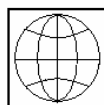


SOLPROS AY

AURINKOLÄMPÄJÄRJESTELMIEN PERUSTEET, MITOITUS JA KÄYTTÖ



**EU-projekti: Extend Accredited Renewables Training
for Heating (EARTH)**



SOLPROS

Joulukuu 2006

SISÄLLYSLUETTELO

1. AURINKOLÄMMÖN PERUSTEET	2
1.1 AURINKOENERGIAN ERI MUODOT	2
1.2 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMIEN MARKKINAT	2
1.3 KANSALLINEN AURINKOENERGIAN TOIMENPIDEOHJELMA	3
2. AURINKOLÄMMÖN HYÖDYNTÄMINEN SUOMESSA.....	3
2.1 AURINKOISUUS	3
2.2 KÄYTTÖSOVELLUKSIA	4
2.3 AURINKOLÄMMÖN TUOTTO.....	5
3. AURINKOLÄMMITYSJÄRJESTELMÄN OSAT JA TOIMINTAPERIAATE .	6
3.1 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE	6
3.2 AURINKOKERÄIN	7
4. MITOITUSSÄÄNNÖT	8
4.1 AURINKOKERÄIMEN SUUNTAUS	8
4.2 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄN PERUSMITOITUS - LÄMMIN KÄYTTÖVESI.....	9
4.3 PERUSLÄMPÖÄ AURINKOLÄMMÖLLÄ ?	11
4.4 LVI-OSIEN MITOITUS	12
4.5 AURINKOLÄMPÖJÄRJESTELMÄN MITOITUS SIMULOINTIOHJELMALLA	12
5. KOMPONENTIT JA MATERIAALIT	13
5.1 AURINKOPIIRIN PUMPPURYHMÄ	13
5.2 MITTAUS.....	14
LIITE LAITETOIMITTAJIA.....	16
LIITE KÄYTTÖÖNOTTO- JA HUOLTO-OHJE.....	18

1. Aurinkolämmön perusteet

1.1 Aurinkoenergian eri muodot

Elämä maapallolla perustuu auringon energiaan. Auringon säteilystä ovat peräisin kaikki uusiutuvat energialähteet - tuuli, vesi ja biomassat. Auringonpaiste ylittää 10.000 kertaisesti maapallon energian tarpeen. Aurinko on iso fuusiopallo, jossa palaa vetyä ja syntyy energiaa. Tätä riittää ainakin miljardiksi vuodeksi. Auringon säteilyä voidaan käyttää hyväksi monella eri tavalla.

Passiivisessa aurinkolämmityksessä itse rakennuksen tai rakenneosien kautta hyödynnetään auringonsäteilyä. Säteily tunkeutuu esimerkiksi ikkunan läpi huoneeseen ja lämmittää tilaa. Lämpö varastoituu rakenteisiin ja vapautuu yöaikana. Erillistä aurinkokeräintä tai lämmönsiirtämistä ei tarvita.

Aktiivisessa aurinkolämmitysjärjestelmässä auringon säteily muutetaan lämmöksi erillisessä mustassa aurinkokeräimessä. Keräimessä kierrätettävä neste lämpenee ja siirretään putkistossa lämpövaraajaan. Järjestelmä tarvitsee pumpun ja ohjautusautomaatiikan. Pientaloon riittää 5-10 m² aurinkokeräimiä. Itserakennetut aurinkolämpöjärjestelmät ovat aktiivisia järjestelmiä. Uima-altaiden aurinkolämpöjärjestelmät tai ilmakiertoiset aurinkolämpöjärjestelmät ovat myös aktiivisia järjestelmiä. Etelä-Euroopassa löytyy termosifonijärjestelmiä, jossa aurinkokeräimen yläpuolella on vesitankki ja vesi kiertää keräimisissä painovoimaisesti ilman pumppua.

Aurinkosähköjärjestelmissä auringon säteily muutetaan aurinkopaneelissa tasasähköksi ja ohjataan akkuun. Akusta otetaan sähkö esimerkiksi valoon tai televisioon, jopa jääkaappiin. Aurinkosähkö on kallista ja tulee kyseeseen lähinnä piensähkön tuottamiseen kesämökeillä. Kesämökkikipaketti koostuu paneelista, akusta, ohjauksyksiköstä, kaapelista, yms. ja sen voi itse helposti koota ja asentaa. Itse aurinkosähköpaneelia ei voi itse rakentaa, vaan se täytyy aina erikseen ostaa. Suomessa on noin 50.000 kesämökkiä pienaurinkosähköllä.

1.2 Aurinkolämpöjärjestelmien markkinat

Aurinkolämpöjärjestelmiä on ollut markkinoilla yli 20 vuotta. Tänä aikana ne ovat kehittyneet luotettaviksi ja hinta on myös alentunut. Vuonna 2005 oli Euroopan Unionissa asennettu lähes 20 milj. m² aurinkokeräimiä. Saksa, Kreikka ja Itävalta vastaavat 3/4 EU:n aurinkolämmön tuotannosta. Itävallassa on yli 3 milj. m² aurinkokeräimiä (yli 300.000 aurinkotaloa). Markkinat kasvavat Euroopassa noin 15% vuodessa.

Pohjoismaissa Tanska ja Ruotsi ovat aurinkolämmön edelläkävijä. Tanskassa on 300.000 m² aurinkokeräimiä ja Ruotsissa 150.000 m². Suomessa on 10.000 m². Suomessa aurinkolämpöjärjestelmiä on myyty vuosittain noin 1.000-2.000 m².

Edellä esitettyjen lukujenkin valossa aurinkolämpö on saavuttanut Euroopassa jalansijan. Nykyiset aurinkolämpöjärjestelmät ovat pitkän tuotekehittelyn tulos. Samoin itserakennetut järjestelmät perustuvat koeteltuihin ratkaisuihin.

1.3 Kansallinen aurinkoenergian toimenpideohjelma

Eri maiden suunnitelmat aurinkolämmön kehittämiseksi on haastavat. Euroopan Unionin tavoitteena on yli kymmenkertaistaa sen käyttö vuoteen 2010. Saksan tavoitteena on 10 milj. m² (noin 1 milj. järjestelmää) vastaavana ajanjaksona. Suomessa kauppa- ja teollisuusministeriön uusiutuvien energialähteiden edistämishjelmassa vuodelta 1999 on tavoitteeksi asetettu 100.000 m² aurinkolämpöä vuoteen 2010 eli kymmenkertaistaa sen nykyinen käyttö.

