



Universitatea Tehnică a Moldovei

**POMPELE DE CĂLDURĂ AER - APĂ CA
ALTERNATIVĂ LA CENTRALELE PE GAZ ÎN
CLĂDIRI MULTIFAMILIALE**

Student: Zdrobău Tatiana, ACGV-241M

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

Chișinău, 2026

REZUMAT

Zdrobău Tatiana: „Pompele de căldură aer - apă ca alternativă la centralele pe gaz în clădiri multifamiliale”, teză pentru obținerea titlului de master în inginerie, domeniul ACGV, Chișinău, 2026.

Teza este structurată în introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 34 de titluri, figuri, tabele și anexe.

Cuvinte-cheie: pompă de căldură, eficiență energetică, clădiri multifamiliale, COP, decarbonizare.

Lucrarea abordează problematica eficienței energetice în sectorul rezidențial, cu accent pe necesitatea identificării unor soluții alternative la sistemele de încălzire pe bază de gaze naturale, în contextul tranziției energetice și al reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră. Clădirile multifamiliale existente se caracterizează printr-un consum ridicat de energie, ceea ce impune implementarea unor tehnologii eficiente și sustenabile.

Obiectivul principal al cercetării constă în evaluarea performanței energetice și economice a pompelor de căldură aer-apă, în comparație cu centralele termice pe gaz, în vederea determinării fezabilității utilizării acestora în clădiri multifamiliale. În acest sens, au fost analizate sistemele de încălzire existente, caracteristicile pompelor de căldură și influența factorilor climatici și constructivi asupra consumului energetic.

Metodologia de cercetare include analiza teoretică a sistemelor de încălzire, evaluarea indicatorilor de performanță energetică (COP, SCOP), determinarea consumului de energie termică și realizarea unei analize economice bazate pe indicatori precum CAPEX, OPEX și perioada de recuperare a investiției. De asemenea, a fost realizată o analiză comparativă a soluțiilor tehnice și un studiu de caz aplicat asupra unui apartament dintr-o clădire multifamilială.

Rezultatele obținute evidențiază faptul că utilizarea pompelor de căldură aer-apă conduce la reducerea semnificativă a consumului de energie finală și a costurilor de exploatare, în special în condițiile utilizării sistemelor de distribuție de temperatură joasă. Totodată, s-a constatat că eficiența acestor sisteme depinde de condițiile de integrare, de caracteristicile clădirii și de regimul de exploatare.

În concluzie, pompele de căldură aer-apă reprezintă o alternativă tehnic viabilă și eficientă energetic pentru clădirile multifamiliale, contribuind la reducerea consumului de combustibili fosili și la diminuarea impactului asupra mediului.

ABSTRACT

Zdrobău Tatiana: *“Air-to-water heat pumps as an alternative to gas boilers in multi-family buildings”*, Master’s thesis in Engineering, ACGV field, Chișinău, 2026.

The thesis is structured into an introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, a bibliography of 34 sources, as well as figures, tables, and appendices.

Keywords: heat pump, energy efficiency, multi-family buildings, COP, decarbonization.

The paper addresses the issue of energy efficiency in the residential sector, focusing on the need to identify alternative solutions to natural gas-based heating systems in the context of energy transition and greenhouse gas emission reduction. Existing multi-family buildings are characterized by high energy consumption, which requires the implementation of efficient and sustainable technologies.

The main objective of the research is to evaluate the energy and economic performance of air-to-water heat pumps compared to gas boilers, in order to determine their feasibility in multi-family buildings. The study includes an analysis of existing heating systems, heat pump characteristics, and the influence of climatic and structural factors on energy consumption.

The research methodology is based on theoretical analysis, evaluation of energy performance indicators (COP, SCOP), calculation of thermal energy demand, and economic analysis using indicators such as CAPEX, OPEX, and payback period. A comparative analysis of technical solutions and a case study applied to an apartment in a multi-family building were also carried out.

