

Rea Huisko

**AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN OK –TALON
KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYKSESSÄ KESÄAIKANA**

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2014**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Huhtikuu 2014	Tekijä Rea Huisko
Koulutusohjelma Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN OK –TALON KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYKSESSÄ KESÄAIKANA		
Työn ohjaaja Yrjö Muilu		Sivumäärä 32
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tutkia erilaisia aurinkokeräinjärjestelmiä, joita voisi hyödyntää omakotitalon käyttöveden lämmityksessä kesäaikana. Talviaikaan kohteen käyttövesi lämmitetään varaavan takan kautta, joten sopiva aurinkokeräinjärjestelmä mitoitettiin kesänajan tarpeen mukaan.</p> <p>Käyttöveden lämmitys nostaa kesäaikana kohteessa selkeästi sähkönkulutusta. Tavoitteena oli pienentää kesänajan sähkönkulutus talven tasolle, ottamalla aurinkokeräinjärjestelmä käyttöön.</p> <p>Keräinjärjestelmän valinnan lisäksi keräimelle valittiin otollinen sijoituspaikka. Lisäksi mitoitettiin suuntaus- ja kallistuskulma sekä mahdolliset varjoalueet. Lopuksi laskettiin takaisinmaksuaika.</p> <p>Keräinjärjestelmän valinta ja sen suunnittelu oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava työ, jonka avulla sai konkreettisen kuvan aurinkoenergian hyödyntämisestä. Keräinjärjestelmä tullaan asentamaan kesällä 2014.</p>		
Asiasanat Aurinkoenergia, aurinkokeräimet, sähkönkulutus		

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date April 2014	Author Rea Huisko
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis Using of solar energy in heating the water of a small house during summer		
Instructor Yrjö Muilu		Pages 32
<p>The Subject of this thesis was to study the different types of solar collector systems that could be utilized in heating the water in a house during summer. In winter, the house water is heated through a heat-retaining fireplace, so that a solar collector system was designed to meet the electricity need in summer.</p> <p>Heating the water during summer increases the consumption of electricity significantly. The aim was to reduce the consumption of electricity during summer to match the winter level by introducing a solar collector system.</p> <p>In addition to choosing the solar collector system a favorable place for installing the system was selected. In addition, the orientation and angle as well as possible shadow areas were calculated. Finally the payback time of the system was calculated.</p> <p>Choosing and designing the solar collector system was an interesting and challenging job which gave a concrete picture of utilizing solar energy. The collector system will be installed in the summer of 2014.</p>		

<p>Key words Solar energy, solar thermal collectors, electricity consumption</p>

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 AURINKO	3
2.1 Auringosta saatava teho	4
3 OK-TALON TAUSTATIEDOT	7
3.1 Nykyinen käyttövedenlämmitysjärjestelmä	7
3.2 Sähkönkulutus	8
3.3 Lämpimän käyttöveden kulutus	9
4 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄT	10
4.1 Järjestelmien huolto	12
4.2 Tasokeräin	13
4.3 Kääntyvä aurinkokeräin	15
4.4 Tyhjiöputkikeräin	17
4.5 Käytetty vesipatteri	20
5 KERÄINTEN SIJOITTAMINEN	24
5.1 Suuntaus- ja kallituskulma	25
5.2 Aurinkokartta	26
6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30
6.1 Valittu keräin	30
6.2 Keräinten sijoittaminen	30
6.3 Kustannusarvio ja takaisinmaksuaika	31
LÄHTEET	32
KUVIOT	
KUVIO 1. Kohteen lämminvesivaraaja	7
KUVIO 2. Aurinkolämpöjärjestelmä	10
KUVIO 3. Tasokeräin	14
KUVIO 4. Kääntyvä tasokeräinjärjestelmä	16
KUVIO 5. Tyhjiöputkikeräin	18
KUVIO 6. Tyhjiöputkikeräimen toimintaperiaate, jossa kiertää lämmönsiirtoneste	18
KUVIO 7. Tyhjiöputkikeräin, "Heat-pipe" lämpöputkella	19
KUVIO 8. Itsetehty keräin edestä	21
KUVIO 9. Itsetehty keräin takaa	21
KUVIO 10. Pumppu	22
KUVIO 11. Asemapiirustus, mittakaava 1:500	24
KUVIO 12. Keräimen kallistuskulma Ylivieskassa	25
KUVIO 13. Keräintä varjostavat esteet tontilla	27
KUVIO 14. Aurinkokartta, autotalli	28
KUVIO 15. Aurinkokartta, puusto/lehto	29

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Keskimääräiset säteilysummat aurinkosovelluksia suunniteltaessa	6
TAULUKKO 2. Sähkönkulutus kohteessa, kWh	8
TAULUKKO 3. Tasokerääjät, joissa siirtoaineena neste	11
TAULUKKO 4. Vuoden 2013 lämpötehon määrä Hannu Huumon omasta, neljän tasokerääjän kääntyvästä aurinkokeräimestä.	17
TAULUKKO 5. Itsetehdystä keräimestä saatu teho	22

1 JOHDANTO

Aurinko on maapallon merkittävin energianlähde. Ihmisten fyysinen käyttövoima perustuu siihen. Kaikki ravinto kasvikunnasta ravintoketjun ylimpiin lenkkeihin edustaa varastoitunutta aurinkoenergiaa. Ydinvoimaa, geotermistä ja vuorovesienergiaa lukuun ottamatta kaikki ihmiskunnan kuluttama energia on peräisin auringosta. Vesi-, tuuli- ja aurinkovoiman lisäksi myös fossiiliset sekä biopolttoaineet ovat peräsin auringosta. Nykyään korostetaan uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Suomessa biopolttoaineet yleistyvät koko ajan. Vesivoimaa hyödynnetään jo lähes täysin ja tuulivoiman käyttö on kovassa nosteessa. Aurinkovoimaa ei kuitenkaan hyödynnetä niin paljoa kuin olisi mahdollista. Auringon lämpösäteilyllä pystyttäisiin lämmittämään asuintalojen käyttövesi täysin koko kesänajan, jopa kahdeksan kuukautta hyvänä vuonna. Silti tätä ilmaista energiaa hyödynnetään Suomessa vain vähän verrattuna esimerkiksi Eurooppaan. Lisäksi auringosta saatavaa energiaa voidaan muuttaa sähköksi ja hyödyntää passiivisesti. (Wikipedia 2014 a.)

Suomen oloissa luontevimmat käyttökohteet aurinkolämmön käytölle kesäaikaan ovat käyttöveden sekä kosteiden tilojen lämmitys. Auringosta saatavaa lämpösäteilyä tullaan tutkimuskohteessa hyödyntämään juuri näihin tarkoituksiin. Aurinkokeräimet tulevat omakotitaloon Salmiperäntielle Ylivieskaan. Talo on otollisessa kulmassa etelään päin, joten keräimet voidaan asentaa katolle suoraan vesivaraajan yläpuolelle. Keräimien edessä ei myöskään ole merkittäviä esteitä jotka haittaisivat auringosta tulevaa säteilyä. Tavoitteena on lämmittää talon vesivaraajan käyttövesi kesäaikaan aurinkoenergiaa hyödyntäen niin ettei sähkövastusta tarvitsisi käyttää ollenkaan. Talvisin varaajan vesi lämmitetään varaavan takan kautta.

Aurinkolämpöjärjestelmää valittaessa tarkasteltavaksi otettiin tasokeräin, kääntyvä aurinkokeräin, tyhjiöputkikeräin sekä vanhasta vesikiertopatterista itsetehty keräin. Keräintyyppin valintaan vaikuttavat sen hinta, laatu, hankinnan ja asentamisen helppous sekä sen sopiminen visuaalisesti kohteen ympäristöön. Myös keräimen helppo huolto kesällä ja talvella katsotaan eduksi.

Keräimet asennetaan katolle mahdollisimman lähelle vesivaraajaa. Jotta keräimillä saadaan paras mahdollinen hyöty auringosta, tulee huomioida niiden atsimuuttikulma ja optimaalinen kallistuskulma. Aurinkokartan avulla saatiin selville kuinka paljon tontilla olevat esteet, kuten puut ja muut rakennukset, varjostavat keräimiä. Suuret varjoalueet vaikuttavat keräinten sijoitteluun.

Kohteeseen valittiin keräimet yhdessä kohteen omistajan kanssa. Valintaan vaikuttivat hinta, tehokkuus ja ulkonäön kannalta myös visuaalisuus. Keräinjärjestelmällä saadaan säästettyä yhden kesän aikana sähköä veden lämmityksestä yli kaksisataa euroa, joten keräinjärjestelmä maksaa itsensä takaisin noin 10 vuodessa. Käytännössä keräimet hyödyntävät auringon säteilyä muulloinkin kuin tarkastelujakson aikana, jolloin säästöä saadaan enemmän ja takaisinmaksuaika lyhenee. Lisäksi takaisinmaksuaikaa lyhentää sähkön hinnan nousu.

Päälähteinä käytetty:

- Erat, B., Erkkilä, V., Nyman, C., Peippo, K., Peltola, S. & Suokivi, H. 2008. Aurinko-opas aurinkoenergiaa rakennuksiin. Porvoo: Painoyhtymä Oy.
- Muilu, Y. 2013. Aurinkoenergia ja lämpöpumput. Luentomuistiinpanot. Centria ammattikorkeakoulu. Ylivieskan yksikkö.
- Wahlroos, L. 1981. Aurinkoenergia. 1. painos. Pori: Satakunnan Kirjateollisuus Oy.

2 AURINKO

Auringon fotosfäärin eli näkyvän osan lämpötila on noin 6000°C ja keskustaan mentäessä se nousee jopa 15 miljoonaan asteeseen. 4,5 miljardia vuotta sitten auringosta tuleva lämpöenergia on ollut 1,6 kertaa suurempi kuin nykyisin, mutta viimeisen miljardin vuoden aikana lämpöenergia on pysynyt suhteellisen samana. Auringosta riittää lämpöenergiaa ihmiskunnan mittapuiden mukaan loputtomasti. (Wahlroos 1981, 13.)

