

ENERGIE GEOTERMICĂ: POMPE DE CĂLDURĂ

Ioan Bărdescu, prof. univ. dr. ing., UTCB-DPPD

Cu privire la **terminologie** se precizează că termenul de **geotermal** indică acțiunea care dă apă caldă, de exemplu, izvoare geotermale; termenul de **geotermie** se referă la căldura internă a Pământului; termenul **geotermic** ține de căldura din **scoarța Pământului**.

Pentru utilizare s-a reținut termenul de **energie geotermică** deoarece se face referire atât la **energia căldurii** care provine din fluidele subterane, cât și la **energia electrică** obținută din **aburul subteran** existent sau provocat prin injectarea de apă rece în rocile fierbinți subterane, ambele tipuri de energii provenind din scoarța Pământului. Temperatura Pământului la 5.000 m adâncime este de 60°...240°C.

1. PONDERILE DIFERITELOR SURSE REGENERABILE ÎN PRODUCEREA DE ENERGIE PRIMARĂ

În Uniunea Europeană sursa geotermică ocupă **locul trei** între sursele generale și **locul doi** după energia hidraulică în ierarhizarea surselor regenerabile pentru producerea de energie primară (fig. 1).

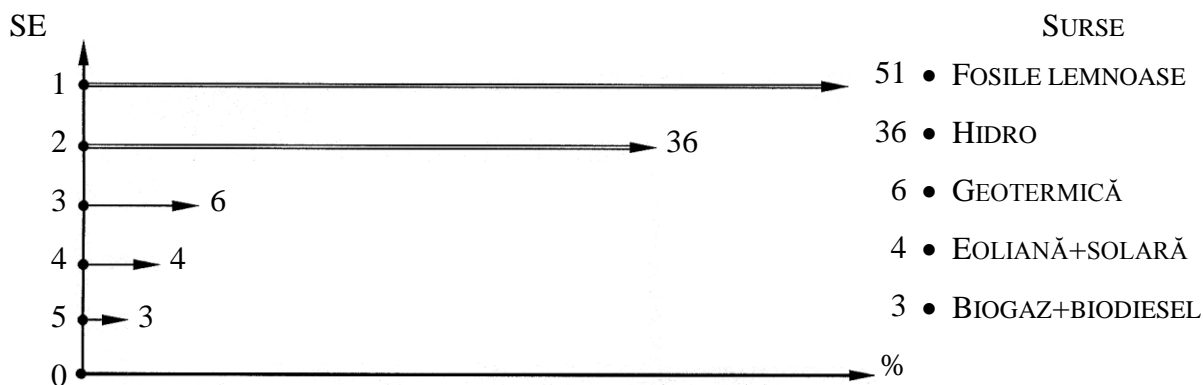


Fig. 1. – Ponderile diferitelor surse regenerabile în producerea de energie primară (2002)

2. ȚĂRI EUROPENE CU RESURSE ȘI PREOCUPĂRI ÎN DOMENIU

Principalul document UE care tratează problematica utilizării resurselor geotermale este „Cartea Albastră a Resurselor Geotermale” („Blue Book on Geothermal Resources”).

Studiul editat în 1997 pentru un orizont strategic cuprinde, în scenariile pe care le construiește:

- țări europene cu **resurse și preocupări** în domeniul valorificării energiei geotermale: Italia, Franța, Islanda, Elveția, Turcia, Rusia, Georgia, Ucraina, Macedonia, Iugoslavia, Noua Zeelandă, Suedia.
- țări grupate în așa-numita „**Agenda 2000**”: Bulgaria, Ungaria, **România**, Slovacia, Slovenia.

Italia a fost prima țară din lume în care a fost valorificată energia geotermică pentru **producerea curentului electric**.

Printre țările europene cu surse proprii de energie geotermală, **România** se situează **pe locul trei**. La noi este constituită Asociația Română pentru schimb de informații în domeniul Geotermic (Societatea Română GeoExchange).

3. POMPA DE CĂLDURĂ: ALCĂTUIRE ȘI FUNCȚIONARE

Sub fiecare clădire există mai multă energie decât este necesară pentru încălzire și răcire.