The results show that the use of air-to-water heat pumps leads to a significant reduction in final energy consumption and operating costs, especially when combined with low-temperature heating systems. The efficiency of these systems depends on integration conditions, building characteristics, and operating regime.

In conclusion, air-to-water heat pumps represent a technically viable and energy-efficient solution for multi-family buildings, contributing to the reduction of fossil fuel consumption and environmental impact.

Cuprins

Cuprins	6
INTRODUCERE.....	7
1. SOLUȚII DE ÎNCĂLZIRE PENTRU CLĂDIRI MULTIFAMILIALE – ASPECTE TEORETICE	9
1.1. Sisteme de încălzire pe bază de gaze naturale.....	9
1.2. Pompe de căldură – principii generale	11
1.3. Pompele de căldură aer-apă.....	12
1.4. Sisteme hibride și tendințe actuale în încălzirea clădirilor multifamiliale	15
2. ANALIZA CONSUMULUI ENERGETIC ÎN CLĂDIRI MULTIFAMILIALE.....	17
2.1 Particularitățile consumului energetic în clădirile multifamiliale	17
2.2 Factori care influențează consumul de energie	21
2.3 Metode de determinare a necesarului de energie termică	27
2.4 Necesarul anual de energie pentru încălzire.....	32
2.5 Necesarul anual de energie pentru apă caldă menajeră.....	36
2.6 Măsurile de reducere a necesarului de energie termică.....	42
3 METODOLOGIA DE ANALIZĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMICĂ A POMPELOR DE CĂLDURĂ AER-APĂ	48
3.1 Evaluarea performanței energetice a sistemelor de încălzire	48
3.2 Analiza sezonieră a consumului de energie	52
3.3 Metodologia analizei economice.....	55
3.4 Indicatori economici utilizați.....	61
3.5 Definirea scenariilor de analiză.....	66
3.6 Instrumente și date utilizate în analiză	69
4. STUDIU DE CAZ -ANALIZA IMPLEMENTĂRII UNEI POMPE DE CĂLDURĂ AER- APĂ CU ÎNCĂLZIRE PRIN PARDOSEALĂ ÎNTR-UN APARTAMENT DINTR-O CLĂDIRE MULTIFAMILIALĂ.....	73
4.1 Descrierea generală a apartamentului analizat	73
4.2 Sistemul existent de încălzire cu centrală pe gaz	77
4.3 Soluția propusă: pompă de căldură aer-apă Panasonic Aquarea T-CAP All in One 7 kW și încălzire prin pardoseală cu apă.....	81
4.4 Compararea energetică și economică a sistemului existent și a soluției propuse	86
4.5 Avantaje, dezavantaje și interpretarea rezultatelor.....	92
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	99
BIBLIOGRAFIE	101

INTRODUCERE

În contextul actual al tranziției energetice și al intensificării politicilor de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, sectorul clădirilor rezidențiale capătă o importanță deosebită, fiind responsabil pentru o pondere semnificativă a consumului final de energie și a impactului asupra mediului [18], [27]. În special, clădirile multifamiliale, construite în perioade în care cerințele privind eficiența energetică erau mai puțin stricte, se caracterizează printr-un consum ridicat de energie pentru încălzire și prepararea apei calde menajere. În acest context, identificarea unor soluții alternative la sistemele tradiționale pe bază de gaze naturale devine o necesitate atât din punct de vedere economic, cât și ecologic.

Actualitatea temei este determinată de creșterea prețurilor la resursele energetice convenționale, de dependența de combustibili fosili și de necesitatea alinierii la obiectivele europene privind decarbonizarea sectorului rezidențial [20], [27]. Pompele de căldură aer-apă reprezintă o soluție tehnologică modernă, care valorifică energia regenerabilă din mediul înconjurător și permite reducerea consumului de energie primară și a emisiilor de dioxid de carbon [16], [27]. Datorită flexibilității și posibilității de integrare în clădiri existente, acestea sunt considerate o alternativă viabilă la centralele termice pe gaz în clădirile multifamiliale.

