

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Opinnäyte

Mikko Nopanen

AURINKOENERGIAA KULUTTAJILLE

Työn ohjaaja: Diplomi-insinööri Veijo Piikkilä

huhtikuu 2010

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikka

Tekijä: Mikko Nopanen
Työn nimi: Aurinkoenergiaa kuluttajille
Sivumäärä: 32
Valmistumisaika: huhtikuu 2010
Työn ohjaaja: DI Veijo Piikkilä

TIIVISTELMÄ

Energian markkinahinnan kehitys on pidemmän ajan ollut ylöspäin ja suurella todennäköisyydellä suunta on sama myös tulevaisuudessa. Päästökauppa, mahdollinen EU:n sähkömarkkinaintegraatio sekä uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämisen vaatima tekniikka tulee nostamaan markkinahintaa. Tämän hetken arvioissa puhutaan jopa 80 % hinnannoususta vuoteen 2020 mennessä.

Energian kallistuminen ja valtion tuki uusiutuviin energiamuotoihin kannustavat kuluttajia korvaamaan perinteisiä sähkö- ja öljylämmityksiä uusilla taloudellisemmilla ja puhtaammilla lämmitysratkaisuilla. Aurinkokeräinjärjestelmällä saadaan 10–20 m² keräinaloilla tuotettua jopa puolet keskiverto omakotitalon lämmityskustannuksista niin, että se on taloudellisestikin kannattavaa.

Ajankohtaisuudestaan huolimatta aurinkoenergiasta puhutaan toistaiseksi melko vähän. Kyseessä on vielä harvinaisuutensa takia hankintahinnaltaan melko kallis järjestelmä, joten sen pidemmän aikavälin etuja olisi tärkeää saattaa kuluttajien tietoon. Valitettavan usein vaakakupissa eniten painavat hankintahinta ja epätietoisuus uudesta tekniikasta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selventää kuluttajalle aurinkokeräinjärjestelmän kannattavuutta osana keskikokoisen omakotitalon lämmitysjärjestelmää. Lisäksi kerrotaan hieman aurinkoenergiasta, keräinjärjestelmän toiminnasta, sekä siitä, mistä tavallinen kuluttaja voi tietoa etsiä mikäli aurinkoenergia kiinnostaa.

Tampere University of Applied Sciences
Department of Electrical Engineering
Building Services Engineering

Writer: Mikko Nopanen
Thesis: Solar thermal power for customers
Pages: 32
Graduation time: April 2010
Thesis Supervisor: Veijo Piikkilä (MSc)

ABSTRACT

The price of energy has grown since its foundation and seems to grow in future too. Increasing injunctions of emissions, European Union's electricity marketing integration and new technology to use renewable resources will raise the price more. There have been spoken over 80 % improvements by year 2020.

In spite of its actuality, solar thermal power doesn't get needed notice to become more common option. Without reliable facts, people are too skeptical to go for new innovations. With normal size solar thermal system can cover almost 50 % of needed heating energy of average detached house and it is even economic.

The goal of this thesis is give some information for consumers interested about solar thermal power. It makes clearer the parts of system and clarifies some basics. Also it gives some guidelines for people who try to figure out the profitability of this kind of systems. And finally it leads people to ways to find more information themselves.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	4
2 Aurinko energiana	5
2.1 Aurinko	5
2.2 Auringon teho ja lämpösäteilyn määrä	5
3 Aurinkokeräimet ja aurinkolämmitysjärjestelmä	7
3.1 Mikä on aurinkokeräin?	7
3.2 Aurinkokeräintyypit	7
3.2.1 Tasokeräin	8
3.2.2 Tyhjiöputkikeräin	9
3.2.3 CPC – tyhjiöputkikeräin	10
3.3 Aurinkokeräimen teho	11
3.4 Aurinkolämmitysjärjestelmä	11
3.5 Standardit	13
3.6 Keräimien suuntaus	13
4 Rakennusmääräykset	14
5 Esimerkkikohte	14
5.1 Esimerkkitalo	14
5.2 Lämmitysenergian tarve	15
6 Kannattavuus	18
6.1 Keräinpinta-alat	18
6.2 Hankintahinta	21
6.3 Kokonaiskustannusarvio 10 vuodelle	22
7 Tietoa aurinkoenergiasta ja sen hyödyntämisestä	25
7.1 Internet	25
7.2 Kirjallisuus ja julkaisut	26
7.3 Tutkimukset ja opinnäytetyöt	27
8 Yhteenveto	28
Lähteet	29
LIITTEET	32

1 Johdanto

Jatkuvasti lisääntyvän kasvihuoneilmiön myötä energia pitää tulevaisuudessa tuottaa nykyistä puhtaammin. Tämä tarkoittaa samalla kallistuvaa energian hintaa myös kuluttajille. Sen lisäksi, että energia pitää tuottaa puhtaammin, sen kulutusta on myös pyrittävä vähentämään. Teollisuus kuluttaa suuren osan tuotetusta energiasta, mutta suuria säästöjä voidaan aikaansaada myös kotitalouksissa.

Kotitalouksien energiankulutuksesta jopa 50 % saattaa kuluu lämmitykseen. Kaikkea ei voida korvata muilla menetelmillä, mutta suuri osuus voitaisiin tuottaa jollain muulla kuin sähköllä tai uusiutumattomilla energialähteillä. (Motiva 2009)

Tähän asti vaihtoehtoisten lämmitysratkaisujen taloudelliset hyödyt, kun lämpöpumppeja ei oteta huomioon, eivät ole kuluttajan näkökulmasta olleet riittäviä, mutta tähän saattaa tulla nyt muutos. 1.1.2010 voimaantullut uusi ympäristöministeriön asetus asuinrakennusten lämmöneristyksen parantamisesta ja energiatehokkuudesta voi hyvinkin muuttaa vaihtoehtolämmitysratkaisujen asemaa. (Suomen rakennusmääräyskokoelma C3 2010)

Tämä opinnäytetyö tarkastelee aurinkoenergian hyödyntämistä ja kannattavuutta osana, sekä mahdollisena korvaavana vaihtoehtona pientalojen lämmitysratkaisuissa. Lisäksi kerron mistä tavallinen kuluttaja voi saada tietoa ja kuinka selkeää ja luotettavaa tieto on. Opinnäytetyö pyrkii tarjoamaan aurinkoenergiaa pohtivalle kuluttajalle esimerkkitapauksin havainnollistetun ohjenuoran aihepiiriin äärelle.

Opinnäytetyön tekemisen aikana kävi selkeästi ilmi, että ajankohtaisuudestaan huolimatta tätä vaihtoehtoista energiamuotoa on tuotu hyvin vähän ja epäselvästi kuluttajien saataville

2 Aurinko energiana

2.1 Aurinko

Aurinko on n. 5 miljardia vuotta vanha Maata lähimpänä sijaitseva tähti. Se on nykyisin noin 110 kertaa maapallon kokoinen kaasupallo, eli halkaisijaltaan noin 1,4 miljoonaa kilometriä. Aurinko on muihin tähtiin verrattuna melko pieni ja himmeä tähti, mutta sen ja maan välinen etäisyys on juuri optimaalinen maapallon elämän kannalta. Maan etäisyys auringosta on noin 150 miljoonaa kilometriä ja etäisyys kasvaa. Tämä ei kuitenkaan ole kovin oleellista maapallon tulevaisuuden kannalta. Oleellisempaa on, että aurinko lämpenee.

Olosuhteet auringossa ovat niin kuumat, ettei mikään aine esiinny siellä yleisissä olo-
muodoissa, vaan ns. plasmana. Auringon pintalämpötila on noin 5900 K, mutta ytimen, jossa itse fuusioreaktiot tapahtuvat, lämpötila on arviolta 13,6 miljoonaa K. Joka sekunti auringon ytimessä 600 miljoonaa tonnia vetyä fuusioituu 596 miljoonaksi tonniksi heliumia eli noin 4 miljoonaa tonnia materiaa muuttuu energiaksi.

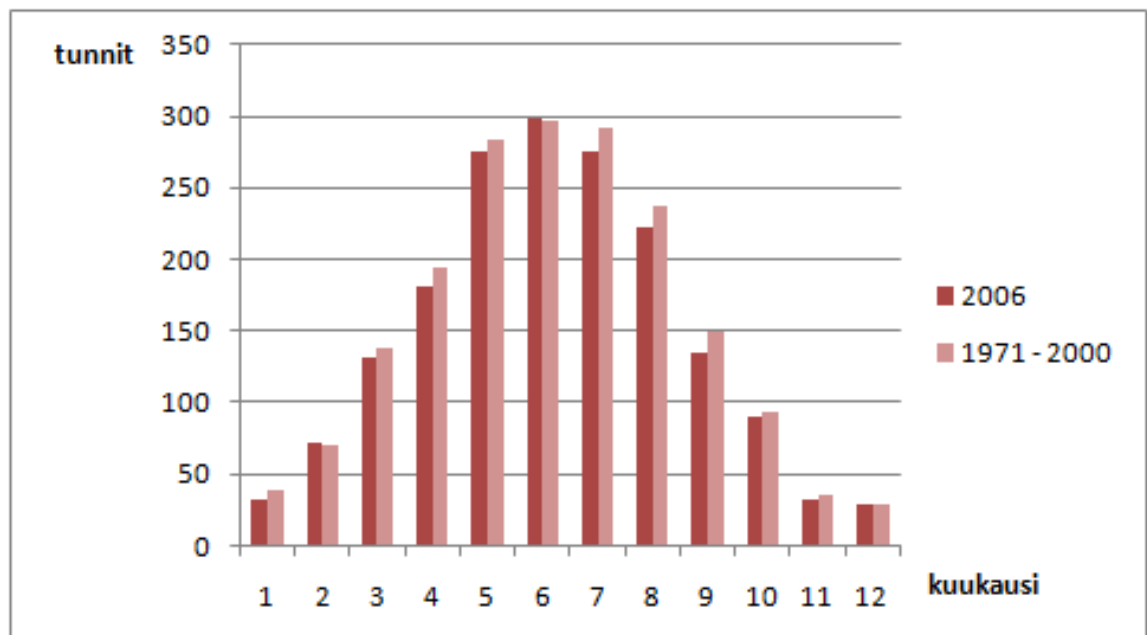
Auringon energiavarastot ehtyvät ja sen energiantuoton arvioidaan loppuvan noin 5 miljardin vuoden kuluttua. Helposti fuusioituvan vedyn vähetessä Aurinko tuottaa lu-
histumista estävää energiaa muiden aineiden fuusioilla, mikä vaatii korkeampaa lämpötilaa. Aurinko kasvaa ja samoin käy säteilyn määrälle. (Ursa 2009, Astronetti 2009)

