

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Energetică**

Admis la susținere

Șefă departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2025

**Gestionarea și tratarea deșeurilor în municipiul Ungheni
Teză de master**

Masterand:

**CIOBANU Ghenadie,
gr. EM-23M**

Conducător:

**LEU Vasile,
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2024

ADNOTARE

Autor – Ciobanu Ghenadie. **Titlul** – "*Gestionarea și tratarea deșeurilor în municipiul Ungheni*"

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din 9 titluri și 25 link-uri utilizate, 81 pagini, 28 figuri, 12 tabele.

Cuvinte-cheie: deșeuri menajere, eficiență energetică, biogaz, cogenerare.

Problematica studiului: analiza cantității și structurii deșeurilor solide municipale din regiunea Municipiului Ungheni și determinarea potențialul de valorificare energetică al acestora.

Obiectivele studiului: proiectarea instalației de producere a biogazului și sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET), care va funcționa în baza combustibilului obținut prin valorificarea deșeurilor menajere.

Rezultate obținute: Lucrarea oferă recomandări pentru implementarea tehnologiilor de obținere a energiei din deșeuri municipale, evidențiind beneficiile pe termen lung ale diversificării surselor de energie, reducerea volumului de deșeuri care nimeresc la groapa de gunoi, micșorarea dependenței de combustibili fosili și acțiuni privind asigurarea independenței energetice. Prin intermediul analizei detaliate a literaturii de specialitate și a unor studii de caz relevante s-a demonstrat importanța tratării deșeurilor menajere într-o societate modernă și impactul negativ major asupra mediului, vieții și sănătății oamenilor în cazul depozitării acestora la gropile de gunoi. Rezultatele obținute în urma calculelor tehnice și economice a instalației de producere a biocombustibilului demonstrează avantajul acestei tehnologii prin costul nivelat redus a biogazului produs în raport cu tariful la gazele naturale. Iar integrarea instalației de producere a biogazului în SACET existent cu o tehnologie de cogenerare în baza motoarelor cu ardere internă, deschide posibilitatea alimentării cu energie termică a unui cartier din Municipiul Ungheni, care aduce beneficii esențiale tuturor actorilor implicați în proiect.

Un aspect important, care a fost studiat în lucrare, este impactul implementării proiectului asupra mediului înconjurător, și nu în ultimul rând, impactul asupra vieții și sănătății oamenilor din localitate.

În lucrare au fost propuse măsuri ce vizează introducerea tehnologiilor inovative de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră (GES) în instalațiile de producere a biogazului și de cogenerare, astfel ca impactul negativ asupra mediului ambiant să fie redus semnificativ.

Astfel, în cadrul lucrării am determinat și prezentat fezabilitatea economică a unui proiect de valorificare energetică prin tratarea anaerobă a deșeurilor biodegradabile cu ulterioara producere de energie electrică și termică prin instalația de cogenerare în baza motoarelor cu ardere internă.

ABSTRACT

Author – Ciobanu Ghenadie. **Title** – "Waste management and treatment in Ungheni municipality"

Structure of the paper: the paper contains an introduction, four chapters, conclusions, bibliography of 9 titles and 25 links used, 81, 28 figures, 12 pages tables.

Thesis structure: household waste, energy efficiency, biogas, cogeneration.

Study issues: origin, quantity, structure of municipal waste in the Ungheni municipality region and their energy recovery potential.

Study objectives: design of the biogas production facility and SACET that operates on the basis of biogas recovered from household waste.

Results: The paper provides recommendations for the implementation of technologies for obtaining energy from municipal waste, highlighting the long-term benefits of diversifying energy sources, reducing the volume of waste going to landfill, reducing dependence on fossil fuels and actions to ensure energy independence. Through a detailed analysis of the specialized literature and relevant case studies, the importance of treating household waste in a modern society and the major negative impact on the environment, life and health of people in the event of their disposal in landfills were demonstrated. The results obtained from the technical and economic calculations of the biofuel production facility demonstrate the advantage of this technology through the reduced levelized cost of the biogas produced in relation to the natural gas tariff. And the integration of the biogas production facility into the existing SACET with a cogeneration technology based on internal combustion engines opens up the possibility of supplying a district in Ungheni Municipality with thermal energy, which brings essential benefits to all actors involved in the project.

