

CREȘTEREA EFICIENȚEI UNUI SISTEM URBAN DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ PRIN UTILIZAREA ENERGIEI GEOTERMALE

Șef lucrări dr. ing. Sorin DIMITRIU
Universitatea "Politehnica" - București

Profesor dr. ing. Ana-Maria BIANCHI
Universitatea Tehnică de Construcții București

Conferențiar dr. ing. Florin BĂLTĂREȚU
Universitatea Tehnică de Construcții București

1. INTRODUCERE

România dispune de un potențial economic ridicat al surselor regenerabile de energie. În cadrul acestuia, resursele de energie geotermală, identificate prin foraje, constituie un potențial anual de cca. $10 \cdot 10^6$ GJ echivalent a 240000 tep, din care prin cele cca. 96 de sonde aflate în exploatare se realizează un aport energetic anual de $3 \cdot 10^6$ GJ, corespunzător (ca echivalent în economia de energie) a 72000 tep [1], [3]. Această energie este utilizată pentru producerea de energie termică necesară fie în cadrul unor procese tehnologice, fie mai ales în alimentarea cu căldură a diferitelor zone rezidențiale și în balneologie. În România, se utilizează doar 1/3 din potențialul existent, cauza principală fiind determinată de lipsa unui suport financiar corespunzător care să favorizeze dezvoltarea acestui sector energetic. Lucrarea de față propune o soluție modernă de utilizare a potențialului energetic al resurselor geotermale din perimetrul stațiunilor balneare Călimănești - Căciulata - Cozia din județul Vâlcea, pentru alimentarea centralizată cu căldură a acestora. În această zonă geografică, apa geotermală este furnizată de trei sonde forate la adâncimi de cca. 3000 m [2]. Aceste sonde sunt amplasate pe malul drept al râului Olt, în imediata vecinătate a localităților menționate. Cele trei foraje existente au pus în evidență zăcăminte de apă geotermală de entalpie joasă, temperatura la capul de sondă fiind de 92...95 °C. Debitul disponibil al celor trei foraje este de 50,4 l/s, echivalent unui potențial de 13,2 MW în condițiile exploatarei apei geotermale până la temperatura de 30 °C.

2. MODUL ACTUAL DE UTILIZARE A ENERGIEI GEOTERMALE.

Dintre forajele existente pe malul drept al râului Olt, cele două din vecinătatea localităților Căciulata și Cozia, sunt exploatare local. Apa geotermală este utilizată în cadrul unui grup de mai multe hoteluri, utilizate ca unități de tratament balnear, pentru încălzire, prepararea apei calde de consum și pentru alimentarea piscinelor termale. Exploatarea potențialului termic al apei geotermale se efectuează direct, prin distribuirea acesteia către consumatori, schema de principiu a instalației de utilizare fiind prezentată în figura 1.

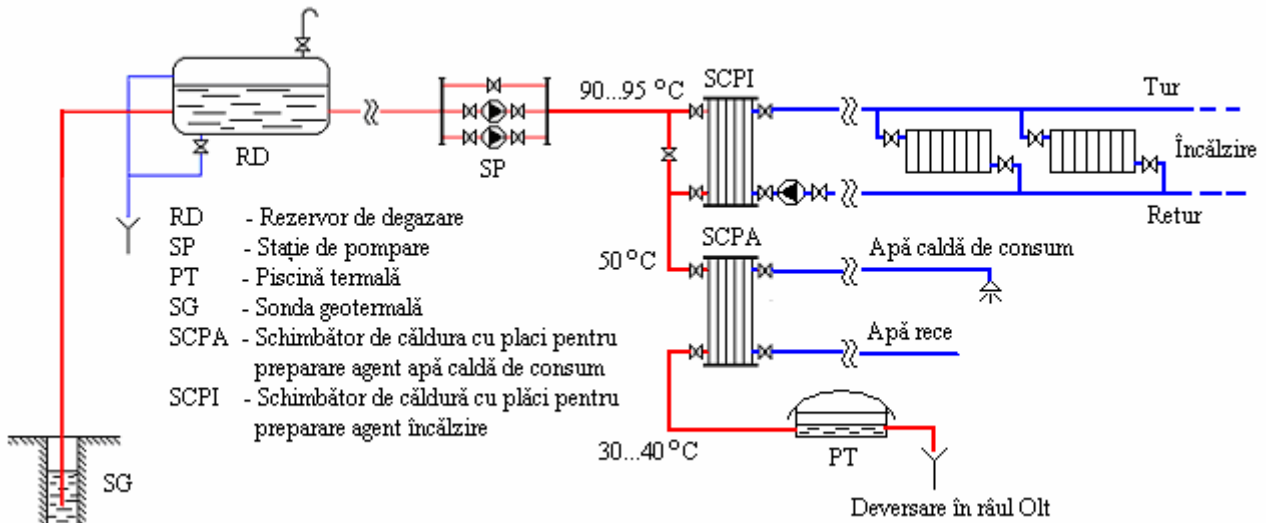


Figura 1. Schema utilizării apei geotermale în unitățile de tratament balnear.