2.2 Auringon teho ja lämpösäteilyn määrä

Auringon sähkömagneettinen säteilyteho on noin $3,8 \times 10^{26}$ W. Suomessa auringon suoran säteilyn keskimääräinen kokonaissäteilyteho pinta-alaa kohden on etelässä noin 280 W/m² ja Keski-Suomessa noin 250 W/m². Auringon kaikesta sähkömagneettisesta säteilystä maan pinnalle ulottuvan spektrin alue on noin 293–3000 nm, josta näkyvää valoa on noin 12 % ja lämmittävää infrapunasäteilyä noin puolet. (Siikanen 1996, 24–25, Nasa 2010)

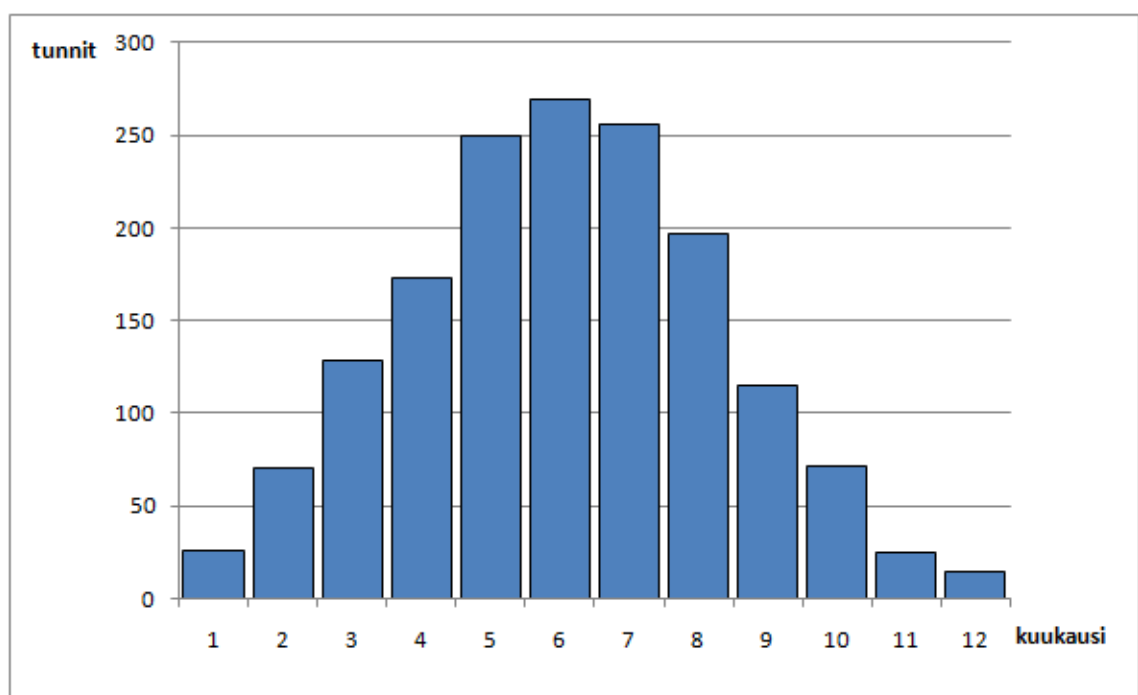
Teoreettista tutkimusta tehdessä olisi hyvä käyttää pitkäaikaisien tilastojen keskiarvoja. Auringon säteily määrä vaihtelee suuresti vuodenajan ja pilvisyyden mukaan, mutta ku-

ten seuraava Ilmatieteenlaitoksen tilastoista tehty kuvio 1 Helsingin osalta osoittaa, on vuotuinen vaihtelu melko vähäistä. (Ilmatieteenlaitos 2009)



Kuvio 1: Aurinkoiset tunnit Helsingissä vuonna 2006 sekä keskiarvo vuosilta 1971 - 2000.

Lämmitykseen ja muuhun talotekniikkaan liittyvissä teoreettisissa tutkimuksissa ja vertailuissa Suomessa käytetään esimerkkipaupunkina Jyväskylää, jossa aurinko paistoi vuonna 2006 kuvion 2 mukaisesti. (Siikanen 1996, 24)



Kuvio 2: Aurinkoiset tunnit Jyväskylässä vuonna 2006

Koska auringosta maanpinnalle kohdistuva kokonaissäteily eli insolaatio koostuu suorasta auringonsäteilystä, ilmakehän aiheuttamasta hajasäteilystä sekä maanpinnasta heijastuvasta säteilystä, on todellista säteilytehoa mahdoton selvittää ilman mittauksia. Keskimääräinen vuotuinen vaakasuoralle pinnalle tuleva energiamäärä Jyväskylässä on noin 880 kWh/m². (Siikanen 1996, 24)

3 Aurinkokeräimet ja aurinkolämmitysjärjestelmä

3.1 Mikä on aurinkokeräin?

Absorbaattori eli kansannimeltään aurinkokeräin on laatikon, putken tai levyn muotoinen laite, joka kerää auringonsäteilyä ja muuttaa sen lämmöksi. Yleensä keräimen sisällä kiertää vesi-glykoli seos, joka lämmentyään johdetaan putkistoa pitkin lämmönvaihtimelle, joka siirtää lämmön varaajaan. Vaihtoehtoisesti keruuputkistossa voi kiertää ilma, jolloin puhutaan kuumailmakeräimistä.

3.2 Aurinkokeräintyytit

Kiinteistön lämmityskäyttöön soveltuvia absorbaattoreita on periaatteessa kahdentyyppisiä. Tasokeräimiä, jossa keruuputkisto on asennettu vaakatasoon eristetyn kotelon sisään, ja tyhjiöputkikeräimiä, jossa se on asennettu tyhjiöksi imetyn putken sisään, joka toimii eristeenä aivan kuten termospullo.

Lisäksi on olemassa erilaisilla parabolisilla peileillä toteutettuja keskittäviä aurinkokeräimiä, joilla saavutetaan hyvin suuria lämpötiloja, mutta niitä ei oikein voida hyödyntää pientalon lämmityskäytössä, koska ne tarvitsevat paljon tilaa, joten tässä opinnäytetyössä keskitytään vain taso- ja tyhjiöputkikeräimiin

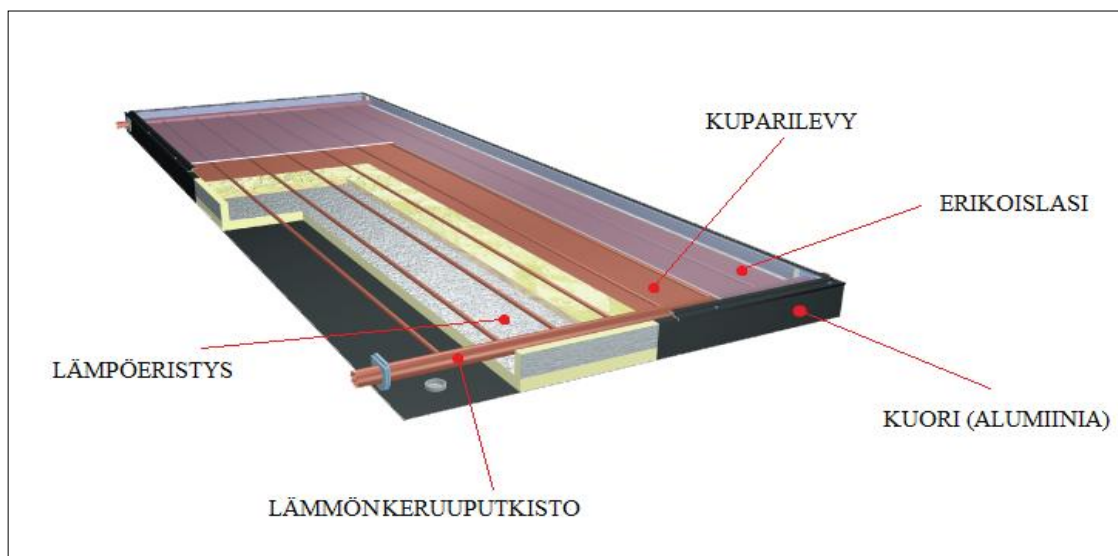
3.2.1 Tasokeräin



Kuvio 3: Tasokeräin

Tasokeräin (kuvio 3) on yleensä eristetty laatikonmallinen elementti, jonka aurinkoon päin oleva taso on valmistettu vähärautaisesta, hyvin auringon säteilyä läpäisevästä erikoispinnoitetusta lasista. (Aurinkokeräin.fi 2010)

Laatikon sisällä kiertää selektiivisellä absorptiomateriaalilla pinnoitettu kuparinen keräysputkisto. Putkiston pinnoite imee hyvin lämpöenergiaa, muttei luovuta sitä ulospäin. Lisäksi jokaiseen keräysputkeen on liitetty joko sivulevyt tai vaihtoehtoisesti lämmönkeräysputkien alla on kuparilevy absorptiopinta-alan kasvattamiseksi, kuten kuvion 4 tasokeräimen poikkileikkauksesta näkee. (Aurinkokeräin.fi 2010, Solar Thermal Systems 2010)



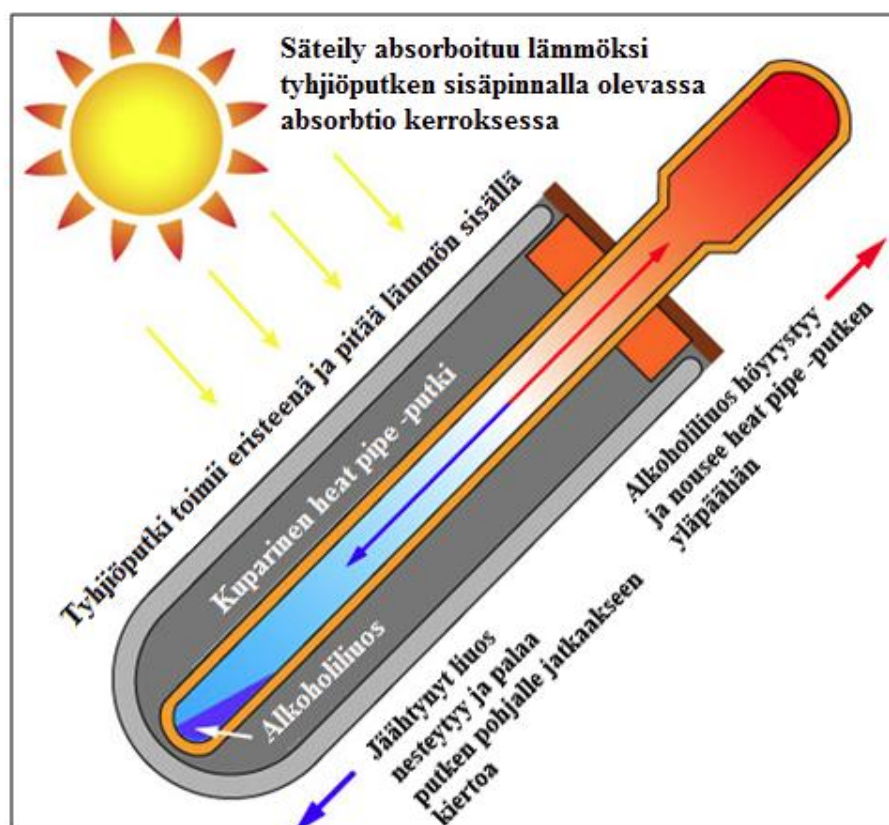
Kuvio 4: Poikkileikkaus tasokeräimen rakenteesta.

