

Tuomas Sjöberg

AURINKOLÄMMITYS KERROSTALOISSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2014

AURINKOLÄMMITYS KERROSTALOISSA

Sjöberg, Tuomas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Heinola, Reino
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 0

Asiasanat: aurinkoenergia, lämmitysjärjestelmät, aurinkolämmitys

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia aurinkolämmityksen vaatimuksia, hyötyjä ja kustannuksia kerrostalokohteissa. Aluksi työssä perehdyttiin aurinkolämmitykseen yleisellä tasolla, minkä jälkeen käytiin läpi tavallisen aurinkolämmitysjärjestelmän osia ja niiden toimintaa. Lopuksi tutkittiin aurinkolämmityksen vaatimuksia ja takaisinmaksuaikoja kerrostalokohteissa.

Aurinkolämmitykseen perehdyttiin alan kirjallisuuden ja Satakunnan ammattikorkeakoululla järjestetyn aurinkolämpöseminaarin kautta. Työssä tutkittiin pääasiassa aurinkolämmön kannattavuutta kaukolämpökohteissa. Työn tuloksena syntyi tiivis ja kattava tietopaketti aurinkolämmityksestä. Lisäksi työssä selvitettiin takaisinmaksuajat kolmelle eri aurinkolämmitysjärjestelmälle, joita voidaan käyttää suuntaa antavina malleina kerrostalokohteissa. Työn tarkoituksena on toimia ohjeena ja tietopaketina urakoitsijoille, jotka ovat kiinnostuneita aurinkolämmityksestä.

SOLAR HEATING IN APARTMENT HOUSES

Sjöberg, Tuomas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering.

May 2014

Supervisor: Heinola, Reino

Number of pages: 29

Appendices: 0

Keywords: solar energy, heating systems, solar heating

The purpose of this thesis was to research requirements, benefits and costs of solar heating systems in apartment houses. In this thesis studied first solar heating in a general level and after that went through the regular parts of a solar heating system and their working. Finally in this thesis researched demands of solar heating systems and payback times of them in apartment houses.

This thesis was carried out by using literature of the solar heating field and by using materials of the solar heating seminar, which arranged in Satakunta University of Applied Sciences. In this thesis studied mainly profitability of solar heating systems with district heating systems in apartment houses. The result of this thesis was a comprehensive information package of solar heating. In addition, in this thesis clarified payback times for three different solar heating systems. These payback times may be used indicative models in apartment houses. The purpose of this thesis is that this material could be a guide and information package for contractors.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	AURINKOLÄMMITYS	6
2.1	Aurinkolämmitys Suomessa	7
2.1.1	Energiamääräykset	9
2.2	Aktiivinen ja passiivinen aurinkolämmitys	9
2.3	Aurinkolämmitysjärjestelmän osat	12
2.3.1	Aurinkokeräimet.....	12
2.3.2	Putkisto	14
2.3.3	Pumppuyksikkö	14
2.3.4	Ohjausyksikkö	15
2.3.5	Lämmönvaihdin.....	15
2.3.6	Varaaja	16
3	KOhteena kerrostalo.....	18
3.1	Aurinkolämpö ja kaukolämpö.....	18
3.2	Aurinkolämpö ja maalämpö.....	20
3.3	Suunnittelu	21
3.4	Hyödyt ja kannattavuus.....	23
3.4.1	Esimerkki 1: kaukolämpö ja pieni aurinkolämmitysjärjestelmä	23
3.4.2	Esimerkki 2: kaukolämpö ja suuri aurinkolämmitysjärjestelmä	25
3.4.3	Takaisinmaksuaika (TMA).....	26
4	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET.....	29

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on tutkia aurinkolämmityksen vaatimuksia, hyötyjä kustannuksia kerrostalokohteissa. Työssä perehdytään aluksi aurinkolämmitykseen yleisellä tasolla, jonka jälkeen käydään läpi tavallisen aurinkolämmitysjärjestelmän osia ja niiden toimintaa. Lopuksi perehdytään aurinkolämmityksen vaatimuksiin ja takaisinmaksuaikoihin kerrostalokohteissa.

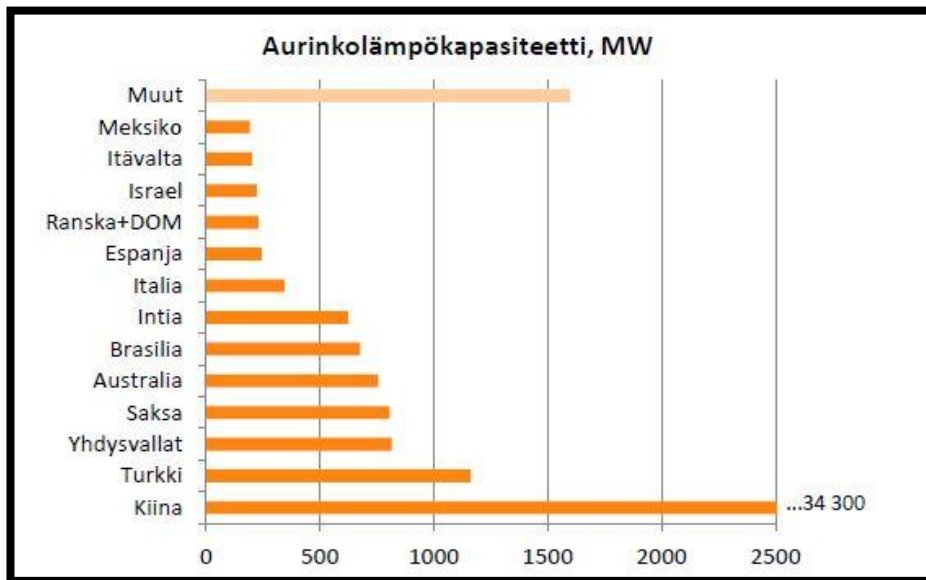
Opinnäytetyön aiheen sain Porilaiselta suunnittelutoimistosta. Rakennusurakoitsijat ovat olleet kiinnostuneita aurinkolämmön hyödyntämisestä kerrostaloissa ja näin olen kyselleet suunnittelutoimistosta järjestelmien toimivuudesta, kustannuksista ja hyödyistä. Opinnäytetyö voi toimia tietopakettina rakennusurakoitsijoille, jonka suunnittelutoimisto voi heille luovuttaa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan pääasiassa aurinkolämmityksen yhdistämistä kaukolämpöön, mutta käydään myös läpi asioita maalämpöön yhdistämisestä. Muita lämmitysmuotoja ei huomioitu, koska kaukolämpö ja maalämpö ovat tänä päivänä yleisimmät lämmitysmuodot kerrostaloissa. Apuna käytettiin kahta erilaista esimerkkiä aurinkolämmön ja kaukolämmön yhdistämisestä joiden avulla saatiin osviittaa kannattavuudesta ja järjestelmien koista. Opinnäytetyön tekemisen ohessa kävin Satakunnan ammattikorkeakoululla Solarforumin järjestämällä aurinkolämpöpäivillä. Aurinkolämpöpäivillä käytiin läpi perusasioita ja teknisiä seikkoja aurinkolämmityksestä.

2 AURINKOLÄMMITYS

Aurinkoenergia on puhdasta ja ilmaista. Sitä on tarjolla niin paljon, että maanpinnalle tulevalla säteilyenergialla voitaisiin hoitaa kaikki maapallon energiatarpeet. Ongelmana on vain energian hyödyntäminen. Aurinkoisten päivien ennustaminen on hankalaa ja lämpöenergian varastointi on vaikeaa, koska kunnollisia varastointimenetelmiä ei ole. (Harju 2010, 193.)

Aurinkolämpömarkkinat ovat voimakkaasti kasvaneet viimeisen 20 vuoden aikana. Vuonna 2010 arvioitiin maailman aurinkomarkkinoiden suuruudeksi noin 200 GW ja tuotannoksi noin 162 TWh/a. Aurinkolämpöä käytetään tyypillisesti pientalojen käytöveden valmistukseen, mutta osittain myös tilojen lämmitykseen. Useita esimerkkejä maailmalla on jo myös suurista aurinkolämmön tuotantolaitoksista esimerkiksi Kanadassa, USA:ssa, Singaporessa, Kiinassa ja Tanskassa. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 7.)



Kuva 1. Aurinkolämpökapasiteetti maailmalla vuonna 2010 (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 7).

Kuva 1:n perusteella voidaan todeta, että aurinkolämmön suurin hyödyntäjämaa on selkeästi Kiina, jonka kapasiteetiksi on arvioitu noin 34 GW. Kiinaan sijoittuu uudesta kapasiteetista arvioiden mukaan yli 80 %. Aurinkolämpöä hyödynnetään Kiinassa

lähinnä kotitalouksissa pääsääntöisesti käyttöveden valmistukseen. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 7.)