Pe timpul sezonului rece, apa geotermală cu temperatura de 92...95 °C este răcită într-un schimbător de căldură cu plăci, preparând agentul termic pentru instalația de încălzire interioară. Un al doilea schimbător de căldură, montat în serie, prepară apă caldă de consum. Apa geotermală răcită în cele două schimbătoare de căldură alimentează piscina utilizată pentru băi termale, după care este evacuată în râul Olt cu o temperatură de cca. 30 °C. Pe timpul sezonului cald, debitul preluat de la sondă este redus, funcționând doar schimbătorul de căldură pentru prepararea apei calde de consum și piscina termală. Localitatea Călimănești este situată la distanța de cca. 1,2 km de locația celui de al treilea foraj, care furnizează un debit de apă geotermală de 18 l/s la o temperatură de asemenea de 92...95 °C [2]. Localitatea, pe lângă turiștii veniți la cură balneară și cazați în hoteluri care dispun de unități de tratament, are și un număr de cca. 8500 de locuitori rezidenți din care aproape 20% locuiesc în apartamente branșate la un sistem centralizat de alimentare cu energie termică. Acest sistem care, potrivit condițiilor climatice locale, trebuie să asigure o sarcină termică de vârf de cca. 3500 kW pentru încălzire și 500 kW pentru prepararea apei calde de consum, a fost prevăzut inițial cu trei centrale termice de cvartal echipate cu cazane de apă fierbinte funcționând cu combustibil lichid. Apa geotermală, provenind din sonda aflată în vecinătate, a fost folosită doar pentru alimentarea cu energie termică a bazei de tratament balnear și pentru piscinele termale, potrivit soluției de utilizare prezentată în figura 1.

Debitul maxim de apă consumat în acest scop fiind doar de 8 l/s, disponibilul de 10 l/s a fost ulterior utilizat pentru a furniza energie termică în sistemul centralizat de alimentare cu căldură al orașului Călimănești, reducându-se în felul acesta consumul de combustibil lichid.

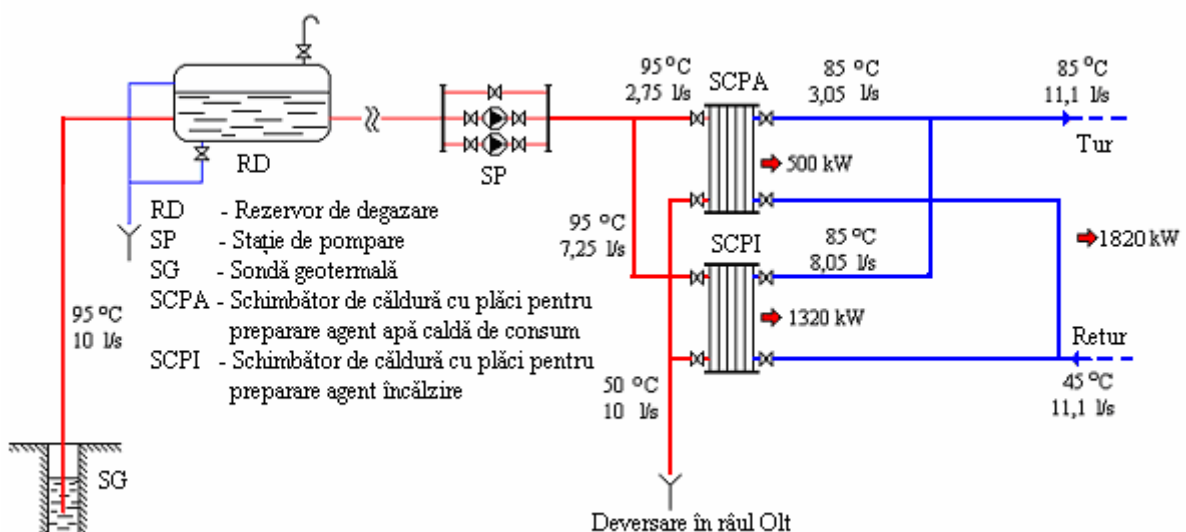


Fig. 2 Schema de principiu a stației geotermale Călimănești.

