



Conferințele tehnico-științifice  
ENERGIE, EFICIENȚĂ, ECOLOGIE ȘI EDUCAȚIE  
Ediția a-VIIa  
INSTALAȚII PENTRU CONSTRUCȚII ȘI ECONOMIA DE ENERGIE  
Ediția a-XXXIVa  
4-5 iulie 2024, CHIȘINĂU, REPUBLICA MOLDOVA



## EVALUAREA INDICATORILOR ENERGETICI DUPĂ IMPLEMENTAREA MĂSURILOR DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ÎN LICEUL TEORETIC MIHAI EMINESCU, MUN. UNGHENI

NATALIA BEGLEȚ<sup>1</sup>, MARIANA HAIDUCOVA<sup>1</sup>,  
OLGA HAREA<sup>1</sup>, LIVIA LEANCA<sup>1</sup>, ELENA NICOLAEV<sup>2</sup>

1 Univeristatea Tehnică a Moldovei

Republica Modova, or. Chișinău, str. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168

e-mail: [natalia.beglet@acagpm.utm.md](mailto:natalia.beglet@acagpm.utm.md)

[mariana.haiducova@yahoo.com](mailto:mariana.haiducova@yahoo.com)

[olga.harea@fua.utm.md](mailto:olga.harea@fua.utm.md)

[livia.leanca@acagpm.utm.md](mailto:livia.leanca@acagpm.utm.md)

[elenanycolaev@gmail.com](mailto:elenanycolaev@gmail.com)

2 Centrul de Excelență în Construcții

Republica Modova, or. Chișinău, str. Gh.Asachi, 71

### **Rezumat**

*În cadrul acestei lucrări s-a realizat o analiză detaliată a indicatorilor tehnico-economici ai măsurilor de eficiență energetică și valorificare a surselor regenerabile de energie implementate în Liceul Teoretic “Mihai Eminescu” din municipiul Ungheni. Implementarea acestor măsuri a generat economii semnificative de energie și reducerea costurilor, având în același timp un impact benefic asupra mediului înconjurător. De asemenea, măsurile de eficiență energetică aplicate au asigurat condiții optime de confort termic și iluminat în clădire, respectând normativele și cerințele în vigoare pe teritoriul Republicii Moldova.*

## 1. Introducere

În anul 2022, Liceul Teoretic „Mihai Eminescu” din orașul Ungheni a beneficiat de un set de măsuri de eficientizare energetică în cadrul Proiectului "Modernizarea serviciilor publice locale în Republica Moldova", implementat de Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ), în colaborare cu Ministerul Federal German pentru Cooperare Economică și Dezvoltare (BMZ). Scopul acestor măsuri a fost îmbunătățirea performanței energetice a clădirii școlare și reducerea consumului de energie [1].

Implementarea acestor măsuri a inclus inițiative tehnologice diverse și măsuri de gestionare a energiei, cum ar fi modernizarea sistemelor de iluminat, izolația termică a clădirilor, instalarea de echipamente eficiente din punct de vedere energetic și utilizarea surselor regenerabile de energie. Auditul ulterior a avut rolul de a evalua impactul acestor măsuri asupra eficienței energetice și costurilor asociate, conform indicatorilor tehnico-economici stabiliți.

Scopul acestui articol este de a prezenta rezultatele auditului efectuat, evidențiind economiile de energie realizate, reducerea costurilor și impactul pozitiv asupra mediului înconjurător. De asemenea, vor fi discutate și recomandările pentru optimizarea continuă a eficienței energetice în contextul specific al Liceului Teoretic „Mihai Eminescu” din Ungheni. Studiul este relevant nu doar pentru gestionarea eficientă a resurselor energetice în instituții educaționale, dar și pentru promovarea unui model sustenabil de dezvoltare în comunitatea locală.

