



Universitatea Tehnică a Moldovei

**SOLUȚII DE MODERNIZARE A STAȚIILOR DE
REGLARE ȘI MĂSURARE DIN CADRUL
SISTEMULUI DE TRANSPORT AL GAZELOR
NATURALE**

Masterand:

GULPE Călin,
gr. EN-24M

Conducător:

LEU Vasile,
conf. univ., dr.

Chișinău, 2026

ADNOTARE

Autor – GULPE Călin. **Titlul** – *Soluții de modernizare a stațiilor de reglare și măsurare din cadrul sistemului de transport al gazelor naturale.*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, 42 surse bibliografice, 23 figuri și 6 tabele, 90 pagini, fiind elaborată în cadrul Universității Tehnice a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, programul de studii Energetică.

Cuvinte-cheie: gaze naturale, sistem de transport, stații de reglare și măsurare, modernizare, eficiență energetică, SCADA, măsurare ultrasonică, siguranță operațională, digitalizare, preîncălzirea gazului.

Problematica studiului: determinarea soluțiilor tehnice și economice necesare pentru modernizarea stațiilor de reglare și măsurare din cadrul sistemului de transport al gazelor naturale, în vederea creșterii eficienței energetice, siguranței operaționale și acurateței măsurării.

Obiectivele studiului: analiza rolului stațiilor de reglare și măsurare în sistemul de transport al gazelor naturale; examinarea cadrului legislativ și normativ aplicabil; evaluarea situației tehnice actuale a stațiilor existente; identificarea soluțiilor moderne de reglare, măsurare, automatizare și protecție; determinarea impactului tehnico-economic al modernizării asupra fiabilității, transparenței comerciale și digitalizării infrastructurii energetice.

Rezultate obținute: în urma studiului s-a demonstrat necesitatea modernizării stațiilor de reglare și măsurare prin implementarea echipamentelor moderne de control, măsurare și monitorizare. S-a constatat că utilizarea contoarelor ultrasonice, a sistemelor de corecție volumetrică, a integrării în SCADA și a soluțiilor moderne de preîncălzire și protecție contribuie la reducerea pierderilor tehnologice, creșterea preciziei metrologice, îmbunătățirea siguranței operaționale și consolidarea securității energetice a sistemului de transport al gazelor naturale.

ABSTRACT

Author – GULPE Călin. **Title** – *Modernization solutions for regulating and metering stations within the natural gas transmission system.*

Thesis structure: the paper includes an introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, 42 bibliography, 23 figures and 6 tables, and was developed within the Technical University of Moldova, Faculty of Energy and Electrical Engineering, Energy study programme.

Keywords: natural gas, transmission system, regulating and metering stations, modernization, energy efficiency, SCADA, ultrasonic metering, operational safety, digitalization, gas preheating.

Study issues: determining the technical and economic solutions required for the modernization of regulating and metering stations within the natural gas transmission system, in order to increase energy efficiency, operational safety and measurement accuracy.

The study's objectives: to analyze the role of regulating and metering stations in the natural gas transmission system; to examine the applicable legislative and regulatory framework; to assess the current technical condition of existing stations; to identify modern solutions for regulation, metering, automation and protection; and to determine the techno-economic impact of modernization on reliability, commercial transparency and digitalization of energy infrastructure.

Results obtained: the study demonstrated the need to modernize regulating and metering stations through the implementation of advanced control, metering and monitoring equipment. It was found that the use of ultrasonic meters, volume correction systems, SCADA integration, and modern gas preheating and protection solutions contributes to reducing technological losses, increasing metrological accuracy, improving operational safety and strengthening the energy security of the natural gas transmission system.