2. Aurinkolämmön hyödyntäminen Suomessa

2.1 Aurinkoisuus

Suomessa saadaan auringonsäteilyä yleisesti luultua enemmän. Meillä kylmyys yhdistyy mielessä usein pimeään. Kesällä Suomi on aurinkoinen ja silloin aurinkolämpöä voidaan hyödyntää tehokkaasti. Suomessa lämmityskausi ulottuu usein kesäkuukausiin saakka ja aurinkoenergia voi toimia apulämmönlähteenäkin.

Kesällä auringon säteilyä tulee Suomessa pitkistä päivistä johtuen enemmän kuin keskisessä Euroopassa. Talvikuukausina tilanne on päinvastainen ja talvella auringon paistetta ei riitä hyödyksi. Suomessa aurinkoenergiaa voidaan käytännössä hyödyntää helmikuun lopulta lokakuun alkuun. Lokakuusta helmikuun alkuun tulee niin vähän auringon paistetta, ettei sen hyödyksi ottaminen juuri kannata. Taulukko 1 havainnollistaa tilannetta numeroarvoin.

Taulukko 1: Keskimääräiset sääolosuhteet eräillä paikkakunnilla Euroopassa. Kaikki säteilyarvot annettu eteläkatolle (kaltevuus 30°).

Paikkakunta	Leveysaste	Ulkolämpötila	Auringon kokonaissäteily, kWh/m ²		
	°N	°C	Koko vuosi	Heinäkuu	Tammikuu

Sodankylä	67,5	-1	979	171	0
Jyväskylä	63,5	3	1043	179	2
Helsinki	60,2	5	1152	200	3
Tukholma	59,4	6	1204	206	9
Kööpenhamina	55,8	8	1156	185	16
Bryssel	50,8	10	1001	157	16
Berliini	52,4	9	1146	168	18
Pariisi	48,7	10	1176	160	32
Wien	48,3	9	1155	157	30
Milano	45,4	12	1371	223	31
Palermo	38,1	17	1547	174	52
Lissabon	38,7	17	2071	239	82

Paikkakunnittain katsottuna etelä- ja länsirannikko on Suomessa aurinkoisinta. Keräintasolle saadaan noin 1000-1200 kWh/m² vuodessa. Kesäpäivänä etelä- ja länsi-Suomessa sijaitsevan talon katolle tulee neliömetrille keskimäärin 6 kWh auringon säteilyä. Sadepäivänä ei tietenkään saada juuri mitään, mutta aurinkoisena päästäänkin jopa lähes 10 kWh:iin. Puolipilvisenäkin päivänä aurinkokeräin tuottaa vähän lämpöä. Koko vuonna tyypillisen suomalaisen pientalon katolle tulee auringonsäteilyä 3-5-kertaisesti koko lämmöntarpeeseen verrattuna.

2.2 Käyttösovelluksia

Suomessa aurinkoenergian hyödyntämisessä kannattaa keskittyä sovelluksiin, joissa tarvitaan energiaa maaliskuu-lokakuun välisenä aikana. Paras aurinkoisuus on huhtikuun puolivälistä syyskuun puoliväliin. Aurinkolämmön varaan ei siis kannata rakentaa talviajan energian käyttöä.

Mistä sitten löytyvät aurinkolämmön järkevät sovellukset? Tarvitaanko kesällä lämpöä? Sovelluskohteita löytyy runsaasti. Seuraavassa joitakin esimerkkejä:

- Asuintaloissa: lämpimän käyttöveden tuottaminen, pesu- ja märkätilojen lattialämmitys
- Kesämökillä: lämmin vesi, kesämökin kevätlämmitys ja kuivaus
- Maatalossa: lämmin ja pesuvesi tuotanto- ja asuintiloihin
- Muita sovelluksia: uima-altaat, leirintäalueet, lomakylät

Ihanteellisin ajankohta harkita lähteä rakentamaan omaa aurinkolämpöjärjestelmää on esimerkiksi talo-, katto- tai kattilaremontti. Silloin voi yhdistää monta asiaa ja säästää samalla rahaa. Jos harkitsee uutta taloa voi aurinkolämmön ottaa mukaan jo alusta lähtien suunnitteluun, jolloin yhteensopivuus on varmasti hyvä.

2.3 Aurinkolämmön tuotto

Auringon säteily määrään ohella aurinkolämmön tuottoon vaikuttavat pari muuta keskeistä teknistä tekijää.

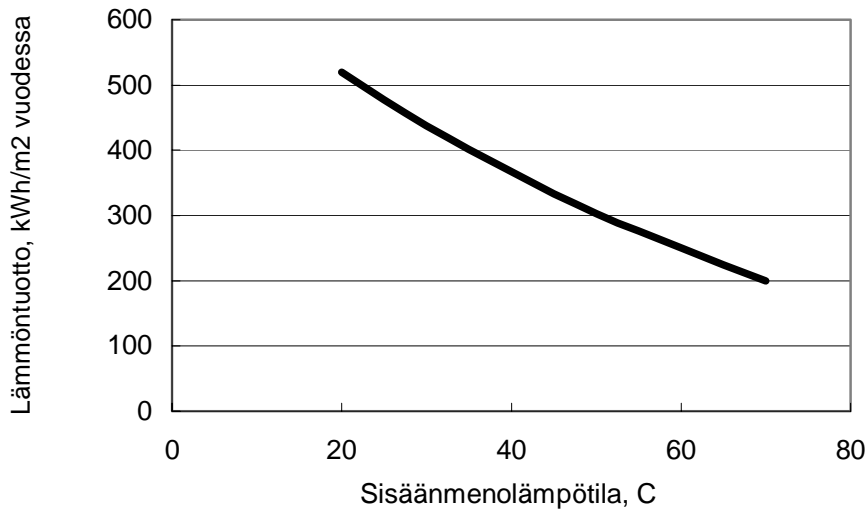
Ensinnäkin aurinkokeräimen hyötysuhde on sitä parempi mitä matalassa lämpötilassa sitä käyttää (kuva 1). Kun lämpötila kasvaa niin lämpöhäviötkin kasvavat. Esimerkiksi kylmän veden tai uima-altaan lämmittäminen on tehokasta. Karkeasti ottaen tavallinen aurinkokeräin soveltuu 40-70 °C lämpötiloihin. Lämpötila aurinkokeräimessä voi aurinkoisena päivänä nousta jopa 100 °C:een, jos aurinkolämpöä ei oteta talteen.

