

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA ENERGETICĂ ȘI INGINERIE ELECTRICĂ

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 620.95(478)(043)

ȘVETȚ OLGA

**PROMOVAREA UTILIZĂRII BIOCOMBUSTIBILILOR
GAZOȘI ÎN REPUBLICA MOLDOVA**

Specialitatea: 221.01 Sisteme și tehnologii energetice

Teză de doctor în științe inginerești

Conducător științific:

ARION Valentin

Prof. univ., dr. hab.

Autor:

ȘVETȚ Olga

Chișinău, 2020

© ŞVET OLGA, 2020

CUPRINS

ADNOTARE (în română, rusă și engleză)	6
LISTA ABREVIERILOR	9
INTRODUCERE	12
1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR ÎN DOMENIUL PRODUCERII ȘI UTILIZĂRII BIOCOMBUSTIBILILOR GAZOȘI	18
1.1. Importanța promovării surselor de energie regenerabilă	18
1.1.1. Necesitatea combaterii schimbărilor climaterice.....	18
1.1.2. Tendințe generale privind promovarea și utilizarea SER în spațiul european.....	19
1.1.3. Cadrul normativ-legislativ național ce privește sursele de energie regenerabilă.....	21
1.1.4. Situația actuală a consumului de energie în țară și a modului de asigurare a acestuia.....	23
1.1.5. Valorificarea în scop energetic a deșeurilor biodegradabile – o necesitate impusă de condițiile țării.....	24
1.2. Necesitatea stabilirii metodologiei de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși și de determinare a acestuia	25
1.2.1. Definierea biocombustibililor gazoși și a tipurilor de potențial.....	25
1.2.2. Metoda statistică de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși.....	26
1.2.3. Metode utilizate la estimarea potențialului de biocombustibili gazoși din deșeuri industriale și dejecții.....	27
1.2.4. Metode de estimare a potențialului de biogaz din plante.....	28
1.2.5. Metode de estimare a potențialului de singaz.....	28
1.3. Modalități de promovare a producerii și utilizării energiei din surse regenerabile	29
1.3.1. Scheme de sprijin aplicate în UE pentru promovarea SER.....	29
1.3.2. Scheme de sprijin suplimentare utilizate în România.....	31
1.3.3. Metodologia de determinare a prețului de referință pentru energia termică din SER, cu schemă de sprijin.....	32
1.3.4. Metodologia de calcul a prețului reglementat și a bonusului pentru energia electrică.....	33
1.4. Preocupările existente identificate în domeniul biocombustibililor gazoși și necesitatea de depășire a lor	35
1.4.1. Necesitatea determinării potențialului de biocombustibili gazoși în țară.....	35
1.4.2. Capacitatea unităților generatoare funcție de efectivul de animale.....	36
1.4.3. Modalități de promovare a energiei SER.....	36
Concluzii la capitolul 1	38

2.	DEZVOLTĂRI METODOLOGICE CE PRIVESC PRODUCEREA, PROMOVAREA ȘI UTILIZAREA BIOGAZULUI ȘI BIO-SINGAZULUI ÎN SCOPURI ENERGETICE.....	39
	Contribuții la metodologia de evaluare a potențialului de bioenergie din deșeuri	
2.1.	la nivel național.....	39
	2.1.1. Sursele principale de furnizare a materiei prime pentru producerea de biocombustibili gazoși.....	39
	2.1.2. Cerine de durabilitate înaintate biomasei.....	39
	2.1.3. Factorii ce influențează cantitatea de materie primă.....	41
	2.1.4. Elaborarea metodologiei de evaluare a potențialului de biogaz.....	43
	2.1.5. Metodologia aplicată la evaluarea potențialului de bio-singaz.....	44
2.2.	Elaborarea modelelor matematice ce privesc determinarea costului gazului biologic și a energiei produse din el.....	46
	2.2.1. Costul anual al biogazului.....	46
	2.2.2. Costul singazului produs.....	48
	2.2.3. Cerințe ale tehnologiilor de utilizare a biogazului.....	50
	2.2.4. Costul energiei produse din biocombustibili gazoși.....	52
2.3.	Stabilirea unor modele de aproximare a volumului de biogaz produs și a puterilor generatoare funcție de efectivul de animale.....	54
	2.3.1. Cantitatea de gunoi de grajd obținută în funcție de numărul de animale.....	54
	2.3.2. Determinarea modelelor matematice pentru producția de biogaz în funcție de numărul de animale.....	55
	2.3.3. Identificarea opțiunilor de valorificare a biogazului la scară mică.....	57
	2.3.4. Determinarea modelelor matematice a opțiunilor de utilizare la scară medie și mare a biogazului produs.....	59
	Concluzii la capitolul 2.....	63
3.	EVALUAREA POTENȚIALULUI ENERGETIC EXISTENT AL BIOGAZULUI ȘI BIOSINGAZULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA.....	65
3.1.	Caracteristici ale materiei prime prielnice producerii biogazului.....	65
	3.1.1. Cantitate de materie primă pe categorii de proveniență.....	65
	3.1.2. Productivitatea specifică de biogaz a materiei prime considerate.....	67
	3.1.3. Influența mix-ului de materie primă asupra productivității de biogaz.....	68
	3.1.4. Potențialul energetic specific al biogazului.....	68
3.2.	Determinarea potențialului de producere a biogazului.....	69
	3.2.1. Evoluția cantității de materie primă.....	69
	3.2.2. Determinarea potențialului de producere a biogazului către anul 2020.....	71
	3.2.3. Determinarea potențialului de producere a biogazului către anul 2030.....	74
	3.2.4. Potențialele puteri instalate ale centralelor pe biogaz către anii 2020 și 2030.....	75
3.3.	Caracteristici ale materiei prime prielnice producerii biosingazului.....	76
	3.3.1. Cantitate de materie primă considerată.....	76
	3.3.2. Productivitatea specifică de biosingaz a materiei prime considerate.....	77
	3.3.3. Potențialul energetic specific al singazului biologic.....	77

3.4. Potențialul de producere a biosingazului către anii 2020 și 2030.....	78
3.4.1. Evoluția cantității de materie primă.....	78
3.4.2. Determinarea potențialul de producere a biosingazului către anul 2020.....	79
3.4.3. Determinarea potențialul de producere a biosingazului către anul 2030.....	80
3.4.4. Potențialele puteri instalate ale centralelor pe singaz către anii 2020 și 2030.....	81
Concluzii la capitolul 3.....	83
4. ASPECTE ECONOMICE CE PRIVESC PRODUCEREA SI UTILIZAREA BIOCOMBUSTIBILILOR.....	85
4.1. Argumentarea datelor de intrarea ce privesc costul biocombustibililor și a energiei produse din ei.....	85
4.1.1. Puterile unităților generatoare.....	85
4.1.2. Tehnologii de valorificare a biocombustibililor gazoși.....	85
4.1.3. Parametrii comuni considerați în calcule.....	88
4.2. Determinarea costului biocombustibililor gazoși.....	89
4.2.1. Date considerate la determinarea costului biogazului.....	89
4.2.2. Costul curent și nivelat al biogazului produs.....	91
4.2.3. Datele inițiale pentru calculul singazului.....	94
4.2.4. Costul anual și nivelat al singazului.....	95
4.3. Costul energiei produse din biogaz și singaz.....	97
4.3.1. Analiza tehnologiilor de producere a energiei din biogaz.....	97
4.3.2. Parametri tehnico-economici a tehnologiilor de producere a energiei din singaz.....	98
4.3.3. Costul nivelat al energiei produse din biocombustibili gazoși.....	99
4.3.4. Analiza comparativă a costului gazului obținut și a energiei electrice produse.....	101
Concluzii la capitolul 4.....	105
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	106
BIBLIOGRAFIE.....	108
ANEXE.....	
Anexa 1. Producători locali de energie electrică, de origine regenerabilă.....	122
Anexa 2. Fabrici de biogaz existente țară.....	124
Anexa 3. Ratele medii anuale de evoluție a parametrilor ce determină cantitatea de materie primă.....	128
Anexa 4. Potențialul biocombustibililor gazoși și a puterilor instalate către 2020 și 2030.....	132
Anexa 5. Evoluția costului de import a combustibililor fosili în țară.....	141
Anexa 6. Date inițiale utilizate la calculul costului energiei.....	146
Anexa 7. Implementarea rezultatelor științifice.....	152
Anexa 8. Mențiuni.....	156
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII.....	174
CV-ul AUTORULUI.....	175

ADNOTARE

Autor – ȘVEȚ Olga. **Titlul** – *Promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în Republica Moldova*. Teză de doctor în vederea conferirii titlului științific de doctor în științe tehnice la specialitatea 221.01. *Sisteme și tehnologii energetice*. Chișinău 2020

Structura lucrării: Lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 171 titluri și include 7 anexe, 107 pagini, 18 figuri, 73 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 13 lucrări.

Cuvinte cheie: energie regenerabilă, biocombustibili gazoși, potențial, cost al biogazului și singazului, cost nivelat al energiei.

Domeniul de studiu – științe tehnice. **Scopul tezei** constă în dezvoltarea cadrului metodologic privind estimarea potențialului de biocombustibili gazoși din deșeuri organice în țară și determinarea costurilor aferente biocombustibililor gazoși și a energiei produse din aceștia, în condițiile Republicii Moldova.

Obiectivele lucrării: Studiarea modalităților de estimare a potențialului de biogaz și singaz din deșeuri biodegradabile în vederea elaborării unei metodologii de evaluare a acestuia către un anumit moment de timp; evaluarea și analiza costului biogazului și singazului și a energiei regenerabile pentru tehnologii de cogenerare în condițiile Republicii Moldova.

Noutatea și originalitatea științifică a lucrării. Pentru diferite surse de deșeuri biodegradabile, este propusă, formulată și aplicată metodologia de estimare a potențialului de biogaz și singaz către un moment de timp viitor, identificată puterea potențială a unităților de conversie în energie la nivel raional și local. Au fost adaptate și aplicate modele economice pentru determinarea costului gazului biocombustibil, și modele statice echivalente pentru sursele de energie.

Rezultatul obținut care aduce contribuții științifico-practice în domeniul promovării surselor de energii regenerabile, constă în *demonstrarea* disponibilității potențialului local de biocombustibili gazoși din deșeuri biodegradabile, în baza metodologiei propuse de estimare a acestuia, *fapt ce a determinat* efectuarea analizei competitivității opțiunilor de valorificare a biogazului și singazului, *în vederea* argumentării necesității de promovare a utilizării lor în scop energetic.

Importanța teoretică. Teza aduce contribuții științifice într-un domeniu de larg interes – elaborarea metodologiei de estimare a potențialului de gaze biocombustibile, identificarea modelelor matematice pentru producția de biogaz și a unităților generatoare în funcție de numărul de animale.

Valoarea aplicativă a lucrării. În lucrare a fost estimat potențialul disponibil de biocombustibili gazoși, posibil a fi utilizați în scopuri energetice în țară, a fost determinată și analizată performanța tehnologiilor de producere a biogazului și singazului și calculat costul gazului biologic și a CNAE pentru sursele ce ar putea fi promovate în țară.

Implementarea rezultatelor științifice. În cadrul Proiectului „Practici de gestionare a gunoiului de grajd și tehnologiile de producere a biogazului” au fost elaborate ghidurile *Producerea biogazului din deșeuri animale* și *Utilizarea biogazului la producerea căldurii și electricității*, unde sunt prezentate rezultate importante din lucrare, acestea fiind utilizate și în procesul didactic la Facultatea Energetică și Inginerie Electrică.

SUMMARY

Author – ŞVETŢ Olga.

Title – Promoting the use of gaseous biofuels in the Republic of Moldova. Doctoral thesis for PhD qualification in technical sciences, 221.01. *Energy systems and technologies* specialty.

Thesis structure: The paper comprises an introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, 171 references, 7 annexes, 107 pages, 18 figures, 73 tables. The results are published in 13 scientific papers.

Keywords: renewable energy, gaseous biofuels, potential, cost of biogas and syngas, levelized cost of energy.

Field of study - technical sciences. **The purpose of the thesis** consists in developing the methodological framework for estimating the potential of gaseous biofuels from organic waste in the country and determining the costs related to gaseous biofuels and the energy produced from them, under the conditions of the Republic of Moldova.

Objectives of the paper: Studying the ways of estimating the potential of biogas and syngas from biodegradable waste in order to develop a methodology for its evaluation at a certain time; assessing and analyzing the cost of biogas and syngas and renewable energy in cogeneration technologies from gaseous biofuels under the conditions of the Republic of Moldova.

Scientific novelty and originality. For different sources of biodegradable waste, is proposed, formulated and applied a methodology for estimating biogas and syngas potential to a future point time, is identified the potential power of energy conversion units at district and local level. Economic models have been adapted and applied to determine the cost of gaseous biofuel and equivalent static models for its conversion energy sources.

The result obtained that brings scientific-practical contributions in an area of current interest - the promotion of renewable energy sources, *consists in demonstrating* the availability of local potential of gaseous biofuels from biodegradable waste, based on the proposed methodology for its estimating, *which determined* the analysis of the competitiveness of the options for the use of biogas and bio-syngas, *in order to argue* the need to promote their use for energy purposes.

The theoretical value. This thesis brings a scientific contribution in an area of broad interest - elaboration of the methodology for estimating the potential of gaseous biofuels, identification of mathematical models for biogas production and of the generating units according to the number of animals.

The practical value of the work. In this paper, it was estimated the gaseous biofuels available potential, possible to be used for energy purposes in the country, it was determined and analyzed the performance of biogas and syngas production technologies and calculated their cost and levelized cost of electricity for the sources that could be promoted in the country.

Implementation of research results. Within the project "Manure management practices and technologies for biogas production", the guides have been developed *Biogas production from animal waste* and *Use of biogas in the production of heat and electricity*, where are presented important results from the paper. The guides are being used in the teaching process at the Faculty of Energy and Electrical Engineering, TUM.

АННОТАЦИЯ

Автор – ШВЕЦ Ольга.

Название – Продвижение использования газообразного биотоплива в Республике Молдова. Диссертация о присвоение докторской степени в области технических наук, специальность 221.01. *Энергетические системы и технологии.*

Структура работы: работа состоит из введения, четырёх глав, выводов и рекомендаций, библиографии из 71 наименований и включает 7 приложений, 107 страниц, 18 рисунков и 73 таблиц. Результаты исследования опубликованы в 13 работах.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, газообразное биотопливо, потенциал, стоимость биогаза и сингаза, нивелированная стоимость энергии.

Область исследования - технические науки. **Цель диссертации** является разработка методологической базы для оценки потенциала газообразного биотопливо из органических отходов в стране и определение стоимости газообразного биотопливо и производимой из него энергии, в условиях Республики Молдова.

Задачи диссертации: Изучение способов оценки потенциала биогаза и сингаза из биоразлагаемых отходов с целью разработки методологии его оценки к определенному моменту времени; оценка и анализ стоимости биогаза, сингаза и возобновляемой энергии в когенерационных технологий в условиях Республики Молдова.

Научная новизна работы: для различных источников биоразлагаемых отходов предлагается, формулируется и применяется методология оценки потенциала биогаза и сингаза, к будущему моменту времени, определена потенциальная мощность единиц преобразования энергии на районном и местном уровнях. Были адаптированы и применены экономические модели для определения стоимости газообразного биотопливо, и эквивалентные статические модели для источников выработки энергии.

Полученный результат, который вносит научно-практический вклад в область актуальных интересов - продвижение возобновляемых источников энергии *заключается в продемонстрировании* наличия местного потенциала газообразного биотоплива из биоразлагаемых отходов, на основе предложенной методики его оценки, *что определило анализ конкурентоспособности вариантов использования биогаза и сингаза с целью обоснования* необходимости стимулировать их использование в энергетических целях.

Теоретическая значимость. Диссертация вносит научный вклад в область широкого интереса - разработка методологии для оценки потенциала газообразного биотоплива, определение математических моделей для производства биогаза и единиц генерации в зависимости от численности животных.

Прикладное значение работы: и работе был оценен доступный потенциал для газообразного биотоплива, который может быть использован для энергетических целей в стране, была определена и проанализирована производительность технологий производства биогаза и силоса, а также рассчитана стоимость биологического газа и СНАЕ для источников, которые могут быть продвинуты в стране.

Внедрение научных результатов: и рамках проекта «Методы управления навозом и технологии производства биогаза» были разработаны направляющие *Производство биогаза из отходов животноводства* и *Использование биогаза в производстве тепла и электроэнергии*, где представлены важные результаты работы. Гиды также используются в учебном процессе на факультете энергетики и электротехники.

LISTA ABREVIERILOR

ANRDE	Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei
ANRE	Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică
B	Producție specifică de biogaz
B_{BG}	Volumul de biogaz
BNS	Biroul Național de Statistică
B_{SG}	Volumul de bio-singaz
CA_t	Cheltuielile de calcul anuale
$c_{b,n,0}$	Costul bacteriilor metanogene, în anul de referință
$C_{b,t}$	Cheltuieli cu bacteriile metanogene în anul t
$C_{BG,t}$	Costul biogazului produs în anul t
CET	Centrală termoelectrică cu termoficare
CF	Costurile fixe
$C_{I,t}$	Cheltuielile cu investiția în anul t
$c_{mp,n,0}$	Costul materie prime de tip n, în anul de referință
$C_{mp,t}$	Cheltuieli curente cu materia primă
$CNAE_Q$	Costul nivelat al energiei termice
$CNAE_{Q,REF}$	Costul nivelat al energiei termice la sursa de referință
$CNAE_W$	Costul nivelat al energiei electrice
$C_{O\&M,0}$	Cheltuielile de operare și mentenanță în anul de referință
$C_{O\&M,t}$	Cheltuielile curente de operare și mentenanță
$C_{oper,t}$	Cheltuielile operaționale în anul t
$C_{pmt,t}$	Cheltuieli cu procurarea materiei prime în anul t
$C_{ptt,t}$	Cheltuielile cu procurarea materiei prime, transportarea și tratarea ei în anul t
$C_{SG,t}$	Costul singazului produs în anul t
$c_{t,n,0}$	Costul transportării materie prime de tip n, în anul de referință
CTA_{comb}	Cheltuielile totale actualizate cu combustibilul
CTA_{CTE}	Cheltuielile totale actualizate la CTE
CTA_I	Cheltuielile totale actualizate cu investiția
$CTA_{O\&M}$	Cheltuielile totale actualizate de operare și mentenanță
CTA_Q	Cheltuielile totale actualizate cu producerea energiei termice
CTA_W	Cheltuielile totale actualizate cu producerea energiei electrice
CTE	Centrală termoelectrică
$C_{tmp,t}$	Cheltuielile cu transportarea materiei prime în anul t
$CT^{q,n}$	Costurile anuale totale ale centralei termice corespunzătoare anului n
CV	CertIFICATE VERZI
$CV^{q,n}$	Costurile variabile ale centralei înregistrate în anul n
$C_{W,t}$	Cheltuieli cu energia utilizată la alimentarea fermentatorului în anul t
$c_{Wf,n,0}$	Cheltuieli specifice cu energia pentru alimentarea fermentatorului, în anul de referință

Ef,a	Efectivul calculat de animale din categoria a
E-SER	Energie electrică produsă din surse de energii regenerabile
F _{inc}	Frecvența de încărcare a fermentatorului
FiP	Premiu Feed-in
FiT	Tarif Feed-in
I	Cheltuielile cu investiția
ITG	Instalații de turbine cu gaze
K _i	Gradul de colectare a materiei prime în scopul producerii de biogaz
k _{O&M,0}	Valoarea de referință a cotei O&M, % din valoarea I
K _x	Gradul de colectare a materiei prime în scopul producerii de biosingaz
lege SER	Legea nr. 10 din 26.02.2016 cu privire la promovarea utilizării energiei din surse regenerabile
m _a	Cantitatea specifică anuală a materiei prime a animalelor din categoria a
MAI	Motor cu ardere internă
M _{mp,anim}	Cantitatea de materie primă corespunzătoare sectorului de creștere a animalelor
M _{mp,ca}	Cantitatea de materie primă din sectorul culturilor agricole
M _{mp,cpv}	Cantitatea de materie primă din sectorul culturilor pomicole și viticole
M _{mp,ff}	Cantitatea de materie primă din fâșiile forestiere
M _{mp,i}	Cantitatea calculată de materie primă pentru producerea de biogaz funcție de originea i a acesteia
M _{mp,ind}	Cantitatea de materie din sectorul industriei alimentare
M _{mp,n}	Masa anuală de materie primă de tipul n utilizată pentru producerea de biogaz
m _{mp,n}	Cantitatea de materie primă n utilizată la o încărcare a fermentatorului
M _{mp,pl}	Cantitatea de materie primă din sectorul cultivării plantelor
M _{mp,rez}	Cantitatea de materie primă din sectorul deșeuri
M _{mp,tot}	Masa totală anuală a materie prime utilizate
M _{mp,x}	Cantitatea de materie primă pentru producerea de biosingaz funcție de originea x a acesteia
NF	Număr de ferme
P _{BG}	Producție de biogaz
p _{BG}	Producție specifică de biogaz
P _{BG,i}	Productivitatea de biogaz
PC	Pile de combustie
PI	Piața intrazilnică
P _{m.o.u.z.}	Producție a masei organice uscate pe zi
P _{SG,x}	Productivitatea de bio-singaz
PZU	Piața zilei următoare
Q	Cantitatea de energie termică produsă
Q _{BG,i}	Căldura inferioară de ardere a biogazului rezultat
Q _{SG,x}	Căldura inferioară de ardere a bio-singazului

QTA	Volumul de energie termică produsă pe durata de viață a instalației
r_b	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil
r_{degr}	Rata anuală de diminuare a volumului producției
rec_z	Recolta calculată a culturii z recoltată în anul de referință
r_i	Rata anuală a evoluției cantității de materie primă i,
$r_{mp,n}$	Rata anuală de creștere a costului materiei prime n;
$r_{O\&M}$	Rata anuală de creștere a cheltuielilor O&M
$r_{t,n}$	Rata anuală de creștere a cheltuielilor cu transportarea materiei prime n
r_w	Rata anuală de creștere a tarifului la energia electrică
r_x	Rata anuală a evoluției cantității de materie primă x
SENR	Sistem Electroenergetic Național Român
SER	Surse de energii regenerabile
S_{ff}	Suprafața medie acoperită cu păduri, în anul de referință
sou_n	Partea de substanță organică uscată, % din masa materiei prime n uscate
su_n	Partea de substanță uscată, % din masa materiei prime n
S_z	Suprafața medie acoperită cu cultura x, în anul de referință
T-SER	Energie din surse de energii regenerabile utilizată în transporturi
U_i	Gradul de utilizare a materiei prime în scopul producerii de biogaz
U_x	Gradul de utilizare a materiei prime în scopul producerii de bio-singaz
$V_{BG,t}$	Volumul de biogaz produs în anul t
VTA	Venit total actualizat
WTA	Volumul de energie electrică produsă pe durata de viață a instalației
Z_{ff}	Cantitatea specifică de deșeu obținută de pe urma lucrărilor de curățare sezonieră
Z_z	Cantitatea specifică de deșeu agricol per tonă recoltă de cultura z

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța problemei abordate. Societatea modernă are nevoie de patru forme de energie: *energie termică* pentru încălzirea locuințelor, *energie electrică* pentru alimentarea receptorilor electrice, *combustibili* pentru prepararea hranei și *carburanți* pentru transport.

Activitatea umană a condus la apropierea de o concentrație periculoasă a emisiilor gazelor cu efect de seră, ce ar putea schimba viața noastră în iad, dacă nu vor fi identificate soluții adecvate pentru amenințările globale, printre care se regăsește și distrugerea mediului. În cadrul Adunării Generale a ONU, din luna septembrie a anului curent, Președintele Consiliului European Donald Tusk a accentuat actuala situație de urgență în domeniul mediului, menționând că: „Ne apropiem rapid de un punct dincolo de care vom fi în măsură doar să atenuăm daunele îngrozitoare provocate asupra mediului, și nu să le inversăm tendința”. Fiind aprobat obiectivul de neutralitate climatică către anul 2050 de majoritatea statelor Uniunii Europene, a fost stabilit și obiectivul intermediar de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră cu 45 % către anul 2030 [1].

Căile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră sunt utilizarea eficientă a resurselor de energie, care, fiind limitată de dezvoltarea tehnică, poate fi realizată doar până la anumite limite, și substituirea surselor de energie fosile cu cele regenerabile – idee asupra căreia urmează a focusa atenția.

În acest scop „Perspectiva energetică 2050” [2], prevede o pondere a energiei regenerabile în consumul final brut de energie către 2050 la nivelul de 55%, țara noastră asumându-și atingerea obiectivului de 20% din consumul total brut intern să fie asigurat din surse de energie regenerabilă și asigurarea ponderii producției anuale de energie electrică din surse de energie regenerabilă de 10% în 2020 [3].

În condițiile în care, la moment, centralele termoelectrice locale, sunt capabile de a produce doar 25-30 % din consumul anual intern de energie electrică în cadrul unităților generatoare, care, din păcate, dispun de un grad destul de avansat de uzură fizică și morală, fapt ce conduce și la majorarea intensității energetice, ponderea consumului de energie produsă de sursele interne, scade pe an ce trece, din cauza creșterii consumului de energie electrică și asta în condițiile în care prețurile la resursele energetice primare cresc și capacitățile proprii de generare din țară nu sunt valorificate la maxim, iar unitățile generatoare SER locale ar asigura doar 4% din necesarul de energie, diversificarea surselor de import și analiza comparativă a alternativelor de generare a electricității prin tehnologii caracteristice condițiilor și posibilităților autohtone și în perspectivă alegerea variantelor fezabile cu ulterioara aplicare în practică devin priorități ale timpului.

Caracterul agrar al economiei țării conduce la producerea anuală a 1,6÷4 milioane tone de deșeuri [4], care în proporție de 50% sunt deșeuri biodegradabile. Această caracteristică susținută de disponibilitatea materiei date în fiecare localitate, precum și de un cost simbolic, sugerează ideea conversiei lor în biocombustibili gazoși, precum biogazul și singazul.

Biogazul și singazul sunt gaze combustibile bune, asemănătoare gazului natural sau gazului propan-butan livrat în butelii, dar curate în utilizare și prietenoase mediului. În ultimul deceniu, interesul față de biogaz a crescut considerabil, datorită eforturilor globale de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră și de substituire a combustibililor fosili cu resurse regenerabile. Calitățile biocombustibililor gazoși oferă posibilitatea utilizării lor la acoperirea tuturor nevoilor energetice, precum: prepararea hranei, încălzirea spațiilor, prepararea apei calde menajere, carburant pentru vehicule, producerea energiei electrice.

Sprijinul statului în vederea promovării producerii energiei din resurse de energii regenerabile este asigurat prin acordarea priorității în procurarea energiei SER și recompensarea producătorului pentru energia livrată. Recompensa garantată de către stat exprimată în unități monetare îi permite producătorului de energie să-și acopere toate cheltuielile și să obțină o marjă de profit [5].

Producerea biogazului și singazului din deșeuri reprezintă o soluție atractivă de tratare a deșeurilor organice, cu obținerea unor beneficii de mediu, precum micșorarea riscului emisiei de metan și amoniac. Suplimentar, biocombustibilii gazoși prezintă avantajul unei manevrabilități înalte a echipamentului utilizat, astfel asemenea surse pot fi utilizate în calitate de capacități de compensare a energiei electrice produse în cadrul surselor regenerabile variabile. În acest context, producerea biocombustibililor gazoși și, respectiv, a energiei din deșeuri biodegradabile reprezintă o prioritate și poate fi susținută de către stat.

Alegerea temei promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în Republica Moldova a fost condiționată de necesitatea soluționării aspectelor ce privesc potențialul de biogaz și singaz din deșeuri biodegradabile și costul energiei electrice produse din acestea.

Scopul și obiectivele tezei.

Prin prezenta lucrare ne propunem să aducem o contribuție cu caracter științifico-practic la soluționarea problemei promovării surselor de energie regenerabile prin valorificarea deșeurilor biodegradabile în țară.

Scopul prezentei lucrări constă în dezvoltarea cadrului metodologic privind estimarea potențialului de biocombustibili gazoși, cu estimarea puterilor ce ar rezulta la nivel de raion și localitate, și

determinarea prețului de cost a gazelor combustibile și a costului nivelat a energiei electrice produse în condițiile Republicii Moldova.

Obiectivele care conduc la atingerea scopului lucrării sunt:

- analiza situației actuale a promovării surselor de energie regenerabilă și identificarea rolului gazelor biocombustibile în vederea atingerii țintelor SER înaintate;
- realizarea unui studiu bibliografic privind modalitățile de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși și propunerea unei metodologii de estimare a acestuia;
- determinarea costului anual al biogazului și singazului pentru o perioadă de studiu de 15 ani;
- revizuirea tehnologiilor aplicate la producerea energiei din biocombustibili gazoși, determinarea costului nivelat în ipoteza cogenerării precum și producerii separate a energiei electrice și termice și analiza comparativă a costurilor energiei pentru tehnologiile considerate;

Problema științifică importantă soluționată

Prezenta teza de doctor aduce contribuții științifico-practice într-un domeniu de interes actual – promovarea surselor de energii regenerabile. În urma cercetărilor realizate, în lucrare a fost demonstrată disponibilitatea potențialului local de biocombustibili gazoși din deșeuri biodegradabile, fapt ce a determinat efectuarea analizei competitivității opțiunilor de valorificare a biogazului și singazului, în vederea argumentării necesității de promovare a utilizării lor în scop energetic.

Importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării

Elementele de noutate științifică, pe care le aduce această teză

1. Este elaborată metodologia de evaluare a potențialului de biogaz și singaz, pe ani, ce permite estimarea potențialului de biocombustibili gazoși către un orizont de timp (2020, 2030).
2. Sunt adaptate și prezentate metodologii de determinare a costului anual al biogazului și singazului și a energiei produse din aceștia, pentru cazul producerii separate și în regim de cogenerare.
3. Sunt stabilite modele de aproximare a volumului de biogaz produs, a puterilor cogeneratoare și a unor opțiuni de utilizare la scară medie și mare a biogazului produs, funcție de efectivul de animale.

Valoarea aplicativă a lucrării

- A fost estimat potențialul disponibil de biocombustibili gazoși în țară, posibil a fi utilizat în scopuri energetice. Potențialul de biogaz constituie cca 34 mii TJ către 2020 și cca 155 mii TJ biogaz către 2030, iar potențialul de singaz - cca 13 mii TJ către 2020 și 50 mii TJ către 2030.
- Au fost estimate puterile instalate a unităților cogeneratoare ce funcționează pe biogaz și singaz, acestea fiind, respectiv, de circa 570 MWe și de 250 MWe către 2020, iar către 2030 ele ridicându-se corespunzător la 2 600 MWe și 900 MWe.
- A fost determinată competitivitatea producerii biogazului în unități generatoare ce cuprind toate intervalele de puteri;
- A fost evaluată performanța economică a unor tehnologii de producere a energiei regenerabile în Moldova (MAI, ITG, pile de combustie) în baza modelelor tehnico-economice.
- Sunt determinate costurile nivelate ale energiei din biocombustibili gazoși pentru tehnologiile ce ar putea fi promovate în Republica Moldova.
- În scopul analizei eficienței producerii și valorificării biocombustibililor gazoși a fost determinată evoluția costului resurselor tradiționale și a tarifului mediu de livrare a energiei electrice și a valorilor nivelate pentru perioada funcționării centralelor SER propuse.

Ipoteza de cercetare

Biomasa fiind una din cele mai răspândite resurse energetice, inclusiv în țara noastră, rezultând din diferite domenii ale activității umane și fiind utilizată în anumite scopuri, determină necesitatea de evaluare a disponibilității, în prezent și în viitor, a biomasei prielnice utilizării în scopul producerii biocombustibililor, fără a afecta utilizările actuale.

În cazul confirmării disponibilității materiei prime, devine oportună stabilirea atractivității și competitivității biocombustibililor gazoși și a energiei rezultate din aceștia.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese

La elaborarea metodologiei de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși au fost stabiliți factorii care îl determină, principalul fiind cantitatea de materie primă, pentru care a fost determinată evoluția, în baza analizei retrospective, precum și potențialul specific de biocombustibil caracteristic fiecărei surse de generare a acesteia. Determinarea evoluția cantității biomasei, exprimată prin rata de creștere sau descreștere, este necesară pentru determinarea potențialului pentru un moment de timp viitor.

La determinarea costului energiei au fost aplicate modelele statice echivalente, deoarece cuprind evoluția tuturor parametrilor. Calculele au fost realizate în program modelat în Microsoft Excel.

Aprobarea rezultatelor obținute

Rezultatele elaborărilor din cadrul tezei de doctor au fost publicate, prezentate și discutate în cadrul unor seminare, simpozioane și conferințe de nivel național și internațional:

- Ședințe ale catedrei *Termotehnică și Management în Energetică*, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova.
- *Conferința internațională “Energetica Moldovei - 2012. Aspecte regionale de dezvoltare”*, 4-6 octombrie 2012, Academia de Științe a Moldovei, Chișinău, Moldova.
- *Conferințele Tehnico-științifice a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților din anii 2013, 2014* Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova.
- *Seminarul: “Tehnologii inovatoare de producere a biogazului și generarea energiei”*, 14 iunie 2013, Agenția pentru Eficiență Energetică, Chișinău, Moldova.
- *Conferința Internațională de Sisteme Electromecanice și Energetice, SIELMEN 2013*, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova.
- Proiectul „Practici de gestionare a gunoiului de grajd și tehnologiile de producere a biogazului”, Chișinău 2013.
- *Conferința internațională de Electrotehnică și Energetică EPE (2014)*, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași, Iași, România.
- *Forumul Bioenergie-2015: Către o autonomie energetică locală*, lucrarea „Evaluarea potențialului de biogaz în Republica Moldova”, organizat de Agenția pentru Eficiență Energetică, în Centrul Internațional de Expoziții „MOLDEXPO” S.A., Pavilionul central
- *Conferința internațională “Energetica Moldovei - 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”*, 29 septembrie - 01 octombrie 2016, Academia de Științe a Moldovei, Chișinău, Moldova.

Sumarul compartimentelor tezei

Teza include introducerea, 4 capitole, adnotarea în limbile română, engleză și rusă, lista abrevierilor utilizate, compartimentul ce cuprinde concluziile finale ale tezei, lista bibliografică în număr de 169 titluri, 7 anexe. Numărul total de pagini al lucrării este 107 (până la bibliografie), cu 18 figuri și 73 tabele.

În **Introducere** sunt prezentate tendințele actuale în domeniul energiei din surse regenerabile și a schimbărilor climatice, actualitatea temei de cercetare, argumentarea temei de cercetare alese, scopul și obiectivele tezei, problema științifică soluționată, importanța teoretică și aplicativă a lucrării.

Capitolul 1 reprezintă o sinteză a stadiului curent de dezvoltare și implementare a energiilor regenerabile, cu accent pe necesitatea valorificării lor în scop energetic. La fel, este realizată o

analiză a modelelor de estimare a potențialului de biogaz și singaz și a modalităților de promovare a energiei produse din resurse regenerabile. Capitolul I se încheie cu formularea problemelor de cercetare.

Capitolul 2 abordează aspecte metodologice ce țin de elaborarea metodologiei de estimare a potențialului de biogaz și singaz către un moment de timp (2020, 2030), a unor modele de determinare a costului biocombustibililor gazoși și a modelelor tehnico-economice și statice-echivalente ale surselor de energie.

Sunt propuse și prezentate metodologii de determinare a costului anual al biogazului și singazului și energiei produse din aceștia, pentru cazul producerii separate și în regim de cogenerare.

Sunt stabilite modele de aproximare a volumului de biogaz produs, a puterilor generatoare și a unor opțiuni de utilizare la scară medie și mare a biogazului produs, funcție de efectivul de animale.

Capitolul 3 este destinat în totalitate determinării potențialului de biocombustibili gazoși și deșeuri biodegradabile, disponibil în Republica Moldova, ce poate fi utilizat în scopuri energetice.

Inițial sunt prezentate caracteristicile materiei prime și identificarea potențialului specific de biogaz și singaz. A fost identificată evoluția anuală a cantității materiei prime pentru fiecare sursă și determinat potențialul de biogaz și singaz către anii 2020 și 2030, precum și puterile unităților generatoare la nivel de raion și localitate pentru aceiași ani.

În **Capitolul 4** este formulată problema determinării costului biocombustibililor gazoși și a energiei produse din aceștia.

În acest scop, inițial, au fost determinat costul anual al biogazului și singazului în instalații ce asigură cu combustibil unitățile generatoare de capacitățile acceptate. Ulterior, sunt prezentate tehnologiile de valorificare a biocombustibililor gazoși. Pentru aceste tehnologii a fost determinat costul nivelat al energiei electrice pentru cazul nevalorificării și valorificării parțiale a energiei termice, în condițiile Republicii Moldova.

Fiecare capitol al lucrării se încheie cu prezentarea concluziilor de bază și evidențierea principalelor rezultate obținute. Teza finalizează cu prezentarea concluziilor generale.

1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR ÎN DOMENIUL PRODUCERII ȘI UTILIZĂRII BIOCOMBUSTIBILILOR GAZOȘI

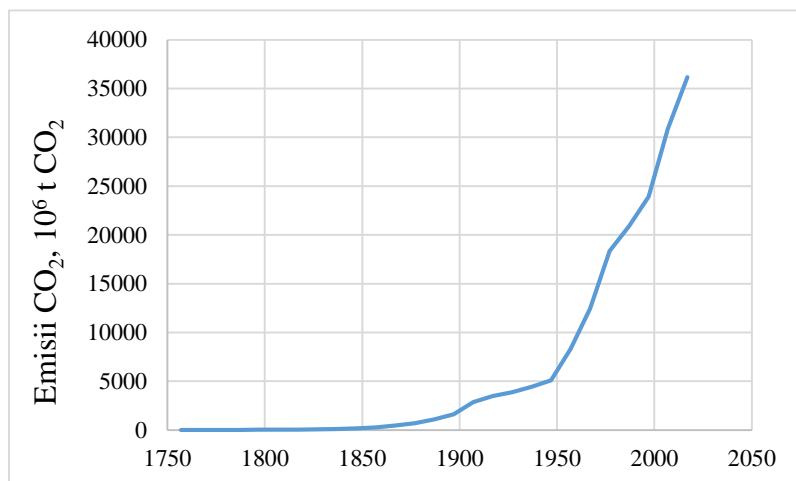
1.1. Importanța promovării surselor de energie regenerabilă

1.1.1. Necesitatea combaterii schimbărilor climatice

Clima planetei suferă modificări esențiale. Temperatura medie globală crește urmare a majorării cantității de gaze cu efect de seră, precum vaporii de apă, dioxidul de carbon, metanul, oxidul de azot, ozonul, clorofluorocarburile, hidrofluorocarburile. Aceste gaze permit pătrunderea energiei solare, dar împiedică eliberarea căldurii din atmosferă [6].

Cele mai mari emisii de dioxid de carbon rezultate din activitatea umană provin din arderea combustibililor fosili, iar producerea energiei electrice din combustibili fosili contribuie la nivel global cu 43 % din emisiile de gaze cu efect de seră.

Evoluția emisiilor de gaze cu efect de seră, datorată activității umane de la începutul revoluției industriale din 1750 până la începutul anului 2017, contrar așteptărilor, bazate pe asumarea angajamentelor, inclusiv prin negocierile privind Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice și prin semnarea Acordului de la Paris, de către majoritatea statelor, de reducere a acestora, este una crescătoare, cu 40 %, după cum este prezentat în figura de mai jos, [7].



În anul 2017, emisiile de CO₂, urmare a arderii combustibililor fosili a constituit $36\,153 \cdot 10^6$ t, lider fiind China cu $9\,839 \cdot 10^6$ t CO₂, urmată de SUA cu $5\,270 \cdot 10^6$ t CO₂, India $2\,467 \cdot 10^6$ t CO₂, Federația Rusă $1\,973 \cdot 10^6$ t CO₂ și Japonia cu $1\,205 \cdot 10^6$ t CO₂ [8].

Figura 1.1. Evoluția emisiilor de CO₂, rezultate din combustia combustibililor fosili și a proceselor tehnologice, milioane tone

Este de menționat că nivelul de trai și al dezvoltării atinse în prezent sunt realizate pe baza

exploatării și utilizării cărbunilor, petrolului și gazelor naturale. Arderea lor conduce la poluarea atmosferei, care la rândul său prezintă un risc crescut de cancer, de distrugere a sistemului imunitar, de atacare a sistemelor neurologic, reproductiv și respirator. A fost constatat că, numărul de decese premature cauzate de poluarea aerului a ajuns la 5,5 milioane pe an, aceasta

fiind clasată pe unul din locurile de frunte în lista factorilor cu risc maxim pentru decesele premature.

Creșterea temperaturilor vine cu amenințarea creșterii nivelului mărilor și oceanelor, intensificarea fenomenelor meteorologice extreme și a ploilor acide, prezența permanentă a smogului din megapolis-uri, modificării cursului curenților oceanici ce va contribui la o majorare suplimentară a temperaturii. La rândul său, un ritm activ de majorare a temperaturii va determina eliberarea în atmosferă a metanului de pe fundul oceanelor, dar și din ghețari care se topesc, fapt ce va conduce la o creștere a temperaturii cu 10 °C, astfel fiind create premise pentru dispariția multor specii de plante și animale înainte de a avea șansa de a se adapta, printre ele regăsindu-se și specia umană [9, 10].

Deoarece, societatea modernă are nevoie de patru forme de energie: *energie termică* pentru încălzirea locuințelor, *energie electrică* pentru alimentarea receptorilor electrice, *combustibili* pentru prepararea hranei și *carburanți* pentru transport, toate fiind puse la dispoziție, preponderent din combustibili fosili, dar limitarea și epuizarea resurselor fosile, precum și impactul emisiilor rezultate din arderea acestora, ne conduce la necesitatea micșorării cantității utilizate de resurse fosile, dar fără a afecta nivelul de trai și confortul atins. Aceasta poate fi obținută fie prin utilizarea eficientă a energiei, pe întregul lanț de la extragere până la consumul final, sau prin substituirea surselor de energie fosile cu cele regenerabile.

Odată ce micșorarea consumului de energie, pe calea eficientizării proceselor tehnologice, din motive tehnice, nu poate fi realizată decât până la anumite limite, se conturează ideea de focusare a atenției asupra resurselor de energie regenerabilă.

1.1.2. Tendințe generale privind promovarea și utilizarea SER în spațiul european

Uniunea Europeană este lider în tehnologiile de producere a energiei din surse regenerabile. Prin publicarea în 1997 a Cărții albe privind sursele regenerabile de energie, a fost pusă temelia legislației în domeniul SER, cu obiectivul de a acoperi cu SER 12% din consumul de energie și 22,1% din consumul de energie electrică până în 2010. Directiva 2001/77/ CE privind promovarea electricității produse din surse de energie regenerabile pe piața internă a energiei electrice, prevedea ținte fixe pentru fiecare stat membru. După extindere, obiectivul corespunzător E-SER al UE-25 a fost stabilit la nivelul de 21%. Lipsa progresului în atingerea obiectivelor stabilite a determinat adoptarea unui cadru legislativ mai cuprinzător [11].

Directiva 2009/28 CE a Consiliului [12] prevedea ca până în 2020, 20% din consumul de energie al UE și 10% din combustibilii utilizați în transporturi să provină din surse regenerabile de

energie, prin asumarea diferitor cote de către țările membre în funcție de valorile de start ale acestora.

Adoptarea planurilor naționale de acțiune în domeniul SER, în 2010, a contribuit la apropierea de obiectivele stabilite. Totuși, tempoul de implementare a SER ar trebui menținut sau mărit un pic pentru a atinge țintele stabilite, deoarece în anul 2017 ponderea SER în consumul final brut de energie al UE a constituit 17,5%, [13], țintele atinse față de cele aprobate pe țări fiind prezentate în figura 1.2.

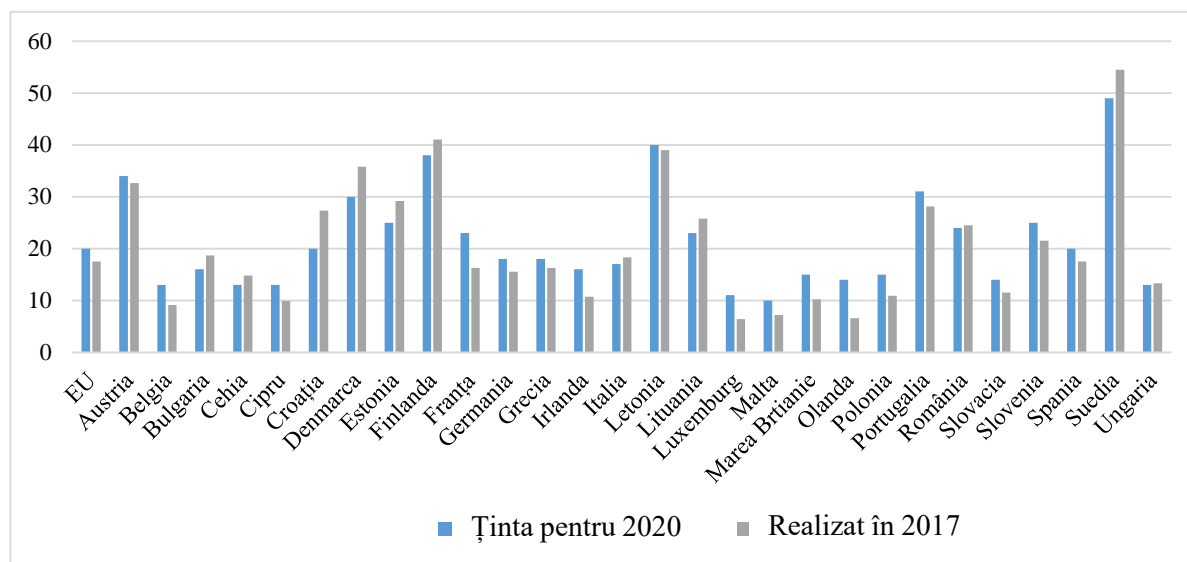


Figura 1.2. Pondere SER în consumul final brut de energie în 2017, față de ținta pentru 2020

Conform Directivei UE 2018/2001, care urmează a fi transpusă în legislațiile naționale până la 30 iunie 2021, statele membre trebuie să asigure colectiv o pondere a energiei din surse regenerabile în consumul final brut de energie al UE în 2030 de cel puțin 32 %, fiind propusă o majorare către 2023, în cazul identificării condițiilor permissive în acest sens [14]. Cu referire la biocombustibilii avansați și a biogazului, ponderea acestora în consumul final de energie în sectorul transporturilor trebuie să fie de cel puțin 0,2 % în 2022, cel puțin 1 % în 2025 și cel puțin 3,5 % în 2030. Dintre obiectivele specifice, este menționată asigurarea a 1,3% din SER a sectorului de încălzire și 14,0 % SER în transporturi. Directiva UE 2018/2001 promovează și dezvoltarea ulterioară a mobilității electrice, dar include și o sub-țintă de 3,5 % pentru biocarburanții avansați și biogazul.

Pentru a menține și stimula dezvoltarea SER în UE, „Perspectiva energetică 2050” [2], prevede o pondere a energiei regenerabile în consumul final brut de energie către 2050 la nivelul de 55 %, dar și expune necesitatea noilor investiții în sectorul energetic pentru înlocuirea infrastructurii existente depășite. Tot aici, pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră, datorate activității

umane, în special în sectorul energetic, este propusă ideea de micșorare a acestor emisii cu peste 80 % până în 2050.

În urma publicării în 2010, a criteriilor de durabilitate pentru biomasă utilizată în scop energetic, precum protejarea ecosistemelor foarte bogate în biodiversitate și a stocurilor de carbon, contabilizarea exploatării terenurilor, a schimbării destinației terenurilor și silviculturii, contribuția la micșorarea emisiilor de gaze cu efect de seră și eficiența majorată de conversie a energiei [15], Comisia a decis analiza măsurilor și rezultatelor înregistrate corespunzătoare recomandărilor inițiale, eventual urmate de adoptarea normelor obligatorii. O nouă propunere a Comisiei privind criteriile de sustenabilitate pentru biomasă prevăzută pentru 2013 a fost amânată.

Pe parcursul anului 2018, Parlamentul European, Consiliu și Comisia Europeană au avut negocieri la subiectul privind Regulamentului privind îngrășămintele, care va încorpora produse de fertilizare reciclabile și biologice și ar permite un acces mai facil la piața unică a UE a îngrășămintelor obținute din materiale organice sau reciclate, digestatul și compostul fiind recunoscute drept îngrășămintele.

Proiectul "Gaz pentru climă: o cale către 2050" pledează pentru o soluție accesibilă în tranziția către un sistem energetic durabil și subliniază rolul gazului regenerabil. Producția acestuia către 2050, ar putea acoperi aproximativ 22 % din consumul actual de gaze naturale, circa 1,07 TWh, deși la sfârșitul anului 2017 funcționau 17 783 stații de biogaz și 540 centrale de biometan cu o putere totală instalată de 10,53 MW, în care au fost produși 65,18 GWh din biogaz, iar producția de biometan a constituit 19,35 GWh. Proiectul Gaz pentru climă, în contextul obiectivului Acordului de la Paris de a limita creșterea temperaturii globale la mai puțin de 2 grade ce necesită decarbonizare profundă prin planificarea pe termen lung a sistemelor energetice și o determinare comună a tuturor celor implicați în sistemul energetic, afirmă că o combinație inteligentă dintre E-SER și gaze-SER va realiza un sistem energetic al UE cu emisii zero de gaze cu efect de seră, în mod rentabil până în 2050 [16, 17].

Totodată este de menționat că, directiva programului Uniunii Europene 2020 ” Să trăim bine, în limitele planetei noastre” prevede ca până în 2020, emisiile gazelor cu efect de seră trebuie reduse cu 20 % și reciclarea deșeurilor trebuie să se apropie de 100 % [18].

1.1.3. Cadrul normativ-legislativ național ce privește sursele de energie regenerabilă

Republica Moldova, devenind membră a Comunității Energetice, și-a asumat angajamentul de a produce și utiliza energie regenerabilă. Producerea energiei electrice din resurse regenerabile este sprijinită de către stat, lucru realizat prin intermediul legilor și hotărârilor de Guvern

aprobate în acest sens:

- *Legea nr. 174 din 21 septembrie 2017 cu privire la energetică* [19] cu modificările ulterioare, care stabilește cadrul juridic pentru organizarea, reglementarea și asigurarea funcționării eficiente și sigure a sectorului energetic;
- *Legea nr. 107 din 27 mai 2016 cu privire la energia electrică* [20] în articolele 7 (3) e), 22 (2), 30 (3), 42 (1) d) și 46 (1) stabilește principiile de procurare, promovare a energiei electrice produse din SER, livrare și dispecerizare cu prioritate a energiei electrice de la sursele ce produc energie regenerabilă;
- *Strategia Energetică a Republicii Moldova până în 2030, Hotărâre nr. 102 din 05.02.2013* [3], care în art. 55 (1.b) prevede stimularea utilizării energiei produse din surse de energie regenerabile raportate la consumul total brut intern: 20% în 2020, cu un obiectiv intermediar de 10% în anul 2015 și în art. 55 (1.e) - asigurarea ponderii producției anuale de energie electrică din surse de energie regenerabilă de 10% în 2020;
- *Legea nr. 10 din 26.02.2016 cu privire la promovarea utilizării energiei din surse regenerabile (lege SER)* [5] stabilește obiectivele naționale obligatorii privind ponderea energiei din surse regenerabile în consumul final brut de energie, precum și ponderea energiei din surse regenerabile în consumul final de energie în transporturi. Legea definește normele referitoare la schemele de sprijin, la garanțiile de origine, la procedurile administrative, la accesul producătorilor de energie din surse regenerabile la rețelele electrice;
- *Hotărârea ANRE nr. 375 din 28.09.2017 cu privire la aprobarea Metodologiei de determinare a tarifelor fixe și a prețurilor la energia electrică produsă de producătorii eligibili din surse regenerabile de energie* [21], care stabilește prețurile plafon și tarifele fixe pentru fiecare producător de energie electrică în funcție de tehnologie și putere instalată.

Sprijinul statului în vederea promovării producerii energiei din resurse de energii regenerabile presupune că, odată cu injectarea în rețeaua publică a energiei electrice produse, producătorul acesteia este recompensat pentru energia livrată. Valoarea recompensei garantate de stat (sau tariful la energia furnizată) permite producătorului de energie de a acoperi toate cheltuielile, precum și să obțină o marjă de profit.

Noua lege SER prevede aprobarea de către ANRE a prețurilor plafon și tarifelor fixe determinate în funcție de tehnologia de producere. Este de menționat că, au fost aprobate și puterile limită până în anul 2020, după cum este prezentat în tabelul 1.1. de mai jos [22].

Tabelul 1.1. Cotele și limitele maxime de capacitate în domeniul E-SER până în anul 2020

Tip sursă	Cotă maximă de capacitate, MW			Limită de capacitate, MW
	total	tarif fix	preț fix	
Instalații eoliene	100	20	80	4
Instalații solare PV	40	15	25	1
Instalații de cogenerare pe biogaz	20	12	8	1
Instalații de cogenerare pe biomasă solidă	5	5	0	1
Instalații hidrologice	3	3	0	1
TOTAL	168	55	113	–

Aceste cote și limite au fost adoptate pentru a asigura apropierea de obiectivul global de 20 % a energiei din surse regenerabile în volumul consumului de energie în anul 2020 al Republicii Moldova, cu obiectivele sectoriale de 10 % energie din surse regenerabile în energie electrică și 10 % energie din surse regenerabile în transporturi (T-SER), astfel rezultând 27 % energie din surse regenerabile pentru încălzire și răcire, iar obiectivul global al energiei din surse regenerabile de 17 % și obiectivul energiei din surse regenerabile în transporturi de 10 % reprezintă obligațiile Republicii Moldova ce rezultă din calitatea sa de parte contractantă la Comunitatea Energetică [23].

1.1.4. Situația actuală a consumului de energie în țară și a modului de asigurare a acestuia

În perioada anilor 2010-2017 consumul intern brut de energie în Republica Moldova a crescut de la 2 633 mii tone echivalent petrol (ktep) până la 2 939 ktep, fiind înregistrată o creștere cu 11,6 %. Totodată, în această perioadă a fost majorată esențial producția primară de energie de la 523 ktep până la 770 ktep (ceea ce constituie o creștere cu circa 47,2 %), iar importul de resurse energetice a crescut cu circa 11 % de la 1 813 la 2 012 ktep, acoperind 68,5 % din consumul intern brut al țării.

Cu privire la gazele naturale, dacă în anul 2010 acestea dețineau cea mai mare pondere în mixul energiei primare, circa 36,5 % din consumul intern brut de energie, în anul 2017 ponderea gazelor naturale în consumul intern brut s-a redus până la 28,5 %, fiind depășite de produsele petroliere care au atins o pondere de 32 %. În această perioadă a crescut ponderea biocombustibilului și a deșeurilor de la 19,4 % până la 26 %, iar ponderea energiei electrice în consumul intern brut de energie a rămas practic la același nivel de circa 10 %, [24].

