

## ANALIZA POSIBILITATILOR DE MODERNIZARE A PUNCTULUI TERMIC DE LA UNIVERSITATEA DIN ORADEA

Prof.univ.dr.ing. Negrea Dan-Vergiliu  
Universitatea Politehnica Timisoara  
C.S. III dr.ing Bococi Dana, s.l.drd.ing. Gombos Dan,  
s.l. dr.ing. Durgau Maria, Student master ing. Danciu Bogdan  
Universitatea din Oradea

Având în vedere necesitatea de a asigura, în viitorul apropiat, necesarul de energie termica pentru constructiile prevazute în planul de dezvoltare al Universitatii din Oradea (constructii cu un volum de 62.000 m<sup>3</sup> din care 32.000 m<sup>3</sup> pentru biblioteca si 30.000 m<sup>3</sup> pentru camine, si un necesar de apa calda menajera de 6 m<sup>3</sup>/h), energia termica disponibila la punctul termic existent de 3.200.000 kcal/h, precum si costurile ridicate necesare pentru realizarea unui nou foraj de apa geotermala, s-au analizat posibilitatile de utilizare în cascada a energiei apei geotermale de la sonda geotermala nr.4796 din România, în exploatare.

Consumatorii de energie termica prevazuti în planul de dezvoltare al Universitatii din Oradea vor avea, conform proiectelor tehnice, urmatoarele caracteristici:

- volum total:  $V_{cl.tot}=62.000 \text{ m}^3$   
pereti din caramida eficienta cu goluri (grosime 37,5 cm)  
ferestre duble cuplate din lemn
- caracteristica termica unitara:  $q_u = 0,95 \text{ kcal} / \text{m}^3 \text{ h} \text{ grad}$
- temperatura aerului din încăperi:  $t_i = 20^\circ\text{C}$
- temperatura exterioara de calcul:  $t_e = -12^\circ\text{C}$
- perioada de încălzire: 172 de zile pe an (15/10÷15/4)
- necesarul mediu de apa calda menajera: 6 m<sup>3</sup>/h
- temperatura necesara pentru apa calda menajera: 60°C
- temperatura apei de la retea: 10°C.

Pentru aceste conditii, s-a calculat necesarul de energie termica si s-au obtinut urmatoarele rezultate:

- consumul orar de caldura pentru încălzire (puterea necesara):

$$Q_{inc}^h = 2.100.000 \text{ kcal/h (2.500 kW)}$$

- consumul orar de caldura pentru ventilatie (puterea necesara):

$$Q_{vent}^h = 0.15 \cdot Q_{inc}^h = 320.000 \text{ kcal/h (370 kW)}$$

- consumul orar total de caldura pentru încălzire (puterea necesara):

$$Q_{inc.tot}^h = Q_{inc}^h + Q_{vent}^h = 2.420.000 \text{ kcal/h (2.870 kW)}$$

- consumul orar de caldura pentru apa calda menajera (puterea necesara):

$$Q_{acm}^h = 300.000 \text{ kcal/h (350 kW)}$$

- consumul orar total de caldura (puterea necesara):

$$Q_T^h = 2.720.000 \text{ kcal/h (3.220 kW)}$$

Curba clasata anuala a consumului de caldura pentru consumatorii prevazuti în planul de dezvoltare este prezentata în figura 2. Curba a fost trasata în concordanta cu curba clasata a temperaturii exterioare pentru zona Oradea (figura 1.).

