

# METODE DE TARIFARE A ENERGIEI TERMICE ȘI ELECTRICE LA CET

**Ing. Natalia BEGLEȚ,**  
Universitatea „Dunărea de Jos”,  
Galați

Consultant la S.A. TERMOCOM,  
Chișinău. Este doctorand la Universitatea  
„Dunărea de Jos” din Galați și lector  
asistent la Universitatea Tehnică a  
Moldovei din Chișinău.



**Ing. Serghei PALAȘ,**  
Universitatea „Dunărea de Jos”,  
Galați

Consultant la S.A. CET-2 – Chișinău.  
Este doctorand la Universitatea „Dunărea  
de Jos” din Galați și lector asistent la  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
din Chișinău.



**REZUMAT.** În lucrare este prezentată aplicarea conceptului „termoeconomie” pentru determinarea costului energiei termice și electrice produse în cogenerare. Metodele curente de determinare a costului energiei au dezavantajul că sunt complicate și neflexibile, ceea ce împiedică aplicarea lor pentru diferite regimuri nominale de funcționare a instalațiilor termoeenergetice. Metoda propusă permite determinarea costului real al energiei generate mult mai ușor decât în cazul aplicării metodelor clasice.

**ABSTRACT.** The paper presents the applications of the thermoeconomic concept for cost (price) definition of thermal energy and electricity in their both co-generations. The basic lack of existing methods (physics, exergetics and economics) is the complexity of calculations, which does not allow their use in different nominal modes. The offered method allows obtaining various costs of thermal energy and electricity, depending on the chosen nominal mode.

## 1. INTRODUCERE

Problema repartiției cheltuielilor din sistemul energetic între energia termică și cea electrică prezintă un rol important în condițiile tranziției treptate de la un sistem energetic unic la un sistem regional. În prezent metodele existente de repartizare a cheltuielilor între electricitate și energia termică nu permit evaluarea posibilităților producătorilor de energie termică de a concura între ei.

În condițiile economiei moderne, calculul tarifelor energiei electrice și termice produse în cogenerare, a devenit obstacolul principal în sistemele energetice de putere mare cu termoficare, deoarece tarifele sporite la energia termică produsă de centralele termoelectrice duc la dezechilibrarea pieței de energie termică, precum și la reducerea generării energiei electrice prin termoficare.

## 2. NECESITATEA DEZVOLTĂRII METODELOR DE TARIFARE

Activitatea financiară a unui grup de termoficare va depinde atât de un număr de factori specifici, cât și de majoritatea factorilor care influențează proiectele de investiții. Schaffer considera că următorii factori sunt de importanță majoră [6]:

- mărimea investițiilor de capital și cheltuielile de exploatare ale CET-ului, în comparație cu centralele compacte;
- durata de viața economică a CET-ului, care depinde de combustibilul utilizat și de factorul de sarcină;
- raportul actual și cel așteptat dintre consumul de putere termică și electrică;
- diferența de prețuri între combustibilul utilizat de CT privată și de producătorii publici de energie electrică;
- prețul care poate fi obținut de CET în caz că el vinde energia electrică în rețea comună;
- costul energiei electrice consumate din rețea și al rezervei de putere.

Eficiența economică va depinde, de asemenea, de faptul că CET-ul va fi construit pe baza modificării instalațiilor existente sau printr-un proiect nou. CET-urile noi pot fi proiectate având configurația optimizată pentru producerea energiei electrice sau a energiei termice. Condițiile locației CET, ca factor determinant în analiza exergoeconomică [1, 4, 5], sunt următoarele:

- un sistem de distribuție a energiei termice existent va fi mai ușor de modificat;
- necesarul de energie termică în procesele de prelucrare industriale diferă foarte mult de necesarul de apă caldă pentru consumul menajer sau pentru consumul destinat termoficării;
- sarcina termică variază în timp, ca și necesarul de energie electrică.

Astfel, încercarea combinării producerii energiei electrice și termice impune noi restricții asupra sistemului. În cazul încercării de a calcula separat cheltuielile pentru producerea energiei electrice și termice ne confruntăm imediat cu problema numită de economiști *problema producerii mixte*. Când se produc două sau mai multe produse (servicii) în proporții variabile, utilizând aceeași cantitate de factori de producție (în cazul CET-ului, utilajele centralei, manopera, combustibilul utilizat la producerea energiei electrice și termice), poate fi estimat costul marginal al producerii fiecărui produs separat, dar nu există o metodă clară de atribuire a cheltuielilor medii totale pentru fiecare produs. Pentru CET trebuie să fie aleasă o metodă arbitrară de determinare a costului real al fluxurilor de energie.

Aceasta se poate realiza prin dezvoltarea și simplificarea metodelor existente de calcul a costurilor fluxurilor de energie (fie energie termică, fie energie electrică, fie un debit de agent termic).