Vuonna 2010 aurinkolämpö tuotettiin Euroopassa arviolta 15- 20 TWh. Tuotanto Euroopassa on lähes yksinään kotitalouksien omaa tuotantoa. Keskitetyt ratkaisut olivat vähässä, niiden osuus oli alle 1 %. Tanska on poikkeus, jossa aurinkolämmön keskitetty tuotanto on yleistynyt nopeasti ja yli 30 % aurinkolämmöstä tuotetaan jo keskitetyillä järjestelmillä. Keskitetyt järjestelmät Tanskassa on liitetty kaukolämpöön, muuten aurinkolämmön tuotannon liittäminen kaukolämpöön on vielä melko harvinaista. Muutamia esimerkkejä löytyy kuitenkin myös Itävallasta, Ruotsista ja Saksasta. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 7.)

2.1 Aurinkolämmitys Suomessa

Aurinkolämmön hyödyntäminen Suomessa on vielä melko pienimuotoista. Arvioitu tuotanto vuonna 2010 oli alle 20 GWh. Suomi ei ole aurinkolämmityksen suhteen niin hyvällä sijainnilla maailmankartalla kuin esimerkiksi päiväntasaajan kohdalla olevat maat, mutta silti Suomenkin leveysasteilla saadaan yllättävän hyvin energiaa auringosta. Moni luulee, että kun ulkolämpötilamittari näyttää pakkaslukemia, ei aurinkoenergiaa pysty hyödyntämään. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, koska tyhjiöputkikeräimillä pystytään hyödyntämään aurinkoenergiaa pakkasillakin. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 7; Kaukoran www-sivut 2014.)

Aurinkolämmityksen kehittymistä on hidastanut muita lämmitysmuotoja kalliimmat investointikustannukset sekä talvikauden heikko hyöty. Viimeaikainen teknologian kehitys, rakentamismääräykset, energiatehokkuusvaatimukset, sekä aurinkoenergian ekologisuus ja imago ovat herättäneet kiinnostusta aurinkolämpöä kohtaan. EU:n aurinkoenergiamarckkinoista Suomen osuus on alle 1 %. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 8; Lindström 2008, 7.)

Etelä-Suomessa vuosittaiset auringon säteilymäärät ovat suurin piirtein samaa luokkaa, kuin Keski-Euroopassa. Vuodenaikavaihtelut ovat kuitenkin suuremmat Suomessa ja 90 % auringon säteilyenergiasta saadaan maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana. (Kaukoran www-sivut 2014.)

Auringon kokonaissäteily Etelä-Suomessa on vaakatasolla ja vuositasolla noin 1000 kWh/m² ja Keski-Suomessa noin 900 kWh/m². Taulukossa 1 on lueteltu aurinkoenergian vuosittaisia saantimahdollisuuksia eri leveyspiireillä. Aurinkoenergiailaitteeseen, kuten aurinkokeräimeen, osuvaan säteilyyn vaikuttaa säteilyn voimakkuus ja laitteen suuntaus. (Erat, Erkkilä, Nyman, Peippo, Peltola & Suokivi 2008, 13.)

Taulukko 1. Aurinkoenergian vuosittainen saantimahdollisuus vaakatasossa, Suomessa ja muualla maailmassa (Erat ym. 2008, 13).

Sijainti	Leveyspiiri	kWh/m ² /a
Helsinki	60° 12' N	938
Jokioinen	60° 49' N	887
Sodankylä	67° 22' N	807
Aden	12° 24' N	2708
El Paso	31° 48' N	2309
Dakar	14° 44' N	2152
New Delhi	28° 35' N	1987
Nairobi	1° 18' S	1855
Lissabon	38° 43' N	1689
Buenos Aires	34° 35' S	1622
Melbourne	37° 49' S	1588
Rooma	41° 48' N	1435
New York	40° 47' N	1405
Montreal	45° 30' N	1240
Wien	48° 15' N	1070
Pariisi	48° 49' N	1032
Lontoo	51° 31' N	1023
Tukholma	59° 21' N	993
Kööpenhamina	55° 40' N	976
Hampur	53° 38' N	938
Bergen	60° 24' N	908
Pietari	59° 58' N	908
Reykjavik	64° 08' N	798

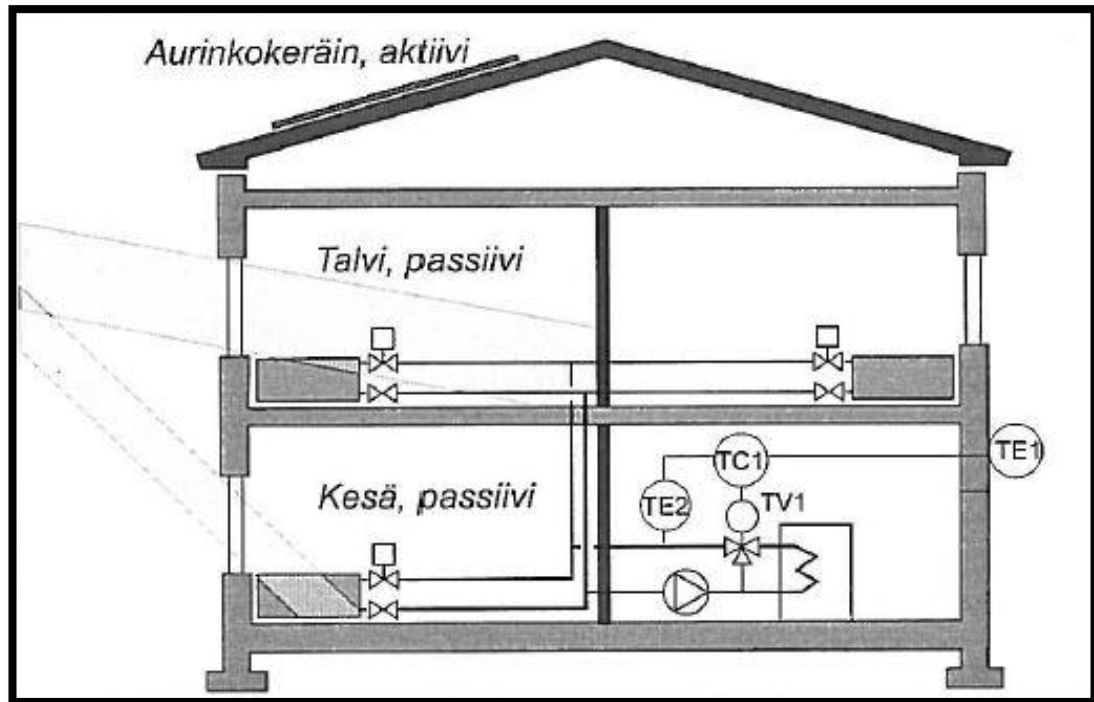
2.1.1 Energiämääräykset

Vuonna 2012 voimaan tulivat uudet, kokonaisenergiankulutukseen perustuvat rakentamisen energiämääräykset uudisrakentamiselle. Korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräyksiä koskeva asetus viranomaiskäytössä oleville rakennuksille astui voimaan 1.6.2013 ja muille rakennuksille 1.9.2013. Kokonaisenergiatarkastelu eli E-luvun laskenta perustuu ostoenergian määrään. Näin ollen kiinteistön itsensä tuottama aurinkolämpö on yksi mahdollisuus vähentää ostetun energian määrää ja siten voidaan päästä määräysten velvoittamalle tasolle. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 8.)

Vuosikymmenen lopulla rakentamisen energiatehokkuusvaatimukset tiukkenevat entisestään. Uusien valtion rakennusten on oltava lähes nollaenergiataloja vuonna 2019 ja kaksi vuotta myöhemmin myös kaikkien uusien rakennusten on täytettävä lähes nollaenergiavaatimukset. Kriteereitä lähes nollaenergiataloille ei ole vielä määritetty, mutta vuonna 2015 tullaan julkaisemaan ohjeelliset suositukset. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi 2010/31/EU velvoittaa lisäksi jäsenmaat ilmoittamaan vuoden 2014 loppuun mennessä, kuin jäsenmaat aikovat saavuttaa veloitteet uusiutuvan energian vähimmäistasosta kunnostettavissa ja uusissa rakennuksissa. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 8.)

2.2 Aktiivinen ja passiivinen aurinkolämmitys

Harjun (2010, 193.) mukaan auringonsäteilyä voidaan hyödyntää rakennuksien lämmityksessä joko aktiivisesti tai passiivisesti. Aktiivisessa aurinkolämmityksessä hyödynnetään erillisiä kerääjiä tai varaajia, kun taas passiivisessa aurinkolämmityksessä erillisiä laitteita ei käytetä. Kuvassa 2 näkyvät aktiivisen ja passiivisen aurinkolämmityksen erot. Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain aktiivisen aurinkolämmityksen hyödyntämiseen kerrostaloissa taso- ja tyhjiöputkikeräinten avulla.



