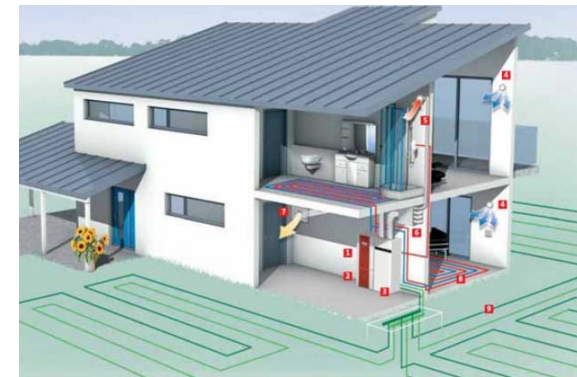
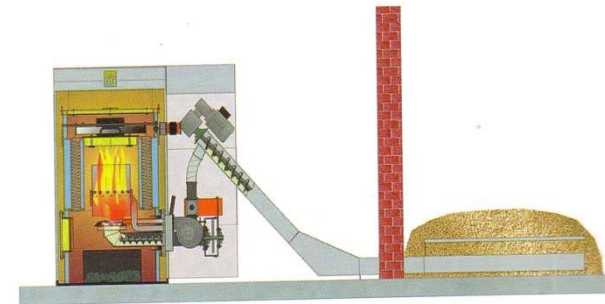


# M5

## Energialähteet ja uusiutuvat energiateknologiat



# Content

---

## 1. // Johdanto

- 1.1. EPBD – nZEB
- 1.2. Missä on UES:n lähde?

## 2. // Biomassa

- 2.1. Lähteet
- 2.2. Pelletti
- 2.3. Pellettien syöttö kattilaan
- 2.4. Puukaasukattila
- 2.5. Puuhakekattila

## 3. // Auringon säteilyn esteetön pääsy

## 4.// Auringon lämpösäteily

- 4.1. Tasokeräin
- 4.2. Tyhjiöputkikeräin
- 4.3. Aurinkolämpö rakennuksessa
- 4.4. Aurinkolämpö asuinalueella

## 5. // Aurinkosähköjärjestelmät

- 5.1. Tyypillinen aurinkosähköjärjestelmä
- 5.2. Aurinkoseurannan vaikutus
- 5.3. Aurinkoseuraavat paneelijärjestelmät

## 6. // Terminen vesi

## 7.// Lämpöpumput

- 7.1. Lämpöpumppu kompressorilla
- 7.2. Lämpöpumpun toiminta
- 7.3. Absorptiolämpöpumppu

## 8. // Yhdistelmät

- 8.1. Kaasumoottori ja lämpöpumppu
- 8.2. Biomassa ja aurinkoenergia
- 8.3. Mikro CHP

# 1. Johdanto

## 1.1 EPBD – nZEB

---

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (Energy Performance of Building Directive, EPBD, 2010) mukaan lähes nolla-energia rakennusten (nearly **z**ero **e**nergy **b**uildings, nZEB) ”tulisi lähes kokonaan käyttää uusiutuvaa energiaa, joka on tuotettu kohteessa tai sen lähellä.”

Uusien rakennusten on täytettävä tämä vaatimus vuodesta 2019 alkaen (valtion omistamat rakennukset) ja vuodesta 2021 (kaikki rakennukset).

Kohteessa tuotetun uusiutuvan energian käyttöä rajoittaa tiheään rakennetussa kaupunkiympäristössä: rakennusten aiheuttamat varjot, lisääntynyt savusumuriski biomassaa poltettaessa ja geotermisen energian hyödyntämiseen tarvittava tila.

# 1. Johdanto

## 1.2. Missä on UES:n lähde?

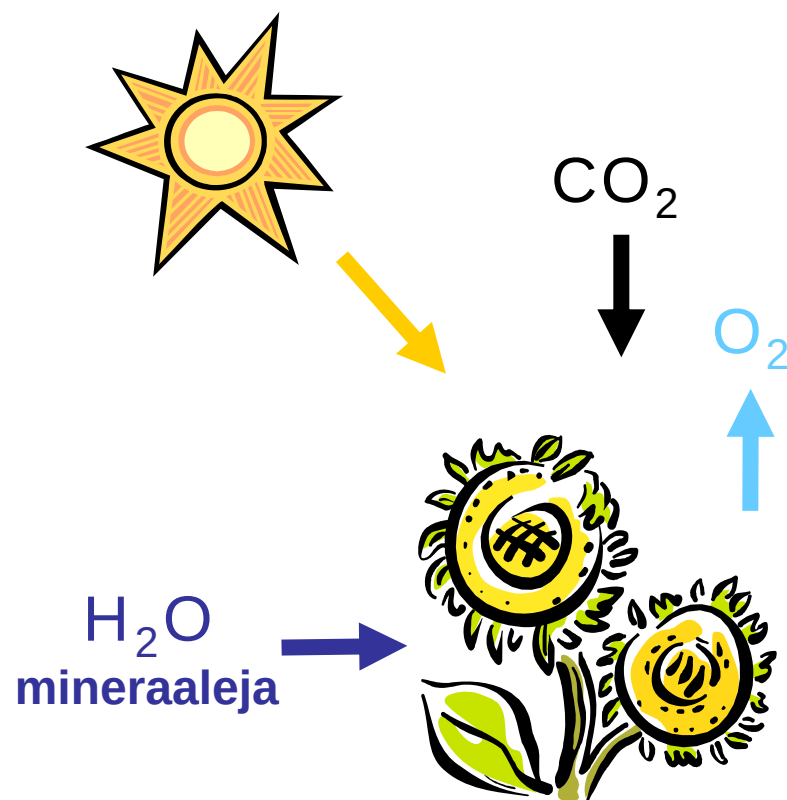
”Lähisysteemi” tulkitaan ”suljetuksi” systeemiksi, joka itse tuottaa uusiutuvaa energiaa tai johon tuotetaan uusiutuvaa energiaa, jota syötetään tietylle rakennusryhmälle. Sen kapasiteetti ja topologia on säädetty vastaamaan näiden rakennusten yhteisiä suorituskysymyksiä.

Lähisysteemit toimivat paremmin, rakennusryhmässä on yhteiskäyttöistä aurinkoenergiaa, helpommin huollettavat biomassakattilat, biomassaa on helpompi siirtää ja varastoida, ilman saastuttamisen riski on alhaisempi oikein sijoitettujen savupiippujen ansiosta, geotermisen energian käyttö, ja lisäksi on mahdollisuus pienen mittakaavan CHP:lle.

Off-site-systeemeissä on kaukolämpö ja -jäähdytys sekä kansallinen sähköverkko. Primäärienergiasisältö ilmaisee tuottaako systeemi vai tuotetaanko systeemiin uusiutuvaa energiaa.

## 2. Biomassa

### 2.1. Lähteet



**Biomassa = muuntautunut aurinkoenergia** Kasveista, eläimistä ja ihmisistä peräisin olevaa orgaanista materiaalia.

Maatalouden, metsätalouden, karjanhoidon, teollisten prosessien tuotteet, sivutuotteet ja jätteet