Pentru extragerea acestei energii a fost concepută și realizată pompa geotermică numită generic **pompă de căldură**.

O pompă de căldură este un echipament tehnologic, care utilizează energia mecanică de antrenare, extrage energia termică dintr-un rezervor de căldură, de exemplu Pământul, care se află la o temperatură relativ joasă, în funcție de zona de acționare a pompei, și o introduce într-un rezervor de căldură aflat la o temperatură mai ridicată (schimbător de căldură). În acest fel agentul termic este încălzit semnificativ (fig. 2).

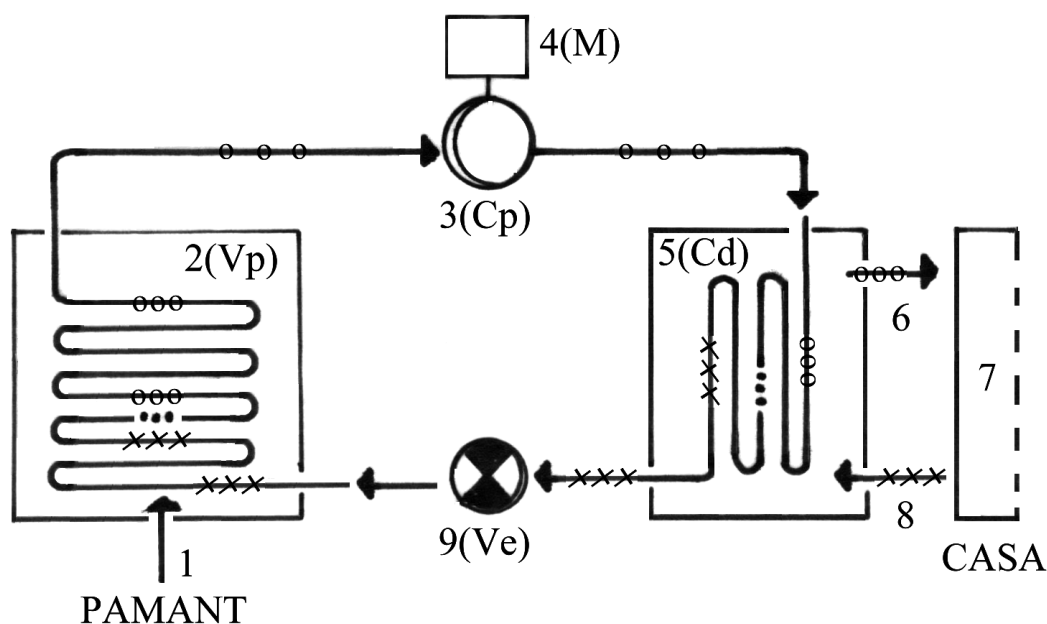


Fig. 2. – Pompa de căldură: alcătuire și funcționare

1 – Energie termică din pământ; 2 – Vaporizator; 3 – Compresor; 4 – Motor termic sau electric pentru acționarea compresorului; 5 – Condensator; 6 – Rețea țevi de încălzire (tur) cu agent încălzit; 7 – Casă; 8 – Rețea țevi de apă răcită (retur) cu agent răcit; 9 – Schimbători de căldură: 2(Vp) și 5(Cd); 10 – Ventil de expansiune (laminare, detentor).

○●○ vapori de agent frigorific încălzit

××× agent frigorific lichefiat la o temperatură scăzută

În acest fel se poate realiza un nivel de temperatură suficient de ridicat pentru încălzirea clădirilor sau pentru prepararea apei calde.

Pompele de căldură pot fi realizate în construcție specială și pentru procese industriale ca uscarea, vaporizarea și recuperarea căldurii.

Ca rezervoare sau **surse** naturale de căldură pot fi:

- Ape stătătoare sau curgătoare, de exemplu apa freatică
- Pământul
- Atmosfera exterioară, de exemplu, utilizarea energiei solare acumulată
- Radiația solară captată prin colectoare solare.