Auringon säteilemä valo ja lämpöenergia ovat ydinenergiaa. Se kehittyy fuusioreaktiossa, vetyatomien ydinten eli protonien törmätessä toisiinsa sekä yhtyessä heliumatomien ytimiksi. Auringossa oleva suuri vetyvarasto vähenee jatkuvasti. Silti auringon ulko-osissa on vetyä jäljellä vielä noin 73% ja sisuksissa noin 30%. Loppuosa auringon massasta on suurimmalta osin heliumia. (Wahlroos 1981, 13.)

Aurinko säteilee kaikkiin suuntiin ympärilleen, joten maapallolle tulee vain mitätön osa sen kokonaissäteilystä. Silti se on maapallon tärkein valon ja lämpöenergian lähde. Lämpötila laskisi nopeasti ja elämä maapallolla kävisi mahdottomaksi ilman auringosta tulevaa säteilyä. (Wahlroos 1981, 13.)

Auringon näkyvää valoa tulee maapallolle 56% lämpöenergiasta. Loppu 44% energiasta tulee maahan näkymättömänä säteilyinä. Auringonpaiste on verrannollinen säteilyyn eli mitä valoisammin ja kirkkaammin aurinko paistaa, sitä suurempi on myös lämpöenergian saanti. Erittäin pilvisellä säällä kerääjästä saatava lämpöenergia putoaa romahdusmaisesti. Säteilyä kyllä tulee pilvienkin läpi, mutta kerääjän lämpöhäviöt nousevat suhteettoman suuriksi ja energian saanti jää olemattomaksi. (Wahlroos 1981, 45.)

Maksimipaisteeksi sanotaan havaintopaikan saavutettua paisteen summaa, kun taivas on koko päivän täysin selkeä ja kirkas. Todelliseen paiste aikaan ja energian saantiin kuitenkin vaikuttaa vuodenajan ja paikkakunnan lisäksi vielä pilvisyys,

metsät, mäet ja tunturit sekä rakennukset. Paistetta ja säteilyä heikentävät sumu, pöly, savu ja ilmakehän sameus. (Wahlroos 1981, 45.)

Absorptioksi kutsutaan, kun auringon säteily osuu kiinteään kohteeseen ja sen energia muuttuu joko osittain tai kokonaan lämmöksi. Absorboituneen energian määrään vaikuttaa oleellisesti säteilyn aallonpituus ja absorboivan pinnan kyky sitoa säteilyä itseensä. Kiinteään kohteeseen absorboituneen säteilyn energian muuttuessa lämmöksi, kohteen lämpötila nousee. Lämpötilan noustessa korkeammaksi kuin ympäristön lämpötila, syntyy kohteesta ympäristöön lämpöenergiavirta, jota kutsutaan emissioksi. (Nieminen 2013.)

Itse auringon säteily koostuu pienistä hiukkasista, fotoneista. Energiaa vapautuu, kun fotonit osuvat pintaan ja absorboituvat siihen. Riippuen pinnan kyvystä absorboida säteilyä, eri pinnat näkyvät eri väreinä. Musta esimerkiksi sitoo hyvin säteilyä ja absorboi suuren osan fotoneista itseensä, jolloin takaisin heijastuu vain vähän valoa ja pinta nähdään mustana. Valkoinen taas näkyy valkoisena, sillä sen pinta heijastaa suuren osan säteilystä takaisin. Mitä enemmän pinta absorboi itseensä fotoneja, sitä enemmän fotonien sisältämästä energiasta muuttuu lämmöksi. (Nieminen 2013.)

2.1 Auringosta saatava teho

Auringosta saatava säteilymäärän teho, joka osuu maahan, on noin 170 PW eli 170 000 000 000 000 kW. Se on suunnilleen 50 000 kertaa maailman sähköntuotannon asennettu teho tällä hetkellä. Tehotiheys on kuitenkin pieni, sillä yhteen neliömetriin osuu kirkaalla päivällä enintään noin 1 kW. (VTT energia 1999, 239-240.)

Aurinkoenergiasovellukset jaetaan sähköä ja lämpöä tuottaviksi. Auringon säteily voidaan muuttaa suoraan sähköksi aurinkokennoissa, jotka toimivat valosähköisen ilmiön perusteella. Aurinkosähköä voidaan tuottaa myös termisissä aurinkovoimaloissa, joissa laaja kenttä on peitetty auringon säteilyä voimakkaasti

keskittäväillä peileillä. Niistä säteily suunnataan yhteiseen polttopisteeseen ja siitä syntyvällä lämmöllä tuotetaan höyryä höyryturbiiniin. (VTT energia 1999, 239-240.)

Auringosta saatavaa lämpöä voidaan hyödyntää joko passiivisesti tai aktiivisesti. Passiivisesti sitä voidaan hyödyntää sitomalla aurinkolämpö suoraan rakennuksiin niiden sijoittelulla, suuntauksilla ja rakenteellisilla ratkaisuilla. Aktiivisesti lämpöä kerätään keräimillä tai varastoimalla ylimääräistä lämpöä vuorokausi- tai kausivarastoihin. Aurinkolämmityksessä lämpö otetaan lämmityslaitteistoon suoraan auringon säteilystä ja kerätään tehokkailla keräimillä joko nesteeseen tai ilmaan ja siirretään putken kautta varaajaan. Saatavan energian tuotto on riippuvainen keräinten ja varaajan mitoituksesta sekä kulutustottumuksista. (VTT energia 1999, 239-240.)

Kohteessa halutaan käyttää aurinkoenergiaa nimenomaan aktiivisesti, eli sillä halutaan lämmittää kerääjien kautta käyttövedtä. Tästä syystä työssä ei paneuduta tarkemmin aurinkoenergian passiiviseen hyödyntämiseen, eikä sähköä tuottaviin järjestelmiin.

Suomessa auringon säteilyteho on enimmillään etelässä 800 W/m^2 ja pohjoisessa 700 W/m^2 . Ylivieska sijaitsee noin puolessa välissä Suomea, joten on oletettavissa, että säteilyteho tarkasteltavassa kohteessa on enimmillään 750 W/m^2 . Talvikuukausina, lokakuusta helmikuuhun, auringonsäteily on heikkoa ja sääolosuhteet huomioiden käytännössä liian vähäistä käytettäväksi esimerkiksi käyttöveden lämmitykseen. Kesällä auringonsäteilyn määrää Suomessa lisää päivän pituus, joten sen hyödyntäminen onnistuu. (Nieminen 2013.)

Aurinkoisina päivinä keräineliömetri voi tuottaa 2-3 kWh lämpöenergiaa, mikä nostaa 100 litran vesimäärän lämpötilaa 15-25 astetta (TAULUKKO 1). (Erat ym. 2008, 109).

TAULUKKO 1. Keskimääräiset säteilysummat aurinkosovelluksia suunniteltaessa (Helsinki) (Erat ym. 2008, 154)

	vaakataso kWh/m ² , vrk	kallistuskulma 45° kWh/m ² , vrk
Tammikuu	0,26	0,47
Helmikuu	0,81	1,75
Maaliskuu	2,16	3,37
Huhtikuu	3,43	4,46
Toukokuu	5,13	5,69
Kesäkuu	6,03	6,27
Heinäkuu	5,23	5,49
Elokuu	4,13	5,04
Syyskuu	2,3	3,52
Lokakuu	1,03	1,83
Marraskuu	0,3	0,53
Joulukuu	0,16	0,47

3 OK -TALON TAUSTATIEDOT

Kohde sijaitsee osoitteessa Salmiperäntie 120, 84100 Ylivieska. Kohteena on vuonna 1984 rakennettu omakotitalo. Talo sijaitsee 0,3794 hehtaarin tontilla, jossa on melko paljon kasvustoa. Paneelin sijoittelussa ja mitoittamisessa otettiin huomioon tontilla sijaitsevat puut ja muut auringon säteilyn esteet, kuten tontin muut rakennukset.

3.1 Nykyinen käyttövedenlämmitysjärjestelmä

Kohteen käyttövesi lämmitetään kodinhoitohuoneessa sijaitsevassa 500 litran vesivaraajassa (KUVIO 1). Lämminvesivaraajan vesi lämmitetään kesäisin 6 kW sähkövastuksella ja talvisin vesi kierrätetään varaavan takan kautta, jolloin sähkövastus kytkeytyy päälle erittäin harvoin.



KUVIO 1. Kohteen lämminvesivaraaja

3.2 Sähkönkulutus

Kesäaikaan kohteessa kuluu karkeasti noin puolet enemmän sähköä. Syynä tähän on suurimmalta osin käyttöveden lämmityskustannukset. Vuonna 2013 kohteessa kului sähköä yhteensä 9590 kilowattituntia (kWh). Suurin kulutus kyseisenä vuonna oli kesäkuussa, 1016 kWh. Vastaavasti pienin kulutus on ollut samana vuonna lokakuussa, 460 kWh. (TAULUKKO 2.) Tavoitteena on saada kesäajan sähkönkulutus vastaamaan talven kulutusta. Tämä onnistuu ottamalla käyttöön aurinkokeräinjärjestelmä, joka lämmittäisi käyttövettä.

Kohteessa lämmintä käyttövettä kuluu kesäaikaan pääasiassa vain tiskaukseen ja ruuanlaittoon. Suihkua käytetään kesällä vain harvoin, sillä kohteessa on kesällä käytössä pihalla oma puusauna johon tulee vain kylmä vesi. Varaajassa olevaa vettä täytyy siis lämmittää vaikkei sitä käytettäisikään jatkuvasti. Veden lämmön ylläpito siis kuluttaa runsaasti sähköä.