În acest scop, în vecinătatea sondei geotermale a fost construită o stație termică în care, prin intermediul unor schimbătoare de căldură cu plăci, se prepară agent termic cu temperatura de 85 °C. Acesta este trimis în sistemul centralizat de încălzire al orașului pentru prepararea apei calde de consum și acoperirea unei părți din necesarul de energie pentru încălzire. În figura 2 este prezentată schema de principiu a stației geotermale. Stația utilizează un schimbător de căldură care funcționează permanent, acoperind necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, și un schimbător de căldură care funcționează numai în sezonul rece, când intră în funcțiune sistemul de încălzire. Utilizarea apei geotermale a permis eliminarea completă a utilizării combustibilului lichid pentru prepararea apei calde de consum și acoperirea a cca. 1/3 din necesarul de energie termică pentru încălzirea orașului. Pentru acoperirea consumului de vârf au fost păstrate cazanele de apă fierbinte cu combustibil lichid. Întrucât temperatura agentului termic pe retur este de cca. 45 °C, apa geotermală nu poate fi răcită decât până la o temperatură în jur de 50 °C, cu care este evacuată în râul Olt. Datorită acestei temperaturi relativ ridicate, potențialul termic al apei geotermale nu este valorificat în întregime, apărând și un impact negativ asupra ecosistemului din zona de deversare.

3. SOLUȚIA PROPUȘĂ PENTRU UTILIZAREA ENERGIEI GEOTERMALE

Pentru valorificarea completă a potențialului termic al apei geotermale se propune o soluție de recuperare a căldurii din apa fierbinte evacuată în râul Olt cu ajutorul unei pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori, de tip apă-apă. Implementarea pompei de căldură în schema de funcționare a stației geotermale este prezentată în figura 3.

Pompa de căldură intră în funcțiune numai în sezonul rece, vaporizatorul fiind conectat în serie cu schimbătorul de căldură cu plăci. În vaporizatorul pompei de căldură apa geotermală se răcește până la o temperatură de cca. 30 °C după care este evacuată în râul Olt. Condensatorul pompei de căldură lucrează în paralel cu schimbătorul de căldură cu plăci, mărind debitul de agent trimis în sistemul centralizat de alimentare cu căldură și evident cantitatea de căldură furnizată sistemului. Se poate acoperi în acest fel în sezonul rece cca. 2/3 din necesarul de căldură de vârf cerut. În cazul unor condiții climatice extreme, restul necesar de energie termică poate fi produs în cazane de apă fierbinte funcționând pe bază de combustibil lichid.

