

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone – ja automaatiotekniikka

Modernituotantosuuntaus

Opinnäyte

Aki Mäki

Keskuslämmitteisen omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisointi aurinkolämmitystä hyödyntäväksi.

Työn ohjaaja

Marko Mäkilouko

Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone – ja automaatiotekniikka

Modernituotantosuuntaus

Aki Mäki

Keskuslämmitteisen omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisointi aurinkolämmitystä hyödyntäväksi.

Opinnäytetyö

35 sivua + 1 liitesivua

Työn ohjaaja

Marko Mäkilouko

Joulukuu 2008

Hakusanat

aurinkolämpö, aurinkokeräin, keskuslämmitys

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kertoa omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisoinnista. Sitä voivat myös hyödyntää ne, jotka suunnittelevat itse aurinkolämmityksen käyttöönottoa. Uudistuksessa käytetään hyväksi myös isompaa lämminvesivaraajaa. Tarkoituksena on myös päästä mahdollisimman kustannustehokkaaseen loppuratkaisuun, sekä energian käytössä, että modernisointia tehdessä, ja myös järjestelmän komponenttien valinnassa.

Tämän hetken energianhinnan nousu ja valtion tuki uusiutuvien energiamuotojen lämmitysjärjestelmiin siirtymisessä kannustaa kotitalouksia vaihtamaan vanhan järjestelmän aurinko-, pelletti- tai hakelämmitykseksi. Yleisimmät lämmitysmuodot, öljy ja sähkö, ovat kallistuneet ja nostaneet Suomessa lämmityskustannukset sietämättömän korkeiksi. Halvempia lämmitysenergiamuotoja on ollut pakko selvittää.

Tässä työssä raportoidaan, kuinka 150 m²:n omakotitalo (öljy/puu) muutetaan mahdollisimman tehokkaaksi muuttamalla lämminvesivaraajan kokoa ja asentamalla siihen aurinkolämmitys. Aurinkolämmityksellä yritetään saada aurinkoisina kuukausin kaikki mahdollinen energia auringosta varastoitua lämminvesivaraajaan. Talvella lämminvesivaraajaa lämmitetään puilla ja öljyllä.

Tuloksena huomataan, että kesäkuukausina aurinkolämmitys hoitaa täysin käyttöveden ja talon lämmityksen. Kun aurinko paistaa, niin ilmaista energiaa virtaa lämminvesivaraajaan. Näin siis tässä omakotitalossa asuja säästää ison määrän rahaa lämmityskustannuksissaan vuodessa.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and automation technology

Modern production sector

Aki Mäki

The modernisation of a central heated house applying the solar energy

Engineering Thesis

35 pages, 1 appendices

Thesis tutor

Marko Mäkilouko

December 2008

Headword

solheating, central heating

ABSTRACT

The meaning of this Thesis is to report about the modernization of a heating system in a house. If You are thinking of changing Your heating system to use solar energy, You can take advantage of this Thesis. The bigger hot water boiler is necessary for this kind of a project. The purpose is to find the most beneficial and the most economical solution.

Because the ever rising energy prices and government support for changing systems to renewable energy is encouraging the household sector to move towards sun, pellet or chip energy. The use of the most common systems of domestic heating, oil and electricity systems, are paying unbearable prices. So the cheaper heating systems have become more wanted and more popular.

In this Thesis is to be reported, how to make the best of the oli/tree heating system of a 150 m² house by increasing the capacity of the hot water boiler and by installing the solar heat panel to it. In the sunny months the solar panels are trying to absorb as much energy as possible and then it is restored in the hot water boiler. in the winter time the hot water boiler is heated by wood or oil.

As the result we notice, in the summer time the solar energy can handle totally both energy needs, the hot running water and the heating system. So, with this cost free energy a lot of money is going to be saved.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
KUVAT	
SISÄLLYSLUETTELO	4
1. JOHDANTO	5
2. AURINKOENERGIA.....	6
2.1 Aurinko.....	6
2.2 Auringon säteet maahan	7
2.3 Auringon hyödyntäminen energiana.....	10
3 AURINKOLÄMPÖKERÄINJÄRJESTELMÄ.....	10
3.1 Tasokeräimet.....	11
3.2 Absorbaattori.....	12
3.3 Keräinten suuntaus.....	12
3.4 Aurinkolämpökeräimien käyttö ja potentiaali.....	13
3.5 Tekniikka.....	13
3.6 Taluodellisuus.....	18
3.7 Vaikutukset ympäristöön.....	18
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI AURINKOLÄMMÖLLE.....	18
4.1 Kohteen esittely.....	19
4.2 Olemassa olevien järjestelmien hyödyntäminen.....	20
4.3 Tehokkaimmat ilmansuunnat keräimille katolla.....	21
4.4 Aurinkolämmitysjärjestelmän automatiikka.....	23
4.5 Putkitukset	25
4.6 Lämmönvaihtimet.....	27
4.7 Aurinkokeräimen neste.....	28
5 TALOUDELLISET LASKELMAT.....	30
6 LOPPUYHTEENVETO.....	32
LÄHTEET.....	33
LIITE	
1 pohjapiirustus talosta	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyöraportissa raportoidaan omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisointia aurinkolämmitykselle aurinkokeräimiä käyttäen. Kohde on omistamani talo, jonka suureneviin lämmityskustannuksiin olen jo pitkään miettinyt ratkaisua lämmitysenergian hinnan noustessa.

Projektissa on hyödynnetty vanhaa keskuslämmitysjärjestelmää, jossa lämminvesivaraajan noin 700 l:n tilavuus on tarkoitus kaksinkertaistaa, joten myös talvella puulämmitystaajuus harventuu ja lämmön vaihtimien kiinnitys lämminvesivaraajaan helpottuu. Talon lämmitysjärjestelmässä on käytetty seinäpattereita lämmön siirtymiseksi tasaisesti asuntoon.

Aurinkolämmityksen kautta olisi tarkoitus saada mahdollisimman suuri energiakustannusten säästö.

2 AURINKOENERGIA / 1.

Aurinko on kuuma, kaasumainen ”pallo”, jonka halkaisija on 1,39 milj. kilometriä ja keskietaisyys maasta noin 150 milj. kilometriä. Auringossa tapahtuvan ydinfuusion, jossa vety-ytimet fuusioituvat heliumiksi, seurauksena sen avaruuteen säteilemä teho on noin $3,8 \cdot 10^{26}$ W. Maapallon ulkolaidalla auringon säteilyteho on $1,7 \cdot 10^{17}$ W eli pinta-alamittaa kohden noin 1 367 W/m². Maapallon pinnalla keskimääräinen säteilyintensiteetti on noin 240 W/m². Auringon pintalämpötila on n. 6 000 °C, jolloin sen säteilyn intensiteetin maksimi on noin 580 nanometrin (10 - 9 m) kohdalla. Aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo kauan moniin eri käyttötarkoituksiin ja käyttökohteisiin. Nykyisen energiantuotannon kannalta aurinkoenergian tärkeimmät hyödyntämismuodot ovat lämpö, sähkö ja valo.

2.1 Aurinko

Aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo kauan moniin eri käyttötarkoituksiin ja käyttökohteisiin. Nykyisen energiantuotannon kannalta aurinkoenergian tärkeimmät hyödyntämismuodot ovat lämpö, sähkö ja valo.