TAULUKKO 2. Sähkönkulutus kohteessa, kWh

	tammikuu	helmikuu	maaliskuu	huhtikuu	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu
2010	1680	1020	970	614	1030	1550	1100
2011	990	1030	780	570	990	1040	1000
2012	890	760	680	530	810	1005	1000
2013	950	700	970	544	990	1016	1015

	elokuu	syyskuu	lokakuu	marraskuu	joulukuu	koko vuosi
2010	1132	1040	810	870	1360	13176
2011	1100	863	720	560	630	10273
2012	1000	885	720	640	1140	10060
2013	965	830	460	500	650	9590

Keskiarvo vuoden 2013 sähkönkulutuksesta talviaikana lokakuusta huhtikuuhun on 682 kWh/kk. Taulukosta selviää, että tammikuun ja maaliskuun kohdalla sähkönkulutus on huomattavasti korkeampaa. Tämä selittyy kyseisten kuukausien

aikana olleista kovista pakkasista, jolloin taloa on jouduttu lämmittämään sähkölämmityksellä. Ottamalla keskiarvo talvikuukausilta, ilman tammikuuta ja maaliskuuta, keskiarvoksi saadaan 570,8 kWh. Vertaamalla kesän sähkönkulutusta tähän arvoon, saadaan paremmin selville todellinen sähkönkulutus, joka menee veden lämmittämiseen kesäaikana. Kesäaikana toukokuusta syyskuuhun sähkönkulutuksen keskiarvoksi saadaan 963,2 kWh.

Ero kesän ja talven (ilman huippukuukausia) välillä sähkönkulutuksessa:

$$963,2 \text{ kWh} - 570,8 \text{ kWh} = 392,4 \text{ kWh}$$

Tällöin kesäaikana halutaan säästää sähköä:

$$5 \text{ kk} * 392,4 \text{ kWh/kk} = 1962 \text{ kWh}$$

3.3 Lämpimän käyttöveden kulutus

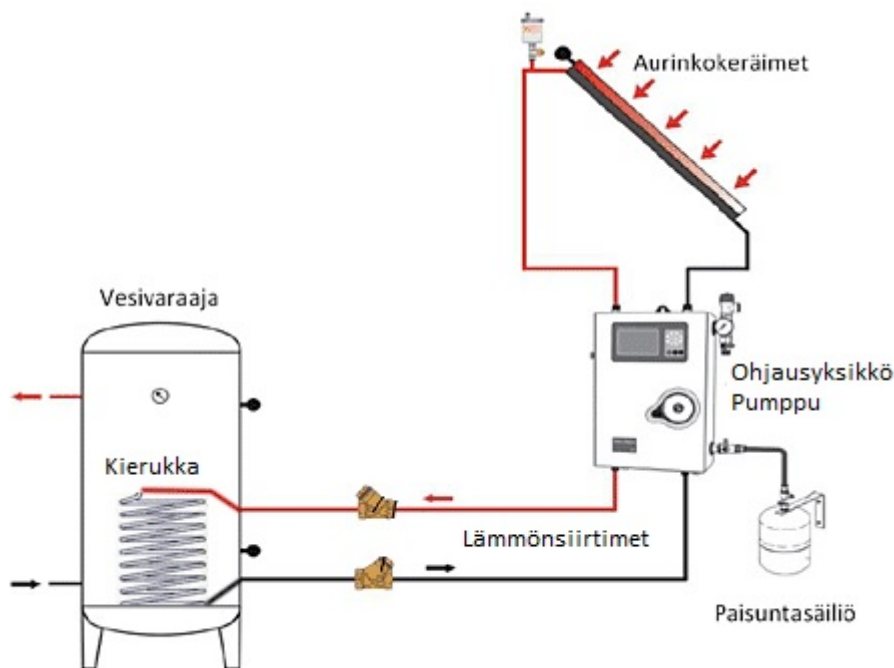
Kohteessa kuluu vettä noin 130 m³ vuodessa. Jos veden kulutus jaetaan tasaisesti joka kuukaudelle, vettä kuluu kuukaudessa:

$$130 \text{ m}^3 / 12 \text{ kk} = 10,8 \text{ m}^3/\text{kk}.$$

Lämpimän käyttöveden osuutta ei kuitenkaan tiedetä, sillä kohteessa on vain yksi vesimittari, joka mittaa kaiken kulutetun veden määrää. Lämpimän käyttöveden kulutusta ei siis saada suoraan selville, vaan se on pitänyt selvittää vertailemalla kesän ja talven ajalta sähkönkulutusta. Tiedetään, että talvella vesi lämmitetään varaavan takan kautta.

4 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄT

Suomen oloissa luontevimmat käyttökohteet aurinkolämmön käytölle kesäaikaan ovat ok-talossa lämpimän käyttöveden sekä kosteiden tilojen lämmitys. Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu keräimistä, pumppuyksiköstä, ohjausyksiköstä, varaajasta, lämmönsiirtimestä, putkistosta ja varolaitteista (KUVIO 2).



KUVIO 2. Aurinkolämpöjärjestelmä (Sisol 2014)

Kesäaikana lämmintä käyttövettä tuottavan pienen järjestelmän keräinpinta-alaksi riittää noin 4-8 m² veden kulutuksesta ja rakennuksen sijainnista riippuen. Vesivaraajan koko normaalisti omakotitaloissa on noin 200-300 l. Kyseisellä järjestelmällä saadaan katettua kesän aikana lähes koko lämpimän käyttöveden tarve. Lämminvesivaraajan tilavuuden tulee olla vähintään 40 dm³ eli 40 l keräineliötä kohti. Tällöin 500 l vesivaraajaan saa asentaa maksimissaan 12,5 m² keräinpinta-alan. Kun keräinpinta-alana on 4-8 m², tulee paisunta-astian tilavuus olla 15 l ja keräinputkiston putkikoko 22 mm.

(Rakennustieto 1992.)

Aurinkokeräintä hankkiessa kannattaa muistaa, etteivät kaikki myynnissä olevat keräimet sovellu Suomen olosuhteisiin. Keräimen on oltava vankkarakenteinen, hyvin eristetty ja kestävä, jotta se kestää talven pakkaset ja lumikinokset.

(Micre 2014.)

Jokaista käyttövesivaraajan 100 litraa kohti tarvitaan yksi 2,5 m²:n tasokeräin tai noin 2 m² tyhjiöputkikeräin. Tällöin 500 litran käyttövesivaraajaan tarvitaan:

- Tasokeräimiä: Keräinpinta-ala yhteensä n. 12,5 m² (5 x 2,5 m²)
- Tyhjiöputkikeräimiä: Tyhjiöputkia noin 40 - 50 kpl (riippuen tyhjiöputkien koosta ja mallista) ja keräinpinta-alaksi yhteensä n. 10 m² (5 x 2 m²)

(Aurinkovoima 2014.)

Keräimet voidaan keskenään kytkeä joko rinnan tai sarjaan. Tämä määritellään keräinkohtaisesti asennusohjeessa. Mikäli keräimiä tulee useita, pitäisi pyrkiä siihen, että keräimet muodostavat yhden yhtenäisen kentän. Silloin ne kaikki toimivat samoissa olosuhteissa ja järjestelmää voidaan ohjata yksinkertaisemmin.

(Erat ym. 2008, 97)

TAULUKKO 3. Tasokerääjät, joissa siirtoaineena neste (Muilu 2013)

	viskositeetti	jäätymispiste	kiehumispiste	suhteellinen ominaislämpökapasiteetti
Vesi	0.5-0.9	0	100	1.0
Vesi-etyleeni-gl	1.2-4.4	-36	110	0.83
vesi-propyleeni-gl	1.4-7.0	-31	110	0.87
silikoniöljy	50	-84	260	0.36

Vedellä on muita nesteitä selvästi paremmat lämmönsiirto-ominaisuudet. Vettä kannattaakin käyttää silloin lämmönsiirtoaineena järjestelmissä, kun jäätymisvaaraa ei ole. Ympärivuotisessa käytössä toimivat vesikiertoiset järjestelmät vaativat luotettavaa tyhjennysjärjestelyä, jotta ulkoilman kanssa

kosketuksessa olevat osat, esim. absorptioelementit ja putkisto, voidaan tyhjentää lämpötilan laskiessa keräimissä alle 0°C. Veden ja jäänestoaineen sekoitukset, esim. vesi-propyleeniglykoliseos, alentavat jäätymispistettä ja nostavat kiehumispistettä. Puhtaaseen veteen verrattuna niiden lämmönsiirtokyky ja pumpattavuus ovat kuitenkin huonommat. (TAULUKKO 3.) (Erat ym. 2008, 76.)

Mikäli lämmönsiirtoaineena käytetään vettä, keräinpiiri on tyhjennettävä talveksi ettei putkistossa oleva vesi jäädy. Jos lämmönsiirtoaineena käytetään vesiglykoliseosta, erotetaan aurinkokeräinpiiri käyttövedestä ja varaajasta lämmönsiirtimellä. Sijoituspaikkana on varaajan alaosa, jotta lämmönsiirto olisi mahdollisimman tehokasta. Isoissa varaajissa (tilavuus > 500l) lämmin käyttövesi tai lämmityskierron vesi esilämmitetään varaajan alaosassa olevassa lämmönsiirtimessä ja varsinainen lämmitys tapahtuu varaajan yläosassa. Lämmönsiirtiminä käytetään yleensä kuparikierukoilla varustettuja lämmönsiirtimiä. (Rakennustieto 1992.)

Kohteessa käyttövesi lämmitetään varaajassa lämmönsiirtimillä, jolloin käytössä on paineistamaton varaaja. Varaajassa pyritään ylläpitämään lämpötilakerrostuneisuutta sijoittamalla lämmönsiirtimet ja putkiyhteet siten, ettei alaosassa oleva kylmä vesi ja yläosassa oleva lämmin vesi sekoittuisi. Tulevan aurinkokeräinpiirin säätö voidaan toteuttaa esim. termostaatilla, jonka lämpötilanturit ovat keräimissä ja varaajassa. Kun keräimissä olevan nesteen lämpötila on esim. 15°C korkeampi kuin varaajan, keräinpiirin pumppu käynnistyy. Kun keräimissä kiertävän nesteen lämpötila laskee alle varaajan asetuspötilan, pumppu pysähtyy. Aurinkokeräinpiiriin asennetaan lisäksi paisuntasäiliö sekä tyhjennys- ja ylipaineventtiilit. (Rakennustieto 1992.)