Kiinteät ja nestemäiset polttoaineet, biokaasu

EU: 84% lämmitys, 15% sähköntuotanto, 1% ajoneuvot

... ➔ **Biomassa**

## 2. Biomassa

### 2.2. Pelletti



Kutterilastu ja  
sahanpuru

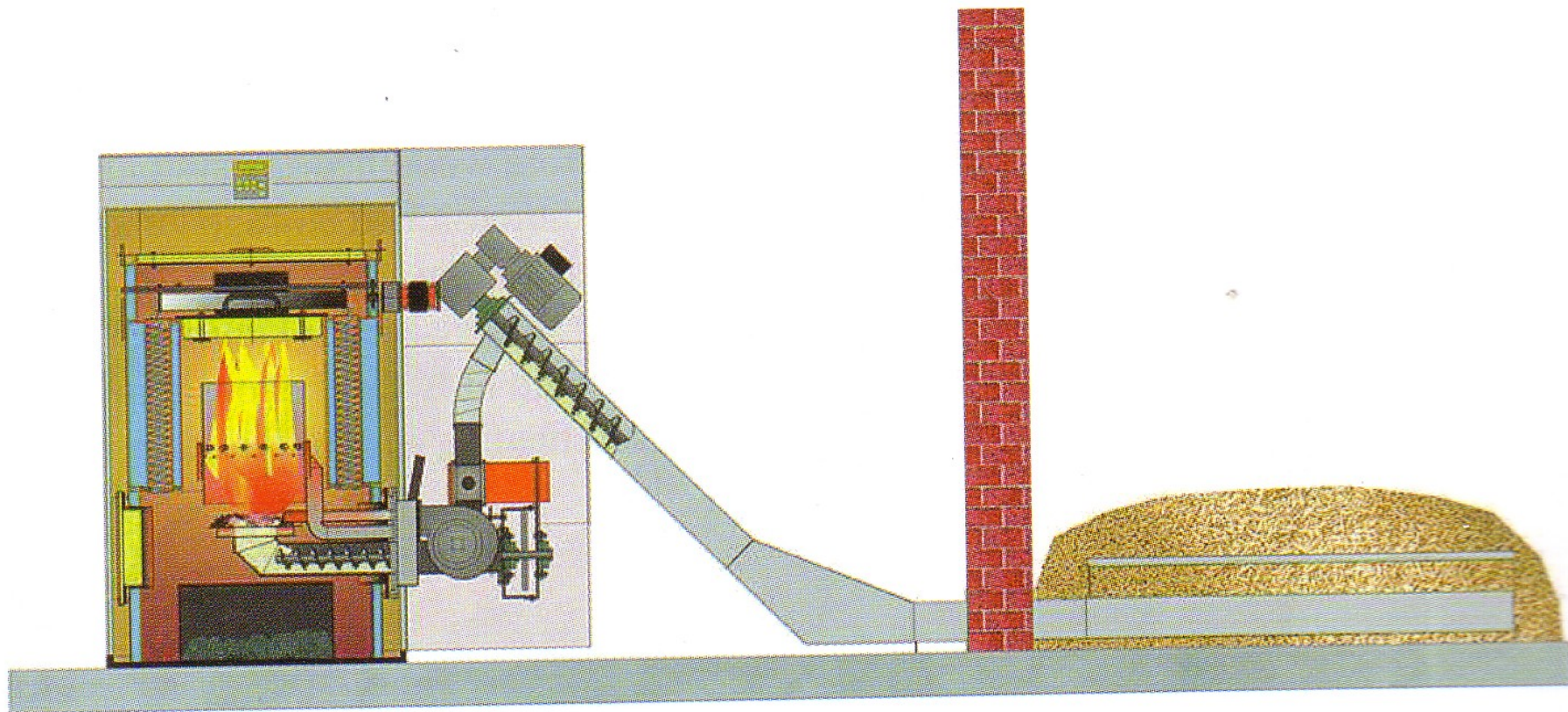
D=5-10mm, L=10-25mm

Puhdasta, helppoa siirtää ja  
syöttää kattilaan.



## 2. Biomassa

### 2.3. Pellettien syöttö kattilaan



## 2. Biomassa

### 2.4. Puukaasukattila

#### Pääelementit

Primäärikammio:

- Matalan lämpötilan poltin
- Kaasunmuodostus
- Pakokaasutuuletin

Sekundäärikammio:

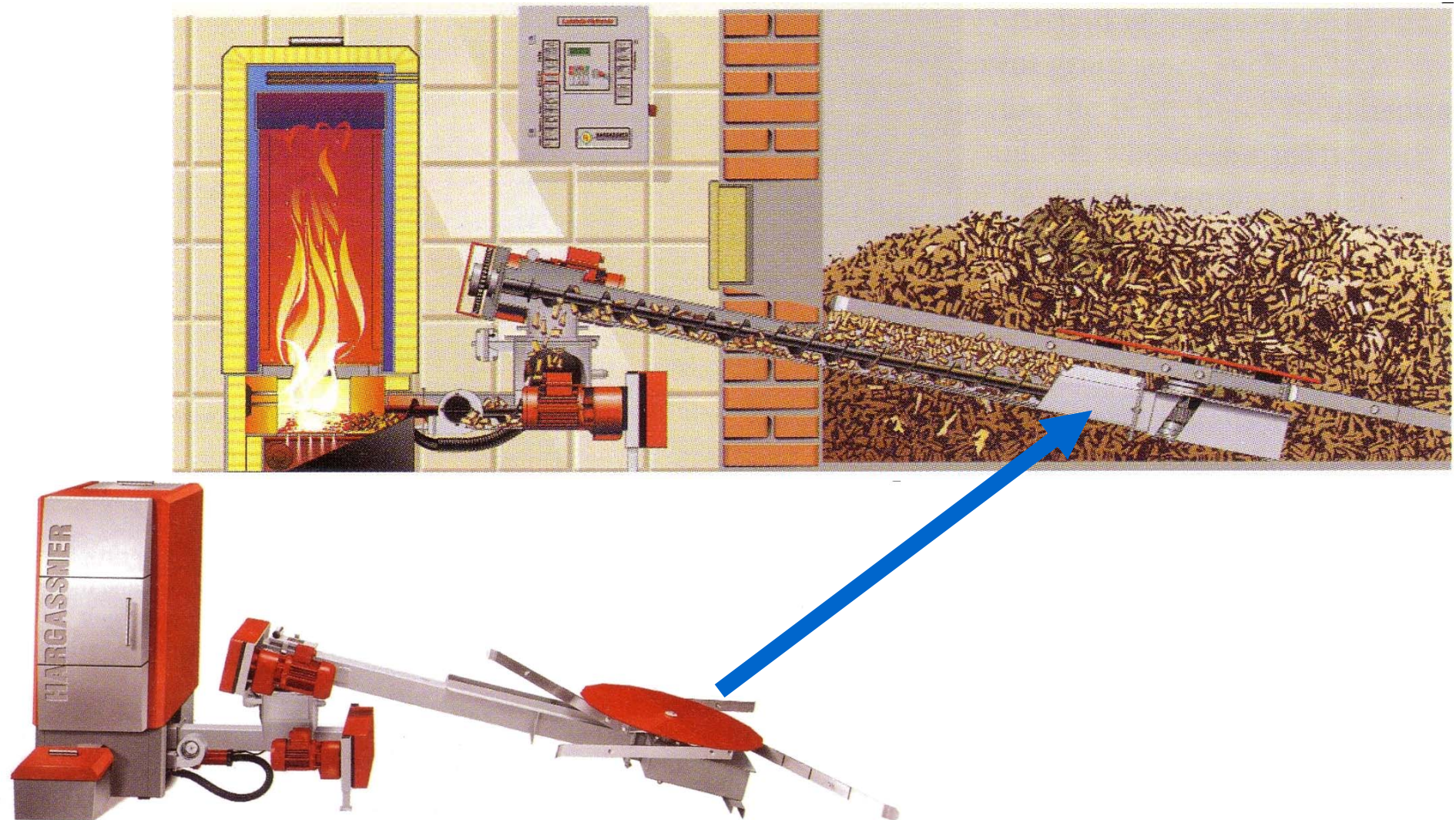
- Korkean lämpötilan poltin
- Lämmönvaihtaja
- Savupiippu





## 2. Biomassa

### 2.5. Puuhakekattila



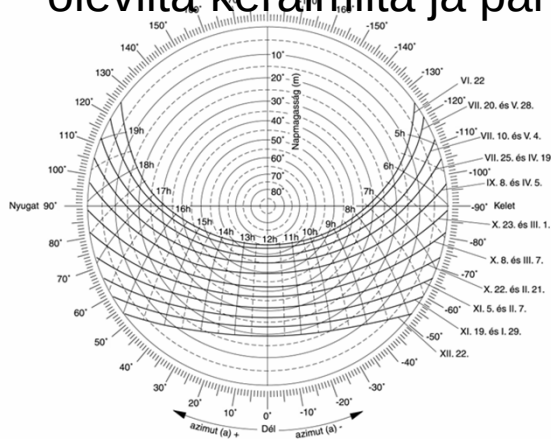


### 3. Auringon säteilyn esteetön pääsy

Auringon säteilyn esteetöntä pääsyä aurinkolämpökeräimille tai aurinkopaneeleille haittaa kaupunkien tiheä rakentaminen, joka koskee erityisesti matalia kerrostaloja

Korkeissa rakennuksissa 'energiankeruualan' ja 'käytössä olevan lattia-alan' suhde on pieni

Rakennusryhmille voidaan toimittaa energiaa läheisillä esteettömillä katoilla ja avoimilla paikoilla olevilta keräimiltä ja paneeliryhmiltä.