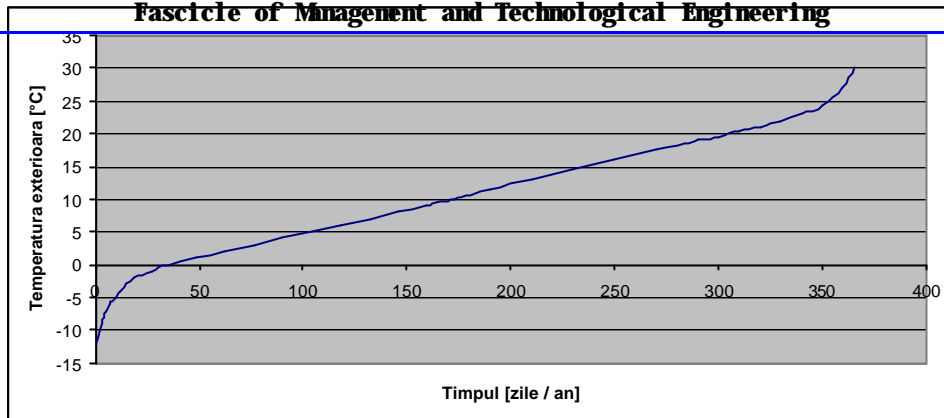


Figura 1. Curba clasata a temperaturii exterioare pentru zona Oradea

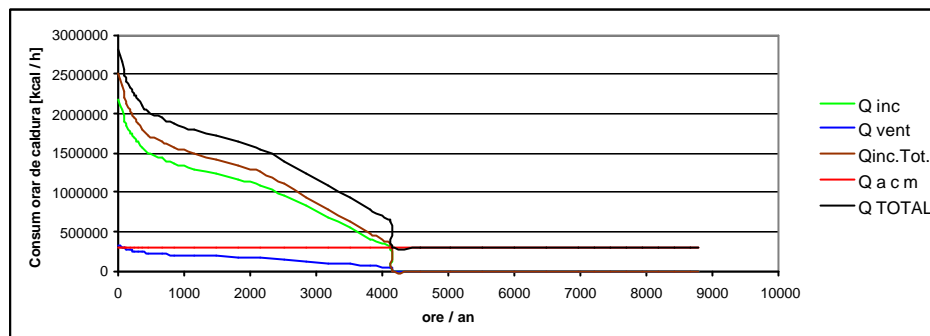


Figura 2. Curba clasata anuala a consumului de caldura pentru consumatorii prevazuti în planul de dezvoltare al Universitatii din Oradea

În urma analizei efectuate s-a ajuns la solutia de utilizare în cascada a energiei geotermale în cadrul punctului termic. Mentionam ca, pâna în prezent, în România, nu exista sisteme de utilizare în cascada a energiei apelor geotermale.

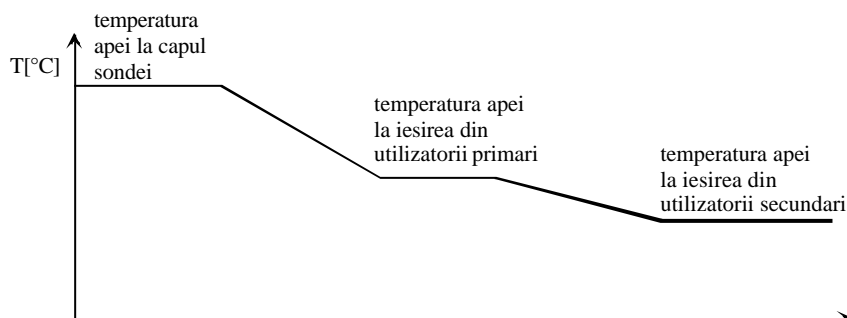
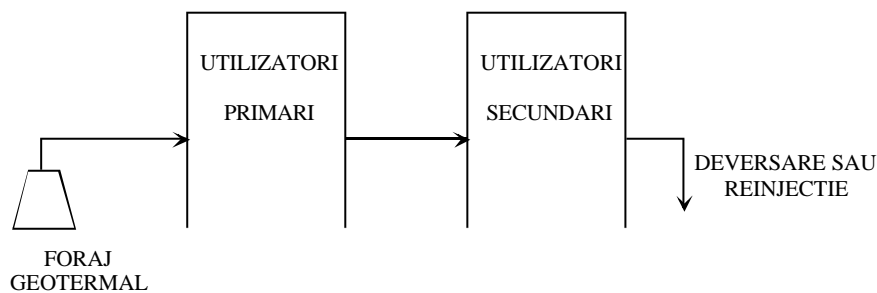


Figura 3. Schema utilizarii în cascada a energiei geotermale

Prin utilizarea în cascada a energiei geotermale se înțelege folosirea apei geotermale uzate termic de la un utilizator de energie geotermala, denumit utilizator primar, ca sursa energetica pentru alti utilizatori de energie geotermala, denumiti utilizatori secundari (figura 3.).

În ceea ce privește utilizarea în cascada a energiei geotermale, punctul termic de la Universitatea din Oradea, având în vedere disponibilul de energie termică existent, precum și extinderea plajei de temperatură la care poate fi livrat agentul termic secundar către utilizatorii de energie termică, există mai multe variante care pot fi luate în calcul:

- utilizarea apei geotermale uzate termic (termoficare și prepararea apei calde menajere) în punctul termic existent, care are temperatura de 50°C, ca sursă de căldură pentru sisteme de încălzire prin pardoseală;
- utilizarea apei geotermale uzate termic în punctul termic existent, ca sursă de căldură pentru sisteme de încălzire cu aer cald;
- utilizarea apei geotermale uzate termic în punctul termic existent, ca sursă de căldură pentru sisteme de încălzire care utilizează pompe de căldură.