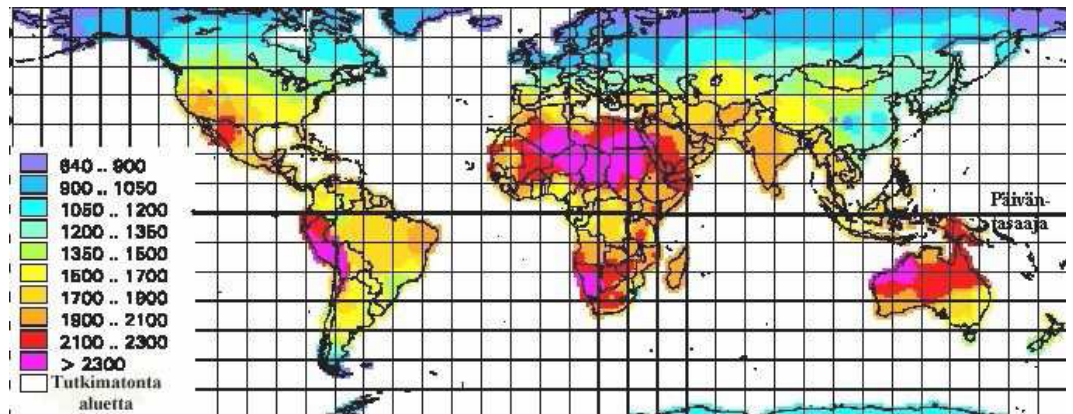
Aurinkoenergiaa pidetään yhtenä tulevaisuuden merkittävämistä energianlähteistä.

2.2 Auringon säteet maahan /3, 6, 4/

Maanpinnalle saapuva auringon säteily voidaan jakaa *suoraan* auringonsäteilyyn, hajasäteilyyn sekä ilmakehän vastasäteilyyn. Vuotuinen säteily määrä ja -teho maapallolla määräytyvät maantieteellisen sijainnin mukaan.

Talvella pohjoinen pallonpuolisko vastaanottaa paljon vähemmän säteilyä kuin kesällä, koska maapallon akseli on $23,5^\circ$ kulmassa aurinkoon nähden. Kuvassa 1 on esitetty säteilyenergian jakautuminen maapallolla.

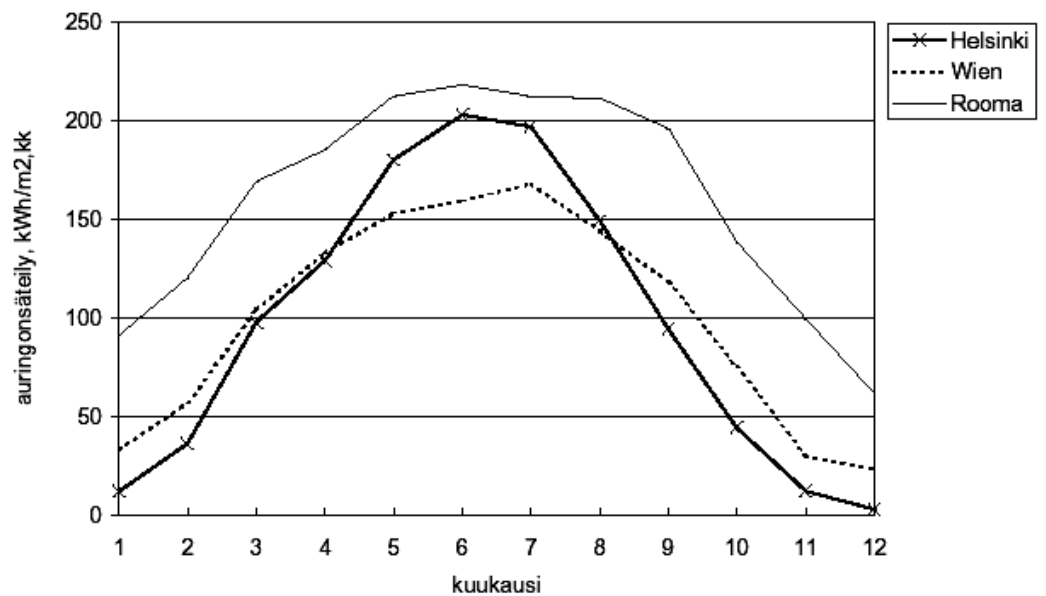
Kuvasta näkyy, että auringon säteilyteho on suurimmillaan kääntöpiirien kohdalla, jonka alueen maissa vuodessa saatava auringon säteily määrä pinta-alamittaa kohden on 2 000 – 2 500 kWh/m². Euroopassa säteily määrä on luokkaa 800 – 1700 kWh/m² ja Yhdysvalloissa 1 100 – 2 500 kWh/m² vuodessa.



Kuva 1 Auringon säteilytehon vuotuinen jakautuminen maapallolla [kWh/m²].
/6/

Kuvassa 2 on esitelty auringon vuotuisen säteily määrän jakautuminen eri kuukausille Helsingissä, Wienissä ja Roomassa (Solpros 2001). Suomen vuotuisen säteily määrä pinta-alamittaa kohden on maan eteläosissa n. 1 000 kWh/m² ja keskiosassa n. 900 kWh/m².

Saatavan säteilyn määrä painottuu maaliskuun ja marraskuun väliseen aikaan, jolloin Etelä-Suomen vuotuisesta säteilytehosta saadaan 90 %. Pohjoisempänä luku on vielä suurempi.



Kuva 2 Kuukausittainen auringon säteily määrä 30° kallistetulle kattotasolle Helsingissä, Wienissä sekä Roomassa (Solpros 2001). /3/

Suomi jonka pinta ala on suuri, vaihtelee myös auringon paisteen tuntimäärä eri paikoin. Taulukossa 3 auringonpaisteen tuntimäärä kuukaudessa vuonna 2006 etelästä pohjoisempiin kaupunkeihin.

Taulukko 3 Auringonpaisteen tuntimäärä kuukaudessa vuonna 2006. /2/

Suomi	Tam mi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marra	Joulu	Yht.
Helsinki	39	72	132	181	275	298	275	223	135	90	37	28	1785
Joensuu	30	69	131	174	259	264	265	197	114	62	24	16	1605
Jokioinen	37	71	133	174	252	276	247	204	125	81	35	27	1662
Jyväskylä	26	70	128	173	250	269	256	197	115	71	25	14	1594
Kajaani	17	59	129	182	251	263	267	195	112	56	18	5	1554
Lappenra Nta	33	73	132	180	263	267	260	209	124	72	25	19	1657
Oulu	21	63	129	189	267	287	284	204	125	73	29	9	1680
Vaasa	29	72	131	190	278	303	283	220	132	85	40	21	1784
Sodankylä	11	56	131	196	246	282	274	181	107	59	21	1	1565

2.3. Auringon hyödyntäminen energiana /6, 2/

Aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo kauan moniin eri käyttötarkoituksiin ja käyttökohteisiin. Nykyisen energiantuotannon kannalta aurinkoenergian tärkeimmät hyödyntämismuodot ovat lämpö, sähkö ja valo. Lämpöenergiana auringon energiaa voidaan hyväksikäyttää aktiivisesti ja passiivisesti. Passiivinen lämpöenergian hyödyntäminen tapahtuu ilman erillisen lisäenergian käyttöä. Aktiivisella auringon lämpöenergian hyödyntämisellä tarkoitetaan erillistä pumppausenergiaa käyttäviä menetelmiä, joissa auringon lämpöä hyödynnetään erilaisilla laitteilla, kuten aurinkolämpökeräimillä tai lämpöpumpuilla. Aurinkolämpöä voidaan hyödyntää lämpöenergiana mm. huoneistojen ja käyttöveden lämmityksessä sekä veden puhdistuksessa. Lisäksi keskittävillä aurinkokeräimillä pystytään tuottamaan erittäin korkeita lämpötiloja, joita voidaan hyödyntää teollisuusprosesseissa tarvittavan kuumen veden tuotantoon, tai tuotettu lämpö voidaan hyödyntää lämpövoimakoneilla termisen aurinkosähkön tuotantoon. Aurinkokennoilla tuotetaan aurinkosähköä suoraan auringon valosta.

