

Mikael Nisula

AURINKOENERGIAN KÄYTTÖ PIENKIINTEISTÖSSÄ

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2014

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Helmikuu 2014	Tekijä/tekijät Mikael Nisula
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Aurinkoenergian käyttö pienkiinteistöissä		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 41
<p>Opinnäytetyöni aiheena oli vertailla eri aurinkokeräimien toimintaperiaatetta ja tehokkuutta Suomen oloissa. Työ toteutettiin tekemällä suunnitelmat omakotitalon lämmitysjärjestelmän saneeraamiseksi sellaiseksi, että aurinkoenergiaa pystytään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti lämpimän käyttöveden tuottamisessa.</p> <p>Työ toteutettiin vertailemalla eri valmistajien laitteita. Tarkoituksena oli löytää kokonaistaloudellisesti paras vaihtoehto kyseiseen kohteeseen. Sen lisäksi työssä suunniteltiin käytännön toteutus ja tutkittiin aurinkolämmön taloudellista kannattavuutta laskemalla järjestelmän hankinnasta ja asennuksesta aiheutuvien kulujen takaisinmaksuaika.</p> <p>Päälähteinä olivat Aurinko-opas, Aurinkoenergiaa rakennuksiin -julkaisu, sekä laitevalmistajien käsikirjat.</p>		

Asiasanat Aurinkoenergia, aurinkokeräimet

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date February 2014	Author Mikael Nisula
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis Use of solar energy in a small building		
Supervisor Jari Halme		Pages 41
<p>The purpose of this study was to compare different solar thermal panels and the is effectiveness in the Finnish context. The work was carried out by designing alterations to the heating systems of a single-family house so that solar energy could be utilized as efficiently as possible in the heating of domestic water.</p> <p>The work was done by comparing different brands of hardware. The aim was to find the most economically the best solution for the building in question. In addition, designed a practical implementation, and examined the profitability of solar energy utilization by pay back time calculation.</p>		

Key words

Solar energy, solar thermal collectors

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

atsimuuttikulma	kulmapoikkeama etelän suunnasta
absorbaattori	korkeaselektiivinen tumma kuparilevy, joka kerää tehokkaasti auringon säteilyenergian talteen
absorptio aine	pinnoite jolla tyhjiöputkikeräimien sisäputki on pinnoitettu. jotta auringon säteilyenergia saadaan tehokkaasti talteen
diffuusi säteily	auringon hajasäteily
fluidi	putkistossa virtaava neste
geoterminen energia	maan sisäinen energia, joka johtuu maan pinnalle
heat-pipe keräin	tyhjiöputkikeräin jossa on kuiva lämmönsiirto kohta
Keymark-merkki	tuotteen laatumerkki, jonka ehtojen toteutumista valvoo toinen sitoutumaton yritys
selektiivilasi	vähärautainen lasi, joka läpäisee hyvin auringon pitkäaaltoista säteilyä, mutta ei päästä lyhytaaltoista lämpösäteilyä karkaamaan ulos
u-pipe keräin	tyhjiöputkikeräin jossa neste kiertää ohuessa kupariputkessa

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 AURINKOENERGIA	2
2.1 Aurinko	2
2.2 Säteily määrä ja teho	3
2.3 Aurinkoenergian hyödyntämisen historia	4
2.4 Energian hyödyntämiseen vaikuttavat asiat	5
3. AURINKOKERÄIN JÄRJESTELMÄT	8
3.1 Tyhjiöputkikeräimet	8
3.1.1 Heat-pipe tyhjiöputkikeräimen rakenne ja toiminta	9
3.1.2 U-pipe tyhjiöputkikeräimen rakenne ja toiminta	10
3.2 Tasokeräimet	10
3.3 Energiavaraajat	11
3.4 Putkistot	13
3.5 Ohjausyksikö	14
4. KOHTEEN TIEDOT	15
4.1 Kiinteistön sijainti ja perustiedot	15
4.2 Energian kulutus	18
4.3 Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä	19
5. AURINKOJÄRJESTELMÄN MITOITUS	21
6. LAITTEIDEN VERTAILU	22
6.1 Aurinkotukun tyhjiöputki järjestelmä	22
6.1.1 Aurinkotukku	22
6.1.2 Tyhjiöputkikeräin järjestelmä 7,5 kW	22
6.2 Kaukora OY:n Tasolämmönkeräin järjestelmä	23
6.2.1 Kaukora OY	23
6.2.2 Jäspi solar 3/5 keräinpaketti	24
6.2.3 Jäspin solar-järjestelmän kytkentä	25
6.3 Roth'in tasolämmönkeräin järjestelmä	27
6.3.1 Roth Nordig	27
6.3.2 Heliostar S4 keräin	27
6.4 Niben tasolämmönkeräin järjestelmä	29
6.4.1 Nibe konserni	29
6.4.2 Nibe solar for coil F215P	29
6.5 Valinta ja siihen vaikuttavat asiat	30

7 TYÖN TOTEUTUS	31
8 KUSTANNUKSET JA KUOLEENTUMISAIKA	35
8.1 Aurinkokeräysjärjestelmän hinta	35
8.2 Takaisinmaksuaika	36
9 YHTEENVETO JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	38
LÄHTEET	40
KUVIOT	
KUVIO 1. Hyödynnettävissä oleva aurinkoenergia (kWh / m ²)	7
KUVIO 2. Tyhjiöputkikeräimen rakenne	9
KUVIO 3. Tasokeräin järjestelmä	10
KUVIO 4. Akvatermin 500 litran varaaja	12
KUVIO 5. Pohjakuva	16
KUVIO 6. Ilmakuva suunnittelun kohteesta	17
KUVIO 7. Kulutuslukemat ja ulkolämpötila vastaavana aikana	19
KUVIO 8. Aurinkotukun tyhjiöputkijärjestelmän osia	22
KUVIO 9. Kaukora oy:n laajentuminen nykyiseen kokoonsa	23
KUVIO 10. Jäspi SPS-latauspaketti	24
KUVIO 11. SCU-ohjausyksikkö	24
KUVIO 12. Aurinkokeräinjärjestelmän kytkeminen toisen energianlähteen rinnalle	26
KUVIO 13. Heliostar S4 -aurinkolämpökeräimiä	27
KUVIO 14. Heliostar S4 -keräimen läpileikkaus	28
KUVIO 15. Heliostarin aurinkokennojen pikaliittimet	28
KUVIO 16. Niben aurinkolämpöpaketin pääosat	29
KUVIO 17. Varaston pohjakuva lisättynä vesivaraajalla ja putkistoilla	32
KUVIO 18. Julkisivu länteen	33
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Aurinkoenergian vuotuinen saantimahdollisuus vaakatasolla	6
TAULUKKO 2. Keskimääräiset aurinkoenergiamäärät ja optimikallistuskulmat Suomen eri osissa	7
TAULUKKO 3. Keräinkentän enimmäiskoko kupariputkien koon ja virtaaman Perusteella. Menoputki on 7,5 m pitkä, samoin paluuputki	13
TAULUKKO 4. Paisuntasäiliön valintataulukko	14
TAULUKKO 5. Kohteen energiankulutus vuosina 2010...2013	18
TAULUKKO 6. Vedenlämmittämiseen käytettävän energian määrä ja hinta, sekä aurinkoenergialla saavutettavat säästöt	20
TAULUKKO 7. Aurinkokeräinten ja vesivaraajan mitoitus asukasluvun mukaan	21
TAULUKKO 8. Solar -keräinpaketin toimitussisältö	25

TAULUKKO 9. Aurinkokeräinjärjestelmän hankinnasta ja asennuksesta koituvat kulut	35
TAULUKKO 10. Investoinnin takaisinmaksuaika sähkön hinnan pysyessä vuoden 2014 tasolla	36
TAULUKKO 11. Investoinnin takaisinmaksuaika sähkön hinnan 10 % vuosittaisella nousulla	37

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella aurinkolämpöjärjestelmä omakotitaloon, vertailla eri valmistajien tarjontaa, sekä valita parhaiten kohteeseeni sopiva ratkaisu. Suunnittelussa otettiin huomioon nykyisen lämmitysjärjestelmän aiheuttamat rajoitukset toteutuksessa.

Opinnäytetyössäni käsiteltiin aurinkoenergian realistisia käyttömahdollisuuksia Suomen oloissa. Työssä vertailtiin kolmea eri tasokeräinjärjestelmää, sekä yhtä tyhjiöputkijärjestelmää. Lisäksi käytiin läpi, mitä kustannuksia tulee lisättäessä aurinkokeräinjärjestelmä osaksi talon energiahuoltoa, sekä tarkasteltiin asennettavan järjestelmän takaisinmaksuaikaa.

Työn idea lähti siitä, että useimmilla ihmisillä on vain tunteeseen perustuva käsitys siitä, kuinka suuren taloudellisen hyödyn voi saavuttaa liittämällä aurinkolämmityksen osaksi rakennuksen energiajärjestelmää. Työn tavoitteena oli osoittaa laskennallisesti, kuinka paljon säästöä aurinkoenergian käytöstä saadaan. Ongelmana laskelmissa oli, ettei energian hinnan kehitystä voi ennustaa. Ei voi myöskään tietää kuinka paljon talon asukasmäärä ehtii muuttua ennen kuin järjestelmä on maksanut itsensä takaisin.

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain aurinkokeräimiä. Aurinkosähköpaneelit jätettiin suunnitelmien ja laskelmien ulkopuolelle.

Päälähteinä käytettiin Aurinko-opas, Aurinkoenergiaa rakennuksiin-kirjaa, sekä valmistajien tuotetietoja ja aurinkolämpöjärjestelmäkurssin koulutus-materiaalia.

2 AURINKOENERGIA

Auringon tuottama energia syntyy fuusioreaktiossa, jossa kaksi vetyatomia yhdistyy yhdeksi heliumatomiksi. Tällöin vapautuu suuri määrä energiaa. Helium kilon muodostuessa vedystä, vapautuu yhtä paljon energiaa kuin mitä saataisiin 27 000 tonnista kivihiltä eli 180 miljoonaa kilowattituntia. Fuusioreaktio vaatii onnistuakseen korkean lämpötilan, noin 10 miljoonaa astetta. (Erat, 2001, 10.) Auringon säteilemä energia syntyy auringon keskustassa olevan vedyn muuttuessa heliumiksi. (Ursa, 2012.) Kaikki maapallolla käytettävä energia, lukuun ottamatta ydinenergiaa ja geotermistä energiaa, on lähtöisin auringosta.

Auringon säteilemä kokonaisteho eli luminositeetti on $3,8 \times 10^{23}$ W. Auringosta maan pinnalle saatava kokonaisteho vuodessa on n. 170 000 terawattia. Se on noin 20 000 kertaa suurempi kuin teollisuuteen ja lämmitykseen vuodessa käytetty teho. (Erat, 2001, 10.)

2.1 Aurinko

Aurinko on tähti, jonka ympärillä aurinkokuntamme planeetat ja muut taivaankappaleet kiertävät. Aurinko on syntynyt noin 5 miljardia vuotta sitten tiivistymällä tähtienvälisestä aineesta. Aurinko pysyy vakaana energianlähteenä vielä toiset 5 miljardia vuotta, joten siitä saatava energia on lähes rajaton.

Aurinko on halkaisijaltaan 1 392 000 kilometriä ja sen halkaisija on 109 kertainen maapallon halkaisijaan verrattuna. Auringon pinnalla olevaa kerrosta, jossa aine muuttuu läpinäkyväksi, kutsutaan fotosfääriksi. Fotosfääri on paksuudelta 300...500 kilometriä ja lähes kaikki auringosta tuleva näkyvä valo on peräisin siltä. Lämpötila fotosfäärin sisäreunalla on 8000 kelviniä ja ulkoreunalla on 4500 kelviniä. Fotosfäärin ulkopuolella sijaitseva kerros on parituhatta kilometriä paksu kromosfääri. Tämän ulkopuolella on miljoonia kilometrejä paksu korona. Korona on auringon uloin kerros.

Auringon pintakerros muodostuu 71-prosenttisesti vedystä ja 21-prosenttisesti heliumista, minkä lisäksi on muita aineita 2 prosenttia. (Ursa, 2012.)