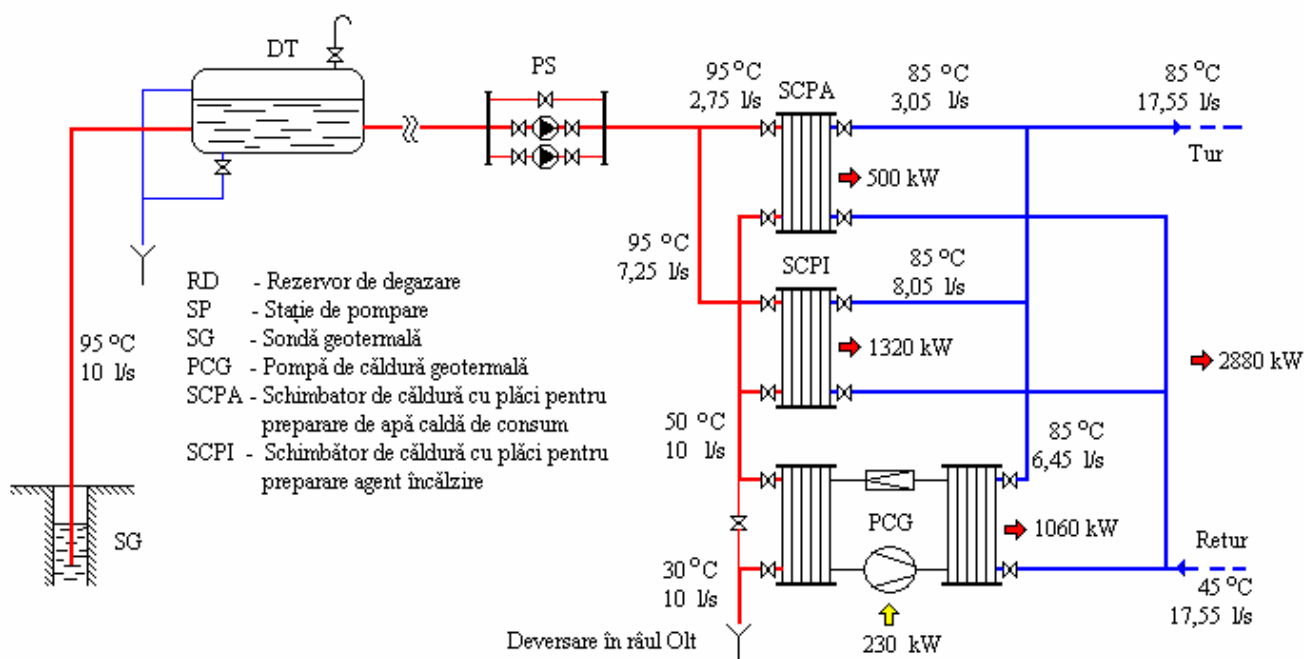


Fig. 3 Schema de principiu a stației geotermale cu utilizarea unei pompe de căldură.

4. REZULTATE ESTIMATE

Potrivit datelor publicate de ANRSC, în orașul Călimănești erau racordate la serviciul public de alimentare cu energie termică, în luna octombrie 2009, un număr de 529 apartamente însumând 1851 locatari. Pe baza consumului mediu de apă caldă pe locuitor, înregistrat în România, se estimează că pentru satisfacerea cerințelor locuitorilor din orașul

Călimănești, care beneficiază de serviciul public de alimentare cu energie termică, este necesară o putere termică continuă de 500 kW pentru prepararea apei calde de consum. Ținând cont de condițiile climatice, de caracteristicile construcțiilor din zonă și de numărul de consumatori rezidențiali, se estimează că sarcina de vârf pe care trebuie să o realizeze sistemul de încălzire centralizată în sezonul rece este de 3500 kW. În ipoteza că necesarul de căldură este asigurat numai pe baza cazanelor cu combustibil lichid, consumul de vârf este în jur de 400 kg/h, pentru un randament de producere a energiei termice de 0,88...0,92. Utilizarea apei geotermale provenită de la sonda din vecinătatea orașului, permite obținerea unei puteri termice de 1820 kW care acoperă complet necesarul de energie pentru prepararea apei calde de consum și cca. 38% din necesarul de energie termică de vârf pentru încălzire. Eficiența sistemului mixt de producere a energiei termice (energie geotermală și energie termică pe bază de combustibil lichid) poate fi exprimată:

$$COP = \frac{\dot{Q}}{Q_{INC}^{CAF}} \eta_{CAF} \quad (1)$$

în care: \dot{Q} [kW] este puterea termică totală estimată, Q_{INC}^{CAF} [kW] puterea termică de vârf asigurată utilizând combustibil lichid, iar $\eta_{CAF} = 0,88...0,92$ este randamentul cazanelor de apă fierbinte. Se obține $COP \cong 1,65$ ceea ce înseamnă o creștere de cu 83% față de vechea situație în care energia termică necesară sistemului de încălzire al orașului era produsă exclusiv pe bază de combustibil lichid. Această estimare nu ia considerație consumul de energie electrică necesar funcționării sistemului (energie de pompare și iluminat). În figura 4 este prezentat bilanțul energetic al sistemului mixt de producere a energiei termice în ipoteza consumului de vârf.

