



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**SOLUTII DE DECARBONARE A SACET-CHISINAU  
IN TRANZITIA ENERGETICA**

**Masterand:**

**Vasile BODIU**

gr. EN-24M

**Conducător:**

**Valentin ARION**  
Prof. univ., dr. hab

**Chişinău, 2026**

## ADNOTARE

**Autor** – Vasile BODIU. **Titlul** – *Soluții de decarbonare a SACET - Chișinău în tranziția energetică*

**Structura lucrării:** lucrarea este structurată în 4 capitole, urmate de concluzii generale, bibliografie și anexe. Volumul tezei constituie 108 pagini de bază, fără anexe, include 49 tabele, 4 figuri și 30 titluri bibliografice.

**Cuvinte-cheie:** SACET, PDC, reglaj hidraulic, surse regenerabile, decarbonizare, stocare termică, reducerea dependenței de combustibili fosili.

**Scopul lucrării:** constă în fundamentarea soluțiilor de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră în SACET-Chișinău prin modernizarea infrastructurii existente și integrarea tehnologiilor cu emisii reduse de carbon. Obiectivele generale ale lucrării vizează analiza structurii actuale și a performanței SACET-Chișinău, reducerea dependenței de combustibili fosili, substituirea parțială a acestora prin surse regenerabile și tehnologii eficiente, precum și selectarea unei opțiuni fezabile de decarbonizare.

**Obiectivele generale:** Teza este consacrată analizei tehnice, economice și de mediu a posibilităților de decarbonizare a sistemului de alimentare centralizată cu energie termică al municipiului Chișinău. Problematika studiului derivă din dependența ridicată a SACET de combustibili fosili, în special de gazul natural, din pierderile existente în rețele, din costurile mari de exploatare și din necesitatea reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluanților atmosferici locali

**Rezultate obținute:** În urma elaborării tezei au fost obținute următoarele rezultate: a fost analizată starea actuală a SACET-Chișinău, au fost comparate scenariile de tranziție până în anul 2050 și a fost demonstrată necesitatea tehnico-economică a decarbonizării sistemului. Studiul a arătat că reducerea pierderilor, reglajul hidraulic, digitalizarea, integrarea pompelor de căldură, valorificarea căldurii reziduale și utilizarea selectivă a surselor regenerabile pot reduce consumul de combustibili fosili, emisiile GES și costurile de exploatare. În baza analizei comparative a fost recomandat scenariul moderat de decarbonizare a SACET-Chișinău.

## ABSTRACT

**Author** – Vasile Bodi. **Title:** *Decarbonization Solutions for the Chisinau District Heating System in the Energy Transition*

**Thesis structure:** the thesis is structured into 4 chapters, followed by general conclusions, bibliography, and annexes. The thesis contains 103 main pages, excluding annexes, and includes 20 tables, 4 figures, and 30 bibliographic references

**Keywords:** district heating, heat pumps, hydraulic balancing, renewable sources, decarbonization

**The scope of the work:** The aim of the thesis is to substantiate solutions for reducing greenhouse gas emissions in the Chisinau district heating system through infrastructure modernization and the integration of low-carbon technologies. The general objectives of the study include the analysis of the current structure and performance of the district heating system, the reduction of fossil fuel dependence, the partial substitution of fossil fuels with renewable sources and efficient technologies, and the selection of a feasible decarbonization option.

**General objectives:** The thesis is devoted to the technical, economic, and environmental assessment of decarbonization options for the district heating system of Chisinau. The research problem arises from the high dependence of the system on fossil fuels, especially natural gas, from network losses, high operational costs, and the need to reduce greenhouse gas emissions and local air pollutants.

