

SISTEME NECONVENȚIONALE DE ÎNCĂLZIRE

8.1. Noțiuni generale

Dezvoltarea surselor regenerabile de energie ca o resursă energetică semnificativă și nepoluantă este unul din principalele obiective ale politicilor energetice mondiale care, în contextul dezvoltării durabile, au ca scop reducerea consumurilor energetice, creșterea în alimentarea cu energie, protejarea mediului înconjurător și dezvoltarea tehnologiilor energetice viabile. La nivelul anului 2000, ponderea surselor regenerabile în producția totală de energie primară pe plan mondial era de 13,8%.

Clădirile alimentate cu energie termică regenerabilă trebuie privite ca un sistem energetic complex, situat în contextul energetic al amplasamentului.

Atât prin modul de amplasare și conformare a clădirilor cât și prin mărirea funcției conservative a acestora se urmărește reducerea consumului de energie termică în condițiile menținerii sau sporirii confortului termic al ocupanților. Funcția conservativă a clădirii este dată de gradul de protecție termică exprimată prin rezistență termică globală, care în cazul clădirilor alimentate cu surse de energie regenerabilă presupun valori de $(2,5...3,0) (m^2 \cdot K)/W$.

Instalațiile de încălzire și preparare a apei calde de consum, ce utilizează surse de energie regenerabilă conduc la importante economii de energie termică, însă necesită, pentru perioadele de vârf, fie o instalație clasică alimentată cu combustibil, fie o instalație electrică.

8.2. Instalații solare de încălzire

Instalațiile solare termice realizează conversia energiei solare în energie termică folosită pentru încălzire și preparare apă caldă de consum. Elementele principale care realizează conversia sunt captatoarele solare (colectoare solare), care au rol de a capta razele solare și de a transporta căldura către un agent termic (aer, apă, alte lichide).

Un sistem solar termic dimensionat și exploatat corespunzător poate acoperi (50...65)% din necesarul anual de apă caldă de consum (așa numita „rată de acoperire solară”), în timpul verii rata de acoperire atingând cel mai adesea 100%.

Sistemele solare termice moderne au o durată de viață estimată la peste 20 de ani, sunt foarte ușor de implementat și necesită o întreținere minimă, fiind astfel o completare ideală în tehnica modernă de încălzire.

Un sistem solar de încălzire trebuie să îndeplinească funcțiile de captare, stocare și transport al energiei solare la consumatori. Dacă toate cele trei funcții sunt realizate de elementele de construcție (pereți, planșee, suprafețe vitrate, izolații termice etc.) atunci **sistemul solar de încălzire este pasiv**. Pentru acest sistem de încălzire nu este necesar un nivel foarte ridicat al radiației solare, principalul dezavantaj fiind acela că acesta, nu poate asigura utilizarea energiei solare decât în apropierea elementelor de captare.

Pentru transportul la distanță a energiei solare captate se utilizează ca agent termic apa sau aerul, vehiculat cu ajutorul unor echipamente cu consum de energie electrică (pompe, ventilatoare), caz în care sistemul este denumit **sistem de încălzire activ**.

În cazul unui sistem activ de încălzire solară (figura 8.1), energia solară este absorbită de captatoare solare, transportată prin intermediul circuitului solar într-un rezervor de acumulare termoizolat, unde este cedată apei, care este utilizată pentru consum menajer și/sau ca agent termic pentru încălzire. Pentru perioadele reci, în care aportul energetic solar nu acoperă

necesarul de căldură al clădirii, instalația este prevăzută cu o sursă suplimentară de energie convențională.

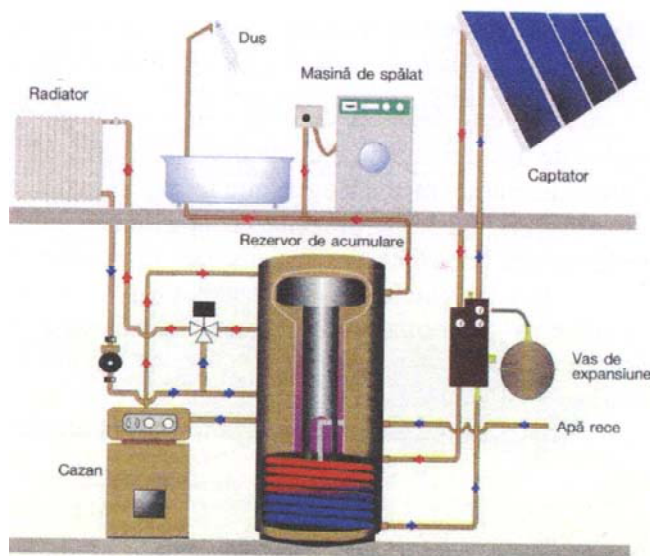


Figura 8.1. Sistem solar de încălzire activ

dar, din cauza creșterii temperaturii de întoarcere, randamentul cazanului scade cu 3%.