3.2.2 Tyhjiöputkikeräin

Tyhjiöputkikeräimen rakenne on erilainen kuin tasokeräimen. Sen yksittäinen putki rakentuu kahdesta sisäkkäisestä erikoislasista valmistetusta putkesta, joiden välissä on tyhjiö, sekä heat pipe -putkesta, joka siirtää lämpöenergiaa lämmitettävään nesteeseen. Sisemmän lasiputken pinnalla on absorptiokerros, joka imee yli 95 % säteilystä ja muuttaa sen lämpöenergiaksi. (Aurinkokeräin.fi 2010)

Kuparisen heat pipe -putken lämmitessä, sen sisällä oleva alkoholiliuos höyrystyy ja nousee putken yläpäähän, jossa se lämmönsiirtimen avulla luovuttaa lämpöenergiansa lämmitettävään nesteeseen. Jäähdyntynyt alkoholiliuos valuu takaisin putken pohjalle ja näin heat pipe -putken sisälle syntyy kierto.

Kuviossa 5 on esitetty tyhjiöputkikeräimen yhden putken rakenne ja toimintaperiaate. (Jinyi-solar 2010)



Kuvio 5: Heat pipe -putken rakenne ja toimintaperiaate.

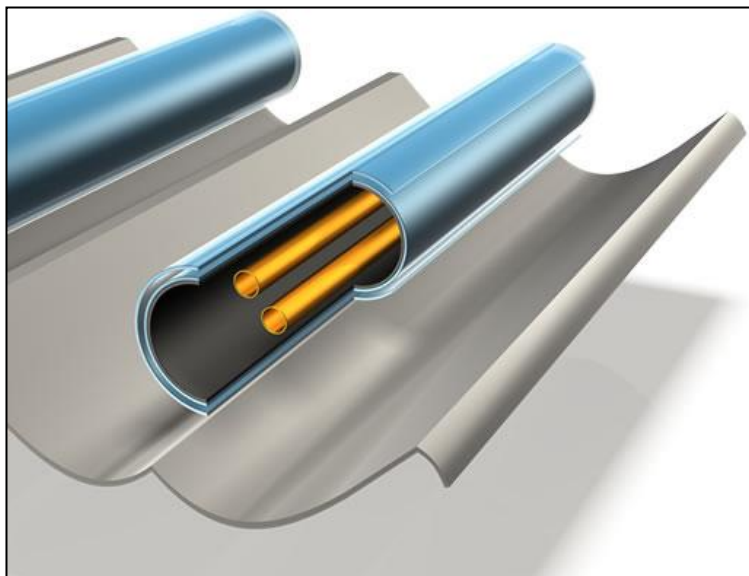
Tyhjiöputkikeräin voidaan rakentaa oikeastaan niin monesta vierekkäisestä putkesta kuin haluttu teho vaatii. Lisäksi putkien alle voidaan asentaa heijastavaa materiaalia, jolloin keruu tapahtuu myös putkien takapinnoilta. (Aurinkokeräin.fi 2010)



Kuvio 6: Kolme tyhjiöputkikeräinelementtiä

3.2.3 CPC – tyhjiöputkikeräin

Vähemmän tunnettu aurinkokeräintyyppi on CPC -tyhjiöputkikeräin, joka on ulkoiselta rakenteeltaan lähes vastaava kuin tavallinen heat pipe -tyhjiöputkikeräin. Heat pipe -putken sijaan lasiputken sisällä kiertää absorptiopinnon alla U-muotoinen putki, jossa lämmönsiirtoneste kiertää. Kuviossa 7 on CPC -tyhjiöputkikeräimen rakennekuva. (JTV energia 2010)



Kuvio 7: CPC -tyhjiöputkikeräimen rakenne.

3.3 Aurinkokeräimen teho

Aurinkokeräimien tehoissa ja hyötysuhteissa on suuria eroja. Tasokeräimellä päästään noin 35 - 75 prosentin hyötysuhteeseen ja saavutetaan noin 170 - 180 °C virtaukseton ja häviötön lämpötila. Tyhjiöputken hyötysuhde on jonkin verran tasokeräintä parempi, koska sillä hyödynnetään tasokeräimestä poiketen myös hajasäteily, eikä asennus-kulman merkitys tällöin ole niin kriittinen. Tyhjiöputkikeräimellä voidaan päästä noin 85 % hyötysuhteisiin, mutta keskiarvona voidaan pitää noin 60 %. Tyhjiöputkikeräimen virtaukseton ja häviötön lämpötila on jopa 230 - 250 °C. (Aurinkokeräin.fi 2010)

Aurinkokeräimien kohdalla puhuttaessa hyötysuhteesta tarkoitetaan keräimeen tulevan ja siitä saatavan energian suhdetta. Keräimen hyötysuhde muuttuu keräimen sisälämpötilan ja vallitsevan ulkolämpötilan erotuksen muuttuessa lämpöhäviöiden takia. Aurinkokeräimen hyötysuhde tietyissä olosuhteissa lasketaan kaavalla

$$\eta = \eta_0 - k_1 \left(\frac{\Delta T}{E_e} \right) - k_2 \left(\frac{\Delta T^2}{E_e} \right) \quad (1)$$

jossa	η	on keräimen hyötysuhde vallitsevissa olosuhteissa
	η_0	on keräimen optinen hyötysuhde
	k_1	on keräimen lämmönläpäisykerroin
	k_2	on keräimen neliöllinen lämmönläpäisykerroin
	ΔT	on keräimen keskilämpötilan ja ulkolämpötilan erotus
	E_e	on auringon insolaatio

Tyhjiössä lämmönsiirtoa tapahtuu vain säteilemällä. Lämmön johtumista tai konvektio-lämmönsiirtoa ei tapahdu lainkaan. Säteilylämmönsiirron tehokkuus riippuu melkein ainoastaan säteilevän kappaleen pintalämpötilasta. Aurinkokeräimen toimintalämpötiloissa säteilylämmönsiirto tyhjiöputkikeräimestä ulospäin on vähäistä. Tästä syystä ulkoilman lämpötilan vaikutus hyötysuhteeseen on suurempi tasokeräimissä.

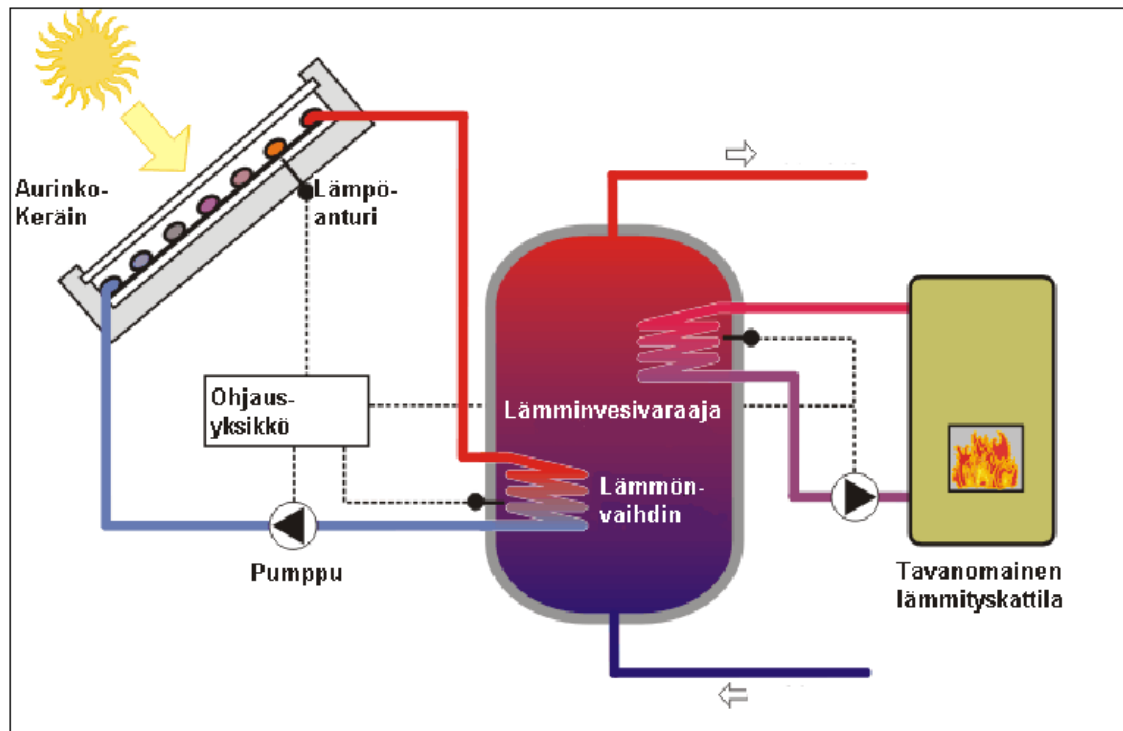
(Aurinkokeräin.fi 2010)

3.4 Aurinkolämmitysjärjestelmä

Aurinkolämmitysjärjestelmä koostuu pääasiassa aurinkoiseen paikkaan, yleensä etelänlounaan puoleiselle katolle asennettavasta aurinkokeräimestä, lämminvesivaraajasta

sekä lämmönsäätöelektroniikasta. Lisäksi tarvitaan korvaava lämmitysratkaisu, joka on esimerkiksi lämmityskattila tai varsinkin uusissa kohteissa yleisesti käytetty sähkölämmitys.

Kuviossa 7 on esitetty lämmityskattilalla tuetun aurinkolämmitysjärjestelmän periaatekuva. Kattila voidaan tarvittaessa korvata kokonaan sähkövastuksella tai sitten laitetaan molemmat. Yleisesti ottaen kahden ns. korvaavan lämmitysratkaisun käyttö ei uusissa energiatehokkaissa taloissa ole taloudellisesti kannattavaa. Tilanne on toinen, jos järjestelmä asennetaan vanhaan kohteeseen, jossa jo entuudestaan on esimerkiksi puu- tai öljylämmitys. Suurin taloudellinen hyöty aurinkolämmitysjärjestelmästä saadaan, kun sillä lämmitetään käyttövettä ja huoneilmaa. Tällöin tyypillinen keräinpinta-ala pientalossa on 10 - 20 m². (motiva.fi 2010, Väkeväinen 2005)



Kuvio 7: Lämmönkeräinjärjestelmän kokoonpanokaavio kiinteistön lämmityskäytössä.

