

**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea "Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi"**  
**Departamentul Inginerie Mecanică**

**Admis la susținere**

**Șef departament:**

**Mihai BALAN, conf. univ., dr.**

---

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025

**Eficientizarea sistemului de distribuție a aerului  
condiționat în spațiile industriale**

**Teză de master**

**Masterand:** *Griniuc Cristi,*  
*gr. IM-231*

\_\_\_\_\_

**Conducător:** *Guțu Marin,*  
*dr., conf. univ.*

\_\_\_\_\_

Chișinău, 2025

## ADNOTARE

la teza de master cu titlul „*Eficientizarea sistemului de distribuție a aerului condiționat în spațiile industriale*”

înaintată de competitorul *Griniuc Cristi*,

pentru conferirea titlului de *master* la programul *Inginerie Mecanică*.

**Structura tezei:** constă din introducere, două capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 20 de titluri, 66 pagini de bază, 36 figuri, 5 tabele.

**Cuvinte cheie:** sistem de încălzire, simulare numerică, transfer de căldură, generator de aer cald.

**Obiectivele tezei:** analiza crizei energetice regionala și locală, analiza bibliografică generală în domeniu sistemelor de încălzire industrial.

Elaborarea modelului de calcul și simulare distribuției căldurii în hala de producere; propunerea soluțiilor de îmbunătățire a distribuției aerului cald în baza rezultatelor obținute.

**Noutatea și originalitatea:** lucrarea constă în cercetarea și propunerea unei metode de eficientizare a sistemului de încălzire industrial.

Teza constă din 2 capitole în care:

*În primul capitol* sunt descrise aspectele teoretice privind procesul de încălzire a aerului în secțiunile de lucru, funcționarea generatorului de aer cald, precum și utilizarea altor aparate de încălzire cum ar fi: pompa de căldură, încălzitor cu tub radiant, radiant ceramic, radiant bazat pe principiul de încălzire cu hidrogen etc. De asemenea, sunt descrise și analizate procesele de încălzire a aerului, precum și direcții noi de optimizare a generatoarelor de aer cald.

*Al doilea capitol* prezintă elaborarea modelului de calcul și simularea distribuției căldurii în halele industriale. A fost efectuată analiza comparativă a uniformității încălzirii aerului în condițiile amplasării generatorului de aer în centrul halei sau conectarea acestuia la sistemul de ventilație.

## SUMMARY

In the master's thesis with the title "*Efficiency of the air conditioning distribution system in industrial premises*"

submitted by competitor *Griniuc Cristi*,

for conferring the master's degree in the *Mechanical Engineering* program.

**Thesis structure:** consists of introduction, two chapters, conclusions and recommendations, bibliography with 20 titles, 66 basic pages, 36 figures, 5 tables.

**Keywords:** heating system, numerical simulation, heat transfer, hot air generator.

**Objectives of the thesis:** to analyze the regional and local energy crisis, general literature review in the field of industrial heating systems.

Elaboration of calculation and simulation model of heat distribution in the production hall; proposal of solutions to improve the hot air distribution based on the obtained results.

**Novelty and originality:** the work consists in researching and proposing a method for the optimization of the industrial heating system.

The thesis consists of 2 chapters in which:

*The first chapter* describes the theoretical aspects of the air heating process in the working sections, the operation of the hot air generator, as well as the use of other heating appliances such as: heat pump, radiant tube heater, ceramic radiant, radiant based on the hydrogen heating principle, etc. Also, the air heating processes are described and analyzed, as well as new directions of optimization of the hot air generators.

*The second chapter* presents the computational model development and simulation of heat distribution in industrial halls. A comparative analysis of the uniformity of air heating was carried out under the conditions of placing the air generator in the center of the hall or connecting it to the ventilation system.