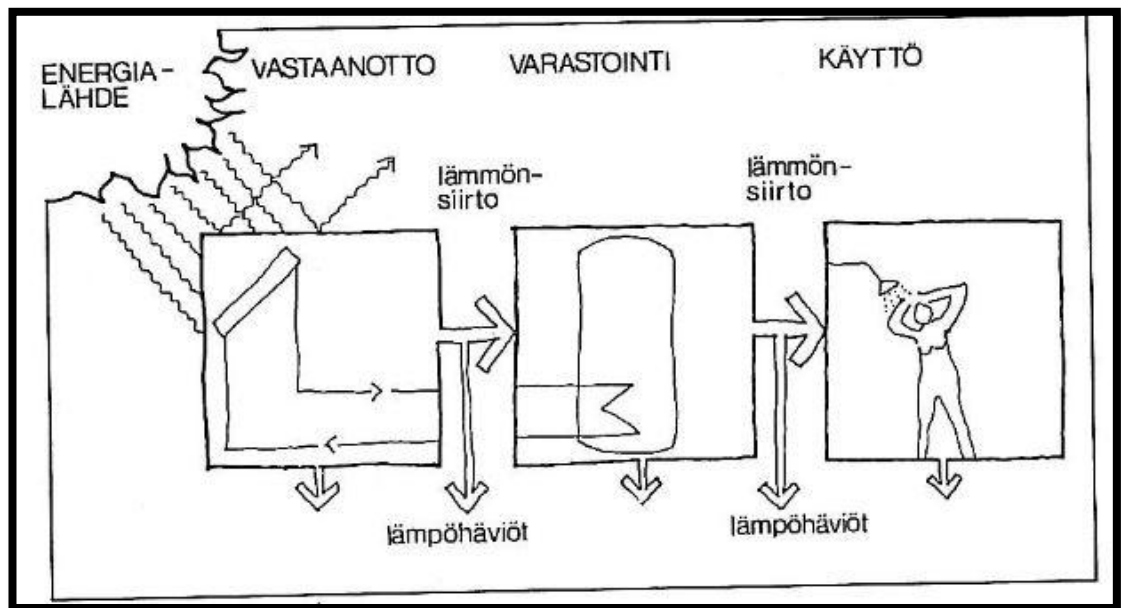
Kuva 2. Passiivinen ja aktiivinen aurinkolämmitys (Harju 2010, 193).

Kun auringon säteilyenergiaa käytetään passiivisesti hyväksi, rakennus kerää auringon energiaa ja lämpö varastoituu sen rakenteisiin. Täysin passiivisessa aurinkotalossa ei ole mitään muita lisälaitteita aurinkoenergian keräämistä varten. Kaikki rakennukset varastoivat aurinkoenergiaa, mutta sen määrä vaihtelee rakennusten muodon, sijoituksen, suuntauksen, ikkunoiden koon ja sijainnin sekä rakennusmateriaalien mukaan. Oikein sijoitetussa ja kunnolla suunnitellussa rakennuksessa voidaan tyydyttää noin viidesosa kokonaislämmöntarpeesta hyödyntämällä passiivisesti aurinkoenergiaa. (Erat ym. 2008, 52.)

Aktiiviset aurinkolämmitysjärjestelmät ottavat suoraan aurinkoenergiaa talteen ja siirtävät tämän energian lämpövarastoon (varaajaan), josta se siirretään eri käyttökohteisiin (Erat ym. 2008, 72). Aktiivisen aurinkolämmityksen peruseriaate näkyy kuvassa 3.

Olemassa on myös seinään asennettavia aurinkoilmakehämiä. Kyseisissä järjestelmissä rakennuksen ulkoseinän ja keräimien väliin jätetään ilmatilaa, jonka aurinko lämmittää. Tämän ilmatilan ilma johdetaan rakennuksen ilmanvaihtolaitteistoon ja sitä kautta tilojen lämmitykseen. Amerikassa järjestelmiä on käytetty muun muassa

suurten hallien lämmitykseen. Suomessa ei ainakaan vielä kyseinen järjestelmä ole kasvattanut suosiotaan. (SolarWallin www-sivut 2014.)



Kuva 3. Aktiivinen aurinkolämmitys (Erat ym. 2008, 72).

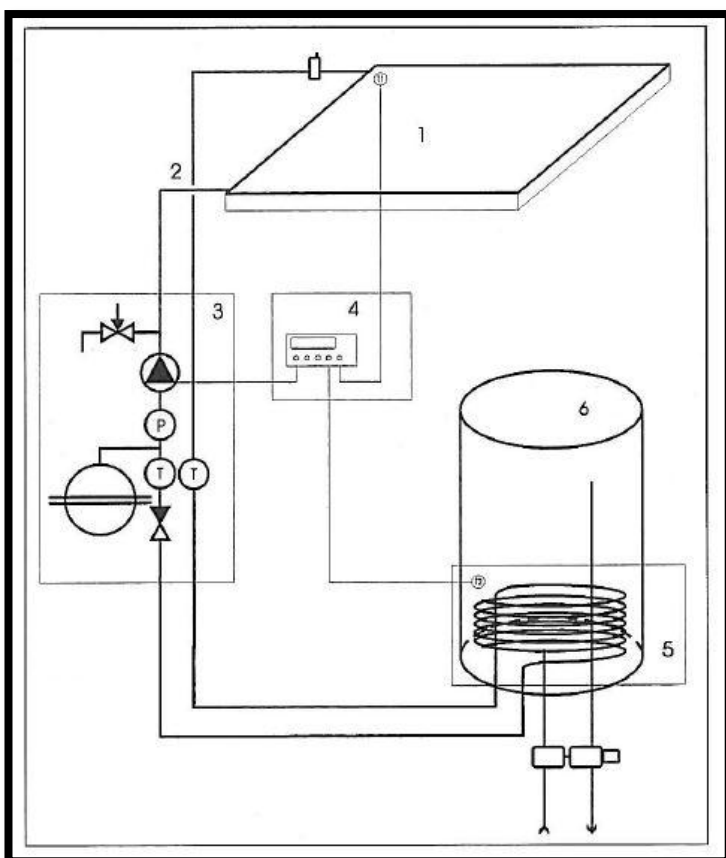
Aktiivisen aurinkolämmön tärkeimmät käyttökohteet ovat käyttöveden, huonetilojen ja uima-altaiden lämmitys. Aurinkolämpöä käytetään hyödyksi toisen lämmitysmuodon rinnalla. Erityisen hyvin se soveltuu käytettäväksi sellaisen lämmitysjärjestelmän yhteyteen, jossa on jo varaaja. (Kaukoran www-sivut 2014; Motiva pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 29).

Pääasiassa aurinkolämpöä käytetään lämpimän käyttöveden lämmitykseen. Noin puolet lämpimän käyttöveden tarvitsemasta lämmitysenergiasta voidaan tuottaa aurinkolämmöllä. (Kaukoran www-sivut 2014.)

Aurinkolämpöä saadaan, kun auringosta saatava säteily muutetaan lämmöksi aurinkokerääjien avulla, joissa kierrätetään pumpun avulla jäätymätöntä lämmönsiirtoliuosta. Kun neste on lämmennyt keräimessä, siirretään se lämmönvaihtimen välityksellä lämmönvaraajaan. Kokonaisuudessaan aktiivinen aurinkolämpöjärjestelmä koostuu aurinkokeräämistä, putkistosta, varaajasta sekä pumppu- ja ohjausyksiköstä. (Kaukoran www-sivut 2014.)

2.3 Aurinkolämmitysjärjestelmän osat

Tässä osiossa kerrotaan katolle asennettavan perinteisen aurinkolämmitysjärjestelmän osista ja niiden toiminnasta. Kuvassa 4 näkyy tavallisen aurinkolämmitysjärjestelmän osat.



Kuva 4. Aurinkolämmitysjärjestelmän pääosat: 1) keräin, 2) putkisto, 3) pumppuyksikkö, 4) ohjausyksikkö, 5) lämmönvaihdin (tässä kierukka) ja 6) varaja (tässä vedenlämmitin) (Erkkilä 2003, 30).

2.3.1 Aurinkokeräimet

Aurinkokeräinten toimintaperiaate on, että keräimen musta pinta lämpenee auringon paisteessa. (Erkkilä 2003, 30.) Tämän jälkeen lämpö siirtyy nesteeseen tai ilmaan mukana lämpövarastoon tai suoraan käyttöön. (Erkkilä 2003, 30; Erat ym. 2008, 72.)

Auringonsäteilyä lämmöksi muuttava keräin voi olla keskittävä keräin, tasokeräin tai tyhjiöputkikeräin. **Keskittävät keräimet** toimivat parhaiten voimakkaassa ja suoras-

sa auringonsäteilyssä ja niillä voidaan tuottaa korkealämpötilaista vettä. Niiden avulla ei kuitenkaan voi hyödyntää auringon hajasäteilyä, jonka osuus kokonaissäteilystä on suuri Suomessa. (Harju 2010, 193.) Opinnäytetyön tekijä näki paljon keskittäviä kerääjiä ollessaan matkalla Kreetan saarella Kreikassa. Kerääjät ja pieni vesisäiliö olivat rakennusten katoilla, näin myös auringonsäteily lämmitti vesisäiliötä.