3.5 Standardit

Aurinkokeräinjärjestelmiä koskevia standardeja on seuraavanlaisia:

- ISO 9806: aurinkokeräimien testausmenetelmät
- SFS-EN 12975-1: aurinkokeräimet
- SFS-EN 12976: tehdasvalmisteiset järjestelmät
- SFS-EN 12977: omavalmisteiset järjestelmät.

Varsinaisia määräyksiä ei aurinkokeräinjärjestelmälle Suomessa ole, mutta jos järjestelmälle halutaan esimerkiksi Joutsenmerkki, on sen komponenttien täytettävä SFS-EN 12975-1 standardin mukaiset vaatimukset. (SFS Joutsenmerkki, 2010)

Vuodesta 2006 saakka aurinkolämpöjärjestelmän asentaminen on ollut luvanvaraista. Luvan myöntää kunta tai kaupunki. Lupakäytännössä on jonkin verran paikkakunta-kohtaisia eroavaisuuksia, joten kannattaa tarkistaa oman kunnan tai kaupungin käytäntö hankkeeseen ryhdyttäessä. (Ympäristöenergia, 2010)

3.6 Keräimien suuntaus

Keräimien suuntauksella on merkitystä keräimien kykyyn kerätä auringon säteilyenergiaa. Varsinkin tasokeräimien oikea suuntaus parhaan hyötysuhteen saavuttamiseksi on tärkeää. Tyhjiöputkikeräimet keräävät säteilyä myös keräimen takapinnalta, mutta asennustavasta riippuen niidenkin oikeaan suuntaukseen kannattaa jonkin verran kiinnittää huomiota.

Parhaan säteilytehon keräin saa, kun säteilyn tulo- sekä niin kutsuttu atsimuuttikulma ovat 0° . Atsimuuttikulma tarkoittaa poikkeamaa etelästä, jolloin länsi on $+90^\circ$ ja itä vastaavasti -90° . Keräimen kallistuskulma ei ole niin kriittinen, että sitä kannattaisi alkaa muuttamaan auringon korkeusaseman mukaan. Kesäaikana hyvin toimiva kulma on 30° ja talviaikana noin $75 - 90^\circ$, jolloin on kuitenkin syytä huomioida mahdollisten puiden vaikutus auringon paistaessa matalalta. Koska varsinkaan tyhjiöputkikeräimillä kulman merkitys ei ole niin olennainen, kuin vastaavasti tasokeräimillä tai varsinkin aurinkopaneeleilla, kulmana voidaan pitää noin 45 astetta ympäri vuoden. (Kepsu 2009)

4 Rakennusmääräykset

Vuodesta 1978 on Suomessa rakennettavien käyttörakennuksien lämmöneristystä ja energiatehokkuutta koskeneet ympäristöministeriön asettamat määräykset ja ohjeistukset. Edelliset asetukset ovat vuodelta 2007, ja vuoden 2010 alussa voimaan astuivat uudet tiukennetut määräykset. (Suomen rakennusmääräyskokoelma C3 2007 ja 2010)

Rakennusmääräyskokoelma C3 asettaa määräykset rakenteiden lämmönläpäisykertoimelle (entinen K-arvo, nykyinen U-arvo) sekä antaa ohjeita, joiden avulla voidaan vaikuttaa yleiseen energiatehokkuuteen. Ohjeita annetaan mm. ilmanvaihdon toteuttamisesta ja käyttöveden lämmittämisestä.

Taulukossa 1. on vertailtu vuosien 1997 ja 2010 määräyksiä lämmönläpäisykertoimen osalta. (Suomen rakennusmääräyskokoelma C3 2007 ja 2010)

Taulukko 1: Edeltävän ja nykyisen rakennusmääräyskokoelman C3 erot.

	rakennusmääräys:	
	1997	2010
Rakenneosa	W/m ² K	W/m ² K
Seinä	0,24	0,17
Hirsiseinä (keskimääräinen rakenteen paksuus vähintään 180mm)	-	0,40
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,15	0,09
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,19	0,17
Maata vastaan oleva rakennusosa	0,24	0,16
Ikkuna, ovi	1,40	1,00
Kattoikkuna	1,50	1,00

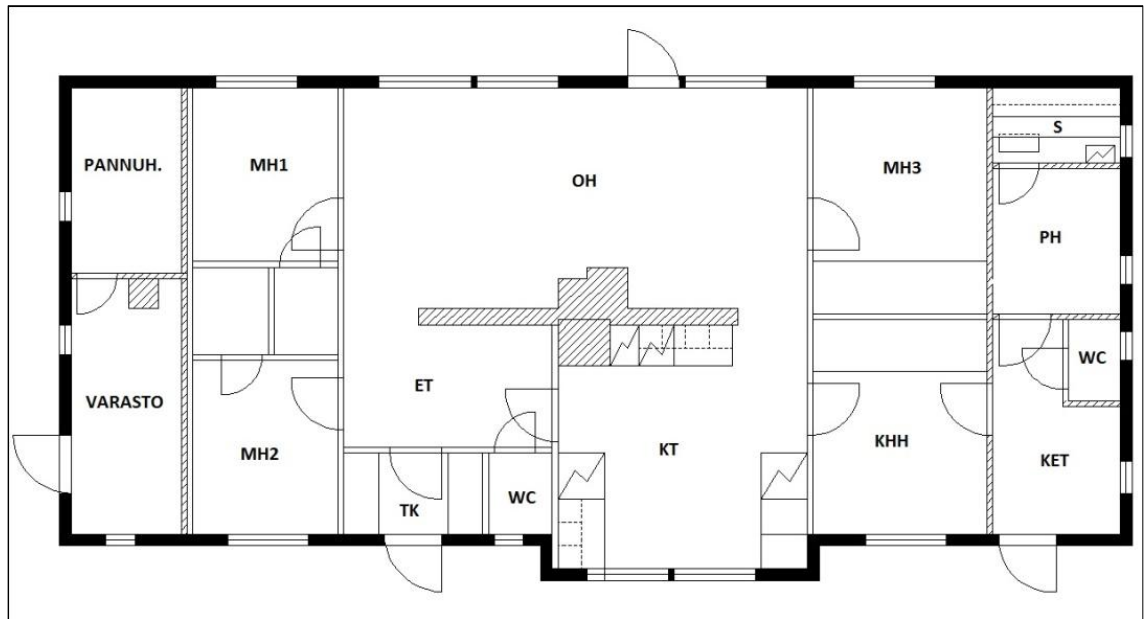
5 Esimerkkikohde

5.1 Esimerkkitalo

Tilastokeskuksen vuoden 2008 lopussa päivittämän tilaston mukaan keskimääräinen pienasuinrakennuksien pinta-ala Suomessa on 108 m². Vaikka tähän on huomioitu myös paritalot ja tyhjillään olevat asuinrakennukset voidaan tulevissa teoreettisissa laskelmissa hyvin käyttää keskiarvona noin 110 m² kokoista taloa. (Tilastokeskus 2010)

Koska laskut ovat teoreettisia ja koska tuloksissa tullaan vertailemaan vain rakennusmääräyksiä erojen vaikutusta lämmityskustannuksiin, voidaan esimerkkitalona käyttää

kuvitteellista kohdetta. Kuviossa 8 on esimerkkitalon pohjapiirustus. Liitteenä on tarkempi kuva esimerkkitalosta mittoineen.



Kuvio 8: Esimerkkitalon pohjapiirros

5.2 Lämmitysenergian tarve

Kiinteistön lämmitysenergiantarpeen arvioimiseen on erilaisia tapoja. Vuoden 2008 alun jälkeen haetuilla rakennusluvilla rakennettuihin kohteisiin vaaditaan energiatodistus. Energiatodistuksen määrittämiseen käytetään melko tarkkoja laskentatapoja, mutta kiinteistön lämmitysenergian tarvetta voidaan karkeasti arvioida myös yksinkertaisemmin rakennusmääräskokoelmista löytyvien kaavojen avulla. (laki rakennuksen energiatodistuksesta 2008)

Koko rakennuksen huonelämmitystehon tarve

$$\Phi_{\text{kok}} = \Phi_{\text{joht}} + \Phi_{\text{vuoto}} + \Phi_{\text{IV}} \quad (2)$$

jossa	Φ_{kok}	on huonelämmityksen tehontarve
	Φ_{joht}	on johtumishäviöt
	Φ_{vuoto}	on vuotoilmanvaihdon häviöt
	Φ_{IV}	on huonelämmityksen ilmanvaihtohäviöt

Johtumishäviöt

$$\Phi_{\text{joht}} = U \cdot A \quad (3)$$

jossa	U	on rakenneosan lämmönläpäisykerroin
	A	on rakenneosan pinta-ala

Vuotoilmanvaihdon häviöiden tehontarve

$$\Phi_{\text{vuoto}} = \rho_i \cdot C_{\text{pi}} \cdot q_v \quad (4)$$

jossa	ρ_i	on ilman tiheys
	C_{pi}	on ilman ominaislämpö
	q_v	on vuotoilmanvaihdon ilmavirta

Vuotoilmanvaihdon ilmavirta

$$q_v = \frac{n_{\text{vuoto}} \cdot V}{3600} \quad (5)$$

jossa	n_{vuoto}	on vuotoilmakerroin
	V	on lämmitettävä tilavuus
	3600	on muuntokerroin kilowattitunneiksi

Edellä mainittujen kaavojen avulla voidaan arvioida rakennuksen keskimääräistä lämmitystehon tarvetta, kun käytetään mitoitustilana vuoden keskiarvolämpötilaa. Ilman tiheys ρ_i normaali-ilmanpaineessa on $1,2 \text{ kg/m}^3$. Ilman ominaislämpö C_{p_i} on vastaavasti 1000 Ws . Vuotoilmakertoimen n_{vuoto} käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman D5 ohjearvoa $0,16$ ellei tarkempia mitattuja arvoja ole saatavilla. (Suomen rakennusmääräyskokoelma D5)

Huonelämmityksen tehontarpeen arviointiin käytettiin valmista Excel-pohjaista laskentataulukkoa, joka on laadittu rakentamismääräyskokoelmien ohjeiden pohjalta.

