

**PROIECTAREA ȘI SIMULAREA SUBANSAMBLULUI  
RESPONSABIL CU ASIGURAREA ENERGIEI  
MICROREȚELEI UTILIZÂND BIOMASĂ**

## Cerințele pentru sistemul de obținere a 3,5 kW electrici din biomasă

nr crt	denumirea caracteristicii tehnice	UM	cant
1	rezervor preluare dejecții	m <sup>3</sup>	1
2	boxa materiale solide	m <sup>2</sup>	2
3	digestor anaerob	m <sup>3</sup>	17
4	temperatură de reacție	°C	37
5	timp de retenție in digestor	zile	40
6	raport C/N	-	25
7	debit dejecții zootehnice	kg/zi	320
8	debit substrat vegetal	kg/zi	50
9	concentrație CH <sub>4</sub> in biogaz	%	74
10	debit de biogaz	N m <sup>3</sup> /zi	39
11	cantitate de energie	kWh/zi	287
12	cantitate de energie termică	kWh/zi	144
13	cantitate de energie electrică	kWh/zi	86
14	randament termic	%	30

Tabelul 1. Cerințele instalație de obținere 3,5 kW electrici din biomasă

Cunoscând capacitatea electrică și cerințele instalației de biogaz (tabelul 1) s-a dimensionat instalația completă de biogaz și de cogenerare, adecvată potențialului unei gospodării tradiționale. Cu datele dobândite în proiectul BIOGEF și din literatura de specialitate referitor la încărcătura energetică e diferitelor substraturi de reacție, impunând un raport carbon: azot optim reacției de metanogeneză, s-a întocmit bilanțul de masă pentru digestorul anaerob. Alegerea substratului s-a făcut pe baza disponibilului din gospodării.

Pe baza bilanțului de masă s-a dimensionat digestorul anaerob și utilajele de deservire.

Deoarece eficiența energetică a instalației depinde de geometria digestorului, s-a ales acel diametru pentru care consumul energetic propriu (agitarea și termostatarea masei de reacție) este minim. Puterea consumată de agitatorul mecanic este funcție de diametrul palelor și forma constructivă iar pierderea de căldură a sistemului este proporțională cu suprafața exterioară a reactorului.

### Alegerea diametrului optim

Fluxul de căldură pierdut prin izolația termică a reactorului este dat de relația:

$$q_p = K \cdot A \cdot \Delta T \quad (r1.)$$

- $q_p$  (kW) - fluxul de căldură pierdută
- $K$  (kW/m<sup>2</sup>\*°C) - coeficientul global de transfer termic
- $A$  (m<sup>2</sup>) - suprafața exterioară a digestorului
- $\Delta T$  (°C) - diferența de temperatură între mediul de reacție și mediu

Principiul transferului termic este prezentat în figura 2. Coeficientul global de transfer termic se calculează cu relația **r2** următoare:

$$K = 1 / (1 / \alpha_1 + \sum (\delta_i / \lambda_i) + 1 / \alpha_2) \quad (\mathbf{r2})$$

- $K$  - coeficient global de transfer termic, kW/m<sup>2</sup>\*grd  
 $\alpha_i$  - coeficient parțial de transfer termic, kW/m<sup>2</sup>\*grd  
 $\delta_i$  - grosimea suprafeței  $i$ , m  
 $\lambda_i$  - coeficient parțial de conductivitate termică, kW/m\*grd

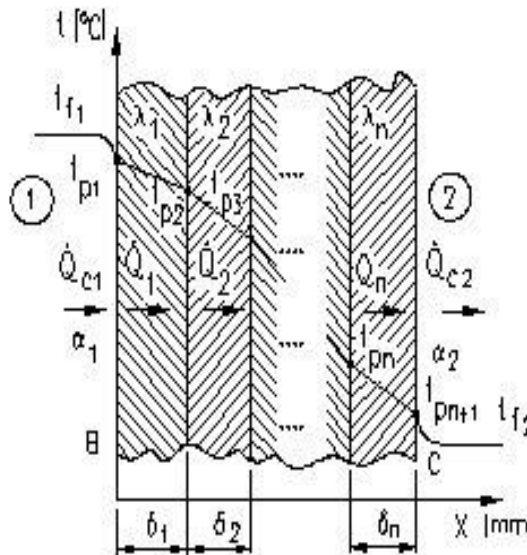


Fig. 2 Distribuția temperaturii între fluide despărțite printr-un perete plan neomogen.

Pentru economie de spațiu construit rezervorul de biogaz va face parte integrantă din digester, sub formă de cupolă emisferică. Presiunea constantă Rezervoarele de biogaz sunt locurile de depozitare ale biogazului. Acestea sunt montate bine pe acoperișul reactorului. Sistemul recipientului de biogaz are o structură de strat dublu. Cupola externă folosită pentru acoperire este fabricată din PVC și produsă cu aditivi speciali care o fac rezistentă la acțiunea ultravioletelor și a precipitațiilor. Membrana internă care intră în contact direct cu biogazul este făcută dintr-un material special PELD. Membrana internă este întinsă de presiunea produsă de biogaz. Aerul este pompat între cupola externă pentru acoperire și membrana internă, ceea ce creează presiune în partea superioară a membranei, dând formă sferică învelișului extern. Presiunea biogazului în interiorul rezervorului pentru biogaz este de 200 ÷ 500 Pa. Rezervorul de biogaz este suficient pentru a stoca 4-5 ore de biogaz.