**Result obtained:** The study produced the following results: the current condition of the Chisinau district heating system was analyzed, transition scenarios up to 2050 were compared, and the techno-economic necessity of decarbonization was demonstrated. The analysis showed that reducing losses, improving hydraulic balancing, digitalization, integrating heat pumps, recovering waste heat, and selectively using renewable sources can reduce fossil fuel consumption, GHG emissions, and operating costs. Based on the comparative assessment, the moderate decarbonization scenario was identified as the recommended option for the Chisinau district heating system.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>7</b>
<b>1. SACET-CHISINAU SI TENDINTELE DE DEZVOLTARE CATRE 2050.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Sistemul de alimentare centralizata cu energie termica (SACET).....</b>	<b>11</b>
1.1.1. Conceputul SACET – Chisinau.....	11
1.1.2. Rolul SACET in oras.....	13
1.1.3. Evolutia SACET - Chisinau.....	15
<b>1.2. Puncte termice si instalatii de reglare.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Statii de pompare, puncte termice si infrastructura auxiliara .....	17
1.2.2. Consumatorii racordati si rolul cererii termice.....	18
1.2.3. Sistemul de incalzire centralizata – parte a viitorului sistem energetic.....	19
<b>1.3. SACET ca infrastructura de flexibilitate energetica.....</b>	<b>20</b>
1.3.1. Integrarea sectoriala: energie electrica – energie termica.....	20
1.3.2. SACET si eficienta energetica urbana.....	22
1.3.3. SACET ca instrument pentru decarbonizare si securitate energetica.....	24
<b>1.4. Descentralizarea producerii energiei termice si impactul asupra SACET.....</b>	<b>26</b>
1.4.1. Factorii care favorizeaza decentralizarea.....	26
1.4.2. Impactul descentralizarii asupra SACET.....	27
1.4.3. Descentralizare versus modernizare inteligenta a SACET.....	28
<b>2. TRANZITIA CATRE ZERO EMISII NETE IN SECTORUL ENERGETIC.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Cadrul politic si legislativ national privind decarbonizarea sectorului termoenergetic</b>	<b>30</b>
2.1.1. Rolul politicilor publice in transformarea sectorului termoenergetic.....	30
2.1.2. Directii strategice relevante pentru Republica Moldova.....	31
2.1.3. Reglementari si instrumente cu relevanta pentru SACET.....	34
<b>2.2. Obiectivele si tintele europene si nationale privind energia si clima.....</b>	<b>35</b>
2.2.1. Conceptul de neutralitate climatica.....	36
2.2.2. Legea nr. 74 din 2024 privind actiunile climatice si prevederile ei principale.....	37
2.2.3. Implicatiile tranzitiei net-zero pentru planificarea decarbonizarii SACET-Chisinau.....	39
<b>2.3. Conceptul de neutralitate climatica si implicatiile pentru SACET.....</b>	<b>41</b>
2.3.1. Integrarea SACET in planificarea energetica urbana si nationala.....	41
2.3.2. Cadrul legal a UE in procesul minimizarii GES cu privire la SACET-Chisinau.....	43
2.3.3. Minimizare emisiilor GES pe baza modificarii procesului de ardere actual.....	45
<b>2.4. Metode tehnologice avansate moderne privind decarbonizarea SACET-urilor.....</b>	<b>47</b>
2.4.1. Dependenta si influenta calitativ-cantitativa a combustibililor folositi in SACET.....	47
2.4.2. Posibilitati de utilizare a combustibililor sintetici si producerea lor.....	50
2.4.3. Rolul SACET in atingerea decarbonizarii Republicii Moldova pina in 2050.....	52
<b>3 SOLUTII TEHNICE DE DECARBONIZARE A SACET-CHISINAU.....</b>	<b>57</b>
<b>3.1. Cresterea eficientei energetice a surselor de productie si a retelelor termice.....</b>	<b>57</b>
3.1.1. Modernizarea CET/CT.....	57
3.1.2. Reducerea pierderilor in retele.....	58
3.1.3. Automatizare si digitalizare.....	59
<b>3.2. Integrarea surselor regenerabile si a surselor de caldura cu emisii reduse.....</b>	<b>61</b>
3.2.1. PDC de capacitate mare.....	61
3.2.2. Solar termic.....	63

