

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Energetică și Inginerie Electrică

Departamentul Energetică

Admis la susținere

Șef departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

” _____ ” _____ 2020

**Elementele unei strategii de dezvoltare
a SACET-Bălți până în 2030**

Teză de master

Student: _____ **Negru Nicolae,**
gr. EM-19M

Conducător: _____ **Arion Valentin,**
prof. univ., dr. hab.

Chișinău, 2020

ADNOTARE

Autor – NEGRU Nicolae. **Titlul** – *Elementele unei strategii de dezvoltare a SACET-Bălți pînă în 2030.*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din **46 titluri** și 24 link-uri utilizate, 80 pagini, 28 figuri, 7 tabele.

Cuvinte-cheie: Sistem de alimentare centralizat cu energie termică, strategie, dezvoltare, surse de energie regenerabilă, plan de acțiuni.

Problematika studiului: Elaborarea unei strategii de dezvoltare a sistemului de alimentare centralizată cu energie termică din mun. Bălți

Obiectivele studiului: Determinarea direcției de dezvoltare a SACET-Bălți și aducerea lui la generația a 4-a, schițarea unui plan de acțiuni pentru implementarea strategiei.

Rezultate obținute: în urma studiului s-a demonstrat posibilitatea creșterii eficienței energetice în SACET-Bălți, s-au determinat pașii care trebuie urmat pentru a dezvolta sistemul de termoficare, soluții privind integrarea surselor regenerabile de energie, a sistemelor de stocare, precum și mărirea capacității de producere a energiei în regim de cogenerare.

ABSTRACT

Author – NEGRU Nicolae. **Title** – *Elements of a Balti District Heating System Development strategy until 2030.*

Thesis structure: The paper comprises an introduction, four chapters, conclusions, 46 references and 24 links used, 95 pages, 28 figures, 7 tables.

Keywords: District heating system, strategy, development, renewable energy sources, action plan.

Study issues: to elaborate a strategy for the development of the Balti district heating system.

The study's objectives: determining the development direction of SACET-Balti and bringing it to the 4th generation, sketching an action plan for implementing the strategy.

Result obtained: the study demonstrated the possibility of increasing energy efficiency in SACET-Balti, determined the steps to be followed to develop the district heating system, solutions for the integration of renewable energy sources, storage systems, and increase energy production capacity. in cogeneration mode.