Dacă necesarul de energie termică a clădirii ar fi de 10 kW·h, la randament de 100% pentru cazanul cu condensatie, consumul de energie în instalație este de 10 kW·h, iar la randamentul de 97%, consumul energetic va fi de 10,3 kW·h ($10 \text{ kW} \cdot \text{h} / 0,97 = 10,3 \text{ kW} \cdot \text{h}$). Dacă gradul de acoperire al instalației solare este de 50% (adică 5 kW·h) \Rightarrow un consum energetic efectiv de: $10,3 \text{ kW} \cdot \text{h} - 5 \text{ kW} \cdot \text{h} = 5,3 \text{ kW} \cdot \text{h}$.

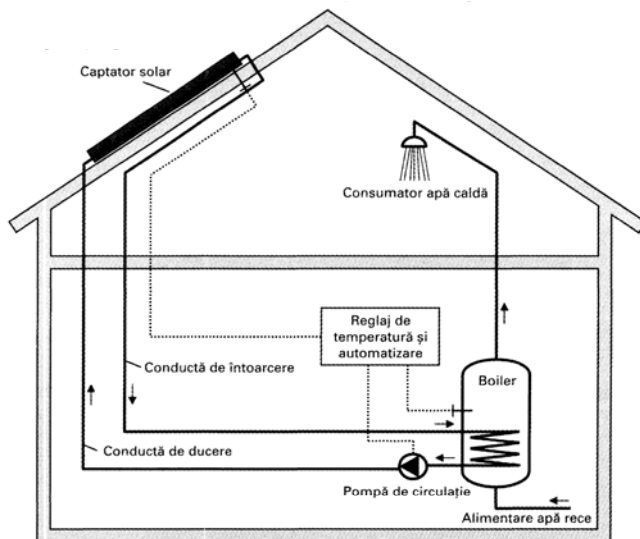


Figura 8.2. Sistem solar pentru prepararea apei calde de consum

- elemente de automatizare a întregului proces de producere, stocare, transport și distribuție a căldurii solare;
- aparatura și dispozitive de siguranță și control.

În lunile martie-aprilie și septembrie-octombrie sistemul poate prelua însă doar o parte din sarcina termică necesară producerii apei calde de consum. Sistemele de preparare a apei calde

Regimul de captare și transfer de căldură în întreaga instalație solară este tranzitoriu, iar temperatura apei la ieșirea din captatoare este variabilă.

Cu ajutorul acestor sisteme de încălzire, în zilele senine, se poate obține energie chiar la temperaturi ale aerului mai mici de -10°C , care se stochează prin intermediul rezervorului de acumulare.

EXEMPLU:

Dacă o instalație de încălzire cu diferența de temperatură dintre ducere și întoarcere de 14°C este prevăzută cu un sistem de captare a energiei solare, care realizează o încălzire a agentului termic cu 7°C , acesta poate acoperi 50% din necesarul energetic al instalației respective,

Instalațiile solare pentru prepararea apei de consum, dacă sunt corespunzător dimensionate (figura 8.2), pot asigura ca soluție unică, alimentarea clădirilor de locuit cu apă caldă menajeră la temperatura de 45°C în sezonul de vară. O astfel de instalație, cu aplicații în instalațiile pentru construcții este prevăzută în general cu următoarele echipamente (figura 8.3):

- captatorul solar;
- dispozitive de stocare a căldurii solare;
- rețea de conducte pentru transportul și distribuția căldurii solare la consumator (circuit solar);

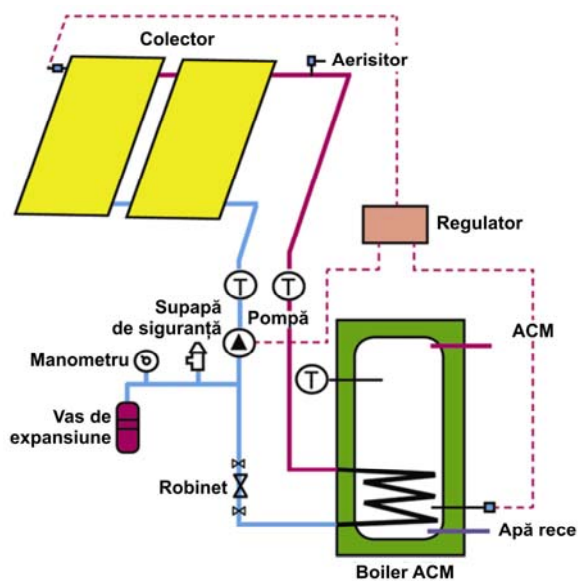


Figura 8.3. Componentele sistemului de preparare apă caldă de consum

de consum rămân în funcție și în sezonul rece pentru că pot asigura chiar și în zilele de iarnă însorite o cantitate de căldură pentru prepararea apei calde de consum.

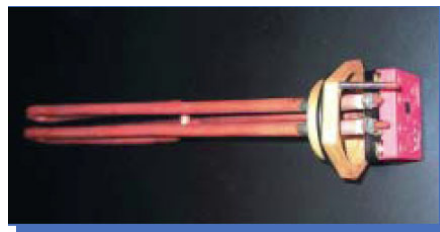
Un termostat diferențial monitorizează continuu diferența de temperatură între rezervor și captator. Atunci când temperatura apei la ieșirea din captator este cu 10°C mai mare decât temperatura apei din boiler (se recomandă reglare la (4...6)°C) termostatul diferențial permite circulația apei prin rezervor.