2.2 Säteily määrä ja teho

Auringon pinnalla tapahtuvassa lämpöydinreaktiossa eli fuusiossa tapahtuu massamuutos, jonka seurauksena vapautuu $3,8 \times 10^{23}$ W:n kokonaisteho. Maapallon ilmakehän ulkopuolella kohtisuorassa säteilyä vastaan olevalle pinnalle tulee säteilytehoa 1,35-1,39 m^2 / kW . Aurinkovakio on se energiamäärä, mikä osuu yhden sekunnin aikana neliömetrin suuruiselle ilmakehän rajalla olevalle pinnalle. Energiamäärä on 1,35–1,39 joulea. Energiamäärän vaihtelu johtuu maapallon ja auringon etäisyyden muutoksesta. Säteilytehosta tippuu 40 % ilmakehässä. (Erat, 2001.)

Ilmakehän vaikutuksesta tulee maan pinnalle kolmenlaista säteilyä. Suora aurinkosäteily on ilmakehän läpi tullutta säteilyä. Hajasäteily eli diffuusinen aurinkosäteily on ilmakehässä olevista molekyylistä ja pilvistä heijastunutta säteilyä. Ilmakehän vastasäteilyä johtuu ilmakehässä olevasta vesihöyrystä, hiilidioksidista ja otsonista, jotka säteilevät lämpöä takaisin maanpinnalle. Ilmakehän vastasäteilyä kutsutaan kasvihuonevaikutukseksi. Näistä kolmesta säteilylajista tulee vähentää avaruuteen takaisin heijastuma pitkäaaltoinen säteily, jotta saadaan lasketuksi maan pinnalle jäävä teho.

Maan pinnalle jäävä kokonaisteho:

$$I = I_A + I_D + I_V - I_U \quad (1)$$

missä

I_A = suora aurinkosäteily

I_D = haja eli diffuusinen aurinkosäteily

I_V = ilmakehän vastasäteily

I_U = pitkäaaltoinen säteily

Kirkkaana kesäpäivänä on suoran säteilyn osuus noin 80 prosenttia, mutta pilvisenä päivänä pinnalle tuleva suora auringonsäteily jää 20 prosenttiin. Vaakasuoralle pinnalle tulevan hajasäteilyn osuus on Suomessa noin 50 prosenttia.

2.3 Aurinkoenergian hyödyntämisen historia

Vuonna 1838 ranskalainen fyysikko Edmund Becquerel onnistui muuttamaan valon sähköksi, hänen valosähkötutkimuksistaan ei kehittynyt mitään käytännön sovellutusta (Aurinkoenergian historia, 2013).

Ranskalainen matematiikan opettaja Auguste Mouchout kehitti ja patentoi vuonna 1861 ensimmäisen aurinkoenergialla toimivan höyrykoneen. Mouchoutin laite keitti vettä ja muodosti pieniä määriä höyryä. Keskittämällä auringonsäteitä peilien avulla hän sai laitteen toimimaan kuten perinteisen höyrykoneen.

Ensimmäisen käyttöveden lämmitykseen tarkoitetut aurinkolämpöjärjestelmän asensi omalle katolle ranskalainen Charles Tellier vuonna 1885.

Vuonna 1892 perusti Aubrey Eneas ensimmäisen aurinkoenergiayrityksen. The Solar Motor Co valmisti moottoreita, jotka toimivat aurinkoenergialla.

Albert Einsteinille myönnettiin vuonna 1923 Nobelin palkinto. Nobel-palkinto myönnettiin valosähköilmiöitä selittävistä teorioista.

Vuonna 1954 teki aurinkopaneelin kehittäminen harppauksen, koska Calvin Fuller, Gerald Pearson ja Daryl Chaplin keksivät käyttää piitä (Si) puolijohteena. Keksinnön avulla pystyttiin rakentamaan aurinkosähköpaneeli, jonka hyötysuhde oli 6 prosenttia.

Vuonna 1956 esiteltiin ensimmäinen kaupalliseen käyttöön suunniteltu aurinkokenno. Aurinkokennon hinta oli 300 dollaria watilta ja sitä käytettiin radioissa ja leluissa.

Vuonna 1958 laukaistiin ensimmäinen satelliitti, joka käytti aurinkoenergiaa sähköntuotantoon.

1960-luvulla käytettiin avaruushjelmissä useita aurinkoenergiateknologioita.

1970-luvun energiakriisi johti uusien energialähteiden etsimiseen. Aurinkosähköpaneelien hinta putosi noin 20 dollariin tuotettua wattia kohti.

Vuonna 1982 maailmanlaajuinen aurinkosähkön tuotanto ylitti 9,3 MW. Samana vuonna Kaliforniassa liitettiin verkkoon 1 MW:n aurinkosähkövoimala. Suurin teollisuuslaitokseen asennettu järjestelmä oli 200 kW.

Vuonna 1983 maailmanlaajuinen aurinkosähkön tuotanto kapasiteetti ylitti 21,3 MW. Aurinkosähkön myyntihinta oli tuona vuonna 250 miljoonaa dollaria.

Aurinkoteknologia on kehittynyt huimasti 1990- ja 2000-luvuilla.

(The energy library, 2013.)

2.4 Energian hyödyntämiseen vaikuttavat asiat

Aurinkoenergian hyödyntämiseen vaikuttavia seikkoja ovat keräimien sijoittelu ja suuntaus. On myös asioita, jotka vaikuttavat todella paljon aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuuksiin, mutta joihin ihmiset eivät pysty vaikuttamaan. Tällaisia asioita ovat vuodenaika ja sijainti maapallolla.

Aurinkoenergiaa hyödynnetään sekä aktiivisesti että passiivisesti. Suuret eteläpuoleiset ikkunat ovat hyvä esimerkki aurinkoenergian passiivisesta hyödyntämisestä. Monissa kunnissa otetaan jo kaavoituksessa huomioon energiatalous. Talot rakennutetaan pohjois-eteläsuuntaan, jos vain mahdollista. Tällainen suuntaus mahdollistaa sekä passiivisen että aktiivisen aurinkoenergian hyödyntämisen. Katon eteläpuoleiselle lappeelle sijoitettavat aktiiviset aurinkokeräimet ovat suuntaukseltaan optimaalisia. Atsimuuttikulma eli

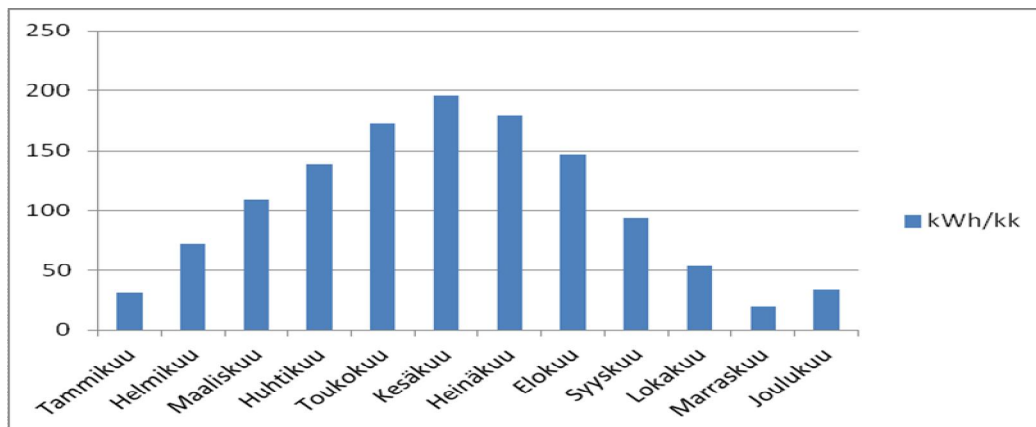
tulokulma pyritään saamaan mahdollisimman lähelle nollaa. Tällöin aurinkolämpökeräin on suunnattu suoraan etelää kohti.

TAULUKKO 1. Aurinkoenergian vuotuinen saantimahdollisuus vaakatasolla (Erat, 2001, 13 & Jodat, 2012).

Kaupunki	Leveyspiiri	kWh/m ² /a
Aden	12° 24' N	2708
El Paco	31° 48' N	2309
New Delhi	28° 38' N	1987
Rooma	41° 48' N	1435
Pariisi	48° 49' N	1032
Tukholma	59° 21' N	993
Helsinki	60° 12' N	938
Kokkola	63° 48' N	864
Sodankylä	67° 22' N	807

Taulukosta 1 käy ilmi, kuinka paljon on mahdollista saada hyötykäyttöön aurinkoenergiaa eri puolilla maapalloa. Vuotuinen aurinkoenergian määrä on sitä suurempia mitä lähempänä päiväntasaajaa paikka sijaitsee.

Mitä kauemmaksi päiväntasaajasta mennään, sitä suuremmat ovat vaihtelut eri vuodenaikoina. Suomessa talteen saatavat aurinkoenergia määrät vaihtelevat suuresti eri vuodenaikojen välillä. Kuviosta 1 ilmenee, ettei Suomen korkeudella saada aurinkoenergiaa hyötykäyttöön silloin, kun sitä tarvittaisiin talojen lämmittämiseen. Suomessa aurinkoenergiaa hyödynnetään asuinkiinteistöissä lähinnä lämpimän käyttöveden tuotannossa ja märkätilojen lattialämmityksessä.



KUVIO 1. Hyödynnettävissä oleva aurinkoenergia (kWh / m²) Porissa (Jodat, 2012)

Kuvion 1 arvot on generoitu Getsolar-ohjelmalla. Tulokset ovat 45°:een kaltevuudessa olevista keräimistä.

TAULUKKO 2. Keskimääräiset aurinkoenergiamäärät ja optimikallistuskulmat Suomen eri osissa. (Silomaa, 2011).

MAAKUNTA	VUOTUINEN SÄTEILY OPTIMIKULMASSA OLEVALLA PINNALLE (kWh/m ² /v)	AURINKOKERÄIMEN OPTIMIKALLISTUSKULMA (HORIZONTAALI 0°, VERTIKAALI 90°)
AHVENANMAA	1171	42°
ETELÄ-KARJALA	1108	42°
ETELÄ-POHJANMAA	1101	44°
ETELÄ-SAVO	1078	42°
ITÄ-UUSIMAA	1109	41°
KAINUU	1042	45°
KANTA-HÄME	1107	41°
KESKI-POHJANMAA	1099	45°
KESKI-SUOMI	1068	43°
KYMENLAAKSO	1101	41°
LAPPI	945 - 1076	45 - 49°
PIRKANMAA	1100	42°
POHJANMAA	1106	45°
POHJOIS-KARJALA	1047	43°
POHJOIS-POHJANMAA	1072	46°
POHJOIS-SAVO	1046	43°
PÄIJÄT-HÄME	1092	41°
SATAKUNTA	1131	43°
UUSIMAA	1102	41°
VARSINAIS-SUOMI	1157	42°

Taulukosta 2. käy ilmi, kuinka pieniä erot Suomessa on eri paikkakuntien välillä. Aurinkolämpökeräimien optimikallistuskulmat ovat 5 asteen sisällä koko maassa.

3 AURINKOKERÄINJÄRJESTELMÄT

Aurinkokeräimet ovat laitteita, joilla aktiivisesti otetaan talteen auringon säteilyenergiaa. Yleisimpiä aurinkokeräimiä ovat tasokeräimet ja tyhjiöputkikeräimet. Aurinkokeräinjärjestelmiin kuuluu aurinkokeräimien lisäksi energiavaraajat, säätölaitteet ja pumppuyksiköt, sekä putkistot ja paisuntasäiliöt.

3.1 Tyhjiöputkikeräimet

Tyhjiöputkikeräimiä on kahta eri lajia, U-pipe ja heat-pipe -keräimet. Tyhjiöputkitekniiikan avulla saadaan auringon hajasäteily talteen paremmin kuin tasokeräimillä. Tästä syystä kevättalvella ja syksyllä, kun energiaa tarvitaan eniten, mutta auringon suoraa säteilyä on vähiten, voidaan tyhjiöputkikeräimillä saada energiaa hyötykäyttöön. Tyhjiöputkikeräimillä pystytään tuottamaan jopa 30 prosenttia enemmän energiaa kuin tasokeräimillä. Eteläisessä Suomessa lämmöntuotto alkaa jo helmikuussa ja jatkuu aina marraskuulle saakka.