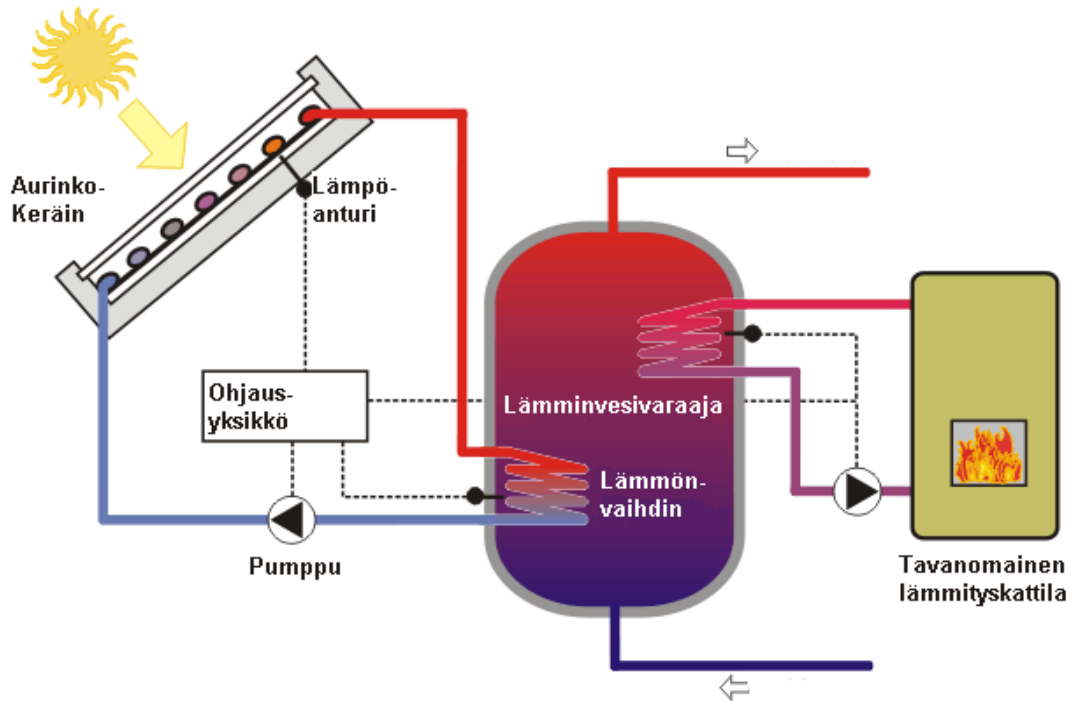
3 AURINKERÄINLÄMPÖJÄRJESTELMÄ

Aurinkokeräimet ovat laitteita, joilla voidaan hyödyntää auringon säteilemää lämpöenergiaa mm. rakennusten lämmityksessä.

Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu: (Kuva 4)

- aurinkokeräimistä
- putkistosta
- lämmönvaraajasta
- lämmönsiirtoaineesta
- lämmönvaihtimesta
- säätölaitteista
- pumppuyksiköstä.

Yleisimmin käytetty aurinkokeräintyyppi on tasokeräin, joita käytetään käyttöveden (60 – 80 °C) tai huoneistojen (30 - 60 °C) lämmittämässä./3



Kuva 4 Aurinkolämpökeräinjärjestelmän toimintaperiaate. /3/

3.1 Tasokeräimet /3, 6/

Tasokeräimet vastaanottavat auringon säteilemää energiaa, jolloin keräimen putkistossa oleva nestemäinen tai kaasumainen lämmönsiirtoaine lämpenee. Kierrätettävän nesteen tai kaasun mukana lämpö kulkeutuu edelleen lämmönvaihtimelle ja lämminvesivaraajaan, josta lämpö hyödynnetään nestekiertoisessa lämmityksessä. Tavallisimmin tasokeräin koostuu säteilyä vastaanottavasta mustametalliabsorbaattorista, putkista, lämpöeristyksestä, lasista sekä kehyksestä. /3/6

3.2 Absorbaattori /3/

Absorbaattori on väriltään musta, koska musta väri absorboi parhaiten saapuvaa auringonsäteilyä. Keräimen päällä käytetään puolestaan lasia, koska se estää lämpimän ilman karkaamisen ja kasvihuoneilmiön avulla lämpösäteilyn poistumista. Näin mahdollisimman paljon tulevasta auringonsäteilystä saadaan hyödynnettyä.

Aurinkokeräinten suuntaus ja asennuskulma ovat oleellisia toiminnan ja tuoton kannalta. Aurinkokeräin kannattaa suunnata kohti etelää, jolloin mahdollisimman suuri määrä auringonsäteilyä pääsee aurinkokeräimelle päivän aikana. Tuottoon vaikuttavista tekijöistä merkittävimpiä ovat aurinkokeräajan suuntaus ja kaltevuus, katteen ominaisuudet (lämmöneristys ja tiiviys), absorptio- ja lämmönsiirtokyky, käyttölämpötila, lämmönsiirtoaineen ominaisuudet sekä ulkolämpötila ja tuulisuus.

3.3 Keräinten suuntaus /7/

Usein keräin asennetaan katon suuntaisesti, jolloin käyttö on edullisempaa ja esteettisempää kuin keräintelineiden ja tukirakenteiden kanssa. Myös integrointi osaksi rakenteita on mahdollista. Aurinkokeräinten keskimääräinen hyötysuhde on noin 40 %. Aurinkokeräimillä jotka ovat 35°:n kulmassa, tuotto painottuu kesään.

Parhaan vuosituoton kannalta kallistuskulma tulisi olla suomessa noin 45 astetta. Aurinkolämmitys järjestelmän yhteyteen voi olla kytkettynä tavanomainen lämmityskattila, jota voidaan käyttää aurinkolämpökeräinten rinnalla, kun aurinkolämpökeräinten tuotto ei ole riittävä, esimerkiksi talviaikaan. Lämmitysjärjestelmissä yleisimmin käytetty aurinkokeräintyyppi on ns. tasokeräin, mutta myös ns. tyhjiöputkikeräimiä ja heat pipe -keräimiä käytetään.

3.4 Aurinkolämpökeräimien käyttö ja potentiaali /1/

Euroopan alueelle asennettujen aurinkolämpökeräimien kokonaispinta-ala vuonna 2001 oli noin 11,4 milj. m², josta pääosa sijaitsee Saksan, Itävallan sekä Kreikan alueella. Näillä kerätty vuotuinen energiamäärä oli noin 4 600 GWh, mikä vastaa vuosittain säästettyä 704 milj. litraa öljyä ja vältettyä 1,9 milj. tonnin hiilidioksidipäästöä ilmakehään.