Cererea de energie electrică în Republica Moldova este acoperită atât din producția locală de energie electrică, precum și din procurările din exterior. Producția locală de energie electrică este asigurată de către: două centrale electrice cu termoficare (CET-uri) ale S.A. „Termoelectrica” cu o capacitate electrică totală instalată de 306 MW, S.A „CET Nord” cu capacitatea electrică

instalată de 24 MW, centrala hidroenergetică din Costești, r-nul Rîșcani cu o putere electrică instalată de 16 MW, CET-urile fabricilor de zahăr, cu capacitatea totală instalată de 87 MW [3], 59 centrale electrice de producere a energiei electrice din surse regenerabile cu o capacitate totală instalată de 33,65 MW, dintre care 5, cu o putere de 4,5 MW [25], sunt pe bază de biogaz, după cum este prezentat în Anexa 1. O descriere succintă a trei stații de biogaz funcționale în țară este prezentată în Anexa 2 [26].

La moment, peste 92 % din cantitatea totală de energie electrică produsă în țară constituie energia produsă în regim de cogenerare la cele trei CET-uri, unde producerea energiei electrice depinde de sarcina termică de consum. Aceste centrale sunt utilizate la un nivel relativ înalt doar în perioada rece a anului, asigurând 38 % din sarcina electrică maximă a sistemului electroenergetic național, în timp ce în perioada caldă această valoare scade până la 11 % [3].

1.1.5. Valorificarea în scop energetic a deșeurilor biodegradabile – o necesitate impusă de condițiile țării

Anual în țară se produc între 1,6÷4 milioane tone de deșuri [4], care sunt prezente, practic în fiecare localitate și concentrate în niște gunoiști improvizate. Un astfel de mod de păstrare a lor le transformă în generatoare de impact și risc pentru mediu și sănătatea publică. Lipsa unui management al deșeurilor, prin stocarea lor în locuri special amenajate, tratarea sau prelucrarea lor a determinat autoritățile să aprobe Strategia de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027 [27]. Aceasta din urmă prevede măsuri destinate atât reducerii cantității de deșuri, cât și de edificare a două uzine de tratare a deșeurilor și de amenajare a 7 depozite de deșuri, care până la moment, rămân a fi doar declarații.

O bună parte din deșeurile produse sunt de origine biologică, prielnică valorificării în scopuri energetice. Acest lucru ar contribui la dezvoltarea zonelor rurale prin implementarea sistemelor durabile de alimentare cu energie.

Impactul sectorului agricol, manifestat prin poluarea apelor freactice, distrugerea structurii solului, riscul emisiei de metan și amoniac, persistența muștelor și a mirosului neplăcut și riscul infectării cu agenți patogeni ridică probleme importante, poate fi micșorat prin utilizarea deșeurilor la producerea de biogaz. În acest context, producerea biogazului și, respectiv, a energiei din dejecțiile solide și lichide ale animalelor, din deșeurile organice rezultate la producerea alcoolului, zahărului și altor produse, reprezintă o prioritate și ar putea beneficia de susținerea statului.

Totodată, producerea biocombustibililor gazoși din deșeurile disponibile în țară ar conduce la: limitarea vulnerabilității țării față de importul de resurse energetice, creșterea economică și

combaterea schimbărilor climaterice. În acest context, rolul statului constă în promovarea unei politici corelate de energie și mediu, precum și realizarea obiectivelor propuse.

Estimarea potențialului de bioenergie, în contextul celor enunțate anterior, din deșeurile rezultate din desfășurarea activității agricole și industriale în țară, devine un imperativ, care odată implementat va conduce la apropierea de obținerea beneficiilor enumerate.

1.2. Necesitatea stabilirii metodologiei de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși și de determinare a acestuia

1.2.1. Definirea biocombustibililor gazoși și a tipurilor de potențial

Cuvântul *biocombustibil* definește un combustibil de origine biologică. Consultând dicționarul explicativ al limbii române [28] privitor la noțiunea de combustibil, vom găsi următoarea definiție - materie, de origine organică, care are proprietatea de a arde.

În legea Republicii Moldova privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile noțiunea de *biocombustibil* este definită drept combustibil solid produs din biomasă prin metode mecanice, termochimice sau biologice, utilizat în scopuri energetice altele decât pentru transport, inclusiv pentru producerea energiei electrice, energiei destinate încălzirii și răcirii. Respectiv, biocombustibilul gazos cuprinde totalitatea combustibililor în stare gazoasă, care au fost produși prin diferite metode, din materie organică și sunt destinați producerii de energie electrică, energiei termice și frigului.

Directiva 2009/28/CE privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile [12], precum și Legea nr. 220 din 27 octombrie 2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie [29] nu definesc expres noțiunea de biocombustibil gazos, dar atribuie combustibililor caracteristicile corespunzătoare celor enunțate de definiția termenului de biocombustibil gazos, acestea sunt: biocarburant, biogaz, gaz rezultat din procesarea deșeurilor, gaz de fermentare a nămolurilor din instalațiile de epurare a apelor uzate.

Aceste noțiuni definesc anumite categorii de combustibil, care se deosebesc și după forma de agregare (lichid și gazos), precum și după destinația acestora: producerea energiei electrice, energiei destinate încălzirii sau răcirii și, respectiv, pentru transport.

Agencia Internațională a Energiei în revistele sale anuale [30] definește biogazele drept gaze obținute ca rezultat al: i) fermentării anaerobe a biomasei, ii) a gazificării biomasei solide (inclusiv deșeurile de biomasă), iii) proceselor termice (gazeificare sau piroliză).

Astfel, noțiunea de biocombustibil gazos, utilizat în prezenta lucrare, este una superioară, celor prevăzute de Directiva 2009/28/CE și Legea nr. 220 din 27 octombrie 2008 și cuprinde întreaga varietate de combustibili în stare gazoasă, de origine biologică, destinată producerii de energie.

Termenul potențial semnifică capacitatea de a produce o manifestare energetică [31]. Cu referire la potențialul de resurse, acesta este clasificat în potențial teoretic, tehnic, economic și accesibil. În fig. 1.3 și în continuare este prezentată diferența dintre aceste tipuri de potențial [32-34].

Potențialul teoretic reprezintă întreaga cantitate de gaz care teoretic poate fi produsă din întreaga diversitate de biomasă disponibilă, fără pierderi de energie în procesul de transformare și cu o eficiență maximă.

Potențialul tehnic reprezintă volumul de gaz, ce poate fi obținut, prin aplicarea unei anumite tehnologii, în funcție de disponibilitatea materiei prime, performanța sistemului, limitările topografice și/sau de mediu, precum și de constrângerile existente de utilizare a terenurilor.

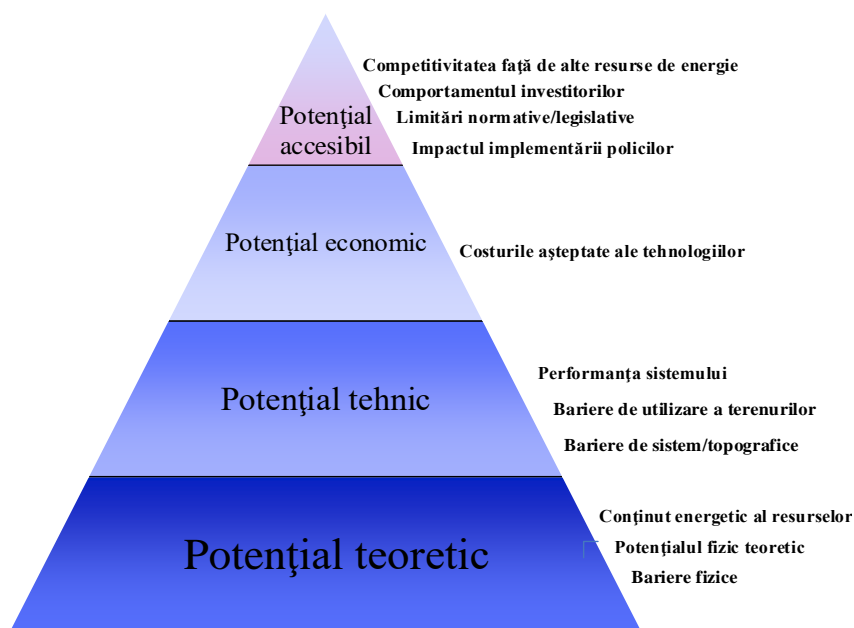


Figura 1.3. Tipuri de potențial [35]

Potențialul economic depinde de prețurile din domeniu, taxele, structura financiară și metodele de plată aplicate, iar cel accesibil reprezintă cantitatea de gaze biocombustibile care ar putea fi utilizată.

În lucrarea de față se va face o diferențiere parțială. Inițial, sunt considerați factorii

caracteristici determinării potențialului teoretic, precum cantitatea totală de deșeuri din țară, volumul specific de biogaz și singaz optenabil din fiecare tip de materie primă acceptată. Ulterior, pentru fiecare tip de materie primă, se estimează ponderea din resursa ce ar putea fi direcționată pentru utilizare în scopul producerii de biogaz sau singaz. Luarea în considerație a randamentelor de conversie a acestora în biogaz sau singaz permite obținerea valorilor specifice potențialului tehnic.

1.2.2. Metoda statistică de estimare a potențialului de biocombustibili gazoși

Evaluarea potențialului de biogaze presupune dispunerea de informații privind disponibilitatea cantitativă a resurselor din care se produc acestea. Efectuarea unor prognoze, de regulă, se bazează pe date retrospective, fapt ce presupune și o analiză statistică a acestora.

Cea mai simplă din punct de vedere a culegerii datelor de intrare, precum și cea mai rapidă metodă de obținere a rezultatelor este metoda statistică. Această metodă operează cu valori ale parametrilor inițiali preluați din datele oficiale statistice disponibile și, *în cazul biocombustibililor gazoși*, presupune parcurgerea următoarei consecutivități de etape:

- *Identificarea sectoarelor care generează materia primă:* cantități impunătoare de deșeuri biodegradabile, care pot fi valorificate în scopuri energetice, provin din: sectorul fitotehnic și zootehnic, industria prelucrătoare a produselor alimentare și băuturilor alcoolice și sectorul rezidențial;
- *Identificarea sursei de colectare a datelor statistice, aferente volumelor de producție:* sursa de date privind efectivul de animale, volumele de producție, precum și numărul populației corespunzătoare Republicii Moldova sunt preluate de la organul susținut de stat, care dispune de instrumente și capacități necesare pentru colectarea datelor din toate sectoarele și regiunile țării - Biroul Național de Statistică (BNS);
- *Stabilirea perioadei de studiu.* Acest indicator a fost ales unul suficient de mare pentru analiza retrospectivă a parametrilor analizați ce ar permite prognoza tendinței ulterioarei evoluții a acestora, pentru 12 ani.

1.2.3. Metode utilizate la estimarea potențialului de biocombustibili gazoși din deșeuri industriale și dejecții

În lucrarea *Orientări pentru digestia anaerobă a deșeurilor din industria alimentară și a băuturilor* [36], pentru estimarea potențialului de biogaz sunt prezentate caracteristici ale materiei prime, producția specifică de biogaz per tip de materie primă, valori ale concentrației de metan în gazul rezultat, cantitatea estimată a materiei prime pentru un singur an. Valorile obținute prin calculul produsului dintre componentele enumerate reprezintă potențialul de biogaz la un anumit moment.

Producția de biogaz (P_b), pentru Polonia [37], a fost calculat utilizând numărul de ferme - NF , producția de masă organică uscată specifică unei ferme pentru o zi - $P_{m.o.u.z.}$ și producția specifică de biogaz - p_{BG} , conform expresiei (1.1). Pentru aceasta a fost acceptată o producție a masei organice uscate în valoare de 4,2 kg $m.o.u.z./$ ($NF \cdot zi$) pentru bovine, 3,3 pentru păsări, iar producția de biogaz fiind acceptată la nivelul de 0,347 m³/ kg $m.o.u.z$ pentru bovine, de 0,428 pentru porcine și de 0,524 pentru păsări.

$$P_{BG} = NF \cdot P_{m.o.u.z.} \cdot p_{BG} \quad (1.1)$$

Sursele [38-41] prezintă potențialul de biogaz din *deșeurile animale* drept produsul dintre producția specifică de gaz biocombustibil per masă vie a animalului, a șeptelului înregistrat într-un anumit an și a masei medii considerate a acestora. Sursele [40, 41] prezintă căldura de ardere a biogazului obținut cu o valoare medie de $6 \text{ kWh/m}^3_{\text{biogaz}}$.

Potențialul de biogaz din deșeurile organice din industria alimentară este prezentat ca produsul dintre cantitatea de produse finite, reziduurile specifice (kg/t), masa organică uscată a acestora și cantitatea specifică de biogaz rezultată [42].

1.2.4. Metode de estimare a potențialului de biogaze din plante

În lucrarea *Estimarea potențialului energetic al biomasei din culturile agricole pentru brichetare, la nivel de regiuni și raioane, pentru anii 2009-2010*, [43] metodologia de calcul a potențialului de biomasă utilizează date ce țin de suprafețele plantațiilor roditoare și a pădurilor pentru anii 2009 și 2010, coeficienți de disponibilitate, coeficienți de reziduu, coeficienți ce indică capacitatea calorică ce poate fi obținută dintr-o unitate de masă a materiei uscate, coeficientul de transformare a volumului de deșeurii în masă și gradul de cuprindere al datelor statistice, grupate în două scenarii, unul ce conduce la valori maxime și unul ce conduce la obținerea de valori minime.

Sursa [40] prezintă potențialul de biogaz din deșeurile ale culturilor vegetale ca produsul dintre producția vegetală pe regiuni, procentul cantității de reziduu din masa producției, cantitatea specifică de biogaz optenabil din reziduu. Căldura de ardere (LHV) a biogazului obținut a fost considerată una comună, cu valoarea de $6 \text{ kWh/m}^3_{\text{biogaz}}$.

Sursele [41] și [42], suplimentar componentelor considerate de sursa [40], prezintă potențialul de biogaz funcție de cantitatea specifică de biogaz per unitate masă organică uscată.

1.2.5. Metode de estimare a potențialului de singaz

Potențialul de singaz, inclusiv cel din deșeurile ale plantelor, poate fi determinat prin produsul cantității de materie primă disponibilă a fi utilizată în acest scop și eficiența procesului de gazeificare [44-49]. Eficiența procesului de gazeificare depinde de tehnologia aplicată, temperatura de gazeificare, care fiind mai mare oferă posibilitatea producerii unui gaz mai calitativ [50], și are valori cuprinse între 75 și 80 %.

Sursa [51] prezintă ipoteza obținerii a 2 m^3 de singaz dintr-un kg de biomasă, căldura de ardere a căruia, în MJ/m^3 , se determină prin însumarea produselor căldurii de ardere și ponderile gazelor combustibile din componența singazului obținut - hidrogenului, monoxidului de carbon și a metanului:

$$LHV_{\text{singaz}} = 12.76 \times H_2 \% + 12.63 \times CO \% + 39.76 \times CH_4 \% \quad (1.2)$$

1.3. Modalități de promovare a producerii și utilizării energiei din surse regenerabile

1.3.1. Scheme de sprijin aplicate în UE pentru promovarea SER

Schemele de sprijin sunt puse în aplicare în politicile europene și naționale cu scopul de a genera o cerere artificială pentru energia din surse regenerabile, stimulând astfel progresul tehnic și majorând ponderea SER în țările Uniunii Europene. Abordările principale ale schemelor de sprijin se referă la preț și cantitate. Cele bazate pe preț sunt tarifele Feed-in și presupun asigurarea procurării întregului volum de energie SER produs la tarifele stabilite. Iar cele bazate pe cantitate sunt promovate fie prin stabilirea obiectivelor naționale și anunțarea licitațiilor sau prin stabilirea unor cote pentru furnizorii de electricitate asigurate prin certificate verzi.

Tarifele Feed-in (FiT) reprezintă o formă a schemei de sprijin, una din cele mai răspândite, care oferă o remunerare, pentru o anumită perioadă de timp, per unitate energie SER produsă prin intermediul unei tehnologii anume. Aceste tarife prezintă următoarele avantaje:

- contract pe un termen de 10 – 20 de ani cu producătorul,
- acces garantat la rețea și
- niveluri de plată bazate pe costurile generate de resursele regenerabile ce depind de tipul de tehnologie, capacitate, calitatea resurselor și de locație [52].

Premiile Feed-in (FiP) reprezintă un bonus acordat, producătorilor E-SER, suplimentar prețului de piață al energiei electrice SER vândute pe piața spot, dacă prețurile de pe piață sunt mai mici decât nivelul tarifar de referință. Valoarea bonusului poate fi fixă, indiferent de prețul pe piață, sau variabilă în funcție de evoluția prețurilor pe piață.

FiP poate fi diferențiat în funcție de tehnologie, dimensiune și locație, asemănător cu FiT. De asemenea, există și posibilitatea achitărilor suplimentare pentru tehnologia aplicată, pentru gestionarea pieței, precum și cea de degresiune a lor.

FiP oferă un stimulent operatorilor SER să răspundă la semnalele de preț ale pieței de energie electrică, adică să producă energie electrică atunci când cererea este ridicată și / sau producția din alte surse de energie este scăzută, astfel contribuind la o integrare sporită a SER în piața de energie electrică, rezultând o combinație mai eficientă a ofertei de energie electrică cu cererea. Acest lucru devine din ce în ce mai important odată cu creșterea ponderii energiei regenerabile în producția de energie electrică, [53].

În sistemul de *cote* sau *certificate verzi (CV)*, ponderea energiei regenerabile este stimulată de un obiectiv obligatoriu, care stabilește o cotă specifică a energiei regenerabile în mixul energetic al producătorilor, consumatorilor sau distribuitorilor. Producătorii E-SER beneficiază atât din

vânzarea în rețea a energiei produse la prețul pieței cât și din vânzarea certificatelor pe piața certificatelor verzi.

O altă modalitate de promovare a SER o reprezintă *stimulentele fiscale*. Scutirile sau reducerile fiscale sunt, de obicei, sisteme suplimentare neînsemnate de susținere. Producătorii E-SER beneficiază de anumite scutiri de taxe, drept compensație pentru concurența ridicată a pieței SER și a dezvoltării acesteia. O entitate plătitoare de impozit are garanția micșorării impozitelor, odată ce utilizează energie regenerabilă.

În tabelul 1.2. sunt prezentate schemele de sprijin aplicate în țările UE, anul punerii în aplicare a acestora, eficiența schemei, perioada necesară până la obținerea primelor rezultate simțitoare, volumul de biogaz ce ar putea fi produs datorită implementării schemei de sprijin pe parcursul unui an, precum și situația privind atingerea obiectivelor prevăzute de planurile naționale în domeniul energiilor regenerabile [52, 54].

Tabelul 1.2. Scheme de sprijin aplicate

Țara	Tip	Perioadă aplicare	Eficiența	Termen până la primele rezultate	Majorare producție biogaz		Atingere ținta pentru 2020
				ani	ktep	%	
Austria	FiT	2003-	intermediară	2	254,45	657,4	realizabil
Belgia	CV	2001-	intermediară	2	169,1	393,5	realizabil
Bulgaria	FiT	2011-2016	foarte scăzută	3	19,6		nerealizabil
Cehia	FiT, FiP	2005-2014	înaltă	5	567,6	1339,6	atins
Cipru	FiT	2009-2014	înaltă	2	n/a	n/a	n/a
Croația	FiT	2012-	medie	1	25,5	344,5	nerealizabil
Danemarca	FiP	2009-	înaltă	3	13	9,4	realizabil
Elveția	FiT	1991-	foarte scăzută	n/a	n/a	n/a	fără țintă
Estonia	FiP	2003-	scăzută	3	9	315,9	fără țintă
Finlanda	FiP	2010-	medie	3	42,8	170,9	fără țintă
Franța	FiT	2001-	medie	1	345,4	278,8	realizabil
Germania	FiT, FiP	2000, 2012	medie	2	7294,6	1403,4	atins
Grecia	FiT, FiP	2006-, 2012-	medie	3	55,1	251,8	nerealizabil
Irlanda	FiT	2005-	medie	2	27,8	203,9	realizabil
Italia	CV, FiT, FiP	1999-, 2008-, 2012-	medie	3	1320,8	339,9	atins
Letonia	FiT	2009-	medie	3	70,6	510,7	nerealizabil
Lituania	FiP	2002-	foarte scăzută	5	23,4	total	realizabil
Luxemburg	FiT, FiP	1994 cu reluare în 2005, 2001-	înaltă	n/a	17,7	total	n/a
Norvegia	CV	2003-	scăzută	n/a	n/a	n/a	n/a
Olanda	FiP, CV	2003-, 1995-	medie	3	115,5	154,6	nerealizabil
Polonia	CV	2005-	scăzută	3	155,3	311,4	realizabil
Portugalia	FiT	2007-	înaltă	3	70,5	62	nerealizabil
Regatul Unit	CV, FiT, FiP	2002-, 2010-, 2014-	medie	n/a	n/a	n/a	atins
România	CV	2005-	foarte scăzută	3	18,3	total	nerealizabil
Serbia	FiT	2009-	foarte scăzută	3	5,8	total	nerealizabil
Slovacia	FiT	2005-	înaltă	4	144,4	3555	atins
Slovenia	FiT, FiP	2002-	medie	3	25,75	115,3	realizabil
Spania	FiT, FiP	1999-2013, 2004-2012	scăzută	1	146,4	227,1	nerealizabil
Suedia	CV	2003-	înaltă	4	96,7	236,7	atins
Ungaria	FiT	2001-	înaltă	5	79,7	total	realizabil

După cum se observă din tabelul de mai sus, cea mai răspândită schemă de sprijin aplicată este FiT, aceasta fiind aplicată în 19 țări ale Uniunii Europene, în unele cu începere din anul 1999. Pentru unele țări, combinarea schemelor de sprijin a condus la impulsivitatea producției de biogaz, pentru acestea fiind posibilă atingerea obiectivelor asumate, iar în altele acest lucru nu a condus la obținerea rezultatelor scontate.

1.3.2. Scheme de sprijin suplimentare utilizate în România

În România, principala schemă de sprijin aplicată pentru promovarea energiei regenerabile o reprezintă certificatele verzi. Acestea vizează energiile hidro, pentru instalații cu puteri de până la 10 MW, eoliană, solară, biomasa din deșeuri biologice utilizată la producerea doar a energiei electrice sau în cogenerare de înaltă eficiență, biomasa din culturile energetice utilizată la producerea doar a energiei electrice, gazul de fermentare a deșeurilor și gazul de fermentare a nămolurilor din instalațiile de epurare a apelor uzate [55].

Totodată, pentru stimularea producerii energiei din surse regenerabile, a fost lansat Programul Operațional Infrastructură Mare 2014-2020, unde axa prioritară 6 promovează și *Creșterea producției de energie din surse regenerabile mai puțin exploatate (biomasă, biogaz, geotermal)*, atât în sectorul de producție, cât și în cel de distribuție, ambele fiind în derulare. Deoarece din anul 2017, de la lansarea proiectului, au fost depuse puține propuneri, a fost prelungit termenul de depunere a acestora până la sfârșitul anului 2019. Astfel, rezultatele acestui program vor fi observate ulterior [56].

Cu același scop, în anul 2007, a fost instituită *Schema de sprijin de tip bonus privind promovarea cogenerării bazate pe energia termică utilă* și implementată prin Hotărârea de Guvern nr. 1215/2009 *privind stabilirea criteriilor și a condițiilor necesare implementării schemei de sprijin pentru promovarea cogenerării de înaltă eficiență pe baza cererii de energie termică utilă*.

Bonusul, în contextul acestei hotărâri, reprezintă valoarea primită lunar de producătorul de energie pentru fiecare MWh energie electrică produs în cogenerare de înaltă eficiență și livrat în rețelele Sistemului Electroenergetic Național Român (SENR), în condițiile în care realizează economii de combustibil de cel puțin 10% față de producerea separată de energie electrică și termică. Valoarea bonusului se stabilește anual de Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei (ANRDE) și se calculează ca diferența dintre costurile de producție a energiei electrice cu eficiență înaltă la o centrală cu cogenerare echivalentă și potențialele venituri obținute din comercializarea acesteia și respectiv costul unitar al energiei termice produse la o centrală termică echivalentă, valoare care se raportează la energia electrică livrată în

SENR de centrala de cogenerare. Bonusul acoperă diferența dintre cheltuielile suportate și veniturile obținute de producătorii de energie, iar bonusul de referință este valoarea maximă.

Schema de tip bonus a fost autorizată de Comisia Europeană prin Decizia C(2009) 7085, ulterior modificată prin Decizia C(2016)7522 final. Intrarea în aplicare efectivă a schemei de sprijin de tip bonus a avut loc în data de 1 aprilie 2011 [57-61].

Aceasta prevede aplicarea noțiunilor de preț de referință și preț reglementat pentru energia electrică și cea termică, unde prețul reglementat se aprobă de ANRDE pentru fiecare producător în parte, iar prețul de referință se aprobă în baza Hotărârii Guvernului României.

1.3.3. Metodologia de determinare a prețului de referință pentru energia termică din SER cu schemă de sprijin

Prețul de referință pentru energia termică produsă în instalații de cogenerare și livrată în anul n de aplicare a schemei de sprijin se determină prin raportarea costurilor totale ale centralei înregistrate în anul n ($CT^{q,n}$) la cantitatea de energie termică produsă și livrată (Q):

$$P_{ref}^{q,n} = \frac{CT^{q,n}}{Q}, \text{ lei/MWh} \quad (1.1)$$

Costurile anuale totale ale centralei termice corespunzătoare anului n se determină cu expresia:

$$CT^{q,n} = CV^{q,n} + CF^q \quad (1.2)$$

unde $CV^{q,n}$ - suma costurilor variabile și cuprind costurile cu combustibilul, a certificatelor de CO_2 și alte costuri variabile

$$CV^{q,n} = C_{comb}^{q,n} + C_{CO_2}^{q,n} + C_{alte,var}^q \quad (1.3)$$

Costurile anuale cu combustibilul, $C_{comb}^{q,n}$, care cuprind și costurile cu transportul și/sau distribuția acestuia până la centrală, se determină în baza cantității de combustibil utilizat și a prețului mediu anual al combustibilului, cu considerarea indexării acestuia

$$C_{comb}^{q,n} = B^q \cdot p_{comb}^{n-1} \cdot \left[\frac{1 + (i_{index}^{pcomb})^n}{100} \right], \text{ lei/MWh} \quad (1.4)$$

Consumul anual de combustibil utilizat se determină în baza cantității anuale de energie termică și eficiența centralei;

Costurile anuale cu achiziția certificatelor verzi, $C_{CO_2}^{q,n}$, se determină în baza consumului anual de combustibil, a factorului de emisii specific și a prețului mediu anual al certificatelor:

$$C_{CO_2}^q = B^q \cdot f_{CO_2} \cdot p_{CO_2}^n, \text{ lei/an} \quad (1.5)$$

Celelalte costuri variabile cuprind costul specific al energiei electrice și a apei consumate și volumul anual de combustibil:

$$C_{\text{alte,var}}^q = p_{\text{alte,var}}^n \cdot B^q, \text{ lei/an} \quad (1.6)$$

CF^q - Suma costurilor fixe cuprind costurile cu amortizarea și alte costuri fixe

$$CF^q = C_{\text{amort}}^q + CF_{\text{alte}}^q \quad (1.7)$$

Costurile cu amortizarea, C_{amort}^q , se determină prin aplicarea metodei liniare asupra câtului dintre investiție și durata medie de amortizare

$$C_{\text{amort}}^q = (i_{\text{sp}}^q \cdot Q_{\text{inst}}^q) / h_{\text{amort}}^q, \text{ lei/an} \quad (1.8)$$

Alte costuri fixe, precum costurile de operare și mentenanță, cu personalul ș.a. se determină în baza costurilor specifice fixe și a cantității de căldură produsă:

$$CF_{\text{alte}}^q = cf_{\text{alte}}^q \cdot Q, \text{ lei} \quad (1.9)$$

Este de menționat că prețul de referință al energiei termice se ajustează în funcție de tipul combustibilului utilizat, a costului acestuia și în cazul înregistrării unei devieri mai mari de 2,5 % se aprobă o nouă valoare pentru anul următor [62, 63].

Pentru comparație, în Republica Moldova, se determină tariful pentru energia termică livrată consumatorilor [64], iar tariful energiei produse de operator se determină în baza Metodologiei determinării, aprobării și aplicării tarifelor la producerea energiei electrice, energiei termice și la apa de adaos, aprobată de ANRE. La moment este elaborat proiectul Metodologiei de calculare, aprobare și aplicare a prețurilor și tarifelor reglementate pentru producerea energiei electrice și termice, pentru serviciile de distribuție și furnizare a energiei termice [65], potrivit căreia costul activității de producere a energiei termice cuprinde cheltuielile aferente procurării resurselor energetice primare, cele privind amortizarea mijloacelor fixe și imobilizărilor necorporale, cheltuieli materiale, cheltuieli aferente serviciilor prestate de terți, cheltuieli aferente retribuirii muncii, cheltuieli administrative și alte cheltuieli ale activității operaționale. Astfel, sunt identificate diferențe în modul de stabilire a costului energiei termice, sub aspectul periodicității stabilirii acestuia, precum și a componentelor considerate, fără a specifica tipul resursei din care energia este produsă.

1.3.4. Stabilirea prețului reglementat și a bonusului pentru energia electrică

Prețul de referință pentru electricitate se stabilește de către ANRDE și are aceeași valoare pentru toți producătorii de energie în instalații de înaltă eficiență și se determină prin următoarea expresie:

$$P_E^{\text{ref,n}} = 0,9 \cdot P_E^n, \text{ lei/MWh} \quad (1.10)$$

Prețul mediu estimat de tranzacționare a energiei electrice se analizează de 2 ori pe an, până la 15 iunie - ca medie ponderată a prețurilor medii ponderate ale energiei electrice tranzacționate pe

piața zilei următoare (PZU) și piața intrazilnică (PI) pentru perioada 1 iulie - 31 octombrie anul precedent și a prețurilor medii ponderate de tranzacționare și până la 15 octombrie - ca medie ponderată a prețurilor medii ponderate ale energiei electrice tranzacționate pe PZU și PI pentru perioada 1 septembrie anul precedent - 31 august anul curent și a prețurilor de tranzacționare pentru perioada 1 noiembrie anul curent - 31 octombrie anul următor.

Bonusurile de referință pentru anul n de aplicare a schemei de sprijin se determină ca diferența, dintre costurile totale ale CET-ului și veniturile obținute din vânzarea energiei electrice și termice, raportată la volumul de electricitate comercializat.

$$B_{\text{ref}}^n = (CT^{\text{cog},n} - V_E^n - V_Q^n) / E_L, \text{ lei/MWh} \quad (1.11)$$

unde $CT^{n,\text{cog}}$ reprezintă cheltuielile totale ale CHP echivalente, corespunzătoare anului n , de aplicare a schemei de sprijin și se determină ca suma dintre costurile variabile și cele fixe:

$$CT^{\text{cog},n} = CV^{\text{cog},n} + CF^{\text{cog},n}, \text{ lei} \quad (1.12)$$

Costurile anuale variabile corespunzătoare anului n de aplicare a schemei de sprijin cuprind costurile cu combustibilul, cu achiziționarea certificatelor verzi și alte costuri variabile și se determină cu expresia:

$$CV^{\text{cog},n} = C_{\text{comb}}^{\text{cog},n} + C_{\text{CO}_2}^{\text{cog},n} + C_{\text{alte,var}}^{\text{cog}} \quad (1.13)$$

Costurile anuale cu combustibilul se calculează în baza cantității de combustibil utilizat și costul acestuia, iar cu luarea în considerație a indexării expresia este următoarea:

$$C_{\text{comb}}^{\text{cog},n} = B^{\text{cog}} \cdot p_{\text{comb}}^{n-1} \cdot \left[1 + \left(i_{\text{index}}^{\text{pcomb}} \right)^n / 100 \right], \text{ lei/MWh} \quad (1.14)$$

Costurile anuale cu achiziția certificatelor verzi, $C_{\text{CO}_2}^{\text{cog}}$, se determină în baza consumului anual de combustibil, a factorului de emisii specific și a prețului mediu anual al certificatelor:

$$C_{\text{CO}_2}^{\text{cog}} = B^{\text{cog}} \cdot f_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CO}_2}^n, \text{ lei/an} \quad (1.15)$$

Celelalte costuri variabile cuprind costul specific cu energia electrică și apa consumate și volumul anual de combustibil:

$$C_{\text{alte,var}}^{\text{cog}} = p_{\text{alte,var}}^{\text{cog}} \cdot B^{\text{cog}}, \text{ lei/an} \quad (1.16)$$

Costurile fixe pentru anul n de aplicare a schemei de sprijin cuprind costurile cu amortizarea, rentabilitatea bazei reglementate a activelor și alte costuri fixe:

$$CF^{\text{cog},n} = R^n + C_{\text{amort}}^{\text{cog}} + CF_{\text{alte}}^{\text{cog}}, \text{ lei} \quad (1.17)$$

Valoarea anuală a rentabilității bazei reglementate a activelor se determină în baza ratei reglementate a rentabilității, a amortizării din anii precedenți, a investiției specifice, a capacității electrice specifice:

$$R^n = (r/100) \cdot \left[i_{\text{sp}}^{\text{cog}} \cdot P_{\text{ins}}^{\text{cog}} - C_{\text{amort}}^{\text{cog}} \cdot (n - 1) \right], \text{ lei} \quad (1.18)$$

Costurile de amortizare se determină cu expresia:

$$C_{\text{amort}}^{\text{cog}} = i_{\text{sp}}^{\text{cog}} \cdot P_{\text{ins}}^{\text{cog}} / h_{\text{amort}}^{\text{cog}}, \text{ lei} \quad (1.19)$$

Celelalte costuri fixe ale centralei se determină în baza costurilor specifice acestora:

$$CF_{\text{alte}}^{\text{cog}} = cf_{\text{alte}}^{\text{cog}} \cdot (E_L \cdot Q), \text{ lei} \quad (1.20)$$

Veniturile din comercializarea energiei electrice se determină în ipoteza vânzării întregii cantități de electricitate la prețul mediu estimat de tranzacționare a energiei electrice - P_E^n :

$$V_E^n = P_E^n \cdot E_L, \text{ lei} \quad (1.21)$$

Veniturile anuale din comercializarea energie termice la prețul de referință, pentru anul n se determină cu expresia:

$$V_Q^n = P_{\text{ref}}^{q,n} \cdot Q, \text{ lei} \quad (1.22)$$

Prețul mediu al certificatului de CO₂ se determină pentru analiza ce se efectuează *până la 15 iunie* - la nivelul mediei valorilor prezentate pe pagina web a pieței ICE ECX EUA Futures, la închidere, conform situației înregistrate în una din zilele săptămânii a treia a lunii mai din anul curent, pentru perioada 1 iulie - 31 octombrie anul curent, iar pentru analiza efectuată *până la 15 octombrie* - la nivelul mediei valorilor prezentate pe pagina web a pieței ICE ECX EUA Futures, la închidere, afișate pentru perioada 1 noiembrie anul curent 31 octombrie anul următor, conform situației înregistrate în una din zilele săptămânii a doua a lunii septembrie anul curent, [61-63].

Sursa [21] prevede pentru țara noastră determinarea costului electricității prin echivalarea veniturilor totale actualizate prognozate cu cheltuielile totale actualizate a proiectului investițional, ambele fiind înregistrate în aceeași perioadă de timp, și raportarea acestei valori la volumul actualizat al energiei electrice livrate. Astfel, și pentru costul energiei electrice sunt identificate diferențe sub aspectul periodicității stabilirii acestuia, precum și a componentelor considerate, fără a specifica tipul resursei din care energia este produsă. Este de menționat că, tarifele fixe se aprobă anual de către ANRE și se aplică pe o perioadă de 15 ani de la data punerii în funcțiune a centralei electrice care produce energie electrică din surse regenerabile.

1.4. Preocupările existente identificate în domeniul biocombustibililor gazoși și necesitatea de depășire a lor

1.4.1. Necesitatea determinării potențialului de biocombustibili gazoși în țară

Confortul, la care a ajuns omenirea, determină creșterea continuă a consumului de resurse energetice. Odată ce combustibilii fosili sunt limitați teritorial și cantitativ, devine oportună găsirea soluțiilor alternative de acoperire a necesarului de energie din surse locale disponibile.

Biomasa fiind cea mai răspândită resursă, inclusiv de energie, ar putea acoperi greutatea cea mai mare în acest context. Orientarea către deșeurile de origine biologică, care, de asemenea, presupun o energie înglobată, prin producerea combustibililor alternativi, precum biogazul și biosingazul, pe lângă diminuarea impactului asupra mediului, în cazul neutilizării acestora, prezintă și următoarele avantaje [66] comparativ cu utilizarea combustibililor fosili:

- reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră pe termen scurt;
- diminuarea efectului schimbărilor climatice, pe termen mediu și
- asigurarea acoperirii necesarului de energie, pe termen lung.

În condițiile în care circa 70 % din consumul intern brut de energie provine din import, costul resurselor fosile este în permanentă evoluție pozitivă, iar avantajele manifestate de biocombustibilii proveniți din deșeuri ne orientează către necesitatea identificării cantității de materie primă și a energiei corespunzătoare la nivel local și regional, ce ar putea fi utilizată în acest scop.

1.4.2. Capacitatea unităților generatoare funcție de efectivul de animale

Țara noastră fiind una cu economie bazată pe agricultură, una din îndeletnicirile de bază ale populației o constituie creșterea păsărilor și animalelor, acestea fiind prezente în majoritatea gospodăriilor rurale. Totodată, sunt și ferme orientate către creșterea animalelor. Aici pot fi crescute diferite specii de animale și efectiv de animale diferit. În acest context, fiecare gospodărie generează deșeuri biodegradabile, iar cantitatea și calitatea acestuia depinde de specia și de numărul de animale și păsări întreținut, precum și de alți factori.

Luând în considerație calitatea, inclusiv energetică diferită a deșeurilor produse de animale și păsări, se propune analiza și formularea expresiilor matematice a potențialului energetic al acestora, și a puterilor instalate ale unităților generatoare, funcție de specia și numărul de animale întreținute.

1.4.3. Necesitatea promovării energiei SER

În anul 2009 fiind aprobată metodologia determinării, aprobării și aplicării tarifelor la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie și biocombustibil [67], au fost puse bazele stimulării producerii energiei regenerabile. În perioada de după aprobarea acestei metodologii, până în luna aprilie 2020 au fost înregistrați 53 de producători de energie electrică din surse regenerabile, perioadă în care a fost instalată o putere totală de 33,65 MW. Astfel, această metodă s-a dovedit a fi puțin eficientă, în domeniul energiei regenerabile, din motivul determinării și aprobării anuale a tarifului la energia electrică produsă, începând cu următorul an după punerea în funcțiune și funcționarea centralei electrice.

Ulterior în septembrie 2017, a fost aprobată Metodologia de determinare a tarifelor fixe și a prețurilor la energia electrică produsă de producătorii eligibili din surse regenerabile de energie [21], care a intrat în vigoare la 25 martie 2018. Metodologia prevede că prețurile stabilite în cadrul licitațiilor se vor ajusta anual pe parcursul unei perioade de 15 ani și începând cu data de 1 martie a fiecărui an ulterior anului punerii în funcțiune a centralei electrice de către producătorul eligibil, tarifele fixe și prețurile stabilite în cadrul licitațiilor vor fi indexate. Este de menționat că, din momentul intrării în vigoare a metodologiei, a fost confirmat/ofert statutul de producător eligibil pentru 26 de entități cu o putere totală de 27,23 MW, puterea instalată a unității pe biogaz fiind de 0,637 MW din 12 MW alocați pentru anul 2020.

Concluzii la capitolul 1

1. Societatea umană ultimele 3-4 decenii se confruntă cu fenomenul schimbării climei, care pune în pericol viața și existența oamenilor. Încălzirea globală, motorul schimbării climei, poate fi încetinită prin promovarea utilizării eficiente a resurselor energetice, pe de o parte, și a utilizării surselor de energie regenerabilă, din care fac parte și biocombustibilii gazoși produși din SER, precum biogazul și singazul.
2. Majoritatea statelor lumii, inclusiv UE, și-au asumat angajamente de promovare a eficienței energetice și a surselor de energie regenerabile. Cu referință la statele membre ale Uniunii Europene, acestea întru micșorarea impactului utilizării resurselor fosile de energie, au stabilit obiective obligatorii către anii 2020 și 2030 privitor la utilizarea energiei din surse de energie regenerabile, iar biocombustibilii gazoși au un rol important în atingerea acestora. Țara noastră fiind parte a Comunității Energetice se aliniază tendințelor din domeniu, astfel fiind asumate angajamente.
3. Republica Moldova fiind o țară net importatoare de resurse energetice de origine fosilă, subiectul asigurării țării cu resurse energetice este unul deosebit de important. Această situație ar putea fi ameliorată prin promovarea producerii energiei din SER. Principalele surse locale le constituie energia solară, eoliană și biomasa. Biomasa este una din cele mai utilizate resurse, plasându-se pe locul patru în lume.
4. În contextul promovării SER la nivel local, este de menționată că, în conformitate cu datele Biroului Național de Statistică, consumul de biomasă în țară deja constituie 760 ktep pe an, ceea ce reprezintă 28,5 % din consumul final de energie.
5. Economia țării bazată pe agricultură presupune disponibilitatea unui potențial important de biomasă. Aceasta ar putea fi utilizată la producerea carburanților lichizi și gazoși, cei gazoși fiind avantajați de posibilitatea producerii lor din deșeuri animaliere, fapt ce ar contribui și la soluționarea problemei deșeurilor animaliere. În acest context, este cazul de a promova cu mai multă insistență producerea și utilizarea biocombustibililor gazoși produși din deșeuri.
6. Biogazul, pentru țara noastră nu este o noutate. Acesta este produs și valorificat în scop energetic pentru producerea energiei electrice și termice în regim de cogenerare, în unități generatoare cu puteri electrice instalate de la 80 kWe până la 3,6 MWe, acestea servind drept exemple de bune practici.
7. Plecând de la dimensiunile țării, este de așteptat ca puterile caracteristice instalațiilor generatoare, bazate pe biocombustibili gazoși la nivelul producătorilor locali vor prezenta valori cuprinse între 50-100 kW. Astfel, devine oportună estimarea potențialului disponibil de biomasă din deșeuri, ce ar putea fi valorificat în scop energetic.

2. DEZVOLTĂRI METODOLOGICE CE PRIVESC PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA BIOGAZULUI ȘI BIO-SINGAZULUI ÎN SCOPURI ENERGETICE

2.1. Contribuții la metodologia de evaluare a potențialului de bioenergie din deșeuri la nivel național

2.1.1. Sursele principale de furnizare a materiei prime pentru producerea de biocombustibili gazoși

Materia primă utilizată în scopul producerii biocombustibililor gazoși poate avea origine diversă, dar exigențele timpului implică, după cum este menționat și în paragr. 1.3.3., axarea pe valorificarea deșeurilor în scop energetic.

Producerea biogazului este posibilă din orice materie organică de origine vegetală sau animală, inclusiv din deșeuri, exceptând acele surse care sunt interzise prin lege. Materia primă utilizată pentru producerea biogazului poate fi de proveniență diferită [68]:

- *agricultură:*

- deșeuri agricole ce cuprind totalitatea resturilor obținute de pe urma colectării recoltei (paie, hlujdani, rădăcini, frunze);
- plante energetice – plante cu un potențial energetic înalt, (porumb, salcie, sorg);
- creșterea animalelor – resturi obținute de pe urma activității de creștere a animalelor (gunoi de grajd bovin, porcine, de păsări etc.);

- *deșeuri organice de origine industrială:*

- reziduuri alimentare (provenite de la cantine, restaurante etc.);
- reziduuri și deșeuri agroalimentare (frunze de sfeclă de zahăr, frunze de sfeclă furajeră, lujeri de tomate tocați; drojdie de la distilării etc.);
- reziduuri obținute în urma proceselor de producție (de exemplu bere, zahăr, vin, lapte, alcool etc.);

- *deșeuri organice municipale:*

- apă și nămol de canalizare;
- reziduuri municipale solide organice.

Materia primă utilizată pentru producerea singazului este diversă, în lucrarea de față fiind analizată biomasa ce provine din sectorul agricol, în special deșeurile din acest sector:

- *deșeuri ale culturilor agricole* (paie, hlujdani, rădăcini, frunze);

- *deșeuri ale culturilor pomicele și din viticultură* (ramuri, coarde obținute în timpul curățării sezoniere a pomilor fructiferi și a viilor);

- *deșeuri forestiere* (ramuri, arbori uscați/doborâți de intemperii etc.)

2.1.2. Cerințe de durabilitate înaintate biomasei folosite în scopuri energetice

Comisia Europeană în data de 25 februarie 2010 a adoptat Raportul privind cerințele de durabilitate pentru utilizarea surselor de biomasă solidă și gazoasă pentru producerea energiei electrice,

încălzire și răcire prin care fac recomandări pentru sustenabilitatea folosirii biomasei și a biogazului în producția de energie [69].

Urmare a analizei cerințelor pentru extinderea programului de durabilitate al UE, Comisia a avut în vedere **trei cerințe** pe care politica europeană în domeniul durabilității biomasei trebuie să le respecte:

- eficacitate în soluționarea problemelor legate de utilizarea durabilă a biomasei;
- rentabilitate în îndeplinirea obiectivelor;
- coerența cu politicile existente.

Comisia recomandă statelor membre să urmeze modele similare și să se inspire din criteriile de durabilitate prezentate în raport. În acest fel se va minimaliza riscul de dezvoltare variată a criteriilor și, eventual, se va înlătura incompatibilitatea de la nivel național, care să conducă la bariere în calea comerțului și la limitarea creșterii în sectorul bioenergiei.

Criteriile recomandate se referă la:

- interdicția de a utiliza biomasă de pe terenurile convertite din păduri, de pe alte suprafețe cu stoc mare de carbon sau de pe zonele cu o bogată biodiversitate;
- o metodologie de calculare a emisiilor de gaze cu efect de seră, ce poate asigura o reducere a poluării, prin folosirea biomasei, de cel puțin 35 % și până la 50 % până în anul 2017;
- diferențierea, în cadrul sistemelor naționale de sprijin, a instalațiilor care au o eficiență energetică și o rată de conversie ridicată;
- monitorizarea originii biomasei.

„...Biomasa contribuie deja la mai mult de jumătate din consumul de energie regenerabilă la nivel UE, fiind o sursă curată, sigură și competitivă de energie. Cu acest raport, Comisia face o serie de recomandări privind criteriile de sustenabilitate pentru biomasa solidă și biogaz. În termen de 18 luni este programată o evaluare, pentru a determina dacă schema trebuie modificată, inclusiv prin introducerea unor standarde obligatorii”, a explicat dl. Günther OETTINGER, comisarul european pentru energie [70].

Raportul este însoțit și de o evaluare a impactului biomasei, ce arată că orice criterii obligatorii ar impune costuri substanțiale asupra statelor europene, în condițiile în care cel puțin 90% din biomasa consumată în UE provine din reziduuri forestiere și produse secundare din alte industrii. Din acest motiv, raportul concluzionează că nu este necesară o legiferare suplimentară.

În condițiile în care, statele membre urmau să realizeze planuri naționale de acțiune pentru energia regenerabilă până în 2010, recomandările au servit drept instrument pentru exploatarea potențialului biomasei în producția de energie. În funcție de aceste planuri de acțiune, CE urma să ia în considerare posibilitatea aplicării unor măsuri adiționale, cum ar fi o serie de criterii obligatorii de sustenabilitate. În absența unor regulamente armonizate la nivelul Uniunii Europene, statele membre sunt libere să pună în aplicare scheme naționale pentru biomasă și biogaz.

2.1.3. Factorii ce influențează cantitatea de materie primă

Producția de biogaz și singaz pot fi influențate de factori ce influențează cantitatea materiei prime, care la rândul său, în funcție de originea acesteia prezintă particularități specifice.

Astfel, cantitatea de deșuri ale culturilor agricole depinde de raportul recoltă-deșuri (tabelul 2.1) [43, 70-74] și a gradelor de recoltare și utilizare a acestora.

Tabelul 2.1. Factori influență cantitate deșuri culturi agricole

Cultura	Valoare raport reziduu-recoltă, t/t			Grad colectare	Grad valorificare	
	minimă	maximă	medie		Biogaz	Singaz
Grâu	1,00	2,00	1,50	0,85	0,05	0,25
Orz	1,20	1,80	1,50	0,85	0,00	0,05
Porumb	1,20	2,50	2,00	0,80	0,05	0,05
Leguminoase boabe (mazăre, fasole)	4,00	5,00	4,50	0,85	0,00	0,50
Floarea soarelui	1,20	3,90	2,00	0,85	0,00	0,50
Soia	2,00	3,50	2,50	0,85	0,00	0,50
Ovăz	1,00	2,00	1,50	0,85	0,00	0,05
Hrișcă	0,90	1,20	1,00	0,85	0,00	0,50

Pe lângă factorii menționați, asupra cantității de deșuri ale culturilor agricole influențează și suprafața însămânțată, condițiile climaterice anuale – an secetos sau ploios și alte condiții.

Cantitatea deșurilor culturilor pomicole, a deșurilor din viticultură și a celor forestiere (tab. 2.2) este dependentă de suprafața plantată, cantitatea specifică de biomasă (reziduu) ce poate fi colectată [43,75,76], a gradelor de recoltare și valorificare a acestora în scopul producerii de singaz.

Tabelul 2.2. Factori influență cantitate deșuri culturi pomicole, forestiere și din viticultură

Cultura	Valoare cantitate deșuri, m ³ /ha			Grad colectare	Grad valorificare
	minimă	maximă	medie		
Pomi fructiferi	0,80	1,70	1,20	0,90	0,30
Vii	0,80	1,90	1,30	0,90	0,40
Păduri	0,70	0,80	0,75	0,90	0,30

Cantitatea de gunoi de grajd provenită de la o specie de animale depinde de o mulțime de factori, precum: categoriile de animale, sistemul aplicat de întreținere a lor (cu - sau fără menținerea în grajd, animale legate sau libere etc.), existența așternutului sau lipsa acestuia, tipul așternutului utilizat, modul de executare a pardoselii (cu - sau fără grătar), de modalitatea de adăpare a animalelor și curățire a pardoselii, structura furajului oferit, care conduce la un consum de apă potabilă și, respectiv, la o cantitate de urină excretată, felul cum și cu ce sunt hrănite animalele.

Tabelul 2.3 ilustrează faptul că valorile producției de gunoi, chiar pentru aceeași specie de animale (bovine), variază foarte mult, pentru care a fost acceptată o valoare a producției de gunoi pentru întreaga categorie – 27,4 kg/zi sau 10 000 kg pe an.

Tabelul 2.3. Exemplu de aproximare a producției gunoiului de grajd pentru categoria - bovine

Categoriile de bovine	Producție totală de gunoi de la un animal pe zi, kg		
	fără așternut*	cu așternut*	o valoare medie acceptată
Viței	5-10	6-12	27,4 kg/zi
Juninci	16-21	18-26	
Tăurași	26-37	28-40	
Vaci de lapte	27-46	30-52	

* și adaos de apă

În tabelul 2.4. sunt aduse valorile numerice ale producției de gunoi de grajd provenite de la principalele specii de animale întâlnite în gospodăriile locale [77-82]. Valorile pentru toate categoriile de animale au fost determinate conform principiului prezentat anterior.

Tabelul 2.4. Valori producție de gunoi de grajd* (media pe cap de animal/pasăre), kg

Specie	pe zi			pe săpt.			pe lună			pe an		
	min	max	mediu	min	max	mediu	min	max	mediu	min	max	mediu
Bovine	21,92	32,88	27,40	153,42	230,14	191,78	657,53	986,30	833,33	8 000	12 000	10 000
Porcine	3,84	4,93	4,38	26,85	34,52	30,68	115,07	147,95	133,33	1 400	1 800	1 600
Ovine	1,37	2,47	1,64	9,59	17,26	11,51	41,10	73,97	50	500	900	600
Cabaline	13,70	27,40	16,44	95,89	191,78	115,07	410,96	821,92	500	5000	10 000	6 000
Iepuri	0,15	0,55	0,35	1,05	3,84	2,45	4,52	16,44	10,5	55	200	125
Păsări	0,04	0,11	0,08	0,29	0,77	0,58	1,23	3,29	2,5	15	40	30

*cu așternut și adaos de apă

Din tabelul de mai sus se observă că, volumul anual de gunoi de grajd cu valorile cele mai mari sunt înregistrate la bovine, acestea fiind urmate de cabaline, ultimul loc revenind păsărilor.

Considerând că gradul de colectare a deșeurilor animaliere constituie 100%, atunci cel de valorificare pentru bovine, porcine, cabaline, iepuri și păsări, deoarece sunt întreținute preponderent în locuri ce permit colectarea dejecțiilor este acceptat la nivelul de 60%, iar pentru ovine și caprine – la nivelul a 40 % pe parcursul unui an.

Cantitatea de deșeuri din industria alimentară este direct proporțională cu cantitatea de produs finit realizat pe parcursul anului de gestiune sau a perioadei de analiză. Deoarece producția este realizată în cadrul întreprinderilor, deșeurile rezultate sunt concentrate și ar putea fi valorificate într-o proporție destul de ridicată. Din aceste considerente, a fost acceptat un grad de valorificare a materiei prime pentru deșeurile industriei lactatelor și a băuturilor alcoolice în valoare de 85 % și pentru cele din industria sucurilor și celei de panificație - de 75 %.

La estimarea cantității de deșeuri menajere utilizabile pentru producerea de biogaz, care depinde de numărul populației, nivelul de trai al populației, precum și specificul țării, se va accepta o valoare conservativă de 50 % [72] din întreaga cantitate de deșeuri colectate anual la rampele de gunoi, deoarece conform datelor prezentate în Strategia Națională de Gestionare a Deșeurilor a Republicii Moldova [27] această pondere din cantitatea de deșeuri evacuate la gropile de gunoi sunt resturi alimentare, care pot fi supuse procesului de digestie anaerobă. Valorificarea lor pentru producerea de biogaz ar fi o metodă de soluționare și a problemei de mediu.