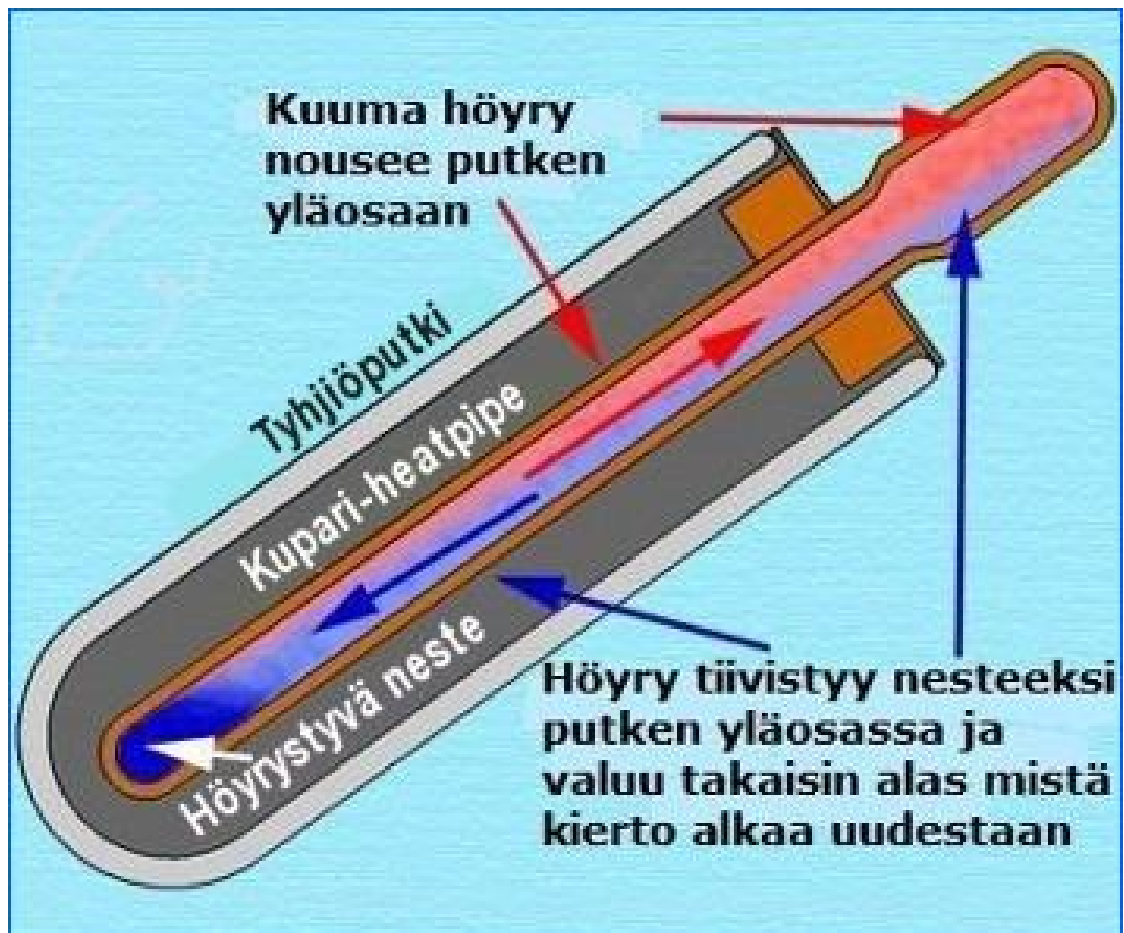
Tyhjiöputkijärjestelmä tulee perinteistä tasokeräinjärjestelmää kalliimmaksi rakentaa, joten se kannattaa tehdä siten, että siitä saadaan mahdollisimman suuri hyöty irti. Talon sijainti kannattaa huomioida ennen tyhjiöputkijärjestelmän hankkimista ja tarkistaa, että katolle paistaa aurinko myös sen ollessaan matalammalla eli alkukevästä ja syksystä. Talon ympärillä olevat korkeat puut voivat varjostaa niin paljon, että keräinten tuotto alkaa vasta myöhemmin keväällä ja hyödyt jäävät pienemmiksi. Kesäaikana tasokeräimetkin tuottavat riittävästi kattamaan koko kulutuksen.

Parhaan hyödyn tyhjiöputkikeräimistä saa, kun ne asennetaan lähes pystysuoraan. Tällöin saadaan keväällä ja syksyllä matalammalta paistavasta auringosta talteen suurempi määrä energiaa. Kesällä pystyyn asennetut tyhjiöputkikeräimet keräävät huonommin energiaa kuin optimikulmaan asennetut, mutta yleensä riittävästi kattamaan kulutuksen.

Lumisissa pohjoisissa olosuhteissa on tyhjiöputkista toistaiseksi vähän kokemuksia. Keski-Euroopassa tyhjiöputkikeräimiä on kuitenkin käytössä myös lumisilla seuduilla, eikä suuria

ongelmia ole ilmennyt. Lumiongelmien ehkäisemiseksi tyhjiöputket kannattaa kuitenkin asentaa mahdollisimman pystyyn, jotta lumi ei pysyisi niiden päällä. Tyhjiöputkikeräimet eivät lämpene pinnalta niin paljon, että lumi sulaisi niiden päältä. Asennuspaikkaa valittaessa kannattaa huomioida lumen kertyminen ja se, että energiantuotannon säilymisen kannalta on tärkeää päästä puhdistamaan keräimille kertynyt lumi turvallisesti ja helposti. (Motiva, 2013b.)

3.1.1 Heat-pipe tyhjiöputkikeräimen rakenne ja toiminta



KUVIO 2. Tyhjiöputkikeräimen rakenne. (Energiaa auringosta)

Heat-pipe tyhjiöputkikeräimen rakenne ja toiminta ilmenevät kuviossa 2. Keräimessä on päällimmäisenä kaksi sisäkkäistä lasiputkea, joiden väliin on imetty tyhjiö. Sisempi

lasiputki on pinnoitettu absorbaatio aineella, jonka avulla auringon säteilyn lämpöenergia otetaan tehokkaasti talteen. Sisemmässä lasiputkessa on kupariputki, joka sisältää helposti höyrystyvää lämmönsiirtonestettä, joka lämmitessään höyrystyy. Höyry nousee putken yläosaan, jossa se luovuttaa lämmön kuparisauvan kautta lämmitysjärjestelmässä olevaan lämmönsiirtonesteeseen. Jäähdyntynyt höyry tiivistyy nesteeksi ja valuu putken alaosaan, mistä kierto alkaa uudestaan. Heat pipe -tyhjiöputkikeräimessä on kuiva lämmönsiirtoliitos. Lämpöputkessa oleva helposti höyrystyvä neste muodostaa oman lämmönsiirtopiirin (Erat, 2001, 82).

3.1.2 U-pipe -tyhjiöputkikeräimen rakenne ja toiminta

U-pipe -tyhjiöputkikeräimessä kiertää lämmönsiirtoneste, joko U:n muotoisessa kupariputkessa tai sisäkkäin olevista putkista muodostetusta koaksiaaliputkessa. Muuten U-pipe keräimen toiminta muistuttaa pitkälti Heat-pipe keräimen toimintaa. Keräimessä on hyvin pienet lämpöhäviöt, koska integroiduilla kupariputkilla on vähän liitoskohtia ja ulkoiset häviöt ovat pieniä lasiputkien välissä olevan tyhjiön lämmöneristyskyvyn ansiosta.

3.2 Tasokeräimet

Nestekiertoinen tasokeräin on yleisin Suomessa käytetty keräintyyppi. Tasokeräin on edullinen ja pitkäikäinen. Se on myös toimintavarma Suomen oloissa.



KUVIO 3. Tasokeräinjärjestelmä.

Aurinkolämpötasokeräimen toimintaperiaate on yksikertainen. Aurinkokeräimet ottavat vastaan auringon säteilyn ja muuttavat sen lämmöksi absorbaattorissa. Absorbaattori on tummapintainen lämpöä johtava kuparipelti, jonka alapinnassa kulkevat kupariputket. Kupariputkissa kiertää lämmönsiirtoneste, joka kuljettaa lämmön vesivaraajaan. Tasokeräimen päällä oleva vähärautainen karkaistu lasi päästää hyvin läpi auringon pitkäaaltoisen säteilyn, mutta tällainen selektiivilasi läpäisee huonosti takaisin säteilevän lyhytaaltoisen säteilyn. Lasin alle muodostuu ns. kasvihuoneilmiö, joka tehostaa tasokeräimen toimintaa.

Tasokeräimien runko valmistetaan yleensä taipumattomasta kevyestä materiaalista esimerkiksi alumiinista, ruostumattomasta teräksestä tai polykarbonaatista. Rungon sisäpuolella on eristekerroksia, jotta lämpö ei pääse karkaamaan.

3.3 Energiavaraaja

Energiavaraajaa käytetään tasaamaan lämmitysjärjestelmän teho- ja kulutushuippuja. Energiavaraajassa lämpöä säilötään sekä kustannussyiden (esimerkiksi yö sähkö), että epätasaisen lämmöntuoton takia, kuten aurinko-, puu- ja lämpöpumppulämmityksessä. Myös epätasainen tehon tarve, kuten lämpimän käyttöveden tarve puoltavat sopivan varaajan käyttöä. (Kaukora.)

Energiavaraaja on keskeisessä asemassa nykyaikaisessa lämmitysjärjestelmässä. Energiavaraajan avulla pystytään optimoimaan käytettävä lämmöntuotto, eikä polttimille ja lämpöpumpuille tule ylimääräisiä turhia käynnistyskertoja, jotka kuluttavat laitteita ja huonontavat hyötysuhteita. Energiavaraajan avulla pystytään saumattomasti yhdistämään eri energialähteitä. Monipuolinen varaaja sekä vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä mahdollistavat energialähteen muuttamisen helposti saneerauksien yhteydessä, joten ei olla sidoksissa maailman muuttuessa yhteen lämmitys muotoon.

Hyvässä energiavaraajassa on monipuolisesti liitännävaihtoehtoja ja erilaisia lämmityskierukoita. Lisäksi varaajan pitää olla hyvin eristetty, jotta ei esiinny hukkalämpöä.

Varaajan täytyy kuumentaa lämmin käyttövesi riittävän kuumaksi, jotta legionella- ym. bakteerit kuolevat. Bakteereiden takia pitäisi lämmön olla yli 55 astetta. Toinen vaihtoehto on pienitilavuuksinen lämmönvaihdin varaajan yhteyteen, jolloin vaihtimessa olevat muutamat litrat, joissa mahdollisesti on ollut optimaaliset olosuhteet legionellabakteerien lisääntymiseen, valuvat hetkessä viemäriin aiheuttamatta tauteja.



KUVIO 4. Akvatermin 500 litran energiavaraaja

Kuvion 4. energiavaraaja on hyvä esimerkki siitä, mitä nykyaikaisesta varaajasta pitää löytyä, jotta se täyttää nykypäivän vaatimukset ja mahdollistaa rinnakkaisia lämmöntuottotapoja. Akvatermin varaajassa on kaksi luokkaa, joista ylemmässä on vakiona lämminvesikierukka ja alempaan voi sijoittaa aurinkolämmityskierukan, käyttöveden esilämmityskierukan, lämmön talteenottovaihtimen tai muun vastaava laitteen. Lisäksi varaajassa on yhteet sähkölämmitysvastuksille, verkostolle, ylikiehumissuojalle ja veden poistolle.

3.4 Putkistot ja paisuntasäiliöt

Aurinkolämmitysjärjestelmien putkistot voidaan tehdä kupari- tai ruostumattomasta putkesta. Kupariputki on yleisemmin käytetty, koska siihen on saatavissa monipuolisesti liitospaleita ja osia. Lisäksi kupariputkista tehdyt linjat voidaan mitoittaa pienemmiksi, koska kupariputkissa on fluidin virtausvastus pienempi kuin ruostumattomasta teräksestä tehdyissä. Putkistot ja paisuntasäiliöt mitoitetaan järjestelmän nestetilavuuden mukaan taulukoiden 3 ja 4 mukaisesti.

TAULUKKO 3. Keräinkentän enimmäiskoko kopariputken koon ja virtaaman perusteella. Menoputki on 7,5 m pitkä. samoin paluuputki. (Y-energia.)

