



Universitatea Tehnică a Moldovei

Realizarea auditului energetic și a foii de parcurs pentru reabilitarea termică a liceului teoretic Alecu Russo, or. Bălți

Masterand: TESA Mihail

Conducător: conf.univ. dr. Natalia BEGLEȚ

Chișinău 2022

CUPRINS

REZUMAT	6
INTRODUCERE	9
1. Analiza situației curente	13
1.1. Cadrul legal și de politici în domeniul eficienței energetice	13
1.1.1. Cadrul legal și de politici în domeniul eficienței energetice la nivel național	13
1.1.2. Cadrul politicii internaționale pentru eficiența energetică	15
1.1.3. Cadrul instituțional	16
1.1.4. Responsabilitățile pentru eficiența energetică în clădirile publice	17
1.1.5. Aspecte sociale și de gen în domeniul EE	17
1.1.6. Schimbările climatice	19
1.1.7. Analiza SWOT	20
2. INFORMAȚII GENERALE DESPRE CLĂDIRI	21
2.1. Prezentarea generală a clădirii	21
2.2. Descrierea clădirii și a instalațiilor	22
2.3. Consumuri anuale de energie și apă	28
2.4. Evaluarea preliminară a clădirii	30
2.5. Investigația preliminară a clădirii	34
2.5.3. Terasă / acoperiș	34
2.5.4. Planșeu sub pod	35
2.5.5. Ferestre / uși exterioare	35
2.5.6. Caracteristici ale spațiului locuit / încălzit:	36
2.5.7. Instalația de încălzire interioară	36
2.5.8. Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:	37
2.5.9. Date privind instalația de apă caldă de consum	38
2.5.10. Informații privind instalația de iluminat	38
2.5.11. Situația existentă	38
3. EVALUAREA PERFORMANȚELOR ENERGETICE ȘI DE MEDIU ALE CLĂDIRII	40
3.1. Rezistențele termice ale elementelor de construcție ale anvelopei clădirii	40
3.2. Calculul necesarului de căldură anual pentru compensarea pierderilor de căldură prin anvelopa clădirii ..	42
3.3. Consumul anual normal de căldură pentru prepararea apei calde de consum	43
3.4. Consumul de energie pentru iluminat	43
3.5. Calculul emisiilor de CO ₂	43
4. MĂSURI PENTRU CREȘTEREA A PERFORMANȚEI ENERGETICE ȘI DE MEDIU A CLĂDIRII	45
4.1. Soluțiile de modernizare analizate	45
4.1.1. Termoizolarea pereților exteriori	45

4.1.2.	Înlăturarea șarpantei existente și refacerea terasei.....	49
4.1.3.	Izolarea podelei.....	52
4.2.	Înlocuirea tâmplăriei existente deformată.....	55
5.	ANALIZA MĂSURILOR PRIVIND IZOLAREA ANVELOPEI CLĂDIRII.....	56
5.1.	Renovarea sistemului de iluminare.....	57
5.2.	Apa caldă de consum.....	58
5.3.	Alte măsuri propuse către implementare.....	60
5.4.	Măsuri de implementare a surselor regenerabile de energie.....	61
5.5.	Calculul emisiilor de CO ₂ după reabilitare.....	62
6.	CONCLUZII și RECOMANDĂRI.....	63
	BIBLIOGRAFIE.....	65

REZUMAT

Teza de master abordează problema de eficientizare a consumurilor de energie a clădirii liceului teoretic Alecu Russo, or. Bălți, prin reducerea pierderilor de căldură prin anvelopa clădirii. Momentan, problema de bază pentru orice clădire este raționalizarea consumurilor de resurse energetice, de aceea se pune accentul pe utilizarea unor metode performante la reabilitarea termică a clădirii.

În teza sunt analizate elementele constructive ale clădirii: pereți, pardosele, ferestre, sisteme de încălzire și iluminat. În continuare s-au analizat consumurile de energie existente pentru clădirea reală. Apoi s-a efectuat calculul termotehnic al anvelopei clădirii: pentru pereți, planșeul ultimului nivel și pardoselei așezate pe sol. Se aleg materialele izolante și se analizează oportunitatea utilizării a lor.