Suomessa yleisimmät keräintyypit ovat tasokeräin ja tyhjiöputkikeräin. **Tasokeräijien** avulla voidaan hyödyntää myös hajasäteilyä, mutta veden lämpötilataso jää alhaisemmaksi, kuin keskittävässä kerääjissä. Nestekiertoisen tasokeräimen auringonpuoleinen pinta on musta mattapinta, joka absorboi (imee) parhaiten auringon säteilyn. Kenno on sijoitettu kehyksen kaksikerroksisen selektiivilasin alle. Lasi tarkoitus on estää absorptiopinnasta heijastuvaa säteilyä poistumasta kerääjästä. Lämpö siirtyy keräimen keskellä olevaan selektiivisesti pinnoitettuun keräysputkeen ja sen sisällä virtaavaan lämmönsiirtoliuokseen. Tyypillinen toimintalämpötila tasokeräimissä on 30 - 70 °C. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 9; Harju 2010, 193.)

Tyhjiöputkikeräimet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: u-putki- ja lämpöputki- (heat-pipe) tyyppisiin tyhjiökeräimiin. U-putki-tyyppisellä toimintaperiaate on sama, kuin tasokeräimillä, kun taas lämpöputki-tyyppisessä tyhjiökeräimessä keräimen neste höyrystyy ja sitten siirtää lämmön putkia pitkin lämmönsiirtimeen ja jakotukin kautta kiertopiiriin. Keräimen sisäosissa lämpötila voi aurinkoisina päivinä nousta jopa yli +250 °C. Normaalitylanteessa tyhjiöputkikeräimen tyypillinen toimintalämpötila on 70 - 120 °C. Tyhjiöputken rakenteen ansiosta tyhjiöputkien pinta pysyy kuitenkin viileänä koko ajan. (Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa 2013, 9; Harju 2010, 194.)

Keräimen pyöreä 360° muotoinen selektiivinen keräinpinta (absorbaattori) tyhjiöputkien sisällä ottaa tehokkaasti auringon säteitä aamusta iltaan. Parabolinen heijastinpeili lisäksi auttaa kohdistamaan auringosta tulevia säteitä putkien koko keräinpintalalle. (Harju 2010, 194.)

Auringonsäteily sekä heijastunut että suora hajasäteily läpäisee tyhjiöputken uloimman lasin ja osuu sisemmällä olevan lasiputken pinnalla olevaan selektiiviseen tum-

maan absorptiopintaan, jonka pinnoite absorboi tehokkaasti auringonsäteitä ja muuttaa säteilyn lämmöksi. Selektiivisen absorptiopinnan alla kiertää lämmönsiirtoneste putkissa. Kertynyt lämpö siirtyy suoraan selektiivipinnasta putkiin ja sitä kautta nesteeseen, joka siten lämpenee nopeasti. Lämmennyt neste johdetaan keräämistä eristettyjä putkia pitkin lämminvesivaraajaan joko lämmönvaihtimen kautta tai suoraan. (Harju 2010, 194.)

2.3.2 Putkisto

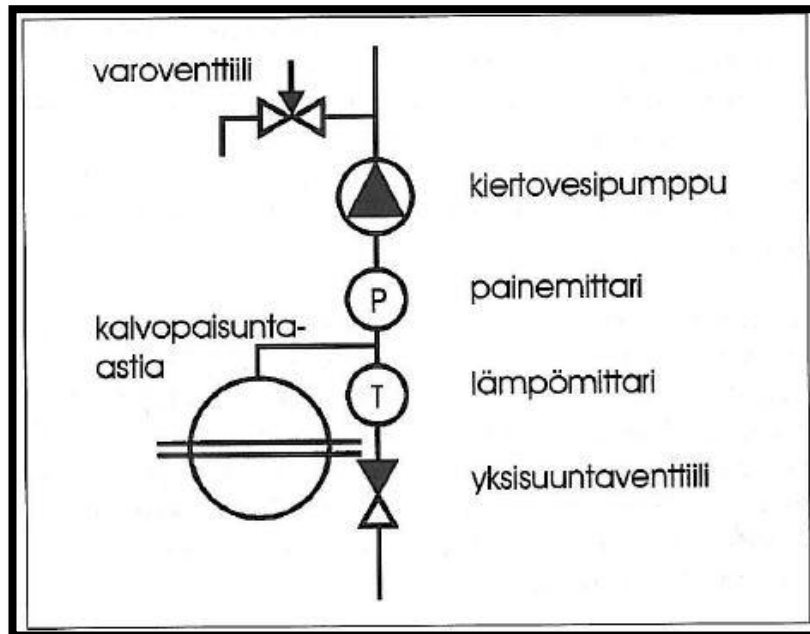
Kerääjäpiirin putkimateriaalina käytetään yleensä kuparia tai RST- haitariputkea. Putkitus pyritään tekemään mahdollisimman lyhyeksi ja suoraksi. Neste kierrätetään pumpun avulla. Verkoston tyhjennysmahdollisuus on voitava toteuttaa kuten myös laitoksen ilmaus. Koska ylipainetta muodostuu järjestelmässä, on se varustettava varoventtiilillä ja paisunta-astialla. (Harju 2010, 196.)

Kerääjäpiirin automatiikka säätää veden kiertoa niin, että varaajasta pääsee kerääjään lämmintä vettä vain silloin, kun kerääjien veden lämpötilan on korkeampi kuin varaajan veden lämpötila. Tämä toteutetaan esim. siten, että termostaatti pysäyttää kiertopumpun kun kerääjäpiiri jäähtyy. Kiertopiiriin voidaan myös asentaa venttiili, joka avautuu kun kerääjäpiirin lämpötila on korkeampi kuin varaajan lämpötila. Kylmänä aikana kiertoaineen on oltava pakkasen kestävä. Lämmönsiirtonesteena järjestelmissä käytetään yleensä vesi- propyleeniglykoliseosta. (Harju 2010, 169; Erkkilä 2003, 41.)

2.3.3 Pumppuyksikkö

Pumppuyksikön tehtävä on saada aikaan sopiva virtaus aurinkokeräimissä. Pumppuyksikköön kuuluvilla apulaitteilla voidaan seurata järjestelmän tilaa ja toimintaa. Pumppuyksikköön kuuluvat osat ja apulaitteet näkyvät kuvassa 5. Samaan kokonaisuuteen kuuluu myös järjestelmän täyttämiseen ja tyhjentämiseen tarvittavat yhteen. (Erkkilä 2003, 43.)

Pumppuyksikkö asennetaan lämmönvaihtimen jälkeen eli pumppu työntää kiertonestettä keräimiä kohti. Pumppu on asennettava piirin viileämmälle puolelle, jotta kuplien muodostumisen riski pienenee. Tällöin myös pumpun elinikä pitenee. (Erkkilä 2003, 43.)



Kuva 5. Esimerkki aurinkolämpöjärjestelmän pumppuyksiköstä. (Erkkilä 2003, 43.)

2.3.4 Ohjausyksikkö

Aurinkolämmitysjärjestelmän ohjausyksikön ansiosta pumput käyvät vain silloin, kun keräimet ovat lämpimämpiä kuin varaaja. Näin lämpö saadaan keräimistä varaajaan ilman jäädyttävää vaikutusta. Ohjausyksikkö sisältää keskusyksikön ja vähintään 2 kpl lämpötila-antureita: keräinanturi ja varaaja-anturi. Anturit on asennettava huolellisesti, jotta ne näyttäisivät oikean asian lämpötilan. Ne on asennettava myös niin, että ne ovat myöhemmin helposti vaihdettavissa. (Erkkilä 2003, 46.)

2.3.5 Lämmönvaihdin

Aurinkolämmitysjärjestelmä on suljettu piiri, josta auringosta saatua lämpöä siirretään keräimistä varaajaan lämmönvaihtimen välityksellä. Lämmönvaihdin on joko sisäinen tai ulkoinen. Tyypillinen sisäinen lämmönvaihdin on kampakuparikierukka,

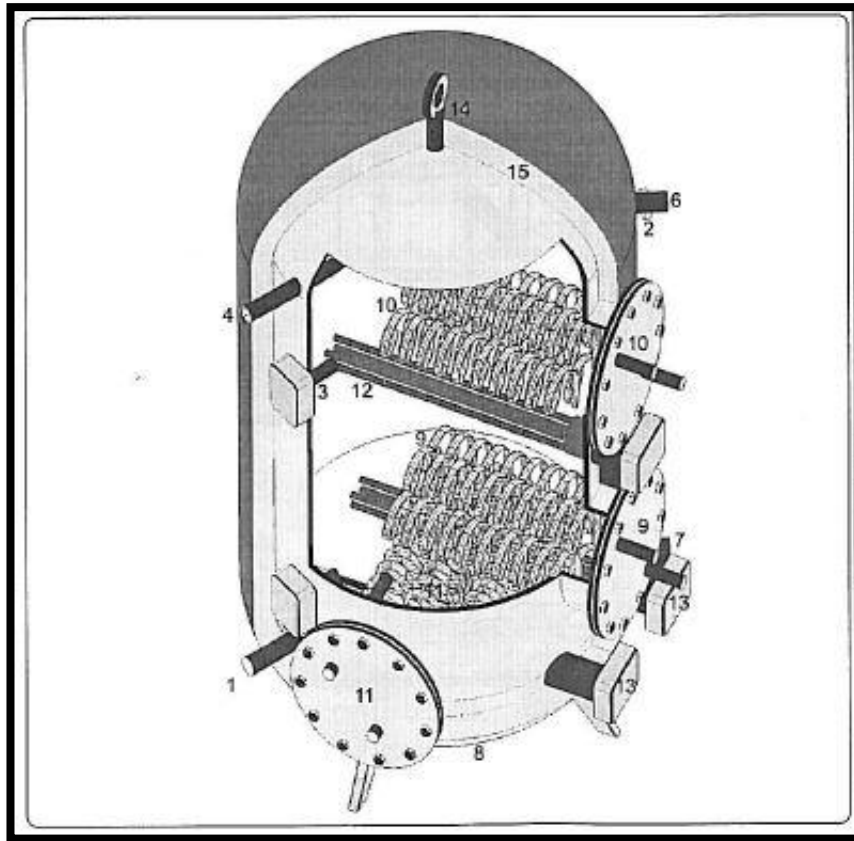
joka asennetaan varaajan alaosaan. Sileään kupariin verrattuna kampakupari on ominaisuuksiltaan ylivoimainen. (Erkkilä 2003, 49.)

