



Universitatea Tehnică a Moldovei

Surse și modalități de obținere a biogazului. Studiul de caz

Masterand: Cataraga Andrei

Conducător: conf.univ. dr. Natalia Begleț

Chișinău 2022

CUPRINS

REZUMAT	7
RĂSUMĂ	8
1. STADIUL ACTUAL AL PROBLEMEI	11
1.1. BIOMASA	12
1.1.1. Biogaz. Fermentarea anaerobă (AD) a deșeurilor organice	13
1.1.2. Avantajele și dezavantajele biogazului.....	21
1.1.3. Procesul biologic de digestie anaerobică	22
2. SITUAȚIA BIOGAZULUI LA NIVEL NAȚIONAL, EUROPEAN SI MONDIAL	24
2.1. Adoptarea unui obiectiv de energie regenerabilă pentru 2030	28
2.2. Dezvoltarea unei strategii pentru sectorul bioenergetic	29
2.3. Identificarea unei căi optime pentru a crește rolul biocombustibililor	30
3. FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ PRODUCȚIA DE BIOGAZ	31
3.1. Materia primă	31
3.2. Temperatura	34
3.3. Presiunea.....	36
3.4. Agitarea	37
3.5. Aciditatea	37
4. MODELE DE INSTALAȚII DE BIOGAZ REALIZATE DE-A LUNGUL TIMPULUI	38
4.1. Instalație modernă de tip german (fermentatoare cu agitare mecanică).....	48
4.2. Instalații de biogaz recomandate pentru fermierii	49
5. STUDIUL DE CAZ	53
5.1. Cerințe de amplasare a unităților de depozitare și păstrare permanentă și temporară a dejecțiilor solide și lichide din sectorul zootehnic	55
5.2. <i>BIOGAZUL</i>	56
5.2.1. Componentele biogazului.....	58
5.2.2. <i>Utilizarea biogazului</i>	58
5.2.3. <i>Avantaje ale folosirii biogazului</i>	59
5.2.4. <i>Dezavantaje a instalațiilor de biogaz</i>	60
5.2.5. <i>Digestatul</i>	60
5.2.5.1. Caracteristici agronomice ale digestatului	61
5.3. Tipuri de instalații.....	61
5.3.1. Instalație de producere a biogazului în regim de funcționare continuă.....	61
5.3.1.1. <i>Avantaje ale utilizării procesului continuu</i>	62
5.3.1.2. <i>Dezavantaje</i>	62
5.3.2. <i>Instalație de producere a biogazului în regim de funcționare discontinuă</i>	63
5.3.2.1. <i>Avantaje ale utilizării procesului discontinuu</i>	64

5.3.2.2.	<i>Dezavantaje</i>	64
5.4.	Descrierea instalației alese	64
5.4.1.	<i>Gură de încărcare a deșeurilor agricole</i>	66
5.4.2.	<i>Bazin de amestecare/omogenizare</i>	67
5.4.3.	<i>Bazin de stocare a dejecțiilor porcine</i>	67
5.4.4.	<i>Pompe</i>	68
5.4.5.	<i>Agitatoare submersibile</i>	68
5.4.6.	<i>Pompa Macerator</i>	69
5.4.7.	<i>Digestor</i>	69
5.4.8.	<i>Post digestor</i>	70
5.4.9.	<i>Sistem de încălzire</i>	70
5.4.10.	<i>Sistem de acoperire și acumulare a biogazului</i>	71
5.4.11.	<i>Dezumidificarea</i>	72
5.4.12.	<i>Desulfurizare</i>	72
5.4.13.	<i>Presurizare</i>	73
5.4.14.	<i>Spălarea gaze</i>	73
5.4.15.	<i>Analizator gaze</i>	74
5.4.16	<i>Facă</i>	74
5.4.16.	<i>Rezervor de stocare biogaz</i>	75
5.5.	CALCULUL TEHNOLOGIC AL UTILAJELOR.....	75
5.5.1.	Studiul potențialului de biomasa a zonei	75
5.5.2.	Proiectarea bazinului de fermentare (digestorului)	76
5.5.2.1.	<i>Alegerea tipului de proces de digestia anaerobă</i>	76
5.5.2.2.	<i>Alegerea timpului de retenție hidraulică</i>	76
5.5.3.	<i>Detereminarea valorii încărcării organice a digestorului</i>	77
5.5.4.	<i>Stabilirea capacității de producție (de prelucrare) zilnice</i>	77
5.5.5.	<i>Determinarea substanțelor organice fermentabile din amestecul de deșeuri</i>	77
5.5.5.2.	<i>Calculul volumului util al digestorului</i>	78
5.5.5.3.	<i>Calculul dimensional a digestorului</i>	78
5.6.	Proiectarea rezervorului de stocare a dejecțiilor porcine.....	79
5.6.1.	<i>Calculul dimensional a bazinului de stocare a dejecțiilor porcine</i>	79
5.7.	Calculul celulelor de depozitare al resturilor vegetale.....	79
5.7.1.	<i>Calculul volumului util D1 a celulelor de depozitare al resturilor vegetale</i>	79
5.8.	Calculul bazinului de post fermentare	80
5.8.1.	<i>Alegerea tipului de bazin și calculul dimensional al bazinului</i>	80
5.8.2.	<i>Calculul volumul util al bazinului</i>	80
5.8.2.1.	<i>Înălțimea utilă a bazinului</i>	80