## 4. Auringon lämpösäteily

### 4.1. Tasokeräin

$G_0$ : tuleva säteily

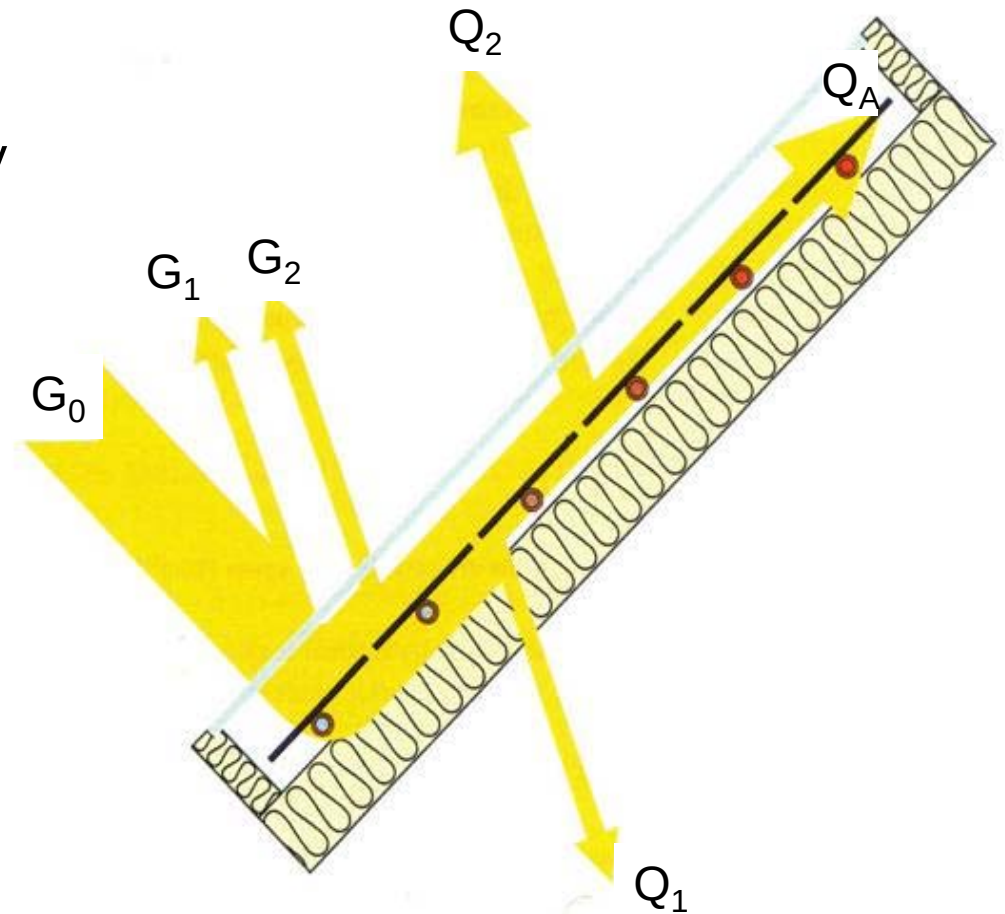
$G_1$ : lasituksesta heijastunut säteily

$G_2$ : absorptiopinnasta heijastunut säteily

$Q_1$ : lämmöneristeen läpäisemä lämpöhukka

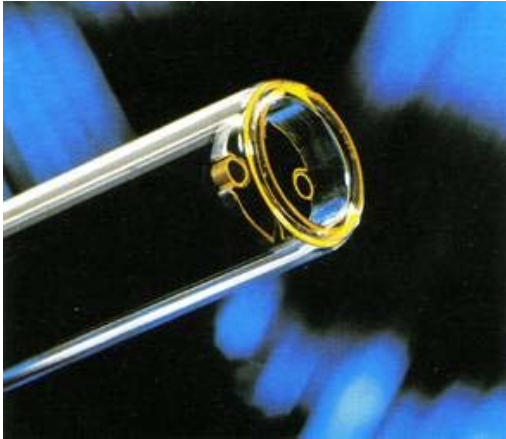
$Q_2$ : absorptiopinnan lämpöhukka

$Q_A$ : keräimen lämmöntuotanto



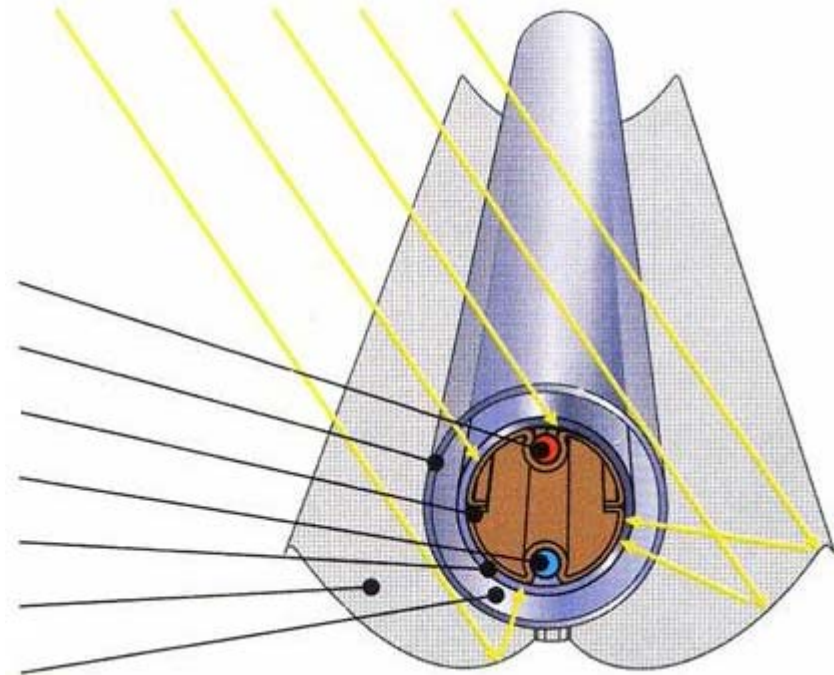
## 4. Auringon lämpösäteily

### 4.2. Tyhjiöputkikeräin



Etuputki  
Ulompi lasiputki  
Lämpöä johtava levy  
Takaputki

Sisäputki, jossa absorboiva pinta  
Heijastin  
Tyhjiö

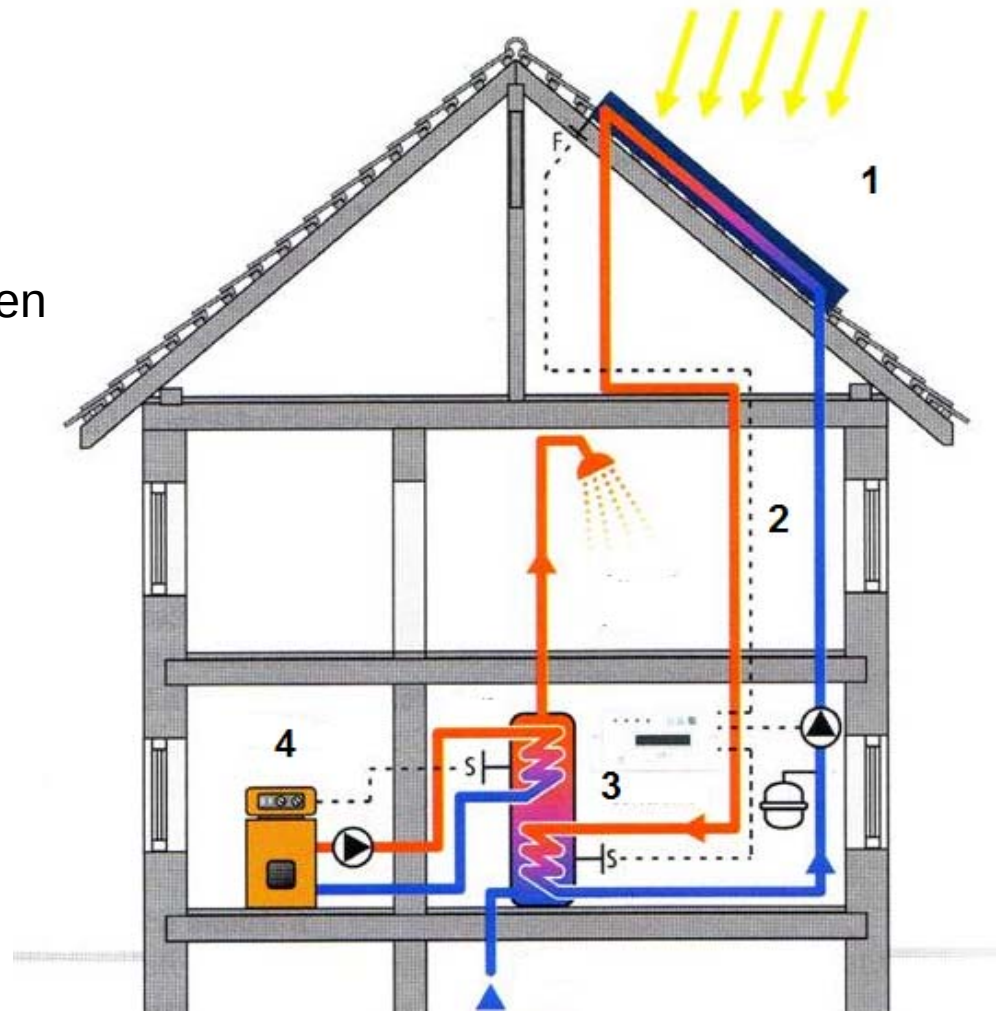




## 4. Auringon lämpösäteily

### 4.3. Yksittäisen rakennuksen aurinkolämpö

- 1 Keräinryhmä
- 2 Solaarinen silmukka
- 3 Varastosäiliö lämmönvaihtimeen
- 4 Kattila