Vuoden 2007 rakennusmääräyksen U-arvoilla vuotuiseksi huonelämmityksen energiantarpeeksi saatiin noin 15 MWh . Vastaavasti uusilla vuoden 2010 U-arvoilla vuotuinen energian tarve on noin $12,3 \text{ MWh}$.

Jotta voidaan hyödyntää laskuista saatu kokonaislämmitystehon tarve vertaillen aurinkokeräimien tehokkuutta lämmitysjärjestelmän osana, tarvitsee lisäksi selvittää käyttöveden lämmitykseen kuluva energia määrä.

Esimerkkitalossa on 3 makuuhuonetta, joten voidaan olettaa, että siinä asuu 4-henkinen perhe. Keskimääräinen veden kulutus Suomessa on noin 155 litraa henkilöä kohden, josta noin 40% on lämmintä käyttövettä. Tällöin rakentamismääräyskokoelmasta D5 löytyvän kaavan avulla voidaan arvioida käyttöveden lämmitykseen kuluvan energian määrää. (Motiva 2010, Suomen rakentamismääräyskokoelma D5)

Käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian määrä voidaan arvioida seuraavalla kaavalla. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D5)

$$Q_{\text{LKV}} = \frac{\rho_v \cdot c_{pv} \cdot V_{\text{lkv}} \cdot (T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}})}{3600} \quad (6)$$

jossa	ρ_v	on veden tiheys
	c_{pv}	on veden ominaislämpökapasiteetti
	V_{lkv}	on kylmän veden kulutus
	T_{lkv}	on lämpimän käyttöveden lämpötila
	T_{kv}	on kylmän käyttöveden lämpötila
	3600	on muuntokerroin kilowattitunneiksi

$$Q_{\text{LKV}} = \frac{1000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (91,3 \text{ m}^3) \cdot (60^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C})}{3600} = 5,9 \text{ MWh}$$

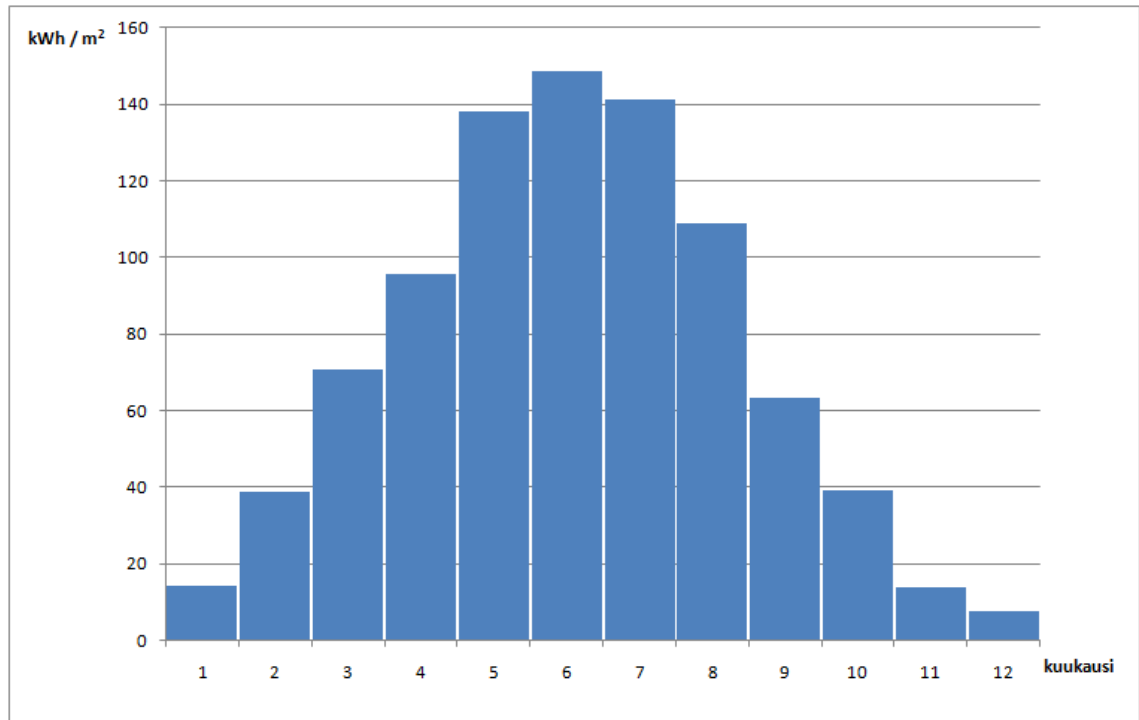
Kun lasketaan huonelämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen kuluva energia yhteen, saadaan se energiamäärä, jonka tuottamiseen voidaan öljyn ja sähkön sijaan käyttää jotain korvaavaa energiamuotoa. Vuoden 2007 rakennusmääräyksillä esimerkkitalon kokonaislämmitysenergian määrä vuodessa on noin 21 MWh ja 2010 määräyksillä noin 18 MWh.

6 Kannattavuus

Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on antaa vastauksia kuluttajan pohdintaan aurinkoenergian kannattavuudesta. Kun huomioidaan järjestelmän hyötysuhteet ja hyödynnettävissä olevan lämpösäteilyn määrä, päästään siihen, että aurinkokeräinjärjestelmällä saadaan käytännössä keskimäärin tuotettua noin 400–500 kWh neliometriä kohden vuodessa.

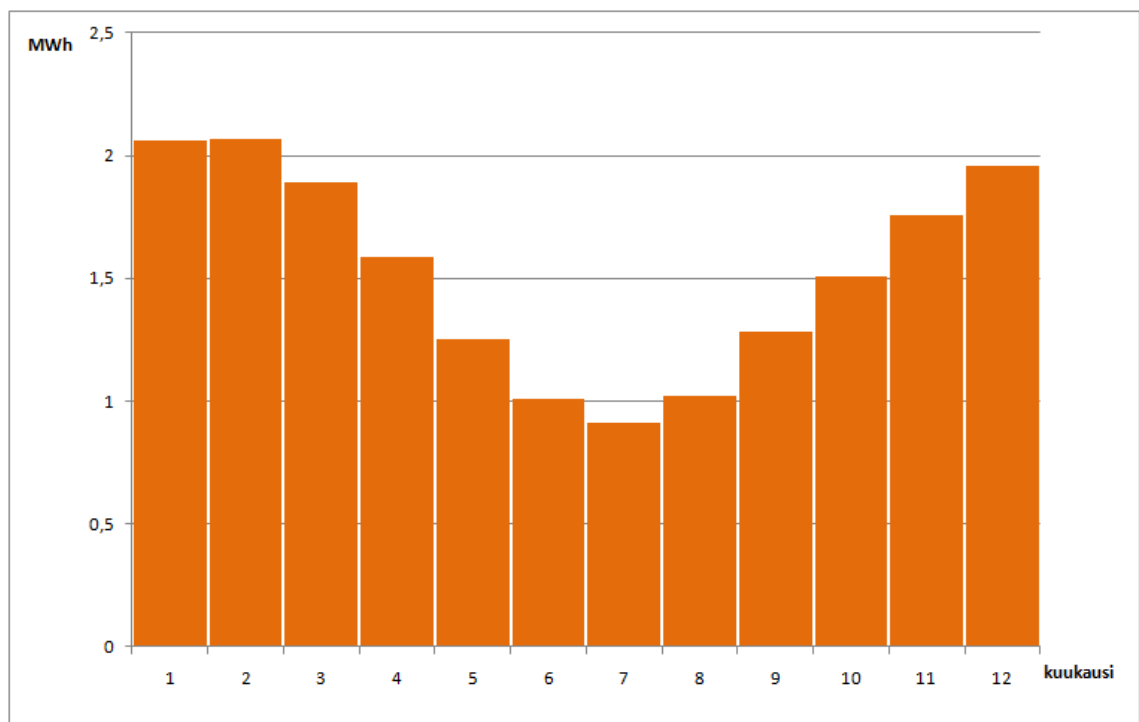
6.1 Keräinpinta-alat

Tilanne meillä täällä pohjoisessa on aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta aivan toinen, kuin lähempänä päiväntasaajaa. Talvisin lämmitystehon tarpeen ollessa suurimmillaan, on lämpösäteilyn määrä vastaavasti vähäisintä, kuten kuvioista 9 ja 10 voidaan todeta. Kuviossa 9 oleva säteilyenergian määrää kuukautta kohden on arvioitu jakamalla vuotuinen 880 kWh:n neliölle kohdistuva säteilyenergianmäärä kuvion 2 mukaisten auringonpaistotuntien suhteessa.



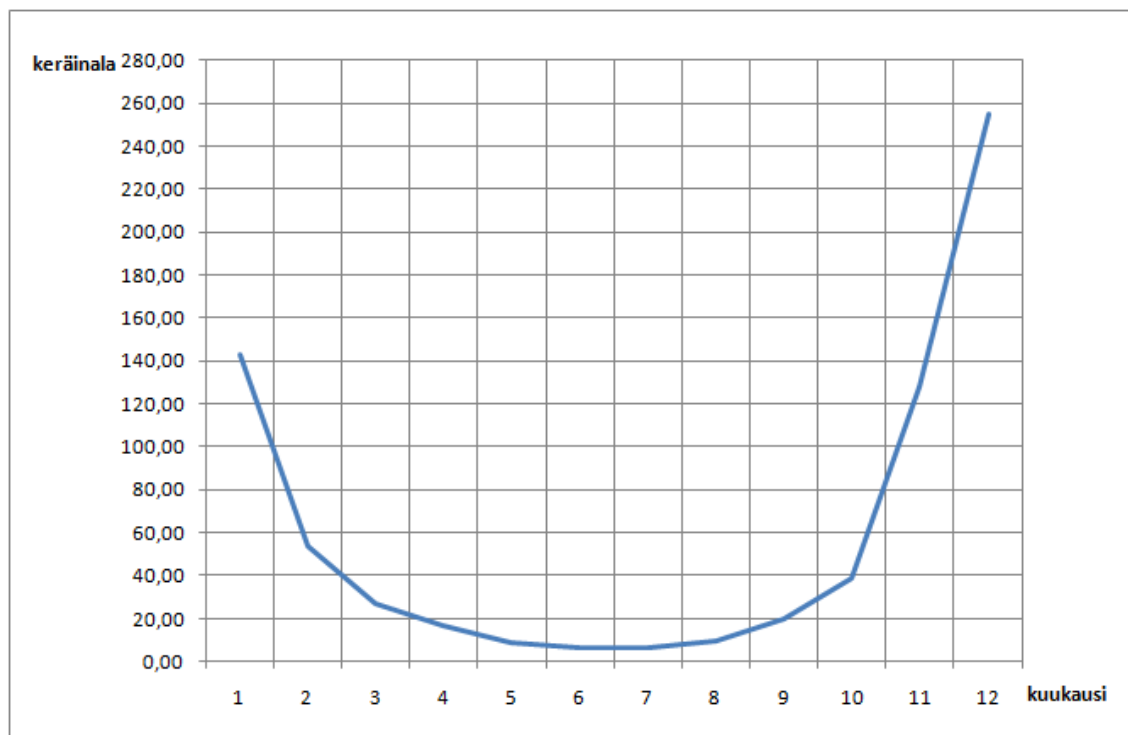
Kuvio 9: Kuukausittainen säteilyenergian määrä neliötä kohdan Jyväskylässä.