Calculului termotehnic se va realiza în programul Excel, pus la dispoziție de Agenția de Eficiență Energetică. În continuare se analizează măsurile de reabilitare și aplicabilitatea acestora. Astfel se vor determina punctele slabe ale clădirii.

În continuare se efectuează analiza energetică și economică a clădirii reale și a celei izolate, compararea consumurilor specifice de energie a clădirii reale cu cea reabilitată și formularea concluziilor în baza lucrărilor efectuate, dacă proiectul investițional este eficient și rentabil.

Cuvinte cheie: audit energetic, reabilitare, eficientizare, resurse energetice, calcul termotehnic.

SUMMARY

The master's thesis addresses the issue of energy efficiency of the building of the theoretical high school Alecu Russo, Bălți, by reducing heat loss through the building envelope. Currently, the basic problem for any building is to rationalize the consumption of energy resources, so the emphasis is on the use of high-performance methods for thermal rehabilitation of the building.

The thesis analyzes the constructive elements of the building: walls, floors, windows, heating and lighting systems. The existing energy consumption for the real building was further analyzed. Then the thermotechnical calculation of the building envelope was performed: for the walls, the top level floor and the floor placed on the floor. The insulating materials are chosen and the opportunity to use them is analyzed.

The thermotechnical calculation will be performed in the Excel program, provided by the Energy Efficiency Agency. The rehabilitation measures and their applicability are further analyzed. This will determine the weaknesses of the building.

Next, the energy and economic analysis of the real and the isolated building is performed, the comparison of the specific energy consumptions of the real building with the rehabilitated one and the formulation of the conclusions based on the works performed, if the investment project is efficient and profitable.

Keywords: energy audit, rehabilitation, efficiency, energy resources, thermotechnical calculation.

INTRODUCERE

Noul concept al *dezvoltării durabile* determină o abordare diferită de cea clasică, cu care suntem obișnuiți, atunci când este vorba de o clădire. În prezent, clădirea este considerată ca un organism într-o evoluție continuă, care în timp trebuie tratat, reabilitat și modernizat pentru a corespunde exigențelor stabilite de utilizator într-o anumită etapă. De mare actualitate sunt analizele și intervențiile legate de economia de energie în condițiile asigurării unor condiții de confort corespunzătoare. În paralel cu reducerea necesarului de energie, se realizează două obiective importante ale dezvoltării durabile, și anume, economia de resurse primare și reducerea emisiilor poluante în mediul înconjurător.

Sporirea eficienței energetice se poate realiza pe mai multe căi, de la educarea utilizatorilor clădirii în spiritul economiei de energie, la intervenții ce sunt la îndemâna multora și până la efectuarea unei expertize și a unui audit energetic în urma cărora experții recomandă o serie de soluții tehnice de modernizare. Aceste soluții depind de tipul, vechimea și destinația clădirilor și se constituie în ceea ce se numește *reabilitarea sau modernizarea clădirii*.

Reabilitarea/modernizarea termică a unei clădiri reprezintă îmbunătățirea ei în scopul menținerii căldurii la interior. Aceasta presupune adăugarea de izolație termică, etanșarea, îmbunătățirea sau chiar înlocuirea ferestrelor și a ușilor, precum și îmbunătățirea echipamentelor și instalațiilor cu care este dotată clădirea. Reabilitarea termică înseamnă și implementarea de măsuri de eficiență energetică în toate activitățile de renovare și reparații ale clădirii.

Eficientizarea energetică a clădirilor reprezintă o prioritate de prim rang, având în vedere slaba calitate a majorității construcțiilor existente, fie vechi, fie ieftine. Pe de altă parte, costurile legate de reabilitarea termică a unei clădiri sunt mai mici decât costurile legate de instalarea unei capacități suplimentare de energie termică pentru încălzire.

Performanța energetică a clădirii (PEC) reprezintă energia efectiv consumată sau estimată pentru a răspunde necesităților legate de utilizarea normală a clădirii, necesități care includ în principal:

- ✓ încălzirea,
- ✓ prepararea apei calde de consum,
- ✓ răcirea,
- ✓ ventilarea,
- ✓ iluminatul.