În domeniul industrial, ca sursă artificială de căldură poate fi căldura reziduală a:

- Gazelor
- Apelor reziduale.

Vaporizatorul se află în contact termic cu rezervorul de căldură de joasă temperatură (sursa). În vaporizator **agentul de lucru lichid** al pompei de căldură, este un agent frigorific cu punct scăzut de fierbere care este **vaporizat**; căldura de vaporizare necesară este preluată din rezervorul de căldură (Pământ).

Vaporii de agent frigorific sunt **aspirați** de către un compresor și **comprimați**, ajungând astfel la un nivel de temperatură mai ridicat.

Vaporii compriși sunt **lichefiați** din nou în condensator, prin răcire. Energia termică astfel eliberată (căldura de condensare) este cedată rezervorului de căldură la temperatură mai ridicată printr-un schimbător de căldură, către circuitul de apă caldă (tur) către corpurile de încălzire al unei instalații de încălzire centrală. În continuare, agentul de lucru condensat trece prin ventilul de expansiune (laminare), se destinde cu răcire și reîncepe procesul de circuit în vaporizator.

4. STAȚIA ENERGETICĂ GEOTERMICĂ

O stație energetică geotermică produce energie electrică din abur, pompând de la suprafață, printr-un foraj de mare adâncime spre zonele mai adânci. În drumul său, apa se încălzește de la rocile fierbinți transformându-se în aburi; aburii apei întoarse din adâncuri sunt folosiți de către **turbine cu abur** care antrenează în mișcarea de rotație **Generatoare de Curent electric**. Apa răcită din circuitul retur de apă este reinjectată în pământ și ciclul se repetă. În acest mod, energia cinetică a aburului se transformă în energie mecanică cu ajutorul căreia se produce energia electrică. Datorită acestui procedeu se recomandă utilizarea termenului de „**pompă geotermică de energie**”, deoarece aceasta poate produce atât energie termică, cât și energie electrică.

5. COEFICIENT DE PERFORMANȚĂ (COP) PENTRU POMPA GEOTERMICĂ DE ENERGIE

Raportul dintre **energia livrată** (EL) și **energia consumată** (EC) se numește **coeficient de performanță** (eficiență) simbolizat COP.

$$\text{COP} = \frac{EL(\text{kwh})}{EC(\text{kwh})} \quad (1)$$

Valorile $\text{COP} = 2,5 \dots 4$ sunt realizate de pompele clasice, iar $\text{COP} = 4 \dots 6$ sunt obținute de la pompele performante.

Pentru soluția tehnologică din Figura 3, care utilizează o pompă geotermică de energie performantă, valoare coeficientului de performanță este