Circulația apei este întreruptă atunci când diferența de temperatură este de (2...4)°C. În cazul în care sistemul solar nu face față cererii sau nu funcționează se poate porni o altă sursă de energie (rezistență electrică sau centrală termică de apartament).

Kitul hidraulic mai cuprinde: pompa de circulație, termometre, unitatea de protecție, racorduri de conexiune. Pentru evitarea înghețului apei din captator se utilizează glicolul. Glicolul se amestecă cu apa în cantitate stabilită în funcție de temperatura mediului ambiant. În rezervorul de acumulare (figura 8.4.a) se poate monta o rezistență electrică de 2 sau 4 kW/230V (figura 8.4. b) prevăzută și cu termostat (figura 8.4. c). Existența unei rezistențe electrice permite obținerea a.c.c. chiar și în cazul unei radiații scăzute sau a creșterii accentuate necesarului de a.c.c.



a)



b)



c)

Figura 8.4. Elemente componente ale instalației solare pentru prepararea apei calde de consum: a) rezervorul de acumulare; b) rezistență electrică; c) termostat.

Din practică se cunoaște că pentru un consum de 50 l/(om·zi) este necesară o suprafață a captatorului de aproximativ 1,5m² și se poate acoperi în perioada de vară, necesarul de apă caldă menajeră în proporție de (90...100)%. În funcție de mărimea sistemului solar realizat pentru prepararea apei calde de consum și de soluția constructivă adoptată, se pot obține (300...500) kWh/(m²·an).

Sistemele solare implementate în instalațiile pentru clădiri au performanțe energetice ridicate rezultând, economii considerabile ale consumatorilor de combustibili și reprezintă o sursă economică și, foarte importantă, nepoluantă de energie. Este important însă ca la alegerea soluției tehnice să se țină seama de caracteristicile climatice ale zonei și particularitățile construcției și totodată se impune o analiză economică (cheltuieli de întreținere, exploatare, amortizate a investiției) a sistemului ales.

Evitarea valorificării potențialului termic al energiei solare este un „lux” pe care nu ni-l mai putem permite mult timp.

8.3. Instalații de încălzire cu pompe de căldură

Pompele de căldură sunt instalații termice destinate valorificării potențialului termic al surselor cu temperaturi egale sau cu puțin mai mari decât cele ale mediului ambiant.

Pompele de căldură – ca sisteme de conversie a energiei – sunt mașini termice care pot ridica calitatea căldurii de la un nivel scăzut de temperatură până la un nivel ridicat de temperatură. Ele pot furniza în mod obișnuit căldură până la temperaturi de 120°C.

Pentru încălzirea clădirilor, căldura este necesară la o temperatură mai mică de 90°C, ceea ce înseamnă că pompele de căldură pot fi folosite pentru întreaga piață din domeniul încălzirii clădirilor, ceea ce reprezintă cca. 26% din consumul total de energie primară. Datorită temperaturilor mai mari de 400°C, necesare în industrie, pompele de căldură, în acest domeniu al clădirilor industriale, pot furniza numai 2% din întregul necesar de căldură.

Principiul de bază al funcționării pompelor de căldură a fost descoperit de austriacul Peter Ritter von Rittinger în 1856. Principiul de funcționare al pompei de căldură este invers celui al frigiderului, adică preia agentul termic rece din sol, aer sau apă freatică și îl transformă în agent termic cald, pe când frigiderul preia aerul cald și îl răcește. Cu cât diferența de temperatură dintre sursă și mediul de încălzit este mai mică, eficiența pompei de căldură este mai mare.

Pompa de căldură este un dispozitiv de transport care ridică nivelul de temperatură al căldurii existente în mediul înconjurător pentru a putea fi folosită la încălzire.

Pompa extrage căldura solară stocată în mediul înconjurător – pământ, apă freatică sau aer – și o transformă la parametri ridicați în energie necesară încălzirii locuințelor și apei calde. Părțile componente principale ale unei pompei de căldură sunt: vaporizatorul (evaporatorul), compresorul, condensatorul, subrăcitorul, ventilul de expansiune și țevile din cupru prin care circulă agentul de răcire.

În timpul funcționării pompei de căldură (figura 8.5) există:

- un corp cu temperatură mai joasă (de exemplu temperatura mediului ambiant - aer, apă, sol) care se numește **sursă rece** (și care ajunge în **vaporizator**);
- un corp cu temperatură mai mică decât a sursei reci numit **agent frigorific** (acesta conform principiului enunțat poate prelua căldura sursei reci);
- un corp care va trebui să primească, de la agentul frigorific, căldură (în **condensator**), numit **agent termic**.