Suomessa aurinkokeräimiä on asennettu varsin vähän. Vuoteen 2001 mennessä niitä oli asennettu noin 12 000 m² pääasiassa pientaloihin. Lisäksi maataloudessa käytettyihin kylmäilmakuivureihin on asennettu 70 000 m² reikälevytyyppistä absorptiopintaa.

Euroopan komission tavoitteiden mukaan Euroopan alueella olisi 100 milj. m² keräinala vuoteen 2010 mennessä.

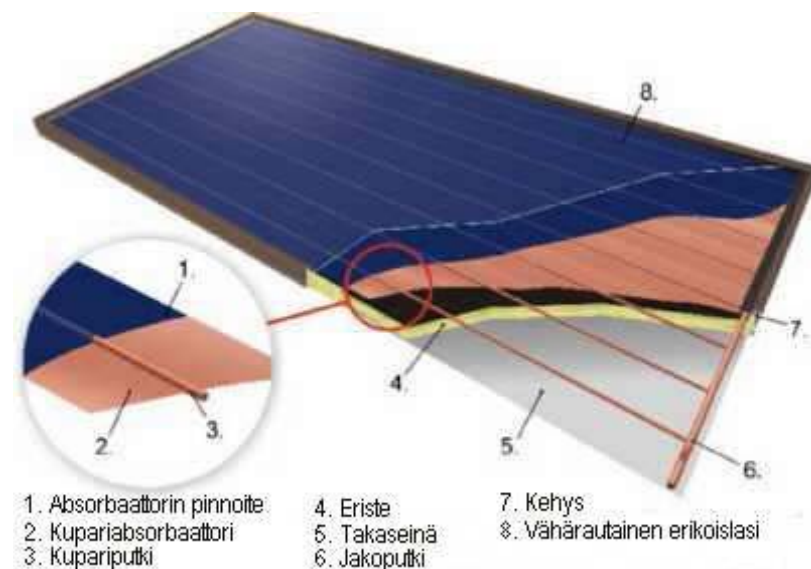
3.5 Tekniikka /3, 6, 8/

Yleisimmin käytetty aurinkokeräintyyppi on tasokeräimet, kuvassa 5, joita käytetään käyttöveden (60 – 80 °C) tai huoneistojen (30 - 60 °C) lämmittämisessä. Tasokeräimet toimivat siten, että ne vastaanottavat auringon säteilemää energiaa, jolloin keräimen putkistossa oleva nestemäinen tai kaasumainen lämmönsiirtoaine lämpenee.

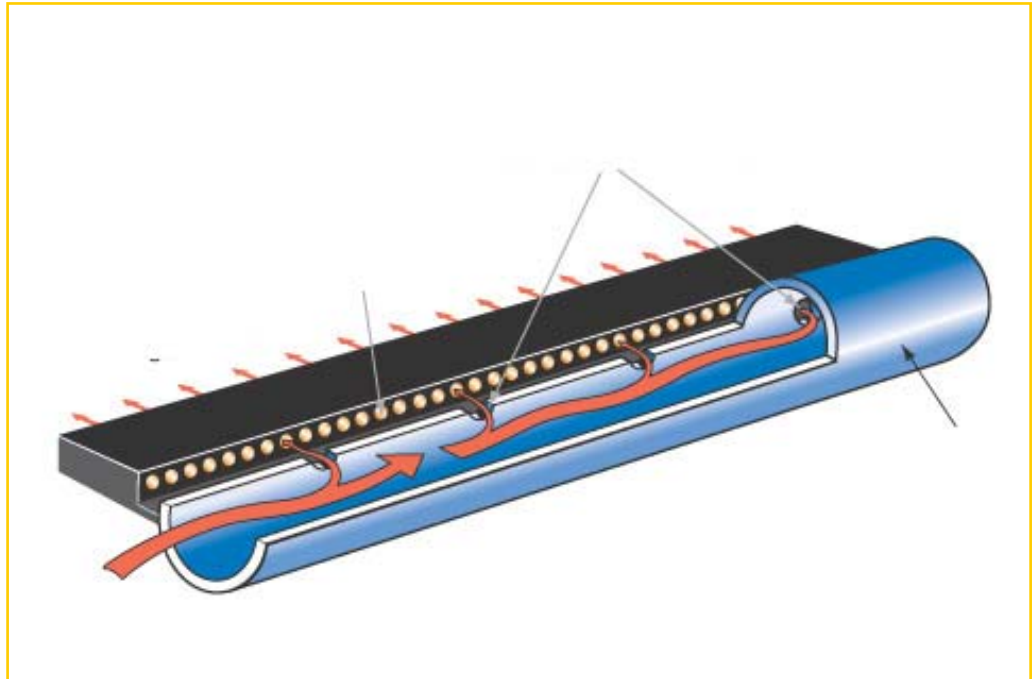
Kierrätettävän nesteen tai kaasun mukana lämpö kulkeutuu edelleen lämmönvaihtimelle ja lämminvesivaraajaan, josta lämpö hyödynnetään nestekiertoisessa lämmityksessä.

Tasokeräinten materiaalit, lämmönsiirtotavat, pintojen muodot sekä elementtien koot vaihtelevat. Tavallisimmin tasokeräin koostuu säteilyä vastaanottavasta mustasta absorbaattorista, putkista, lämpöeristyksestä, lasista sekä kehyksestä (Kuva 5).

Tasokeräimen päällä käytetään lasia, koska se estää lämpimän ilman karkaamisen ja kasvihuoneilmiön avulla lämpösäteilyn poistumista, jolloin mahdollisimman paljon tulevasta auringonsäteilystä saadaan hyödynnettyä.



Kuva 5 Tasokeräimen rakenne. /6



Kuva 6 Tasokeräimen rakenne (jakoputki) /3

Tasokeräimen pääelementti on musta keräinelementti, absorbaattori, joka lämpenee vastaanottaessaan auringonsäteilyä. Absorbaattori on väriltään musta, koska musta väri absorboi parhaiten saapuvaa auringonsäteilyä.

Yleensä se on metallirakenteinen, mutta myös lämpöä hyvin kestävää muovia voidaan käyttää. Kerätyn lämmön siirrossa käytetään nestettä, ilmaa sekä tyhjiöputkessa höyrystyvää nestettä.

Valtaosa maailmassa nykyisin käytössä olevista keräimistä on ns. nestekiertoisia tasokeräimiä, joissa lämpö siirtyy absorptioelementistä putkistossa virtaavaan nesteeseen, joka edelleen kuljettaa sen käyttökohteeseen tai varastoon.

Lämmön siirtoon käytetään yleensä vettä, jonka lämmönsiirto-ominaisuudet ovat muita nesteitä parempia. Jos keräintä käytetään paikoissa, joissa on jäätymisvaara, on käytettävä jotakin jäänestoainetta kuten vesi-glykoliseosta.

Kaupallisissa aurikolämpökeräimissä käytetään selektiivisiä absorbaattoreita, joilla päästään mahdollisimman hyvään hyödyntämistehokkuuteen. Tällainen pinnoite absorboi hyvin tulevaa lyhytaaltoista valosäteilyä ($0,3 - 2\mu\text{m}$), mutta

emittoi huonosti pitkäaaltoista (4 - 25 μm) lämpösäteilyä. Näin keräin pysyy lämpimämpänä ja hyötysuhde paranee noin 15 - 20 %.

Tyypillisiä selektiivisiä pinnoitteita ovat elektrolyytisesti valmistetut mustakromi- ja mustanikkelipinnoitteet sekä tyhjiötekniikan avulla valmistetut pinnat.