2.1.4. Elaborarea metodologiei de evaluare a potențialului de biogaz

Potențialul de biogaz reprezintă o dimensiune variabilă funcție de evoluția tuturor componentelor ce îl determină. În formula 2.1 este prezentată expresia generală utilizată la determinarea potențialului de biocombustibil gazos.

$$B_{BG} = \sum_{i=1}^n M_{mp,i} \cdot (1 + r_i)^t \cdot K_i \cdot U_i \cdot P_{BG,i} \cdot Q_{BG,i} \quad (2.1)$$

unde $M_{mp,i}$ reprezintă cantitatea calculată de materie primă funcție de originea i a acesteia, tone/an

- r_i - rata anuală a evoluției cantității de materie primă i ,
- t - anul pentru care va fi determinat potențialul de biogaz, ani
- K_i - gradul de colectare a materiei prime în scopul producerii de biogaz
- U_i - gradul de utilizare a materiei prime în scopul producerii de biogaz
- $P_{BG,i}$ - productivitatea de biogaz, m^3/t_{mp}
- $Q_{BG,i}$ - căldura inferioară de ardere a biogazului rezultat, MJ/m^3

În funcție de tipul materiei prime, prezentate în paragr. 2.1.1., utilizate pentru producerea de biocombustibili gazoși în continuare sunt prezentate expresiile de estimare a cantității acesteia.

Astfel, pentru sectorul creșterii animalelor cantitatea de materie primă $M_{mp,anim}$ se determină:

$$M_{mp,anim} = \sum_{a=1}^A Ef_a \cdot m_a \quad (2.2)$$

unde Ef_a reprezintă efectivul calculat de animale din categoria a , în anul de referință
 m_a - cantitatea specifică anuală a materiei prime a animalelor din categoria a , t/cap/an

- pentru sectorul cultivării plantelor cantitatea de materie primă $M_{mp,pl}$ se determină:

$$M_{mp,pl} = \sum_{z=1}^z rec_z \cdot z_z \quad (2.3)$$

unde rec_z reprezintă recolta calculată a culturii z recoltată în anul de referință, tone
 z_z - cantitatea specifică de deșeu agricol per tonă recoltă de cultura z , t/t_{rec}

- pentru sectorul industriei cantitatea de materie $M_{mp,ind}$ se determină:

$$M_{mp,ind} = \sum_{b=1}^B m_b \quad (2.4)$$

unde m_b reprezintă cantitatea calculată de materie corespunzătoare ramurii b a industriei naționale considerată, în anul de referință

- pentru sectorul deșeuuri cantitatea de materie $M_{mp,rez}$ reprezintă cantitatea calculată de reziduuri, în anul de referință.

2.1.5. Metodologia aplicată la evaluarea potențialului de bio-singaz

Similar principiului de determinare a potențialului de biogaz, potențialul de bio-singaz reprezintă o dimensiune variabilă funcție de evoluția tuturor componentelor ce îl determină, în formula 2.5 fiind prezentată expresia generală de determinare a acestuia.

$$B_{SG} = \sum_{x=1}^n M_{mp,x} \cdot (1 + r_x)^t \cdot K_x \cdot U_x \cdot P_{SG,x} \cdot Q_{SG,x} \quad (2.5)$$

unde $M_{mp,x}$ reprezintă cantitatea de materie primă funcție de originea x a acesteia, tone/an

r_x - rata anuală a evoluției cantității de materie primă x ,

t - anul pentru care va fi determinat potențialul de biogaz, ani

K_x - gradul de colectare a materiei prime în scopul producerii de biosingaz

U_x - gradul de utilizare a materiei prime în scopul producerii de bio-singaz

$P_{SG,x}$ - productivitatea de bio-singaz, m³/t_{mp}

$Q_{SG,x}$ - căldura inferioară de ardere a bio-singazului, MJ/m³

Corespunzător materiei prime, prezentate în paragr. 2.1.1., utilizate pentru producerea de bio-singaz în continuare sunt prezentate expresiile de estimare a cantității acesteia.

Pentru sectorul *culturilor agricole* cantitatea de materie primă $M_{mp,ca}$ se determină:

$$M_{mp,ca} = \sum_{x=1}^X rec_{c,x} \cdot z_x \quad (2.6)$$

unde $rec_{c,x}$ reprezintă recolta medie a culturii x recoltată în anul de referință, tone

z_x - cantitatea specifică de deșeu agricol per tonă recoltă de cultura z , t/t_{rec}

Pentru sectorul *culturilor pomicole și viticole* cantitatea de materie primă $M_{mp,cpv}$ se determină:

$$M_{mp,cpv} = \sum_{x=1}^X S_x \cdot z_x \quad (2.7)$$

unde S_z reprezintă suprafața medie acoperită cu cultura x , în anul de referință, ha
 z_z - cantitatea specifică de deșeu obținută de pe urma lucrărilor de curățare sezonieră, tone/ha

Pentru fâșiile forestiere cantitatea de materie primă $M_{mp,ff}$ se determină:

$$M_{mp,ff} = S_{ff} \cdot z_{ff} \quad (2.8)$$

unde S_{ff} reprezintă suprafața medie acoperită cu păduri, în anul de referință, ha
 z_{ff} - cantitatea specifică de deșeu obținută de pe urma lucrărilor de curățare sezonieră, tone/ha.

Cantitatea calculată de materie primă

Practică arată o evoluție a componentelor ce determină cantitatea de materie primă. Această evoluție poate fi una crescătoare sau descrescătoare, în lucrare fiind acceptată o evoluție descrisă de o funcție exponențială, după cum este prezentat în figura 2.1.

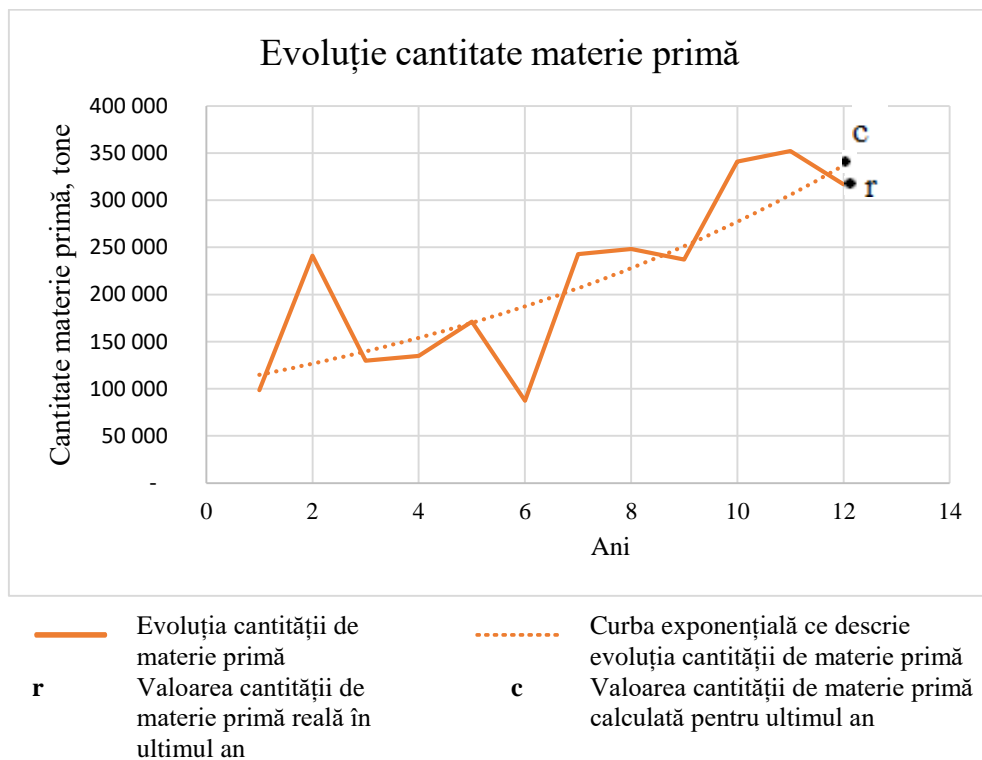


Figura 2.1. Evoluția cantității de materie primă și curba exponențială ce o determină

Fiind identificată o diferență între valorile reale (în fig. 2.1 fiind marcată cu litera r) și cele descrise de funcția exponențială – numite calculate (în fig. 2.1 fiind marcată cu litera c), întru evitarea unui decalaj de valoare, la determinarea potențialului de biogaz, cât și cel de singaz, pentru anii 2020 și 2030, se operează cu valori calculate.

Astfel, la determinarea potențialului de biogaz și singaz, în calitate de valoare de referință, sau valoare de bază, a cantității materiei prime, va fi considerată valoarea calculată, pentru anul de calcul considerat.

2.2. Dezvoltarea modelelor matematice ce privesc determinarea costului gazului biologic și a energiei produse din el

2.2.1. Costul anual al biogazului

În conformitate cu Hotărîrea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică cu privire la aprobarea *Metodologiei de determinare a tarifelor fixe și a prețurilor la energia electrică produsă de producătorii eligibili din surse regenerabile de energie* [21], prețurile plafon și tarifele fixe pentru energia electrică produsă din surse regenerabile de energie se determină în baza metodei costului nivelat al energiei și se aplică pe o perioadă de 15 ani. În acest context, ar fi relevantă utilizarea unui cost al gazului, considerat la determinarea costului energiei produse din acesta, nivelat pe aceeași durată a perioadei de studiu, dar din considerentul percepției de către investitori a costurilor curente [83], în prezenta lucrare se va opera cu un cost anual de calcul pentru biogazul și singazul produs. Astfel, costul biogazului produs $C_{BG,t}$ [84] se determină prin raportarea cheltuielilor de calcul anuale CA_t , la volumul de biogaz produs în anul respectiv $V_{BG,t}$:

$$C_{bio,t} = CA_t / V_{bio,t} \quad (2.9)$$

Cheltuielile CA_t includ cheltuielile cu investiția $C_{I,t}$ și cheltuielile operaționale $C_{oper,t}$ –

$$CA_t = C_{I,t} + C_{oper,t} \quad (2.10)$$

Cheltuielile cu investiția, deoarece pot fi realizate pe parcursul unui singur an echivalează cu I , ce țin de întreaga infrastructură a stației de biogaz (cu excepția instalației de cogenerare), însumează investiția în rezervorul de stocare, sistemul de tratare a materiei prime în dozator I_{smp} și în sistemul de alimentare a fermentatorului (pompe) $I_{a.f.}$, investiția în fermentator I_{ferm} , în sistemul de încălzire a fermentatorului I_{sif} , în sistemul de evidență și control (termometre, indicator de nivel, etc) $I_{sec.}$, în sistemul de filtrare a biogazului $I_{f.b.}$ și în rezervorul de stocare a digestatului I_{digest} : cheltuieli de proiectare, cheltuieli de construcție, arenda transport la etapa de edificare a stației de biogaz [85]:

$$I = I_{smp} + I_{a.f.} + I_{ferm} + I_{sif} + I_{sec} + I_{f.b.} + I_{digest} \quad (2.11)$$

Cheltuielile anuale cu investiția includ cheltuielile pentru rambursarea împrumutului și dobânda anului respectiv, iar în ipoteza amortizării uniforme acestea se determină prin raportarea investiției totale la durata actualizată a perioadei de studiu (\bar{T}):

$$C_{I,t} = I/\bar{T} \quad (2.12)$$

Cheltuielile anuale operaționale se determină cu expresia:

$$C_{oper,t} = C_{mp,t} + C_{O\&M,t} \quad (2.13)$$

unde $C_{mp,t}$ reprezintă cheltuielile curente cu materia primă;

$C_{O\&M,t}$ - cheltuielile curente de operare și mentenanță (O&M).

Cheltuielile cu materia primă:

$$C_{mp,t} = C_{ptt,t} + C_{wb,t} \quad (2.14)$$

unde $C_{ptt,t}$ reprezintă cheltuielile cu procurarea materiei prime, transportarea și tratarea ei și sunt funcție de tipul materiei prime, numărul de substraturi ce vor fi utilizate (un tip de materie primă sau în co-digestie) și costul ei $C_{pmt,t}$; cheltuielile cu transportarea materiei $C_{tmp,t}$, în cazul în care este adusă; cheltuieli cu tratarea materiei prime $C_{tr.mp,t}$ (în cazul gunoiului de grajd):

$$C_{ptt,t} = C_{pmt,t} + C_{tmp,t} + C_{tr.mp,t} \quad (2.15)$$

$C_{pmt,t}$ - cheltuieli cu procurarea materiei prime:

$$C_{pmt,t} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \cdot c_{mp,n,0} \cdot (1+r_{mp,n})^t \quad (2.16)$$

$M_{mp,n}$ - masa anuală de materie primă de tipul n utilizată pentru producerea de biogaz:

$$M_{mp,n} = m_{mp,n} \cdot F_{inc}$$

$m_{mp,n}$ - cantitatea de materie primă n utilizată la o încărcare a fermentatorului;

F_{inc} - frecvența de încărcare;

$c_{mp,n,0}$ - costul materie prime de tip n , în anul de referință;

$r_{mp,n}$ - rata anuală de creștere a costului materiei prime n ;

$C_{tmp,t}$ - cheltuielile cu transportarea materiei prime:

$$C_{tmp,t} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \cdot c_{t,n,0} \cdot (1+r_{t,n})^t \quad (2.17)$$

$c_{t,n,0}$ - costul transportării materie prime de tip n , raportate la anul de referință;

$r_{t,n}$ - rata anuală de creștere a cheltuielilor cu transportarea materiei prime n .

$C_{tr.mp,t}$ - cheltuieli cu tratarea materiei prime n :

$$C_{tr.mp,t} = M_{mp,n} \cdot c_{tr,n,0} \cdot (1+r_{tr,n})^t \quad (2.18)$$

$c_{tr,n,0}$ - costul tratării materie prime de tip n , raportate la anul de referință;

$r_{tr,n}$ - rata anuală de creștere a cheltuielilor cu tratarea materiei prime n ;

iar $C_{wb,t}$ cheltuielile cu alimentarea fermentatorului se determină prin

$$C_{wb,t} = C_{w,t} + C_{b,t} \quad (2.19)$$

$C_{w,t}$ - cheltuieli cu energia utilizată la alimentarea fermentatorului

$$C_{w,t} = M_{mp,tot,t} \cdot c_{wf,0} \cdot (1+r_w)^t \quad (2.20)$$

$M_{mp,tot}$ - masa totală anuală a materie prime utilizate

$$M_{mp,tot} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \quad (2.21)$$

- $c_{wf,n,0}$ - cheltuieli specifice cu energia pentru alimentarea fermentatorului, raportate la anul de referință;
- r_w - rata anuală de creștere a tarifului la energia electrică.
- $C_{b,t}$ - cheltuieli cu bacteriile metanogene
- $$C_{b,t} = M_{mp,tot} \cdot c_{b,0} \cdot (1+r_b)^t \quad (2.22)$$
- $c_{b,n,0}$ - costul bacteriilor metanogene, raportate la anul de referință;
- r_b - rata anuală de creștere a costului bacteriilor metanogene.

Cheltuielile de operare și mentenanță includ salariul angajaților la stația de producere a biogazului, costul materialelor consumabile, costul pieselor de schimb și a lucrărilor de reparații curente:

$$CA_{O\&M,t} = C_{O\&M,0} \cdot (1+r_{O\&M})^t, \quad (2.23)$$

unde $C_{O\&M,0}$ - cheltuielile de operare și mentenanță raportate la anul de referință :

$$C_{O\&M,0} = k_{O\&M,0} \cdot I, \text{ €/an}; \quad (2.24)$$

$k_{O\&M,0}$ - valoarea de referință a cotei O&M, % din valoarea I;

$r_{O\&M}$ - rata anuală de creștere a cheltuielilor O&M.

De menționat, că în calitate de *an de referință*, pentru care se consideră cunoscute valorile numerice $c_{mp,n,0}$, $c_{t,n,0}$, $c_{tr,n,0}$, $c_{wf,n,0}$, $c_{b,n,0}$ și $k_{O\&M,0}$, este anul ce precedează primul an de funcționare a stației de biogaz.

Volumul de biogaz produs pe parcursul anul t se determină după cum urmează:

$$B_{BG,t} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n,t} \cdot b_{BG,n,pr} + \sum_{n=1}^N M_{mp,n,t} \cdot su_n \cdot sou_n \cdot b_{BG,n,sou} \quad (2.25)$$

$M_{mp,n}$ - masa materiei prime de tip n ;

$B_{BG,n,pr}$ - producția specifică de biogaz, obținută din masa proaspătă, m^3/t_{mpr}

su_n - partea de substanță uscată, % din masa materiei prime n ,

sou_n - partea de substanță organică uscată, % din masa materiei prime n uscate

$B_{BG,n,sou}$ - producția specifică de biogaz, obținută din masa organică uscată, m^3/t_{sou}

De remarcat, că costul determinat al biogazului $C_{BG,t}$ reprezintă un cost de calcul ce ia în considerație evoluția tuturor parametrilor.

2.2.2. Costul singazului produs

Costul singazului produs $C_{SG,t}$ se determină, de asemenea, prin raportarea cheltuielilor anuale de calcul CA_t , la volumul total de singaz produs $V_{SG,t}$:

$$C_{SG,t} = CA_t / V_{SG,t} \quad (2.26)$$

Cheltuielile anuale de calcul CA_t includ cheltuielile cu investiția C_I și cheltuielile operaționale $C_{oper,t}$, conform expresiei (2.10).

Cheltuielile cu investiția, care pot fi realizate pe parcursul unui singur an, ce țin de întreaga infrastructură necesară producerii de singaz, însumează investiția în unitățile de stocare, sistemul de tocare a materiei prime I_{tmp} , în sistemul de alimentare a gazeificatorului (încărcător) $I_{a.g.}$, investiția în gazeificator I_{gaz} și în sistemul de filtrare a singazului $I_{f.s.}$: cheltuieli de proiectare, cheltuieli de construcție, arenda transport la etapa de edificare a stației de singaz:

$$I = I_{tmp} + I_{a.g} + I_{gaz} + I_{f.s.} \quad (2.27)$$

Cheltuielile anuale cu investiția se determină conform expresiei (2.12), iar cele operaționale - cu expresia (2.13).

Cheltuielile anuale cu materia primă:

$$C_{mp,t} = C_{ptt,t} + C_{wb,t} \quad (2.28)$$

unde $C_{ptt,t}$ reprezintă cheltuielile cu procurarea materiei prime și, după caz, transportarea ei și sunt funcție de cantitatea materiei prime și costul ei $C_{pmt,t}$; cheltuielile cu transportarea materiei $C_{tmp,t}$, în cazul în care este adusă:

$$C_{ptt,t} = C_{pmt,t} + C_{tmp,t} \quad (2.29)$$

$C_{pmt,t}$ - cheltuieli cu procurarea materiei prime:

$$C_{pmt} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \cdot c_{mp,n,0} \cdot (1+r_{mp,n})^t \quad (2.30)$$

$M_{mp,n}$ - masa anuală de materie primă de tipul n utilizată pentru producerea de singaz:

$$M_{mp,n} = m_{mp,n} \cdot F_{inc} \quad (2.31)$$

$m_{mp,n}$ - cantitatea de materie primă n utilizată la o încărcare a gazeificatorului;

F_{inc} - frecvența de încărcare;

$c_{mp,n,0}$ - costul materie prime de tip n , în anul de referință;

$r_{mp,n}$ - rata anuală de creștere a costului materiei prime n ;

$C_{tmp,t}$ - cheltuielile cu transportarea materiei prime:

$$C_{tmp,t} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \cdot c_{t,n,0} \cdot (1+r_{t,n})^t \quad (2.32)$$

$c_{t,n,0}$ - costul transportării materie prime de tip n , raportate la anul de referință;

$r_{t,n}$ - rata anuală de creștere a cheltuielilor cu transportarea materiei prime n .

iar $C_{W,t}$ cheltuielile cu alimentarea gazeificatorului presupun cheltuieli cu energia utilizată la alimentarea gazeificatorului și se determină prin

$$C_{W,t} = M_{mp,tot,t} \cdot c_{wf,0} \cdot (1+r_w)^t \quad (2.33)$$

$M_{mp,tot,t}$ - masa totală anuală a materiei prime utilizate

$$M_{mp,tot,t} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n,t} \quad (2.34)$$

$c_{Wg,n,0}$ - cheltuieli specifice cu energia pentru alimentarea gazeificatorului, raportate la anul de referință;

r_w - rata anuală de creștere a tarifului la energia electrică.

Cheltuielile de operare și mentenanță includ salariul angajaților la stația de producere a singazului, costul materialelor consumabile, costul pieselor de schimb și a lucrărilor de reparații curente și determină conform expresiilor (2.23) și (2,24).

De menționat, că în calitate de *an de referință*, pentru care se consideră cunoscute valorile numerice $c_{mp,n,0}$, $c_{t,n,0}$, $c_{tr,n,0}$, $c_{Wg,n,0}$ și $k_{O\&M,0}$ este anul ce precede primul an de funcționare a stației de biosingaz.

Volumul anual de singaz produs pe parcursul unui an se determină după cum urmează:

$$B_{SG} = \sum_{n=1}^N M_{mp,n} \cdot b_{SG,n,pr} \quad (2.35)$$

$M_{mp,n}$ - masa materiei prime de tip n;

$B_{SG,n,pr}$ - producția specifică de singaz, obținută din materia primă, m^3/t_{mp}

De remarcat, că costul biosingazului $C_{SG,t}$ determinat prin această metodă reprezintă un cost de calcul pentru fiecare an din perioada de studiu, care ia în considerare variația parametrilor considerați.

2.2.3. Cerințe ale tehnologiilor de utilizare a biogazului

Utilizările finale ale biogazului sunt multiple, însă tehnologiile sau integrarea tehnologiilor care permit utilizarea lor sunt relativ noi și variază în funcție de materia primă utilizată și de procesul de producere a gazului și, bineînțeles, de utilizarea finală a lor.

Biogazul rezultat în procesul fermentării anaerobe are în componența sa mai multe gaze cu o concentrație diferită [86, 87], după cum este prezentat în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5. Compuși ai biogazului

Componentă	Unitate măsură	Proveniență biogaz				
		Deșeuri municipale	Ape reziduale	Deșeuri agricole (vegetale și organice)	Deșeuri industrie agricolă	Gunoiști
CH ₄	%	50-60	55-77	50-75	50-75	35-70
CO ₂	%	34-38	19-45	19-50	26	15-60
N ₂	%	0-5	<2	<3		<17
O ₂	%	0-1	<1	<1		<5
H ₂ O	%	saturată la temperatura de ieșire din digester				
H ₂	%					0-5
CO	%					0-3
H ₂ S	ppm	70-650	150-3000	<7000	280	<400
arome	mg/m ³	0-200				30-1900
NH ₃				50 – 100 mg/m ³		5 ppm
Compuși halogenați	mg/m ³	100-800				1-2900
C ₆ H ₆	mg/m ³		0,1-0,3	0,7-1,3		0,6-2,3
C ₇ H ₈	mg/m ³		2,8-11,8	0,2-0,7		1,7-5,1
Siloxani	(ppmv)		1,5-15	<0,4		0,1-4
Substanțe organice nemetanice	% masă uscata					<0,25
Organice volatile	% masă uscata					<0,1

În continuare este prezentată schema ce prezintă posibilități de utilizare a biogazului funcție de calitatea acestuia, unde tratarea completă presupune eliminarea CO₂, a vaporilor de apă și a altor gaze.

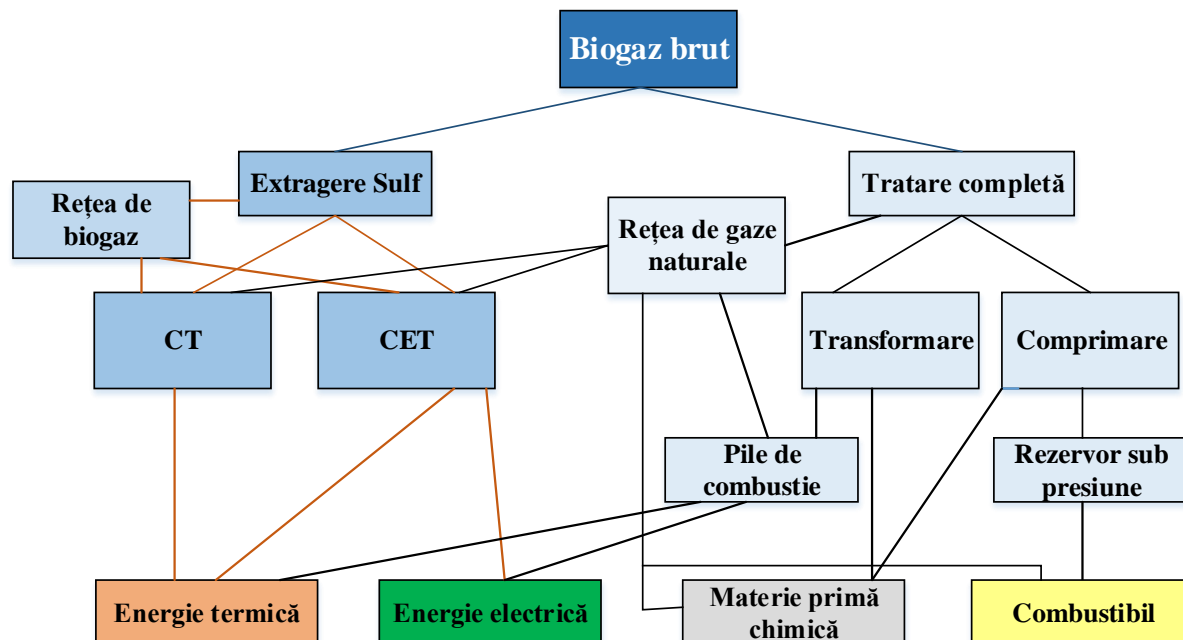


Figura 2.2. Utilizări ale biogazului

În cazul în care se dorește o îmbunătățire a calității biogazului produs, precum eliminarea impurităților, pentru a facilita și mări durata de viață a unităților ce vor utiliza în calitate de combustibil biogazul.

2.2.4. Costul energiei produse din biocombustibili gazoși

Mai jos va fi prezentat modelul de calcul al costul nivelat al energiei produse, pe durata normată de viață a ei . Calcul se va realiza în baza cheltuielilor totale actualizate (CTA) aferente producerii energiei și în baza volumului de electricitate produs WTA [88, 89].

Cheltuielile totale la CTE includ următoarele componente:

$$CTA_{CTE} = CTA_I + CTA_{O\&M} + CTA_{comb} \quad (2.36)$$

unde CTA_I reprezintă cheltuielile cu investiția,

$CTA_{O\&M}$ - cheltuielile de operare și mentenanță și

CTA_{comb} - cheltuielile cu combustibilul.

Pentru componentele CTA vor fi aduse formulele finale de calcul bazate pe aplicarea modelelor statice-echivalente -

Cheltuielile cu investiția reprezintă valoarea totală actualizată a investiției eşalonate pe perioada de construcție d . Actualizarea, se efectuează la anul precedent primul an de funcționare –

$$CTA_I = \sum_{t=-(d-1)}^0 I_t \cdot (1+i)^{\ominus-t} \quad (2.37)$$

În cazul eşalonării investiției I_0 în rate egale pe durata d , pentru CTA_I se obține:

$$CTA_I = I_0 \cdot \bar{T}_{d,i} , \quad (2.38)$$

unde durata recalculată a perioadei de studiu se determină cu relația:

$$\bar{T}_{d,i} = [1 - (1+i)^{-d}] / i \quad (2.39)$$

Cheltuielile de operare și mentenanță reprezintă costul tuturor lucrărilor ce asigură stabilitatea proprietăților tehnologice ale instalațiilor și buna funcționare a surselor de energie pe parcursul duratei lor de viață și se determină cu expresia:

$$CTA_{O\&M} = C_{O\&M,0} \cdot \bar{T}_{T,x} \quad (2.40)$$

unde cheltuielile anuale de calcul ce țin de operare și mentenanță în anul de referință t_0 , raportate la anul 0 se determină cu expresia

$$C_{O\&M,0} = k_{O\&M,0} \cdot I \quad (2.41)$$

$k_{O\&M,0}$ reprezintă cota anuală pentru exploatare și mentenanță din valoarea investiției totale;

$\bar{T}_{T,x}$ - durata actualizată a perioadei de calcul, ce reflectă durata calendaristică a perioadei de calcul, rata de actualizare și dinamica cheltuielilor anuale de O&M și se determină cu relația:

$$\bar{T}_{T,x} = [1 - (1+x)^{-T}] / x \quad (2.42)$$

T este durata de studiu, în ani calendaristici

x reprezintă sintetică de recalculare a duratei perioadei de studiu și se deduce după cum este prezentat în continuare:

$$(1 + x) = (1 + i)/(1 + r_{O\&M}) \text{ și } x = (i - r_{O\&M})/(1 + r_{O\&M}) \quad (2.43)$$

$r_{O\&M}$ este rata creșterii anuale a cheltuielilor de întreținere și reparații
 i - rata de actualizare

Cheltuielile cu combustibilul se determină cu expresia

$$CTA_{\text{comb}} = C_{\text{comb},0} \cdot \bar{T}_{T,x} \quad (2.44)$$

unde $\bar{T}_{T,x}$ reprezintă durata actualizată a perioadei de calcul, ce reflectă durata calendaristică a perioadei de calcul, rata de actualizare, rata de degradare a capacității de producție, rata de creștere a consumului specific de combustibil și rata de creștere a costului combustibilului, iar rata recalculată a perioadei de studiu se determină cu expresia:

$$(1 + x) = [(1 + i) \cdot (1 + r_{\text{degr}})] / [(1 + r_b)(1 + r_{\text{comb}})] \quad (2.45)$$

r_{degr} - rata anuală de diminuare a volumului producției;

r_b - rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil;

r_{comb} - rata anuală de creștere a prețului la combustibil

cheltuielile anuale de calcul cu combustibilul raportate la anul de referință, anul 0, $C_{\text{comb},0}$, se determină prin:

$$C_{\text{comb},0} = W_0 \cdot b_0 \cdot p_0 \quad (2.46)$$

W_0 - volumul energiei electrice produse raportate la anul de referință, la anul 0;

b_0 - consumul specific de combustibil raportate la anul de referință, la anul 0;

Volumul de energie electrică produs pe durata de viață a instalațiilor se determină cu relația –

$$WTA = W_0 \cdot \bar{T}_{T,x} \quad (2.47)$$

Durata recalculată a perioadei de studiu se determină cu relația (2.42), iar rata recalculată a perioadei de studiu se determină cu expresia:

$$x = i + r_{\text{degr}} + i \cdot r_{\text{degr}} \quad (2.48)$$

Costul nivelat al energiei, conform celor enunțate mai sus se determină cu relația:

$$CNAE_w = CTA / WTA \quad (2.49)$$

În cazul cogenerării, când în cadrul unei și aceleași instalații se produc concomitent două forme de energie - termică și electrică, apare problema repartizării cheltuielilor totale, aferente producerii energiilor, pe tipurile de energie produse. Pentru soluționarea problemei date, în prezenta lucrare se va utiliza metoda cheltuielilor remanente.

Cheltuielile totale actualizate, realizate pe o perioadă de calcul ce cuprinde T ani, se vor nota prin CTA_{CET} , iar alocarea acestor cheltuieli pe energiile produse termică și electrică - prin CTA și, respectiv CTA_W .

În baza notațiilor de mai sus se obține –

$$CTA = CTA_W + CTA_Q \quad (2.50)$$

Valoarea medie a prețului de cost a energiilor produse la un CET pe perioadă de T ani este:

$$CNAE_Q = CTA_Q / QTA, \quad (2.51)$$

$$\text{și } CNAE_W = CTA_W / WTA \quad (2.52)$$

unde WTA și QTA reprezintă volumul energiei electrice și termice produse pe perioada considerată (valori actualizate la rata i):

$$QTA = \sum_{t=1}^T Q_t \cdot (1+i)^t \quad (2.53)$$

$$\text{și } WTA = \sum_{t=1}^T W_t \cdot (1+i)^t \quad (2.54)$$

Dacă înlocuim relațiile (2.51) și (2.52) în (2.50) vom obține o ecuație cu două variabile:

$$CNAE_{Q,CET} \cdot QTA + CNAE_{W,CET} \cdot WTA = CTA_{CET} \quad (2.55)$$

În cazul în care unul din preturile $CNAE_W$ sau $CNAE_Q$ este acceptat la nivelul unei valori de referință, mai des $CNAE_{Q,REF} = CNAE_Q$, ușor determinăm celălalt cost din relația:

$$CNAE_{W,CET} = (CTA_{CET} - CNAE_{Q,REF}) / WTA \quad (2.56)$$

2.3. Stabilirea capacităților limită a stațiilor familiale și fermiere de producere a biogazului

2.3.1. Cantitatea de gunoi de grajd obținută în funcție de numărul de animale

Cantitatea de gunoi de grajd ce poate fi obținută de la diferite tipuri de gospodării agricole depinde de factorii menționați în paragraful 2.1.2, dar și de numărul de animale sau păsări crescute la ferme. În tabelele 2.6 și 2.7 sunt prezentate cantitățile de gunoi de grajd ce pot fi obținute de la fermele de animale în dependență de speciile și de numărul de animale și păsări crescute [90, 91].

Tabelul 2.6. Cantitatea de gunoi de grajd de animale, tone

Specie	Perioadă	Număr de animale la fermă, capete					
		50	100	200	300	500	1 000
Bovine	zi	1	3	5	8	14	27
	lună	42	83	167	250	417	833
	an	500	1 000	2 000	3 000	5 000	10 000
Porcine	zi	0,22	0,44	1	1	2	4
	lună	7	13	27	40	67	133
	an	80	160	320	480	800	1600
Cai	zi	1	2	3	5	8	16
	lună	25	50	100	150	250	500
	an	300	600	1 200	1 800	3 000	6 000
Ovine	zi	0,08	0,16	0,33	0,49	1	2
	lună	3	5	10	15	25	50
	an	30	60	120	180	300	600
Iepuri	zi	0,02	0,03	0,07	0,10	0,17	0,34
	lună	1	1	2	3	5	10
	an	6	13	25	38	63	125

Tabelul 2.7. Cantitatea de gunoi de grajd de păsări, tone

Perioadă	Numărul de păsări la fabrică, capete					
	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
zi	0,04	0,08	0,2	0,4	0,8	1,6
lună	1,3	2,5	5	13	25	50
an	15	30	60	150	300	600

Din tabelele de mai sus se observă că bovinele și cabalinele produc cea mai însemnată cantitate specifică de deșeuri, dar cantitatea totală de deșeuri depinde și de efectivul de animale, astfel producția de biogaz determinată cu luarea în considerare a numărului de animale este prezentat în continuare.

2.3.2. Determinarea modelelor matematice pentru producția de biogaz în funcție de numărul de animale

Producția de biogaz depinde de cantitatea de gunoi de grajd disponibilă, precum și de umiditatea lui, a conținutului de substanțe uscate și a fracției organice din masa uscată (s.o.u.). În dependență de tipul de digestie ales, urmează a respectate anumite limite ale umidității sau a părții de substanțe uscate a substratului. O fracție organică mai înaltă determină o producție mai bună de biogaz și o calitate mai înaltă a lui. În tabelul de mai jos este prezentat volumul mediu de biogaz ce poate fi obținut de la diferite specii de animale.

Tabelul 2.8. Producția de biogaz la o tonă de materie primă

	Tipul materiei prime	Conținut substanță uscată (s.u.) în materia primă	Substanță organică în materia uscată (s.o.u.)	Producția de biogaz	
		%	%	la 1 tonă s.o.u.	la 1 tonă materie primă
				m ³ /t s.o.u.	m ³ /t
1	Dejecții bovine	14	80	200	22
2	Dejecții porcine	13,5	80	445	48
3	Dejecții cabaline	22,5	75	250	42
4	Dejecții ovine	25	80	200	40
5	Dejecții iepuri	50,5	63	240	76
6	Dejecții păsări	27,5	75	465	96

Mai jos este prezentat volumul producției de biogaz, rezultat din gunoiul de grajd de la fermele animaliere, de diferită capacitate - de la 50 până la 1000 de animale și între 500 și 20 000 de păsări, pentru diferite perioade de timp (zi, lună, an).

Tabelul 2.9. Producția de biogaz în funcție de numărul de animale la fermă, m³

Specie	Perioadă	Numărul de animale, capete					
		50	100	200	300	500	1 000
Bovine	zi	31	61	123	184	307	614
	lună	933	1 867	3 733	5 600	9 333	18 667
	an	11 200	22 400	44 800	67 200	112 000	224 000
Porcine	zi	11	21	42	63	105	211
	lună	320	641	1 282	1 922	3 204	6 408
	an	3 845	7 690	15 379	23 069	38 448	76 896
Cai	zi	35	69	139	208	347	693
	lună	1 055	2 109	4 219	6 328	10 547	21 094
	an	12 656	25 313	50 625	75 938	126 563	253 125
Ovine	zi	3	7	13	20	33	66
	lună	100	200	400	600	1 000	2 000
	an	1 200	2 400	4 800	7 200	12 000	24 000
Iepuri	zi	1	3	5	8	13	26
	lună	39	79	158	237	395	789
	an	473	947	1 894	2 841	4 734	9 469

Tabelul 2.10. Producția de biogaz la fabrici de păsări

Perioadă	Numărul de păsări la fabrică, capete					
	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
zi	4	8	16	39	79	158
lună	120	240	480	1 199	2 398	4 795
an	1 439	2 877	5 754	14 386	28 772	57 544

Din tabelul 2.9 ușor de observat că, fermele de cabaline, după potențialul biogazului ce poate fi produs, par a fi foarte atractive, însă numărul acestora în țară este unul foarte redus, la fel ca și efectivul de animale crescut la ferme. Conform recensământului general agricol în anul 2011 în

țară au existat 206 095 bovine, 440 649 porcine, 769 355 ovine, 51 275 cabaline și 12 502 379 de păsări. În acest context, cel mai mare interes îl reprezintă fermele de bovine.

Valorile productivității de biogaz obținute, fiind transformate în funcții prezintă următoarele expresii (tab. 2.11), unde x reprezintă șeptelul de animale.

Tabelul 2.11. Expresie de determinare a potențialului de biogaz, funcție de numărul de animale

Specie	Expresie potențial		
	anual	lunar	zilnic
Bovine	$y = 224 \cdot x$	$y = 18,66667 \cdot x$	$y = 0,613699 \cdot x$
Porcine	$y = 76,896 \cdot x$	$y = 6,408 \cdot x$	$y = 0,210674 \cdot x$
Cai	$y = 253,13 \cdot x$	$y = 21,09417 \cdot x$	$y = 0,693507 \cdot x$
Ovine	$y = 24 \cdot x$	$y = 2 \cdot x$	$y = 0,065753 \cdot x$
Iepuri	$y = 9,4688 \cdot x$	$y = 0,789067 \cdot x$	$y = 0,025942 \cdot x$
Păsări	$y = 2,8772 \cdot x$	$y = 0,239767 \cdot x$	$y = 0,007883 \cdot x$

Cea mai importantă caracteristică a biogazului, ca combustibil, este căldura de ardere a lui sau puterea calorică. Aceasta este determinată de conținutul de metan în biogaz; cu cât cantitatea de metan este mai mare cu atât valoarea energetică a biogazului este mai înaltă (tab. 2.12).

Tabelul 2.12. Căldura de ardere a biogazului, obținut din gunoiul de grajd

Proveniența materiei prime	Conținutul mediu de CH ₄ , %	Căldura inferioară de ardere a biogazului		
		MJ/m ³	kcal/ m ³	kWh/m ³
Bovine	55,0	19,71	4 706,82	5,47
Porcine	60,0	21,50	5 134,71	5,97
Cabaline	66,0	23,65	5 648,18	6,57
Ovine	65,0	23,29	5 562,60	6,47
Iepuri	73,0	26,16	6 247,23	7,27
Păsări	68,0	24,36	5 819,34	6,77

Din tabelul de mai sus se observă că dejecțiile de iepuri, păsări și cabaline prezintă cele mai mari valori a potențialului energetic.

2.3.3. Identificarea opțiunilor de valorificare a biogazului la scară mică

În gospodăriile țărănești din satele Republicii Moldova frecvent se întâlnesc familii care cresc animale. Gunoiul de grajd, acumulat de la aceste animale, poate fi utilizat pentru producerea biogazului, folosit ulterior pentru gătit, prepararea apei calde, precum și pentru alte necesități energetice.

Este considerat un caz particular de producere și utilizare a biogazului, ce rezultă de la întreținerea animalelor într-o gospodărie individuală. S-a admis că o gospodărie întreține două vaci, patru porci și douăzeci de păsări, care zilnic produc cca. 70-80 kg de gunoi sau 27-30 tone pe an. Din

acest gunoi la o stație de biogaz tip familial zilnic pot fi obținuți 2-3 m³ de biogaz, ceea ce echivalează cu cca. 800 – 1 000 m³ pe an (tab. 2.13).

Tabelul 2.13. Gospodărie individuală: producția de gunoi de grajd și biogaz

Indicator	Unități	Tipul și numărul de animale			
		2 vaci	4 porci	20 păsări	Total
Gunoi de grajd disponibil	t/an	20	6,4	0,6	27
Biogaz produs	m ³ /an	448	308	58	813

De menționat, că la gunoiul de grajd pot fi adăugate toate deșeurile organice disponibile în gospodărie, inclusiv cele alimentare, fapt ce va contribui la creșterea producției și calității gazului. Pentru cantitatea de gunoi de grajd considerată se cere un fermentator cu un volum de circa 4 m³. Căldura de ardere a biogazului produs va fi în limitele 20-21 MJ/m³.

Urmează a fi găsită cea mai potrivită soluție de utilizare a biogazului în gospodăria individuală, atunci când volumul anual al producției este sub 800-1000 m³.

Tabelul 2.14 indică asupra faptului, că pentru o familie cu trei persoane, doar gătitul hranei necesită circa 350 m³ biogaz pe an. Astfel cei 1000 m³ de biogaz, produși din dejecțiile animalelor din gospodărie, sunt suficienți doar pentru a *prepara hrana și a produce apa caldă menajeră* necesară familiei.

Tabelul 2.14. Opțiunea substituirii consumului de gaze naturale cu biogaz pentru o casă individuală cu trei persoane

Necesitățile energetice	Necesarul de energie	Gaze naturale	Biogaz*
	GJ/an	m ³ /an	m ³ /an
Gătit	7,2	216	356
Gătit+ACM	16,1	480	792
Gătit+ACM+Încălzire	60,3	1800	2969

*1 m³ biogaz echivalează cu cca. 0,6 m³ gaze naturale

Consumul de combustibil la o casă individuală variază de la zi la zi, ba chiar pot fi și zile fără consum. Iată de ce la o stație de biogaz de tip familial se cere de a instala un acumulator de gaz. Acesta se confecționează din țesătură specială (de exemplu policlorură de vinil (PVC)) rezistentă la foc, timp, coroziune, frig și condiții meteorologice grele.

În zilele fără consum, biogazul va fi acumulat în recipientele de stocare și după necesitate furnizat consumatorului. Volumul recomandat al recipientelor de colectare a biogazului este cel corespunzător productivității a 1-2 zile a stației de biogaz.

Încălzirea casei pe perioada rece a anului presupune un consum important de biogaz – 2 000-2 100 m³ (sau circa 1 200-1 300 m³ gaze naturale) - volum ce nu poate fi obținut de la stații de tip familial, fapt observat din tabelele 2.9 și 2.10.

2.3.4. Determinarea modelelor matematice a opțiunilor de utilizare la scară medie și mare a biogazului produs

Gunoii de grajd de la fermele animaliere reprezintă o bună materie primă pentru producerea biogazului la scară medie și mare. Potențialul de gunoi de grajd, de la fermele disponibile în țară și respectiv producția de biogaz, ce poate fi obținută din el, merită eforturi. Biogazul produs, reprezentând un combustibil calitativ și prețios, poate fi consumat pentru diferite necesități, inclusiv la generarea energiei.

Volumul de biogaz care poate fi produs din gunoiul de grajd poate substitui gazele naturale în gospodăria pentru necesitățile de preparare a hranei și apei calde și pentru încălzirea locuinței. În tabelele 2.15 și 2.16 este prezentat numărul de case asigurate cu combustibil pentru diferite necesități energetice în dependență de numărul animalelor și a păsărilor la fermă.

Tabelul 2.15. Numărul de case individuale asigurate pe durata întregului an cu biogazul rezultat de la fermele de animale

Specie	Necesitățile energetice	Numărul de animale, capete					
		50	100	200	300	500	1 000
Bovine	Gătit	31	61	122	183	305	610
	Gătit+ACM	14	27	55	82	137	275
	Gătit+ACM+Încălzire	4	7	15	22	37	73
Porcine	Gătit	11	23	46	69	114	228
	Gătit+ACM	5	10	21	31	51	103
	Gătit+ACM+Încălzire	1	3	5	8	14	27
Cai	Gătit	41	83	165	248	414	827
	Gătit+ACM	19	37	74	112	186	372
	Gătit+ACM+Încălzire	5	10	20	30	50	99
Ovine	Gătit	4	8	15	23	39	77
	Gătit+ACM	2	3	7	10	17	35
	Gătit+ACM+Încălzire	0,5	0,9	2	3	5	9
Iepuri	Gătit	2	3	7	10	39	34
	Gătit+ACM	0,8	2	3	5	8	15
	Gătit+ACM+Încălzire	0,2	0,4	0,8	1,2	2	4

Tabelul 2.16. Numărul de case individuale asigurate pe durata întregului an cu biogazul rezultat de la fabrici de păsări

Necesitate	Numărul de păsări la fabrică, capete					
	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
Gătit	5	10	19	48	97	194
Gătit+ACM	2	4	9	22	44	87
Gătit+ACM+ Înc	1	1	2	6	12	23

Valorile numerice din tabel indică asupra faptului că atunci când biogazul este utilizat pentru gătitul hranei și/sau prepararea apei calde menajere, numărul de case asigurate cu combustibil este mult mai mare decât dacă ar fi utilizat pentru încălzirea locuințelor. Această situație este explicată

prin faptul că necesarul de energie pentru încălzire este mult mai mare decât pentru alte necesități.

Expresiile ce exprimă numărul de gospodării asigurate cu biogaz, funcție de necesitate și numărul de animale/păsări, sunt prezentate în tabelul 2.17.

Tabelul 2.17. Expresii de determinare a numărului de gospodării asigurate anual cu biogaz pentru utilități energetice

Specie	Utilitate		
	Gătit	Gătit+ACM	Gătit+ACM+ Înc
Bovine	$y = 0,61 \cdot x$	$y = 0,2745 \cdot x$	$y = 0,0732 \cdot x$
Porcine	$y = 0,2285 \cdot x$	$y = 0,1028 \cdot x$	$y = 0,0274 \cdot x$
Cai	$y = 0,8272 \cdot x$	$y = 0,3723 \cdot x$	$y = 0,0993 \cdot x$
Ovine	$y = 0,0772 \cdot x$	$y = 0,0348 \cdot x$	$y = 0,0093 \cdot x$
Iepuri	$y = 0,0342 \cdot x$	$y = 0,0154 \cdot x$	$y = 0,0041 \cdot x$
Păsări	$y = 0,0097 \cdot x$	$y = 0,0044 \cdot x$	$y = 0,0012 \cdot x$

Totodată folosirea biogazului pentru încălzire ridică o problemă legată de acumularea și stocarea biogazului pe termen lung, ceea ce presupune montarea unor rezervoare mari, cu dimensiuni de sute și mii de m³ (tab. 2.18). Asemenea recipiente ocupă un spațiu mare și sunt costisitoare. O soluție pentru rezolvarea problemei este comprimarea și injectarea biogazului în butelii, asemenea gazului natural comprimat utilizat în transporturi. Însă această modalitate presupune costuri mari dar și respectarea unor anumite norme de securitate, întrucât vasele de stocare a gazului comprimat se află sub presiuni de peste 20 MPa. Astfel de modalitate nu se practică la fabricile de biogaz existente în țară.

În situația în care totuși se hotărăște a utiliza biogazul pentru încălzirea locuinței, trebuie prevăzut un recipient de stocare a combustibilului. În tabelul 2.18 sunt prezentate volumele recipientelor pentru stocarea biogazului, destinat încălzirii locuințelor.

Tabelul 2.18. Volumul* recipientului de stocare a biogazului pentru necesități de încălzire, m³

Specie	Numărul de animale la fermă, capete					
	50	100	200	300	500	1 000
Bovine	4 725	9 451	18 902	28 353	47 255	94 510
Porcine	1 622	3 244	6 489	9 733	16 222	32 444
Cai	5 340	10 680	21 360	32 039	53 399	106 798
Ovine	506	1 013	2 025	3 038	5 063	10 126
Iepuri	200	400	799	1 199	1 998	3 995
Păsări	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
	607	1 214	2 428	6 070	12 139	24 279

*Volum determinat în ipoteza utilizării biogazului produs în perioada de vară în proporție de 26% (Gătit + ACM); perioada de stocare 210 zile; presiunea - atmosferică

Este evident faptul că amplasarea unor astfel de recipiente imense ridică deja altă problemă, legată de suprafețe și spații libere. De aceea atunci când biogazul este produs în volume mari o soluție mai potrivită de valorificare a lui este producerea energiei electrice.

De menționat că producerea electricității este posibilă doar în cadrul fabricilor de biogaz de tip fermier sau la fabrici centralizate. În tabelul 2.19 este prezentată valoarea numerică a puterii generatorului electric antrenat de motorul cu ardere internă, care poate fi asigurată de biogazul produs la ferme cu diferit număr de animale și păsări.

Tabelul 2.19. Puterea instalată a generatorului electric, acționat de un MAI, kW

Specie	Numărul de animale și păsări la fermă, capete					
	50	100	200	300	500	1 000
Bovine	3,7	7,4	14,7	22,1	36,8	73,6
Porcine	1,4	2,8	5,5	8,3	13,8	27,6
Cabaline	5,0	10,0	20,0	29,9	49,9	99,8
Ovine	0,5	0,9	1,9	2,8	4,7	9,3
Iepuri	0,2	0,4	0,8	1,2	2,1	4,1
Păsări	500	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000
	0,6	1,2	2,3	5,8	11,7	23,4

*Putere determinată în ipoteza funcționării instalației de cogenerare cu un $T_M = 5\ 000$ h/an, și $\eta_e = 30\%$

În Moldova cele mai răspândite sunt fermele de bovine și porcine. Numărul de animale crescute la aceste ferme este în limitele 100-300 capete. La asemenea ferme volumul producției de biogaz pare a fi mare, dar acesta se dovedește a fi suficient pentru asigurarea funcționării unui generator electric cu o putere de până la câțiva zeci de kilowați.

În cazul în care volumul biogazului produs la o singură stație nu este suficient pentru funcționarea unui motor cu ardere internă de cel puțin 50 kW, se recomandă producerea centralizată a biogazului, în fabrici de biogaz centralizate. Acestea urmează a fi amplasate cam la aceeași distanță față de fermele aferente, lucru ce va permite de a reduce timpul și costurile de transportare a materiei prime de la ferme.

Pentru a majora volumul de biogaz produs, gunoiul de grajd poate fi combinat cu silozuri de porumb sau lucernă. Alegerea unui amestec potrivit de gunoi de grajd și siloz, ar putea fi asigurate cu combustibil instalații sub 100 kW. Utilizarea silozurilor este o soluție scumpă întrucât necesită cheltuieli mult mai mari decât în cazul utilizării numai a gunoiului de grajd, iar în anii de secetă când silozul va concura de rând cu alte furaje, în genere poate periclita producerea biogazului.

Expresiile de calcul a puterii unității generatoare funcție de numărul de animale sunt prezentate în tabelul de mai jos, unde x reprezintă șeptelul de animale.

Tabelul 2.20. Expresii corespunzătoare puterilor generatoare, kW

Specie	Expresie	Specie	Expresie
Bovine	$y = 0,0736 \cdot x$	Ovine	$y = 0,0093 \cdot x$
Porcine	$y = 0,0276 \cdot x$	Iepuri	$y = 0,0041 \cdot x$
Cai	$y = 0,0998 \cdot x$	Păsări	$y = 0,0012 \cdot x$

Din tabelul 2.20 rezultă că puterea instalată per bovină constituie 0,07 kW, față de 0,15÷0,2 kW [92] sau 0,105 kW [93], acest lucru fiind datorat speciei de animale, precum și modului de întreținere și de alimentare a acestora.

Concluzii la capitolul 2

1. Biomasa prielnică utilizării în scopul producerii biocombustibililor gazoși poate avea origine diversă, dar o atenție deosebită merită deșeurile biodegradabile rezultate din agricultură, industria alimentară și deșeurile municipale organice.
2. Condițiile de durabilitate înaintate utilizării biomasei în scopuri energetice, precum protejarea ecosistemelor foarte bogate în biodiversitate și a stocurilor de carbon, contabilizarea exploatării terenurilor, a schimbării destinației terenurilor și silviculturii, contribuția la micșorarea emisiilor de gaze cu efect de seră și eficiența majorată de conversie a energiei, determină orientarea spre utilizarea deșeurilor biodegradabile la producerea biocombustibililor gazoși.
3. Cantitatea de deșeuri biodegradabile utilizate în scop energetic depinde de natura acestora și particularitățile specifice corespunzătoare. Astfel, cantitatea de deșeuri din culturile agricole depinde de raportul recoltă-deșeuri, a gradelor de recoltare și utilizare a acestora, suprafața însămânțată sau plantată, condițiile climaterice anuale. Cantitatea deșeurilor animaliere depinde de efectivul de animale, de modul de alimentare și de întreținere a acestora, iar cea din industriile alimentare - de cantitatea producției finite. Aceștia sunt factorii care, în mod direct, determină potențialul de biocombustibili gazoși.
4. Producția de biogaz din deșeuri animaliere depinde de cantitatea de gunoi de grajd disponibilă, de umiditatea lui, a conținutului de substanțe uscate și a fracției organice din masa uscată;
Bovinele și cabalinele produc cea mai însemnată cantitate specifică de deșeuri, iar dejecțiile de păsări și iepuri au cel mai mare potențial specific de biogaz și concentrație de metan;
5. În lucrare se propune valorificarea în scopul producerii biocombustibililor gazoși a 30 % din paietele de grâu, 5 % din paietele de orz și ovăz, 10 % din cantitatea hlujdanelor de porumb și 50 % din resturile vegetale de mazăre, fasole, soia și hrișcă, pentru acestea fiind acceptat un grad de colectare de 85 %, iar pentru porumb – de 80 %. Pentru deșeurile culturilor pomicole și a celor forestiere a fost acceptat un grad de valorificare de 30 %, iar pentru cele din viticultură – de 40 %, toate fiind colectate în proporție de 90 %.

Gradul de colectare a deșeurilor animaliere a fost acceptat la nivelul de 100 %, iar cel de valorificare – de 60 %, cu excepția ovinelor și caprinelor, pentru care acesta constituie 40 %.

Deșeurile din industria lactatelor și a băuturilor alcoolice se propun a fi valorificate în proporție de 85 %, cele din industria sucurilor și de panificație – de 75 % și deșeurile menajere în proporție de 50 %.

6. Numărul de animale întreținute la ferme determină opțiunea de utilizare ulterioară a biogazului produs. Astfel, o fermă de bovine cu 100 capete poate asigura funcționarea unei instalații de cogenerare de cca 7 kWe. Dacă același volum de biogaz este utilizat numai pentru prepararea hranei, ferma poate asigura cu combustibil 61 de gospodării, iar în cazul utilizării gazului și pentru prepararea apei calde, el este suficient pentru acoperirea necesarului a 27 de gospodării.