Cu-putki	15 x 1 mm	18 x 1 mm	22 x 1 mm	28 x 1,5 mm	35 x 1,5 mm
50l/m ² /h	5 m ²	9 m ²	16 m ²	27 m ²	50 m ²
30l/m ² /h	8 m ²	16 m ²	26 m ²	45 m ²	80 m ²

TAULUKKO 4. Paisuntasäiliön valintataulukko (Y-energia.)

järjestelmän tilavuus	keräimen pinta-ala	paisunta-astian koko eri järjestelmän korkeudessa					
		2,5	5	7,5	10	12,5	15
18	5	12	12	12	18	18	18
20	7,5	18	18	18	18	18	25
23	10	18	18	18	18	25	25
24	12,5	25	25	25	25	25	25
25	15	25	25	25	25	25	35
29	17,5	25	25	25	25	35	35
35	20	25	25	35	35	35	35
37	25	35	35	35	35	35	50
40	30	35	35	35	50	50	50

Taulukosta 4 käy ilmi, että paisuntasäiliö tulee mitoittaa niin suureksi, että keräinjärjestelmän kiehuessa ylikuumentumisen seurauksena, säiliöön pitää mahtua koko järjestelmän nestetilavuus (Jodat).

3.5 Ohjausyksikkö

Ohjausyksiköllä ohjataan kiertovesipumppujen toimintaa vertailemalla keräimien ja energiavaraajan lämpötila-antureiden arvoja. Ohjausyksikössä on yksinkertainen logiikkapiiri, joka antaa kiertovesipumpulle käynnistysimpulssin, kun keräimien lämpötila on suurempi kuin energiavaraajan. Ohjausyksikkö sammuttaa kiertovesipumput, kun energiavaraajan lämpötila lähestyy aurinkokeräimen lämpötilaa.

Ohjausyksikköön on ohjelmoitu energiavaraajan maksimilämpötila, jotta varaaja ei pääse kiehumaan. Normaalisti vesivaraajan suurimmaksi lämpötilaksi on säädetty 90 astetta.

4 KOHTEEN TIEDOT

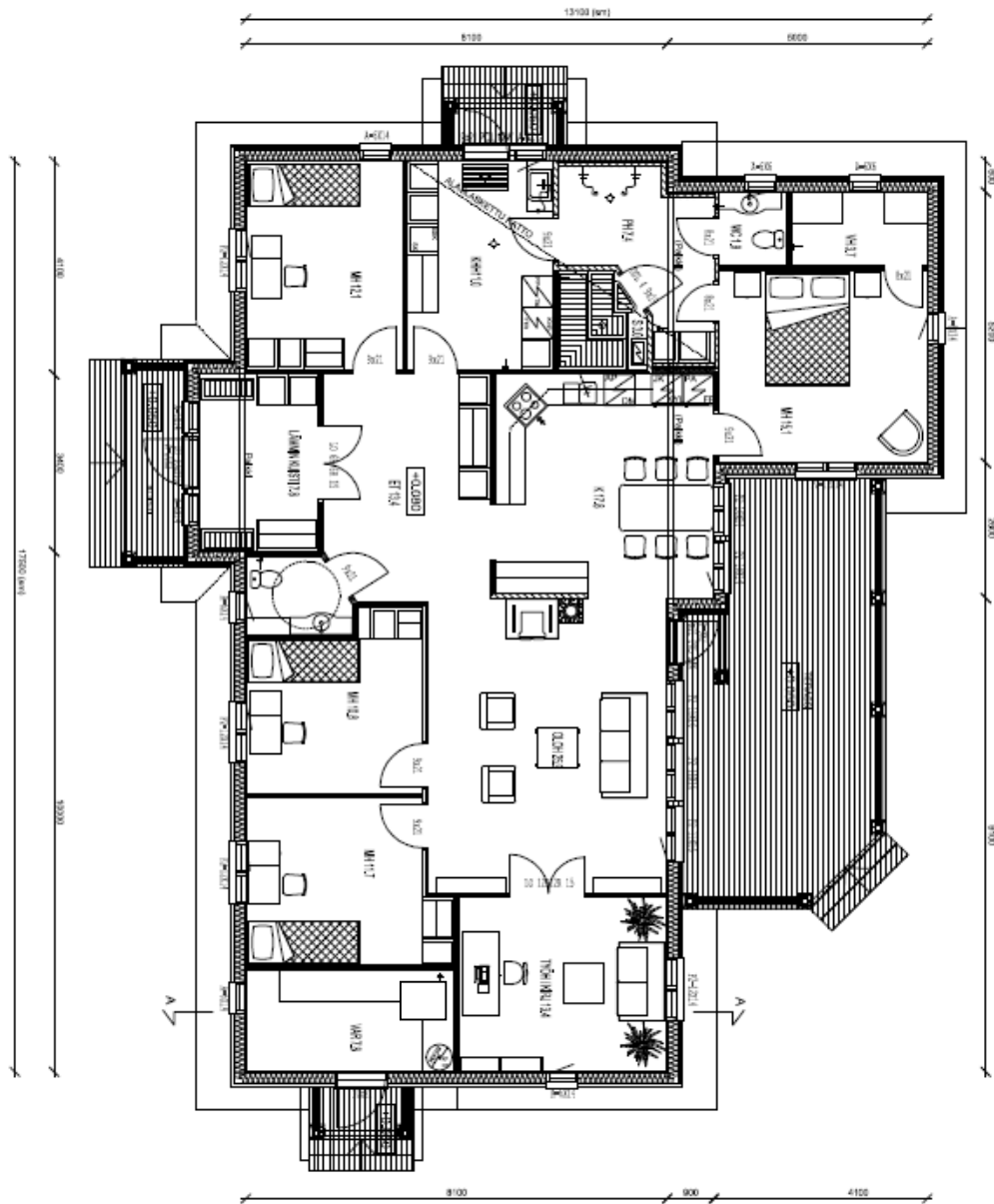
4.1 Kiinteistön sijainti ja perustiedot

Omakotitalo, johon suunnitellaan lisättäväksi aurinkolämpöjärjestelmä, sijaitsee Kokkolassa, Kuusimäen asutusalueella. Kiinteistö on valmistunut vuonna 2009. Talon kokonaispinta-ala on 196 m², josta asuinpinta-alan osuus on 164 m². Kiinteistössä on erillinen 52 m² autotalli. Talossa asuu viisi henkinen perhe.

Talon runko on tehty Teri-talot Oy:n valmistamista suurelementeistä. Seinien kokonaispaksuus on 300 mm, josta 250 mm on vuorivillaa. Seinien U-arvo on 0,19 W / (K•m²). Yläpohjan eristeenä on käytetty 400 mm Puhallusvillaa. Lattian eristeenä on 150 mm styroksia. Kivijalka on valettu käyttäen Soklexin tuplaeristettyä styrokseksi muottia. Routasuojana on käytetty 100 mm vahvuudelta styroksia 1200 mm etäisyydelle talosta. Vesikatto on peltiä.

Talossa on vesikiertoinen lattialämmitys ja lämmönlähteenä kalliolämpö. Lämpöpumppuna toimii Nibe Fighter 1240. Kallioon on porattu 180m syvä porakaivo maapiirille. Talossa on erillinen tekninen tila, jonka sijainti on kuviossa 5 vasemmassa alanurkassa. Tekniseen tilaan on sijoitettu maalämpöpumppu, ilmanvaihtokone ja keskuspölynimuri. Nibe Fighter 1240 -maalämpöpumpussa ei ole erillistä piiriä aurinkokeräimiä varten, joten aurinkeräimiä varten täytyy laittaa erillinen lämminvesivaraaja.

Lisälämmön lähteenä asunnossa on Tulikiven 1650 kg painava vuolukivitakka. Takka sijaitsee keskellä taloa olohuoneessa.



KUVIO 5. Pohjakuva

Talon pohjakuva (kuvi 5) näkyy vasemmassa alakulmassa tekninen tila, jossa sijaitsevat lämpöpumppu, IV-kone, keskuspölynimuri sekä muut talotekniset laitteet. Tekniseen tilaan on oma sisäänkäynti, jotta huoltotöiden yhteydessä ei leviä mitään asuinhuoneistoihin. Tekninen huone on pinta-alalta $7,8 \text{ m}^2$, joten sinne saadaan mahtumaan helposti myös vesivaraaja ja aurinkolämpöjärjestelmän vaatima tekniikka.



KUVIO 6. Ilmakuva suunnittelun kohteesta.

Kuviossa 6 on etelän suunnasta otettu ilmakuva suunnittelun kohteena olevasta omakotitalosta. Kuvasta käy ilmi, kuinka optimaalinen sijainti kiinteistöllä on ajatellen aurinkoenergian hyödyntämistä. Tontin eteläpuolella on rehunviljelyyn käytettyä peltoa, joten korkeita varjostavia puita ei ole. Kuvan ottamisen jälkeen on pihasuunnittelussa otettu huomioon aurinkopaneeleiden hankinta istuttamalla vain matalakasvuisia puita ja pensaita talon eteläpuolelle suojaamaan etelätuulelta. Paras suunta aurinkokeräimille on suoraan etelään, joten lape jolle keräimet aiotaan sijoittaa on melkein optimi suunnassa, vain 30 astetta etelästä lounaaseen

.

Talon katon eteläpuoleiselle lappeelle mahtuvat isommatkin aurinkokeräimet. Katolla jo valmiiksi olevilta kävelysilloilta pääsee helposti ja turvallisesti suorittamaan asennus- ja huoltotoimenpiteet.

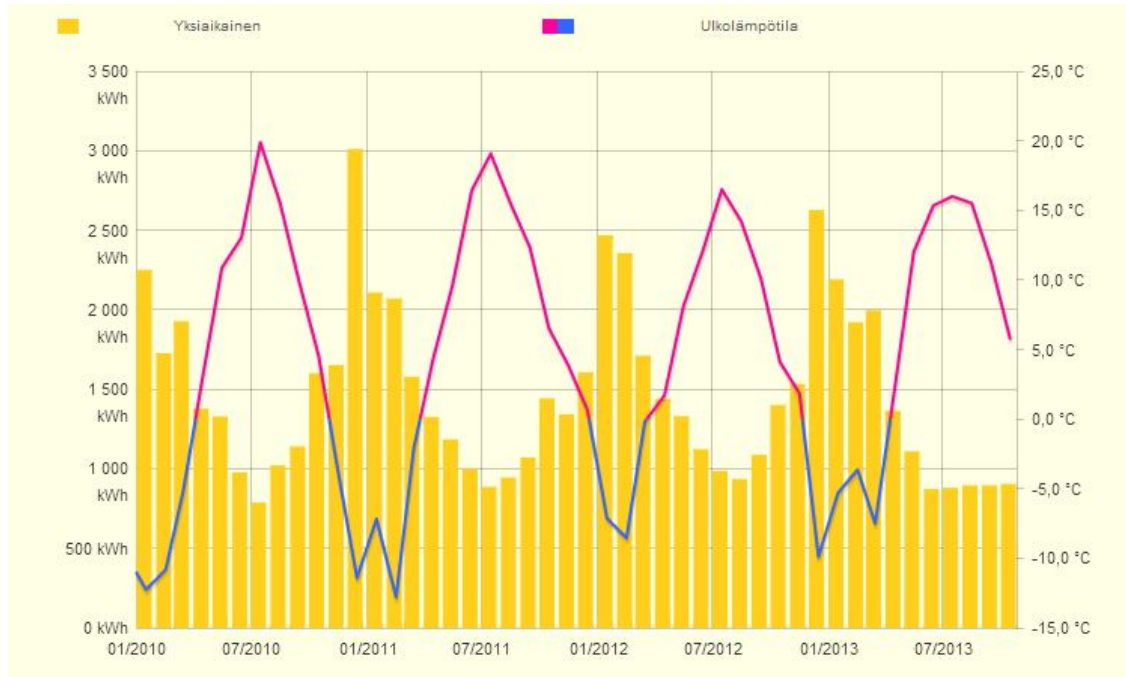
4.2 Energian kulutus

Energian kulutuksen vertailu on aloitettu vuodesta 2010, joka on ensimmäinen kokonainen vuosi jolloin talossa asuttiin. Energiankulutusta seurataan Kerttu-raportointipalvelusta, joka on Kokkolan energian tarjoama on-line internet-palvelu. Kerttu-raportointipalvelusta voi seurata energiankulutusta vuosi-, kuukausi-, viikko-, päivä- ja tuntitasolla.