Koska varaajan vesi kierukan ulkopuolella liikkuu vain lämpenemisen voimasta, tarvitaan sen ulkopinnalla enemmän lämmönluoovutuspintaa, kuin sisäpuolella. Lämmönsiirtonesteen nopea virtaus kierukan sisäpuolella saa aikaan tehokkaan lämmönsiirtymisen. Turbulenssin syntymistä edesauttaa myös kampakupariputken hieman aaltoileva sisäpinta. (Erkkilä 2003, 50.)

Lämmönvaihtimena voidaan käyttää myös ulkoista levylämmönvaihdinta, jonka avulla pääsään erittäin tehokkaaseen ratkaisuun. Koska molemmat lämmönvaihtimen virtauksen ovat pumpun aikaan saamia, voidaan ne lämmönsiirron kannalta optimoida. Ulkoinen lämmönvaihdin mahdollistaa varaajan kerrostuneisuuden hallinnan. Ulkoinen levylämmönvaihdin nostaa aurinkolämmitysjärjestelmän alkuinvestointikuluja. (Erkkilä 2003, 51.)

2.3.6 Varaaja

Auringosta saatava lämpö varastoidaan yleensä vesivaraajan veteen. Varaajan vedenkierrossa pyritään varaajassa olevan veden kerrostumiseen, ei sekoittumiseen. Varaajan yläosassa oleva lämmin vesi ja alaosassa oleva kylmä vesi kerrostuvat, jos niitä ei sekoiteta. Jo metrin korkeuserolla lämpötilaero on useita kymmeniä asteita. Kuvassa 6 tavallinen energiavaraaja kahdella lämminvesikierukalla (Harju 2010, 195.)



Kuva 6. Energiavaraaja: 1) menojohdo esim. kattilaan, 2) lämpömittari, 3) termostaatti tai lämpömittari, 4) vesi kattilasta varaajaan, 5) kiehunna ja paisuntayhde, 6) menojohdo lämmitysverkostoon, 7) lämpömittari, 8) varaaja, 9) LV- kierukka, 10) LV- kierukka, 11) aurinkolämmityskierukka, 12) sähkövastus, 13) sähkövastus, 14) pinoite ja 15) eriste (Harju 2010, 195).

3 KOHTEENA KERROSTALO

Suomessa useimmissa kerrostaloissa lämmitysmuotona on kaukolämpö. Viimeisten vuosien aikana kerrostaloihin on myös tullut muita lämmitysmuotoja, kuten maalämpö. Kaukolämpö on silti yleisin, koska suuremmissa kohteissa se on helpoin ja varmin tapa hoitaa lämmitys ja käyttöveden valmistus. Tässä osiossa käsitellään aurinkolämmön soveltuvuutta kaukolämpöön ja maalämpöön.

Aurinkolämmityksen hyödyntäminen kerrostaloissa tarkoittaa tällä hetkellä melkein aina sitä, että sen avulla voidaan mahdollisesti kesäaikana hoitaa lämpimän käyttöveden lämmitys. Kaukolämmöllä lämpiävän kerrostalon lämmityksessä aurinkolämmityksestä ei juuri ole hyötyä, toisin kuin maalämpökohteissa.

Kerrostalon huoltoyhtiön tai talonmiehen on ymmärrettävä laitteiden päälle. Järjestelmä sinänsä ei vaadi paljoa huoltoa, mutta järjestelmän toimivuutta pitää tarkkailla. Toisaalta järjestelmässä voi olla myös etäluenta, jolloin ongelman sattuessa huoltoryhmä menee hoitamaan vian. Vuosittainen huoltotoimenpide on keräimien pinnan puhdistus. Kuluvia osia ovat varsinkin järjestelmän pumput ja tyhjiöputkikeräimien tyhjiöputket, jotka ovat vaihdettavissa. Jokaiseen huoneistoon voisi asentaa myös energiamittarit, joista asukkaat näkisivät sen hetkisen auringosta saatavan hyödyn ja energian määrän.

Huomioitavaa on myös, että aurinkolämmitysjärjestelmiin valtio myöntää energiaturkea. Vuonna 2014 energiaturan määrä aurinkolämpöhankkeissa on 20 % hyväksyttävistä kustannuksista. (Työ- ja elinkeinoministeriön [www-sivut](http://www.sivut).)

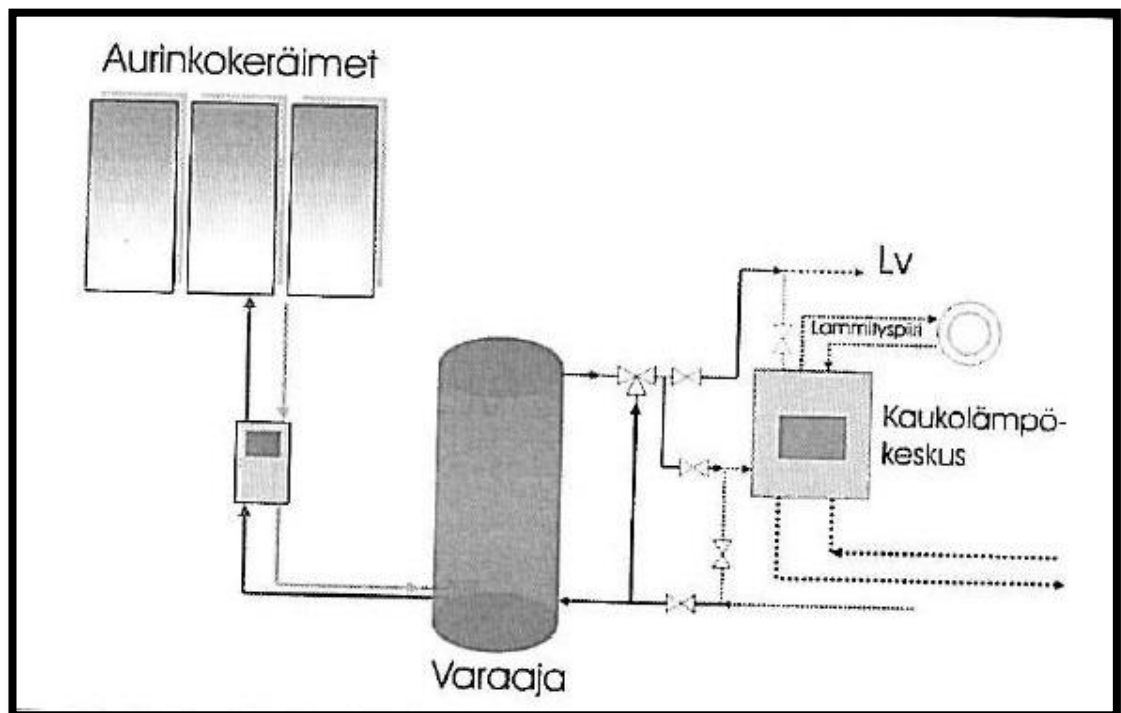
3.1 Aurinkolämpö ja kaukolämpö

Kaukolämpöä käytetään niin uusissa kuin vanhoissa kerrostaloissa. Kaukolämpöä käytettäessä ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa. Jos kaukolämmön kanssa hyödynnetään aurinkolämpöä, yleisin tapa on käyttää varaajaa. Käyttöpisteestä tulee aina sopivan lämpöistä vettä eikä tarvitse huolehtia, paistaako aurinko tai ei, koska tarvit-

tavan loppulämmityksen hoitaa kaukolämpö. Kuvassa 7 näkyvä yksinkertainen kytkentätapa soveltuu juuri kaukolämmölle, koska siinä ei sekoiteta kuumaa ja kylmää vettä lämpimän käyttöveden sopivan lämpötilan aikaansaamiseksi. (Erat ym. 2008, 106.)

Lämpökeskuksen lämmönsiirtimelle tulevaa vettä lämmitetään kaukolämpövedellä niin paljon, että lähtevän veden lämpötila on oikea. Jos tuleva vesi on lämmitetty esim. 30 asteiseksi, niin kaukolämpö hoitaa lämmityksen 30 °C asteesta 55 °C asteeseen ja näin säästyy kaukolämpöä. (Erat ym. 2008, 106.)

