

## FEZABILITATEA ECONOMICO-FINANCIARĂ A PRODUCERII ENERGIIEI ELECTRICE ȘI TERMICE LA MINI-CET PRIN VALORIFICAREA BIOGAZULUI

V. Arion, dr.hab., prof.univ., C. Gherman, T. Tutunaru,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

### INTRODUCERE

Valorificarea biogazului, alături de alți biocombustibili, reprezintă o preocupare din ce în ce mai actuală. Producerea energiei electrice și termice din biogaz pare a fi extrem de benefică atât pentru mediul înconjurător, cât și pentru consolidarea securității energetice a țării. Lucrarea abordează aspectele de fezabilitate a producerii energiei electrice și termice la o mini-CET (instalație de cogenerare), cu puterea instalată de 1050 kW, alimentată cu biogaz. Acest studiu include determinarea prețului de cost al biogazului produs și al energiilor obținute la instalația de cogenerare.

### 1. CALCULUL PREȚULUI DE COST AL BIOGAZULUI

Pentru o stație de producere a biogazului, descrisă în [1], se pune problema determinării prețului biogazului produs. În acest scop, vom analiza componentele costurilor ce țin de edificarea și buna funcționare a stației și vom determina valoarea numerică a prețului biogazului. Datele inițiale necesare acestui calcul sunt prezentate în tab. 1. Pe parcursul perioadei de studiu (T) de 14 ani, se prevede o reparație capitală a stației cu un cost total  $I_{rep}$ . Fluxul de numerar pentru proiectul considerat este prezentat în fig. 1.

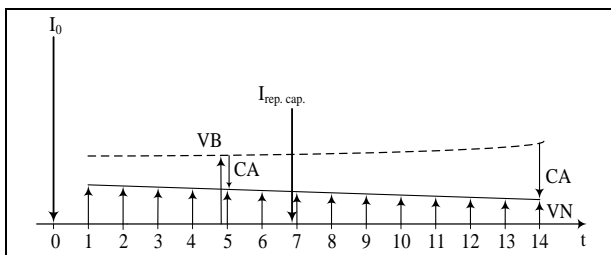


Figura 1. Fluxul de numerar al proiectului.  
Cheltuielile totale anuale:

$$CA = A_m + C_{oper} \quad (1)$$

unde:  $A_m$  reprezintă amortismentele anuale, ce includ și costul împrumutului,  $A_m = I/T_{act}$ , (2)  
 $I$  – investiția totală;  $T_{act}$  – durata actualizată a perioadei de studiu;  $C_{oper}$  – costuri operaționale anuale.

Costul cu investiția la stația de producere a biogazului:

$$I = I_{ferm} + I_{purif} + I_{repact}, \quad (3)$$

unde:  $I_{ferm}$  este investiția inițială în fermentator,  $I_{ferm} = 1,8$  mln. USD;  $I_{purif}$  - investiția cu purificarea biogazului,  $I_{purif} = I_{ferm} \cdot 1\%$ ;

$I_{repact}$  - cheltuielile cu reparația capitală realizată la anul 7 (valoare actualizată),  $I_{repact} = I_{rep} \cdot (1+i)^{-7}$ ;  
 $i$  – rata de actualizare,  $i = 10\%$ .

Valoarea numerică a investiției totale –  
 $I = 1800 + 18 + 359 = 2\,177$  mii USD.

Durata actualizată a perioadei de studiu T -

$$T_{act} = [1 - (1+i)^{-T}] / i = [1 - (1+0,1)^{-14}] / 0,1 = 7,37 \text{ ani} \quad (4)$$

Cheltuielile anuale cu recuperarea investiției –

$$A_m = I/T_{act} = 2\,177 / 7,37 = 295,4 \text{ mii USD}$$

Costurile operaționale anuale includ două componente –

$$C_{operationale} = C_{i.r.} + C_{biomasa} \quad (5)$$

Cheltuielile anuale cu întreținerea și reparația –

$$C_{i.r.} = \alpha_{i.r.} \cdot I = 0,03 \cdot 2177 = 65,3 \text{ mii USD/an}, \quad (6)$$

unde:  $\alpha_{i.r.}$  – rata cheltuielilor anuale de întreținere și reparații, % din investiția totală.