Dintre aceste variante, în urma studiilor efectuate, s-a optat pentru varianta de folosire a apei uzate termic ca sursă de căldură pentru sisteme de încălzire prin pardoseală. Sistemul de încălzire prin pardoseală permite folosirea apei din circuitul secundar la temperaturi de 50÷30°C pentru tur și 30÷20°C pentru retur.

În acest sens, se propune următoarea schemă:

- utilizarea unui debit de apă geotermală de 140 m<sup>3</sup>/h (39 l/s), având temperaturile de 85/50°C (intrare/iesire), pentru încălzirea construcțiilor existente folosind circuit secundar cu corpuri statice de încălzire;
- utilizarea unui debit de apă geotermală de 30 m<sup>3</sup>/h (8,5 l/s), având temperaturile de 85/50°C (intrare/iesire), pentru prepararea apei calde menajere (20 m<sup>3</sup>/h pentru clădirile existente, 10 m<sup>3</sup>/h pentru viitorii utilizatori);
- utilizarea unui debit de apă geotermală de 170 m<sup>3</sup>/h (47,5 l/s), având temperatura de intrare în schimbătorul de căldură de 50°C, pentru încălzirea viitoarelor construcții (biblioteca și caminele) folosind circuit secundar pentru încălzirea de pardoseală.

În figura 4 este prezentată schema de principiu a utilizării în cascada a energiei geotermale în cadrul punctului termic. Calculele au fost realizate în detaliu, atât pentru utilizatorii primari cât și pentru cei secundari, obținând rezultatele:

➤ *Utilizatori primari*

- ◆ pentru circuitul de încălzire:
  - agent secundar: apă caldă
    - debit: 160 m<sup>3</sup>/h
    - temperaturi (tur/retur): 70°/40°C
    - presiuni (tur/retur): 3,5/1,5 bar
  - agent primar: apă geotermală
    - debit: 140 m<sup>3</sup>/h (39 l/s)
    - temperaturi (tur/retur): 85°/50°C
    - presiuni (tur/retur): 2,5/0,8 bar
- ◆ pentru circuitul de preparare apă caldă menajeră:
  - agent secundar: apă caldă
    - debit: 21 m<sup>3</sup>/h (6 l/s)
    - temperaturi (tur/retur): 60°/10°C
    - presiune de livrare: 4 bar
  - agent primar: apă geotermală
    - debit: 30 m<sup>3</sup>/h (8,5 l/s)
    - temperaturi (tur/retur): 85°/50°C
    - presiuni (tur/retur): 2,5/0,8 bar.

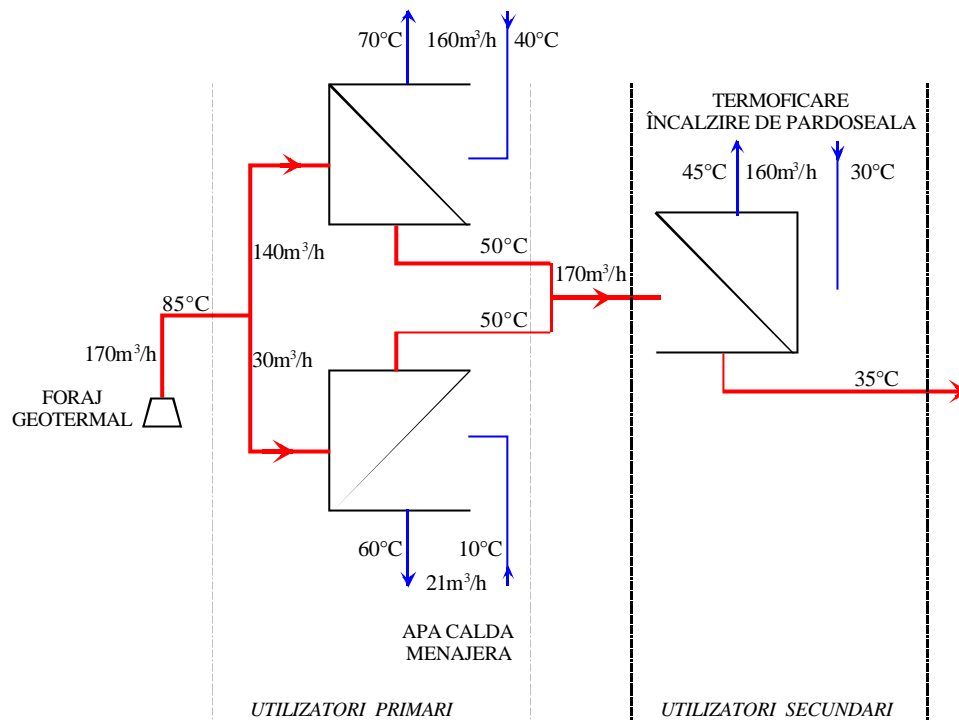


Figura 4. Schema de principiu a utilizării în cascada a energiei geotermale în cadrul punctului termic de la Universitatea din Oradea

#### ➤ Utilizatori secundari

Pentru utilizatorii secundari se prezintă, în continuare, calculele termice, care au la baza ecuațiile de transmitere a căldurii și de bilanț termic.

