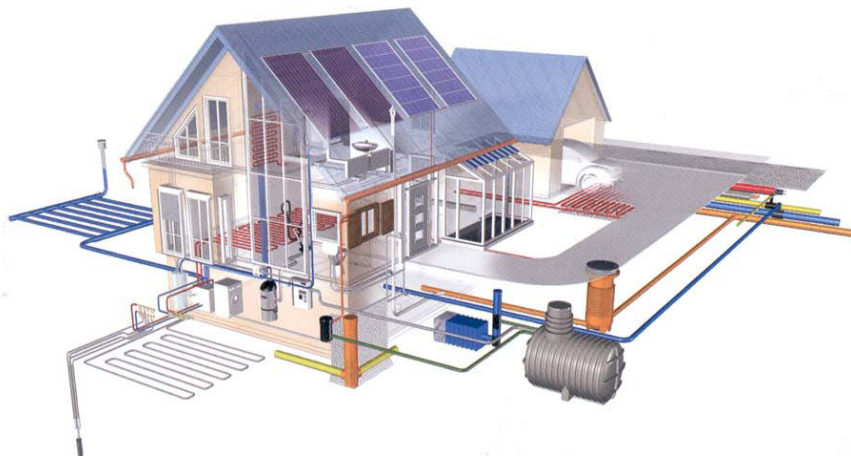


# UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

## EFICIENTIZAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR ȘI INSTALAȚIILOR AFERENTE

*Modul de curs pentru studii superioare de master*



**Chișinău  
2019**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI  
FACULTATEA URBANISM ȘI ARHITECTURĂ  
DEPARTAMENTUL  
ALIMENTĂRI CU CĂLDURĂ, APĂ, GAZE ȘI PROTECȚIA  
MEDIULUI**

**EFICIENTIZAREA ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR ȘI  
INSTALAȚIILOR AFERENTE**

*Modul de curs pentru studii superioare de master*

**Chișinău  
Editura „Tehnica-UTM”  
2019**

**CZU 697(075)**

**Ț 93**

Modulul de curs este elaborat în conformitate cu planul de învățământ pentru studenții care promovează studiile superioare de master, ciclul II, la programul *Ingineria Instalațiilor de Asigurare a Microclimei în clădiri*, dar poate fi utul și pentru studenții ciclului I licență care își fac studiile cu frecvență și frecvență redusă la programul *Ingineria Sistemelor Termice, de Gaze și Climatizare pentru Clădiri* pentru studierea disciplinei *Surse regenerabile de energie*, precum și a altor unități de curs care conțin tematici legate de eficientizarea energetică a clădirilor și sistemelor de instalații din dotarea acestora.

Actualitatea și diversitatea problemelor tratate, relevanța abordărilor, ordinea și rigurozitatea prezentării sunt argumente care recomandă această lucrare nu numai inginerilor, cercetătorilor, proiectanților, doctoranzilor, altor specialiști din domeniu, dar și publicului larg, pasionat de problemele eficientizării energetice a mediului construit.

Autor: conf. univ., dr. Constantin ȚULEANU

Redactor responsabil: prof.univ. em., dr. ing. Adrian RETEZAN

Recenzent: conf. univ., dr. Natalia BEGLEȚ

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII**

**Țuleanu, Constantin.**

Eficientizarea energetică a clădirilor și instalațiilor aferente:  
Modul de curs pentru studii superioare de master / Constantin Țuleanu; red.  
resp.: Adrian Retezan; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Urbanism și Arhitectură,  
Dep. Alimentări cu Căldură, Apă, Gaze și Protecția  
Mediului. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. – 336 p.

Bibliogr.: p. 332-335 (43 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-569-5.