INTRODUCERE	12
1. CONTEXTUL SISTEMULUI DE TRANSPORT AL GAZELOR NATURALE ȘI ROLUL STAȚIILOR DE REGLARE ȘI MĂSURARE	14
1.1. Rolul sistemului de transport al gazelor naturale în securitatea energetică regională	14
1.1.1. Structura și funcționarea sistemului de transport al gazelor naturale	14
1.1.2. Operatorii de transport și cadrul instituțional	21
1.1.3. Interconectarea regională și integrarea în piața europeană	23
1.2. Cadrul legislativ și normativ aplicabil stațiilor de reglare și măsurare	24
1.2.1. Reglementări naționale privind transportul gazelor naturale.....	24
1.2.2. Reglementări europene privind transportul gazelor naturale.....	27
1.3. Funcționarea stațiilor de reglare și măsurare în cadrul sistemului de transport	31
1.3.1. Procese tehnologice: reglarea presiunii și efectul Joule–Thomson	31
1.3.2. Sisteme de măsurare a debitului și volumului de gaze naturale	36
1.3.3. Sisteme de protecție și siguranță operațională.....	38
2. ANALIZA SITUAȚIEI ACTUALE A STAȚIILOR DE REGLARE ȘI MĂSURARE	44
2.1. Caracteristici tehnice ale stațiilor existente	44
2.1.1. Reglatoare mecanice și sisteme clasice de control	44
2.1.2. Echipamente de măsurare tradiționale: turbine, diafragme	50
2.1.3. Sisteme de încălzire a gazului și consum energetic asociat.....	52
2.2. Limitări tehnice și operaționale	54
2.2.1. Precizia măsurării și pierderi tehnologice	54
2.2.2. Lipsa digitalizării și a monitorizării în timp real	55
2.2.3. Riscuri de securitate și vulnerabilități operaționale.....	56
2.3. Analiza performanței tehnico-economice a unei stații de referință	58
2.3.1. Parametri operaționali: presiune, debit, temperatură.....	58
2.3.2. Evaluarea eficienței energetice.....	60
3. SOLUȚII TEHNICE DE MODERNIZARE A STAȚIILOR DE REGLARE ȘI MĂSURARE	61
3.1. Modernizarea sistemelor de reglare și control	61
3.1.1. Reglatoare cu pilot electronic și control adaptiv	61
3.1.2. Integrarea într-un sistem SCADA.....	62
3.1.3. Implementarea conceptului de digital twin pentru stații.....	63
3.2. Modernizarea sistemelor de măsurare	63
3.2.1. Contoare ultrasonice de înaltă precizie	63
3.2.2. Sisteme de corecție volumetrică și transmitere automată a datelor	64
3.2.3. Automatizarea procesului de raportare și facturare.....	65

3.3. Creșterea eficienței energetice și a siguranței operaționale	66
3.3.1. Soluții moderne pentru preîncălzirea gazului.....	66
3.3.2. Reducerea pierderilor și optimizarea proceselor termodinamice.....	68
3.3.3. Sisteme moderne de protecție la suprapresiune și detecție scurgeri	69
4. ANALIZA TEHNICO-ECONOMICĂ A MODERNIZĂRII UNEI STAȚII DE REGLARE ȘI MĂSURARE	73
4.1. Fundamentarea investiției în modernizare	73
4.1.1. Etapele unui proiect de modernizare	73
4.1.2. Estimarea investiției totale	76
4.1.3. Surse de finanțare și mecanisme de sprijin	81
4.2. Model economic pentru evaluarea modernizării	82
4.2.1. Determinarea costurilor totale actualizate	82
4.2.2. Analiza economiilor generate	84
4.2.3. Determinarea perioadei de recuperare a investiției	85
4.3. Impactul modernizării asupra securității energetice și eficienței sistemului	85
4.3.1. Creșterea fiabilității operaționale	85
4.3.2. Îmbunătățirea acurateței măsurării și a transparenței comerciale	86
4.3.3. Contribuția la digitalizarea infrastructurii energetice	87
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	88
BIBLIOGRAFIE	90

INTRODUCERE

Gazele naturale ocupă un loc central în arhitectura energetică contemporană, având un rol esențial în asigurarea continuității alimentării cu energie, stabilității economice și funcționării infrastructurii critice. În contextul tranziției energetice și al integrării piețelor regionale, sistemele de transport al gazelor naturale devin componente strategice, supuse unor cerințe sporite privind siguranța, eficiența și digitalizarea.

