

RAPORT DE AUDIT ENERGETIC

pentru obiectivul:

CĂMIN STUDENȚESC NR. 4

Târgu Mureș, str. Nicolae Grigorescu, nr. 15B, județul Mureș



Document: ECV-AEN-UMFST

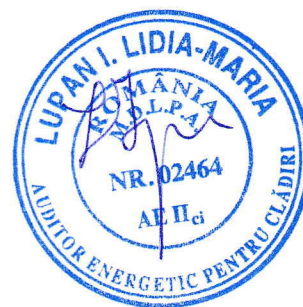
Proiect nr. 05-03 / 2022

Data: aprilie - iunie 2022



1. Colectivul de elaborare al auditului energetic al clădirii

1. dr.ing. MĂGUREAN Ancuța Maria, auditor energetic pentru clădiri atestat MDRAP AE Ici;
2. dr.ing. LUPAN Lidia Maria, auditor energetic pentru clădiri atestat MDRAP AE Ici.



NOTĂ: Calculele sunt efectuate pe baza releveului pus la dispoziție și elaborat de **S.C. MTC REAL CONSULTING S.R.L., str. Bralla, nr. 1, Tg. Mureș, jud. Mureș – Proiect nr. 1 / 10.2021, ing. O. SOFONEA, topograf autorizat ANCPI Categoria A, Serie RO-B-F nr.: 1979/2017.** Orice inadvertență a geometriei clădirii față de realitate și care poate influența rezultatele analizei energetice efectuate în prezentul audit energetic reprezintă răspunderea topografului care a efectuat releveul, iar auditorul energetic este exonerat de orice răspundere în acest sens. Verificarea conformității releveului primit cu realitatea, s-a efectuat pentru zone alese în mod aleatoriu în cadrul inspecției clădirii din data de 11 aprilie 2022, nefiind însă posibilă o verificare detaliată, releveul nefiind obiectul contractului actual.

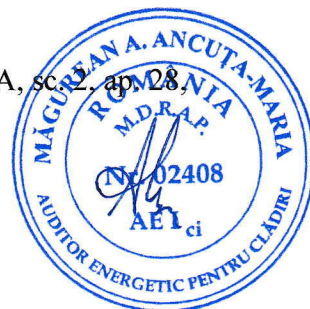
2. Borderou

1. Colectivul de elaborare al auditului energetic al clădirii	2
2. Borderou	3
3. Date de identificare ale auditorului energetic și ale firmei care a elaborat auditul energetic al clădirii	5
4. Date de identificare generală a clădirii	5
5. Raport de analiză termică și energetică a clădirii	6
5.1 Baza documentară	6
5.1.1 Reglementari tehnice	6
5.1.2 Documente și date obținute despre clădire și instalațiile aferente acesteia	8
5.2 Caracteristici geometrice și de alcătuire ale clădirii	8
5.2.1 Elemente caracteristice privind amplasarea clădirii	8
5.2.2 Descrierea arhitecturală a clădirii	9
5.2.3. Descrierea alcătuirii elementelor de construcție și a structurii de rezistență	10
5.2.4. Descrierea tipurilor de instalații interioare și alcătuirea acestora (încălzire, ventilare/ climatizare, apă caldă menajeră, iluminat)	10
5.2.5 Regimul de ocupare al clădirii	11
5.2.6 Aspecte privind starea tehnică a clădirii	12
5.2.7 Caracteristicile geometrice ale elementelor anvelopei clădirii	12
5.3 Caracteristici termice	13
5.3.1 Calculul rezistențelor termice unidirecționale	13
5.3.2 Calculul rezistențelor termice corectate	16
5.4 Parametri climatici	20
5.4.1 Temperatura convențională exterioară de calcul	20
5.4.2. Intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare medii lunare	20
5.5 Temperaturi de calcul ale spațiilor interioare	21
5.5.1 Temperatura interioară de calcul	21
5.6 Breviare de calcul	25
5.6.1 Clădirea reală	25
5.6.2. Clădirea de referință	39
6. Certificatul energetic și anexa la certificatul energetic	40

6.1 Consumuri anuale specifice de energie pentru: încălzirea spațiilor, prepararea apei calde de consum, climatizare, ventilație și iluminat.....	40
6.2 Penalizări acordate clădirii certificate.....	41
6.3 Nota energetică	43
6.4 Încadrarea în clasa energetică a clădirii de referință.....	44
6.5 Energia primară și emisiile de CO ₂	44
6.5.1 Energia primară.....	44
6.5.2 Emisii de CO ₂	45
7. Descrierea soluțiilor de modernizare/ reabilitare construcții și instalații.....	46
7.1 Pachet minimal de soluții propuse – PM1	46
7.2 Pachet maximal de soluții propuse – PM2.....	51
7.3 Cerințe minime de performanță termică extindere cu mansardă	53
7.4 Note și precizări suplimentare	54
7.5 Analiza energetică a soluțiilor de modernizare construcție și instalații.....	56
7.6 Analiza economică a soluțiilor propuse	60
8. Concluzii	65
ANEXE	
ANEXA 1 – Fotografii ale clădirii (3 pagini).....	
ANEXA 2 - Fișa de analiză termică a clădirii (9 pagini).....	
ANEXA 3 – Extras de calcul pierderi de căldură pe rețele termice (încălzire + a.c.m.) – pachete de soluții PM1, PM2 (1 pagină).....	
ANEXA 4 - Certificatul de performanță energetică și anexa la CPE (7 pagini)	

3. Date de identificare ale auditorului energetic și ale firmei care a elaborat auditul energetic al clădirii

Nume: MĂGUREAN
Prenume: Ancuța Maria
Adresa: Mun. Cluj-Napoca, str. Bună Ziua, nr. 43A, bl. M1A, sc. 2, ap. 28,
jud. Cluj
Telefon: +40 749 935 159
Document de atestare: Legitimăție seria: VSA, nr. 02408, AE Ici



Nume: LUPAN
Prenume: Lidia Maria
Telefon: +40 746 038 939
Document de atestare: Legitimăție seria: CAA, nr. 02464, AE Iici



Firma care a elaborat auditul energetic:

S.C. ECOVER PROIECT S.R.L.

Adresa: mun. Câmpia Turzii, str. Mureșului, 6/8, jud. Cluj

Telefon: +40 749 935 159

E-mail: office@ecoverproiect.com;

ancuta.magurean@ecoverproiect.com;



4. Date de identificare generală a clădirii

4.1. Date generale

Clădirea: Cămin studențesc nr. 4

Adresa: mun. Târgu Mureș, str. Nicolae Grigorescu, nr. 15B, județul Mureș,
Nr. CF/Nr. cadastral: 136807/136807 – C1

Beneficiar: UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI
TEHNOLOGIE "GEORGE EMIL PALADE"
mun. Târgu Mureș, str. Gheorghe Marinescu, nr. 38, jud. Mureș

Destinația
principală: Cămin studențesc

An
construire: cca. 1969-1970

5. Raport de analiză termică și energetică a clădirii

5.1 Baza documentară

5.1.1 Reglementari tehnice

1. MC 001/1,2,3,4,5 - 2006 Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, cu modificările și actualizările ulterioare;
2. NP 048-2000 Normativ pentru expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora;
3. C107/1...7/2005 Normativele din seria C107, privind proiectarea higrotermică a clădirilor, cu modificările și actualizările ulterioare;
4. SR EN ISO 6946:2017 - Părți și elemente de construcție - Rezistența termică și transmitanța termică - Metoda de calcul;
5. SR EN ISO 13789:2017 - Performanța termică a clădirilor - Coeficient de pierderi de căldură prin transfer - Metoda de calcul;
6. SR EN 13790:2008 – Performanța termică a clădirilor – Calculul necesarului de energie pentru încălzire;
7. SR EN ISO 10211:2017 - Punți termice în construcții - Fluxuri termice și temperaturi superficiale – Calcule detaliate;
8. SR EN ISO 14683:2018 - Punți termice în clădiri - Transmitanța termică liniară. Metode simplificate și valori aproximative;
9. SR EN ISO 13370:2017 – Performanța termică a clădirilor. Transferul de căldură prin sol. Metode de calcul;
10. SR EN ISO 10077-1:2018 Performanța termică a ferestrelor, ușilor și obloanelor – Calculul transmitanței termice – Partea 1: General;
11. SR EN ISO 10077-2:2018 Performanța termică a ferestrelor, ușilor și obloanelor – Calculul transmitanței termice – Partea 2: Metode numerice pentru profile de tâmplărie;
12. SR EN ISO 12631:2018 Performanța termică a fațadelor cortină. Calculul coeficientului de transfer termic;
13. Catalog cu coeficienți de transfer termic liniar ψ_k și a factorilor liniari de temperatură $f^{2D} R_{si}$ pentru punți termice specifice clădirilor cu pereți structurali din zidărie, Prof.dr. ing. Ioan Moga, s.l.dr. ing. Ligia Moga;
14. Ordin 1590/24.08.2012 – Anexa K, Catalog de punți termice;

15. SC 007-2013 Soluții cadru privind reabilitarea termo-higro-energetică a anvelopei clădirilor de locuit existente;
16. GP 058-2000 Ghid privind optimizarea nivelului de protecție termică la clădirile de locuit;
17. GP 109-2004 Ghid privind reabilitarea și modernizarea termică a anvelopei și a instalațiilor de încălzire și apă caldă de consum, la blocuri de locuințe cu structura mixtă, realizate după proiecte tip;
18. NP 015-1997 Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor spitalicești și a instalațiilor aferente acestora;
19. I 13-2015 Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de încălzire centrală;
20. I 9-2015 Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor sanitare;
21. STAS 1478-90 Instalații sanitare. Alimentarea cu apă la construcții civile și industriale. Prescripții fundamentale de proiectare;
22. I 5-2010 Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilație și climatizare;
23. SR 1907-1:2014 Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul;
24. SR 1907-2:2014 Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul;
25. SR 4839/2014 Instalații de încălzire. Numărul anual de grade-zile;
26. SR EN 15316-4-3:2017 Performanța energetică a clădirilor. Metodă de calcul al necesarului de energie și al eficienței instalațiilor. Partea 4-3: Sisteme de producere a căldurii: instalații termice solare și fotovoltaice, Modulele M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3;
27. SR EN ISO 52016-1:2017 Performanța energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire și răcire, temperaturi interioare și sarcini termice sensibile și latente. Partea 1: Metode de calcul.

5.1.2 Documente și date obținute despre clădire și instalațiile aferente acesteia

- Documente tehnice puse la dispoziție de către beneficiar:

- “Relevee realizate în vederea reabilitării, mansardării și modernizării căminului studentesc nr. 2”, elaborată de S.C. MTC REAL CONSULTING S.R.L., str. Bralla, nr. 1, Tg. Mureș, jud. Mureș – Proiect nr. 1 / 10.2021, ing. O. Sofonea, topograf autorizat ANCPI Categoria A, Serie RO-B-F nr.: 1979/2017;
- Proiect Tehnic nr. 593/2022, “Reparare și extindere rețele termice la căminele studentești U.M.F.S.T. G.E. Palade, Tg. Mureș, str. Victor Babeș, nr. 15”, elaborat de S.C. EXPERT S.R.L. Tg. Mureș, șef proiect: ing. Maria Nits;
- Proiect Tehnic nr. 569/2021, “Reactualizare proiect tehnic: Reabilitare la centrala termica a caminelor studentesti etapa II la UMFST G.E. Palade, str. Victor Babes, nr. 15, Tg. Mures, jud. Mures”, elaborat de S.C. Expert S.R.L. Tg. Mureș, șef proiect: ing. Maria Nits.

- Investigarea vizuală a complexului de clădiri - Cămine Studentești nr. 1, nr. 2, nr. 3, nr. 4, nr. 5, precum și a fostei cantine studentești în prezent în curs de consolidare și schimbare a destinației în Centru de examinare al U.M.F.S.T. G.E. Palade.

5.2 Caracteristici geometrice și de alcătuire ale clădirii

5.2.1 Elemente caracteristice privind amplasarea clădirii

Amplasarea clădirii:

- Zona climatică: IV, conform fig. III.1, *Zonarea climatică - iarnă de calcul*, din MC 001-6/2013, $T_e = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Clasa de adăpostire a clădirii: moderat adăpostită;
- Categoria de importanță a construcției: C.

Forma în plan a clădirii este una uniformă, dreptunghiulară, cu latura SV aliniată cu str. Nicolae Grigorescu, respectiv cu latura NV aliniată cu str. Victor Babeș, clădirea fiind amplasată în mun. Tg. Mureș, jud. Mureș. Amplasarea față de punctele cardinale: conform Fig. 1.



Fig. 1 Amplasarea față de punctele cardinale [sursa hartă: <https://www.google.com/maps>]

5.2.2 Descrierea arhitecturală a clădirii

Căminul studentesc nr. 4 face parte dintr-un complex de cinci cămine studentești și o cantină studentească, în curs de consolidare și schimbare de destinație în centru de examinare, care sunt în patrimoniul Universității de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie “George Emil Palade” din Tg. Mureș.

Clădirea are regim de înălțime P+3E, având o capacitate de 85 unități de cazare, prevăzute cu 4 paturi. Pe lângă camerele de cazare și zonele de circulație (holuri și două case de scară), clădirea este prevăzută cu următoarele funcțiuni: la parter – birouri administrator și portar, oficiu, grupuri sanitare comune, 2 terase și 2 camere pentru vizitatori, cu grup sanitar propriu, La etajele 1-3 funcțiunile pentru fiecare nivel sunt: sala de lectură, oficiu, grupuri sanitare comune, 2 terase și 1 cameră pentru vizitatori, cu grup sanitar propriu.

Accesul principal se efectuează de pe fațada SV și există două accese secundare pe fațada NV.

Planșeul peste ultimul nivel este de tip terasă necirculabilă, cu hidroizolația de tip învelitoare bituminoasă, renovată recent.

5.2.3. Descrierea alcătuirii elementelor de construcție și a structurii de rezistență

Structura de rezistență a clădirii este realizată din zidărie portantă din cărămidă, cu grosimea identificată și măsurată a acesteia de 36.5 cm pentru pereții exteriori și 24 cm pentru pereții interiori, la care se adaugă grosimea tencuielilor.

Placa pe sol este din beton armat monolit, cu grosimea de 10 cm, peste care este dispusă o șapă din mortar de ciment și strat de circulație din mozaic.

Longitudinal, sub holul principal, există un subsol tehnic prin care trec conductele care alimentează clădirea cu agent termic.

Planșeul de tip terasă necirculabilă este din beton armat monolit, cu grosimea măsurată a straturilor peste placa din beton armat de cca. 30 cm.

Ferestrele și ușile exterioare sunt din tâmplărie PVC cu geam dublu, termoizolant. Acestea se prezintă în stare bună.

Finisajele pereților sunt realizate din tencuieli din mortar de ciment.

5.2.4. Descrierea tipurilor de instalații interioare și alcătuirea acestora (încălzire, ventilație/ climatizare, apă caldă menajeră, iluminat)

5.2.4.1 Instalații de încălzire

Clădirea caminului studentesc nr. 4 este alimentată la ora actuală cu agent termic 80°/60° C provenit de la centrala termică existentă în subsolul unei clădiri cu regim de înălțime S+P+E, care adăpostește cantina studentescă. În prezent, această clădire este în curs de consolidare și schimbare a destinației, urmând să devină centru de examinare al U.M.F.S.T. G.E. Palade. Această centrală termică deservește Căminele studentești nr. 3, nr. 4 și nr. 5.

Centrala termică este echipată cu:

- 2 buc. x cazan Romstal Confort 900, capacitate 1046 kW/echipament, cu o vechime de peste 20 ani, combustibil: gaz metan;

- 1 buc. x cazan Viessmann Vitoplex 100, capacitate 400 kW, combustibil: gaz metan – în prezent nu este racordat la instalațiile din centrala termică;

În subsolul tehnic al caminului nr. 4 conductele care transportă agentul termic nu sunt termoizolate. Totodată, s-a constatat existența unor pierderi de agent termic la nivelul subsolului tehnic.

Corpurile de încălzire sunt mixte, radiatoare din fontă și corpuri statice din oțel, nefiind prevăzute cu elemente de reglaj decât pentru un număr redus dintre ele.

5.2.4.2 Instalații de ventilație – climatizare

Clădirea nu este dotată cu instalații de ventilație mecanică și nici cu echipamente de răcire centralizată.

Sala de lectură de la etajul 3 e prevăzută cu echipamente de tip split - 1 buc. la nivelul clădirii.

Oficiile sunt prevăzute cu hote de extragere aer viciat, amplasate deasupra aragazelor. În grupurile sanitare comune sunt montate ventilatoare de evacuare aer viciat, în zona dușurilor comune - 4 buc. la nivelul clădirii.

5.2.4.3 Instalații de preparare apă caldă menajeră

Clădirea căminului studențesc nr. 4 este alimentată la ora actuală cu agent termic la temperatura 60° C, provenit de la centrala termică existentă în subsolul fostei cantine studențești, care deservește Căminele nr. 3, nr. 4 și nr. 5. Apa caldă de consum se realizează prin intermediul a 2 schimbătoare de căldură în plăci, cu capacitatea de: 2 buc. x 450 kW și se prepară cu:

- Grup de cazane în condensare (2 buc.) DE DIETRICH (K11, K12), putere calorică nominală $Q = 922 \text{ kW}$.

Apa caldă de consum este stocată în 2 buc. x rezervor de acumulare, de capacitate 3000 litri. Rezervoarele sunt prevăzute cu o termoizolație de cca. 3 cm, însă sunt foarte vechi (an de fabricație 1964) și prezintă degradări semnificative.

Nu este asigurată recircularea apei calde de consum între cele trei cămine studențești și centrala termică.

5.2.4.4 Instalații sanitare

Clădirea este prevăzută cu instalații sanitare aferente grupurilor sanitare comune de la fiecare nivel și a oficiilor din incintă. Camerele nu sunt prevăzute cu lavoare. Camerele pentru vizitatori sunt prevăzute cu grup sanitar propriu, care este echipat cu: WC, lavoar și duș.