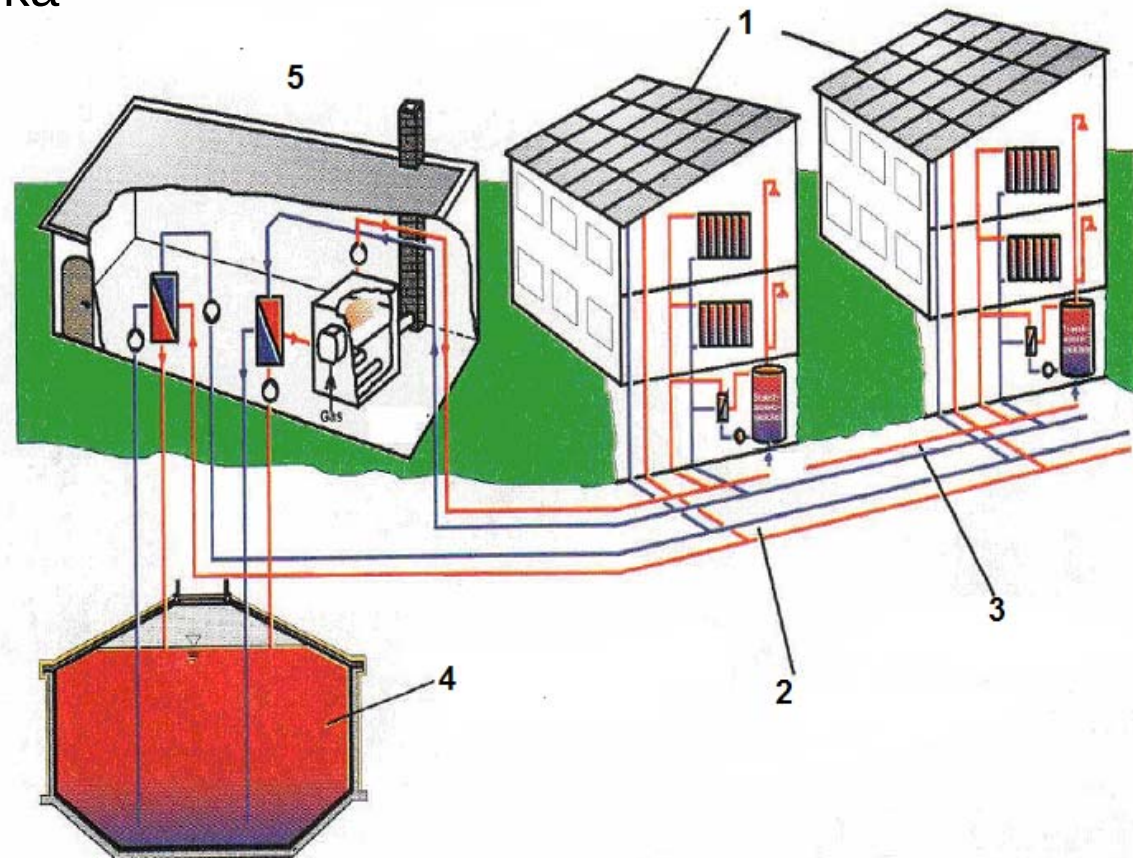
## 4. Auringon lämpösäteily

### 4.4. Aurinkolämpö asuinalueella

'Lähialue-' tai kaukolämpö, jonka tukena on aktiivinen aurinkolämpösystemi ja kausiluontoinen lämmön varastointi

Esimerkki:  
Friedrichshafenin projekti

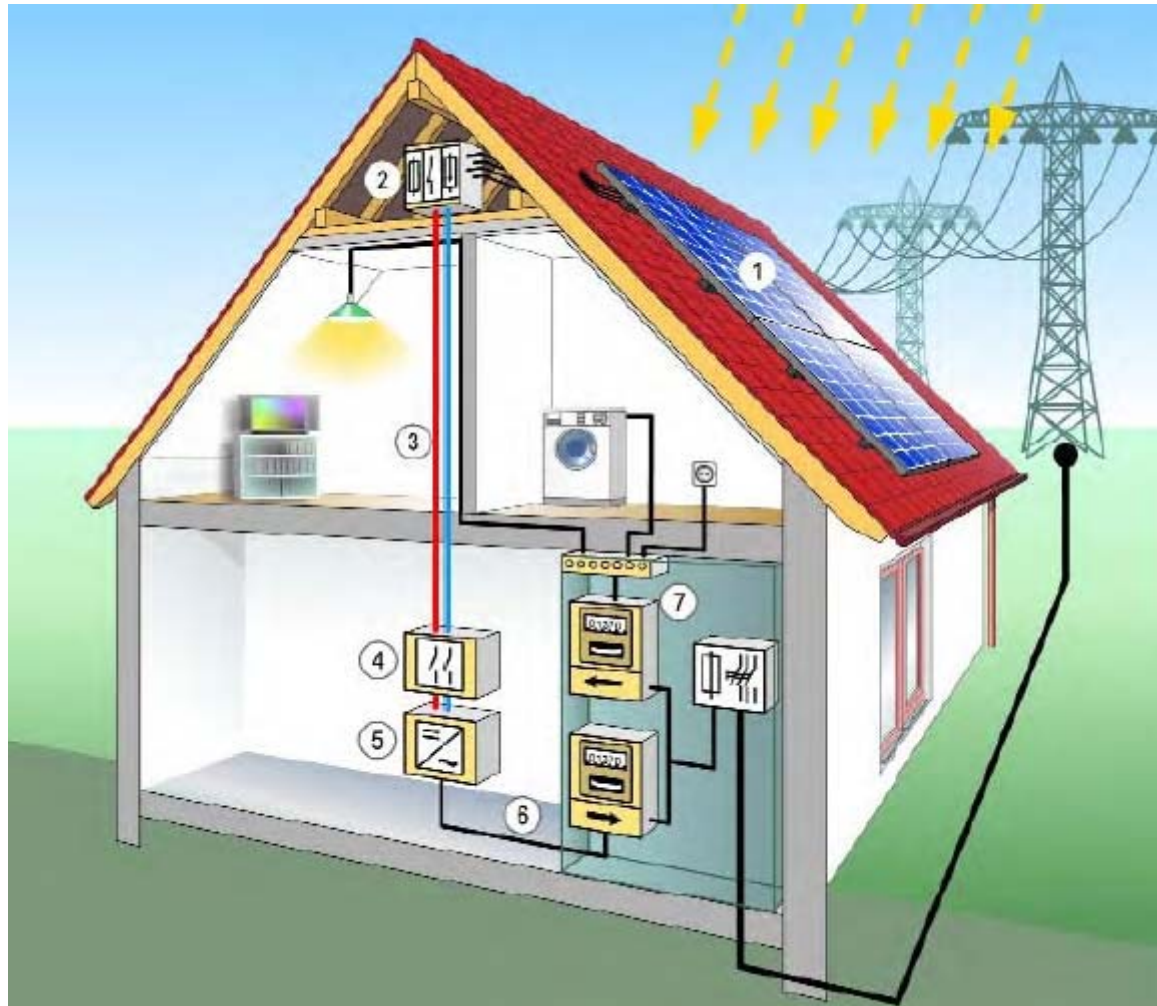
- 1 Keräinryhmät 5600 m<sup>2</sup>
- 2 Keräinverkosto
- 3 Lämmitysverkosto
- 4 Lämpövarasto 12000 m<sup>3</sup>
- 5 Lämpökeskus