3.2.3.	Biomasa / biogaz.....	64
3.2.4.	Valorificarea caldurii reziduale.....	65
<b>3.3.</b>	<b>Electrificarea si flexibilizarea SACET.....</b>	<b>67</b>
3.3.1.	Cogenerare de inalta eficienta in noul context.....	67
3.3.2.	Acumulare termica.....	69
3.3.3.	Managementul sarcinii si functionarea sezoniera.....	70
<b>3.4.</b>	<b>Scenarii de tranzitie tehnologica pentru SACET-Chisinau pina in 2050.....</b>	<b>72</b>
3.4.1.	Scenariu conservator.....	72
3.4.2.	Scenariu moderat.....	74
3.4.3.	Scenariu accelerat decarbonizare.....	75
<b>4.</b>	<b>ASPECTE ECONOMICE SI DE MEDIU PRIVIND DEZVOLTAREA SACET.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1.</b>	<b>Analiza costurilor investitionale si operationale ale solutiilor de decarbonizare.....</b>	<b>78</b>
4.1.1.	Structura costurilor investitionale.....	78
4.1.2.	Structura costurilor operationale.....	79
4.1.3.	Surse de finantare si fezabilitate investitionala.....	83
<b>4.2.</b>	<b>Evaluarea beneficiilor economice si sociale.....</b>	<b>86</b>
4.2.1.	Securitate energetica.....	86
4.2.2.	Reducerea dependentei de combustibili fosili.....	88
4.2.3.	Impact asupra consumatorilor.....	90
<b>4.3.</b>	<b>Evaluarea fezabilitatii decarbonizarii SACET.....</b>	<b>92</b>
4.3.1.	Comparatia tehnica a scenariilor.....	92
4.3.2.	Comparatia economica si de mediu.....	94
4.3.3.	Optiunea recomandata pentru SACET-Chisinau.....	96
<b>4.4.</b>	<b>Impactul asupra mediului .....</b>	<b>97</b>
4.4.1.	Reducerea emisiilor GES (CO <sub>2</sub> ).....	97
4.4.2.	Reducerea poluantilor atmosferici locali (NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , PM)	98
4.4.3.	Reducerea prioritatii combustibililor fosili.....	101
	<b>CONCLUZII SI PROPUNERI.....</b>	<b>105</b>
	<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>106</b>
	<b>ANEXE .....</b>	<b>109</b>
A1.	Harti SACET / scheme functionale	
A2.	Date tehnice sintetice CET/CT	
A3.	Tabele de calcul economic si de emisii	
A4.	Scenarii si ipoteze de calcul	

## INTRODUCERE

Sectorul incalzirii urbane reprezinta unul dintre principalii consumatori de combustibil si generatori de emisii in orasele cu termoficare centralizata. In Republica Moldova, SACET-Chisinau are o importanta strategica atat prin rolul social (incalzire si ACM pentru un numar mare de consumatori), cit si prin rolul energetic (cogenerare, integrare cu sistemul electroenergetic). In conditiile tranzitiei energetice, obiectivul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de sera si alinierea la traiectoria net-zero pina in 2050 impun modernizarea SACET nu doar la nivelul surselor (CET/CT), dar si la nivelul retelelor, punctelor termice si al consumatorilor conectati.

In contextul accelerarii proceselor de tranzitie energetica si al consolidarii politicilor climatice la nivel european si national, sistemele de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) redevin un element strategic pentru asigurarea securitatii energetice, cresterea eficientei energetice si reducerea emisiilor de gaze cu efect de sera. In mediul urban, SACET-urile pot integra solutii tehnologice avansate, surse de energie cu emisii reduse si mecanisme de flexibilitate, contribuind la modernizarea sectorului termoenergetic si la atingerea obiectivelor de neutralitate climatica.

Municipiul Chisinau dispune de un sistem centralizat de alimentare cu energie termica de importanta majora pentru populatie, sectorul public si agentii economici. Functionarea si dezvoltarea acestuia sunt strins legate de performanta surselor de productie, starea retelelor termice, nivelul de digitalizare si automatizare, precum si de cadrul de reglementare si investitional aplicabil. In acelasi timp, SACET-Chisinau se confrunta cu provocari specifice, precum dependenta de combustibili fosili, pierderile de energie in retele, necesitatea modernizarii infrastructurii si presiunea decarbonizarii accelerate.

