



Universitatea Tehnică a Moldovei

**IMPORTANȚA RECUPERĂRII CĂLDURII ÎN
SISTEMELE DE VENTILARE ȘI DE
CONDIȚIONARE A AERULUI**

Student:

Meleca Evgheni

Conducător:

**Guțul Vera
dr., conf. univ.**

Chișinău, 2026

REZUMAT

Meleca Evgheni. Importanța recuperării căldurii în sistemele de ventilare și de condiționare a aerului, teza pentru obținerea titlului de master în inginerie. Chișinău 2026.

Teza include: introducere, trei capitole, concluzii generale, bibliografie din 44 titluri, 58 de pagini text de bază, 19 figuri, 13 tabele, 3 anexe.

Cuvinte-cheie: recuperarea energiei în instalațiile de ventilare-condiționare, recuperator, eficiență energetică, transferul de energie termică.

Domeniul de studiu: recuperarea căldurii în sistemele de ventilare și de condiționare a aerului. Teza este dedicată studiului eficienței energetice, reducerea pierderilor de energie, recuperării căldurii în sistemele de ventilare și condiționare a aerului.

În teză este argumentată importanța recuperatoarelor de căldură în sistemele HVAC pentru a reduce pierderile de energie. S-a examinat selectarea unui sistem eficient de ventilare și climatizare, utilizând ca studiu de caz un restaurant situat în or. Chișinău.

S-au elaborat recomandări și concluzii privind importanța recuperării căldurii în sistemele de ventilare și climatizare și identificarea unei soluții optime din punct de vedere energetic și economic.

SUMMARY

Meleca Evgheni. The Importance of Heat Recovery in Ventilation and Air Conditioning Systems, Master's thesis in Engineering, Chisinau 2026.

The thesis includes: introduction, three chapters, general conclusions, bibliography of 44 titles, 58 pages of basic text, 19 figures, 13 tables, 3 annexes.

Keywords: energy recovery in ventilation and air conditioning installations, heat recovery unit, energy efficiency, thermal energy transfer.

Field of study: heat recovery in ventilation and air conditioning systems. The thesis is dedicated to the study of energy efficiency, reduction of energy losses, heat recovery in ventilation and air conditioning systems.

The thesis argues the importance of heat recovery units in HVAC systems to reduce energy losses. The selection of an efficient ventilation and air conditioning system was examined, using as a case study a restaurant located in the city. Chisinau.

Recommendations and conclusions were developed regarding the importance of heat recovery in ventilation and air conditioning systems and the identification of an optimal solution from an energy and economic point of view.

CUPRINS

REZUMAT.....	5
SUMMARY.....	6
INTRODUCERE.....	8
1. STUDIUL BIBLIOGRAFIC PRIVIND METODE DE RECUPERAREA A CĂLDURII ÎN SISTEMELE DE VENTILARE ȘI CONDIȚIONARE A AERULUI.....	10
1.1. Evoluția conceptului de eficiență energetică în clădiri	10
1.2. Importanța recuperării căldurii în ventilare și condiționare a aerului.....	11
1.3. Fundamente fizice și termotehnice ale procesului de recuperare.....	14
1.4. Concluzii.....	19
2. ANALIZA SISTEMELOR DE RECUPERARE A ENERGIEI.....	21
2.1. Economisirea energiei în sistemele de ventilație - metode cheie.....	21
2.2. Analiza tipurilor constructive de recuperatoare de căldură.....	24
2.3. Clasificarea recuperatoarelor după tipul de energie recuperată.....	32
2.4. Clasificarea recuperatoarelor după integrarea în sistemul HVAC.....	33
2.5. Recuperare prin recircularea aerului.....	35
2.6. Recuperarea căldurii cu ajutorul pompelor de căldură.....	37
2.7. Arhitectura unui sistem de ventilație modern: componente, senzori și automatizare.....	41
2.8. Concluzii.....	43
3. ANALIZA COMPARATIVĂ A SOLUȚIILOR DE VENTILARE/CLIMATIZARE PENTRU UN RESTAURANT.....	45
3.1. Descrierea obiectului cercetat.....	45
3.2. Date generale și soluțiile de proiect.....	46
3.3. Analiză comparativă a soluțiilor de ventilare/climatizare pentru un restarant.....	48
3.4. Concluzii.....	55
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	57
BIBLIOGRAFIE.....	59
ANEXE.....	62

INTRODUCERE

Actualitatea tezei. Asigurarea unui regim termic optim și a unui schimb de aer corespunzător în încăperi reprezintă una dintre principalele provocări în proiectarea și exploatarea clădirilor moderne. Această problemă devine deosebit de importantă în sezonul cald, când necesarul de răcire și ventilare crește semnificativ, conducând la un consum ridicat de energie. În același timp, menținerea calității aerului interior este esențială pentru sănătatea și confortul ocupanților, ceea ce impune utilizarea unor sisteme eficiente de ventilare mecanică.