Costul biomasei –

$$C_{\text{biomasa}} = p_{\text{biomasa}} \cdot B_{\text{biomasa}}, \text{ USD/an} \quad (7)$$

unde:  $p_{\text{biomasa}}$  este prețul biomasei, iar  $B_{\text{biomasa}}$  - consumul anual de biomasă.

Materia primă utilizată la stația de biogaz este diversă, și costul ei de asemenea este diferit. Vom estima cheltuielile cu materia primă pe componente. *Dejecții animaliere*: zilnic la stația de biogaz se aduc 38 t dejecții animaliere. Pentru a acumula necesarul de dejecții automobilul respectiv parcurge apr. 55 km, și consumă 14 l motorină la fiecare 100 km.

Cheltuielile cu motorina:

$$C_{\text{motorina}} = V_{\text{motorina}} \cdot P_{\text{motorina}} \quad (8)$$

unde:  $V_{\text{motorina}}$  - volum motorină,  
 $55 \text{ km} \cdot 14 \text{ litri}/100 \text{ km} = 7,7 \text{ litri}/\text{zi}$   
 $P_{\text{motorina}}$  - preț motorină, 15,3 lei/litru.

$$C_{\text{motorina}} = 7,7 \cdot 15,3 = 118 \text{ lei} / \text{zi} = 11 \text{ USD} / \text{zi}$$

Costul dejecțiilor animaliere, ca materie primă, include doar cheltuiala cu motorina necesară transportului; costul unitar al dejecțiilor constituie

$$c_{\text{dejecții}} = 11 \text{ USD} / 38 \text{ t} = 0,3 \text{ USD}/\text{t}.$$

*Deșeurilor urbane solide*: proprietarul stației de biogaz are un contract cu autoritatea locală cu privire la colectarea deșeurilor urbane solide. Costul acestor deșeuri va include doar cheltuielile cu motorina pentru transportare lor. Zilnic se transportă 11 tone deșeuri solide, cu o mașină de colectare, care consumă 24 litri motorină per 100 km. În așa fel, cheltuielile de transport constituie:

$$C_{\text{motorina}} = V_{\text{motorina}} \cdot P_{\text{motorina}} = 25 \cdot 24/100 \cdot 15,3 = 92 \text{ lei} / \text{zi} = 8,3 \text{ USD}/\text{zi}, \quad (9)$$

iar costul unitar al deșeurilor solide –

$$c_{\text{deșeuri}} = 8,3 \text{ USD} / 11 \text{ t} = 0,75 \text{ USD}/\text{t}.$$

*Biomasa vegetală*: ea este procurată de la gospodăriile din preajmă, în stare proaspătă. Este nevoie de 17 tone / zi lucernă și 16 tone / zi siloz de porumb. Cost 1 tonă lucernă masă verde - 250 lei, iar cost 1 tonă de porumb – 270 lei.

Costul zilnic al masei vegetale -

$$C_{\text{mv}} = V_{\text{mv}} \cdot P_{\text{mv}} = (17 \text{ t}/\text{zi} \cdot 250 \text{ lei}/\text{t}) + (16 \text{ t}/\text{zi} \cdot 270 \text{ lei}/\text{t}) = 8570 \text{ lei}/\text{zi} = 780 \text{ USD}/\text{zi} \quad (10)$$

Pentru costul unitar al masei verzi rezultă –

$$c_{\text{mv}} = 495,5 \text{ USD} / 21 \text{ t} = 23,6 \text{ USD}/\text{t}.$$