## 2. Prezentarea generală a clădirii expertizate

Clădirea Liceului Teoretic „Mihai Eminescu” din municipiul Ungheni este compusă din cinci blocuri principale (figura 1), grupate în jurul unei curți centrale. Clădirea a fost construită în două etape distincte: blocurile D și E au fost edificate la sfârșitul anilor 1940, în timp ce blocurile A, B și C au fost finalizate în 1987. Intrarea principală este amplasată în blocul A și este orientată spre strada Națională (figura 2) [1].

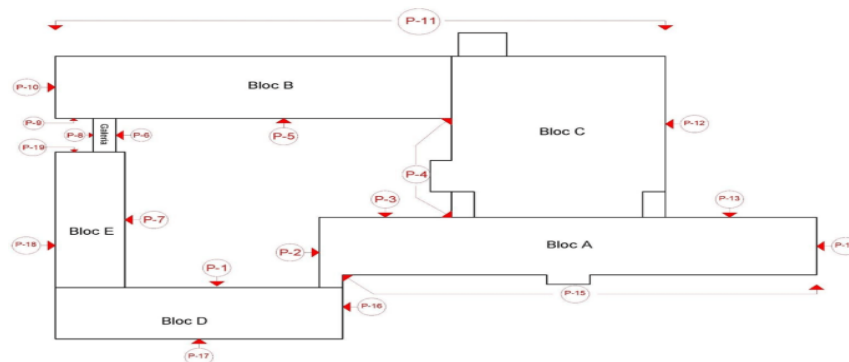


Figura 1. Schița obiectului auditat



Figura 2. Intrarea principală a clădirii auditate

Structura clădirii este organizată astfel:

- Blocul A: Cuprinde săli de clasă dispuse pe 4 etaje și un subsol;
- Blocul B: Cuprinde săli de clasă dispuse pe 3 etaje și un subsol;
- Blocul C: Include bucătăria, cantina, sala de sport 1, sala de festivități, pe 3 etaje și un subsol;
- Blocul D: Cuprinde săli de clasă și spații administrative pe 3 etaje și un subsol;
- Blocul E: Cuprinde sala de sport 2, săli de clasă și spații administrative pe 3 etaje și un subsol.

Inițial, liceul a fost conceput pentru a găzdui 1400 de elevi, însă în prezent numărul acestora este de 1300. Clădirea este utilizată în prezent în întregime, cu un program de funcționare de 5 zile pe săptămână, începând de la ora 8 dimineața până la ora 17 seara.

În vederea reducerii consumurilor de energie în această clădire, au fost implementate mai multe măsuri de eficiență energetică, printre care:

- Anveloparea clădirii, inclusiv izolarea pereților, planșeului și pardoselii pe intrados, înlocuirea geamurilor și ușilor;
- Instalarea unui sistem de ventilație mecanică cu recuperare;
- Modernizarea sistemului de încălzire;
- Renovarea sistemului de iluminare;
- Înlocuirea echipamentului din bucătărie;
- Montarea unui punct termic individual;
- Instalarea unui sistem fotovoltaic.

Pierderile de căldură ale clădirii au fost evaluate utilizând coeficienții normativi. Calculul a indicat că pierderile totale de căldură prin anvelopa clădirii sunt de 284,047 MWh/an, distribuite astfel:

82,654 MWh/an prin pereți, 46,512 MWh/an prin acoperiș, 38,072 MWh/an prin pardoseală și 116,806 MWh/an prin tâmplărie. Detalierea acestor pierderi este prezentată în figura 3.