5.2.4.5 Iluminat

Clădirea este prevăzută cu corpuri de iluminat, cu preponderență tuburi LED, cu o putere instalată de cca. 6 kW.

5.2.5 Regimul de ocupare al clădirii

În condiții normale de utilizare, clădirea are un program continuu de funcționare, cu vacanță de 3 luni/an, pe durata verii, fiind asimilată pe durata de ocupare unui spațiu rezidențial. Totodată, prin rotație, un cămin dintre cele cinci din complexul studențesc funcționează în permanență, asigurând astfel cazare pe toată durata anului calendaristic la nivelul complexului studențesc.

În condiții normale de utilizare clădirea Căminului nr. 4 deservește 340 de persoane.

Pentru cele 5 camere pentru vizitatori, având în vedere posibilitatea utilizării ocazionale a acestora, precum și gradul de încărcare/utilizare variabil, în cadrul acestui audit energetic, se consideră următorul scenariu: ocuparea în permanență a 2 camere, de către 4 persoane.

5.2.6 Aspecte privind starea tehnică a clădirii

Având în vedere vechimea clădirii, construcția se prezintă într-o stare tehnică cu un nivel mediu-redus de degradare. La inspecția vizuală s-au sesizat o serie de defecte pe care clădirea le-a acumulat de-a lungul timpului, astfel:

- Igrasie la nivelul soclului, perimetral clădirii, pe toate cele 4 fațade, iar pe lungimi mari trotuarul de protecție nu există; iar unde există este într-o stare avansată de degradare datorită efectului ascensiunii capilare a apei;

- Pe fațada NE, în zona grupurilor sanitare comune, există infiltrații de apă la nivelul pereților exteriori, infiltrații care se regăsesc și la nivelul planșeelor în grupurile sanitare;

- Conductele amplasate în subsolul tehnic al Căminului nr. 4 nu sunt termoizolate; totodată, s-au constatat pierderi de agent termic în subsolul tehnic;

- Rezervoarele de acumulare pentru a.c.m., de capacitate 2 buc. x 3000 litri, amplasate în centrala termică din subsolul fostei cantine studențești, prezintă o stare avansată de degradare și vechime semnificativă (an de fabricație 1964).

Clădirea prezintă, în stadiul actual, un nivel mediu-redus de degradare, aspect datorat și întreținerii acesteia pe parcursul anilor.

Având în vedere starea tehnică actuală, respectiv vechimea clădirii, pentru calculul caracteristicilor termotehnice ale elementelor anvelopei, conductivitățile termice ale materialelor utilizate la construcție vor fi afectate de coeficienți de majorare.

5.2.7 Caracteristicile geometrice ale elementelor anvelopei clădirii

Anvelopa clădirii reprezintă totalitatea elementelor de construcție care închid volumul încălzit, direct sau indirect, al acestuia.

În vederea simulării comportamentului clădirii la transferul termic prin elementele de anvelopă, s-a optat pentru o analiză monozoneală, efectuată la nivel de corp de clădire.

Caracteristicile dimensionale ale elementelor anvelopei necesare pentru calculul valorilor parametrilor de performanță termică a acestora, s-au stabilit conform prevederilor din MC 001-1/2006.

- | | | |
|--|----------------------|-------|
| ○ Suprafața utilă a spațiilor încălzite: | $A_{util} = 2981.90$ | m^2 |
| ○ Volumul încălzit: | $V_{util} = 8803.30$ | m^3 |

În tabelele următoare sunt prezentate centralizat suprafețele anvelopei clădirii, în funcție de tipul elementului și orientarea cardinală.

Tab. 1 Suprafețe exterioare ale elementelor anvelopei clădirii

Elementul de construcție	Simbol	S [m ²]
Per ext NE	-	413.31
Per ext SE	-	168.38
Per ext SV	-	320.17
Per ext NV	-	148.71
Parapeti ext NE	-	110.77
Parapeti ext SV	-	154.5
Fer ext NE	-	208.46
Usi ext SE	-	14.1
Fer ext SV	-	234.53
Fer ext NV	-	40.92
Pl terasa	-	857.7
TOTAL	-	2671.55

Tab. 2 Suprafețe spre sol

Elementul de construcție	Simbol	S [m ²]
Placa sol	-	759.35
TOTAL	-	759.35

Tab. 3 Suprafețe spre spații secundare

Elementul de construcție	Simbol	S [m ²]
Pl subsol tehnic	-	98.35
Per sp neinc	-	1.79
Usa sp neinc	-	8.64
TOTAL	-	108.78

5.3 Caracteristici termice

5.3.1 Calculul rezistențelor termice unidirecționale

Rezistența termică totală, unidirecțională a unui element de construcție alcătuit din unul sau mai multe straturi din materiale omogene, fără punți termice, inclusiv din eventuale straturi de aer neventilat, dispuse perpendicular pe direcția fluxului termic, se calculează cu relația:

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

unde:

d_j – grosimea de calcul a stratului j, măsurată în [m];

λ_j – conductivitatea termică de calcul a materialului j măsurată în [W/m² K] - anexa A - C107/3;

α_i – coeficient de transfer termic superficial interior;

α_e – coeficient de transfer termic superficial exterior.

Tab. 4 Coeficienți de transfer termic superficial [W/m²K] și rezistențe termice superficiale [m²K/W]

DIRECȚIA ȘI SENSUL FLUXULUI TERMIC	Elemente de construcție în contact cu: • exteriorul • pasaje deschise (ganguri)		Elemente de construcție în contact cu spații ventilate neîncălzite: • subsoluri și pivnițe • poduri • balcoane și logii închise • rosturi închise • alte încăperi neîncălzite	
	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}	h_i/R_{si}	h_e/R_{se}
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{24}{0,042}$	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{12}{0,084}$

*) Pentru condiții de vară: $h_e = 12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $R_{se} = 0,084 \text{ m}^2\text{K/W}$

Stratificația principalelor elemente de închidere și caracteristicile termice sunt detaliate în tabelele următoare.

Tab. 5 Rezistență termică pereți exteriori

Rezistența termică unidirecțională pereți exteriori						
Nr. crt.	Material	d	λ	a	λ'	R
[-]	[-]	[m]	[W/m·K]	[-]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]
1	Tencuiala int. mortar de ciment-var	0.025	0.87	1.03	0.896	0.028
2	Zidarie caramida	0.365	0.80	1.03	0.824	0.443
3	Tencuiala ext. mortar de ciment	0.045	0.93	1.03	0.958	0.047
Total						0.518
Ro = Rsi+R+Rse						0.685

Tab. 6 Rezistență termică pereți exteriori - parapeți

Rezistența termică unidirecțională pereți exteriori						
Nr. crt.	Material	d	λ	a	λ'	R
[-]	[-]	[m]	[W/m·K]	[-]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]
1	Tencuiala int. mortar de ciment-var	0.02	0.87	1.03	0.896	0.022
2	Zidarie caramida	0.24	0.80	1.03	0.824	0.291
3	Tencuiala ext. mortar de ciment	0.045	0.93	1.03	0.958	0.047
Total						0.361
Ro = Rsi+R+Rse						0.528

Tab. 7 Rezistență termică planșeu terasă – soluție-cadru, referință NP 060/2002

Rezistența termică unidirecțională planșeu terasă necirculabilă						
Nr. crt.	Material	d	λ	a	λ'	R
[-]	[-]	[m]	[W/m·K]	[-]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]
1	Tencuiala mortar de var-ciment	0.015	0.87	1.03	0.89	0.017
2	Placa din beton armat	0.10	1.74	1.00	1.74	0.057
3	Amorsaj din soluție de bitum filerizat	-	-	-	0	-
4	Strat de difuzie din impaslitura din fibre de sticlă bitumată perforată, tip IBP	-	-	-	-	-
5	Termoizolație	0.20	0.25	1.05	0.26	0.762
6	Strat separator din impaslitura de fibră de sticlă de tip IA	-	-	-	-	-
7	Sapa din mortar slab armat	0.035	0.93	1.00	0.93	0.038
8	Amorsaj din soluție de bitum filerizat	-	-	-	-	-
9	Strat de difuzie din impaslitura din fibre de sticlă bitumată perforată, tip IBP	-	-	-	-	-
10	Hidroizolație bituminoasă	0.02	0.17	1.00	0.17	0.118
Total						0.917
R₀ = R_{si}+R+R_{se}						1.167

Tab. 8 Rezistență termică planșeu peste subsol tehnic

Rezistența termică unidirecțională planșeu peste subsol tehnic						
Nr. crt.	Material	d	λ	a	λ'	R
[-]	[-]	[m]	[W/m·K]	[-]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]
1	Mozaic	0.01	0.93	1.03	0.958	0.010
2	Mortar de ciment	0.04	0.93	1.03	0.958	0.042
3	Placa din beton armat	0.1	1.74	1.03	1.74	0.057
Total						0.110
R₀ = R_{si}+R+R_{se}						0.360

Tab. 9 Rezistență termică placa pe sol

Rezistența termică unidirecțională placa pe sol						
Nr. crt.	Material	d	λ	a	λ'	R
[-]	[-]	[m]	[W/m·K]	[-]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]
1	Strat de circulație	-	-	-	-	-
2	Sapa mortar de ciment	0.04	0.93	1.03	0.958	0.042
3	Placa din beton armat	0.10	1.74	1.00	1.740	0.057
4	Strat rupere capilaritate (pietris)	0.10	0.70	1.00	0.700	0.143
5	Umplutura pamant	0.25	1.16	1.00	1.160	0.216
6	Strat de pamant 1	3.00	2.00	1.00	2.000	1.500
7	Strat de pamant 2	4.00	4.00	1.00	4.000	1.000
Total						2.958
Ro = Rsi+R+Rse						3.125

5.3.2 Calculul rezistențelor termice corectate

Rezistența termică specifică corectată se determină la elementele de construcție cu alcătuire neomogenă; ea ține seama de influența punților termice asupra valorii rezistenței termice specifice determinate pe baza unui calcul unidirecțional în câmp curent, respectiv în zona cu alcătuirea predominantă.

$$U' = \frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{\sum \psi \cdot l}{A_i} + \frac{\sum \chi}{A_i} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

în care:

R - rezistența termică specifică unidirecțională aferentă ariei A;

l - lungimea punților liniare de același fel, din cadrul suprafeței A.

Rezistența termică specifică corectată se mai poate exprima prin relația:

$$R' = r \cdot R \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

în care **r** reprezintă coeficientul de reducere a rezistenței termice unidirecționale:

$$r = \frac{1}{\frac{R \cdot [\sum (\psi \cdot l) + \sum \chi]}{A} + 1}$$

Rezistențele termice unidirecționale au fost corectate cu ajutorul coeficienților liniari de transfer termic, ψ . Pentru cazurile în care acești coeficienți nu au fost găsiți în cataloage de specialitate, au fost efectuate simulări numerice utilizând software-ul Therm v. 7.2. Pentru determinarea coeficienților liniari de transfer termic, s-au analizat prin metode numerice (metoda elementului finit) unele detalii constructive atipice (după caz), în conformitate cu prevederile SR EN ISO 10211:2017.

Tab. 10 Calcul efect punți termice

Calculul efectului punților termice asupra anvelopei clădirii				
Element constructiv	Detaliu constructiv	l	ψ	$\psi \cdot l$
	[-]	[m]	[W/mK]	[W/K]
Per. ext. NE	Colt iesind pereti exteriori	37.65	0.120	4.518
	Colt intrand pereti exteriori, psi	12.55	-0.210	-2.636
	Intersectie centura in ziduri	66.90	0.200	13.380
	Intersectie centura in ziduri (balcon)	20.76	0.513	10.650
	Intersectie per. ext. cu per. int.	163.15	-0.020	-3.263
	Intersectie solbanc PVC	25.76	0.124	3.194
	Intersectie lateral ferestre PVC	207.72	0.139	28.873
	Intersectie cu buiandrug PVC	147.71	0.556	82.127
	Intersectie cu planseu terasa	58.37	0.160	9.339
	Intersectie planseu subsol	0.00	0.093	0.000
	Intersectie cu pl sol	29.22	0.085	2.484
				Total: 148.666
Per. ext. SE	Colt iesind pereti exteriori	37.65	0.120	4.518
	Colt intrand pereti exteriori	12.55	-0.210	-2.636
	Intersectie centura in ziduri	43.62	0.200	8.724
	Intersectie per. ext. cu per. int.	12.55	-0.020	-0.251
	Intersectie solbanc PVC	0.00	0.124	0.000
	Intersectie lateral ferestre PVC	18.80	0.139	2.613
	Intersectie cu buiandrug PVC	6.00	0.556	3.336
	Intersectie cu planseu terasa	14.54	0.160	2.326
	Intersectie planseu subsol	1.60	0.093	0.149
	Intersectie cu pl sol	13.81	0.085	1.174
				Total: 19.954
Per. ext. SV	Colt iesind pereti exteriori	25.10	0.120	3.012
	Colt intrand pereti exteriori	0.00	-0.210	0.000
	Intersectie centura in ziduri	55.86	0.200	11.172
	Intersectie per. ext. cu per. int.	25.10	-0.020	-0.502
	Intersectie solbanc PVC	0.00	0.124	0.000
	Intersectie lateral ferestre PVC	182.40	0.139	25.354
	Intersectie cu buiandrug PVC	159.55	0.556	88.710
	Intersectie cu planseu terasa	57.34	0.160	9.174
	Intersectie planseu subsol	0.00	0.093	0.000
	Intersectie cu pl sol	57.34	0.085	4.874
				Total: 141.794
Per. ext. NV	Colt iesind pereti exteriori	37.65	0.120	4.518
	Colt intrand pereti exteriori	12.55	-0.210	-2.636
	Intersectie centura in ziduri	23.85	0.200	4.770

	Intersectie centura in ziduri (balcon)	21.48	0.513	11.019
	Intersectie per. ext. cu per. int.	25.10	-0.020	-0.502
	Intersectie solbanc PVC	6.80	0.124	0.843
	Intersectie lateral ferestre PVC	50.40	0.139	7.006
	Intersectie cu buiandrug PVC	19.60	0.556	10.898
	Intersectie cu planseu terasa	15.11	0.160	2.418
	Intersectie planseu subsol	1.60	0.093	0.149
	Intersectie cu pl sol	13.23	0.085	1.124
	Total:			39.607
Planșeu subsol	Intersectie cu per. exterior	3.2	0.155	0.496
				0.496
Planșeu terasa	Intersectie cu per exterior	145.36	0.390	56.690
			Total:	56.690
Placa pe sol	Intersectie perete ext - placa pe sol	79.11	1.590	125.78
	Intersectie placa sol - subsol tehnic	116	0.9	104.40
	Intersectie cu pereti interiori	271.71	0.013	3.53
	Intersectie parapeti- placa pe sol	66.25	0.59	39.09
			Total:	272.805
Parapeti ext. NE	Intersectie solbanc PVC	116.60	0.088	10.26
	Intersectie centura in ziduri	87.45	0.180	15.74
	Intersectie cu pl sol	29.15	1.5	43.73
			Total:	69.727
Parapeti ext. SV	Intersectie solbanc PVC	153.40	0.088	13.50
	Intersectie centura in ziduri	119.25	0.180	21.47
	Intersectie cu pl sol	37.10	1.5	55.65
			Total:	90.614

Rezistențele termice corectate ale elementelor anvelopei sunt centralizate în tabelele următoare:

Tab. 11 Rezistențe termice corectate elemente opace verticale și orizontale

REZISTENȚE TERMICE CORECTATE ELEMENTE ANVELOPA							
Elementul de construcție	A	R	$\Sigma(\psi \cdot I)$	$\Sigma(\psi \cdot I)/A$	1/R'	R'	r
	[m ²]	[m ² ·K/W]	[K/W]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ² ·K/W]	[-]
Per. exteriori NE	413.31	0.685	148.666	0.360	1.820	0.549	0.802
Per. exteriori SE	168.38	0.685	19.954	0.119	1.579	0.633	0.925
Per. exteriori SV	320.17	0.685	141.794	0.443	1.903	0.525	0.767
Per. exteriori NV	148.71	0.685	39.607	0.266	1.727	0.579	0.846
Parapeti. ext. NE	110.77	0.528	69.727	0.629	2.525	0.396	0.751
Parapeti. ext. SV	154.50	0.528	90.614	0.587	2.482	0.403	0.764
Planșeu terasa	857.70	1.167	56.690	0.066	0.923	1.084	0.928
Placa pe sol	759.35	3.125	272.80	0.359	0.453	2.208	0.707
Planșeu peste subsol tehnic	98.35	0.360	0.496	0.005	2.780	0.360	0.998

5.4 Parametri climatici

Parametrii climatici exteriori se utilizează sub forma mediilor lunare ale temperaturilor exterioare și ale intensității radiației solare. Cei doi parametri se utilizează atât independent, cât și sub forma temperaturilor exterioare echivalente care combină efectele simultane ale temperaturii exterioare și ale intensității radiației solare.

Ecuatiile de bilanț termic utilizate se referă la bilanțul fluxurilor termice, iar durata sezonului de încălzire se determină din condiția egalității temperaturii caracteristică mediului interior al zonei principale cu cea caracteristică mediului exterior adiacent anvelopei zonei principale.

5.4.1 Temperatura convențională exterioară de calcul

Pentru iarna, temperatura convențională de calcul a aerului exterior se consideră în funcție de zona climatică în care se află localitatea Tg. Mureș (zona IV), care conform MC 001/6 este de:

$$\Theta_e = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$$

5.4.2. Intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare medii lunare

Intensitățile medii lunare au fost stabilite în conformitate cu MC001-PI, anexa A.9.6, pentru mun. Târgu Mureș, localitatea cea mai apropiată pentru care există date la nivel național.

Temperaturile exterioare medii lunare au fost stabilite în conformitate cu SR 4839/2014, pentru mun. Târgu Mureș, care se află în apropierea localității Livezeni, la distanța de cca. 7 km.