**Tabelul 1.** Date inițiale.

Indicator	Notația	Valoarea	Unități
Investiția inițială în fermentator	$I_{\text{ferm}}$	1,8	mln.US D
Investiția în purificator, % din investiția totală	$\theta$	1	%
Costuri de întreținere și reparație % din I	$\alpha_{\text{ir}}$	3	%
Durata de studiu	T	14	ani
Rata de actualizare	i	10	%
Cost reparație capitală în anul 7	$I_{\text{rep}}$	0,7	mln.US D
Consum anual de materie prima (biomasă)	$B_{\text{bmasa}}$	20,4	mii t/an
Producția anuală de biogaz	$V_{\text{tot}}$	2 258,7	mii m <sup>3</sup> /an
Căldura de ardere biogaz	$LHV_{\text{bgaz}}$	22,4	MJ/m <sup>3</sup>

Pentru amestecul de biomasă, ce include cele componente, costul unitar constituie:

$$c_{\text{biomasa}} = c_{\text{dej}} \cdot 10\% + c_{\text{des}} \cdot 21\% + c_{\text{mv}} \cdot 69\% \quad (11)$$

$$c_{\text{biomasa}} = 0,3 \cdot 0,10 + 0,75 \cdot 0,21 + 24 \cdot 0,69 = 17 \text{ USD}/\text{t}$$

Costul anual al biomasei -

$$C_{\text{bio}} = c_{\text{bio}} \cdot B_{\text{bio}} = 17 \cdot 20,4 = 346,8 \text{ mii USD}/\text{an} \quad (12)$$

Costurile operaționale –

$$C_{\text{oper}} = C_{\text{i.r.}} + C_{\text{biomasa}} = 65,3 + 346,8 = 412,1 \text{ mii USD}/\text{an}. \quad (13)$$

Cheltuielile anuale totale la producerea biogazului –

$$CA = A_{\text{m}} + C_{\text{oper}} = 295,4 + 412,1 = 707,5 \text{ mii USD}/\text{an} \quad (14)$$

Acum vom trece la determinarea costului unitar al biogazului produs la stație:

$$c_{\text{biogaz}} = CA / V_{\text{tot}}, \quad (15)$$

unde: CA reprezintă cheltuielile anuale la producerea biogazului, iar  $V_{\text{tot}}$  - producția anuală de biogaz.

$$c_{\text{biogaz}} = 707,5 / 2 258,7 = 0,313 \text{ USD}/\text{m}^3.$$

Vom exprima valoarea obținută a costului biogazului în cost echivalent gaz natural. Formula de calcul este următoarea:

$$c_{\text{biogazech}} = c_{\text{biogaz}} \cdot (LHV_{GN} / LHV_{\text{biogaz}}), \quad (16)$$

unde:  $LHV_{\text{biogaz}}$  și  $LHV_{GN}$  reprezintă căldura de ardere inferioară a biogazului și respectiv a gazului natural.

În final obținem –

$$c_{\text{biogazech}} = 0,313 \cdot (33,5/22,4) = 0,47 \text{ USD/m}^3.$$

Rezultatele calculului prețului biogazului produs într-o stație pe biomasă, precum și alți indicatori economici sunt prezentate în tabelul 2.

**Tabelul 2.** Rezultatele calculului prețului biogazului

Componenta	Valori	Unități
Investiția în filtru	18	mii USD
Valoarea actualizată a investiției pentru reparație capitală	359	mii USD
Investiția totală	2,17	mln. USD
Perioada de studiu actualizată	7,3667	ani
Amortismente anuale nivelate	295,4	mii USD/an
Cheltuieli anuale de întreținere și reparație	65,3	mii USD/an
Costurile anuale pentru combustibil (biomasa)	346,8	mii USD/an
Cheltuieli operaționale anuale	411,86	mii USD/an
Cheltuieli anuale nivelate	707,5	mii USD/an
Prețul biogazului	0,313	USD/m <sup>3</sup>
Prețul de cost al biogazului exprimat în cost echivalent pentru gaz natural	0,47	USD/m <sup>3</sup>