Această structură mai prezintă avantajul izolării termice a suprafeței superioare a digesterului, căldura pierdută prin cupolă fiind neglijabilă în raport cu cea prin pereții laterali,

având în vedere coeficientul redus de transfer termic al amestecului de gaze, relativ staționar din punct de vedere hidrodinamic.

Se poate astfel aproxima că suprafața de transfer termic este cea laterală a digesterului, aceasta fiind calculată cu relația:

$$A = V/h \quad (r3.)$$

- $A$  (m<sup>2</sup>) - suprafața exterioară a digesterului =  $\pi \cdot D$   
 $D$  (m) - diametrul digesterului  
 $V$  (m<sup>3</sup>) - volumul digesterului (= 17 m<sup>3</sup>)  
 $H$  (m) - înălțimea reactorului

Pentru calculul pierderilor de căldură se consideră că izolația digesterului este din polistiren expandat, de 200 mm grosime, protejată exterior cu vopsea ignifugă.

Temperatura de lucru, ipotetic omogenă în interiorul digesterului anaerob, este de 37°C, iar cea exterioară se calculează ca medie a temperaturilor din sezonul rece (octombrie ÷ aprilie), din datele statistice prezentate în tabelul 2, respectiv 3°C.

Coeficienții parțiali de transfer și conductivitate termică, precum și natura și grosimea straturilor de transfer termic sunt centralizate în tabelul 2.

natura stratului	grosimea, mm	coeficient de transfer	UM
substrat de fermentare		500	kW/m <sup>2</sup> *grd
crustă de depuneri	5	0.6	kW/m*grd
perete reactor OL	5	15	kW/m*grd
izolație termică polistiren	200	0.035	kW/m*grd
vopsea ignifugă	2	0.9	kW/m*grd
aer		60	kW/m <sup>2</sup> *grd
<b>coeficient global de transfer termic, K</b>		<b>0.174</b>	<b>kW/m<sup>2</sup>*grd</b>

Tabelul 2. Proprietățile termotehnice ale suprafeței de transfer termic

Coeficientul de transfer termic convectiv, de la suprafața exterioară a izolație în mediul înconjurător, în condițiile izolării termice mai sus descrise:  $K = 0,174 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$ .

Puterea necesară amestecării substratului în digester se determină cu relația **r4** următoare:

$$N = K_N \cdot (\rho \cdot n^3 \cdot d_{ag}^5) \quad \text{unde:} \quad (r4)$$

- $N$  - puterea necesară agitării, W  
 $K_N$  - factor de putere, depinzând de regimul hidrodinamic  
 $\rho = 1100$  - densitatea substratului, kg/m<sup>3</sup>  
 $n$  - viteza de agitare, rot/sec  
 $d_{ag}$  - diametrul agitatorului, m

După cum se vede din relația **r4**, puterea necesară agitării crește exponențial cu diametrul agitatorului, care reprezintă 90% din cel al digestorului.

Rolul amestecării substratului este de omogenizare (temperaturii și compoziției) și de spargere a crustelor care se formează la suprafața masei de reacție. Prin urmare nu sunt necesare viteze mari de rotație.

Factorul de putere  $K_N$  este funcție de numărul Reynolds, (Re) pentru agitare:

$$Re = (n * d_{ag}^2 * \rho) / \eta \quad (r5)$$

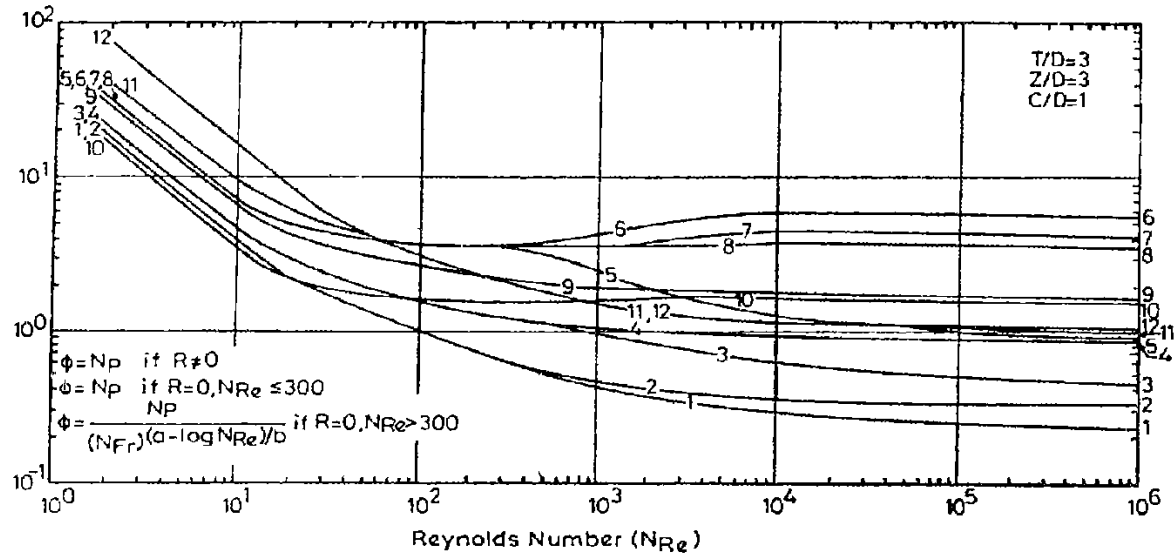
- $n = 30$  - viteza de agitare, rot/sec
- $d_{ag} = 90\%$  din  $d$  - diametrul agitatorului, m
- $\rho = 1100$  - densitatea substratului,  $kg/m^3$
- $\eta = 30$  - viscozitatea substratului,  $Pa*s$

