



Universitatea Tehnică a Moldovei

**INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE
ENERGIE ÎN STAȚIILE DE REGLARE-MĂSURARE
ȘI PRIMIRE-PREDARE A GAZELOR NATURALE**

Student: Sîrghi Elena, ACGV-241M

Conducător: Begleț Natalia, conf. univ., dr.

Chișinău, 2026

ADNOTARE

Sîrghi Elena: Integrarea surselor regenerabile de energie în stațiile de reglare-măsurare și primire-predare a gazelor naturale”, teză pentru obținerea titlului de master în tehnică, Chișinău, 2026.

Teza include cinci capitole, Concluzii generale și recomandări, bibliografie din 36 de titluri, 81 de pagini de text de bază, 16 figuri, 1 grafic, 2 tabele.

Cuvinte-cheie: surse regenerabile de energie, stații de reglare - măsurare, sistem fotovoltaic, consum energetic, eficiență energetică.

Problematica studiului o constituie consumul energetic al stațiilor de reglare - măsurare și primire - predare a gazelor naturale, caracterizat prin funcționare continuă și cerințe ridicate de fiabilitate. Aceste instalații au un consum mixt, format din componenta electrică necesară echipamentelor de măsurare și automatizare și componenta termică, determinată de încălzirea spațiilor și procesele tehnologice auxiliare.

Obiectivul lucrării îl reprezintă analiza consumului energetic al unei stații de reglare - măsurare și elaborarea unei soluții eficiente de integrare a surselor regenerabile, bazată pe sisteme fotovoltaice, pompe de căldură și sisteme de stocare, pentru reducerea consumului de energie convențională și creșterea autonomiei energetice.

Metodele aplicate au inclus analiza datelor reale de consum pentru Stația de Reglare - Măsurare a gazelor naturale din municipiul Bălți, calculul necesarului de energie electrică și termică, determinarea pierderilor de căldură prin elementele de construcție și infiltrații de aer, precum și evaluarea necesarului pentru procesele tehnologice. De asemenea, a fost realizată o simulare energetică a sistemului propus, pe baza mai multor scenarii de funcționare.

ANNOTATION

Sîrghi Elena: Integration of renewable energy sources into natural gas metering and delivery stations, Chişinău, 2026.

The thesis includes five chapters, General Conclusions and Recommendations, a bibliography of 36 titles, 81 pages of main text, 16 figures, 1 graph, and 2 tables.

Keywords: renewable energy sources, regulation and metering stations, photovoltaic system, energy consumption, energy efficiency.

The study addresses the issue of energy consumption in gas regulation and metering as well as receiving and delivery stations, characterized by continuous operation and high reliability requirements. These installations have a combined energy demand, consisting of an electrical component required for measurement and automation equipment, and a thermal component determined by space heating and auxiliary technological processes.

The objective of the thesis is to analyze the energy consumption of a regulation and metering station and to develop an efficient solution for integrating renewable energy sources, based on photovoltaic systems, heat pumps, and energy storage systems, in order to reduce conventional energy consumption and increase energy autonomy.

The applied methods included the analysis of actual consumption data for the Gas Regulation and Metering Station in the municipality of Balti, the calculation of electricity and heat demand, the determination of heat losses through building elements and air infiltration, as well as the evaluation of energy requirements for technological processes. In addition, an energy simulation of the proposed system was performed based on several operating scenarios.