Agentul de răcire acționează într-un sistem închis de conducte, ceea ce înseamnă că acesta nu are nici un fel de contact cu mediul înconjurător. Proprietatea agentului de răcire este că vaporizează la temperaturi scăzute de până la -40°C. Pentru a vaporiza, pompa de căldură are nevoie de o cantitate de energie, care este preluată din sursa de căldură aer, pământ sau apă din pânza freatică. Această cantitate de energie este preluată prin intermediul unui

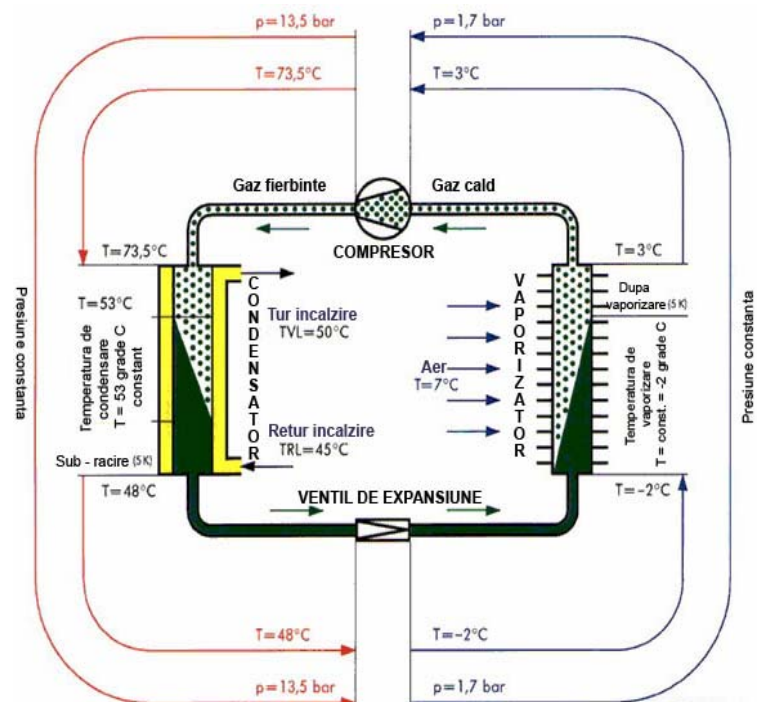


Figura 8.5. Schema de principiu a unei pompei de căldură

furtun colector care poate fi îngropat în pământ, fixat pe fundul unui lac, sau în puțuri forate în pământ pentru a ajunge la pânza freatică, soluția depinzând de amplasarea clădirii și spațiul pe care clientul îl are la dispoziție.

Energia preluată din aer/sol/apă este transmisă agentului de răcire din vaporizator. Prin vaporizare agentul termic se transformă în gaz care este absorbit de compresor. Gazul este apoi comprimat, prin comprimare temperatura acestuia crește la (70...100)°C. Această căldură este preluată de agentul termic (apa din instalația termică) prin intermediul condensatorului, folosindu-se apoi pentru încălzirea clădirilor sau pentru a produce apă caldă.

Pompele de căldură funcționează cu atât mai economic cu cât diferența între temperatura mediului ales ca sursă de energie (sursa rece) și temperatura agentului termic din circuitul de încălzire (sursa caldă) este mai redusă. De aceea se vor folosi sisteme de încălzire care funcționează la temperaturi coborâte: ventilconvectoroare, încălzire în pardoseală, în pereți. Pentru încălzirea locuințelor și prepararea apei calde menajere cele mai utilizate variante sunt:

- Pompa de căldură aer-apă;
- Pompa de căldură apă-apă;
- Pompa de căldură sol-apă: - cu colectori orizontali sau cu sonde.

8.3.1. Pompe de căldură aer-apă

Pompele de căldură sistem aer-apă se pot utiliza pe durata întregului an. În clădiri construite conform standardelor în vigoare, pompa de căldură sistem aer-apă poate funcționa monovalent sau monoenergetic în combinație cu o rezistență electrică.

Sursa de căldură – aerul - este foarte ușor de procurat și este disponibil peste tot în cantități nelimitate, prin aer se înțelege utilizarea aerului din exterior (aerului atmosferic). Nu se acceptă utilizarea ca sursă de căldură în clădiri de locuit a aerului din interior pentru încălzirea locuințelor. Acest sistem de recirculare a aerului interior este permis numai în cazul încălzirii clădirilor industriale.

În cazul surselor de căldură pentru aer, dimensionarea sursei de căldură se stabilește în funcție de tipul constructiv și de dimensiunea aparatului. Cantitatea necesară de aer este dirijată de către un ventilator încorporat în aparat, prin canale de aer către vaporizator, care extrage căldură din aer (figura 8.6).