Funcție de natura constructivă a agitatorului și de șicanele (spărgătoarele de valuri) montate în reactor se deosebesc variații ale factorului de putere. În fig. 2 sunt prezentate diagrame ale unor asemenea variații.

luna calendaristică	media temperaturilor, °C	deviația standard	incertitudinea %
ianuarie	-3.5	0.4	10.0
februarie	-0.9	0.4	4.5
martie	4.1	0.3	7.6
aprilie	9.7	0.2	2.3
mai	14.9	0.2	1.6
iunie	17.8	0.2	1.1
iulie	19.5	0.1	1.0
august	19.1	0.2	1.0
septembrie	14.8	0.2	1.5
octombrie	9.6	0.2	2.0
noiembrie	3.7	0.3	7.8
decembrie	-1.5	0.3	3.4

Tabelul 2 Media datelor lunare, multianuale ale regimului termic la Turda, în perioada 1957 - 2012

În **tabelul 2** sunt centralizate date privind regimul termic (medii multianuale pe perioada 1957-2008) în zona localității Turda din jud. Cluj: *Greco C. Evoluția regimului termic și pluviometric la Turda în perioada 1957 – 2008, Agricultură – Știință și practică, nr. 1-2 (69-70)/2009*



- |  |   |
|--|---|
| 1. Propellers, $\rho = D$ ; $R = 0$<br>$a = 2.1$ , $b = 18$ , $B = 3$  | 7. Curved blade disc turbine,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 6$                   |
| 2. Propellers, $\rho = D$ ; $R = 4$<br>$J = 0.1T$ ; $B = 3$            | 8. Arrow-head disc turbine,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 6$                     |
| 3. Propellers, $\rho = 2D$ ; $R = 0$<br>$a = 1.7$ ; $b = 18$ ; $B = 3$ | 9. Pitched blade turbine,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 8$                       |
| 4. Propellers, $\rho = 2D$ ; $R = 4$<br>$J = 0.1T$ ; $B = 3$           | 10. Flat paddle,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 2$                                |
| 5. Flat blade disc turbine,<br>$R = 0$ ; $a = 1$ ; $0$ ; $b = 40.00$   | 11. Shrouded turbine,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 6$                           |
| 6. Flat blade disc turbine,<br>$R = 4$ ; $J = 0.1T$ ; $B = 6$          | 12. Diffuser ring shrouded turbines<br>stator ring having 20 blades,<br>$B = 6$ . |

Figura 2. Variația factorului de putere funcție de  $Re_{ag}$ , pentru diferite tipuri de agitatoare  
 Ruchton et al., Chem. Eng. Prog., 46, No. 8, 495, 1950.

În tabelul 4 sunt centralizate rezultatele calculelor de consum energetic (termic pentru termostatare și electric pentru agitator) la diferite geometri ale digestorului anaerob. Puterea electrică a agitatorului a fost transformată în energie termică cu factorul de conversie (randament) de 30%.

înălțime	diametru	suprafața externă	Nr. Reynolds	factor de putere	putere agitator	căldura pierdută	putere totală
m	m	m <sup>2</sup>			W	W	W
<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>Re</i>	<i>K<sub>N</sub></i>	<i>N</i>	<i>Q<sub>p</sub></i>	<i>N<sub>T</sub></i>
2	3.29	20.67	48216	0.35	220	123	856
2.5	2.94	23.11	38573	0.35	126	137	557
3	2.69	25.32	32144	0.35	80	150	416
3.5	2.49	27.34	27552	0.35	54	163	343
4	2.33	29.23	24108	0.35	39	174	303
4.5	2.19	31.00	21429	0.35	29	184	281
5	2.08	32.68	19286	0.35	22	194	268
8	1.64	41.34	12054	0.35	7	246	269
9	1.55	43.85	10715	0.35	5	261	278
10	1.47	46.22	9643	0.35	4	275	288
11	1.40	48.48	8767	0.35	3	288	299
12	1.34	50.63	8036	0.35	2	301	309

*Tabelul 4. Energia consumată de digestor funcție de diametru*

În figura 3 este prezentată variația energiei consumate funcție de diametrul digestorului, la  $n = 30$  rotații/min viteză de agitare