An important aspect, which was studied in the paper, is the impact of the project implementation on the environment, and last but not least, the impact on the life and health of the people in the locality.

The paper proposed measures aimed at introducing innovative technologies to reduce greenhouse gas emissions (GHG) in biogas production and cogeneration facilities, so that the negative impact on the environment is significantly reduced.

Thus, in the paper we determined and presented the economic feasibility of an energy recovery project through anaerobic treatment of biodegradable waste with the subsequent production of electricity and heat through the cogeneration facility based on internal combustion engines.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. TRATAREA DEȘEURILOR - UN IMPERATIV AL TIMPULUI	10
1.1. Deșeurile ca sursă de energie și poluare a mediului.....	10
1.2. Reciclarea și tratarea deșeurilor la nivel internațional și național.....	16
1.3. Cadrul legal și instituțional sectorial.....	21
2. POTENȚIALUL DE VALORIFICARE A BIOGAZULUI DIN DEȘEURI	28
2.1. Managementul deșeurilor în mun. Ungheni.....	28
2.2. Tehnologi și metode de tratare a deșeurilor.....	32
2.3. Analiza oportunităților de valorificare a biogazului în mun. Ungheni.....	38
3. ASPECTE TEHNICE ȘI ECONOMICE	43
3.1. Dimensionarea instalației de producere a biogazului.....	43
3.2. Încadrarea instalației de cogenerare în SACET-lor existent din mun. Ungheni.....	50
3.3. Determinarea cheltuielilor totale și costul energiilor produse din biogaz.....	52
4. ACPECTE DE PROTECȚIA MEDIULUI	59
4.1. Protecția mediului la nivel internațional și național.....	59
4.2. Emisiile de GES în raport cu producerea energiei.....	62
4.3. Politici și măsuri de diminuare a emisiilor de GES.....	67
CONCLUZII	76
BIBLIOGRAFIE	77

INTRODUCERE

Cantitatea de deșeuri solide municipale (DSM) crește în fiecare an, iar eliminarea și neutralizarea acestora devine în prezent o problemă complexă de mediu și economică a autorităților publice locale și utilităților urbane de gestionare a deșeurilor. Această problemă este deosebit de acută în orașele cu densitate mare a populației. În prezent, fluxul Mondial de deșeuri solide care intră anual în biosferă a ajuns aproape la 420 de milioane de tone pe an.

Deșeurile industriale solide (DS) și deșeurile menajere (DM) afectează peisajul natural din jurul nostru și sunt, de asemenea, o sursă de descompunere chimică, biologică și biochimică dăunătoare pentru mediul ambiant. Acest lucru creează o anumită amenințare pentru sănătatea și viața oamenilor, precum și pentru generațiile viitoare. Cu alte cuvinte, deșeurile perturbă echilibrul ecologic.

O mare parte dintre gazele cu efect de seră de pe suprafața Pământului sunt generate prin producția de energie și arderea combustibililor fosili. Iar în contextul schimbărilor climatice și al necesității de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră, Republica Moldova, ca și toate țările de pe Glob, se confruntă cu provocarea tranziției energetice către surse regenerabile de energie. Sursele regenerabile de energie (SER) sunt privite ca o sursă alternativă la combustibilii fosili tradiționali, având potențialul de a asigura securitatea energetică, de a reduce dependența energetică și de a sprijini dezvoltarea economică sustenabilă.

Producția energiei din surse regenerabile, inclusiv energia solară, eoliană, hidroenergia și în mod special energia din deșeuri este o prerogativă semnificativă pentru Republica Moldova, iar în contextul crizei energetice aprofundată ce s-a creat la sfârșitul anului 2024, această problemă a devenit și mai actuală.

În contextul producției de energie din surse regenerabile în Republica Moldova, este esențial să se exploreze și să se valorifice potențialul deșeurilor municipale solide.

Deșeurile organice provenite din domeniul casnic, comercial sau industrial reprezintă materiale cu valoare energetică semnificativă, care joacă un rol din ce în ce mai important în sistemele de producere a energiei. Una dintre modalitățile promițătoare de a rezolva problema eliminării deșeurilor solide în orașe, după cum arată experiența internațională, este eliminarea deșeurilor prin metode termice a energiilor regenerabile, ținând cont de ponderea ridicată a fracțiunii biodegradabile (cca. 60%) din cantitatea totală de deșeuri menajere.