4.1 Järjestelmien huolto

Lähtökohtaisesti ainoa vuosittainen huoltotoimenpide aurinkolämpöjärjestelmässä liittyy siirtonesteen pakkasenkestävyyden ja keräinpiirin paineen tarkistamiseen. Järjestelmäkohtaiset esisäätöarvot ja säätölaitteiden toiminta-arvot on valittu aina

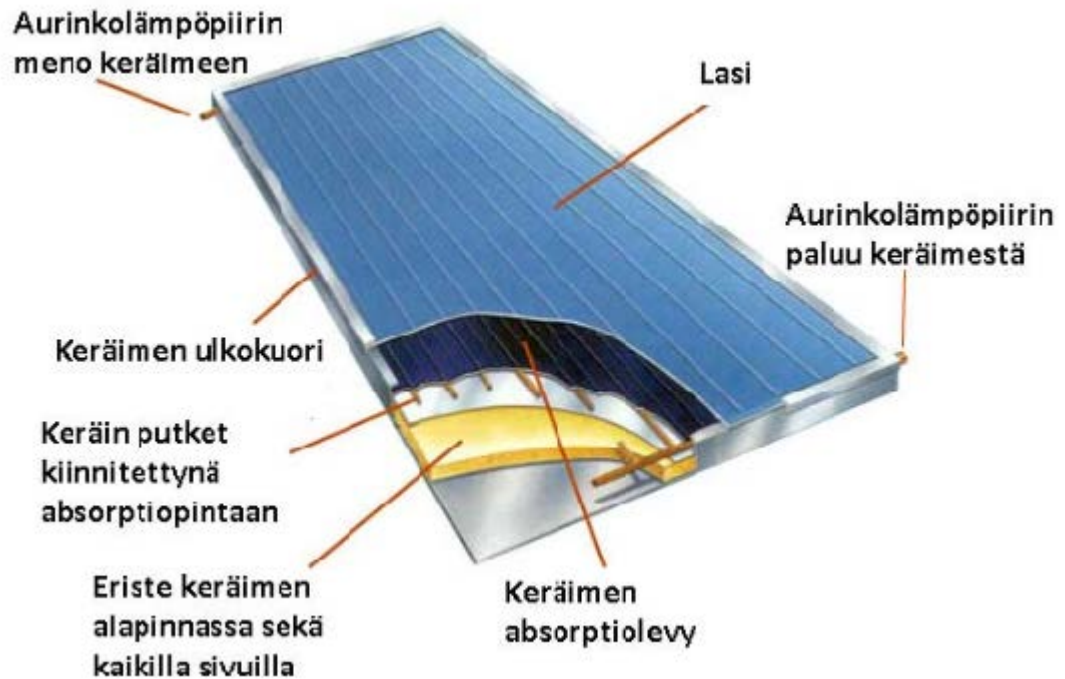
rakennuskohtaisesti. Kun nämä ovat kohdallaan, niin järjestelmän toiminta on automaattista. (Micare 2014.)

Sade huuhtoo keräinten pinnat, mutta toisinaan pinttyneen lian tai siitepölyn peseminen ja irtoroskien poistaminen saattaa olla tarpeen, jotta keräimet pystyisivät ottamaan kaiken hyödyn auringosta. Jos keräinten päälle on kasaantunut paksumpi lumikerros, se on hyvä harjata pois. Vähäinen määrä lunta sulaa yleensä itsestään pois kevätauringon alkaessa lämmittää. Mikäli esim. tyhjiöputki jostain syystä hajoaa, sen vaihtaminen onnistuu itsekin. (Micare 2014.)

Järjestelmät vaativat yleensä vain vähän huoltoa. Laittevalmistajilla ja asentajilla on kuitenkin omat suosituksensa tarvittavista huolloista ja tarkemmat käyttö- ja huolto-ohjeet keräimille löytyvät järjestelmän asentaneen urakoitsijan antamasta luovutuskansiosta. (Micare 2014.)

4.2 Tasokeräin

Nestekiertoinen tasokeräin on yleisimmin käytetty aurinkokeräin. Siinä auringon säteily lämmittää mustaa absorptiolevyä, joka on pinnoitettu selektiivisellä pinnoitteella ja katettu selektiivisellä lasilla, akryylilevyllä tai polykarbonaattilevyllä (selektiivinen keräin). Absorptiolevyn ja katteen väliin voidaan laittaa lämpöhäviöitä estävä alumiini- tai teflonkalvo. Absorptiolevy on lämpöeristetty alapuolelta. Lämpö siirtyy keräimen sisällä olevissa putkissa virtaavaan nesteeseen. Lämmönsiirtoaineena käytetään kesäisin vettä ja ympärivuotisessa käytössä vesiglykoliseosta. Putket on yhdistetty keräimen ylä- ja alareunoissa kulkeviin kokoojaputkiin. Keräin on suljettu alumiini- tai teräskoteloon. (KUVIO 3.) (Rakennustieto 1992.)



KUVIO 3. Tasokeräin (Nieminen 2013)

Tasokeräin on edullisempi, mutta toimii hieman huonommalla hyötysuhteella kuin tyhjiöputkikeräin. Vähemmän aurinkoisillakin paikoilla, jotkut edulliset tasokeräimet voivat kuitenkin olla hintasuhteeltaan tehokkaampia kuin tyhjiöputkikeräimet. Tasokeräin menettää yleensä enemmän lämpöä ympäristöönsä kuin tyhjiöputkikeräin, ja lämpöhäviö kasvaa lämpötilaeron suhteen. Toisaalta talviolosuhteissa tasokeräin pysyy sulana, kun taas tyhjiöputkien pintalämpötila ei nouse niin korkealle, että lumi sulaisi sen pinnalta. Tasokeräimillä päästään noin 35–75 prosentin hyötysuhteeseen ja niiden stagnaatiolämpötila (virtaukseton ja häviötön lämpötila) on 170–180°C. (Micare 2014; wikipedia 2014 b.)

Esimerkkinä jtv-energia.fi internet sivulta kohteeseen sopiva tuote. Tasokeräinjärjestelmä 300, joka sisältää seuraavat tuotteet:

- 2 kpl tasokeräin SX 2.51
- Kattokiinnikkeet kahdelle keräimelle
- Asennussarja 18 mm (ilmausventtiili + 2 puserrusliitintä)
- Lämmönsiirtoneste 10 l, tiiviste
- Pumppuyksikkö, Novasol

- Ohjausyksikkö, TDC 3, sis. kaksi anturia
- Kalvopaisuntasäiliö 18 l
- yhteensä 2040 €

Järjestelmä sisältää vain kaksi keräintä, jolloin keräinpinta-alaksi jää 5 m². Kohteen 500 l vesivaraaja edellyttää, että keräinpinta-ala on 12,5 m². Tällöin keräimiä tarvitaan vielä kolme lisää. Yhden keräimen hinta on 500 €, jolloin lisäkustannuksia tulee 3 x 500 € = 1500 €. Lisäksi tarvitaan lisäkeräimille kattokiinnikkeet, jotka maksavat kolmelle keräimelle 250 €. Näin ollen kokonaishinnaksi tulisi 3790 €. Mikäli järjestelmää ei haluta itse asentaa, asennustyö tulee lisäksi maksamaan noin 500 – 2000 € yrityksestä riippuen. (jtv-energia 2014.)

4.3 Kääntyvä aurinkokeräin

Esimerkkinä ylivieskalaisen Hannu Huumo Ky:n tarjoama kääntyvä aurinkokeräin. Valikoimasta kohteeseen sopivin olisi ruuvipaaluperusteinen SunTracker HH73RP kääntyvä aurinkokeräin. Se ei tarvitse erillistä perustusta ja keräin voidaan asentaa helposti ja nopeasti, eikä asennustyö jätä jälkiä pihanurmikkoon. Keräin vastaa teholliselta pinta-alaltaan n. 20 m² kiinteää tasokeräintä. (KUVIO 4.)

Toimitussisältö:

- 4 kpl tasokeräimiä, tehollinen pinta-ala yht. (absorberi) 7,32 m²
- Jalka ja kääntölaitteisto
- Ruuvipaalu, 4 kpl
- Käännön ja kiertovesipumpun ohjainyksiköt sekä lämpötila-anturit 3 kpl
- Kiertovesipumppu (automaattisesti säätävä tilavuusvirta)
- Paisunta-astia
- Energialaskuri
- Meno- ja paluuveden lähtöliittimet
- 10 l lämmönsiirtoneste (monopropyleeniglykoli)



KUVIO 4. Kääntyvä tasokeräinjärjestelmä (Huumo 2014)

Keräin tuottaa lämpöä koko vuoden ajan, sillä se seuraa automaattisesti aurinkoa. Myös kaltevuuskulmaa voidaan säätää erilaiseksi esim. talven ajaksi, jolloin auringosta saadaan maksimaalinen teho. Ylikuumenemisen vaaraa ei ole, sillä käyttöveden ylittäessä sille määrätyn maksimiraja-arvon, keräin kääntyy automaattisesti pois päin auringosta.

TAULUKKO 4. Vuoden 2013 lämpötehon määrä Hannu Huumon omasta, neljän tasokeräajan kääntyvästä aurinkokeräimestä

	kWh
maaliskuu	526
huhtikuu	541
toukokuu	814
kesäkuu	621
heinäkuu	655
elokuu	598
syyskuu	360

Keräimen teho on yhteensä maaliskuusta syyskuuhun 4115 kWh. Keväisin ja syksyisin keräimestä saataisiin vesivaraajaan riittävä teho, mutta kesäaikaan lämmitystehoa saadaan yli tarpeen. Tämä tarkoittaa keräimen osalta sitä, että se

olisi kesäaikana käytössä vain osan päivästä. Tällöin menetetään lämmitystehoa, jolloin sen hyötysuhde laskee. (TAULUKKO 4.)

Laitteisto maksaa 6 490 €. Kokonaisuudessaan hinnaksi muodostuisi noin 10 000 €. Tähän kuuluu laitteiston lisäksi mm. putki-, sähkö ja perustustyöt sekä niihin vaadittavat tarvikkeet. Työn osuus eli noin 3 510 € olisi kotitalousvähennyskelpoista. Energiavähennystä ei enää saa.