CUPRINS

	Pag.
Adnotare	8
Introducere	9
1. SCURT ISTORIC PRIVIND DEZVOLTAREA SACET-BĂLȚI	
1.1. Aspecte de reglementare în UE și Republica Moldova privind dezvoltarea sistemelor de termoficare	10
1.1.1 Politicile Uniunii Europene referitor la dezvoltarea sectorului termoeenergetic.....	10
1.1.2. Cadrul normativ al Republicii Moldova cu privire la evoluția sistemelor de alimentare cu energie termică.....	14
1.1.3. Studiu privind aplicarea diferitor concepte de utilizare a energiei termice la nivel mondial.....	15
1.2 Descrierea situației existente în mun. Bălți referitor la alimentarea cu energie termică...	16
1.2.1 Analiza situației în SACET și utilizarea altor surse de încălzire în mun. Bălți.....	16
1.2.2 Analiza dinamicii deconectărilor de la SACET și impactul acestora asupra consumatorilor....	17
1.2.3 Bariere și oportunități de dezvoltare a SACET în mun. Bălți.....	19
1.3 Sistemele centralizate de alimentare cu energie termică versus sistemele individuale.....	20
1.3.1 Impactul centralelor termice individuale asupra mediului și a sănătății publice a populației mun. Bălți.....	20
1.3.2 Calculul emisiilor provenite de la CTI și SA CET Nord.....	21
1.3.3 Constatări și recomandări privind situația SACET-Bălți.....	22
2. STUDIU DOCUMENTAR PRIVIND EVOLUȚIA SACET PE GENERAȚII	
2.1 Generațiile de dezvoltare a sistemelor de alimentare cu energie termică.....	23
2.1.1 Prima generație ale sistemului de termoficare.....	23
2.1.2 Generația a II-a, principalele caracteristici.....	24
2.1.3 A III-a generație a sistemelor alimentare cu energie termică.....	25
2.1.4 Generația IV –etalon al dezvoltării sistemelor de alimentare cu energie termică.....	26
2.2 Principalele caracteristici ale SACET-urilor de generație a IV-a.....	28
2.2.1 Integrarea surselor de energie regenerabilă.....	28
2.2.2 Utilizarea surselor de energie cu potențial scăzut.....	29
2.2.3 Asigurarea echilibrării sistemului prin utilizarea stocării energiei.....	30
2.2.4 Smart-grid-ul și rolul consumatorului în gestionarea sistemului de termoficare.....	31
2.3 Rolul SACET în viitorul sistem energetic.....	33
2.3.1 Aspecte generale privind integrarea SACET în viitorul sistem energetic.....	33
2.3.2 Electrificarea sistemului centralizat de alimentare cu energie termică.....	34
2.3.3 Planificarea strategică a sistemului de termoficare în viitorul sistem energetic.....	38
2.3.4 Provăcărilor integrării viitorului sistem energetic.....	38
3. ELEMENTELE UNEI STRATEGII DE DEZVOLTARE A SACET-BĂLȚI	
3.1. Contextul și obiectivele strategiei de dezvoltare.....	41
3.1.1. Aspecte generale.....	41
3.1.2. Beneficiile pe care le poate aduce un SACET modern în municipiul Bălți.....	42
3.1.3. Necesitatea definirii unei strategii de încălzire în Municipiul Bălți.....	44
3.1.4. Obiectivele și oportunitățile dezvoltării sistemului centralizat din mun. Bălți.....	45

3.2. Stocarea energiei ca element de bază a unui SACET modern.....	46
3.2.1. Aspecte generale privind stocarea energiei.....	46
3.2.2. Stocarea energiei termice obținute cu ajutorul colectoarelor solare.....	47
3.2.3. Impactul sistemelor de stocare a energiei termice asupra funcționării instalațiilor de cogenerare.....	48
3.2.4. Integrarea unui sistem de stocare a energiei termice în cadrul SACET Bălți.....	50
3.3. Integrarea în SACET a surselor de energie regenerabilă.....	51
3.3.1. Utilizarea tehnologiilor de captare a energiei solare.....	51
3.3.2. Cazanele pe biomasă.....	52
3.3.3. Răcirea aerului pe baza utilizării energiei regenerabile.....	53
3.3.4. Recuperarea căldurii reziduale folosind pilele de combustie.....	54
3.4. Utilizarea surselor de energie cu potențial redus.....	54
3.4.1. Energia geotermală.....	54
3.4.2. Pompele de căldură.....	56
3.4.3. Deșeurile de căldură de industria producătoare.....	57
3.4.4. Utilizarea energiei rezultate din incinerarea deșeurilor municipale.....	58
4. IDENTIFICAREA SOLUȚIILOR OPTIME DE DEZVOLTARE A SACET-BĂLȚI	
4.1. Cogenerarea de înaltă eficiență aplicată la CET-Nord.....	60
4.1.1. Formularea problemei ce necesită a fi soluționată.....	60
4.1.2. Identificarea soluției optime și argumentarea tehnico-economică a acesteia.....	61
4.1.3. Argumentarea tehnico-economică a soluției propuse.....	63
4.1.4. Determinarea indicatorilor de eficiență economică.....	66
4.2. Soluții privind renovarea rețelelor termice și integrarea în SACET a surselor regenerabile.....	67
4.2.1. Aspecte generale privind sistemul de colectoare solare cu jgheaburi parabolice.....	67
4.2.2. Dimensionarea sistemului de colectoare solare.....	68
4.2.3. Renovarea rețelelor din cadrul SACET- descriere generală.....	69
4.2.4. Instalarea punctelor termice individuale.....	70
4.3. Planul de acțiuni privind implementarea strategiei în perioada 2021-2030.....	71
4.3.1. Scopul, responsabilitățile și pregătirea planului de acțiuni.....	71
4.3.2. Rolul CET-Nord în implementarea strategiei de dezvoltare.....	72
4.3.3. Etapele de dezvoltare și posibilitățile de depășire a barierelor.....	73
4.3.4. Planul de acțiuni pentru realizarea strategiei de dezvoltare.....	73
Concluzie	75
Bibliografie	76