### 3. METODA DE TARIFARE A ENERGIEI LA CET

Relația între parametrii termodinamici și cei economici poate fi obținută cu ajutorul costului energiei produse:

$$C = C_{EX} + \frac{1}{k} \cdot C_{IC}$$

unde:  $C_{EX}$  este costul anual de întreținere și exploatare (include costul combustibilului, al energiei electrice consumate la servicii proprii, costuri de amortizare etc.);  $k$  – termenul de recuperare a investițiilor capitale, în ani;  $C_{IC}$  – investiții capitale (includ costul construcțiilor capitale, fonduri curente etc.), în USD.

Costurile anuale pot fi divizate în trei grupe: costuri invariabile  $\Pi$  (renta, taxele ecologice, licența, autorizație), costuri direct proporționale cu investițiile capitale  $\alpha$  (amortizarea, întreținerea, deteriorarea fizică și morală a construcțiilor) și costuri  $\beta$ , proporționale cu consumul de combustibil  $B$  (costul unitar al combustibilului  $C_c$ , taxele legate de impactul asupra mediului ambiant):

$$C = (C_c + \beta) \times B + \left( \frac{1}{k} + \alpha \right) \times C_{IC} + \Pi$$

Tarifal fluxului exergetic se determină astfel:

$$C = \sum_i T_i \cdot E_i$$

unde  $T_i$  este tariful fluxului ce poartă o anumită cantitate de exergie;  $E_i$  – exergia fluxului energetic ( $E_i = Q$  – căldura,  $E_i = N$  – electricitatea).

Prin urmare, exergia produsă la o centrală cu termoficare poate fi exprimată cu relația:

$$T_Q \cdot E_Q + T_N \cdot N = C_c \cdot B + C_\Sigma$$

În general, tariful poate fi determinat aplicând relațiile:

$$T_Q = \frac{C - N \cdot T_N}{E_Q} \quad T_N = \frac{C - E_Q \cdot T_Q}{N}$$

Pentru prezentarea funcției de cost  $C = f(T)$  determinăm valorile maxime ale tarifelor energiei termice (indicele  $Q$ ) și energiei electrice (indicele  $N$ ):

$$T_Q = \frac{C}{E_Q} \quad T_N = \frac{C}{N}$$

Tarifele maxime sunt determinate în cazul generării energiei termice pentru CT, respectiv în cazul electricității ca și la o CTE.

Funcția obținută poate fi prezentată pe diagrama costurilor printr-o linie oarecare (fig. 1). Astfel, tariful fluxului energetic va fi amplasat undeva pe linia obținută sau la limită.

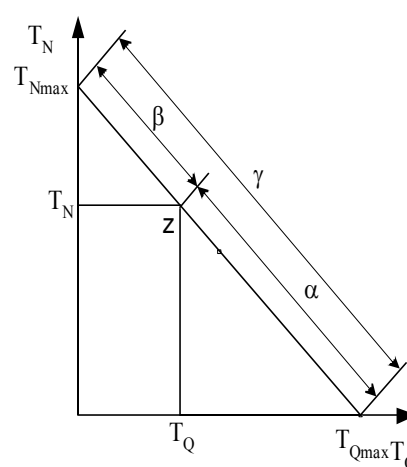


Fig. 1. Distribuția funcției de cost în CET.

Pentru determinarea raportului optim între tariful energiei termice și electrice sunt cunoscute mai multe metode [7, 8], printre care se numără următoarele:

– aritmetică:  $z = \frac{\alpha + \beta}{2}$

– geometrică:  $z = \sqrt{\alpha \times \beta}$

– medie:  $z = f(\alpha, \beta) \begin{cases} \alpha + \beta = \gamma \\ \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\beta}{\gamma} \end{cases}$

Rezolvând ultima ecuație cu condiția  $\gamma = 1$  avem:

$$\alpha + \beta = 1 \quad \alpha = \beta^2 \\ \beta = 0,618 \quad \alpha = 0,382$$

Atunci, tariful energiei termice/electrice capătă forma:

$$\alpha > \beta \rightarrow T_N = \alpha \cdot T_{Nmax} \quad T_Q = \beta \cdot T_{Qmax}$$

$$\alpha < \beta \rightarrow T_N = \beta \cdot T_{Nmax} \quad T_Q = \alpha \cdot T_{Qmax}$$

În cazul aplicării metodei aritmetice vom avea:

$$T_N = 0,5 \cdot T_{Nmax} \quad T_Q = 0,5 \cdot T_{Qmax}$$

## 4. CALCULUL TARIFULUI ENERGIEI TERMICE ȘI ELECTRICE

Vom aplica aceasta metoda cu următoarele condiții:

- puterea instalată: 320 MW;
- energia (exergia) electrică livrată:  $383,13 \cdot 10^6$  kWh;
- energia (exergia) termică livrată:  $4400 (1397) \cdot 10^3$  GJ;
- consumul sumar de combustibil convențional:  $286,2 \cdot 10^3$  t;
- costul unitar al combustibilului: 100 \$/t;
- costuri constante:  $10\,900 \cdot 10^3$  \$;
- profitul:  $6000 \cdot 10^3$  \$.