## CUPRINS

<b>Adnotare</b> .....	6
<b>Summary</b> .....	7
<b>Introducere</b> .....	8
<b>Capitolul I. Analiza bibliografică generală în domeniu</b> .....	9
1.1. Cadrul normativ național și internațional privind eficiența energetică, strategia guvernului R. M. ....	9
1.2. Analiza constructiv-funcțională a spațiilor din întreprinderile industriale.....	12
1.3. Analiza soluțiilor de climatizare a spațiilor industriale .....	18
1.3.1. Sisteme de climatizare pe baza unităților de condiționare .....	23
1.3.2. Sisteme de încălzire pe baza generatoarelor de aer cald și perdele de aer .....	28
1.3.3. Sisteme de încălzire pe baza tuburilor radiante și radianți ceramici .....	40
1.3.4. Sisteme complementare de încălzire industrială.....	50
<b>Capitolul II. Eficientizarea constructiv-funcțională a sistemului de distribuție a aerului cald</b> .....	53
2.1. Analiza constructiv-funcțională a sistemului de încălzire selectat.....	53
2.2. Elaborarea modelului de calcul și simularea distribuției aerului cald într-un spațiu industrial...59	
2.2.1. Geometria modelului de calcul și condițiile la limită .....	59
2.2.2. Analiza rezultatelor .....	61
2.2.3 Soluții de modificare constructivă ale încălzitorului de aer .....	64
<b>Concluzii și recomandări</b> .....	65
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	66

## INTRODUCERE

Spațiile industriale reprezintă o parte semnificativă din consumul global de energie. Sistemele de distribuție a aerului condiționat joacă un rol crucial în menținerea unui mediu de lucru confortabil și productiv în aceste spații, dar pot contribui și la un consum energetic semnificativ. Eficiența energetică a sistemelor de climatizare industriale devine astfel o problemă de importanță majoră, atât din punct de vedere economic, cât și din punct de vedere al impactului asupra mediului.

Importanța eficienței energetice în sistemele de distribuție a aerului condiționat industrial:

**Reducerea Costurilor Energetice:** Un sistem de climatizare eficient reduce consumul de energie, scăzând semnificativ costurile de funcționare. Aceste economii pot contribui la îmbunătățirea rentabilității afacerii și la reducerea impactului asupra bugetului.

**Reducerea Emisiilor de CO<sub>2</sub>:** Sistemele de climatizare reprezintă o sursă majoră de emisii de gaze cu efect de seră. Eficientizarea acestora contribuie la atingerea obiectivelor de reducere a emisiilor și la combaterea schimbărilor climatice.

**Îmbunătățirea Confortului și a Productivității:** Condițiile climatice optime în spațiile industriale contribuie la un mediu de lucru mai confortabil pentru angajați, reducând oboseala și stresul termic. Acest lucru se traduce prin îmbunătățirea concentrării, a productivității și a moralului angajaților.

**Protejarea Echipamentelor:** Unele procese industriale necesită condiții specifice de temperatură și umiditate pentru a funcționa corect. Un sistem de climatizare eficient le protejează de deteriorare, asigurând un proces de producție stabil și fiabil.

Republica Moldova s-a angajat să își reducă consumul anual de energie primară cu 20% până în 2020. În vederea atingerii acestui obiectiv, autoritățile și sectorul civil acționează pentru a mobiliza opinia publică, factorii de decizie și operatorii de pe piață, precum și pentru a stabili standarde minime de eficiență energetică. Autoritățile locale și organizațiile neguvernamentale dețin un rol cheie în atenuarea schimbărilor climatice, promovării eficienței energetice și utilizării surselor de energii regenerabile. Prin urmare, autoritățile locale și OSC-urile (Organizațiile Sectorului Civil) trebuie să devină actorii principali în vederea punerii în aplicare a politicilor energetice durabile și trebuie să fie recunoscute și sprijinite în eforturile depuse.

Odată cu creșterea eficienței energetice instituțiile, organizațiile, gospodăriile, comunitățile, și în final țara, vor deveni mai competitive și eficiente ceea ce va duce la îmbunătățirea mediului de trai. Promovarea măsurilor de eficiență energetică și utilizarea surselor de energii regenerabile sunt o precondiție de dezvoltare și modernizare a țării. Efortul conjugat a tuturor actorilor interesați va da roade doar atunci când toți vor conștientiza importanța cunoașterii modelelor de succes și bunele practici în domeniu, dar și vor implementa aceste modele în satele și orașele din RM.