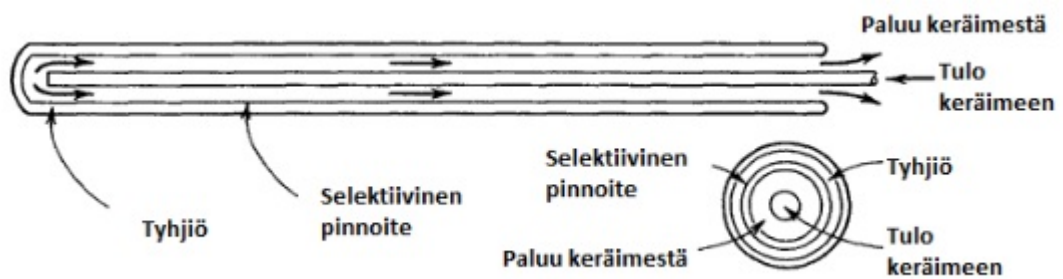
4.4 Tyhjiöputkikeräin

Tyhjiöputkikeräimissä lämmönkeruuputkisto on sijoitettu eristeenä toimivan tyhjiöksi imetyn lasiputkilon sisälle. Tyhjiöputki toimii tällöin kuten läpinäkyvä termospullo. Tyhjiöputki on myös sisäpinnaltaan pinnoitettu selektiivisellä pinnoitteella kuten tasokeräinkin. Valmistajasta riippuen tyhjiöputkien takana voi olla heijastuspinta, jolla aurinkoenergiaa kerätään myös putken takapinnalta. (Nieminen 2013.)

Tyhjiöputkirakenne tehostaa aurinkoenergian hyödyntämistä, koska rakenne ei ole riippuvainen säteilyn tulosuunnasta kuten tasokeräimillä. Samoin voidaan hyödyntää myös hajasäteilyä eli lämpöä saadaan talteen myös pilvisellä säällä. Näin ollen se tuottaa enemmän energiaa neliötä kohden kuin tasokeräin, erityisesti silloin kun lämpötila on alhainen. Tyhjiöputkikeräimillä päästään 35–85 prosentin hyötysuhteeseen stagnaatiolämpötilan ollessa 230–250°C. Mikäli tyhjiöputkilla saadaan kesäisin enemmän tehoa kuin tarve vaatii, putket voidaan asentaa enemmän pystyasentoon. Tasokeräimiin verrattuna tyhjiöputkikeräimet tuottavat keväällä ja syksyllä paremmin. Tyhjiöputkien ollessa enemmän pystyasennossa, ne on myös helpompi pitää puhtaana lumesta. (KUVIO 5.) (Micare 2014; Wikipedia 2014 b.)



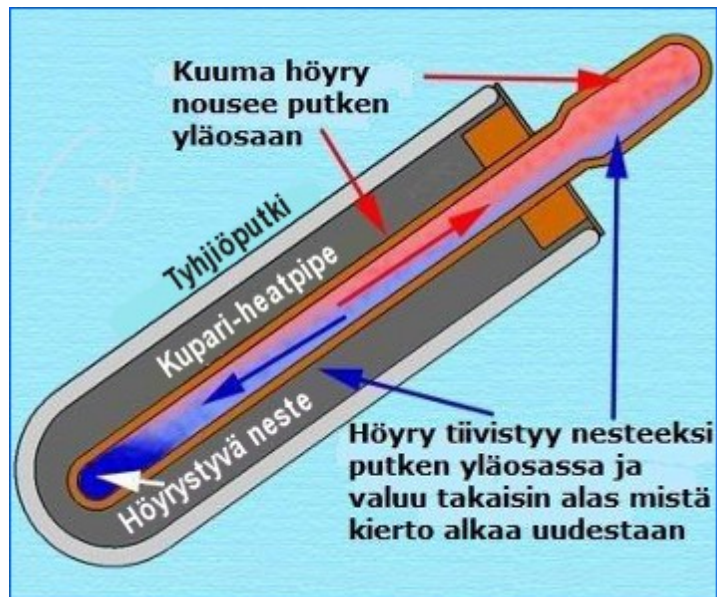
KUVIO 5. Tyhjiöputkikeräin (Sisol 2014)



KUVIO 6. Tyhjiöputkikeräimen toimintaperiaate, jossa kiertää lämmönsiirtoneste

Tyhjiöputkikeräimiä on kahdentyyppisiä.

- 1) Tyhjiöputket, joissa kiertää lämmönsiirtoneste u-muotoisessa putkessa mustan absorboivan pinnan alla (KUVIO 6).
- 2) Tyhjiöputket, joissa on erillinen suljettu "Heat-pipe" lämpöputki. Siinä neste höyrystyy suhteellisen alhaisessa lämpötilassa ja kuljettaa sitomaansa lämpöä lämmönsiirtimeen (KUVIO 7).



KUVIO 7. Tyhjiöputkikeräin, "Heat-pipe" lämpöputkella (Energiaa auringosta 2014)

Esimerkkinä ylivieskalainen Sisol Oy, joka tarjoaa aurinkolämpötuotteita ja -järjestelmiä. Yritys myy lähinnä vain tyhjiöputkikeräimiä. Yrityksen tuotteet tulevat Kiinasta ja ne ovat valittu sopimaan Suomen olosuhteisiin. Tuotteilla on kahden vuoden takuu.

Kohteeseen sopiva järjestelmä:

- 2 kpl keräimiä (20 "Heat-pipe" tyhjiöputkea/keräin) 1000 €
- Liitosputket keräimeltä ohjausyksikölle 400 €
- Ohjausyksikkö, joka sisältää pumpun 500 €
- paisuntasäiliö 50-100 €
- ➔ yhteensä noin 2000 €

Lisäksi:

- Kupariputket ohjausyksiköltä vesivaraajalle 200-300 €
- 20 l glykoliseos 100 €
- Asennus Lemminkäiseltä 500-2000 € kohteesta riippuen

Järjestelmän ohjausyksikkö sisältää kaikki tarvittavat toiminnot; pumpun, varoventtiilin, lämpötilanäytön, painemittarin ja automaattisen ohjaustoiminnon. Järjestelmää voidaan käyttää myös talvella, mutta se voidaan myös kytkeä pois

päältä siksi ajaksi kun vesi lämmitetään varaavan takan kautta. Mikäli keräimestä hajoaa yksittäinen putki käytön aikana, se on helppo vaihtaa. Yksi uusi putki keräimeen maksaa 50 €. Tyhjiöputkiin on suljettu kaasu, joka siirtää lämmön järjestelmässä kiertävään nesteeseen. Kaasua ei tarvitse lisätä putkiin käytön aikana.

4.5 Vanha vesipatteri

Patterin eli tasoradiaattorin teräslevylle soveltuva maalaus käsittely tapahtuu seuraavasti. Ensiksi pinta puhdistetaan teräsharjauksella tai hiekkapuhalluksella. Tämän jälkeen ruiskumaalataan tai sprayjataan. Pohjamaaliksi sopii esimerkiksi Teknoksen Konepaja pohja ja pintamaaliksi Korros tai Horna ~25 µm. (Muilu 2013.)

Esimerkkinä on Ville Lindforsin itse rakentama aurinkokeräin vanhasta vesikiertopatterista.

Lindfors käytti kaksikerroksista patteria, jonka mitat ovat noin 160 cm x 50 cm. Patteri leikattiin kahdeksi osaksi ja hitsattiin yhteen päällekkäin. Uusiksi mitoiksi saatiin 160 cm x 100 cm ja absorptiopinnaksi 1,6 m². Patteri maalattiin mustaksi ja sen ympärille laitettiin kehykset laudoista (KUVIO 8). Patterin taakse laitettiin 5 cm vuorivillaa ja lopuksi tervapaperia (KUVIO 9). Eteen laitettiin muovikalvo rakennusmuovista, mutta pääasiallisesti siihen olisi voitu laittaa lasi. (Lindfors 2006.)

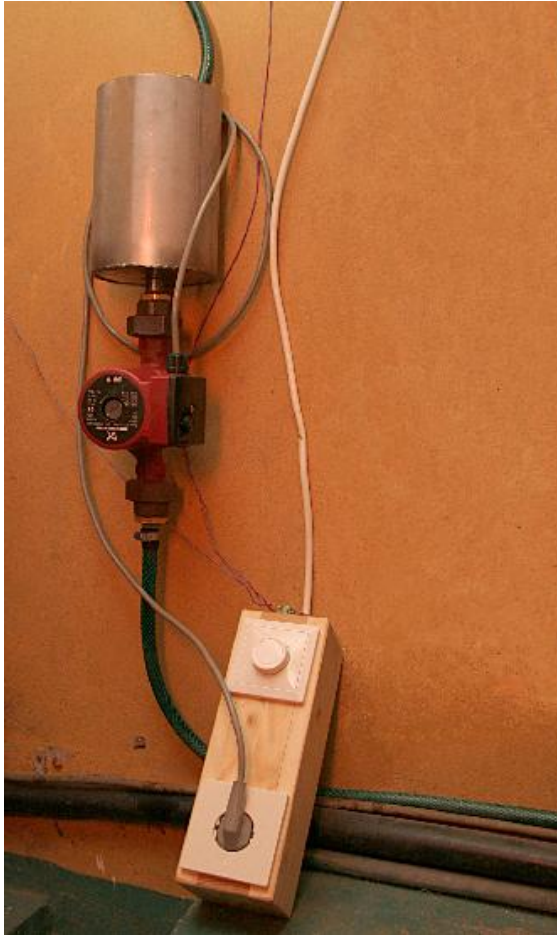
Keräin kytkettiin uuden keittiölattian lämmityskierukkaan, joka ei vielä ollut kytkettynä varsinaiseen lämmitysjärjestelmään. Vastaavasti keräin voidaan kytkeä vesivaraajan kierukkaan. Lindfors käytti kiertovesipumpun ohjaukseen Linux palomuuria ja teki siihen yksinkertaisen skriptin, joka käynnisti pumpun kun keräimen lämpötila oli noussut 28°C:een ja pysäytti sen kun lämpötila oli laskenut 25°C:een. Myöhemmin ohjelmaa muutettiin niin, että se käynnisti pumpun kun lämpötilaero keräimen ja lattian välillä oli noussut 4°C ja pysäytti sen kun ero oli laskenut 1,5°C. (KUVIO 10.) (Lindfors 2006.)