## 2. COSTURI COGENERAREA ENERGIEI

### 2.1. Metodologia de calcul a prețului energiilor produse în instalația de cogenerare

Pentru o instalație de cogenerare, la fel ca și pentru orice altă instalație de producere a energiei, apare problema determinării prețului energiei livrate. În cazul cogenerării, calculul prețului energiilor presupune repartizarea cheltuielilor totale pe energiile produse. Există diferite metode de alocare a cheltuielilor la o centrală de cogenerare; în această lucrare vom aplica metoda cheltuielilor remanente. Cheltuielile totale actualizate pe durata de studiu la instalația de cogenerare pot fi prezentate ca suma a două componente, din care una se referă la

producerea energiei electrice ( $W$ ) și cealaltă la producerea energiei termice ( $Q$ ):

$$CTA_{IC} = CTA_{W,IC} + CTA_{Q,IC} \quad (17)$$

unde:  $CTA_{W,IC}$  și  $CTA_{Q,IC}$  reprezintă cheltuielile, care revin energiei electrice și respectiv energiei termice produse.

Valoarea medie a prețului la energia produsă la IC pe perioadă de  $T$  ani –

$$c_{W,IC} = CTA_{W,IC} / W_{act} \quad (18)$$

$$c_{Q,IC} = CTA_{Q,IC} / Q_{act} \quad (19)$$

unde:  $W_{act}$  și  $Q_{act}$  reprezintă volumul energiei electrice și termice produse pe perioada considerată.

Valorile actualizate  $W_{act}$  și  $Q_{act}$  se calculează cu formulele:

$$W_{act} = \sum_{t=1}^T W_t \cdot (1+i)^t, \quad (20)$$

$$Q_{act} = \sum_{t=1}^T Q_t \cdot (1+i)^t, \quad (21)$$

unde:  $W_t$  și  $Q_t$  reprezintă volumul de energie electrică și termică la anul  $t$ ;

Pentru cheltuielile anuale de calcul am putea scrie în mod similar –

$$CA_{IC} = CA_{W,IC} + CA_{Q,IC} \quad (22)$$

unde:  $CA_{W,IC}$  și  $CA_{Q,IC}$  reprezintă cheltuielile pentru energia electrică și respectiv termică produsă;

În cazul în care producția anuală de energie și alți parametri economici nu variază pe durata de studiu - prețul energiei produse poate fi calculat cu formulele:

$$c_{W,IC} = CA_{W,IC} / W_{an} \quad (23)$$

$$c_{Q,IC} = CA_{Q,IC} / Q_{an} \quad (24)$$

unde:  $W_{an}$  și  $Q_{an}$  - volumul anual al energiei electrice și termice.

### 2.2. Prețul energiei electrice și termice produse la instalația de cogenerare

Cea mai simplă modalitate de a determina prețul energiilor produse la IC presupune acceptarea prețului pentru o energie (fie căldura) la nivelul

prețului la o sursă de referință, iar pentru cealaltă formă de energie (fie electricitate) – a fi calculată. Pentru cheltuielile anuale de calcul evident poate fi scrisă relația:

$$c_W \cdot W_{act} + c_Q \cdot Q_{act} = CTA \quad (25)$$

Conform celor menționate, drept valoare de referință pentru  $c_{Q,IC}$  poate servi prețul energiei termice produse la cea mai performantă centrală termică,  $REF = CT -$

$$c_Q = c_{Q,REF} \quad (26)$$

În acest caz, prețul energiei electrice rezultă din relația –

$$C_W = (CTA - VTA_{Q,REF}) / W_{act} \quad (27)$$

În mod similar putem accepta:

$$c_W = c_{W,REF} \quad (28)$$

iar pentru  $c_Q$  obținem formula de calcul –

$$c_Q = (CTA - VTA_{W,REF}) / Q_{act} \quad (29)$$

În acest caz,  $c_{W,REF}$  se referă la o centrală termoelectrică,  $REF = CTE$ .

Mai jos este prezentat calculul numeric al prețului energiei. Datele inițiale necesare efectuării acestor calculele sunt prezentate în tab. 3.