Aurinkokeräimen rakenne ja varsinkin käytettävä musta pintamateriaali vaikuttavat lämpöhäviöihin. Tavallinen mustaksi maalattu absorptiopinta luovuttaa helposti lämpöä ympäristöön. Selektiivinen pinta sen sijaan ei päästä lämpösäteilyä ulos, jolloin lämpöhäviöt pienenevät olennaisesti. Tyhjiöputkikeräimillä tuotto on 30-50% parempi kuin tasokeräimellä, mutta hinta on myös kalliimpi.

Tavallisen aurinkolämpöjärjestelmän tuotto-odotukset erilaisissa sovelluksissa käytettäessä selektiivistä absorptiopintaa ovat seuraavat:

- Pientalon lämminkäyttövesi 300-400 kWh/m² vuodessa
- Pientalon lämmitys ja lkv 300-440
- Uima-altaan lämmitys (touko-syys) 250

Jos aurinkokeräimessä käytetään vain mustaksi maalattua peltiä absorptiopintana, on aurinkokeräimen lämmöntuotto 20-30% alhaisempi kuin edellä. Jos aurinkokeräimen osat ja maalit ostetaan erikseen, tulee selektiivinen absorptioliuska yleensä tänä päivänä halvemmaksi kuin musta maalipinta ja tuottaa enemmän lämpöä.



Kuva 1: Lämpötilan vaikutus selektiivisen aurinkokeräimen lämmön tuottoon. Aurinkokeräimen sisäänmenolämpötila pidetty kuvan mukaisessa vakioarvossa.

3. Aurinkolämmitysjärjestelmän osat ja toimintaperiaate

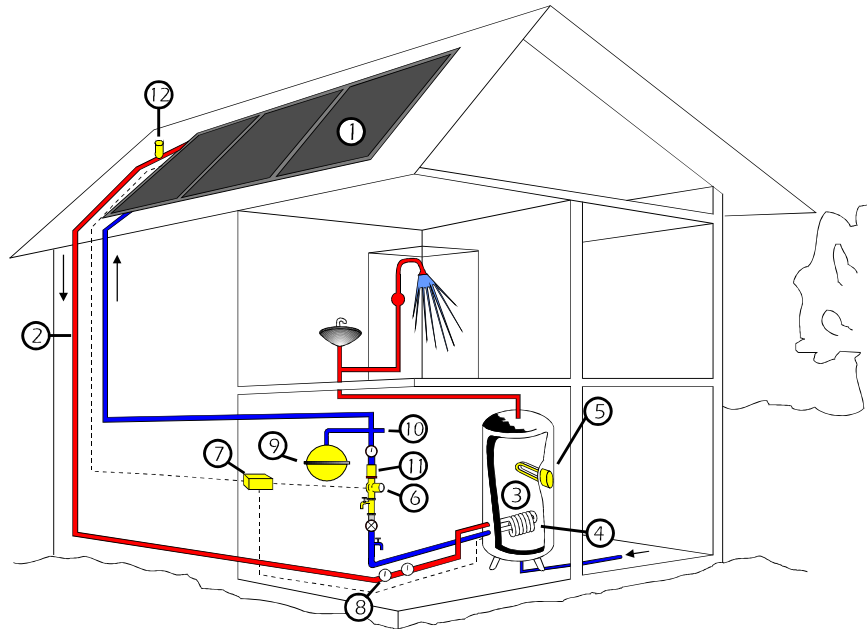
3.1 Aurinkolämpöjärjestelmän toimintaperiaate

Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu useasta komponentista ja laitteesta. Sen keskeisiä osajärjestelmiä ovat aurinkokeräin, varaaja, pumppuyksikkö, yhdysputkisto, lämmönvaihdin ja säätöyksikkö.

Auringon säteily muunnetaan aurinkokeräimessä (1) lämmöksi. Lämpö siirretään putkistossa (2) virtaavan lämmönsiirtonesteen (vesi/jäänestoaine-seos) avulla lämpövaraajaan (3), jossa se luovuttaa lämpönsä lämmönvaihtimen (4) kautta veteen. Varaajaan asennettu peruslämmönlähde, esimerkiksi lämpövastus (5), varmistaa lämpimän veden saannin pilvisinä jaksoina.

Jäähtynyt vesi kierrätetään pumpun (6) avulla takaisin aurinkokeräimelle. Säätöyksikkö (7) huolehtii, että pumppu käynnistyy vain jos aurinkokeräimen lämpötila on korkeampi kuin lämpövaraajan lämpötila. Säätöyksikköön kuuluu kaksi lämpötila-anturia. Keräinputkiston vesitilavuus muuttuu lämpötilan muuttuessa. Nämä kompensoidaan paisunta-astian (9) avulla, joka pitää putkistonpaineen tasaisena. Yksisuuntaventtiili (11) estää käänteisen kierron tai lämmön virtaamisen keräimiin kun pumppu ei käy. Ylipaineventtiili (10) päästää kiertonestettä ulos, jos paine putkistossa kasvaisi liian korkeaksi.

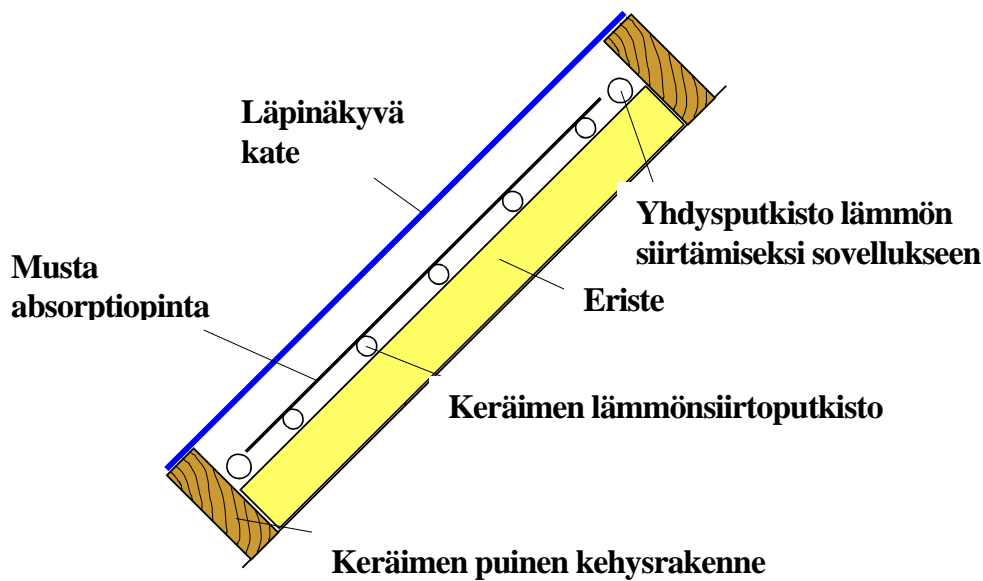
Ilmanpoistoventtiili (12) asennetaan järjestelmän korkeimpaan kohtaan, jotta putkistossa mahdollisesti oleva ilma saadaan poistettua. Kylmän veden sisäänsyöttö ja lämpimän veden ulosotto varaajasta rakennetaan lisäksi.