Scopul prezentei lucrari consta in analiza directiilor tehnice, economice si de mediu pentru decarbonizarea SACET-Chisinau, in corelare cu obiectivele de tranzitie energetica si cu tintele de reducere a emisiilor pina in anul 2050.

Pentru atingerea scopului propus, au fost formulate urmatoarele obiective:

- analiza conceptului si rolului SACET in sistemul energetic urban;
- descrierea structurii actuale a SACET-Chisinau;
- examinarea cadrului politic si legislativ privind decarbonizarea;
- identificarea solutiilor tehnice de reducere a emisiilor si crestere a eficientei;
- evaluarea aspectelor economice, sociale si de mediu ale optiunilor propuse;
- formularea unor concluzii si propuneri privind implementarea etapizata a masurilor de decarbonizare.

Lucrarea este structurata in patru capitole. Primul capitol prezinta fundamentele conceptuale si structurale ale SACET-Chisinau si tendintele de dezvoltare pina in 2050. Capitolul al doilea analizeaza cadrul politic, legislativ si climatic al tranzitiei catre zero emisii nete. Capitolul al treilea este dedicat solutiilor tehnice de decarbonizare, iar capitolul al patrulea trateaza evaluarea economica si de mediu a optiunilor analizate. In final, sunt formulate concluziile generale si propunerile de implementare.

## BIBLIOGRAFIE

### Acte normative și documente de politici

1. Parlamentul Republicii Moldova. *Legea nr. 74 din 11.04.2024 privind acțiunile climatice*. Publicată în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 209–212, art. 293, 16.05.2024.
2. Parlamentul Republicii Moldova. *Legea nr. 139/2018 cu privire la eficiența energetică*. Chișinău, 2018.
3. Parlamentul Republicii Moldova. *Legea nr. 227/2022 privind emisiile industriale*. Chișinău, 2022.
4. Parlamentul Republicii Moldova. *Legea nr. 282/2023 privind performanța energetică a clădirilor*. Chișinău, 2023.
5. Guvernul Republicii Moldova. *Hotărârea Guvernului nr. 86 din 26.02.2025 pentru aprobarea Planului Național Integrat privind Energia și Clima pentru perioada 2025–2030*. Chișinău, 2025.
6. Guvernul Republicii Moldova. *Hotărârea Guvernului nr. 1277/2018 privind Sistemul național de monitorizare și raportare a emisiilor de gaze cu efect de seră*. Chișinău, 2018.
7. Guvernul Republicii Moldova. *Hotărârea Guvernului nr. 444/2020 privind mecanismul de coordonare a activităților în domeniul schimbărilor climatice*. Chișinău, 2020.
8. *Planul Național Integrat privind Energia și Clima pentru perioada 2025–2030 (PNIEC)*. Anexă la Hotărârea Guvernului nr. 86/2025. Chișinău, 2025.
9. Uniunea Europeană. *Directiva 2003/87/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 13 octombrie 2003 de stabilire a unui sistem de comercializare a cotelor de emisie de gaze cu efect de seră în cadrul Uniunii*.
10. Uniunea Europeană. *Directiva (UE) 2018/2001 a Parlamentului European și a Consiliului din 11 decembrie 2018 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile*.
11. Uniunea Europeană. *Directiva (UE) 2023/1791 a Parlamentului European și a Consiliului din 13 septembrie 2023 privind eficiența energetică*.
12. Uniunea Europeană. *Regulamentul (UE) 2018/1999 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 decembrie 2018 privind guvernarea uniunii energetice și a acțiunilor climatice*.
13. Uniunea Europeană. *Regulamentul de punere în aplicare (UE) 2018/2066 al Comisiei din 19 decembrie 2018 privind monitorizarea și raportarea emisiilor de gaze cu efect de seră*.