3. EVALUAREA POTENȚIALULUI ENERGETIC EXISTENT AL BIOGAZULUI ȘI BIO-SINGAZULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA

3.1. Caracteristici ale materiei prime prielnice producerii biogazului

3.1.1. Cantitatea de materie primă considerată

Categoriile de resurse, de proveniență agricolă, industrială și menajeră, descrise în paragr. 2.1.1., prezintă cantități diferite de la an la an [94], în dependență de impactul influenței factorilor ce le determină.

În acest context, pentru a obține valori ce ar prezenta influența tuturor factorilor identificați, în tabelul 3.1. este prezentată valoarea medie, pe durata a 12 ani pentru efectivul de categorii de animale, care determină cantitatea de deșeurile rezultate de la creșterea lor.

Tabelul 3.1. Efectiv mediu animale, capete

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe țară	206 559	401 547	868 471	48 295	303 121	2 531 308
Mun. Chișinău	2 317	5 360	6 119	165	15 358	156 412
Nord	95 991	122 522	217 607	17 835	80 281	1 186 206
Mun. Bălți	1 220	3 930	3 976	218	7 166	3 194
Centru	68 618	184 095	219 068	20 860	118 788	523 967
Sud	33 152	74 889	306 830	8 051	65 787	508 868
U.T.A Găgăuzia	6 482	14 681	118 848	1 385	22 908	301 851

Este de menționat că, a fost acceptată o ipoteză ce presupune valori conservative a numărului de păsări, acesta fiind acceptat unul dublu față de câțul dintre producția totală anuală de ouă și productivitatea anuală a unei găini. Astfel, pentru anul 2011 fiind acceptat un efectiv de 2,3 mil. păsări în republică, față de 12,5 mil. păsări prezentate în Recensământul general agricol pentru același an [95]. Pentru raionul și/sau regiunea pentru care câțul a rezultat 0, numărul de păsări a fost considerat drept a șasea parte din numărul de păsări pentru acea regiune indicat în Recensământul general agricol.

Efectivul de animale, prezentat în tabelul 3.1., cu luarea în considerare a cantității specifice de deșeurii, a gradului de colectare și a celui de utilizare, descrise în paragr. 2.1.2. poate genera cantitatea de materie primă pentru producerea de biogaz prezentată în tab. 3.2.

Tabelul 3.2. Cantitatea de deșeurii rezultată din creșterea animalelor, tone/an

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe țară	877 536	358 820	200 339	112 993	27 888	86 022
Mun. Chișinău	7 812	2 340	1 465	367	1 014	4 635
Nord	419 475	87 443	44 998	41 622	7 698	32 643
Mun. Bălți	2 649	770	437	181	200	150
Centru	282 438	198 779	49 820	52 452	11 115	15 712
Sud	136 727	58 842	72 591	15 892	5 685	32 773
U.T.A Găgăuzia	31 084	11 416	31 465	2 660	2 377	259

Culturile agricole, considerate pentru producerea de biogaz (tab. 2.1), pot contribui cu următoarea cantitate medie, pentru o durată de 11 ani, de materie primă.

Tabelul 3.3. Cantitatea de deșuri rezultată din creșterea culturilor agricole, tone/an

Regiune	Cultură agricolă			
	Grâu		Porumb	
	Recoltă medie, tone/an	Producție materie primă, tone/an	Recoltă medie, tone/an	Producție materie primă, tone/an
Total pe țară	1 198 422	76 399	250 736	20 059
Mun. Chișinău	2 479	158	621	50
Nord	462 353	29 475	110 406	8 833
Mun. Bălți	1 182	75	146	12
Centru	229 856	14 653	45 946	3 676
Sud	374 687	23 886	70 821	5 666
U.T.A Găgăuzia	129 047	8 227	22 941	1 835

Industria alimentară reprezintă un sector important în economia națională și contribuie cu o cantitate impunătoare de deșuri organice și de produse care pot fi folosite ca materie primă pentru producerea de biogaz, după cum este prezentat în tabelul 3.4.

Tabelul 3.4. Cantitate medie producție finită în industria alimentară, tone/an

Regiune	Tip industrie				
	cărnii	sucurilor	lactatelor	de panificație	băuturilor alcoolice
Total pe țară	33 053	56 450	141 216	130 774	4 689
Mun. Chișinău	8 846	31 929	39 669	62 912	2 920
Nord	3 708	15 062	98 946	26 116	319
Mun. Bălți	1 029	22	65 616	8 745	269
Centru	19 877	6 684	363	22 821	660
Sud	472	745	1 110	16 472	653
U.T.A Găgăuzia	149	2 029	1 130	2 452	137

Deșeurile menajere reprezintă o resursă importantă pentru producerea de biogaz. Cantitatea acestora depinde de numărul populației, nivelul de trai al populației, precum și specificul țării. În condițiile în care, în zonele urbane colectarea și transportarea deșeurilor se realizează în proporție de circa 60-80%, iar în zonele rurale situația e una și mai deplorabilă, deoarece transportarea acestora este organizată la un nivel de doar 10-20%, estimarea cantității totale de deșuri în baza statisticii obținute de la întreprinderile de salubritate existente ar conduce la date eronate. Astfel în acest scop au fost considerat volumul de deșuri transportat la locurile special amenajate [96]. Conform celor mai recente date preluate din Strategia Națională de Gestionare a Deșeurilor a Republicii Moldova 50 % din cantitatea de deșuri evacuate la gropile de gunoi sunt resturile alimentare, care se supun procesului de digestie anaerobică, după cum este prezentat în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Cantitate medie deșeuri menajere, tone/an

Regiune	Cantitate deșeuri	Cantitate materie primă
Total pe țară	3 366 837	1 683 419
Mun. Chișinău	537 539	268 769
Nord	1 334 451	667 226
Mun. Bălți	427 428	213 714
Centru	984 031	492 015
Sud	445 750	222 875
U.T.A Găgăuzia	65 067	32 533

Din lipsa informațiilor ce ar corespunde realității țării noastre cu privire la încărcare organică indirectă și biodegradabilă a apelor reziduale această sursă nu a fost considerată.

3.1.2. Productivitatea specifică de biogaz a materiei prime considerate

Gunoii de grajd provenit de la diferite specii de animale/păsări are diferite caracteristici specifice ce determină producția de biogaz, printre care se numără conținutul de substanță uscată, conținutul de substanță organică în substanța uscată (în continuare, s.o.u.) [97-107]. Acestea conduc la determinarea producției de biogaz din materia primă, tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Producția specifică de biogaz a gunoiiului de grajd

Gunoii de grajd	Producție de biogaz					
	la 1 tonă s.o.u, m ³ /t s.o.u.			la 1 tonă materie primă, m ³ /t		
	minimă	maximă	medie	minimă	maximă	medie
Bovine	230	470	350	14	51	33
Porcine	330	540	435	12	45	29
Ovine	300	450	375	45	115	80
Cabaline	300	450	375	50	88	69
Iepuri	200	500	240	28	281	76
Păsări	340	580	460	60	147	103

Caracteristici similare gunoiiului de grajd le dețin și deșeurile culturilor agricole, după cum este prezentat în tabelul de mai jos [97, 99, 108-114].

Tabelul 3.7. Producția specifică de biogaz a deșeurilor culturilor agricole

Cultura agricolă	Producția de biogaz					
	la 1 tonă s.o.u, m ³ /t s.o.u.			la 1 tonă materie primă, m ³ /t		
	minimă	maximă	medie	minimă	maximă	medie
Grâu	145	600	373	63	486	226
Porumb	300	700	500	179	605	363

Deșeuri industriale, în funcție de caracteristicile care le au, prezintă valori diferite ale producției de biogaz per unitate de masă a producției finite, vezi tab. 3.8. [115-117].

Tabelul 3.8. Producția specifică de biogaz a deșeurilor industriei alimentare, mii m³/t produs finit

Nr.	Industrie	Biogaz optenabil		Industrie	Biogaz optenabil
1	Sucuri	11,25	4	De coacere	0,757
2	Bere	3,06	5	Lactate	1,75-13,3
3	Băuturi alcoolice	0,28			

Cu un potențial de 120 m³ biogaz/tonă_{deșeu} [118] deșeurile menajere pot contribui semnificativ la acoperirea necesarului de energie, precum, și constituie și o metodă de soluționare a problemei de mediu.

3.1.3. Influența mix-ului de materie primă asupra productivității de biogaz

Materia primă prielnică producerii de biogaz, poate fi utilizată exclusiv sau prin combinarea lor. Pot fi amestecate atât dejecțiile provenite de la diferite animale, cât și dejecțiile animaliere cu diversă masă vegetală (proaspătă sau însilozată). Acest lucru permite majorarea producției de biogaz [119] după cum este prezentat în tab. 3.9 de mai jos [110].

 Tabelul 3.9. Cantitatea de biogaz obținut din amestec de materii prime

Materie primă	Proporție, %	Cantitate de biogaz, m ³ per tonă s.o.u.	Creștere a potențialului de biogaz, %
Dejecții de bovine + porcine	50 – 50	347	7,5
Dejecții de bovine + păsări	50 – 50	352	6,0
Dejecții de bovine + iarbă	50 – 50	323	5,0
Dejecții de porcine + păsări	50 – 50	487	7,0
Dejecții de bovine + porcine + păsări	25 – 50 – 25	426	9,6
Dejecții păsări + buruieni	50 – 50	499	13,5

Amestecarea diferitor materii poate fi organizată chiar în grajduri prin colectarea tuturor resturilor: dejecții, așternut și resturi furajere sau în rezervoarele de stocare a materiei prime.

Un efect pozitiv asupra producției de biogaz, cu referire la biomasa provenită din creșterea culturilor cerealiere, îl prezintă dimensiunile materiei prime, care ar fi binevenit, să fie unele mai mici [97].

3.1.4. Potențialul energetic specific al biogazului

Biogazul produs reprezintă un amestec de gaze, precum metan, hidrogen, dioxid de carbon etc., valoarea lui energetică fiind determinată de concentrația metanului, cu o căldură de ardere de 35,83 MJ/m³ [119] în acesta, care condiționează căldura de ardere a biogazului.

Biogazul produs din deșeurile menajere de la creșterea animalelor și cele ale culturilor agricole prezintă următoarele valori energetice [112-114].

Tabelul 3.10. Căldura de ardere a biogazului din deșeuri animaliere și ale culturilor agricole

Proveniență materie primă	Conținutul mediu de CH ₄ , %			Căldura inferioară de ardere a biogazului, MJ/m ³		
	minim	maxim	acceptat	minimă	maximă	acceptat
Bovine	56	65	55	20,06	23,29	19,71
Porcine	65	70	60	23,29	20,08	21,50
Ovine	65	68	65	23,29	24,36	23,29
Cabaline	66	68	66	23,65	24,36	23,65
Iepuri	62	85	73	22,21	30,46	26,16
Păsări	65	71	68	23,29	25,44	24,36
Grâu	54	81	66	18,27	29,02	23,65
Porumb	51	83	69	19,35	29,74	24,54

Pentru biogazul produs din deșeurile industriei alimentare și a deșeurilor menajere fost acceptată o valoare a căldurii de ardere a biogazului de – 21,6 MJ/m³ [116, 117].

3.2. Determinarea potențialului de producere a biogazului

3.2.1. Evoluția cantității de materie primă

După cum a fost indicat în capitolul 2.1. potențialul de biogaz este determinat de cantitatea de materie primă, care este în permanentă evoluție, această caracteristică fiind preluată și de potențialul de biogaz.

Agricultura este una din ramurile de bază ale economiei naționale, iar industria alimentară și a băuturilor generează cele mai mari cantități de deșeuri în Republica Moldova (figura 3.1) [27].

Conform datelor statistice, până în anul 2010, producția agricolă a înregistrat o creștere anuală de circa cu 3%. Până în anul 2030 se așteaptă o creștere anuală de 10% a industriei, conform Strategiei de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027, iar pentru deșeurilor generate este prognozată o creștere a volumelor cu 7% până în anul 2027.

În acest context, pentru resursele de materie primă, pentru care va fi obținută o rată a evoluției anuale mai mare de 10%, va fi considerată o creștere anuală corespunzătoare celei așteptate în industrie - de 10%.

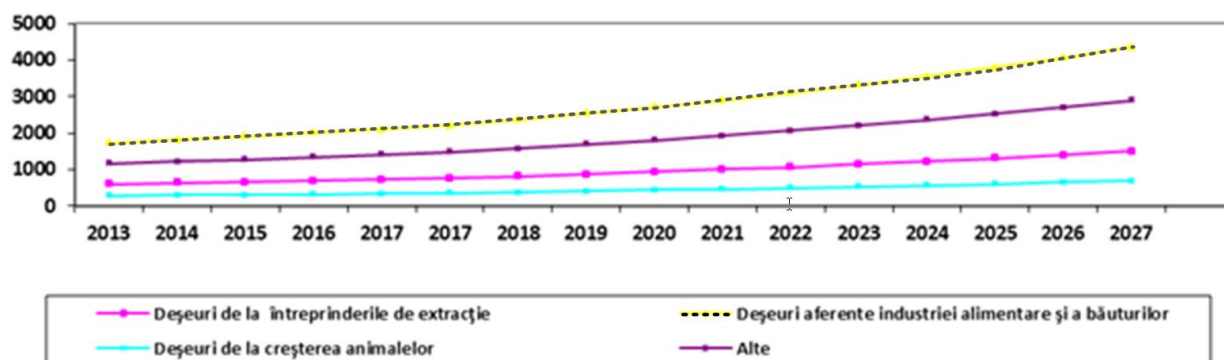


Figura 3.1. Prognoze privind generarea deșeurilor pe ramuri (2013-2027), mii tone, [27]

În continuare sunt prezentate ratele de creștere a indicatorilor ce determină cantitatea de materie primă pentru producerea de biogaz. Astfel, deșeurile rezultate din creșterea animalelor fiind influențate de evoluția șeptelului de animale, în tabelul 3.11. sunt prezentate ratele evoluției acestora, înregistrată în perioada anilor 2007-2018, pe regiuni, valorile pe raioanele țării fiind prezentate în Anexa 3.

Tabelul 3.11. Evoluție anuală a șeptelului de animale, %/an

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe țară	- 4,01	-0,20	-0,60	- 5,43	2,72	2,86
Mun. Chișinău	- 6,83	- 8,03	0,02	- 5,71	- 1,19	8,83
Nord	- 4,10	- 3,72	- 2,07	- 5,71	3,22	3,38
Mun. Bălți	- 10,83	- 16,68	- 9,04	- 15,25	- 10,12	2,86
Centru	- 3,62	- 3,47	- 0,70	- 4,58	2,91	- 2,46
Sud	- 4,77	- 2,75	- 0,30	- 7,30	2,07	- 6,86
U.T.A Găgăuzia	-2,75	- 2,27	1,34	- 7,57	4,72	63,18

Tabelul 3.11 evidențiază o evoluție negativă a șeptelului de animale pe parcursul ultimilor 12 ani, cu excepția iepurilor în anumite regiuni, fapt ce a determinat și tendința de ansamblu pe țară, și a caprinelor în regiunea UTA Găgăuzia.

Este de menționat că, pentru regiunile pentru care au fost adoptate valori ale șeptelului de păsări a fost acceptată o evoluție a acestuia conform valorii medii înregistrate pe țară.

Ratele anuale de evoluție a recoltei producției agricole considerate pentru producerea de biogaz sunt prezentate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12. Evoluție anuală a recoltei culturilor agricole, %/an

Regiune	Cultură agricolă	
	Grâu	Porumb
Total pe țară	7,55	22,96
Mun. Chișinău	0,66	18,13
Nord	5,63	22,29
Mun. Bălți	4,81	17,50
Centru	6,73	26,67
Sud	10,25	23,36
U.T.A Găgăuzia	10,29	18,45

Spre deosebire de efectivul de animale, recolta culturilor agricole, prezintă o evoluție pozitivă. Acest lucru oferă o încredere în posibilitatea utilizării și mizării pe această resursă la determinarea potențialului de biogaz pe perioade ulterioare de timp.

Rata evoluției cantității producției finite din industria alimentară pentru perioada anilor 2008-2017 este prezentată în tabelul 3.13.

Tabelul 3.13. Evoluție anuală a producției finite din industria alimentară, %/an

Regiune	Tip industrie				
	cărnii	sucurilor	lactatelor	de panificație	băuturilor alcoolice
Total pe țară	10,42	3,15	3,92	- 0,30	4,49
Mun. Chișinău	4,88	35,77	7,42	- 4,67	10,32
Nord	1,87	7,14	2,74	- 0,70	- 17,83
Mun. Bălți	- 5,34	11,49	1,38	- 0,20	- 24,58
Centru	20,17	- 27,82	- 10,74	5,65	10,09
Sud	5,62	- 17,83	- 1,19	11,06	- 23,83
U.T.A Găgăuzia	24,24	- 6,72	9,70	- 5,52	18,3

Industria cărnii a înregistrat o evoluție preponderent pozitivă în toate regiunile țării, iar industria de panificație – una practic negativă.

Rata evoluției cantității deșeurilor de producție și consum pentru perioada anilor 2008-2017 este prezentată în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14. Evoluția deșeurilor de producție și consum

Regiune	Rată evoluție, %
Total pe țară	- 3,53
Mun. Chișinău	- 13,03
Nord	- 0,62
Mun. Bălți	- 3,20
Centru	- 2,95
Sud	- 0,70
U.T.A Găgăuzia	6,55

Informația din tabelul 3.14 subliniază evoluția descrescătoare a cantității deșeurilor înregistrată în perioada anilor 2008-2017, lucru datorat, în pofida așteptărilor, nu unui management judicios al deșeurilor, ci micșorării numărului populației.

3.2.2. Determinarea potențialul de producere a biogazului către anul 2020

Utilizând expresiile prezentate în paragr. 2.1.3 a fost determinat potențialul de producere a biogazului către anul 2020 pentru fiecare sursă de materie primă prielnică producerii de biogaz considerată. Astfel, în continuare sunt prezentate aceste valori.

Tabelul 3.15. Potențial de producere a biogazului din deșeuri animaliere, mii m³/an

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe țară	28 655	10 358	16 047	7 754	2 113	8 901
Mun. Chișinău	255	68	117	25	77	480
Nord	13 698	2 524	3 604	2 856	583	3 378
Mun. Bălți	87	22	35	12	15	16
Centru	9 223	5 738	3 991	3 600	842	1 626
Sud	4 465	1 699	5 815	1 091	431	3 391
U.T.A Găgăuzia	1 015	330	2 520	183	180	27

Tabelul 3.15 ilustrează un potențial de producere a biogazului cumulativ de 73 828 mii m³/an pentru deșeurile provenite din creșterea animalelor în țară, cu un potențial energetic de 1 616 593 GJ/an, după cum se vede din tabelul 3.16.

Tabelul 3.16. Potențialul energetic al biogazului din deșeuri animaliere, GJ/an

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe țară	564 691	222 681	373 730	183 369	55 255	216 866
Mun. Chișinău	5 027	1 452	2 732	596	2 009	11 684
Nord	269 930	54 266	83 943	67 545	15 251	82 296
Mun. Bălți	1 705	478	816	293	396	379
Centru	181 748	123 361	92 939	85 121	22 022	39 610
Sud	87 983	36 517	135 419	25 791	11 264	82 624
U.T.A Găgăuzia	20 003	7 085	58 698	4 316	4 709	653

O pondere de doar 5 % din deșeurile rezultate din creșterea grâului și a porumbului pentru boabe, posibil a fi colectate, pot contribui cu 96 458 mii m³/an, echivalentul a 1 446 875 GJ/an (vezi tab. 3.17), ceea ce prezintă o valoare inferioară potențialului de producere a biogazului rezultat din creșterea animalelor.

Tabelul 3.17. Potențial de producere a biogazului din deșeuri ale culturilor agricole

Regiune	Cultură agricolă			
	Grâu		Porumb	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	76 399	1 145 991	20 059	300 884
Mun. Chișinău	158	2 371	50	746
Nord	29 475	442 125	8 833	132 488
Mun. Bălți	75	1 130	12	176
Centru	14 653	219 800	3 676	55 135
Sud	23 886	358 294	5 666	84 986
U.T.A Găgăuzia	8 227	123 401	1 835	27 529

Deșeurile industriei alimentare reprezintă sursa cea mai impunătoare de biogaz, cu un potențial de 532 786 mii m³/an. Suplimentar, ea reprezintă și sursa cu cele mai mari șanse de valorificare în întreg volum, deoarece specificul ramurii presupune concentrarea materiei prime nemijlocit la întreprindere.

Tabelul 3.18. Potențial biogaz din deșeuri ale industriei alimentare, mii m³/an

Regiune	Tip industrie				
	cărnii	sucurilor	lactatelor	de panificație	băuturilor alcoolice
Total pe țară	4 711	351 000	101 713	74 247	1 116
Mun. Chișinău	2 518	114 999	43 024	35 718	-
Nord	421	179 345	54 069	14 827	205
Mun. Bălți	248	3 320	20 920	4 965	153
Centru	1 654	30 759	1 616	12 957	-
Sud	101	19 816	2 162	9 352	-
U.T.A Găgăuzia	17	6 081	842	1 392	-

După cum se vede din tabelul 3.19 potențialul energetic al deșeurilor din industria alimentară este unul considerabil de 11,5 PJ.

Tabelul 3.19. Potențialul energetic al biogazului din deșeurile ale industriei alimentare, GJ/an

Regiune	Tip industrie				
	cărnii	sucurilor	lactatelor	de panificație	băuturilor alcoolice
Total pe țară	101 757	7 581 600	2 196 998	1 603 728	24 103
Mun. Chișinău	54 399	2 483 989	929 320	771 517	-
Nord	9 094	3 873 847	1 167 888	320 268	4 430
Mun. Bălți	5 347	71 714	451 867	107 241	3 304
Centru	35 719	664 385	34 912	279 867	-
Sud	2 183	428 023	46 700	202 002	-
U.T.A Găgăuzia	361	131 358	18 188	30 074	-

Deșeurile de producție și consum prezintă un potențial semnificativ, atât sub aspect de volum, cât și ca valoare energetică, cu luarea în considerare că această materie primă deja se colectează și este stocată concentrat.

Tabelul 3.20. Potențial biogaz din deșeurile de producție și consum

Regiune	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	287 421	3 592 766
Mun. Chișinău	22 330	279 126
Nord	90 032	1 125 400
Mun. Bălți	16 679	208 490
Centru	34 378	429 726
Sud	14 833	185 411
U.T.A Găgăuzia	125 848	1 573 103

Din tabele prezentate mai sus, rezultă că potențialul de producere a biogazului, doar prin valorificarea deșeurilor din țară, constituie 918 626 mii m³/an, cu un potențial energetic de 17,3 PJ.

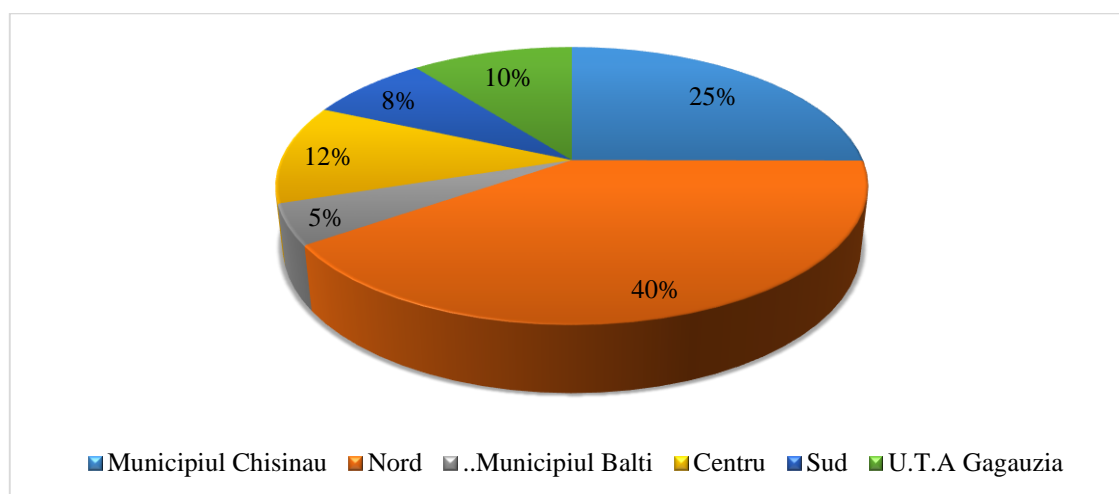


Figura 3.2. Pondere potențial de producere a biogazului către 2020, % pe regiuni

Din figura de mai sus se observă că, regiunea de nord, cu un total de 7 310 777 GJ, concentrează cea mai mare pondere a potențialului de biogaz, fiind urmată de municipiul Chișinău, cu un total de 4 543 140 GJ, cea de centru cu 2 100 664 GJ, UTA Găgăuzia - cu 1 908 973 GJ și regiunea de sud cu circa 1 422 364 GJ și municipiul Bălți cu 852 537 GJ.

Prezentarea potențialului de producere a biogazului per raion al țării, pentru fiecare sursă de materie primă este realizată în Anexa 4 [120].

3.2.3. Determinarea potențialului de producere a biogazului către anul 2030

Potențialul de producere a biogazului estimat pentru anul 2020, prezintă, practic situația la zi. Pentru a avea o viziune pentru un viitor, dar nu prea îndepărtat, în continuare este prezentat potențialul de producere a biogazului pentru anul 2030, care a fost determinat similar cu cel către anul 2020, pentru toate tipurile surselor de materie primă considerată, în condițiile ratelor de evoluție acceptate.

Tabelul 3.21. Potențial biogaz către anul 2030

Regiune	Deșeuri animaliere		Deșeuri agricole		Deșeuri industriale		Deșeuri menajere	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	72 089	383 499	56 470	1 352 316	800 992	17 301 425	2 196 998	36 617
Mun. Chișinău	1 473	27 238	85	2 054	385 854	8 334 457	929 320	17 296
Nord	22 468	136 002	20 485	491 892	357 304	7 717 775	1 167 888	21 736
Mun. Bălți	71	459	38	916	35 092	757 992	451 867	8 410
Centru	25 242	45 056	10 406	249 189	30 676	662 591	34 912	650
Sud	18 591	174 336	18 931	452 454	20 979	453 141	46 700	869
U.T.A Găgăuzia	4 315	866	6 562	156 727	5 268	113 799	18 188	339

Tabelul 3.21 prezintă un potențial total pe țară de biogaz către 2030 de 3 126 549 mii m³/an, echivalentul a circa 19 PJ.

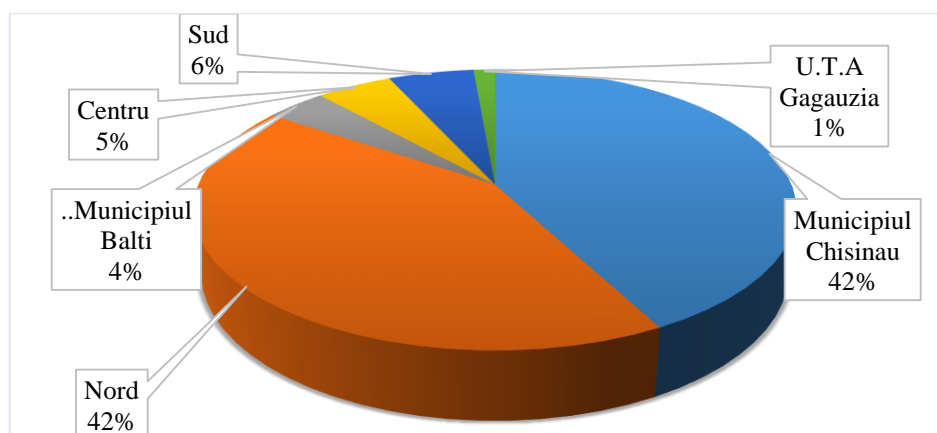


Figura 3.3. Pondere regională a potențialului de producere a biogazului către 2030

Figura 3.3 prezintă ponderile pe regiuni a potențialului de producere a biogazului către anul 2030. De aici se observă că, păstrarea evoluției înregistrate a factorilor ce determină cantitatea de materie primă conduce la concentrarea potențialului de producere a biogazului în regiunile municipiului Chișinău și cea de nord a țării.

3.2.4. Potențialele puteri instalate ale centralelor pe biogaz către anii 2020 și 2030

Biogazul produs, datorită proprietăților sale, poate fi utilizat într-o varietate largă de instalații, bazate pe diverse tehnologii, în scopul asigurării celor patru forme principale de energie de care are nevoie societatea modernă: *energie termică* pentru încălzirea locuințelor, *energie electrică* pentru alimentarea receptorilor electrici, *combustibili* pentru prepararea hranei și *carburanți* pentru transport. În cazul deciziei de a produce energie electrică în instalații cu un randament de 30 % și cu o durată de utilizare a puterii maxime de 5 000 ore/an, după cum se vede din tabelul 3.22, ar rezulta un potențial de producere a biogazului, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui combustibil cu o putere instalată de circa 288 MW către anul 2020 și de 410 MW către anul 2030, în condițiile evoluției cantității de materie primă acceptate.

Tabelul 3.22. Potențialul de producere a biogazului, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui combustibil, MW

Regiune	Deșeuri animaliere		Deșeuri agricole		Deșeuri industriale		Deșeuri menajere	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Total pe țară	26,94	26,86	9,80	22,54	191,80	288,36	59,88	72,14
Mun. Chișinău	0,39	0,59	0,02	0,03	78,90	155,11	4,65	1,15
Nord	9,55	8,27	3,94	8,20	100,04	143,64	18,76	15,72
Mun. Bălți	0,07	0,03	0,01	0,02	11,90	14,11	3,47	2,51
Centru	9,08	9,22	1,85	4,15	18,89	12,33	7,16	3,67
Sud	6,33	7,15	2,97	7,54	12,64	8,43	3,09	2,17
U.T.A Găgăuzia	1,59	1,64	1,01	2,61	3,35	2,12	26,22	49,43

Figura de mai jos este ilustrează concentrarea potențialului major de producere a biogazului, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia către anul 2020, rezultând o concentrare evidentă în municipiul Chișinău, fiind urmată de regiunea de nord, centru și valori mai modeste în regiunile de sud, a municipiului Bălți și în UTA Găgăuzia.

Prin raportarea potențialelor puteri rezultate la numărul de localități corespunzătoare fiecărui raion rezultă puteri cuprinse în limitele 17 și 5 051 kW, dominând cele de până la 100 kW putere instalată către anul 2020, iar către 2030 acestea își păstrează intervalul de puteri, după cum este prezentat în tabelul A 4.9 din Anexa 4. Volumul privind estimarea potențialului de biogaz utilizând valori medii este prezentat în [121].

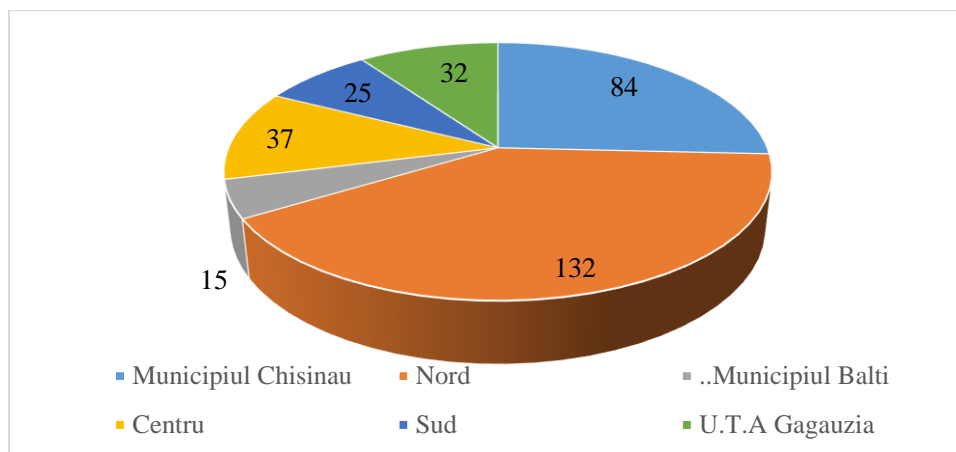


Figura 3.4. Potențialul de producere a biogazului, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum, către anul 2020, MW

3.3. Caracteristici ale materiei prime prielnice producerii bio-singazului

3.3.1. Cantitate de materie primă considerată

Materia primă utilizată pentru producerea singazului este foarte diversificată. Cea mai mare parte vine din sectorul agricol. Biomasa lemnoasă trebuie să fie uscată sau să posede umiditatea nu mai mare de 20 % și cantitatea de celuloză conținută să fie cât mai mare. Înainte de a fi nemijlocit utilizată în gazeificator biomasa trebuie mărunțită până la particule cu diametrul de aproximativ 5 micro metri.

În contextul utilizării judicioase, inclusiv a deșeurilor agricole, dar fără a afecta direcțiile actuale de valorificare a acestora se propune utilizarea în cantități ne semnificative a deșeurilor rezultate anual.

Luând în considerare valorile prezentate în tab. 2.1 în tabelele ce urmează vor fi indicate valorile medii, pe perioada anilor 2007-2018, ale cantității de materie primă prielnică producerii de singaz.

Tabelul 3.23. Cantitatea medie de deșuri rezultată din creșterea culturilor agricole, tone/an

Regiune	Cultură agricolă								
	grâu	orz	ovăz	porumb	hrișcă	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	241 653	10 369	96	30 269	37	31 614	640	167 577	55 861
Mun. Chișinău	825	50	3	57	-	36	2	461	35
Nord	101 296	3 604	26	13 555	31	9 914	423	76 462	54 123
Mun. Bălți	288	10	0	10	-	2	2	190	75
Centru	47 491	1 660	30	7 113	4	5 281	125	32 462	1 604
Sud	69 085	3 673	22	7 888	2	13 607	78	44 361	49
U.T.A Găgăuzia	22 956	1 381	15	1 551	-	2 775	11	13 831	48

Din tabelul 3.21 se observă că, recolta de hrișcă prezintă valori ne semnificative cu o evoluție descrescătoare. Totodată, cultivarea acestei plante este una neuniformă atât teritorial cât și anual. Din aceste considerente deșeurile rezultate din cultivarea acesteia nu va fi analizată în continuare.

Tabelul 3.24. Cantitate medie deșeurii din curățarea viilor, livezilor și pădurilor, tone/an

Regiune	Origine deșeu								
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vii	păduri
Total pe țară	9 960	140	231	491	337	1 275	3 095	16 482	82 721
Mun. Chișinău	128	7	6	19	14	29	79	501	9 649
Nord	6 529	25	80	208	82	28	782	240	19 499
Mun. Bălți	27	-	1	7	2	2	4	-	153
Centru	192	86	88	194	135	193	1 362	4 032	40 964
Sud	818	22	32	62	84	790	716	8 989	16 908
U.T.A Găgăuzia	293	-	26	8	22	235	157	2 719	3 609

Este de menționat că, la determinarea cantității medii a deșeurilor forestiere a fost luată în calcul media suprafețelor pădurilor în anii 2009-2010 [27, 43, 112] prezentate în profil teritorial. Această cifră va constitui valoarea de referință (pentru anul 2018) pentru evoluția deșeurilor forestiere.

3.3.2. Productivitatea specifică de bio-singaz a materiei prime considerate

Transformarea biomasei în singaz are loc preponderent prin procesul de piroliză, gazeificare, reformare și ardere, pentru toate fiind organizat un deficit de oxigen, în scopul îmbunătățirii calității gazului produs.

Luând în considerare faptul utilizării pentru producerea de singaz, preponderent a deșeurilor lemnoase, de origine diferită, care presupune valori apropiate a căldurii de ardere (13-18 MJ/kg), influența majoră asupra productivității de gaz îi revine umidității și conținutului de cenușă a acesteia [43, 75, 124-126]. Fiind înregistrate valori ale eficienței transformării biomasei în singaz cuprinsă între 72 și 80 %, în lucrarea de față a fost acceptată o valoare conservativă - de 60 %.

3.3.3. Potențialul energetic specific al sin-gazului biologic

Practica vorbește despre existența a două clasificări a procesului de gazeificare: funcționarea gazificatorului cu un consum mediu sau unul redus de energie.

Pentru funcționarea gazeificatorului cu consum redus de energie, căldura este furnizată prin gazeificare cu aer sub presiune, ceea ce înseamnă oxidare parțială cu aerul. Azotul din aer diluează amestecul de gaz de sinteză, rezultând un amestec de gaze cu consum scăzut de energie cu o valoare energetică de 2,5-8,0 MJ/m³.

Spre deosebire de aceasta, funcționarea gazeificatorului cu consum mediu de energie, utilizează oxigenul pur în locul aerului, fapt ce ridică costul procesului. Singazul, produs prin acest proces,

are o valoare energetică de 10-20 MJ/m³, opțiune aplicată atunci când este necesar un gaz cu un conținut de căldură mai mare pentru sinteza combustibilului lichid [127, 128].

În contextul celor expuse, în prezenta lucrare se consideră că singazul este produs cu oxidare parțială cu aer, acesta urmând a fi utilizat pentru producerea de electricitate, respectiv căldura de ardere a gazului produs acceptată constituie 4-6 MJ/m³, cu o valoare medie de 5 MJ/m³.

3.4. Potențialul de producere a bio-singazului

3.4.1. Rata evoluției cantității de materie primă

Evoluția cantității de materie primă în cazul deșeurilor rezultate din creșterea culturilor agricole este identică cu evoluția producției obținute pentru aceste culturi într-o anumită perioadă de timp. În tabelul de mai jos este prezentată evoluția acestor surse de materie primă pentru anii 2007-2018.

Tabelul 3.25. Evoluție anuală a cantității deșeurilor din creșterea culturilor agricole, %/an

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	7,55	0,74	- 1,78	22,96	9,54	11,04	14,29	0,54
Mun. Chișinău	0,66	- 5,52	- 12,42	18,13	17,15	11,04	15,84	17,49
Nord	5,63	1,75	0,78	22,29	16,11	17,65	9,68	0,46
Mun. Bălți	4,81	17,65	- 1,78	17,50	9,54	11,04	12,96	11,31
Centru	6,73	- 1,09	3,74	26,67	9,63	4,22	14,01	0,15
Sud	10,25	- 0,20	- 14,83	23,36	7,74	- 2,56	22,18	10,65
U.T.A Găgăuzia	10,29	3,01	- 4,86	18,45	0,99	11,04	22,91	0,54

Evoluția cantității de materie primă pentru deșeurile rezultate din curățarea sezonieră a pomilor și viilor, de asemenea este analizată pentru perioada anilor 2007-2018, aceasta fiind necesară, de altfel și pentru toate sursele prevăzute, pentru a determina ulterioara evoluție a lor întru stabilirea opțiunilor propice de valorificare a lor.

Tabelul 3.26. Evoluție anuală a cantității deșeurilor din curățarea pomilor și viilor, %/an

Regiune	Origine deșeu							
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vi
Total pe țară	- 2,27	6,94	6,66	9,64	7,31	- 3,72	3,32	- 3,43
Mun. Chișinău	- 7,11	- 14,06	- 8,31	- 8,76	2,72	- 14,57	- 5,05	- 5,24
Nord	- 0,89	3,76	- 1,78	7,33	11,19	6,67	1,22	- 7,02
Mun. Bălți	- 5,43	-	12,06	7,99	5,50	- 6,18	11,80	-
Centru	- 3,91	19,01	12,23	14,47	9,28	- 2,85	4,54	- 3,14
Sud	- 7,39	- 1,39	3,98	11,52	0,27	- 30,16	4,04	- 1,68
U.T.A Găgăuzia	- 2,36	6,94	10,26	29,46	16,23	- 4,67	4,47	- 8,67

A fost considerată o evoluție de 0,5% anual pentru suprafețele împădurite. Această evoluție se încadrează în țintele propuse în Strategia de mediu pentru anii 2014-2023 [129].

Similar estimării potențialului de producere a biogazului, pentru resursele de materie primă, pentru care a fost obținută o rată a evoluției anuale mai mare de 10%, la estimarea potențialului de producere a biosingazului a fost considerată o creștere anuală corespunzătoare celei așteptate în industrie - de 10%.

3.4.2. Determinarea potențialului de producere a biosingazului către anul 2020

Deșeurile culturilor agricole, fiind colectate în proporție de 85-90 % și cu un grad de valorificare în scop energetic a cel mult jumătate din cantitatea posibil a fi colectată, întru a nu periclita utilizarea actuală a acestora, pot contribui cu circa 1 699 mil. m³/an singaz, cu un potențial energetic de circa 8 346 659 GJ/an.

Tabelul 3.27. Potențialul de producere a singazului din deșeuri ale culturilor agricole, mii m³/an

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	870 953	23 990	141	45 734	101 833	2 334	515 894	108 451
Mun. Chișinău	1 802	63	2	113	36	17	1 311	82
Nord	336 015	9 073	45	20 138	37 630	1 183	302 774	105 284
Mun. Bălți	859	24	0	27	16	17	649	296
Centru	167 048	3 193	52	8 381	16 725	770	104 802	2 847
Sud	272 304	7 962	26	12 918	41 403	266	82 758	118
U.T.A Găgăuzia	93 785	3 699	16	4 184	6 039	99	24 250	120

Tabelul 3.28. Potențialul energetic al singazului produs din deșeuri de culturi agricole, GJ/an

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	4 354 767	119 952	704	228 672	509 165	11 672	2 579 471	542 257
Mun. Chișinău	9 009	316	8	567	178	83	6 553	411
Nord	1 680 076	45 365	227	100 691	188 149	5 913	1 513 870	526 422
Mun. Bălți	4 294	119	1	134	78	83	3 245	1 482
Centru	835 240	15 966	261	41 903	83 627	3 852	524 009	14 236
Sud	1 361 519	39 808	130	64 589	207 016	1 328	413 790	588
U.T.A Găgăuzia	468 923	18 496	78	20 922	30 195	497	121 249	601

Urmare a lucrărilor de curățare sezonieră a livezilor, viilor și a pădurilor către anul 2020 de pe o suprafață totală de 526 mii ha ar putea fi colectate circa 120 mii de tone de deșeuri din care rezultă circa 287 mil. m³ de singaz, cu o valoare energetică de 1 480 597 GJ.

Tabelul 3.29. Potențial producere singaz din deșeuri de la curățarea copacilor și viilor, mii m³/an

Regiune	Origine deșeu								
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vii	păduri
Total pe țară	21 237	561	680	1 658	1 198	2 337	10 168	32 212	217 127
Mun. Chișinău	172	4	6	22	41	18	121	806	23 117
Nord	15 406	109	160	826	293	59	2 428	351	46 716
Mun. Bălți	42	-	5	31	5	3	17	-	366
Centru	3 965	333	345	645	556	381	4 780	8 116	98 141
Sud	1 098	110	127	154	235	1 489	2 296	19 805	40 507
U.T.A Găgăuzia	596	4	42	10	72	389	543	3 134	8 646

Este de menționat că, colectarea cantității de deșeuri lemnoase urmare a curățării sezoniere poate fi realizată până la începutul înmuguririi culturilor, pentru a nu afecta roada prin acțiuni mecanice asupra copacilor.

Tabelul 3.30. Potențialul energetic al singazului din deșeurile curățării pomilor și viilor, GJ/an

Regiune	Origine deșeu								
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vii	păduri
Total pe țară	114 065	3 013	3 655	8 903	6 432	12 550	54 614	174 523	1 102 843
Mun. Chișinău	926	24	33	119	221	96	652	4 369	117 417
Nord	82 747	586	860	4 436	1 574	315	13 042	1 902	237 282
Mun. Bălți	227	-	29	167	28	15	92	-	1 859
Centru	21 296	1 789	1 852	3 464	2 989	2 047	25 675	43 969	498 482
Sud	5 895	592	684	828	1 262	8 000	12 331	107 304	205 747
U.T.A Găgăuzia	3 201	22	226	56	387	2 092	2 914	16 979	43 914

Potențialul cumulativ de producere a biosingazului ce ar putea fi atins către anul 2020 din deșeurile obținute urmare a curățării sezoniere a livezilor și viilor, constituie 287 mil. m³, echivalentul a 1 480 597 GJ.

3.4.3. Determinarea potențialului de producere a biosingazului către anul 2030

Respectând evoluția producției culturilor agricole în perioada anilor 2007-2018, cu excepția celei ce înregistrează o evoluție mai mare de 10 %, pentru care a fost acceptată o rată de creștere de 10 % a acesteia, și pentru perioada de până în anul 2030 aceasta fiind utilizată în scopul producerii de singaz ar rezulta 2 384 mil. m³ de biosingaz, cu 11 917 922 GJ energie înglobată, după cum este prezentat în tabelele 3.31 și 3.32.

Tabelul 3.31. Potențialul de singaz produs din deșeuri ale culturilor agricole, mii m³/an

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	1 891 011	30 457	164	118 623	226 133	5 825	1 288 558	138 111
Mun. Chișinău	1 924	36	0	294	92	43	3 399	213
Nord	612 209	12 538	61	52 233	95 398	2 940	737 995	133 550
Mun. Bălți	1 374	62	0	69	39	43	1 683	769
Centru	349 465	3 392	73	21 737	38 583	1 998	269 613	4 096
Sud	684 160	9 517	20	33 505	85 395	585	214 653	124
U.T.A Găgăuzia	243 253	4 974	10	10 853	6 665	258	62 898	127

Comparativ cu anul 2020, către 2030 se observă că aceeași tendință sub aspect cantitativ deșeurile și de grâu dețin întâietate, fiind urmate de cele de porumb.

Tabelul 3.32. Potențialul energetic al singazului produs din deșeuri ale culturilor agricole, GJ/an

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Total pe țară	9 455 053	152 287	819	593 115	1 130 665	29 123	6 442 789	690 554
Mun. Chișinău	9 621	179	2	1 470	461	215	16 997	1 066

Regiune	Cultură agricolă							
	grâu	orz	ovăz	porumb	mazăre	fasole	floarea-soarelui	soia
Nord	3 061 043	62 692	304	261 166	476 988	14 702	3 689 975	667 752
Mun. Bălți	6 868	310	1	346	194	215	8 417	3 844
Centru	1 747 324	16 962	367	108 685	192 916	9 992	1 348 064	20 482
Sud	3 420 800	47 584	98	167 527	426 974	2 927	1 073 265	620
U.T.A Găgăuzia	1 216 266	24 870	48	54 267	33 327	1 288	314 488	634

Pădurile și viile deținând suprafețe mai mari, corespunzător și cantitatea de deșuri rezultată din aceste resurse este una majorată, comparativ cu restul surselor. Repartizarea pe regiuni, vorbește despre o concentrare mai mare a materiei prime în zonele de nord și de centru, totuși aceasta variind mult de la o zonă la alta pentru toate culturile considerate.

Tabelul 3.33. Potencial producere singaz din deșuri de la curățarea pomilor și viilor, mii m³/an

Regiune	Origine deșeu								
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vii	păduri
Total pe țară	21 729	1 196	1 372	3 744	2 592	1 940	16 863	28 477	228 231
Mun. Chișinău	82	1	3	9	54	4	72	471	24 299
Nord	17 354	194	233	1 703	643	76	3 153	273	49 105
Mun. Bălți	24	-	14	67	9	1	44	-	385
Centru	3 157	798	764	1 665	1 332	358	8 962	7 646	103 160
Sud	667	196	264	340	376	1 261	3 836	18 822	42 579
U.T.A Găgăuzia	469	8	109	27	187	241	840	1 265	9 088

Potencialul total de producere a singazului către anul 2030 constituie cca 306 mil. m³, cu 1 597 046 GJ energie înglobată.

Tabelul 3.34. Potencialul energetic al singazului din deșeurile curățării pomilor și viilor, GJ/an

Regiune	Origine deșeu								
	meri	peri	vișini	cireși	caiși	piersici	pruni	vii	păduri
Total pe țară	116 706	6 425	7 369	20 109	13 919	10 419	90 572	154 284	1 159 243
Mun. Chișinău	443	5	14	47	289	20	388	2 550	123 422
Nord	93 208	1 040	1 250	9 145	3 454	409	16 933	1 480	249 417
Mun. Bălți	130	-	74	360	48	8	238	-	1 954
Centru	16 954	4 284	4 103	8 943	7 154	1 921	48 136	41 426	523 975
Sud	3 582	1 053	1 416	1 828	2 019	6 773	20 601	101 975	216 269
U.T.A Găgăuzia	2 519	43	585	144	1 004	1 296	4 514	6 853	46 160

Alegerea opțiunii de utilizare a oricărei resurse, inclusiv a celor energetice, provenite și din biomasă, este determinată de disponibilitatea acesteia și de concentrația acesteia. Astfel în paragr. ce urmează vor fi prezentate potențialele puterile ale instalațiilor pe singaz ce ar putea fi dezvoltate.

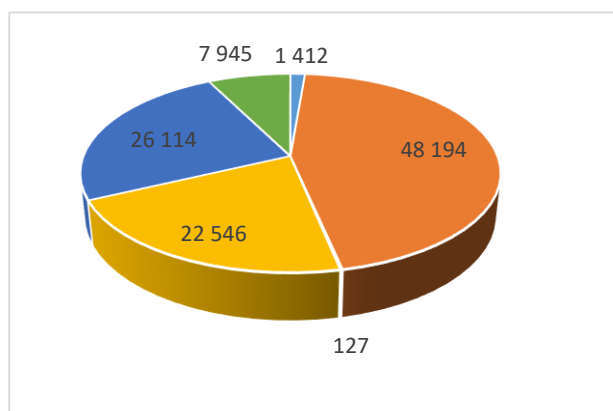
3.4.4. Potențialele puteri instalate ale centralelor pe singaz către anii 2020 și 2030

Cantitatea de biosingaz potențial a fi produsă evoluează în sens pozitiv pentru majoritatea culturilor, fapt ce sugerează siguranța disponibilității materiei prime prielnice producerii de singaz. În tabelul de mai jos este prezentat potențialul de producere a biosingazului la nivelul anilor 2020 și 2030 exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia.

Tabelul 3.35. Potențial de producere a biosingazului la nivelul anilor 2020 și 2030 exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia, MW

Regiune	Deșeuri culturi agricole		Deșeuri culturi pomicole și viticole		Deșeuri forestiere	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Total pe țară	92,74	339,06	2,36	2,65	11,11	11,68
Mun. Chișinău	0,19	0,55	0,04	0,02	1,18	1,24
Nord	45,12	150,97	0,69	0,83	2,39	2,51
Mun. Bălți	0,11	0,37	0,00	0,00	0,02	0,02
Centru	16,88	63,16	0,65	0,84	5,02	5,28
Sud	23,21	94,23	0,833	0,85	2,07	2,18
U.T.A Găgăuzia	7,34	30,16	0,16	0,11	0,44	0,47

În ipoteza funcționării pe parcursul anului timp de 5 000 ore a centralelor termoelectrice, cu o eficiență de 20 %, către anul 2020 pot fi edificate unități generatoare de electricitate cu puterea totală de 106 MW, aceasta fiind majorată către 2030 până la 353 MW, puterile unitare pe localitate crescând de la 75 kW în anul 2020, la 250 kW către 2030.



■ Municipiul Chisinau ■ Nord ■ Municipiul Balti ■ Centru ■ Sud ■ U.T.A Gagauzia

Figura 3.5. Potențiale puteri instalate, singaz către 2020, MW

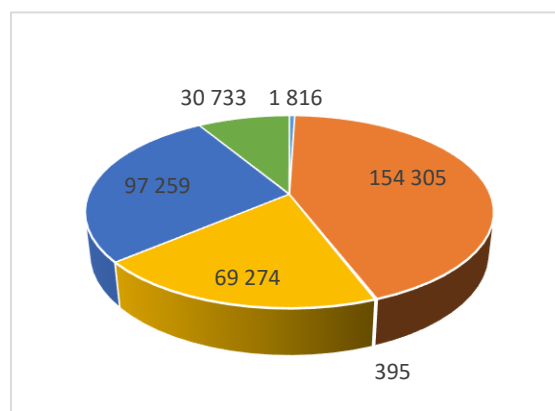


Figura 3.6. Potențiale puteri instalate, singaz către 2030, MW

Figurile de mai sus ilustrează modificarea potențialului total de producere a biosingazului la nivelul anilor 2020 și 2030 exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia pe regiunile țării și a ponderilor acestora în anii 2020 și 2030. De asemenea se observă că, evoluția potențialului total de producere a biosingazului la nivelul anilor 2020 și 2030 exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia este diferită pentru fiecare regiune a țării și pentru fiecare sursă de materie primă.

Concluzii la capitolul 3

1. Studiul realizat în lucrare permite de constata că în Republica Moldova s-a stabilit o tendință negativă a șeptelului de animale, a producției finite din industria alimentară și a deșeurilor de producție și consum pe parcursul ultimilor 12 ani. Menținerea acestei tendințe va determina, în mod direct, micșorarea semnificativă a potențialului de biogaz și singaz din aceste resurse. Dar cantitatea totală de biocombustibili gazoși poate crește datorită evoluției pozitive a celorlalte surse de biomasă considerată.
2. Cantitatea totală de deșeuri biodegradabile constituie circa 7 mil. tone pe an – fapt ce demonstrează disponibilitatea materiei prime și totodată ridică problema prelucrării acestor deșeuri, în special a celor rezultate din activitatea de creștere a animalelor și a celor generate de industria alimentară.
3. Caracteristicile deșeurilor provenite din culturile agricole, face posibilă utilizarea acestora atât pentru producerea de biogaz cât și singaz. Astfel, prin utilizarea a doar 5 %, din deșeurile rezultate din cultivarea grâului și porumbului, obținute la nivel național, pentru producerea de biogaz ar rezulta circa 24,6 mil. $m^3_{\text{biogaz}}/\text{an}$, echivalentul a 588 mii GJ/an sau echivalentul producției de energie a instalațiilor de producere a energiei cu o putere totală de 9,8 MWe către anul 2020.

Similar, în cazul valorificării, a 25 % din deșeurile de grâu, doar a 5% din deșeurile de orz și porumb și a 50% din resturile celorlalte culturi considerate, în scopul producerii de singaz, ar rezulta 1,7 mld. $m^3_{\text{singaz}}/\text{an}$, echivalentul a 8,35 mld. GJ/an sau a producției de energie a instalațiilor generatoare cu o putere totală de 92,7 MWe.

4. Către anul 2020 potențialul teoretic disponibil de biogaz în țară constituie circa 918 mil. m^3/an , cu o valoare energetică de 17 mil. GJ, care ar rezulta într-un potențialului total de producere a biosingazului la nivelul anului 2020 exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia, ce ar funcționa pe durata a 5 000 h/an la un randament electric de 30%, alimentate cu acest biogaz, de 288 MWe.

Potențialul teoretic de singaz constituie circa 1,96 mld. m^3/an , cu o valoare energetică de circa 9,83 mil. GJ sau echivalentul producției de energie a instalațiilor generatoare cu o putere instalată de circa 106 MWe.