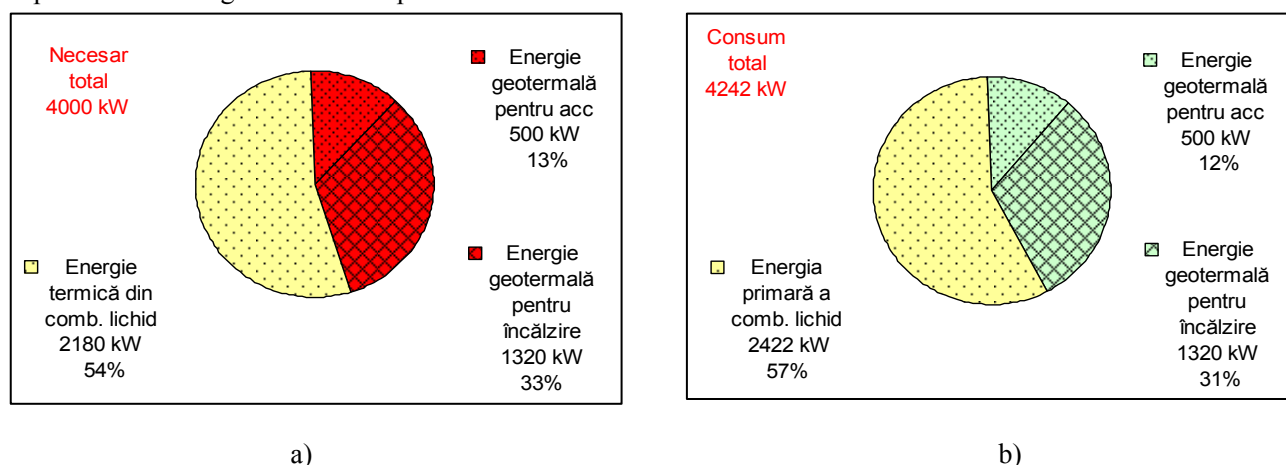


Fig. 4 Bilanțul energetic al stației geotermale: a) energia livrată în sistem; b) consumul de energie primară.

Utilizarea pompei de căldură permite recuperarea căldurii din apa geotermală, evacuată în prezent în râul Olt cu temperatură relativ ridicată, în jur de 50 °C. Pentru a se încadra în regimul termic corespunzător sistemului de alimentare cu energie termică, pompa de căldură trebuie să funcționeze cu o temperatură de vaporizare de 25 °C și cu o temperatură de condensare de 90 °C. Agentul de lucru trebuie să aibă la temperatura de vaporizare o presiune apropiată de cea atmosferică, să aibă temperatura critică peste 100 °C, să nu creeze presiuni mari în instalație și să fie un agent prietenos cu mediul. Din gama de agenți comercializați curent, aceste condiții sunt îndeplinite de freonul R123 și de către hidrocarburi (pentan, izobutan), care determină performanțe foarte apropiate. La instalațiile de putere mare, la care și cantitatea de agent este mare, hidrocarburi nu sunt însă recomandate din cauza inflamabilității lor. Freonul 123 este ca urmare agentul cel mai potrivit din punct de vedere termodinamic în condițiile date. Opțiunea referitoare la freonul 123 este justificată și de impactul acestuia asupra mediului, acest agent având ODP aproape nul și o valoare foarte mică pentru GWP. Freonul 123 poate fi utilizat fără nici o restricție până în anul 2030, când potrivit prevederilor Protocolului de la Montreal revizuit, va înceta complet producția de HCFC. Utilizând acest agent, pompa de căldură recuperează, prin răcire până la temperatura de 30 °C a apei geotermale, un flux de căldură de 830 kW și introduce în sistem 1060 kW, în condițiile unui COP de 4,6. Rezultă introducerea în sistem a unei energii "curate" de 2880 kW (2650 kW din energie regenerabilă și 230 kW) energie electrică pentru acționarea pompei de căldură) ceea ce reprezintă 72% din necesarul total de energie termică. Prin utilizarea acestei soluții, necesarul de energie termică de vârf pentru încălzire este acoperit în proporție de 68 %, generând o importantă economie de combustibil lichid și în același timp o importantă reducere de noxe și bioxid de carbon. În realitate, efectul este mult mai mare deoarece estimările au fost efectuate în ipoteza realizării unor condiții climatice extreme, situație care are o probabilitate de apariție destul de redusă în zona respectivă. În figura 7 este prezentat bilanțul energetic al sistemului de producere a energiei termice cu utilizarea pompei de căldură, în ipoteza consumului de vârf.