În condițiile actuale, caracterizate prin creșterea gradului de etanșeitate a clădirilor și reducerea infiltrațiilor naturale de aer, ventilarea controlată devine obligatorie. Totuși, introducerea aerului proaspăt din exterior implică pierderi de energie, în special în perioadele cu diferențe mari de temperatură între interior și exterior. Din acest motiv, recuperarea căldurii din aerul evacuat reprezintă o soluție tehnică eficientă pentru reducerea acestor pierderi și pentru îmbunătățirea performanței energetice a sistemelor HVAC.

Importanța temei este accentuată și de contextul economic și energetic actual, marcat de creșterea continuă a costurilor energiei în Republica Moldova, precum și de necesitatea alinierii la cerințele europene privind eficiența energetică a clădirilor. În acest sens, utilizarea sistemelor de ventilare cu recuperare de căldură contribuie nu doar la reducerea consumului energetic, ci și la diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră.

De asemenea, în cazul clădirilor cu destinație publică, cum sunt restaurantele, cerințele privind ventilarea sunt mai stricte, datorită densității mari de ocupare și a surselor suplimentare de căldură și poluanți (echipamente de gătit, vapori, mirosuri). În aceste condiții, alegerea unui sistem adecvat de ventilare și climatizare devine esențială atât pentru asigurarea confortului termic, cât și pentru respectarea normelor sanitare și de siguranță.

În cadrul prezentei lucrări este analizată problema selectării unui sistem eficient de ventilare și climatizare, utilizând ca studiu de caz un restaurant situat în Chișinău. Analiza are ca scop identificarea unei soluții optime din punct de vedere energetic și economic, prin compararea diferitelor variante de sisteme, inclusiv cele care utilizează recuperarea căldurii.

Scopul și obiectivele tezei.

Scopul lucrării constă în analiza importanței recuperării căldurii în sistemele de ventilare și climatizare din punct de vedere al eficienței energetice.

Scopul propus a fost atins prin soluționarea următoarelor **obiective**:

- studiul bibliografic privind metode de recuperare a căldurii în sistemele de ventilare și condiționare a aerului;
- analiza tipurilor constructive de recuperatoare de căldură;
- elaborarea clasificării contemporane a recuperatoarelor de căldură;
- analiza și compararea soluțiilor de ventilare/climatizare pentru un restaurant;
- elaborarea concluziilor și recomandărilor privind importanța recuperării căldurii în sistemele de ventilare și climatizare.

Noutatea practică și științifică a tezei:

- s-a elaborat și propus o clasificare contemporană a recuperatoarelor de căldură;
- s-a elaborat concluzii generale și recomandări privind importanța recuperării căldurii în sistemele de ventilare și climatizare.

BIBLIOGRAFIE

1. ASHRAE. (2023). *Ventilation and Indoor Air Quality Resources*.
2. Awbi, H. B. (2003). *Ventilation of Buildings*. London: Spon Press, pag. 45-78, 120-135.
3. Bălănescu, D., & Ionescu, C. (2010). *Instalații de ventilare și climatizare*. București: Editura Didactică și Pedagogică, pag. 12-156.
4. Besant, R. W., & Johnson, A. B. (1995). Reducing energy costs using run-around systems. *ASHRAE Journal*, 37(2), pag. 41–46.
5. Boguslavskii, L. D., Livchak, V. I., & Titov, R. T. *Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха*, pag. 55-102.
6. Cho, H. J. (2026). Energy saving potential of run-around heat recovery coil systems. *Applied Thermal Engineering*.
7. Dumitrescu, A. (2020). Analiza performanței recuperatoarelor de căldură. *Buletinul AGIR*, nr. 2. Buletinul AGIR, nr. 2, pag. 60–66.
8. EN 308:1997. *Heat exchangers – Test procedures for air-to-air heat recovery devices*.
9. EN 16798-3:2017. *Energy performance of buildings – Ventilation for non-residential buildings*.
10. European Commission. (2021). *Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*.
11. Eurovent. (2025). *Moisture recovery in ventilation and air-conditioning systems*.
12. Georgescu, M. (2019). Soluții eficiente pentru reducerea consumului energetic în clădiri. *Instalații și Echipamente*, nr. 3, pag. 22–28.
13. Guțul V. G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I. Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Modul de curs pentru studii superioare de master și doctorat. Chișinău 2020. ISBN 978-9975-3299-5-8. 189 p.
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/33237/Calitate-aer-interior-eficienta-energ-cladiri-Modul-curs.pdf?sequence=1>
14. Guțul V. G., Guțul V.I. Bazele aerodinamicii ventilării: Programul 0732.4 Ingineria sistemelor termice, de gaze și climatizare pentru clădiri. Chișinău 2025. 188 p. ISBN 978-9975-3686-9-8. URI: <https://repository.utm.md/handle/5014/33929>
15. IS-2010. *Normativ pentru proiectarea instalațiilor HVAC*.
16. ISO 16890. *Air filters for general ventilation*.
17. Ilina, M. (2016). *Eficiența energetică a clădirilor*. București, pag. 67-120.
18. Kuz O., Gulai B., & Shapoval S. (2025). Analysis of decentralized ventilation systems.