Aurinkolämpökeräinten tuottoon vaikuttavista tekijöistä merkittävimpiä ovat aurinkokerääjän suuntaus ja kaltevuus, katteen ominaisuudet (lämmöneristys ja tiiviys), absorptio- ja lämmönsiirtokyky, käyttölämpötila, lämmönsiirtoaineen ominaisuudet sekä ulkolämpötila ja tuulisuus. Nykyisillä aurinkolämpöjärjestelmillä pystytään hyödyntämään 30 – 70 % aurinkokerääjälle saapuvasta säteilystä. Hyödynnettävä energiamäärä Q_u , joka aurinkokerääjällä pystytään tuottamaan, voidaan laskea kaavalla

$$Q_u = A_c [\alpha S - U_L (T_p - T_a)] \quad (1)$$

jossa A_c = keräimen pinta-ala,

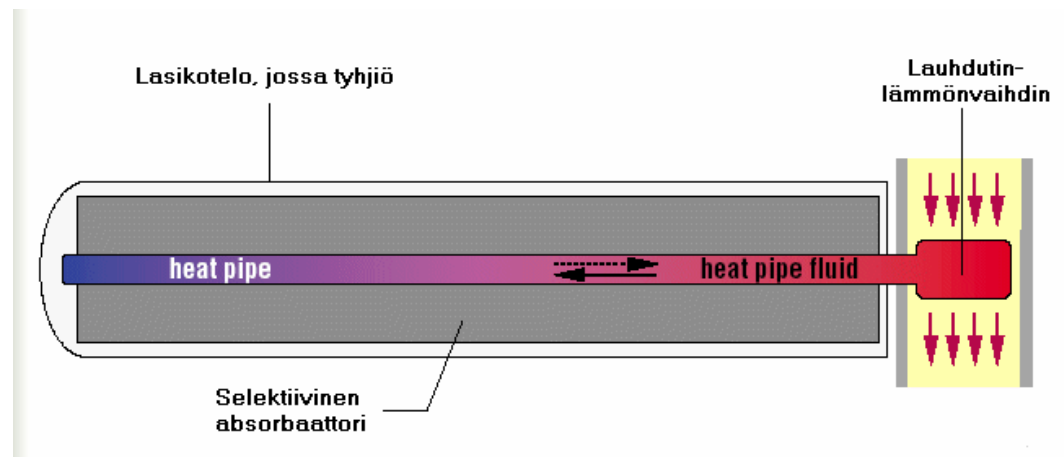
S = absorboitu energia neliometriä kohden,

U_L = lämpöhäviökerroin,

T_p = aurinkolämpökeräimen pintalämpötila ja

T_a = ympäristön lämpötila.

Tavanomaisten tyhjiöputkikeräinten lisäksi käytössä on heat pipe -keräimiä, jotka tehostavat lämmönsiirtoa faasimuutoksen avulla (Kuva 7). Ne toimivat siten, että saapuva auringonsäteily saa lämmönsiirtoaineen höyrystymään absorbaattorissa, jolloin kaasumainen lämmönsiirtoaine nousee keräimen lauhdutin-lämmönvaihtimelle. Siellä kaasumainen lämmönsiirtoaine luovuttaa lämpönsä, tiivistyy takaisin nesteeksi ja valuu sen jälkeen takaisin absorbaattorille.



Kuva 7. Rakennekuva tyhjiöputkikeimestä, jossa heat pipe. /6

Tavanomaisiin tasokeräimiin verrattuna tyhjiöputkikeräimillä päästään merkittävästi parempaan hyötysuhteeseen (50 – 70 %) ja lämmöntuotto on parempaa varsinkin vuoden kylmimpinä aikoina. Tyhjiöputkikeräimet tarvitsevat myös vähemmän tilaa. Tämän keräimen huonona puolena voidaan pitää korkeampaa hintaa./12

3.6 Taloudellisuus /1/

Aurinkolämpökeräimillä tuotetun lämpöenergian hinta riippuu pääosin asennettavan tekniikan vaihtelevista investointikustannuksista ja tuotosta. Karkeiden arvioiden mukaan tuotetun lämpöenergian hinnaksi tulee hyvillä tuotantoalueilla 2,5 – 10 snt/kWh ja huonoilla tuotantoalueilla 6 – 20 snt/kWh. Tekniikan kehittyessä ja yleistyessä investointikustannukset pienentyvät (UNDP 2000b).

3.7 Vaikutukset ympäristöön /2/

Aurinkolämpöjärjestelmä ei aiheuta toimiessaan päästöjä, mutta välillisiä päästöjä ja ympäristövaikutuksia syntyy mm. aurinkolämpöjärjestelmän materiaalien ja laitteiston valmistuksesta, asennustyöstä ja käytön aikana mm. pumppuihin tarvittavasta sähköstä (riippuu tuotantotavasta). Suomessa aurinkolämpöä käytetään lähinnä täydentämään pientalojen öljy- ja sähkölämmitysjärjestelmiä. Aurinkolämmöllä aikaansaatuva suora kasvihuonekaasujen vähennyspotentiaali on parhaimmillaan noin 300 - 455 g CO₂/kWh.

4. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI AURINKOLÄMMÖLLE

Tässä luvussa käydään läpi omakotitalon lämmitysjärjestelmän modernisointi aurinkolämmitykselle. Tämä työ on myös toteutettu käytännössä.

4.1 Kohteen esittely



Kuva 8 Asunto Turajärventie 152, Eura

Omakotilalo(Kuva 8) sijaitsee Eurassa Turajärven kylässä, ja se on alun perin rakennettu kyläkaupaksi 40-luvun puolella välissä. Rakennus on toiminut Turajärven kylän kauppana noin 70-luvun puoliväliin asti, jonka jälkeen sitä on pääasiassa käytetty asuntona.

80-luvun alussa asunto on peruskorjattu ja laajennettu. Laajennusosan alakerrassa on pieni puuvarasto, jonne ulkopuolelta seinän vierestä voi pudottaa puita, ja pannuhuone öljy tai puulämmitystä varten.

Laajennuksen/peruskorjauksen yhteydessä on myös tehty sisälle sauna, jonne on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Muualla huoneistossa lämmön jakautuminen huoneistoon on tehty vesikiertoisin lämpöpattereihin. Yläkerran vinttitilat on myös tehty huoneiksi, ja sinne on myös tehty vessa. Yläkerran vessassa on vesikiertoinen lattialämmitys, joka on tehty vuonna 2006 vesivahinkokorjauksen yhteydessä. Talon asuttavaksi ja lämmitettäväksi tilaksi on laskettu noin 155 m².