Pentru o mai bună percepție a rezultatelor obținute, este de menționat că, potențialul teoretic disponibil de biogaz și singaz din țară ar putea acoperi circa 21 % din consumul primar de energie (129,25 mil. GJ) al țării pentru anul 2018.

5. Potențialul teoretic de biogaz estimat pentru anul 2030, în condițiile menținerii ritmului evoluției cantității de materie primă, constituie 19,1 mil. GJ, iar cel de singaz – de 20,1 mil. GJ, ceea ce este de circa 2 ori mai mare față de potențialul pentru anul 2020. Acest potențial energetic ar fi suficient pentru acoperirea unei părți semnificative a consumului de energie, fapt ce subliniază atenția ce o merită biocombustibilii gazoși produși din deșeuri.

4. ASPECTE ECONOMICE CE PRIVESC PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA BIOCOMBUSTIBILILOR

4.1. Argumentarea datelor de intrarea ce privesc costul biocombustibililor și a energiei produse din ei

4.1.1. Puterile unităților generatoare

Dimensionarea, în lucrarea de față, a echipamentului de producere a biogazului se face în funcție de puterea instalației în care acesta va fi utilizat pentru conversie în energie. După cum se observă din Anexa 4, puterile rezultate la nivel de raion, pentru instalațiile de conversie a biogazului, ajung până la 280 MW și până la 90 MW în cazul instalațiilor pe singaz. Astfel, vor fi considerate instalații cu puteri de 50, 100, 500, 1000 și 5000 kW pentru conversia în energie a biogazului, iar pentru cele de conversie a singazului - de 50, 150, 750 și 1300 kW. Pentru aceste capacități vor fi estimate atât costurile biocombustibililor gazoși cât și a energiei produse din aceștia, care ulterior va fi comparat cu tariful nivelat determinat în baza evoluției costului resurselor tradiționale și a tarifului la energie electrică, prezentate în Anexa 5.

Unitățile generatoare cu asemenea puteri se încadrează în categoriile de puteri micro și mici, fiind destinate preponderent pentru asigurarea cu energie a unui grup mic de locuințe, până la case mari, a unor clădiri de menire socială: școli, grădinițe, spitale etc. și grupurile formate din acestea. Unitățile de generare de puteri mai mari de 500 kW ar putea fi instalate în centrele raionale pentru acoperirea necesarului de energie termică, a unui grup de clădiri, deoarece acestea, de regulă, sunt edificate în apropiere unele de altele.

4.1.2. Tehnologii de valorificare a biocombustibililor gazoși

Combustibilii gazoși, sunt foarte comozi de a fi utilizați în instalațiile de producere a energiei. În primul rând, starea lor de agregare permite transportarea din recipientul de colectare către instalația energetică fără a depune un efort însemnat, fiind suficientă instalarea unei conducte dotate la capăt cu un robinet. În al doilea rând, arderea chimică completă a acestor combustibili oferă un avantaj în plus față de combustibilii solizi și lichizi, care necesită intervenție pentru a îndepărta cenușa și zgura, rezultate în urma procesului de combustie. Având în vedere cele expuse mai sus, se desprinde o concluzie importantă: biocombustibilii gazoși pot fi utilizați într-o varietate largă de instalații bazate pe diverse tehnologii.

Societatea modernă are nevoie de patru forme de energie: *energie termică* pentru încălzirea locuințelor, *energie electrică* pentru alimentarea receptorilor electrici, *combustibili* pentru prepararea hranei și *carburanți* pentru transport. Biogazul și singazul pot satisface oricare din

aceste necesități. În continuare vor fi prezentate pe scurt toate modalitățile și instalațiile posibile de valorificare a acestora în scopuri energetice.

Cea mai simplă modalitate de utilizare a biogazelor este arderea directă în boilere sau cazane, metodă folosită pe scară largă în țările dezvoltate, în cazul biogazului provenit din fermentatoare mici, familiale. În țările dezvoltate, de asemenea, este folosită și combustia directă în cazane pe gaz natural. În scopul generării căldurii, biogazul poate fi supus combustiei fie la locul producerii, fie transportat prin conducte către utilizatori. Pentru încălzire, biogazul nu trebuie îmbunătățit, iar nivelul de contaminare nu limitează utilizarea acestuia, precum în cazul altor aplicații. Totuși, biogazul, ulterior producerii, necesită un pre-tratament de condensare și deshidratare, înlăturare a particulelor, comprimare și răcire.

Energia electrică poate fi produsă din biogaz și singaz prin aplicarea diferitor tehnologii. Absolut toate tehnologiile de producere a energiei electrice din biogaz și singaz permit de a produce și căldură. Cogenerarea înseamnă producerea simultană, în același proces, a energiei termice și a energiei electrice sau mecanice.

Prin aplicarea cogenerării de înaltă eficiență se obține o economie de energie primară față de valorile de referință ale producției separate de energie electrică și energie termică (fig. 4.1). Ca urmare, se reduce cantitatea de emisii de gaze cu efect de seră în atmosferă.

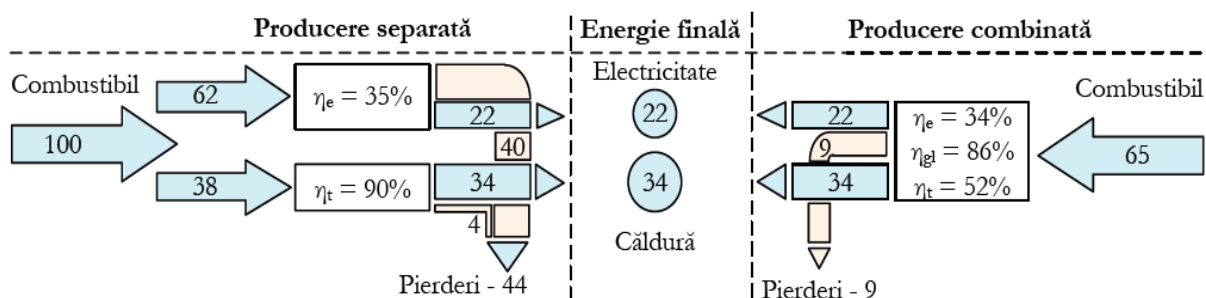


Figura 4.1. Eficiența producerii electricității și căldurii separat și în cogenerare, [90]

Generarea combinată a energiei este considerată a fi o utilizare foarte eficientă a combustibilului utilizat. Motorul generatorului stației de cogenerare poate dezvolta un randament global de până la 90 %.

Motoarele termice pot fi de tip Otto cu gaz, Diesel cu gaz sau motoare cu injecție Pilot cu gaz. Alternative pentru instalațiile cuplate termoelectrice menționate sunt microturbinele cu gaz, motoarele Stirling și pilele de combustie (PC), ultimele fiind în fază de dezvoltare.

O chestiune importantă privitoare la randamentul energetic și economic al unei fabrici de biogaz este utilizarea căldurii produse. De obicei, o parte din căldură este utilizată pentru încălzirea fermentatoarelor (căldură de procesare), aproximativ 2/3 din totalul energiei produse fiind disponibilă pentru necesități externe. Dar în cazul singazului o parte din energia termică rezultată este utilizată la condiționarea materiei prime.

În prezenta lucrare vor fi considerate tehnologii de valorificare a biogazelor în scopul producerii de energie: motorul cu ardere internă, pilele de combustie și instalații de turbine pe gaze.

Motorul cu ardere internă (fig. 4.2.) reprezintă cea mai atractivă, accesibilă și dovedită tehnologie pentru condițiile Republicii Moldova. Puterile unitare ale acestor instalații sunt accesibile într-un diapazon foarte larg, de la zeci de kW până la mii de kW.

Biogazul și singazul pot fi introduse în cilindrele instalației, unde are loc aprinderea combustibilului. Explozia produsă provoacă deplasarea pistoanelor – mișcare de rotație, care este transmisă arborelui generatorului electric.

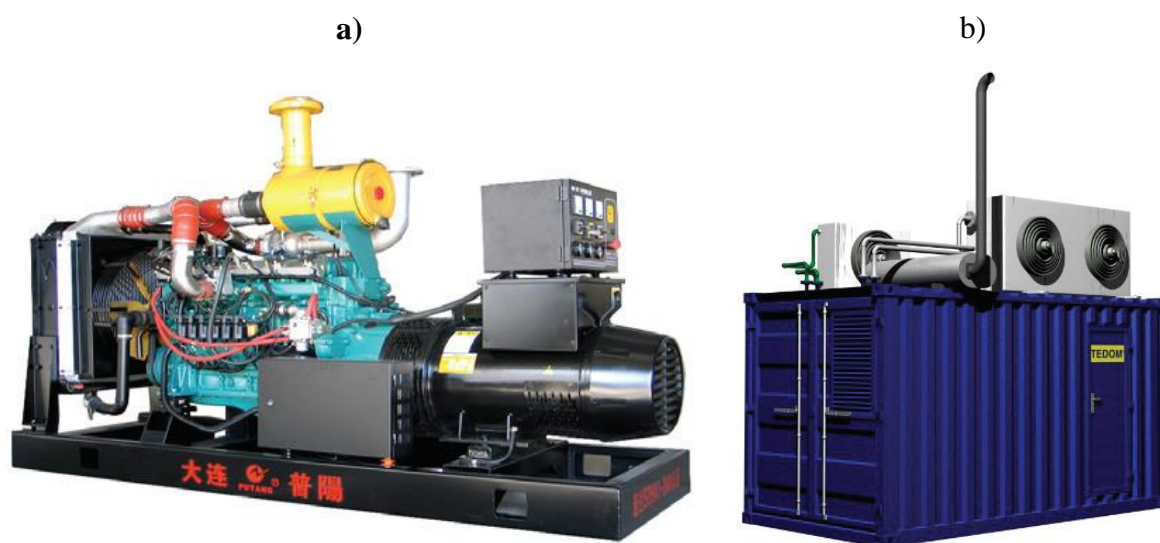


Figura 4.2. Motorul cu ardere internă, fără carcasă (a), în container (b), [90]

Un avantaj în plus este oferit de costurile investiționale mai mici în raport cu celelalte tehnologii. Sunt de remarcat și îmbunătățirile care se aduc permanent acestor instalații, pentru a fi posibilă funcționarea lor pe biogaz și singaz, fără a suferi careva modificări esențiale a parametrilor nominali.

Încă o tehnologie de cogenerare modernă, se bazează pe utilizarea *pilelor de combustie*. În cazul dat, biogazul este în mod continuu introdus în compartimentul din partea anodului, iar oxidantul, oxigenul atmosferic, alimentează în mod continuu compartimentul situat în partea catodului. La

nivelul electrozilor are loc o reacție electrochimică, în urma căreia este produsă energia electrică. Căldura disipată de pila de combustie poate fi utilizată pentru încălzirea apei. Această tehnologie este în prezent mai costisitoare, dar promițătoare. Odată cu ieftinirea ei, pe viitor ar putea avea o utilizare foarte largă.

O turbină cu gaze este o turbină termică, care utilizează căderea de entalpie a unui gaz sau a unui amestec de gaze pentru a produce prin intermediul unor palete care se rotesc în jurul unui ax a unei cantități de energie mecanică disponibilă la cupla turbinei. Turbina cu gaze mai este cunoscută și sub denumirea de instalație de turbină cu gaze. Turbinele cu gaze reprezintă o tehnologie matură de producere a energiei, cu capacități ce pornesc de la câțiva kW până la zeci de MW. Ele permit utilizarea diferitor tipuri de combustibili, chiar și utilizarea combinată a acestora.

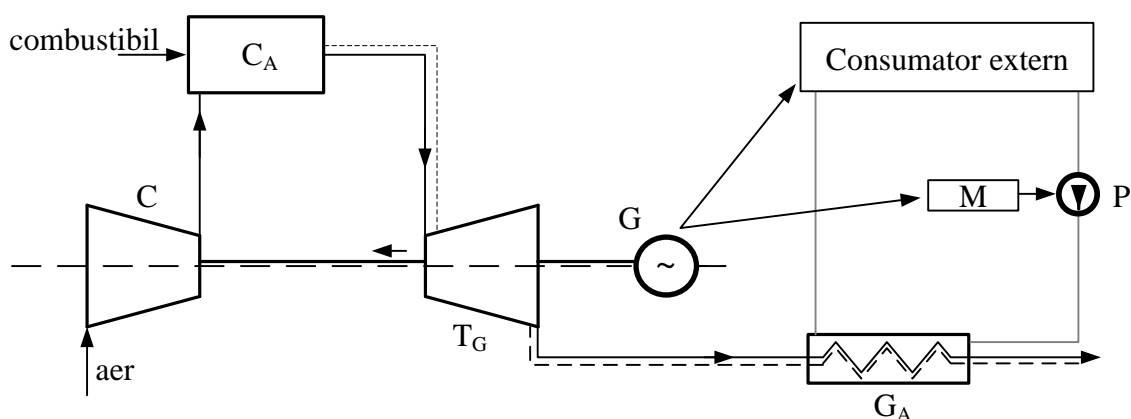


Figura 4.3. Schema unei instalații termoenergetice cu cogenerare cu o instalație de turbine cu gaze

În figura 4.3. se prezintă spre exemplificare schema unei instalații termoenergetice cu cogenerare, care are în componența sa o instalație de turbine cu gaze, (care la rândul ei se compune din compresorul C, camera de ardere CA, turbina cu gaze TG și generatorul electric G) și un circuit secundar format dintr-un generator de abur/apă caldă, tip recuperator, în contra curent, GA, o pompă de recirculare P, antrenată de motorul electric M și un consumator extern.

4.1.3. Parametrii comuni considerați în calcule

Tehnologiile de generare a energiei vor fi evaluate și comparate în baza valorii costului nivelat. Soluția pentru care acesta va prezenta valoarea minimă va fi considerată cea mai atractivă. Pentru aceste tehnologii de generare, în baza metodologiilor prezentate în capitolul 2, va fi determinat costul nivelat al energiei electrice pentru cazul nevalorificării și, respectiv, a valorificării energiei termice. O asemenea abordare este relevantă inclusiv și la stabilirea tarifelor de tip Feed-in.

Incertitudinea datelor inițiale în calcule este prevăzută prin considerarea a două scenarii: *scenariul optimist și conservativ*.

Primul scenariu, care va conține date inițiale ce vor conduce către un cost minim posibil al energiei pentru tehnologia analizată și al doilea scenariu – cu date ce conduc către un cost maxim.

În calcule a fost acceptat un șir de parametri comuni pentru toate tehnologiile considerate:

- *Durata de studiu*. Pentru tehnologiile de producere a energiei, durata de viață este cuprinsă 7 și 25 de ani. În calcule a fost acceptată o durată de studiu unică pentru toate tehnologiile, egală cu 15 ani, durată prevăzută și de metodologia de determinare a tarifelor pentru energia din surse regenerabile.

- *Durata de utilizare a puterii maxime (sau factorul de capacitate)*. În calcule, pentru toate tehnologiile, a fost considerată una și aceeași durată de utilizare a puterii electrice maxime, de 5 000 h/an, iar în cazul valorificării căldurii se consideră că aceasta va fi produsă pe o durată de 2 000 h/an.

- *Căldura inferioară de ardere a combustibililor*. Valorile considerate în calcule: pentru biogaz: este în funcție de tipul materie prime utilizate, dar valoarea medie este de 18-22 MJ/m³ și pentru singaz de 4-6 MJ/m³.

- *Rata de actualizare* pentru toate tehnologiile este de 12 % anual. Această rată reprezintă valoarea medie ponderată a costului capitalului implicat: împrumut bancar în proporție de 65% la rata de 8 % și capital propriu în proporție de 35 % la rata de 20 %.

- *Costul energiei termice la sursa de referință*, este un indicator important de care depinde costul energiei electrice produse în cogenerare. Pentru a nu dezavantaja una din energiile produse a fost acceptat un cost al acesteia la nivelul de 90 Euro/Gcal în anul de referință pentru unitățile ce au puteri de până la 100 kW, un tarif de 70 Euro/Gcal pentru puteri de până la 500 kW, 50 Euro/Gcal în cazul puterilor de până la 1000 kW și de 40 Euro pentru puteri de peste 1 000 kW, aceste valori corespund tarifului actual în rețelele termice publice naționale [130-134], pentru ele a fost acceptată o rată anuală de evoluție de 0,7 %.

4.2. Determinarea costului biocombustibililor gazoși

4.2.1. Date considerate la determinarea costului biogazului

Pentru condițiile țării noastre, se consideră că opțiunea potrivită pentru producerea de biogaz o constituie fermentarea anaerobă în regim termic mezofilic. Acest regim cuprinde temperaturi între

20 și 45 °C și prezintă avantajul necesității unei cantități mai mici de căldură pentru asigurarea stabilității procesului de fermentare. Durata procesului de fermentare este de 15-30 de zile.

Se admite că materia utilizată la producerea biogazului are un cost egal cu zero, unicul cost fiind cel cu transportarea acesteia la fabrica de biogaz, din raza raionului în care fabrica este construită.

Volumul digesterului se alege în funcție de densitatea și masa materiei prime utilizate la producerea de biogaz și a duratei de retenție. Fermentatorul se dimensionează astfel încât volumul materiei prime să nu depășească 80 % din volumul total al acestuia.

Costurile considerate pentru producerea biogazului sunt prezentate în tabelul de mai jos [135-143].

Tabelul 4.1. Date inițiale pentru calculul costului biogazului pentru diferite unități generatoare, kW

Nr.	Parametri	Notația	Unitatea	50 ·	50 +	100 ·	100 +	500 ·	500 +	1000 ·	1000 +	5000 ·	5000 +
1	Volum fermentator	V	m ³	98	127	184	230	849	1075	1702	2179	8465	10844
2	Tip combustibil	deșeuri											
3	Investiție specifică fermentator	i _s	€/m ³	450	600	230	400	150	220	95	150	50	90
4	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
5	Cota anuală pentru operare și mentenanță (O&M)	k _{1o&M}	% /an	3	7	3	7	3	7	3	7	3	7
9	Rata anuală de creștere a cheltuielilor pentru O&M	r _{o&M}	% /an	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
10	Consumul anual de materie primă	V _{m.p.}	tone/an	829	1074	1555	1946	7171	9078	14379	18411	71509	91612
11	Cost materie prime în anul de referință	T _{m.p.0}	€/t	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9
12	Rata anuală de creștere a costului materiei prime	r _{m.p.}	% /an	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
13	Producția anuală de biogaz	V _t	m ³ /an	69,5	90	130	163	601	761	1205	1543	5992	7677
14	Căldura inferioară de ardere a biogazului	Q _{inf}	MJ/m ³	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18
15	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
17	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
18	Rata de schimb valutar, €/§	r _s	€/§	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Din tabel se observă variația parametrilor ce determină costul biogazului în funcție de capacitatea digesterului, care depinde de puterea electrică a generatorului electric ce va fi utilizat la valorificarea biogazului.

Este de menționat că a fost acceptată ideea de alimentare a digesterului în proporție de 80% cu deșeuri animaliere, iar 20 % cu masă vegetală, costul căreia este prezentat în tabelul de mai sus.

Totodată, pentru unitățile generatoare ce presupun puteri de la 1000 kW, aici se va considera un

cost al transportării deșeurilor de 1 Euro/tonă, iar pentru prelucrarea materiei prime și încărcarea ei în digester se va considera un cost de 1 Euro/tonă.

4.2.2. Costul curent și nivelat al biogazului produs

Costul biogazului după cum a fost menționat a fost determinat pentru fiecare an al perioadei de studiu. În continuare este prezentată exemplul de calcul al costului biogazului produs în anul de referință, pentru o un generator destinat producerii biogazului ce ar fi propice unui generator de de 50 kW. Costul biogazului este determinat prin raportarea cheltuielilor anuale CA_t la volumul de biogaz produs în anul respectiv $V_{\text{biog},t}$. Este de menționat că mixul materie prime considerate este constituit din 80 % deșeuri agricole și 20 % siloz de porumb.

$$c_{\text{BG},t} = CA_t / V_{\text{BG},t} = 9\,802 / 69,5 = 141,04 \text{ Euro}/(\text{mie m}^3)$$

unde CA_t se determină cu următoarea expresie:

$$CA_t = C_{I,t} + C_{\text{O\&M},t} + C_{\text{t.m.p},t} + C_{\text{m.p},t} = 9\,802 \text{ Euro/an}$$

Costul anual cu investiția se determină în baza investiției totale și are aceeași valoare în toți anii perioadei de studiu.

$$I = i_{\text{sp}} \cdot V = 450 \cdot 98 = 44\,177 \text{ Euro}$$

$$C_{I,t} = I / \bar{T}_{T,i} = 44\,177 \text{ Euro} / 6,18 \text{ ani} = 6\,486 \text{ Euro/an}$$

unde $\bar{T}_{T,i}$ reprezintă durata actualizată a perioadei de studiu

Cheltuielile de operare și mentenanță se determină cu următoarea expresie:

$$\begin{aligned} C_{\text{O\&M},t} &= k_{\text{1o\&M}} \cdot I \cdot (1 + r_{\text{O\&M}})^{t-t_0} = 0,03 \cdot 44\,177 \cdot (1 + 0,05)^0 = \\ &= 1\,325 \text{ Euro/an} \end{aligned}$$

Cheltuielile cu transportarea materiei prime în acest caz pot fi neglijate, din considerentul că materia primă este localizată în apropiere nemijlocită de fabrica de biogaz, dar sunt considerate cheltuieli de tratare a materiei prime ce constituie 1 Euro/tonă.

În cazul unui mix de materie primă ce presupune și utilizarea silozului, care se procură, costul în anul de referință cu materia primă va constitui:

$$\begin{aligned} C_{\text{m.p},t} &= V_{\text{m.p},0} \cdot T_{\text{m.p},0} \cdot (1 + r_{\text{m.p}})^{t-t_0} = (829 \cdot 20\%) \text{ tone/an} \cdot \\ &\cdot 7 \text{ Euro/tonă} + 829 \text{ Euro/an} = 1\,990 \text{ Euro/an} \end{aligned}$$

Similar modelului prezentat a fost determinat costul biogazului pentru fiecare an al perioadei de studiu, pentru celelalte puteri instalate considerate, rezultatele pentru fiecare an al perioadei de studiu fiind prezentate în tabelul 4.2. de mai jos.

Tabelul 4.2. Costul curent al biogazului, Euro/mie m³

Putere instalată	50 kW		100 kW		500 kW		1000 kW		5000 kW	
Anul t	C _{BG,t} -	C _{BG,t} +	C _{BG,t} -	C _{BG,t} +	C _{BG,t} -	C _{BG,t} +	C _{BG,t} -	C _{BG,t} +	C _{BG,t} -	C _{BG,t} +
0	141,04	217,18	86,09	155,92	66,11	100,79	61,91	88,90	50,67	70,52
1	143,06	223,34	87,37	160,39	67,11	103,73	62,74	91,25	51,34	72,36
2	145,16	229,90	88,69	165,14	68,16	106,85	63,59	93,73	52,04	74,30
3	147,33	236,89	90,06	170,19	69,24	110,16	64,47	96,37	52,75	76,36
4	149,59	244,32	91,48	175,56	70,35	113,68	65,37	99,16	53,49	78,53
5	151,94	252,24	92,96	181,27	71,51	117,41	66,31	102,12	54,25	80,83
6	154,38	260,67	94,49	187,36	72,71	121,37	67,29	105,25	55,04	83,26
7	156,91	269,67	96,08	193,83	73,96	125,58	68,30	108,58	55,85	85,83
8	159,54	279,26	97,73	200,73	75,25	130,05	69,34	112,11	56,69	88,55
9	162,29	289,48	99,44	208,07	76,58	134,81	70,42	115,86	57,56	91,44
10	165,14	300,40	101,21	215,90	77,97	139,86	71,53	119,84	58,46	94,49
11	168,10	312,04	103,06	224,25	79,41	145,24	72,69	124,06	59,39	97,72
12	171,19	324,48	104,98	233,15	80,90	150,96	73,89	128,55	60,35	101,15
13	174,41	337,75	106,97	242,65	82,45	157,05	75,14	133,31	61,34	104,78
14	177,77	351,94	109,05	252,78	84,06	163,54	76,42	138,38	62,37	108,63
15	181,26	367,09	111,20	263,59	85,73	170,44	77,76	143,76	63,43	112,71

Observând modificarea costului biogazului, pentru scenariile și puterile considerate a fost determinată rata anuală a evoluției costului acestuia pentru perioada de studiu, acestea fiind prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3. Ratele evoluție costului biogazului,%/an

Puteri, kW	50	100	500	1000	5000
Γ _{C.BG} -	1,69	1,72	1,75	1,54	1,52
Γ _{C.BG} +	3,58	3,58	3,58	3,27	3,18

Totodată, pentru a obține un cost unic pentru întreaga perioadă de studiu în continuare se propune exemplificarea determinării costului nivelat al biogazului.

Costul nivelat al biogazului produs pe parcursul duratei de studiu a fost calculat prin raportul dintre cheltuielile totale actualizate aferente producerii biogazului la volumul total actualizat al biogazului produs pe întreaga durata de studiu:

$$CTA = CTA_I + CTA_{O\&M} + CTA_{comb}$$

Cheltuielile totale actualizate au fost calculate ca suma cheltuielilor totale actualizate cu investiția, cu exploatarea și mentenanța și de asemenea cu achiziția materiei prime sau biomasei ce urmează a fi utilizată în proces.

$$CTA_I = V \cdot i_{sp} = 98 \cdot 450 = 44\,177 \text{ Euro}$$

CTA_I – Cheltuielile totale cu investiția calculate ca produsul dintre investiția specifică și volumul fermentatorului.

Cheltuielile de întreținere și mentenanță a instalației respective sunt admise ca procent din valoarea investiției. Cheltuielile cu investiția reprezintă valoarea totală actualizată a investiției eșalonată pe întreaga perioadă de execuție. Pentru acest caz investiția are loc într-un singur an.

$$CTA_{O\&M} = C_{O\&M,0} \cdot \bar{T}_{T,x_1} = 1\,325 \cdot 9,303 = 12\,329 \text{ Euro}$$

unde: $C_{E\&M,0}$ - cheltuielile cu operarea și mentenanța în anul de referință;

\bar{T}_{T,x_1} - durata recalculată a perioadei de studiu, calculata la rata x_1 ;

$$C_{E\&M,0} = 44\,177 \cdot 0,03 = 1\,325 \text{ Euro}$$

$$\bar{T}_{T,x_1} = 1 - (1 + x_1)^{-15}/x_1 = (1 - (1 + 0,0666)^{-15})/0,0666 = 9,303 \text{ an}$$

x_1 - rata sintetică de recalculare a perioadei de studiu;

$$x_1 = (1 + i)/(1 + r_{O\&M}) - 1 = 1,12/1,05 - 1 = 0,0666$$

$r_{O\&M}$ - rata creșterii anuale a cheltuielilor cu exploatarea și mentenanța.

Cheltuielile totale actualizate cu materia primă-

$$CTA_{m,p} = C_{m,p,0} \cdot \bar{T}_{T,x_2} = 1\,990 \cdot 7,38 = 14\,689 \text{ Euro}$$

unde: $CTA_{m,p}$ - Cheltuielile totale actualizate cu achiziționarea materiei prime;

$C_{m,p,0}$ - cheltuielile cu materia primă în anul de referință – 1 990 €/an;

\bar{T}_{T,x_2} - durata de recalculare a perioadei de studiu, determinată la rata x_2 ;

$$\bar{T}_{T,x_2} = (1 - (1 + x_2)^{-15})/x_2 = 7,38 \text{ ani}$$

x_2 - rata sintetică de recalculare a duratei perioadei de studiu, ce ține cont de evoluția inflației și a ratei de creștere ;

$$x_2 = (1 + i) / [(1 + r_{m.p.}) \cdot (1 + r_{degr})] - 1 = 1,12 / (1,03 \cdot 1,005) - 1 = 0,082$$

$$CTA = CTA_I + CTA_{O\&M} + CTA_{comb} = 44\,177 + 12\,329 + 14\,689 = 71\,195 \text{ Euro}$$

Calculul volumului total actualizat de energie

$$VTA = V_0 \cdot \bar{T}_{T,x_3} = 69\,499 \cdot 6,61 = 459\,534 \text{ m}^3$$

unde: VTA - volumul total actualizat al singazului produs:

V_0 - volumul biogazului obținut în anul de referință – 69 499 m³

\bar{T}_{T,x_3} - durata recalculată a perioadei de studiu, determinată pentru rata x_3 ;

$$\bar{T}_{T,x_3} = (1 - (1 + x_3)^{-15}) / x_3 =$$

$$= (1 - (1 + 0,1256)^{-15}) / 0,1256 = 6,61 \text{ an}$$

x_3 - rata sintetică de recalculare a duratei perioadei de studiu;

$$x_3 = (1 + i) / (1 + r_{degr}) - 1 = 1,12 / 0,995 - 1 = 0,1256$$

$$CNA_{BG} = CTA / VTA = 71\,195 / 459\,534 = 159,93 \text{ Euro/mie m}^3$$

unde: CNA_{BG} – costul nivelat al biogazului produs pe întreaga durată de studiu.

Costurile nivelate pe întreaga perioadă de studiu ale biogazului produs pentru capacitățile admise sunt prezentate în tabelul 4.4. de mai jos.

Tabelul 4.4. Costul nivelat al biogazului, Euro/mie m³

Putere instalată, kW	50	100	500	1000	5000
CNA _{BG} -	154,93	94,81	72,95	67,47	55,17
CNA _{BG} +	264,56	190,09	123,07	106,55	84,21

Aceste valori exprimate în costuri echivalente căldurii de ardere a gazelor naturale de 33,5 MJ/m³ vor constitui valorile prezentate în tabelul de mai jos 4.5 și prezintă o variație cuprinsă între 84,01 și 492,38 Euro/mie m³.

Tabelul 4.5. Cost nivelat al biogazului echivalent GN, Euro/mie m³

Putere instalată, kW	50	100	500	1000	5000
CNA _{BG, ech} -	235,92	144,37	111,08	102,74	84,01
CNA _{BG, ech} +	492,38	353,78	229,05	198,30	156,72

4.2.3. Date inițiale pentru calculul singazului

La determinarea costului singazului, după cum este menționat în paragr. 4.1.1. sunt considerate puteri ale generatorului electric de 50, 150, 750 și 1 300 kW. Caracteristicile financiare ale gazificatoarelor [144-151] sunt prezentate în tab. 4.6.

Tabelul 4.6. Date inițiale pentru calculul costului singazului

Nr.	Parametri	Notafia	Unitatea	Valori							
				50-	50+	150-	150+	750 -	750+	1300-	1300+
1	Puterea instalată a unității generatoare	P	kW	50-	50+	150-	150+	750 -	750+	1300-	1300+
2	Tipul combustibilului			Rumeguș biomasă							
3	Randamentul instalației	η	%	72	70	75	72	78	75	80	78
4	Investiția specifică în unitate	i_s	mii €/MW	2000	2200	1600	1800	1000	1200	700	900
5	Durata de studiu	T_s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15
6	Durata de utilizare a puterii maxime	T_{max}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
7	Cota anuală pentru operare și mentenanță (O&M) din investiție	$k_{O\&M}$	% /an	4	5	4	5	4	5	4	5
8	Rata anuală de creștere a creșterea a cheltuielilor pentru O&M	$t_{O\&M}$	% /an	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0
9	Tariful de achiziție a materiei prime în anul de referință	$T_{m.p.}$	€/t	80	100	80	100	80	100	80	100
10	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la materia primă	$r_{m.p.}$	% /an	3,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00
11	Căldura inferioară de ardere a materiei prime	Q_{inf}	GJ/t	18	13	18	13	18	13	18	13
12	Rata anuală de creștere a consumului specific de materie primă	r_b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
13	Rata anuală de degradare a instalației	r_{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
14	Rata de actualizare	i	% /an	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
15	Rata de schimb valutar, €/§	r_s	€/§	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
16	Rata de schimb valutar, lei/€	$r_{s,*}$	lei/€	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
17	Căldura de ardere a singazului	$Q_{inf,SG}$	MJ/m ³	6	4	6	4	6	4	6	4

Similar determinării costului biogazului, pentru singaz au fost considerate două scenarii, unul conservativ și unul optimist, un randament al instalației de gazeificare cuprins între 65 și 80 %, o căldură de ardere a materiei prime de 13 și 18 MJ/kg și o investiție cuprinsă între 700 și 2 200 Euro/kW. Suplimentar, pentru singazul produs în instalații ce vor alimenta unități generatoare de energie cu puteri de 750 și 1 300 kW a fost considerat un cost de transportare a materiei prime de 1 Euro/tonă.

4.2.4. Costul anual și nivelat al singazului

Costul oricărui produs finit realizat reprezintă indicatorul de eficiență economică a procesului de producție a acestuia, astfel și în cazul producerii singazului costul acestuia indică eficiența instalației de gazeificare și permite efectuarea comparării acestuia cu combustibilul tradițional. În continuare este prezentat costul singazului obținut pentru anii perioadei de studiu.

Tabelul 4.7. Cost anual al singazului, Euro/mie m³

Putere instalată	50 kW		150 kW		7 500 kW		1 300 kW	
Anul t	C _{SG,t} -	C _{SG,t} +	C _{SG,t} -	C _{SG,t} +	C _{SG,t} -	C _{SG,t} +	C _{SG,t} -	C _{SG,t} +
0	161,69	210,39	135,27	182,29	96,94	140,95	76,96	118,27
1	164,95	217,33	138,10	188,54	99,13	146,15	78,82	122,89
2	168,35	224,69	141,03	195,15	101,40	151,66	80,75	127,77
3	171,88	232,49	144,08	202,15	103,75	157,49	82,75	132,95
4	175,55	240,76	147,25	209,58	106,20	163,66	84,83	138,42
5	179,38	249,52	150,54	217,44	108,75	170,20	86,99	144,21
6	183,36	258,82	153,98	225,78	111,40	177,12	89,24	150,34
7	187,50	268,68	157,55	234,63	114,15	184,45	91,57	156,83
8	191,81	279,14	161,26	244,00	117,01	192,22	93,99	163,70
9	196,30	290,25	165,13	253,95	119,98	200,46	96,51	170,98
10	200,99	302,04	169,16	264,51	123,08	209,18	99,12	178,69
11	205,86	314,56	173,36	275,72	126,30	218,44	101,84	186,86
12	210,95	327,86	177,73	287,61	129,65	228,25	104,67	195,51
13	216,25	341,99	182,29	300,24	133,13	238,65	107,61	204,69
14	221,78	357,00	187,04	313,66	136,76	249,69	110,66	214,41
15	227,55	372,96	191,99	327,90	140,54	261,39	113,84	224,71

Pentru valorile obținute a fost determinată evoluția anuală a costului singazului, valoare necesară la determinarea costului anual al energiei produse din singazul rezultat.

Tabelul 4.8. Evoluția anuală a costului singazului, %/an

Puteri, kW	50	150	7500	1300
r _{CSG} -	2,32	2,37	2,52	2,66
r _{C.SG} +	3,91	4,02	4,22	4,39

A fost determinat și costul nivelat al singazului, valoare ce ar putea fi comparată cu costul nivelat al gazului natural pentru aceeași perioadă de timp.

Tabelul 4.9. Costul nivelat al singazului, Euro/mie m³

Putere instalată, kW	50	150	7500	1300
CNA _{SG} -	205,08	175,56	139,25	110,5
CNA _{SG} +	285,83	244,64	194,7	168,2

Din tabele de mai sus, se observă o evoluție crescândă a costului singazului produs, cu o rată estimată ce variază de la 2,32%/an pentru unități generatoare de 50 kW, până la 4,39%/an pentru unități de valorificare a gazului produs cu puteri de 1 300 kW.

Pentru a putea sesiza valoarea singazului produs, în tabelul de mai jos, 4.10, este prezentat costul acestuia exprimat în echivalentul energetic al gazelor naturale.

Tabelul 4.10. Cost nivelat al singazului echivalent GN, Euro/mie m³

Putere instalată, kW	50	150	7500	1300
CNA _{SG, ech -}	1 029,06	864,24	625,33	500,99
CNA _{SG, ech +}	1 466,52	1 279,70	1 004,39	852,91

Din tabelul de mai sus se observă un cost al singazului superior biogazului, fapt ce se datorează costului tehnologie de producere mai ridicat și a căldurii înglobate inferioare a singazului față de biogaz.

4.3. Performanța tehnologică și costurile instalațiilor de producere a energiei

4.3.1. Analiza tehnologiilor de producere a energiei din biogaz

Idea de bază a instalațiilor termoenergetice inclusiv a celor cu cogenerare constă în faptul că gazele de ardere produse prin arderea combustibililor au temperaturi ridicate, deci prezintă un grad de transformabilitate mare a energiei interne în energie mecanică. Utilizarea căldurii la acești parametri pentru producerea de abur tehnologic sau pentru încălzire este însoțită de pierderi importante de energie, fapt ce duce la o utilizare nerațională a unui "bun calitativ superior". Randamentul termic general al acestor instalații termoenergetice este mult mai mare decât randamentul instalației de turbina cu gaze și a circuitului secundar, ceea ce constituie un avantaj important și explică interesul economic de care se bucură acestea.

Pentru instalațiile de cogenerare cu motoare cu ardere internă (MAI) se constată că investițiile cuprind intervalul de la 820 până la 2 100 Euro / kWe [137, 144, 153-156], sistemul de purificare a biogazului a fost considerat la nivelul de 500 Euro / kWe [157]. Aceste centrale pot avea randamente electrice de 28-43 % [137, 144, 154-160], cheltuielile de operare și mentenanță au fost acceptate la nivelul de 4-5,5 % [159-163], rata de degradare a capacității de producere, precum și rata anuală de creștere a consumului de combustibil, conform analizei evoluției acestor indicatori la centralele existente, constituie circa 0,5%.

Tabelul 4.11. Indicatori utilizați la calculul costului energiei produse în cadrul unei CET cu MAI

Putere, kW	Indicatori					
	i _{sp} , € / kW	η _{el} , %	η _{gl} , %	k _{O&M} , %	T _{M,W} h/an	T _{M,Q} h/an
< 50	1 540 - 2 100	26-30	56-67	4,0-5,5	5 000	2 000
50-100	1 475 - 1 860	31-40	77-85	4,0-5,5	5 000	2 000
100-500	1 100 - 1 400	34-37,5	84,6-86,4	4,0-5,5	5 000	2 000
500-1000	980 - 1 270	32,2-40,2	78,3-86,6	4,0-5,5	5 000	2 000
> 1000	820 - 1 150	37-40,5	76,7-87,8	4,0-5,5	5 000	2 000

În cazul instalațiilor de turbine cu gaze (ITG), investițiile variază între 800 și 2 250 Euro/kW [137, 144, 153-156], randamentul electric între 22 și 34 %, iar cel global, în cazul cogenerării – între 59

și 86 % [137, 144, 153-160, 164, 165], cheltuielile de operare și mentenanță sunt considerate la nivelul de 5 -6 % din investiție.

Tabelul 4.12. Indicatori utilizați la calculul costului energiei produse în cadrul unei CET cu ITG

Putere, kW	Indicatori					
	i_{sp} , € / kW	η_{el} , %	η_{gl} , %	$k_{O\&M}$, %	$T_{M,w}$ h/an	$T_{M,Q}$ h/an
< 50	1 650 – 2 250	22 - 28	59 - 62	5- 6	5 000	2 000
50-100	1450 – 2 000	23 - 30	60 - 66	5- 6	5 000	2 000
100-500	1250 – 1750	24 – 31	62 - 72	5- 6	5 000	2 000
500-1000	1000 – 1500	24– 32	64 -78	5- 6	5 000	2 000
> 1000	800 – 1 200	26 - 34	66 -86	5- 6	5 000	2 000

Pentru pilele de combustie a fost identificată o investiție de 3 600 – 6 000 Euro / kW [137, 144, 153-156, 166-168], randamentul electric prezintă valori între 30 și 45 %, iar cel global, în cazul cogenerării – între 70 și 85 % [137, 144, 160-168], cheltuielile de operare și mentenanță sunt considerate la nivelul de 3,6 – 4,5 % din investiție.

Tabelul 4.13. Indicatori utilizați la calculul costului energiei produse în cadrul unei CET cu PC

Putere, kW	Indicatori					
	i_{sp} , € / kW	η_{el} , %	η_{gl} , %	$k_{O\&M}$, %	$T_{M,w}$ h/an	$T_{M,Q}$ h/an
< 50	5 000 - 6 000	30 - 35	70 - 75	3,6 – 4,5	5 000	2 000
50-100	4720 – 4 900	33 - 38	73 - 77	3,6 – 4,5	5 000	2 000
100-500	4 440 – 4 600	35 – 40	75 - 80	3,6 – 4,5	5 000	2 000
500-1000	3 900 – 4 250	36 – 43	78 -83	3,6 – 4,5	5 000	2 000
> 1000	3 600 - 3 800	38 - 45	80 -85	3,6 – 4,5	5 000	2 000

Astfel, este de recunoscut faptul că dimensiunile centralelor de cogenerare variază foarte mult, respectiv și gama investiției specifice, a cheltuielilor de operare și mentenanță, precum și eficiența prezentată este una largă.

4.3.2. Parametri tehnico-economici a tehnologiilor de producere a energiei din singaz

Parametrii tehnici și cei economici ai instalațiilor de producere a energiei, indiferent de combustibilul utilizat prezintă valori diferite în funcție de tehnologia aplicată și puterile acestor instalații.

În cazul motoarelor cu ardere internă ce funcționează pe singaz au fost acceptate valori comune pentru randament electric cu un interval cuprins între 25 și 30 % și unul global, în cazul cogenerării, de 70-80 % [137, 144, 154-162], cheltuieli de exploatare și mentenanță de 10-15 Euro / MWh_e [161-166], o durată de utilizare a puterii maxime în cazul producerii

electricității de 5 000 h/an și a energiei termice de 2 000 h/an, iar costul investiției variind de la 550 până la 1 900 Euro/kW [137, 144, 154-157, 161].

Instalațiile de turbine cu gaze presupun investiții de circa 550 – 1 700 €/kW [137, 144, 154-157], pot dezvolta un randament electric de 30-35% și unul global, în cazul cogenerării, de 70-80 %, cheltuieli de exploatare și mentenanță constituie circa 10-15 Euro/MWh_e [160-168]. Este acceptată ipoteza funcționării pe parcursul a 5 000 h/an în cazul producerii energiei electrice și comercializată cantitatea de energie termică produsă pe durata a 2 000 h/an.

Pilele de combustie, fiind o tehnologie tânără și la stadiu incipient de comercializare, prezintă o valoare a investiției mai ridicată, comparativ cu ITG și MAI. În cazul valorificării singazului sunt admise aceleași costuri ca în cazul utilizării biogazului.

Toți parametrii considerați pentru producerea de energie din singaz și biogaz sunt prezentate în tabelele din Anexa 6.

4.3.3. Costul nivelat al energiei produse din biocombustibili gazoși

Energia electrică produsă din biogaz prezintă valori diferite, atât pentru aceeași tehnologie aplicată la diferite valori ale puterii instalate, cât și produsă prin diverse tehnologii [169], lucru prezentat în tabelul 4.14 de mai jos.

Tabelul 4.14. Costul electricității produse din biogaz în MAI, ITG și PC cEuro/kWh

Putere instalată	50 kW		100 kW		500 kW		1000 kW		5000 kW	
	fără cog	cog	fără cog	cog	fără cog	cog	fără cog	cog	fără cog	cog
Motor cu ardere internă										
CNAE _{BG} -	15,16	11,62	10,15	6,55	7,87	5,62	6,91	5,53	5,71	4,96
CNAE _{BG} +	30,54	28,32	20,86	11,12	13,69	11,12	12,46	10,78	9,32	8,77
Instalații de turbine cu gaze										
CNAE _{BG} -	17,15	14,18	11,79	9,31	9,53	8,15	8,01	7,33	6,30	5,61
CNAE _{BG} +	34,99	31,22	26,06	22,43	17,96	16,02	14,89	13,87	11,74	10,72
Pile de combustie										
CNAE _{BG} -	27,71	25,62	22,49	19,38	21,02	18,57	18,41	17,66	16,62	15,60
CNAE _{BG} +	43,	41,29	33,13	30,15	27,68	25,18	24,32	23,26	21,14	20,09

Motorul cu ardere internă este alimentat cu biogazul produs în digestoare de volume ce ar asigura volumul necesar de gaz pentru alimentarea generatorului electric de puterile considerate. Pentru această tehnologie se observă o variație a costului energiei electrice de la 5,71 cEuro/kWh pentru puteri de 5 MW până la 30,54 cEuro/kWh pentru puteri de 50 kW, în cazul nevalorificării energiei

termice și de la 4,96 cEuro/kWh până la 28,32 cEuro/kWh, pentru aceleași puteri, dar în cazul valorificării parțiale a energiei termice.

Tehnologia instalațiilor de turbine cu gaze este mai puțin atractivă, comparativ cu cea de motoare cu ardere internă. Pentru această tehnologie se observă o variație a costului energiei electrice de la 5,61 cEuro/kWh pentru puteri mari până la 31,22 cEuro/kWh în cazul valorificării parțiale a energiei termice și valori între 6,3 și 34,99 cEuro/kWh în cazul nevalorificării energiei termice.

Datele obținute permit de a observa că producerea energiei cu pile de combustie conduce către un cost mediu nivelat de cca 16,62 cEuro/kWh (producerea doar a energiei electrice) și 15,60 cEuro/kWh (cogenerare) – în scenariul optimist pentru 5 000 kW. În scenariul conservativ, costul mediu nivelat al electricității produse rezultă la nivel de 21,14 (doar electricitate) și 20,09 cEuro/kWh (cogenerare), tot pentru aceeași putere.

Costul electricității produse din singaz prin tehnologiile considerate [169], fiind similare celor de valorificare a biogazului, în scopul producerii energiei este prezentat în tabelul 4.15, de mai jos.

Tabelul 4.15. Costul electricității produse din singaz în MAI, ITG și PC, cEuro/kWh

Putere instalată	50 kW		150 kW		750 kW		1300 kW	
	fără cog	cog	fără cog	cog	fără cog	cog	fără cog	cog
Motor cu ardere internă								
CNAE _{SG} -	44,29	40,15	37,21	33,05	27,41	25,64	21,71	19,64
CNAE _{SG} +	73,73	69,03	64,38	58,61	50,96	47,92	42,83	39,08
Instalații de turbine cu gaze								
CNAE _{SG} -	38,20	35,07	32,01	30,28	23,78	24,85	19,05	18,43
CNAE _{SG} +	62,39	59,10	54,16	52,99	43,12	47,31	36,43	36,24
Pile de combustie								
CNAE _{SG} -	53,05	53,13	43,65	42,44	31,99	32,08	26,96	26,52
CNAE _{SG} +	79,51	79,53	64,75	62,66	49,51	49,13	41,73	40,87

Motorul cu ardere internă fiind o tehnologie matură prezintă costuri scăzute ale investiției, dar datorită unei călduri de ardere scăzute ale combustibilului utilizat, costul electricității produse în cadrul acesteia este unul destul de ridicat. Astfel, se observă un cost mediu al energiei electrice ce variază de la 19,64 cEuro/kWh pentru puteri de 1 300 kW în cazul valorificării parțiale a energiei termice în scenariul conservativ, până la valori de 69,03 cEuro/kWh pentru puteri de 50 kW pentru datele scenariului conservativ. În cazul nevalorificării energie termice, costul energiei electrice este mai ridicat variind între 21,71 și 73,73 cEuro/kWh pentru aceleași scenarii și puteri.

Instalații de turbine cu gaze par a fi mai atractive comparativ cu tehnologia de conversie a singazului în energie bazată pe motoare cu ardere internă, datele obținute arată că la o putere de

1,3 MW, ITG alimentată cu singaz poate produce electricitate la un cost de 18,43 cEuro/kWh în regim de cogenerare și 19,05 cEuro/kWh fără valorificarea căldurii.

Pilele de combustie și în cazul conversiei singazului în energie electrică se dovedește a fi mai puțin atractivă, costurile fiind unele semnificative - cu o valoare medie nivelată de cca 26,96 cEuro/kWh (producerea doar a electricității) și 26,52 cEuro/kWh (cogenerare) – în scenariul optimist pentru 1,3 MW.

Conform datelor prezentate în Anexa 5 [170], în ipoteza menținerii tendinței înregistrate, costul nivelat al energiei electrice furnizate din rețeaua publică de medie tensiune (pe perioada următorilor 15 ani) va constitui cca 17,24 cEuro/kWh. Din cele menționate rezultă că, aplicarea pilelor de combustie în condițiile Republicii Moldova, nu este fezabilă în cazul utilizării singazului drept combustibil. Atractivitatea tehnologiei ar putea crește odată cu dezvoltarea tehnologiei și micșorarea investiției specifice.

4.3.4. Analiza comparativă a costului gazului obținut și a energiei electrice produse

Comparabilitatea unor rezultate, precum și proiecte investiționale, presupune asigurarea condițiilor similare, care corespund aceluiași criterii de comparare [84]. Astfel, întru asigurarea comparabilității costului biogazului cu cel al gazelor naturale, este considerat costul nivelat al biogazului echivalent căldurii de ardere a gazelor naturale, iar costul gazelor naturale este unul nivelat pentru aceeași perioadă de timp, pentru care a fost determinat costul nivelat al biogazului. În figura 4.4 sunt prezentate rezultatele comparării acestor două costuri, care au scos în evidență comparabilitatea și rentabilitatea producerii de biogaz, în condițiile păstrării evoluției înregistrate a costului de import a gazelor naturale înregistrată pentru perioada anilor 2004-2018 (CNA_{GN}) și, respectiv, exclusiv la puteri mici, în cazul menținerii evoluției costului de import a gazelor naturale înregistrată în perioada anilor 2006-2020 (CNA_{GN_rec}), [171].

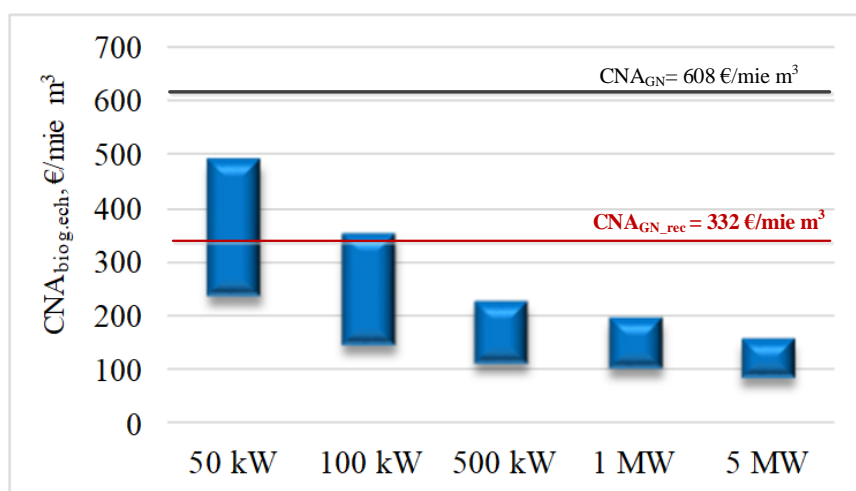


Figura 4.4. Costul nivelat echivalent al biogazului și costul de import nivelat al GN

Pentru sesizarea costului singazului produs, căldura de ardere a acestuia este echivalată cu energia înglobată în gazele naturale, valoarea rezultată a costul nivelat echivalent al singazului fiind comparată cu costul de import nivelat al gazelor naturale.

Figura 4.5 ilustrează că producerea singazului este rentabilă doar la puteri mari și în condițiile scenariului optimist. Costul tehnologiei de producere îl dezavantajează în fața gazelor naturale și a biogazului, produs din deșeuri în condițiile țării noastre.

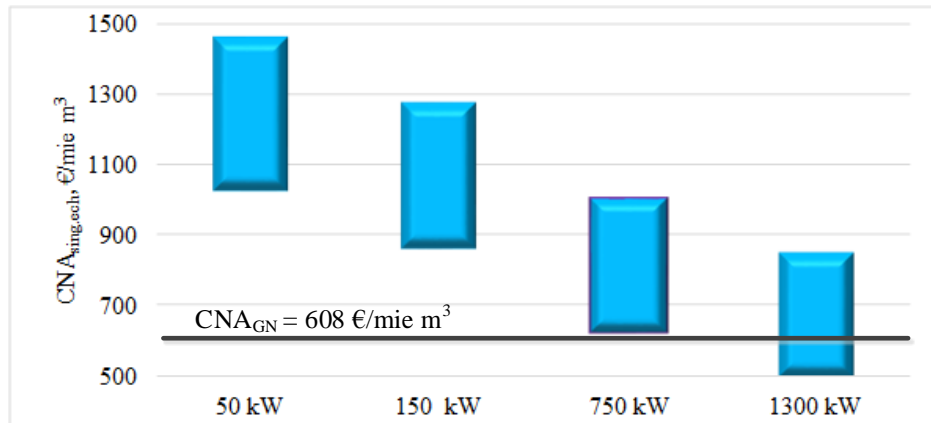
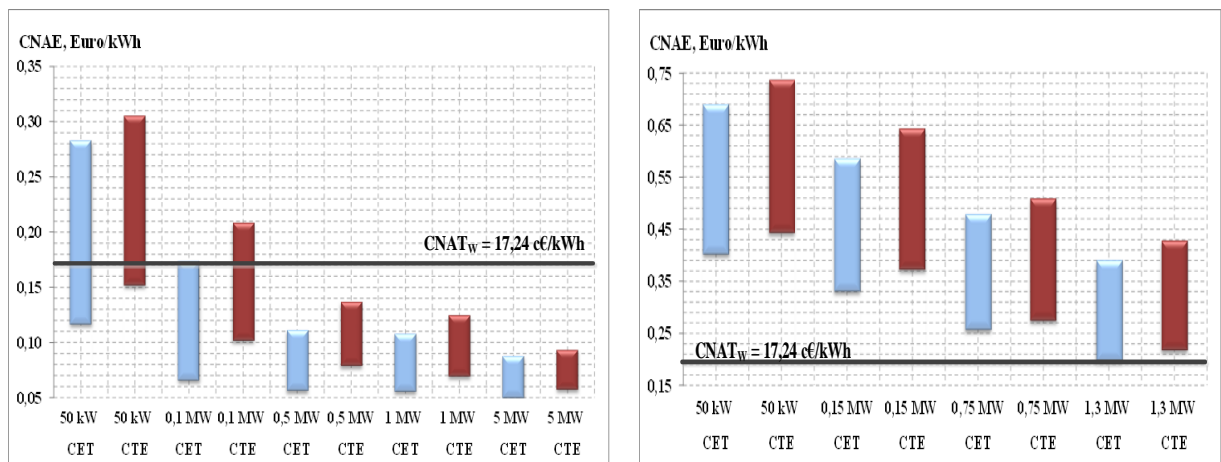


Figura 4.5. Costul nivelat echivalent al singazului și costul de import nivelat al GN

Costul energiei electrice, produse din biocombustibilii gazoși considerați, la costurile specifice unităților de valorificare a acestora, prezintă valori diferite atât per tehnologie, cât și putere instalată, după cum este ilustrat în continuare.



a) biogaz

b) singaz

Figura 4.6. Analiza comparativă a tehnologiei MAI

Figura 4.6. evidențiază rentabilitatea energiei electrice produse din biogaz, față de cea produsă din singaz. Energie electrică produsă din biogaz este atractivă atât în cazul valorificării, cât și pentru cel de nevalorificare a energiei termice în întreg interval de puteri considerate, pentru puterile mici

fiind atractivă doar în condițiile scenariului optimist. Energia electrică produsă din singaz se apropie de costul prognozat de livrare a energiei electrice doar pentru puterile mari în condițiile scenariului optimist.