Sellaisilla alueilla, joissa hyödynnetään CHP- kaukolämpöä (combined heat and power, sähkön ja lämmön yhteistuotanto), aurinkolämmön hyödyntäminen voi olla kannattamatonta. Aalto Yliopiston tutkimuksen mukaan CHP- kaukolämmön päästökerroin on huomattavasti pienempi, kuin jopa maalämmön. (Fortumin www-sivut 2013)



Kuva 7. Aurinkolämmön ja kaukolämmön kytkentäesimerkki (Erat ym. 2008, 106).

3.2 Aurinkolämpö ja maalämpö

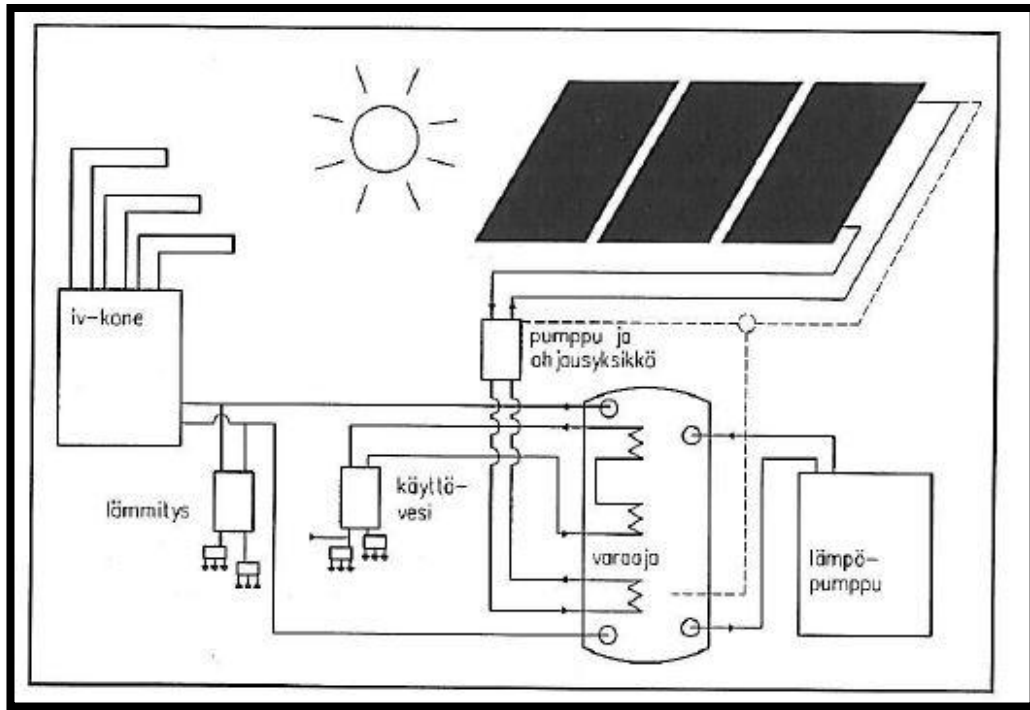
Lämpöpumppu on sähkölämmityksen muoto, jossa keskimäärin kaksi kolmasosaa saatavasta energiasta on ilmaista. Maalämpöpumpun avulla tämä voi olla parhaimmillaan jopa kolme neljäsosaa. Lämpöä saadaan joko maahan asennetulla keruuputkistolla, tai kallioperään poratuilla lämpökaivoilla. Motivan mukaan vuonna 2011 noin joka toiseen uudisrakennukseen asennettiin maalämpö. (Erat ym. 2008, 105; Lähienenergian valintaopas 2013, 8). Näistä suurin osa oli omakotitalokohteita. Kerrostaloissa maalämpöä ei vielä kovin monissa kohteissa ole, mutta on selvästi kasvattanut suosiotaan viime aikoina.

Kun aurinkolämmitys halutaan yhdistää maalämpöön, suoraviivaisin ja helpoin tapa on kytkeä aurinkokeräimet varaajaan lämmönsiirtimen avulla. Vaikka lämpöpumpuissa olisi sisäinen varaaja, pitää kerrostalokohteisiin hankkia yksi tai mahdollisesti useampi erillinen varaaja, koska lämpöpumppujen sisäinen varaaja on liian pieni suuriin rakennuskohteisiin. (Erat ym. 2008, 106). Maalämpökohteissa varaajaa käytetään käyttöveden valmistuksen lisäksi lämmitykseen. Näin ollen varaajan koko on maalämpökohteissa suurempi, kuin kaukolämpökohteissa. Kuvassa 8 näkyy aurinkolämmön ja maalämmön kytkentäesimerkki.

Auringosta saataessa riittävästi energiaa, ei lämpöpumpun tarvitse käydä. Varaajassa on lämpöanturi, joka käynnistää tarvittaessa lämpöpumpun. Varaajan yläosassa on sähkövastus, joka tuottaa lämpöä kun lämpöpumpun ja aurinkokeräimen lämpömäärä ei riitä. Näin ollen lämpöpumppu voi siis olla vain lämpöpumppu-moduuli, jossa ei ole lämpimän käyttöveden tuottolaitetta (tulistinta) ja lämpöjärjestelmän ohjauslaitteistoa. Ne kun ovat jo varaajassa. (Lindström 2008, 32.)

Käyttöveden lämmityslaitetta ei ole lämpöpumppumoduulissa, jolloin sähkövastus ja aurinkolämpö hoitavat lämpimän käyttöveden tuottamisen. Kesäaikana maalämpöpumpun ei siis tarvitse käydä paljonkaan. Tämä lisää maalämpöpumpun käyttöikä. Lämpöpumpun mennessä rikki, saadaan lämpöä ja lämmintä käyttövettä kuitenkin sähkövastuksen lämmittämästä varaajasta. (Lindström 2008, 32.)

Aurinkolämmitysjärjestelmä liitettäessä jo olemassa olevaan maalämpöpumppuun tarvitaan niin suuri varaaja, että se riittää muutaman päivän lämmön ja lämpimän käyttöveden tarpeeseen.



Kuva 8. Aurinkolämmön ja maalämmön kytkentäesimerkki (Erat ym. 2008, 105).

3.3 Suunnittelu

Suunnittelun lähtökohta on se, kuinka paljon kerrostalossa kuluu käyttövettä. Vuotuisesta käyttöveden kulutuksesta voidaan noin puolet tuottaa aurinkolämmöllä (maalisyyskuun välinen jakso). Vaikka talvellakin aurinkolämpöä pystytään hyödyntämään tyhjiöputkikeräimien avulla, on silloin saatava hyöty kuitenkin pienempi, kuin kesällä mahdollisesti saatava hyöty (Lähienergian valintaopas 2013, 14).

Aurinkokeräimien paikan valitsemisessa tärkeintä on, että keräimet eivät jää varjoon vaan aurinko pääsee paistamaan keräimiin mahdollisimman esteettömästi koko päivän ajan. Luontevin paikka keräimille on kerrostalon katolla. (Erat ym. 2008, 83.)

Keräimien suuntauksessa on otettava huomioon kaksi muuttujaa: suuntauskulma ja kallistuskulma. Suomen olosuhteissa paras asennussuunta on etelä, mutta paras kal-

listuskulma riippuu millaista hyötyä ollaan hakemassa. Jos järjestelmästä halutaan hyötyä koko vuoden ajan, paras kallistuskulma Suomen leveysasteilla on 45°. Mikäli tuottoa halutaan optimoida kesällä, loivempi kulma riittää. Jos taas halutaan vahvistaa kevättalven tuottoa, keräimet kannattaa asentaa pystympään n. 60° kulmaan. (Erat ym. 2008, 83- 84.)

Varaajan sijoittaminen kerrostaloon voi olla hankalaa varsinkin vanhoissa kerrostalokohteissa, koska tilaa on mahdollisesti tarjolla rajallisesti. Uudiskohteissa lämmönjakuhuoneeseen voidaan jo suunnitteluvaiheessa varata sopiva paikka varaajalle. Yleisimmin kerrostaloon sijoitettavien varaajien koot ovat vaihdelleet 700- 1500 litran välillä. Näin ollen varaajan halkaisija on n. 900 – 1300 cm. Varaajan sijoittamisessa pitää muistaa myös jättää tarvittava asennus/huoltotila, joka on n. 600- 800 mm. (Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä 2013, 62; Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet 2013, 5.)

Putkisto pyritään asentamaan aina niin, että keräimien ja varaajan välinen matka jäisi mahdollisimman lyhyeksi. Vanhoissa kohteissa putkia voidaan joutua viemään vanhoja hormeja pitkin, mutta uudiskohteissa aurinkolämmitysputkille voidaan varata esimerkiksi oma hormi.