Tab. 12 Intensitatea radiației solare totale și difuze – valori medii lunare [W/m²], în mun. Tg. Mureș

LUNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I _T S	65,5	93,2	100,5	96,1	89,6	97,1	111,7	122,0	120,4	122,2	73,2	48,1
I _T S-V	50,8	76,5	88,8	92,8	84,3	93,1	105,2	109,9	105,3	101,2	57,2	37,4
I _T V	26,9	47,8	64,0	76,8	73,5	79,7	81,4	71,2	76,0	64,1	32,6	20,2
I _T N-V	13,4	25,6	37,8	52,9	69,2	78,4	80,0	69,4	55,1	35,2	15,9	10,1
I _T N	12,3	19,4	29,2	39,3	64,9	77,0	78,6	67,6	47,6	24,3	14,7	9,7
I _T N-E	13,4	25,6	37,8	52,9	69,2	78,4	80,0	69,4	55,1	35,2	15,9	10,1
I _T E	26,9	47,8	64,0	76,8	73,5	79,7	81,4	71,2	76,0	64,1	32,6	20,2
I _T S-E	50,8	76,5	88,8	92,8	84,3	93,1	105,2	109,9	105,3	101,2	57,2	37,4
I _T Oriz.	43,5	76,2	121,3	169,2	200,8	234,2	238,2	207,8	157,4	110,8	53,2	31,4
I _d – Vert.	12,3	19,4	29,2	39,3	46,6	50,3	49,3	43,4	34,3	24,3	14,7	9,7
I _d – Oriz.	24,6	38,7	58,4	78,5	93,2	100,6	98,6	86,8	68,5	48,6	29,5	19,4

Tab. 13 Valorile medii ale temperaturilor exterioare în mun. Tg. Mureș

Nr. crt.	Luna	Temperatura
[-]	[-]	[°C]
1	Ianuarie	-3.0
2	Februarie	-1.5
3	Martie	4.2
4	Aprilie	10.3
5	Mai	15.6
6	Iunie	18.5
7	Iulie	20.2
8	August	19.6
9	Septembrie	14.8
10	Octombrie	9.2
11	Noiembrie	3.4
12	Decembrie	-1.4

5.5 Temperaturi de calcul ale spațiilor interioare

5.5.1 Temperatura interioară de calcul

Temperatura interioară medie se determină ca o medie ponderată dintre temperaturile interioare Θ_j cu volumele pardoselilor zonelor j ($V_{p,j}$), având ca și temperaturi de referință, temperaturile indicate în SR 1907/2:2014.

$$\Theta_j = \frac{\sum(V_{p,j} \cdot \theta_{i,j})}{\sum V_{p,j}} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

În tabelul următor s-a determinat temperatura medie volumică a clădirii.

Tab. 14 Determinare temperatură interioară de calcul

Nivel	Destinație incăpere	S util	H util	V util	Ti	V*Ti
		[m ²]	[m]	[m ³]	[degC]	[m ³]*[degC]
Parter	Casa scarii (Hol)	21.48	2.90	62.29	18	1121.26
	Camera	14.95	2.90	43.36	20	867.10
	Hol	2.69	2.90	7.80	18	140.42
	Grup sanitar	3.39	2.90	9.83	22	216.28
	Oficiu	17.15	2.90	49.74	15	746.03
	Magazie	1.94	2.90	5.63	15	84.39
	Hol	1.84	2.90	5.34	18	96.05
	Camera	15.13	2.90	43.88	20	877.54
	Magazie	3.22	2.90	9.34	15	140.07
	Hol	2.64	2.90	7.66	18	137.81
	Camera	21.18	2.90	61.42	20	1228.44

	Camera	21.28	2.90	61.71	20	1234.24
	Camera	21.27	2.90	61.68	20	1233.66
	Camera	21.27	2.90	61.68	20	1233.66
	Camera	21.04	2.90	61.02	20	1220.32
	Camera	21.34	2.90	61.89	20	1237.72
	Camera	21.29	2.90	61.74	20	1234.82
	Camera	21.11	2.90	61.22	20	1224.38
	Camera	21.41	2.90	62.09	20	1241.78
	Camera	21.37	2.90	61.97	20	1239.46
	Portar	7.23	2.90	20.97	20	419.34
	Birou	13.96	2.90	40.48	20	809.68
	Hol	47.92	2.90	138.97	18	2501.42
	Magazie	38.36	2.90	111.24	15	1668.66
	Magazie	21.63	2.90	62.73	15	940.91
	Camera	21.49	2.90	62.32	20	1246.42
	Camera	21.41	2.90	62.09	20	1241.78
	Camera	21.41	2.90	62.09	20	1241.78
	Camera	21.57	2.90	62.55	20	1251.06
	Camera	21.41	2.90	62.09	20	1241.78
	Camera	21.42	2.90	62.12	20	1242.36
	Camera	21.25	2.90	61.63	20	1232.50
	Camera	21.74	2.90	63.05	20	1260.92
	Camera	21.25	2.90	61.63	20	1232.50
	Grup sanitar	13.96	2.90	40.48	22	890.65
	Hol Magazie	1.84	2.90	5.34	15	80.04
	Magazie	0.6	2.90	1.74	15	26.10
	Hol	5.02	2.90	14.56	18	262.04
	Grup sanitar (Dusuri)	15.95	2.90	46.26	22	1017.61
	Grup sanitar	16.81	2.90	48.75	22	1072.48
	Hol	83.2	2.90	241.28	18	4343.04
Etaj 1, Etaj 2	Casa scarii	7.58	2.98	22.59	18	406.59
	Camera	14.95	2.98	44.55	20	891.02
	Toaleta	3.39	2.98	10.10	22	222.25
	Hol	2.69	2.98	8.02	18	144.29
	Oficiu	15.13	2.98	45.09	20	901.75
	Hol	2.64	2.98	7.87	18	141.61
	Magazie	3.02	2.98	9.00	15	134.99
	Camera	21.37	2.98	63.68	20	1273.65
	Camera	21.18	2.98	63.12	20	1262.33
	Camera	21.27	2.98	63.38	20	1267.69

	Camera	21.27	2.98	63.38	20	1267.69
	Camera	21.27	2.98	63.38	20	1267.69
	Camera	21.03	2.98	62.67	20	1253.39
	Camera	21.34	2.98	63.59	20	1271.86
	Camera	21.29	2.98	63.44	20	1268.88
	Camera	21.11	2.98	62.91	20	1258.16
	Camera	21.41	2.98	63.80	20	1276.04
	Camera	21.37	2.98	63.68	20	1273.65
	Camera	21.34	2.98	63.59	20	1271.86
	Hol	47.92	2.98	142.80	18	2570.43
	Sala lectura	38.36	2.98	114.31	20	2286.26
	Camera	21.47	2.98	63.98	20	1279.61
	Camera	21.49	2.98	64.04	20	1280.80
	Camera	21.41	2.98	63.80	20	1276.04
	Camera	21.41	2.98	63.80	20	1276.04
	Camera	21.74	2.98	64.79	20	1295.70
	Camera	21.57	2.98	64.28	20	1285.57
	Camera	21.41	2.98	63.80	20	1276.04
	Camera	21.42	2.98	63.83	20	1276.63
	Camera	21.25	2.98	63.33	20	1266.50
	Camera	21.25	2.98	63.33	20	1266.50
	Grup sanitar	13.86	2.98	41.30	22	908.66
	Hol	5.02	2.98	14.96	18	269.27
	Magazie	1.14	2.98	3.40	15	50.96
	Magazie	0.66	2.98	1.97	15	29.50
	Grup sanitar (Dusuri)	15.95	2.98	47.53	22	1045.68
	Grup sanitar	16.81	2.98	50.09	22	1102.06
	Hol	83.2	2.98	247.94	18	4462.85
Etaj 3	Casa scarii	7.58	2.95	22.36	18	402.50
	Camera	14.95	2.95	44.10	20	882.05
	Toaleta	3.39	2.95	10.00	22	220.01
	Hol	2.69	2.95	7.94	18	142.84
	Oficiu	15.13	2.95	44.63	20	892.67
	Hol	2.64	2.95	7.79	18	140.18
	Magazie	3.2	2.95	9.44	15	141.60
	Camera	21.37	2.95	63.04	20	1260.83
	Camera	21.18	2.95	62.48	20	1249.62
	Camera	21.27	2.95	62.75	20	1254.93
	Camera	21.27	2.95	62.75	20	1254.93
	Camera	21.27	2.95	62.75	20	1254.93
	Camera	21.03	2.95	62.04	20	1240.77

Camera	21.34	2.95	62.95	20	1259.06
Camera	21.29	2.95	62.81	20	1256.11
Camera	21.11	2.95	62.27	20	1245.49
Camera	21.41	2.95	63.16	20	1263.19
Camera	21.37	2.95	63.04	20	1260.83
Camera	21.34	2.95	62.95	20	1259.06
Hol	47.92	2.95	141.36	18	2544.55
Sala lectura	27.1	2.95	79.95	20	1598.90
Camera	10.59	2.95	31.24	15	468.61
Camera	21.47	2.95	63.34	20	1266.73
Camera	21.49	2.95	63.40	20	1267.91
Camera	21.41	2.95	63.16	20	1263.19
Camera	21.41	2.95	63.16	20	1263.19
Camera	21.74	2.95	64.13	20	1282.66
Camera	21.57	2.95	63.63	20	1272.63
Camera	21.41	2.95	63.16	20	1263.19
Camera	21.42	2.95	63.19	20	1263.78
Camera	21.25	2.95	62.69	20	1253.75
Camera	21.25	2.95	62.69	20	1253.75
Grup sanitar	13.86	2.95	40.89	22	899.51
Hol	5.02	2.95	14.81	18	266.56
Magazie	1.14	2.95	3.36	15	50.45
Magazie	0.66	2.95	1.95	15	29.21
Grup sanitar	15.95	2.95	47.05	22	1035.16
Grup sanitar	16.81	2.95	49.59	22	1090.97
Hol	83.2	2.95	245.44	18	4417.92

Pentru Căminul nr. 4 rezultă temperatura interioară medie volumică: $\theta_{i,C4} = 19.54 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.6 Breviare de calcul

5.6.1 Clădirea reală

5.6.1.1 Calculul consumului de energie pentru încălzire

Calculul s-a elaborat cu ajutorul softului de calcul pentru clădire All Energy v.8.0, respectiv cu utilizarea directă de modele de calcul și metode elaborate conform prevederilor metodologiei MC 001/2006.

Pentru calculul consumului de energie pentru încălzire modelul de calcul este următorul: necesarul de căldură anual normal pentru încălzire a fost determinat conform MC001/2, Cap. II.5 Metode alternative de calcul privind performanța energetică a clădirilor, iar metoda de calcul utilizată pentru calculul necesarului de încălzire se bazează pe următoarele ipoteze:

- Transferul de căldură prin elementele de construcție care constituie anvelopa spațiului analizat ține seama de caracterul nestaționar al proceselor;
- Intervalul maxim de timp utilizat ca reper al analizei este luna;
- Bilanțul termic specific spațiilor ocupate ține seama de influența aporturilor datorate radiației solare și activității umane;

În modelul de calcul adoptat se disting:

- 1 zonă principală în care se desfășoară activitatea proprie destinației clădirii;
- zone secundare: -

Necesarul anual normal de căldură se determină ca însumare a fluxurilor termice la nivelul anvelopei zonelor principale. Activitatea umană este caracterizată de fluxuri termice proprii care se scad din valoarea determinată anterior.

Consumul normal de căldură rezultă din valoarea necesarului anual de căldură corectată cu pierderile din instalații și cu randamentul instalației termice și se referă la cantitatea de căldură la nivelul surselor de căldură incluse în spațiul clădirii.

Conform celor de mai sus, necesarul anual normal de căldură este un parametru termodinamic extensiv a cărui valoare depinde exclusiv de răspunsul termic al anvelopei clădirii și de componentele convectivă și radiativă ale aporturilor de căldură datorate activității umane din zona principală a clădirii.

Necesarul de căldură al unei incinte pe durata sezonului de încălzire:

$$Q_s = 0.024 \cdot C \cdot \left(\frac{A_E}{R_s} + 0.33 \cdot n_a \cdot V \cdot B_{1S} \right) \cdot (\bar{\theta}_{iRS} - \bar{\theta}_{eRS}) \cdot D_z \quad [\text{kWh/an}]$$

A_E - suprafața laterală totală a anvelopei incintei (inclusiv suprafața adiacentă spațiului solar);

B_{1S} - coeficient de corecție;

n_a - este rata de ventilare a spațiilor care formează zona principală;

D_z - este durata sezonului de încălzire, în zile;

C - coeficient de corecție;

$\bar{\theta}_{IRS}$ - temperatura interioară medie corectată în luna “k”;

$\bar{\theta}_{eRS}$ - temperatura exterioară medie corectată în luna “k”;

Aporturile interne, s-au calculat detaliat, ca valoare medie, și au fost introduse în modelul de calcul.

Tab. 15 Determinare aporturi interne

Aporturi interne	Mediu [W/m ²]
Oameni	4.70
Echipamente	1.25
Iluminat	0.88

Aporturile solare depind de radiația solară normală corespunzătoare localității, de orientarea suprafețelor receptoare, de umbrirea permanentă și caracteristicile de transmisie și absorbție solară ale suprafețelor receptoare – date introduse în modelul de calcul.

Pentru determinarea efectului aporturilor solare ale elementelor vitrate, datele introduse în modelul de calcul sunt centralizate în tabelele de mai jos, unde:

A – suprafața elementului vitrat, considerând golul nominal în elementul opac;

F_s – factorul de umbrire a suprafeței n;

F_F – factorul de reducere pentru ramele vitrajelor;

g – gradul de penetrare a energiei solare;

$$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f$$

F_h – factorul parțial de corecție datorită orizontului;

F_o – factorul parțial de corecție pentru proeminențe;

F_f – factorul parțial de corecție pentru aripioare.

Tab. 16 Date de intrare elemente vitrate exterioare

DATE DE INTRARE SUPRAFETE VITRATE											
Tip	Nr. fer.	Orientare	Latime	Inaltime	A	F _h	F _o	F _f	F _s	F _F	g
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m2]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Fer. F1-parter	10	NE	2.65	1.50	3.98	0.82	1.00	1.00	0.82	0.83	0.6
Fer. F1-parter	2	NE	2.65	1.50	3.98	0.82	0.82	0.95	0.64	0.83	0.6
Fer. F2-parter	6	NE	0.75	0.75	0.56	0.82	1.00	1.00	0.82	0.57	0.6
Fer. F4-parter	1	NE	0.50	0.60	0.30	0.82	0.82	0.80	0.54	0.41	0.6
Fer. F2-E1+2+3	18	NE	0.75	0.75	0.56	0.94	1.00	1.00	0.94	0.57	0.6
Fer. F1-E1+2+3	30	NE	2.65	1.50	3.98	0.94	1.00	1.00	0.94	0.83	0.6
Fer. F1-E1+2+4	3	NE	2.65	1.50	3.98	0.94	0.82	0.96	0.74	0.83	0.6
Fer. F3-3E	6	NE	0.96	1.46	1.40	0.94	0.82	0.96	0.74	0.72	0.6
Fer. F4-E1+2+3	3	NE	0.50	0.60	0.30	0.94	0.82	0.80	0.62	0.41	0.6
Usa U1-3E	3	NE	0.90	2.40	2.16	0.94	0.82	0.96	0.74	0.76	0.6
Usa U2-parter	1	SE	1.50	2.35	3.53	0.75	1.00	1.00	0.75	0.83	0.6
Usa U2-parter	1	SE	1.50	2.35	3.53	0.86	1.00	1.00	0.85	0.83	0.6
Usa U2-parter	1	SE	1.50	2.35	3.53	0.94	1.00	1.00	0.94	0.83	0.6
Usa U2-parter	1	SE	1.50	2.35	3.53	0.98	1.00	1.00	0.98	0.83	0.6
Fer. F1-P	14	SV	2.65	1.50	3.98	0.75	1.00	0.93	0.70	0.83	0.6
Fer. F1--E1+2+3	45	SV	2.65	1.50	3.98	0.94	1.00	1.00	0.94	0.83	0.6
Fer. F5-parter	1	NV	1.70	1.50	2.55	0.77	1.00	1.00	0.77	0.80	0.6
Fer. F5-E1+2+4	3	NV	1.70	1.50	2.55	0.77	1.00	1.00	0.77	0.80	0.6
Usa U4-parter	2	NV	1.60	2.40	3.84	0.77	0.82	0.94	0.59	0.83	0.6
Usa U4-E1_2_3	6	NV	1.60	2.40	3.84	0.77	0.82	0.94	0.59	0.83	0.6

Rata de ventilare a spațiilor din infiltrațiile de aer datorate neetanșeității tâmplăriei ușilor și ferestrelor este:

$$n_a = 0.5 \text{ h}^{-1}$$

Rezultatele obținute în urma analizei clădirii sunt:

- Rezistența termică corectată
medie pe toată anvelopa clădirii: $R_S = 0.725$ $\text{m}^2\text{K/W}$
- Temperatura interioară rezultantă
medie a spațiului încălzit: $\theta_{io} = 19.54$ $^{\circ}\text{C}$
- Temperatura interioară redusă: $\theta_{irs} = 16.975$ $^{\circ}\text{C}$
- Durata sezonului de încălzire: $D_Z = 225$ zile
- Numărul corectat de grade-zile: $N_{GZ} = 2301$ grade-zile