INTRODUCERE

Sistemele de alimentare centralizată cu energie termică sunt, prin natura lor, infrastructuri pentru transferul de energie, acestea sunt dependente de combustibil, ceea ce înseamnă că, dacă căldura sau răcirea sunt la nivelurile adecvate de temperatură, nu țin cont modul în care a fost produs. Acest fapt pune sistemele energetice de district într-un loc avantajos în sistemul de energie ecologică și regenerabilă al viitorului, deoarece poate integra diferitele sectoare energetice și le poate crește semnificativ eficiența energetică globală. Sinergia dintre sectoarele energetice este un punct cheie al sistemurilor centralizate de alimentare cu energie termică (SACET), deoarece încălzirea urbană oferă mijloacele de stocare a unor cantități mari de energie pentru perioade lungi de timp într-un mod ecologic, la un cost foarte mic. Sinergiile din sistemele termoficare împreună cu celelalte sectoare energetice pot fi sub diferite forme, cum ar fi utilizarea excesului a producției de energie în perioadele de vânt și intensitate solară ridicată și utilizarea excesului de căldură din procesele industriale de conversie a biomasei solide în biogaz și / sau biocombustibili lichizi.

Datorită unor elemente esențiale, cum sunt punctele termice individuale și sistemul de distribuție pe orizontală a agentului termic, SACET oferă practic toate beneficiile aferente încălzirii autonome (confort termic, control al consumului, etc.). Adițional, SACET prezintă o serie de avantaje importante - protejarea mediului prin reducerea emisiilor GES, reducerea riscurilor aferente exploatării, prevenirea exploziilor, economii de energie, etc.

Politica asumată prin prezenta Strategie se definește prin: "Asigurarea durabilă și în condiții sigure a alimentării cu energie termică a consumatorilor, la costul cel mai mic posibil cu un impact asupra mediului cel mai scăzut posibil, prin modernizarea surselor și rețelelor termice, precum și decarbonarea treptată în perspectiva anului 2030." Strategia de termoficare se consideră ca fiind o foaie de parcurs, în care se precizează responsabilii în implementare, termene finale și intermediare, modul de abordare a surselor de finanțare, modul de abordare a punerii în practică a proiectelor, inclusiv identificarea potențialilor furnizori și modalitatea de contractare.

Municipiul Bălți abordează problema integrat, fiind consumator atât de energie termică cât și de electricitate, fiind astfel generator de emisii GES, direct prin combustibilii fosili utilizați și indirect prin electricitate dintr-un mix energetic, achiziționată din sistemul energetic național (SEN). Obiectivul acestui studiu este de a analiza situația actuală a sistemului (sistemelor) de încălzire din or. Bălți și efectele economice ale conectării/reconectării la SACET a clădirilor rezidențiale și publice. La fel, vor fi scoase în evidență pericolele majore care sunt supuși zilnic consumatorii de energie termică utilizând alte surse de încălzire decât cele centralizate. Pentru aglomerările urbane există mai multe modalități pentru ca sistemele de încălzire să fie cât mai ecologice și eficiente, dar practic este demonstrat că sistemele de alimentare centralizată cu energie termică, (SACET), eficiente și re tehnologizate, reprezintă soluția unei alternative convenabile, cost-eficientă și în condiții de siguranță pentru populația marilor orașe.