**Tabelul 3.** Date inițiale ce privesc instalația de cogenerare pe biogaz.

Indicator	Notația	Valoarea	Unități
Unități generatoare	$N_{UG}$	2	unități
Puterea electrică nominală a unității	$P_e$	526	kW
Puterea termică maximă a unității	$P_t$	558	kW
Gradul de utilizare a puterii electrice nominale	$Gr_e$	90	%
Gradul de utilizare a puterii termice maxime	$Gr_t$	50	%
Investiția unitate	$I_{unitate}$	431	mii USD
Costul reparației capitale a unei unități	$I_{rep.un}$	91,5	mii USD
Tariful de achiziționare a biogazului*	$c_{gaz}$	468	USD/mii m <sup>3</sup>
Rata anuală de creștere a tarifului la biogaz	$k_g$	2	%
Consum gaze p/u unitate generatoare	$b_{spec}$	126,6	m <sup>3</sup> /h
Preț minim al energiei termice (ET) livrate în rețea publică*	$P_{ET,0}$	550	lei/Gcal
Rata anuală de creștere a tarifului la ET în rețeaua publică	$k_{ET}$	5	%

Consum ulei	$b_{ulei}$	0,5	g/kWh
Prețul de achiziție a uleiului	$p_{ulei}$	40	lei/l
Rata anuală de creștere a prețului la ulei	$k_{ulei}$	6	%
Rata de schimb valutar	$r_{SV}$	11	Lei / USD
Cota întreținere și reparații	$\alpha_{i.r.act}$	6	%
Rata de creștere a cheltuielilor pentru întreținere și reparații	$k_{t.r.}$	4	%
Consumul specific de apă	$b_{apă}$	0,91	m <sup>3</sup> /Gcal
Tariful achiziționare apă*	$p_{apa}$	15	Lei/m <sup>3</sup>
Rata anuală de creștere a tarifului apă	$k_{apa}$	4	%
Costul preparării apei*	$c_{prep.apoi}$	45	Lei/m <sup>3</sup>
Rata anuală de creștere a costului preparării apei	$k_{prep.apoi}$	2	%
Durata de studiu	$T$	14	ani
Durata anuală de funcționare a instalației	$T_m$	6000	h/an
Volum energiei electrice produse	$W_{an}$	5 681	MWh/an
Volum energiei termice produse	$Q_{an}$	2 588	Gcal/an

\* valoare la primul an al perioadei de studiu

Mai jos vom opera cu formula (27), acceptând prețul energiei termice la nivelul prețului la sursa de referință - 550 lei/Gcal. Acum urmează să determinăm componentele din formula (27).

Determinăm cheltuielile totale actualizate pe perioada de studiu:

$$CTA = \bar{I}_\Sigma + \bar{C}_{prod.} \quad (30)$$

unde:  $\bar{I}_\Sigma$  reprezintă investiția totală actualizată în IC, iar  $\bar{C}_{prod.}$  - cheltuielile de producție actualizate.

Investiția totală actualizată în instalația de cogenerare este -

$$\bar{I}_\Sigma = I_0 + I_{rep} (1+i)^{-7} \quad (31)$$

unde:  $I_0$  reprezintă investiția inițială, iar  $I_{rep}$  - investiția în reparația capitală.

$$I_0 = N_{UG} \cdot I_{unitate} = 2 \cdot 431 = 862 \text{ mii USD} \quad (32)$$

$$I_{rep} = N_{UG} \cdot I_{rep.un} = 2 \cdot 91,5 = 183 \text{ mii USD} \quad (33)$$

unde:  $N_{UG}$  reprezintă numărul de unități generatoare,  $I_{unitate}$  - investiția pe unitate generatoare, iar  $I_{rep.un.}$  - costul reparației capitale a unei unități. Așadar investiția totală actualizată este -

$$\bar{I}_\Sigma = 862 + 183 \cdot (1+0,1)^{-7} = 955,9 \text{ mii USD} \quad .$$