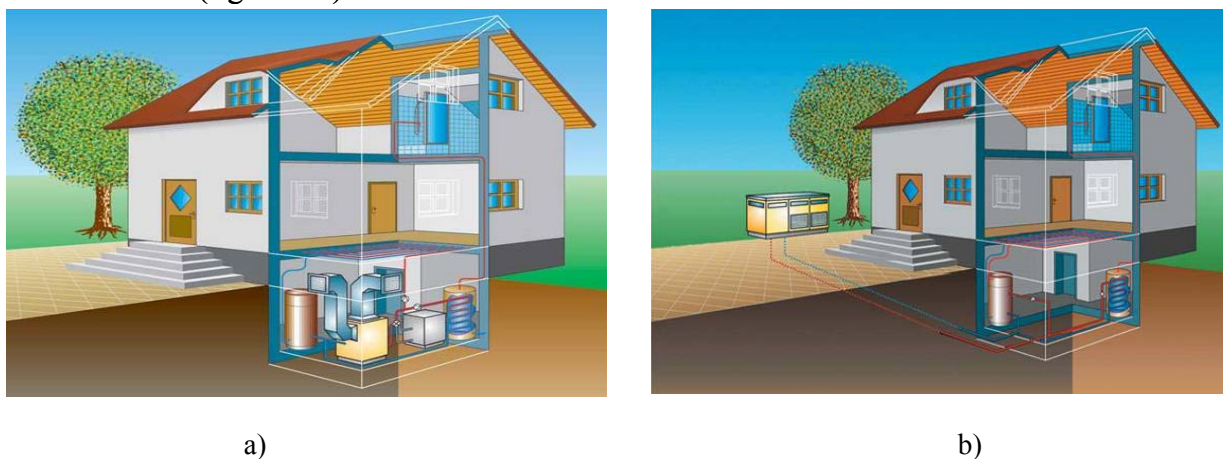


Figura 8.6. Pompe de căldură aer-apă: a) cu modulul de aer în interior; b) cu modulul de aer în exterior

Caracteristic acestei pompe de căldură este faptul că poate funcționa foarte ușor atât în încălzire în sezonul rece, dar și în condiționare în sezonul cald. Datorită temperaturilor scăzute ale aerului în sezonul rece eficiența pompei scade considerabil față de eficiența pompelor care folosesc ca sursă de căldură solul sau apa.

Dezavantajul major al sistemului este faptul că nu poate funcționa monovalent la temperaturi foarte scăzute (începând de la cca. -15°C).

Pompa de căldură aer-apă are și capacitatea de a împrăști și răci aerul din anumite încăperi în paralel cu producerea apei calde menajere.

Aceste sisteme se pretează în special la dotarea caselor cu consum scăzut de energie (case eficiente) sau la utilizarea caselor pasive.

8.3.2. Pompe de căldură apă-apă

Temperatura apei din pânza freatică are un nivel constant, aproape independent de condițiile meteorologice din timpul anului. Acesta este motivul principal pentru care pompa de căldură apă-apă este ideală pentru funcționarea monovalentă.

Pompa de căldură apă-apă primește energia acumulată în apa din pânza freatică și o cedează, cu ajutorul energiei electrice, către circuitul de încălzire al casei.

În cazul pompelor de căldură tip apă - apă, coeficientul de performanță este $COP=(5,4...5,5)$, ceea ce înseamnă că 1 kWh de energie electrică absorbită produce, prin intermediul pompei de căldură tip apă-apă, $(5,4...5,5)$ kWh energie termică. Aceste valori mari ale COP sunt atinse atunci când încălzirea casei se face cu sistemul "în pardoseală", și scad cu creșterea temperaturii agentului termic din circuitul de încălzire al casei.

Coeficientul de performanță COP sau eficiența termică ε^{PC} se definește ca raport între efectul util produs (energia termică utilă, E_U) și energia consumată pentru obținerea lui (energia de acționare, E_A):

$$\varepsilon^{PC} = \frac{E_U}{E_A} \quad (8.1)$$

Pentru reducerea la minim a costurilor cu energia electrică pe care le implică o pompă de căldură, se recomandă cuplarea acesteia cu un sistem de încălzire solară care să producă apă caldă în zilele însorite ale anului.

În cazul amplasării pompelor de căldură apă-apă trebuie analizată cu mare atenție atât compoziția cât și cantitatea apei ce o avem la dispoziție.

Pentru implementarea acestui sistem avem nevoie de două puțuri. Unul ca sursă de apă, iar celălalt pentru deversarea apei din pompa de căldură. Din experiența specialiștilor se constată, că acolo unde găsim cantitatea de apă cu destulă ușurință, acolo avem probleme cu deversarea, din cauza nivelelor ridicate a apei din sol. În aceste cazuri fiind nevoie de forarea mai multor puțuri de mai mică adâncime pentru a se putea deversa cantitatea de apă folosită de pompa de căldură. Distanța minimă dintre puțul de sursă și puțul de deversare trebuie să fie de cel puțin 10 m, dar se recomandă o distanță de 15 m. La acest sistem se pot folosi și fântâni săpate, deja existente. La forarea puțurilor trebuie avută mare grijă ca apa scoasă dintr-un strat freatic să ajungă înapoi în același strat. Nu se poate amesteca apa din diferite straturi freatice.

Posibilitatea utilizării pompelor de căldură apă-apă este condiționată de 4 criterii de bază:

- să fie disponibilă cantitatea de apă necesară, în cazul caselor cca 3-5 m³/h;
- calitatea apei să fie potrivită utilizării ca sursă de energie (trebuie analizată să nu prezinte acumulări de gaze, sau substanțe dizolvate);
- temperatura apei nu poate să scadă sub 7°C nici pe timp de iarnă. Pe partea de admisie a apei trebuie instalat un filtru care să nu permită trecerea particulelor mai mari de 1 mm. În cazul apelor cu conținut ridicat de gaze, se va folosi un rezervor de aerisire.
- adâncimea fântânii (de unde se absorbe apa) să nu fie mai mare de (15...20) m, în caz contrar cheltuielile de pompare o să consume economiile realizate datorită randamentului mai ridicat al acestor pompe de căldură.