Kuva 2. Aurinkolämpöjärjestelmän periaate.

3.2 Aurinkokeräin

Aurinkokeräin on aurinkolämmitysjärjestelmän keskeisin osa (kuva 3). Aurinkokeräimen musta pinta absorboi auringonsäteilyä ja lämpenee. Lämpöhäviöiden pienentämiseksi mustan absorptiopinnan suojana on läpinäkyvä kate ja sen alla on noin 60 mm:n eristelevy. Absorptiopinnassa syntynyt lämpö johdetaan siihen liitettyssä putkistossa virtaavan nesteen avulla varaajaan.



Kuva 3. Aurinkokeräimen rakenne.

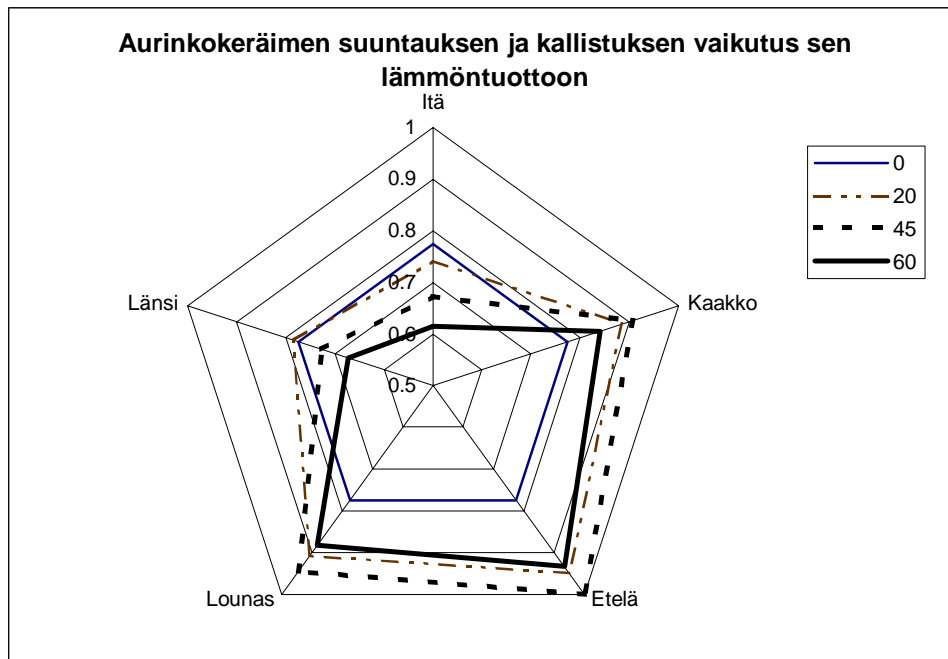
4. Mitoitussäännöt

4.1 Aurinkokeräimen suuntaus

Auringonsäteilyä saadaan parhaiten eteläsuunnasta. Pienet poikkeamat eivät merkittävästi vaikuta saatavaan auringon säteilyyn. Ilmansuunnat lounaasta kaakkoon ovat hyviä. Jos aurinkokeräin on suunnattu etelä-itä-sektoriin tuottaa se paremmin lämpöä aamupäivällä. Vastaavasti etelä-länsi-sektori antaa paremman tuoton iltopäivällä.

Aurinkokeräin kallistetaan mielellään vähintään 22-25° kulmaan lumikuormasta johtuen. Pienen kallistuskulman yhteydessä keräimet eivät välttämättä puhdistu itsestään ja lika jää lasipinnalle. Pientalon katon kallistus on usein riittävä aurinkokeräimen rakentamiseksi sen päälle. Pieni kallistus lisää aurinkolämmön tuottoa keskikesällä ja suuri kallistus antaa suhteessa enemmän keväällä ja syksyllä. Pystypinta tuottaa enemmän talvella, mutta silloin aurinko paistaa muuten hyvin vähän.

Aurinkokeräinten optimaalinen suuntaus on suoraan etelään ja kallistus 30-60 °. Näistä arvoista poikkeaminen pienentää aurinkoenergian saatavuutta. Suuntauspoikkeama $\pm 45^\circ$ etelästä (lounas-kaakko) pienentää aurinkokeräimien vuosituottoa 10%. Kallistuskulma on 30-60° ja suuntaus etelään $\pm 30^\circ$ antaa suurinpiirtein saman vuosituoton. Kuvassa 4 on havainnollistettu kulmien vaikutusta.



Kuva 4. Aurinkokeräimen suuntauksen ja kallistuskulman vaikutus vuosittaiseen lämmön tuottoon. I =paras tuotto (=300-400 kWh/m² vuodessa).

Kuvasta 4 voidaan lukea, että etelään suunnattu 45 °:een kallistettu pinta antaa arvon 1. Tämä tarkoittaa säteilyn maksimiarvoa. Etelään suunnattu 20 °:een kallistettu pinta antaa arvon 0,95 eli tälle pinnalle tulee 5% maksimiarvoa vähemmän säteilyä. Lounaaseen suunnattu ja 20 ° kallistettu pinta antaa 0,91 eli 9% maksimiarvoa vähemmän.

4.2 Aurinkolämpöjärjestelmän perusmitoitus - lämmin käyttövesi

Aurinkolämpöjärjestelmän mitoituksessa lähdetään liikkeelle lämpimän käyttöveden tarpeen arvioimisesta. Lämpimän veden tarve riippuu hyvin paljon käyttötottumuksista. Päivittäinen tarve voidaan arvioida alla olevista taulukoista 2 ja 3. Esimerkiksi 4-hengen perhe tarvitsee 120-200 litraa lämmintä vettä päivässä. Jos veden kulutusta seurataan ja mitataan erikseen, voidaan lämpimän käyttöveden tarve arvioida karkeasti noin 40%:ksi kylmän veden tarpeesta.