KUVIO 8. Itsetehty keräin edestä (Lindfors 2006)



KUVIO 9. Itsetehty keräin takaa (Lindfors 2006)



KUVIO 10. pumppu (Lindfors 2006)

TAULUKKO 5. Itsetehdystä keräimestä saatu teho (Lindfors 2006)

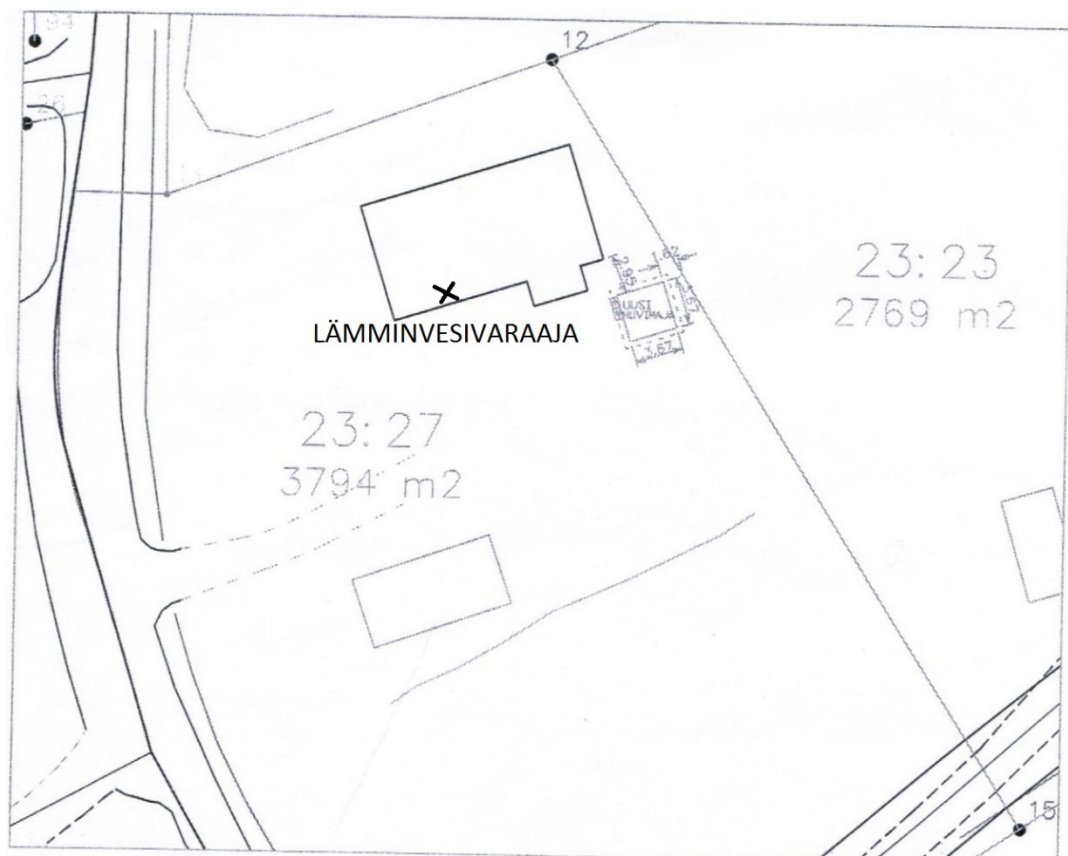
Aika, kuukausi	Energia [kWh]	Kommentti
Maaliskuu (25 - 31.3)	14	Ainoastaan 25 - 31.3
Huhtikuu	84	
Toukokuu	124	
Kesäkuu	139	
Heinäkuu	133	Ei toiminnassa 22 - 31.7
Elokuu	61	Ei toiminnassa 1 - 9.8
Syyskuu	59	
Lokakuu	21	
Yhteensä [kWh]	634	

Säästöä halutaan noin 400 kWh/kesäkuukausi, joten itsetehtyjä esimerkkikeräimiä tarvittaisiin 3-4 kertainen määrä (TAULUKKO 5).

5 KERÄINTEN SIOITTAMINEN

Keräinten ensisijainen sijoituspaikka on mahdollisimman lähellä vesivaraajaa sijoitettuna katolle niin, että saadaan paras mahdollinen hyöty auringosta. Tällöin tulee huomioida keräimen atsimuuttikulma eli poikkeama etelästä ja kallistuskulma. Kun kallistuskulma on optimaalinen, säteilyn tulokulma keräimelle on 0° , jolloin saadaan paras mahdollinen teho. (KUVIO 11.)

Etäisyys varaajaan tulisi olla mahdollisimman lyhyt, etteivät putkiston lämpöhäviöt ja kustannukset käy liian mittaviksi. 10 metrin etäisyys on yleensä vielä hyvä, kun taas 20 metrin etäisyys pienelle järjestelmälle on jo melko pitkä. (Micre 2014.)



KUVIO 11. Asemapiirustus, mittakaava 1:500

5.1 Suuntaus- ja kallituskulma

Maan akseli on aurinkoa kiertäessään $23^{\circ}27'$ vinossa auringon kiertotasoon nähden. Auringon korkeuskulma vaihtelee siis $+23^{\circ}27'$ – $-23^{\circ}27'$ ja tästä johtuu vuorokauden valoisan ajan sekä vuodenaikojen vaihtelut. Koska aurinko on korkeimmillaan kesäkuun 21. päivä, voidaan auringon maksimikulma laskea:

$\gamma_{\text{MAKS}} = 90^{\circ} - \alpha + 23.5^{\circ}$, jossa α = paikkakunnan leveysaste.

Vastaavasti minimikulma voidaan laskea:

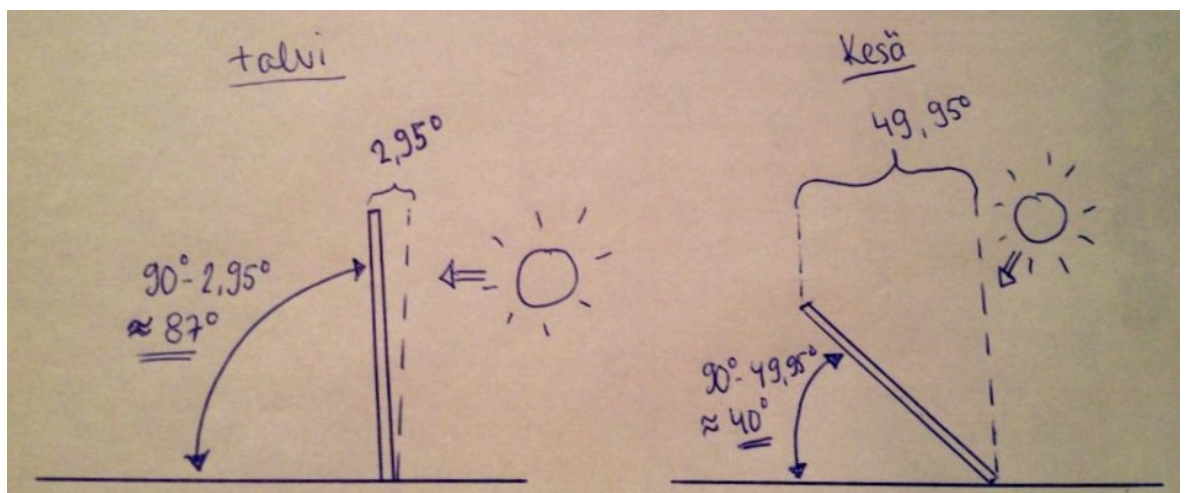
$\gamma_{\text{MIN}} = 90^{\circ} - \alpha - 23.5^{\circ}$

Ylivieskan leveysaste $\alpha = 63^{\circ}55'$.

21.6. γ_{MAKS} Ylivieskassa on $90^{\circ} - 63.55 + 23.5 = 49.95^{\circ}$

21.12. γ_{MIN} Ylivieskassa on $90^{\circ} - 63.55 - 23.5 = 2.95^{\circ}$

(Muilu 2013.)