Yksi aurinkolämmön ongelmista muodostuu kesäisin. Aasukkaat ovat mökeillä viettämässä lomaa, jolloin lämmityksen ja käyttöveden tarvetta ei ole. Auringosta saatavaa lämpöä olisi kuitenkin tarjolla paljon. Tämä ”ylilämpö” menee suurimmaksi osaksi hukkaan kaukolämpökohteissa, koska ylimääräinen lämpö on johdettava kaukolämpöverkkoon tai paneelit on peiteltävä siksi ajaksi kun asukkaat ovat poissa. Maalämpö kohteissa taas ylilämpö voidaan esimerkiksi johtaa maalämmön porakaivoihin. Ylilämpö varastoituu porakaivoihin ja varastoitua lämpöä pystytään hyödyntämään myöhemmin.

3.4 Hyödyt ja kannattavuus

Tässä osiossa perehdytään tarkemmin aurinkolämmön hyötyihin ja kannattavuuteen kaukolämmön kanssa. Osiossa kerrotaan kahdesta eri esimerkkitutkimuksesta, jotka ovat tehty kaukolämpökohteisiin.

Esimerkki 1: kaukolämpö ja pieni aurinkolämmitysjärjestelmä

Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä (2013, 62) selventää aurinkoenergian hyötyjä tavallisessa espoolaisessa kerrostalossa. Kohteen kerrosala on 1481 m². Kohteessa on 19 asuntoa ja melkein kaikissa on oma sauna. Lisäksi kohteessa on toimistokäytössä oleva iso huoneisto. Kohteessa oli seurantamittausten aikana 28 asukasta. Kohteen lämmitysmuoto on kaukolämpö, jolla katetaan lattialämmityksen, käyttöveden valmistuksen sekä myös ilmanvaihdon tuloilman lämmittämisen lämmöntarpeet. Kohteeseen on asennettu myöhemmin aurinkolämmitysjärjestelmä, jonka avulla tuotetaan lämmintä käyttövettä. Aurinkolämmöllä lämmitetty vesi kulkeutuu käyttäjille alkuperäisen kaukolämmönsiirtimen kautta. (Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä 2013, 62.)

Tutkimuksessa tutkittiin kahta eri keräinkokonaisuutta. Tyhjiöputkikeräimien kokonaispinta-ala on 13,1 m² ja tasokeräimien 12,4 m². Molemmat keräintyytit on asennettu samalla tavalla; suuntaus etelään ja kallistuskulma 45°. Molemmilla keräimillä on myös oma 700 litran lämminvesivaraaja. (Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä 2013, 62.)

Vuosittaisessa energiatuotossa tasokeräimen ja tyhjiökeräimen hyötysuhde-erot olivat melko pieniä, mittausten perusteella voitiin aurinkolämmön avulla tuottaa vuodesta riippuen 39 - 44 prosenttia lämpimän käyttöveden vuotuisesta tarpeesta. Kohteessa oli tavanomaista pienempi lämpimän käyttöveden kulutus, 36 dm³/vrk/henkilö ja kesällä kulutus pieni vielä entisestään. Laskelmissa selvisi, että kohteen mitatulla kulutusprofiililla tasokeräimen kahden vuoden aikana saama tuotto oli 8918 kWh eli 43,1 prosenttia ja tyhjiöputkikeräimien tuotto 9269 kWh eli 44,8 prosenttia lämpimän käyttöveden lämmön tarpeesta. Vuosittaiset lukemat ovat siis tasokeräinjärjes-

telmän osalta 4459 kWh ja tyhjiöputkijärjestelmän osalta 4635 kWh. Laskelmissa selvisi myös, että jos kulutus olisi tasainen ympäri vuoden, tasokeräimen tuotto olisi 9651 kWh eli 46 prosenttia ja tyhjiöputkikeräimien 9915 kWh eli 47,2 prosenttia lämmön tarpeesta. (Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä 2013, 62.)

Edellä mainitussa esimerkissä ei ollut kerrottu järjestelmien hintoja. Taloon.com, Novafuturen ja Y-energian www-sivuilta hinnoiksi saatiin:

- tasokeräin (kokonaispinta-ala 2 m²) noin 500 €/kpl. $12,4 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2 = \text{noin } 6 \text{ kpl}$
* 500 € = 3000 €
- tyhjiöputkikeräin (kokonaispinta-ala 2 m²) noin 800 €/kpl. $13,1 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2 = \text{noin } 7 \text{ kpl}$ * 800 € = 5600 €
- pumppuyksikkö noin 400 €
- ohjausyksikkö noin 200 €
- aurinkoenergiavaraaja Akva Solar (750 l) 2300 €
- kalvopaisunta-astia noin 100 €
- putkilinja 450 €

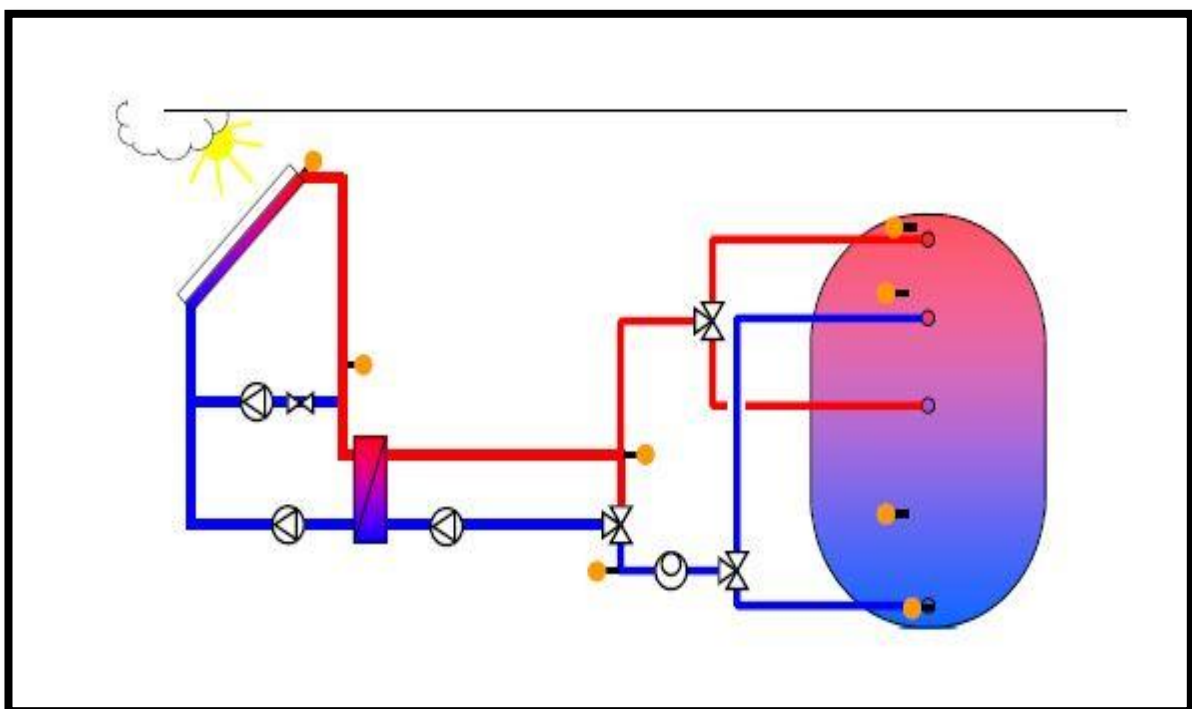
Lisäksi tulee vielä työn osuus. Tasokeräinjärjestelmän hinnaksi saatiin 6450 € + työ ja tyhjiöputkikeräinjärjestelmän hinnaksi 9050 € + työ.

Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä (2013, 62- 63) laskelmien perusteella voidaan myös todeta, että kun keräinpinta-ala kasvaa tietyn rajan yli, pinta-alan laajentaminen ei ole enää kannattavaa, mikäli aurinkolämmitystä hyödynnetään ainoastaan käyttöveden valmistukseen. Mitoituksen perusteena ei ole pelkästään pinta-ala vaan keräimen pinta-alan ja hyötysuhteen tulo sekä varaajan koko. Huonompaa hyötysuhdetta voi näin ollen kompensoida keräinpinta-alaa kasvattamalla. On myös tärkeää huomata, että aurinkolämmön tuottoa ei kannatta kasvattaa, jos kulutusta ei ole tarpeeksi. Mitoitus pitää aina suhteuttaa kulutukseen. Varaaja voidaan mitoittaa hieman suuremmaksi kuin mitä vuorokautinen kulutus vaatisi. Jos varaajamitoitus on liian pieni, johtaa se varaajan lämpötilojen nousuun yli lämpötilatason, eikä varaajaan pystytä lataamaan energiaa. Jos varaaja on taas liian suuri, johtaa se siihen että lämpötilataso ei nouse tarpeeksi korkealle ja käyttövesi joudutaan jälkilämmittämään.