BIBLIOGRAFIE

1. Babich S.V., Davydov V.O. *Analiz ekonomicheskoy effektivnosti sistem teplosnabjenia gorodskikh rayonov [Analysis on economic efficiency of the district thermal energy supply systems]*. UDK 681.5:658.264.003.13. Pratsi Odesikogo Politekhnicnogo universitetu, 2014.Vyp.1 (43). ISSN 2076-2429 (print). ISSN 2223-3814 (on line). DOI: 10.15276/opu.1.43.2014.24.
2. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repeating Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.
3. Jiang X.S., Jing Z.X., Li Y.Z., Wu Q.H., Tang W.H. *Modeling and operation optimization of an integrated energy based direct district water-heating system. / Energy/ - 2014. - Vol.64. - pp. 375 - 388.*
4. Verda V., Guelpa E., Kona A., Lo Russo S. *Reduction of primary energy needs in urban areas trough optimal planning of district heating and heat pump installations /Energy. - 2012. - Vol. 48. - pp. 40 - 46.*
5. Cao Bin, Zhu Yingxin, Quyang Qin, Li Min, *Individual and district heating: A comparison of residential heating modes with an analysis of adaptive thermal comfort / Energy and Buildings / ISSN 0378-7788.*
6. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. UNITED NATIONS. Sustainabledevelopment.un.org.
7. Behnaz Rezaie, Marc A. Rosen, Bale V. Reddy. *District heating and cooling: Review of technology and potential enhancement.* The 5th International Green Energy Conference (IGEC-V).2010.
8. Kim Hyo-Jin, Lim Seul-Ye and Yoo Seung-Hoon. *The Convenience Benefits of the District Heating System over Individual Heating Systems in Korean Households.* MDPI Open Access Journals. Sustainability. August 2017.
9. Victor Athanasovici și alții, *Soluții privind strategia alimentării cu căldură a orașelor cu sisteme existente de alimentare centralizată cu căldură – rezultate ale analizelor de caz.* CNE-2004 Neptun, 2004.
10. Urban Heating Policy Workshop: Municipal Network for Energy Efficiency (MUNEE). USAID, Alliance to Save Energy, 27-28 March, 2007. Kiev, Ukraine
11. Urban Heating in Moldova: Experience from the Transition and Future Directions. USAID, Alliance to save energy. Municipal Network for Energy Efficiency, 2007.
12. Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC.
13. Regulament de organizare și funcționare a serviciului public centralizat al județului Prahova de alimentare cu energie termică a mun. Ploiești în sistem unificat de producere-transport-distributie energie termică, 84pp.
14. Towards Local Energy Systems: Revitalizing District Heating and Co-Generation in Central and Eastern Europe. World Energy Council, Prepared by Dr. K. Brendow, 2003, 101pp.

15. Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J., Hvelplund, F., & Mathiesen, B.V. *4th generation district heating (4GDH) integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems*. *Energy*, 68, 1–11, DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089 2014.
16. Pieper, H., Ommen, T., Elmegaard, B., & Markussen, W.B. *Assessment of a combination of three heat sources for heat pumps to supply district heating*. *Energy*, 176, 156–170, DOI: 10.1016/j.energy.2019.03.165 2019.
17. Hammer, A., Sejkora, C., & Kienberger, T.. *Increasing district heating networks efficiency by means of temperature-flexible operation*. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 16, 393–404, DOI: 10.1016/j.segan.2018.11.001 2018.
18. Werner, S. *International review of district heating and cooling*. *Energy*, 137, 617–631, DOI: 10.1016/j.energy.2017.04.045. 2017.
19. Hauer, A., *Storage Technology Issues and Opportunities*, Committee on Energy Research and Technology (International Energy Agency), International Low-Carbon Energy Technology Platform, Strategic and Cross-Cutting Workshop “Energy Storage Issues and Opportunities”, 15 February 2011, Paris. France.
20. *Energy Conservation through Energy Storage (ECES) Programme*, International Energy Agency, Brochure: http://www.iea-ec.es.org/files/090525_broschuere_eces.pdf. ECES homepage: <http://www.iea-ec.es.org/>.
21. Reuss, M., *Solar District Heating in Germany – Findings and Prospects*, Proceedings of the ISES Solar World Congress 2011, 28 August – 2 September 2011, Kassel, Germany.
22. Günther, E., H. Mehling, S. Hiebler, *Measurement of the Enthalpy of PCM, Proceedings of Eff stock 2009 – 11th International Conference on Thermal Energy Storage*, 2009, Stockholm, Sweden.
23. Hauer, A., *Thermochemical Energy Storage Systems, CIMTEC, 5th Forum on New Materials*, June 2006, Montecatini Italy.
24. Garg, H.P. et al., *Solar Thermal Energy Storage*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht/Boston/Lancaster, 1985, ISBN 90-277-1930-6.
25. Bogdanovic, A., B. Ritter, Spliethoff, *Active MgH₂-Mg systems for reversible chemical energy storage*, *Angewandte Chemie (International Edition)*, Vol. 29, Nr. 3, pages 223 – 328.
26. Kroenauer, A., E. Laevemann, A. Hauer, *Mobile Sorption Heat Storage in Industrial Waste Heat Recovery, International Conference on Energy Storage, InnoStock 2012*, May 2012, Lleida, Spain.
27. Laevemann, E., *Thermische Energiespeicher, Theoretische Grenzen und Beurteilungskriterien*, Experten-Workshop „Thermische Speicher: Potentiale und Grenzen der Steigerung der Energiespeicherdichten“, DFG/PTJ, Berlin, June 2010, Berlin, Germany.
28. Beveridge, R.; Ridgway, M.; Kern, K.; Stroia, C.; Fujiwara, N.; Dupas, S.; Sterzel, T. *Leading Mid-Sized EU Cities in Post-Carbon Transitions: Towards a Preliminary Typology*. 2016.
29. Rink, D.; Kabisch, S.; Koch, F.; Krellenberg, K. *Exploring the Extent, Selected Topics and Governance Modes of Urban Sustainability Transformations. In Urban Transformations: Sustainable Urban Development towards Resource Efficiency*,