19. Marius Adam, Adriana Tokar, Alexandru Dorca, Dănuț Tokar, Daniel Muntean, Vera Guțul. Solutions for optimizing the operation of energy recovery in ventilation systems. Soluții pentru optimizarea funcționării recuperării energiei în sistemele de ventilație. Revista Română de Inginerie Civilă. Online edition ISSN 2559-7485 Print edition ISSN 2068-3987; ISSN-L 2068-3987. DOI: 10.37789/rjce.2024.15.2.1.

<https://www.rric.ro/reviste/articole/vol15nr2art1.pdf>

20. Popa, V. (2018). Recuperarea căldurii în sistemele HVAC moderne. Revista Construcțiilor, nr. 12, pag. 45–50.

21. Guțul V. G., Putiveț S., Guțul V. I. Analiza eficienței utilizării recuperatoarelor de căldură cu plăci în clădiri civile. Romanian Conference of Energy Performance of Buildings. Revista Română de Inginerie Civilă, Vol., nr. 3, 2013, p. 199-204. ISSN 2068-3987. <https://www.rric.ro/reviste/articole/vol4nr3art2.pdf>

22. Colda Iolanda, Guțul Vera G., Guțul Vera I. Analiza standardelor europene de performanță energetică a clădirilor privind sistemele de ventilare și condiționarea aerului. Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului. Ediția a X-a. 27 noiembrie 2020. UTM. Chișinău. În: Culegere de articole. ISBN 978-9975-87-779-4. p. 230-238. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-230-238.pdf

23. Rymkevich, A. A. (1990). Системный анализ оптимизации вентиляции. Москва: Стройиздат.

24. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

25. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения.

26. Сотников, А. Г. (2005). Системы кондиционирования воздуха. Санкт-Петербург.

27. Стефанов, Е. В. (1970). Вентиляция и кондиционирование воздуха.

28. Wang, S., & Xiao, F. (2004). AHU control for improving energy efficiency. Energy and Buildings, 36(5), pag. 421–431.

29. Yang, L., Yan, H., & Lam, J. C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications – A review. Applied Energy, pag. 115, 164–173.

30. Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89 “Общественные здания и сооружения”.

31. Коркин В. Д. Кондиционирование воздуха — что это такое? АВОК. 2004. № 1.

32. Zhang, L., & Jiang, Y. (2008). Heat recovery in ventilation systems: A review. Energy and Buildings, 40(3), pag. 276–284.

33. Guțul V. I., Guțul V. G. Identificarea factorilor care afectează consumul de energie la sistemele de ventilare și climatizare. Probleme actuale ale urbanismului și amenajării

teritoriului. În: Culegere de articole 16-17 noiembrie 2018. UTM. Chișinău. ISBN 978-9975-87-384-0. P.198-193. <https://repository.utm.md/handle/5014/9416>.

34. PASSIVE HOUSE INTERNATIONAL. Ventilation and heat recovery. <https://www.passivehouse-international.org/>.

35. ZEHNDER GROUP. *How heat recovery ventilation works*. <https://www.zehnder.ro/ro/sisteme-de-ventilatie-confortabila/tehnologie>.

36. PASSIVE HOUSE INSTITUTE. *Ventilation and Heat Recovery*. <https://passipedia.org/basics/ventilation>.

37. SYSTEMAIR. *Rotary heat exchangers and Plate heat exchangers technology*. <https://www.systemair.com/en/knowledge/technology-center>.

38. HOVAL AG. *Selection and efficiency of heat recovery systems*. <https://www.hoval.com/en/products/heat-recovery>.

39. VORTICE. *Industrial heat recovery units - technical diagrams*. <https://www.vortice.it/en/heat-recovery>.

40. REMAK a.s. *AeroMaster XP - Central units for ventilation and air conditioning*. <https://www.remak.eu/ro/aeromaster-xp>.

41. Natalia Beglet, Elena Nicolaev, Analiza confortului termic în clădirile publice. Studiu de caz, Romanian Journal of Civil Engineering / Revista Română de Inginerie Civilă, 2025, Vol 16, Issue 4, p.363, ISSN 2068-3987, <https://doi.org/10.37789/rjce.2025.16.4.2>

42. 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”, Conferințele Instalații pentru construcții și economia de energie ediția a XXXIII-a și Energie, eficiență, ecologie și educație ediția a VI-a, 6-7 iulie 2023, Iași, România, ISSN 2069-1211.

43. LEU Vasile, Vîrlan Andrei. Modelarea regimurilor hidraulice de funcționare a sistemului de alimentare centralizată cu energie termică din Municipiul Chișinău. In: Probleme actuale în urbanism și arhitectură, 15-17 noiembrie 2022, Chișinău. Chișinău: Universitatea Tehnică a Moldovei, 2022, Ediția 11, pp. 70-80. ISBN 978-9975-45-947-1 https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/185724

44. Cernei Mihail, Vasile Leu. Problemele generale ale sistemelor centralizate de încălzire în Republica Moldova. Problemele energiei regionale 1(30) 2016, p.84-88. ISSN1857-0070 https://journal.ie.asm.md/assets/files/07_01_30_2016.pdf