TAULUKKO 5. Kohteen energiakulutus vuosina 2010...2013

Vuosi	Kulutus (kWh)	Kustannus (€)	Veron osuus (€)	Ulkolämpötilan keskiarvo (°C)
2010	18799	1761	202,51	2,9
2011	16560	1817	346,87	5,6
2012	19996	2071	397,92	3,6
2013/1-10kk	13031	1492	272,96	6,2

Taulukosta 5 käy hyvin ilmi, kuinka paljon ulkolämpötilan vaihtelut vaikuttavat vuositasolla energian kulutukseen. Esimerkiksi vuoden 2011 ulkolämpötilan vuotuinen keskiarvo oli 2,7 astetta korkeampi kuin vuonna 2010. Tämän ansiosta lämmitysenergian kulutus pieneni 11,9 prosenttia. Kulutuksen laskusta huolimatta kustannukset nousivat sähkön hinnan nousun ja energiaverotuksen kiristymisen vuoksi. Vuotta 2012 kulutusta on taas vaikea vertailla suoraan edellisiin, koska silloin autotalli valmistui ja sitä alettiin lämmitellä, joten lämmitettävien neliöiden määrä nousi 52 m².



KUVIO 7. Kulutuslukemat ja ulkolämpötila vastaavana aikana.

Kuviosta 7 voidaan todeta, millä tavalla ulkolämpötila vaikuttaa, kun verrataan energian kulutusta kuukausitasolla. Heinäkuun helteiden aikaan ei kulu juuri energiaa lämmitykseen, joten sitä voidaan pitää perusoletuksena sille kuinka paljon sähköä kuluu käyttöveden lämmitykseen ja kodin elektroniikkaan.

Vuoden 2013 kulutuslukemia katsoessa huomaa heti, millainen vaikutus on lämpimällä syksyllä sähkökulutukseen. Kulutuslukemataulukko on lukittu 23.10.2013, joten sen takia lokakuun kulustolppa näyttää pienempää arvoa kuin ulkolämpötilalukema edellyttäisi.

4.3 Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä

Kiinteistössä ei ole mitattu erikseen lämpimänkäyttöveden kulutusta. Tämän vuoksi kulutuslaskelmissa käytetään normitettuja arvoja. Lämpimän käyttöveden osuus veden kokonaiskulutuksesta on n. 40 %. Veden kokonaiskulutus on keskimäärin 155 litraa vuorokaudessa asukasta kohden (korjaustieto 2013). Kohteessa on vedenkulutus ollut 5 prosentin sisällä normikulutuksesta koko talon historian ajan, joten käytän tarvittavissa laskutoimituksissa normikulutuksia.

Kiinteistön vedenkulutus on ollut vuositasolla keskimäärin 280 m² eli lämpimänveden kulutus on $0,4 \times 280 = 112 \text{ m}^2$. Lämpimään käyttövedeen tarvittavan energiamäärä:

$$Q_{\text{lkv}} = 58 \times V_{\text{lkv}} \text{ [kWh]} \quad (2) \quad (\text{Motiva, 2013a.})$$

missä

V_{lkv} = Lämpimän käyttöveden vuosikulutus (m³)

Tämä Motivan yhtälä perustuu siihen, että veden lämpötilaa nostetaan 50°C.

Kiinteistön vuosikulutus lämpimänkäyttöveden tuottamiseksi:

$$Q_{\text{lkv}} = 58 \times 112 = 6496 \text{ kWh}$$

TAULUKKO 6. Veden lämmittämiseen käytettävän energian määrä ja hinta, sekä aurinkoenergialla saavutettavat säästöt.

	Ostetun energian määrä (kWh)	Ostetun energian hinta (€)	Aurinkoenergialla tuotettu energia (kWh)	Saavutettu säästö (€)
Lämpimänkäyttöveden lämmittämiseen käytetty energia	6496	780	-	-
Aurinkoenergialla tuotettu 25 %	4872	585	1624	195
Aurinkoenergialla tuotettu 40 %	3898	468	2598	312

Tällä hetkellä on Kokkolan energialla sähkön hinta n. 12 senttiä / kWh, joten vuositasolla vedenlämmittämiseen kuluu 780€. Vuositasolla aurinkoenergialla pystyy kattamaan 25-40 prosenttia lämpimänkäyttöveden lämmittämiseen kuluvaan energian tarpeeseen. Tämänhetkisillä kulutustottumuksilla ja energian hinnalla on vuositasolla säästää aurinkoenergiaa hyväksikäyttäen maksimissaan 312 euroa. Realistisena arviona pidän noin 285 euron hyötyä vuositasolla, jota aion käyttää takaisinmaksuaika- ja hyötylaskelmissa hyväkseni. Taulukosta 6 käy ilmi kuinka paljon aurinkoenergialla on mahdollista saada säästöjä aikaan.

5 AURINKOJÄRJESTELMÄN MITOITUS

Aurinkolämpöjärjestelmän mitoituksessa on tärkeää huomioida myös mahdolliset tarpeet tulevaisuudessa, koska aurinkolämmitysjärjestelmän käyttöikä on jopa 20-30 vuotta. Tämän hetkisen tarpeen mukaan mitoitamme aurinkolämpöjärjestelmän viisihenksen talouden käyttövedenlämmitystä ajatellen. Mitoituksessa otetaan huomioon, että maalämpöpumpussa on valmiina kaikki tarvittava käyttöautomaatiikka lämpimänveden tulistamiseksi riittävän kuumaksi, jotta bakteerit kuolevat. Lisäksi pumpussa on toimiva automaatiikka lattialämmityksen säätämiseen ulkolämpötilan mukaan, joten kustannustehokkuuden kannalta on oleellista keskittyä tuottamaan aurinkoenergialla lämmintä käyttövettä. Aurinkolämmitysjärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan siten, että kesäaikana se tuottaa mahdollisimman suuren osan tarvittavasta lämpimästä käyttövedestä. Kevään ja syksyn aikana, kun aurinkoenergiaa ei ole saatavilla yhtä paljon kuin kesällä, aurinkolämmityksellä esilämmitetään lämmin käyttövesi.

Märkätilojen lattialämmitykseen tarvittavan energian arvo on 10-20 euroa kesäaikana, jolloin aurinkolämmityksestä olisi hyötyä. Tämän takia ei kannata alkaa suunnitella ja toteuttaa muutoksia toimivaan lämmitysjärjestelmään, koska sijoitettua rahasummaa ei onnistuisi edes teoriassa saamaan säästymään käyttämällä aurinkoenergiaa lämmittämiseen.

Lämpimän käyttöveden tuottamiseksi tarvitaan aurinkolämpöpaneeleita 1,2-1,5 m² / henkilö ja vesivaraajan tilavuudeksi 75-100 litraa / asukas (Y-energia). Kiinteistössä asuu 5 henkeä, joten keräimiä tarvitaan 6-7,5 m² ja vesivaraajaksi tarvitaan 500-litrainen energiavaraaja. Keräinpinta-ala määräytyy noiden alustavien laskelmien mukaan, riippuen valittavan valmistajan keräimien vakio mitoista.

TAULUKKO 7. Aurinkokeräinten ja vesivaraajan mitoitus asukasluvun mukaan

Asukasmäärä (kpl)	Keräinten pinta-ala (m ²)	Vesivaraajan koko (l)
2	3	200 (300)
4	4,5	400 (500)
5	6	500 (500)

6 LAITTEIDEN VERTAILU

Laitevertailu suoritetaan laitevalmistajien ja maahantuojien antamiin tuotetietoihin ja käyttäjäkokemuksiin perustuen. Laitteisto vertailuun on otettu pitkään markkinoilla olleita ja vakavaraisia laitteisto valmistajia, jotta varaosien toimitus ja takuehtojen täytyminen olisi mahdollisimman varmaa. Laitevertailussa otetaan huomioon hinnoittelu, laatu ja toimitusaika. Ensisijaisesti ei pyritä löytämään halvinta vaihtoehtoa vaan hintalaatusuhteelta paras vaihtoehto.

6.1 Aurinkotukun tyhjiöputkijärjestelmä

6.1.1 Aurinkotukku

Aurinkotukku.fi on Piece of green Oy:n verkkokauppa. Piece of greenillä on myyntikonttori Vaasassa ja varasto Vähäkyrössä. Aurinkotukun tuotteilla on vuoden takuu ja ehjillä avaamattomilla paketeilla kahden viikon palautus oikeus.

6.1.2 Tyhjiöputkikeräin järjestelmä 7,5 kW

Aurinkotukun myymään aurinkolämpö järjestelmään kuuluvat tyhjiöputkikeräimet telineineen, 500 litran vesivaraaja kahdella lämpökierukalla, pumppu- ja ohjainyksikkö, kaikki aurinkolämpöpiiriin tarvittavat liittimet, sekä 10 m eristettyä 22 mm tuplaputkea varaajan ja keräinyksikön välille.

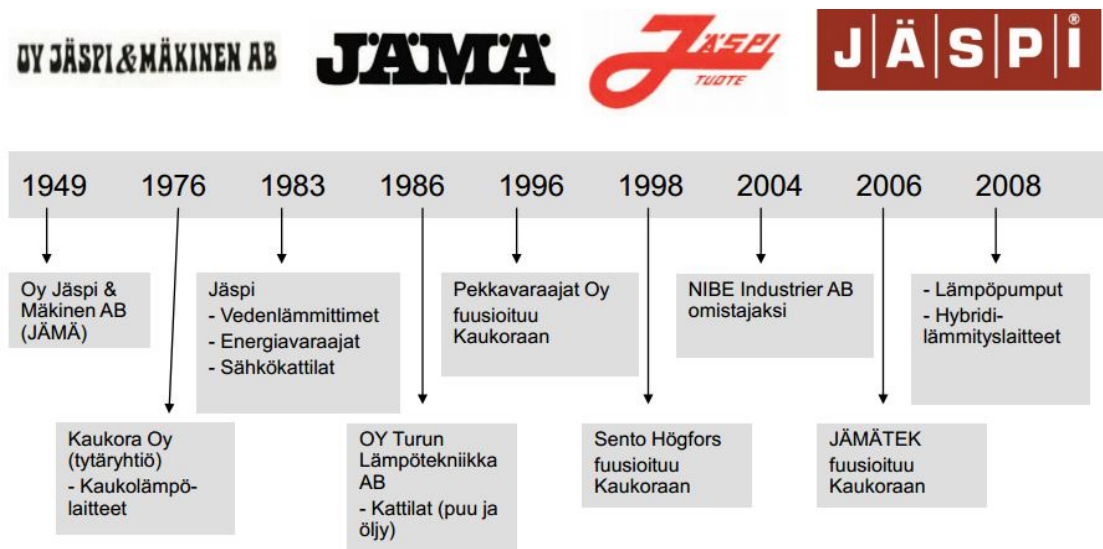


KUVIO 8. Aurinkotukun tyhjiöputkijärjestelmän osia (Aurinkotukku.)

6.2 Kaukora Oy:n tasolämmönkeräin järjestelmä

6.2.1 Kaukora Oy

Kaukora Oy on perustettu vuonna 1976. Sillä on tehtaat Turussa ja Raisiossa. Raisiossa valmistetaan käyttövesi- ja energiavaraajat. Turussa taas keskitytään Lämmityskattiloiden tekemiseen. Kaukora on suomen johtava LVIS-valmistaja. Liikevaihto oli vuonna 2012 noin 30 miljoonaa euroa, josta 30 % oli viennin osuus. Kaukora Oy työllistää 160 henkilöä. Kaukoran tunnetuin tuotemerkki on Jäspi.



KUVIO 9. Kaukora OY:n laajentuminen nykyiseen kokoonsa

Kuviosta 9 käy ilmi Kaukora Oy:n kasvu yritysostojen ja fuusioitumisien kautta nykyiseen laajuuteensa. Kaukora on saanut yrityskauppojen myötä hyviä tuotemerkkejä itselleen. Laajentuminen on taannut sen, että tuotekehityksessä on ollut riittävät resurssit.

6.2.2 Jäspi solar 3/5 -keräinpaketti

Kaukora Oy:n valmistamat Jäspi solar -aurinkolämpökeräimet on suunniteltu Suomen vaativiin oloihin. Aurinkokeräimen runko on ruostumatonta terästä ja eristys riittävä Suomen kylmiin olosuhteisiin. Suojalasina on 3,2 mm paksu vähärautainen lasi, joka läpäisee hyvin auringon lämpösäteilyn ja kestää suurenkin lumikuorman.

