



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**EVALUAREA TEHNICO-ECONOMICĂ A ENERGIEI
ALTERNATIVE PENTRU O STAȚIE DE EPURARE A
APELOR UZATE**

Student:

TÎMBALIUC Mihail

Conducător:

CIOBANU Natalia

Doctor în științe inginerești,

Conferențiar universitar

CHIȘINĂU, 2023

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Urbanism și Arhitectură

Departamentul Alimentare cu Căldură, Apă, Gaze și Protecția Mediului

Admis la susținere

Șef departament:

GUȚUL Vera, conf.univ., dr.șt.teh.

”_____”

**EVALUAREA TEHNICO-ECONOMICĂ A ENERGIEI
ALTERNATIVE PENTRU O STAȚIE DE EPURARE A
APELOR UZATE**

Teză de master

Student:

TÎMBALIUC Mihail,

Gr. MSISPM-221M

Conducător:

CIOBANU Natalia

**Doctor în științe inginerești,
Conferențiar universitar**

CHIȘINĂU, 2023

ADNOTARE

ȚÎMBALIUC Mihail, *Evaluarea tehnico-economică a energiei alternative pentru o stație de epurare a apelor uzate, Chișinău, 2023*

Structura tezei: adnotarea, introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia (25 de titluri), 50 pagini text de bază, 21 figuri și 7 tabele.

Cuvinte cheie: ape uzate, nămol activ, epurare biologică, stație de epurare, evaluare tehnico-economică, costuri de exploatare, eficiență energetică, energie alternativă.

Actualitatea temei prezintă *tendințele actuale* în dezvoltarea stațiilor de epurare a apelor uzate bazate pe ipotezele economiei circulare, provocările și barierele care împiedică implementarea *conceptului de Smart Cities*, cu Stațiile de Epurare ca un jucător important

Scopul cercetării: eficientizarea stațiilor de epurare biologică a apelor uzate prin analiza tehnologiilor moderne privind oportunitățile și provocările stațiilor de epurare independente energetic.

Obiectivele cercetării: argumentarea eficienței utilizării energiilor ce duc la reducerea emisiilor de gaze cu efect de sera; enumerarea metodelor de reducere a costurilor de exploatare pentru Stațiile de Epurare a apelor uzate; interpretarea unei stații de epurare a apelor uzate; abordarea politicii asupra evaluării tehnico-economice a energiei pentru o stație de epurare a apelor uzate; examinarea economică a preturilor energiei electrice, costul nivelat al energiei electrice, valoarea actuală netă.

Noutatea și originalitatea științifică a lucrării constă în aplicarea modelelor și tehnologiilor moderne și eficiente, care să descrie procesele stației de epurare a apelor uzate urbane ce sunt o parte importantă a durabilității circulare datorită integrării *producției de energie și recuperării resurselor* în timpul proceselor de epurare a apelor uzate.

Problema științifică importantă constă în principalii factori pentru dezvoltarea Stațiilor de epurare și operare eficientă sunt nevoile globale de *recuperarea de apă și energie din procesele de epurare*.

Implementarea rezultatelor științifice s-au efectuat în cadrul Stației de epurare biologică a apelor uzate din mun. Chișinău, care stau la baza proiectului de renovare și modernizare a stației. Rezultatele obținute sunt un punct de pornire de noi teme de cercetare în domeniu. Diseminarea rezultatelor vor constitui obiectul comunicărilor științifice în conferințe, congrese, precum și expunerea acestora ca material didactic.

ANNOTATION

ȚMBALIUC Mihail, Technical-economic evaluation of alternative energy for a wastewater treatment plant, Chisinau, 2023

Structure of the thesis: annotation, introduction, three chapters, conclusions, bibliography (25 titles), 50 pages of basic text, 21 figures and 7 tables. **Keywords:** wastewater, activated sludge, biological treatment, treatment plant, technical-economic evaluation, operating costs, energy efficiency, alternative energy.

The actuality of the topic presents the current trends in the development of wastewater treatment plants based on the assumptions of the circular economy, the challenges and barriers that prevent the implementation of the concept of Smart Cities, with the Treatment Plants as an important player.

The purpose of the research: the efficiency of biological wastewater treatment plants by analyzing modern technologies regarding the opportunities and challenges of energy independent treatment plants. Research objectives: arguing the efficiency of energy use leading to the reduction of greenhouse gas emissions; enumerating the methods of reducing operating costs for Wastewater Treatment Plants; interpretation of a sewage treatment plant; the policy approach on the technical-economic assessment of energy for a wastewater treatment plant; the economic examination of electricity prices, the leveled cost of electricity, the net present value.