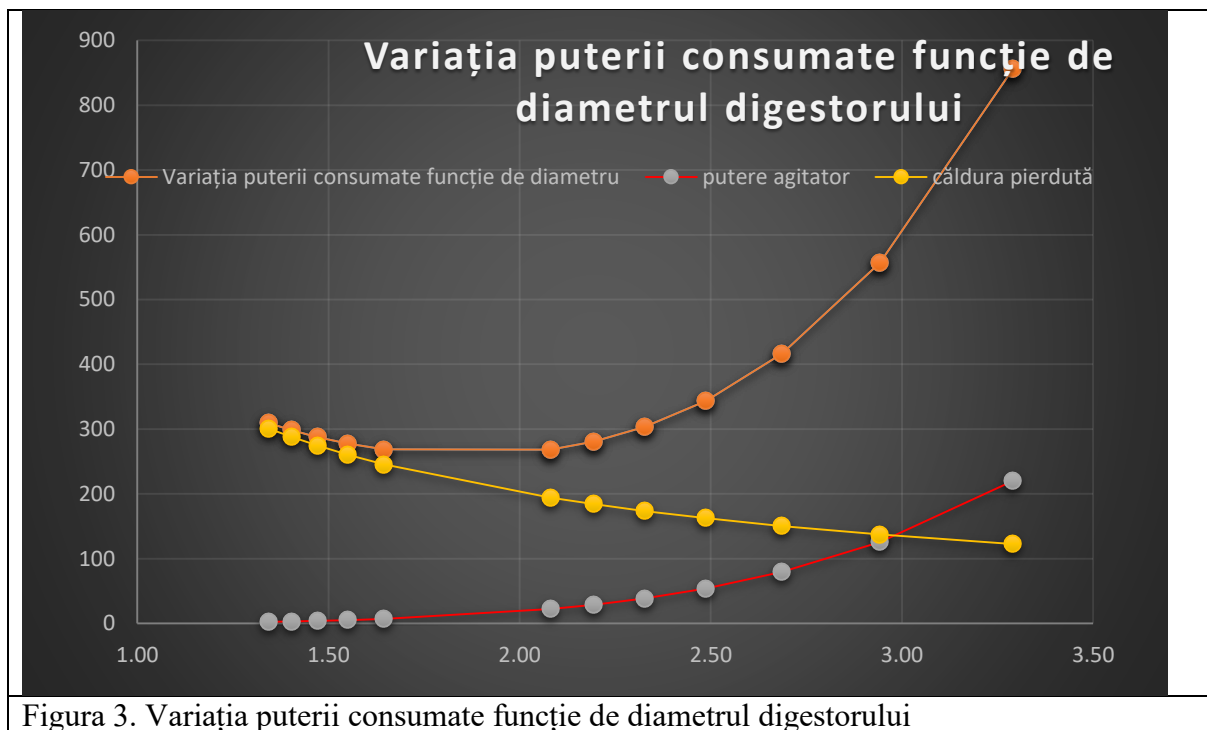


Figura 3. Variația puterii consumate funcție de diametrul digestorului

Trebuie precizat că această putere este doar cea disipată la amestecarea lichidului. La aceasta trebuie adăugată cea pierdută la frecarea în lagărele sistemului, presetupă, în transmisie, motor și reductorul de turație. Practica industrială arată un raport de 2 ÷ 5 ori a puterii la amestecare și solicitarea efectivă. În tabelul de mai sus s-a luat acest raport ca fiind 5.

#### Calculul necesarului de căldură al instalației

Necesarul de căldură al instalației se compune din:

- Compensarea pierderii de căldură prin manta;
- Încălzirea la temperatura de fermentare anaerobă a dejecțiilor zootehnice proaspăt introduse;
- Încălzirea la temperatura sistemului a cocenilor de porumb (substratului vegetal)
- Compensarea căldurii eliminată cu biogazul, inclusiv cu vaporii de apă antrenați.

Pentru întocmirea bilanțului termic se pleacă de la următoarele considerente:

- Temperatura mediului ambiant se consideră media multianuală a sezonului rece pentru zona Turda, adică 3°C;
- Dejecțiile zootehnice se introduc în sistem la 15°C;
- Ideal ar fi ca alimentarea digestorului să se facă continuu, dar rațiunile practice impun ca dozarea substratului să se facă secvențial, la interval de 6 ore, timp în care dejecțiile zootehnice pierd din căldura inițială;
- Substratul vegetal (cocenii de porumb) se introduce cu temperatura mediului, 3°C;

Necesarul de căldură pentru încălzirea materiei prime se calculează cu relația r6:



$$Q_{inc} = m * C_p * \Delta T$$

r6

$Q_{inc}$	- cantitatea de căldură, J
$m$	- masa de material supus încălzirii, kg
$C_p$	- capacitatea calorică a materialului, J/kg*grad
$\Delta T$	- diferența de temperatură, grade

Substratul alimentat în digester este o suspensie apoasă eterogenă, astfel încât caracterizarea acesteia din punct de vedere termodinamic se poate face, cu bună aproximație, ca sumă a proprietăților fazelor individuale.

Caracteristicile și cantitățile de materii prime sunt date în tabelul 5.

INTRARI cantitatekg/zi	NATURA SUBSTRATULUI	CARACTERISTICI SPECIFICE			
		substanta uscata (%)	substanta organica uscata (%)	biogaz obtenabil (l/kg)	continut CH4 (%)
100	dejecții porcine	13.5	77.5	400	60
200	dejecții bovine	14	76.5	240	58
20	dejecții aviare	27.5	76	350	68
50	coceni de porumb	86.5	96	670	80
370	<b>TOTAL:</b>	<b>24.4</b>	<b>79.4</b>		<b>74.45</b>

Tabelul 5. Compoziția materiei prime de alimentare a digesterului

Cu o bună aproximare se poate considera că alimentarea se face cu două faze distincte:  
Faza lichidă – dejecțiile zootehnice: o suspensie apoasă ... Căldură specifică substrat: 74,6% apă + 19,4% substanță organică uscată + 6% substanță anorganică uscată =  $C_{p1} + C_{p2} + C_{p3} = 0,746 * 4,18 + 0,194 * 1,98 + 0,06 * 0,836 = 3,55$  (kJ/kg\*grad)

Cu ajutorul datelor din tabelul 4 se calculează compoziția de bază (substanțe organice, substanțe anorganice și apă) a celor două faze: lichidă (dejecții zootehnice) și solidă (cocenii de porumb). Pe baza compoziției primare se calculează capacitățile calorice (căldurile specifice ale fazelor), cu relația:

$$C_{fi} = C_{H2O} * x_{H2O} + C_{org} * x_{org} + C_{anorg} * x_{anorg} \quad (r7)$$

$C_{fi}$	- capacitate calorică a fazei, kJ/kg*grad
$C_{H2O}$	-capacitate calorică a fazei, kJ/kg*grad
$x_{H2O}$	-fracție masică de apă
$C_{org}$	-capacitate calorică a fazei, kJ/kg*grad
$x_{org}$	-fracție masică de substanțe organice
$C_{anorg}$	-capacitate calorică a fazei, kJ/kg*grad
$x_{anorg}$	-fracție masică de substanțe anorganice

Rezultatele calculelor sunt centralizate în tabelul 6.

