

**MINISTERUL EDUCAȚIEI AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Energetică și Inginerie Electrică**  
**Departamentul Termoenergetica și Management în Energetică**

**Admis la susținere**  
**Șef de departament:**  
**Lect. sup. Corina CHELMENCIUC**

---

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017

**Analiza comparativă a modalităților de valorificare la nivel  
regional a biogazului în condițiile Republicii Moldova**

**Teză de master**

**Student:**

**Nicolae MAGDÎL**

**Conducător:**

**Valentin ARION**

**Olga CAPITAN**

**Chișinău, 2017**

## ADNOTARE

În prezenta teză de master a fost evaluat potențialul de biogaz disponibil în Republica Moldova, utilizând următoarele resurse: gunoi de grajd, reziduuri de la culturi agricole, deșeuri din industria alimentară, nămolul de la tratarea apelor și deșeurile menajere.

A fost efectuată analiza tehnico-economică a tehnologiilor de producere și valorificare a biogazului. Astfel, au fost efectuate calculele pentru determinarea costului nivelat al biogazului și compararea lui cu tariful nivelat al gazului natural din rețea, costului nivelat al energiei electrice la instalațiile de co-generare (20 kW), trigenerare (514 kW) și cogenerare cu ciclu combinat O.R.C. (1050 kW) și compararea lor cu tariful la energia termică și electrică în rețea.

Memoriul explicativ al tezei este structurat în 4 capitole, cu un volum de 110 pagini, 49 tabele, 52 figuri, bibliografia cu 93 de surse, 5 anexe.

## ABSTRACT

In this master thesis was evaluated the potential of biogas in Republic of Moldova. Appropriate assessment has been carried out for available resources in the regions of the country like: manure, agricultural crop residues, food waste, sludge from waste water and domestic waste.

Besides, technical and economic analysis was performed for biogas production, and energy conversion technologies. Calculations were carried out to determine: the livelized cost of biogas and was compared with the natural gas network livelized tariff, Also were calculated the livelized cost of electric energy at the cogeneration plant 24 kW, trigeneration plant 514 kW and cogeneration with combined cycle O.R.C. 1050 kW and their comparison with the tariff for heat and electricity from the grid.

The explanatory memorandum of the thesis is divided into 4 chapters, with a volume of 110 pages, 49 tables, 52 figures, bibliography with 93 sources and 5 annexes.

## АННОТАЦИЯ

В данной работе представлена оценка потенциала биогаза в Республике Молдова, используя следующие ресурсы: навоз, отходы сельскохозяйственных культур, пищевые отходы, шламы из сточных вод и бытовые отходы.

Был выполнен технико-экономический анализ технологий производства и использования биогаза. Были выполнены расчеты для определения уравниваемой стоимости биогаза и его сравнение с сетевым тарифом на природный газ и выполнены расчеты для определения уравниваемой стоимости электроэнергии и теплоэнергии произведенных в когенерационных установках (24 кВт), в тригенерацонных установках (514 кВт) и в когенерационных установках с комбинированным циклом О.Р.Ц. (1050 кВт) и их сравнение с тарифом на тепло и электроэнергию в сетях.