Consumul orar total de căldură pentru încălzire (puterea necesară):

$$Q_{\text{inc.tot}}^h = Q_{\text{inc}}^h + Q_{\text{vent}} = 2.420.000 \text{ kcal / h (2.870 kW)}$$

Temperatura tur/retur pentru agentul secundar se alege de 45°C, respectiv 30°C, situație în care debitul necesar de agent secundar este:

$$\dot{m}_{\text{sec}} = \frac{Q_{\text{inc.tot}}^h}{c \cdot (t_{\text{sies}} - t_{\text{sin}})} = \frac{2.420.000}{1000 \cdot (45 - 30)} = 160 \text{ m}^3 / \text{h} = 451 / \text{s}$$

Având în vedere că debitul de agent primar (apa geotermală) este de 170 m<sup>3</sup>/h (47,5 l/s) cu temperatura de intrare  $t_{\text{pin}} = 50^\circ\text{C}$ , se determină temperatura de ieșire din schimbător de căldură  $t_{\text{pies}}$  (de deversare) a apei geotermale precum și suprafața de schimb de căldură necesară  $S_{\text{nec}}$  (se impune circulația în contracurent a celor două fluide de lucru).

$$t_{\text{pies}} = t_{\text{pin}} - \frac{Q_{\text{inc.tot}}^h}{\dot{m}_p \cdot c} = 50 - \frac{2.420.000}{170 \cdot 1000} = 35^\circ\text{C}$$

Pentru determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură ( $S_{\text{nec}}$ ) se va considera un schimbător de căldură cu un coeficient global de schimb de căldură  $K = 2,5 \text{ kW} / \text{m}^2\text{K}$ ; în aceste condiții, se obține:

$$S_{\text{nec}} = \frac{Q_{\text{inc.tot}}^h}{K \cdot \Delta t_{\text{med}}} = \frac{2.870}{2,5 \cdot 5} = 230 \text{ m}^2$$

unde:

$$\Delta t_{\text{med}} = \frac{(t_{\text{pin}} - t_{\text{sies}}) + (t_{\text{pies}} - t_{\text{sin}})}{2} = 5^\circ\text{C}$$

Pentru determinarea presiunii la care apa geotermală este furnizată de către stația de pompare se țin cont de ecuațiile care definesc, din punct de vedere hidraulic, punctul termic. Curgerea fluidelor prin sisteme de rezistențe hidraulice, se caracterizează prin ecuații de forma:

$$Q = k \cdot \sqrt{\Delta p}$$

unde:  $Q$  – debitul de fluid ce trece prin rezistența hidraulică,  
 $\Delta p$  – caderea de presiune pe rezistența hidraulică,  
 $k$  – coeficientul de debit (invers proporțional cu rezistența hidraulică).

Legarea a două rezistențe hidraulice în serie, respectiv în paralel, se caracterizează prin următoarele relații:

$$k_e = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{k_1^2} + \frac{1}{k_2^2}}} \quad \text{respectiv,} \quad k_e = k_1 + k_2$$

În cazul punctului termic analizat rezulta, în urma efectuării calculelor, că presiunea la care apa geotermală furnizată de către stația de pompare trebuie să fie de aproximativ 4,5 bar.

De asemenea, s-a determinat curba clasată anuală a consumului de căldură (figura 5.) pentru campusul universitar în condițiile realizării investițiilor din planul de dezvoltare al Universității din Oradea.

În urma utilizării în cascada a energiei geotermale la punctul termic de la Universitatea din Oradea se va putea asigura necesarul de energie termică pentru campusul universitar (construcțiile existente precum și cele aflate în planul de dezvoltare al universității–biblioteca și camere studentesti) de la sonda de producție nr. 4796 din România.