Natura substratului	apă	substanțe organice	substanțe anorganice	căldură specifică calculată
				kJ/kg*grad
compoziție dejectii zootehnice, %	85,313	11,277	3,410	<b>3,818</b>
compoziție coceni de porumb, %	13,400	83,136	3,464	<b>2,235</b>
căldura specifică, kJ/kg*grad	4,180	1,980	0,836	

Tabelul 6. Calculul căldurilor specifice ale fazelor de materii prime

Pe același principiu se calculează capacitatea calorică a biogazului, transformând fracțiile volumice în fracții masice și convertind capacitățile calorice molare în capacități masice.

Rezultatele calculelor sunt centralizate în tabelul 7.

biogaz	M	$\rho$	% vol	% m	Cp	Cp	$\rho$
	kg/kmol	kg/m <sup>3</sup>	% vol/vol	% m/m	kJ/kg*K	kJ/kg*K	kg/m <sup>3</sup>
CH <sub>4</sub>	16	0,717	74,45	51,23	0,82	<b>0,531</b>	<b>1,341</b>
CO <sub>2</sub>	44	1,98	25,05	47,40	0,2156		
SO <sub>2</sub>	64	2,551	0,5	1,38	0,632		

Tabelul 7. Calculul căldurii specifice și densității biogazului rezultat

Pe baza datelor de mai sus se calculează căldura necesară termostatării masei de reacție din digesterul anaerob. Centralizatorul de calcul este redat în tabelul 8.

denumirea fazei	cantitate	căldură specifică calculată	gradient de temp.	necesar de căldură	flux de căldură
	kg/zi	kJ/kg*grad	° K	kJ/zi	W
dejectii zootehnice	320,0	3,818	22	26877,7	311,1
coceni de porumb	50,0	2,235	34	3799,8	44,0
biogaz	52,3	0,531	310	8609,1	99,6
vapori de apă	1,6	4,185	310	2023,9	23,4
<b>Necesar total de căldură:</b>				<b>41310,5</b>	<b>478,1</b>

Tabelul 8. Calculul necesarului de căldură pentru termostatarea digesterului anaerob

Prin urmare, pentru un digester de 17 m<sup>3</sup>, cu diametrul de 2,5m (optim din punct de vedere energetic, conform figurii 3 și tabelului 4) necesarul de energie termică pe perioada sezonului rece (cu temperatura medie exterioară de 3°C) este de:

- 478 W pentru încălzirea materiei prime și compensarea căldurii eliminate cu biogazul;
- 163W pentru acoperirea pierderilor de căldură prin suprafața laterală a digesterului.

Consumul de energie electrică al instalației de obținere a energiei electrice din biomasă:

- 54 W pentru agitatorul digesterului;
- 100 W pentru iluminatul instalației, timp de 10 ore/zi;
- 250 W pentru eliminarea/depozitarea digestatului, timp de o oră zilnic;
- 100 W pentru compresorul de aer al cupolei rezervorului de biogaz, timp de 4 ore/zi;
- 25 W pentru diverși senzori de detecție, automatizare simplă

Datele privind consumul energetic al instalației sunt centralizate în tabelul 9.

natura consumului	tip energie	cantitate, W	timp, ore/zi	cantitate energie, kWh/zi	consum zilnic defalcat, kWh/zi
<b>pierderi prin suprafața exterioară</b>	termică	163	24	3,91	15,38
<b>încălzire materii prime</b>		355	24	8,52	
<b>pierderi cu eliminarea biogazului</b>		123	24	2,95	
<b>agitator</b>	electrică	54	24	1,30	3,55
<b>iluminare instalație</b>		100	10	1,00	
<b>pompă de transfer</b>		250	1	0,25	
<b>compresor de aer</b>		100	4	0,40	
<b>senzorică</b>		25	24	0,60	

Tabelul 9. Consumul energetic centralizat al instalației de producere energie din biomasă

În tabelul 10. se prezintă cantitatea zilnică de energie produsă, defalcat pe categorii.

tip de energie generată	cantitate, kWh/zi	pondere, %
<b>energie totală</b>	287	100,0%
<b>energie termică</b>	134	46,7%
<b>energie electrică</b>	86	30,0%
<b>pierderi</b>	67	23,3%

Tabelul 10. Cantitatea de energie produsă de instalație, defalcată pe categorii

Din cele prezentate reiese că, pe perioada sezonului rece, instalația de biogaz reușește să acopere necesarul intern de energie termică, cu surplus pentru nevoile gospodăriei de cca. 120 kWh termici și poate asigura un excedent electric de cca. 80 kWh zilnic, în condițiile în care nu au fost prevăzute utilaje suplimentare ajutătoare: pompe de recirculare, benzi transportoare pentru alimentare etc.

Din punct de vedere practic, provocarea insurmontabilă în cazul realizării instalației în cadrul proiectului este, în primul rând, achiziționarea terenului necesar amplasamentului iar apoi asigurarea aprovizionării instalației cu o frecvență de cca. 100 kg dejecții zootehnice proaspete la fiecare 8 ore, inclusiv sâmbăta și duminica.

Având în vedere dificultatea tehnică și logistică de realizare a unei instalații pilot de anvergura celei prezentate, în limitele bugetului proiectului, partea de simulare a cogenerării a fost înlocuită cu un generator echivalent, pe combustibil alternativ.