Kuviossa 10 on kokonaislämmitysenergian tarve kuukaudessa. Arvot on saatu käyttämällä energiantarvelaskelmassa mitoituslämpötilana kuukauden keskilämpötilaa. Lisäksi arvoihin sisältyy käyttöveden lämmityksen osuus, joka on arvioitu jakautuvan tasaisesti koko vuoden ajalle.



Kuvio 10: Esimerkkikohteen lämmitysenergian tarve kuukauden keskilämpötilan mukaan mitoitettuna.

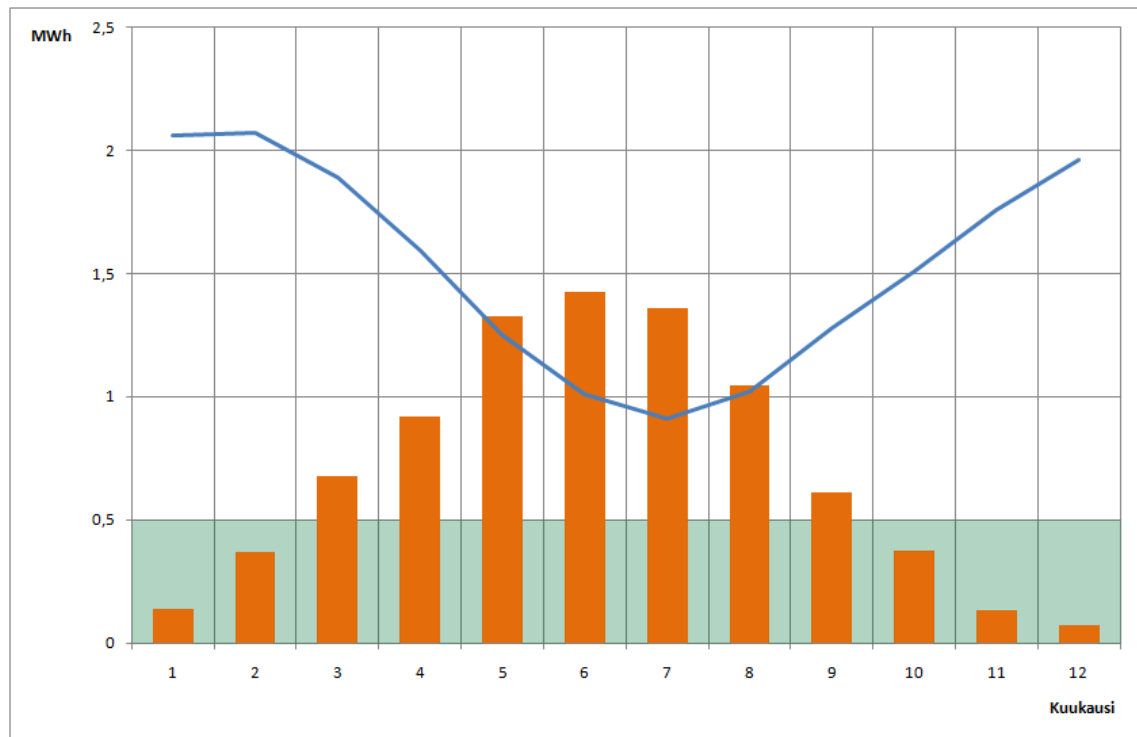
Edeltävien kuvioiden arvoista kun johdetaan vaadittava keräinpinta-ala, huomataan, että talvikuukausina vaadittavat keräinpinta-alat ovat todella suuria. Koska kuvion 11 kuvaajassa ei ole huomioitu edes auringon korkeuskulman pienentymisestä johtuvaa keräimen tehon heikkenemistä, tilanne on todellisuudessa vielä paljon huonompi.



Kuvio 11: Vaadittava keräinala korvaamaan muut lämmitysratkaisut kun oletetaan keräimen jatkuvaksi hyötysuhteeksi 60 %.

Kuten edeltävästä kuviosta 11 voidaan huomata, niin paljon yli 20 neliön keräinalat eivät olisi kannattavia, sillä vaadittavat pinta-alat kasvavat talvikuukausina hyvin suuriksi. Aurinkolämmityksellä taloudellisesti hyödynnettävissä oleva jakso on maaliskuusta lokakuuhun, mutta talveksi pitää olla jokin toinen lämmitystapa.

Aurinkokeräimillä ei ole realistista tavoitella liian suurta osaa lämmityskuluista. Kuviossa 12 on esitetty lämmitysenergian tarve (sininen viiva) ja 60 % jatkuvalla hyötysuhteella toimivasta 15 neliön aurinkokeräinjärjestelmästä saatava energian määrä (oranssit palkit). Lisäksi vihreä osuus on käyttöveden lämmityksen osuus kokonaislämmitystarpeesta. Kuviosta voi nähdä, että käyttöveden saa lämmitettyä suurimman osan vuodesta pelkällä aurinkoenergialla.



Kuvio 12: Lämmitysenergian kokonaistarpeen (sininen) ja 60 % jatkuvalla hyötysuhteella olevalla keskikokoisella aurinkokeräinjärjestelmällä saatava energiamäärä (oranssi), sekä lisäksi käyttöveden lämmityksen osuus kokonaislämmitysenergian-tarpeesta (vihreä).

6.2 Hankintahinta

Kilpailutin muutaman kotimaisen aurinkokeräintoimittajan kuvitteelliseen esimerkkikohteeseen räätälöimät paketit. Oletuksena esimerkkitapauksessa oli, että kohteessa on jo entuudestaan kattilalla tuettu osittain varaava sähkölämmitysjärjestelmä. Liitin tarjouspyyntöön seuraavat tiedot:

- lämmitysenergian vuositarve
- paneelien asennussuunta
- olemassa oleva lämmitystapa sekä varaaja.

Vastauksena tarjouspyyntöihin sain itse tarjouksien lisäksi liitteenä jonkin verran tietoa aurinkokeräinjärjestelmän integroimisesta osaksi kiinteistössä jo olevaa lämmitysratkaisua sekä komponenttien datalehtiä. Mielenkiintoista oli huomata, että kaikki tarjotut keräimet olivat tyhjiöputkikeräimiä. Taulukossa 2 on tarjottujen pakettien hinnat. Huo-

mion arvoista on, että kyseiset paketit ovat myyjien tarjoamat ratkaisut kohteeseen. Siihen, kuinka hyvin valitut paketit sopivat kohteeseen, en tässä opinnäyte-työssä ota kantaa.

Taulukko 2: Valmiiden aurinkokeräinjärjestelmäpakettien eroavaisuuksia sekä hintoja.

	toimittaja 1		toimittaja 2		toimittaja 3	
	paketti 1	paketti 2	paketti 1	paketti 2	paketti 1	paketti 2
keräimet	6	4	7	4	6	4
pumppuyksikkö	1	1	1	1	1	1
lämmönvaihdin	ei	ei	levy	levy	ei	ei
ohj. Yksikkö	pumpussa	pumpussa	1	1	1	1
paisunta-astia	25 ltr	18 ltr	25 ltr	25 ltr	18 ltr	20 ltr
muut	liittimet	liittimet	liittimet	liittimet	liittimet	liittimet
	kiinnikkeet	kiinnikkeet	kiinnikkeet	kiinnikkeet	kiinnikkeet	kiinnikkeet
	neste 20 ltr	neste 20 ltr	neste 30 ltr	neste 20 ltr	neste 30 ltr	neste 20 ltr
	anturit 3 kpl	anturit 3 kpl	anturit 3 kpl	anturit 3 kpl	anturit 3 kpl	anturit 3 kpl
			virtausmittari	virtausmittari		
Hinta	4950	4380	6400	4600	4800	4570

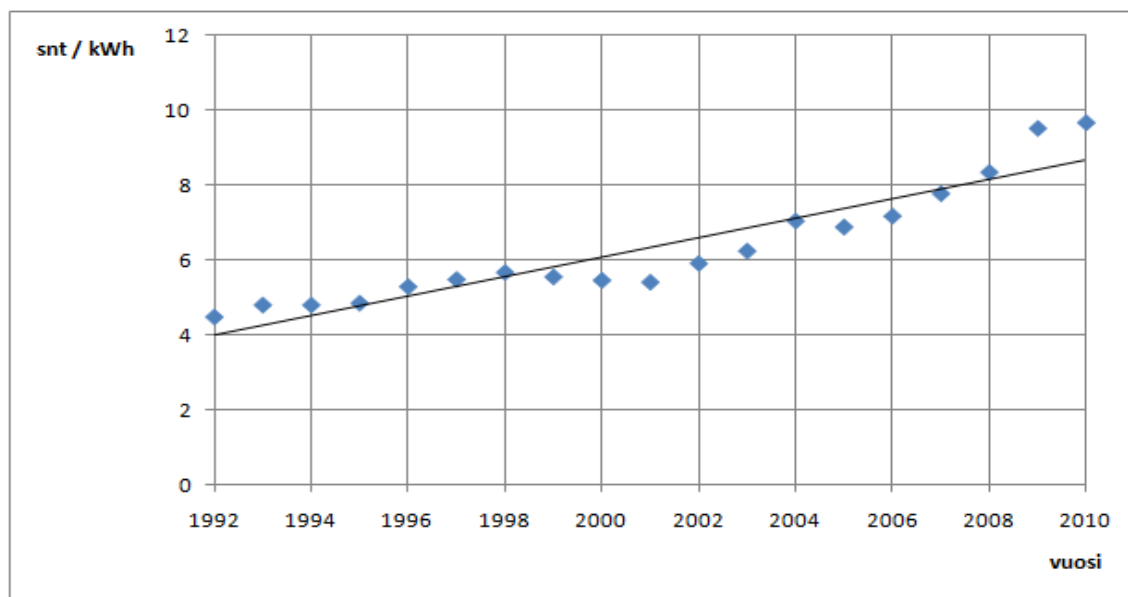
Lisäksi järjestelmä vaatii varaajaan asennettavan lämmönvaihtimen, jota kahden toimittajan paketit eivät sisältäneet, mikä johtui todennäköisesti siitä, että varaajan tarkempaa mallitietoa ei tarjouspyynnössä ollut. Yleisesti käytettyjä lämmönvaihtimia ovat levy- ja kampakierukkalämmönvaihtimet. Lämmönvaihdin lisää hankintakustannuksia muutaman sadan euron verran, jolloin pakettien hintaerot tasoittuvat.

