



Universitatea Tehnică a Moldovei

**CONCEPEREA UNUI SISTEM AUTONOM DE
ÎNCĂLZIRE PENTRU O CASĂ INDIVIDUALĂ CU
INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE
ENERGIE**

Student:

Șapovalov Nichita

Coordonator:

Begleț Natalia

Conf.univ., dr.ing.

Chișinău, 2026

ADNOTARE

Șapovalov Nichita: "Conceperea unui sistem autonom de încălzire pentru o casă individuală cu integrarea surselor regenerabile de energie", teză pentru obținerea titlului de inginer licențiat, Chișinău, 2026.

Teza de licență include cinci capitole, anexe, bibliografie din 47 de titluri, 93 de pagini de text de bază, 13 figuri, 18 tabele.

Cuvinte-cheie: surse regenerabile de energie, pompă de căldură, panouri fotovoltaice, eficiență energetică.

Problematica lucrării reprezintă dificultatea tehnică de a transforma clădirile rezidențiale individuale în clădiri cu consum de energie aproape de zero (NZEB) și contextul energetic din Republica Moldova, caracterizat prin dependență mare de resursele de import și fluctuații de preț.

Obiectivul lucrării este conceperea și dimensionarea unui sistem autonom de încălzire pentru o casă individuală din orașul Vatra, mun. Chișinău. Este analizată posibilitatea integrării surselor regenerabile de energie precum pompe de căldură și panouri fotovoltaice, și prin urmare, asigurarea unui nivel optim de confort termic pe termen lung, cu costuri minime de exploatare.

Metodele aplicate includ: calculul termotehnic al anvelopei clădirii (determinarea coeficienților de transfer termic pentru pereți exteriori, planșee, uși și geamuri); determinarea pierderilor de căldură; aplicarea metodei coeficienților pentru calculul podelelor calde, cât și dimensionarea sistemului de încălzire; alegerea corpurilor de încălzire; alegerea pompei de căldură.

SUMMARY

Nichita Șapovalov: “Design of an Autonomous Heating System for a Single-Family Home with the Integration of Renewable Energy Sources,” thesis for the degree of Bachelor of Engineering, Chișinău, 2026.

The bachelor’s thesis consists of five chapters, appendices, a bibliography of 47 titles, 93 pages of main text, 13 figures, and 18 tables.

Keywords: renewable energy sources, heat pump, photovoltaic panels, energy efficiency.

The focus of this paper is the technical challenge of transforming single-family residential buildings into nearly zero-energy buildings (NZEBs) and the energy context in the Republic of Moldova, which is characterized by a high dependence on imported resources and price fluctuations.

The objective of this paper is to design and size an autonomous heating system for a single-family home in the town of Vatra, Chișinău. The paper analyzes the possibility of integrating renewable energy sources, such as heat pumps and photovoltaic panels, and thereby ensuring an optimal level of thermal comfort in the long term, with minimal operating costs.

Metodele aplicate includ: calculul termotehnic al anvelopei clădirii (determinarea coeficienților de transfer termic pentru pereți exteriori, planșee, uși și geamuri); determinarea pierderilor de căldură; aplicarea metodei coeficienților pentru calculul podelelor calde, cât și dimensionarea sistemului de încălzire; alegerea corpurilor de încălzire; alegerea pompei de căldură.