Obiectul de studiu al lucrării îl constituie sistemele de încălzire utilizate în clădirile multifamiliale, cu accent pe analiza comparativă dintre sistemele convenționale pe bază de gaze naturale și sistemele moderne bazate pe pompe de căldură aer-apă.

Scopul lucrării constă în evaluarea din punct de vedere energetic și economic a utilizării pompelor de căldură aer-apă ca alternativă la centralele termice pe gaz în clădiri multifamiliale, în vederea identificării condițiilor optime de implementare și a avantajelor acestora.

Pentru realizarea scopului propus, au fost stabilite următoarele obiective:

- analiza soluțiilor existente de încălzire în clădiri multifamiliale;
- determinarea necesarului de energie termică pentru încălzire și apă caldă menajeră;
- evaluarea performanței energetice a sistemelor analizate prin indicatori specifici (COP, SCOP) [27];
- realizarea unei analize comparative a consumului energetic în funcție de condițiile climatice [14];
- evaluarea economică a soluțiilor prin indicatori precum CAPEX, OPEX și perioada de recuperare a investiției [6];
- formularea unor recomandări privind implementarea sistemelor eficiente energetic.

Semnificația practică a lucrării constă în faptul că rezultatele obținute pot fi utilizate în proiectarea, modernizarea și optimizarea sistemelor de încălzire în clădiri multifamiliale, contribuind la reducerea consumului de energie și a emisiilor de CO₂. De asemenea, lucrarea oferă suport decizional pentru ingineri, proiectanți și factori implicați în procesul de eficientizare energetică a clădirilor [15], [18].

Metodologia de cercetare utilizată în cadrul lucrării include metode de analiză teoretică și aplicativă, bazate pe calculul necesarului de energie termică, evaluarea performanței energetice a sistemelor de încălzire, simularea funcționării sezoniere prin intermediul indicatorilor COP și SCOP, precum și analiza economică a investițiilor. De asemenea, sunt utilizate metode comparative și interpretative pentru evaluarea rezultatelor obținute în cadrul studiului de caz, în corelare cu datele climatice și condițiile reale de exploatare [6], [27].

BIBLIOGRAFIE

1. Adam M., Tokar A., Dorca A., Tokar D., Muntean D., Guțul V. *Solutions for optimizing the operation of energy recovery in ventilation systems*. Revista Română de Inginerie Civilă, 2024.
<https://www.rric.ro/reviste/articole/vol15nr2art1.pdf>
2. ASHRAE. *ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment*. Atlanta, 2021.
3. BEGLEȚ Natalia, Tatiana COLOMIETȚ, *Termotehnica construcțiilor: Îndrumar aplicativ pentru orele practice*, Chișinău: UTM, 2024
4. Begleț N., Ciutac-Nicolaev E., *Promovarea și implementarea conceptelor legate de reciclarea deșeurilor din construcții și demolări*, Conferinței tehnico-științifice „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, 2024
5. Begleț N., Haiducova M., Harea O., Leanca L., Nicolaev E., *Evaluarea indicatorilor energetici după implementarea măsurilor de eficiență energetică în Liceul Teoretic Mihai Eminescu, mun. Ungheni*,
<https://repository.utm.md>
6. Begleț N., Nicolaev E., *Analiza confortului termic în clădirile publice. Studiu de caz*, Romanian Journal of Civil Engineering, 2025, Vol 16, Issue 4, p. 363, ISSN 2068-3987
<https://doi.org/10.37789/rjce.2025.16.4.2>
7. Begleț N., Nicolaev E., Haiducova M., Leanca Livia, *Evoluția cerințelor de performanță energetică a clădirilor în Republica Moldova: analiza comparativă și aplicații practice*, Iași, 2025
8. Begleț N., Nicolaev E., Leanca Livia, *Evaluarea eficienței energetice în instituțiile de învățământ din Republica Moldova: Studiu de caz pe baza rapoartelor de audit energetic elaborate în cadrul proiectului GIZ*, Iași, 2025
9. Beț D., Tonu V., Guțul V. G., *Performanța filtrării aerului conform noului standard ISO 16890*, UTM, 2018
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/9415>
10. Braga D., Guțu-Chetrușca C., Hlusuov V., *Biomass Potential and Suitable Technologies for Valorifying Biomass in District Heating Systems in the Republic of Moldova*, SIELMEN, 2025
<https://doi.org/10.1109/SIELMEN67352.2025.11260674>
11. Braga D., Guțu-Chetrușca C., Hlusuov V., Tverdohleb A., *The biomass use for heat supply – case study for the Republic of Moldova*, IEEE, 2024
<https://doi.org/10.1109/EPEi63510.2024.10758174>
12. Caleffi S.p.A., *Gli impianti a pompa di calore aria-acqua*, 2022
<https://www.caleffi.com>
13. Colda Iolanda, Guțul Vera G., Guțul Vera I., *Analiza standardelor europene de performanță energetică a clădirilor privind sistemele de ventilare și condiționarea aerului*, UTM, 2020
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-230-238.pdf
14. Danici-Guțul Vera, Grebinicenco Vladimir, Guțul Vera, *Analysis of engineering solutions implemented for a hotel*, Romanian Journal of Civil Engineering, 2024
<https://www.rric.ro/reviste/articole/vol15nr3art15.pdf>
15. Danici-Guțul Vera, Guțul Vera, *Analysis of the use of geothermal heat pumps for heating and cooling of individual residential buildings*, Journal of Engineering Science, 2023
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/JES-no1-2023_118-127.pdf