697(075)

Ț 93

Redactor: E. Gheorghisțeanu

Bun de tipar 01.03.19

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Hârtie ofset. Tipar RISO

Comanda nr. 20

UTM, 2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168

Editura „Tehnica - UTM”

2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9

**ISBN 978-9975-45-569-5**

**©UTM, 2019**

## CUPRINS

Introducere .....	3
1. Aspecte de politici energetice .....	8
1.1. Prognoze și statistici privind politica energetică mondială .....	8
1.2. Statistici privind politica energetică națională .....	20
2. Aspecte privind confortul ambiental .....	39
2.1. Relația om-construcție-mediul .....	39
2.2. Aspecte teoretice ale confortului .....	43
2.3. Analiza componentelor, factorilor și criteriilor de performanță ale confortului .....	55
2.4 Relația calitatea mediului interior-eficiența energetică a clădirilor .....	86
2.5. Aspecte privind influența factorilor confortului asupra performanțelor umane și a productivității .....	101
3. Eficientizarea energetică a clădirilor .....	105
3.1. Aspecte privind managementul energetic și gestionarea energiei în clădiri .....	105
3.2. Concepția sistemului de gestiune tehnică a unei clădiri .....	110
3.3. Eficientizarea energetică pe partea de construcție (anvelopă ) a clădirii .....	120
3.4. Eficientizarea energetică a sistemelor de instalații din construcții .....	186
3.5. Unele aspecte de eficientizare energetică la încălzirea prin radiație a încăperilor .....	270
3.6. Aspecte de eficientizare energetică în instalații de ventilare și climatizare din clădiri .....	387
3.7. Oportunități de eficientizare energetică a instalațiilor prin adaptarea la ele a surselor regenerabile de energie .....	310
Bibliografie .....	332

## INTRODUCERE

Trăim o perioadă de profunde și rapide transformări ale modului de viață, în special în ce privește relația cu mediul natural. Într-o lume marcată de o criză economică, financiară și a resurselor, asistăm și la o criză ecologică și chiar socio-culturală.

În astfel de circumstanțe, omenirea este obligată să-și redefinească valorile, stilul de viață iar în consecință și atitudinea, acordând prioritate problemelor de impact asupra mediului.

Având în vedere impactul major al construcțiilor asupra mediului înconjurător, devine evidentă importanța adoptării unor soluții viabile, integrate, în care materialele și tehnologiile alese să răspundă pe deplin noilor provocări.

Doleanțele omului au fost întotdeauna de a munci, a se relaxa, odihni în clădiri frumoase, atractive și confortabile, clădiri care să asigure toate aceste facilități indiferent de clima din afară și la un consum minim de energie.

O clădire modernă poate fi considerată ca un sistem în care interacționează diverse forme de energie (termică, electrică, mecanică etc.), o parte din această energie fiind furnizată în mod natural de către ambient și o altă parte fiind produsă artificial de către instalațiile din dotare (încălzire, ventilare, răcire, sanitare, iluminat etc.).

Este important a conștientiza că soluțiile structurale și arhitecturale ale clădirii condiționează nivelurile interactive dintre ambient și instalații, iar acești factori la rândul lor determină aportul de energie dinspre exterior către interior și invers, influențând cu certitudine criteriile de proiectare a instalațiilor și în consecință a consumurilor totale de energie produsă artificial.

În aceste circumstanțe devine evidentă importanța conlucrării profesionale a triadei **arhitect** – **structurist** – **instalator** cu o abordare și justificare adecvată a soluțiilor optime de eficientizare energetică a clădirilor de pe pozițiile conceptului *dezvoltării durabile*.

Conceptul de dezvoltare durabilă implementat la nivel mondial și național impune o abordare absolut diferită față de domeniul clădirilor, care presupune regândirea concepțiilor arhitecturale, clădirea fiind considerată un organism într-o evoluție continuă, care în timp trebuie reabilitat și modernizat și în care să se promoveze noi concepții de proiectare și exploatare a instalațiilor energetice, pentru a corespunde cerințelor stabilite la un anumit moment.

Prin promovarea acțiunilor de **eficientizare energetică a clădirilor** se pot atinge două deziderate ale dezvoltării durabile:

1. *Economia de resurse primare.*
2. *Reducerea emisiilor poluante în mediul înconjurător.*

**Eficientizarea energetică** a clădirii, în context general, presupune activități de reabilitare și modernizare energetică.

**Reabilitarea energetică** a unei clădiri reprezintă îmbunătățirea ei în scopul reducerii pierderilor de căldură și menținerii căldurii în interior, prin adăugarea de izolație termică, etanșarea, îmbunătățirea sau chiar înlocuirea ferestrelor și a ușilor, precum și îmbunătățirea echipamentelor și instalațiilor cu care este dotată construcția. Reabilitarea termică înseamnă și implementarea de măsuri de eficiență energetică în toate activitățile de renovare și reparații ale clădirii.