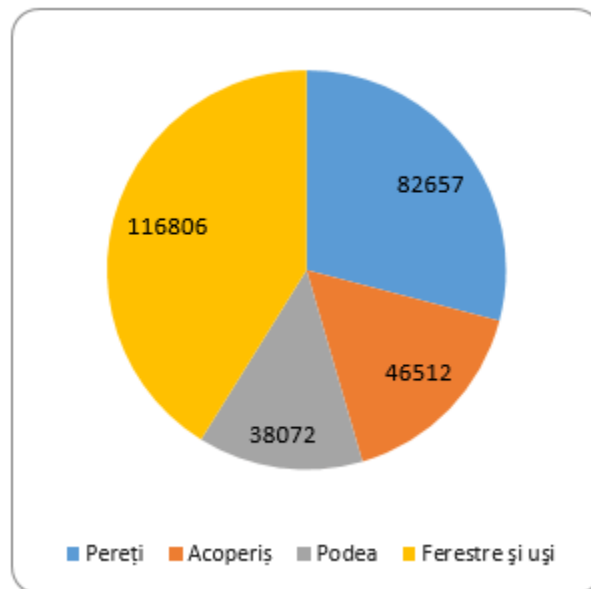


Figura 3. Repartizarea pierderilor de căldură prin anvelopa clădirii POST renovare, kWh/an

### 3. Anveloparea clădirii

În urma efectuării calculelor, s-a determinat că valoarea coeficientului de transfer termic pentru pereții actuali (figura 4) în contact cu mediul exterior este de  $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Suprafața totală a pereților este de  $5029 \text{ m}^2$ . Conform acestor calcule, pierderile de energie prin pereți se ridică la  $82,65 \text{ MWh}/\text{an}$ , reprezentând 29% din totalul pierderilor energetice prin anvelopa clădirii [3].



Figura 4. Vedere pereți exteriori a clădirii

Acoperișul clădirii este plat (figura 5), având un coeficient de transfer termic pentru planșeu de  $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Suprafața planșeului este de  $3253 \text{ m}^2$ . Pierderile de energie prin acoperiș sunt de  $46,51 \text{ MWh}/\text{an}$ , reprezentând  $16\%$  din pierderile totale prin anvelopă.



Figura 5. Vedere acoperiș al clădirii

Suprafața totală a pardoselii în contact cu solul este de  $3231 \text{ m}^2$ . Valoarea coeficientului de transfer termic ( $U$ ) pentru pardoseala în contact cu solul este de  $0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Suprafața totală a pardoselii în contact cu mediul exterior este de  $22 \text{ m}^2$ , cu un coeficient de transfer termic ( $U$ ) de  $0,33 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Pierderile totale de energie prin pardoseală sunt de  $38,072 \text{ MWh}/\text{an}$ , ceea ce reprezintă  $14\%$  din toate pierderile de energie prin anvelopa clădirii.

Clădirea este echipată cu ferestre din PVC de diferite dimensiuni, având o suprafață totală de  $1207 \text{ m}^2$  și un perimetru total al glafurilor de  $2912 \text{ m}$ . Valorile coeficienților de transfer termic ( $U$ ) pentru ferestrele din PVC sunt prezentate în tabelul 1.

Tabel 1. Descrierea și codificarea ferestrelor POST implementare a măsurilor de EE

Codul ferestrei	Descriere	Valoarea $U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
F1	Fereastră cu profil din PVC din 7 camere, 3 sticle [4-12-4-16-4] mm, Low-e.	1,3
F2	Fereastră cu profil din PVC din 3 camere, sticlă dublă.	2,56

Clădirea are și uși din profil PVC de diferite dimensiuni, cu o suprafață totală de  $49 \text{ m}^2$  și un perimetru al glafurilor de  $89 \text{ m}$ . Valorile coeficienților de transfer termic ( $U$ ) pentru ușile din PVC sunt prezentate în tabelul 2, [7].

Tabel 2. Descrierea și codificarea ușilor POST implementare a măsurilor de EE

Codul ușii	Descriere	Valoarea U [W/m <sup>2</sup> ·K]
U1	Ușă cu profil din PVC din 7 camere, 3 sticle [4-12-4-16-4] mm, Low-e.	1,8
U2	Ușă cu profil din PVC din 3 camere, sticlă dublă [3-12-3].	3,12

Pierderile de căldură prin ferestre și uși constituie 116,81 MWh/an sau 41 % din pierderile prin anvelopa clădirii. Pierderile de căldură prin ferestre și uși constituie 116,81 MWh/an, reprezentând 41% din pierderile totale prin anvelopa clădirii. Aceste pierderi semnificative subliniază importanța îmbunătățirii izolației și a utilizării materialelor eficiente din punct de vedere energetic pentru a reduce consumul de energie și a îmbunătăți confortul termic [5].