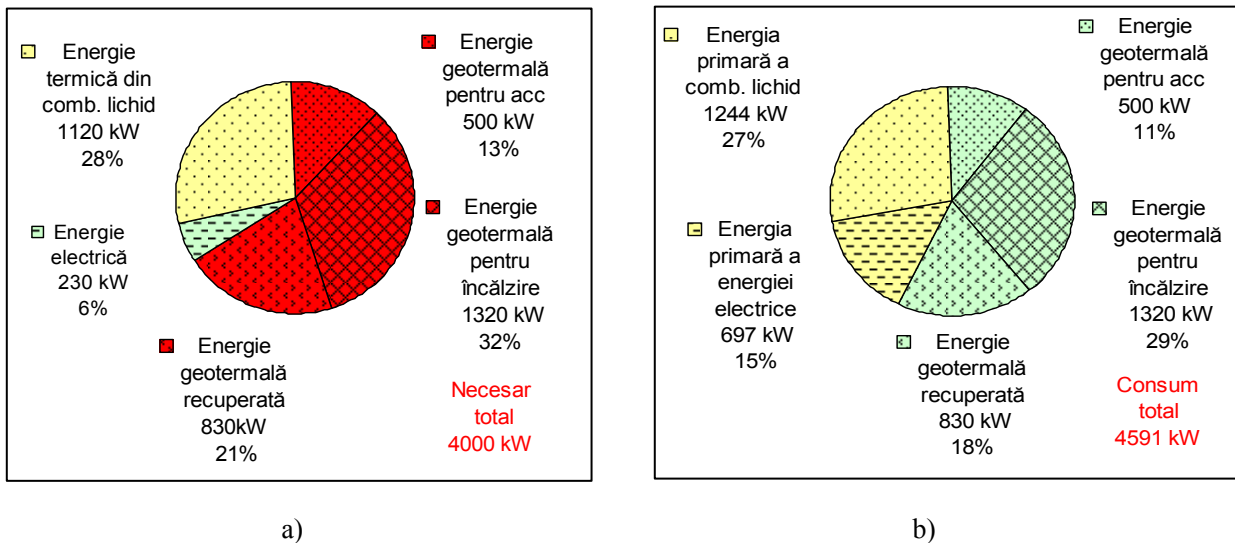


Fig. 5 Bilanțul energetic al stației geotermale utilizând pompa de căldură:
a) energia livrată în sistem; b) consumul de energie primară.

Eficiența sistemului utilizând pompa de căldură se exprimă sub forma:

$$COP = \frac{\dot{Q}}{\frac{\dot{Q}_{INC}^{CAF}}{\eta_{CAF}} + \frac{P_C}{\eta_{EE}}} \quad (2)$$

în care P_C [kW] este puterea necesară compresorului pompei de căldură, iar $\eta_{EE} = 0,30...0,33$ este randamentul de producere al energiei electrice. Se obține $COP \cong 2,1$ ceea ce înseamnă o creștere cu 133 % față de situația în care energia termică necesară sistemului de încălzire al orașului era produsă exclusiv pe bază de combustibil lichid. Dacă energia electrică necesară funcționării pompei de căldură este obținută tot din surse regenerabile, cum ar fi valorificarea potențialului microhidraulic al râului Olt, sistemul poate funcționa aproape întreaga perioadă a sezonului rece numai cu energie "verde", cazanele de apă fierbinte fiind ținute în rezervă pentru acoperirea eventualelor vârfuri de sarcină sau a unor situații fortuite. Apa geotermală din zonă conține și o cantitate de loc neglijabilă de gaze cu conținut ridicat de metan (peste 90%). Recuperarea acestor gaze și valorificarea potențialului lor energetic ar face posibilă extinderea sistemului de alimentare centralizată cu energie termică, un preț foarte atractiv al energiei livrate consumatorilor și funcționarea sistemului în totalitate cu energie provenită din surse regenerabile. De asemenea s-ar obține și un impact deosebit de favorabil asupra mediului înconjurător, zona fiind de mare interes pentru factorii naturali de tratament pe care îi oferă. Se constată că în raport cu vechea soluție prin care întreg necesarul de energie termică era obținut pe bază de combustibil lichid, soluția propusă asigură același necesar de energie, dar cu un consum de combustibil clasic mai mic cu 80% și deci cu emisii de CO₂ reduse în aceeași proporție.

BIBLIOGRAFIE

1. ICEMENERG S.A. – *Studiu privind punerea în valoare a potențialului energetic existent al surselor de energie regenerabilă din România (energie solară, eoliană, biomasă, microhidraulică și geotermală) și identificarea celor mai bune locații privind dezvoltarea investițiilor pentru producerea de energie electrică din surse neconvenționale*. - Project manager: Ioan Turcu, partners: ICPE, ANM, UPB, ISPE, INL, IGR, OVM-ICCPET, ENERO, 2006
2. Burchiu N, Burchiu V, Gheorghiu L. - *Sistem centralizat pentru alimentare cu căldură bazat pe energie geotermală în Călimănești, județul Vâlcea*. Proceedings of the 4th National Conference of the Hydroenergeticians from Romania, 2006.
3. Roșca M., Antics M. - *Current status of geothermal energy in Romania* - Proceed. Intern. Geoth. Days, 4, Poland, 2004, pp. 295-304.