Cheltuielile de producție pe durata de studiu, (actualizate) constituie suma cheltuielilor pentru

gaze, ulei, întreținere și reparație, consumul și prepararea apei:

$$\bar{C}_{\text{prod.}} = \bar{C}_{\text{gaz}} + \bar{C}_{\text{ulei}} + \bar{C}_{\text{i.r.}} + \bar{C}_{\text{apa}} + \bar{C}_{\text{prep.apei}}, \quad (34)$$

unde:  $\bar{C}_{\text{gaz}}$  - costul consumului de gaze;  
 $\bar{C}_{\text{ulei}}$  - costul consumului de ulei;  
 $\bar{C}_{\text{i.r.}}$  - cheltuielile cu întreținerea și reparația;  
 $\bar{C}_{\text{apa}}$  - cheltuielile cu consumul de apă;  
 $\bar{C}_{\text{prep.apei}}$  - costul preparării apei.

În continuare, vom determina valorile costurilor din formula (34):

*Costul consumului de biogaz –*

$$\bar{C}_{\text{gaz}} = \sum_{t=1}^{14} B_{\text{gaz},0} \cdot p_{\text{gaz},t} \cdot (1+i)^{\ominus-t}, \quad (35)$$

$$B_{\text{gaz},0} = b_{\text{gaz}} \cdot T_m = 2,0,9 \cdot 126,3 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 600 \text{ h} = 1364 \text{ mii m}^3/\text{an}, \quad (36)$$

$$p_{\text{gaz},t} = p_{\text{gaz},0} \cdot (1+k_g)^{t-1}, \quad (37)$$

unde:  $B_{\text{gaz},0}$  reprezintă consumul anual de gaze;  $p_{\text{gaz},t}$  - prețul de achiziție a gazului în anul  $t$ ;  $b_{\text{gaz}}$  - consumul anual de gaze;  $p_{\text{gaz},0}$  - prețul biogazului în primul an al perioadei de studiu;  $k_g$  - rata anuală de creștere a tarifului la gaze.

Conform (35), costul consumului de biogaz pe perioada de studiu constituie -  $\bar{C}_{\text{gaz}} = 5207$  mii USD.

*Costul consumului de ulei –*

$$\bar{C}_{\text{ulei}} = \sum_{t=1}^{14} B_{\text{ulei},0} \cdot p_{\text{ulei},t} \cdot (1+i)^{\ominus-t}, \quad (38)$$

$$B_{\text{ulei},0} = b_{\text{ulei}} \cdot W_{\text{an}}, \quad (39)$$

$$p_{\text{ulei},t} = p_{\text{ulei},0} / r_{\text{sv}} \cdot (1+k_{\text{ulei}})^{t-1}, \quad (40)$$

unde:  $B_{\text{ulei},0}$  reprezintă consumul anual de ulei;  $b_{\text{ulei}}$  - consum specific de ulei;  $W_{\text{an}}$  - volum anual al energiei electrice produse;  $p_{\text{ulei},t}$  - prețul de achiziție a uleiului în anul  $t$ ;  $p_{\text{ulei},0}$  reprezintă prețul de achiziție a uleiului în primul an de funcționare;  $k_{\text{ulei}}$  - rata creșterii anuale a costului uleiului;  $r_{\text{sv}}$  - rata de schimb valutar.

Valoarea actualizată a costului consumului de ulei pe perioada de studiu, conform (38) rezultă -

$$\bar{C}_{\text{ulei}} = 168,3 \text{ mii USD.}$$

*Cheltuielile de întreținere și reparație pe durata de studiu –*

$$\bar{C}_{\text{i.r.}} = \sum_{t=1}^{14} (\alpha_{\text{i.r.},t} \cdot 2 \cdot I_{\text{unitate}}) \cdot (1+i)^{\ominus-t}, \quad (41)$$

$$\alpha_{\text{i.r.},t} = \alpha_{\text{i.r.},0} \cdot (1+k_{\text{i.r.}})^{t-1}, \quad (42)$$

unde:  $\alpha_{\text{i.r.},0}$  reprezintă cota pentru întreținere și reparații în primul an;  $k_{\text{i.r.}}$  - rata de creștere anuală a cheltuielilor pentru întreținere și reparație;  $I_{\text{unitate}}$  - costul de achiziție a unei unități de cogenerare.