## **GENERATOR DE CURENT CU GPL PRAMAC POWERMATE TIP LP3200**

*PRODUCATOR:* PRAMAC S.p.A., Casole d'Elsea (SI), Italia

### *DESCRIERE:*

Generatorul de curent LP3200 de la Pramac este dotat cu un motor puternic, ușor de alimentat, cu butelie standard GPL. Acesta este proiectat și executat pentru utilizare chiar și în cele mai dificile situații. Ușor de transportat: este proiectat pentru a oferi flexibilitate sporită în amplasarea generatorului, chiar și în locuri mai puțin accesibile, datorită kitului de transport integrat. Este prevăzut cu un spațiu special pentru introducerea buteliei în siguranță, generatorul oferind suplimentar posibilitatea de a stoca butelii pline pentru perioade lungi de timp, fără riscul de a se deteriora conținutul. Generatorul LP3200 prezintă o fiabilitate sporită în timp.



Complet echipat cu panou de control dotat cu display digital, 2 prize Schuko 220 V(16A) IP 44, AVR și opțional cu butelie GPL sau panou manual pentru transferul de sarcină.

Nivelul de zgomot redus, emisiile de noxe scăzute față de alte versiuni și design-ul practic contribuie la ușoară transportare a generatorului, îl recomandăm pentru activitățile în aer liber sau pentru cele din campinguri.

Generatorul dispune de un panou de control echipat cu display digital (3 funcții): Contor de funcționare, Voltmetru, Frecvențometru

### **AVANTAJE:**

- Costuri reduse: Consum mai mic decât generatoarele pe benzină

- Nivel zgomot redus fata de versiunile cu motorina sau benzina
- Emisii de noxe mai scăzute fata de versiunile pe benzina
- Ecologic
- Mentenanța redusă: fără depuneri in carburator după folosirea prelungită

### **PROTECTII**

- Protecție termica
- Senzor lipsa ulei

### **DATE TEHNICE:**

- Putere max.: 3 kW
- Tensiune: 220 V
- Motor: PRAMAC DJ170F
- Combustibil: GPL (gaz petrolier lichefiat)
- Consum gaz la 75%: 1 kg/h
- Răcire motor: aer
- Turație motor: 3.000 rpm
- Cilindree: 208 cmc
- Capacitate baie ulei: 0,6 l
- Pornire: manuala (sfoara)
- Nivel de zgomot (LWA): 94 dB(A)
- Diametru butelie GPL: 300 mm
- Dimensiuni (Lxlxh): 718x586x939 mm
- Greutate: 58 kg

Pe acest generator s-au făcut măsurători/determinări, utilizând ca și combustibil două tipuri de gaze lichefiate: preponderent butan și preponderent propan. S-a măsurat/determinat:

- Tensiunea curentului de ieșire;
- Intensitatea curentului de ieșire, pe diferite tipuri de consumatori;
- Consumul orar de combustibil;
- Consumul specific de combustibil, raportat la unitatea de energie.

S-au analizat comparativ probe de combustibil, pentru determinarea puterii calorice, densității, indicelui Wobbe.

În tabelul 11 sunt prezentate măsurătorile făcute la consumul generatorului.

combustibil	ziua	ora	masa bruto, kg	masa consum. kg	tensiune V	intens. A
butan	1	9:35 AM	25.3			
		9:47 AM			229.30	0
		10:47 AM			224.70	6.38
					221.80	9.72
		11:15 AM	24.5		231.00	9.60
		1:15 PM	21.3		232.00	9.57
		3:15 PM	19.3		232.00	9.58
		5:13 PM	17.2		231.40	9.57
butan	2	8:15 AM	17.2		231.20	9.60
		9:15 AM	16.3		231.60	9.57
		10:15 AM	15.4		232.10	6.32
		11:15 AM	14.5		232.10	6.32
		12:15 PM	13.7		231.60	6.32
		12:47 PM	13.4		204.10	5.57
propan	3	8:15:00	20.9		231.40	0.03
		8:33:00			230.20	0.03
		11:40 AM	20.7		231.10	0.03
		12:44 PM	20.6		231.30	
		12:46 PM			231.50	6.34
		1:44 PM	19.8		231.60	6.31
		2:45 PM	19		231.50	6.32
		2:46 PM			231.40	9.60
		3:50 PM	17.9		234.00	9.59
		4:50 PM	16.8		231.90	9.57
		5:50 PM	15.9		231.80	9.57
		6:50 PM	14.8		231.90	9.57