## 5. Aurinkosähköjärjestelmät

### 5.1. Tyypillinen aurinkosähköjärjestelmä

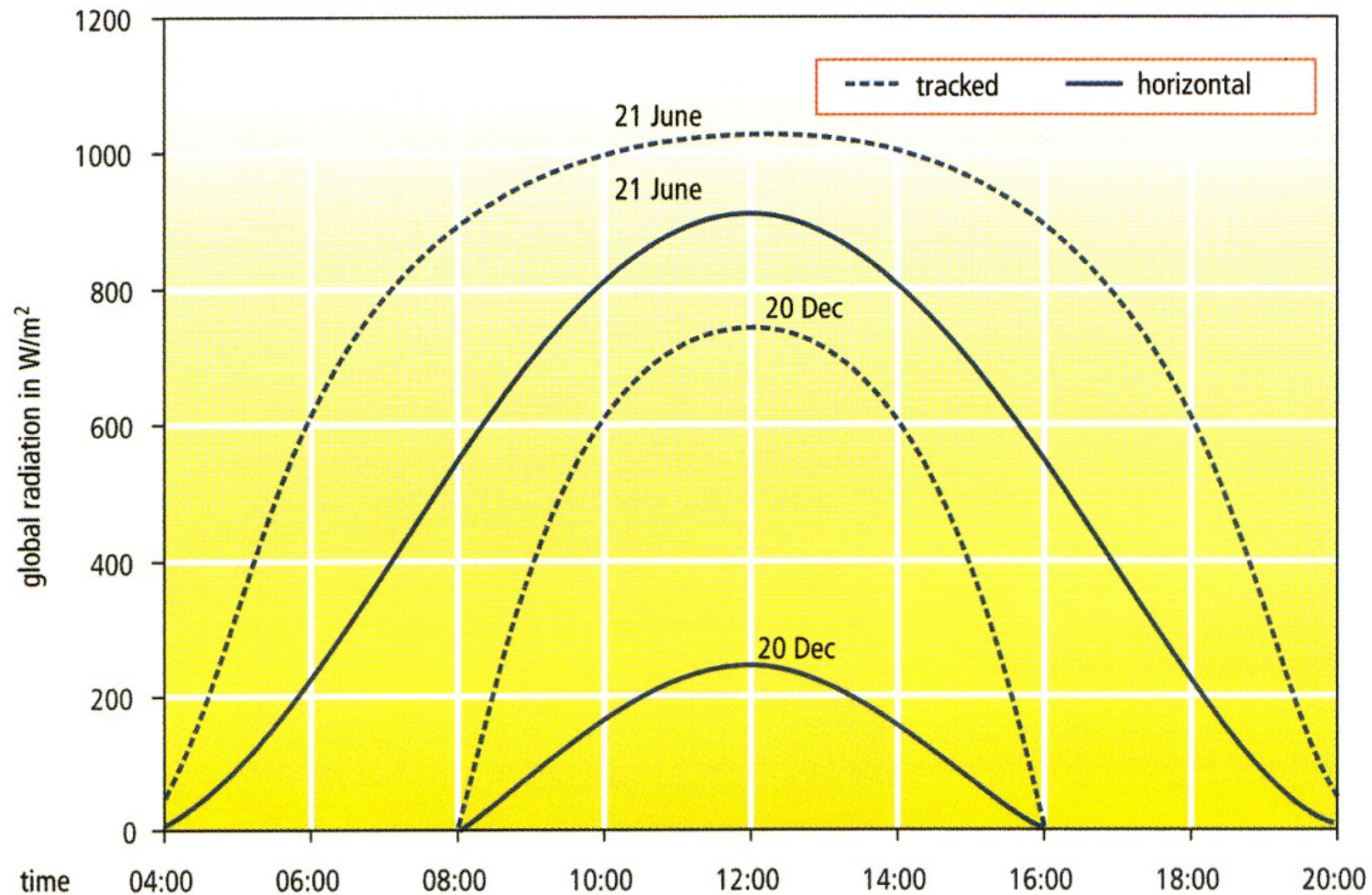
1. Paneeliryhmä
2. Kytkentärasia
3. Tasavirtakaapelointi
4. Tasavirtakytkin
5. Tasavirta-vaihtovirta-muuntaja
6. Vaihtovirtakaapelointi
7. Sähkönjakelu- ja kulutusmittari





# 5. Aurinkosähköjärjestelmät

## 5.2. Aurinkoseurannan vaikutus



## 5. Aurinkosähköjärjestelmät

### 5.3. Aurinkoseuraavat paneelijärjestelmät

Yksittäisien rakennusten aurinkopaneelirivit tulisi kääntää lähes optimaaliseen suuntaan ja kulmaan.

Avoimilla paikoilla paneelien suunnat ja kulmat voivat jatkuvasti seurata Auringon kiertoa.

Vuosittainen energiantuotanto on paljon suurempi käytettäessä aurinkoseurantajärjestelmää.





## 6. Terminen vesi

### Termisen veden käyttö

0 lähde

1 kemiallinen käsittely

2 hydrosykloni

3 varastosäiliö

4 pumpput

5 lämmityksen lämmönvaihdin

6 lämpimän veden lämmönvaihdin

7 kylpyvesi

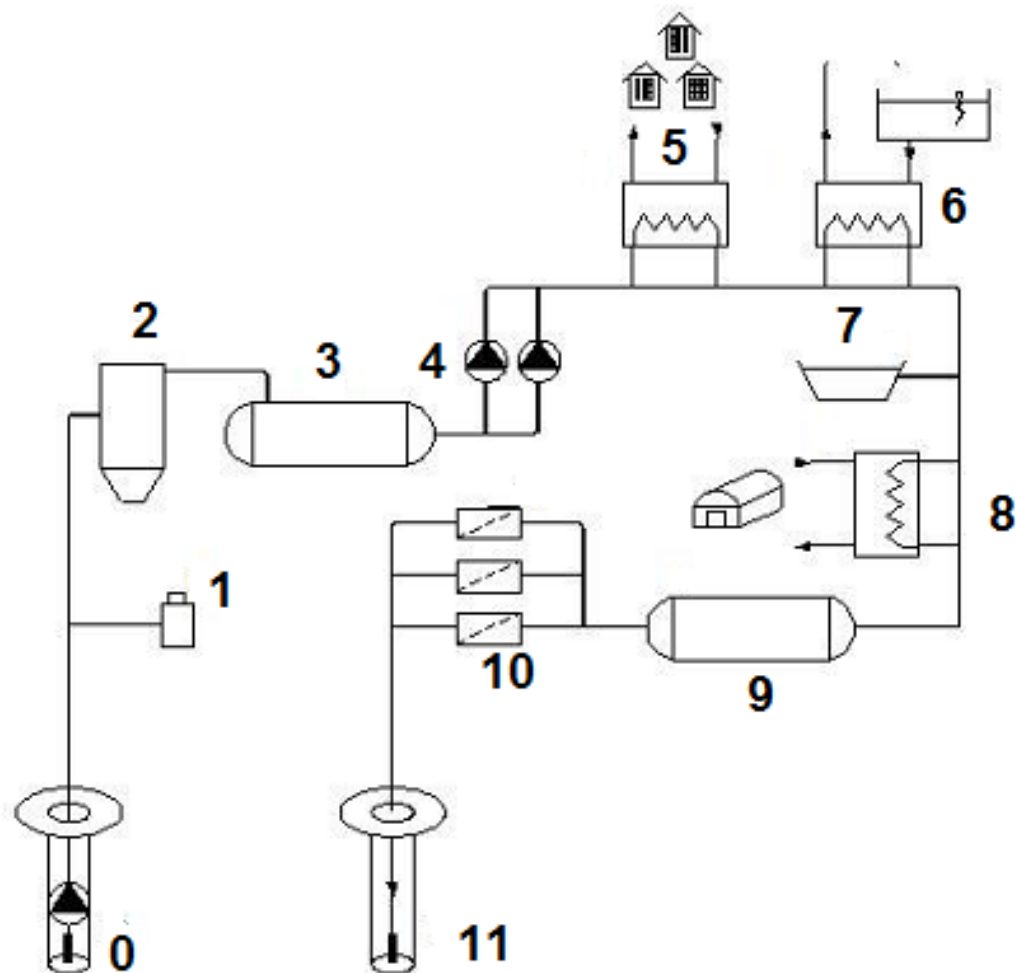
8 kasvihuoneiden maaperän lämmitys

9 varastosäiliö

10 suodattimet

11 palautuskaivo maaperään

Kaskadijärjestelmä on säädetty eri kuluttajien vaatiman energiankuljettimen lämpötilaan: suotuisa energiankäyttö