Conform (41), valoarea actualizată a cheltuielilor pentru întreținere și reparații constituie –

$$\bar{C}_{\text{i.r.}} = 299,8 \text{ mii USD.}$$

*Cheltuielile ce țin de procurarea apei pe durata de studiu –*

$$\bar{C}_{\text{apa}} = \sum_{t=1}^{14} B_{\text{apa},0} \cdot p_{\text{apa},t} \cdot (1+i)^{\ominus-t}, \quad (43)$$

$$B_{\text{apa},0} = b_{\text{apa}} \cdot Q_{\text{an}} = 0,91 \text{ m}^3/\text{Gcal} \cdot 2500 \text{ Gcal}/\text{an} = 2284,1 \text{ mii m}^3/\text{an}, \quad (44)$$

$$p_{\text{apa},t} = p_{\text{apa},0} / r_{\text{sv}} \cdot (1+k_{\text{apa}})^{t-1}, \quad (45)$$

unde:  $B_{\text{apa},0}$  reprezintă consumul anual de apă;  $b_{\text{apa}}$  reprezintă consumul specific de apă, iar  $Q_{\text{an}}$  - volumul anual al energiei termice produse în instalație;  $p_{\text{apa},t}$  - prețul de achiziție a apei în anul  $t$ ;  $p_{\text{apa},0}$  - prețul de achiziționare a apei la primul an al perioadei de studiu;  $k_{\text{apa}}$  - rata anuală de creștere a tarifului la apă.

Conform (43) costul actualizat al consumului de apă pe durata de studiu constituie -  $\bar{C}_{\text{apa}} = 28,2$  mii USD.

*Costul preparării apei –*

$$\bar{C}_{\text{prep.apei}} = \sum_{t=1}^{14} B_{\text{prep.apei},0} \cdot p_{\text{prep.apei},t} \cdot (1+i)^{\ominus-t}, \quad (46)$$

$$p_{\text{prep.apei},t} = \sum_{t=1}^{14} p_{\text{prep.apei},0} / r_{\text{sv}} \cdot (1+k_{\text{prep.apei}})^{t-1}, \quad (47)$$

unde:  $p_{\text{prep.apei},t}$  - costul unitar la prepararea apei;  $p_{\text{prep.apei},0}$  - costul la prepararea apei, considerat la primul an al perioadei de studiu;  $k_{\text{prep.apei}}$  - rata anuală de creștere a costului unitar al preparării apei.

Conform (46) valoarea actualizată a costul preparării apei este -

$$\bar{C}_{\text{prep.apei}} = 76,2 \text{ mii USD.}$$

Valoarea actualizată a cheltuielilor anuale de producție pe perioada de studiu este -

$$\begin{aligned}\bar{C}_{\text{prod.}} &= 5\,207 + 168,3 + 299,8 + 28,2 + 76,2 = \\ &= 5\,779,5 \text{ mii USD} ,\end{aligned}$$

Cunoscând investiția totală actualizată și cheltuielile anuale de producție, determinăm cheltuielile totale actualizate -

$$\begin{aligned}\text{CTA} &= \bar{I}_{\Sigma} + \bar{C}_{\text{prod.}} = 955,9 + 5\,779,5 = \\ &= 6\,735,4 \text{ mii USD} .\end{aligned}\quad (48)$$

Valoarea actualizată a energiei termice este -

$$\text{VTA}_Q = \sum_{t=1}^{14} \text{VQ}_t \cdot (1+i)^{\ominus t} , \quad (49)$$

unde:  $\text{VQ}_t$  reprezintă valoarea comercială a energiei termice la anul  $t$ , mii USD;

$$\text{VQ}_t = Q_{\text{an}} \cdot p_{\text{ET},t} , \quad (50)$$

$$p_{\text{ET},t} = p_{\text{ET},0} / r_{\text{SV}} \cdot (1+k_{\text{ET}})^{t-t_0} , \quad (51)$$

unde:  $Q_{\text{an}}$  - volum anual al energiei termice produsă,  $p_{\text{ET}}$  - tariful de livrare a energiei termice produse în instalație de cogenerare,  $k_{\text{ET}}$  - rata anuală de creștere a tarifului la energia termică în rețeaua publică.