8.3.3. Pompe de căldură sol-apă

Pompele de căldură sol-apă sau captator de căldură-apă sunt foarte asemănătoare cu pompele de căldură de tipul apă-apă. Între sursa de căldură - solul sau captatorul de căldură – și agregatul compact al pompei de căldură circulă un agent intermediar, cu punct de congelare scăzut. Datorită temperaturilor scăzute de funcționare pentru agentul intermediar (de -5°C până la -10°C) și a vâscozității ridicate, pierderile de sarcină pe circuitul agentului intermediar sunt de aproximativ două ori mai mari decât în cazul temperaturilor pozitive de regim. Răcirea agentului intermediar se face cu numai 2 sau 3 K deci aproximativ jumătate din valoarea admisibilă pentru apă. Din acest motiv, trebuie acordată o deosebită atenție dimensionării corespunzătoare a secțiunilor de curgere, cu scopul obținerii unor valori reduse ale pierderilor de sarcină. Schema de principiu a unei instalații de recuperare a căldurii din straturile de mare adâncime (rocă fierbinte) ale Pământului este prezentată în figura 8.7.

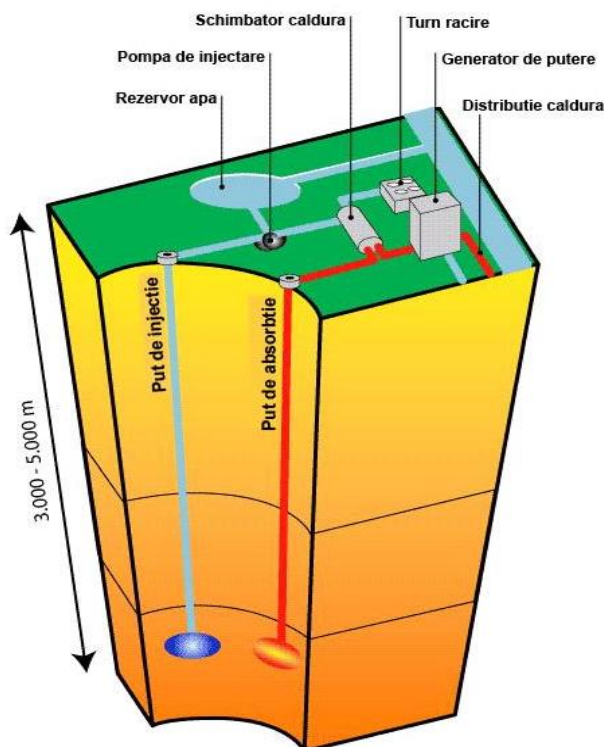


Figura 8.7. Schema geotermală de putere bazată pe conceptul „Rocă uscată fierbinte”

din țevi se va răci din nou la -5°C , astfel colectarea energiei începe din nou.

Circuitul închis de țevi se poate introduce în pământ în plan orizontal (colectoare geotermale orizontale), sau în plan vertical (sonde geotermale verticale). Alegerea soluției optime se face pe baza posibilităților de la fața locului. În cazul în care avem la dispoziție suprafața de teren necesară, unde să amplasăm colectoare geotermale orizontale, este recomandabil să optăm pentru această soluție, în caz contrar însă va trebui să optăm pentru sonde geotermale verticale.

Pompa de căldură sol-apă este aceeași pentru ambele variante de amplasare a colectoarelor geotermale. O altă foarte importantă proprietate a pompelor de căldură sol-apă este aceea că au capacitatea de a răci (climatiza) casa pe timpul verii. Acest lucru se poate realiza în două variante, și anume prin răcire pasivă și prin răcire activă.

În cazul răcirii pasive căldura este preluată din încăperi de către sistemele de distribuție a energiei din pereți, tavan sau ventiloconvectoare și transferată în pământ. Este ceea ce se denumește generic „răcire pasivă”, deoarece funcția de răcire este efectuată numai de solul colector sau de către legătura la pământ. Funcția de răcire activă transformă pompa de căldură sol-apă într-un frigider.

Captarea "sursei reci" la pompa de căldură sol-apă se poate face:

- cu captatoare plane - îngropate la cca 1-1,5 m (se mai pot folosi captatoare sub formă de spirală sau kunette);
- cu sonde de adâncime - ce pot ajunge de la 50 la 100 m (în cazuri speciale pot ajunge și la 250 m);
- cu vaporizare directă dispusă în captatoare plane din cupru.

Sistemele de captare din sol mai sunt numite și sisteme cu "bucă închisă".

a. Amplasarea în plan vertical

O parte din căldura regăsită la nivelele superioare ale scoarței pământului este generată din interiorul acestuia. Pentru a utiliza această sursă de căldură se instalează sonde de căldură geotermale în găuri forate la adâncimi între (10...200) m în pământ. Adâncimea găurilor forate depinde atât de structura geologică a solului cât și de necesarul de căldură al clădirii.

Numărul sondelor este determinat de doi factori, și anume de proprietățile termice ale clădirilor (pierderi de energie termică, izolație, și necesarul energetic), precum și de componența solului. Este ușor de înțeles că acel coeficient de transfer termic în cazul solului uscat, stâncos diferă față de solul umed și argilos.