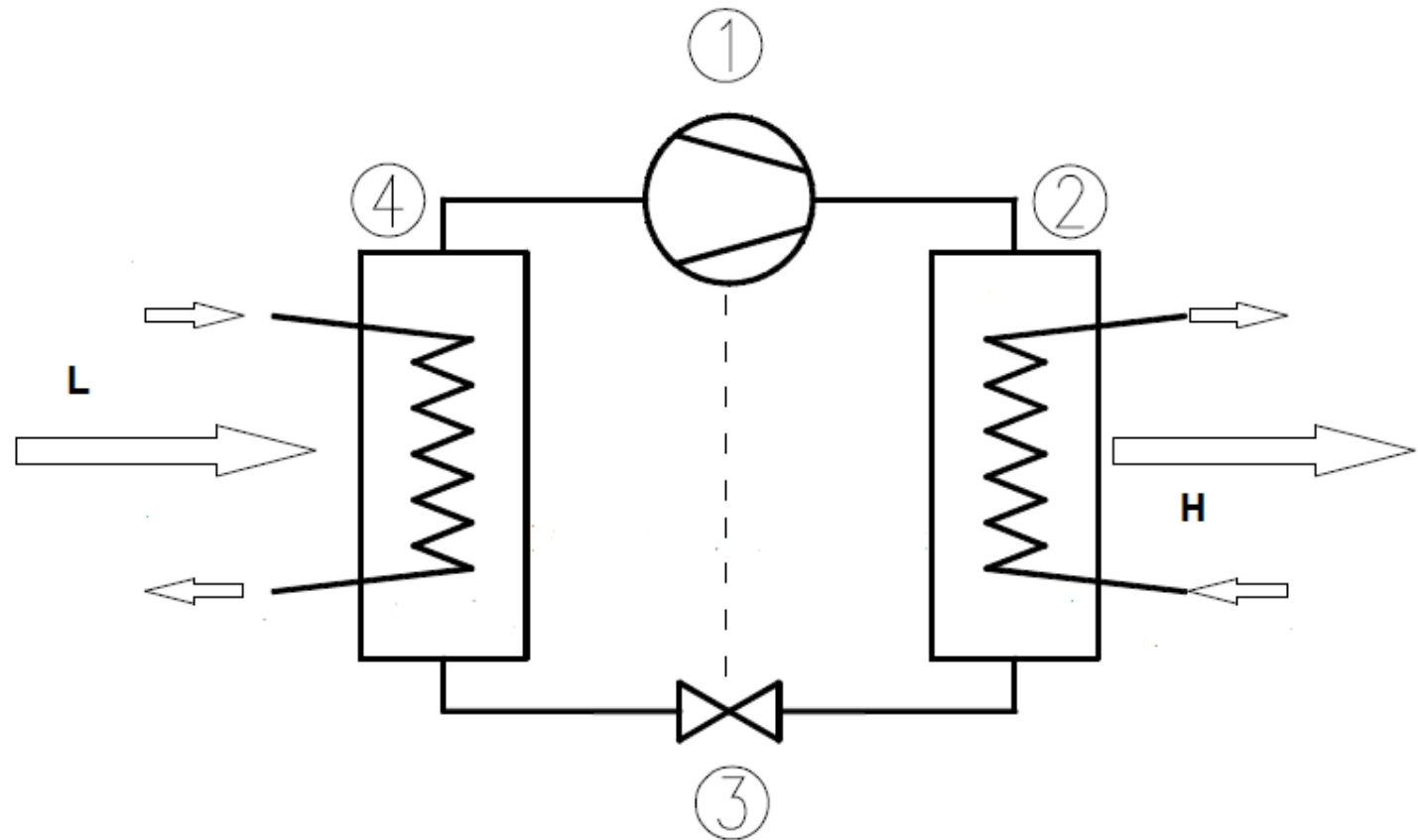




# 7. Lämpöpumppu

## 7.1. Lämpöpumppu kompressorilla

L: alhainen  
lämpötila,  
alhainen paine,  
lämmönerotus  
H: korkea  
lämpötila, korkea  
paine,  
lämmöntuotto  
1 Kompressor  
2 Lauhdutin  
3 Paisuntaventtiili  
4 Haihdutin



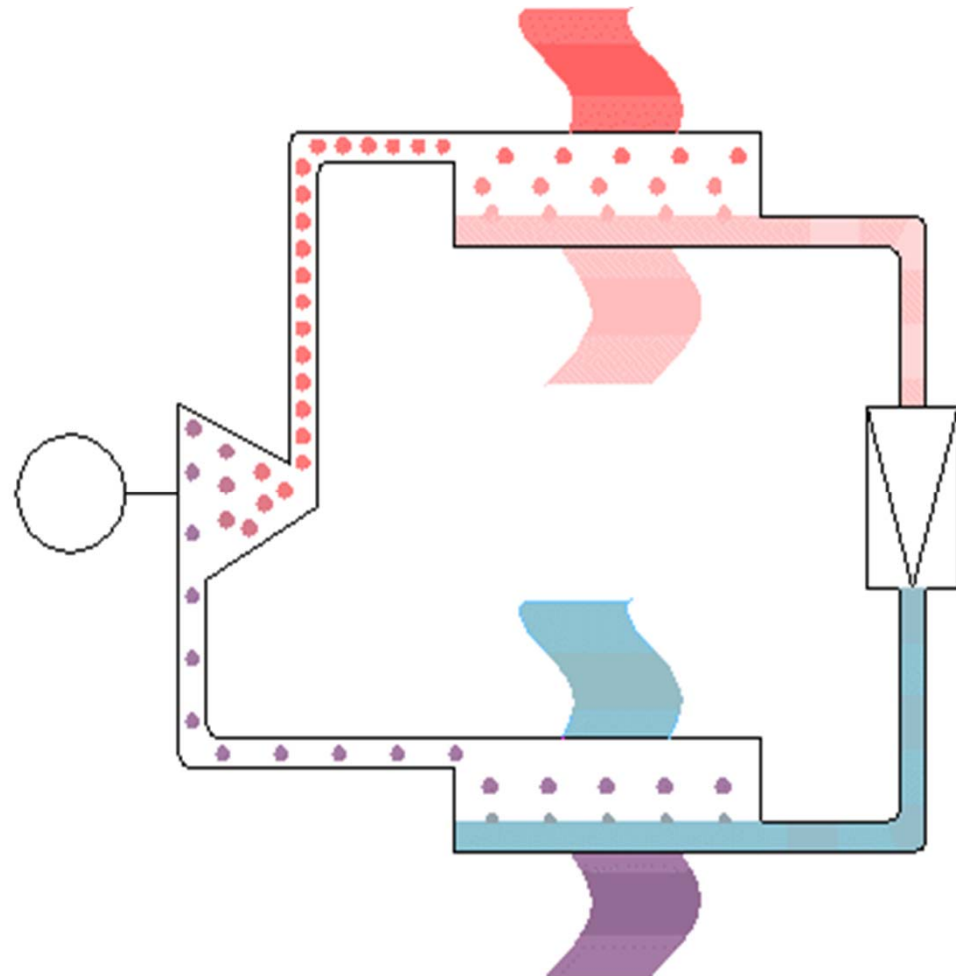
# 7. Lämpöpumppu

## 7.2. Lämpöpumpun toiminta

Lämpöpumppu perustuu ilmiöön, jossa neste-kaasu faasimuutoksen lämpötila riippuu paineesta.

Alhaisessa lämpötilassa, haihtuminen sitoo lämpöä, korkeassa lämpötilassa kondensaatio vapauttaa lämpöä.

Kompressorin tuottaa paineen, joka toimii tyypillisestä sähkömoottorilla. Lämpökerroin ilmaisee termisen- ja sähköenergian suhteen.



# 7. Lämpöpumppu

## 7.3. Absorptiolämpöpumppu

Neste – kaasu

faasimuutoslämpötila riippuu

liuoksen konsentraatiosta.