## BIBLIOGRAFIE

1. Energie termică și promovarea cogenerării. <https://energie.gov.md/ro/content/energie-termica-si-promovarea-cogenerarii>
2. Obiectivele de dezvoltare durabilă. <https://statistica.gov.md/ro/obiectivele-de-dezvoltare-durabila-183.html>
3. Asigurarea accesului tuturor la energie la prețuri accesibile, într-un mod sigur, durabil și modern. <https://statisticamd.github.io/sdg-site-moldova/ro/7/>
4. Что такое теплогенератор: устройство, принцип работы (accesat la: 15.10.2024) <https://energomir.su/blog/cto-takoe-teplogeneranor>
5. Generatori d'aria calda per allevamenti avicoli indiretti a gas ad alta efficienza [online]. (accesat la: 25.10.2024) <https://www.tecnoclimaspa.com/generatori-aria-calda/ekocikki-80>
6. Папченко А. Воздушное отопление производственного помещения. (accesat la: 15.10.2024) <https://ceds.ru/blog/vozdushnoe-otoplenie-proizvodstvennogo-pomeshcheniya/>
7. Wolf, Magdalena & Detzhofer, Thomas & Pröll, Tobias. (2018). A comparative study of industrial heat supply based on second-law analysis and operating costs. Thermal Science. 22. 217-217. 10.2298/TSCI171228217W.
8. Generatori d'aria calda pensili compatti a gas stagni a diffusione diretta con bruciatore di gas premiscelato monostadio o modulante [online]. (accesat la: 27.10.2024) <https://www.tecnoclimaspa.com/generatori-aria-calda/mx>
9. Soltani, S., et al., A Comparative Exergoeconomic Analysis of Two Biomass and Co-firing Combined Power Plants, Energy Conversion and Management, 76 (2013), Dec., pp. 83-91
10. Sahoo, P. K., et al., Exergoeconomic Optimisation of a Cogeneration System Using Exergy Splitting Method, Proceedings, 26th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, ECOS 2013, Guilin, China, 2013
11. Sezioni di riscaldamento aria a condensazione per installazione all'interno. (accesat la: 29.10.2024) <https://www.tecnoclimaspa.com/generatori-aria-calda/sr-energy>
12. Perdelele de aer, încălzirea pentru hale ca un sistem complet [online]. (accesat la: 30.10.2024) <https://schwank.ro/produse/solutiile-de-incalzire/perdelele-de-aer/>
13. G. Matache, I. Pavel, A. Pantiru, M. Ciciu, Proc. of 5th International Conference of Thermal Equipment, Renewable Energies and Rural Development TE-RE-RD, pp. 277-282 (2016)
14. Radiantul ceramic, dispozitive de încălzire cu infrarosu pentru hale [online]. (accesat la: 12.11.2024) <https://schwank.ro/produse/solutiile-de-incalzire/radiantul-ceramic/>
15. F. Sundblad, An improved cooking stove for the urban and peri-urban areas in Zambia (Master of Science Thesis in Industrial Design Engineering, Gothenburg, Sweden: Chalmers University of Technology, 2014)
16. D. Supramono, F. Inayati, Proceeding of the 13th International Conference on QIR (Quality in Research), pp. 393-398 (2013)

17. Soluțiile de încălzire, Tuburile radiante [online]. (accesat la: 16.11.2024)  
<https://schwank.ro/produse/solutiile-de-incalzire/tuburile-radiante/>
18. Hala depozitare 1300mp cu teren 5000mp [online]. (accesat la: 21.11.2024)  
<https://www.trandemi-imobiliare.ro/spatiu-comercial-de-vanzare-lancram-lancram-84.html>
19. Mahmoud, Ahmedou & Zinoubi, Jamil & Maad, Rejeb. (2007). Study of hot air generator with quasi-uniform temperature using concentrated solar radiation: Influence of the shape parameters. Renewable Energy. 32. 351-364. 10.1016/j.renene.2006.01.014.
20. Recuperatoare de caldura. (accesat la: 18.11.2024)  
<https://www.novapan.ro/recuperatoare-de-caldura-20034>