Sistemul de transport al gazelor naturale reprezintă ansamblul conductelor magistrale și al instalațiilor tehnologice prin care gazul este preluat din punctele de intrare, transportat la presiuni ridicate și livrat către operatorii de distribuție sau consumatori industriali. Funcționarea acestuia implică procese de mecanică a fluidelor, termodinamică și automatizare industrială, iar parametrii de presiune, debit și temperatură trebuie menținuți în limite controlate pentru a asigura continuitatea furnizării și protecția echipamentelor.

În Republica Moldova, în prezent din 2023, operarea și dezvoltarea sistemului de transport sunt realizate de Operatorul Sistemului de Transport (OST) „Vestmoldtransgaz” SRL, anterior de către OST „Moldovatransgaz” SRL în conformitate cu cadrul normativ european și principiile pieței liberalizate. Integrarea regională și interconectarea cu sistemele statelor vecine determină creșterea cerințelor privind fiabilitatea infrastructurii, acuratețea măsurării și compatibilitatea tehnologică. În acest context, stațiile de reglare și măsurare (SRM) devin puncte strategice de interfață, unde parametrii fizici ai gazului și datele operaționale trebuie gestionate cu precizie ridicată.

Creșterea nivelului de interconectare impune respectarea standardelor privind corectitudinea de măsurare, calibrarea echipamentelor și integrarea datelor în platforme digitale de monitorizare. Totodată, cerințele de securitate energetică evidențiază necesitatea modernizării infrastructurii existente, ca parte a procesului de consolidare a rezilienței sistemului de transport, inclusiv dotarea cu Sisteme de achiziție și transmitere a datelor – SCADA, iar în anumite cazuri/noduri tehnologice și cu dirijare și acționare de la distanță.

În cadrul sistemului, SRM-urile constituie puncte critice de control, îndeplinind funcții esențiale: reducerea presiunii gazului, măsurarea volumului și asigurarea siguranței operaționale. Procesul de reglare este însoțit de efectul Joule–Thomson, care determină scăderea temperaturii gazului și poate conduce la formarea condensului sau a hidraților. Din acest motiv, sistemele de preîncălzire și control termic sunt indispensabile.

Funcția de măsurare are o importanță economică majoră, deoarece determinarea exactă a cantității de gaz tranzitate stă la baza relațiilor comerciale dintre operatori. Abaterile de la precizia metrologică pot genera pierderi financiare și litigii, ceea ce face necesară modernizarea sistemelor de măsurare și integrarea lor în sisteme digitale.

Stațiile existente au fost proiectate într-un context tehnologic limitat din punct de vedere al automatizării, însă evoluțiile recente în domeniul senzorilor inteligenți, contoarelor ultrasonice și sistemelor SCADA permit transformarea acestora în noduri digitale integrate. Modernizarea nu presupune doar înlocuirea echipamentelor, ci optimizarea procesului tehnologic, reducerea consumului energetic și creșterea fiabilității.

Problematica modernizării este relevantă atât tehnic, cât și economic. Se urmărește creșterea stabilității presiunii, îmbunătățirea preciziei măsurării și reducerea pierderilor tehnologice, precum și diminuarea costurilor de operare și mentenanță. Evaluarea economică vizează costurile investiționale, economiile generate și perioada de recuperare a investiției.

Scopul lucrării constă în analiza soluțiilor moderne de modernizare a stațiilor de reglare și măsurare și evaluarea impactului tehnico-economic al implementării acestora. Obiectivele includ analiza cadrului normativ, descrierea proceselor tehnologice, evaluarea performanței unei stații de referință, identificarea soluțiilor moderne și determinarea eficienței economice.

Metodologia utilizată include analiza documentației tehnice și legislative, evaluarea parametrilor operaționali, modelarea scenariilor de funcționare și aplicarea metodelor de analiză economică pentru determinarea rentabilității investiției. Lucrarea este structurată în patru capitole principale, care tratează contextul general, situația existentă, soluțiile de modernizare și evaluarea fezabilității acestora.