Conform formulei (49) valoarea actualizată a energiei termice este -

$$\text{VTA}_Q = 1\,239 \text{ mii USD}.$$

Determinăm volumul sumar (actualizat) de energie electrică produsă -

$$\begin{aligned}W_{\text{act}} &= W_{\text{an}} \cdot \bar{T}_{14,10\%} = 5\,681 \text{ MWh/an} \cdot 7,37 \text{ ani} \\ &= 41\,850,2 \text{ MWh} ,\end{aligned}\quad (52)$$

Cunoscând cheltuielile totale actualizate, valoarea energiei termice actualizată și volumul anual al energiei electrice produse, determinăm prețul de cost al energiei electrice -

$$\begin{aligned}c_w &= (\text{CTA} - \text{VTA}_Q) / W_{\text{act}} \\ c_w &= (6\,735,4 - 1\,239) / 41\,850,2 = 0,13 \text{ USD/kWh} \\ &= 13,13 \text{ cUSD/kWh} .\end{aligned}\quad (53)$$

$c_w = 13,13 \text{ cUSD/kWh}$
--------------------------------

Rezultatele calculelor prețului de cost al energiei electrice produse la un mini-CET pe biogaz, precum și alți indicatori economici, determinați în proiect sunt prezentate în tab. 4.

**Tabelul 4.** Rezultatele calculelor prețului de cost al energiei electrice produse.

Componenta	Notația	Valoarea	Unități
Investiția totală	$I$	861,8	mii USD
Costul anual al consumului de gaze	$C_{\text{gaz}}$	5 207	mii USD
Costul anual al consumului de ulei	$C_{\text{ulei}}$	168,3	mii USD
Costul cheltuielilor de întreținere și reparație	$C_{i.r.}$	299,8	mii USD
Costul cheltuielilor cu apa	$C_{\text{apa}}$	28,2	mii USD
Costul cheltuielilor cu prepararea apei	$C_{\text{prep.ap}}$	76,2	mii USD
Cheltuieli actualizate de producție	$C_{\text{prod.act}}$	5 779,5	mii USD
Cheltuieli totale actualizate	$\text{CTA}$	6 735,3	mii USD
Venitul total actualizat în urma vânzării energiei termice	$\text{VTA}_Q$	1 239	mii USD
Prețul energiei electrice	$C_w$	13,13	cUSD/kWh
Prețul energiei termice	$C_Q$	550	Lei/Gcal

## 9. CONCLUZII

Prețul biogazului produs la stație se dovedește a fi înalt, la nivelul prețului gazului natural la consumatorul final (2008). În cazul în care un șir de construcții și instalații vor fi confecționate în țară ele vor costa cu 30-40% mai puțin și respectiv prețul biogazului va fi mai jos. Pe de altă parte prețul gazului natural de la an la an va continua să crească considerabil.

Așadar, producerea energiei electrice și termice în regim de cogenerare în baza utilizării biogazului se va dovedi a fi fezabilă.

### Bibliografie

1. Tutunaru Tatiana „Producerea biogazului și valorificarea lui în scopuri energetice”, Centrul Edit. Poligr. UTM, Meridian Ingineresc, nr. 1, 2009.
2. Arion Valentin „Biomasa și utilizarea ei în scopuri energetice”/ Valentin Arion, C. Bordeianu, A. Boșcăneanu, A. Capcelea [et al.], Ch.: „Garomond Studio” SRL, 2008.-268 p.
3. Arion Valentin „Economia energetică”: Note de curs / Valentin Arion, Viorica Apreutesii; Univ. Teh. a Moldovei. Fac. De Energetică.-Ch.: S.n., 2006 (Centrul Edit. Poligr. UTM) – 138 p.

**Recomandat spre publicare: 22.01.2009**