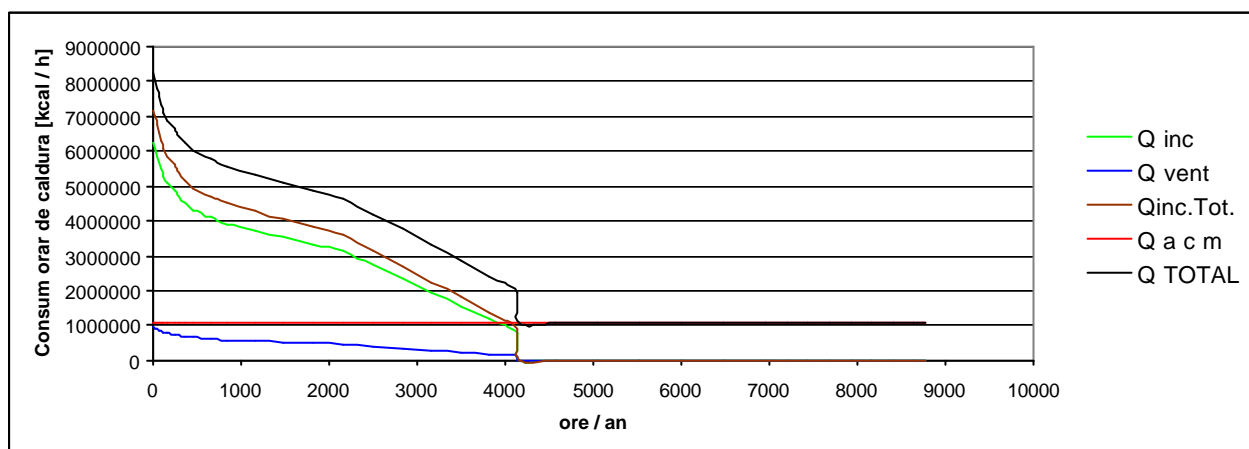


Figura 5. Curba clasată anuală a consumului de căldură pentru Universitatea din Oradea (perspectivă)

Parametrii principali ai punctului termic sunt:

- putere instalată de 8.600.000 kcal/h (10.000 kW<sub>t</sub>);
- volumul total construit care trebuie încălzit: 220.000 m<sup>3</sup>;
- debitul de apă caldă menajeră 21 m<sup>3</sup>/h;
- cantitatea de căldură livrată anual pentru încălzirea spațiilor: 14.000 Gcal (5.000 Gcal pentru viitoarele construcții);
- cantitatea de căldură livrată anual pentru prepararea apei calde menajere: 9.200 Gcal;
- consumul anual de apă geotermală: 465.000 m<sup>3</sup>;
- temperatura tur/retur pentru apă geotermală: 85/35°C.

Prin utilizarea în cascada a energiei geotermale la Universitatea din Oradea, în scopul încălzirii spațiilor și a asigurării necesarului de apă caldă menajeră, valorificarea energetică a apei geotermale crește cu aproximativ 30%.

De menționat că, apa geotermală cu temperatura de 35°C care paraseste punctul termic, poate fi utilizată în continuare, în cascada, pentru încălzirea altor spații (în cazul unor extinderi ulterioare a spațiilor de învățământ prin utilizarea unui sistem cu pompa de căldură), pentru încălzirea serei pentru practica studenților de la Facultatea de Horticultură, pentru balneologie sau piscicultura, în cazul în care se vor realiza investiții în aceste domenii.

### Bibliografie

1. **Athanasovici, V.:** *Termoenergetica industrială și termoficare*, Editura Didactică și Pedagogică, 1981.
2. **Bococi D.:** *Utilizarea industrială a energiei geotermale. Elemente de proiectare, modernizare și conducere a SISTEMELOR DE UTILIZARE COMPLEXA*, Editura Universității din Oradea, 2005
3. **Carabogdan, I.Ghe. s.a.:** *Manualul inginerului termotehnician*, Editura Tehnică, București, 1986.
4. **Cataldi, R, Hodgson, S.F., and Lund, J.W.:** *Stories from a Heated Earth*. Geothermal Resources Council and International Geothermal Association, 569 pp.
5. **Gavrilescu O.:** *Utilizarea industrială a energiei geotermale. Puncte termice*, Editura Universității din Oradea, 2005.
6. **Gavrilescu O., Gabor G. Bococi D.:** *Considerații privind posibilitățile de utilizare în cascada a energiei geotermale*, Analele Universității din Oradea, Oradea, 2002.
7. **Hutter, G.W.:** *The status of world geothermal power generation 1995-2000*. *Geothermice* 30, 1-27.
8. **Lund, J.W. and Freeston, D.H.:** *World-wide direct uses of geothermal energy 2000*. *Geothermice* 30, 29-68.
9. \*[http://www.geothermie.de/egec-geothernet/geo\\_tech/geothermal\\_technologies\\_annex.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/geo_tech/geothermal_technologies_annex.htm)  
15.10.2005.