Lucrarea dată își propune să cerceteze și să propună soluționarea problemelor de mediu la nivelul municipiului Ungheni în domeniul managementului deșeurilor și valorificarea energetică a acestora în

concordanță cu directivele europene și actele naționale, regionale și locale. Vor fi analizate specificul de colectare, transportare și depozitare a deșeurilor în zona de management a deșeurilor numărul 5 (ZMD 5) ce cuprinde trei raioane, Ungheni, Călărași și Nisporeni, precum proveniența și compoziția acestora. În urma rezultatelor obținute vor fi propuse soluții de tratare a deșeurilor în bază metodelor digestiei anaerobe (AD). Există un număr mare de opțiuni pentru eliminarea deșeurilor prin tratare în lume, dar proiectarea unei instalații de producere a biocombustibilului cu integrarea în sistemul existent de alimentare centralizată cu energie termică este mai fezabilă pentru mun. Ungheni din considerente tehnice și economice.

Vor fi analizate și evaluate fezabilitatea tehnică, perspectivele economice și impactul asupra mediului a acestor instalații, pentru a determina perspectiva implementării acestor tehnologii în sistemul energetic la nivel local.

Bazată pe tehnologii moderne și sustenabile, lucrarea abordează discuția mai complexă privind modalitățile de tratare a deșeurilor prin valorificarea energetică, de asigurare a securității energetice și de promovare a unei Economii Circulare în Republica Moldova, în concordanță cu angajamentele internaționale pentru protecția mediului și atenuarea schimbărilor climatice.

Actualitatea temei abordate vine în concordanță cu Strategia națională privind gestionarea deșeurilor pentru perioada 2013 – 2027 implementată de către Guvernul Republicii Moldova din anul 2013, unul din grupurile țintă ale căreia sunt serviciile de salubritate din localitățile urbane cu dezvoltarea de capacități adecvate de eliminare a deșeurilor prin valorificarea energetică a acestora.

Astfel, tema abordată este cu atât mai actuală, precum necesitatea vitală de a evidenția problemele legate de schimbările climatice, de emisiile de gaze cu efect de seră și de necesitatea promovării tehnologiilor inovative privind producerea de energie din SER, contribuind în același timp la asigurarea mecanismului de redresare și reziliență a societății și economiei Republicii Moldova.

Scopul lucrării este de a analiza și evalua sistemul existent al managementului deșeurilor în mun. Ungheni pentru producerea biogazului ca sursă de combustibil la producerea de energie electrică și termică încadrat în sistemul existent de alimentare cu energie termică în cartierul Danuțeni din oraș.