Работа содержит 4 главы, объемом в 110 страниц, 49 таблиц, 52 фигуры, библиография в 93 источников и 5 приложений.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	6
<b>1. ACTUALITATEA PROMOVĂRII NOILOR TEHNOLOGII DE PRODUCERE A ENERGIEI</b> .....	7
<b>1.1. Cadrul normativ-legislativ în domeniul promovării surselor de energie regenerabilă</b> .....	7
1.1.1. Legislația UE în domeniul surselor de energie regenerabilă.....	7
1.1.2. Instituții ce promovează politicile energetice în Republica Moldova.....	10
1.1.3. Cadrul normativ-legislativ național ce privește sursele de energie regenerabilă.....	11
1.1.4. Actualitatea temei tezei de master.....	14
<b>1.2. Generalități privind biogazul</b> .....	15
1.2.1. Biogazul – resursă de energie regenerabilă.....	15
1.2.2. Aspecte importante ce privesc producerea de biogaz.....	16
1.2.3. Mediul optimal de generare a biogazului.....	19
<b>1.3. Tehnologii de producere a biogazului</b> .....	24
1.3.1. Tehnologii aplicate la scară mică.....	24
1.3.2. Tehnologii aplicate la scară medie.....	26
1.3.3. Tehnologii aplicate la scară mare.....	28
<b>1.4. Descrierea detaliată a stațiilor de biogaz</b> .....	33
1.4.1. Caracteristicile procesului de generare a biogazului.....	33
1.4.2. Tipurile fermentatoarelor ale instalațiilor de biogaz biogazului.....	35
1.4.3. Alimentarea cu substrat a fermentatoarelor și legunelor.....	37
<b>2. POTENȚIALUL DE BIOGAZ ȘI METODELE DE VALORIFICARE ENERGETICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA</b> .....	43
<b>2.1. Determinarea potențialului de biogaz la nivel regional</b> .....	43
2.1.1. Potențialul de biogaz provenit din gunoi de grajd.....	43
2.1.2. Potențialul de biogaz provenit din reziduurile de culturi agricole.....	45
2.1.3. Potențialul de biogaz provenit din deșeuri din industria alimentară.....	48
2.1.4. Potențialul de biogaz provenit din apele reziduale, deșeuri municipale.....	52
2.1.5. Potențialul total de biogaz în Republica Moldova.....	56
<b>2.2. Metode de valorificare energetică a biogazului</b> .....	59
2.2.1. Combustia directă pentru generarea căldurii.....	59
2.2.2. Generarea combinată a energiei.....	59
2.2.3. Trigenerarea energiei.....	61
2.2.4. Generarea energiei electrice cu folosirea ciclului combinat ORC.....	62
2.2.5. Pile de combustie.....	63
2.2.6. Producerea biometanului prin îmbunătățirea calității biogazului.....	64

<b>3. PARAMETRI TEHNICI ȘI ECONOMICI AI TEHNOLOGIILOR DE PRODUCERE ȘI VALORIFICARE A BIOGAZULUI.....</b>	<b>69</b>
<b>3.1. Dimensionarea instalațiilor de producere a biogazului .....</b>	<b>69</b>
3.1.1. Dimensionarea stației de producere a biogazului din deșeuri agricole și gunoi de grajd.....	69
3.1.2. Dimensionarea stației de biogaz din resturile la industria alimentară.....	71
3.1.3. Dimensionarea stației de producere a biogazului din nămolul apelor reziduale.....	74
<b>3.2. Dimensionarea instalațiilor de producere a energiei.....</b>	<b>77</b>
3.2.1. Dimensionarea instalației de cogenerare .....	77
3.2.2. Dimensionarea instalației de trigenerare.....	78
3.2.3. Dimensionarea instalației de cogenerare cu ciclu combinat O.R.C.....	79
<b>3.3. Descrierea parametrilor care influențează costul biogazului produs.....</b>	<b>80</b>
3.3.1. Cheltuieli investiționale.....	80
3.3.2. Cheltuieli de operare și mentenanță.....	81
3.3.3. Cheltuieli cu gestionarea materiei prime.....	82
3.3.4. Scenarii admise la calculul costului nivelat al biogazului.....	83
<b>3.4. Descrierea parametrilor care influențează costul energiei generate.....</b>	<b>84</b>
3.4.1. Cheltuieli Investiționale.....	84
3.4.2 Cheltuielile de operare și mentenanță.....	85
3.4.3. Scenarii admise la calculul costului nivelat al energiei.....	86
<b>4. ANALIZA COMPARATIVĂ A TEHNOLOGIILOR CONSIDERATE.....</b>	<b>88</b>
<b>4.1. Principii generale privind studiul tehnico economic.....</b>	<b>88</b>
4.1.1. Noțiuni de cost nivelat.....	88
4.1.2. Metodologia de calcul a prețului de cost al biogazului.....	88
4.1.3. Metodologia de calcul a prețului de cost al energiei.....	90
<b>4.2. Calculul costului nivelat al biogazului.....</b>	<b>93</b>
4.2.1. Calculul costului nivelat al biogazului produs la o stație cu puterea de 24 kW.....	93
4.2.2. Calculul prețului de cost al biogazului la o stație cu puterea de 514 kW.....	96
4.2.3. Calculul prețului de cost al biogazului la o stație cu puterea instalată de 1050 kW.....	99
<b>4.3. Calculul prețului de cost al energiei produse din biogaz.....</b>	<b>100</b>
4.3.1. Calculul costului nivelat al energiei produse în instalația de cogenerare de 24 kW.....	100
4.3.2. Calculul prețului de cost al energiei produse la o instalație de trigenerare 514 kW.....	105
4.3.3. Calculul prețului de cost al energiei produse la instalație cu ciclu combinat O.R.C.1050 kW	106
<b>4.4. Analiza comparativă a rezultatelor.....</b>	<b>108</b>
4.4.1. Analiza comparativă a costurilor nivelate ale biogazului.....	108
4.4.2. Analiza comparativă a costurilor nivelate ale energiei.....	109
4.4.3. Compararea costurilor nivelate ale biogazului și energiei cu sursele de referință.....	109
<b>CONCLUZII GENERALE .....</b>	<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXE.....</b>	<b>119</b>