Kun tiedetään lämpimän veden tarve voidaan arvioida tarvittavan lämmön varaajan (vesivaraaja) tilavuus. Sen tulisi olla 2-3 kertaa päivittäinen lämpimän veden tarve, jotta kulutushuiput ja pilviset päivät eivät vaikuttaisi liikaa lämpimän veden saatavuuteen.

Esimerkiksi 120 litraa/päivässä edellyttäisi 250-300 litran aurinkovaraajan (vesitankki). Usein varaajan tilavuus määräytyy markkinoilla olevien varaajien koosta. Yleensä

suositellaan, että varaajan tulisi olla vähintään 90% ja korkeintaan 120% suositusarvosta. Siis edellisessä esimerkissä 200-350 litraa.

Taulukko 2: Arvio lämpimän veden tarpeesta kotitaloudessa.

Käyttötarkoitus	Lämpimän veden tarve, litraa/päivä	Lämpötila, °C
Astianpesu	12-15/henkilö	50
Suihkussa käynti	30-60	40
Kylpy	120-180	40

Taulukko 3: Arvio lämpimästä vedestä erilaisissa sovelluksissa.

Sovellus	Tarve, litraa	Min	Keskimäärin	Max
Pientalo	/henkilö/päivä	30	50	60
Urheilu	/suihku	30	45	60
Ravintola	/paikka	10	25	45

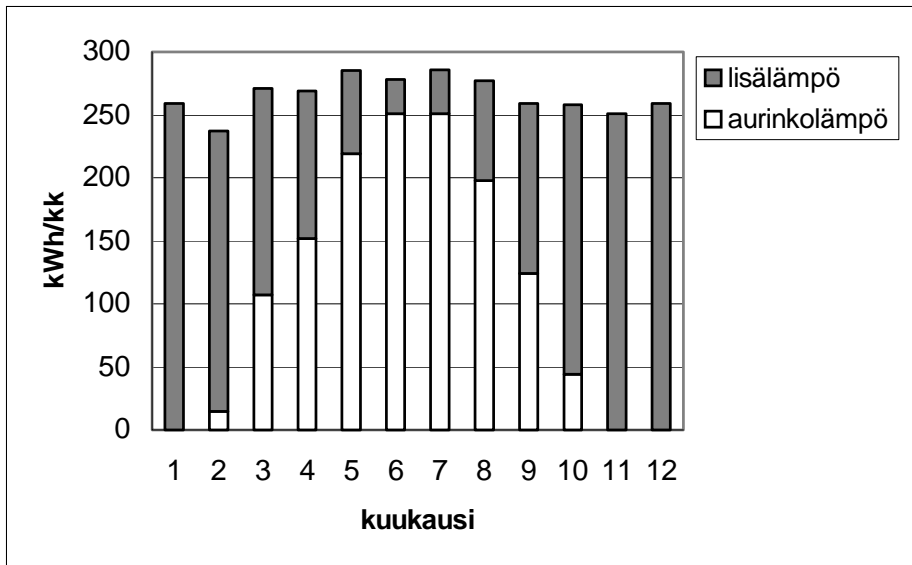
Paljonko pitäisi asentaa aurinkokeräimiä ? Aurinkokeräimen lämmöntuotto riippuu monesta tekijästä kuten paikallisesta säästä, keräintyyplistä, varaajan tilavuudesta, yms. Kun aurinkokeräimen lämmöntuotto ja lämpimän veden tarve tiedetään, voidaan tarvittava keräinalakin määrätä. Mitoitusperusteena on yllämmön välttäminen, ts. keräimet mitoitetaan yleensä siten, että ne tuottavat 100% kesäkuukausien lämmön tarpeesta. Tällöin saadaan vuositasolla aurinkoenergialla noin 40-50% kaikesta lämpimästä käyttövedestä.

Seuraavassa on esimerkki pientalosta, jossa on 3-hengen perhe. Lämpimän veden tarve on 120 litraa päivässä. Taloon on rakennettu itse 4 m²:n aurinkokeräin ja se on yhdistetty 300 litran vesivaraajaan, jossa on sähkövastus. Perheen lämpimän käyttöveden kulutus vastaa vuodessa 2646 kWh. Aurinkolämpöjärjestelmä tuottaa 1365 kWh eli puolet kaikesta lämpimästä käyttövedestä. Keskipäivällä aurinko tuottaa lähes 100% tarpeesta. Aurinkolämpöä saadaan käytännössä maaliskuusta lokakuuhun. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu miten aurinkoenergian osuus vaihtelee kuukausittain kun aurinkoenergialla tuotetaan lämmintä käyttövettä.

Karkeana mitoitusarvioina aurinkokeräimen pinta-alalle voidaan käyttää alla olevan taulukon arvoja.

Taulukko 4: Suuntaa antavia mitoitus tietoja aurinkolämpöjärjestelmälle.

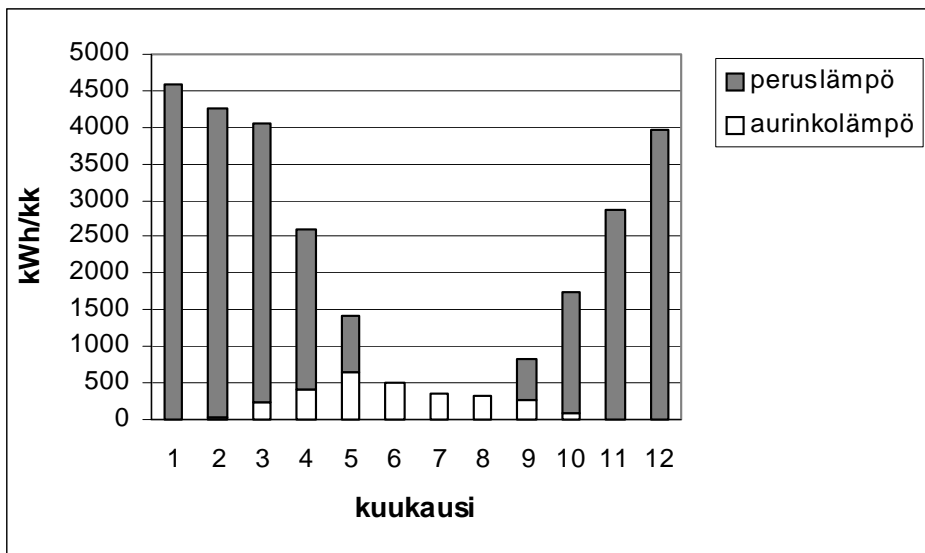
Käyttövesi, litraa/päivä	Varaaja, litraa	Keräin, m ²
100-200	300	4-6
200-300	500	6-8
300-500	800	8-10
500-800	1000	10-15



Kuva 5 : Pientalon aurinkolämpöjärjestelmän tuotto (lämmin käyttövesi häviöt ml).