**Modernizarea energetică** a clădirii presupune un *reengineering al construcției* care să determine soluțiile optime de eficientizare energetică a clădirii și a metodelor adecvate de reabilitare sub aspect micro și macroeconomic.

Funcțiunea clădirilor civile este aceea de a crea în interior, în mod continuu și sigur, un climat confortabil și sănătos, indiferent de sezon. În acest sens, elementele de construcție care alcătuiesc anvelopa unei astfel de clădiri trebuie astfel concepute încât să asigure în interiorul încăperilor condiții corespunzătoare de *confort hidrotermic, acustic, vizual-luminos, olfactiv-respirator*. Noțiunea de confort trebuie să sugereze crearea unui mediu corespunzător desfășurării vieții normale.

Confortul hidrotermic se traduce în niveluri de temperatură și umiditate ușor de suportat. El se realizează cu consum de energie, fie pentru încălzirea spațiului utilizat (iarna), fie pentru răcirea lui (vara). Din acest motiv, confortul hidrotermic reprezintă componenta de confort direct legată de noțiunea de eficiență energetică a clădirii în sensul că se urmărește atingerea lui cu consumuri energetice minime.

Un alt factor de importanță primordială, în contextul sporirii eficienței energetice, ține de modificarea comportamentului utilizatorilor printr-o educare a acestora în spiritul economiei de energie, atât în faza de proiectare cât și în faza de execuție, dar și prin crearea de strategii care să prezinte mecanisme financiare stimulative sau sancționale. Aceste strategii depind desigur de tipul, vechimea și destinația clădirilor, dar în cea mai mare măsură de nivelul de trai și așteptările acestora față de nivelul de confort.

În raport cu considerentele menționate și ținând seama de actualul context socio-politic, energetic, climatic, economic și nu în ultimul rând și tehnologic, optimizarea energetică a clădirilor și instalațiilor aferente, care s-au dovedit a fi mari consumatoare de energie (peste 45 % din consumul total la nivel european) și mari poluatoare cu CO<sub>2</sub>, constituie o problemă primordială și oportună de o certă actualitate și perspectivă.

În contextul actual al unei noi orientări față de energetica clădirilor se cere a întreprinde acțiuni de proporții serioase axate pe următoarele probleme prioritare:

- reducerea consumului de energie la clădirile existente, printr-o serie de măsuri cu caracter tehnic și economic;
- promovarea unor soluții și măsuri pentru clădirile noi, care să realizeze concomitent cu economia de energie și creșterea gradului de confort (*hidrotermic, olfactiv, acustic, vizual*);
- asigurarea unui consum rațional de energie printr-o protecție termică adecvată a clădirilor;
- realizarea consumului minim de energie în exploatarea instalațiilor aferente construcțiilor;

- creșterea siguranței în exploatare și reducerea gradului de poluare a mediului;

- asigurarea unei calități normale a aerului în încăperi.

Sinteza problemelor tratate motivează necesitatea abordării și soluționării în același context a unui alt complex de probleme:

- introducerea unor sisteme moderne de gestiune tehnică pentru clădiri și instalații, în funcție de cerințele de energie;

- asigurarea parametrilor de confort maxim cu consum de energie minim;

- reabilitarea termică la clădiri existente și realizarea anvelopei optime energetice la clădiri noi;

- reabilitarea, modernizarea și optimizarea sistemelor de încălzire și de preparare a apei calde de consum, în scopul creșterii eficienței energetice;

- reducerea consumului de energie în instalațiile sanitare și de iluminat interior;

- utilizarea de produse și echipamente de instalații performante, cu randamente ridicate.

Urmare a celor menționate, devine evidentă necesitatea schimbării pe viitor a comportamentului față de energetica clădirii la general și a consumului de energie la toate nivelurile în particular, prin aplicarea noilor strategii de politică energetică, punându-se în acest sens un accent deosebit pe dezvoltarea durabilă.