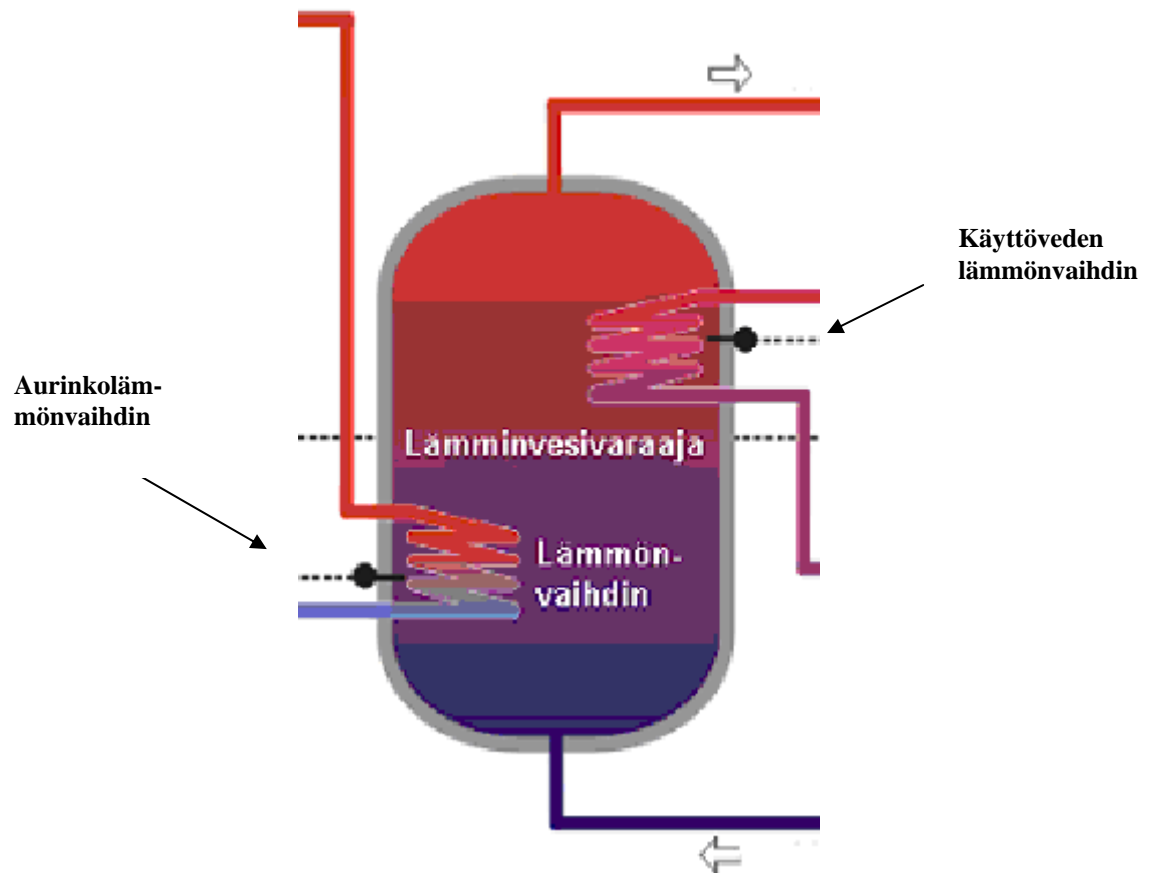
80-luvun puolella välissä öjylämmitteisen kattilan viereen pannuhuoneeseen oli asennettu, Jämä-keskuslämmityspuukattila. Samaan aikaan tehty noin 0.7 m²:n suuruinen lämminvesivaraaja, jonka vesimäärää on voinut lämmittää puilla öljykuluja säästäen. Lämmitysjärjestelmä on toiminut joko öljyllä tai puilla. Lämmittäjän on ollut manuaalisesti muutettava lämmitys esim. öljylle, kun lämminvesivaraajassa on lämpö hiipunut.

Pannuhuoneen viereen talon ulkopuolelle on tehty paikka 3m²:n öljysäiliölle. Betonista valetun öljysäiliötilaan on tehty kaksi huoltoluukua ylhäältäpäin. Toinen johtaa öljysäiliön tarkastusluukuille, ja toinen menee öljysäiliön ympärille tehtyyn huoltotilaan, jossa on noin metri tilaa säiliölle sen ympärillä.

4.2 Olemassa olevien järjestelmien hyödyntäminen

Modernisointi tarkoittaa olemassa olevan järjestelmän parantamista. Tässä lämmitysjärjestelmän modernisoinnissa, käytetään olemassa olevaa lämminvesivaraajaa tekemällä siitä kaksi kertaa tilavampi. Lämminvesivaraajan (Kuva 9) yläosaan asennetaan käyttöveden lämmön vaihdin ja alaosaan aurinkonesteiden lämmönvaihdin. Korkeuseroa tulee lämmönvaihtimille noin metri. Lämpöero, joka tulee lämmön tiivistyessä varaajan yläosaan, saadaan lämmitykselle ja käyttövedelle parempi hyötysuhde. Aurinkoenergialle tulee myös tehokkaampi hyötysuhde, kun varaajan alaosassa on kylmempää vettä.

Puu- tai öljykattilaa myös hyödynnetään talvella, kun ei lämmitystä auringosta enää saada riittävästi.



Kuva 9 Lämminvesivaraaja

4.3 Tehokkaimmat ilmansuunnat keräimille katolla

Yläkerrassa on parveke, jonka kohdalta katto on nostettu ylemmäs katon kulmaa pienentämällä. Kuva 10 Parveke suuntautuu länteen.



Kuva 10 Parvekkeen katto ja keräimet

Suomessa suositellaan keräimien astekulmaksi kolmeakymmentä astetta. Näin saataisiin keräimet suoraan asentamatta erillisiä isoja telineitä suoraan katon pinnalle, jos katto olisi jo valmiiksi tässä kulmassa. Tässä tapauksessa keräinten kulmaa pitää muuttaa isommaksi kuin katonkulma ja myös kääntää etelämpään (Kuva 11) tekemällä telineet.

Telineen tekemisessä pitää muistaa tuuliominaisuudet, lumikuorma, esteettisyys ja myös se, että katon alkuperäinen käyttötarkoitus säilyy. Katto suojaa talon rakenteita kosteudelta, eivätkä keräimet saa sitä haitata.



Kuva 11 Aurinkeräinteline

Tälle katolle parvekkeen päälle asennettiin aurinkovaraimet, suunnaten ne länsisuunnasta etelään päin ja nostaen katon kulmaa. Perusteena tälle paikalle on se, että tämä kohta katosta on korkeimmalla, jonne matalaltakin paistavat auringon säteet pääsevät, esim. ilta-aurinko. Keräimet eivät saa olla liian korkealla, koska pitää ottaa huomioon tuulen vaikutus, sillä myrskytuuli voisi vahingoittaa kennojen kiinnitystä ja kattoa. Tässä opinnäytetyössä ei ole laskettu kiinnittimen tuulivaikutuksia tuulen satunnaisen voiman takia. Esteettisyys vaikutus julkisivuun päin keräimien korkeudella on otettu huomioon. Sillä keräimet eivät saisi liikaa näkyä julkisivun puolelle. Otetaan huomioon myös kiinteistön arvo, jos julkisivulle päin näyttäivät keräimet ovat liian näkyvästi esillä.

4.4 Aurinkolämmitysjärjestelmän automatiikka

Aurinkolämmitysjärjestelmä tarvitsee automatiikan, joka käynnistää ja sammuttaa lämmönsiirtonesteen pumppua antureiden avulla. Tässä projektissa on kaksi anturia, jotka mittaavat lämpöä automatiikalle. Toinen anturi on

keräimien yläpäässä, keräimiltä tulevan putken poismenokohdassa. (kaikkein korkein paikka) Toinen puolestaan on lämminvesivaraajan alaosassa samalla korkeudella kuin aurinkolämmityksen lämmönvaihdin.

Automatiikka käynnistää järjestelmän pumpun, kun aurinkokeräimillä nesteen lämpötila on tarpeeksi korkea verrattuna lämminvesivaraajan lämpötilaan. Suomessa käytetään noin 5–8 asteen lämpöeroa varaajan ja keräimien väliselle lämpöerolle pumpun käynnistymiseksi. Lämmön hukka riippuu putkiston pituudesta ja siitä kuinka hyvin se on eristetty.