5.8.2.2.	Calculul diametrului bazinului	81
5.8.2.3.	Calculul înălțimii totale.....	81
5.9.	Cantitatea de biogaz.....	81
5.9.1.	Calculul rezervorului de stocare a biogazului.....	81
6.	Generarea combinată a energiei (CHP).....	82
	Concluzii	84
	Bibliografie	86

REZUMAT

Tema tezei de master **Surse și modalități de obținere a biogazului. Studiul de caz**, corespunde nevoilor mondiale de valorificare a resurselor din punct de vedere energetic, prin obținerea de biogaz.

Teza este structurată pe 6 capitole, fiecare având titluri sugestive.

Capitolul 1 intitulat **Stadiul actual al problemei** expune pe rând parametri fizico-chimici și energetici ai biogazului, aspectele microbiologice ale metanogenezei și factorii care influențează producția de biogaz.

În capitolul 2 **Situația biogazului la nivel național, european și mondial** au fost analizate practicile țărilor dezvoltate în domeniul dat, unde s-au efectuat importante cercetări cu privire la tehnologiile de conversie a materiilor prime în biogaz.

În capitolul 3 **Factorii care influențează producția de biogaz** sunt analizați parametri care influențează productivitatea de gaz.

Capitolul 4 **Modele de instalații de biogaz realizate de-a lungul timpului** este prezentată și descrisă instalația de producere a biogazului, cu subinstalațiile și elementele componente.

În capitolul 5 **Studiul de caz** sunt expuse calculele necesare realizării instalației de biogaz și anume calculul tehnologic (de dimensionare a instalației).

Lucrarea se încheie cu capitolul 6 **Generarea combinată a energiei** în care este analizată perspectivele utilizării biogazului.

Cuvinte cheie: biogaz, digestie anaerobă, biocombustibili, digestat, biomasă

RÉSUMÉ

Le sujet du mémoire de maîtrise **Sources et moyens d'obtenir du biogaz. L'étude de cas** correspond aux besoins globaux de valorisation des ressources énergétiques, par l'obtention de biogaz.

La thèse est structurée en 6 chapitres, chacun avec des titres suggestifs.

Le chapitre 1, intitulé **L'état actuel de la problématique**, présente les paramètres physico-chimiques et énergétiques du biogaz, les aspects microbiologiques de la méthanogenèse et les facteurs influençant la production de biogaz.

Chapitre **2 La situation du biogaz au niveau national, européen et mondial** a analysé les pratiques des pays développés dans ce domaine, où d'importantes recherches ont été menées sur les technologies de conversion des matières premières en biogaz.

Le chapitre **3 Facteurs influençant la production de biogaz** analyse les paramètres qui influencent la productivité du gaz.

Chapitre **4 Modèles d'installations de biogaz dans le temps** l'installation de biogaz avec ses sous-installations et ses composants est présentée et décrite.

Chapitre **5 L'étude de cas** présente les calculs nécessaires à la construction de l'usine de biogaz, à savoir le calcul technologique (dimensionnement de l'usine).

L'article se termine par le chapitre **6 La production d'énergie combinée** dans lequel il analyse les perspectives d'utilisation du biogaz.

