1	200 Wh	200 Wh
Astianpesukone, 2 kertaa viikossa	1	240 Wh	240 Wh
Jääkaappi-pakastin 215l	1	410 Wh	410 Wh
Vedenkeitin, 1 litra / päivä	1	100 Wh	100 Wh
Imuri, puolen tunnin imurointi kerran viikossa	1	120 Wh	120 Wh
Mikroaaltouuni, 10 minuuttia / päivä	1	100 Wh	100 Wh
Kahvin- keitin, 30 minuuttia / päivä			0 Wh
			0 Wh
Viihde-elektroniikka	1	340 Wh	340 Wh
Pöytätietokone, 2 tuntia/päivä	1	82 Wh	82 Wh
TV, 2 tuntia/päivä	3	3 Wh	9 Wh
Kännykkä	1		0 Wh
Kaiuttimet, 3 tuntia/päivä	1	16 Wh	16 Wh
			0 Wh
Kannettava tietokone, 3 tuntia / päivä	1		0 Wh
	1	80 Wh	80 Wh
Muut	2	15 Wh	30 Wh
Runsas LED valaistus	1		0 Wh
Pöytävalaisimet /1h per lamppu / päivä	1	5000 Wh	5000 Wh
Sauna, erillinen, puulämmitys			
Lämmitys (Energiavirasto sähkönhinta), sähkö			

KULUTUS VUOROKAUDESSA 6847 Wh

Suosittelava aurinkopaneeliteho kun mökkiä käytetään

Toukokuusta heinäkuuhun 2696 W

Huhtikuusta elokuuhun 3517 W

Maaliskuusta syyskuuhun 5110 W

Helmikuusta lokakuuhun *) 9089 W

Ympäri vuoden *) 44654 W

Suosittelava akkukapasiteetti, kun mitoitusperusteena on	12V	24V
Viikonloppukäyttö **)	2282 Ah	1141 Ah
Jatkuva käyttö ***)	4565 Ah	2282 Ah

	Koko	Hinta
Akku-ässä Oy	Paneelit 0 W	0
saaristotekniikka.com Oy	Tuuli 0 W	0
Akku-ässä Oy	Akusto 0 Ah	0
	Lämmitys	72
Caruna, vyöhyke 3	Liittymä	12000
	yht.	12 072,00
		€

(Arvioitu sähkönkulutus 450kWh)

LIITE 7. Mökki- laskuri

*) Jos järjestelmää käytetään helmikuusta lokakuuhun tai ympäri vuoden, kannattaa olla aurinkopaneelien lisäksi joku muu energialähde, esim. pientuulivoimala **)
Akkupakassa on kahden vuorokauden kulutusta vastaava energia ja akuista hyödynnetään laskennallisesti 50%

**) Akkupakassa on neljän vuorokauden kulutusta vastaava energia ja akuista hyödynnetään laskennallisesti 50%

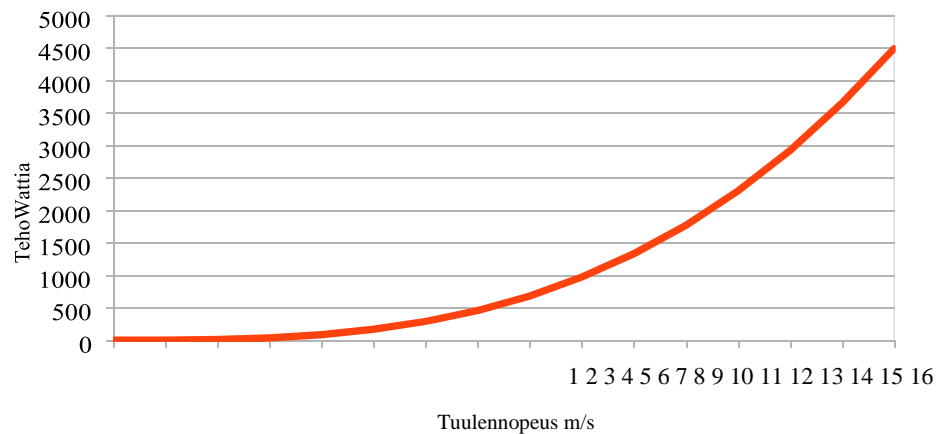
Pientuulivoimalan teho

Pientuulivoimalan teoreettinen max. Teho
Saavutettavat tehot käytännössä ovat 10-40% vähemmän

Lapojen 2,1 halkaisijametriä
Tuulipinta-ala 3,46 neliötä

Tuulen nopeus m/s Teho wattia

1	1,3
2	10,6
3	35,9
4	85,1 5 166,2
6	287,2
7	456,1
8	680,8
9	969,3 10 1329,6
11	1769,7
12	2297,6
13	2921,1
14	3648,4
15	4487,4



LIITE 9.
Mökki-
laskuri

Taulukot

Mökkilaskuri taulukot

komponentti	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
Tuotanto	1050 W	2700 W	0
Akusto	1200 Ah	4620 Ah	0
Liittymä	0	0	12 000e
Hinta	2850e	9700e	12 000e
Selite	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3
Aurinkovoima	600,00 €	€	1 600,00 - €
Tuulivoima	200,00 €	€	600,00 - €
Akusto	2 000,00 €	€	7 500,00 - €
Lämmitys	€ 50,00	- €	€ 72,00
Liittymä	- €	- €	12 000,00 €
Kustannus	2 850,00 €	€	9 700,00 12 072,00 €