The scientific novelty and originality of the work consists in the application of modern and efficient models and technologies, which describe the urban wastewater treatment plant processes that are an important part of circular sustainability due to the integration of energy production and resource recovery during water treatment processes worn out.

The important scientific problem consists in the main factors for the development of the treatment plants and efficient operation are the global needs for the recovery of water and energy from the treatment processes. The implementation of the scientific results was carried out within the Biological Wastewater Treatment Station in Chisinau municipality, which are the basis of the station's renovation and modernization project. The obtained results are a starting point for new research topics in the field. The dissemination of the results will constitute the subject of scientific communications in conferences, congresses, as well as their exposure as didactic material.

Cuprins

INTRODUCERE	7
Metodologie	8
1. STUDIUL LITERATURII	Error! Bookmark not defined.
1.1 Energie solară	Error! Bookmark not defined.
1.2 Energie eoliană	Error! Bookmark not defined.
1.3. Energie geotermală	Error! Bookmark not defined.
2.4 Energie hidroelectrică.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Energie derivată din biomasa	Error! Bookmark not defined.
1.6 Impactul asupra mediului	Error! Bookmark not defined.
Impactul energiei eoliene asupra mediului.....	Error! Bookmark not defined.
Impactul energiei solare asupra mediului.....	Error! Bookmark not defined.
Impactul energiei hidraulice asupra mediului ..	Error! Bookmark not defined.
Impactul asupra energiei geotermale asupra mediului	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Impactul energiei de biomasa asupra mediului	Error! Bookmark not defined.
2. METODE DE REDUCERE A COSTURILOR DE EXPLOATARE PENTRU STAȚIILE DE EPURARE A APELOR UZATE ..	Error! Bookmark not defined.
3.1 Instalațiile de epurare a apelor uzate	Error! Bookmark not defined.
2.2 Rolul politicilor	Error! Bookmark not defined.
2.3 Prețurile energiei electrice	Error! Bookmark not defined.
3. ANALIZA ECONOMICĂ	Error! Bookmark not defined.
3.1 Costul nivelat al energiei electrice	Error! Bookmark not defined.
4. CONCLUZII	Error! Bookmark not defined.
BIBLIOGRAFIE	10

LISTA ABREVIERILOR

SER – Sursă energie regenerabilă

SE – Stație de epurare

SEB – Stație de epurare biologică

PV – sistem fotovoltaic

SEAU – stație de epurare a apelor uzate

GES – gaze cu efect de seră

EE – eficiență energetică

ANRE – agenția de reglementare și reglare energetică

AD – digestie anaerobă

INTRODUCERE

Consumul de energie este practic nul când se aplică sisteme extensive de epurare a apelor uzate, cum ar fi, de exemplu, fitofiltrele sau iazurile biologice în cazul colectivităților mici. Din contra, când sunt aplicate sistemele intensive de epurare, consumul de energie este în general cu atât mai important cu cât instalațiile sunt mai compacte, gradul de epurare mai înalt și stațiile de epurare mai subîncărcate. Deasemenea, când nămolurile provenite din epurarea apelor uzate pot fi valorificate în stare lichidă sau deshidratate în mod natural pe platforme de nămol sau pe platforme plantate cu stuf, consumul de energie este limitat numai la operații de pompare a nămolului. În cazul a peste câteva sute de locuitori convenționali și când destinația nămolurilor este dispersarea pe terenuri agricole, iar acestea sunt deshidratate mecanic pentru a limita cheltuielile de transport (pentru apă), va fi nevoie de consum de energie electrică. Atunci când este prevăzută uscarea nămolului în vederea reducerii drastice a volumului lui ce trebuie evacuat și depozitat sau incinerat ulterior, va fi necesară o producție de căldură, care în general se asociază cu o metanizare a nămolului.

Exploatarea/folosirea potențialului energetic al apelor uzate (producția de biogaz prin fermentarea anaerobă a nămolurilor și grăsimilor, recuperarea căldurii, microturbinele pe conductele de ape uzate epurate), completată cu un aport al altor energii renovabile (cofermentarea cu deșeurile agricole, panourile solare, instalațiile eoliene) fac parte din opțiunile care pot fi luate în considerare.