## INTRODUCERE

Odată ce a aderat la Comunitatea Energetică, Republica Moldova și-a asumat o serie de angajamente. Unul dintre cele mai importante fiind ca 20 % din consumul final brut de energie până în anul 2020 să provină din sursele de energie regenerabile. Astfel în Republica Moldova a fost creată baza legislativă și instituite organele responsabile de promovare a acestui obiectiv.

Prin termenul de sursă regenerabilă de energie se înțeleg acele tehnologii care la producerea energiei folosesc surse ce se reînnoiesc într-o perioadă relativ scurtă de timp sau sunt inepuizabile. Dintre sursele regenerabile de energie fac parte:

- Energia eoliană;
- Energia solară;
- Energia geotermală
- Energia apei;
- Biomasă.

Energia termică provenită din biomasă a fost utilizată din momentul când omul a descoperit focul, asigurându-se cu căldură. Odată cu trecerea timpului s-au dezvoltat și tehnologiile de valorificare a biomasei în scopuri energetice. În prezent din biomasă se obțin așa produse precum peleți, bricheți, biocombustibili și biogaz.

Biogazul este un amestec de gaze (metan, hidrogen, bioxid de carbon, etc) care se formează în procesul de fermentație anaerobă a substanțelor organice. Producerea biogazului, permite valorificarea acelor resurse de biomasă sau masă organică ce nu pot fi arse direct sau fără pierderi energetice pentru tratarea lor. Obținem biogaz din așa materii prime cum sunt: gunoiul de grajd, reziduurile de la culturi agricole, deșeuri din industria alimentară, nămolul de la tratarea apelor și deșeurile menajere.

Astfel biogazul nu este doar o sursă de energie ci și o modalitate convenabilă de gestionare a deșeurilor.

Necăutând la faptul că Republica Moldova este o țară agrară, ceea ce semnifică că ar avea un potențial mare de biogaz, și că biogazul poate fi produs din orice materie ce se supune digestiei anaerobe, se cunosc puține cazuri de investiție în construcția fabricilor de biogaz, și chiar mai puține din ele fiind unele care ar aduce profit.

Având această problemă este necesar de a identifica potențialul de producere a biogazului în Republica Moldova din toate sursele disponibile și modalitățile competitive de valorificare a lui, specifice pentru țara noastră.