Mots clés : biogaz, digestion anaérobie, biocarburants, digestat, biomasse

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța problemei abordate. Societatea modernă are nevoie de 4 forme de energie:

- ✓ *energie termică* pentru încălzirea locuințelor,
- ✓ *energie electrică* pentru alimentarea receptorilor electrici,
- ✓ *combustibili* pentru prepararea hranei,
- ✓ *carburanți* pentru transport.

Activitatea umană a condus la apropierea de o concentrație periculoasă a emisiilor gazelor cu efect de seră (GES). Căile de reducere a GES 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 fi pusă atenția.

Perspectiva energetică 2050, prevede o pondere a energiei din surse de energii regenerabile (SER) 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.

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

Biogazul este gaz combustibil, asemănătoare gazului natural sau gazului propan-butan livrat în butelii, dar prietenoase mediului. În ultimul perioadă, interesul față de biogaz a crescut semnificativ, datorită eforturilor mondiale de reducere a emisiilor GES și de înlocuire a combustibililor fosili cu resurse regenerabile. Calitatea biocombustibilului gazos oferă posibilitatea utilizării lui la acoperirea tuturor nevoilor energetice: prepararea hranei, încălzirea spațiilor, prepararea ACM, combustibil pentru vehicule, producerea energiei electrice.

Susținerea statului pentru promovarea producerii energiei din SER este asigurat prin acordarea priorității în procurarea energiei SER și recompensarea producătorului pentru energia livrată. Recompensa garantată de către stat, ar permite producătorului de energie să-și acopere toate cheltuielile și să obțină profit.

Producerea biogazului din deșuri animaliere reprezintă o soluție actuală de tratare a deșeurilor organice, cu obținerea unor beneficii de mediu, precum și reducerea riscului de emisii de metan și amoniac. Producerea biocombustibililor gazoși și, respectiv, a energiei din deșuri biodegradabile este o prioritate și merită a fi susținută de către stat.

Descrierea situației în domeniul de cercetare și identificarea problemelor de cercetare.

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 resurse locale disponibile. Totodată, în condițiile în care circa 70 % din consumul intern brut de energie provine din import, costul resurselor fosile este în permanentă creștere, iar avantajele manifestate de biocombustibilii proveniți din deșeurile ne direcționează către necesitatea găsirii cantității de materie primă și a energiei corespunzătoare la nivel local și regional, ce ar putea fi utilizată în acest scop.

Rep. Moldova fiind o economie bazată pe agricultură, una din ocupațiile de bază ale populației o constituie creșterea păsărilor și animalelor, acestea fiind prezente în majoritatea gospodăriilor rurale. Luând în considerație calitatea, inclusiv energetică diferită a deșeurilor produse de animale și păsări, se propune analiza potențialului energetic al acestora și a eventualelor puteri instalate ale unităților generatoare.

Scopul prezentei lucrări constă în analizarea potențialului de producere a biocombustibililor gazoși, cu estimarea posibilităților de producere a biogazului în cadrul unei întreprinderi agricole.

Obiectivele lucrării: analiza situației actuale a promovării surselor de energie regenerabilă și identificarea rolului gazelor biocombustibile în vederea atingerii țintelor SER înaintate; analizarea tehnologiilor aplicate la producerea energiei din biocombustibili gazoși. Analizând disponibilitatea materiei prime, devine posibilă stabilirea atractivității și competitivității biocombustibililor gazoși și a energiei rezultate din aceștia.