4.3 Peruslämpöä aurinkolämmöllä ?

Suomen ilmasto-olosuhteissa aurinkolämmön käyttö lämmitykseen ei juuri tuota hyötyä. Lämmityksen tarvitsemasta energiasta voitaisiin parhaimmillaan tuottaa 5-15% (ylempi arvio edellyttää matalalämpötilaista lämmönjakelua, esimerkiksi lattialämmitys).



Kuva 6: Esimerkki aurinkolämpöjärjestelmästä pientalon lämmityksen ja lkv:n osana. Keräinpinta-ala on 10 m² ja lämpövaraaja 1200 litraa. Talon lämmityksen tarve on 20.000 kWh vuodessa.

4.4 LVI-osien mitoitus

Aurinkokeräimet kytketään lämmönvaraajaan eristetyn yhdysputkiston kautta (esim.kupariputkea). Käytettävä putkiläpimitta riippuu aurinkokeräinten pinta-alasta. Seuraavassa on annettu suositusarvoja:

- alle 10 m²: 18 mm putkisto
- 10-15 m²: 22 mm putkisto

Putkiston lämpöhäviöiden vähentämiseksi se eristeään. Mitä lyhempi yhdysputki sen pienemmäksi häviöt muodostuvat. Putkiston pituus riippuu aurinkokeräinten ja varaajan etäisyydestä. Tämän vuoksi aurinkokeräimet kannattaa sijoittaa katolla mahdollisimman lähelle varaajatilaa. Putkiston pituus on tyypillisesti 10-20 metriä.

Suomen olosuhteissa aurinkolämpöjärjestelmän ympärivuotinen käyttö edellyttää aurinkokeräinten täyttämistä n 50% jääenestoaineella. Tästä syystä tarvitaan lämmönvaihdin varaajan ja keräimen välillä. Lämmönvaihdin on varaajan sisällä ja sellaiseksi käy kuparikierukka tai ripaputkisto. Lämmönvaihtimen koko riippuu siirrettävän lämmön määrästä ja lämpötiloista eli aurinkokeräimen pinta-alasta. Karkeina mitoitusarvioina voi käyttää seuraavia:

- 5-6 m²: 1,8 m² lämmönvaihdinala
- 6-8 m²: 2,5 m²
- 9-12 m²: 3,6 m²

Aurinkokeräinpiiri on suljettu. Lämpötilan vaihtelu muuttaa piirissä olevan nesteen tilavuutta. Tästä syystä aurinkoputkistoon liitetään paisunta-astia tilavuusvaihtelujen tasaamiseksi. Mitoitusarvoina voidaan käyttää seuraavia:

- 5-6 m²: 18-24 litran paisunta-astia
- 6-8 m²: 24 l
- 9-12 m²: 35-50 l

4.5 Aurinkolämpöjärjestelmän mitoitus simulointiohjelmalla

Suurempien aurinkolämpöjärjestelmien kohdalla on aina paikallaan erikseen mitoittaa aurinkolämmitysjärjestelmän pääkomponentit (keräin, varaaja). Erilliset analyysit tehdään simulointi- ja suunnitteluohjelmilla, esimerkiksi EUROSOL tietokoneohjelmalla.

5. Komponentit ja materiaalit

Aurinkolämpöjärjestelmän rakentamisen, hankinnan ja komponenttien merkityksen kannalta keskeiset osat voidaan jakaa seuraavasti:

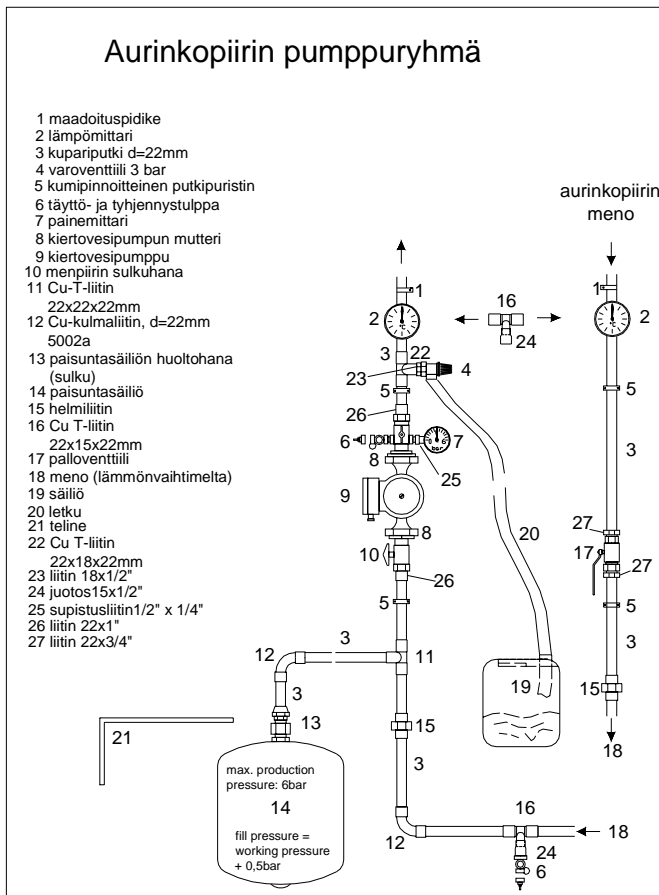
- (1) aurinkokeräin
- (2) aurinkopiirin pumppuryhmä ja säätölaite
- (3) lämpövaraaja
- (4) muut lvi-laitteet ja komponentit sekä materiaalit

Ostettaessa valmis aurinkolämpöjärjestelmä toimitus kattaa kaikki edellä mainitut osat. Itse rakennettaessa koko järjestelmä kootaan erikseen hankittavista komponenteista. Erilaisia välimuotoja voidaan myös ajatella, jolloin järjestelmän osat hankitaan puolivalmisteina. Aurinkokeräin ja aurinkopiirin säätölaite ovat kriittisimmät komponentit hankintamielessä ja yleensä kaikki muut materiaalit ja lvi-tarvikkeet löytyvät paikallisesta putki- tai lvi-liikkeestä.