Esimerkki 2: kaukolämpö ja suuri aurinkolämmitysjärjestelmä

Toinen tutkittava kohde on koulurakennus, joka sijaitsee Keski-Suomessa. Kohteessa on keräinalaa yhteensä 80 m² ja yksi 4000 l akkuvaraaja. Aurinkokeräimet ovat tyypiltään tasokeräimiä ja ne on suunnattu etelään 45° kulmaan. (Aurinkolämpökoulutus 27.3.2014)

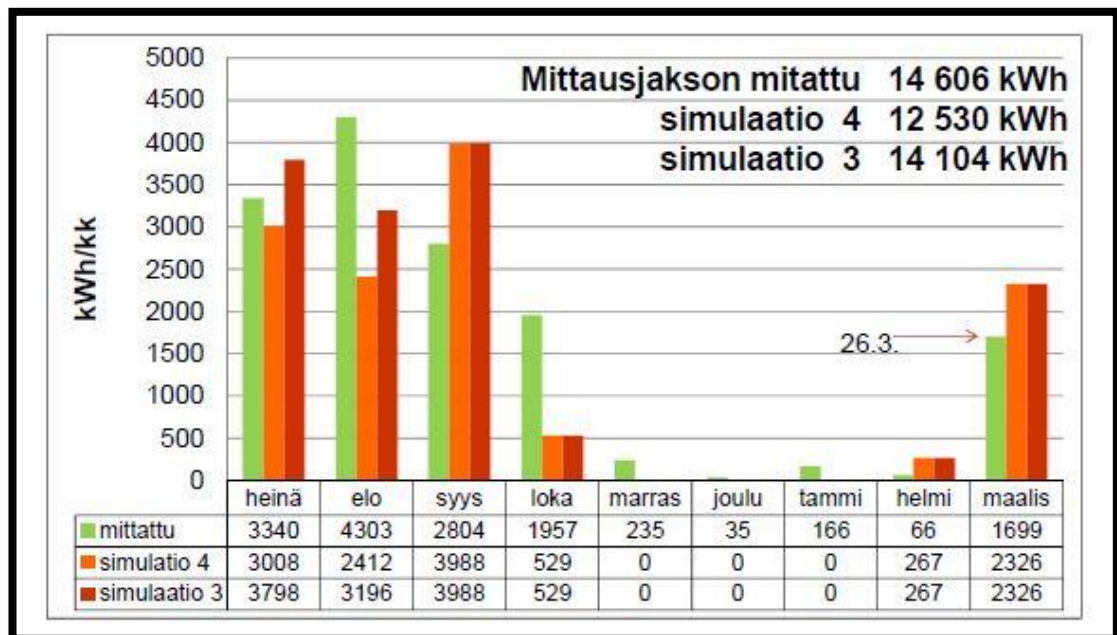
Järjestelmässä kolmitieventtiili ohjaa tarpeen mukaan lämpöä kahteen eri kerrokseen. Varaajan yläosa pidetään aina kuumana kaukolämmön avulla, jotta lämpimän käyttöveden saanti on aina turvattu. Käyttövesi esilämmitetään kahden ison kv-kierukan avulla. Aurinkolämpöä käytetään käyttöveden valmistuksen lisäksi myös lattialämmityksessä. Kohteen järjestelmän periaatekuva aurinkolämmityksen osalta näkyy kuvassa 9. (Aurinkolämpökoulutus 27.3.2014)



Kuva 9. Koulurakennuksen aurinkolämmitysjärjestelmä (Aurinkolämpökoulutus 27.3.2014)

Järjestelmä otettiin käyttöön heinäkuussa 2013. Aurinkolämmitysjärjestelmän arvioitu vuosituotto on 26- 29 MWh/vuosi tai 334- 365 kWh/m² * vuosi. Keskiarvona voidaan käyttää 27,5 MWh/vuosi. Kuvassa 10 on eritelty kohteen tuotto viime vuodelta.

Kohteen aurinkolämmitysjärjestelmän investointikustannukset olivat noin 100 000 €. (Aurinkolämpökoulutus 27.3.2014)



Kuva 10. Koulurakennuksen aurinkolämmitysjärjestelmän mitattu ja simuloitu tuotto (Aurinkolämpökoulutus 27.3.2014).

3.4.1 Takaisinmaksuaika (TMA)

Tässä osiossa käydään läpi edellisten esimerkkien taloudellisia takaisinmaksuaikoja, eli kuinka monen vuoden päästä investoinnit ovat maksaneet itsensä takaisin. 27.3.2014 pidetyn aurinkolämpökoulutuksen mukaan lähtötiedoiksi tarvitaan ainakin:

- investoinnin hinta
- järjestelmän vuosituottoarvio
- korvattavan energian hinta
- mahdollisten tukien määrä
- kohteen nykyinen LV-kulutus

Yksinkertainen kaava takaisinmaksuajalle on:

$$TMA = \frac{(\text{investointi} - \text{energiatuki})}{\text{korvattu energia} * \text{energian hinta}}$$

Esimerkiksi Pori Energian www-sivujen mukaan kaukolämmön hinnaksi saadaan 57,88 €/MWh, eli 0,058 €/kWh ja energiatuen määränä oletetaan 20 % investointikustannuksista. Esimerkki 1:n hinnat ovat pelkästään järjestelmän osalta. Työn osuutta ei oteta huomioon. Näin ollen esimerkki 1. tasokeräimillä:

$$TMA = \frac{(6450 \text{ €} - \text{energiatuki } 20 \%)}{4459 \text{ kWh/vuosi} * 0,058 \text{ €/kWh}}$$

TMA = noin 19 vuotta

Esimerkki 1. tyhjiöputkikeräimillä:

$$TMA = \frac{(9050 \text{ €} - \text{energiatuki } 20 \%)}{4635 \text{ kWh/vuosi} * 0,058 \text{ €/kWh}}$$

TMA = noin 27 vuotta

Esimerkki 2. tasokeräimillä:

$$TMA = \frac{(100000 \text{ €} - \text{energiatuki } 20 \%)}{27500 \text{ kWh/vuosi} * 0,058 \text{ €/kWh}}$$

TMA = noin 50 vuotta

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tekijä ei ollut paljoakaan perehtynyt aurinkolämmitykseen ennen opinnäytetyön tekemistä. Jos nyt vastaan tulisi myynti- ilmoitus kerrostaloasunnosta, jonka talossa käytetään hyödyksi aurinkoenergiaa, olisi erittäin mielenkiintoista mennä katsomaan kohdetta. Aurinkoenergiaa on loppujen lopuksi melko vähän hyödynnetty tähän asti kerrostaloissa ja olisi mielenkiintoista tietää millainen järjestelmä on käytössä ja miten se on toiminut. Ilmoituksessa olisi varmasti maininta isolla fontilla aurinkoenergiasta, onhan energiaratkaisut paljon otsikoissa tänä päivänä.

Kaukolämmöllä lämpiävien kerrostalojen aurinkolämmitysjärjestelmissä takaisinmaksuaika on turhan suuri verrattuna saatavaan hyötyyn edellä mainittujen tutkimuksien mukaan. Toki järjestelmät kehittyvät vuosi vuodelta kannattavammiksi ja kerrostalokohde saa positiivista julkisuutta aurinkolämmityksen myötä. Myös tilaratkaisut ovat iso kysymysmerkki kerrostaloissa, koska varaajallekin on löydettävä oma paikka. Tämä ongelma on tietysti helposti hoidettavissa uudiskohteissa, jolloin varaajalle ja muulle tekniikalle voidaan varata suurempi tila. Jos vanhoissa kerrostalokohdeissa ollaan kiinnostuneita aurinkolämmöstä, olisi mielestäni järkevintä hankkia kyseinen järjestelmä putkiremontin yhteydessä. Tällöin aurinkolämmitysjärjestelmän putket voidaan asentaa samoihin kohtiin ja nousuihin uusien vesi-, viemäri-, ja lämpöputkien kanssa.

LÄHTEET

Energiateollisuus ry. 2013. Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Energiateollisuus ry.

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

Erkkilä, V. 2003. Aurinkolämpöopas. Helsinki: Sarmala Oy/ Rakennusalan Kustantajat RAK.

Fortumin www- sivut. 2014. Viitattu 15.4.2014. <http://www.fortum.com/>

Harju, P. 2010. Lämmitystekniikan oppikirja. Kouvola: Penan Tieto- Opus Ky.

Kaukomarkkinat Oy. 2013. Lähienergian valintaopas. Helsinki: Kaukomarkkinat Oy.

Kaukoran www- sivut. 2014. Viitattu 10.3.2014. <http://www.kaukora.fi/>

Lindström, D. 2008. Aurinkolämmön rakentamisen opas. Vaasa: Oy KEAB- PAPER Ab.

Motiva Oy. 2009. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Helsinki: Motiva Oy.

Novafuturen www- sivut. 2014. Viitattu 5.4.2014. <http://novafuture.fi/>

Optimaalinen käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmä. 2013. Talotekniikka 8, 62- 63.

Pori Energian www-sivut. 2014. Viitattu 7.5.2014. <http://www.porienergia.fi/>

Solarforumin järjestämä aurinkolämpökoulutus Porissa 27.3.2014

SolarWallin www- sivut. 2014. Viitattu 24.4.2014. <http://www.solarwall.com>

Taloon.com:n www- sivut. 2014. Viitattu 5.4.2014. <http://www.taloon.com/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Aurinkolämmön liiketoiminta mahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Työ- ja elinkeinoministeriön www- sivut. 2014. Viitattu 3.4.2014. <http://www.tem.fi/>

Y- energian www- sivut. 2014. Viitattu 6.4.2014. <http://www.y-energia.com/>