În acest caz costul final se determină:  $C = 45\,440 \cdot 10^3$  \$.  
Tarifele maxime sunt:

$$T_{Q_{\max}} = \frac{C}{Q} = 10,33 \frac{\$}{\text{GJ}}, \quad T_{N_{\max}} = \frac{C}{N} = 118,6 \frac{\$}{\text{MW} \times \text{h}}$$

Prin metoda aritmetică, tariful devine:

$$\bar{T}_N = 0,5 \cdot T_{N_{\max}} = 59,3 \frac{\$}{\text{MW} \times \text{h}},$$

$$\bar{T}_Q = 0,5 \cdot T_{Q_{\max}} = 5,16 \frac{\$}{\text{GJ}}$$

Tabelul 1. Tarifele energiei termice și electrice produse la CET

Metoda de calcul	Tariful	
	$T_N, \frac{\$}{\text{MW} \times \text{h}}$	$T_Q, \frac{\$}{\text{GJ}}$
Fizică, CTE	118,6	–
Fizică, CT	–	10,33
Fizică, CET	40,3	6,83
Medie (N) – vara	45,31	6,38
Medie (Q) – iarna	73,3	3,95
Exergetică	75	3,79
Aritmetică	59,3	5,16

În cazul metodei medii avem:

- $\alpha > \beta$  – producerea energiei termice (regim de lucru - iarna):

$$T_N = \alpha \cdot T_{N_{\max}} = 73,3 \frac{\$}{\text{MW} \times \text{h}}$$

$$T_Q = \beta \cdot T_{Q_{\max}} = 3,95 \frac{\$}{\text{GJ}}$$

- $\alpha < \beta$  – producerea energiei electrice (regim de lucru, vara):

$$T_N = \beta \cdot T_{N_{\max}} = 45,31 \frac{\$}{\text{MW} \times \text{h}}$$

$$T_Q = \alpha \cdot T_{Q_{\max}} = 6,38 \frac{\$}{\text{GJ}}$$

Datele obținute au fost comparate cu cele determinate [9] prin metodele fizică și exergetică.

## 5. CONCLUZII

Prin urmare, au fost obținute diferite costuri ale energiei generate. Se observă că, în cazul generării energiei electrice pe contul energiei termice (cum ar fi regimul de funcționare - iarna) costul obținut este apropiat costului exergetic. În cazul generării energiei termice pe contul energiei electrice (cum ar fi regimul de funcționare - vara) costul obținut este apropiat costului obținut prin metoda fizică. Costurile maxime sunt obținute în cazul generării energiei termice și electrice separat. Metoda propusă este mai simplă și mai flexibilă, și permite modificarea costului energiei livrate în funcție de cerințele consumatorului.

## BIBLIOGRAFIE

1. Bejan., A., Tsatsaronis, G., Moran, M., *Thermal Design & Optimization*, John Wiley & Sons, 1996.
2. Ioniță, C.I. „Engineering and Economic Optimization of Energy Production” (Optimizarea inginerescă și economică a producerii energiei), *International Journal of Energy Research*, 697-715 (DOI: 10.1002/er.811), John Wiley&Sons, Ltd, Chichester, UK, 2002.
3. Ioniță, C.I. „The Cost-to-Quality Evaluation and Optimization of the Heat Powered Systems” (Evaluarea și optimizarea cost-calitate a centralelor termice) HPC'01. A 2-a Conferința internațională a ciclurilor termice, CNAM, Paris, Franta, Lucrări publicate, vol. II, pp. 255-262.
4. Jose L. Silveira, „Thermoeconomic analysis method for optimisation of combined heat and power system”, ECOS 2000, Nederland, pp. 233-244.
5. Panait, T., *Exergoeconomia sistemelor termoenergetice*, Universitatea „Dunărea de Jos”, Galați, 2003.
6. Pedersen S. L., „Combined Heat and Power; possibilities for calculating production costs – a Danish view”, mimeographed paper, Danish Energy Agency, Copenhagen, Denmark, 1992.
7. Sajiin T., *Termoeconomie*, Ed. Alma Mater, Bacău, 2002.
8. Славина Н. Ф., Косматов Э. М., и др. „О методах распределения затрат на ТЭЦ”, *ж.Электрические станции*, № 11, 2001.
9. Хлебалин Ю.М. „Оценка тарифов на продукцию ТЭЦ”, *Энергетика и рынок*, 2002.