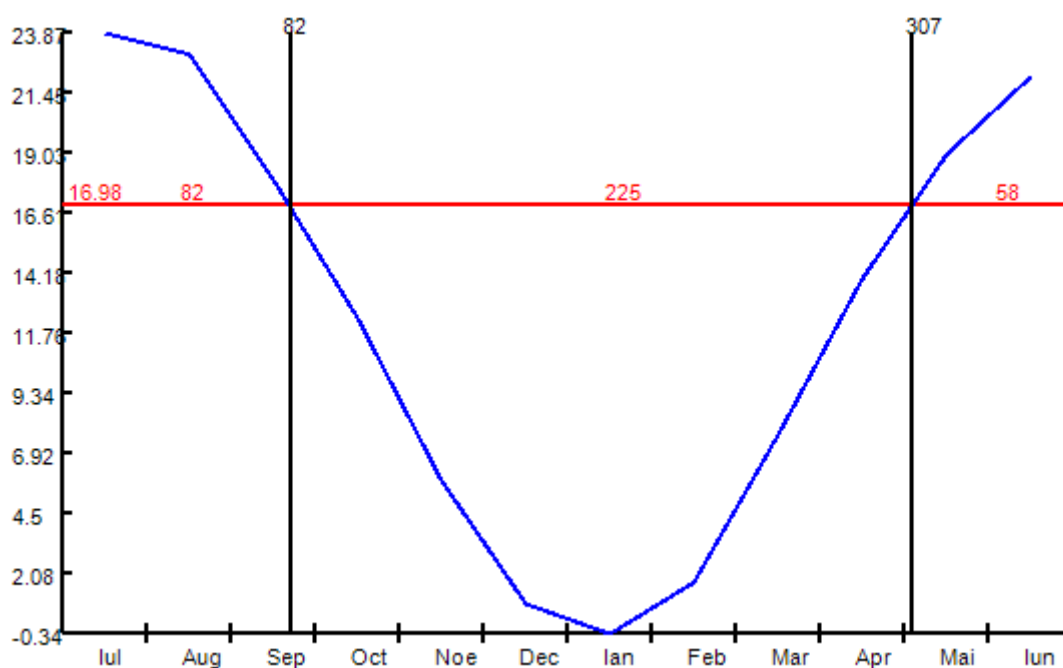


Fig. 2 Durata sezon de încălzire

Tab. 17 Calcul temperaturi lunare în subsol tehnic echipat cu conducte de agent termic pentru încălzire (iarna) și acm (pe durata anului studențesc)

Parametri	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_{em} [deg C]	-3	-1.5	4.2	10.3	15.6	18.5	20.2	19.6	14.8	9.2	3.4	-1.4
Φ [W]	8333.14	8261.86	7991.02	7701.16	7449.32	7311.53	7230.75	7259.26	7487.34	7753.43	8029.03	8257.11
t_u [deg C]	32.75	33.02	34.05	35.14	36.10	36.62	36.92	36.82	35.95	34.95	33.90	33.04

Tab. 18 Rezultate lunare valori T_{iRS} , T_{eRS} , D_z

Luna	T_{iRS}	T_{eRS}	D_z
ianuarie	16.975	-0.337	31
februarie		1.748	28
martie		7.697	31
aprilie		13.974	30
mai		18.974	3
iunie		22.101	0
iulie		23.866	0
august		23.021	0
septembrie		17.951	10
octombrie		12.379	31
noiembrie		5.821	30
decembrie		0.872	31

Necesarul anual de căldură pentru încălzire rezultat:

$$Q_h = 392661.93 \text{ kWh/an}$$

Consumul de energie pentru încălzire Q_{fh}

$$Q_{fh} = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rwh} \text{ [kWh/an]}$$

Q_{th} – totalul pierderilor de căldură;

$$Q_{th} = Q_{em} + Q_d \text{ [kWh/an]}$$

Q_{em} – pierderile de căldură cauzate de un sistem non-ideal de transmisie a căldurii la consumator;

$$Q_{em} = Q_{em,str} + Q_{em,c} \text{ [kWh]}$$

$Q_{em,str}$ – pierderi de căldură cauzate de distribuția neuniformă a temperaturii;

$$Q_{em,str} = [(1 - \eta_{em}) / \eta_{em}] * Q_h = 16360.91 \text{ [kWh/an]}$$

η_{em} – eficiența sistemului de transmisie a căldurii în funcție de tipul de corp de încălzire (MC001/2 II.1);

Tab. 19

Tip echipament	η_{em}	[%]	η_{em} mediu
Radiator sub fereastră	0.96	100	0.96
Convector sub fereastră	0.89	0	
Încălzire prin radiație ($h_{util} < 5 \text{ m}$)	0.90	0	
Ventilo-convector ($h_{util} < 5 \text{ m}$)	0.86	0	
Înc cu aer cald (aeroterme)	0.84	0	

$Q_{em,c}$ – pierderi de căldură cauzate de dispozitivele de reglare a temperaturii interioare utilizând metoda bazată pe eficiența sistemului de reglare η_c ;

$$Q_{em,c} = [(1 - \eta_c) / \eta_c] * Q_h \text{ [kWh/an]} = 25063.53 \text{ [kWh/an]}$$

η_c – eficiența sistemului de reglare (MC001/2 II.1)

$$Q_{em} = 41424.44 \text{ [kWh/an]}$$

Q_d – energia termică pierdută pe rețeaua de distribuție – pierderile nerecuperabile

$$Q_d = \sum U_i' * (\theta_m - \theta_{ai}) * L_i * t_H \text{ [kWh/an]}$$

U_i' - valoarea coeficientului de transfer de căldură;

θ_m – temperatura medie a agentului termic; $\theta_m = (\theta_{tur} - \theta_{retur}) / 2$ [gr.C]

θ_{ai} – temperatura aerului exterior conductelor;

L_i - lungimea conductei [m]

t_H – numărul de ore în pasul de timp [h]

L_{ea} – lungimea echivalentă a armăturilor;

Tab. 20

Conducte de distribuție agent termic	L_i	U_i'	θ_m	θ_{ai}	t_H	Q_d
	[m]	[W/mK]	[C]	[C]	[h]	[kWh/an]
In CT pana la canalul termic	80	1.00	70	15.00	5400	7920.00
In canalul termic intre cladirea CT si C4	120	1.00	70	3.03	5400	14465.52
In canalul termic intre cladirea CT si C4	16	1.00	70	3.03	5400	5786.21
In subsol tehnic C4	116	1.00	70	34.94	5400	21963.14

$$Q_{th} = Q_{em} + Q_d = 91559.31 \text{ [kWh/an]}$$

$Q_{rh,h}$ – căldura recuperată de la subsistemul de încălzire;

$Q_{rw,h}$ – căldura recuperată de la subsistemul de preparare a a.c.c. pe perioada de încălzire;

$$Q_{rw,h} = 0.00 \text{ kWh/an}$$

$$Q_{fh} = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rw,h} = 484221.24 \text{ [kWh/an]}$$

Calculul consumului de energie termică la nivelul sursei, $Q_{g,in}$

$$Q_{g,in} = 599840.74 \text{ kWh/an}$$

$\eta_{g,net} = 81 \%$ - randament net sezonier conform MC001/2006;

La această valoare, se adaugă consumul de energie electrică auxiliara (pompe de circulație agent termic – pompe prevăzute cu actuatori):

$$Q_{aux} = 2543 \text{ kWh/an}$$

Consumul de energie pentru încălzire (conformare anvelopă clădire + ventilare naturală, infiltrații de aer) este:

Corp clădire existent	Cămin nr. 2
Q_{inc} [kWh/an]	602383.73
q_{inc} [kWh/m² an]	202.01

5.6.1.2 Calculul consumului de energie pentru prepararea apei calde de consum, Q_{acm}

$$Q_{acm} = Q_{ac} + Q_{ac,c} + Q_{ac,d} + Q_{ac,s} \text{ [kWh/an]}$$

Q_{ac} – necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum livrată;

$$Q_{ac} = \rho \cdot c \cdot V_{ac} \cdot (\theta_{ac} - \theta_{ar}) \text{ [kWh/an]}$$

$\rho = 983.2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ – densitatea apei calde de consum la temperatura de 60 °C;

$c = 4.183 \text{ [kJ/kgK]}$ – căldura specifică a apei calde de consum la temperatura de 60 °C;

V_{ac} – volumul necesar de apă caldă de consum pe perioada considerată [m^3/an];

$$V_{ac} = a \cdot N_u$$

Cămin nr. 3 – cămin studențesc

$a = 30 \text{ l/zi}$ – necesar specific de apă caldă de consum la 60 °C pentru unitatea de utilizare/persoană – conform STAS 1478/90, internat școlar cu grupuri sanitare comune (fără lavoar în cameră);

$N_u = 340$ persoane;

La care se adaugă, în scenariul ocupării camerelor pentru vizitatori: din cele 5 camere, 2 sunt ocupate continuu, fiind utilizate de către 4 persoane: 60 l/zi x 4 persoane.

$$V_{ac} = 2850.12 \text{ [m}^3/\text{an]};$$

$\theta_{ac} = 60 \text{ [}^\circ\text{C]}$ – temperatura apei calde de consum;

$\theta_{ar} = 10 \text{ [}^\circ\text{C]}$ – temperatura medie a apei reci care intră în sistemul de preparare a apei calde de consum;

$$Q_{ac} = 162815.27 \text{ kWh/an}$$

Calculul pierderilor nerecuperabile aferente risipei apei calde de consum:

$Q_{ac,c}$ – pierderi de căldură aferente pierderilor și risipei de apă caldă de consum;

$$Q_{ac,c} = \sum \rho \cdot c \cdot V_{ac,c} \cdot (\theta_{ac,c} - \theta_{ar}) \text{ [kWh/an]}$$

$\rho = 983.2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ – densitatea apei calde de consum la temperatura de 60 °C;

$c = 4.183 \text{ [kJ/kgK]}$ – căldura specifică a apei calde de consum la temperatura de 60 °C;

$V_{ac,c}$ – volumul corespunzător pierderilor și risipei de apă caldă de consum pe perioada considerată [$\text{m}^3/\text{perioadă}$];

$$V_{ac,c} = V_{ac} \cdot f_1 \cdot f_2 - V_{ac} \text{ [m}^3/\text{an]}$$

$$V_{ac,c} = 1040.29 \text{ [m}^3/\text{an]};$$

$f_1 = 1.30$ – pentru obiective alimentate în sistem local centralizat, fără recirculare;

$f_2 = 1.05$ – pentru instalații echipate cu baterii monocomandă;

$\theta_{ac,c} = 40 [^{\circ}\text{C}]$ – temperatura de furnizare/utilizare a apei calde la punctul de consum;

$\theta_{ar} = 10 [^{\circ}\text{C}]$ – temperatura apei reci care intră în sistemul de preparare a apei calde de consum;

$$Q_{ac,c} = 35656.54 [\text{kWh/an}]$$

Calcul pierderi recuperabile și nerecuperabile aferente distribuției:

$$Q_{ac,d} = \sum_i U_i' \cdot (\theta_m - \theta_{ai}) \cdot L_i \cdot t_H \left[\frac{\text{kWh}}{\text{an}} \right]$$

$$U_i' = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\alpha_a \cdot d_a}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$$

U_i' – valoarea coeficientului de transfer de caldura $[\text{W/mK}]$;

λ_{iz} – conductivitatea termica a izolatiei $[\text{W/mK}]$;

d_a – diametrul exterior al conductei cu izolatie $[\text{m}]$;

d_i – diametrul exterior al conductei fara izolatie $[\text{m}]$;

$$\alpha_a = \frac{1}{0.33} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

θ_m - temperatura medie a apei calde de consum livrate;

θ_{ai} - temperatura aerului din spatiul unde se afla distributia $[^{\circ}\text{C}]$;

L_i - lungimea conductei $[\text{m}]$;

t_H - numarul de ore in pasul de timp $[\text{h}]$;

Tab. 21

Tip conducta	Li	Ui'	θ_m	θ_{ai}	tH	Qd
	[m]	[W/mK]	[C]	[C]	[h]	[kWh/an]
In CT pana la canal termic	40	0.800	50	15.00	6552	2446.08
In canal termic pana la C4	60	0.800	50	6.14	6552	4597.93
In canal termic pana la C4	8	0.800	50	6.14	6552	1839.17
In subsol tehnic C4	58	0.800	50	34.94	6552	4579.19

$Q_{acd} = 13462.37 [\text{kWh/an}]$ – pe durata anului universitar.

$Q_{acd}^* = 0.00 [\text{kWh/an}]$ – pe sezonul de încălzire – pierderile nu sunt recuperabile.

$Q_{ac,s}$ – pierderi de căldură prin manta boilere, amplasate în spațiul utilizat al clădirii:

$$Q_{ac,s} = \frac{0,001 \times S_{Lat}}{0,10 + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} n_h \times (\theta_{acb} - \theta_{amb}), \quad [\text{kWh/an}]$$

în care:

S_{lat} – suprafața laterală a boilerului [m²];

δ_m - grosimea peretelui boilerului [m];

λ_m - conductivitatea termică a metalului [W/mK];

δ_{iz} - grosimea medie a izolației [m];

λ_{iz} - conductivitatea termică a izolației, în funcție de starea acesteia [W/mK];

n_{hk} – numărul mediu de ore de livrare a apei corespunzătoare pentru fiecare lună k din sezonul de încălzire [h/lună];

θ_{acb} – temperatura medie a apei în boiler;

Tip boiler	Nr.buc.	S _{lateral}	S _{lat.total}
	[-]	[m ²]	[m ²]
Rezervor stocare a.c.m. - capacitate 3000 l; - dimensiuni int. (Dxh): 0.6 x 2.8 m;	2	12.43	24.87

$Q_{ac,s*} = 0.00 \text{ kWh/an}$ – pe sezonul de încălzire – pierderile nu sunt recuperabile, echipamentul de stocare fiind amplasat în altă clădire (în centrala termică din Căminul studentesc nr. 1);

$Q_{ac,s} = 1373.42 \text{ kWh/an}$ – pe durata anului.

Total pierderi recuperabile aferente distribuției și stocajului (se scad la modul încălzire):

$$Q_{acd*} + Q_{acs*} = 0.00 \text{ kWh/an}$$

Total pierderi a.c.m. aferente risipei, distribuției și stocajului:

$$Q_{acc} + Q_{acd} + Q_{acs} = 50492.34 \text{ [kWh/an]}$$

Consumul de energie pentru preparare apă caldă de consum rezultă:

$$Q_{acm} = Q_{ac} + Q_{ac,c} + Q_{ac,d} + Q_{ac,s} = 214182.17 \text{ [kWh/an]}$$

Consumul de energie pentru preparare apă caldă de consum (la nivelul sursei) pentru Căminul nr. 4 rezultă:

$$Q_{acm.sursa} = 215724.92 \text{ [kWh/an]}$$

$$q_{acm} = 72.34 \text{ [kWh/m}^2 \text{ an]}$$

5.6.1.3 Calculul consumului de energie pentru iluminat

Metoda de determinare a consumului de energie electrică pentru clădiri terțiare este metoda complexă indicată în MC001/2 -2006, Partea a IV-a și constă în aplicarea următoarelor relații de calcul:

$$W_{ilum} = \frac{\Sigma(P_p t_p) + \Sigma P_n [(t_D F_D F_O) + (t_N F_O)]}{1000} \text{ [kWh/an]}$$

P_n – puterea de iluminat instalată;

t_D – timpul de utilizare a iluminatului artificial pe timp de zi în funcție de tipul clădirii;

t_N – timpul de utilizare a iluminatului artificial pe timp de seară/noapte (când nu se utilizează lumina naturală) ;

F_D – factorul de dependență de lumina de zi, care depinde de sistemul de control al iluminatului din clădire și de tipul de clădire – Anexa II.4.A.1, MC001/2 partea a IV-a;

F_O – factorul de dependență de durata de utilizare – Anexa II.4.A.1, MC001/2 partea a IV-a;

A – aria totală a pardoselii folosite în clădire;

Tab. 22 Calculul energiei electrice anuale pt iluminat cu metoda complexă

Nivel	Destinatie incapere	S util	Pi	td	Fd	Fo	tn	W ilum
		[m2]	[W]	[ore/an]	[-]	[-]	[ore/an]	[kWh/an]
Parter	Casa scarii (Hol)	21.48	36	3276	1	1	3276	235.87
	Camera	14.95	36	1092	1	1	1092	78.62
	Hol	2.69	9	1092	1	1	1092	19.66
	Grup sanitar	3.39	9	546	1	1	546	9.83
	Oficiu	17.15	36	3276	1	1	1092	157.25
	Magazie	1.94	5	0	1	1	0	0.00
	Hol	1.84	9	1092	1	1	1092	19.66
	Camera	15.13	36	3276	1	1	1092	157.25
	Magazie	3.22	9	273	1	1	0	2.46
	Hol	2.64	9	0	1	1	0	0.00
	Camera	21.18	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.28	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.04	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.34	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.29	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.11	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.37	36	3276	1	1	1092	157.25
	Portar	7.23	36	3276	1	1	3276	235.87

	Birou	13.96	36	2184	1	1	0	78.62
	Hol	47.92	134	3276	1	1	3276	877.97
	Magazie	38.36	36	2184	1	1	0	78.62
	Magazie	21.63	36	2184	1	1	0	78.62
	Camera	21.49	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.57	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.42	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.74	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25
	Grup sanitar	13.96	36	3276	1	1	3276	235.87
	Hol Magazie	1.84	18	3276	1	1	3276	117.94
	Hol	5.02	72	3276	1	1	3276	471.74
	Grup sanitar (Dusuri)	15.95	72	3276	1	1	3276	471.74
	Grup sanitar	16.81	72	3276	1	1	3276	471.74
	Hol	83.2	108	3276	1	1	3276	707.62
Etaj 1, Etaj 2	Casa scarii	7.58	36	3276	1	1	3276	235.87
	Camera	14.95	36	1092	1	1	1092	78.62
	Toaleta	3.39	9	546	1	1	546	9.83
	Hol	2.69	9	1092	1	1	1092	19.66
	Oficiu	15.13	36	3276	1	1	1092	157.25
	Hol	2.64	9	1092	1	1	1092	19.66
	Magazie	3.02	5	0	1	1	0	0.00
	Camera	21.37	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.18	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.03	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.34	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.29	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.11	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.37	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.34	36	3276	1	1	1092	157.25
	Hol	47.92	54	0	1	1	3276	176.90
	Sala lectura/Camera	38.36	144	3276	1	1	3276	943.49
	Camera	21.47	36	3276	1	1	1092	157.25

	Camera	21.49	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.74	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.57	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.42	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25
	Grup sanitar	13.86	36	3276	1	1	3276	235.87
	Hol	5.02	18	3276	1	1	3276	117.94
	Grup sanitar (Dusuri)	15.95	72	3276	1	1	3276	471.74
	Grup sanitar	16.81	72	3276	1	1	3276	471.74
	Hol	83.2	108	3276	1	1	3276	707.62
Etaj 3	Casa scarii	7.58	36	3276	1	1	3276	235.87
	Oficiu	15.13	36	3276	1	1	1092	157.25
	Hol	2.64	9	1092	1	1	1092	19.66
	Magazie	3.2	5	0	1	1	0	0.00
	Camera	21.37	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.18	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.27	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.03	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.34	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.29	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.11	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.37	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.34	36	3276	1	1	1092	157.25
	Hol	47.92	54	0	1	1	3276	176.90
	Sala lectura/Camera	27.1	144	3276	1	1	3276	943.49
	Camera	10.59	36	273	1	1	273	19.66
	Camera	21.47	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.49	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.74	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.57	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.41	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.42	36	3276	1	1	1092	157.25
	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25

	Camera	21.25	36	3276	1	1	1092	157.25
	Grup sanitar	13.86	36	3276	1	1	1092	157.25
	Hol	5.02	18	3276	1	1	3276	117.94
	Grup sanitar	15.95	72	3276	1	1	3276	471.74
	Grup sanitar	16.81	72	3276	1	1	3276	471.74
	Hol	83.2	108	3276	1	1	3276	707.62

Note:

1. Factorii t_D și t_N au fost determinați în corelare cu regimul de funcționare al clădirii, pe zone caracteristice de utilizare a spațiilor și ținând cont de regimul de utilizare al fiecărui spațiu al clădirii.