Tehnologia instalațiilor de turbine cu gaze este mai atractivă, pentru producerea energiei electrice din singaz, comparativ cu cea a motoarelor cu ardere internă, ea apropiindu-se de costul energiei electrice livrate în cazul puterilor mari, atât în regim de centrală termoelectrică, cât și în regim de cogenerare și valorificare a energiei termice, (figura 4.7). În cazul biogazului, această tehnologie este atractivă în toate intervalele de puteri, cu excepția celei de 50 kW în cazul nevalorificării energiei termice, fiind mai atractivă în cazul puterilor mari de 1 și 5 MW putere instalată.

Tehnologia motoarelor cu ardere internă este mai atractivă, în comparație cu instalațiilor de turbine cu gaze pentru valorificarea, pentru prima rezultând un cost al energiei electrice cu valori cuprinse între 5 c€/kWh și 30,5 c€/kWh, iar pentru a doua - între 5,6 și 35 c€/kWh.

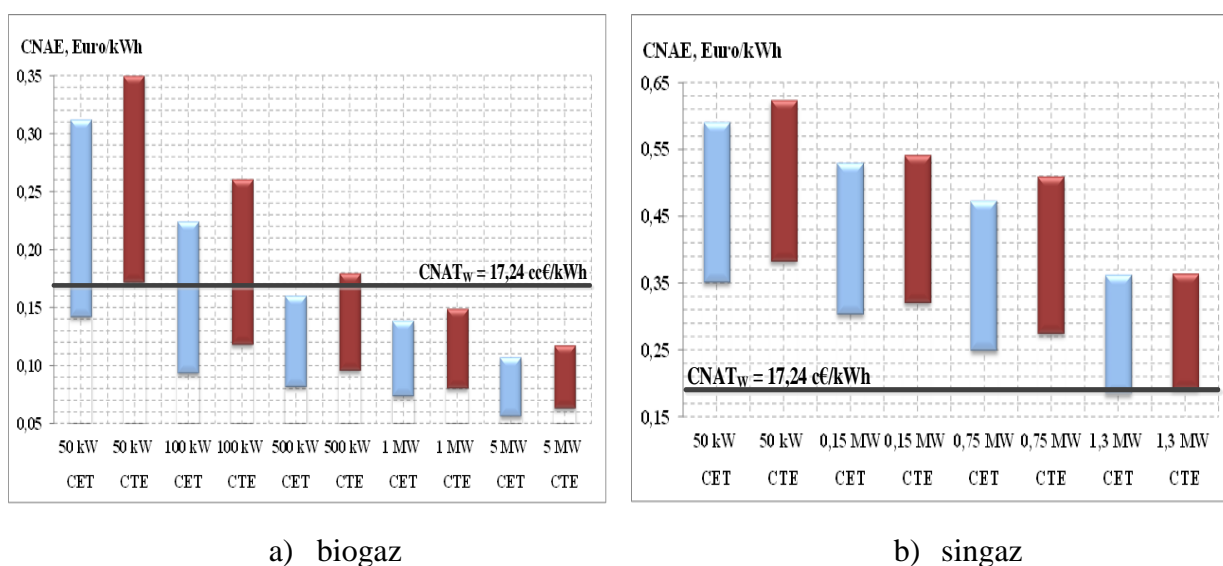
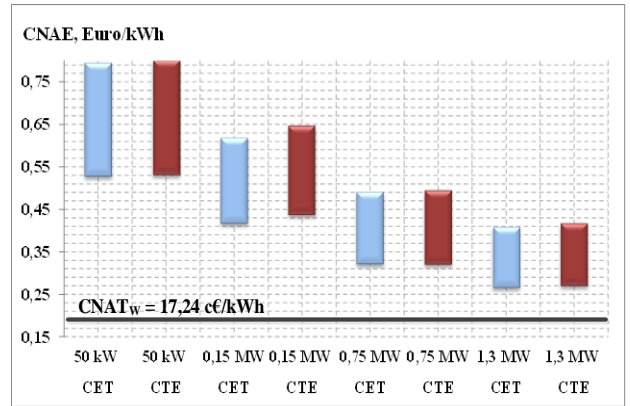
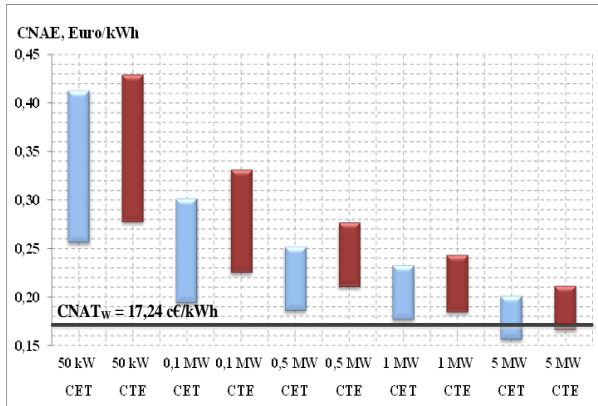


Figura 4.7. Analiza comparativă a tehnologiei ITG

Figura 4.8 ilustrează că tehnologia pilelor de combustie este competitivă doar în cazul valorificării biogazului, în cadrul instalațiilor cu puterilor de 5 MW, pentru condițiile scenariului optimist. Pentru puteri instalate de 1 MW, în cazul cogenerării în condițiile scenariului optimist se apropie de costul nivelat de livrare a energiei electrice. Pentru valorificare singazului costul energiei electrice rezultate este unul mult superior costului energiei electrice livrate.



a) biogaz

b) singaz

Figura 4.8. Analiza comparativă a tehnologiei PC

Producerea energiei electrice din biogaz este atractivă pentru toate tehnologiile considerate, iar din singaz doar în MAI și ITG la puteri mari, iar tehnologia pilelor de combustie fiind o tehnologie nouă este mai puțin aplicată în prezent din cauza costurilor investiționale ridicate.

Concluzii la capitolul 4

1. În lucrare a fost realizată o evaluare a prețului de cost a biocombustibililor gazoși, obținuți din deșeuri, în condiții locale. Calculele au fost realizate pentru două scenarii: unul optimist, ce cuprinde valori ale datelor inițiale ce conduc către un cost minim, și cel conservativ, ce presupune valori ale date inițiale ce conduc către un cost maxim. Datele obținute arată că, producerea biogazului este atractivă în cazul menținerii evoluției din ultimi 15 ani a costului gazelor naturale, iar a singazului doar pentru puteri mai mari de 1 MW și în condițiile scenariului optimist. Costul nivelat al biogazului exprimat în unități echivalente gazului natural variază între 84 Euro/mie m³, pentru puteri mari în condițiile scenariului optimist, și 492 Euro/mie m³, iar a singazului între 501 și 1 466 Euro/mie m³.
2. În lucrare se propune valorificarea biogazului și singazului prin aplicarea diferitor tehnologii (MAI, ITG, PC), în regim de cogenerare și în mod separat, la scară medie și mică. Pentru tehnologiile enumerate a fost determinat costul nivelat al energiei, acesta fiind cel mai important indicator de performanță economică a surselor de energie. Calculele au fost realizate pentru două scenarii: optimist și conservativ.
3. Energia electrică produsă din biogaz, în cadrul unui MAI are cel mai mic cost, prezentând o variație a costului de preț de la 5,71 cEuro/kWh, pentru puteri de 5 MWe, până la 30,54 cEuro/kWh pentru puteri de 50 kWe, în cazul nevalorificării energiei termice și de la 4,96 cEuro/kWh până la 28,32 cEuro/kWh, pentru aceleași puteri, dar în cazul valorificării parțiale a energiei termice.
4. Cel mai mare cost al energiei electrice se obține pentru energia produsă din singaz în cadrul pilelor de combustie, prezentând o variație a costului de preț de la 26,52 cEuro/kWh, pentru puteri de 1,3 MWe, până la 79,53 cEuro/kWh pentru puteri de 50 kWe, în cazul valorificării energiei termice și de la 26,96 cEuro/kWh până la 79,51 cEuro/kWh, pentru aceleași puteri, dar în cazul nevalorificării parțiale a energiei termice produse.
5. Studiul de față demonstrează că producerea energie electrice din biogaz este rentabilă pentru tehnologiile MAI, pentru întreg lanț de puteri considerate, ITG devin atractive la puteri ce încep de la 100 kW, iar PC sunt competitive doar la puteri mai mari de 5 MW, în condițiile scenariului optimist.
6. Producerea energiei electrice din singaz se dovedește a fi atractivă doar în MAI și ITG de puteri mai mari de 1,3 MW, în cazul valorificării energie termice și în condițiile scenariului optimist.
7. Pornind de la faptul că există tehnologii de producere și valorificare a biocombustibililor gazoși care, în condițiile menținerii evoluției costului surselor tradiționale, se dovedesc a fi economic fezabile, ar fi oportună orientarea investitorilor către valorificarea potențialului de deșeuri biodegradabile existente în țară.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. Preocupările stringente globale, legată de schimbarea climei, cauzată, în principal, de arderea combustibililor fosili, a determinat statele lumii, inclusiv Republica Moldova, să-și asume angajamente privind utilizarea eficientă a energiei și de promovare a utilizării surselor de energii regenerabile. Întru realizarea acestor angajamente țara noastră a adoptat programe și planuri de acțiune și în anul 2017 a aprobat cotele și limitele maxime de capacitate în domeniul E-SER până în anul 2020 în implementarea SER.
2. În contextul importului de resurse energetice în proporție de 68% din consumul intern brut al țării și a disponibilității materiei prime locale, ce ar putea fi utilizată în scop energetic, devine oportună orientarea către resursele locale de energie.
3. Biomasa rămâne a fi cea mai răspândită resursă, inclusiv de energie, care ar putea acoperi greutatea cea mai mare în contextul atingerii obiectivelor asumate. Orientarea către transformarea deșeurilor de origine biologică în combustibili alternativi, precum biogazul și biosingazul, pe lângă diminuarea impactului asupra mediului, în cazul neutilizării acestora, prezintă și următoarele avantaje comparativ cu utilizarea combustibililor fosili:
 - reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră pe termen scurt;
 - diminuarea efectului schimbărilor climaterice, pe termen mediu și
 - asigurarea acoperirii necesarului de energie, pe termen lung.
4. În prezenta lucrare termenul biocombustibilul gazos presupune totalitatea combustibililor în stare gazoasă, care au fost produși prin diferite metode, din materie organică și este destinat producerii de electricitate, căldură și frig.
5. Prezenta lucrare vine cu propunerea unei metodologii de estimare a potențialului energetic evolutiv din deșeuri, ce permite obținerea valorilor pentru un anumit moment viitor.
6. Republica Moldova fiind una cu economie bazată pe agricultură, una din îndeletnicirile de bază ale populației o constituie creșterea păsărilor și animalelor, acestea fiind prezente în majoritatea gospodăriilor rurale, au fost propuse modele matematice de determinare a potențialului de biogaz, a numărului de gospodării asigurate cu biogaz pentru diferite utilități energetice, a puterilor instalate ale unităților generatoare în funcție de efectivul de animale întreținute.
7. Au fost adaptate modelele dinamice și cele statice-echivalente în scopul determinării costului biocombustibililor gazoși și a energiei electrice produse din aceștia, astfel fiind evidențiată aplicabilitatea modelelor respective.
8. Analiza evoluției cantității de materie primă prielnică producerii biocombustibililor a evidențiat o evoluție negativă a șeptelului de animale pe parcursul ultimilor 12 ani în țară.

9. A fost constatată disponibilitatea a circa 7 mil. tone/an de deșeuri biodegradabile, care pot fi convertite în 918 626 mii m³/an de biogaz și 1 956 510 mii m³/an de singaz, echivalentul a 17 305 581 GJ/an de biogaz, respectiv 9 827 256 GJ/an de singaz sau potențialul de producere a biogazului la nivelul anului 2020, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestuia de 288 MWe și pe singaz – de 106 MWe.
10. Repartizarea geografică a deșeurilor determină posibilitatea instalării la nivel de localitate a unităților generatoare pe biogaz cu puteri cuprinse între 50 și 100 kWe, iar pe singaz - instalații cu valori ale puterilor cuprinse între 100 și 200 kWe.
11. Producerea biogazului se dovedește a fi atractivă în cazul menținerii evoluției, din ultimi 15 ani, a costului gazelor naturale, iar a singazului doar pentru puteri mari și în condițiile scenariului optimist. Costul nivelat al biogazului exprimat în unități echivalente gazului natural variază între 84 Euro/mie m³, pentru puteri mari în condițiile scenariului optimist, și 492 Euro/mie m³, iar a singazului între 501 și 1 466 Euro/mie m³.
12. În lucrare au fost analizate tehnologiile moderne de generare a energiei din biocombustibili gazoși, inclusiv în regim de cogenerare, pentru care au fost determinate costurile nivelate ale energiei electrice. Aceste costuri pot sta la baza stabilirii prețurilor plafon și tarifelor fixe determinate pentru tehnologiile de producere a energiei din SER promovate de stat.
13. Faptul că din anul 2009, când a fost aprobată *Metodologia de determina a costului energiei din surse regenerabile*, până în luna martie 2018 au fost instalate unități generatoare, în baza energiei regenerabile, cu o putere totală de 52 MW, iar urmare a aprobării în data de 28.02.2020 a Hotărârii nr 54/2020 *privind tarifele fixe și prețurile plafon la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie de către producătorii care vor obține statutul de producător eligibil în anul 2020* a fost confirmat/ofert statutul de producător eligibil pentru 26 de entități cu o putere totală de 27,23 MW, puterea instalată a unității pe biogaz fiind de 0,637 MW din 12 MW alocați pentru anul 2020, denotă necesitatea promovării biogazului.
14. Generarea energiei electrice utilizând în calitate de combustibil biogazul sau singazul oferă avantajul unei manevrabilități înalte a echipamentului utilizat, astfel acestea pot fi utilizate în calitate de capacități de compensare a E-SER variabile.

Direcții și obiective de cercetare pe viitor:

Pe viitor se propune identificarea modelelor matematice ce ar permite determinarea potențialului energetic în cazul variației mixului materiei prime, de identificare și înaintare a modalităților de promovare a biocombustibililor gazoși din deșeuri prin scheme de sprijin sau prin considerarea micșorării emisiilor de gaze cu efect de seră și identificarea soluției fezabile de producere și utilizare a energiei la locul de producere a biocombustibililor gazoși sau la o anumită distanță.

BIBLIOGRAFIE

1. Consiliul European, Consiliul Uniunii Europene, Adunarea Generală a ONU, New York, 23-26/09/2019, [citat 30.09.2019]. Disponibil: <https://www.consilium.europa.eu/ro/meetings/international-summit/2019/09/23-26/>
2. Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social și Comitetul Regiunilor Perspectiva energetică 2050, [citat 30.09.2019]. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0885>
3. Strategia Energetică a Republicii Moldova până în 2030, Hotărâre nr. 102 din 05.02.2013, Disponibil: <http://lex.justice.md/md/346670/>
4. Banca de date statistice a Republicii Moldova, [citat 30.03.2018]. Disponibil: http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/10%20Mediul%20inconjurator/10%20Mediul%20inconjurator_MED040/MED040400reg.px/table/tableViewLayout1/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774
5. Legea nr. 10 din 26.02.2016 cu privire la promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, Disponibil: <http://lex.justice.md/md/363886/>
6. Gaz cu efect de seră, de la Wikipedia, *Enciclopedia liberă*, [citat 30.08.2018]. Disponibil: https://ro.wikipedia.org/wiki/Gaz_cu_efect_de_ser%C4%83
7. *Largest global emitters of carbon dioxide by country 2017*, Statista, [citat 18.06.2018]. Disponibil: <https://www.statista.com/statistics/271748/the-largest-emitters-of-co2-in-the-world/>
8. *Fossil fuels emissions, 2017*, Global carbon Atlas, [citat 18.06.2018]. Disponibil: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
9. O. Mărculescu, *Încălzirea globală e mai rapidă decât s-a estimat*, iunie 2017, Mișcarea Știință & Tehnică, [citat 16.06.2018]. Disponibil: <https://stiintasitehnica.com/incalzire-globala-rapida/>
10. O. Mărculescu, *Omenirea și subminarea propriei sănătăți*, martie 2017, Mișcarea Știință & Tehnică, , [citat 16.06.2018]. Disponibil: <https://stiintasitehnica.com/omenirea-si-subminarea-propriei-sanatati/>
11. *Energia din surse regenerabile*, Fișe descriptive despre Uniunea Europeană, Parlamentul European, aprilie 2019, [citat 10.06.2019]. Disponibil: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/ro/sheet/70/energia-din-surse-regenerabile>
12. Directiva privind energia din surse regenerabile 2009/28 / CE a Consiliului și de abrogare a Directivelor 2001/77 / CE și 2003/30 / CE
13. *Renewable energy in the EU*, Newsrelease, Eurostat, nr. 27/2019, 12 February 2019, [citat 16.06.2019]. Disponibil: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9571695/8-12022019-AP-EN.pdf/b7d237c1-ccea-4adc-a0ba-45e13602b428>
14. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), [citat 09.05.2019]. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=RO>
15. Raport al Comisiei către Consiliu și Parlamentul European privind cerințele de durabilitate pentru utilizarea surselor de biomasă solidă și gazoasă pentru producerea energiei electrice, încălzire și răcire, COM(2011)11 final, [citat 09.03.2018]. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0011&qid=1562251410350&from=RO>

16. *EBA Annual Report 2018*, EBA, January 2019, [citat 09.05.2019]. Disponibil: <http://european-biogas.eu/wp-content/uploads/2019/03/EBA-Annual-Report-2018.pdf>
17. *Gas for Climate, How gas can help to achieve the Paris Agreement target in an affordable way*, Ecofys 2018 by order of: Gas for Climate Consortium, 15 February 2018, [citat 09.04.2019]. Disponibil: https://www.gasforclimate2050.eu/files/files/Ecofys_Gas_for_Climate_Feb2018.pdf
18. *General Union Environment Action Programme to 2020 Living well, within the limits of our planet*, European Commission, 2014, [citat 09.04.2019]. Disponibil: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1d861dfb-ae0c-4638-83ab-69b234bde376>
19. Legea nr. 174 din 21 septembrie 2017 cu privire la energetică, Disponibil: <http://lex.justice.md/md/371969/>
20. Legea nr. 107 din 27 mai 2016 cu privire la energia electrică, Disponibil: <http://lex.justice.md/md/365659%20/>
21. Hotărârea ANRE nr. 375 din 28.09.2017 cu privire la aprobarea Metodologiei de determinare a tarifelor fixe și a prețurilor la energia electrică produsă de producătorii eligibili din surse regenerabile de energie, Disponibil: http://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=103972&lang=ro
22. Hotărâre de Guvern nr. 689 din 11.07.2018 cu privire la aprobarea limitelor de capacitate, cotelor maxime și categoriilor de capacitate în domeniul energiei electrice din surse regenerabile până în anul 2020, Disponibil: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=376453>
23. *Planul național de acțiuni în domeniul energiei din surse regenerabile pentru anii 2013-2020*, Hotărâre de Guvern 1073/2013, Disponibil: <http://Lex.Justice.Md/Viewdoc.Php?Action=View&View=Doc&Id=351034&Lang=1>
24. *Balanța energetică a Republicii Moldova 2017*, Culegere de date statistice, Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova, Chișinău 2018, Disponibil: http://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/balanta_energetica/BE_2018_rom.pdf
25. Hotărâri ANRE privind tarifele la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie, [citat 19.05.2019]. Disponibil: <http://lex.justice.md>
26. **O. Șveț**, *Situația curentă în Republica Moldova privind producerea de biogaz*, Conferința Tehnico-științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 15-23 noiembrie 2013, UTM, 0.31 c.t.
27. Hotărârea Guvernului nr. 248 din 10 aprilie 2013, *Strategia de gestionare a deșeurilor în Republica Moldova pentru anii 2013-2027*, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=114412&lang=ro
28. *Dicționar explicativ online*, Disponibil: <https://dexonline.ro/definitie/combustibil>
29. Legea nr. 220 din 27 octombrie 2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie, Monitorul oficial al României, partea I, Nr. 577/13.08.2010
30. *World Energy Statistics, Statistics report*, International Energy Agency, [citat 12.08.2016]. Disponibil: <https://www.iea.org/publications/>
31. Potențial, *Dexonline*, [citat 16.07.2018]. Disponibil: <https://dexonline.ro/intrare/potențial/86952>

32. *U.S. Renewable Energy Technical Potentials: A GIS-Based Analysis*, Technical Report, July 2012,
<http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51946.pdf>
33. *Deliverable 3.1: Biomass availability & supply analysis, Review and assessment of existing biomass potentials*, IIASA, Alterra, CRES, December 2011, Disponibil:
https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/biomass_futures_review_of_biomass_assessments_en.docx
34. *Long Term Potentials and Costs of RES Part I: Potentials, Diffusion and Technological learning, RE-Shaping, Shaping an effective and efficient European renewable energy market*, Intelligent Energy - Europe, ALTENER, May 2011, [citat 20.07.2019]. Disponibil:
http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/D10_Long-term-potentials-and-cost-of-RES.pdf
35. *U.S. Renewable Energy Technical Potentials: A GIS-Based Analysis*, Technical Report, July 2012, [citat 20.07.2019]. Disponibil:
<http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51946.pdf>
36. *Guidelines for the anaerobic digestion of food and beverage industry waste*, Project 'BIN2GRID', WP 3 – Task 3.2, aprilie 2016, [citat 19.07.2018]. Disponibil:
<http://www.bin2grid.eu/documents/73603/136674/D3+2+-+Guidelines+final+version.pdf/0f0cb9b8-2190-4f98-9e9e-7a6c139eb5df>
37. REJMAN-BURZYŃSKA, Alina, *The energy potential of biogas – an estimation of biogas production resources in Poland*, Central Mining Institute in Katowice, CHEMIK 2013, [citat 19.07.2018]. Disponibil: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-96596d4f-9b77-4160-bd87-42d51ba20a27/c/5_13_Burzynska_GB.PDF
38. *Studiu privind potențialul de producere a biogazului in regiunea transfrontaliera Timis-Csongrad*, [citat 15.07.2013]. Disponibil:
<https://www.cciat.ro/dwldcciat.php?a=ZYLHX58GKJBCFSREV3P4D62AW&b=20170327095723851490597843>
39. *Screening the rise of fermentable wastes and market price for energy and waste treatment in Romania*, Probiopol – Biogas polygeneration for Romania, Research report carried out by SC Project Developer (proDev), Romania, [citat 15.10.2017]. Disponibil:
https://www.probiopol.agimus.de/fileadmin/Editor_uploads_FE/ProBioPol_Screening_update.pdf,
40. *Potențialul biogazului in Romania: o evaluare bazata pe sursele de deșeuri organice*, Seminariile PROBIOPOL Sibiu, 18 – 20 Martie, 2009, [citat 15.10.2017]. Disponibil:
https://www.probiopol.agimus.de/uploads/media/ProBioPol_Sibiu_0318_L03_Potential_ProDev_01.pdf,
41. *Suport la dezvoltarea unui concept durabil pentru valorificarea energiilor regenerabile din judetul Timis*, Raport final, Fraunhofer, [citat 15.10.2017]. Disponibil: http://jimbolia.ro/wp-content/uploads/documents/publicatii/2009/20091218_Studiu_EnergiiRegenerabile_EficientaEnergetica.pdf
42. AL SEADI, Teodorita et all, *Biogazul, Ghid practic*, Biogas for Eastern Europe, 2008, 152 p. [citat 15.10.2017]. Disponibil: http://www.big-east.eu/downloads/Final_National_HandbooksBiG-East_Handbook_Romania.pdf
43. *Estimarea potențialului energetic al biomasei din culturile agricole pentru brichetare, la nivel de regiuni și raioane, pentru anii 2009-2010*, Chișinău 2012, AEE, [citat 12.05.2018]. Disponibil: http://www.biomasa.aee.md/data/1011/file_169_0.pdf

44. *Biomass and municipal solid waste gasification*, National Energy Technology Laboratory, [citat 13.09.2016]. Disponibil: <https://netl.doe.gov/research/Coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/biomass-msw>
45. PAULA, Ana, et all, *Application of biomass to hydrogen and syngas production*, LOPCA – Laboratory of Optimization, Design and Advanced Process Control, School of Chemical Engineering - UNICAMP, Albert Einstein 500, Campinas, Zip Code 13081-970, Brazil, 2013, AIDIC Servizi S.r.l., [citat 13.09.2016]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/259800555_Synthesis_gas_from_biomass_for_fuels_and_chemicals/link/549172370cf214269f28b9be/download
46. G. KREUTZ, Thomas, et all, *Fischer-Tropsch fuels from coal and biomass*, Princeton Environmental Institute, 25th Annual International Pittsburgh Coal Conference, 2008, [citat 15.10.2017]. Disponibil: <https://acee.princeton.edu/wp-content/uploads/2016/10/Kreutz-et-al-PCC-2008-10-7-08.pdf>
47. ABERG, Katarina, *Syngas Production by integrating thermal conversion processes in an existing biorefinery*, Umea Universitet, Department of Applied Physics and Electronics, Licentiate Thesis, 2014, [citat 11.08.2018]. Disponibil: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:744519/FULLTEXT01.pdf>
48. JAMES, Daniell, *Commercial Biomass Syngas Fermentation*, Energies 2012, The University of Auckland, Libraries and Learning Services, [citat 11.08.2018]. Disponibil: <https://researchspace.auckland.ac.nz/bitstream/handle/2292/23617/energies-05-05372.pdf?sequence=6>
49. GUÐMUNDSSON, Magnús, *Bio-fuel production in Iceland, Gasification experiments>Evaluation of syngas production from different raw materials and calculation on quantity of fuels*, Innovation Center of Iceland, 2011, [citat 13.08.2018]. Disponibil: http://www.lifeldsneyti.is/resources/Files/Lifeldsneyti/Lifeldsneyti---Arskyrsla-2011/Fylgiskjal_6.pdf
50. PAULA, Ana, et all, *Application of Biomass to Hydrogen and Syngas Production, Chemical engineering transactions*, AIDIC Servizi S.r.l., VOL. 32, 2013, [citat 13.09.2016]. Disponibil: <https://pdfs.semanticscholar.org/9bff/3b9c389de80beb8e4773bffc1aedcaef5bc4.pdf>
51. SURYO KUMORO, Swandahru, *How do I calculate HHV of syngas using its mass*, Universitas Gadjah Mada, [citat 13.09.2016]. Disponibil: [https://www.researchgate.net/post/How do I calculate HHV of syngas using its mass](https://www.researchgate.net/post/How_do_I_calculate_HHV_of_syngas_using_its_mass).
52. EBA European Biogas Association, *D2.3 data bank with existing incentives and subsequent development of biogas plants compared to national targets*, Ref. Ares(2017)5927743 - 04/12/2017, [citat 24.02.2018]. Disponibil: http://biogasaction.eu/wp-content/uploads/2019/02/D2.3_FINAL_version.pdf
53. Feed-in Premiums (FIP), *Energypedia*, [citat 18.06.2019]. Disponibil: [https://energypedia.info/wiki/Feed-in_Premiums_\(FIP\)](https://energypedia.info/wiki/Feed-in_Premiums_(FIP))
54. *Scheme de sprijin pentru energiile regenerabile. Practici internaționale*, BIZLAW Portalul Avocaturii de Afaceri din Moldova, 27.03.2017, Disponibil: <https://www.bizlaw.md/2017/03/27/scheme-de-sprijin-pentru-energiile-regenerabile-practici-internationale>

55. *Ajutorul de stat SA. 33134 (2011/N) – România Certificate verzi pentru promovarea producerii energiei electrice din surse regenerabile de energie*, Comisia Europeană, C(2011) 4938 final, [citată 16.06.2019]. Disponibil: http://www.renasc.eu/documente/sa33134ro_1282ro.pdf
56. Programul Operațional Infrastructură Mare 2014-2020, [citată 17.06.2019]. Disponibil: <https://www.fonduri-structurale.ro/program-operational/5/programul-operational-infrastructura-mare>
57. Hotărâre de Guvern nr. 219/2007 *privind promovarea cogenerării bazate pe energia termică utilă*. Monitorul Oficial 200/23.03.2007, Disponibil: <http://www.legex.ro/Hotararea-219-2007-77848.aspx>
58. Hotărâre de Guvern nr. 1215/2009 *privind stabilirea criteriilor și a condițiilor necesare implementării schemei de sprijin pentru promovarea cogenerării de înaltă eficiență pe baza cererii de energie termică utilă*. Monitorul Oficial 748/3.11.2009, Disponibil: <http://www.anre.ro/ro/legislatie/cogenerare-inalta-eficienta/legislatie-primara-cogen-ief>
59. Monitorul Oficial al României nr 928 din 2018-11-02, HG nr.846/31.10.2018, pentru modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 1.215/2009 *privind stabilirea criteriilor și a condițiilor necesare implementării schemei de sprijin pentru promovarea cogenerării de înaltă eficiență pe baza cererii de energie termică utilă*, [citată 18.06.2019]. Disponibil: <https://lege5.ro/Gratuit/gmydqmqzqe2a/hotararea-nr-846-2018-pentru-modificarea-si-completarea-hotararii-guvernului-nr-1215-2009-privind-stabilirea-criteriilor-si-a-conditiilor-necesare-implementarii-schemei-de-sprijin-pentru-promovarea-co>
60. *Schema de sprijin de tip bonus pentru promovarea energiei electrice produse în cogenerare de înaltă eficiență (Ajutor de stat autorizat de Comisia Europeană)*, [citată 15.06.2019]. Disponibil: <http://oer.ro/wp-content/uploads/3.Schema-de-sprijin-tip-bonus-pentru-cogenerare-Cristian-PODASCA-ANRE.pdf>
61. Ordin 15/18.03.2015 *privind aprobarea Metodologiei de stabilire și ajustare a prețurilor pentru energia electrică și termică produsă și livrată de centrale de cogenerare ce beneficiază de scheme de sprijin, respectiv a bonusului pentru cogenerarea de înaltă eficiență*, Monitorul oficial a României, parte I, Nr. 267/21.IV.2015, [citată 17.06.2019]. Disponibil: <https://portal.anre.ro/PublicLists/Ordin>
62. *Ordinul nr. 65/2019 privind modificarea și completarea Metodologiei de stabilire și ajustare a prețurilor pentru energia electrică și termică produsă și livrată din centrale de cogenerare ce beneficiază de schema de sprijin, respectiv a bonusului pentru cogenerarea de înaltă eficiență*, aprobată prin Ordinul președintelui Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei nr. 15/2015, [citată 17.06.2019]. Disponibil: <https://lege5.ro/Gratuit/gmztimjvgy2a/ordinul-nr-65-2019-privind-modificarea-si-completarea-metodologiei-de-stabilire-si-ajustare-a-preturilor-pentru-energia-electrica-si-termica-produsa-si-livrata-din-centrale-de-cogenerare-ce-beneficiaz>
63. ATĂNĂSOAE, P., et all, *Schema de sprijin pentru promovarea energiei electrice în cogenerare de înaltă eficiență*, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, 2016, [citată 18.06.2019]. Disponibil: <http://www.agir.ro/buletine/2689.pdf>

64. Hotărârea Consiliului de Administrație al Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică nr. 482 din 6 septembrie 2012 privind *aprobarea Metodologiei de determinare, aprobare și aplicare a tarifelor pentru energia termică livrată consumatorilor*, [citată 21.06.2019]. Disponibil: <http://lex.justice.md/md/345330/>
65. *Proiectul Metodologiei de calculare, aprobare și aplicare a prețurilor și tarifelor reglementate pentru producerea energiei electrice și termice, pentru serviciile de distribuție și furnizare a energiei termice*, [citată 20.06.2019]. Disponibil: <http://www.anre.md/storage/upload/projects/announcements/tmp/phpx7twzF/Proiectul%20Metodologiei.pdf>
66. VAN DER DRIFT, A., BOERROGTER, H., *Synthesis gas from biomass for fuels and chemicals*, 2006, [citată 18.08.2018]. Disponibil: <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-C--06-001>
67. Hotărâre ANRE nr. 321 din 22.01.2009 privind metodologia de determinare, aprobare și aplicare a tarifelor la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie și biocombustibil, Disponibil: <http://lex.justice.md/md/330868/>
68. ARION, V., ȘVETȚ, O., BOROSAN, C., *Producerea biogazului din deșeuri animaliere*, Ghid, Unitatea consolidată de implementare a proiectelor de mediu, Proiectul „Practici de gestionare a gunoiului de grajd și tehnologii de producere a biogazului”, Chișinău 2013,
69. *Fișa de informare nr. 54, Planul de acțiune pentru biomasă*, ENER 9, AGR 4, ENV 18, [citată 17.06.2019]. Disponibil: http://www.cdep.ro/afaceri_europene/afeur/2010/fi_527.pdf
70. Strategia privind valorificarea potențialului de biomasă și direcții de acțiune pentru dezvoltare și utilizare, pentru anii 2011-2015, [citată 10.04.2014]. Disponibil: http://www.google.md/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.maia.gov.md%2Fdownload.php%3Ffile%3DcHVibGljL3B1Ym9ucy8xNDQ1MDQ5X21kX3N0cmF0ZWdpYV9wcmI2LmRvYw%253D%253D&ei=5pdGU6GEPOKn4gSy4ID4Cw&usg=AFQjCNHHhpIW7yVRzwwzMCAGGKx9jF4m_Ow&sig2=B5OCDQmw_LujYzVVljBObw&bvm=bv.64507335,d.bGE
71. HĂBĂȘESCU, I., CEREMPEI, V., *Potențialul energetic și perspectivele utilizării biomasei în Republica Moldova*, Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro”, Chișinău, Conferința internațională „Energetica Moldovei-2012”. Aspecte regionale de dezvoltare, 4-6 octombrie 2012, ISBN 978-9975-62-324-7, pag. 356
72. ȘALARU, Gh., et al., *Managementul deșeurilor biodegradabile*, Ministerul Mediului, Asociația pentru Valorificarea deșeurilor, Oficiul privind combaterea schimbărilor climatice în agricultură, Chișinău 2013, 270 p. Disponibil: <http://www.serviciilocale.md/download.php?file=cHVibGljL3B1Ym9ucy81NTk1MV9tZF8yMDEzXzA2XzAzX21hbnVhLnBkZg%3D%3D>
73. ION, I.V., ION, D.-I., (2006). Energie din biomasa. *Considerații teoretice Energie*, Nr. 7(38)/2006, [citată 12.07.2013]. Disponibil: http://www.tehnicainstalatiilor.ro/articole/pdf/nr_38/014-030.pdf
74. Universitatea de Științe Agricole Științe Agricole și Medicină Veterinară, Cluj-Napoca, Proiecte, [citată 10.03.2015]. Disponibil: http://www.usamvcluj.ro/cercetare/proiect_biomasa_141667/CATALOG/Activitatea%201%20Catalog.pdf
75. ARION, V., et al., *Biomasa și utilizarea ei în scopuri energetice*, Editura „Garomond-Studio” Ltd, 2008, CZU 662.6/.7, B53, 268 p.

76. ARION, V., GHERMAN, C., UNGUREANU, S., *Solid biomass potential assessment for Moldova*, 6TH International Conference on Electrica land Power Engineering, EPE 2014, 28-30 October 2010, Iasi, Romania, http://www.epe.tuiasi.ro/2010/pdf/EPE_2010_vol1.pdf, pag. 275
77. *A Feasibility Study Covering 11 Livestock Farms*, Prepared by Dave Sood, Chisinau, 2009, 44p.
78. FREDERIKSEN, Henrik, și alții, *Sisteme pentru depozitarea dejecțiilor. Standarde de fermă*. Manual elaborat în cadrul proiectului “Modernizarea sistemului de înfrmare și cunoaștere în agricultură (MAKIS). 2010, 88p.
79. ЦУРКАН М. А. *Программа увеличения производства и повышения эффективности органических удобрений в Молдавской ССР*. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1988. – 71 с.
80. Camera Agricolă Județeană Vrancea. *Gunoarul de grajd ca sursă de poluare*, [citată 12.07.2013]. Disponibil: <http://cameraagricolavn.ro/gunoarul-de-grajd-ca-sursa-de-poluare/#sthash.7rZMibJ1.dpuf>
81. TAYLOR, Graeme, KRUGER, Ian, *Farming meat rabbits in NSW DPI, Primefacts, Pofitable & Sustainable Primary Industries*, Primefact 104, 2006, 5 p., http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/75882/Farming-meat-rabbits-in-NSW---Primefact-104-final.pdf
82. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, [citată 12.08.2013]. Disponibil: <http://www.fao.org/docrep/t1690e/t1690e08.htm>
83. GHERMAN, C., *Modelarea surselor de energie regenerabile și determinarea costurilor nivelate și a tarifelor*, teză de doctor în științe tehnice, 2014, 163 p.
84. ARION, V., HLUSOV, V., GHERMAN, C., *Economia surselor de energie*, note de curs, Editura „Tehnică-UTM”, Chișinău 2016, 156 p.
85. ȘVETȚ, O., *Modelarea costului biogazului produs*, Conferința Tehnico-științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 20-21 octombrie 2014, UTM, 0.24 c.t.
86. *Biogas utilization and cleanup, Farm energy, extension, issues, innovation, impact*, [citată 12.07.2019]. Disponibil: <https://farm-energy.extension.org/biogas-utilization-and-cleanup/>
87. *Optimal use of biogas from waste streams*, An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020, European Commission, 2016, 158 p., Disponibil: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf
88. ARION, V., HLUSOV, V., GHERMAN, C., ȘVETȚ, O., *Culegere de probleme la disciplina Economia Energeticii*, Partea I - Aspecte generale ale calculului tehnico-economic și economico-financiar, Chișinău, Editura „Tehnică-UTM” 2013, 8 c.t.
89. ARION, V., HLUSOV, V., GHERMAN, C., ȘVETȚ, O., *Ghid de promovare a proiectelor de eficiență energetică și surselor de energie regenerabile*, Agenția pentru Eficiență Energetică, 2012, 16.75 c.t.

90. ARION, V., ȘVETȚ, O., BOROSAN, C., *Utilizarea biogazului la producerea căldurii și electricității*, Ghid, Unitatea consolidată de implementare a proiectelor de mediu, Proiectul „Practici de gestionare a gunoiului de grajd și tehnologii de producere a biogazului”, Chișinău 2013, 44 p.
91. ȘVETȚ, O., *Biogazul produs din gunoi de grajd și modalitățile de valorificare a lui*, Conferința Internațională de Sisteme Electromecanice și Energetice, SIELMEN 2013, Chișinău, 17-18 octombrie 2013, ISBN 978-606-13-1560-4, 0.57 c.t.
92. SHELFORD T. et al., *Farmer's Guide to Dairy-Derived Biogas Production, Treatment and Utilization*, Department of Environmental Science & Techonology, Cornell University, Northeast Sustainable Agriculture Research & Techonology, 2018, 78 p. Disponibil: <http://www.gcedonline.com/resources/agribusiness/pdf/Farmers-Guide-to-Biogas.pdf>
93. Biogas and bio-syngas production, Energy Technology System Analysis Programme, 2013, 12 p. Disponibil: https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/P11_BiogazProd_ML_Dec2013_GSOK.pdf, 21.08.2019
94. Biroul de statistică a Moldovei, [citată 12.03.2018]. Disponibil: <http://statbank.statistica.md>
95. Recensământul general agricol, Rezultate generale în profil teritorial, vol. 2, Biroul Național de Statistică a Republicii Moldova, Ministerul Agriculturii și Industriei Alimentare, 2011, 172 p. Disponibil: http://statistica.gov.md/public/files/publicatii_electronice/Recensamint_agricol/RGA_Vol_2.pdf
96. Biroul Național de Statistică a Republicii Moldova, [citată 12.03.2017]. Disponibil: <http://www.statistica.md>
97. NICOLICI, Vasile, *Producerea și utilizarea biogazului pentru obținerea de energie*, (suport de curs), 2006, 50p, [citată 10.05.2018]. Disponibil: <http://www.nikolicivasilie.ro/lucrari-stiintifice/Biogaz%20curs.pdf>,
98. AL SEADI, Teodorita, et al, *Biogazul, Ghid practic*, Big-East, 2008, 152 p., Disponibil: <https://www.big-east.eu/downloads/Final%20National%20Handbooks/BiG-East%20Handbook%20Romania.pdf>
99. *Guide to biogas from use to production*, Supported by Federal Ministry of Food, Agriculture and Customer Protection, 2010, 232 p. Disponibil: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/g/u/guide_biogas_engl_2012.pdf
100. NGUMAH, Chima et al, *Potential of organic waste for biogas and biofertilizer production in Nigeria*, Environmental Research, Engineering and Management, 2013. No. 1(63), P. 60-66, ISSN 1392-1649 (print), ISSN 2029-2139 (online), [citată 10.05.2018]. Disponibil: <http://erem.ktu.lt/index.php/erem/article/view/2912/2415>,
101. Food and Agricultural Organization of The United Nations, [citată 10.05.2018]. Disponibil: <http://www.fao.org/docrep/t1690E/t1690e04.htm>
102. *Bioenergy supply in Ireland 2015-2035*, An update of potential resource quantities and costs, Sustainable Energy Authority of Ireland, Ricardo Energy&Environment, 2017, 97 p., Disponibil: <https://www.seai.ie/publications/Bioenergy-Supply-in-Ireland-2015-2035.pdf>

103. *Agricultural waste management field*, Handbook, Chapter 4 Agricultural waste characteristics, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2008, 40 p. Disponibil: <http://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=31475.wba>; 10.05.2018
104. CABARET, J., *EGG output of graphidium strigosum (nematoda) in low-level prime infection of rabbits*, Institute of Agronomy and Veterinary of Hassan II, Rabat-Agdal, *Folia Parasitologica (Praha)* 28:337-341, 1981, Disponibil: <http://folia.paru.cas.cz/pdfs/fo/1981/04/07.pdf>
105. BARKER, J., HODGES, S., WALLS, F. (2005). Livestock manure production rates and nutrient, [citată 25.08.2018]. Disponibil: http://agrienvarchive.ca/bioenergy/download/barker_ncsu_manure_02.pdf
106. T. T. T. Cu and all, *Biogas Production from Vietnamese Animal Manure*, Plant Residues and Organic Waste: Influence of Biomass Composition on Methane Yield, Asian-Australian Journal of Animal Sciences, 2015, 10 p. Disponibil: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4283175/>
107. Soluții creative și rapide, online [citată 17.05.2019]. Disponibil: <http://www.rasfoiesc.com/business/agricultura/DESEURI-ORGANICE-DIN-AGRICULTU86.php>
108. COVALIOV, V., UNGUREANU D., COVALIOVA O., Ioneț I., *Degradarea fermentativă a biomasei lignocelulozice pentru producerea biogazului: 1. Metode de preprocesare*, Universitatea de Stat din Moldova, *Studia Universitatis Moldaviae*, 2014, nr.1(71), Seria Științe reale și ale naturii ISSN 1814-3237 ISSN online 1857-498X p.130-134, Disponibil: <http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/23.-p.130-134.pdf>
109. Zorg biogas, online, [citată 17.05.2019]. Disponibil: http://zorgbiogas.ru/biogas-plants/biogas-out?lang=ru&gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhXVyhTd2_-u-qQZheZtZVGqDiI8oF2S1KlrP14_oCTi2TIUfjJfL0xoCYvsQAvD_BwE
110. Biogaz-instalații, online, [citată 17.05.2019]. Disponibil: <http://biogaz-instalatii.ro/b1.html>
111. WANG Guangtao, *Biogas Production from Energy Crops and Agriculture Residues*, PhD-72(EN), National Laboratory for Sustainable Energy, 2010, 90 p. Disponibil: <https://www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/1001402>
112. *Stabilirea specificațiilor tehnice la realizarea sursei de energie din biogaz, din cadrul microrețelei cu surse de energie regenerabilă, Dimensionarea tehnico-economică a producției de energie electrică din biogaz*, Proiect de cercetare „Remis”, etapa 2, 2016, 24 p. <http://remis.utcluj.ro/wp-content/uploads/2016/02/Raport-de-proiectare-si-dimensionare-a-instalatiei-de-biogaz.pdf>
113. *Biogaz, avantajele biogazului*, online, [citată 17.05.2019]. Disponibil: <http://focuseco.ro/wp-content/uploads/2016/02/biogaz-interior-final1.pdf>
114. DELL'ANTONIA D. et al., *Development perspectives for biogas production from agricultural waste in Friuli Venezia Giulia (Nord-East of Italy)*, University of Udine, Department of Agriculture and Environmental Sciences, Via delle Scienze, 208 – 33100 Udine, Italy, Regione Friuli Venezia Giulia, Via Sabbadini, 31 – 33100 Udine, Italy, 10 p. Disponibil:

- http://smartenergyproject.eu/site/assets/files/1059/development_perspectives_for_biogas_production_from_agricultural_waste_in_friuli_venezia_giulia.pdf.
115. *Guidelines for the anaerobic digestion of food and beverage industry waste, Project 'BIN2GRID', Turning unexploited food waste into biomethane supplied through local filling stations network*, Grant agreement No: 646560, Disponibil: <http://www.bin2grid.eu/documents/73603/136674/D3+2++Guidelines+final+version.pdf/0f0cb9b8-2190-4f98-9e9e-7a6c139eb5df>
 116. *Biogas polygeneration in Romania Screwing of fermentable wastes & market prices for energy and waste treatment in Romania*, ProBioPol, Updated December 2008, 65 p. Disponibil: https://www.probiopol.agimus.de/fileadmin/Editor_uploads_FE/ProBioPol_Screening_update.pdf
 117. *Optipolygen, WP2, Technical Potential for Polygeneration in the Food Processing Industry*, Intelligent Energy Europe, 249 p. [citată 11.03.2014]. Disponibil: <https://fdocuments.in/document/410-optipolygen.html>
 118. T. Tutunaru, *Producerea biogazului și valorificarea lui în scopuri energetice*, Meridian ingineresc, vol 1, 2009, 6 p., Disponibil: https://utm.md/meridian/2009/MI_1_2009/11_Tutunaru_T_Producerea.pdf
 119. *The Engineering ToolBox, online*, [citată 11.03.2019]. Disponibil: https://www.engineeringtoolbox.com/fuels-higher-calorific-values-d_169.html
 120. **CAPITAN, O.**, *Evaluarea potențialului de biocombustibili gazoși în Republica Moldova*, Conferința Internațională "Energetica Moldovei 2016. Aspecte regionale de dezvoltare", 30.09.2016, Chișinău, ISBN: 978-9975-4123-5-3, 0,56 c.t.
 121. **ȘVEȚ, O.**, *Biogas potential assessment for Moldova*, 8TH International Conference on Electrical and Power Engineering, EPE 2014, 16-18 October 2014 - Iași, Romania, ISBN 978-1-4799-5848-1, 0,18 c.t.
 122. ROTARU, P., *Resursele forestiere ale Republicii Moldova – statutul și perspectivele de dezvoltare*, Direcția fond forestier, arii protejate, păză și protecție, anul 2015, Agenția Moldsilva, Disponibil: http://www.clima.md/public/files/Rotaru_Prezentare_Sectorul_forestier.pdf
 123. TALMACI, I., MIRON, A., *Managementul durabil al pădurilor și pajiștilor deținute de autoritățile publice locale*, Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare în Moldova, Comisia Europeană, Chișinău 2016, 46 p. Disponibil: <https://www.undp.org/content/dam/moldova/docs/Publications/managementul%20padurilor.pdf>
 124. LEWANDOWSKI, W. M., et al., *Modern methods of thermochemical biomass conversion into gas, liquid and solid fuels*, Ecological Chemistry and Engineering vol. 18, Nr. 1, 2011, 9 p., [citată 20.05.2019]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/265033847_Modern_Methods_of_Thermochemical_Biomass_Conversion_into_Gas_Liquid_and_Solid_Fuels/download
 125. CERONE, N., ZIMBARDI, F., *Gasification of agroresidues for syngas production*, ENEA, Energy Technologies Department, Energies 2018, 11, 1280; doi:10.3390/en11051280, [citată 20.05.2019]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/325213688_Gasification_of_Agroresidues_for_Syngas_Production

126. KIRSANOVS, V., ZANDECKIS, A., *Investigation of biomass gasification process with torrefaction using equilibrium model*, International Scientific Conference “Environmental and Climate Technologies – CONECT 2014”, Energy Procedia 72 (2015) 329 – 336, [citat 22.05.2019]. Disponibil: <https://core.ac.uk/download/pdf/82637036.pdf>
127. *Biomass gasifier*, Fengyu Corporation, Global agent Searching Agent, [citat 22.05.2019]. Disponibil: http://www.fengyugroup.com/products/show/mid/8_13/id/13
128. TONG, Yun, *Cost Analysis and Evaluation of Syngas Synthesis through Anaerobic Digestion*, Master of Science (M.S.), University of Dayton, Chemical Engineering, 2012, [citat 28.05.2019]. Disponibil: https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=dayton1354297810&disposition=attachment
129. Hotărâre Nr. 301 din 24.04.2014 cu privire la aprobarea Strategiei de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia, Disponibil: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=352740>
130. Hotărâre ANRE nr. 284 din 17.10.2018, privind tariful la energia termică livrată consumatorilor de către Î.M. „Servicii Comunale Glodeni”, Disponibil: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=377763>
- 131..Hotărâre ANRE nr. 109 din 17.03.2017, privind tariful lal energia termică livrată consumatorilor de către S.A. „Termoelectrica”, Disponibil. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=369581>
- 132.Hotărâre ANRE nr. 317 din 09.12.2016, privind tariful lal energia termică livrată consumatorilor de către S.A. „Comgaz Plus”, Disponibil. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=367982>
- 133.Hotărâre ANRE nr. 318 din 09.12.2016, privind tariful la energia termică livrată consumatorilor de către Î.M. a „Rețelelor și Centralelor Termice Comrat”, Disponibil. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=367983>
- 134.Hotărâre ANRE nr. 318 din 09.12.2016, privind tariful lal energia termică livrată consumatorilor de către Î.M. a „Rețelelor și Centralelor Termice Comrat”, Disponibil. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=367984>
- 135.ETTES Power Machinery LTD, online, [citat 14.05.2019]. Disponibil: <https://www.ettespower.com/Biogas-Generator.html>
136. SIMADER, Gunter R., KRAWINKLER, Robert, TRNKA, Georg, *Micro CHP systems: state of the art*, Final Report, Austrian Energy Agency,Vienna, March 2006, 68 p. [citat 28.05.2019]. Disponibil: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/green_lodges_micro_chp_state_of_the_art.pdf
137. WISER, Jason R., SCHETTLER, James W., WILLIS, John L., *Evaluation of Combined Heat and Power Technologies for wastewater Facilities*, U.S. Environmental Protection Agency to Columbus Water Works, CBFT3 National Demonstration Project, Prepared for Columbus Water Works, Columbus, Georgia, December 2010, 213 p, Disponibil: [http://www.cwwga.org/documentlibrary/121_EvaluationCHPTechnologiespreliminary\[1\].pdf](http://www.cwwga.org/documentlibrary/121_EvaluationCHPTechnologiespreliminary[1].pdf)
- 138.*Jenbacher Intelligent Energy*, Type 3, efficient, durable reliable, 8 p. Disponibil: http://cfaspower.com/gasm_3er_e.pdf

139. Lista prețurilor și parametri tehnici a unităților de cogenerare TEDOM, Lautus Ltd.
[http://teploelektro.ru/upload/doc/Price%20LAUTUS-TEDOM%20\(Ru\).xls](http://teploelektro.ru/upload/doc/Price%20LAUTUS-TEDOM%20(Ru).xls)
140. WARREN, Hannah, ELIZABETH Katie, *A techno-economic comparison of biogas upgrading technologies in Europe*, Master's Thesis, Disponibil:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.456.1353&rep=rep1&type=pdf>
141. UELLEENDAHL, H., WANG, G., MØLLER, H., JØRGENSEN, U., SKIADAS, I.V., GAVALA, H.N., AHRING, B.K., *Energy balance and cost-benefit analysis of biogas production from perennial energy crops pretreated by wet oxidation*, 8 pp, Disponibil:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.2350&rep=rep1&type=pdf>
142. WEI, L., PORDESIMO, L. O., FILIP, TO, S. D., HERNDON, C. W., BATCHELOR, W. D., *Evaluation of Micro-Scale Syngas Production Costs through Modeling*, 2009, 11 pp, Disponibil:
https://www.researchgate.net/publication/279910472_Evaluation_of_Micro-Scale_Syngas_Production_Costs_through_Modeling
143. *Biogas and bio-syngas production technical highlights*, Energy Technology system analysis Programme, International energy agency, 2013, 12 pp. Disponibil: https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/P11_BiogasProd_ML_Dec2013_GSOK.pdf
144. Cogenerations units. online, [citat 14.05.2019]. Disponibil:
http://www.cogeneration.com.ua/imgzstored/J312V221_en.pdf
145. GHERMAN, C., ȘVEȚ, O., ARSENI, L., *Gazeificarea biomasei solide și costul singazului produs*, Problemele Energeticii Regionale, Nr. 3(20) / 2012 / ISSN 1857-0070, Chișinău, 0.43 c.t.
146. All Power Labs, Carbon Power & Products, online, [citat 14.05.2019]. Disponibil:
<http://gekgasifier.com/gasification-store/>
147. HOLMGREN, K. M., *Investment cost estimates for gasification based biofuel production systems*, Swedish Environmental Research Institute, 2015, 26 p., Disponibil:
<https://www.ivl.se/download/18.7e136029152c7d48c202a1d/1465298345076/B2221.pdf>
148. *Equipment Design and Cost Estimation for Small Modular Biomass Systems, Synthesis Gas Cleanup, and Oxygen Separation Equipment*, Task 2: Gas Cleanup Design and Cost Estimates – Wood Feedstock, National Renewable Energy Laboratory, 2006, 117 p. disponibil:
<https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39945.pdf>
149. HOLMGREN, Kristina M., *Investment cost estimates for gasification-based biofuel production systems*, 2015, report B 2221, 26 pp., Disponibil:
https://www.researchgate.net/publication/283047483_Investment_cost_estimates_for_biomass_gasification-based_systems/link/56277b7708ae2b313c54e771/download
150. BUCHHOLZ, T., FURTADO, J., DA SILVA, I., *Power from wood gasifiers in Uganda: a 250 kW and 10 kW case study*, Energy, Volume 165 Issue EN4, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 16 p, Disponibil:
https://www.researchgate.net/publication/254032429_Electricity_from_wood-fired_gasification_in_Uganda_-_A_250_and_10kW_case_study