CUPRINS

ÎNTRUDUCERE.....	10
PREMISELE DE CALCUL NECESARE PENTRU CONFIGURAREA SISTEMULUI DE ÎNCĂLZIRE	11
1. ÎNCĂLZIRE.....	12
1. Calculul termotehnic al anvelopei clădirii	13
1.1. Calculul temotehnic al peretelui exterior	13
1.1.1. Determinarea coeficientului de transfer termic global de căldură.....	13
1.1.2. Câmpul de temperatură în perele exterior	14
1.1.3. Verificarea pericolului de condensare a vaporilor de apă pe suprafața interioară a peretelui exterior în colț.....	16
1.1.4. Regimul de umiditate în interiorul peretelui	17
1.1.5. Stabilitatea termică a peretelui exterior.....	20
1.2. Calculul termotehnic al pardoselei	21
1.2.1. Determinarea coeficientului de transfer termic global de căldură	21
1.2.2. Absorbția termică a suprafeței pardoselilor.....	22
1.2.3. Calculul pardoselii așezate pe sol.....	23
1.3. Calculul termotehnic al planșeului ultimului nivel.....	24
1.3.1. Determinarea coeficientului de transfer termic global de căldură	24
1.3.2. Stabilitatea termică a planșeului ultimului nivel	25
1.4. Calculul termic al elementelor vitrate și ușilor.....	26
1.5. Calculul pierderilor de bază de căldură	26
1.6. Necesarul de căldură pentru încălzirea aerului infiltrat.....	27
1.7. Caracteristica și tipul sistemului de încălzire proiectat	28
1.7.1. Sursa de căldură.....	28
1.7.2. Calculul și proiectarea sistemului de încălzire prin pardosea	29
1.7.3. Calculul hidraulic al sistemului de încălzire	31
1.7.4. Alegerea corpurilor de încălzire	31
1.7.5. Alegerea pompei de căldură	32
2. TEHNOLOGIA ȘI MONTAJUL INSTALAȚIILOR INTERIOARE ACGV	34
2.1. Introducere	35
2.2. Ogranizarea și tehnologia proceselor de execuție a lucrărilor de montare.....	35
2.2.1. Lucrările pregătitoare înainte montării.....	35
2.2.2. Lucrările principale de montare	36
2.2.3. Lucrările efectuate după montare	36

2.3. Lista detaliilor de completare a schemei tehnologice de montare.....	37
2.4. Lista și consecutivitatea lucrărilor de construcție-montaj a instalației.....	41
2.5. Determinarea consumului de muncă, a salariului muncitorilor, a costului lucrărilor utilajelor.....	45
2.6. Determinarea resurselor tehnico-materiale.....	52
2.7. Întocmirea planului calendaristic de execuție a lucrărilor de construcții – montaj.....	55
2.7.1. Elaborarea graficului de execuție a lucrărilor de construcții-montaj	55
2.7.2. Elaborarea graficului necesității în forță de muncă.....	55
2.8. Indicii tehnico-economici	56
2.9. Controlul de calitate și recepția lucrărilor de construcție-montare	57
3. SECURITATEA ACTIVITĂȚII VITALE	59
3.1. Traumele posibile la exploatarea sistemului de încălzire	60
3.2. Măsuri de SSM la utilizarea sistemelor de încălzire	60
3.3. Mijloace individuale de protecție	61
3.4. Cerințele față de vase care funcționează sub presiune	62
4. ECONOMIA CONSTRUCȚIEI	64
4.1. Definirea și structura costului de deviz	65
4.2. Determinarea devizului local.....	66
4.3. Economia anuală generată de pompe de căldură.....	74
4.4. Includerea panourilor fotovoltaice în sistem de încălzire.....	77
5. CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ	62
5.1. Introducere	79
5.2. Tipurile surselor de energie. Sursele de energie neregenerabile și regenerabile.....	79
5.3. Energia solară și utilizarea ei pentru a încălzi apa în colectoarele solare	82
5.4. Colectorul solar de tip “aer-aer”	85
5.5. Concluzii.....	88
BIBLIOGRAFIE	90
ANEXE.	94

Întroducere

Actualitatea temei privind conceperea unui sistem autonom de încălzire este determinată de contextul energetic complex din Republica Moldova, unde dependența de resursele de import și fluctuațiile de preț impun identificarea unor soluții alternative. În acest sens, trecerea către standardul NZEB (Nearly Zero Energy Building) — clădirea cu consum de energie aproape de zero — nu mai reprezintă doar o recomandare ecologică, ci o necesitate economică și strategică. Implementarea cerințelor NZEB în sectorul rezidențial individual este considerată esențială din mai multe considerente. În primul rând, se urmărește obținerea unei independențe energetice sporite. Prin integrarea surselor regenerabile de energie, se reduce considerabil necesarul de energie din rețelele centralizate, oferind protecție împotriva instabilității pieței.

În al doilea rând, se pune accent pe eficiența economică pe termen lung, unde costurile minime de exploatare compensează investiția inițială. Din punct de vedere ecologic, adoptarea tehnologiilor verzi contribuie direct la reducerea amprente de carbon, aliniind sectorul construcțiilor la standardele internaționale de protecție a mediului.

Din perspectivă juridică, această tranziție este susținută de un cadru normativ bine definit, care obligă la creșterea performanței energetice a clădirilor. Baza legislativă principală este reprezentată de Legea nr. 139/2018 privind performanța energetică a clădirilor, care transpune directivele europene în legislația națională și stabilește cerințele minime pentru clădirile al căror consum de energie este aproape de zero. De asemenea, Legea nr. 10/2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile oferă cadrul necesar pentru integrarea tehnologiilor verzi în sistemele de încălzire.