6.3 Kokonaiskustannusarvio 10 vuodelle

Lämmitysratkaisua valittaessa on syytä tarkastella hankintahinnan lisäksi myös järjestelmän pitkän ajan käyttökustannuksia. Yleisesti ottaen 10 vuotta on sellainen aika, jonka järjestelmän tulisi ainakin kestää, eikä järjestelmän uusimisesta aiheutuvia kustannuksia tarvitsisi vielä huomioida laskelmissa. 10:tä vuotta voidaan pitää myöskin järkevänä korvaavan lämmitysratkaisun kuoletusaikana.

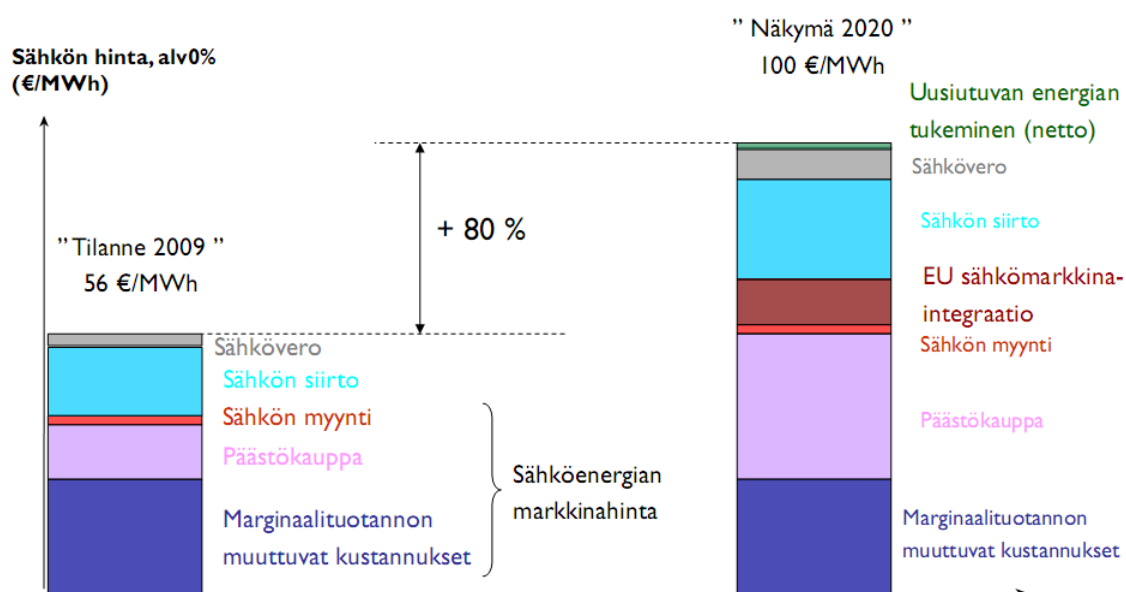
Sähkön hinnan kehitystä voidaan vain arvioida tulevaisuuden osalta, sillä hintaan vaikuttavia muuttujia on todella paljon. Kuitenkin useat tekijät viittaavat siihen, että sähkön hinta tulee jatkamaan nousuaan. Kuviossa 12 on energiamarkkinaviraston tilastoiden mukaan laadittu kuvaaja sähkön kokonaishinnan muutoksesta vuosien 1992 ja 2010 välisenä aikana. Hinnat ovat arvonlisäverollisia sähkönmyynnin painotettuja keskiarvo-

hintoja, jotka koostuvat energian myyntihinnasta sekä verkonhaltijan siirtohinnasta.
(energiamarkkinavirasto 2010)



Kuvio12: Energian kokonaismyyntihinnan kehitys vuosina1992 - 2010.

Suomen ElFi Oy:n Antti Koskelaisen näkemys sähkön hinnan tulevaisuuden kehityksestä on melko lailla kuvion 12 kehityksen mukainen kuten kuvio 13 osoittaa. Hinnan kannalta olennaisia muutoksia ovat päästökaupan kallistuminen, EU:n sähkömarkkinaintegraatio, joka nostaa hinnat lähemmäs Saksan tukkuhintoja, sähkön siirtokustannuksien nousu sekä uusiutuvan energian tukeminen. (Koskelainen 2009)



Kuvio 13: Arvio sähkön hankintahinnan kehityksestä kuluttajan näkökulmasta Suomessa vuoteen 2020.

Lämmitysjärjestelmän vertailussa tarvitsee tietää tai olettaa muutama asia, jolloin eri järjestelmien kokonaiskustannuksia voidaan vertailla niiden kuoletusaikana. Taulukossa 3 on vertailtu osittain varaavaa sähkölämmitystä ja aurinkokeräinjärjestelmällä tuettua osittain varaavaa sähkölämmitystä. 10:tä vuotta voidaan pitää sellaisena aikana, jonka lämmitysjärjestelmän olisi syytä ainakin kestää, eikä tällöin vertailulaskelmissa tarvitse huomioida mahdollisia järjestelmän uusimisesta aiheutuvia kuluja. 10:tä vuotta voidaan pitää myös hyvänä vaihtoehtoisen järjestelmän takaisinmaksuaikana.

Esimerkissä laitteiston hinnat ovat suuntaa-antavia, koska ne riippuvat paljon järjestelmästä ja asennuskohteesta. Korkoprosentti on tämänhetkinen Suomen keskiarvokorko 2 ja 5 vuoden laina-ajalla. Vuotuisiksi huoltokustannuksiksi oletetaan yhtä prosenttia hankintahinnasta. Energian hinta on Tampereen sähkölaitoksen myynti- ja siirtohintojen mukainen, ja sähköhinnan vuotuinen muutosprosentti on oletettu 6 prosentiksi, jolloin 10 vuoden muutos on noin 80 %. Lisäksi oletetaan, että aurinkokeräinjärjestelmällä saataisiin tuotettua noin kolmannes lämmitysenergian kokonaistarpeesta. Näin saadaan taulukon 3 mukainen laskelma järjestelmien kokonaiskustannuksista 10 vuoden kuoletusajalla. (Taloussanomien 2010, Tampereen sähkölaitos 2010)

Taulukko 3: Lämmitysvaihtoehtojen vertailu 10 vuoden kuoletusajalla.

	sähkö	sähkö + aurinko
Laitteiston hinta (euroa)	2000	9000
Kuoletusaika (vuotta)	10	10
Korko %	2	3,35
korko (euroa)	50	300
Kokonaisinvestointi	2050	9300
Huoltokustannus (euroa / vuosi)	20	90
Huoltokustannus kuoletusajalle (euroa / vuosi)	200	900
huolto- ja investointikustannus kuoletusajalle (euroa)	2250	10200
Lämmitysenergian kulutus (MWh)	15	15
Käyttöveden lämmitys (MWh)	5,9	5,9
Lämmitysenergian kokonaiskulutus (MWh)	20,9	20,9
Sähkölämmityksen osuus	1 / 1	2 / 3
Energian hinta (snt / kWh)	10,46	10,46
energian hinnan nousu (% / vuosi)	6	6
energian hinta kuoletusajalle (euroa)	30000	20000
kokonaiskustannus kuoletusajalle (euroa)	32250	30200

Kuten taulukosta 3 huomataan, ovat 10 vuoden aikavälillä lämmitysvaihtoehtojen erot taloudellisessa mielessä lähes olemattomat. Aurinkokeräinjärjestelmien kestävydestä ei valitettavasti ole vielä pitkäaikaista varmaa tietoa, mutta mikäli järjestelmät kestävät ilman suurempia huoltoja myös 10 vuodesta eteenpäin, alkaa aurinkokeräinjärjestelmä muuttua entistä kannattavammaksi vaihtoehdoksi. Laskelmassa käytettiin esimerkkitalon lämmitysenergian tarpeena vuoden 2007 säädöksiin mukaisilla U-arvoilla laskettua arvoa.

Uusissa matalaenergiataloissa sähkölämmitys on primäärilämmönlähteenäkin varteenotettava vaihtoehto, mutta vanhemmissa kohteissa aurinkoenergian hyödyntäminen tuo huomattavampaa säästöä.

7 Tietoa aurinkoenergiasta ja sen hyödyntämisestä

Tutkielman toisena pyrkimyksenä on aurinkoenergiatiedon saatavuutta. Aurinkoenergiasta kotitalouskäytössä puhutaan sen kiinnostavuuteen nähden yllättävän vähän. Tekniikka on vielä tätä nykyä uutta ja sen mahdollisuuksista tulisi puhua enemmän, koska tulevaisuudessa tilanne kannattavuudenkin osalta tulee todennäköisesti olemaan aivan toinen.

Tällä hetkellä, jos haluaa hyödyntää aurinkoenergiaa kiinteistön lämmittämisessä, joutuu todennäköisesti selvittämään itse monta asiaa. Jonkin verran on jo olemassa valmiita pakettiratkaisuja, mutta mitään varmaa tietoa saati linjaa ei niiden hintatasoista ja vastaavista vertailuista ole vielä ole valmiina saatavilla. Kuluttaja joutuu viimekädessä itse miettimään kuinka paljon on valmis ottamaan itse selvää ja kuinka paljon uskoo myyjää.

7.1 Internet

Nykyään kun tietoa aletaan etsiä, niin Internet taitaa olla ensimmäisiä paikkoja mistä aloitetaan. Hakusanoilla *aurinkoenergia*, *aurinkopaneelit*, *aurinkokeräimet* löytyy jos jonkinmoinen määrä hakutuloksia. Samoin englanninkielisillä vastaavilla *solar power*, *thermal solar system* ja *solar collector* tai *solar absorptor*. Voi myös kokeilla avointa hakua sanoilla *aurinko** ja *solar**, mutta kannattaa varautua melko kirjavaan hakutulokseen.

Eri asia onkin millaista tietoa hakutuloksen tarjoamilta sivuilta sitten löytyy. Jonkin verran on tarjolla ihan tuotteita markkinoivien yritysten sivustoja, mutta melko paljon löytyy artikkeleita tulevaisuuden suuremmista aurinkoenergian hyödyntämiskohteista kuten esimerkiksi aurinkotorneista¹. Melko vähän löytyy valmistajienkaan sivuilta sellaisia tietoja, joilla normaali kuluttaja voisi itsenäisesti vertailla kustannuksia.