$$\text{COP} = \frac{EL}{EC} = \frac{6}{1} = 6 \quad (2)$$

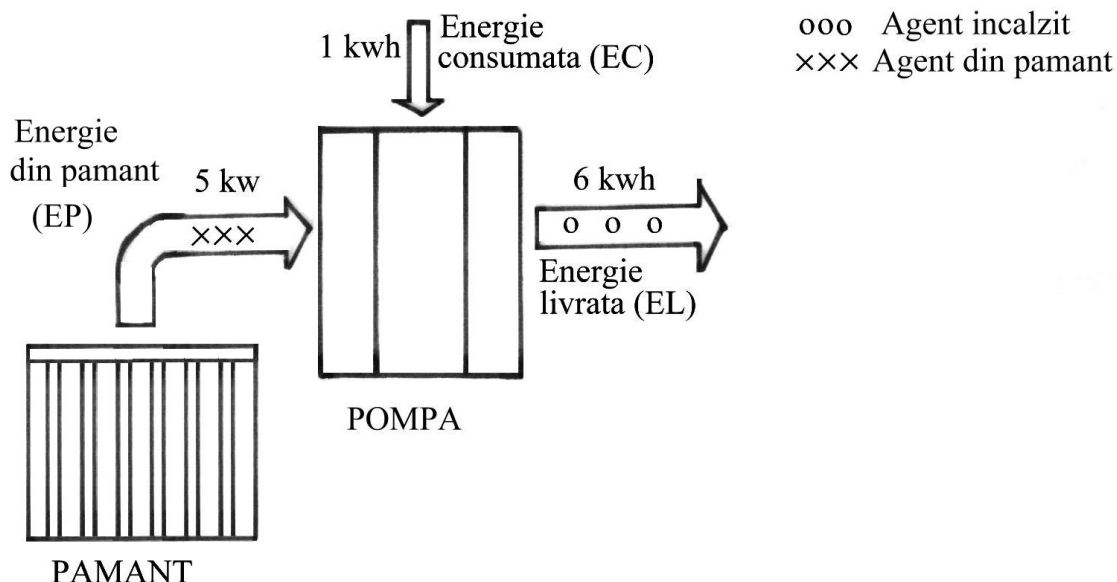


Fig. 3. – Schemă tehnologică de transfer a căldurii din pământ

6. POMPE GEOTERMICE DE ENERGIE: STRUCTURARE ÎN FUNCȚIE DE SURSA DE ENERGIE UTILIZATĂ

Diversele pompe de pompe geotermice de energie se diferențiază prin:

- Poziția rețelei de conducte colectoare
- Varianta de agent frigorific utilizat
- Tipul constructiv al compresorului pentru agentul frigorific
- Puterea instalată a motorului electric sau termic.

Corespunzător surselor de căldură (apă, abur, aer) utilizate, se deosebesc:

POMPE GEOTERMICE DE ENERGIE	1	SOL-APĂ	4	SOL-ABUR (cu injecție apă rece și captare aburi)
	2	APĂ-APĂ		
	3	AER-APĂ	5	AER-AER (încălzire-răcire)

6.1. POMPE GEOTERMICE DE ENERGIE SOL-APĂ

Aceste pompe folosesc energia termică stocată în pământ.

Soluția tehnologică utilizează captatoare sub formă de **bucle închise**. Acestea sunt:

- **verticale**, numite și **sonde** colectoare de adâncime 50...150 m (fig. 4.a)
- **orizontale**, poziționate la o adâncime de 1,5...3 m, numite și colectoare de suprafață (fig. 4.b)

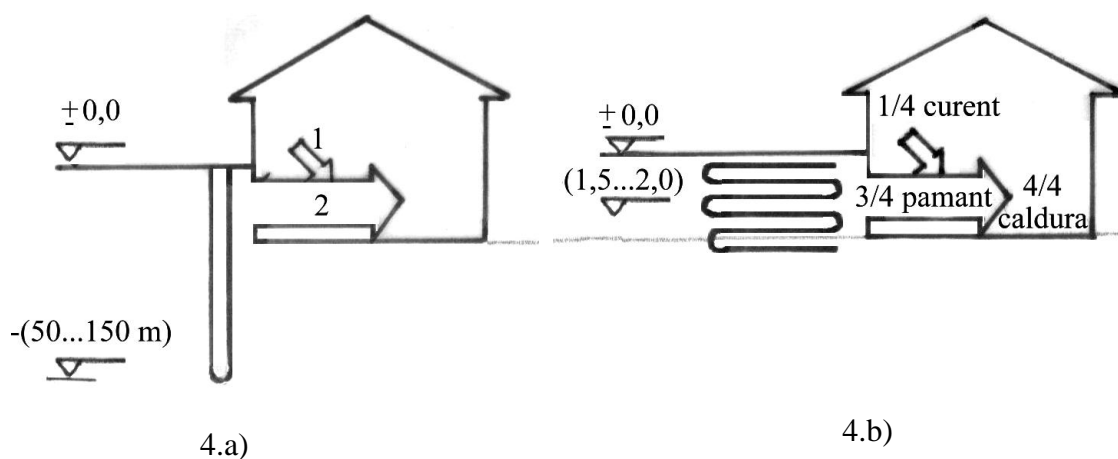


Fig. 4. – Colectoare de energie termică
 4.a) – verticale (sonde); 4.b) orizontale (de suprafață)

În situația colectoarelor orizontale, la o casă obișnuită se decapează cca 350...500 m³ de teren (cca 1.000 m³).