5.1 Aurinkopiirin pumppuryhmä

Aurinkolämpöjärjestelmän nestepiirin toiminnan ytimenä on pumppuryhmä, jossa on tarvittavat lvi-laitteet aurinkopiirin ohjaamiseksi. Pumppuryhmän voi hankkia valmiina tai sen voi valmistaa komponenteista itse. Kuvassa 7 on esimerkki pumppuryhmän teknisestä kokoonpanosta. Pumppuryhmän kriittiset osat ovat:

- Ohjattava kiertovesipumppu: pumpun koko riippuu putkiston pituudesta, keräinten lukumäärästä ja erilaisista virtausvastuksista. Pientalon aurinkolämpöjärjestelmässä riittää 40-60 W:n kiertovesipumppu. Pumpun tulee olla ohjattavissa (on/off). Sopivia pumppumerkkejä ovat esimerkiksi Grundfos ja Wilo.
- Säätö- ja ohjausyksikkö: säätöyksikön tehtävänä on käynnistää aurinkopiirin kiertovesipumppu, kun keräimen lämpötila ylittää varaajan lämpötilan. Säätöyksikköön kuuluu 2 lämpötila-anturia, jotka tulevat varaajan alaosaan ja keräimen yläosaan.



Kuva 7. Esimerkki aurinkopiirin pumppuryhmästä osineen.

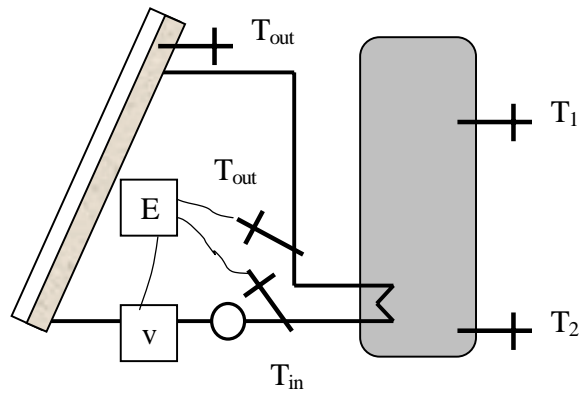
5.2 Mittaus

Omistajilla on usein kiinnostusta seurata aurinkolämpöjärjestelmänsä toimintaa ja lämmön tuottoa. Säättö- ja ohjausyksikössä saattaa olla mukana näyttö lämpötiloille (esimerkiksi T_1 , T_2 , T_{out} alla olevassa kuvassa 8), jolla voi karkeasti seurata järjestelmän toimintaa. Pelkällä lämpötilan mittauksella ei aurinkolämpöjärjestelmän energiantuottoa voi selvittää.

Aurinkoenergian tuoton mittaamiseksi tarvitaan erillinen lämpömäärä- tai lämpöenergiamittari. Se koostuu energialaskurista (E), johon on kytketty virtausmittari (v) ja kaksi lämpötila-anturia (T_{in} , T_{out}). Virtausmittari rekisteröi sen kautta virranneen nestemäärän ja lähettää pulssin energialaskurille kutakin virtaamayksikköä kohden. Fysikaalinen toimintaperiaate on kuvattu seuraavassa:

- Aurinkolämpöjärjestelmän hetkellinen teho [W] on = keräimen lämpötilaero \times virtausnopeus \times nesteen lämpötilakapasiteetti = $(T_{out} - T_{in}) \times v \times \text{vakio}$

- Aurinkolämmön tuotto [kWh] = teho × aikaväli = vakio × (T_{out}-T_{in}) × virtaama (esimerkiksi 1 pulssi vastaa 10 litraa)



Kuva 8. Aurinkolämpöjärjestelmän perusmittaus.

Energiamittareista löytyy eritasoisia ja -hintaisia malleja. Pientalojen aurinkolämpöjärjestelmissä tarkkuusvaatimus ei useinkaan ole yhtä suuri kuin ostoenergian kohdalla, jolloin halvemmatkin vaihtoehdot tulevat kyseeseen. Liitteessä oleva esimerkki maksaa runsaat 200 €

Energiamittari kalibroidaan lämmönsiirtoaineelle, joka on jäänestoaineen ja veden sekoitus. Yleensä tämä tapahtuu antamalla mittarille kalibrointikerroin taulukosta, joka riippuu jäänestoaineen määrästä.

LIITE Laitetoimittajia

Valmis aurinkolämmitysjärjestelmä (sis. aurinkokeräimet)

- Ariterm Oy, PL 59 (Uuraistentie 1), 43101 Saarijärvi, puh. (014) 426 300, www.ariterm.fi
- Oy Callidus A , Hiekkakiventie 1 , 00710 Helsinki, puh. (09) 374 751
- Neste Oil, Öljylämmityspalvelut, puh. (010) 4584800 (Solar Max tuotteet)
- Kaukora Oy, PL 21, Tuotekatu 11, 21201 Raisio, puh. (010) 458 4800, www.kaukora.fi
- Aurinkotori Oy Solar Viatorum, Järventaustantie 636, 29340 Kullaa, puh. (02) 4312 236
- Ralemik Oy, Ruukintie 130, 60200 Seinäjoki (puh (06) 4170 655
- Rautaruukki Oyj, Ruukki Construction, PL 35, 01531 Vantaa, www.ruukki.com
- RICA - Riihimäen Metallikaluste Oy, www.rica.fi, puh. (019) 764 210
- Termocal Oy, Riihimiehentie 5, 01720 Vantaa, puh. (09) 507 4235, www.termox.fi
- T:mi Timo Jodat Ympäristöenergia, Uittosalmentie 210, 35990 Kolho
- Viessmann Lämpötekniikka, puh. 0400 265 228
- Öljyalan Palvelukeskus Oy, www.oil.fi

Itserakennuspaketti

- Aurinkotori Oy Solar Viatorum, Järventaustantie 636, 29340 Kullaa, puh. (02) 4312 236
- Svenska Solgruppen, Hönsarvsgatan 7, S-78475 Borlänge, Sverige, puh. (0243)-19566 (LESOL-aurinkokeräin)
- Energiverkstad Lorenz AB, Sparbanksgatan 2, S-793 31 Leksand, Sverige, puh. (0247) 10988
- Wagner & Co, Ringstrasse 14, D-35091 Cölbe/Marburg, Germany (fax (06421) 800722)

Absorptiopinta

- toimituksen minimierä yleensä 50-100 m²; hinta 30-50€/m²+toimituskulut
- itserakennustoimittajilta saattaa myös löytyä absorptiopintaa
- TeknoTerm Energi AB, Stora Ävägen 1, S-43634 Åskim, Sverige, puh. (031) 68 66 10 (Sunstrips tuote)
- TINOX GmbH, Stetten Kaserne, Schwere-Reiterstr. 35/2b, D-80797 München, Germany (fax. (089) 30007272)