BIBLIOGRAFIE

1. ARION, V., GHERMAN, C., TUTUNARU, T. "Fezabilitatea economico-financiară a producerii energiei electrice și termice la mini-CET prin valorificarea biogazului." Meridian ingineresc, nr.1, UTM, Chișinău, 2009, p. 67-74.
2. ARION, V., GHERMAN, C., TUTUNARU, T. "Câteva modalități de calcul al costului nivelat al energiei pe termen lung." Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 2009, UTM.
3. ARION Valentin. *Ghid privind evaluarea economică a proiectelor din domeniile eficienței energetice și energiilor regenerabile*. Republica Moldova. Chișinău: AEE, 2014. 204p.
4. ARION, V., BOROSAN, C., ȘVEȚ, O. "Producerea biogazului din deșeuri animaliere. Utilizarea biogazului la producerea căldurii și electricității." Ghid, Vol. 5 și 6, Min Ecol., Chișinău, 2013.
5. ARION, V., HLUSOV, V., NEGURA, C. "Considerarea inflației în evaluarea proiectelor de eficiență energetică și energii regenerabile (abordare microeconomică)." FOREN-2016, România, 2016.
6. BIORESOURCE TECHNOLOGY, "Recent Advances in Biomass Pretreatment Techniques: A Comprehensive Review." vol. 248, pp. 147-177, 2018.
7. BOSMANS, A., HELSEN, L. (2010), "Energie din deșeuri: Revizuire a tehnologiilor termochimice pentru tratarea combustibilului derivat din deșeuri (CDD)". Al 3-a Simpozion internațional privind energia din biomasă și deșeuri. Veneția, Italia; 8-10 noiembrie 2010.
8. GOZA Iulian. "Studiu privind implementarea principalelor prevederi în domeniul energetic ale acordului de asociere între UE și Republica Moldova". Republica Moldova. Chișinău. 2015. 29p.
9. TUTUNARU T. *Producerea biogazului și valorificarea lui în scopuri energetice*. Republica Moldova. Chișinău. Universitatea Tehnică a Moldovei. 2009. 6p.
10. STUDIU DE CARACTERIZARE A DEȘEURILOR ȘI EVALUARE A PERSPECTIVELOR DE PRODUCERE A ENERGIEI DIN DEȘEURI ÎN MOLDOVA. Disponibil online: https://energie.gov.md/sites/default/files/usaid_mesa_pmcg_deliverable_11_waste_characterization_study_final_report_ro.pdf.
11. ECONOMEDIA, (2024), "Emisiile de gaze cu efect de seră din economia Uniunii Europene au scăzut cu peste 20% comparativ cu 2020". Disponibil online: Recuperat de la <https://economedia.ro/emisiile-de-gaze-cu-efect-de-sera-din-economia-uniunii-europene-au-scazut-cu-peste-20-comparativ-cu-2008.html>.
12. TEDOM, "Instalații de cogenerare". Disponibil online: <https://ru.tedom.com/ru/kogeneracionnyje-ustanovki>.
13. PARLAMENTUL REPUBLICII MOLDOVA, *Lege nr. 10 din 26-02-2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile*. Disponibil online: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=132691&lang=ro.

14. [PLAN DE ACȚIUNI PENTRU ENERGIE DURABILĂ ȘI CLIMĂ UNGHENI 2021-2030](#). [Disponibil online: https://ungheni.md/wp-content/uploads/2022/01/PAEDC_Ungheni-1.pdf](https://ungheni.md/wp-content/uploads/2022/01/PAEDC_Ungheni-1.pdf).
15. [Ziarul financiar. Captarea, utilizarea și stocarea CO₂](#). [Disponibil online: https://www.zf.ro/info/captarea-utilizarea-si-stocarea-co2-esentiale-pentru-neutralitate-22141012](https://www.zf.ro/info/captarea-utilizarea-si-stocarea-co2-esentiale-pentru-neutralitate-22141012).
16. UNITED NATION DEVELOPMENT PROGRAMME MOLDOVA. [Disponibil online: https://www.undp.org/ro/moldova/press-releases/republica-moldova-deseurile](https://www.undp.org/ro/moldova/press-releases/republica-moldova-deseurile).
17. WIKIPEDIA, *Bestand:Spittelau (Wien) - Müllverbrennungsanlage (2).JPG*. Recuperat de la: <https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:Spittelau>.
18. PARLAMENTUL EUROPEAN, "Gestionarea durabilă a deșeurilor". [Disponibil online: https://www.europarl.europa.eu/topics/ro/article/20180328STO00751/gestionarea-durabila-a-deseurilor-ce-face-ue](https://www.europarl.europa.eu/topics/ro/article/20180328STO00751/gestionarea-durabila-a-deseurilor-ce-face-ue).
19. WIKIPEDIA, *Gestionarea deșeurilor*. [Disponibil online: https://ro.wikipedia.org/wiki/Gestionarea_de%C8%99eurilor](https://ro.wikipedia.org/wiki/Gestionarea_de%C8%99eurilor).
20. EUROPEAN UNION, *Legea UE privind gestionarea deșeurilor*. [Disponibil online: https://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html](https://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html).
21. OFICIUL NAȚIONAL DE IMPLEMENTARE A PROIECTELOR ÎN DOMENIUL MEDIULUI, "Studiu de Fezabilitate ZMD 5". [Disponibil online: https://onipm.gov.md/sites/default/files/Studiu%20de%20fezabilitate_ZMD5_RO.pdf](https://onipm.gov.md/sites/default/files/Studiu%20de%20fezabilitate_ZMD5_RO.pdf).
22. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA, "Peste 65% din deșeurile menajere solide generate în municipiile Chișinău și Bălți pot fi transformate în energie". [Disponibil online: https://energie.gov.md/ro/content/peste-65-din-deseurile-menajere-solide-generate-municipiile-chisinau-si-balti-pot-fi](https://energie.gov.md/ro/content/peste-65-din-deseurile-menajere-solide-generate-municipiile-chisinau-si-balti-pot-fi).
23. SUDXUKER MOLDOVA. [Disponibil online: https://suedzucker.md/ro/events/first-biogas-plant-working-sugar-beet-press-pulp-opened-drochia](https://suedzucker.md/ro/events/first-biogas-plant-working-sugar-beet-press-pulp-opened-drochia).
24. COMISIA EUROPEANĂ, 2013, "Politici privind sursele regenerabile și Directivele UE". [Disponibil online: Comisia Europeană](#).
25. Biroul Național de Statistică, BNS, "Deșeuri municipale colectate pe parcursul anului, în profil teritorial, pe localități". [Disponibil online: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/10%20Mediul%20inconjurator/10%20Mediul%20inconjurator_MED040_Municipale/MED060320reg.px/?rxid=e87671c5-56a9-42d1-a7d6-dd0671acb8eb](https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/10%20Mediul%20inconjurator/10%20Mediul%20inconjurator_MED040_Municipale/MED060320reg.px/?rxid=e87671c5-56a9-42d1-a7d6-dd0671acb8eb).
26. GREENCOMMUNITY, "Deșeurile municipale din UE au scăzut cu 19 kg de persoană în 2022". [Disponibil online: https://greencommunity.ro/deseuri-municipale-uniunea-europeana-romania-reciclare/](https://greencommunity.ro/deseuri-municipale-uniunea-europeana-romania-reciclare/).
27. AGENȚIA DE MEDIU, "Gestionarea deșeurilor în Republica Moldova în anul 2019". [Disponibil online: https://am.gov.md/ro/content/gestionarea-de%C8%99eurilor-%C3%AEn-republica-moldova-%C3%AEn-anul-2019](https://am.gov.md/ro/content/gestionarea-de%C8%99eurilor-%C3%AEn-republica-moldova-%C3%AEn-anul-2019).