Performanța energetică a clădirii se determină conform unei metodologii de calcul și se exprimă prin unul sau mai mulți indicatori numerici care se calculează luându-se în considerare izolația termică, caracteristicile tehnice ale clădirii și instalațiilor, proiectarea și amplasarea clădirii în

raport cu factorii climatici exteriori, expunerea la soare și influența clădirilor învecinate, sursele proprii de producere a energiei și alți factori, inclusiv climatul interior al clădirii, care influențează necesarul de energie.

Auditul energetic al unei clădiri urmărește identificarea principalelor caracteristici termice și energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia și stabilirea, din punct de vedere tehnic și economic a soluțiilor de reabilitare sau modernizare termică și energetică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia, pe baza rezultatelor obținute din activitatea de analiză termică și energetică a clădirii.

Certificatul de performanță energetică al unei clădiri urmărește declararea și afișarea performanței energetice a clădirii, prezentată într-o formă sintetică unitară, cu detalierea principalelor caracteristici ale construcției și instalațiilor aferente acesteia, rezultate din analiza termică și energetică.

Certificarea clădirii nu se bazează pe consumuri de energie măsurate, ci pe consumuri estimate prin calcul relativ la o stare interioară de referință care cuprinde parametrii de confort și gradul de ocupare. În acest mod:

- ✓ se exclud efectele legate de comportamentul subiectiv al utilizatorilor;
- ✓ se evită supra-aprecierea incorectă a performanței energetice rezultată din lipsa unor echipamente/instalații care, dacă existente, ar contribui la realizarea condițiilor interioare de confort pe toată durata de funcționare a clădirii.
- ✓ se evită aprecieri incorecte rezultate din imposibilitatea defalcării consumurilor energetice contorizate pentru diferite necesități când nu toate acestea contribuie semnificativ sau nu contribuie deloc la condițiile interioare de confort (de exemplu: gătit, aparatură electrocasnică/electronică, meșteșugărit, iluminat exterior, apa rece etc);
- ✓ este posibilă compararea clădirilor din aceeași categorie.

Atunci când ai în plan să începi un proiect de construcții, printre cele mai importante lucruri pe care trebuie să le ai în vedere sunt: gândirea unui plan fezabil și ancorat în realitatea din teren, folosirea unor materiale de calitate, o manoperă profesională de cel mai înalt nivel și angajarea celor mai buni specialiști. Totuși, dincolo de aceste aspecte extrem de importante, este bine de știut și faptul că ai nevoie și de un **audit energetic**.

Acest proiect de audit energetic va crește beneficiile exploatării clădirii în sensul obținerii unor performanțe de consum energetic scăzut. De aceea, în cele ce urmează, vei afla mai multe despre ce este un audit energetic, cine și cum îl întocmește, precum și prețul acestui tip de audit.

Prin auditul energetic se urmărește identificarea principalelor caracteristici termice și energetice ale construcției și ale instalațiilor aferente acesteia. De asemenea, prin acest tip de audit se urmărește stabilirea, din punct de vedere tehnic și economic, a soluțiilor de reabilitare sau modernizare termică și energetică a construcției și a instalațiilor aferente acesteia, pe baza rezultatelor obținute din activitatea de analiză termică și energetică a clădirii. Pe scurt, auditul energetic este suma soluțiilor pe care auditorul le propune pentru îmbunătățirea performanței energetice a unei clădiri.

În general, auditul energetic se realizează în funcție de tipul clădirii. Astfel, avem două variante:

1. **Audit energetic pentru o clădire veche** – În această situație, auditarea poate să scoată în evidență necesitatea realizării unor modificări sau înlocuirea de componente sau instalații.
2. **Audit energetic pentru o clădire nouă** – Pentru clădirile noi, auditul trebuie să fie realizat în colaborare cu proiectantul. În acest mod, se vor găsi de la bun început cele mai bune soluții pentru ca performanța energetică din acest punct de vedere să fie maximă.