#### 4. Instalațiile Mecanice, Electrice și Sanitare (MES)

##### 4.1. Echipament bucătărie

În urma vizitei a obiectului, s-a constatat că utilajul din bucătărie pentru pregătirea hranei este unul performant (figura 6).



Figura 6. Vedere a utilajului tehnologic din bucătărie

##### 4.2. Sistemul de ventilare

În urma vizitei obiectului, s-a constatat că este instalat un sistem de ventilare mecanic de tip refulare-aspirație cu recuperarea căldurii prin intermediul schimbătorului de căldură de tip placă

pentru fiecare clasă în parte. Preîncălzirea aerului refulat după recuperator, în perioada rece a anului, se efectuează prin schimbătorul de căldură (apă-aer) alimentat cu agent termic de la punctul termic individual. Pentru perioada de tranziție, este prevăzut un sistem by-pass pentru a exclude preîncălzirea aerului refulat în încăperea de la aerul aspirat. Utilizarea acestor sisteme asigură temperatura aerului interior necesară [8].

Pentru sala de sport 1 este prevăzută o instalație cu debit de 4800 m<sup>3</sup>/h, iar pentru sala de sport 2 este prevăzută o instalație cu debit de 2400 m<sup>3</sup>/h, ambele asigurând aportul de aer proaspăt. Aspirația și refularea se realizează cu ajutorul grilelor reprezentate în figura 7.



Figura 7. Vedere grile de ventilare din sala de sport

De asemenea, s-a stabilit că în sala festivă este instalat un sistem de ventilare mecanic de tip refulare-aspirație cu recuperarea căldurii prin intermediul schimbătorului de căldură cu plăci (figura 8). În sala pentru evenimente este instalat un sistem cu debit de 1600 m<sup>3</sup>/h, care asigură aportul de aer proaspăt. Aspirația și refularea se realizează cu ajutorul grilelor prezentate în figura de mai jos.



Figura 8. Vedere grile de ventilare din sala pentru evenimente

În cantină este prevăzută o instalație de 4000 m<sup>3</sup>/h care asigură aer proaspăt (figura 8). În bucătărie este instalat un sistem de aspirație a aerului amplasat deasupra instalațiilor de pregătire a hranei și un sistem de refulare a aerului proaspăt (figura 9). Pentru aspirație este instalată o instalație

cu debit de 1040 m<sup>3</sup>/h, iar pentru refulare este instalată o instalație cu debit de 3150 m<sup>3</sup>/h (figura 10). Canalele sunt executate din tablă zincată.



Figura 9. Vedere sistem de ventilație din cantină

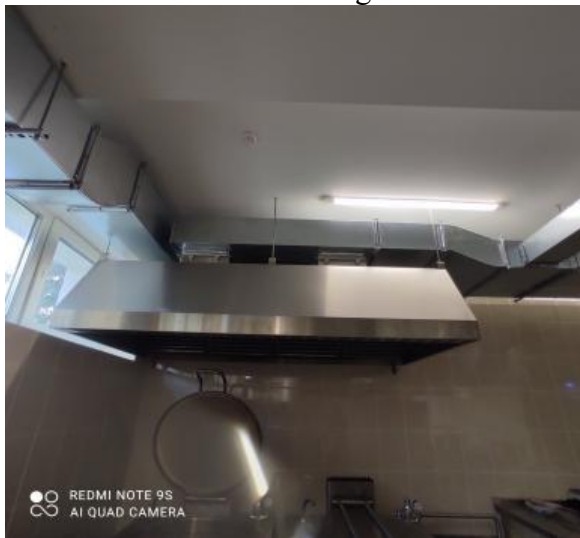


Figura 10. Vedere sistem de aspirație din bucătărie

### 4.3. Sistemul de încălzire

Sistemul de încălzire interior este configurat ca un sistem bi-tubular, realizat din țevi de polipropilenă (figura 11). Fiecare corp de încălzire este echipat cu termostate, permițând reglarea individuală a temperaturii pentru a optimiza consumul de energie și a asigura un confort termic constant în toate încăperile.