Respectarea acestor reglementări, împreună cu normativele tehnice în construcții (NCM), asigură nu doar legalitatea proiectului, ci și calitatea și siguranța exploatării sistemelor autonome propuse. În concluzie, abordarea sistemelor de încălzire prin prisma standardului NZEB reprezintă direcția inevitabilă de dezvoltare a construcțiilor moderne.

Această lucrare analizează soluțiile tehnice prin care o casă individuală poate deveni o unitate autonomă, capabilă să asigure un nivel optim de confort cu un impact minim asupra resurselor planetei.

Bibliografie

1. NCM M.01.01:2016 – *Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor*. Chișinău: Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor al Republicii Moldova.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=102399
2. Ecocald – *Ventilație cu recuperare de căldură*.
Accesibil la: <https://ecocald.ro/ventilatie-cu-recuperare-de-caldura>
3. . Г. Малявина Теплопотери здания Справочное пособие Москва «АВОК-ПИРЕСС» 2007
<https://idr-group.ru/vazhno-znat/snipy-gosty-i-gradostroitelnye-normy/pdf/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%20%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5.pdf>
4. NCM G.04.05:2016 – *Instalații termice, de ventilare și condiționare a aerului. Surse autonome pentru alimentare cu căldură*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=103025
5. NCM C.01.08:2016 – *Blocuri locative*. Normativ privind cerințele minime pentru proiectarea clădirilor locative.
6. Guțul Vera G. Guțul Vera I. Bazele asigurării microclimei. Chișinău: Editura “Artopoligraf”, 2025.
7. NCM A.08.02:2014 – *Securitatea și sănătatea în muncă în construcții*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=87916
8. NCM B.02.01:2016 – *Infrastructura socială. Parcaje. Cerințe de proiectare și siguranță la incendiu*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=96753
9. NCM E.04.01:2017 – *Protecția termică a clădirilor. Cerințe generale de eficiență energetică*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=100904
10. NCM C.04.02:2005 – *Ventilarea și condiționarea aerului în clădiri civile și industriale*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=84393
11. CP A.09.04-2016 – *Cod de practică privind proiectarea sistemelor de ventilare în clădiri civile*.
Accesibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=101285
12. СНиП 23-01-99* – *Climatologia construcțiilor. Parametri climatici de proiectare*.
Accesibil la: <https://docs.cntd.ru/document/901776470>
13. СНиП 2.04.05-91 – *Sisteme de încălzire, ventilare și climatizare*. Norme de stat (aplicabile și în RM ca referință).
Accesibil la: <https://docs.cntd.ru/document/1200001319>
14. ГОСТ 30494-2011 – *Microclimat în încăperi*. Standarde de confort termic și calitate a aerului.
Accesibil la: <https://docs.cntd.ru/document/1200088423>
15. CCKTM.prom.ua – *Ventilator de conductă dreptunghiular C-PKV-BC-S-70-40-4-380-RC*.
Accesibil la: <https://ccktm.prom.ua/ua/p182808441-ventilyator-kanalnyj-pryamougolnyj.html>
16. *Manualul inginerului de instalații pentru construcții*, Editura Tehnică, București – lucrare de referință pentru normative și metode de calcul în proiectarea instalațiilor HVAC.

17. Grosu, M. & Cotic, V. (2020). *Metode de eficientizare a ventilării naturale prin aspirație*. În Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Vol. II, pp. 111–114. Universitatea Tehnică a Moldovei. Accesibil la: https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/8723/Conf_TehStiint_UTM_StudMastDoct_2020_Vol_II_pg111-114.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. AERECO. (2016). *Ventilație controlată – Sisteme de ventilare higroreglabilă în clădiri*. Prezentare susținută la a X-a Conferință Națională AAECR, Constanța, 13 mai 2016. Accesibil la: <https://aaecr.ro/wp-content/uploads/2016/05/AERECO-prezentare-Constanta-2016.pdf>
19. Bancea, O., & Cîncă, M. (1994). *Instalații de ventilare și climatizare – Îndrumător de lucrări de laborator*. Timișoara: Litografia Universității Politehnica Timișoara. Accesibil la: https://www.ct.upt.ro/studenti/cursuri/bancea/Indrumator_ventilatii.pdf
20. devize.md