Liuottimen haihduttaminen

lämpöenergialla (aurinkoenergia, kaasumoottori) muuttaa liuoksen konsentraatiota

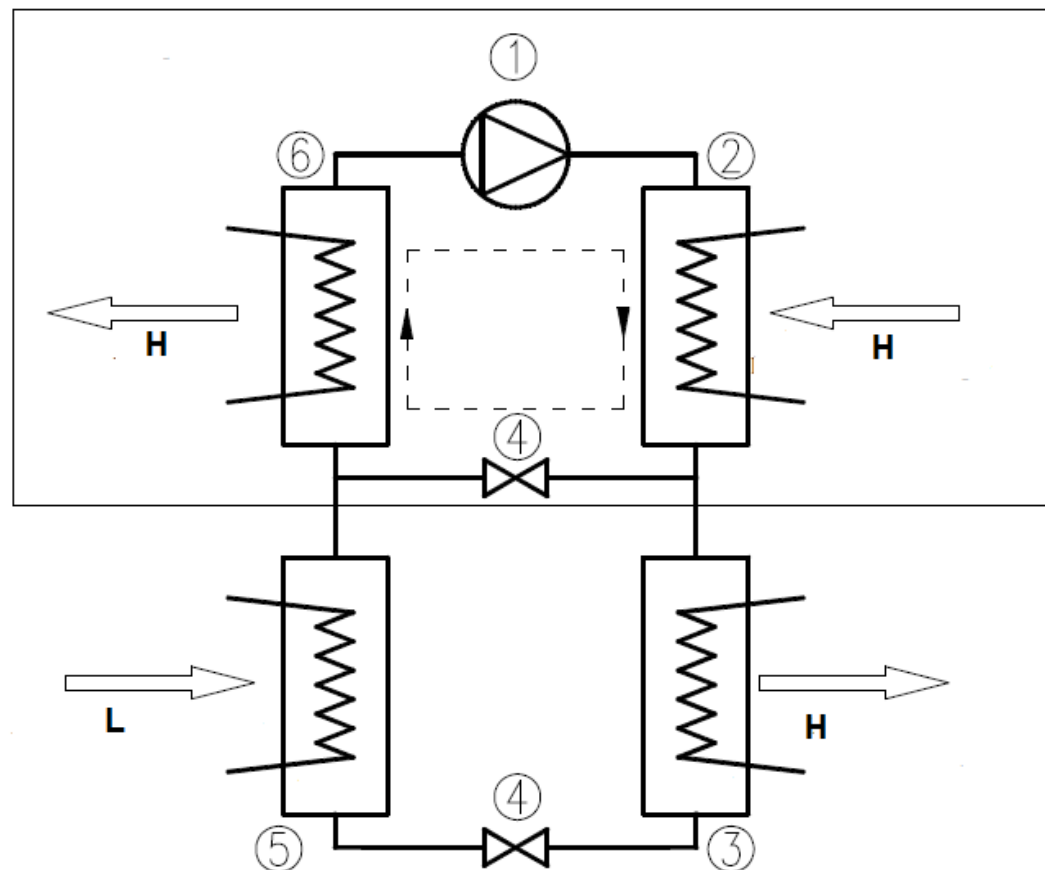
L – alhaisen lämpötilan

lämmönvaihto

H – korkean lämpötilän

lämmönvaihto

1. Liuotinpumppu
2. Liuottimen haihdutin
3. Kondensaattori
4. Paisuntaventtiili
5. Haihdutin
6. Absorptioyksikkö





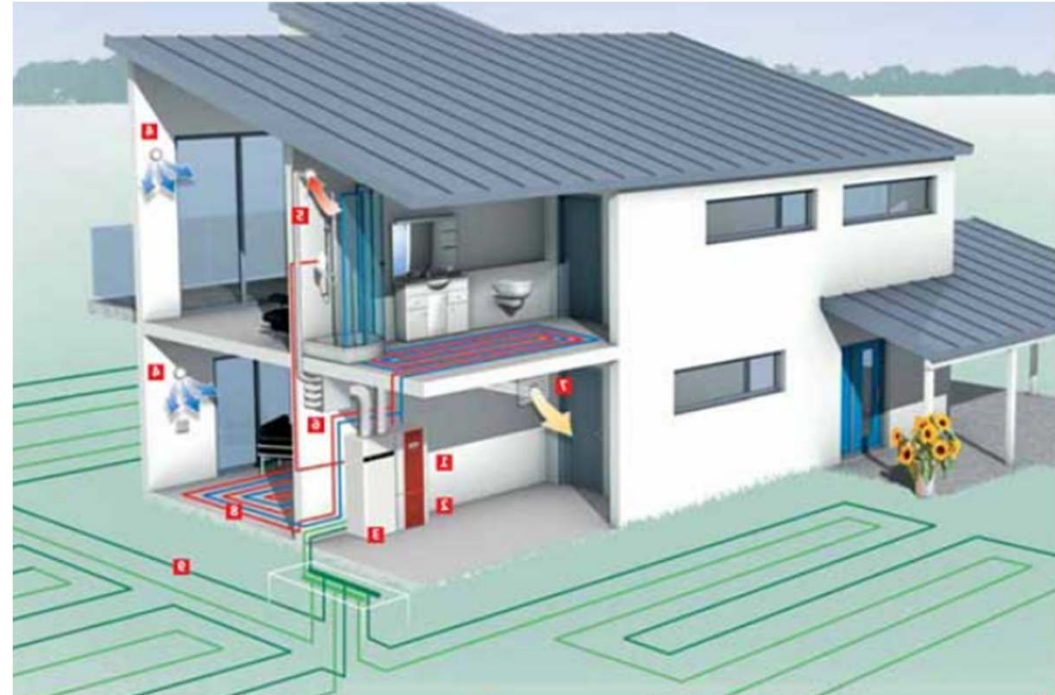
## 7. Geoterminen energia

### 7.1. Lähde: maahan haudattu kela

Lämpöpumpun lämmön lähde voi olla ilma (ulkoilma tai pakokaasu), luonnonvesi, jätevesi, tai liete; kuitenkin tyypillisimmin lämpö otetaan maaperästä.

Lämpö kerätään käyttämällä kela, joka on haudattu vaakatasoon 2-5 metrin syvyyteen.

Mitä korkeampi lämmön lähteen lämpötila, sitä parempi lämpökerroin.



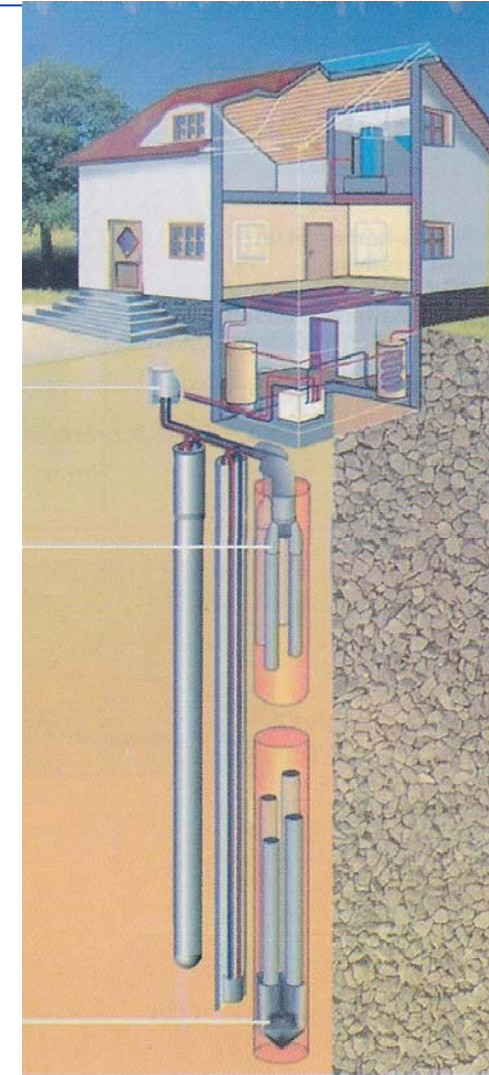
## 7. Geoterminen energia

### 7.2. Lähde: porareikä

Lämpö kerätään maaperästä 30-100 m syvyyteen asti porattujen reikien avulla. Vesi kiertää U-muotoisia tai koaksiaaliputkia pitkin.

Syvemmillä porareikäillä saavutetaan korkeampi lämpötila ja parempi lämpökerroin.

Ajanjaksoina, jolloin jäähdytyskuormitus on alhaisempi, ei ole tarpeen säätää lämpöpumppua jäähdytykselle: pelkästään energiakuljettimen kierto porareikässä tarjoaa kohtuullisen jäähdytyksen. Samaan aikaan maaperästä varastoitunut lämpö palautetuu.



## 8. Yhdistelmät

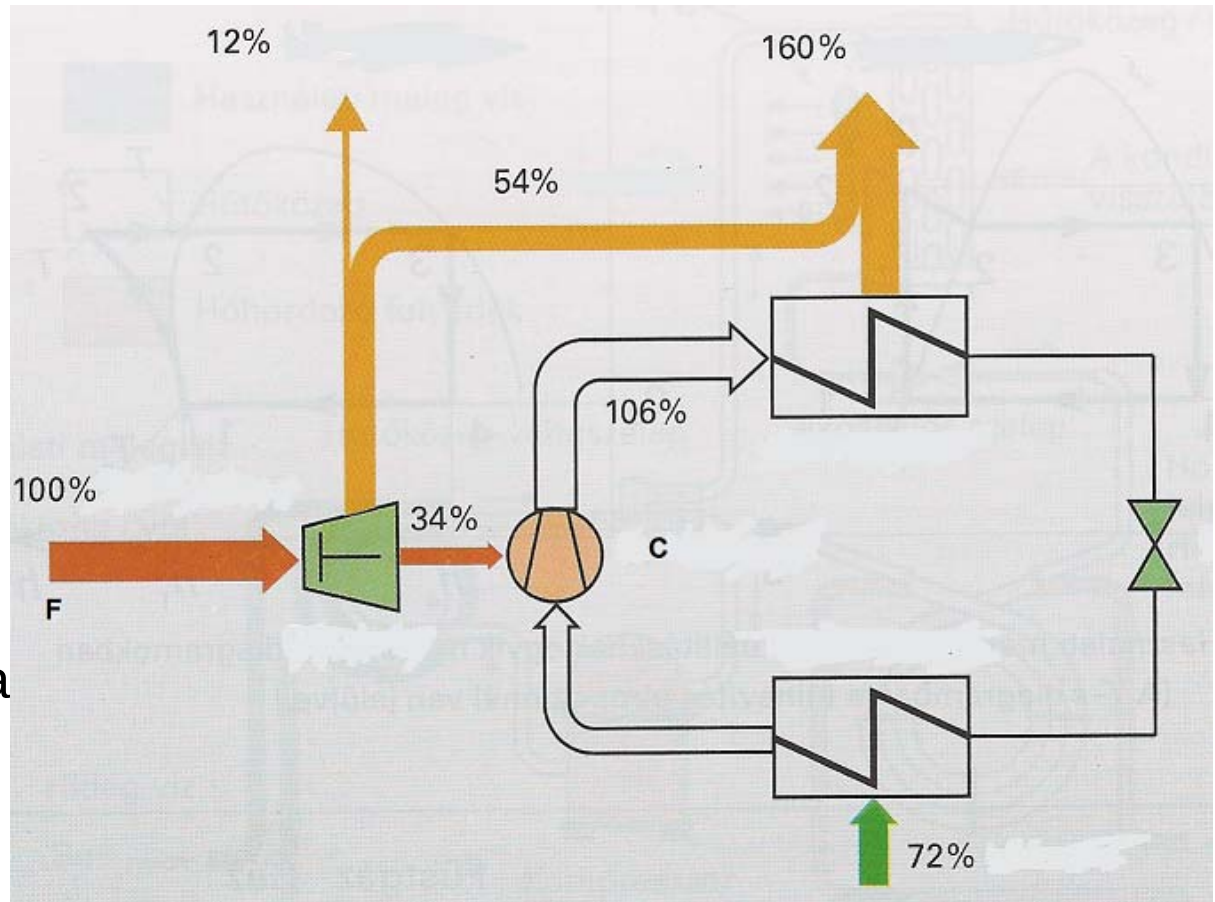
### 8.1. Kaasumoottori ja lämpöpumppu

Kompressoria voidaan käyttää kaasumoottorilla. Silloin lämpöä saadaan osaksi lämpöpumpusta ja osaksi moottorin lämmöntuotosta.