Prin această abordare integrată, lucrarea contribuie la identificarea de soluții moderne, eficiente și în final la dezvoltarea unei infrastructuri de transport a gazelor naturale mai eficiente, mai sigure și adaptate cerințelor pieței energetice actuale.

BIBLIOGRAFIE

1. Legea nr. 108 din 27.05.2016 privind gazele naturale. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2016, nr. 193–203.
2. Legea nr. 19 din 04.03.2016 privind metrologia. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2016, nr. 100–105.
3. Legea nr. 1515 din 16.06.1993 privind protecția mediului înconjurător. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 1993, nr. 10.
4. AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ. *Codul rețelei pentru sistemul de transport al gazelor naturale*. Ch.: ANRE, ediția în vigoare.
5. AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ. *Hotărârea nr. 112 din 19.04.2019 privind aprobarea Regulamentului privind racordarea la rețelele de gaze naturale și prestarea serviciilor de transport și de distribuție a gazelor naturale*. Ch.: ANRE, 2019.
6. AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ. *Anexa nr. 5 la Hotărârea ANRE nr. 112/2019 privind modul de determinare a consumului tehnologic și a pierderilor de gaze naturale*. Ch.: ANRE, 2019.
7. AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ. *Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2024*. Ch.: ANRE, 2025.
8. *Regulamentul (CE) nr. 715/2009 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iulie 2009 privind condițiile de acces la rețelele pentru transportul gazelor naturale*. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2009, L 211.
9. *Directiva 2009/73/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 13 iulie 2009 privind normele comune pentru piața internă a gazelor naturale*. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2009, L 211.
10. *Regulamentul (UE) nr. 312/2014 al Comisiei din 26 martie 2014 de stabilire a unui cod de rețea privind echilibrarea sistemelor de transport al gazelor naturale*. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2014, L 91.

11. *Regulamentul (UE) 2015/703 al Comisiei din 30 aprilie 2015 de stabilire a unui cod de rețea privind normele de interoperabilitate și schimbul de date.* Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2015, L 113.
12. *Regulamentul (UE) 2017/459 al Comisiei din 16 martie 2017 de stabilire a unui cod de rețea privind mecanismele de alocare a capacității în sistemele de transport al gazelor naturale.* Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2017, L 72.
13. *Regulamentul (UE) 2017/460 al Comisiei din 16 martie 2017 de stabilire a unui cod de rețea privind structurile tarifare armonizate pentru transportul gazelor naturale.* Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2017, L 72.
14. *Regulamentul (UE) 2017/1938 al Parlamentului European și al Consiliului din 25 octombrie 2017 privind măsurile de garantare a securității furnizării de gaze.* Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2017, L 280.
15. ENTSO-G. *Ten-Year Network Development Plan 2022.* Brussels: ENTSO-G, 2022.
16. ACER. *Framework Guidelines and Monitoring Reports on Gas Network Codes.* Ljubljana: Agency for the Cooperation of Energy Regulators, ediția în vigoare.
17. COMUNITATEA ENERGETICĂ. *Annual Implementation Report.* Vienna: Energy Community Secretariat, ediția în vigoare.
18. S.R.L. „VESTMOLDTRANSGAZ”. *Planul de dezvoltare a rețelei de transport al gazelor naturale pe 10 ani, pentru anii 2023–2032.* Ch.: Vestmoldtransgaz, 2023.
19. S.R.L. „VESTMOLDTRANSGAZ”. *Planul de mentenanță al „Vestmoldtransgaz” S.R.L. pentru anul 2025.* Ch.: Vestmoldtransgaz, 2025.
20. S.R.L. „MOLDOVATRANSGAZ”. *Program de întreținere preventivă și reparații programate pe conducta principală de gaz și instalațiile acestora pentru anul 2023.* Ch.: Moldovatransgaz, 2023.
21. S.N.T.G.N. TRANSGAZ S.A. *Sistemul Național de Transport al gazelor naturale din România: prezentare tehnică.* Mediaș: Transgaz, ediția în vigoare.
22. S.R.L. „VESTMOLDTRANSGAZ”. *Documentația de atribuire privind reconstrucția stației de predare a gazelor naturale Căușeni.* Ch.: Vestmoldtransgaz, 2025.