Jäspin aurinkolämpöpaketti sisältää vakiona 3 tai 5 kappaletta watt 300su -aurinkokeräintä. Keräinten lukumäärä valitaan vesivaraajan koon mukaan. Järjestelmään valitaan 3 tai 5 keräintä riippuen siitä, onko käytössä 300 litran vai 500 litrainen energiavaraaja. Kolmeosaisessa keräinpaketissa on hyötypinta-alaa 5,7 m² ja viisiosaisella keräinpinta-ala on 9,5 m².

Keräinjärjestelmään kuuluu SPS 10 -varaajapaketti (kuvio 10) on täydellinen aurinkopumppupaketti, joka sisältää pumppu- ja säätöyksikön, sekä varoventtiilin ja painemittarin (6 bar). Pumppuyksikön kiertovesipumppu kierrättää suljetussa järjestelmässä aurinkolämpönestettä varaajan ja aurinkolämpökeräimien välissä.



KUVIO 10. Jäspi SPS-latauspaketti



Kuvio 11. SCU-ohjausyksikkö

SCU -ohjausyksikkö (kuvio 11) ohjaa varaajapaketin pumpun toimintaa. Ohjausyksikkö käynnistää kiertopumpun, kun keräimen lämpötila ylittää vesivaraajan lämpötilan muutamalla asteella. Ohjausyksikkö pysäyttää kiertovesipumpun, kun vesivaraajan lämpötila alkaa lähestyä keräinpaneelien lämpötilaa. Järjestelmää ohjataan kahden

termostaatin avulla, joiden anturit sijaitsevat keräinpaneelissa ja energiavaraajassa. Ohjainyksikkö katkaisee pumpun toiminnan, ettei energiavaraaja pääse jäähtymään pumpun ollessa turhaan käynnissä. Ohjainyksikkö estää vesivaraajan mahdollisen ylikuumentumisen pysäyttämällä kierron esiasetettuun lämpötilaan, joka on yleensä 95 astetta.

TAULUKKO 8. Solar 3/5 -keräinpaketin toimitussisältö (Kaukora.)

Kuvaus	kpl
WATT 300 SU aurinkokeräin	3 (5)
JÄSPI SPS-latauspaketti	1
JÄSPI SCU-ohjausyksikkö	1
paisunta-astia	1
9x18 mm Aeroflex EDPM putkieristettä	40 m
erikoislämmönsiirtonestettä	25 (50) l
putkiliitosten liitinsarja	1
Kattokiinnikesarja keräimille	1

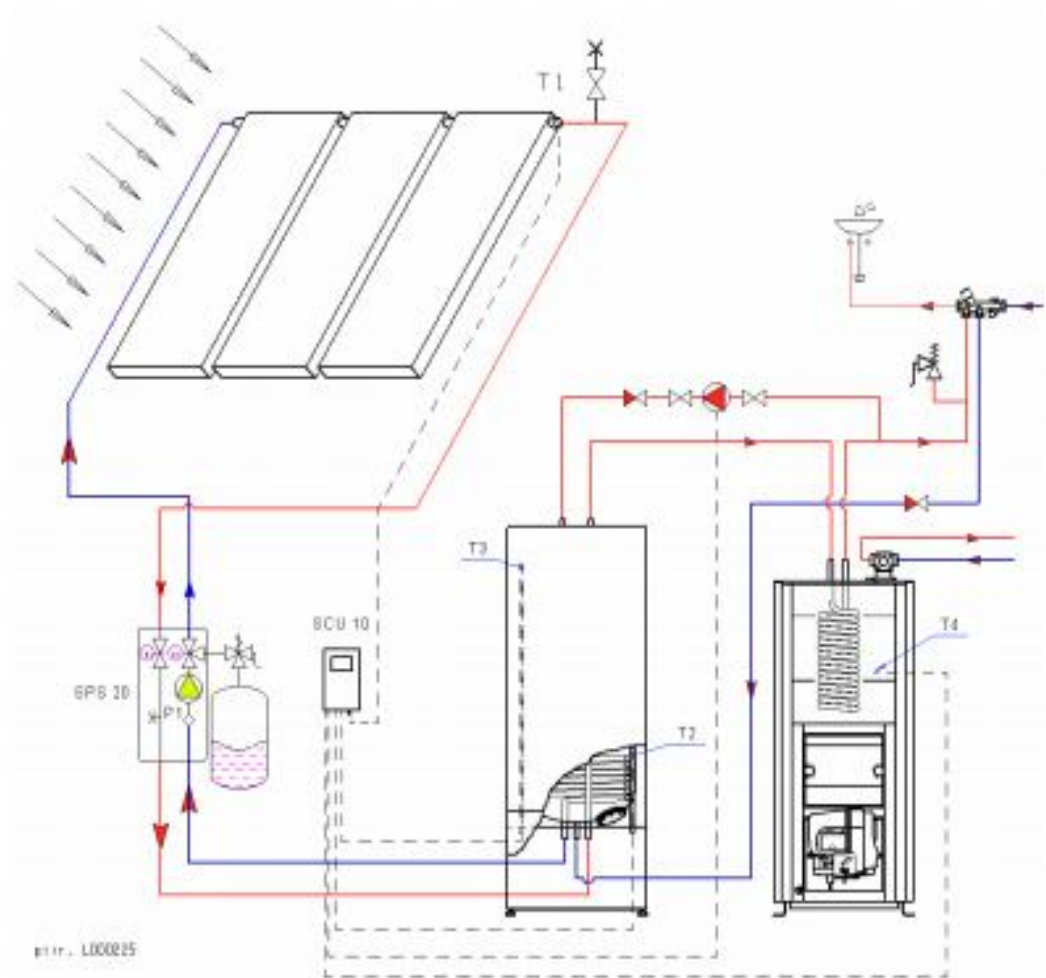
Taulukosta 8 käy ilmi, että keräinpakettiin kuuluvat myös paisunta-astia, putkieristeet, lämmönsiirtoneste, liitinsarjat putkiliitoksille ja kattokiinnikesarja keräimille. Näiden tarvikkeiden lisäksi tarvitaan 18 mm kupariputkea, varoventtiilit ja painemittarit. (Jäspi.)

6.2.3 Jäspin solar-järjestelmän kytkentä

Aurinkolämpöpaneeli järjestelmän kytkemisestä maalämpöpumpun etupuolelle tulee huolehtia, ettei lämpöpumpulle menevä lämmin käyttövesi ole liian kuumaa. Keskikesällä saattaa energiavaraaja lämmitä jopa 90-asteiseksi, joten ennen maalämpöpumppua tulee olla sekoitusventtiili huolehtimassa käyttöveden oikeasta lämpötilasta.

Kuviosta 12 näkyy miten aurinkotasokeräimet kytketään valmiin lämmitysjärjestelmän rinnalle. Termostaatti T1 sijaitsee lämpöpaneelin siinä ylänurkassa, josta paluuputki lähtee energiavaraajaan. Tämän termostaatin jälkeen on järjestelmän ylimmässä kohdassa automaattisesti toimiva ilmauskello. Termostaattien T1 ja T2 lämpötilaerojen mukaan ohjausyksikkö SCU 10 laittaa kiertovesipumpun käyntiin. Pumppuyksikön SPS 10 ja keräimen väliin menopuolelle on asennettava yksisuuntaventtiili, jotta paluusuuntaan tapahtuvaa vapaakiertoa ei voi tapahtua. Paisuntasäiliön etupuolelle asennetaan

kaksitoiminen takaiskuventtiili. Fighter 1240 –laitteiston kanssa ei oteta käyttöön kuvassa näkyviä termostaatteja T3 ja T4, koska lämpöpumpussa ei ole ylimääräistä kierukkaa, joka mahdollistaisi myös lämmityspuolen vesitilan lämmittämisen.



KUVIO 12. Aurinkokeräinjärjestelmän kytkeminen toisen energialähteen rinnalle

6.3 Roth'in tasolämmönkeräinjärjestelmä

6.3.1 Roth Nordig

Roth Nordig kuuluu Roth industries -konserniin, jonka pääkonttori ja tuotanto ovat Saksassa. Roth industries -konsernissa on töissä yli 1000 henkeä ja liikevaihto on 225 miljoonaa euroa. Roth Nordig kehittää, tuottaa ja markkinoi täydellisiä LVI-järjestelmiä Pohjoismaihin. Rothin tuotteilla on laatusertifikointi ISO 9001 ja ISO 14100.

Roth Nordig -yhtiön logistiikkakeskus sijaitsee Tanskassa Frederikssundissa, noin 40 kilometrin päässä Kööpenhaminasta. Rothin toimipiste Suomessa sijaitsee Karjaalla.

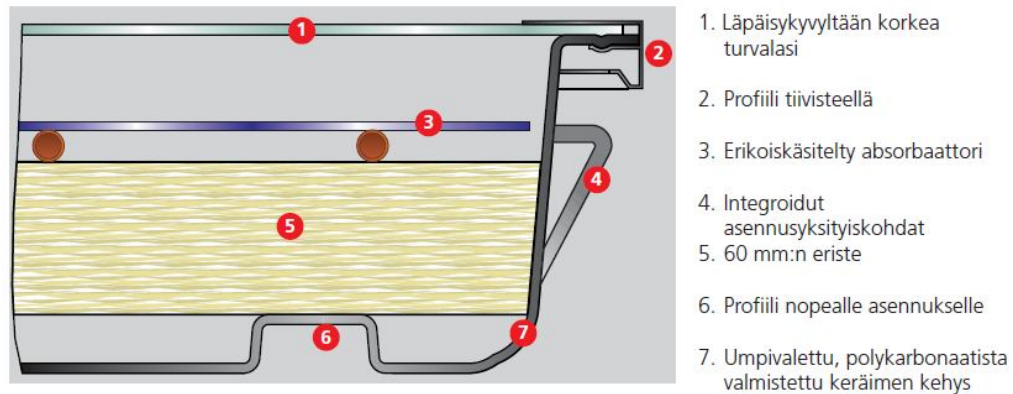
6.3.2 Heliostar S4 -keräin

Heliostar S4 on litteä aurinkokeräin. Heliostar S4 -keräimessä on paksu polykarbonaatti kotelo ja kuori, jotka eristävät hyvin. Polykarbonaatti kuoren ansiosta keräin painaa vain 36 kg ja umpinainen rakenne tekee siitä hyvin säätä kestävä ja jämän asentaa. Heliostar S4 -keräimessä on raudaton turvalasi, joka täyttää raeluokan 1 vaatimukset. Keymark-laadunvalvontajärjestelmässä ulkopuolinen laadunvalvonta yritys tarkistaa, että tuotteet täyttävät niille luvatut ominaisuudet.



KUVIO 13. Heliostar S4 -aurinkokeräimiä

Heliostar S4 -keräimen rakenne näkyy kuviossa 14. Keräin on voitu tehdä yhtenäiseksi kompaktiksi kokonaisuudeksi, koska keräimet liitetään yhdeksi kokonaisuudeksi pikaliittimien avulla. Keräimessä on integroidut kiinnityskohdat (4), joihin tulevat kiinnitysvaivat.



KUVIO 14. Heliostar S4 -keräimen läpileikkaus (Roth Solar)

Rothin aurinkolämpöpaneelit liitetään toisiinsa liu'uttamalla paneeleita asennuskiskoilla ja painamalla kuviossa 15 näkyvät pikaliittimet kiinni. Tällöin aurinkokeräimistä saadaan yhtenäinen kokonaisuus.



KUVIO 15. Heliostarin aurinkokennojen pikaliittimet

Rothin Heliostar S4 -aurinkolämmön keräysjärjestelmä kytketään samalla lailla kuin kuviossa 12. on kytketty Jäspän solar-järjestelmä. Suurin eroavuus on se, että Rothin pumppuyksikössä on kierroslukuohjattu kiertovesipumppu. Kierroslukuohjatuilla pumpulla saadaan säädettyä järjestelmässä virtaavan nesteen määrää, jotta saadaan optimi tuotto myös viileämpinä päivinä.

6.4 Niben tasolämmönkeräinjärjestelmä

6.4.1 Nibe -konserni

Nibe-konserni on pohjoismaiden suurin lämmitysjärjestelmien toimittaja. Nibe työllistää noin 5000 henkeä Euroopassa. Nibe-konserniin kuuluu kolme liiketoimintayksikköä, Nibe energy systems, Nibe element ja Nibe Brasvärme.