16. European Commission, *A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings*, 2020
<https://ec.europa.eu>
17. Guțu-Chetrușca C., Braga D., *Energy Crises—Energy Transition Driving Force*, SIELMEN, 2023
<https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742>
18. Guțu-Chetrușca C., Guțu A., *Republic of Moldova Power Energy in the Pandemic*, Journal of Engineering Science, 2021
[https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(4).02)
19. Guțu-Chetrușca C., Braga D., *Integration of variable energy sources in energy systems*, Journal of Engineering Science, 2022
[https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(2\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(2).05)
20. Guțul V. G., Guțul V.I., *Bazele aerodinamicii ventilării*, Chișinău, 2025
<https://repository.utm.md/handle/5014/33929>
21. Guțul V. G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I., *Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor*, Chișinău, 2020
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/33237>
22. Guțul V. G., Leu V., Guțul V.I., *Analysis of the possibility of reducing energy consumption through the bivalent heating scheme with heat pump intercalation*, 2026
https://www.aiiro.ro/upload/files/2026/Revista_Ingineria_Instalatiilor_1-2026_web.pdf
23. Haiducova Mariana, Begleț Natalia, Nicolaev Elena, Leanca Livia, *Analiza energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal №11 din cadrul liceului teoretic cu profil sportiv №2, mun. Chișinău*, Iași, 2023
24. Haiducova Mariana, Begleț Natalia, Nicolaev Elena, Leanca Livia, *Măsurile de eficientizare energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal №11*, Iași, 2023
25. Haiducova Mariana, Nichita Șapovalov, Natalia Begleț, *Contribuția reabilitării termice la dezvoltarea durabilă a instituțiilor preșcolare*, Iași, 2025
26. IEA, *The Future of Heat Pumps*, 2022
<https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>
27. IEA, *Heat Pumps – Tracking Clean Energy Progress*, 2022
<https://www.iea.org>
28. NCM E.04.01, *Protecția termică a clădirilor*
29. NCM M.01.01, *Eficiența energetică a clădirilor*
30. NCM M.01.02, *Performanța energetică a clădirilor*
31. CP G.04.14, *Inspecția energetică a sistemelor de încălzire*
32. HG nr. 86/2025
33. PNIEC Republica Moldova, 2023
34. Panasonic Heating & Cooling Solutions, *Aquarea Air-to-Water Heat Pumps*
<https://www.aircon.panasonic.eu>