*Tabelul 11. Măsurători efectuate pe generatorul PRAMAC*

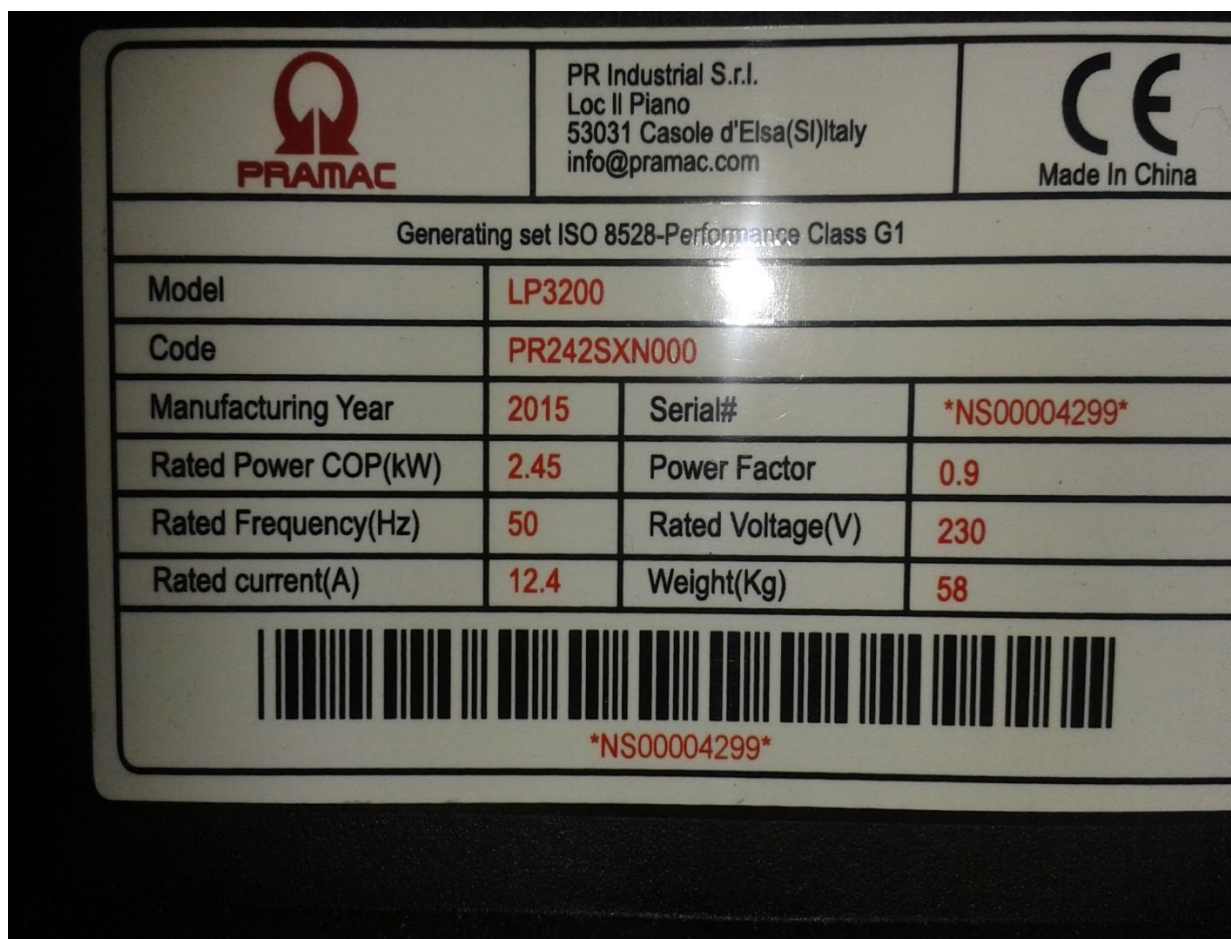


Fig. 4 Caracteristici tehnice ale generatorului PRAMAC

Pe baza măsurătorilor prezentate în tabelul 11 și a caracteristicilor fizico-chimice ale combustibililor utilizați s-au calculat randamentele de curent ale generatorului, pentru diferite încărcări. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 12.

combustibil	putere calorifica, kWh/m <sup>3</sup>	zi	energie activa, kWh	consum masic, kg	consum volumic, Nm <sup>3</sup>	consum specific, Nm <sup>3</sup> /kWh	randament de curent, %
butan	25	1	14.14	8.1	3.13		18.1
butan	25	2	6.5	3.8	1.47		17.7
propan	24	3	10.89	6.1	3.28		13.8

Tabelul 12. Calculul randamentului de curent

# RAPORT DE ÎNCERCARE

Nr. 1123 din 28.07.2016

Pagina: 1 / 1

Denumire, adresă client: INCDO INOE 2000 Filiala ICIA Cluj-Napoca,, str. Donath nr. 67, Cluj Napoca Exemplar: /3

Comanda interna: Nr. 48 / 11.05.2016

Data prelevării: 21.07.2016 ora 10:00

Data primirii probei: 21.07.2016

Data executării încercărilor: 25.07.2016

Locul prelevării probelor: Stația de Epurare Câmpia Turzii, Str. Tudor Vladimirecu, nr. 75, jud. Cluj

Date de identificare a probelor: probă de biogaz (Cod 123)

Încercări executate: Determinarea compoziției, hidrogen sulfurat (H<sub>2</sub>S), densității, puterii calorifice, indicelui Wobbe.

Echipamente folosite: ♦ Gaz cromatograf pentru analiză extinsă a gazului natural, Agilent Tehnologies  
♦ Analizor GEOTECH GA 5000

Prelevarea probelor: a fost efectuată de ICIA – Cluj – Napoca, conform SR ISO 10715: 2001. Prelevarea gazului se efectuează în butelii din oțel inoxidabil, cu capacitatea 10 litri, vidate la 2 · 10<sup>-2</sup> bar.