Trebuie menționat, că această energie este disponibilă sub diferite forme a căror potențial de valorificare este foarte diferit. Astfel, o parte importantă a nevoilor energetice pentru epurarea apelor uzate o constituie electricitatea, considerată o energie de mare valoare, cum ar fi îndeosebi biogazul, dar o parte importantă de energie se poate regăsi sub formă termică de joasă temperatură (pompe de căldură), iar valorificarea acestei energii este cu mult mai dificilă. Performanța energetică trebuie să țină contă de toate aceste aspecte. Minimalizarea cheltuielilor energetice reprezintă o miză foarte importantă mai ales în plan de bilanț de mediu al epurării apelor uzate, dar ea nu trebuie în nici un caz să afecteze prima funcție a unei stații de epurare care este de a asigura un grad de epurare conform cerințelor, la debitul specificat. Este, deci, vorba dintr-o parte de a realiza o economie de energie și, din altă parte, de a valorifica energiile renovabile pe cât este posibil. Ritmul dezvoltării economice a fost determinat în mare măsură de extinderea utilizării energiei combustibililor fosili (petrol, gaze, carbune). Astăzi, putem constata că aceste progrese s-au fost, în egala măsură și generatoare de grave probleme inexistente, pînă în epoca modernă, în

istoria omenirii. Civilizatia intra in conflict direct cu mediul ambiant, cu suportul natural de energie, dar in principal prin deteriorarea calitatii factorilor de mediu (apa, aer, sol).

Accelerarea dezvoltarii contemporane a amplificat presiunea asupra naturii fata de care raminem dependenti. Noi forme ale dezechilibrelor ambietale reducerea stratului de ozon al stratoferiei si incalzirea atmosferei au inceput sa altereze simtitor ecosistemele, sanatatea populatiei. In asemenea situatii – limita e necesar de a interprinde actiuni urgente si radicale pentru a evita o eventuala criza economica si a asigura pentru viitoarele generatii un mediu de dezvoltare durabila. In proces de rezolvare a acestor probleme se vor implica toate tarile lumii, indiferent de dimensiunile teritoriale sau de potential economic al acestora. Fiind o casa a tuturor popoarelor limii, Terra trebuie amenajata si pazita cu eforturi comune. Pentru asta se pune in utilizare a trei tipuri de resurse energetice regenerabile in conditiile climaterice si economice, implicit de reducerea a emisiilor de gaze cu efect de sera, rezultate la producerea de energie electrica si termica.

Metodologie

Aceasta teza a fost elaborata printr-o abordare etapizata, care a asigurat un echilibru adecvat intre obiectivele naționale, necesitățile locale si cele regionale, inițiative zonale și se bazează pe un proces larg de informare si consultare. În pofida rezultatelor recent atinse în sectorul energiei regenerabile, necesitatea unei evaluări sistematice a potențialului sectorului și a blocajelor acestuia era, în continuare, necesară. Concluziile acesteia includ opiniile tuturor părților interesate, agențiilor de cooperare bilaterală și multilaterală, instituțiilor financiare și reprezentanților sectorului privat. De asemenea, acest studiu stabilește zonele de prioritate pe care Republica Moldova ar dori să le dezvolte deținind în același timp perspectivele de colaborare cu toate părțile interesate relevante. Acest lucru are o importanță națională deosebită și acest raport este un inventar al principalelor realizări atinse de autoritățile naționale din ultimul deceniu. Una dintre cele mai importante realizări a fost adoptarea Legii privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, care transpune Directiva Europeană 2009/28/CE. Prin intermediul acesteia sunt furnizate o serie de mecanisme pentru creșterea și sprijinirea intereselor comunității naționale și internaționale a dezvoltatorilor de proiecte privind investițiile în sector. Legea stipulează o serie de reguli pentru promovarea utilizării surselor de energie regenerabilă în cel mai transparent și competitiv mod. O schemă de ajutor, care are drept scop creșterea cotei energiei regenerabile în

consumul final brut de energie, va facilita dezvoltarea durabilă a sectorului energetic și a economiei naționale, toate în beneficiul consumatorului final.

Eficiența energetică și sursele de energie regenerabilă reprezintă câteva dintre cele mai promițătoare modalități în care aproape jumătate din obiectivul stabilit și convenit în Acordul de la Paris privind schimbările climatice poate fi realizat, aceste eforturi ajutând Republica Moldova să reducă consumul de resurse, să optimizeze costurile și să asigure speranța națională pentru un viitor mai luminos și mai sigur din punct de vedere energetic.