**Scopul predării cursului:** Identificarea și studierea de pe pozițiile noilor orientări față de energetica construcțiilor, a soluțiilor moderne de eficientizare energetică și ecologică a clădirilor și sistemelor de instalații aferente pentru crearea confortului ambiental, focalizarea acestora spre formarea competențelor specifice relevante necesare absolventului programului de master **Ingineria instalațiilor de asigurare a microclimei în clădiri.**

**Obiectivele cursului:** În cadrul disciplinei *Eficientizarea energetică a clădirilor și instalațiilor aferente* obiectivele înaintate vor fi orientate spre obținerea de către studenți a competențelor profesionale necesare pentru a fi capabili:



1. Să conceapă, să proiecteze și să optimizeze tehnic și economic sisteme simple și complexe de instalații pentru construcții.

2. Să evalueze eficiența funcțională și energetică a sistemelor de instalații și să proiecteze soluții moderne pentru reabilitarea și modernizarea tehnologică a acestora.

3. Să coordoneze și să controleze activități cu caracter tehnic și economic specifice domeniului de instalații.

4. Să sintetizeze, să explice și să transmită informațiile privind alcătuirea și funcționarea sistemelor de instalații.

5. Să conceapă programe și să efectueze activități de cercetare aplicativă pentru evaluarea performanțelor funcțional energetice ale diferitor categorii de instalații.

6. Să efectueze verificări de proiecte complexe, expertize tehnice de specialitate, audituri și certificări energetice de clădiri și instalații aferente.

## Bibliografie

1. Manualul de instalații. Enciclopedia tehnică de instalații. – București, ARTECO, Ediția a II-a, 2010.
2. Ioan Sârbu, Francisc Kalmar. *Optimizarea energetică a clădirilor*. – București, MATRIX ROM, 2015.
3. Florin Iordache. *Aspecte termo-energetice în domeniul clădirilor și sistemelor de alimentare cu căldură al acestora*. – București, MATRIX ROM, 2002.
4. Susanne Rexroth, Friedrich May, Ulrich Zink. *Izolarea termică a clădirilor. Soluții contemporane și adaptabile*. – București, MATRIX ROM, 2016.
5. Daniela Enz, Robert Hastings. *Construcții inovative de pereți. Case de energie minimă-P și case energetice pasive*. – București, MATRIX ROM, 2012.
6. Dieter Papperitz. *Elemente decizionale pentru izolarea termică, ventilare/aerisire, încălzire și formă, la construcția unei case*. – București, MATRIX ROM, 2014.
7. Tiberiu Catalina și alții. *Case eficiente energetic*.- București, MATRIX ROM, 2015.
8. Ioan Sârbu, Francisc Kalmar. *Optimizarea energetică a pompării apei în centralele de termoficare*. - Instalatorul, nr. 5, 2000.
9. Gheorghe Duță și alții. *Climatizarea „numai aer”*. - Instalatorul, nr. 4, 1999.
10. Iolanda Colda și alții. *Distribuția aerului și eficiența ventilării*. - Instalatorul, nr. 5, 2000.
11. Ioan Sârbu, Francisc Kalmar. *Optimizarea energetică a clădirilor*. - Instalatorul, nr. 7, 2001.
12. Cristina Hurduc. *Alimentarea cu căldură a micilor consumatori izolați, utilizând energii neconvenționale*. - Instalatorul, nr. 3, 2000.