151. Complete Power Generation Solutions, online, [citat 14.05.2019]. Disponibil: <http://www.ettespower.com/500kW-Biomass-Engine.html>
152. SHELLY, J., *Biomass conversion to electricity: Stand alone power plants, co-generation and combined heat and power*, Woody biomass workshop, December 2010, Disponibil: <https://ucanr.edu/sites/WoodyBiomass/files/79012.pdf>
153. ARION, V., GHERMAN, C., ȘVEȚ, O., ARSENI, L., *Costurile tehnologiilor moderne de producere a electricității din biomasa solidă*, Conferința internațională „Energetica Moldovei-2012”. Aspecte regionale de dezvoltare, 4-6 octombrie 2012, ISBN 978-9975-62-324-7, Chișinău, 0.41 c.t.
154. Financing Renewable Energy in the European Energy Market, Report 2011, Disponibil: https://ec.europa.eu/energy/studies/financing-renewable-energy-eu-energy-market_en?redir=1
155. Zorg biogas forum, online, [citat 16.05.2019]. Disponibil: <http://forum.zorgbiogas.ru/viewtopic.php?f=4&t=85&sid=101f378edd8faf1da2e36629c198d06f&start=10>
156. TEDOM online, [citat 16.05.2019]. Disponibil: <http://cogeneration.tedom.com/tedom-cogeneration-unit-biogas.html>
157. genmaster Ваш спутник в мире энергетики, online, [citat 16.05.2019]. Disponibil: <https://genmaster.ru/equipment/gazovye-elektrostantsii-generatory/power-30-50kvt/>
158. KTS Engineering, Distributor & Service Provider Jenbacher gas engines, Jenbacher J320 GS, online, [citat 17.05.2019]. Disponibil: <https://kts-eng.com/en/equipment/gas-engines/type-3/jenbacher-j320-gs/>
159. Jenbacher gas engines JMS 320 GC-B.L Biogas 1.063 kWel., GE Jenbacher GmbH & Co OG, 4 p., online, [citat 17.05.2019]. Disponibil: <https://kts-eng.com/assets/files/J-320.pdf>
160. Catalog of CHP technologies, Section 2. Technology, Characterization – Reciprocating internal combustion engines, U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership, 2015, 29 p., online, [citat 18.05.2019]. Disponibil: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/catalog_of_chp_technologies_section_2_technology_characterization_-_reciprocating_internal_combustion_engines.pdf
161. CHP Technical data sheet for T120 Biogas Containerised Cento Series, Shentongroup, 6 p. [citat 19.05.2019]. Disponibil: <https://www.shentongroup.co.uk/wp-content/uploads/2016/11/Cento-T120-Biogas-Containerised-Datasheet.pdf>
162. Biogas plants with TEDOM Cogeneration units, Energetic utilization of biogas with TEDOM CHP units, TEDOM a.s., Výčapy 195, 674 01 Třebíč, Czech Republic, online, [citat 16.05.2019]. Disponibil: <http://www.espy.lu/en/downloads>
163. GE Energy, Jenbacher gas engines, FECC-GTZ, Training for biogas design, Institutes – Beijing, From biogas to electricity – CHP-use in operation, Thomas Elsenbruch, ecomagination a GE commitment, 2010, 61 p. online, [citat 19.05.2019]. Disponibil: [https://energypedia.info/images/f/f1/From Biogas to Electricity - CHP use in Operation.pdf](https://energypedia.info/images/f/f1/From_Biogas_to_Electricity_-_CHP_use_in_Operation.pdf)
164. WISER, J. R., SCHETTLER, J. W., WILLIS, J. L., *Evaluation of Combined Heat and Power Technologies for Wastewater Facilities*, Prepared for Columbus Water Works, Columbus, Georgia, EPA 832-R-10-006; Sept'2012, 244 p. Disponibil: [https://www.cwwga.org/documentlibrary/300_CHP%20-%20EPA%20\(final\)%20w-Apps.pdf](https://www.cwwga.org/documentlibrary/300_CHP%20-%20EPA%20(final)%20w-Apps.pdf)

165. WICKWIRE, S., *Biomass combine heat and power*, Catalog of technologies, U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership, 2007, 122 p. Disponibil: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/biomass_combined_heat_and_power_catalog_of_technologies_v.1.1.pdf
166. BONNIER S., Technical syntese, *The state of the promotion of biogas from waste water plants in France and Europe*, 2008, 16 p. Disponibil: <https://www.agroparistech.fr/IMG/pdf/syn08-eng-Bonnier.pdf>
167. STAFFELL, I., GREEN, R., *The cost of domestic fuel cell micro-CHP systems*, Imperial College Business School, Imperial College London, UK, 20 p. Disponibil: <https://core.ac.uk/download/pdf/9050840.pdf>
168. *Fuel Cells, Combined Heat and Power Technology Fact Sheet Series*, U.S. Department of Energy, 2016, 4 p. online, [citat 20.05.2019]. Disponibil: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/CHP-Fuel%20Cell.pdf>
169. **CAPITAN, O.**, *Feasibility production of gaseous biofuels from waste in the Republic of Moldova*, Journal of Social Sciences, Vol. III, no. 1 (2020), pp.56-64, 0.53 c.t., ISSN 2578-3490, eISSN 2587-3504, DOI: 10.5281/zenodo.3724635, CZU 662.767.2:657.4(478), Disponibil: https://jss.utm.md/wp-content/uploads/sites/21/2020/04/JSS-1-2020_56-64.pdf
170. Rapoarte anuale ANRE pentru anii 2009-2018, Disponibil: <http://www.anre.md/raport-de-activitate-3-10>
171. **CAPITAN, O.**, *Cost analysis of energy produced from biogas and biosyngas*, Journal of Social Sciences, Vol. III, no. 2 (2020), pp.32-41, 0.62 c.t., ISSN 2578-3490, eISSN 2587-3504, DOI: 10.5281/zenodo.3871339, CZU 338.5:620.9(478), Disponibil: https://jss.utm.md/wp-content/uploads/sites/21/2020/06/JSS-2-2020_32-41.pdf

Tabelul A1. Producători locali de energie electrică, de origine regenerabilă, la data de 15.08.2019

Nr.	Hotărîre ANRE	Denumire producător	Tip SER	Putere instalată, kW	Tarif aprobat, lei/kWh (fără TVA)
1.	Nr. 389 din 11.11.2010	G.Ț. "Morari V.I."	Biogaz	85 W, 140 Q	1,73
2.	Nr. 493 din 30.11.2012	S.R.L. "Solotrans-Agro"	fotovoltaic	100	1,92
3.	Nr. 511 din 27.02.2013	S.R.L. "Elteprod",	eolian	1 000	1,24
4.	Nr. 519 din 30.05.2013	S.R.L. "Tevas Grup"	Gaz de depozit	320	1,73
5.	Nr. 573 din 7.04.2014	S.R.L. „G & G Solar 1”	solar	333	1,90
6.	Nr. 660 din 31.07.2014	Î.C.S."Covoare Lux" S.R.L.	solar	500	1,90
7.	Nr. 661 din 31.07.2014	Î.M. „Sudzucker Moldova” S.A.	biogaz	2 400	1,96
8.	Nr. 711 din 18.11.2014	G.Ț. "Duca Vitalie Mihail"	solar	20	1,88
9.	Nr. 715 din 25.11.2014	S.R.L. "Sadisal Auto"	solar	15	1,88
10.	Nr. 716 din 25.11.2014	S.R.L. "Auto-Mar"	solar	30	1,88
11.	Nr. 145 din 16.07.2015	S.R.L. "Biovolt"	solar	10,5	1,90
12.	Nr. 146 din 16.07.2015	S.C. „ITNS. NET” S.R.L.	eolian	30	1,40
13.	Nr. 201 din 24.09.2015	Institutul Internațional de Management "IMI-NOVA"	solar	20	1,90
14.	Nr. 203 din 02.10.2015	S.R.L."TiTiTi și C"	solar	100	1,90
15.	Nr. 254 din 19.11.2015	Î.I. „Prencu Grigorii"	solar	15	1,90
16.	Nr. 92 din 16.03.2016	S.R.L. „Tasotilex"	solar	35	1,90
17.	Nr. 93 din 16.03.2016	S.R.L. „Colizei Vechi"	solar	145	1,90
18.	Nr. 94 din 16.03.2016	S.R.L. „Vin Select"	solar	200	1,90
19.	Nr. 110 din 01.04.2016	S.R.L. "Opal-Succes"	solar	20	1,90
20.	Nr. 155 din 16.05.2016	S.R.L. „ASA Business"	solar	14	1,90
21.	Nr. 156 din 16.05.2016	I.P. „Incubatorul de Afaceri Sîngerei"	solar	13,5	1,90
22.	Nr. 157 din 16.05.2016	S.R.L. „Nilcom Prim"	solar	15	1,90
23.	Nr. 158 din 16.05.2016	G.Ț. „Ocară Ștefan Dumitru"	solar	10,5	1,90
24.	Nr. 185 din 20.06.2016	S.R.L. „G&G Wind"	eolian	1 200	1,40
25.	Nr. 186 din 20.06.2016	S.R.L. „Slavon Pavlon"	solar	10,3	1,90
26.	Nr. 224 din 25.08.2016	S.R.L. "Mihailorina-Com"	solar	10,0	1,90
27.	Nr. 225 din 25.08.2016	S.R.L. "Amfion-Prim"	solar	25,0	1,90
28.	Nr. 262 din 22.10.2016	S.R.L. „Colizei Vechi"	solar	60	1,90
29.	Nr. 263 din 22.10.2016	S.R.L. „Graf-M și A"	solar	10,1	1,90
30.	Nr. 304 din 28.11.2016	S.R.L. „Colizei Vechi"	solar	40	1,90
31.	Nr. 305 din 28.11.2016	S.R.L."Goloseevo"	solar	15	1,90
32.	Nr. 331 din 16.12.2016	Î.I."Andrieș-Sîrcu"	solar	16	1,90
33.	Nr. 48 din 17.02.2017	Î.I."Marinescu Aurel", (Boșcana, r-nul Criuleni)	Solar	20	1,88

Nr.	Hotărîre ANRE	Denumire producător	Tip SER	Putere instalată, kW	Tarif aprobat, lei/kWh (fără TVA)
34.	Nr. 114 din 23.03.2017	S.R.L. „Opal-Succes”	Solar	41	1,90
35.	Nr. 115 din 23.03.2017	S.R.L. „Importex-Trans”	Eolian (Edineț)	3 300	0,87
36.	Nr. 116 din 23.03.2017	S.R.L. „Irarom-Grup”, (s. Tul, r-nul Dondușeni)	Eolian	1 300	1,13
37.	Nr. 117 din 23.03.2017	S.R.L. „Nordix Prim” (s. Cupcini, r-nul Edineț)	Eolian	1960	1,09
38.	Nr. 237 din 27.06.2017	S.R.L. „Bicomplex-Construct”	Solar	80	1,85
39.	Nr. 238 din 27.06.2017	S.R.L. „Senatron”	Solar	20	1,80
40.	Nr. 268 din 29.06.2017	S.R.L. „Rom-Cris”	Biogaz	637	1,96
41.	Nr. 270 din 29.06.2017	S.R.L. „Garma-Grup”	Biogaz	1 067	1,86
42.	Nr. 342 din 04.09.2017	S.R.L. „Hidroelectrică”	Hidro	254	1,99
43.	Nr. 343 din 04.09.2017	Primăria comunei Chișcăreni	Solar	11	1,80
44.	Nr. 404 din 25.10.2017	S.R.L. „Regiunea-Exim”	Solar	30	1,80
45.	Nr. 405 din 25.10.2017	S.R.L. „Tradițional”	Solar	10	1,80
46.	Nr. 430 din 15.11.2017	S.R.L. „Tasotilex”, or. Călărași, str. Mitropolit Varlaam 86	Solar	11,5	1,80
47.	Nr. 431 din 15.11.2017	Mănăstirea cu hr. „Sf. Gheorghe”, s. Suruceni, r-ul Ialoveni	Solar	30	1,80
48.	Nr. 08 din 16.01.2018	S.R.L. „Bebei-Prim”	Solar	100	1,79
49.	Nr. 52 din 13.02.2018	S.R.L. „Anastasia Vasilîța”	Solar	20	1,75
50.	Nr. 97 din 23.03.2018	S.R.L. „Importex-Trans”, or. Briceni	Eolian	1 500	0,68
51.	Nr. 98 din 23.03.2018	S.R.L. „Nordix Prim”, or. Edineț	Eolian	1 500	0,87
52.	Nr. 99 din 23.03.2018	S.R.L. „WINDMD-JT”	Eolian	2 640	0,78
53.	Nr. 100 din 23.03.2018	S.R.L. „Energia”	Eolian	1 300	0,84
54.	Nr. 101 din 23.03.2018	S.A. „Cariera Cobusca”	Eolian	2 600	0,77
55.	Nr. 102 din 23.03.2018	S.R.L. „Printemps”	Eolian	3 000	1,01
56.	Nr. 103 din 23.03.2018	S.R.L. „PDG Fruct”	Eolian	1 300	0,83
57.	Nr. 104 din 23.03.2018	S.R.L. „Graf-M și A”	Eolian	1 500	0,76
58.	Nr. 105 din 23.03.2018	S.R.L. „Edtrans-Grup”	Eolian	1 300	0,73
59.	Nr. 106 din 23.03.2018	S.R.L. „Elteprod”, satul Corpaci, raionul Edineț	Eolian	1 300	0,89

Stația de biogaz din s. Colonița

Pe la sfârșitul anilor '90, odată cu lansarea proiectului pilot privind producerea biogazului din deșeuri animaliere în Republica Moldova, de către olandezi, a demarat și construcția stației de biogaz de la Colonița. Fabrica (fig. A2.1) a fost dată în exploatare în anul 2004. Tehnologia aplicată procesului de producere a biogazului aparține olandezilor, echipamentul utilizat provine din Germania, Italia și Belgia.

Pentru funcționarea stației în condiții optime în reactor zilnic se introduc 40 tone de biomasă de diferită proveniență, precum:

- patru tone de bălegar de la ferma de vite din s. Maximovca,
- borhot de la o fabrică de producere a băuturilor alcoolice,
- reziduuri de la stația de epurare din Chișinău și
- reziduuri de la o fabrică de mezeluri.

Masa organică adusă la stație este omogenizată în rezervorul de stocare (fig. 2) și se aduce la o concentrație de 12% substanțe uscate.



Figura A2.1. Vedere a stației de biogaz



Fig. A2.2. Rezervorul de stocare a materiei prime



Figura A2.3. Digestat rezultat în urma fermentării

Fermentarea are loc în proces continuu. Zilnic în fermentator se introduc 40 tone de materie primă dintre care 30 sunt eliminate la sfârșitul procesului de digestie, iar masa rămasă în reactor este utilizată pentru omogenizarea deșeurilor și păstrarea concentrației necesare de bacterii metanogene.

Pentru fermentare este utilizat un singur reactor (fig. A2.1), în care se menține o temperatură de 37 °C. Zilnic se produc circa 1000 m³ de biogaz, cu o căldură inferioară de ardere de circa 20 MJ/m³.

Digestatul rezultat este uscat (fig. A2.3) și utilizat ca îngrășământ pe terenurile agricole din preajmă sau comercializat la un cost de 100 lei/tonă.

Biogazul rezultat este direcționat spre o unitate cogeneratoare cu o putere instalată de 83 kW (fig. A2.4). Aceasta are un randament electric de circa 30%. Energia termică rezultată din procesul de conversie a biogazului în energie electrică este utilizată doar la menținerea temperaturii de 37 °C în reactor.

Volumul de energie produs variază în funcție de disponibilitatea materiei prime, acesta fiind cuprins între 1660 – 46307 kWh/lună, ceea ce corespunde funcționării instalației la un grad de încărcare de 3 – 75 %, valoare medie fiind de 30 %. Funcționarea stației în asemenea regim afectează negativ și randamentul la care este produsă energia

Investiția totală în stație s-a ridicat la nivelul de 450-500 mii de Euro.

Energia electrică produsă este livrată în rețeaua publică, prin in transformator din apropierea stației de biogaz, la un tarif de 1.73 lei /kWh, stabilit prin Hotărârea ANRE¹ nr. 389 din 11.11.2010,

privind tarifele la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie, publicată în Monitorul Oficial nr.231-234/890 din 26.11.2010.

Stația de biogaz de la fabrica de zahăr Drochia

La 31 martie 2010, în incinta Primăriei or. Drochia a avut loc prezentarea Proiectului privind utilizarea deșeurilor de la producerea zahărului în scopuri energetice, care se preconiza a fi implementat la fabrica de zahăr din Drochia, Sudzucker Moldova S.A, companie care este unul din primele locuri în Republica Moldova privind cultivarea sfeclei de zahăr și producerea zahărului.

La 13 septembrie 2013 la Drochia a fost pusă în funcțiune cea mai mare instalație pe biogaz din Moldova, de către compania Südzucker. La 20 septembrie a avut loc inaugurarea fabricii de biogaz (fig.5²).



Figura A2. 4. Unitatea cogeneratoare



Figura A2.5. Vedere a fabricii de biogaz

Stația de biogaz (figura A2.5) a fost construită cu ajutorul specialiștilor cehi și pe lângă energie va produce, și îngrășăminte organice ce urmează a fi valorificate pe terenurile întreprinderii.

Capacitatea de producție de 8 mil. m³ de biogaz pe an face posibilă acoperirea necesarului de propriu de energie al fabricii în proporție de circa 15 %. Stația produce energie termică și

¹ <http://anre.md/law/index.php?vers=1&sm=155>

² <http://suedzucker.md/rom/events/first-biogas-plant-working-sugar-beet-press-pulp-opened-drochia>

electrică pentru necesitățile proprii în sezonul de producție, iar în restul timpului energia electrică produsă va fi livrată la stația de distribuție.

Stația de biogaz cuprinde 3 fermentatoare a câte 3600 m³, fiecare dotate cu gazgoldere a câte 900 m³ (fig. A2.5). Fiecare reactor este dotat cu 3 mixere pentru omogenizarea substratului.

Borhotul de sfeclă de la fabrică, cu o temperatură de circa 45-50 °C, este direcționat către un tanc de acumulare (fig. A2.6). În tancul de stocare circa 150 de tone de borhot verde/proaspăt este amestecat cu 240 tone de digestat - lucru realizat pentru omogenizarea substratului și pentru păstrarea concentrației de bacterii metanogene. De aici cu ajutorul pompelor este direcționat în fermentator, unde se menține o temperatură de 38-39 °C. Pentru moment fermentatoarele nu sunt încălzite, temperatura fiind menținută dorită a căldurii substratului care este introdus zilnic în reactor.



Figura A2.6. Rezervor de stocare a substratului

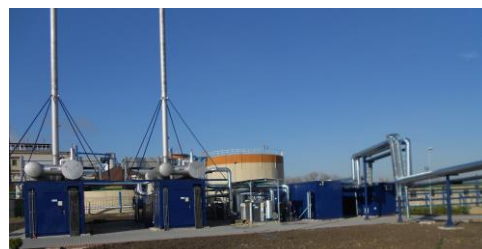


Fig. A2.7. Generatoare stația de biogaz

Biogazul produs are o concentrație de metan ce circa 46-48 % (pe data de 27 octombrie – 53%). Acesta direcționat către 2 generatoare a câte 1.2 MW fiecare (fig. A2.7).

Este prevăzut ca biogazul produs, (la moment 16 mii m³/zi, prevăzut 19-20 mii m³/zi) să fie utilizat timp de 100 de zile pentru satisfacerea necesităților fabricii de zahăr în perioada de producere a zahărului (volum ce ar acoperi doar 10-12% din necesarul fabricii de zahăr), iar restul timpului - 265 de zile, pentru a produce energie și a o livra în rețeaua publică. Energia termică nu este valorificată.

Digestatul rezultat în urma fermentării urmează a fi pompat, prin rețeaua locală de țevi pentru digestat (figura A2.8), și stocat în 2 lagune descoperite cu o capacitate reținere de circa 14.4 mii m³ fiecare (60 x 60 x 4m). De aici, în perioada de vegetația, digestatul va fi transportat pe terenurile deținute de companie, pentru a fi utilizat ca îngrășământ.

Stația de biogaz din s. Țîntăreni

Construcția stației de biogaz din s. Țîntăreni, de pe teritoriul gunoiștii municipale, a început în anul 2009 și a fost dată în exploatare în 2010, odată cu închiderea gunoiștii.

Biogazul este extras prin sonde (fig.A2.9) cu o lungime ce variază între 8 și 28 metri, lungime ce variază în funcție de grosimea stratului de gunoi acumulat. Sondele de colectare a biogazului

amplasate pe teritoriul gunoiștii sunt grupate pentru a alimenta patru conducte de transport a biogazului către stația de purificare a biogazului (fig. A2.10).



Figura A2.8. Laguna de stocare digestat, Drochia



Figura A2.9. Sondele de colectare biogazului



Figura A2.10. Stația de purificare a biogazului

Stația de purificare a biogazului este dotată cu echipament ce verifică și înregistrează instantaneu compoziția biogazului. De aici biogazul este direcționat prin conducte către unitatea generatoare care este constituită din 2 generatoare electrice a câte 160 kW fiecare, produse de firma Iveco.

În anul 2013 stația a trecut în posesia întreprinderii Tevas-grup SRL, care a construit 2 km de linie electrică pentru a putea livra energia produsă în rețeaua publică de 35 kV din apropiere.

Electricitatea produsă prin transformatorul de pe teritoriul gunoiștii este livrată în rețeaua publică la un tarif de 1.73 lei/kWh, conform Hotărârii nr. 519 din 30.05.2013 privind tarifele la energia electrică produsă din surse regenerabile de energie.

Zilnic se extrag aproximativ 4,61 mii m³ de biogaz, cu o căldură de ardere de circa 20 MJ/m³, din care zilnic se produc 7680 kWh/zi și respectiv anual pot fi produși 2800 MWh energie. Estimările privind resursele energetice ale gunoiștii din Țânțăreni arată că acestea sunt suficiente pentru funcționarea stației de biogaz în următorii 10 ani.

Anexa 3. Ratele medii anuale de evoluție a parametrilor ce determină cantitatea de materie primă

Tabelul A.3.1. Ratele medii anuale de evoluție a efectivului de animale, %

Regiune	Bovine	Porcine	Ovine și caprine	Cabaline	Iepuri	Păsări
Total pe republica	- 4,01	- 0,20	- 0,60	- 5,43	2,72	2,86
Municipiul Chisinau	- 6,83	- 8,03	0,02	- 5,71	- 1,19	8,83
Nord	- 4,10	- 3,72	- 2,07	- 5,71	3,22	3,38
Municipiul Balti	- 10,83	- 16,68	-9,04	- 15,25	- 10,12	2,86
Briceni	- 7,02	- 5,34	-3,53	- 6,46	2,99	6,83
Donduseni	- 3,14	- 3,62	- 2,27	- 6,74	3,96	2,38
Drochia	- 3,81	- 1,29	0,03	- 5,24	3,98	- 35,64
Edinet	- 5,90	- 3,53	- 2,36	- 6,09	1,14	23,88
Falesti	- 2,75	- 3,24	- 0,89	- 3,43	3,57	- 1,78
Floresti	- 3,14	- 2,27	- 2,46	- 5,81	5,62	2,86
Glodeni	- 3,43	- 1,09	- 3,24	- 4,77	1,66	- 18,89
Ocnita	- 4,10	-5,05	- 2,56	- 4,20	7,22	2,86
Riscani	- 4,01	- 5,71	- 5,43	- 5,52	3,78	0,79
Singerei	- 2,46	- 1,78	0,52	- 5,43	9,54	2,86
Soroca	- 3,04	- 2,07	- 2,07	- 5,81	3,53	2,86
Centru	- 3,62	- 3,47	- 0,70	- 4,58	2,91	- 2,46
Anenii Noi	- 4,77	8,10	- 0,99	- 6,55	4,67	- 13,80
Calarasi	- 4,96	- 0,40	- 0,79	- 5,43	- 1,48	2,86
Criuleni	- 29,46	13,94	2,41	- 3,33	6,41	2,86
Dubasari	- 2,27	2,00	3,24	- 7,11	- 6,55	2,86
Hincesti	- 0,70	- 4,20	0,10	- 3,33	0,63	2,86
Ialoveni	- 8,67	- 3,24	- 0,89	- 7,76	- 6,27	7,05
Nisporeni	- 9,13	- 1,39	- 3,62	- 5,62	1,68	2,86
Orhei	- 3,43	1,84	- 0,30	- 3,91	6,56	37,26
Rezina	- 3,04	5,03	- 2,27	- 4,39	3,26	2,86
Strășeni	- 5,15	- 3,81	- 3,91	- 4,58	0,55	2,86
Șoldănești	- 3,24	4,14	- 0,99	- 3,62	14,12	2,86
Telenesti	- 2,66	0,28	- 0,89	- 5,43	8,58	0,00
Ungheni	- 2,66	2,31	- 0,04	- 3,72	7,20	1,82
Sud	- 4,77	- 2,75	- 0,30	- 7,30	2,07	- 6,86
Basarabeasca	- 9,76	- 6,93	- 0,06	- 7,85	2,31	8,50
Cahul	- 4,39	0,17	- 0,30	- 8,31	0,58	- 11,10
Cantemir	- 5,81	2,93	- 3,04	- 5,34	3,03	2,86
Causeni	- 1,88	- 0,50	2,35	- 9,31	5,78	2,86
Cimislia	- 7,39	- 8,12	- 2,85	- 8,58	3,14	3,45
Leova	- 5,62	- 7,67	- 1,19	- 6,46	2,85	2,86
Stefan Voda	- 5,24	- 5,15	- 0,60	- 7,76	1,03	2,86
Taraclia	- 5,90	- 7,20	2,42	- 6,65	- 2,36	5,98
U.T.A Gagauzia	- 2,75	- 2,27	1,34	- 7,57	4,72	2,86

Tabelul A.3.2. Ratele medii anuale de evoluție a recoltei culturilor agricole, %

Regiune	Grâu	Orz	Ovăz	Porumb boabe	Mazăre	Fasole	Floare soarelui	Soia
Total pe republica	7,55	0,74	- 1,78	22,96	9,54	11,04	14,29	0,54
Municipiul Chisinau	0,66	- 5,52	- 12,42	18,13	17,15	11,04	15,84	17,49
Nord	5,63	1,75	0,78	22,29	16,11	17,65	9,68	0,46
Municipiul Balti	4,81	17,65	- 1,78	17,50	9,54	11,04	12,96	11,31
Briceni	2,21	- 2,46	- 1,78	13,49	9,54	11,04	10,71	0,13
Donduseni	7,59	- 0,50	7,14	21,73	9,54	25,62	6,47	5,40
Drochia	7,35	7,98	0,17	28,27	24,46	11,04	9,80	24,60
Edinet	5,69	- 0,30	0,50	24,02	20,61	- 6,74	10,81	- 3,33
Falesti	6,50	0,16	0,00	31,84	9,54	- 16,93	13,94	6,59
Floresti	7,06	3,22	11,04	27,37	15,28	11,04	11,42	1,94
Glodeni	0,18	- 2,27	5,01	21,50	9,79	26,17	8,97	- 3,91
Ocnita	4,35	- 0,20	- 4,39	14,65	9,54	- 6,83	7,16	- 8,03
Riscani	5,18	5,29	- 2,17	18,50	13,41	- 0,89	8,49	0,45
Singerei	4,72	1,59	7,36	35,90	16,05	11,04	9,97	8,11
Soroca	7,33	2,56	2,84	32,62	18,67	11,04	8,93	3,78
Centru	6,73	- 1,09	3,74	26,67	9,63	4,22	14,01	0,15
Anenii Noi	8,65	0,15	- 5,24	33,52	16,39	11,04	22,88	0,54
Calarasi	- 3,33	- 7,94	-	19,52	9,54	11,04	9,37	0,54
Criuleni	7,55	0,61	7,77	23,97	9,54	22,90	15,43	- 4,20
Dubasari	0,14	- 18,40	- 1,78	11,82	9,54	11,04	8,23	- 0,70
Hincesti	5,73	- 2,85	- 1,78	33,01	9,54	11,04	17,41	0,54
Ialoveni	- 1,29	- 4,10	- 1,78	35,70	9,54	-	19,75	0,54
Nisporeni	- 2,07	- 0,40	-	27,22	9,54	11,04	16,89	-
Orhei	8,87	4,44	1,77	41,08	18,45	11,04	14,20	2,18
Rezina	7,91	0,03	14,65	21,56	3,90	11,04	10,64	9,49
Strășeni	- 2,66	- 10,30	-	30,19	9,54	-	18,35	-
Șoldănești	9,30	0,35	- 1,78	22,39	8,69	11,04	14,27	1,43
Telenesti	9,70	- 2,56	2,71	26,59	34,12	11,04	9,92	- 13,55
Ungheni	5,23	- 5,81	- 12,33	30,06	- 3,91	11,04	11,05	4,32
Sud	10,25	- 0,20	- 14,83	23,36	7,74	- 2,56	22,18	10,65
Basarabasca	10,42	2,53	- 1,78	35,70	9,54	-	25,78	-
Cahul	10,10	6,41	- 1,68	27,95	6,46	- 7,39	23,51	0,54
Cantemir	10,43	- 0,50	- 1,78	25,96	9,51	11,04	20,52	-
Causeni	11,26	- 8,03	- 12,07	24,79	2,14	-	21,79	-
Cimislia	11,90	0,34	- 1,78	33,56	0,20	-	27,06	0,54
Leova	11,56	- 0,60	- 1,78	32,46	12,42	11,04	25,81	0,54
Stefan Voda	8,30	- 3,14	- 1,78	16,76	7,08	- 4,77	16,91	0,54
Taraclia	10,15	- 0,20	- 21,44	13,18	5,91	11,04	21,88	-
U.T.A Gagauzia	10,29	3,01	- 4,86	18,45	0,99	11,04	22,91	0,54

Tabelul A.3.3. Ratele medii anuale de evoluție a suprafețelor plantate cu pomi fructiferi și vii, %

Regiune	Meri	Peri	Vișini	Cireși	Caiși	Piersici	Pruni	Nuci	Vii
Total pe republica	- 2,27	6,94	6,66	9,64	7,31	- 3,72	3,32	25,42	- 3,43
Municipiul Chisinau	- 7,11	- 14,06	- 8,31	- 8,76	2,72	-14,57	- 5,05	- 9,40	- 5,24
Nord	- 0,89	3,76	- 1,78	7,33	11,19	6,67	1,22	23,98	- 7,02
Municipiul Balti	- 5,43	-	12,06	7,99	5,50	- 6,18	11,80	-	-
Briceni	6,34	4,08	6,66	3,08	24,52	-	4,77	7,47	-
Donduseni	2,11	6,94	1,07	11,57	7,31	-	- 3,43	25,42	-4,67
Drochia	- 3,14	6,94	0,77	9,43	7,31	- 3,72	0,75	17,00	2,63
Edinet	1,41	- 19,93	- 11,98	13,62	20,37	- 3,72	4,56	25,42	- 3,43
Falesti	- 10,83	6,94	- 6,65	7,29	3,34	14,19	1,72	49,55	- 8,76
Floresti	- 1,68	6,94	- 15,51	6,22	9,91	37,83	0,42	19,78	2,93
Glodeni	- 6,27	6,94	- 5,34	2,20	7,31	- 3,72	- 1,29	27,12	- 12,59
Ocnita	0,57	6,94	6,66	19,30	- 2,27	- 3,72	- 0,30	25,42	-
Riscani	- 1,88	6,94	- 7,02	5,68	- 9,31	-	4,28	25,42	- 7,48
Singerei	- 7,94	- 3,72	9,13	10,66	31,15	0,01	2,42	24,61	- 9,31
Soroca	- 3,72	6,94	20,76	8,18	6,69	- 3,72	3,73	21,86	- 13,29
Centru	- 3,91	19,01	12,23	14,47	9,28	- 2,85	4,54	17,22	- 3,14
Anenii Noi	- 5,81	22,49	6,66	11,31	15,73	- 4,48	7,36	28,23	- 1,78
Calarasi	- 4,01	6,94	12,87	11,67	4,96	- 2,36	11,32	15,31	-
Criuleni	2,11	6,94	23,47	21,50	10,31	1,50	7,31	6,26	1,69
Dubasari	- 11,36	6,94	7,24	26,25	7,31	- 13,37	- 7,76	25,42	- 6,46
Hincesti	- 10,39	16,69	6,66	9,99	2,37	- 2,75	- 2,95	26,14	- 10,30
Ialoveni	- 12,07	6,94	6,66	- 7,30	- 3,53	- 3,72	- 7,94	25,42	- 6,74
Nisporeni	37,03	6,94	-	9,64	7,31	-	16,85	11,19	7,80
Orhei	- 3,72	6,94	14,33	11,39	11,11	- 0,60	9,21	2,26	2,73
Rezina	- 1,58	6,94	6,66	9,64	7,31	- 3,72	1,87	30,85	- 3,43
Strășeni	- 3,62	8,69	6,66	42,24	- 0,70	1,96	4,64	17,50	0,08
Șoldănești	0,19	6,94	29,04	24,10	12,41	-	7,60	15,25	- 3,43
Telenesti	- 6,09	6,94	5,77	10,75	12,94	2,32	1,08	32,87	- 3,04
Ungheni	- 6,18	16,54	8,74	14,30	12,18	4,55	4,32	15,67	- 2,27
Sud	- 7,39	- 1,39	3,98	11,52	0,27	- 30,16	4,04	11,02	- 1,68
Basarabasca	- 15,59	6,94	6,66	1,50	7,31	- 3,72	0,38	12,29	- 7,48
Cahul	-5,34	6,94	6,66	5,15	5,24	- 2,46	2,21	25,32	0,06
Cantemir	- 7,11	6,94	- 1,48	11,16	- 10,30	- 4,10	2,34	25,42	0,39
Causeni	- 2,07	6,94	6,66	18,20	7,31	4,78	11,67	24,24	4,63
Cimislia	- 17,91	6,94	- 27,24	- 7,94	5,75	- 3,72	- 1,48	7,08	- 5,90
Leova	- 17,34	6,94	4,24	10,71	3,11	1,53	12,50	6,00	- 0,89
Stefan Voda	- 5,34	1,91	10,83	31,74	- 9,04	- 2,66	5,62	11,69	- 3,33
Taraclia	- 4,39	0,73	- 15,25	3,87	- 14,32	- 13,37	- 5,15	- 29,67	- 3,33
U.T.A Gagauzia	- 2,36	6,94	10,26	29,46	7,31	- 4,67	4,47	17,92	- 8,67

Tabelul A.3.4. Ratele medii anuale de evoluție a cantității producției finite din industria alimentară, %

Regiune	Carne	Sucuri	Lactate	Panificație	Băuturi alcoolice	Deșeuri menajere
Total pe republica	10,42	3,15	3,92	- 0,30	4,49	- 3,53
Municipiul Chisinau	4,88	25,00	7,42	- 4,67	10,32	- 13,03
Nord	1,87	7,14	2,74	- 0,70	- 17,83	- 0,62
Municipiul Balti	- 5,34	11,49	1,38	- 0,20	- 24,58	- 3,20
Briceni	7,50	2,33	-	11,60	-	- 16,76
Donduseni	14,71	-	-	- 6,37	-	- 0,39
Drochia	25,00	-	6,43	0,59	-	- 0,78
Edinet	-	19,94	- 15,76	- 1,78	-	- 19,88
Falesti	4,36	- 5,43	7,23	1,48	-	- 0,99
Floresti	25,00	-	5,08	- 5,81	-	- 20,25
Glodeni	21,18	3,77	- 2,56	- 2,75	-	-30,92
Ocnita	9,65	-	-	- 8,85	-	- 6,74
Riscani	- 10,00	- 12,07	15,63	- 8,49	-	- 0,30
Singerei	- 10,00	-	-	- 9,58	12,64	- 17,27
Soroca	- 13,11	4,35	5,42	5,97	-	- 3,72
Centru	20,17	- 10,00	- 10,74	5,65	10,09	- 2,95
Anenii Noi	25,00	- 6,09	- 14,74	2,24	-	- 20,54
Calarasi	5,25	- 10,00	-	7,11	23,51	- 17,42
Criuleni	6,51	- 10,57	-	13,15	-	- 13,80
Dubasari	-	-	-	10,37	-	- 16,68
Hincesti	25,00	-	- 41,63	- 9,22	-	- 4,29
Ialoveni	- 1,97	-	-	- 4,77	17,94	- 18,75
Nisporeni	- 8,12	-	-	- 0,79	-	- 10,92
Orhei	25,00	-	1,71	9,32	-	- 8,85
Rezina	-	-	-	8,91	-	- 9,85
Strășeni	-	- 10,00	-	5,57	- 19,21	- 27,39
Șoldănești	-	-	-	- 18,40	-	- 5,80
Telenesti	4,03	-	-	28,22	-	- 12,09
Ungheni	9,69	- 4,10	-	- 2,17	10,51	- 14,48
Sud	5,62	- 10,00	- 1,19	11,06	- 23,83	- 0,70
Basarabasca	-	-	-	- 17,26	-	- 5,99
Cahul	4,90	-	- 0,20	- 8,49	-	- 9,10
Cantemir	- 12,59	- 2,17	-	3,33	-	- 6,76
Causeni	- 10,00	- 11,89	-	2,59	-	- 19,53
Cimislia	- 10,00	-	-	4,36	-	- 8,19
Leova	25,00	-	-	- 14,06	-	- 1,09
Stefan Voda	- 10,00	- 10,00	-	- 1,39	-	- 1,78
Taraclia	- 7,85	-	-	37,32	- 23,83	- 4,48
U.T.A Gagauzia	24,24	- 6,72	9,07	- 5,52	18,30	6,55

Anexa 4. Potențialul biocombustibililor gazoși și a puterilor instalate către 2020 și 2030

Tabelul A.4.1. Potențialul de producere a biogazului către anul 2020

Regiune	Deșeuri animaliere		Deșeuri agricole		Deșeuri industriale		Deșeuri menajere		Total	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	73 828	1 616 593	24 590	588 035	532 786	11 508 186	287 421	3 592 766	918 626	17 305 581
Mun. Chisinau	1 022	23 501	54	1 290	196 260	4 239 224	22 330	279 126	219 666	4 543 140
Nord	26 643	573 232	9 884	236 618	248 867	5 375 527	90 032	1 125 400	375 427	7 310 777
Mun. Balti	187	4 066	21	508	29 605	639 473	16 679	208 490	46 493	852 537
Briceni	1 816	39 249	464	11 171	25 453	549 787	3 317	41 460	31 050	641 666
Donduseni	2 497	55 233	880	21 102	326	7 042	2 069	25 864	5 772	109 242
Drochia	2 230	46 597	1 417	33 748	5 983	129 243	13 928	174 100	23 558	383 688
Edinet	2 425	51 321	742	17 796	18 066	390 232	133	1 664	21 366	461 013
Falesti	3 091	67 236	916	21 800	1 115	24 091	42 376	529 699	47 498	642 826
Floresti	2 466	53 060	1 484	35 504	7 139	154 195	171	2 142	11 260	244 901
Glodeni	2 131	44 865	670	16 158	301	6 496	143	1 785	3 244	69 304
Ocnita	1 246	26 361	604	14 539	90	1 948	1 157	14 462	3 097	57 310
Riscani	2 811	60 351	1 158	27 884	11 824	255 396	7 578	94 724	23 370	438 356
Singerei	3 553	78 722	608	14 481	343	7 410	16	200	4 520	100 814
Soroca	2 192	46 171	921	21 926	148 685	3 211 589	2 465	30 810	154 262	3 310 496
Centru	25 019	544 800	4 654	111 255	46 985	1 014 883	34 378	429 726	111 036	2 100 664
Anenii Noi	3 131	67 030	585	13 933	4 347	93 898	278	3 475	8 342	178 335
Calarasi	1 538	34 252	15	366	8 660	187 048	391	4 884	10 603	226 551
Criuleni	1 434	32 181	504	12 062	7 153	154 513	958	11 977	10 050	210 733
Dubasari	620	12 983	221	5 339	278	6 013	4	48	1 123	24 383
Hincesti	3 307	71 597	431	10 295	1 396	30 153	18 515	231 442	23 650	343 486
.Ialoveni	955	20 803	97	2 334	708	15 299	7	90	1 768	38 527
Nisporeni	1 274	28 660	19	472	617	13 335	31	391	1 942	42 858
Orhei	2 783	59 787	479	11 363	6 096	131 679	10 938	136 723	20 296	339 552
Rezina	1 466	31 336	566	13 547	112	2 429	2 568	32 097	4 712	79 409
Strășeni	1 215	26 942	33	808	1 734	37 458	357	4 463	3 340	69 673
Șoldănești	1 511	32 753	696	16 709	33	721	117	1 465	2 358	51 648
Telenesti	2 614	56 597	392	9 335	1 240	26 792	55	683	4 302	93 407
Ungheni	3 150	69 377	614	14 692	17 639	380 993	159	1 987	21 562	467 048
Sud	16 890	379 597	7 468	178 448	31 431	678 908	14 833	185 411	70 622	1 422 364
Basarabasca	641	14 685	211	4 997	124	2 687	1 700	21 253	2 677	43 622
Cahul	2 725	60 855	1 274	30 395	4 245	91 702	348	4 348	8 592	187 300
Cantemir	2 395	54 489	729	17 465	6 123	132 264	183	2 283	9 429	206 501
Causeni	4 173	92 361	1 113	26 563	3 279	70 831	776	9 696	9 340	199 451
Cimislia	1 769	40 314	704	16 722	441	9 531	204	2 549	3 119	69 116
Leova	1 695	37 931	508	12 138	273	5 902	1 744	21 806	4 221	77 777
Stefan Voda	1 183	25 143	1 690	40 423	11 633	251 281	6 288	78 597	20 794	395 444
Taraclia	2 248	52 213	1 239	29 745	5 310	114 701	3 590	44 879	12 388	241 538
U.T.A Gagauzia	4 254	95 464	2 530	60 425	8 332	179 981	125 848	1 573 103	140 965	1 908 973

Tabelul A.4.2. Potențialul de producere a biogazului la nivelul anului 2020, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui, MW

Regiune	Deșeuri animale	Deșeuri agricole	Deșeuri industriale	Deșeuri menajere	Total
Total pe țară	26,94	9,80	191,80	59,88	288
Mun. Chisinau	0,39	0,02	78,90	4,65	84
Nord	9,55	3,94	100,04	18,76	132
Mun. Balti	0,07	0,01	11,90	3,47	15
Briceni	0,65	0,19	10,23	0,69	12
Donduseni	0,92	0,35	0,13	0,43	2
Drochia	0,78	0,56	2,41	2,90	7
Edinet	0,86	0,30	7,26	0,03	8
Falesti	1,12	0,36	0,45	8,83	11
Floresti	0,88	0,59	2,87	0,04	4
Glodeni	0,75	0,27	0,12	0,03	1
Ocnita	0,44	0,24	0,04	0,24	1
Riscani	1,01	0,46	4,75	1,58	8
Singerei	1,31	0,24	0,14	0,00	2
Soroca	0,77	0,37	59,77	0,51	61
Centru	9,08	1,85	18,89	7,16	37
Anenii Noi	1,12	0,23	1,75	0,06	3
Calarasi	0,57	0,01	3,48	0,08	4
Criuleni	0,54	0,20	2,88	0,20	4
Dubasari	0,22	0,09	0,11	0,00	0
Hincesti	1,19	0,17	0,56	3,86	6
Ialoveni	0,35	0,04	0,28	0,00	1
Nisporeni	0,48	0,01	0,25	0,01	1
Orhei	1,00	0,19	2,45	2,28	6
Rezina	0,52	0,23	0,05	0,53	1
Strășeni	0,45	0,01	0,70	0,07	1
Șoldănești	0,55	0,28	0,01	0,02	1
Telenesti	0,94	0,16	0,50	0,01	2
Ungheni	1,16	0,24	7,09	0,03	9
Sud	6,33	2,97	12,64	3,09	25
Basarabeasca	0,24	0,08	0,05	0,35	1
Cahul	1,01	0,51	1,71	0,07	3
Cantemir	0,91	0,29	2,46	0,04	4
Causeni	1,54	0,44	1,32	0,16	3
Cimislia	0,67	0,28	0,18	0,04	1
Leova	0,63	0,20	0,11	0,36	1
Stefan Voda	0,42	0,67	4,68	1,31	7
Taraclia	0,87	0,50	2,13	0,75	4
U.T.A Gagauzia	1,59	1,01	3,35	26,22	32

Tabelul A.4.3. Potențialul de producere a biosingazului către anul 2020

Regiune	Deșuri culturi agricole		Deșuri culturi pomicole și viticole		Deșuri forestiere		Total	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	1 669 332	8 346 659	70 051	377 754	217 127	1 102 843	1 956 510	9 827 256
Mun. Chisinau	3 425	17 124	1 192	6 440	23 117	117 417	27 734	140 981
Nord	812 142	4 060 711	19 633	105 463	46 716	237 282	878 491	4 403 456
Mun. Balti	1 887	9 436	104	557	366	1 859	2 357	11 852
Briceni	55 942	279 712	3 844	20 648	4 634	23 538	64 421	323 898
Donduseni	64 467	322 337	2 327	12 501	2 729	13 859	69 523	348 697
Drochia	115 498	577 490	802	4 307	1 599	8 122	117 899	589 918
Edinet	71 161	355 805	1 567	8 418	3 871	19 661	76 599	383 884
Falesti	69 152	345 759	789	4 238	5 837	29 649	75 778	379 646
Floresti	103 328	516 641	2 047	11 002	4 059	20 616	109 434	548 258
Glodeni	52 886	264 430	726	3 897	5 174	26 278	58 785	294 605
Ocnita	45 789	228 944	2 039	10 952	4 039	20 514	51 867	260 410
Riscani	86 058	430 290	1 635	8 782	3 963	20 131	91 656	459 203
Singerei	64 651	323 253	1 261	6 781	5 558	28 230	71 470	358 264
Soroca	81 323	406 615	2 491	13 381	4 888	24 825	88 702	444 821
Centru	303 819	1 519 095	19 122	103 082	98 141	498 482	421 081	2 120 660
Anenii Noi	32 275	161 377	3 662	19 759	5 866	29 793	41 803	210 929
Calarasi	917	4 583	1 519	8 209	11 279	57 287	13 714	70 079
Criuleni	31 367	156 836	1 708	9 208	3 861	19 609	36 936	185 652
Dubasari	11 452	57 262	347	1 867	1 378	6 999	13 178	66 129
Hincesti	31 052	155 262	1 409	7 610	18 724	95 102	51 186	257 974
Ialoveni	5 614	28 070	613	3 316	3 566	18 111	9 793	49 496
Nisporeni	929	4 647	568	3 068	3 793	19 267	5 291	26 982
Orhei	37 803	189 017	2 780	14 970	12 128	61 603	52 712	265 590
Rezina	37 094	185 470	861	4 622	4 888	24 826	42 842	214 918
Strășeni	2 006	10 028	1 957	10 568	12 966	65 858	16 929	86 454
Șoldănești	41 300	206 500	1 454	7 808	5 654	28 716	48 407	243 024
Telenesti	29 474	147 372	897	4 833	6 104	31 006	36 476	183 211
Ungheni	42 534	212 669	1 347	7 245	10 495	53 309	54 376	273 223
Sud	417 754	2 088 768	25 315	136 894	40 507	205 747	483 576	2 431 409
Basarabasca	13 299	66 497	726	3 926	1 287	6 536	15 312	76 959
Cahul	74 979	374 896	6 120	33 118	8 732	44 350	89 831	452 365
Cantemir	46 067	230 334	3 910	21 137	6 232	31 653	56 208	283 123
Causeni	59 603	298 013	3 752	20 274	7 738	39 305	71 092	357 591
Cimislia	41 833	209 164	1 520	8 224	6 206	31 520	49 559	248 908
Leova	33 564	167 822	1 700	9 195	2 949	14 976	38 213	191 993
Stefan Voda	91 743	458 714	3 578	19 313	4 652	23 628	99 973	501 655
Taraclia	56 666	283 329	4 009	21 708	2 713	13 779	63 388	318 815
U.T.A Gagauzia	132 192	660 961	4 790	25 875	8 646	43 914	145 628	730 750

Tabelul A.4.4. Potențialul de producere a biosingazului la nivelul anului 2020, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui, kW

Regiune	Deșeuri culturi agricole	Deșeuri culturi pomicele și viticole	Deșeuri forestiere	Total
Total pe țară	92 741	2 364	11 107	106 211
Mun. Chisinau	190	40	1 182	1 412
Nord	45 119	685	2 390	48 194
Mun. Balti	105	4	19	127
Briceni	3 108	134	237	3 479
Donduseni	3 582	81	140	3 802
Drochia	6 417	28	82	6 526
Edinet	3 953	55	198	4 206
Falesti	3 842	27	299	4 168
Floresti	5 740	71	208	6 019
Glodeni	2 938	25	265	3 228
Ocnita	2 544	71	207	2 822
Riscani	4 781	57	203	5 041
Singerei	3 592	44	284	3 920
Soroca	4 518	87	250	4 855
Centru	16 879	647	5 020	22 546
Anenii Noi	1 793	123	300	2 216
Calarasi	51	50	577	678
Criuleni	1 743	58	197	1 998
Dubasari	636	12	70	719
Hincesti	1 725	47	958	2 730
Ialoveni	312	20	182	514
Nisporeni	52	19	194	265
Orhei	2 100	95	620	2 816
Rezina	2 061	30	250	2 341
Strășeni	111	65	663	840
Șoldănești	2 294	51	289	2 634
Telenesti	1 637	31	312	1 980
Ungheni	2 363	46	537	2 946
Sud	23 209	833	2 072	26 114
Basarabeasca	739	24	66	829
Cahul	4 166	200	447	4 812
Cantemir	2 559	129	319	3 007
Causeni	3 311	124	396	3 831
Cimislia	2 324	50	317	2 691
Leova	1 865	56	151	2 071
Stefan Voda	5 097	120	238	5 455
Taraclia	3 148	130	139	3 417
U.T.A Gagauzia	7 344	159	442	7 945

Tabelul A.4.5. Potențialul de producere a biogazului către anul 2030

Regiune	Deșeuri animaliere		Deșeuri agricole		Deșeuri industriale		Deșeuri menajere		Total	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	72 089	383 499	56 470	1 352 316	800 992	17 301 425	2 196 998	36 617	3 126 549	19 073 856
Mun. Chisinau	1 473	27 238	85	2 054	385 854	8 334 457	929 320	17 296	1 316 732	8 381 044
Nord	22 468	136 002	20 485	491 892	357 304	7 717 775	1 167 888	21 736	1 568 146	8 367 405
Mun. Balti	71	459	38	916	35 092	757 992	451 867	8 410	487 069	767 777
Briceni	1 428	14 680	864	20 914	32 106	693 494	-	-	34 398	729 088
Donduseni	2 301	28 253	2 000	48 068	342	7 380	-	-	4 643	83 700
Drochia	1 645	0	3 030	72 269	6 022	130 084	59 691	1 111	70 388	203 465
Edinet	1 874	12 925	1 522	36 612	38 362	828 618	45 391	845	87 149	878 999
Falesti	2 464	5 588	1 831	43 654	959	20 712	9 319	173	14 573	70 127
Floresti	1 877	3 417	3 217	77 145	7 220	155 958	138 614	2 580	150 929	239 100
Glodeni	1 535	1	1 249	30 379	300	6 485	314	6	3 398	36 871
Ocnita	928	3 160	1 238	29 967	173	3 745	-	-	2 340	36 873
Riscani	2 047	12 840	2 450	59 263	11 608	250 728	243 379	4 530	259 485	327 359
Singerei	4 678	54 337	1 083	25 880	345	7 447	-	-	6 106	87 665
Soroca	1 619	342	1 964	46 824	221 663	4 787 931	221 813	4 128	447 060	4 839 225
Centru	25 242	45 056	10 406	249 189	30 676	662 591	34 912	650	101 237	957 486
Anenii Noi	4 718	639	1 374	32 744	5 921	127 890	255	5	12 267	161 278
Calarasi	1 181	5 235	27	671	7 654	165 324	-	-	8 863	171 230
Criuleni	2 861	568	1 128	27 059	2 763	59 688	178	3	6 930	87 318
Dubasari	561	68	425	10 334	632	13 658	-	-	1 618	24 060
Hincesti	2 956	82	844	20 210	1 228	26 521	167	3	5 194	46 815
.Ialoveni	723	6 307	154	3 733	972	21 002	4 511	84	6 360	31 126
Nisporeni	913	5 919	39	950	756	16 339	-	-	1 708	23 208
Orhei	2 465	476	1 131	26 841	6 046	130 596	29 196	543	38 838	158 456
Rezina	1 396	164	1 293	30 990	245	5 284	589	11	3 522	36 449
Strășeni	930	7 149	60	1 459	1 308	28 252	-	-	2 298	36 861
Șoldănești	1 430	3 492	1 738	41 718	33	721	-	-	3 201	45 932
Telenesti	2 286	4 724	995	23 683	1 146	24 760	-	-	4 427	53 168
Ungheni	3 007	10 232	1 199	28 796	12 198	263 483	17	0	16 421	302 510
Sud	18 591	174 336	18 931	452 454	20 979	453 141	46 700	869	105 201	1 080 801
Basarabeasca	666	5 072	548	12 961	798	17 238	-	-	2 011	35 271
Cahul	2 335	15	3 304	78 838	4 242	91 619	40 557	755	50 437	171 226
Cantemir	3 149	45 115	1 890	45 300	4 964	107 217	-	-	10 003	197 632
Causeni	5 904	69 633	2 887	68 898	1 516	32 749	-	-	10 307	171 281
Cimislia	1 558	20 326	1 827	43 372	424	9 161	-	-	3 809	72 859
Leova	1 302	6 100	1 316	31 483	209	4 514	-	-	2 828	42 097
Stefan Voda	768	377	3 944	94 452	4 834	104 422	342	6	9 888	199 257
Taraclia	2 863	27 698	3 215	77 151	5 307	114 627	5 801	108	17 185	219 583
U.T.A Gagauzia	4 315	866	6 562	156 727	5 268	113 799	18 188	339	34 333	271 730

Tabelul A.4.6. Potențialul de producere a biogazului la nivelul anului 2030, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui, MW