Figura 11. Vedere corpuri de încălzire

#### 4.4. Iluminat

În instituție, sistemul de iluminat general este asigurat prin utilizarea corpurilor de iluminat de tavan echipate cu surse de iluminat de tip LED (figura 12). Aceste surse de iluminat LED sunt selectate pentru a îndeplini parametrii calitativi și cantitativi conform standardelor și normelor în vigoare pentru iluminat. Consumul total de energie pentru iluminatul interior este estimat la 19,913 MWh/an. Alegerea tehnologiei LED contribuie la reducerea consumului de energie electrică și la optimizarea eficienței energetice a clădirii.

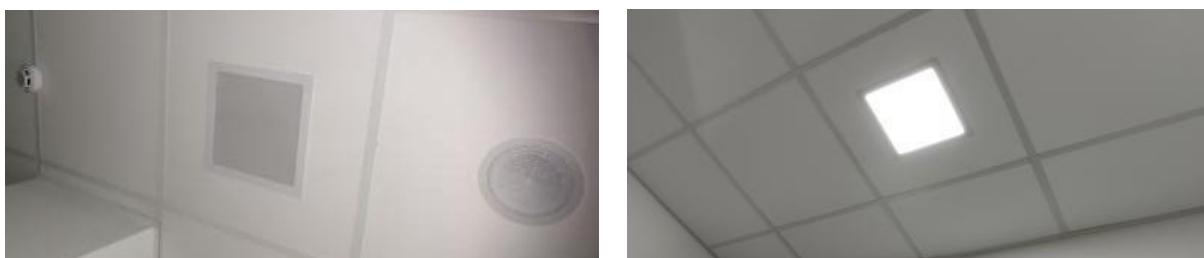


Figura 12. Vedere corpuri de iluminat

#### 4.5. Panouri fotovoltaice.

În completarea măsurilor de îmbunătățire a eficienței energetice a clădirii liceului și pentru reducerea consumului de energie, au fost implementate și alte soluții durabile. Pe acoperișul clădirii au fost instalate 30 de panouri fotovoltaice, având o putere totală instalată de 10 kW (figura 13). Aceste panouri fotovoltaice transformă energia solară în energie electrică, contribuind astfel la generarea de energie verde și la reducerea amprente de carbon a instituției.



Figura 13. Vedere a panourilor fotovoltaice

#### 4.6. Punct termic individual

În vederea optimizării eficienței energetice a clădirii, a fost implementat un punct termic individual situat în subsolul clădirii (figura 14). Acest punct termic individual joacă un rol crucial în gestionarea și distribuția eficientă a energiei termice necesare în clădire. Toate componentele punctului termic individual sunt izolate corespunzător conform normelor și reglementărilor în vigoare, asigurându-se astfel că pierderile de căldură sunt minime și că eficiența sistemului este maximă.



Figura 14. Vedere a punctului termic individual

#### 5. Concluzii

În urma analizei și evaluării clădirii liceului, se pot trage următoarele concluzii:

- **Consumul de energie totală:** Valoarea normată a consumului de energie totală pentru anul 2016 a fost de 2,208,321 kWh/an. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, conform valorii țintă a consumului normat stabilit pentru anul 2020 (683,990 kWh/an), se preconiza o reducere a consumului cu 69,04%. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, valoarea consumului normat constatată în anul 2023 este de 748 364 kWh/an, reflectând o reducere ulterioară de 66,13% [1].

- **Consumul de energie electrică:** Valoarea normată a consumului de energie electrică în anul 2016 a fost de 101,301 kWh/an. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, conform valorii țintă a consumului normat stabilit pentru anul 2020 (45,719 kWh/an), se preconiza o reducere a consumului cu 54,87%. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, valoarea consumului normată constatată în anul 2023 este de 45,719 kWh/an, indicând o reducere cu 54,87%.
- **Consumul de energie termică:** Valoarea normată a consumului de energie termică în anul 2016 a fost 2 108 021 kWh/an. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, conform valorii țintă a consumului normat stabilit pentru anul 2020 (638 271 kWh/an), se preconiza o reducere a consumului cu 69,7 %. După implementarea măsurilor de eficiență energetică, valoarea consumului normat constatată în anul 2023 este de 702 645 kWh/an, reprezentând o reducere a consumului de 66,67 %.
- **Consumul de energie per unitate de suprafață:** Consumul total de energie în anul 2016 era de  $232,1 \frac{kWh}{m^2 \cdot an}$ . După implementarea măsurilor de eficiență energetică conform indicilor normați pentru anul 2020 ( $71,8 \frac{kWh}{m^2 \cdot an}$ ), se preconiza o diminuare cu 69,04 %, în timp ce în baza indicilor normați pentru anul 2023, consumul de energie per unitate de suprafață este de  $78,6 \frac{kWh}{m^2 \cdot an}$ , ceea ce reprezintă o descreștere cu 66,13 %.
- **Emisiile de CO<sub>2</sub>:** Valoarea țintă normată a emisiilor de CO<sub>2</sub> pentru anul 2016 a fost de 485,5 tCO<sub>2</sub>/an. În rezultatul implementării măsurilor de eficiență energetică, valoarea țintă normată pentru anul 2020 a fost preconizată a fost la 153,3 tCO<sub>2</sub>/an, ceea ce reprezintă o reducere cu 68,41%. Pentru anul 2023, în urma implementării măsurilor de eficiență energetică, valoarea țintă normată pentru emisiile de CO<sub>2</sub> este de 166,9 tCO<sub>2</sub>/an, reflectând o diminuare cu 65,63% [3, 4].

În ansamblu, implementarea tuturor măsurilor propuse duce la economii semnificative de energie, costuri reduse și o amprentă de carbon mai mică. Aceste măsuri aduc beneficii financiare și au un impact pozitiv asupra mediului, contribuind la lupta împotriva schimbărilor climatice.

**EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY INDICATORS AFTER THE  
IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY MEASURES AT MIHAI  
EMINESCU THEORETICAL HIGH SCHOOL, UNGHENI  
MUNICIPALITY**

### ***Abstract***

*In this work, a detailed analysis of the technical-economic indicators of energy efficiency measures and the utilization of renewable energy sources implemented at "Mihai Eminescu" High School in Ungheni was conducted. The implementation of these measures resulted in substantial energy savings and cost reductions, with a positive impact on the environment. Furthermore, the applied energy efficiency measures ensured optimal thermal comfort and lighting conditions within the building, adhering to the regulations and requirements in force in the Republic of Moldova.*

### **BIBLIOGRAFIE**

6. Begleț N., Leanca L., Nicolaev E. Raportul post implementare a măsurilor de eficiență energetică al Liceului Teoretic „Mihai Eminescu”, VTG SYNERGY SRL la comanda Proiectului „Modernizarea serviciilor publice locale în Republica Moldova”, implementat de Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ), Chișinău, 2024.
7. SM EN 16247-2:2015 Audituri energetice. Partea 2: Clădiri.
8. NCM M.01.01:2016 Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor.
9. NCM M.01.02:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul a performanței energetice a clădirilor.
10. 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.
11. SNIP 2.01.01-82 Climatologia și geofizica în construcții.
12. CP E.04.05–2006 Proiectarea Protecției Termice a Clădirilor.
13. SNIP 2.04.05–91 Încălzire, condiționare și ventilare.