CUPRINS

INTRODUCERE	10
1. STAȚIILE DE REGLARE MĂSURARE A GAZELOR NATURALE	12
1.1. Rolul și clasificarea stațiilor de reglare - măsurare	12
1.2. Componentele principale ale stațiilor de reglare - măsurare	13
1.3. Cerințe de siguranță și continuitate operațională în stațiile de reglare-măsurare	16
1.4. Particularități energetice ale stațiilor de reglare - măsurare	19
1.5. Importanța eficienței energetice și a utilizării surselor regenerabile de energie în stațiile de reglare - măsurare	20
2. ANALIZA CONSUMURILOR ENERGETICE ALE STAȚIILOR DE REGLARE - MĂSURARE	24
2.1 Tipuri de consumatori energetici	24
2.2 Analiza profilului de consum energetic al stațiilor de reglare-măsurare	25
2.3 Auditul energetic al unei stații de reglare-măsurare a gazelor naturale	28
3. SURSE REGENERABILE DE ENERGIE APLICABILE STAȚIILOR DE REGLARE - MĂSURARE	31
3.1 Sistemele fotovoltaice	31
3.2 Sistemele micro-eoliene	33
3.3 Sisteme de stocare a energiei	34
3.4 Pompe de căldură aer-apă în stațiile de reglare-măsurare	36
4. INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ÎN STAȚIILE DE REGLARE - MĂSURARE	39
4.1 Scheme de alimentare energetică	39
4.2 Strategii de control și management energetic	41
4.3 Asigurarea continuității și calității energiei	43
5. STUDIU DE CAZ. DIMENSIONAREA UNUI SISTEM SRE PENTRU O STAȚIE DE REGLARE - MĂSURARE	46
5.1 Descrierea stației analizate	46
5.2 Determinarea consumului energetic al stațiilor de reglare - măsurare	50
5.2.1 Determinarea necesarului de căldură pentru încălzirea spațiilor interioare	53
5.2.2 Determinarea necesarului anual de energie termică pentru încălzire	55
5.2.3 Determinarea necesarului de căldură pentru preîncălzirea gazelor naturale	56
5.2.4 Determinarea consumului de energie electrică	59

5.3 Alegerea pompelor de căldură pentru încălzirea spațiilor și preîncălzirea gazului natural.....	60
5.4 Alegerea panourilor fotovoltaice pentru sistemul cu pompe de căldură	64
5.5 Alegerea sistemului de stocare a energiei.....	68
5.6 Calculul economic al sistemului propus. CAPEX-OPEX-NPV	70
5.7 Reducerea emisiilor de CO ₂ și impactul asupra mediului	73
5.8 Siguranța funcționării și continuitatea operațională a sistemului propus	74
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	76
BIBLIOGRAFIE	80

INTRODUCERE

Actualitatea temei abordate este determinată de transformările majore din sectorul energetic la nivel global și european, caracterizate prin intensificarea tranziției către surse de energie regenerabilă, creșterea eficienței energetice și reducerea impactului asupra mediului. În acest context, infrastructurile energetice existente, inclusiv sistemele de transport și distribuție a gazelor naturale, sunt supuse unui proces continuu de modernizare și adaptare la noile cerințe tehnologice și de sustenabilitate, iar volatilitatea prețurilor la energie impune identificarea unor soluții fiabile de alimentare pentru instalațiile critice.

Gazele naturale reprezintă una dintre principalele surse de energie utilizate pentru alimentarea consumatorilor industriali, rezidențiali și instituționali. Funcționarea sigură și continuă a sistemelor de transport și distribuție depinde în mod direct de stațiile de măsurare, primire-predare și reglare a gazelor, care asigură controlul parametrilor de debit, presiune și temperatură, precum și corectitudinea procesului de măsurare. Aceste stații funcționează în regim permanent, fiind dotate cu echipamente de măsurare, sisteme de automatizare și telecomunicații, instalații de încălzire a gazului pentru prevenirea condensului și înghețului, precum și sisteme auxiliare de climatizare și iluminat. Ca urmare, ele înregistrează consumuri constante de energie electrică și termică, necesare menținerii siguranței operaționale și continuității livrării gazelor naturale.

În contextul creșterii prețurilor la energie și al cerințelor privind reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, se impune identificarea unor soluții eficiente de optimizare și diversificare a surselor de alimentare energetică. Integrarea surselor regenerabile de energie (SRE), precum sistemele fotovoltaice, micro-eoliene sau pompele de căldură, împreună cu sisteme de stocare, reprezintă o direcție sustenabilă de dezvoltare.

Aplicarea surselor regenerabile de energie (SRE) în stațiile de reglare-măsurare (SRM) a gazelor naturale poate conduce la o serie de beneficii tehnice, economice și de mediu. În primul rând, utilizarea energiei regenerabile contribuie la reducerea costurilor de exploatare prin diminuarea consumului de energie electrică din rețeaua publică sau a combustibililor utilizați pentru sursele convenționale de rezervă. În al doilea rând, crește gradul de independență energetică al stațiilor, aspect deosebit de important în cazul amplasamentelor izolate sau al situațiilor de întrerupere a alimentării cu energie electrică, asigurând continuitatea funcționării echipamentelor critice de măsurare, automatizare și securitate. Totodată, integrarea SRE contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la diminuarea impactului asupra mediului, în concordanță cu obiectivele de eficiență energetică și sustenabilitate promovate la nivel european și internațional.