23. S.R.L. „VESTMOLDTRANSGAZ”. *Documentația de atribuire privind reconstrucția stației de predate a gazelor naturale Briceni*. Ch.: Vestmoldtransgaz, 2025.
24. ACHIZITII.MD. *Reconstrucția SP Căușeni: procedura nr. 21463918*. Ch., 2025. <https://achizitii.md/ro/public/tender/21463918/>
25. ACHIZITII.MD. *Reconstrucția SP Briceni: procedura nr. 21462651*. Ch., 2025. <https://achizitii.md/ro/public/tender/21462651/>
26. MENON, E. S. *Gas Pipeline Hydraulics*. Boca Raton: CRC Press, 2005. 512 p. ISBN 0-8247-0877-3.
27. KIDNAY, Arthur J., PARRISH, William R. *Fundamentals of Natural Gas Processing*. Boca Raton: CRC Press, 2006. 800 p. ISBN 0-8247-2495-7.
28. MCCAIN, William D. *The Properties of Petroleum Fluids*. Tulsa: PennWell Corporation, 1990. 736 p. ISBN 0-87814-335-0.
29. MOHITPOUR, Mo. *Pipeline Design and Construction: A Practical Approach*. 3rd ed. New York: ASME Press, 2007.
30. MOHITPOUR, Mo., GOLSHAN, Hossein, MURRAY, Andrew. *Pipeline Operation and Maintenance: A Practical Approach*. 2nd ed. New York: ASME Press, 2005.
31. ISO 5167-1:2019. *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 1: General principles and requirements*. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.
32. ISO 12213-1:2006. *Natural gas – Calculation of compression factor. Part 1: Introduction and guidelines*. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.
33. ISO 17089-1:2019. *Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas. Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement*. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.
34. ISO 13686:2013. *Natural gas – Quality designation*. Geneva: International Organization for Standardization, 2013.
35. OIML R 137-1 & 2:2012. *Gas meters*. Paris: International Organization of Legal Metrology, 2012.

36. AGA REPORT NO. 8. *Compressibility Factors of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases*. Washington: American Gas Association, ediția în vigoare.
37. AGA REPORT NO. 9. *Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters*. Washington: American Gas Association, ediția în vigoare.
38. BOYER, Stuart A. *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*. 4th ed. Research Triangle Park: International Society of Automation, 2010.
39. ARION Valentin, HLUSOV Viorica, LEU Vasile, BOROSAN Constantin. *Cogenerarea de mică și medie putere: justificarea structurii și parametrilor surselor de energie în cadrul unui sistem de termoficare urbană: îndrumar metodic*. Ch.: Tehnica-UTM, 2022. 138 p. ISBN 978-9975-45-842-9.
40. Bursa Română de Mărfuri. Pagina web, <https://brmeastenergy.md/misiune-si-valori/>
41. Procese, aparate și instalații de ardere a combustibililor organici. Arderea omogenă. Valentin Tonu, Constantin Țuleanu. Universitatea Tehnică a Moldovei. – Chișinău: UTM, 2018 (Tipografia Academiei de Științe a Moldovei) – 607 p.
42. Vera Grigore Guțul, Vasile Leu, Vera Ion Guțul. Analysis of the possibility of reducing energy consumption through the bivalent heating scheme with heat pump intercalation. *Revista ingineria instalațiilor*. Nr.1/2026, anul VI/XLVIII. Asociația Inginerilor Instalatori din România. pag. 18-20. ISSN-L: 2810-5303
https://www.aiiro.ro/upload/files/2026/Revista_Ingineria_Instalatiilor_1-2026_web.pdf