În Căminul studențesc nr. 4 puterea electrică instalată pentru iluminat este de cca. 6 kW, iar corpurile pentru iluminat sunt cu preponderență tuburi LED.

$$W_{ilum} = 28880.40 \text{ [kWh/an]}$$

$$W_{ilum} = 9.69 \text{ [kWh/m}^2 \text{ an]}$$

5.6.2. Clădirea de referință

5.6.2.1 Calculul consumului de energie pentru încălzire – clădirea de referință

Clădirea de referință cu care se compară clădirea reală, are aceleași caracteristici geometrice și de alcătuire constructivă ca și clădirea reală, iar performanțele energetice sunt cele impuse de consumul optim de energie.

Rezistențele termice corectate sunt caracterizate de valorile minime normate conform MC001/1 - 2006 și Ordin MDRAPFE 2641/2017.

Tab. 23 Rezistențe termice corectate minime normate pentru clădiri de categoria 1

Tipul de clădire	Zona climatică	a [m ² K/W]	b [m ² K/W]	c [m ² K/W]	d [mK/W]	e [m ² K/W]
Spitale, creșe și policlinici	I	1,70	4,00	2,10	1,40	0,69
	II	1,75	4,50	2,50	1,40	0,69
	III, IV	1,80	5,00	2,90	1,40	0,69
Clădiri de învățământ și pentru sport	I	1,70	4,00	2,10	1,40	0,50
	II	1,75	4,50	2,50	1,40	0,50
	III, IV	1,80	5,00	2,90	1,40	0,50
Birouri, clădiri comerciale și hoteliere*)	I	1,60	3,50	2,10	1,40	0,50
	II	1,70	4,00	2,50	1,40	0,50
	III, IV	1,80	4,50	2,90	1,40	0,50
Alte clădiri (industriale, cu regim normal de exploatare)	I	1,10	3,00	1,10	1,40	0,40
	II	1,10	3,00	1,20	1,40	0,40
	III, IV	1,10	3,00	1,30	1,40	0,40

S-a refăcut calculul cu parametrii impuși clădirii de referință, astfel:

$$n_a = 0.5 \text{ h}^{-1}$$

Rezultate obținute pentru clădirea de referință:

- Rezistența termică corectată
medie pe toată anvelopa clădirii: $R_s = 2.011$ m²K/W
- Temperatura interioară rezultantă
medie a spațiului încălzit: $\theta_{io} = 19.54$ °C
- Temperatura interioară redusă: $\theta_{irs} = 14.187$ °C
- Durata sezonului de încălzire: $D_z = 188$ zile
- Numărul corectat de grade-zile: $N_{GZ} = 1711$ grade-zile

- Consumul anual de căldură pentru încălzire la nivelul spațiilor încălzite: $Q_{inc}^{an} = 139893.63 \text{ kWh/an}$
- Consumul anual de energie pentru încălzire la nivelul sursei : $Q_{inc} = 158257.93 \text{ kWh/an}$
- Consumul anual specific de energie pentru încălzire la nivelul sursei : $q_{inc} = 53.07 \text{ kWh/m}^2\text{an}$

5.6.2.2 Calculul consumului de energie pentru preparare apă caldă – clădirea de referință

Pentru determinarea consumului de energie pentru prepararea apei calde de consum, clădirea de referință este definită ca având sursa de preparare a apei calde de consum cu stație termică compactă racordată la sistemul districtual de alimentare cu căldură, în cazul clădirilor racordate la sistemul districtual (termoficare), sau cu centrală termică proprie funcționând cu combustibil gazos și/sau cu boiler, cu un randament de producere a căldurii ridicat și fără pierderi de fluid în instalațiile interioare.

Consumul de energie pentru preparare apă caldă de consum la sursă pentru clădirea de referință rezultă:

$$Q_{acm_sursă} = 208882.00 \text{ kWh/an}$$

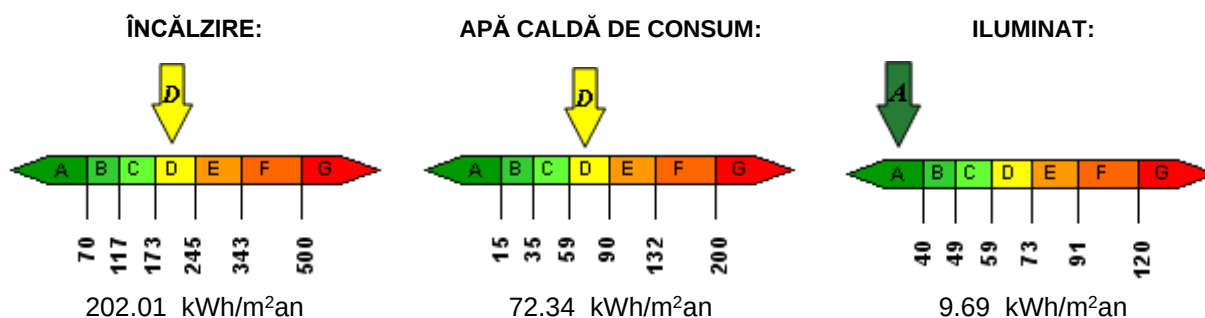
$$q_{acm} = 70.05 \text{ kWh/m}^2 \text{ an}$$

6. Certificatul energetic și anexa la certificatul energetic

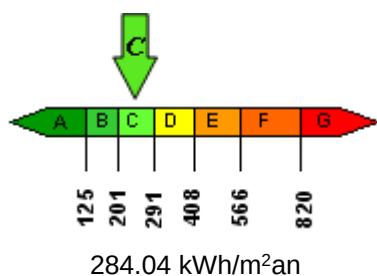
Notarea energetică a clădirii se face în funcție de **consumurile specifice** corespunzătoare utilităților din clădire și penalităților stabilite corespunzător exploatării.

Încadrarea în clasele energetice se face în funcție de consumul specific de energie pentru fiecare tip de utilitate în funcție de scala energetică specifică.

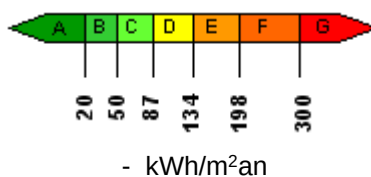
6.1 Consumuri anuale specifice de energie pentru: încălzirea spațiilor, prepararea apei calde de consum, climatizare, ventilație și iluminat



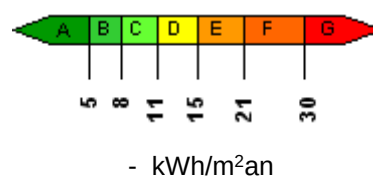
TOTAL: ÎNCĂLZIRE, APĂ CALDĂ
DE CONSUM, ILUMINAT



CLIMATIZARE:



VENTILARE MECANICĂ:



6.2 Penalizări acordate clădirii certificate

Penalizările acordate clădirii la notarea din punct de vedere energetic a acesteia sunt datorate unor deficiențe de întreținere și exploatare a clădirii și instalațiilor aferente acesteia, având drept consecințe utilizarea nerațională a energiei. Acestea se determină cu relația:

$$p_0 = p_1 * p_2 * p_3 * p_4 * p_5 * p_6 * p_7 * p_8 * p_9 * p_{10} * p_{11} * p_{12}$$

unde:

p_1 - coeficient de penalizare funcție de starea subsolului tehnic al clădirii, determinat conform tabelului II.4.3, MC001;

Starea subsolului tehnic: Subsol inundat/inundabil.

$$p_1 = 1.05$$

p_2 - coeficient de penalizare funcție de utilizarea ușii de intrare în clădire clădirii, determinat conform tabelului II.4.4, MC001;

Ușa de intrare în clădire: Ușa este prevăzută cu sistem automat de închidere și sistem de siguranță.

$$p_2 = 1.00$$

p_3 - coeficient de penalizare funcție de starea elementelor de închidere mobile din spațiile comune (casa scării) – către exterior sau către ghene de gunoi – pentru clădiri colective, determinat conform tabelului II.4.5, MC001;

Stare elementelor de închidere mobile: Ferestre/uși în stare bună și prevăzute cu garnituri de etansare.

$$p_3 = 1.00$$

p_4 - coeficient de penalizare funcție de starea armăturilor de închidere și reglaj de la corpurile statice – pentru clădiri dotate cu instalație de încălzire centrală cu corpuri statice, determinat conform tabelului II.4.6, MC001;

Situația: Corpurile statice nu sunt dotate cu armături de reglaj sau cel puțin un jumatate dintre armaturile de reglaj existente nu sunt functionale.

$$p_4 = 1.05$$

p_5 - coeficient de penalizare funcție de spălarea / curățarea instalației de încălzire interioară – pentru clădiri racordate la un punct termic centralizat sau centrală termică de cartier, determinat conform tabelului II.4.7, MC001;

Situația: Corpurile statice au fost demontate și spalate/curatate în totalitate cu mai mult de trei ani în urmă.

$$p_5 = 1.05$$

p_6 - coeficient de penalizare funcție de existența armăturilor de separare și golire a coloanelor de încălzire – pentru clădiri colective dotate cu instalație de încălzire centrală, determinat conform tabelului II.4.8, MC001;

Situația: Coloanele de încălzire sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora.

$$p_6 = 1.00$$

p_7 - coeficient de penalizare funcție de existența echipamentelor de măsură pentru decontarea consumurilor de căldură – pentru clădiri racordate la sisteme centralizate de alimentare cu căldură, determinat conform tabelului II.4.9, MC001;

Situația: Nu există nici contor general de căldură pentru încălzire, nici contor general de căldură pentru apă caldă de consum, consumurile de căldură fiind determinate în sistem pausal.

$$p_7 = 1.15$$

p_8 - coeficient de penalizare funcție de starea finisajelor exterioare ale pereților exteriori – pentru clădiri cu pereți din cărămidă sau BCA, determinat conform tabelului II.4.10, MC001

Situația: Tencuiala exterioară cazută total sau parțial.

$$p_8 = 1.05$$

p_9 - coeficient de penalizare funcție de starea pereților exteriori din punct de vedere al conținutului de umiditate al acestora, determinat conform tabelului II.4.11, MC001;

Situația: Pereții exteriori prezintă urme de igrasie.

$$p_9 = 1.05$$

p_{10} - coeficient de penalizare funcție de starea acoperișului peste pod – pentru clădiri prevăzute cu pod nelocuibil, determinat conform tabelului II.4.12, MC001;

Situația: Clădire fără pod nelocuibil

$$p_{10} = 1.00$$

p_{11} - coeficient de penalizare funcție de starea coșului / coșurilor de evacuare a fumului – pentru clădiri dotate cu sisteme locale de încălzire / preparare a apei calde de consum cu combustibil lichid sau solid, determinat conform tabelului II.4.13, MC001;

Situația: Alte tipuri de clădiri.

$$p_{11} = 1.00$$

p_{12} - coeficient de penalizare care ține seama de posibilitatea asigurării necesarului de aer proaspăt la valoarea de confort, determinat conform tabelului II.4.14 MC001.

Situația: Clădire fără sistem de ventilare organizată sau ventilare mecanică.

$$p_{12} = 1.10$$

Pentru clădirea evaluată, valorile coeficienților de penalizare sunt:

$$p_0 = 1.614.$$

6.3 Nota energetică

Notarea din punct de vedere energetic a unei clădiri se efectuează funcție de consumul specific anual normal de energie al instalațiilor, estimat pe baza analizei termice și energetice a clădirii. Notele înscrise în certificatul de performanță al clădirii vizează **clădirea reală analizată**. Notarea din punct de vedere energetic este corelată strict cu grila de clasificare, funcție de consumul energetic specific anual. Grila de consum energetic vizează atât încălzirea spațiilor, ventilarea/ climatizarea (dacă e cazul), prepararea apei calde de consum și iluminatul, cât și consumul energetic specific total, ca sumă a celor cinci tipuri de consum energetic menționate, după caz.

Relația de calcul a notei energetice este:

$$N = \exp(-B_1 * q_{tot} * p_0 + B_2) \text{ dacă: } q_{tot} * p_0 \geq q_{Tm}$$
$$N = 100 \text{ dacă: } q_{tot} * p_0 < q_{Tm}$$

unde:

$B_1 = 0.001053$, $B_2 = 4.73677$ – coeficienți numerici determinați conform MC001/3-2006;

p_0 – coeficient de penalizare a notei acordate clădirii;

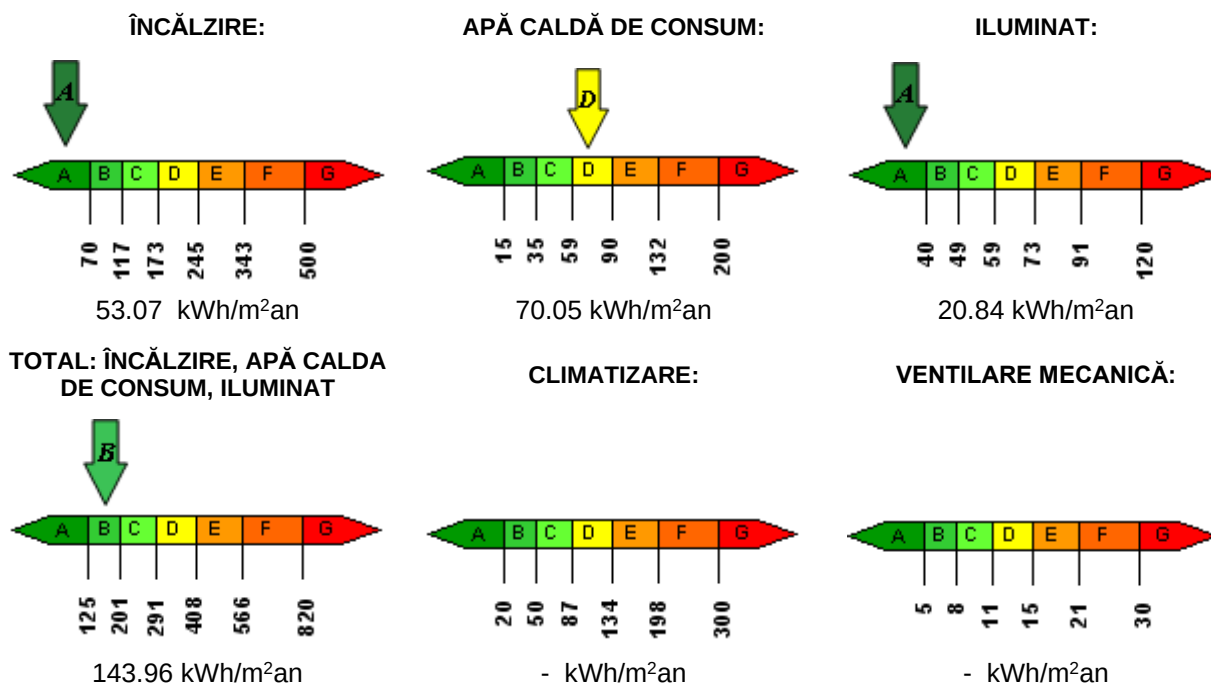
q_{Tm} – consumul specific anual de energie minim conform MC001-2006.

Astfel, pentru Căminul nr. 2 se obține:

$$q_{tot} * p_0 = 284.04 * 1.614 = 458.45 \text{ [kWh/m}^2\text{.an]}$$



6.4 Încadrarea în clasa energetică a clădirii de referință



Nota clădirii de referință:

$$N = 98.02;$$

6.5 Energia primară și emisiile de CO₂

6.5.1 Energia primară

$$E_p = Q_{f,h,i} * f_{h,i} + Q_{f,w,i} * f_{w,i} + Q_{f,c,i} * f_{c,i} + Q_{f,v,i} * f_{v,i} + W_{il,i} * f_{il,i} \text{ [kWh/an]}$$

$Q_{f,h,i}$ - energia consumată pentru încălzire;

$Q_{f,w,i}$ - energia consumată pentru prepararea apei calde de consum;

$Q_{f,c,i}$ - energia consumată pentru climatizare;

$Q_{f,v,i}$ - energia consumată pentru ventilare mecanică;

$W_{il,i}$ - energia consumată pentru iluminat, energie electrică.

$f_{h,l}$ - factorul de conversie în energie primară pentru gaz metan

$$f_{h,l} = f_{w,l} = 1.17 [-]$$

$f_{w,l}$ - factorul de conversie în energie primară pentru energie electrică

$$f_{c,l} = f_{v,l} = f_{il,l} = 2.62 [-]$$

Tab. 24 Calcul energie primară – surse convenționale

Tip utilitate	Energie finală [kWh/an]	Factor conversie [-]	Energie primară [kWh/an]
Incalzire (termic – gaz metan)	599840.74	1.17	701813.66
Incalzire (electric)	2543.00	2.62	6662.65
Acm (termic – gaz metan)	214182.17	1.17	250593.13
Acm (electric)	1542.75	2.62	4042.01
Racire	0.00	2.62	0.00
Ventilare mecanică	0.00	2.62	0.00
Iluminat	28880.40	2.62	75666.64
Total	846989.05		1038778.09

$$E_p = 1038778.09 \text{ kWh/an} = 1038.78 \text{ MWh/an}$$

6.5.2 Emisii de CO₂

$$E_{CO2} = Q_{f,h,l} * f_{h,CO2} + Q_{f,w,l} * f_{w,CO2} + Q_{f,c,l} * f_{c,CO2} + Q_{f,v,l} * f_{v,CO2} + W_{il} * f_{I,CO2}$$

$f_{h,CO2}$ - factorul de emisie CO₂ pentru gaz metan

$$f_{h,CO2} = f_{w,CO2} = 0.205 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

$f_{c,CO2}$ - factorul de emisie CO₂ pentru energie electrică

$$f_{c,CO2} = f_{v,CO2} = f_{i,CO2} = 0.299 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$$

Tab. 25 Calcul emisii CO₂ – surse convenționale

Tip utilitate	Energie primara [kWh/an]	fCO2 [kg CO2/kWh]	E CO2 [kgCO2]
Incalzire (termic – gaz metan)	701813.66	0.205	143961.78
Incalzire (electric)	6662.65	0.299	1991.17
Acm (termic – gaz metan)	250593.13	0.205	51403.72
Acm (electric)	4042.01	0.299	1207.97
Racire	0.00	0.299	0.00
Ventilare mecanică	0.00	0.299	0.00
Iluminat	75666.64	0.299	22613.35
Total	1038778.09		221177.99

$$E_{CO2} = 221177.99 \text{ kgCO}_2 / \text{an}$$

Indicele de emisie CO₂ echivalent:

$$\text{Cămin nr. 4: } I_{CO2} = \frac{E_{CO2}}{A_{utilă}} = 74.17 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^2 \text{ an}}$$

7. Descrierea soluțiilor de modernizare/ reabilitare construcției și instalații

Se intenționează renovarea energetică a clădirii, concomitent cu extinderea și mansardarea acesteia. În ceea ce privește soluțiile aferente construcției (anvelopei termice), calculele energetice sunt conduse pe volumetria actuală (de la existent la propus, considerând aceeași volumetrie, cu considerarea planșeului de tip terasă ca limită adiabatică între volumetria actuală a căminului studențesc – Zona 1 și mansarda intenționată – Zona 2).

Concomitent, se impun exigențe de performanță la nivelul elementelor de anvelopă pentru mansarda intenționată (Zona 2), fără a se elabora efectiv calcule energetice, nefiind disponibil la momentul efectuării auditului energetic a unui concept de arhitectură, care să permită efectuarea calculelor termotehnice, considerând suprafețe, volumetrie, caracteristici termotehnice pentru materiale, tipuri suprafețe vitrate, orientările acestora etc.

Pe componenta de instalații, la nivelul anilor 2021-2022, s-au elaborat proiecte tehnice (PT nr. 593/2022 și PT nr. 569/2021), care vizează schimbarea surselor actuale pentru încălzire și preparare apă caldă de consum, cu asigurarea agentului termic pentru încălzire și a.c.m. de la centrala termică din fosta cantină studențească, care la ora actuală este în proces de renovare, consolidare și schimbare de destinație în centru de examinare al UMFST G.E.Palade Tg. Mureș. Astfel, pe lângă Căminele nr. 3, nr. 4 și nr. 5, urmează să fie deservite și Căminele nr. 1 și Căminul nr. 2, dintr-o singură centrală termică. Se renunță la centrala termică amplasată în Căminul nr. 1, care la ora actuală deservește și Căminul nr. 2, care va rămâne în caz de avarie.

În mod firesc și coerent, auditul energetic actual integrează și analizează impactul energetic al soluțiilor tehnice propuse în PT nr. 593/2022 și PT nr. 569/2021 elaborate de S.C. Expert S.R.L. Tg. Mureș, șef proiect: ing. Maria Nits.

7.1 Pachet minimal de soluții propuse – PM1

În cazul clădirii auditate se propun următoarele soluții tehnice, pentru care se analizează efectul implementării lor în subcap. 7.3 și subcap. 7.4, și care reprezintă *Pachetul minimal* de măsuri:

7.1.1 Soluții propuse pentru anvelopa clădirii

Termosistemele trebuie să fie însoțite de documente de atestare a conformității - certificat de conformitate / declarație de performanță - întocmite pe baza unui referențial – standard / agrement tehnic – aplicabil.

Se propune:

- *Pereții exteriori din zidărie de cărămidă (inclusiv parapetii de grosime mai redusă).*
Izolarea termică a părții opace a fațadelor cu termosistem din vată minerală bazaltică, amplasat la exterior cu grosimea de 15 cm, cu următoarele specificații tehnice, care trebuie respectate în toate etapele ulterioare de proiectare și execuție:

Conductivitate termică de calcul , λ	Max. 0.040 W/mK
Densitate aparentă, ρ	Min. 35 kg/m ³
Efortul de compresiune a plăcilor la o deformare de 10% - CS(10/Y)	Minimum 30 kPa
Rezistența la tracțiune perpendicular pe fețe - TR	Minimum 10 kPa
Clasa de reacție la foc	A1 / A2-s1, d0

- *Soclu perimetral.* Dispunerea unui termosistem din XPS perimetral în zona soclului, cu o grosime de 10 cm, cu prelungire 1.00 m sub cota CTS. Se vor respecta următoarele specificații tehnice:

Conductivitate termică de calcul, λ	Max. 0.040 W/mK
Densitate aparentă, ρ	Min. 28 kg/m ³
Efortul de compresiune a plăcilor la o deformare de 10% - CS(10)	Minimum 300 kPa
Rezistența la tracțiune perpendicular pe fețe - TR	Minimum 120 kPa
Clasa de reacție la foc	B-s2, d0

Se vor reface trotuarele perimetrale de protecție, care să asigure protecția noului termosistem.

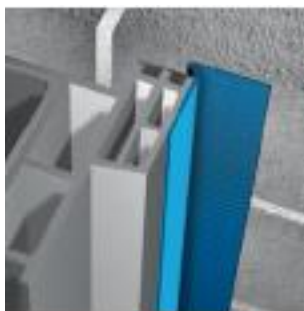
- *Suprafețe vitrate (ferestre și uși exterioare).* Se propune înlocuirea ușilor și ferestrelor existente, care au fost montate acum cca. 15 ani, cu ferestre și uși exterioare noi, cu montarea acestora la fața pereților. Se recomandă respectarea următoarelor specificații tehnice:

Transmitanța termică corectată, U_w^*	Max. 1.10 W/m ² K
Rezistența termică corectată, R_w	Min. 0.9 m ² K/W
Gradul de penetrare a energiei solare, g	g = 0.43 [-]
Comportarea la încovoiere din vânt	Clasa B2
Rezistența la închidere-deschidere repetată	Ferestre: minimum 10.000 de cicluri Uși: minimum 100.000 de cicluri
Etanșeitatea la apă	Minimum clasa 5A
Permeabilitatea la aer	Minimum clasa 3
Clasa de reacție la foc a tâmplăriei exterioare termoizolante	Min. C-s2, d0

* U_w – coeficientul de transfer termic al ferestrei, calculat conform metodelor indicate în SR EN 10077-1/2018, valoarea conținând inclusiv efectul tâmplăriei și al distanțierilor asupra panoului de fereastră. Valoarea maximă a transmitanței termice trebuie asigurată pentru fiecare dimensiune de fereastră sau ușă care se va monta.

- Etanșeitatea elementelor vitrate va fi asigurată prin aplicarea unor benzi de etanșare perimetrale profilelor de tâmplărie, atât spre interior, cât și spre exterior care să permită difuzia vaporilor spre exterior, în vederea menținerii rostului de îmbinare uscat.

Suplimentar se recomandă etanșarea îmbinărilor cu o bandă flexibilă precomprimată din PUR, în vederea reducerii pierderilor de căldură prin convecție.



Benzi ISO Connect-Vario XD



Benzi precomprimate ISO BLOCO ONE

Producător: *ISO CHEMIE GmbH* – imagini și date strict cu rol de exemplificare.

Specificații tehnice pentru benzile de etanșare de la interior:

Coeficient de permeabilitate al aerului	$a \approx 0 \text{ m}^3 / [\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n]$
S_d -value (difuzia vaporilor)	în funcție de umiditate 0.2 m (vapori permeabili) și 5 m (limita vaporilor)

Specificații tehnice pentru benzile de etanșare de la exterior:

Coeficient de permeabilitate al aerului	$a \leq 0.1 \text{ m}^3 / [\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n]$
S_d -value (difuzia vaporilor)	0.05 m

- Se va automatiza sistemul de închidere a ușilor exterioare de acces, prin montarea de amortizoare hidraulice.

7.1.2 Soluții propuse pentru instalații

De principiu, se agreează soluțiile tehnice propuse în Proiectul Tehnic nr. 593/2022 și Proiectul Tehnic nr. 569/2021 elaborate de S.C. EXPERT S.R.L. Tg. Mureș, care vor fi sumarizate mai jos și vor fi completate cu parametri energetici, după caz.

Ca urmare a reorganizării Universității din anul 2018, se dorește ca centrala termică existentă în fosta cantină studențească, în curs de transformare în centru de examinare, să alimenteze cu energie termică pentru încălzire și apă caldă de consum toate cele cinci cămine studențești din campusul UMFST G.E.Palade Tg. Mureș.

Astfel, ca să se realizeze aceasta, în cadrul proiectului PT 593/2022 s-a propus o execuție în două etape a rețelelor termice:

- Etapa I, propune utilizarea rețelelor termice existente pentru asigurarea apei calde menajere a celor 5 cămine (se presupune că lucrările vor fi efectuate vara), cu realizarea unui tronson nou de rețea termică între centrala termică din Căminul studențesc nr. 1 și capătul rețelei termice din căminul nr 5. A.c.m. va fi

distribuită prin două ramuri: Ramura 1 – spre cămine studențești nr. 1 și nr. 2, Ramura 2 – spre cămine studențești nr. 3, nr. 4 și nr. 5.

- Etapa II, propune înlocuirea rețelelor exterioare existente, cu racordarea celor cinci cămine studențești la noua rețea, care va fi deservită de centrala termică din centrul de examinare. Noua rețea propune realizarea a două ramuri de distribuție pentru încălzire – una spre căminele nr. 3 și nr. 5 și una spre căminele nr. 1, nr. 2 și nr. 5, respectiv o ramură pentru distribuția apei calde de consum.

Referitor la noile surse termice pentru prepararea agentului termic care să asigure încălzirea și a.c.m., dintr-o singură centrală termică pentru toate cele cinci cămine, lucrările care influențează în mod direct performanța energetică a căminelor studențești, propuse în PT nr. 569/2021 vizează:

- Dezafectarea centralei termice, cu dezafectarea echipamentelor: 2 x cazan Confort K900, 1 x cazan Viessmann și a distribuitorului/colectorului existent, precum și a materialelor/conductelor/instalațiilor aferente;
- Repoziționarea grupului existent de cazane DE DIETRICH 630-1000 ECO (K1), Q = 922 kW, combustibil gaz metan;
- Instalarea unui grup de cazane în condensatie similar cu primul Q = 922 kW, combustibil gaz metan;
- Proiectare și instalare distribuitor și colector, cu 2 circuite pentru încălzire și 1 circuit tur/retur pentru preparare a.c.m., conectate la schimbătoare în plăci și cu stocarea în vase de acumulare cu capacitate 6 buc. x 1000 litri, cu înlocuirea celor două rezervoare existente (2 x 3000 litri – an fabricație: 1964);
- Echiparea circuitelor cu pompe cu turație variabilă (pompă în funcțiune/rezervă);
- Echiparea ramurilor de distribuție cu vane de echilibrare pentru reglare debite;
- Reglarea automată a temperaturii agentului termic pentru circuitele de încălzire în funcție de temperatura exterioară, cu vane cu trei căi acționate electric prin intermediul unor servomotoare comandate de sistemul de automatizare reglabil integrat;
- Asigurarea unui sistem de automatizare complex, cu posibilitatea de programare pe zile și ore, care să asigure controlul temperaturii circuitelor de încălzire și a circuitului de a.c.m., a cazanelor, cu reglajul temperaturii agentului termic în circuitele de încălzire în funcție de temperatura exterioară și de curba de încălzire programată (prevedere senzor de exterior, senzor cazane, senzor tur comun, senzor retur comun, senzor pentru fiecare circuit după vaza de amestec tur și retur).

NOTĂ AUDITOR ENERGETIC

SE RECOMANDĂ APLICAREA ÎNȚĂLĂ A MĂSURILOR TEHNICE AFERENTE CREȘTERII PERFORMANȚEI ANVELOPEI CLĂDIRII (TERMOIZOLAREA CLĂDIRII ȘI ÎNLOCUIREA FERESTRELOR, ETANȘARE), URMATĂ DE REVIZUIREA P.T.-URILOR PE INSTALAȚII, DEOARECE NECESARUL TERMIC

PENTRU ÎNCĂLZIRE SE VA REDUCE SEMNIFICATIV CONSIDERÂND VOLUMETRIA ACTUALĂ A CĂMINULUI (cu cca. 76%), LA CARE SE VA ADĂUGA UN NECESAR TERMIC AFERENT NOII MANSARDE, ÎNSĂ CU O REDUCERE GENERALĂ AȘTEPTATĂ, FAȚĂ DE SITUAȚIA ACTUALĂ A CLĂDIRII, PENTRU CARE AU FOST PROIECTATE INSTALAȚIILE ÎN CELE 2 P.T.-URI ANALIZATE.

Reducerea necesarului termic pentru încălzire, prin termoizolare și etanșare, are ca efect reducerea puterii termice care trebuie asigurată de cazane (posibil necesare echipamente cu puteri mai mici), a debitelor (posibil necesare conducte de distribuție de dimensiuni mai reduse în rețeaua termică), cel puțin pentru circuitele de încălzire care deservesc clădirile termoizolate.

Încălzire

Surse de energie termică

- 2 x cazan în condensatie $Q/P_n=922$ kW, agent termic apă caldă 80/60 °C – echipamente noi;
- 2 x cazan în condensatie existente DE DIETRICH 630-1000 ECO (K1), putere termică 922 kW, combustibil: gaz metan, cu eficiență energetică ridicată și arzătoare modulate. Agentul termic este apa caldă preparată la temperatura 80/60 °C – echipamente existente.

Transportul agentului termic la la centrala termică la subsolul tehnic al căminelor se va face printr-o rețea termică (ref. PT 593/2022 – planșa RT/3 Rețele termice exterioare. Plan de situatie. Propunere etapa II), prin conducte preizolate îngropate în pământ:

- Ramura 1 încălzire (cămine studențești 3 și 4) – tronson A-B diam. 110x10.0/200 mm, tronson B-E diam. 90x8.2/200 mm;
- Ramura 2 încălzire (cămine studențești 1, 2 și 5) – tronson A-F diam. 125x11.44/250 mm, tronson F-H diam. 110x10.0/200 mm, tronson J-K diam. 90x8.2/200 mm;

Conductele preizolate sunt compuse din: tub de protecție din PEHD, termoizolație PEX expandat, conductă PE-Xa, semnalizator conductă.

Din subsolul tehnic al clădirii, în clădirea propriu-zisă distribuția agentului termic se face prin radiatoarele existente.

Suplimentar

Pentru radiatoarele existente se recomandă spălare și echiparea integrală a acestora cu robineti termostatici.

Se va asigura o eficiență cât mai ridicată pentru echipamentele din componența sistemelor de utilizare a energiei termice (corpuri de încălzire, pompe, armături de reglaj etc.), prin prisma funcției de transfer a echipamentelor, a randamentelor, a consumurilor specifice etc.

Se va asigura reglarea sarcinii termice de încălzire conform graficului (curbei) de reglaj termic proprie consumatorului.

Apă caldă de consum

Surse termice – apa caldă de consum se va prepara în centrala termică, utilizând 4 schimbătoare de căldură și 6 rezervoare de acumulare (6 buc. x 1000 litri).

Transportul agentului termic la la centrala termică la subsolul tehnic al căminelor se va face printr-o rețea termică (ref. PT 593/2022 – planșa RT/3 Rețele termice exterioare. Plan de situație. Propunere etapa II), prin conducte preizolate îngropate în pământ:

- Apă caldă menajeră – tronson A-B (Cămin 4) diam. 110x15.1/200 mm, tronson B-D (Cămin 3) diam. 110x15.1/200 mm, tronson D-F (Cămin 5) diam. 90x12.3/200 mm, tronson F-H (Cămin 1) diam. 90x12.3/200 mm, tronson I-K (Cămin 2) diam. 75x10.3/200 mm;
- Apă caldă menajeră – recirculare: tronsoane A-B și B-D diam. 75x10.3/200 mm, tronsoane D-F și F-H diam. 63x8.6/175 mm, tronson I-K 50x6.9/175 mm.

Suplimentar

Se recomandă termoizolarea conductelor amplasate în canalul termic al Căminului nr. 3, $U_{\max} = 0.25 \text{ W/mK}$.

Pentru limitarea consumului de apă și evitarea risipei se propune utilizarea de baterii cu fotocelulă, respectiv echiparea bateriilor cu perlatoare.

7.2 Pachet maximal de soluții propuse – PM2

În cazul clădirii auditate se propun următoarele soluții tehnice, pentru care se analizează efectul implementării lor în subcap. 7.3 și subcap. 7.4, și care reprezintă *Pachetul maximal* de măsuri:

7.2.1 Soluții propuse pentru anvelopa clădirii

Pentru reducerea necesarului de căldură se recomandă utilizarea soluțiilor de termoizolare și etanșare anvelopă propuse în PM1.