Cu toate acestea, implementarea acestor soluții în infrastructura de gaze naturale presupune respectarea strictă a cerințelor de siguranță industrială, a normelor privind protecția în atmosfere potențial explozive (ATEX), precum și a cerințelor de compatibilitate electromagnetică și conformitate metrologică. Având în vedere caracterul critic al instalațiilor analizate și rolul lor în asigurarea continuității transportului și distribuției gazelor naturale, integrarea sistemelor regenerabile trebuie realizată prin soluții tehnice fiabile, redundante și conforme cu reglementările în vigoare, astfel încât să nu afecteze precizia măsurării și siguranța operațională a stației.

Scopul lucrării constă în analiza posibilităților de integrare a surselor regenerabile de energie în stațiile de reglare-măsurare a gazelor naturale, prin evaluarea aspectelor tehnice, energetice și economice ale unor soluții de alimentare în regim hibrid sau insular.

Obiectivele generale ale lucrării constau în analiza consumurilor energetice specifice stațiilor de reglare-măsurare a gazelor naturale, identificarea posibilităților de utilizare a surselor regenerabile de energie pentru alimentarea acestor instalații și evaluarea impactului tehnic, economic și de mediu al implementării unor astfel de soluții.

Metodologia de cercetare folosită se bazează pe analiza datelor tehnice privind funcționarea stațiilor de reglare-măsurare a gazelor naturale, studierea literaturii de specialitate și a soluțiilor tehnologice existente în domeniul surselor regenerabile de energie, precum și pe modelarea și dimensionarea unor sisteme energetice alternative adaptate specificului acestor instalații.

Demersul științific constă în corelarea aspectelor teoretice referitoare la funcționarea stațiilor de reglare-măsurare a gazelor naturale cu analiza consumurilor energetice ale acestora și cu elaborarea unor soluții tehnice de integrare a surselor regenerabile de energie în vederea creșterii eficienței energetice și a siguranței operaționale.

Rezultatele obținute evidențiază posibilitatea integrării surselor regenerabile de energie în alimentarea energetică a stațiilor analizate, demonstrând potențialul acestora de a contribui la reducerea consumului de energie din rețea, la diminuarea costurilor de exploatare și la reducerea impactului asupra mediului.

Lucrarea este structurată pe capitole care urmăresc prezentarea fundamentelor teoretice privind stațiile de reglare-măsurare a gazelor naturale, analiza consumurilor energetice specifice acestora, identificarea și descrierea soluțiilor bazate pe surse regenerabile de energie aplicabile, precum și integrarea acestor soluții în arhitectura energetică a stațiilor. De asemenea, este realizat un studiu de caz privind dimensionarea și simularea unui sistem bazat pe surse regenerabile pentru o stație de măsurare. În final, sunt formulate concluzii și recomandări referitoare la implementarea practică a soluțiilor propuse, evidențiindu-se impactul acestora asupra eficienței energetice, siguranței operaționale și protecției mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. ASHRAE. *ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment* [online]. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2021. 1000 p. Disponibil: <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook>
2. BEGLEȚ, N., HAIDUCOVA, M., LEANCA, L., NICOLAEV, E. Evoluția cerințelor de performanță energetică a clădirilor în Republica Moldova. *AIIR*, 2025. Disponibil: <https://ibn.idsi.md>
3. BEGLEȚ, N., NICOLAEV, E. Analiza confortului termic în clădirile publice. *Romanian Journal of Civil Engineering*, 2025. Disponibil: <https://doi.org/10.37789/rjce.2025.16.4.2>
4. BEGLEȚ, N., NICOLAEV, E., LEANCA, L. Evaluarea eficienței energetice în instituțiile de învățământ din Republica Moldova. *AIIR*, 2025. Disponibil: <https://ibn.idsi.md>
5. BOYLE, G. *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2012. 584 p. ISBN 978-0199545339. Disponibil: <https://global.oup.com/academic/product/renewable-energy-9780199545339>
6. BP. *Statistical Review of World Energy*. London: BP plc, 2023. 72 p. Disponibil: <https://www.bp.com/statisticalreview>
7. BRAGA, D., GUȚU-CHETRUȘCA, C., HLUSOV, V. Biomass potential and suitable technologies. In: *SIELMEN*, 2025. Disponibil: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN67352.2025.11260674>
8. CALEFFI. *Idraulica 3 – Sistemi cu pompe de căldură aer-apă* [online]. Milano: Caleffi S.p.A., 2017. 120 p. Disponibil: <https://www.caleffi.com/international/en/technical-magazines>
9. DUFFIE, J., BECKMAN, W. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2013. 928 p. ISBN 978-0470873663. Disponibil: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118671603>
10. EUROPEAN COMMISSION. *A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*. Brussels: European Commission, 2020. 24 p. Disponibil: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en
11. EUROPEAN COMMISSION. *Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources*. Official Journal of the European Union, 2018. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj>

12. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. *EN 1776 – Gas supply systems – Functional requirements*. Brussels: CEN, 2015. Disponibil: <https://standards.iteh.ai>
13. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. *EN 378 – Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements*. Brussels: CEN, 2017. Disponibil: <https://standards.iteh.ai>
14. GUO, B., GHALAMBOR, A. *Natural Gas Engineering Handbook*. 2nd ed. Oxford: Elsevier, 2014. 436 p. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/book/9780124201521>
15. GUȚU-CHETRUȘCA, C., BRAGA, D. Energy Crises—Energy Transition Driving Force. In: *SIELMEN*, 2023. Disponibil: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742>
16. GUȚU-CHETRUȘCA, C., BRAGA, D. Integration of variable energy sources in energy systems. *Journal of Engineering Science*, 2022. Disponibil: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(2\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(2).05)
17. GUȚU-CHETRUȘCA, C., GUȚU, A. Republic of Moldova Power Energy in the Pandemic. *Journal of Engineering Science*, 2021. Disponibil: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(4).02)
18. GUȚUL, V.G., ZAIȚEV, O., COLOMIETȚ, T. *Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor*. Chișinău, 2020. Disponibil: <https://repository.utm.md/handle/5014/33237>
19. HOMER ENERGY. *HOMER Pro – Microgrid Software Manual*. Boulder: UL Solutions, 2022. 150 p. Disponibil: <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>
20. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Heat Pumps – Tracking Clean Energy Progress*. Paris: IEA, 2022. 36 p. Disponibil: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>
21. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook 2023*. Paris: IEA, 2023. 524 p. Disponibil: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
22. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 5167-1: Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices*. Geneva: ISO, 2019. Disponibil: <https://www.iso.org/standard/56793.html>
23. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. *Renewable Power Generation Costs in 2021*. Abu Dhabi: IRENA, 2021. 176 p. Disponibil: <https://www.irena.org/publications>
24. KALTSCHMITT, M., STREICHER, W., WIESE, A. *Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*. Berlin: Springer, 2007. 1036 p. Disponibil: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-70949-7>

25. KIDNAY, A., PARRISH, W., MCCARTNEY, D. *Fundamentals of Natural Gas Processing*. Boca Raton: CRC Press, 2011. 601 p. Disponibil: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781420085303>
26. MATHIEU-MANN, A., GUȚU-CHETRUȘCA, C. Comparative energy approaches in France and Republic of Moldova. In: *SIELMEN*, 2025. Disponibil: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN67352.2025.11260741>
27. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA. *Planul Național Integrat Energie și Schimbări Climatice (PNIEC)*. Chișinău, 2023. 180 p. Disponibil: <https://energie.gov.md>
28. MOKHATAB, S., POE, W., SPEIGHT, J. *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. 4th ed. Oxford: Elsevier, 2019. 874 p. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128158784>
29. OIML. *R137 – Gas Meters*. Paris: OIML Publications, 2012. 148 p. Disponibil: https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r137-e12.pdf
30. PIETRO FIORENTINI. *Gas heat exchangers (KSI)*. Disponibil: <https://www.fiorentini.com>
31. REPUBLICA MOLDOVA. *Hotărârea Guvernului nr. 86/2025 privind promovarea eficienței energetice*. Monitorul Oficial, 2025. Disponibil: <https://www.legis.md>
32. REPUBLICA MOLDOVA. *Legea nr. 10/2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile*. Disponibil: <https://www.legis.md>
33. REPUBLICA MOLDOVA. *Legea nr. 139/2018 privind eficiența energetică*. Disponibil: <https://www.legis.md>
34. REPUBLICA MOLDOVA. *Legea nr. 151/2014 privind proiectarea ecologică a produselor energetice*. Disponibil: <https://www.legis.md>
35. REPUBLICA MOLDOVA. *Legea nr. 174/2017 cu privire la energetică*. Disponibil: <https://www.legis.md>
36. UNIUNEA EUROPEANĂ. *Directiva 2012/27/UE privind eficiența energetică (EED)*. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu>