



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

# **Analiza măsurilor de eficiență energetică în sectorul casnic**

**Masterand: ȚIU Vasile**

**Conducător: conf.univ. dr. Natalia BEGLEȚ**

**Chișinău 2023**

**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Programul de master ” Ingeria instalațiilor de asigurare a microclimei în clădiri”**

**Admis la susținere**

**Șef Departament ACAG și PM: conf. univ. dr. Vera GUȚUL**

# **Analiza măsurilor de eficiență energetică în sectorul casnic**

**Teza de master**

**Masterand:**

**Vasile ȚIU**

**Conducător:**

**Natalia BEGLEȚ**

**Chișinău 2023**

## ADNOTARE

**Autor** – Țiu Vasile. **Titlul** – Analiza măsurilor de eficiență energetică în sectorul casnic

**Structura lucrării:** lucrarea conține introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie din 39 titluri, 84 pagini.

**Cuvinte-cheie:** performanță energetică, sectorul casnic, consumurile de energie, eficiență energetică.

**Problematika lucrării:** sectorul casnic face parte din sectorul clădirilor, care sunt un consumator major de energie. Respectiv, reducerea consumului de energie în acest sector ar reduce consumul de energie, precum și reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>.

**Scopul lucrării:** Lucrarea încearcă să aducă o contribuție prin prezentarea concentrată de informații referitoare la sectorul casnic. Accentul se pune pe stocul de clădiri existent, deoarece îmbunătățirea performanței sale energetice este esențială nu numai pentru atingerea obiectivelor RM pentru anul 2020, dar și pentru îndeplinirea obiectivelor pe termen lung ale climei și strategiilor energetice. Lucrarea prezintă de asemenea, o imagine de ansamblu asupra tendințelor, strategiilor și sistemelor utilizate la nivel mondial și european pentru reducerea consumurilor energetice, ținând cont de reglementările legislative în vigoare și de instrumentele și inițiativele de finanțare accesibile.

**Obiectivele generale:** sunt de a studia posibilitățile de optimizare energetică a componentelor structurale ale clădirilor, care permit evaluarea de a lua decizii privind creșterea eficienței energetice a clădirilor. *Obiectivul final* este așa-numita clădire inteligentă.

**Valoarea aplicativă a lucrării** constă în studiul îmbunătățirilor performanței energetice a clădirilor, simultan cu reducerea emisiilor de carbon, care ar aduce beneficii majore, cum ar fi creșterea durabilității, costuri de întreținere mai reduse, un confort sporit, valori mai ridicate ale proprietății, creșterea suprafeței locuibile, productivitate sporită, precum și îmbunătățirea sănătății și siguranței ocupanților.

**Noutatea și originalitatea științifică:** în urma analizei rezultatelor primite în urma elaborării lucrării s-a constatat o posibilitate de creștere a performanței energetice a clădirilor rezidențiale, precum și economiilor de emisii CO<sub>2</sub>.

## ANNOTATION

**Author** – Țiu Vasile. **Title** – Analysis of energy efficiency measures in the household sector

**The structure of the work:** the work contains introduction, 3 chapters, conclusions, bibliography of 39 titles, 84 pages.

**Key words:** energy performance, household sector, energy consumption, energy efficiency.

**The issue of the paper:** the household sector is part of the buildings sector, which are a major consumer of energy. Accordingly, reducing energy consumption in this sector would reduce energy consumption as well as reducing CO<sub>2</sub> emissions.

**Purpose of the paper:** The paper attempts to make a contribution by presenting concentrated information regarding the household sector. The focus is on the existing building stock, as improving its energy performance is essential not only to achieve the RM's 2020 targets, but also to meet the long-term goals of the climate and energy strategies. The paper also presents an overview of the trends, strategies and systems used worldwide and at European level to reduce energy consumption, taking into account the legislative regulations in force and the accessible financing instruments and initiatives.

**The general objectives:** are to study the possibilities of energy optimization of the structural components of the buildings, which allow the evaluation to make decisions regarding the increase of the energy efficiency of the buildings. The ultimate goal is the so-called smart building.

**The applied value of the work** lies in the study of improvements in the energy performance of buildings, simultaneously with the reduction of carbon emissions, which would bring major benefits such as increased durability, lower maintenance costs, increased comfort, higher property values, increased floor space livable, increased productivity, and improved occupant health and safety.

**Scientific novelty and originality:** following the analysis of the results received following the elaboration of the paper, a possibility of increasing the energy performance of residential buildings, as well as CO<sub>2</sub> emissions savings, was found.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	5
<b>1. ANALIZA ENERGETICĂ ÎN DOMENIUL CLĂDIRILOR</b> .....	7
1.1. Clădirile ca elemente-cheie ale sistemelor energetice .....	9
1.2. Concepte și principii privind maximizarea performanțelor energetice ale clădirilor .....	13
1.2.1. Strategii .....	14
1.2.2. Obiective ale măsurilor de eficientizare energetică în clădirile viitorului .....	21
1.3. Instrumente software de analiză a performanțelor energetice ale clădirilor .....	28
1.4. Cadrul legislativ și aspecte de reglementare în domeniul eficienței energetice în sectorul clădirilor .....	30
1.5. Evoluția consumurilor de energie versus măsuri de eficiență energetică în sectoarele casnic, terțiar și clădiri .....	35
1.6. Contribuția sectorului clădiri la dezvoltarea cu emisii reduse și problemele identificate în acest sector .....	39
<b>2. METODE DE EVALUARE A PERFORMANȚELOR ENERGETICE LA CLĂDIRI</b> .....	43
2.1. ANALIZA CONSUMUL DE ENERGIE ÎN GOSPODĂRIILE CASNICE .....	47
2.1.1. Caracteristica locuințelor .....	47
2.2. Principalele caracteristici ale locuințelor pe medii .....	51
2.3. Consumul de energie în gospodării .....	53
<b>3. POTENTIALUL EFICIENȚEI ENERGETICE AL SECTORULUI LOCATIV DIN REPUBLICA MOLDOVA</b> .....	54
3.1. Analiza modelelor pentru îmbunătățirea eficienței energetice .....	55
3.2. Bloc de locuințe conectate la sistemul centralizat de încălzire .....	55
3.2.1. Anvelopa clădirii .....	57
3.2.2. Reabilitarea termică a anvelopei clădirii .....	61
3.3.3. Reabilitarea termică a suprafețelor vitrate .....	68
3.3.4. Eficientizarea iluminatului .....	71
3.4. Analiza soluțiilor propuse .....	75
3.5. Soluții de eficientizare energetică a clădirii .....	77
3.6. Evaluarea parametrilor termotehnici post-măsuri de reabilitare .....	79
3.7. Concluzii .....	79
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	81

## INTRODUCERE

Criza petrolului din 1973 a marcat practic conștientizarea opiniei publice privind influența majoră a modului în care sunt proiectate clădirile asupra energiei consumate de acestea pentru încălzire, răcire și iluminat. Nevoile energetice ale clădirilor sunt dictate de tipul acestora, de instalațiile și echipamentele din dotare și esențial, de factorii de climă și geografici. Modernizarea societăților noastre și libera circulație a tuturor tipurilor de produse comercializabile, inclusiv de informații, au produs o omogenizare a mediului construit în care adaptarea profundă la climă, poziție și teritoriu a fost pierdută. S-a ajuns în situația regretabilă în care resursele intrinseci legate de ambient și structură rămân neutilizate, în timp ce clădirile consumă energie furnizată de combustibili preluați de la mii de kilometri distanță și produc milioane de tone de poluanți. Apelurile la acțiuni privind schimbările climatice ar trebui să clarifice faptul că astăzi, mai mult decât în trecut, proiectarea de noi locuințe și renovarea celor existente nu mai pot ignora diferențele climate și interdependența criteriilor de confort, sănătate, bunăstare și valori ale durabilității, dintre care cele mai importante urmăresc izolarea emisiilor de CO<sub>2</sub>.

O arhitectură și structură a clădirilor îmbunătățită influențează eficiența energetică, dar și calitatea mediului ambiental și în consecință, calitatea vieții locuitorilor. De asemenea, tehnologiile utilizând energia regenerabilă (cu precădere solară) încep să fie încorporate pe scară largă în proiectarea clădirilor, pentru asigurarea utilităților cu un consum minim de energie convențională.

Sectorul clădirilor constituie unul dintre mai mari și mai dinamice sectoare economice, atât în ceea ce privește valoarea adăugată, cât și consumul total de energie. Consumă cantități semnificative de substanțe naturale (materii prime, apă, energie) în diferitele faze ale activității sale care acoperă construcția, operarea și demolarea structurilor. O mare cantitate de energie este necesară pentru funcționarea clădirilor pe durata lor de viață în scopul satisfacerii nevoilor de habitare - aproximativ 40 % din consumul final de energie din UE în 2020. Clădirile reprezintă cea mai mare parte a activităților de construcții 79 %. Dintre acestea, sectorul rezidențial este cel mai mare consumator de energie, cu până la 66 % în 2020 din consumul final total de energie în clădiri.

În sectorul construcțiilor, UE a stabilit ca obiectiv pentru toate clădirile noi să fie "aproape zero-energie" – nZEB până în 2020 [2]. Având în vedere că în ultimii ani construcția de clădiri noi a scăzut și că există un stoc mare de clădiri vechi care au fost construite fără reglementări termice sau energetice în mai multe țări, eficientizarea energetică a clădirilor existente are un potențial extrem de ridicat. Prin raportare la dimensiunea acestui sector, se poate vorbi de intervenții relativ reduse în stocul de clădiri existente care pot produce însă, la nivel mondial la efecte cumulative și înlănțuite extrem de importante asupra emisiilor de CO<sub>2</sub>, cu impact pozitiv direct asupra climei globale, care se consolidează în continuare în nevoia de a aborda clădirile ca adevărate sisteme de energie care

necesită eficientizarea funcționării. Întrucât problemele de mediu devin tot mai importante, există din ce în ce mai multe inițiative de creștere a eficienței energetice la clădiri care urmăresc reducerea necesarului de energie pe durata de viață și crearea de clădiri nZEB, prin aplicarea de criterii adecvate pentru utilizarea resurselor naturale în general și a surselor regenerabile de energie, în special.

În plus, cu recente schimbări climatice, în special creșterea constantă a temperaturii, care afectează mediul construit, necesitatea de a înregistra situația actuală și de a promova bunele practici devine imperativă. Este evident că fără o interpretare corectă a parametrilor climatici, geografici și de localizare, îndeplinirea criteriilor urmărite de proiectului inițial ar fi foarte dificilă.

Pentru toate tipurile de climat, aceste case au un strat de izolație foarte gros, au echipamente cu eficiență ridicată, au ventilație naturală și ferestre de construcție specială, iar iluminatul se realizează cu surse ce captează energia solară din timpul zilei și o folosesc ulterior. Toate aceste tipuri de case cu un consum redus de energie ignoră unele consumuri depărtându-se de realitatea tehnică. O definiție realistă a acestor case a fost dată de profesorul Gheorghe Badea de la Universitatea Tehnică din Cluj Napoca care le-a denumit „case cu grad ridicat de dotare tehnologică” sau pe scurt „casa tehnologică”, având în vedere modul în care sunt preluate energiile verzi din sistemele termodinamice sursa, modul în care acestea sunt gestionate mai apoi și raportul costuri structura versus costuri dotări pentru realizarea confortului.

**Obiectivele acestei lucrări** sunt de a studia posibilitățile de optimizare energetică a componentelor structurale ale clădirilor, care permit evaluarea de a lua decizii privind creșterea eficienței energetice a clădirilor. *Obiectivul final* este așa-numita clădire inteligentă.

**Scopul lucrării:** Lucrarea încearcă să aducă o contribuție prin prezentarea concentrată de informații referitoare la sectorul casnic. Accentul se pune pe stocul de clădiri existent, deoarece îmbunătățirea performanței sale energetice este esențială nu numai pentru atingerea obiectivelor RM pentru anul 2020, dar și pentru îndeplinirea obiectivelor pe termen lung ale climei și strategiilor energetice. Lucrarea prezintă de asemenea, o imagine de ansamblu asupra tendințelor, strategiilor și sistemelor utilizate la nivel mondial și european pentru reducerea consumurilor energetice, ținând cont de reglementările legislative în vigoare și de instrumentele și inițiativele de finanțare accesibile.

## BIBLIOGRAFIE

1. Advanced Energy Design Guide for Small Retail/Office Buildings, ASHRAE 2008
2. Buzatu G., Studiul soluțiilor de eficientizare energetică a clădirilor, teză de doctorat, Craiova , 2019.
3. Building Performances Institute Europe, Principles for nearly zero-energy buildings. Brussels, BPIE, 2011.
4. Buzatu G., Stan-Ivan F., Mircea P., Thermal transmittance determination for different components of buildings, 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM) & 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP), DOI: 10.1109/OPTIM.2017.7974975
5. Chiriac F., ș.a., Auditul energetic al clădirilor existente și sistemelor aferente de alimentare cu căldură, Prelegeri curs postuniversitar, Editura Conspress, București, 2004.
6. Cocora O., Auditul și expertiza termică a clădirilor și a instalațiilor aferente, Editura MatrixRom, București, 2004.
7. Duinea A, Mircea I, Transfer de căldură și masă, Tipografia Universității din Craiova, 2004;
8. Iordache Fl., Caracalean, B., Iordache V., Termotehnica construcțiilor. Culegere de probleme rezolvate, Editura MatrixRom, București, 2007.
9. Mircea I., ș.a., Conversia energiei și energetică generală. Tabele, formule termotehnice și aplicații pentru uzul studenților, Reprografia Universității din Craiova, 1999.
10. Mircea I., Ruieneanu L., Dinu R., Mircea P., -Îndrumar pentru eficiența energetică a clădirilor, Editura "Universitaria", Craiova, 2003.
11. Mircea P., Dinu R., Buzatu G., Monitoring and analysis of thermal confort parameters in a living room of building, Journal of Sustainable Energy, Volume.V, No.1., 2014
12. Mladin E.C., Georgescu D., Berbecaru Al., Marinescu, Îndrumar de eficiență energetică pentru clădiri, Uniunea Europeană – Program finanțat prin PHARE, Editura M.T.M. PRODesign, Brăila, 2003.
13. Passive House Institute, The independent institute for outstanding energy efficiency buildings. Darmstadt ,PHI, 2013.
14. Sârbu I., Kalmar F., Optimizarea energetică a clădirilor, Editura MatrixRom, București, 2002.
15. Stan - Ivan F., Mircea I., Eficiența energetică și economică a clădirilor, Editura SITECH, Craiova, 2014.
16. [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/eed\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/eed_en.htm) .
17. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/energy\\_efficiency/en0021\\_ro.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0021_ro.htm).
18. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:ro:PDF>.
19. SR4839/1997,, Instalații de încălzire-Numărul anual de grade zile'', 1997
20. SR 1907/1 - 1997,, Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul.Prescripții de calcul, 1997
21. SR 1907/2 - 1997,, Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul, 1997
22. SR EN 13790 "Performanța termică a clădirilor. Calculul necesarului de energie pentru încălzirea spațiilor", 2005
23. <https://www.algorithm.ro/software-performanta-energetica-cladiri-8/Camera termoviziune>
24. <https://meteonorm.com/>
25. <https://www.chauvin-arnoux.com/sites/default/files/D00QWP99.PDF>
26. SM EN 16247-2:2015 Audituri energetice. Partea 2: Clădiri;
27. NCM M.01.01:2016 Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor;



28. NCM M.01.02:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul a performanței energetice a clădirilor;
29. NCM M.01.04:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul a nivelurilor optime, din punctul de vedere al costurilor, al cerințelor minime de performanță energetică a clădirilor și al elementelor acestora;
30. NCM E.04.01:2017 Protecția contra acțiunilor mediului ambiant. Protecția termică a clădirilor, Chișinău, 2017.
31. CP E.04.05:2017 Proiectarea protecției termice a clădirilor, Chișinău, 2017.
32. SM SR EN ISO 14683:2018 Punți termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate și valori implicite
33. Tatiana COLOMIETȘ, Andrei BÎNZARI, Iulia NEGARĂ, SISTEME DE ALIMENTARE CU CĂLDURĂ ȘI VENTILAȚIE, Indicații metodice pentru elaborarea proiectelor/lucrărilor de an, CHIȘINĂU, U.T.M., 2013.
34. SNIP 2.01.01-82 Climatologia și geofizica în construcții;
35. CP E.04.05–2006 Proiectarea Protecției Termice a Clădirilor;
36. NCM C.04.02:2017 Iluminatul natural și artificial;
37. NCM C.01.03:2017 Proiectarea construcțiilor pentru instituții de învățământ general;
38. NCM E.03.02-2014 Protecția împotriva incendiilor clădirilor și a instalațiilor;
39. SM EN 16798-17:2017 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 17: Ghid pentru inspecția sistemelor de ventilare și sistemelor de condiționare a aerului (modulele M4-11, M5-11, M6-11, M7-11).