Kuva 12 Aurinkolämmitysjärjestelmän automatiikka

4.5 Putkitukset

Aurinkokeräimien ja lämmönvaihtimen välisen putkiston (Kuva 11-13) pitäisi olla mahdollisimman lyhyt, pidemmän putkiston lämpöhäviön takia. Eli putkistolle pitäisi löytää mahdollisimman suora reitti talon rakenteissa. Tässä työssä on käytetty 22 mm:n paksuista kupariputkea.



Kuva 13 Putkitukset keräimille

Eristys putkistolle on todella tärkeää, ettei lämpö haihdu siirtymisen aikana pois putkistosta. Putkiston sisätiloissa, jossa on läpimämpää ja lämmön hukka pienempää, on käytetty vaahtokumieristettä. Putkiston ulko-osissa on käytetty 4 cm:n villaeristettä, jossa on folioulko-osa. Tämä osa on myös teipattu folioteipillä kosteuden pääsyn estämiseksi villaan.



Kuva 14 Putkitukset keräimille.

Putkistolle on etsitty mahdollisimman suora reitti talon rakenteissa. Sinne ei saa jäädä mahdollisia ilmataskuja. Putkiston ylimpään kohtaan sijoitetaan putkiston ilmausventtiili. Keräimille putkistolle kytkentä on tehty sarjaan. Eli keräimien alaosassa putki haarautuu kolmelle keräimelle, ja yläosassa kärkeiltä tulevat putket menevät kokoajaputkelle.



Kuva 15 Putkitukset keräimille

4.6 Aurinkokeräimen-neste

Aurinkokeräin-nesteen tarkoitus on tuoda lämpö keräimiltä katolta alas putkiston kautta lämminvesivaraajaan. Lämmön siirtoon käytetään yleensä vettä, jonka lämmönsiirto-ominaisuudet ovat muita nesteitä parempia. Nesteen tulee olla pakkasen kestävä, koska talvella ulkolämpötila voi olla jopa -30 astetta. Aurinkokeräin / laitemyyjät myyvät kalliita valmisenesteitä. Tähän tarkoitukseen sopii todella hyvin tavallinen auton pakkasneste, jossa on myös korroosion estoaineita ja lämpöominaisuuksia riittävästi. Veteen sekoitetulla pakkasnesteellä

sekoitussuhde pakkasen kestävyydelle olisi noin -37...-45 astetta. Etelä-Suomessa tämä on ainakin riittävä, koska pohjoisimmassa Suomessa voivat pakkashuiput olla vielä korkeampia, pakkasen kestävyyttä on lisättävä.

Keräinneste = vesi-glykoli-sekoitus

4.7 Lämmönvaihtimet

Kuvassa 16 on tämän kohteen lämminvesivaraajan yläosaan kytketty lämmönvaihdin: kampakierukkalämmönvaihdin, jonka hyötysuhde on 500l/min.



Kuva 16 Kampakierukkalämmönvaihdin



Kuva 17 Lämmönvaihdin keräimiltä lämminvesivaraajaan

5 TALOUDELLISET LASKELMAT. /9, 12, 13, 14/

Taulukko 2 Hintavertailu aurinkokeräinpaketeista eri toimittajilta.

Tuote	Kymppimetalli Oy			Sunmax villapaketi (ruotsi)			ALTERNATIVE SOLUTIONS FINLAND OY		
	määrä	hinta	hinta yht	määrä	hinta	hinta yht	määrä	hinta	hinta yht
Keräin	2	395	790	2			2		
täydellinen pumppuyksikkö	1	360	360	1			1		
paisunta-astia 24-25l	1	64	64	1			1		
Täyttöpumppu	1	45	45						
Peitelevy	3	9	17						
anturi 20m	1	15	15						
anturi 3m	1	10	10						
anturitasku 2	1	15	15						
anturitasku 3	1	10	10						
Ilmaneroitin	1	15	15						
keräin yhdistäjä	3	5	30						
Tulppa	2	3	6						
Haitariputki	1	25	25						
Yhdistäjä	2	2	4						
Kannake	2	55	110	2			2		
Glykoli	1	60	60	1			1	150	150
varaaja 200-250l	1	650	650	1			1	1250	1250
Tuotteet yhteensä sisältäen alv 22% €			2226			2700			4300

Taulukossa on hintavertailuja aurinkokeräinpaketeista eri toimittajilta.

Taulukossa käräintyyppi on aivan tavallinen. Tämä vertailu on tehty kahden keräimen järjestelmälle.

Keräinpakettien koot vaihtelevat noin 5–7 neliön keräin pinta-alalle. Paisunta astian koot vaihtelevat 24–25 l välillä. Lämminvesiaraimien koot vaihtelevat 200–250 l välillä.

Kymppimetallilla kattavin paketti ja halvin kahdella keräimellä. Ruotsalainen Sunmax, jolla oli vain yksi keräinpaketti myytävänä, yllätti hinnallaan, sillä Suomesta sen saa halvemmalla kuin Ruotsista. Alfefernative solutions toimittaa laadukkaimpia tuotteita. Sillä heillä on kattavat www-sivut sekä hyvä palvelu. Hinta kyllä mietityttää, jos samalla hinnalla saa melkein kaksi pakettia Kymppimetallilta, kuin Alfefernative solutions:in tarjoamana Suomesta. Esim: Glygolin hinta on noin kolme kertaa kalliimpaa Alfefernative solutions:issa kuin Kymppimetallilla. Hintojen vertailu kyllä kannattaa, kuin näinkin isoja eroja on hinnoissa.

Esim. halfpipe putkikeräimen hinnoista

15-putkisen keräimen hinta on 1350,00 € sis. alv

25-putkisen keräimen hinta on 2015,00 € sis. alv

400€:lla saa tavallisen keräimen eli yhdellä 15-putkisen halfpipe-keräimen hinnalla saa melkein kolme ja puoli kahden neliön keräintä.

Alfefernative solutions:in valikoimissa oli vielä erikseen tehty valmis lämmönsiirtoputki, jossa en eristeet ja liittimet valmiina. Tämän projektin tarpeet olisivat olleet vähintään noin 20 metriä putkistoa, ja hinnaksi tulisi 1060 €. Kupariputken hinta on 12.10 € /metri. (11.11.2008)

$$12,10 \text{ €} \times 20 \text{ m} = 242,00 \text{ €}$$

$$1060 \text{ €} - 242 \text{ €} = 818 \text{ €}$$

Tämän laskun mukaan jäisi asennus ja eristysvaraa putkelle 818 €.

Tässä projektissa kannattavampi ratkaisu oli teettää ja eristää se itse, niin saa hyvän työpalkan itselleen verrattuna valmiiseen putkeen.

6 YHTEENVETO

Lopuksi huomataan, että hintavertailu kannattaa tehdä. Sillä saa vastinetta tunneille, jolloin työtä itse tekee. Tämänkin työn hintavertailussa joidenkin valmistajien paketit olivat yli kaksinkertaisissa hinnoissa. Esim. pakettihintavertailun säästö noin 2000 € on iso raha lämmitysjärjestelmän muuttamisbudjetissa. Myös oman työn osuus kannattaa miettiä. Kun putkiasentajan palkka on noin 30 €-50 €/tunti, maksaa viikon työ 40 €/tunti x 40 h = 1600 €. Asentajalta kannattaa kysyä, että mitä työvaiheita voisi tehdä itse. (helpompaa työtä Esim. Siivoaminen, putkien eristäminen aineiden haku kaupasta/hintavertailu ym. ammattimiehen työn helpottamiseksi ja tehostamiseksi). Tämä opinnäytetyö täyttää tarkoituksensa tehdä omakotitalon lämmitysjärjestelmästä aurinkolämmitystä hyödyntäväksi, raportoida siitä ja vertailla erillaisia komponentteja ja niiden hintoja. Toivottavasti tästä on sinulle hyötyä aurinkolämmityksestä kiinnostunut lisälämmönlähteenä.

LÄHDELUETTELO**Sähköiset lähteet**

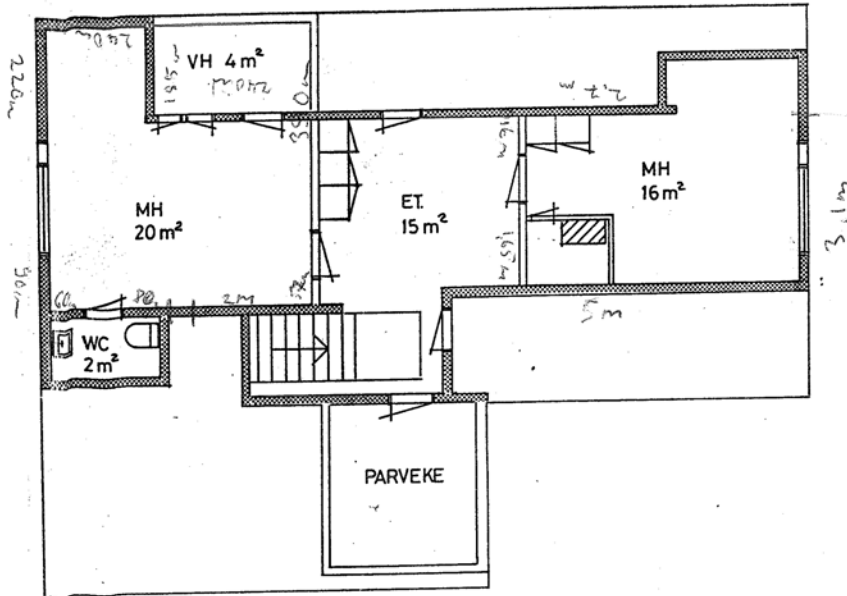
- 1 [Solar Thermal Action Plan for Europe](#) ESTIF, tammikuu 2007.
[www-sivu]. [viitattu 24.9.2008]
[\[http://www.estif.org/home/\]](http://www.estif.org/home/)
- 2 Uusiutuvan energian koulutusohjelma pro gradu -tutkielma.
[www-sivu]. [viitattu 24.9.2008]
[\[http://thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006636.pdf\]](http://thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006636.pdf)
- 3 HUT 2004: Miten aurinkokenno toimii? Helsinki University of technology. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2008]
[\[www.hut.fi/Units/AES/projects/renew/pv/pv-linkit.html\]](http://www.hut.fi/Units/AES/projects/renew/pv/pv-linkit.html)
- 4 Solpros 2001: Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa, projektin analyysiraportti. Tekes-projekti. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2008]
[\[www.kolumbus.fi/solpros/\]](http://www.kolumbus.fi/solpros/)
- 5 YE 2004: Aurinkokeräin. Ympäristöenergian mainossivut. [www-sivu]. [viitattu 30.9.2008]
[\[www.y-energia.com/Aurinkolampo/Aurinkokerain/aurinkokerain.html\]](http://www.y-energia.com/Aurinkolampo/Aurinkokerain/aurinkokerain.html)
- 6 Uusiutuvan energian koulutusohjelma pro gradu -tutkielma Jukka Väkeväinen.
[www-sivu]. [viitattu 30.9.2008]
[\[www.thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006636.pdf\]](http://www.thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006636.pdf)
- 7 HUT 2004: Miten aurinkokenno toimii? Helsinki University of technology. [www-sivu]. [viitattu 1.10.2008]
[\[www.hut.fi/Units/AES/projects/renew/pv/pv-linkit.html\]](http://www.hut.fi/Units/AES/projects/renew/pv/pv-linkit.html)
- 8 Aurinkolämpö – teknologia ja mahdollisuudet
Pro gradu- tutkielma Jyväskylän yliopisto Katri Komulainen .
[www-sivu]. [viitattu 2.10.2008]
[\[www.thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006303.pdf\]](http://www.thesis.jyu.fi/06/URN_NBN_fi_jyu-2006303.pdf)
- 9 Svensksolenergi
[www-sivu]. [viitattu 1.11.2008]
<http://www.svensksolenergi.se/>

- 10 Alternative Solutions.
[www-sivu]. [viitattu 1.11.2008]
<http://www.alternative.fi/>
- 11 www-sivut aurinkolämpö kotitalouksien lämminvesitarpeeseen .
[www-sivu]. [viitattu 3.11.2008]
<http://www.y-energia.com/index.html>
- 12 KSM-Lämpötekniikka Oy. [www-sivu]. [viitattu 3.11.2002]
<http://www.ksm.fi/tuotteet/satasolaraurinkokeraimet>
- 13 Kymppimetalli Oy. [www-sivu]. [viitattu 5.11.2002]
<http://www.elisanet.fi/kymppimetalli/Aurinkojarjestelmat.html>
- 14 Sähköposti 10.11.2008 Suvi Päivike. St1 Bioenergiamyymälä.

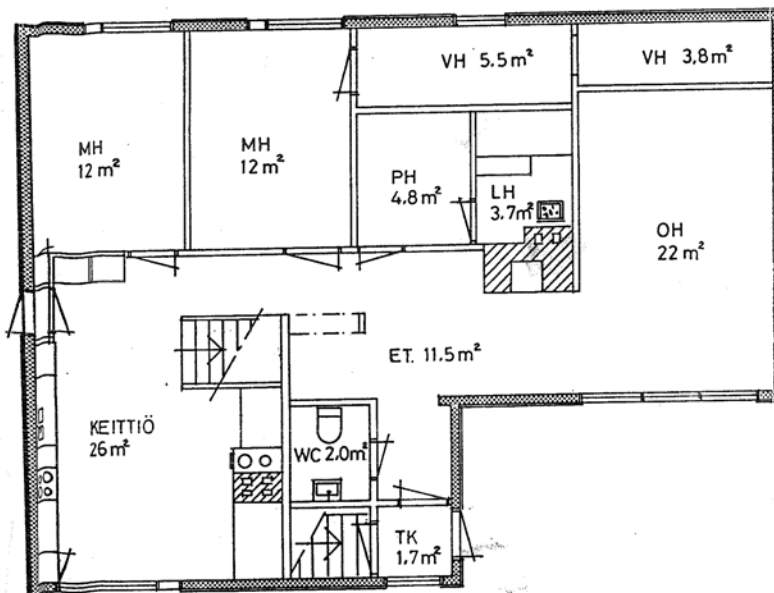
Liite Pohjapiirustus talosta

YLÄKERTA PA = 57 m²

HOUVEKOKO 2,15 m



ALAKERTA PA = 105 m²



EURA
ASUINRAKENNUS
AARNI JA ARMI NII EURA TURAJÄRVI
Liitt. Kari Koivunen 21430 Panelia
31.3.90 <i>Kari Koivunen</i>