KUVIO 12. Keräimen kallistus kulma Ylivieskassa

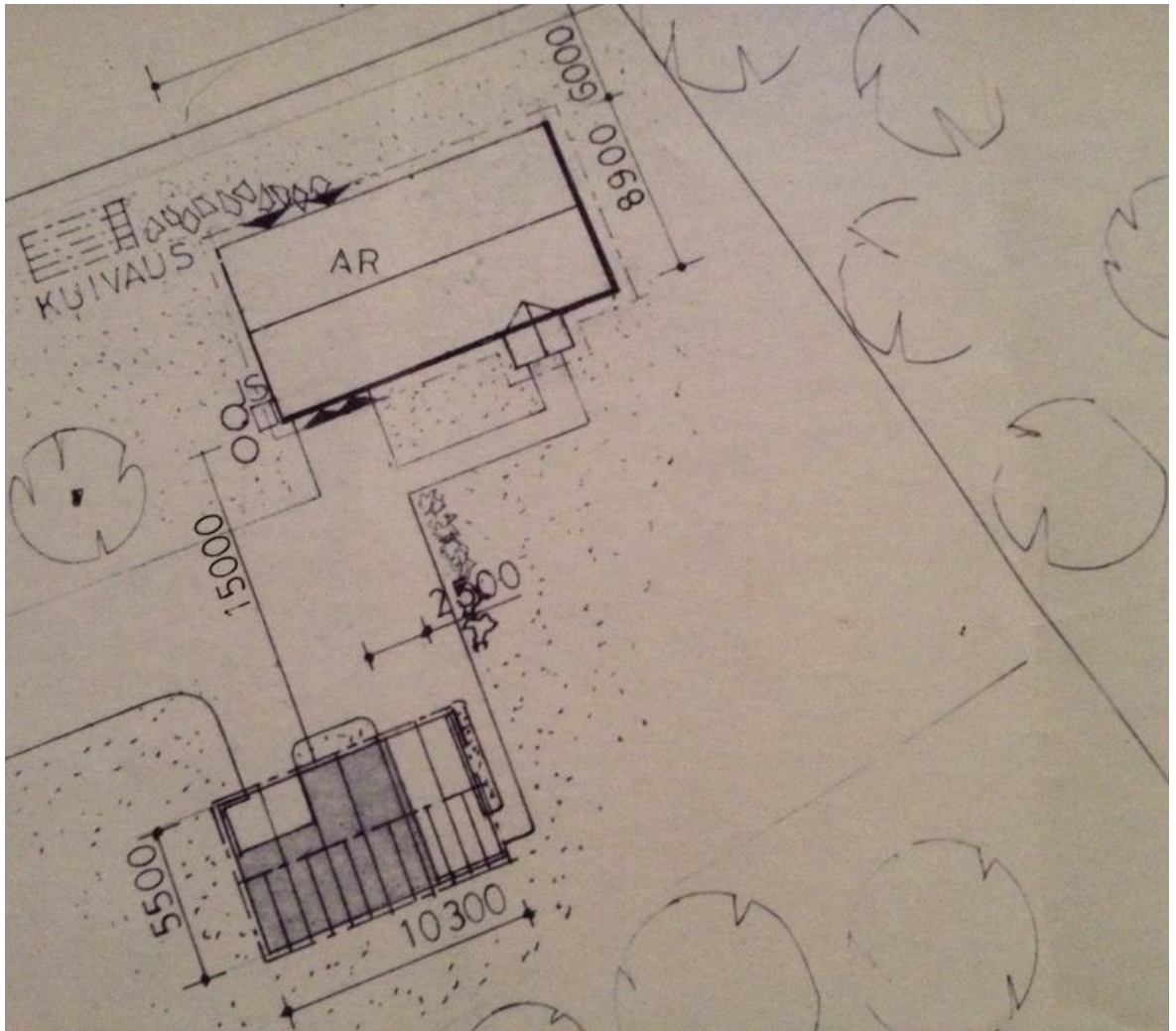
Kuviossa 12 vasemmalla oleva keräin on asetettu talveksi noin 87° kallistuskulmaan vaakatasoon nähden vastaamaan γ_{MIN} Ylivieskassa. Oikealla oleva keräin on asetettu kesäksi noin 40° kallistuskulmaan vaakatasoon nähden vastaamaan γ_{MAKS} Ylivieskassa. (Muilu 2013.)

Keräimet voidaan asentaa irrallisena omassa kehysrakenteessa pinta-asennuksena tai upotettuna rakenteisiin, jolloin voidaan hyödyntää keräimen pohjasta rakennukseen siirtyviä lämpöhäviöitä. Mikäli keräin asennetaan pinta-asennuksena, voidaan vaikuttaa sen atsimuuttikulmaan. Koska keräimiä hyödynnetään vain kesäaikaan, suunnataan ne atsimuuttikulmaan $\pm 15^\circ$. Atsimuuttikulma määritellään siten, että suuntaus etelään on 0° , länteen $+90^\circ$ ja itään -90° . (Rakennustieto 1992; Erat, ym. 2008, 13.)

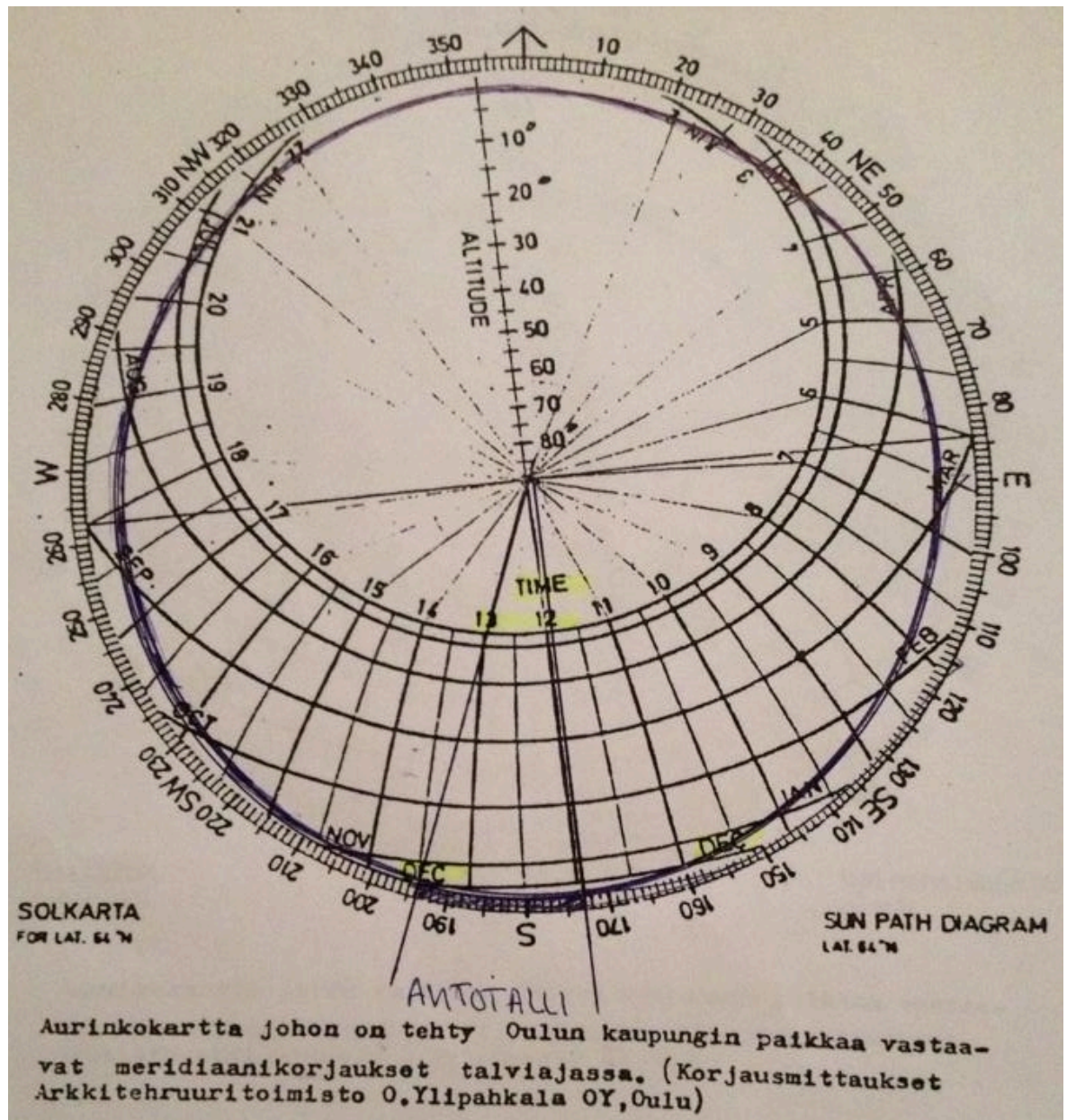
Keräin asennetaan usein kiinteäkulmaisena. Se on luotettava ja taloudellinen asennustapa, mutta ei pysty hyödyntämään kaikkea sisään tulevaa säteilyä. Auringon liikkuessa taivaalla keräimelle tulevan säteilyn tulokulma on yleensä suuri (optimi lähellä 0°). Seurantalaitte, joka seuraa auringon liikettä taivaalla, voi parantaa kesällä teoreettista tuottoa jopa 30-60%, mutta vaatii toimiakseen energiaa ja enemmän huoltoa kuin pelkkä keräin. Käytännössä kahden akselin seurantalaitte (säättää sekä kallistuskulmaa että suuntaa) tuottaa lisäenergiaa noin 30%. (Erat ym. 2008, 17)

5.2 Aurinkokartta

Aurinkokartan avulla saadaan selville kuinka paljon lähialueella olevat esteet varjostavat keräimiä. Kuten kuvioista 13 näkyy, auringon säteilyn esteenä keräimelle ovat mahdollisesti talon edessä oleva autotalli sekä idän puolella oleva puusto. Puut ovat lähinnä täysikasvuisia koivuja ja mäntyjä. Kuviossa 12 näkyvät puut autotallin takana kaadetaan pois lähiaikoina, joten niitä ei ole huomioitu esteeksi.