Bibliografie

1. Volta, Alessandro, *Lettere del Signor Don Alessandro Volta ... Sull' Aria Inflammabile Nativa delle Paludi* [Letters of Signor Don Alessandro Volta ... on the flammable native air of the marshes], Milan, Italy: Giuseppe Marelli, 1777
2. „Methane”. *BookRags*, James Michael McBride, "Development of systematic names for the simple alkanes", Available on-line at: [Chemistry Department, Yale University \(New Haven, Connecticut\)](#)., 1999.
3. Cea mai mare uzină de producere a biogazului din Danemarca primește, pe calea apei, cantități mari de deșeuri piscicole și produce, în condiții de rentabilitate, energie regenerabilă (lemvigbiogas.com)
4. "Evaluarea gradului de pregătire privind valorificarea energiei regenerabile, IRENA, 2019".
5. Biogazul.Ghid practic.
6. Al Seadi T., Ruiz D., Prassl H., Kottner M., Finsterwaldes T., Volke S., Janssens R., Handbook of Biogas. University of Southern Denmark, Esbjerg, 2008.
7. Șveț Olga, Promovarea utilizării biocombustibililor gazoși în republica MOLDOVA, teza de doctor în științe inginerești, Chișinău, 2020
8. Evaluarea gradului de pregătire privind valorificarea energiei regenerabile: Republica Moldova, Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă (IRENA), Abu Dhabi, 2019.
9. Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în 2017, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică, Chișinău, [www.anre.md/files/raport/Raport anual de activitate a ANRE in anul 2017.pdf](http://www.anre.md/files/raport/Raport%20anual%20de%20activitate%20a%20ANRE%20in%20anul%202017.pdf) (accesat la 31 decembrie 2018).
10. Hotărârea nr. 42 din 4 septembrie 2017, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică, Chișinău, <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=371365> (accesat la 31 decembrie 2018).
11. Ceban V., Dezvoltarea energiei regenerabile în Republica Moldova: realități, capacități, opțiuni, perspective, Asociația pentru politici externe, Asociația politicii externe, Chișinău, 2015.
12. EBRD (Banca Europeană pentru Reconstrucție și Dezvoltare) et al., Linii directoare ale politicii privind selectarea competitivă și sprijinul pentru energie regenerabilă, BERD și Secretariatul Comunității de Dezvoltare și Energie, în colaborare cu IRENA, Viena, 2018, <https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Regional-Group/Europe/EBRD-EnCS-IRENA-RE-Auction-Guidelines-2018---FINAL>.
13. Ghidul bunelor practici de gestionare a dejecțiilor animaliere: Ghid practic pentru producătorii agricoli, Anatolie Fala, Oleg Mașner, Corneliu Busuioc; coordonator: Constantin Ojog; responsabil tehnic: Anatolie Fala; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău: S. n., 2021, Tipogr. "Bons Offices"), 80 p.
14. **21** FAO statistics - <http://www.fao.org/economic/ess/environment/data/emission-shares/en/>
15. Al Seadi T., Good practice in quality management of AD residues from biogas production. Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from

- Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom, 2001.
16. Ames J., Werner C., Reaching the Environmental Community: Designing an Information Program for the NREL Biofuels Program; May 2002 - August 2003; Work performed by Environmental and Energy Study Institute, Washington,
 17. Bain R., Lamos W. P., Downing M., Perlack R. L., Biopower Technical Assessment: State of the Industry and the Technology. January 2003;
 18. Feher Gyula, Evacuarea si valorificare reziduurilor menajere, traducere din limba maghiara de ing. Iosif Papp si ing. Pascu Ursu, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1982
 19. Ivan Simeonov, Dencho Denchev and Bayko Baykov, Development of new technologies for production of heat and electric power from organic wastes for increasing the economic efficiency of the final products, Advances in Bulgarian Science, № 1, 15-24, 2006;
 20. Moller H. et al, Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. Biomass & Bioenergy 26, pp 485-495. 2004.
 21. Țucu, D., Mnerie, D., Rotărescu, V., 2007, *Solution for obtaining of biofuels from houses and urban wastes*, Buletinul Stiințific al Universității „Politehnica” din Timișoara, România, Seria Mecanică, Tomul 52 (66), Fascicola 4, 2007, ISSN 1224- 6077, Editura Politehnica, p. 109-113.
 22. Țucu, D., Mnerie, D., *Combustibilii neconvenționali- o soluție pentru energia durabilă*, Buletinul AGIR, 2007.
 23. Rezoluția Parlamentului European din 12 martie 2008 privind agricultura durabilă și biogazul: necesitatea revizuirii legislației europene (2007/2107(INI)).
 24. <http://www.uts-biogas.com>
 25. <http://www.ogin.nl/>
 26. <http://www.biogazul.info>
 27. <http://biogaz-luethe.weblog.ro>
 28. [Biogaz - utilizatori de putere mare \(biogaz-instalatii.ro\)](http://biogaz-utilizatori.de.putere.mare.biogaz-instalatii.ro)
 29. [Unitati de cogenerare si economii la energie. Descoperiti beneficiile | Hoval](http://unitati.de.cogenerare.si.economii.la.energie.descoperiti.beneficiile.hoval)
 30. [Электрогенератор на биогазе - patruus series - 2G Energy AG - с природным газом / компактный \(agriexpo.ru\)](http://elektrogeneratortna.biogaze-patruus-series-2G-Energy-AG-s-prirodnyim-gazom-kompaktnyy-agriexpo.ru)