7.2.2 Soluții propuse pentru instalații

Pentru asigurarea *încălzirii și a apei calde de consum* se recomandă utilizarea soluțiilor tehnice descrise în PM1.

7.2.3 Surse regenerabile de energie

Captatoare solare

Având în vedere necesarul termic normat pentru apa caldă de consum, datorat destinației clădirii și a numărului de ocupanți, pentru asigurarea unui procent de cca. 45% din necesarul/consumul de apă caldă menajeră, se propune montarea de colectoare solare cu tuburi

vidate, care să asigure în lunile de vară – iunie, a unui procent max. 83% din necesarul normat al clădirii.

În lunile de neutilizare (iulie, august, septembrie), captatoarele se vor acoperi, pentru a nu se degrada sistemul de preparare și stocare a.c.m., în lipsa consumatorilor/studenților, clădirea nefiind utilizată cca. 3 luni pe an.

În mod curent, în lunile de vară, prin rotație, se utilizează un singur cămin care deservește tot campusul studentesc – dacă Căminul nr. 4 va fi utilizat în luna iulie (iulie fiind luna de producție maximă), va fi asigurat un procent max. 84% din necesarul normat al clădirii, coroborat cu capacitatea nominală de cazare a clădirii.

Specificații tehnice (sau echivalent) – cerințe minimale:

Tip: colectoare solare cu tuburi vidate și funcționare ca tub termic

Suprafață (aria de apertură totală): 211 m²

Orientare: Fațada SV (montaj pe învelitoare cu pantă redusă)

Factor de corectie pentru pierderea de caldura k1: 1.5 W/m²·K

Factor de corectie pentru pierderea de caldura k2: 0.003 W/m²·K

Randament optic minim: $\eta_0 = 0.82$

Unghi de înclinare: 30°

Panouri fotovoltaice

Pentru asigurarea consumurilor electrice pentru asigurarea iluminatului, se propune montarea de panouri fotovoltaice cu asigurarea unui procent de cca. 66% din consumul electric pentru iluminat, în condiții de exploatare normală ale clădirii, pe durata unui an.

Producția totală estimată de energie finală pentru 15 kW instalați de panouri fotovoltaice este de 19048 kWh/an.

Pentru eventualul excedent de energie electrică, *Legea 123/2012 (Legea energiei electrice și a gazelor naturale)*, cu modificările și completările ulterioare, permite ca acesta să poată fi compensat cantitativ și financiar cu alți consumatori publici. Așadar, o eventuală producție excedentară de energie va putea fi valorificată.

În lunile de neutilizare (iulie, august, septembrie), producția de energie electrică cu surse regenerabile poate fi utilizată de centrul de examinare.

Specificații tehnice (sau echivalent) – cerințe minimale:

Tip: panouri monocristaline

Suprafață (apertură totală): 119 m²

Orientare: Fațada Sud-Vest (montaj pe acoperiș cu pantă redusă) sau în apropierea complexului de clădiri (terasa necirculabilă a centrului de examinare)

Randament minim (eficiența modulului la STC): 19.3%

Unghi de înclinare: 30°

Producția estimată de energie finală din surse regenerabile, care deservește în mod direct clădirea Cămin studentesc nr. 4 este de: 113985 kWh/an.

7.3 Cerințe minime de performanță termică extindere cu mansardă

Se recomandă ca extinderea să fie un nivel distinct sau panta acoperișului mansardei să fie foarte redusă, pentru a se putea utiliza întregul acoperiș pentru amplasarea de captatoare solare și panouri fotovoltaice, pe orientarea Sud-Vest (longitudinal clădire).

CERINȚE MINIME DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ PENTRU ELEMENTELE DE CONSTRUCȚIE ALE MANSARDEI:

- *Pereți exteriori mansardă.* Se recomandă ca în etape ulterioare de proiectare să se asigure pentru elementele de tip perete exterior, pentru fiecare orientare cardinală, valori ale rezistenței termice corectate minime $R'_{\min} \geq 4.00 \text{ m}^2\text{K/W}$, aspect realizabil printr-un calcul de optimizare al punților termice, precum și prin dispunerea unei termoizolații exterioare cu grosimea de min. 20 cm (valoare orientativă), conductivitate termică de calcul pentru materialul termoizolant $\lambda = \text{max. } 0.040 \text{ W/mK}$.
Se va asigura continuitatea termoizolației pereților exteriori existenți cu noii pereți ai mansardei.
- *Ferestre exterioare mansardă.* Se recomandă să se asigure pentru elementul de tip fereastră/ușă exterioară, pentru fiecare orientare cardinală și orice dimensiune a panoului de vitraj, valori ale rezistenței termice corectate minime a panoului de fereastră/ușă $R_w = \text{min. } 1.11 \text{ m}^2\text{K/W}$, $g = 0.43 [-]$, cu dispunerea elementelor vitrate la fața exterioară a pereților/elementelor de închidere ale mansardei.
- *Ferestre exterioare mansardă - etanșare.* Se recomandă aplicarea unor benzi de etanșare perimetrale profilelor de tâmplărie, atât spre interior, cât și spre exterior, cu specificațiile tehnice detaliate în pachetul de soluții tehnice PM1.
- *Învelitoare mansardă.* Se recomandă ca în etape ulterioare de proiectare să se asigure pentru elementul de tip planșeu peste ultimul nivel, valori ale rezistenței termice corectate minime $R'_{\min} \geq 6.67 \text{ m}^2\text{K/W}$, aspect realizabil printr-un calcul de optimizare al punților termice, precum și prin dispunerea unei termoizolații în câmp continuu de min. 30 cm, conductivitate termică de calcul pentru materialul termoizolant $\lambda = \text{max. } 0.040 \text{ W/mK}$.
Se va asigura continuitatea termoizolației planșeului peste ultimul nivel cu pereții exteriori ai mansardei.
- *Planșeu terasă necirculabilă peste ultimul nivel.* În scenariul în care clădirea nu se mansardează, pe acoperișul terasă necirculabilă se va dispune un strat termoizolant de 30 cm XPS, în varianta “terasă ranversată”, cu utilizarea hidroizolației actuale ca

barieră de vapori, hidroizolație care a fost refăcută în ultimii ani și este în stare foarte bună.

Se va asigura continuitatea termoizolației planșeului terasă cu pereții exteriori, cu asigurarea unui strat de separare (geotextil) și a unui strat de lestare (de ex. pietriș spălat) dispuse peste termoizolație, pentru protejarea și lestarea termosistemului.

Specificații tehnice pentru stratul de termoizolație din XPS:

Conductivitate termică de calcul, λ	Max. 0.040 W/mK
---	-----------------

7.4 Note și precizări suplimentare

NOTA 1: Calculul producției de energie din surse regenerabile s-a efectuat conform:

- SR EN ISO 15316-4-3/2017, pentru determinarea producției de energie din panouri fotovoltaice, dar și cu o metodă orară;
- Metodă orară, considerând modelul solar propus de Duffie & Beckman;

cu respectarea reglementărilor naționale tehnice aflate în vigoare, pentru datele de intrare cu caracter specific național.

Pentru intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare s-au utilizat date orare din baza de date pusă la dispoziție de către Comisia Europeană: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS): https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html, pentru municipiul Târgu Mureș, jud. Mureș.

NOTA 2: S-au analizat și s-au propus o serie de cerințe de performanță, d.p.d.v. al eficienței energetice, pentru sistemele termoizolante și de etanșare aplicate anvelopei clădirii, respectiv implementare SRE, care urmează a fi proiectate în următoarele etape (D.A.L.I., P.T.), cu integrarea și evaluarea impactului energetic datorat instalațiilor proiectate în P.T. nr. 593/2022 și P.T. nr. 569/2021 elaborate de S.C. EXPERT S.R.L. Tg. Mureș, **PENTRU CARE SE RECOMANDĂ REVIZUIREA P.T.-URILOR ȘI IMPLEMENTAREA SOLUȚIILOR PE INSTALAȚII DOAR DUPĂ IMPLEMENTAREA SOLUȚIILOR AFERENTE ANVELOPEI TERMICE A CLĂDIRII.**

Indicatorii energetici calculați pentru cele două pachete de soluții (PM1, PM2) sunt în deplină concordanță cu cerințele de performanță impuse la utilitățile analizate. Alți parametri de performanță termică și energetică decât cei detaliați în prezentul audit energetic impun refacerea analizelor energetice și se fac doar cu acordul auditorului energetic.

Nerespectarea cerințelor de performanță pe specialități (arhitectură, instalații și SRE), în etape ulterioare de proiectare, duce la exonerarea auditorului energetic de eventuale consecințe juridice cauzate de depășirea consumurilor de energie monitorizate ulterior implementării soluțiilor de creștere a performanței termice și energetice a clădirii.

NOTA 3: Având în vedere starea tehnică actuală a clădirii și vechimea acesteia, se impune ca toate măsurile care contribuie direct la creșterea performanței termice și a eficienței energetice a clădirii să fie implementate după efectuarea reparațiilor necesare și a măsurilor impuse în Raportul de Expertiză Tehnică.

7.5 Analiza energetică a soluțiilor de modernizare construcție și instalații

Rezultatele analizei energetice pentru situația actuală sunt următoarele:

UMFST G.E. Palade Tg. Mureș - Cămin studentesc nr. 4						
CONSUMURI Actuale clădirea existentă						
Consumuri anuale totale de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /an]
Consum anual total de energie pentru incalzire	a) termic (gaz metan)	599840.74	1.17	701813.66	0.205	143961.78
	b) electric (consum electric aux.)	2543.00	2.62	6662.65	0.299	1991.17
	Suma componente (a+b)	602383.73		708476.31		145952.94
Consum anual total de energie pentru apa calda de consum	a) termic (gaz metan)	214182.17	1.17	250593.13	0.205	51403.72
	b) electric (consum electric aux.)	1542.75	2.62	4042.01	0.299	1207.97
	Suma componente (a+b)	215724.92		254635.14		52611.69
Consum anual total de energie pentru climatizare		-	-	-	-	-
Consum anual total de energie pentru ventilare mecanica		-	-	-	-	-
Consum anual total de energie iluminat artificial		28880.40	2.62	75666.64	0.299	22613.35
Total		846989.05		1038778.09		221177.99
Productie / Consum din SRE (Surse regenerabile de energie)						
Procent regenerabile raportate la consumurile finale de energie primara (Surse convenționale + SRE)						0.0%
Consumuri anuale specifice de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/m2 an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/m2an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /m2an]
Consum anual specific de energie pentru încălzire		202.01	defalcare idem consum. totale	237.59	defalcare idem emisii	48.95
Consum anual specific de energie pentru apa calda de consum		72.34	defalcare idem consum. totale	85.39	defalcare idem emisii	17.64
Consum anual specific de energie pentru climatizare		-	-	-	-	-
Consum anual specific de energie pentru ventilare mecanica		-	-	-	-	-
Consum anual specific de energie iluminat artificial		9.69	2.62	25.38	0.299	7.58
Total		284.04		348.36		74.17

Rezultatele analizei energetice prin aplicarea pachetului minimal PM1 sunt următoarele:

UMFST G.E. Palade Tg. Mureș - Cămin studentesc nr. 4

Consumuri optimizate - Soluții propuse: Pachet de Măsurî 1						
Consumuri anuale totale de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /an]
Consum anual total de energie pentru incalzire	a) termic (gaz metan)	142391.82	1.17	166598.43	0.205	34174.04
	b) electric (consum electric aux.)	1461.65	2.62	3829.53	0.299	1144.47
	Suma componente (a+b)	143853.47		170427.96		35318.51
Consum anual total de energie pentru apa calda de consum	a) termic (gaz metan)	205801.03	1.17	240787.20	0.205	49392.25
	b) electric (consum electric aux.)	3164.62	2.62	8291.29	0.299	2477.89
	Suma componente (a+b)	208965.65		249078.50		51870.14
Consum anual total de energie pentru climatizare		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual total de energie pentru ventilare mecanica		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual total de energie iluminat artificial		28880.40	2.62	75666.64	0.299	22613.35
Total		381699.51		495173.09		109802.00
Productie / Consum din SRE (Surse regenerabile de energie)						
Procent regenerabile raportate la consumurile finale de energie primara (Surse convenționale + SRE)						
						0.0%
Consumuri anuale specifice de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/m ² *an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/m ² *an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /m ² *an]
Consum anual specific de energie pentru încălzire		48.24	defalcare idem consum. totale	57.15	defalcare idem emisii totale	11.84
Consum anual specific de energie pt apa calda de consum		70.08	defalcare idem consum. totale	83.53	defalcare idem emisii totale	17.39
Consum anual specific de energie pentru climatizare		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual specific de energie pentru ventilare mecanica		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual specific de energie iluminat artificial		9.69	2.62	25.38	0.299	7.58
Total		128.01		166.06		36.82

Rezultatele analizei energetice prin aplicarea pachetului maximal PM2 sunt următoarele:

UMFST G.E. Palade Tg. Mureș - Cămin studențesc nr. 4

Consumuri optimizate - Soluții propuse: Pachet de Măsurî 2						
Consumuri anuale totale de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /an]
Consum anual total de energie pentru incalzire	a) termic (gaz metan)	142391.82	1.17	166598.43	0.205	34174.04
	b) electric (consum electric aux.)	1461.65	2.62	3829.53	0.299	1144.47
	Suma componente (a+b)	143853.47		170427.96		35318.51
Consum anual total de energie pt apa calda de consum*		113977.20	1.17	133353.32	0.205	27354.53
Consum anual total de energie pentru climatizare		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual total de energie pentru ventilare mecanica		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual total de energie iluminat artificial**		9832.90	2.62	25762.19	0.299	7699.16
Total		267663.57		329543.47		70372.20
Productie / Consum din SRE (Surse regenerabile de energie)						
Captatoare solare*		94938	1.00	94938	-	-
Panouri fotovoltaice** - 15 kW		19048	2.62	49904	-	-
Procent regenerabile raportate la consumurile finale de energie primara (Surse convenționale + SRE)						30.5%
Consumuri anuale specifice de energie și emisii CO2, din surse convenționale		En finala [kWh/m2an]	Factori conversie EF/EP	En primara [kWh/m2an]	Factori de emisie CO2	Emisii CO2 [kgCO ₂ /m2an]
Consum anual specific de energie pentru încălzire		48.24	defalcare idem consumuri totale	57.15	defalcare idem emisii totale	11.84
Consum anual specific de energie pt apa calda de consum*		38.22	1.17	44.72	0.205	9.17
Consum anual specific de energie pentru climatizare		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual specific de energie pentru ventilare mecanica		0.00	2.62	0.00	0.299	0.00
Consum anual specific de energie iluminat artificial**		3.30	2.62	8.64	0.299	2.58
Total		89.76		110.51		23.60

*Energia termică produsă de captatoarele solare asigură cca. 45% din necesarul de energie pentru asigurarea a.c.m., determinat în condiții normate.

**Energia electrică produsă de panourile fotovoltaice asigură a cca. 66% din consumul de energie necesar pentru asigurarea iluminatului, determinat în condiții normate.

UMFST G.E. Palade – Cămin studențesc nr. 4. Rezultatele se centralizează, la nivel de clădire, în tabelul de mai jos.

Rezultate	Valoare la începutul implementării proiectului	Valoare la finalul implementării proiectului
Consumul anual specific de energie finală pentru încălzire (kWh/m ² an)	202.01	48.24
Consumul de energie primară (kWh/m ² an)	348.36	110.51
Consumul de energie primară utilizând surse regenerabile (kWh/m ² an)	0.00	48.57
Nivel anual estimat al gazelor cu efect de seră (echivalent kgCO ₂ /m ² an)	74.17	23.60

UMFST G.E. Palade – Cămin studențesc nr. 3. Economii obținute prin implementarea celor două pachete de măsuri (PM1, PM2) sunt centralizate mai jos.

Pachet de masuri implementat / Reducere procentuala fata de consumurile initiale	Economii de energie, pentru energia produsă din surse convenționale [kWh/an]		Reducere emisii CO ₂ [kgCO ₂ /an]	Producție de energie regenerabilă [kWh/an]	
	finala	primara		finala	primara
PM1	465290	543605	111375.98	0	0
Reducere procentuala [%]	54.93	52.33	50.36	-	0.0
PM2	579325	709235	150805.79	113985	144842
Reducere procentuală [%]	68.40	68.28	68.18	-	30.5

7.6 Analiza economică a soluțiilor propuse

Analiza economică a măsurilor de modernizare energetică a clădirii s-a realizat prin intermediul indicatorilor economici ai investiției. Dintre aceștia cei mai importanți sunt următorii:

- durata de recuperare a investiției pentru fiecare pachet de reabilitare propus;
- valoarea netă actualizată aferentă investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de modernizare energetică și economiei de energie rezultată prin aplicarea proiectului menționat, $\Delta VNA(m)$ [euro];
- costul unității de energie economisită, e [euro/kWh], reprezentând raportul dintre valoarea investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de modernizare energetică și economiile de energie realizate prin implementarea acestuia pe durata de recuperare a investiției.

Rezultatele analizei economice sunt detaliate în tabelul următor:

Pachet soluții	Ns Ani	C ₀ Euro	ΔE kWh/an	c Euro/kWh	ΔC_E Euro/an	ΔVNA Euro	e Euro/kWh	N _R Ani
PM1	20	301,546	436,409.14	0.206	89,900	-2,132,849	0.035	3
PM2	20	671,495	550,445.08	0.183	100,731	-2,056,195	0.061	6

Ipotezele de calcul ale analizei economice sunt următoarele:

- **Sunt bugetate: măsurile aplicate anvelopei clădirii (inclusiv termoizolarea planșeului peste ultimul nivel), sursele regenerabile de energie (în cazul PM2), respectiv în propunerile pentru instalații, doar cele măsurile suplimentare soluțiilor tehnice propuse în proiectele PT nr. 593/2022 și PT nr. 569/2021 elaborate de S.C. EXPERT S.R.L. Tg. Mureș, care sunt în curs de implementare la ora actuală;**
- Sunt considerate exclusiv măsurile care contribuie direct la creșterea performanței energetice a clădirii. Nu sunt considerate măsuri conexe (recompartimentări, finisaje interioare, pardoseli etc.);
- Valoarea investiției estimate, aferentă măsurilor aplicabile anvelopei clădirii, surselor regenerabile de energie și măsurilor suplimentare pe instalații (valoare fără TVA 19%) este:

PM1: 301,546 euro

PM2: 671,495 euro

- Prețul energiei (fără TVA 19%):

Energie termică (gaz metan, consumator non casnic)*: 0.67 lei/ kWh | 0.163 euro/kWh.