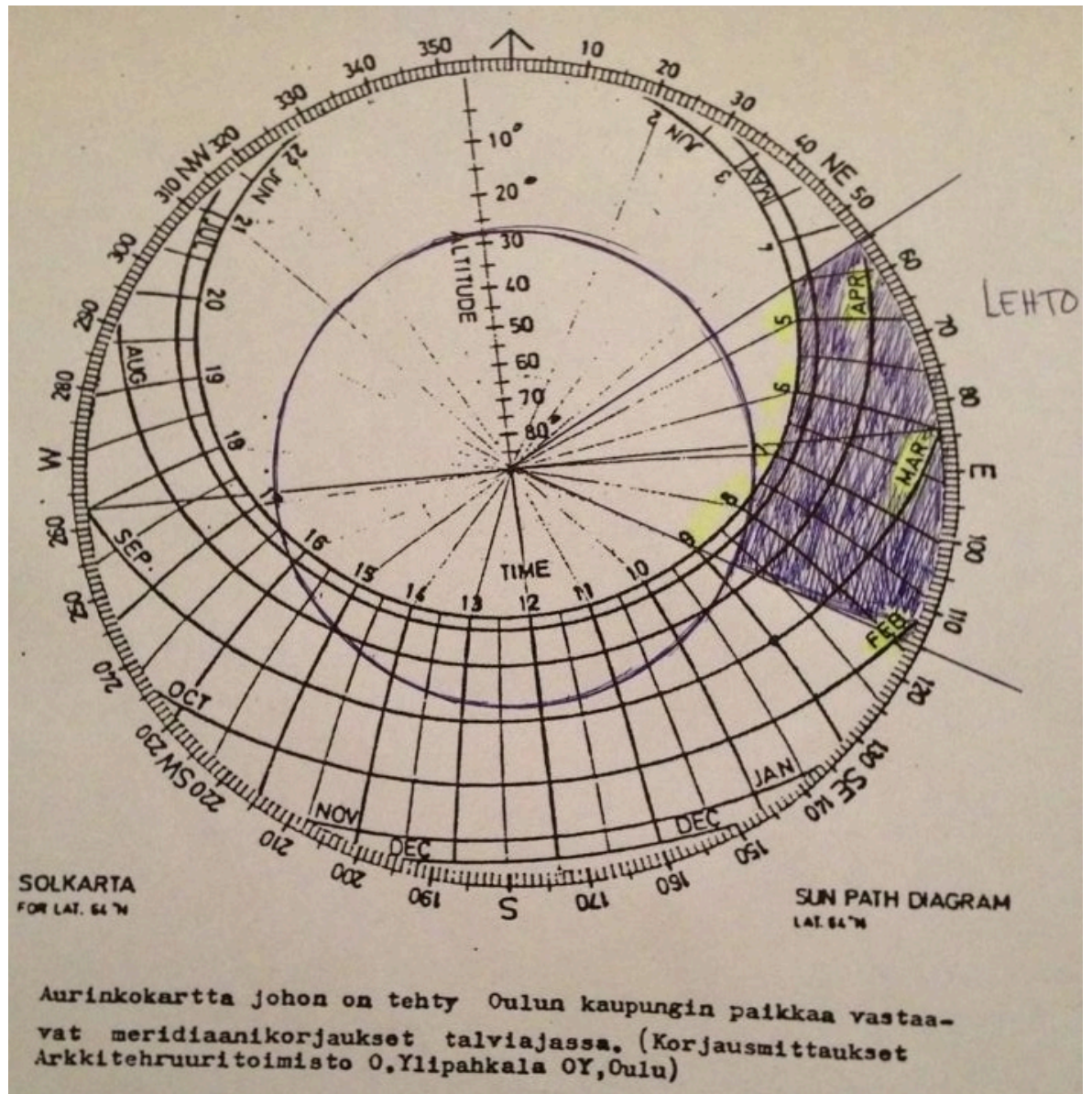


KUVIO 13. Keräintä varjostavat esteet tontilla



KUVIO 14. Aurinkokartta, autotalli

Autotallin korkein kohta eli katon harja sijaitsee keräimen oletetusta sijoituspaikasta 21,5 m päässä. Korkeuseroa on 0,5 m. Tällöin katvekulmaksi saadaan $\tan(0,5/21,5) = 1,33^\circ$. Autotallin sijainti suhteessa pohjoiseen keräimen kohdalta on $173^\circ - 194^\circ$. Näiden tietojen avulla saadaan aurinkokartasta selville, että autotalli on auringonsäteilyn esteenä keräimelle vain joulukuun lopussa klo 12.00 – 13.30. Kyseinen ajankohta ei sijoitu keräimen käytön otolliselle ajanjaksolle. Autotalli ei siis ole esteenä keräimen käytölle, eikä vaikuta kesällä auringosta saatuun energian määrään. (KUVIO 14.)



KUVIO 15. Aurinkokartta, puusto/lehto

Talon vieressä, idän puolella, oleva puusto sijaitsee noin 30 m päässä. Puut ovat noin 20 m korkeita. Keräimet tulevat sijaitsemaan noin 3,5 – 4 m korkeudella, eli korkeusero keräimien ja puiden välillä on $20\text{ m} - 4\text{ m} = 16\text{ m}$. Tällöin korkeuskulmaksi saadaan $\tan(16/30) = 28^\circ$. Puiden sijainti suhteessa pohjoiseen keräimen kohdalta on noin $55^\circ - 115^\circ$. Näiden tietojen avulla saadaan aurinkokartasta selville, että puut ovat auringonsäteilyn esteenä keräimelle helmikuun 21. – toukokuun 21. klo 4.30 – 8.00 välisen ajan. Kyseinen ajankohta ei myöskään sijoitu keräimen käytön otolliselle ajanjaksolle, joten puistakaan ei ole haittaa keräimen hyödyntämiselle. (KUVIO 15.)

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kodinhuoltohuone ja lämminvesivaraaja sijaitsevat lähellä etelän puoleista ulkoseinää, joten liitosputket kannattaa viedä keräimiltä ohjausyksikölle ulkoseinän kautta. Tällöin vältetään hankalalta läpivienniltä kattomateriaalien läpi. Keräimet voidaan halutessaan asentaa myös seinään, mutta paras sijoituspaikka niille on kuitenkin katolla. Tällöin keräimet eivät rikkoudu niin helposti ja ne voidaan asettaa kesäksi otolliseen 40° kulmaan.

6.1 Valittu keräin

Keräimiksi valittiin yhdessä kohteen omistajan kanssa tyhjiöputkikeräimet. Keräimet tulevat paikallisesta yrityksestä ja koko järjestelmä on vaihtoehtoista edullisin. Tyhjiöputkikeräimet sopivat visuaalisesti parhaiten kohteen ympäristöön ja ovat teholtaan sekä tilatarpeeltaan kohteeseen sopivimmat. Kääntyvä aurinkokeräin on vaihtoehtoista kallein ja tuottaa lämpöä kesällä aurinkoisina päivinä yli tarpeen. Se olisi myös vienyt tontilla paljon tilaa eikä olisi ollut yhtä huomaamaton verrattuna katolle asennettaviin keräimiin. Itsetehdyt keräimet ovat paljon tehottomampia. Niitä tulisi rakentaa useita, jotta ne tuottaisivat tarvittavan määrän lämpöä. Rakentaminen olisi työlästä ja keräimet eivät olisi yhtä miellyttävän näköisiä verrattuna tyhjiöputkikeräimiin. Tasokeräimet ovat kalliimpi vaihtoehto tyhjiöputkikeräimiin verrattuna ja vievät isomman pinta-alan. Tasokeräimet sopivatkin paremmin sähkön kuin lämmön tuottamiseen.

6.2 Keräinten sijoittaminen

Kaksi tyhjiöputkikeräintä, joissa kummassakin on 20 keräinputkea, asennetaan kiinteänä asennuksena katolle suunnattuna etelään päin. Ne tulevat vesivaraajan yläpuolelle lähelle räystästä. Keräimet suunnataan atsimuuttikulmaan $\pm 15^\circ$ ja 40° kallistuskulmaan. Keräimiä ei upoteta katon rakenteisiin.

6.3 Kustannusarvio ja takaisinmaksuaika

Tyhjiöputkijärjestelmä tulee kokonaisuudessaan maksamaan noin 2300 €. Mikäli keräinjärjestelmää ei haluta itse asentaa, työn osuus tulee olemaan 500 € - 2000 €, ollen kuitenkin lähempänä alhaisempaa hinta-arviota. Työn osuus on kotitalousvähennyskelpoista. Työn osuus mukaan laskettuna kokonaishinta-arvio on noin 3000 €.

Sähkön hinta kohteessa on 11,85 snt/kWh. Kesän aikana halutaan säästää sähkönkulutuksessa 1962 kWh. Keräimet on mitoitettu niin, että ne lämmittävät koko kesän ajan käyttöveden. Tällöin ensimmäisen kesän aikana keräimien käytöllä säästetään sähköä:

$$0,1185 \text{ €/kWh} \times 1962 \text{ kWh} = 232,50 \text{ €}$$

Keräinjärjestelmän takaisinmaksuun ilman työn osuutta menee:

$$2300 \text{ €} / 232,50 \text{ €} = 9,9 \text{ kesää/vuotta}$$

Keräinjärjestelmä maksaa itsensä takaisin korvaamalla suoran sähkönkulutuksen noin 10 vuodessa. Käytännössä keräin hyödyntää auringon säteilyä pidemmältä ajanjaksolta, jolloin säästöä saadaan enemmän ja takaisinmaksuaika lyhenee. Lisäksi takaisinmaksuaikaa lyhentää tulevaisuudessa mahdollinen sähkönhinnan nousu.

Huomionarvoista on myös se, että keräimien omistaja kokee tehneensä myös ympäristön kannalta hyvän ratkaisun.

LÄHTEET

Aurinkoenergia. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.jtv-energia.fi>. Luettu 26.3.2014.

Aurinkovoima 2014. Aurinkoenergia. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.aurinkovoima.fi/fi/sivut/aurinkoenergia>. Luettu 27.1.2014.

Energiaa auringosta 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.energia-auringosta.fi/tuotteet/toimintaperiaate>. Luettu 1.4.2014.

Erat, B., Erkkilä, V., Nyman, C., Peippo, K., Peltola, S. & Suokivi, H. 2008. Aurinko-opas aurinkoenergiaa rakennuksiin. Porvoo: Painoyhtymä Oy.

Huumo 2014. Aurinkoenergia, Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.huumo.fi/>. Luettu 17.3.2014.

Lindfors V. 2006. Itserakennettu aurinkokeräin. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/~w468161/sol2fi.html>. Luettu 29.1.2014

Micre 2014. Energiantuotanto, aurinkolämpö. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.micre.eu/fi/energiantuotanto/aurinkolaempoe/>. Luettu 27.1.2014.

Muilu, Y. 2013. Aurinkoenergia ja lämpöpumput. Luentomuistiinpanot. Centria ammattikorkeakoulu. Ylivieskan yksikkö.

Nieminen, M. 2013. Aurinkolämmityskonsepti Käyttöveden lämmityksen suunnitteluun 60–70-lukujen asuinkerrostaloihin. Opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Talotekniikka, LVI-insinööri koulutusohjelma.

Rakennustieto Oy. kesäkuu 1992. Ohjetiedosto RT 50-10482.

Sisol 2014. Aurinkoenergia. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.sisol.fi/fi/etusivu/>. Luettu 24.3.2014.

VTT ENERGIA. 1999. Energia Suomessa. 2. painos. Helsinki: Oy Edita Ab.

Wahlroos, L. 1981. Aurinkoenergia. 1. painos. Pori: Satakunnan Kirjateollisuus Oy.

Wikipedia 2014 a. Aurinko. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Aurinko>. Luettu 27.1.2014.

Wikipedia 2014 b. Aurinkokeräin. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Aurinkokeräin>. Luettu 27.1.2014.