Analizând situații extreme, o sondă poate furniza energie termică într-o cantitate de (20...80) W/m², care în cazul cel mai nefavorabil poate să însemne și un număr de 4 ori mai mare de sonde, față de situația favorabilă. Din acest motiv e bine de făcut o analiză geologică a terenului. Sondele se vor amplasa la o distanță minimă de (7...8) m, însă distanța recomandată între sonde este de 10 m. Astfel se evită răcirea excesivă a sondelor și implicit oprirea sistemului.

O întrebare frecventă, dar și o abordare greșită, este că se crede că prin adâncimi mari se urmărește atingerea temperaturilor mai ridicate. Astă este numai în parte obiectivul propus, în această zonă (100...120)m creșterea de temperatură fiind de doar (2...5)°C. Prin foraje mai adânci în primul rând se urmărește creșterea suprafeței de transfer termic al sondei, ceea ce în situații optime duce la reducerea numărului sondelor necesare.

b. Amplasarea în plan orizontal

Rețeaua de țevi de obicei se așează la o adâncime de 1,5 m în sol. Și în acest caz, ca și la sondele verticale, o importanță mare are componența solului. În funcție de asta rețeaua de țevi se va întinde pe o suprafață de 2...4 ori mai mare decât suprafața ce trebuie încălzită. Se poate observa că la această soluție se va avea nevoie de un teren considerabil mai mare pentru colectoare. Această soluție se poate lua în considerare numai la case noi. În caz că suprafața și implicit lungimea colectorului nu va fi suficient de mare, circuitul se va răci excesiv, ceea ce duce la oprirea instalației. Distanța între țevi în nici un caz nu poate fi mai mică de (0,5...0,8) m.

Amplasarea țevelor se poate face în mai multe feluri, prin săparea de șanțuri, sau prin totala decopertare a suprafeței necesare, la o adâncime corespunzătoare. Extracția aproximativă de căldură se situează între (15...30) W/m². Montajul se face doar într-un teren pe care nu se va construi nimic, altfel solul nu va putea absorbi căldura.

Având în vedere că solul în apropierea colectoarelor va deveni mai rece, se ține cont de asta la amenajările din curte sau grădină. La amplasarea orizontală trebuie să avem grijă ca lungimea buclelor colectoarelor să fie egale, ca randamentul sistemului să nu aibă de suferit.

Avantajele pompelor de căldură sunt :

- ✓ Economii mari realizate față de orice alt sistem clasic;
- ✓ Reduc cu (50...80)% costurile la încălzire și răcire;
- ✓ Protejarea resurselor naturale și a mediului (nu poluează);
- ✓ Echipamente silențioase;
- ✓ Nu este necesară utilizarea coșurilor de fum;
- ✓ Nu folosesc flacăra deschisă neexistând pericol de explozie;
- ✓ Folosesc agenți frigorifici ecologici;
- ✓ Nu necesită personal de exploatare, funcționând complet automatizat;
- ✓ Fiabilitate ridicată și perioada de funcționare de 25 ani.