Nr. crt.	Component	U.M.	Cod probă - 1229 Valori determinate	Metoda de încercare
1.	Metan	% mol	59,9583	SR EN ISO 6975: 2005
2.	Etan	% mol	0,0071	
3.	Propan	% mol	0,0125	
4.	n-Butan	% mol	0,0023	
5.	iso-Butan	% mol	0,0040	
6.	n-Pentan	% mol	0,0025	
7.	Azot	% mol	4,9126	
8.	iso-Pentan	% mol	0,0031	
9.	Hexan	% mol	0,0045	
10.	Dioxid de carbon	% mol	34,0333	
11.	Oxigen	% mol	1,0598	
12.	Hidrogen sulfurat (H <sub>2</sub> S)	%	0,03	Analizor GEOTECH GA 5000

Putere calorifică, densitate și indice Wobbe calculate la 0°C și 15°C, cf. SR EN ISO 6976:2005/ C93:2012

t (°C)	Putere calorifică			Densitate relativa	Densitate (kg/m <sup>3</sup> )	Indice Wobbe (MJ/m <sup>3</sup> )
	superioara	inferioară	U.M.			
0	6,647	5,976	kWh/m <sup>3</sup>	0,9115	1,1768	25,109
	23971,86	21552,72	kJ/m <sup>3</sup>			
	5719,43	5142,25	kcal/m <sup>3</sup>			
15	6,291	5,664	kWh/m <sup>3</sup>	0,9114	1,1168	23,792
	22713,52	20450,34	kJ/m <sup>3</sup>			
	5413,14	4873,77	kcal/m <sup>3</sup>			



# RAPORT DE ÎNCERCARE

Nr. 1529 din 11.10.2016

Denumire, adresă client: : INCDO INOE 2000 Filiala ICIA Cluj-Napoca, Cod poșt  
Pagina: 1 / 2  
Exemplar: /3

Donath, nr. 67.

Comanda internă: Nr. 50 / 29.07.2016

Data prelevării: 29.07.2016

Data primirii probei: 29.07.2016

Data executării încercărilor: 29.07.2016

Locul prelevării probelor: INCDO INOE 2000 Filiala ICIA Cluj-Napoca, Departamentul de Cercetare Proiectare

Date de identificare a probelor: probă de gaz GPL – (Cod: 126i)

Încercări executate: Determinarea compoziției, densității, puterii calorifice, indicelui Wobbe.

Nr. crt.	Component	U.M.	Cod probă – 126i Valori determinate	Metoda de încercare
1.	Metan	% mol	7,9756	SR EN ISO 6975: 2005
2.	Etan	% mol	0,9352	
3.	Propan	% mol	71,5579	
4.	n-Butan	% mol	9,1959	
5.	iso-Butan	% mol	8,6516	
6.	n-Pentan	% mol	0,0144	
7.	Azot	% mol	0,5710	
8.	iso-Pentan	% mol	0,0381	
9.	Hexan	% mol	SLQ (<0,03)	
10.	Dioxid de carbon	% mol	1,0602	
11.	Oxigen	% mol	SLQ (<0,03)	

SLQ = Sub limita de quantificare a metodei

Putere calorifică, densitate și indice Wobbe calculate la 0°C și 15°C, cf. SR EN ISO 6976:2005/  
C93:2012

t (°C)	Putere calorifică			Densitate relativa	Densitate (kg/m <sup>3</sup> )	Indice Wobbe (MJ/m <sup>3</sup> )
	superioara	inferioară	U.M.			
0	27,178	24,974	kWh/m <sup>3</sup>	1,5601	2,0129	80,042
	99977,41	91869,95	kJ / m <sup>3</sup>			
	23384,61	21488,29	kcal/m <sup>3</sup>			
15	25,729	23,670	kWh/m <sup>3</sup>	1,5517	1,9014	75,714
	94315,4	86766,07	kJ/m <sup>3</sup>			
	22137,94	20365,95	kcal/m <sup>3</sup>			

## **CONCLUZII**

Pe baza determinărilor efectuate se poate trage concluzia că la capacități mici de producție (respectiv mai mici de 25 KW) generatoarele de curent funcționează cu randamente de curent de sub 20%. În aceste condiții este explicabil de ce instalațiile de cogenerare din biogaz nu au reușit să devină rentabile la mici capacități, pretabile micilor fermieri.

## Bibliografie

- Al Seadi, T.: Good practice in quality management of AD residues from biogas production. Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom, 2001.
- Ames, J. Werner, C. Reaching the Environmental Community: Designing an Information Program for the NREL Biofuels Program; May 2002 - August 2003; Work performed by Environmental and Energy Study Institute, Washington,
- Bain, R. Lamos, W. P. ; Downing, M. ; Perlack, R. L. Biopower Technical Assessment: State of the Industry and the Technology. January 2003;
- Feher Gyula – Evacuarea si valorificare reziduurilor menajere, traducere din limba maghiara de ing. Iosif Papp si ing. Pascu Ursu, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1982
- Ivan Simeonov, Dencho Denchev and Bayko Baykov: “Development of new technologies for production of heat and electric power from organic wastes for increasing the economic efficiency of the final products”, Advances in Bulgarian Science, № 1, 15-24, 2006;
- Moller, H.et al.: Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. Biomass & Bioenergy 26, pp 485-495. 2004.
- Greco C. Evoluția regimului termic și pluviometric la Turda în perioada 1957 – 2008, Agricultură – Știință și practică, nr. 1-2 (69-70)/2009
- Pavlov C.F., Romankov P.G., Noskov A.A.; Procese și Aparate în Ingineria Chimică, Exerciții
- Strebaceck Z.; Tausk P.; Amestecarea; Ed Tehnică, București, 1969.
- Niac G., Voiculescu V., Bâldea I., Preda M.; Formule, Tabele, Probleme de Chimie-Fizică, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1984.
- Ruchton et at., Chem. Eng. Prog., 46, No. 8, 495, 1950.
- Bakker, A., and Gates L. , Properly Choose Mechanical Agitators for Viscous Liquids," Chem. Eng. Prog., pp. 25-34, 1995.
- Lucia VÎLCEANU, Mihaela FLORI, Vasile PUȚAN; Determinarea conductivității termice a materialelor de construcții, Revista „Știință și inginerie” nr.20/2011