7.2 Kirjallisuus ja julkaisut

Kirjallisuudesta löytyy paljon hyviä teoksia, jos Aurinko ja sen energia itsenään kiinnostaa. Auringon lämpöenergian passiivisesta hyödyntämisestä rakennusten lämmittämisessä on kerrottu esimerkiksi Rakennustiedon vuonna 1996 julkaisemassa Rakennustieto – perusteet ja sovellukset kirjassa. (Siikanen, 1996)

Todellinen kotimainen aurinkorakentamisen tietopaketti on Aurinkoteknillinen yhdistys ry:n vuonna 2001 julkaisema Aurinko-opas – aurinkoenergiaa rakennuksiin, josta julkaistiin uusittu painos vuonna 2008. Teos on hyvä opas niin aurinkoenergian passiiviseen kuin aktiiviseen hyödyntämiseen kiinteistön lämmittämisessä.

Suomessa julkaistaan myös muutamaa hyvää rakennusalan lehteä, joista mainittavimpia lienee TM Rakennusmaailma (Yhtyneet Kuvalehdet Oy), Sähköala (Sähköinfo) Rakennustaito (Rakennustietolehdet) ja Talotekniikka (Talotekniikkajulkaisut oy). TM Rakennusmaailmassa on paljon tekniikkapainotteisia artikkeleita sekä vertailuja ja testejä. Rakennustaito ja Talotekniikka ovat enemmän yleisesti rakentamiseen ja rakennusalaan keskittyviä julkaisuja.

Lehdissä julkaistuja artikkeleita voi helposti hakea haluamallaan hakusanoilla lehtien Internet-sivuilla olevilla hakukoneilla. Esimerkiksi TM Rakennusmaailman haulla löytyi muun muassa seuraavia artikkeleita, jotka saattavat hyvinkin kiinnostaa aurinkoke-räimien hankkimista suunnittelevia kuluttajia:

- Aurinkolämpö kiinnostaa 2/2009

¹ Korkea putkimainen torni, jonka sisällä lämpiävä ilma nousee ja pyörittää turbiineja. (live science, 2010)

- Mittauksia ja kokemuksia aurinkolämmön saannista 2/2009
- Testissä tyhjiöputkikeräimet 2/2009
- Öljylämmittäjä säästää aurinkoenergialla 5/2009

7.3 Tutkimukset ja opinnäytetyöt

Tutkimuksia ja kehitystyötä aurinkoenergian parissa tehdään varmasti paljon. Ongelma on kuitenkin siinä, että tutkimustulokset eivät tule kuluttajien tietoisuuteen. Ammattikorkeakoulu- ja yliopisto-opiskelijoiden opinnäytetöistä löytyy helppolukuisia ja melko kattaviaakin tietopaketteja aurinkoenergiasta ja sen hyödyntämisestä. Esimerkiksi Tampereen ammattikorkeakoulussa on viime vuosina tehty seuraavanlaisia opinnäytetöitä aurinkoenergiasta:

- Opas aurinkolämmitysjärjestelmään / Jouko Ala-Korpula. 2009
- Aurinkopaneelijärjestelmä ja verkoton sähkön syöttö / Joni Kepsu. 2009
- Keskuslämmitteisen omakotitalon modernisointi aurinkolämmitystä hyödyntäväksi / Aki Mäki. 2008
- Aurinkoenergia - vaihtoehtoinen energiamuoto / Juha Rajamäki. 1997
- Aurinkopaneelin ja kääntölaitteen tutkiminen / Petri Leväsmaa. 1997
- Passiivinen aurinkotalo / Jaana Viljanen. 1995

Ammattikorkeakoulujen verkkokirjastosta (www.theseus.fi) löytyy valmistuneiden ammattikorkeakouluopiskelijoiden sähköisesti julkaistuja opinnäytetöitä, joita pääsee selaamaan ilman mitään tunnuksia. Ne ovat siis kaikkien ulottuvilla. Esimerkkinä löytyi edellä mainittujen lisäksi mielenkiintoinen Tuuli Lehtikankaan opinnäytetyö pientalon lämmitysjärjestelmien vertailusta. (Lehtikagas 2009, Thesus)

Yliopisto-opiskelijoiden opinnäytetöitä voi hakea yliopistojen kirjastoista. Viitetietoja suomen yliopistoissa tehtyihin opinnäytetöihin löytyy yliopistojen yhteistietokanta LINDAsta, mutta itse en ainakaan äkkiseltään löytänyt sen avulla aurinkoenergiaan liittyvää aineistoa, vaikka Googlen Internet-haulla törmäsin Katri Komulaisen pro gradu-tutkielmaan Aurinkolämpö – tekniikka ja mahdollisuudet. (Komulainen 2006, LINDA)

8 Yhteenveto

Aurinkoenergia on uusia asia siinä missä muutkin korvaavat energiantuotantotavat.

Täysin korvaavaksi ratkaisuksi siitä ei täällä pohjoismaissa ole, mutta sähkön- tai muun primäärienergiälähteen kulutusta sillä voidaan tuntuvasti vähentää. Selvää on se, että mikäli siitä ei puhuta, se ei myöskään saavuta kuluttajien tietoisuutta.

Tällä hetkellä tekniikka on vielä vähäisen kysynnän takia melko kallista. Mikäli energian markkinahinta jatkaa nousuaan, niin kuin useat merkit siihen viittaavat, tulee kilpailu näkymään myös aurinkokeräimien hinnoissa. Hintakilpailun myötä, myös standardisointiin on syytä kiinnittää enemmän huomiota korkean laadun säilyttämiseksi. Tällä hetkellä markkinoilla on jo kiinalaisia halpakeräimiä, jotka eivät ole minkään laatustandardin mukaisia.

Toinen asia, mihin on kiinnitettävä enemmän huomiota tulevaisuudessa, on kokonaisvaltainen suunnittelu ja rakentaminen. Oikein mitoitettu aurinkokeräinjärjestelmä on hyvä ratkaisu jälkiasennettuna vanhempaan pientaloon, mutta paras hyöty saadaan kun jo suunnitteluvaiheessa huomioidaan aurinkoenergian hyödyntäminen. Energiatehokkuus kun ei tarkoita sitä, että kohteisiin voidaan asentaa toisiaan hienoimpia sekä kalliimpia järjestelmiä ja laitteita.

Nykyisten rakennusmääräyksien mukaisesti rakennetut talot, varsinkin matalaenergiatalot, ovat jo niin energiatehokkaita, että suora sähkölämmitys on huonelämmityksessä mainettaan parempi vaihtoehto. Tällöin käyttöveden voisi lämmittää maaliskuusta lokakuuhun jo verraten pienellä aurinkokeräinjärjestelmällä. Toisaalta matalampi energiatarve mahdollistaa sen, että aurinkokeräinjärjestelmällä saadaan korvattua suurempi osuus vuoden kokonaisenergiatarpeesta. Varsinkin jos vaakakupissa painaa myös muut asiat kuin pelkät hankintakustannukset.

Työtä tehdessä tuli huomattua, että liiankin optimistisesta alkuoletuksesta huolimatta, aurinkoenergia on energian kallistuessa varsin hyvä vaihtoehto omakotitalon lämmitysratkaisuksi. Työssä on perustietoa aurinkoenergiasta ja aurinkokeräinjärjestelmästä, sekä siitä, mistä aiheesta löytyy lisää tietoa. Toivottavasti tästä on hyötyä aurinkokeräinjärjestelmän hankintaa harkitsevalle kuluttajalle.

Lähteet

Painetut

- 1 Kepsu, Joni 2009. Aurinkopaneelijärjestelmä ja verkoton sähkön syöttö. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Talotekniikka. Tampere.
- 2 Mäki, Aki 2008. Keskuslämmitteisen omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisointi aurinkolämmitystä hyödyntäväksi. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja automaatiotekniikka. Tampere.
- 3 Siikanen, Unto 1996. Rakennusfysiikka: perusteet ja sovellukset. Helsinki: Rakennustieto
- 4 Ympäristöministeriö 2007. Suomen rakentamimääräyskokoelma C3. Määräykset 2007.
- 5 Ympäristöministeriö 2007. Suomen rakentamimääräyskokoelma D3.
- 6 Ympäristöministeriö 2007. Suomen rakentamimääräyskokoelma D5.
- 7 Ympäristöministeriö 2008. Laki rakennuksen energiatodistuksesta.
- 8 Ympäristöministeriö 2008. Suomen rakentamimääräyskokoelma C3. Määräykset 2010.

Painamattomat

- 9 Sähköposti. 20.1.2010. Tiihonen Arja. Suomen tilastokeskus.

Sähköiset

- 10 Aurinkokeräin.fi. Tietoa aurinkokeräimen toiminnasta. [www-sivu].
[viitattu 2.3.2010].
<http://www.aurinkokeräin.fi>
- 11 Astronetti – aurinko. [www-sivu]. [viitattu 24.10.2009].
<http://www.astronetti.com/tahtitieto/aurinko.htm>
- 12 Energiamarkkinavirasto – sähkön hinnan kehitys. [online]. [viitattu 1.4.2010].
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=1864&pgid=67>
- 13 Ilmatieteenlaitos. Auringonpaistetilastoja ja -ennätyksiä. [www-sivu].
[viitattu 4.12.2009].
http://www.ilmatieteenlaitos.fi/saa/tilastot_9.html
- 14 Live science. Solar tower. [www-sivu]. [viitattu 30.3.2010]
<http://www.livescience.com/technology/080702-pf-solar-tower.html>
- 15 Jinyi-solar. [www-sivu]. [viitattu 6.3.2010].
http://www.jinyi-solar.com/products/Heat_pipe_solar_collectors.aspx
- 16 Koskelainen, Antti 2009. Euroopan sähkömarkkinaintegraatio. Sähkömarkkinapäivät 18.3.2010 [online]. [viitattu 1.4.2010].
http://www.fingrid.fi/attachments/fi/media/Seminaarit/sm2010/elfi_koskelainen.pdf
- 17 Motiva. Mihin energiaa kuluu. [www-sivu]. [viitattu 27.11.2009].
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus

- 18 Nasa – Sun Fact Sheet. [www-sivu]. [viitattu 11.4.2010].
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>
- 19 Solar Thermal Systems. [www-sivu]. [viitattu 1.3.2010].
http://www.stssolar.com/pages/STS_FlatPlateSolar.html
- 20 Taloussanomat – lainojen korot. [www-sivu]. [viitattu 1.4.2010].
<http://www.taloussanomat.fi/porssi/korot/>
- 21 Tähtitieteellinen yhdistys URSA. Aurinko. [www-sivu]. [viitattu 24.10.2009].
<http://www.ursa.fi/kosmos/a/aurinko.html>
- 22 Väkeväinen, Jukka 2005. Uusiutuvan energian koulutusohjelman pro gradu –tutkielma. [online]. [viitattu 3.3.2010]
http://www.thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006303.pdf

LIITTEET

Liite 1: Talon pohjapiirros