13. Dan Berbecaru, Gabriel Ivănescu. *Ghid de proiectare, execuție și exploatare a centralelor termice mici*. - Instalatorul, nr. 6, 2000.
14. Ioan Sârbu, Mihai Cincea, Francisc Kalmar. *Performabilitatea cazanelor pentru încălzire și preparare a apei calde de consum*. - Instalatorul, nr. 6, 2000.
15. Horia Albu. *Soluții privind optimizarea consumurilor energetice în instalațiile de transfer termic*. - Instalatorul, nr. 6, 2001.
16. Mihai Iliina, Cătălin Lungu. *Centrale termice de apă caldă*. - Instalatorul, nr. 1, 2000.
17. Florin Iordache, Bogdan Caracaleanu. *Reglabilitatea instalațiilor de încălzire centrală*. - Instalatorul, nr. 1, 2000.
18. Th. Mateescu. *Conformarea și echilibrarea circuitelor hidraulice în centralele termice*. - Instalatorul, nr. 5, 2001.
19. Mihai Profire și alții. *Reglarea planșeelor radiante*. - Instalatorul, nr. 1, 1999.
20. Vasile Căluianu și alții. *Randamentul termic al cazanelor de apă caldă cu și fără condensatie*. - Instalatorul, nr. 4, 2000.
21. Constantin Firescu. *Robinetele termostactice HERZ – soluție optimă pentru economisirea energiei termice*. - Instalatorul, nr. 4, 2000.
22. Adrian Mocanu. *Sistemele de reglare CIAT- un pariu pentru calitate câștigat*. - Instalatorul, nr. 6, 1999.
23. Costică Bandrabur, Gheorghe Stoican. *Vas de expansiune închis sau deschis*. - Instalatorul, nr. 6, 1999.
24. Ioan Sârbu, Francisc Kalmar. *Reglarea simultană a temperaturii și a debitului în instalații de încălzire*. - Instalatorul, nr. 8, 1999.
25. Florin Iordache, Bogdan Caracaleanu. *Vanele de reglare și reglatoarele de presiune diferențială*. - Instalatorul, nr. 8, 1999.

26. Compressor PACK – o metodă de recuperare mai eficientă a căldurii. - Instalatorul, nr. 3, 2009.
27. Gheorghe Duță. *Echipamente și aparate pentru climatizare*. - Instalatorul, nr. 5, 1999.
28. Ancuța Abrudan. *Anvelopa clădirilor și verificarea performanțelor lor energetice*. – Tehnica Instalațiilor, nr. 2, 2001.
29. Mihai Cinca. *Principii fiziologice și confortul termic*. - Tehnica Instalațiilor, nr. 2, 2001.
30. Mihai Jădăneanu. *Efectul debransărilor asupra confortului termic al vecinilor*. - Tehnica Instalațiilor, nr. 2, 2001.
31. Laszlo Baro. *Cel mai eficient sistem de încălzire/răcire din lume este accesibil acum și în Republica Moldova*. – Chișinău, TEHNOLOGIILE MILENIULUI TREI, AIIRM Ediție aniversară, 2016.
32. Liviu Dumitrescu. *Reabilitarea și modernizarea protecției termice a clădirilor și a instalațiilor aferente*. - Instalatorul, nr. 1, 2000.
33. Nicolae Antonescu. *Focare specifice cazanelor mici*. - Instalatorul, nr. 1, 1999.
34. Dragoș Hera, Gabriel Ivan. *Pompele de căldură și optimizările energetice în industrie*. - Instalatorul, nr. 5, 1999.
35. Mircea Beldiman. *Reabilitarea instalațiilor de racordare a consumatorilor urbani la rețelele de alimentare cu căldură*. - Instalatorul, nr. 1, 1995.
36. Florin Iordache, Bogdan Cărăcăleanu. *Sisteme de încălzire prin pardoseală, de joasă temperatură*. - Instalatorul, nr. 2, 20001.
37. Ghidul de încălzire cu radiatoare în sisteme de joasă temperatură. SRL Retting ICC, 2013.
38. В. Н. Богословский. *Строительная теплофизика*. – Москва, «Высшая школа», 1982.

39. Irina Bliuc. *Elemente de fizica construcțiilor*. – Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, 1995.
40. Irina Baran. *Eficiența energetică a clădirilor și calitatea mediului interior în contextul preocupărilor pentru limitarea modificărilor climatice*. – Iași, Teză de abilitare, 2017.
41. Vitale Valcov. *Consumul de energie în gospodăriile casnice*. – Chișinău, BNS al Republicii Moldova, 2016.
42. Vergiliu Mahailescu. *Securitatea energetică a Republicii Moldova (în contextul aderării la comunitatea energetică)*. – Chișinău, Casa Editorial Poligrafică „Bons Offices”, 2010.
43. Constantin Țuleanu. *Previziuni privind geopolitica energetică mondială a secolului XXI* .- Chișinău, Revista tehnică de specialitate „Tehnologiile Mileniului Trei”, nr. 1, 2015.