Nibe energy systems on Niben Suomen toiminnoista vastaava yritys. Niben Suomen toiminnot sijaitsevat Vantaalla. Suomessa valmistettavia tuotemerkkejä ovat Nibe, Haato ja Metro.

6.4.2 Nibe solar for coil F215P

F215P-aurinkokeräin on alumiinirunkoinen kevytrakenteinen tasokeräin. Aurinkolämpökeräimen tyhjäpaino on 32,5 kilogrammaa. F215P:n keruuputket ovat 22 mm kuparia ja keräimen serpentiiniputki on 10 mm paksua kupariputkea, jonka päällä on musta absorptiolevy. Keräimen kokonaispinta-ala on 2,15 m² ja netto pinta-ala 1,91 m². Nibe FP215P -keräimen optinen hyötysuhde on 80,6 prosenttia.

Niben aurinkolämpö järjestelmään sisältyy (kuvio 16.) 3 kpl Nibe Solar F215P -tasokeräintä, Nibe -aurinkopumppuasema SPS10 ja aurinko-ohjausyksikkö SCU10. Lisäksi toimitussisältöön kuuluvat paisuntasäiliö, pikaliittimet ja propleeniglykoli.



NIBE Aurinkopaneelit
NIBE Solar FP215 P
*Tuotenro 057001
(3 kpl)



NIBE Aurinkopumppuasema
SPS10
*Tuotenro 057027
(1 kpl)



NIBE Aurinko-ohjausyksikkö
SCU10
*Tuotennumero 518467
(1 kpl)

KUVIO 16. Niben aurinkolämpöpaketin pääosat

6.5 Valinta ja siihen vaikuttavat asiat

Aurinkoenergian keruujärjestelmiä vertaillessa on tärkeää huomioida, että laitteistot on suunniteltu kestäväksi Suomen vaativia oloja. Keräimen toimivuuden kannalta on välttämätöntä, että se on eristetty riittävän hyvin. Alle 90 mm paksut rakenteet viittaavat siihen, että eristettä on 40 mm tai sen alle, mikä ei riitä Suomen kylmissä olosuhteissa. Lisäksi tasokeräimissä tulee huomioida suojalasin paksuus, jotta se kestävä lumikuorman ja muut luonnonvoimien rasitukset. Suojalaseksi soveltuu Suomen oloihin vähärautainen karkaistu yli 3 mm paksuinen lasi, varsinkin silloin kun aurinkolämpökeräimen pinta-ala on yli 2 m². Lyhyesti sanottuna: Hyvä keräin on vankkarakenteinen ja hyvin eristetty. Lisäksi hyvällä keräimellä on korkea hyötysuhde. Mitä parempi aurinkolämpökeräin on, sitä hitaammin hyötysuhdekäyrä laskee. (Y-energia.)

Näiden ominaisuuksien lisäksi aurinkolämpöjärjestelmän hankintaan vaikuttaa hintalaatusuhde. Järjestelmän suunniteltu käyttöikä on niin pitkä, että muutaman satasen säästöt voivat kostautua kalliina huolto- ja korjauskustannuksina myöhemmässä vaiheessa.

Valinta kallistui tasokeräimeen, vaikka Aurinkotukun tyhjiöputkikeräin olisikin tullut edullisemmaksi. Tasokeräimeen päädyin sen takia, että aurinkolämpökeräimen tulee kestävä 20-30 vuotta. Tyhjiöputkikeräin paketin edullisempi hinta johtui siitä, että varaaja ei ollut sisäpuolelta ruostumatonta terästä vaan emaloitua mustaa rautaa, kun taas muiden vertailussa mukana olleet varaajat oli tehty ruostumattomasta teräksestä. Pitempi luotettava käyttöikä sai päätymään tasolämmönkeräimeen, huolimatta hieman huonommasta tuotosta kevään ja syksyn aikana.

Jäspin, Rothin ja Niben Tasokeräimet olivat kutakuinkin tasalaatuisia ja saman hyötysuhteen omaavia, joten lopullinen valinta jää hinta kysymykseksi. Oikeastaan ainoat eroavuudet olivat runkomateriaaleissa (ruostumaton teräs, polykarbonaatti ja alumiini), jotka kaikki ovat sään ja ultraviolettisäteilyn kestäviä.

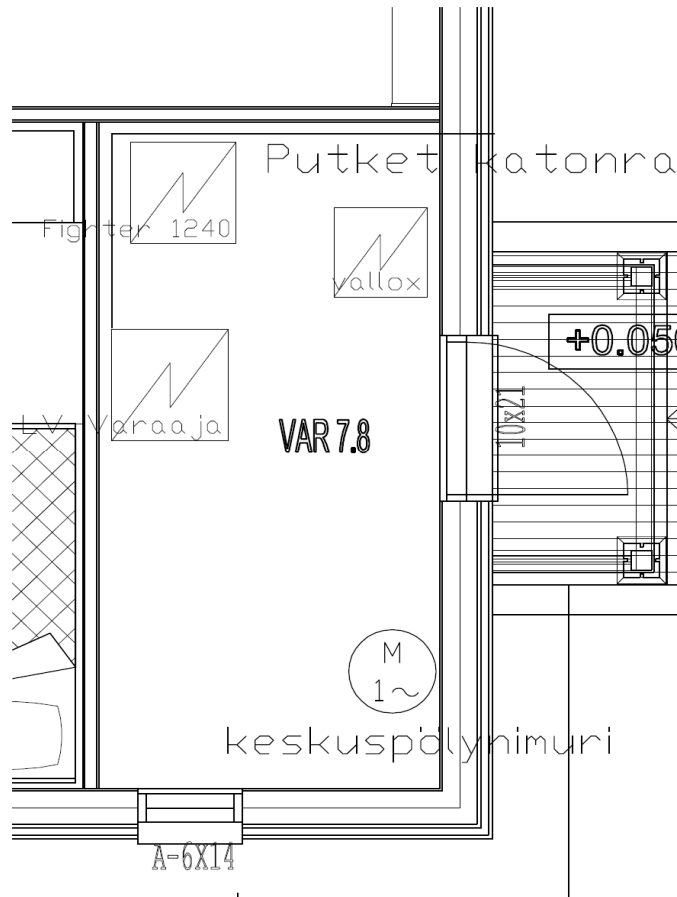
7 TYÖN TOTEUTUS

Aurinkolämmitysjärjestelmän asentamiseksi ei tarvitse tehdä rakenteellisia muutostöitä talossa. Varastossa johon vesivaraaja ja säätölaitteet asennetaan, on tarpeelliset tilat valmiina. Varastoon on tehty vesieristys lämpöpumppua sekä käyttövesi- ja lämmönjakokalusteita varten, joten vesivaraajan lisääminen ei aiheuta ongelmia kyseiseen tilaan.

Aurinkolämpövaraajalta tulevat eristetyt putket sijoitetaan kulkemaan, kuten kuviosta 8 käy ilmi, lämminvesivaraajalta katonrajassa. Teknisen tilan huonekorkeus on 280 senttimetriä, joten seinän läpivienti tulee sisältä katsottuna 275 cm korkeuteen. Seinän läpivienti toteutetaan 110 mm putkella, joka täytetään palokatkoeristysvaahdolla lämpöputkien ympäriltä. Tällä tavalla vältetään kylmäsilloilta seinissä läpivientien kohdalla ja palokatkot tulevat hoidetuksi samoilla toimilla.

Energiavaraajaksi valitaan Akvatermin 500 litrainen varaaja. Akva 500 ek -energiavaraaja on halkaisijaltaan 800 mm. joten se mahtuu oviaukosta sisään ilman, että tarvitsee purkaa ovenpieliä. Akvatermin varaajan valintaa puoltaa myös sen hyvä laatu ja monipuoliset käyttömahdollisuudet, jotka mahdollistavat muutokset tulevaisuudessa eri lämmitysvaihtoehtoihin.

Kuviosta 17 ilmenee kalusteiden sijoittelu varastohuoneeseen, joka toimii kiinteistön teknisenä tilana. Lattiakaivo on energiavaraajan ja lämpöpumpun välissä. Ilmanvaihtokoneen ohjauspaneeli on sijoitettu työhuoneeseen, joka sijaitsee kuvaa katsottaessa sen yläpuolella. Samaan paikkaan sijoitetaan myös Aurinkolämpöjärjestelmän säätöpaneeli, jotta järjestelmän toimintaa voidaan tarkkailla asuinhuoneista poistumatta.



KUVIO 17. Varaston pohjakuva lisätynä vesivaraajalla ja putkistoilla

Putkistot toteutetaan eristetyillä kupariputkilla. Energiavaraajan ja lämmönkeräimien väliset putkilinjat laitetaan 18 mm paksuisista kupariputkista. Teknisessä tilassa putkilinjat ripustetaan katosta putkikannakkeilla. Ulkoseinälle tulevat putkistot suojataan kourujen sisälle. Kourut voidaan maalata talon ulkoväriytyksen mukaiseksi, jolloin ne naamioituvat huomaamattomiksi. Vesikaton läpiviennit tehdään räystäääseen talon ulkopuolelle. Tämä toimii ylimääräisenä varmistuksena, että putkirikon sattuessa lämmönsiirtoneste ei valu välikaton eristeisiin aiheuttaen vesivahingon. Peltikaton läpivienneissä käytetään valmiita peltikaton profiilille tehtyjä putkiläpivientejä. Tällä varmistetaan vesikaton tiiveys.



KUVIO 18. Julkisivu länteen

Putkilinja laitetaan kulkemaan ulkoseinää pitkin katonrajaan kuvion 18 mukaisesti. Talon ulkopuolella kulkevat putket suojataan uv-säteilyä kestäväällä kourulla, joka voidaan maalata talon väriseksi.

Aurinkolämpökeräimet sijoitetaan katolla olevien kulkusiltojen alapuolelle eli 140 cm talon harjalta. Kulkusilloilta on helppo suorittaa huolto- ja tarkistustoimenpiteet. Lisäksi kulkusillat suojaavat talvella ja keväällä lumen aiheuttamilta haitoilta. Sijoittamalla aurinkolämpöpaneeli kulkusiltojen välittömään läheisyyteen pystytään keväällä, kun katto on vielä liukas, käydä puhdistamassa tarvittaessa lumet pois paneelien päältä. Tällä tavalla parannetaan kevätauringosta saatavaa hyötyä. Tosin paikka, johon keräimet on suunniteltu, on ollut joka vuosi lumeton jo helmikuussa.

Aurinkokeräimien jalustat kiinnitetään 10 mm paksuilla rst-läpipulteilla, joten katon alapuolelle joutuu tekemään kattotuoleihin vahvistuksia ja lisää tukirakenteita. Tuet tehdään 2x4” lankuista ja niiden kiinnitykset vahvistetaan ruuvattavien kulma- ja lattarautojen avulla. Ennen jalustojen kiinnitystä, ruuveja varten porataan pienet reiät varmistamaan, ettei puu halkea kiinnityskohdasta. Puuhun tulleet halkeamat heikentävät tukirakenteita ja tuulen aiheuttama nitkutus voi halkaista kiinnityskohdan. Huolellisella kiinnityksellä ehkäistään ongelmia tulevaisuudessa. Pultinreiät tiivistetään huolellisesti liimatiivistemassalla, jotta sade- ja sulamisvedet eivät pääse talon rakenteisiin.

Aurinkolämpöpaneelien alareuna tulee yli metrin päähän talon räystäään reunasta, jotta tuuli ei pääse repimään paneeleita irti katosta. Tasokeräimet asennetaan huolellisesti, käyttöohjeiden mukaisesti, kiinni jalustoihin. Tarvittavat LVI- ja sähkökytkennät annetaan ammattitaitoisten asentajien tehtäväksi.

Aurinkolämpöjärjestelmän tyhjennysventtiilin, ilmaus- ja ylitäyttöputken alle tulee olla sijoitettuna keräilyastia, että aurinkolämpönestettä ei pääse valumaan viemäriin.

8 KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAIKA

8.1 Aurinkokeräysjärjestelmän hinta

Aurinkolämpöjärjestelmän kokonaishinta koostuu keräinjärjestelmän, energiavaraajan, putkistojen, pienosien ja asennustyön hinnasta. Olen käyttänyt hintoina yleisesti saatavissa olevia nettikaupan hintoja. Urakoitsijoiden veloittamat myyntihinnat vaihtelevat suuresti riippuen paikallisesta hintatasosta. Kokonaistarjousta tiedustelemalla voi saada hieman edullisemmin järjestelmän toimintakuntoon.