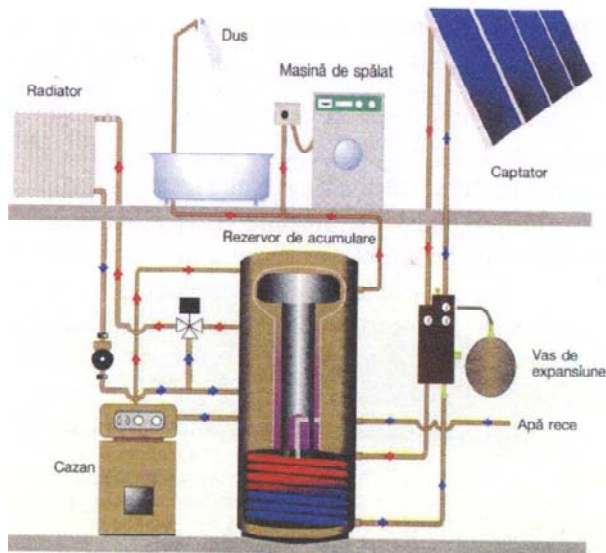


Figura 8.1. Sistem solar de încălzire activ

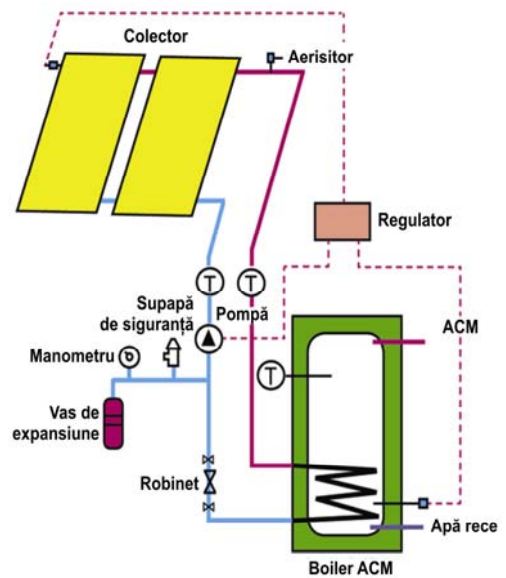


Figura 8.3. Componentele sistemului de preparare apă caldă de consum

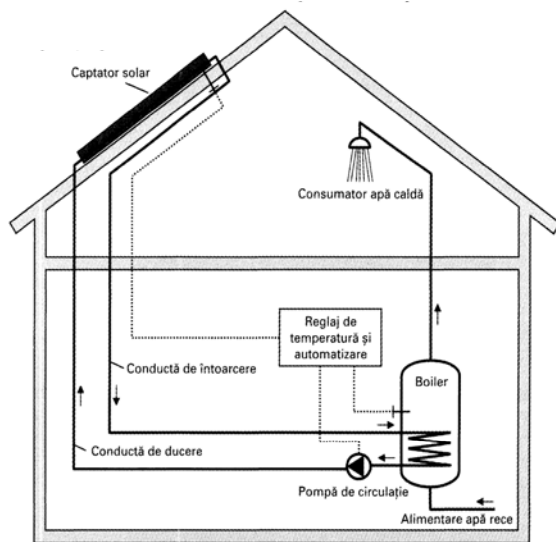


Figura 8.2. Sistem solar pentru prepararea apei calde de consum

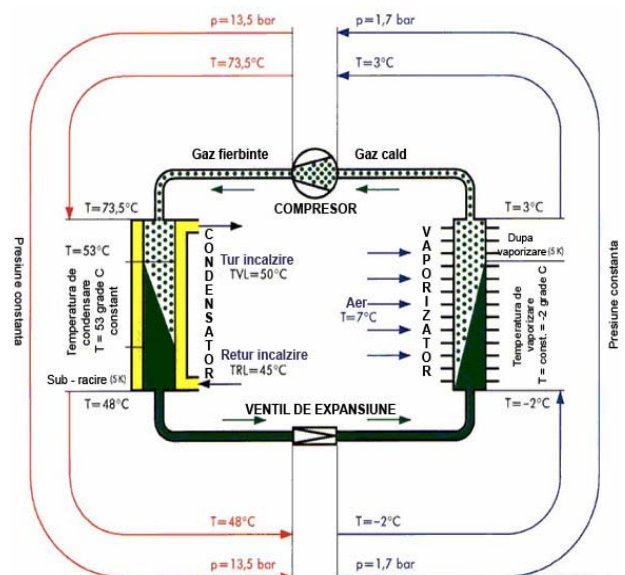
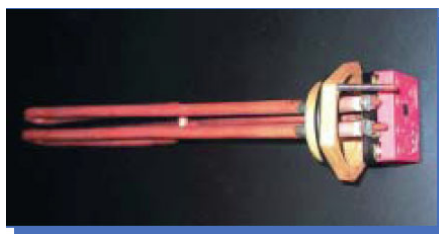


Figura 8.5. Schema de principiu a unei pompe de căldură



a)



b)

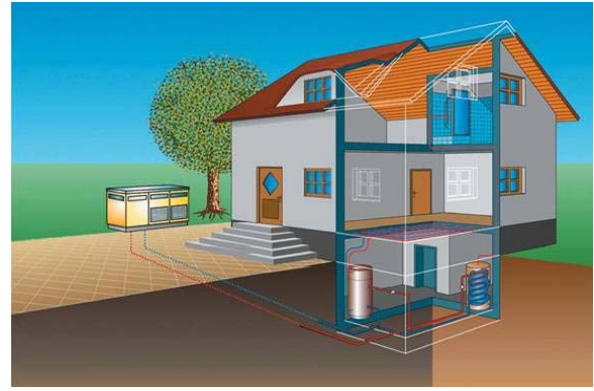


c)

Figura 8.4. Elemente componente ale instalației solare pentru prepararea apei calde de consum: a) rezervorul de acumulare; b) rezistență electrică; c) termostat.



a)



b)

Figura 8.6. Pompe de căldură aer-apă: a) cu modulul de aer în interior; b) cu modulul de aer în exterior

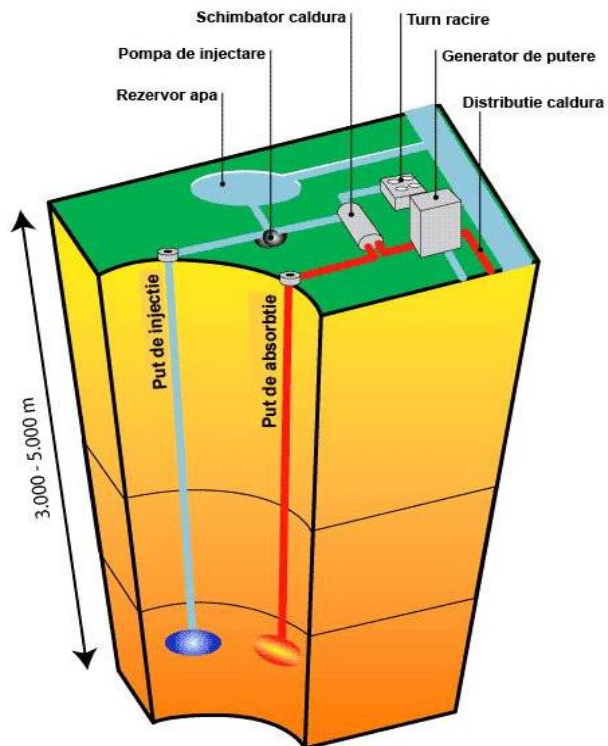


Figura 8.7. Schema geotermală de putere bazată pe conceptul „Rocă uscată fierbinte”