30. Kabisch, S., Koch, F., Haase, A., Knapp, S., Krellenberg, K., Nivala, J., Zehnsdorf, A., Eds.; *Quality of Life and Resilience; Future City; Springer: New York, NY, USA, 2018; pp. 3–20. ISBN 978-3-319-59323-4.*
31. Bulkeley, H.; Broto, V.C.; Hodson, M.; Marvin, S. *Cities and Low Carbon Transitions, 1st ed.*; Routledge: New York, NY, USA, 2013; ISBN 978-0-415-58697-9.
32. Fujiwara, N. Roadmap for Post-Carbon Cities in Europe: *Transition to Sustainable and Resilient Urban Living*; POCACITO Policy Brief No. 3; University of Pittsburgh Press: Pittsburgh, PA, USA, 2016.
33. Libbe, J. Energiewende: Labor städtischer Transformation. [Energy transition: Laboratory of Urban Transformation.]. In *Urbane Räume in Bewegung. Geschichte, Situation und Perspektiven von Stadt.*; Deutsches
34. Institut für Urbanistik: Berlin, Germany, 2013; pp. 211–219. ISBN 978-3-88118-522-6.
35. Marinakis, V.; Papadopoulou, A.G.; Psarras, J. *Local communities towards a sustainable energy future: Needs and priorities*. *Int. J. Sustain. Energy* 2015, 36, 296–312. [CrossRef]
36. Heinelt, H.; Lamping, W. Wissen und Entscheiden: Lokale Strategien gegen den Klimawandel in Frankfurt am Main, München und Stuttgart [Knowledge and Decision-Making: Local Strategies against Climate Change in Frankfurt am Main, Munich and Stuttgart]; *Interdisciplinary Urban Research*; Campus: Frankfurt am Main, Germany, 2015; Volume 20, ISBN 978-3-593-50186-4.
37. Müller, D.B.; Liu, G.; Løvik, A.N.; Modaresi, R.; Pauliuk, S.; Steinh F.S.; Brattebø, H. *Carbon Emissions of Infrastructure Development. Environ. Sci. Technol.* 2013, 47, 11739–11746.
38. Kraas, F.; Leggewie, C.; Lemke, P.; Matthies, E.; Messner, D.; Nakicenovic, N.; Schellnhuber, H.-J.; Schlacke, S.; Schneidewind, U. *Humanity on the Move: Unlocking the Transformative Power of Cities: Flagship Report, 1st ed.*; German Advisory Council on Global Change: Berlin, Germany, 2016; ISBN 978-3-936191-45-5.
39. Lund, H. et. al. (2014) *4th Generation District Heating (4GDH)*. Integrating Smart Thermal Grids into Future Sustainable Energy Systems. *Energy* 68(2014) 1-11.
40. Frederiksen, S. Werner, S. *District Heating and Cooling*, Studentlitteratur, Lund 2013.
41. Dawid O. Meeker Jr. et al., *District Heating and Cooling in the United States*, National Academy Press, Washington DC. 1985. International Standard book number 0-309-03537-6.
42. O. Gudmundsson, O., Brand, M., Thorsen, J.E., *Ultra-low temperature district heating and micro heat pump application – economic analysis*. Proceedings of 14th International Symposium District Heating and Cooling, Stockholm, Sweden, 2014.
43. Thorsen, J.E., *Analysis on Flat Station Concept*. Proceedings of 12th International Symposium District Heating and Cooling, Tallinn, Estonia, 2010.

LINK-URI UTILE

44. <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/energy-union/>
45. http://www.cdep.ro/afaceri_europene/afeur/2020/szs_2970.pdf
46. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>
47. Raportul final– Faza 2 – Identificarea proiectului de încălzire centralizată în Moldova și studiul de fezabilitate *BERD* COD TCS: 36307
48. Studiul privind barierele și oportunitățile de dezvoltare a SACET în mun. Bălți, IE
49. ECOPOLIS - Heating the sustainable city
50. https://www.energ.pub.ro/proiecte_cercetare/bgcoten/files/Etapa%202/Rapoarte/Raport%20privind%20diverse%20solutii%20de%20acumulare%20a%20caldurii%20si%20posibilitatea%20Ointegrarii%20lor%20la%20ENET%20SA.pdf
51. https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enmagazinarea_sezonier%C4%83_a_energiei_termice
52. http://isb.pub.ro/docs/Energii_regenerabile.pdf
53. <https://dokumen.tips/documents/energia-geotermala-55b089807bf4f.html>
54. <https://www.1energy.ro/functionarea-pompelor-de-caldura-pentru-producerea-de-apa-calda-menajera>
55. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017AE0719&from=EN>
56. <http://greenly.ro/deseuri/procedeu-de-tratarea-a-deseurilor-incinerarea>
57. SOLUȚII DE MODERNIZARE a sistemului de alimentare centralizată cu energie termică din mun. Chișinău (Studiu de prefezabilitate)
58. <https://docplayer.net/35841086-Edmond-maican-sisteme-de-energie-regenerabile.html>
59. <https://heatylab.com/ro/schematic-diagram-of-a-heat-unit-with-a-heat-meter-the-concept-of-a-thermal-point/>
60. Caracteristicile radiației solare pe teritoriul Republicii Moldova C. Guțu