Musta erikoismaali

- Transfer Electric GmbH, Postfach 1327, D-49442 Lemfoerde, Germany; (fax (05443) 2715)

Juotostina

- Tina L-SnCu 3/2 tai 2,5 mm

Lasikate (erikoislasi)

- Pilkington Solar International GmbH, Mühlengasse 7, D-50667 Köln, Germany, fax. (0221) 258 1117
- Optisol lasi 4 mm 20-25 €/m²+toimituskulut
- toimitetaan yleensä vähintään 50 m²:n erissä

Pumppu

- Grundfos
- Wilo

Paisunta-astia

- Elbe (Italia)
- Reflex (Suomi)

Säätimet ja säästöyksiköt

- Resol (Heiskampstrasse 10, D-45527 Hattingen, Germany, fax: (02324) 96 48 55
- UVR31 (Technische Alternative, Langstrasse 124, A-3872 Amaliendorf, Austria, fax. (02862) 53635/7)
- halvemmat mallit n EUR 100 alkaen; UVR31 sisältää myös lämpötilanäytön ja hinta on n EUR 150-200+toimituskulut

Energiamittarit

- Enermet (Suomi)
- EEG30 (Technische Alternative, Langstrasse 124, A-3872 Amaliendorf, Austria, fax. (02862) 53635/7; hinta n 170-200 €+toimituskulut

LIITE Käyttöönotto- ja huolto-ohje

Aurinkolämpöjärjestelmän suorituskykyyn ja toimintaan vaikuttavat merkittävästi oikein suoritettu käyttöönotto, toiminnan säännöllinen seuranta ja huolto sekä ylläpito. Tämä ohjeisto on tarkoitettu aurinkolämpöjärjestelmän käyttöönoton avuksi ja ylläpidon ja huollon tueksi.

AURINKOLÄMMITYSJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Tarkastukset:

TARKISTUSPISTE	TARKISTETTU (♦)
Aurinkokeräimen lasi kunnossa ja puhdistettu (asennettaessa)	
Aurinkokeräimen tiivisteet on tarkistettu (asennettaessa)	
Laippojen ruuvit on kiristetty	
Varaaja on kytketty kylmä- ja kuumavesiputkeen	
Varaaja on täytetty vedellä	
Kaikki putket ja komponentit on juotettu kiinni	
Kiertovesipumppu ja säätöjärjestelmä on kytketty putkistoon	
Kaikki sulkuventtiilit on aukaistu	
Paisunta-astian alkupaine on oikea	
Putkisto on huuhdeltu ennen jäänestoaineen täyttöä	
Pumpun toiminta on tarkistettu	
Lämpötila-anturien toimivuus on tarkistettu	

Käyttöönottotoimet:

TOIMENPIDE	SUORITETTU (♦)
Aurinkokeräinten koeponnistus (kun absorptiopinta on valmis)	
Aurinkolämpöjärjestelmän tiiviyden tarkistus	
Koko aurinkolämpöjärjestelmän koeponnistus kun kytkennät tehty	
Koko aurinkolämpöjärjestelmän huuhtelu	
Putkiston täyttäminen jäänestoliuksella (viim. 1.9 mennessä)	
Järjestelmän ilmaus täytettäessä ja n 1 kk ajan (vain aamuisin)	
Järjestelmän säätöyksikön säätöarvojen asettaminen	

HUOLTO JA YLLÄPITO

Säännölliset tarkastukset:

TARKISTUSPISTE	OIKEA TOIMINTA-ARVO	JÄRJESTELMÄN ARVO
Järjestelmän paine	vakio	
keräimen sisäänmenon ja ulostulon lämpötilaero	alle 10 °C	
toimiiko pumppu auringon paisteessa ?	kyllä, käy	
Aiheuttaako ilma putkistossa melua ?	ei ääntä	
Pysähtyykö pumppu illalla tai pilvisellä säällä ?	pysähtyy	
Varoventtiili	kiinni	

Vuositarkastukset:

TARKISTUSPISTE	TOIMENPIDE
Keräinlasi	puhdistetaan, jos on likainen
Putkisto	paine ja kunto tarkistetaan
Jäänestoaine	tarkistetaan, että pitoisuus on riittävä
Jäänestoaineen väri	himmenneminen voi olla merkki korroosionestoaineen loppumisesta

TOIMINTA JA SEURANTA

Mahdolliset vikatilanteet:

1=järjestelmä ei lämpene
 2=pumppu pitää kovaa ääntä
 3=järjestelmässä ei painetta
 4=nestettä ylivuotoämpärissä
 5=säätöyksikössä ei näyttöä
 6=säätöyksikkö näyttää väärin

7=varaaja kuumenee liikaa
 8=keräin lämpenee yöllä
 9=suuria painevaihteluita
 10=varaaja kylmenee yöllä
 11=ilmakuplia putkistossa

ONGELMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOIMENPIDE
Järjestelmässä ilmaa	x	x	x	x							x	Putkisto ilmataan
Pumppu tukossa	x											Pumppu avataan ja puhdistetaan
Pumpussa vika	x	x										Pumppu huolletaan
Pumpun kierrosnopeus väärä	x	x										Kierrosnopeutta muutetaan pykällä
Likaa pumpussa		x										Pumppu avataan ja puhdistetaan
Putkisto vuotaa	x		x									Putkisto tiivistetään
Järjestelmä kiehuu, ylipaineventtiili auennut	x	x	x	x	x							Järjestelmä täytetään, suurempi paisunta-astia
Anturivika	x	x					x	x		x		Anturi vaihdetaan
Anturi asennettu väärin	x	x					x	x			x	Anturi kiristetään kiinni
Pumppu asennettu väärin	x											Pumppu kiristetään kiinni
Ei jännitettä	x					x						Sulake tarkistetaan
Säätöyksikössä vika	x	x				x	x	x			x	Yksikkö vaihdetaan
Lämmönvaihtimessa likaa		x										Lämmönvaihdin puhdistetaan
Eristeet puuttuvat		x								x		Järjestelmä eristetään
Putkistossa liian vähän jäänestoainetta					x							Lisätään jäänestoainetta
Pumpun yksisuuntaventtiili auki								x		x		Tarkistetaan ja suljetaan
Sulkuventtiili kiinni	x											Avataan venttiili
Paisunta-astian paine liian pieni			x	x					x			Esipainetta lisätään
Paisunta-astia liian pieni					x				x			Vaihdetaan suuremmaksi tai lisätään toinen