Regiune	Deșeuri animale	Deșeuri agricole	Deșeuri industriale	Deșeuri menajere	Total
Total pe țară	26,86	15,03	288,36	72,14	402
Mun. Chisinau	0,59	0,02	155,11	1,15	157
Nord	8,27	5,47	143,64	15,72	173
Mun. Balti	0,03	0,01	14,11	2,51	17
Briceni	0,54	0,23	12,91	0,11	14
Donduseni	0,87	0,53	0,14	0,41	2
Drochia	0,58	0,80	2,42	2,68	6
Edinet	0,69	0,41	15,42	0,00	17
Falesti	0,90	0,49	0,39	7,99	10
Floresti	0,68	0,86	2,90	0,00	4
Glodeni	0,54	0,34	0,12	0,00	1
Ocnita	0,34	0,33	0,07	0,12	1
Riscani	0,74	0,66	4,67	1,53	8
Singerei	1,80	0,29	0,14	0,00	2
Soroca	0,57	0,52	89,11	0,35	91
Centru	9,22	2,77	12,33	3,67	28
Anenii Noi	1,69	0,36	2,38	0,01	4
Calarasi	0,44	0,01	3,08	0,01	4
Criuleni	1,05	0,30	1,11	0,05	3
Dubasari	0,20	0,11	0,25	0,00	1
Hincesti	1,06	0,22	0,49	2,49	4
Ialoveni	0,27	0,04	0,39	0,00	1
Nisporeni	0,35	0,01	0,30	0,00	1
Orhei	0,90	0,30	2,43	0,90	5
Rezina	0,50	0,34	0,10	0,19	1
Strășeni	0,35	0,02	0,53	0,00	1
Șoldănești	0,53	0,46	0,01	0,01	1
Telenesti	0,84	0,26	0,46	0,00	2
Ungheni	1,12	0,32	4,90	0,01	6
Sud	7,15	5,03	8,43	2,17	23
Basarabeasca	0,26	0,14	0,32	0,19	1
Cahul	0,87	0,88	1,71	0,03	3
Cantemir	1,23	0,50	2,00	0,02	4
Causeni	2,26	0,77	0,61	0,02	4
Cimislia	0,61	0,48	0,17	0,02	1
Leova	0,50	0,35	0,08	0,33	1
Stefan Voda	0,28	1,05	1,94	1,09	4
Taraclia	1,12	0,86	2,13	0,47	5
U.T.A Gagauzia	1,64	1,74	2,12	49,43	55

Tabelul A.4.7. Potențialul de producere a singazului către anul 2030

Regiune	Deșeuri culturi agricole		Deșeuri culturi pomicole și viticole		Deșeuri forestiere		Total	
	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an	mii m ³ /an	GJ/an
Total pe țară	3 698 881	18 494 406	77 913	419 803	228 231	1 159 243	4 005 025	20 073 452
Mun. Chisinau	6 002	30 011	695	3 757	24 299	123 422	30 997	157 190
Nord	1 646 924	8 234 621	23 628	126 920	49 105	249 417	1 719 657	8 610 957
Mun. Balti	4 039	20 195	160	858	385	1 954	4 583	23 006
Briceni	95 819	479 097	7 044	37 834	4 871	24 742	107 735	541 672
Donduseni	127 740	638 698	2 854	15 329	2 868	14 568	133 462	668 594
Drochia	264 265	1 321 327	677	3 639	1 681	8 537	266 624	1 333 503
Edinet	133 493	667 464	1 953	10 492	4 069	20 666	139 515	698 623
Falesti	147 086	735 432	918	4 933	6 136	31 166	154 141	771 531
Floresti	232 803	1 164 016	2 172	11 674	4 266	21 670	239 242	1 197 360
Glodeni	94 048	470 239	475	2 550	5 438	27 622	99 961	500 410
Ocnita	75 480	377 400	2 180	11 707	4 245	21 563	81 905	410 670
Riscani	158 027	790 135	1 670	8 968	4 166	21 161	163 863	820 264
Singerei	139 393	696 965	1 319	7 086	5 842	29 674	146 554	733 725
Soroca	174 731	873 654	2 207	11 852	5 137	26 095	182 075	911 600
Centru	688 958	3 444 791	24 681	132 921	103 160	523 975	816 799	4 101 687
Anenii Noi	75 417	377 084	4 639	24 994	6 166	31 316	86 221	433 394
Calarasi	1 699	8 497	1 905	10 286	11 855	60 217	15 460	79 001
Criuleni	71 474	357 370	2 541	13 683	4 058	20 612	78 073	391 665
Dubasari	20 064	100 320	361	1 940	1 448	7 357	21 873	109 617
Hincesti	65 741	328 705	726	3 912	19 681	99 966	86 148	432 583
.Ialoveni	9 349	46 743	323	1 745	3 748	19 037	13 420	67 525
Nisporeni	1 804	9 019	1 293	6 984	3 987	20 253	7 084	36 255
Orhei	91 556	457 779	4 530	24 384	12 749	64 753	108 835	546 917
Rezina	84 375	421 873	920	4 943	5 138	26 095	90 432	452 911
Strășeni	3 756	18 781	2 169	11 706	13 629	69 226	19 554	99 714
Șoldănești	100 226	501 132	2 122	11 396	5 943	30 185	108 291	542 713
Telenesti	74 606	373 030	1 024	5 508	6 417	32 592	82 046	411 130
Ungheni	88 892	444 459	2 128	11 440	11 032	56 035	102 052	511 933
Sud	1 027 959	5 139 795	25 761	139 246	42 579	216 269	1 096 299	5 495 311
Basarabeasca	34 122	170 608	465	2 511	1 353	6 871	35 940	179 989
Cahul	186 145	930 724	6 171	33 392	9 178	46 618	201 494	1 010 735
Cantemir	116 894	584 469	4 012	21 690	6 550	33 272	127 456	639 431
Causeni	148 973	744 866	6 186	33 417	8 134	41 315	163 293	819 598
Cimislia	105 658	528 292	893	4 828	6 523	33 132	113 074	566 252
Leova	86 195	430 976	1 851	10 002	3 099	15 742	91 146	456 720
Stefan Voda	208 309	1 041 547	3 371	18 171	4 890	24 836	216 570	1 084 554
Taraclia	141 663	708 314	2 813	15 235	2 851	14 483	147 328	738 032
U.T.A Gagauzia	329 038	1 645 188	3 147	16 959	9 088	46 160	341 272	1 708 307

Tabelul A.4.8. Potențialul de producere a biosingazului la nivelul anului 2030, exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestui, kW

Regiune	Deșeuri culturi agricole	Deșeuri culturi pomicele și viticole	Deșeuri forestiere	Total
Total pe țară	339 064	2 648	11 675	353 387
Mun. Chisinau	550	23	1 243	1 816
Nord	150 968	825	2 512	154 305
Mun. Balti	370	6	20	395
Briceni	8 783	246	249	9 279
Donduseni	11 709	100	147	11 956
Drochia	24 224	24	86	24 334
Edinet	12 237	68	208	12 513
Falesti	13 483	32	314	13 829
Floresti	21 340	75	218	21 634
Glodeni	8 621	17	278	8 916
Ocnita	6 919	76	217	7 212
Riscani	14 486	58	213	14 757
Singerei	12 778	46	299	13 123
Soroca	16 017	77	263	16 357
Centru	63 155	843	5 277	69 274
Anenii Noi	6 913	158	315	7 386
Calarasi	156	64	606	826
Criuleni	6 552	87	208	6 846
Dubasari	1 839	13	74	1 926
Hincesti	6 026	25	1 007	7 058
Ialoveni	857	11	192	1 059
Nisporeni	165	43	204	412
Orhei	8 393	155	652	9 200
Rezina	7 734	32	263	8 029
Strășeni	344	73	697	1 114
Șoldănești	9 187	74	304	9 566
Telenesti	6 839	35	328	7 202
Ungheni	8 148	74	564	8 787
Sud	94 230	851	2 178	97 259
Basarabasca	3 128	16	69	3 213
Cahul	17 063	202	469	17 735
Cantemir	10 715	132	335	11 183
Causeni	13 656	205	416	14 277
Cimislia	9 685	29	334	10 048
Leova	7 901	61	159	8 121
Stefan Voda	19 095	114	250	19 459
Taraclia	12 986	91	146	13 223
U.T.A Gagauzia	30 162	107	465	30 733

Tabelul A.4.9. Potențialul de producere a biocombustibililor gazoși exprimat în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a acestora la nivel local, kW

Regiune	Nr. localități	2020		2030	
		biogaz	singaz	biogaz	singaz
Total pe țară	1 533	188	69	262	231
Mun. Chisinau	35	2 399	40	4 482	52
Nord	572	231	84	303	270
Mun. Balti	3	5 151	42	5 551	132
Briceni	39	302	89	354	238
Donduseni	30	61	127	65	399
Drochia	40	166	163	162	608
Edinet	49	172	86	337	255
Falesti	76	142	55	128	182
Floresti	74	59	81	60	292
Glodeni	35	33	92	29	255
Ocnita	33	29	86	26	219
Riscani	55	142	92	138	268
Singerei	70	24	56	32	187
Soroca	68	903	71	1 332	241
Centru	599	62	38	47	116
Anenii Noi	45	70	49	99	164
Calarasi	44	94	15	80	19
Criuleni	43	89	46	58	159
Dubasari	15	28	48	38	128
Hincesti	63	92	43	68	112
Ialoveni	34	20	15	21	31
Nisporeni	39	19	7	17	11
Orhei	75	79	38	60	123
Rezina	41	32	57	28	196
Strășeni	39	32	22	23	29
Șoldănești	33	26	80	31	290
Telenesti	54	30	37	29	133
Ungheni	74	115	40	86	119
Sud	295	85	89	77	330
Basarabeasca	10	73	83	92	321
Cahul	55	60	87	63	322
Cantemir	51	73	59	73	219
Causeni	48	72	80	76	297
Cimislia	39	30	69	33	258
Leova	40	33	52	31	203
Stefan Voda	26	272	210	168	748
Taraclia	26	163	131	176	509
U.T.A Gagauzia	32	1 005	248	1 716	960

Anexa 5. Evoluția costului de import a combustibililor fosili în țară

În continuare va fi prezentată evoluția costului **gazelor naturale** pentru diferite perioade de timp. Astfel, tabelul A5.1 ilustrează rata medie anuală de creștere a tarifului mediu la hotar la gazele naturale în perioada 1994-2018.

Tabelul A5.1. Dinamica costului de import a gazelor naturale în Republica Moldova în perioada 1994-2018,

Anul	u.m.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/1000 m ³	77,57	57,99	58,00	58,17	51,17	54,27	68,99	69,90	71,04	64,21	66,20	68,48	120,01	155,61	209,06	237,47	225,10	305,40	354,58	341,62	377,07	244,40	193,5	165,50	245,66
Cost model	USD/1000 m ³	42,23	45,88	49,84	54,15	58,82	63,91	69,43	75,42	81,94	89,01	96,70	105,06	114,13	123,99	134,70	146,33	158,97	172,70	187,62	203,82	221,43	240,56	261,33	283,91	308,43
Ecuția de aproximare		Cost = 42,232e^{0,0831t} , Rata anuală de creștere - 8,64%																								
Cost real	lei/1000 m ³	315,47	260,72	266,96	268,94	274,92	571,13	857,76	899,42	964,19	895,29	816,11	862,85	1576,02	1888,47	2172,07	2639,05	2783,71	3584,47	4294,69	4301,18	5293,61	4598,65	3855,26	3060,13	4127,85
Cost model	lei/1000 m ³	234,02	267,60	306,00	349,91	400,12	457,54	523,19	598,26	684,11	782,28	894,53	1022,89	1169,68	1337,52	1529,45	1748,91	1999,88	2286,85	2615,00	2990,24	3419,32	3909,98	4471,05	5112,62	5846,26
Ecuția de aproximare		Cost = 234,02e^{0,1345t} , Rata anuală de creștere - 14,35%																								
Cost real	Euro/1000 m ³						51,02	74,62	78,05	75,13	56,88	53,24	54,97	95,56	113,77	142,04	169,99	169,74	219,41	275,95	257,18	284,11	220,05	174,80	146,92	208,01

Deoarece în calcule se consideră o perioadă de studiu de 15 ani pentru care se determină costul combustibilului, se propune determinarea evoluției costului gazelor naturale pentru aceeași perioadă de timp.

Tabelul A5.2. Dinamica costului de import a gazelor naturale în Republica Moldova în perioada 2004-2018

Anul	u.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/1000 m ³	66,20	68,48	120,01	155,61	209,06	237,47	225,10	305,40	354,58	341,62	377,07	244,40	193,5	165,50	245,66
Cost model	USD/1000 m ³	106,01	114,49	123,65	133,54	144,23	155,77	168,23	181,69	196,22	211,92	228,88	247,19	266,96	288,32	311,39
Ecuția de aproximare		Cost = 106,01e^{0,0772t} , Rata anuală de creștere - 8,00%														
Cost real	lei/1000 m ³	816,11	862,85	1576,02	1888,47	2172,07	2639,05	2783,71	3584,47	4294,69	4301,18	5293,61	4598,65	3855,26	3060,13	4127,85
Cost model	lei/1000 m ³	1103,00	1231,95	1375,97	1536,82	1716,49	1917,15	2141,28	2391,61	2671,20	2983,47	3332,26	3721,81	4156,91	4642,88	5185,66
Ecuția de aproximare		Cost = 1102e^{0,1109t} , Rata anuală de creștere - 11,69%														
Cost real	Euro/1000 m ³	53,24	54,97	95,56	113,77	142,04	169,99	169,74	219,41	275,95	257,18	284,11	220,05	174,80	146,92	208,01
Cost model	Euro/1000 m ³	76,71	83,71	91,34	99,66	108,75	118,66	129,47	141,28	154,15	168,20	183,54	200,27	218,52	238,44	260,17
Ecuția de aproximare		Cost = 76,714e^{0,0875t} , Rata anuală de creștere - 9,12%														

Similar procedurilor efectuate în cazul gazelor naturale, se vor aplica și în cazul determinării evoluției costului de import pentru **cărbune**. În tabelul A5.3 este prezentată rata medie anuală de creștere a tarifului mediu la hotar la cărbune în perioada 1994-2018.

Tabelul A5.3. Dinamica costului de import a cărbunelui în Republica Moldova în perioada 1994-2018

Anul	u.m.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/tonă	22,16	37,19	44,01	47,25	44,04	30,15	29,52	27,57	27,12	37,10	50,01	57,34	70,60	88,09	157,42	79,56	108,94	135,61	130,28	104,42	124,54	113,36	88,40	119,40	125,42
Cost model	USD/ tonă	25,36	27,23	29,24	31,41	33,73	36,22	38,89	41,77	44,85	48,17	51,73	55,55	59,65	64,06	68,79	73,87	79,33	85,19	91,49	98,25	105,51	113,30	121,67	130,66	140,32
Ecuția de aproximare		Cost = 25,359e^{0,0751t} , Rata anuală de creștere - 7,39%																								
Cost real	lei/ tonă	90,13	167,19	202,54	218,45	236,62	317,31	367,06	354,75	368,11	517,28	616,48	722,54	927,09	1069,03	1635,51	884,24	1347,16	1591,63	1577,96	1314,77	1748,35	2133,07	1761,35	2207,75	2107,45
Cost model	lei/ tonă	140,52	158,82	179,50	202,88	229,30	259,17	292,92	331,07	374,19	422,92	478,00	540,25	610,61	690,13	780,01	881,59	996,41	1126,17	1272,84	1438,61	1625,96	1837,72	2077,05	2347,56	2653,29
Ecuția de aproximare		Cost = 140,52e^{0,1228t} , Rata anuală de creștere - 13,02%																								
Cost real	Euro/ tonă						28,35	31,93	30,78	28,68	32,86	40,22	46,03	56,22	64,41	106,95	56,96	82,15	97,43	101,39	78,62	93,84	102,07	79,86	106,00	106,20

Tot pentru o perioada de 15 ani se determină și evoluția costului de import a cărbunelui, ratele de creștere pentru perioada anilor 2004-2018 fiind prezentate în tabelul A5.4.

Tabelul A5.4. Dinamica costului de import a cărbunelui în Republica Moldova în perioada 2004-2018

Anul	u.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/tonă	50,01	57,34	70,60	88,09	157,42	79,56	108,94	135,61	130,28	104,42	124,54	113,36	88,40	119,40	125,42
Cost model	USD/ tonă	68,19	71,42	74,80	78,34	82,05	85,93	90,00	94,26	98,73	103,40	108,30	113,42	118,79	124,42	130,31
Ecuția de aproximare		Cost = 68,19e^{0,0464t} , Rata anuală de creștere - 4,73%														
Cost real	lei/ tonă	616,48	722,54	927,09	1069,03	1635,51	884,24	1347,16	1591,63	1577,96	1314,77	1748,35	2133,07	1761,35	2207,75	2107,45
Cost model	lei/ tonă	709,44	768,42	832,30	901,48	976,43	1057,60	1145,51	1240,74	1343,89	1455,60	1576,61	1707,67	1849,63	2003,40	2169,94
Ecuția de aproximare		Cost = 709,44e^{0,0801t} , Rata anuală de creștere - 8,31%														
Cost real	Euro/ tonă	40,22	46,03	56,22	64,41	106,95	56,96	82,15	97,43	101,39	78,62	93,84	102,07	79,86	106,00	106,20
Cost model	Euro/ tonă	49,34	52,21	55,25	58,46	61,86	65,46	69,27	73,29	77,56	82,07	86,84	91,89	97,23	102,89	108,87
Ecuția de aproximare		Cost = 49,343e^{0,0567t} , Rata anuală de creștere - 5,82%														

Pentru comparare se determină evoluția prețului de import a **motorinei**, lucru realizat similar determinării evoluției costului de import a gazelor naturale, rezultatele fiind prezentate în tabelul de mai jos.

Tabelul A5.5. Dinamica costului de import a motorinei în Republica Moldova în perioada 1994-2018

Anul	u.m.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/tonă	136,40	185,39	205,09	223,78	167,88	157,20	253,47	230,19	199,22	228,25	333,23	515,27	599,37	762,92	973,65	550,42	713,66	984,54	998,85	984,72	908,34	545,79	456,35	558,52	714,56
Cost model	USD/ tonă	150,73	162,76	175,74	189,76	204,91	221,25	238,91	257,97	278,55	300,78	324,78	350,69	378,67	408,89	441,51	476,74	514,78	555,85	600,20	648,09	699,80	755,63	815,92	881,03	951,32
Ecuția de aproximare		Cost = 150,73e^{0,077t} , Rata anuală de creștere - 7,98%																								
Cost real	lei/ tonă	554,72	833,44	943,95	1034,56	901,94	1654,37	3151,53	2961,79	2704,05	3182,47	4108,21	6492,60	7870,87	9258,90	10115,72	6117,09	8825,35	11555,58	12098,29	12398,32	12752,00	10269,58	9092,22	10327,10	12006,81
Cost model	lei/ tonă	835,25	949,31	1078,95	1226,30	1393,76	1584,10	1800,43	2046,30	2325,75	2643,36	3004,34	3414,62	3880,93	4410,92	5013,28	5697,91	6476,03	7360,41	8365,56	9507,98	10806,41	12282,16	13959,44	15865,78	18032,45
Ecuția de aproximare		Cost = 835,25e^{0,1284t} , Rata anuală de creștere - 13,66%																								
Cost real	Euro/ tonă						147,80	274,18	257,01	210,70	202,19	268,01	413,60	477,26	557,81	661,52	394,02	538,15	707,33	777,37	741,34	684,41	491,41	412,26	495,82	605,05

Tot pentru o perioada de 15 ani se determină și evoluția costului de import a motorinei, ratele de creștere pentru perioada anilor 2004-2018 fiind prezentate în tabelul A5.6.

Tabelul A5.6. Dinamica costului de import a motorinei în Republica Moldova în perioada 2004-2018

Anul	u.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	USD/tonă	333,23	515,27	599,37	762,92	973,65	550,42	713,66	984,54	998,85	984,72	908,34	545,79	456,35	558,52	714,56
Cost model	USD/ tonă	593,21	602,63	612,20	621,92	631,79	641,82	652,01	662,36	672,88	683,56	694,41	705,44	716,64	728,02	739,57
Ecuția de aproximare		Cost = 593,21e^{0,0158t} , Rata anuală de creștere - 1,59%														
Cost real	lei/ tonă	4108,21	6492,60	7870,87	9258,90	10115,72	6117,09	8825,35	11555,58	12098,29	12398,32	12752,00	10269,58	9092,22	10327,10	12006,81
Cost model	lei/ tonă	6171,60	6483,80	6811,80	7156,39	7518,40	7898,74	8298,31	8718,10	9159,12	9622,45	10109,22	10620,61	11157,88	11722,32	12315,31
Ecuția de aproximare		Cost = 6171,6e^{0,0495t} , Rata anuală de creștere - 5,06%														
Cost real	Euro/ tonă	268,01	413,60	477,26	557,81	661,52	394,02	538,15	707,33	777,37	741,34	684,41	491,41	412,26	495,82	605,05
Cost model	Euro/ tonă	429,25	440,52	452,09	463,96	476,14	488,65	501,48	514,65	528,16	542,03	556,27	570,87	585,86	601,25	617,04
Ecuția de aproximare		Cost = 429,25e^{0,026t} , Rata anuală de creștere - 2,63%														

Pentru a putea compara costul energiei electrice produse în cadrul instalațiilor de valorificare a biogazului și singazului, acesta poate fi comparat cu tariful energiei electrice furnizate consumatorilor. În acest scop în continuare este prezentată evoluția acestuia.

Tabelul A5.7. Dinamica tarifului de furnizare a energiei electrice în Republica Moldova în perioada 1999-2018

Anul	u.m.	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	bani/kWh	46,16	55,48	62,69	66,92	70,82	74,00	74,00	74,00	84,14	107,81	115,00	133,80	145,72	155,96	160,00	156,86	167,76	195,28	193,77	193,77
Cost model	bani/kWh	46,77	50,54	54,62	59,02	63,78	68,93	74,49	80,49	86,99	94,00	101,58	109,77	118,63	128,20	138,53	149,71	161,78	174,83	188,93	204,17
Ecuția de aproximare		Tarif = $46,77e^{0,0776t}$, Rata anuală de creștere - 8,06%																			
Cost real	cUSD/ kWh	4,39	4,46	4,87	4,93	5,08	6,00	5,87	5,64	6,93	10,38	10,35	10,82	12,42	12,88	12,71	11,17	8,92	9,80	10,48	11,53
Cost model	cUSD/ kWh	4,30	4,55	4,82	5,11	5,42	5,74	6,08	6,45	6,83	7,24	7,67	8,13	8,61	9,12	9,67	10,24	10,86	11,50	12,19	4,30
Ecuția de aproximare		Tarif = $4,2971e^{0,0581t}$, Rata anuală de creștere - 5,96%																			
Cost real	cEuro/ kWh	4,12	4,83	5,44	5,21	4,50	4,83	4,71	4,49	5,07	7,05	7,41	8,16	8,92	10,02	9,57	8,42	8,03	8,85	9,30	9,76
Cost model	cEuro/ kWh	4,00	4,20	4,40	4,62	4,85	5,08	5,33	5,59	5,87	6,15	6,45	6,77	7,10	7,45	7,81	8,19	8,60	9,02	9,46	9,92
Ecuția de aproximare		Tarif = $4,0034e^{0,0479t}$, Rata anuală de creștere - 4,89%																			

Tot pentru o perioadă de 15 ani se determină și evoluția tarifului energiei electrice, ratele de creștere pentru perioada anilor 2004-2018 fiind prezentate în tabelul A5.8.

Tabelul A5.8. Dinamica tarifului de furnizare a energiei electrice în Republica Moldova în perioada 2004-2018

Anul	u.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cost real	bani/kWh	74,00	74,00	74,00	84,14	107,81	115,00	133,80	145,72	155,96	160,00	156,86	167,76	195,28	193,77	193,77
Cost model	bani/kWh	68,04	73,60	79,62	86,13	93,16	100,78	109,01	117,92	127,56	137,99	149,26	161,46	174,66	188,93	204,38
Ecuția de aproximare		Tarif = $68,042e^{0,0788t}$, Rata anuală de creștere - 8,17%														
Cost real	cUSD/ kWh	6,00	5,87	5,64	6,93	10,38	10,35	10,82	12,42	12,88	12,71	11,17	8,92	9,80	10,48	11,53
Cost model	cUSD/ kWh	6,54	6,84	7,16	7,48	7,83	8,19	8,57	8,96	9,37	9,80	10,25	10,72	11,22	11,73	12,27
Ecuția de aproximare		Tarif = $6,5401e^{0,0451t}$, Rata anuală de creștere - 4,60%														
Cost real	cEuro/ kWh	4,83	4,71	4,49	5,07	7,05	7,41	8,16	8,92	10,02	9,57	8,42	8,03	8,85	9,30	9,76
Cost model	cEuro/ kWh	4,73	5,00	5,28	5,58	5,90	6,23	6,59	6,96	7,36	7,77	8,21	8,68	9,17	9,69	10,24
Ecuția de aproximare		Tarif = $4,7325e^{0,0453t}$, Rata anuală de creștere - 5,67%														

În scopul sesizării costului biocombustibililor gazoși produși în comparație cu costul resurselor energetice și a costului energiei electrice cu tariful acesteia, în tabelul de mai jos este prezentat costul de import nivelat pe o perioadă de 15 ani, începând cu anul 2021, a gazelor naturale, a cărbunilor, a păcurii și a tarifului nivelat, pe aceeași perioadă, de furnizare a energiei electrice.

Tabelul A5.9. Costul și tariful nivelat al resurselor energetice importate și livrate

Tip resursă energie	u.m.	Valoare în anul referință	Rată evoluție, %	CNAE
Gaze naturale	USD/1000 m ³	392,26	8,00	653,84
	lei/1000 m ³	7225,24	11,69	15 565,34
	Euro/1000 m ³	338,00	9,12	607,99
Cărbune	USD/tonă	149,71	4,73	201,00
	lei/ tonă	2757,34	8,31	4 694,76
	Euro/ tonă	128,99	5,82	185,82
Păcură	USD/tonă	775,36	1,59	853,69
	lei/ tonă	14280,43	5,06	19 579,80
	Euro/ tonă	666,93	2,63	783,11
Energie electrică	cUSD/ kWh	14,05	4,60	18,69
	bani/kWh	258,69	8,17	436,28
	cEuro/ kWh	12,08	5,67	17,24

Anexa 6. Date inițiale utilizate la calculul costului energiei

Tabelul A6.1. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din biogaz, MAI

Nr.	Parametri	Notăția	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, Pel	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,063	1,063	1,063	1,063	5	5	5	5
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW			0,08	0,08			0,135	0,135			0,525	0,525			1,088	1,088			6	6
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	28	22	62	59	30	23	66	60	31	24	72	62	32	25	78	64	34	26	86	66
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	28	22	28	22	30	23	30	23	31	24	31	24	32	25	32	25	34	26	34	26
5	Investiția specifică în unitatea cogeneratoare	i _{s,ins. Cog}	mii €/MW	1750	1950	2050	2250	1450	1750	1800	2000	1250	1450	1550	1750	1000	1200	1300	1500	800	1000	1050	1200
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an			2000	2000			2000	2000			2000	2000			2000	2000			2000	2000
9	Cota anuală pentru exploatare și mentenanță (E&M) din Investiție	kI _{E&M}	% /an	5,0	6	5	6	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6	5	6	5,0	6	5	6
10	Rata anuală de creștere a creșterea cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7	5	7	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7	5	7	5,0	7	5	7
11	Tariful de achiziție a biocombustibilului solid/ gazos, în anul de referință	T _{comb}	€/mie m ³	141,01	217,18	141,01	217,18	86,09	156	86,09	156	66,11	101	66,11	100,79	61,91	88,9	61,91	88,9	50,67	70,52	50,67	70,52
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,5	3,3	1,5	3,3	1,5	3,2	1,5	3,2
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00			40,00	40,00

Tabelul A6.2. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din biogaz, ITG

Nr.	Parametri	Notaija	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, Pel	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,063	1,063	1,063	1,063	5	5	5	5
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW			0,08	0,08			0,135	0,135			0,525	0,525			1,088	1,088			6	6
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	28	22	62	59	30	23	66	60	31	24	72	62	32	25	78	64	34	26	86	66
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	28	22	28	22	30	23	30	23	31	24	31	24	32	25	32	25	34	26	34	26
5	Investiția specifică în unitatea cogeneratoare	i _{s,ins. Cog}	mii €/MW	1750	1950	2050	2250	1450	1750	1800	2000	1250	1450	1550	1750	1000	1200	1300	1500	800	1000	1050	1200
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an			2000	2000			2000	2000			2000	2000			2000	2000			2000	2000
9	Cota anuală pentru exploatare și mentenanță (E&M) din Investitie	kI _{E&M}	% /an	5,0	6	5	6	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6	5	6	5,0	6	5	6
10	Rata anuală de creștere a creșterea cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7	5	7	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7	5	7	5,0	7	5	7
11	Tariful de achiziție a biocombustibilului solid/ gazos, în anul de referinta	T _{comb}	€/mie m ³	141,01	217,18	141,01	217,18	86,09	156	86,09	156	66,11	101	66,11	100,79	61,91	88,9	61,91	88,9	50,67	70,52	50,67	70,52
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,5	3,3	1,5	3,3	1,5	3,2	1,5	3,2
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00			40,00	40,00

Tabelul A6.3. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din biogaz, PC

Nr.	Parametri	Notația	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, P _{el}	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,537	0,537	0,537	0,537	1,063	1,063	1,063	1,063	3,825	3,825	3,825	3,825
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW			0,08	0,08			0,135	0,135			0,622	0,622			1,137	1,137			4,3605	4,3605
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	35	30	75	70	38	33	77	73	40	35	80	75	43	36	83	78	45	38	85	80
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	35	30	35	30	38	33	38	33	40	35	40	35	43	36	43	36	45	38	45	38
5	Investiția specifică în unitatea cogeneratoare	i _{s,ins. Cog}	mii €/MW	5000	5450	5550	6000	4520	4700	4720	4900	4440	4540	4500	4600	3900	4050	4150	4250	3600	3690	3710	3800
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000
9	Cota anuală pentru exploatare și mentenanță (E&M) din Investiție	kI _{E&M}	% /an	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5
10	Rata anuală de creștere a creșterea a cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0
11	Costul biocombustibilului gazos, în anul de referință	T _{comb}	€/mie m ³	141,01	217	141,01	217,18	86,09	156	86,09	156	66,11	101	66,11	100,79	61,91	89	61,91	88,9	50,67	71	50,67	70,52
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,5	3,3	1,5	3,3	1,5	3,2	1,5	3,2
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00			40,00	40,00

Tabelul A6.4. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din singaz, MAI

Nr.	Parametri	Notația	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, P _{el}	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,75	0,75	0,75	1,3	1,3	1,3	1,3
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW	0	0	0,08	0,08	0	0	0,18	0,18	0	0	1,01	1,01	0	0	1,5	1,5
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	30	25	80	70	30	25	80	70	30	25	80	70	30	25	80	70
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25
5	Investiția specifică în unitatea MAI	i _{s, MAI}	mii €/MW	1500	1700	1600	1900	1200	1400	1300	1700	900	1100	1200	1400	550	680	650	770
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000
9	Costul variabil E&M	kZ _{E&M}	€/MWh _{el}	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0	10,0	15,0
10	Rata anuală de creștere a creșterea a cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0
11	Tariful de achiziție a biocombustibilului solid/ gazos, în anul de referință	T _{comb}	€/mie m ³	161,69	210,39	161,69	210,39	135,27	182,29	135,27	182,29	96,94	140,95	96,94	140,95	76,96	118,27	76,96	118,27
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	2,3	3,9	2,3	3,9	2,4	4,0	2,4	4,0	2,5	4,2	2,5	4,2	2,7	4,4	2,7	4,4
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00			40,00	40,00

Tabelul A6.5. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din singaz, ITG

Nr.	Parametri	Notăția	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻	Sc ⁻
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, Pel	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,75	0,75	0,75	1,3	1,3	1,3	1,3
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW			0,08	0,08			0,135	0,135			0,525	0,525			1,088	1,088
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	28	22	62	59	30	23	66	60	31	24	72	62	32	25	78	64
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	28	22	28	22	30	23	30	23	31	24	31	24	32	25	32	25
5	Investiția specifică	i _s	mii €/MW	1750	1950	2050	2250	1450	1750	1800	2000	1250	1450	1550	1750	1000	1200	1300	1500
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an			2000	2000			2000	2000			2000	2000			2000	2000
9	Costul variabil E&M	k _{E&M}	€/MWh _{el}	5,0	6	5	6	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6	5	6
10	Rata anuală de creștere a creșterea a cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7	5	7	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7	5	7
11	Tariful de achiziție a biocombustibilului solid/ gazos, in anul de referință	T _{comb}	€/mie m ³	141,01	217,18	141,01	217,18	86,09	156	86,09	156	66,11	101	66,11	100,79	61,91	88,9	61,91	88,9
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,7	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,5	3,3	1,5	3,3
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00

Tabelul A6.6. Date inițiale pentru calculul costului nivelat al energiei electrice din singaz, PC

Nr.	Parametri	Notația	Unitatea	Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare		Fara cogenerare		Cogenerare	
				Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺	Sc ⁻	Sc ⁺
1	Puterea electrică nominală a unității generatoare, P _{el}	P _{el}	MW	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,75	0,75	0,75	1,3	1,3	1,3	1,3
2	Puterea termică maximă a unității generatoare	P _{th}	MW	0	0	0,08	0,08	0	0	0,18	0,18	0	0	1,01	1,01	0	0	1,5	1,5
3	Randamentul global al centralei	η _{gl}	%	35	30	75	70	38	33	77	73	43	36	83	78	45	38	85	80
4	Randamentul electric al centralei	η _{el}	%	35	30	35	30	38	33	38	33	43	36	43	36	45	38	45	38
5	Investiția specifică în unitatea cogeneratoare	i _{s,ins.Cog}	mii €/MW	5000	5450	5550	6000	4520	4700	4720	4900	3900	4050	4150	4250	3600	3690	3710	3800
6	Durata de studiu	T _s	ani	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	Durata anuală de utilizare a puterii electrice	T _{max,el}	h/an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
8	Durata anuală de utilizare a puterii termice	T _{max,th}	h/an	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000	0	0	2000	2000
9	Cota anuală pentru exploate și mentenanță (E&M) din Investiție	kI _{E&M}	% /an	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5	3,6	4,5
10	Rata anuală de creștere a creșterea a cheltuielilor pentru E&M	r _{E&M}	% /an	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0
11	Tariful de achiziție a biocombustibilului solid/ gazos, în anul de referință	T _{comb}	€/mie m ³	161,69	210,39	161,69	210,39	135,27	182,29	135,27	182,29	96,94	140,95	96,94	140,95	76,96	118,27	76,96	118,27
12	Rata anuală de creștere a creșterea a tarifului la combustibil	r _{comb}	% /an	2,3	3,9	2,3	3,9	2,4	4,0	2,4	4,0	2,5	4,2	2,5	4,2	2,7	4,4	2,7	4,4
13	Căldura inferioară de ardere a combustibilului solid/ gazos	Q _{inf}	GJ/mie m ³	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	Rata anuală de creștere a consumului specific de combustibil	r _b	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	Rata anuală de degradare a instalației	r _{degr}	% /an	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	Rata de actualizare	i	% /an	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
17	Tariful energiei termice la sursa de referință	T _{th, REF}	€/Gcal			90,00	90,00			70,00	70,00			50,00	50,00			40,00	40,00

A7. Implementarea rezultatelor științifice



Ministerul Economiei
și Infrastructurii
al Republicii Moldova

Nr.07-7115 din 20.11.2020

În atenția persoanelor interesate

Cu privire la: *Implementarea rezultatelor științifice și practice ale Dnei Olga ȘVET obținute în teza de doctor Promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în Republica Moldova*

Prin prezenta, se confirmă utilizarea rezultatelor obținute în cadrul tezei de doctor în științe inginerești *Promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în Republica Moldova* la modelarea dezvoltării sectorului energetic al Republicii Moldova pentru perioada anilor 2021 – 2030, inclusiv la stabilirea cotelor maxime de capacitate non-intermitente către anul 2030 pentru:

- instalații de cogenerare pe bază de biogaz produs prin valorificarea potențialului energetic al dejecțiilor animaliere, deșeurilor zootehnice, deșeurilor agricole și ale culturilor agricole, deșeuri ale industriei alimentare, inclusiv amestecul dintre acestea; deșeurilor municipale solide;
- instalații de cogenerare pe bază de singaz produs din biocombustibil solid, inclusiv deșeuri agricole.

Totodată, valorile potențialului de producere biocombustibililor gazoși din deșeuri, exprimate în mod echivalent prin capacitățile instalațiilor de consum a lor, de 400 MW pe biogaz și de 350 MW pe biosingaz prognozate pentru anul 2030, permit a conchide asupra disponibilității de materie primă și a faptului că Republica Moldova trebuie să sprijine dezvoltarea sectorului energiei regenerabile.

**Cu respect,
Ministru**

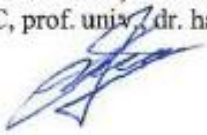
Anatol USATÎI

ex. Nicolae Magdil
E-mail: nicolae.magdil@mei.gov.md
Tel: 0 (22) 250 690

APROB CERCEȚĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
Prorector pentru studii
Serghei ANDRONIC, conf. univ., dr. șt. tehn.



APROB
Prorector pentru cercetare și doctorat,
Mircea BERNIC, prof. univ., dr. hab.



ACT DE IMPLEMENTARE

a rezultatelor științifice și practice ale Dnei Olga ȘVEȚ
obținute în teza de doctor
Promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în Republica Moldova,
în procesul de studii la Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, UTM

În scopul confirmării actului de implementare a rezultatelor științifice și practice, obținute de Dna Olga ȘVEȚ în cadrul tezei sale de doctorat, la Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Universitatea Tehnică a Moldovei a fost creată o Comisie în următoarea componență:

- Președinte - **Victor Gropa**, conf. univ., decan
Membri - **Viorica Hlusuov**, conf. univ., șef Departament Energetică
- **Valentin Arion**, prof. univ., dr. hab., Departament Energetică

În perioada 7-16 iunie 2020 Comisia a studiat subiectul cu privire la implementarea și utilizarea rezultatelor cercetărilor științifico-practice ale Dnei Olga Șveț, în procesul de studii la doctorat la Facultatea Energetică și Inginerie Electrică și constată:

1. Începând cu anul de studii 2013-2014 elaborările Dnei O. Șveț sunt utilizate în procesul de studii la mai multe cursuri la specialitățile: Inginerie și Management în Energetică (IME), Termoenergetică (TE), Electroenergetică (EE) și Energie și Mediu (EM).
2. Modulele dezvoltate în cadrul tezei:
 - Elaborarea modelelor matematice ce privesc determinarea costului gazului biologic și a energiei produse din el;
 - Stabilirea unor modele de aproximare a volumului de biogaz produs și a puterilor generatoare funcție de efectivul de animale;
 - Elaborarea metodologiei de evaluare a potențialului de biogaz și bio-singaz;
 - Determinarea potențialului de biocombustibili gazoși din deșeuri biodegradabile pentru anii 2020 și 2030

sunt utilizate în procesul de studii la următoarele discipline:

Denumire disciplină (specialitatea)	Ciclul de studii
1. Economia complexului energetic (IME)	Ciclul I
2. Economia și statistica energiei (TE, EE)	
3. Tarife și politică tarifară (EM)	Ciclul II
4. Energii regenerabile (EM)	

3. Elaborările Dnei Olga Șveț menționate, inclusiv Ghidurile *Producerea biogazului din deșeuri animale* și *Utilizarea biogazului la producerea căldurii și electricității*, Unitatea consolidată de implementare a proiectelor de mediu, Proiectul „Practici de gestionare a gunoierului de grajd și tehnologii de producere a biogazului” prezente și în biblioteca FEIE, sunt pe larg aplicate la elaborarea tezelor de licență și masterat de către studenții specialităților Inginerie și Management în Energetică, Termoenergetică și Energie și Mediu.

V. Gropa

V. Hlusev

V. Arion

16 iunie 2020

MINISTERUL ECONOMIEI ȘI
INFRASTRUCTURII
AL REPUBLICII MOLDOVA



МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИКИ
И ИНФРАСТРУКТУРЫ
РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

AGENȚIA PENTRU
EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

АГЕНТСТВО ПО
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

MD-2068, Chișinău, str. Alecu Russo, 1
tel. +373-22-49-94-44, fax +373-22-31-10-01

E-mail: office@aee.md

Pagina web: www.aee.md

МД-2068, Кишинэу, ул. Алеку Руссо, 1
тел. +373-22-49-94-44, факс +373-22-31-10-01

E-mail: office@aee.md

Веб страница: www.aee.md

17.07.2020-25-371

Prin prezenta Agenția pentru Eficiență Energetică, confirmă participarea Dnei Olga ȘVEȚ (CAPITAN) în cadrul:

- Seminarului: *“Tehnologii inovatoare de producere a biogazului și generarea energiei”*, din 14 iunie 2013, organizat la sediul AEE, cu prezentarea *„Mecanismelor de sprijin pentru promovarea producerii de biogaz în Republica Moldova”*;
- Forumului *„Bioenergie-2015: Către o autonomie energetică locală”*, organizat de AEE, care a avut loc în data de 02 decembrie 2015 la Centrul Internațional de Expoziții „MOLDEXPO” S.A., Pavilionul central, cu prezentarea *„Evaluarea potențialului de biogaz în Republica Moldova”*, fiind argumentată disponibilitatea materiei prime ce ar putea fi utilizată, inclusiv în scop energetic.

Este de menționat că, subiectele menționate au trezit interes publicului prezent la evenimente, astfel fiind evidențiată importanța și actualitatea acestora.

Director AEE,

Alexandru CIUDIN

A8. Mențiuni



MINISTERUL EDUCAȚIEI
AL REPUBLICII MOLDOVA



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

DIPLOMĂ



Se decernează d-nei

SVET Olga

lector universitar, drd.

FE, Catedra TME

*Cel mai bun doctorand
al anului 2012-2013*



*Ion Bostan
Rector, academician*

Chișinău 2013





ENERGY COOPERATION BETWEEN THE EU, THE LITTORAL STATES OF THE BLACK & CASPIAN SEAS AND THEIR NEIGHBOURING COUNTRIES
New INOGATE Technical Secretariat (ITS) Project



CERTIFICATE

Issued to

Olga Şvet

Upon successful completion
of the INOGATE New ITS Project Workshop
on Industrial Energy Audit Analysis for Bankable Projects

March 13-15, 2013
Chisinau, Republic of Moldova

Larry Good, CEM, BEP, CEA, CSDP
ITS Key expert for Sustainable Energy

Ali Korakan, CEA
Energy Auditing Expert

Vahan Babajanyan
Financial Training & Research Expert

PhD Spring Course “INNOVATIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT”



Certificate of participation awarded to

Olga Svet

in recognition of the successful completion of PhD spring course “Innovations for Sustainable Development” (6 ECTS).

Dr. Karel Mulder
Coordinator of the course
(TU Delft, the Netherlands)

Prof. Yuriy Yakymenko
First Vice-Rector
(NTUU “KPI”, Ukraine)



National Technical University of Ukraine
“Kyiv Polytechnic Institute”
March 18–28, 2013



agenția pentru eficiență energetică

Agencia pentru Eficiență Energetică

CERTIFICAT Nr. 068
eliberat

Dnei Șveț Olga

pentru confirmarea absolvirii

Cursului de instruire în domeniul efectuării auditului energetic

cu promovarea examenului în domeniul electroenergetice și termoenenergetice


la data de 29 aprilie 2013

Chișinău, Republica Moldova



Mihail Stratan
Director, AEE

Constantin Tuleanu
Președintele Comisiei de examinare



Certificate of completion

This diploma certifies that

Olga Svet

has successfully completed the training programme
"Best practice - assessing project economy of
energy efficiency and renewable energy project"
October 16- October 17, 2014, Chisinau Moldova.

The objective of the module "Best practice assessing project economy of energy efficiency and renewable energy project" is to introduce the participants to best practice methods in assessing and performing economic analysis and project calculations linked to renewable energy technologies and energy efficiency measures. The module will concentrate on project level type of economic calculations and assessments. The module also gives introduction to ecosystem services and methods for comparative assessment of technology options.



Dr Mathias Gustavsson,
IVL Swedish Environmental Research Institute




schonherr



IVL Swedish Environmental
Research Institute





Certificate of completion

This diploma certifies that

Svet Olga

has successfully completed the training programme
"Module 8: Best practice energy efficiency
measures and methods – housing and building sector",
16 December - 17 December, 2014, Chisinau Moldova.

The training module had the objective to give the participants information on approaches, methods and cases of best practice in the area of energy efficiency in housing and building sector. An outlook was made towards the urban structure and aspects on how the built environment also affects transport. The module includes parts on energy efficiency measures as well as methods and approaches to assess possible measures. The point of departure was best practice in this area drawn on experience from Europe, but link this to the context and challenges experienced in Moldova.



Dr Mathias Gustavsson,
IVL Swedish Environmental Research Institute



schonherr



IVL Swedish Environmental
Research Institute



Advice for Small Businesses in Moldova

Know how to help businesses save energy

This is to certify that

Olga Şveţ

Successfully completed the following course

Industrial energy efficiency

Intermediate level

Delivered by LDK CONSULTANTS ENGINEERS AND PLANNERS

23-27 February 2015
Chisinau, Republic of Moldova



This project is funded
by Sweden



European Bank
for Reconstruction and Development

Charlotte Ruhe

Charlotte Ruhe, Director
Small Business Support, EBRD

Certificate of completion

This diploma certifies that

Sret, Olga

has successfully completed the training programme
"Module 10: Best practice energy efficiency measures and methods – industry and energy sector and Support structures and regulation of energy markets and energy policies – over-view and best practice",
18 May - 20 May, 2015, Chisinau Moldova.

The training module had two themes; i) energy efficiency in industry and energy sectors and ii) support structures and regulation of energy markets. The first theme had the objective to give the participants information of appropriate approaches for energy audits, measure/calculate energy flows, energy efficiency installations, and energy and financial evaluation models, all based on real cases in the area of energy efficiency in the Building and Industry sector. Second theme focused national support structures and systems as well as what different regulations of the energy market looks like. The module also included an outlook into what is happening on the EU level in terms of policies and framework. Support structures for energy efficiency such as white certificate schemes etc. as well as environmental, climate and energy security was discussed.



Dr Mathias Gustavsson,
IVL Swedish Environmental Research Institute



schonherr



IVL Swedish Environmental
Research Institute





ESCWA



UNEP

Certificate

Ms. Olga Svet

has successfully completed

***International Training Course on Business Planning
for Renewable Energy Investment Projects***

I

Yerevan, Armenia, 30 September - 1 October 2015

Scott Foster

**Director
Sustainable Energy Division, UNECE**

Roula Majdalani

**Director
Sustainable Development Policies Division, ESCWA**

Advice for Small Businesses in Moldova

Know how to help businesses save energy

This is to certify that

Olga Capitan

Successfully completed the following course

Energy efficiency in Buildings

Advanced level

Delivered by LDK CONSULTANTS ENGINEERS AND PLANNERS

05-09 December 2016
Chisinau, Republic of Moldova



Funded by
Global Environmental Facility



European Bank
for Reconstruction and Development

Charlotte Ruhe

Charlotte Ruhe, Director
Advice for Small Businesses, EBRD





LOW EMISSION
CAPACITY BUILDING
PROGRAMME



„Programul de fortificare a capacităților în domeniul dezvoltării
cu emisii reduse de carbon”

CERTIFICAT DE PARTICIPARE

Prezentul certificat atestă faptul că
Dna Olga CAPITAN

a finalizat cu succes cursul cu tematica
” **Fortificarea capacităților naționale în sisteme MRV, elaborare și evaluare
a proiectelor de tip NAMA în cadrul mecanismelor
de dezvoltare durabilă în Republica Moldova** ”

Durata: 2 zile

Data: 20-21 decembrie 2016

organizat de către **Oficiul Schimbarea Climei, Ministerul Mediului
Chișinău, Republica Moldova**



Manager **Oficiul Schimbarea Climei** *[Signature]* **Vasile Scorpan**

Manager **Proiectul LECB Moldova** *[Signature]* **Sergiu Ungureanu**



MINISTERUL ECONOMIEI AL REPUBLICII MOLDOVA
AGENȚIA PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

AUTORIZAȚIE

DE AUDITOR ENERGETIC

Seria ATe Nr. 201612000
Data eliberării Valabilită până la
28.12.2016 28.12.2019

Se autorizează

Olga CAPITAN
IDNP 20044002163262

în domeniul *termoenergetic*

Posesorul acestui act
este împuternicit de a efectua audit energetic
conform cadrului normativ în vigoare.

Autorizația de auditor energetic este netransmisibilă.

PIDLEAC DRAGOȘ
Directorul
Agenției pentru Eficiență Energetică

ARION VALENTIN
Președintele
Comisiei de autorizare



MINISTERUL ECONOMIEI AL REPUBLICII MOLDOVA
AGENȚIA PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

AUTORIZAȚIE

DE AUDITOR ENERGETIC

Seria AEe Nr. 201612051
Data eliberării Valabilită până la
28.12.2016 28.12.2019

Se autorizează

Olga CAPITAN
IDNP 20044002163262

în domeniul *electroenergetic*

Posesorul acestui act
este împuternicit de a efectua audit energetic
conform cadrului normativ în vigoare.

Autorizația de auditor energetic este netransmisibilă.

PIDLEAC DRAGOȘ
Directorul
Agenției pentru Eficiență Energetică

ARION VALENTIN
Președintele
Comisiei de autorizare





www.devize.md

Certificat de absolvire

Se acordă dnei

CAPITAN OLGA

Pentru finalizarea cu succes a cursului

**Evaluarea, ofertarea, decontarea lucrărilor în construcții
folosind programul WinDoc Deviz și Devizonline**

aprilie 2017



Coordonator: Plămădeală Iacob



**Support to Modernisation of the Energy Sector
in the Republic of Moldova (STARS)**

Certificate of Training

this certifies that

Olga Capitan

has successfully completed the following training:

- How the principles of ISO 9001 can be applied for continuous improvement of procedures in financial institution?
- Project cycle and basic financial analysis of projects
- How to min/control deviations in procurement/construction phase?
- How to improve the visibility of operations/ results?
- How to improve quality of on-spot checks?
- Improvement of Energy Efficiency Fund strategic vision



Date 07 November 2017

TEAM LEADER: ADRIAN TWOMEY
ENERGY EXPERT: ILZE PURINA

NIRÁŠ **RAMBÓLL**

Project implemented by



BILATERAL COOPERATION ITALY - MOLDOVA
International Mobility of Labour



CERTIFICATE OF ATTENDANCE

Ms Olga CAPITAN

attended the training course

***European standards and installations certification systems
for civil and industrial use***

Torino - Chişinău
April - July 2018

DIREZIONE GENERALE DELL'IMMIGRAZIONE
E DELLE POLITICHE DI INTEGRAZIONE

Esposito

AGENZIA PER TRU EFICIENTĂ
ENERGETICA

A. G. G.





UNIVERSITATEA TEHNICĂ
A MOLDOVEI

Centrul Universitar de Formare Continuă

Centrul de Formare Continuă
Eficiență Energetică a Clădirilor Publice

CERTIFICAT

Nr. 1198 UTM/CFC

Prin prezentul se adeverește că **Capitan Olga**
a absolvit modulul de instruire

**„SOLUȚII ȘI TEHNOLOGII NOI ÎN PROIECTELE DE EFICIENȚĂ
ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR PUBLICE”**

Programul cursului:

- ✓ Aspecte generale privind eficiența energetică în clădiri publice
- ✓ Renovarea energetică a clădirilor
- ✓ Controlul calității în procesul de implementare și finalizare a proiectelor de eficiență energetică în clădiri publice

25-28 iunie 2018

Șef Direcție Formare Continuă **V. Amariei, conf.univ.dr.**

Director CFC CEECP **C. Țuleanu, conf.univ. dr.**





Forte Chance Piemonte - Via Avellino 6 - 10144 - Torino
Tel. 0114379979 Fax 0114303205 - info@fortechance.it - www.fortechance.it

ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE

ATTENDANCE CERTIFICATE

DENOMINAZIONE CORSO / TRAINING ACTION

**EUROPEAN STANDARDS AND INSTALLATIONS CERTIFICATION SYSTEMS
FOR CIVIL AND INDUSTRIAL USE**

DURATA: / DURATION: **119 ORE / HOURS**

CONFERITO A: / AWARDED TO:

CAPITAN OLGA

Torino, 16/07/2018

L'Ente Organizzatore



Declarația privind asumarea răspunderii

Subsemnata, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Șveț Olga

Semnătura

Data:

CURRICULUM VITAE

Numele, prenumele:	ȘVET Olga	
Data și locul nașterii:	29.02.1988, or. Ialoveni, Republica Moldova	
Adresa la domiciliu:	Or. Chișinău, str. M. Costin 2, ap. 11, Republica Moldova, Tel: 022-49-19-68	
Adresa la serviciu:	Str. Tudor Vladimirescu 6, or. Chișinău, Republica Moldova. Tel: 022-436-330	
Funcția:	Inginer coordonator	
Studii:	<input type="checkbox"/> 2010 - diplomă de licență, specialitatea Inginerie și management în energetică, UTM, FE, catedra TME <input type="checkbox"/> 2012 - diplomă de masterat, specialitatea Inginerie și management în energetică, UTM, FE, catedra TME	
Activitatea profesională:	2011 - 2017: cadru didactic, catedra TME, FEIE, UTM Cursuri predate: 2011-2017 – Economia și statistica energiei 2011-2017 – Managementul energiei 2011-2017 – Conservarea energiei 2011-2017 – Politici energetice 2015-2017 – Proiectarea sistemelor de alimentare cu energie 2014 – 2019: expert de proiect, Fondul pentru Eficiență Energetică 2019 – prezent: inginer coordonator, Serviciul Tehnologii Informaționale și Comunicații, „Termoelectrica” S.A.	
Domeniu de interes științific:	- Sursele de energii regenerabile: tehnologiile și competitivitatea lor. - Eficiența energetică	
Participări la evenimente științifice internaționale	1. Conferința Internațională “Energetica Moldovei 2012. Aspecte regionale de dezvoltare” 4-6 Octombrie, 2012 – Chisinau, Moldova. 2. A 9-a conferință internațională cu expoziție de sisteme electromecanice și energetice SIELMEN 2013, Chișinău, Republica Moldova 3. Conferința internațională de Electrotehnică și Energetică EPE (2014), Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași, 16-18 octombrie, 2014 - Iași, România, 4. Forumul Bioenergie-2015: Către o autonomie energetică locală, lucrarea „Evaluarea potențialului de biogaz în Republica Moldova”, organizat de Agenția pentru Eficiență Energetică, în Centrul Internațional de Expoziții „MOLDEXPO” S.A., Pavilionul central 5. Conferința internațională “Energetica Moldovei - 2016. Aspecte regionale de dezvoltare”, 29 septembrie - 01 octombrie 2016, Academia de Științe a Moldovei, Chișinău, Moldova.	
Cunoașterea limbilor:	Română – excelent (nativă) Rusă – bine Engleza - bine Franceza - bine	
E-mail:	svetolgaiuri@gmail.com	
Tel:	+373-69-02-14-89	