Auditul energetic este definit prin Legea nr. 128 din 11 iulie 2014 privind performanța energetică a clădirilor și nu trebuie confundat cu **certificatul energetic**. Certificatul energetic prezintă doar situația actuală a unui imobil la momentul realizării calculului energetic, fără a propune soluții de îmbunătățire a performanțelor imobilului. **Auditul energetic** reprezintă o analiză care înaintea propunerii ce vor fi preluate în proiectul tehnic elaborat de către proiectanții de specialitate (arhitecții și inginerii de instalații).

Pentru realizarea rapidă și cu rezultate foarte bune a unui audit energetic este indicat să fie respectate câteva etape precise. Acestea au rolul de a identifica și propune un set de măsuri pentru creșterea eficienței energetice a clădirii.

Astfel, printre primii pași în efectuarea unui audit energetic amintim:

- Realizarea unei evaluări privind performanța energetică a clădirii în raport cu modul în care este izolată față de mediul exterior.
- Verificarea stării instalațiilor utilitare și întocmirea unui grafic de cheltuieli ce rezultă din cumularea facturilor pentru fiecare utilitate în parte, pentru o perioadă de cel puțin un an de zile.
- Discutarea raportului întocmit împreună cu beneficiarul, arătându-se aspectele prezente ale consumului și variantele de îmbunătățire, conform serviciului de audit energetic.

- Prezentarea mai multor variante, fiecare dintre acestea având calculate noile performanțe, care respectă normele în vigoare și care se vor resimți după aplicarea variantei de audit aprobată de beneficiar.
- În raportul de audit energetic va fi motivată decizia adoptării unor anumite soluții.

Respectarea acestor pași și efectuarea unui audit energetic corect și profesionist va avea, cu siguranță, efecte evidente în ceea ce privește creșterea nivelului energetic al clădirii. Totuși, este important de știut faptul că nivelul energetic al clădirii poate fi crescut și prin intermediul altor lucrări de reabilitare și modernizare a construcției în cauză. Auditorul poate să propună, în raportul său de audit, și acest tip de lucrări:

- Soluții de termoizolare a pereților exteriori, hidroizolare și/sau termoizolare a acoperișului și subsolului.
- Montarea de ferestre termopan, uși termopan cu performanțe ridicate pentru profile termopan și sticlă termopan.
- Refacerea și/sau modernizarea canalelor ce țin de un sistem integrat de HVAC (încălzire/ventilație/aer condiționat).

De asemenea, în propunerea sa, auditorul va evidenția și posibilitățile de a crește nivelul de eficiență energetică prin folosirea unor măsuri precum:

- Înlocuirea echipamentelor învechite care produc energia necesară pentru încălzire sau răcire: cazane, boilere, aparate de aer condiționat.
- Înlocuirea integrală a conductorilor electrici și a aparatajului necesar.
- Identificarea, montarea și exploatarea unor noi surse regenerabile, precum panouri fotovoltaice sau sisteme de producere a energiei electrice bazate pe energia eoliană.

În urma acestor propuneri ce rezultă din raportul de audit, dacă sunt respectate, este posibil ca locuința ta să devină o clădire cu consum extrem de scăzut de energie convențională.

BIBLIOGRAFIE

1. SM EN 16247-2:2015 Audituri energetice. Partea 2: Clădiri;
2. NCM M.01.01:2016 Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor;
3. NCM M.01.02:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul a performanței energetice a clădirilor;
4. "Egalitatea de gen în sectorul energetic și schimbarea climei" Proiectul ADA/UNDP "Suport la cadrul national de planificare la adaptarea schimbărilor climatice în Moldova"
http://adapt.clima.md/public/files/Gen_energia.pdf
5. Set armonizat de indicatori de dezvoltare sensibili la dimensiunea de gen
<http://www.statistica.md/pageview.php?l=ro&idc=350&id=2622>
6. Set armonizat de indicatori de dezvoltare sensibili la dimensiunea de gen
<http://www.statistica.md/pageview.php?l=ro&idc=350&id=2622>
7. [Moldova Wind Explorer \(awstruepower.com\)](http://awstruepower.com)
8. 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;
9. NCM E.04.01:2017 Protecția contra acțiunilor mediului ambiant. Protecția termică a clădirilor, Chișinău, 2017.
10. CP E.04.05:2017 Proiectarea protecției termice a clădirilor, Chișinău, 2017.
11. SM SR EN ISO 14683:2018 Punți termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate și valori implicite
12. 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.
13. SNIP 2.01.01-82 Climatologia și geofizica în construcții;
14. CP E.04.05–2006 Proiectarea Protecției Termice a Clădirilor;
15. SNIP 2.04.05–91 Încălzire, condiționare și ventilare;
16. SM EN ISO 52016-1:2018 Performanța energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire și răcire, temperaturi interioare și sarcini termice sensibile și latente. Partea 1: Metode de calcul;

17. SM CEN SM / EN 52016-2:2017 Performanța energetică a clădirilor. Necesități energetice pentru încălzire și răcire, temperaturile interioare și sarcinile de încălzire sensibile și latente. Partea 2:Explicarea și justificarea ISO 52016-1 și ISO 52017-1;
18. SM EN 15316-2:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 2: Spații pentru instalații de emisie (încălzirea și răcirea), module M3-5, M4-5;
19. HOTĂRÎRE Nr. 21 din 29-12-2005 cu privire la aprobarea și implementarea Regulilor și normativelor sanitaro-epidemiologice de stat "Igiena instituțiilor de învățământ primar, gimnazial și liceal",revizuite în conformitate cu Legea nr. 424-XV din 16 decembrie 2004 privind revizuirea și optimizarea cadrului normativ de reglementare a activității de întreprinzător(Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2005, nr. 1-4, art. 16)
20. SM EN 15316-3:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 3: Instalații de distribuție pentru spații (DHW, încălzirea și răcirea), modulele M3-6, M4-6, M8-6;
21. SM EN 15316-4-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -1: Instalații de generare a căldurii pentru încălzirea spațiilor și DHW, instalații de ardere (boilere, biomasă), modulele M3-8-1, M8-8-1;
22. SM EN 15316-4-3:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -3: Sisteme de generare a căldurii, sisteme solare termice și fotovoltaice, modulele M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3;
23. SM EN 15316-4-4:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -4: Sisteme de generare a căldurii, sisteme de cogenerare integrate în clădiri, modulele M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4;
24. SM EN 15316-4-5:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al cerințelor energetice și al randamentelor instalației. Partea 4 -5: Încălzirea și răcirea spațiilor, modulele M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5;
25. SM EN 15316-5:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 5: Sisteme de încălzire și de stocare a apei calde menajere (fără răcire), modulele M3-7, M8-7;
26. SM CEN/TR 16798-14:2017 Performanța energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 14: Interpretarea cerințelor EN 16798-13. Calculul sistemelor de răcire (modulul M4-8). Generare;
27. SM SR EN 12464-1: 2013 Lumină și iluminat. Iluminatul locurilor de muncă. Partea 1: Locuri de muncă interioare;

28. SM EN 13032-1+A1:2017 Lumină și iluminat. Măsurarea și prezentarea rezultatelor fotometrice ale lămpilor și aparatelor de iluminat. Partea 1: Măsurarea și prezentarea datelor;
29. NCM C.04.02:2017 Iluminatul natural și artificial;
30. SM EN 15232-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Impact al automatizării, controlului și managementului tehnic al clădirii, modulele M10-4,5,6,7,8,9,10;
31. NCM C.01.03:2017 Proiectarea construcțiilor pentru instituții de învățământ general;
32. NCM E.03.02-2014 Protecția împotriva incendiilor clădirilor și a instalațiilor;
33. 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);
34. SM EN 15378-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Sisteme de încălzire și de alimentare cu apă caldă în clădiri. Partea 1: Inspecția cazanelor, sistemelor de încălzire și de alimentare cu apă caldă, modulele M3-11, M8-11.
35. [Executarea lucrarilor de hidroizolatii \(3x.ro\)](#)
36. [CR150B LED35S/840 PSU W30L120 IP54 | 910503910177 | Philips](#)
37. [Polistiren Extrudat vs Expandat vs Grafitat: Ghid complet | MathHaus by Arabesque](#)