28. ECOTECARO, "Ghid de prevenire a generării și de gestionare a deșeurilor". [Disponibil online: https://ecoteca.ro/wp-content/uploads/2022/01/ghid-prevenire-l-min.pdf](https://ecoteca.ro/wp-content/uploads/2022/01/ghid-prevenire-l-min.pdf).
29. TERMENE, "România a fost pe ultimul loc la reciclare". [Disponibil online: https://termene.ro/articole/romania-codasa-la-reciclare-motive](https://termene.ro/articole/romania-codasa-la-reciclare-motive).
30. CLARKEENERGY, Biogaz. [Disponibil online: https://www.clarke-energy.com/ro/applications/biogas/](https://www.clarke-energy.com/ro/applications/biogas/)
31. LA GAZEZETA DELL EMILIA. Recuperat de la: <https://www.gazzettadellemilia.it/economia/item/41928-iren,-inaugurato-l%E2%80%99impianto-forsu-di-reggio-emilia>.
32. TEHNOLOGII DE COGENERARE. [Disponibil online: https://feie.utm.md/wp-content/uploads/sites/6/2022/12/Braga-CHP-MAI.pdf](https://feie.utm.md/wp-content/uploads/sites/6/2022/12/Braga-CHP-MAI.pdf).
33. AGENȚIA DE MEDIU. [Disponibil online: https://am.gov.md/ro/content/b3-emisii-de-gaze-cu-efect-de-ser%C4%83](https://am.gov.md/ro/content/b3-emisii-de-gaze-cu-efect-de-ser%C4%83).
34. UNITED NATION DEVELOPMENT PROGRAMME MOLDOVA. [Disponibil online: https://www.undp.org/ro/moldova/press-releases/programul-de-dezvoltare-cu-emisii-reduce](https://www.undp.org/ro/moldova/press-releases/programul-de-dezvoltare-cu-emisii-reduce).