BIBLIOGRAFIE

1. Heduit A., Tabuchin J.-P. Vers une plus grande autonomie energetique des stations d'épuration. La revue d'IRSTEA „Science Eaux et Territoires”, 2012, no. 09, p.p. 60 – 63. Disponibil pe URL: <http://www.setrevue.fr/vers-une-plus-grande-autonomie-energetique-des-stations-depuration>;
2. Haefke C. Energy efficiency and CHP opportunities at WWTPs. Presented at Biosolids and Energy Conference, March 2009, Michigan (USA), 36 p.;
3. van Lier J. B. Energy Use minimization and energy recovery în wastewater treatment. Presented 29 March 2012 at TU Delft, Wageningen University and Lettinga Associates Foundation, 42 p
4. Pereira N.M. Novel technologies for WWTP optimization in footprint, nutrients valorization, and energy consumption. Memoriu prezentat pentru obținerea gradului de doctor al Universității de Santiago de Compostela, 2014;
5. AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ A REPUBLICII MOLDOVA, Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2020, 2021. 170p.
6. PROIECTUL USAID DE SUSȚINERE A AUTORITĂȚILOR LOCALE DIN MOLDOVA (LGSP), AGENȚIA PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ, *Ghid de eficiență energetică și resurse regenerabile*, 2013, 67 p.
7. STEFAN PREINSTORFER, VITALIE COLUN, ANDRE URSACHE, VICTORIA ISAC, DUMITRU SCHIVU, VERENA MITTEREGGER, Market study of Individual Appropriate Sanitation options in Moldova, 2021, 130 p.
8. MIRCEA VLAD MUREȘAN, ELENA MARIA PICĂ, Metode de reducere a costurilor de exploatare pentru stațiile de epurare rurale, Sebes, 2013, 10 p.

Legislația in domeniu pentru Republica Moldova

8. Legea nr. 139/2018 cu privire la eficiența energetică, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=105498&lang=ro
9. Legea nr. 151/2014 privind cerințele în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor cu impact energetic, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=106031&lang=ro
10. Legea nr. 92/2014 cu privire la energia termică și promovarea cogenerării, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=106077&lang=ro
11. Legea Nr.10/2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=106068&lang=ro

Acte normative

12. Hotărârea Guvernului nr. 141 din 24.02.2014 privind crearea sistemului de statistică energetică, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=97909&lang=ro

13. Hotărârea Consiliului de Administrație al ANRE nr. 251/2019, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=115445&lang=ro

14. Hotărîrea Nr. 1051 din 08.11.2018 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la calificarea și înregistrarea instalatorilor de cazane, furnale sau sobe pe bază de biomasă, de sisteme fotovoltaice și termice solare, de sisteme geotermale de mică adîncime și pompe de căldură, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=109251&lang=ro

15. Hotărârea Guvernului nr. 409 din 16.06.2015 Hotărîre cu privire la foile de parcurs în domeniul energetic pentru perioada 2015-2030, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=77316&lang=ro

16. Hotărârea Guvernului Nr. 45 din 30.01.2019 cu privire la organizarea și funcționarea Agenției pentru Eficiență Energetică, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=112491&lang=ro

17. Hotărârea Guvernului Nr. 698 din 27.12.2019 cu privire la aprobarea Planului național de acțiuni în domeniul eficienței energetice pentru anii 2019-2021, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=119890&lang=ro

18. Hotărârea Guvernului nr. 102 din 05.02.2013 cu privire la strategia energetică până în anul 2030, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=68103&lang=ro

19. Hotărîre a Guvernului Nr. 1093 din 31.12.2013 pentru aprobarea Regulamentului privind furnizarea serviciilor energetice, Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=18504&lang=ro

Acte legislative in domeniul eficientei energetice valabile in UE

20. Directive (EU) 2019/944 – Electricity directive, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.158.01.0125.01.ENG&toc=OJ:L:2019:158:TOC

21. Directive (EU) 2018/2001 - Renewable energy, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC

22. Directive (EU) 2018/1999 – Governance of the energy union, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC

23. Directive (EU) 2018/844 - Energy performance in buildings, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?toc=OJ%3AL%3A2018%3A156%3ATOC&uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG

24. Directive (EU) 2018/2002 – Energy efficiency, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0210.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC

25. Directive (EU) 2019/943 – Electricity regulation, Disponibil: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.158.01.0054.01.ENG&toc=OJ:L:2019:158:TOC