14. Uniunea Europeană. *Regulamentul (UE) 2018/2067 al Comisiei din 19 decembrie 2018 privind verificarea datelor și acreditarea verificatorilor.*
15. Uniunea Europeană. *Regulamentul (UE) 2021/1119 al Parlamentului European și al Consiliului din 30 iunie 2021 de instituire a cadrului pentru realizarea neutralității climatice („Legea europeană a climei”).*

#### **Rapoarte, studii, ghiduri și surse analitice**

16. Agenția pentru Eficiență Energetică. *Ghid privind evaluarea economică a proiectelor din domeniile eficienței energetice și energiilor regenerabile / executori: Valentin ARION, Viorica HLUSOV, Cristina GHERMAN, Olga ȘVETȚ; redactor științific: Valentin ARION. Chișinău, 2014.*
17. ARION, Valentin. *Modernizarea SACET-Chișinău: către un SACET de generația a 4-a, în cadrul viitorului sistem energetic național.* Seminar științifico-practic realizat de UTM și S.A. „Termoelectrica”, Chișinău, 8 februarie 2021.
18. BRAGA, Dumitru; HLUSOV, Viorica. *Evaluarea posibilităților de valorificare a biomasei solide în sistemele de alimentare centralizată cu energie termică din Republica Moldova.* Chișinău, 2024.
19. Comisia Europeană. *Foaie de parcurs pentru trecerea la o economie competitivă cu emisii scăzute de dioxid de carbon până în 2050.* COM(2011) 112 final. Bruxelles, 2011.
20. Comisia Europeană. *O planetă curată pentru toți. O viziune strategică pe termen lung pentru o economie prosperă, modernă, competitivă și neutră din punctul de vedere al impactului asupra climei.* COM(2018) 773 final. Bruxelles, 2018.
21. EMEP/EEA. *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, ediția utilizată în calculele lucrării.
22. UNECE, Sustainable Energy Division. *Building a Resilient and Carbon-neutral Energy System in the Republic of Moldova.* Geneva, 2024.
23. USAID, Moldova Energy Security Activity (MESA). *Pathways to the Decarbonization of Moldova's Energy Sector. Concept Paper.* Prepared by Tetra Tech ES, Inc. for the Ministry of Energy of the Republic of Moldova. 27 February 2023.

#### **Surse web și resurse instituționale online**

24. Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică (ANRE). *Energie termică: acte normative și informații de aplicare.* Chișinău, 2024. Disponibil la:

- <https://anre.md/participanti-la-piata-de-energie/persoane-juridice/energie-termica> (accesat la: 09.03.2026).
25. Centrul Național pentru Energie Durabilă (CNED). *Cadrul legislativ relevant*. Chișinău. Disponibil la: <https://cned.gov.md/ro/content/cadrul-legislativ> (accesat la: 09.03.2026).
26. Monitorul Oficial al Republicii Moldova. *Legea nr. 74 din 11.04.2024 privind acțiunile climatice*. Chișinău: Monitorul Oficial, 2024. Disponibil la: <https://monitorul.gov.md/ro/monitor/2901> (accesat la: 09.03.2026).
27. S.A. „Termoelectrica”. *Informații generale, cifre-cheie și informații privind SACET Chișinău*. Chișinău: Termoelectrica, [f.a.]. Disponibil la: <https://www.termoelectrica.md/> (accesat la: 09.03.2026).
28. UCIPe (Unitatea Consolidată pentru Implementarea Proiectelor în domeniul Energeticii). *District Heating Efficiency Improvement Project (DHEIP)*. Chișinău, 2014–2020. Disponibil la: <https://www.ucipe.gov.md/en/projects/district-heating-efficiency-improvement-project> (accesat la: 09.03.2026).

#### **Materiale de practică și surse de date utilizate în calcule**

29. S.A. „Termoelectrica”. *Date tehnice și operaționale privind CET-1, CET-2, CT-uri, rețele termice și consumul de combustibil, utilizate în analiza lucrării*. Chișinău, materiale de practică și date de calcul.
30. *Materiale de practică, capturi SCADA și documente privind funcționarea SACET-Chișinău*, utilizate la analiza reglajului hidraulic, a digitalizării și a exploatării sistemului.