Jälkimmäinen mahdollistaa lämpöpumpun toiminnan pienemmällä lämpötilan pudotuksella, joka parantaa lämpökerrointa.

F: polttoaine

C: kompressori





## 8. Yhdistelmät

### 8.2. Biomassa ja aurinkoenergia

1 Kattila

2 Pelletit

3 Keräinryhmä

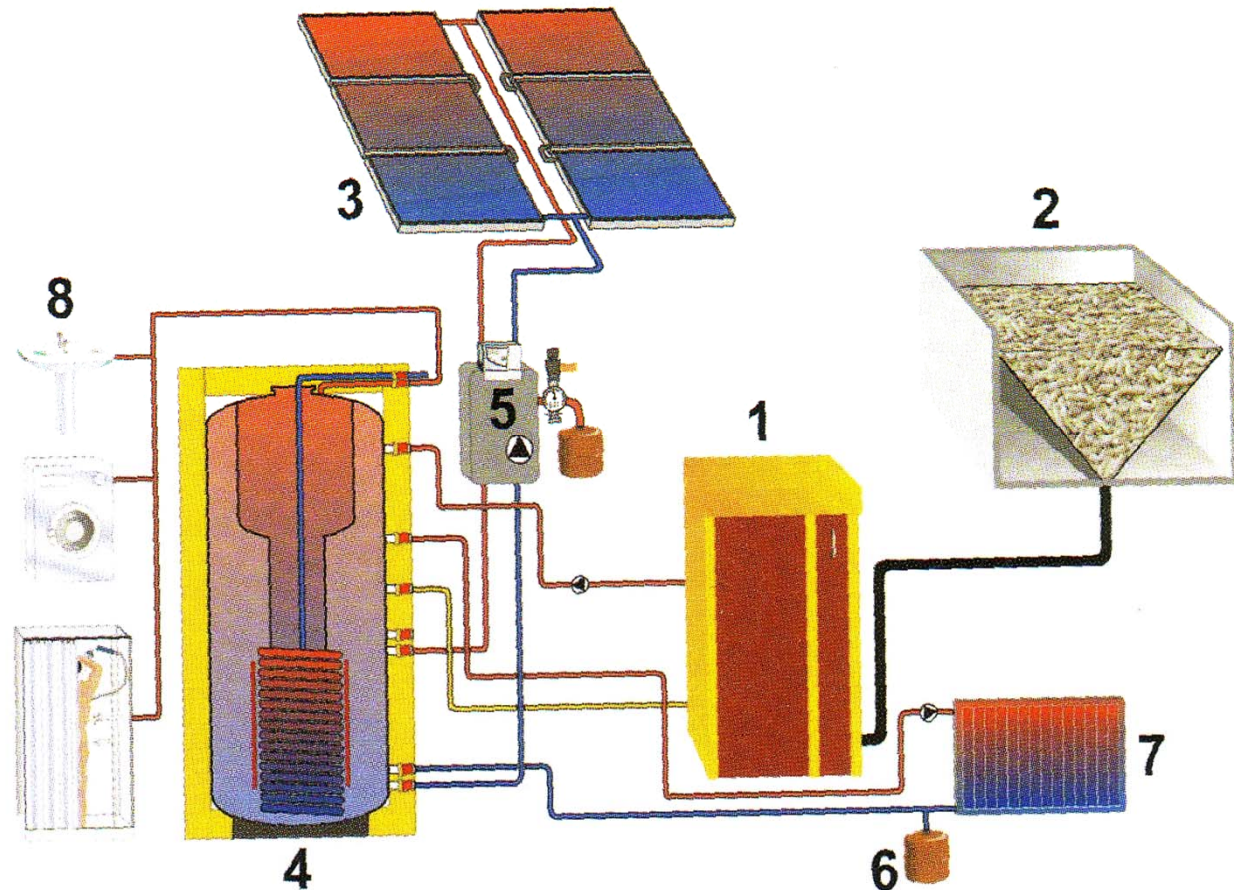
4 Varastosäiliön  
lämmönvaihdin

5 Kiertopumppu ja  
automaattiohjaus

6 Paisuntasäiliö

7 Lämmöntuotto

8 Kuumavesihanat



## 8. Yhdistelmät

### 8.3. Mikro CHP

#### Mikro CHP/ kolmoistuotanto

1 Polttoaineen  
palaminen

2 Moottori

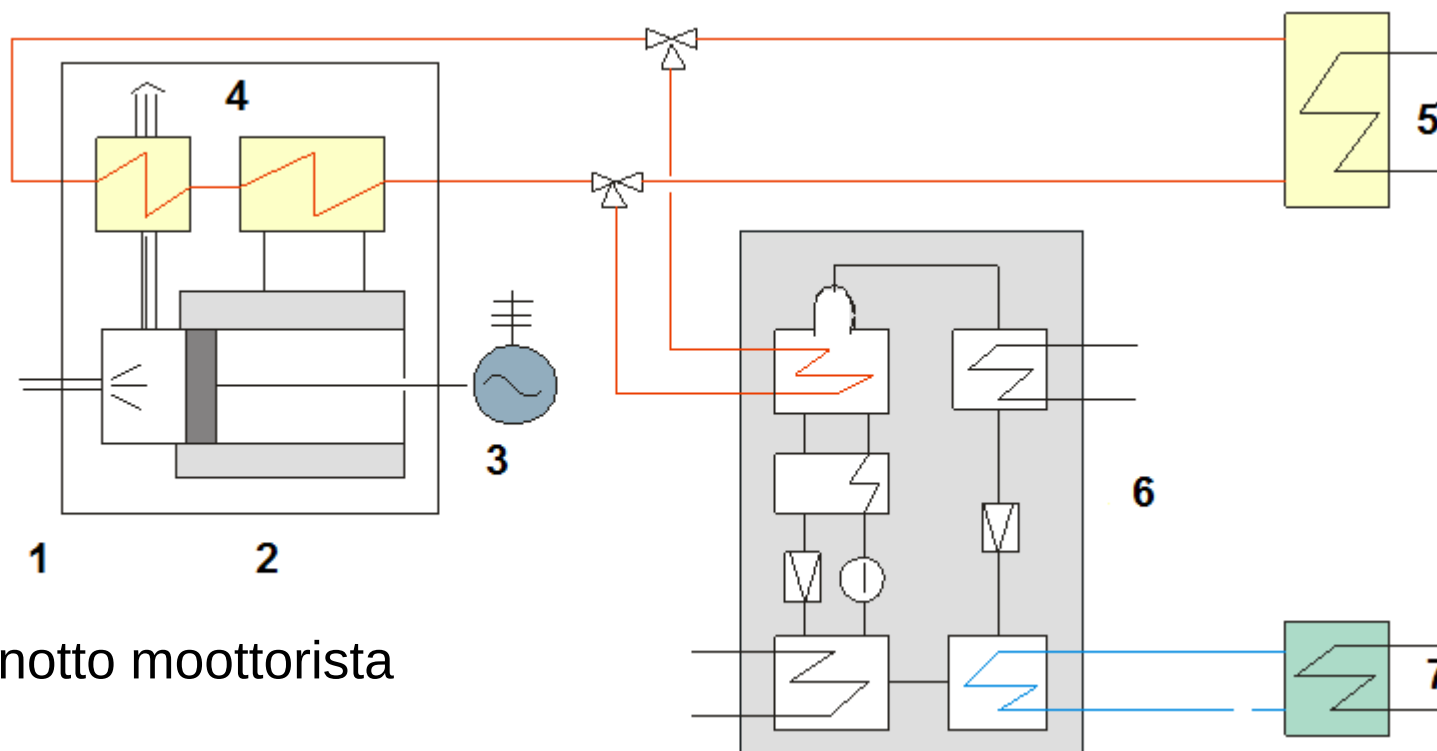
3 Generaattori

4 Lämmön talteenotto moottorista

5 Lämmitys ja kuuma vesi

6 Sorptiojähdytys

7 Tilan jäähdytys



# The UP-RES Consortium

Tämän moduulin vastuullinen instituutio: **Debrecen University**



- **Suomi: Aalto University School of science and technology**  
[www.aalto.fi/en/school/technology/](http://www.aalto.fi/en/school/technology/)



- **Espanja: SaAS Sabaté associats Arquitectura i Sostenibilitat**  
[www.saas.cat](http://www.saas.cat)



- **Iso-Britannia: BRE Building Research Establishment Ltd.**  
[www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)



- **Saksa:**  
**AGFW - German Association for Heating, Cooling, CHP**  
[www.agfw.de](http://www.agfw.de)



**UA - Universität Augsburg** [www.uni-augsburg.de/en](http://www.uni-augsburg.de/en)



**TUM - Technische Universität München** <http://portal.mytum.de>



- **Unkari: UD University Debrecen**  
[www.unideb.hu/portal/en](http://www.unideb.hu/portal/en)