Työn hinnoittelussa olen käyttänyt 58 €/tunti, sisältäen arvonlisäveron 24 prosenttia. Tämä on kutakuinkin työn keskihinta Keski-Pohjanmaalla. Työtuntien lukumäärä on kahden urakoitsijan arvio siitä, kuinka kauan kestävät aurinkopaneeli- ja LVI-asennukset. Työtunteja menee arviolta vähintään 8 tuntia.

TAULUKKO 9. Aurinkokeräinjärjestelmän hankinnasta ja asennuksesta koituvat kulut

Erittely	Määrä	a´ hinta	Kokonaishinta
Asennustyö	8 h	58,00 €	464 €
Jäspi Solar 3 pak	1 kpl	3250,00 €	3250 €
Jäspi Solar 300 eco	1 kpl	975,00 €	975 €
Kupariputki 22 mm	20 m	13,58 €	271 €
Eriste Armaflex 13 / 2 mm	20 m	2,66 €	53 €
Suojakouru 130x70 mm	6 m	15,00 €	60 €
Pientarvikkeet	1 kpl	100,00 €	100 €
Työt ja tarvikkeet yhteensä	1 kpl	5173 €	5173 €

Taulukossa 9 on eritelty kulut joita aurinkokeräinjärjestelmän hankinnasta ja asennuksesta toimivaksi järjestelmäksi. Tämän lisäksi voi tulla kattorakenteiden vahvistamisesta koituvia kuluja. Kokonaishinta järjestelmälle asennettuna on 5173 euroa.

8.2 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan aikaa, jossa vuosituotot kattavat investointikulut eli minkä ajan jälkeen se alkaa oikeasti säästää rahaa. Taulukosta 10 käy ilmi kuinka monta vuotta kestää maksaa aurinkolämmitysjärjestelmä nykyisellä sähkönhinnalla ja taulukossa 11 näkyy, vertailun vuoksi, sama 10 % vuotuisella sähkön hinnan nousulla. Mahdollisia korkokuluja ei ole huomioitu laskelmissa. Samoin on pidetty oletuksena, että lämpimän käyttöveden kulutus pysyy samana. Vuotuisena säästönä käytetään laskelmissa 285 €, joka laskettiin kappaleessa 4.21 käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä.

Taulukosta 9 nähdään, että sähkön hinnan pysyessä samana kuin se on tällä hetkellä niin aurinkolämpöjärjestelmän vuosituotot ovat kattaneet investointikulut 19 vuodessa ja 1 kuukaudessa. Viimeisen kymmenen vuoden sähkönhintoja tarkasteltaessa voidaan kuitenkin pitää todennäköisempänä vaihtoehtona, että sähkön hinnan kehitys ei pysähdy, vaan jatkaa edelleen nousua n. 10 prosentin vuosivauhdilla. Tämän skenaarion toteutuessa aurinkoenergiaa hyödyntävä järjestelmä on kattanut vuosituotoillaan investointikulut jo 11 vuodessa ja 10 kuukaudessa.

TAULUKKO 10. Investoinnin takaisinmaksuaika sähkön hinnan pysyessä vuoden 2014 tasolla

Vuosi	Investoinnista kuolettamatta (€)	Vuosi	Investoinnista kuolettamatta (€)
1.	5173	11.	2323
2.	4888	12.	2038
3.	4603	13.	1753
4.	4318	14.	1468
5.	4033	15.	1183
6.	3748	16.	898
7.	3463	17.	613
8.	3178	18.	328
9.	2893	19.	43
10.	2608	20.	0

TAULUKKO 11. Investoinnin takaisinmaksuaika sähkön hinnan 10 % vuosittaisella nousulla

Vuosi	Investoinnista kuolettamatta (€)	Vuosittainen säästö (€)
1.	5173	285
2.	4888	313
3.	4575	344
4.	4231	379
5.	3852	417
6.	3435	459
7.	2976	505
8.	2471	555
9.	1916	611
10.	1305	672
11.	633	739
12.	0	813

Todellinen takaisinmaksuaika, kun huomioidaan myös korkokulut ja laitteistojen huoltokulut on n. 15 vuotta. Tämä on arvio, joka perustuu siihen, että korkotasot ja sähkönhinnan nousu pysyvät ennakoituissa rajoissa. Lisäksi laskelmissa luotetaan siihen, että lämmönkeräinjärjestelmään ei tule suuria ja kalliita vikoja.

9 YHTEENVETO JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Aurinkokeräinjärjestelmän suunnittelu valmiin lämmitysjärjestelmän avuksi tulee alkaa kartoittamalla jo olemassa olevaa järjestelmää. Meidän kohteessamme oli erittäin hyvin toimiva vesikiertoinen lattialämmitys, joten saatavien säästöjen vähyydestä johtuen ei kannattanut alkaa miettimään märkätilojen lattioiden lämmittämistä aurinkokeräimistä saatavalla energialla. Monesti helpommat ratkaisut ovat myös kokonaistaloudellisia, kuten tässäkin tapauksessa. Edullisimmin saadaan lämmitettyä käyttövettä lisäämällä ennen maalämpöpumppua riittävän suuri energiavaraaja, johon saadaan aurinkokeräimestä lämpöä ja esilämmittämällä pumpulle menevä käyttövesi. Kevään ja kesän aikana maalämpöpumpulla lämmitetään suurimmaksi osaksi käyttövettä. Esilämmittämällä pumpulle menevää käyttövettä saadaan aikaan säästöä, kun pumpun ei tarvitse viileämpänäkään aikana lämmittää 4 asteista vettä vaan tulevan ja menevän veden ero on huomattavasti pienempi. Aurinkolämmitys säästää paitsi energiaa myös maalämpöpumpun kompressoria, jonka ei tarvitse käynnistyä yhtä usein kuin aikaisemmin.

Vertailemani tasokeräimet olivat kaikki laadullisesti hyviä. Hiuksen hienot erot tulivat asennettavuudessa. Rothin ja Niben pikaliittimet säästävät asennuksessa aikaa. Tyhjiöputkivaraajan ongelmat tulevat vasta, kun tyhjiöputken sisäinen lämmönkeruuneste alkaa vuotaa. Toimimattomia keräimen tuubeja on hankala erottaa, vaikka itse vaihtotyö on helppoa.

Tämän hetkisillä sähkön hinnoilla on aurinkolämmityksen lisääminen taloudellisesti huonosti kannattavaa, koska takaisinmaksuaika on niin pitkä, että tänä aikana luultavasti joutuu sijoittamaan lisää rahaa, jotta järjestelmän saa pidettyä käynnissä. Sähkön hinnan nousu ja talon arvon nousu taas puhuvat aurinkolämpöjärjestelmän puolesta.

Tulevaisuuden näkymät ovat aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta hyvät. Keräimet kehittyvät paremmiksi ja samalla sähkön hinta nousee. Vielä pari vuotta sitten aurinkolämpökeräimet olivat ainut varteenotettava vaihtoehto omakotitalossa tapahtuvalle aurinkoenergian hyödyntämiselle, mutta nyt alkavat myös aurinkosähköpaneelien ja säätimien / inverttereiden hinnat olemaan sillä tasolla, että ne ovat varteenotettavia

kilpailijoita aurinkolämpökeräimille. Aurinkosähköpanelien kannattavuus paranee huomattavasti, jos toteutuu mahdollisuus vähentää kesäaikana yli oman kulutuksen tuotettu sähkö, talviaikana sähkön kulutuksesta. Vielä ei tällaista mahdollisuutta ole, vaan energiayhtiöt maksavat valtakunnanverkkoon tuotetusta sähköstä erittäin matalaa hintaa.

Lähivuosina tulee nanoteknologia mullistamaan aurinkopaneeleiden tuotannon. Esimerkiksi aurinkopaneeleita voidaan alkaa tekemään tekniikalla, jossa liitetään ohuita kalvoja, joista jokainen kerää auringonenergiaa talteen eri aallonpituuksilta. Tällä tavalla voidaan aurinkopaneeleiden hyötysuhdetta kasvattaa nykyisestä. Hyötysuhteen kasvu perustuu siihen, että nykyiset piihin perustuvat paneelit heijastavat auringon säteistä jopa 30 prosenttia takaisin, mutta näissä uusissa kennoissa heijastuminen on lähes nolla. Näitä uusia ns. kolmannen sukupolven aurinkokennoja on kehitetty ja testattu Aalto yliopistossa, joten niiden ilmestyminen kaupan hyllyille kestää luultavasti useamman vuoden.

Aurinkoenergiassa on paljon potentiaalia tulevaisuudessa. Akkuteknologian ja valmistustekniikoiden kehittyessä ja halventuessa tulee varmasti lukuisia uusia sovellutuksia, joissa käytetään aurinkoenergiaa hyväksi.

LÄHTEET

Aurinkoenergian historia, 2013. Historia tietoa. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.aurinkoenergia.fi/Info/154/aurinkoenergian-historia> . Luettu 10.3.2013.

Aurinkotukku, 2013. Aurinkolämpöjärjestelmä 7,5 kW. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.aurinkotukku.fi/aurinkolampo/aurinkolampopaketit/aurinkolampojarjestelma-500l.html> . Luettu 30.8.2013.

Aurinkotukku, 2014. Tyhjiöputki järjestelmä. Www-dokumentti. Saatavissa <http://aurinkotukku.fi/index.php/aurinkolampo/aurinkolampopaketit/aurinkolampojarjestelma-500l.html> . Luettu 9.2.2014

Energiaa auringosta, 2012. Toimintaperiaate. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.energia-auringosta.fi/tuotteet/toimintaperiaate> . Luettu 8.2.2013.

Erat, B., Erkkilä, V., Löfren, T., Nyman, C., Peltola, S., Suokivi, H. 2001. Aurinko-opas, aurinkoenergiaa rakennuksiin. Nurmijärvi. Kirjakas Ky.

Jodat, T. 2012. Aurinkolämpöjärjestelmän koulutuskurssi-materiaali. Kolho. Jodat ympäristöenergia Oy.

Jäspi, 2014. Jäspi keräinjärjestelmän käyttöohje. Www-dokumentti. Saatavissa http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/kayttoohjeet/1-Kayttoohje_Jaspi_Solar_PAK.pdf . Luettu 8.2.2014

Kaukora, 2014. Aurinkolämpöjärjestelmä. Www-dokumentti. Saatavissa http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi_Aurinkolaitteet_0512.pdf . Luettu 25.1.2014

Kaukora, 2014. Energiavaraaja. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.kaukora.fi/energiavaraajat> . Luettu 19.1.2014

Korjaustieto, 2013. Lämpimän käyttöveden kulutus. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/energiakorjaukset/energiankulutus-asuinkerrostalossa/kaytovesi-ja-energiatehokkuus.html>. Luettu 23.11.2013.

Motiva, 2013a. Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energia. Www-dokumentti. Saatavissa http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energia_nhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kaytovesi. Luettu 29.12.2013.

Motiva, 2013b. Tietoa tyhjiöputkikeräimistä. Www-dokumentti. Saatavissa http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/tyhjioputkikeraimet . Luettu 31.3.2013.

Nibe, 2014. Nibe keräinjärjestelmän käyttöohje. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.nibeonline.com/pdf/031971-1.pdf> . Luettu 8.2.2014

Roth solar, 2014. Aurinkolämpö-esite Heliostar S4. Pdf-esite. Roth Nordig 2014

Silomaa, T. 2011. Aurinkolämpö ja korjusrakentaminen, diplomityö. Www-dokumentti Saatavissa http://issuu.com/aarre/docs/timo_silomaa . Luettu 5.5.2013.

The energy library, 2013. Augoste Moughout. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.theenergylibrary.com/node/10436> . Luettu 10.3.2013.

Ursa, 2012. Aurinko. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.ursa.fi/extra/kosmos/a/aurinko.html> . Luettu 6.10.2012.

Y-energia, 2014a. Aurinkokeräinten rakenne. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.y-energia.com/aurinkolampo/aurinkokerain/aurinkokerain.html#pika> . Luettu 6.1.2014.

Y-energia, 2014b. Putkistojen ja paisuntasäiliöiden mitoitus. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.y-energia.com/aurinkolampo/putkilinja/putkilinja.html> . Luettu 19.1.2014