În situația sondelor verticale sunt necesare forări de mare adâncime de până la 150 m³.

Se subliniază faptul că forajele de adâncime sau decapare a terenului reclamă costuri ridicate.

Pentru aplicațiile practice realizate s-au înregistrat costuri scăzute la încălzire cu cca 70% față de centralele termice care folosesc combustibili fosili.

6.2. POMPE GEOTERMICE DE ENERGIE APĂ-APĂ

O pompă de căldură performantă poate funcționa atât în varianta de montaj sol-apă, cât și în varianta apă-apă (fig. 5).

În varianta de lucru apă-apă se colectează căldura apei din pânza freatică.

Se utilizează colectoare verticale pentru care se forează puțuri de extragere a apei freatice, ce are pe parcursul anului o temperatură aproape constantă; este preferabil ca forarea să fie de mică adâncime pentru a reduce semnificativ costul forajelor.

Cu ajutorul unui schimbător de căldură extern, pompa de căldură preia energia calorică a apei freatice din primul puț-tur, după care o returnează în pământ printr-un al doilea puț-retur de evacuare apă răcită.

Pe teritoriul țării noastre se recomandă ca, din punct de vedere economic să se utilizeze soluția tehnologică cu **pompa de căldură apă-apă**.



Fig. 5. – Pompe de căldură sol-apă și apă-apă

6.3. POMPE GEOTERMICE DE ENERGIE AER-AER

Soluția tehnologică de încălzire-uscarea aer-aer realizează un transfer de căldură din mediul înconjurător către interiorul unui spațiu de locuit sau social-cultural și, mai ales, a spațiilor de producție, de exemplu creșterea plantelor și legumelor în sere, uscarea recoltelor.

Pe timp de vară se utilizează și **soluția tehnologică de răcire** având principiul de funcționare asemănător unui frigider sau al unui echipament de aer condiționat; energia calorică este preluată din interiorul spațiului, prin intermediul unui mediu lichid (agent frigorific) și evacuată în exterior. Se obține astfel, o reducere a temperaturii de până la 10°...12°C; economiile sunt de până la 90%.

7. CONCLUZII

Avantajele soluțiilor tehnologice de încălzire-răcire:

- ✓ Circuitul geotermal se găsește în pământ la adăpost de **condiții climatice** și **vandalism**
- ✓ Costuri cu investiții aproximativ egale cu costul echipamentelor propriu-zise plus racordarea la rețeaua de gaze
- ✓ Investiția se recuperează în 4...8 ani
- ✓ Durata de viață medie este de 20 de ani
- ✓ Costuri de operare-întreținere minime
- ✓ Nu sunt inflamabile, se elimină riscurile cu folosirea gazelor (scurgeri/flacără/explozie)
- ✓ Sistemul este ecologic, impactul asupra mediului fiind minim
- ✓ Sunt silențioase, nivelul de zgomot cca 35 dB(A) la 5 m
- ✓ Pompele de căldură performante funcționează în condiții exterioare extreme de până la -15°C
- ✓ Tipurile performante de pompe sunt reversibile, permit încălzirea iarna și răcirea vara
- ✓ Agentul frigorific (lichid sau gazos) la ieșirea din compresor poate atinge 50...70°C
- ✓ Nu au emisii de gaze cu efect de seră.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bărdescu, I., *Energia. Tehnologii convenționale și neconvenționale*, note de curs postuniversitar predat la specializarea Educație tehnologică la DPPD-UTCB, 2009.
- [2] * * * *Enciclopedie Tehnică Ilustrată*, editura Teora, 1999, ISBN 973-601-412-6.
- [3] * * * Prospecte firme: WaterFurnace, Junkers, Innoterm Energy, Amvic, Instalații termice, Enertech Gmp CTC Suedia, Ochsner-Austria, Rehan, Zubadan, Solaria monsson, Wolf, Chromagen, Gmp Romet S.A. Buzău, Alfa-Bit.