Energie electrică (joasă tensiune, consumator non-casnic)*: 2.74 lei/ kWh | 0.665 euro/kWh.

*Sursă preț: ANRE - <https://www.anre.ro/ro/info-consumatori/comparator-oferte-tip-de-furnizare-a-gn>

**Sursă preț: Electrica Furnizare - [Oferte, prețuri și tarife - Electrica Furnizare S.A. - Clienți noncasnici](#) (prețul aplicat clienților noncasnici în intervalul 01.07.2021-31.12.2021)

- Rata anuală de depreciere a monedei: $f = 0.07$
- Rata anuală de creștere a prețului energiei: $i = 0.1$
- Curs euro: 4.92 lei/ euro.

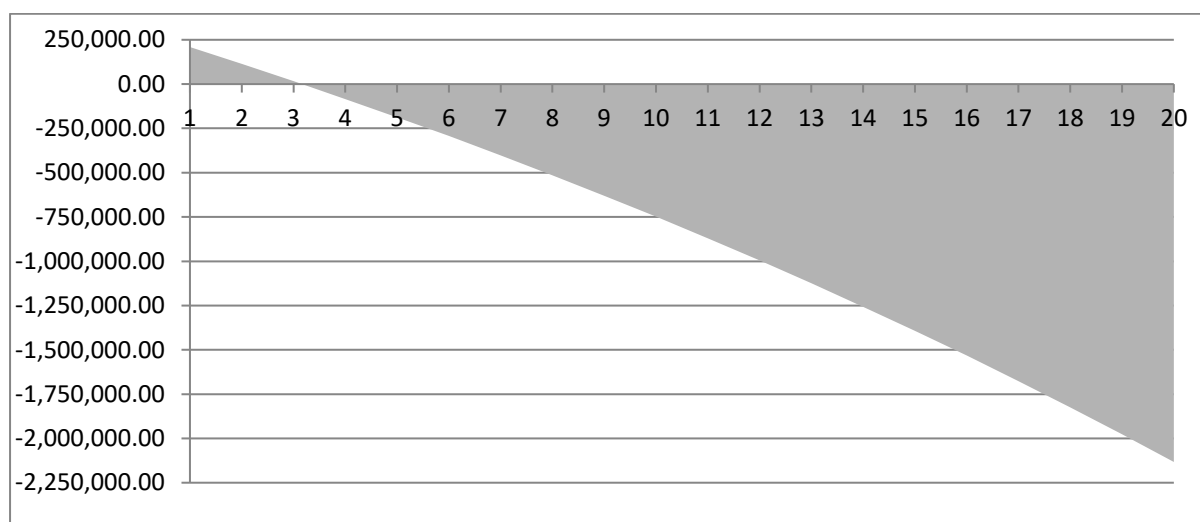


Fig. 3 Variație ΔVNA pentru pachetul de măsuri PM1

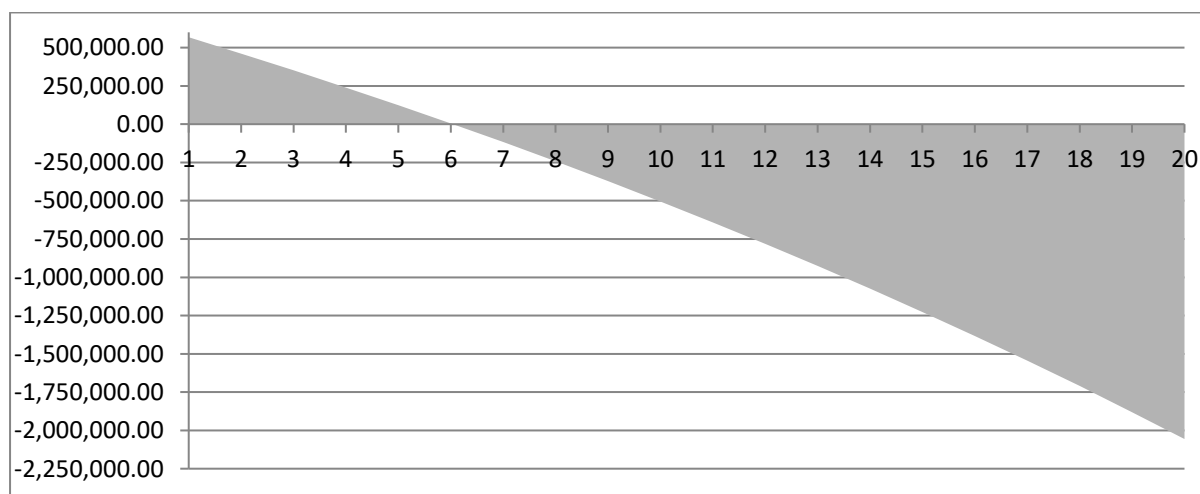


Fig. 4 Variație ΔVNA pentru pachetul de măsuri PM2

Notății și detalieri mod de calcul conform MC001/ 3-2005

Analiza economică a măsurilor de modernizare energetică a clădirii s-a realizat prin intermediul indicatorilor economici ai investiției. Dintre aceștia cei mai importanți sunt următorii:

- valoarea netă actualizată aferentă investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de modernizare energetică și economiei de energie rezultată prin aplicarea proiectului menționat, $\Delta VNA(m)$ [lei];

- costul unității de energie economisită, e [lei/kWh], reprezentând raportul dintre valoarea investiției suplimentare datorată aplicării unui proiect de modernizare energetică și economiile de energie realizate prin implementarea acestuia pe durata de recuperare a investiției.

Procedura de bază pentru compararea efectelor tehnice și economice ale aplicării diverselor soluții de utilizare rațională și eficientă a energiei în construcții o constituie analiza valorii nete actualizate a costurilor implicate de realizarea investițiilor și de exploatarea instalațiilor aferente acestora.

Valoarea Netă Actualizată (VNA) reprezintă proiecția la momentul “0” a tuturor costurilor menționate, funcție de rata de depreciere a monedei considerate - sub forma deprecierii medii anuale.

Considerând că rata de depreciere anuală a monedei este constantă și că se produce și o creștere uniform a prețului energiei, VNA caracteristică sistemului este dată de relația:

$$VNA = C_0 + \sum_{k=1}^3 C_{E_k} \sum_{t=1}^N \left(\frac{1+f_k}{1+i} \right)^t + C_M \sum_{t=1}^N \left(\frac{1}{1+i} \right)^t$$

în care:

C_0 – costul investiției totale în anul “0” [Euro];

C_E – costul anual al energiei consumate, la nivelul anului de referință [Euro/an];

C_M – costul anual al operațiunilor de mentenanță, la nivelul anului de referință [Euro/an];

f – rata anuală de creștere a costului căldurii [–];

i – rata anuală de depreciere a monedei (Euro) [–];

k – indice în funcție de tipul energiei utilizate (1 – gaz natural, 2 – energie termică, 3 – energie electrică)

N – durata fizică de viață a sistemului analizat [ani].

Observații

- În calcul s-a considerat ca performanța energetică a sistemului este menținută la aceeași valoare pe întreaga durată de viață, N . Această ipoteză este valabilă cu condiția asigurării unor verificări periodice ale performanței energetice în cadrul activității de monitorizare a clădirii, verificări care vor conduce și la intervenții de remediere a unor eventuale defecțiuni.

- Rata de creștere a costului căldurii s-a considerat a avea o valoare constantă pe durata de viață tehnică a sistemului.

- Rata de depreciere a monedei, i , are o importanță determinantă asupra VNA și condiționează aplicarea unor soluții tehnice. Conform practicii din țări cu economie avansată, rata de depreciere a monedei are valori diferite în raport cu sectorul în care se dezvoltă proiectele de investiții energetice. Pentru proiectele destinate sectorului public, (ex. clădiri sociale, culturale, administrative etc.) rata de depreciere a monedei variază între **0.1 și 0.07** cu tendința de fixare pe cea de a doua valoare.

- Aprecierea duratei de viață a unui sistem este o operație delicată ținând seama în special de diversitatea produselor prezente pe piața românească. Atât informațiile privind durata de viață a componentelor unui sistem (N), cât și cu privire la oportunitatea promovării unor soluții care să nu afecteze în timp calitatea locuirii (calitatea aerului și a apei) pot fi oferite de către producător prin documentele care atestă calitatea produselor sale (de exemplu agrement tehnic).

- Costurile aferente mentenanței reprezintă o cotă puțin importantă în structura relației de calcul VNA și în situația în care nu pot fi apreciate, acestea pot fi ignorate.

Ținând seama de cele de mai sus, relația s-a utilizat sub forma simplificată:

$$VNA = C_0 + \sum_{k=1}^3 C_{E_k} X_k$$

$$X_k = \sum_{t=1}^N \left(\frac{1 + f_k}{1 + i} \right)^t$$

Analizând în paralel două valori VNA specifice unei rezolvări clasice și unei rezolvări cu caracter energetic conservativ și având (ambele soluții) dotări cu durata de viață egală, N , se obține *VNA aferentă investiției suplimentare* datorată aplicării proiectelor de modernizare energetică și economiei de energie rezultată prin aplicarea proiectelor menționate

$$\Delta VNA (m) := C_m - \sum C_{E_k} \cdot X_k$$

în care:

$C(m)$ – costul investiției aferente proiectului de modernizare energetică, la nivelul anului “0”, [Euro];

ΔC_E – reducerea costurilor de exploatare anuale urmare a aplicării proiectelor de modernizare energetică la nivelul anului de referință, [Euro/an];

$$C_{E_k} = C_k \cdot E_k$$

în care

ΔE_k - reprezintă economia anuală de energie k estimată, obținută prin implementarea unei măsuri de modernizare energetică, [kWh/an],

c_k - reprezintă costul actual al unității de energie k , [Euro / kWh].

Condiția ca o investiție (în soluția de modernizare energetică) să fie eficientă, în baza acestui indicator, este următoarea:

- ✓ $\Delta VNA(m) < 0$ - condiție verificată pentru ambele pachete de măsuri propuse.

Durata de recuperare a investiției

Condiția ca o investiție să fie eficientă, în baza acestui indicator, este următoarea:

- durata de recuperare a investiției să fie cât mai mică și nu mai mare decât o perioadă de referință, impusa din considerente economico-financiare sau tehnice (durată de viață estimată a soluției tehnice de modernizare energetică).

- ✓ $N_R < N_S$ - condiție verificată pentru ambele pachete de măsuri propuse.

Costul unității de energie economisită prin implementarea proiectului de modernizare energetică a unei clădiri existente (sau *costul unui kWh economisit*) se determină cu relația:

$$e = \frac{C_{(m)}}{N \cdot \Delta E} \text{ [Euro/Kwh]}$$

Condiția ca o investiție (în soluția de modernizare energetică), în baza acestui indicator, să fie eficientă este următoarea:

- costul unitatii de caldura economisita, e, cat mai mic, si nu mai mare decat proiectia la momentul investitiei costului actual al unitatii de caldura.

- ✓ $e < c$ - condiție verificată pentru ambele pachete de măsuri propuse.

8. Concluzii

În auditul energetic s-a fundamentat strategia privind creșterea eficienței energetice a clădirii, cu două pachete de măsuri analizate.

În vederea creșterii performanței termice a clădirii, primul tip de măsuri propus este *izolarea termică a anvelopei clădirii*, cu rolul a reduce consumul de încălzire, care în starea actuală reprezintă un procent semnificativ din consumul anual de energie primară al acesteia. Astfel, se recomandă izolarea termică anvelopei clădirii: a pereților exteriori, a soclului perimetral, respectiv înlocuirea ușilor și ferestrelor exterioare și etanșarea acestora, cu soluțiile dezvoltate în cele două pachete de măsuri.

Al doilea tip de măsuri propus în strategia **privind creșterea eficienței energetice a clădirii** este reprezentat de *măsurile propuse în pachetul HVAC*. S-au analizat soluțiile tehnice propuse în Proiectul Tehnic nr. 593/2022 și Proiectul Tehnic nr. 569/2021 elaborate de S.C. EXPERT S.R.L. Tg. Mureș, în care sunt proiectate echipamente care au parametri de performanță energetică ridicați în exploatare.

NOTĂ AUDITOR ENERGETIC: SE RECOMANDĂ APLICAREA ÎNȚĂLĂ A MĂSURILOR TEHNICE AFERENTE CREȘTERII PERFORMANȚEI ANVELOPEI CLĂDIRII (TERMOIZOLAREA CLĂDIRII ȘI ÎNLOCUIREA FERESTRELOR, ETANȘARE), URMATĂ DE REVIZUIREA P.T.-URILOR PE INSTALAȚII, DEOARECE NECESARUL TERMIC PENTRU ÎNCĂLZIRE SE VA REDUCE SEMNIFICATIV CONSIDERÂND VOLUMETRIA ACTUALĂ A CĂMINULUI (cu cca. 76%), LA CARE SE VA ADĂUGA UN NECESAR TERMIC AFERENT NOII MANSARDE, ÎNSĂ CU O REDUCERE GENERALĂ AȘTEPTATĂ FAȚĂ DE SITUAȚIA ACTUALĂ A CLĂDIRII, PENTRU CARE AU FOST PROIECTATE INSTALAȚIILE ÎN CELE 2 P.T.-URI ANALIZATE.

Reducerea necesarului termic pentru încălzire, prin termoizolare și etanșare, are ca efect reducerea puterii termice care trebuie asigurată de cazane (posibil necesare echipamente cu puteri mai mici), a debitelor (posibil necesare conducte de distribuție de dimensiuni mai reduse în rețeaua termică), cel puțin pentru circuitele de încălzire care deservesc clădirile termoizolate.

Al treilea tip de măsuri propus în vederea creșterii eficienței energetice a clădirii este reprezentat prin *introducerea de surse regenerabile de energie*, în pachetul maximal de măsuri PM2, care să acopere într-un procent semnificativ necesarul de energie redus rămas, astfel producția de energie primară raportată la consumul total de energie primară (surse convenționale + SRE), după implementarea soluțiilor, fiind:

% en. primară din SRE	PM1 [%]	PM2 [%]
Cămin studentesc nr. 4	0.0	30.5

Pentru verificarea orientativă a indicatorilor definiți la nivel național, căminul studențesc este asimilat unei clădiri rezidențiale colective, ca destinație, nefiind definiți indicatori distincți pentru destinația cămin studențesc/internat școlar.

Pentru ambele pachete de măsuri propuse este satisfăcut criteriul:

- asigurare consum anual specific de energie primară pentru încălzirea clădirii $< 153 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{an}$ (valoare maximă admisibilă conform Ordin MDRAPFE 2641/2017, pentru clădiri rezidențiale, pentru toate zonele climatice).

Suplimentar, pentru pachetul maximal de măsuri PM2 sunt satisfăcute criteriile impuse clădirii de tip *nZEB (Nearly Zero Energy Building)*, definite în Anexa L – C107/3-2005, actualizat prin OUG 386/2016 (Anexa 2), ducând astfel clădirea existentă la *nZEB* după implementarea soluțiilor propuse:

- asigurare min. 30% din consumul de energie primară finală cu SRE; - îndeplinit;
- asigurare consum anual total specific de energie primară $< 127 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{an}$, valoarea consumului țintă pe **Orizontul 2020**, pentru clădiri rezidențiale colective pentru zona climatică IV; - îndeplinit;
- asigurare nivel anual specific al emisiilor de $\text{CO}_2 < 35 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{an}$ valoarea consumului țintă pe **Orizontul 2020**, pentru clădiri rezidențiale colective pentru zona climatică IV; – îndeplinit.

În ambele pachete de măsuri s-au integrat soluțiile tehnice pentru încălzire și apă caldă de consum, deja proiectate în PT nr. 593/2022 și PT nr. 569/2021, de S.C. Expert S.R.L. Tg. Mureș, cu completări a specificațiilor tehnice, detaliate în descrierea pachetelor de soluții.

În pachetul maximal de măsuri s-a propus introducerea de surse regenerabile de energie (utilizarea energiei solare prin intermediul captatoarelor solare și a panourilor fotovoltaice), care contribuie la reducerea consumului de energie din surse convenționale, prin asigurarea unei producții de energie proprii, care acoperă un procent de 30.5 % din consumul final de energie primară al clădirii (autoconsum).

Recomandarea auditorului este de fundamentare a pachetului maximal, PM2, datorită economiei mai mari de energie, implicit a impactului semnificativ pe termen lung asupra reducerii emisiilor de carbon, cu o perioadă de recuperare a investiției atractivă și fezabilă comparativ cu durata de viață a soluțiilor propuse.

ANEXE

ANEXA 1 – Fotografii ale clădirii (3 pagini)



Foto 1. Cămin nr. 4 – fațada SV (fațada principală)



Foto 2. Cămin nr. 4 – fațada SE



Foto 3. Cămin nr. 4 – fațada NE



Foto 4. Cămin nr. 4 – fațada NV



Foto 5. Cămin nr. 4 - Igresie pe fațada SE și degradări locale trotuar



Foto 6. Infiltrații de apă perete NE – grupuri sanitare



Foto 7 – Foto 8. Cămin nr 4. Grupuri sanitare comune



Foto 9. Cămin nr. 4 – Corp static din fontă fără elemente de reglaj



Foto 10. Conducte netermoizolate în subsolul tehnic



Centrala termică din Centrul de examinare –
Foto 11. Cazane termice Romstal Confort 900 (încălzire)



Foto 12. Cazane termice De DIETRICH - K12, K11 (a.c.m.)



Centrala termică din Centrul de examinare –
Foto 13. Acumulator a.c.m. (an fabricatie: 1964)



Foto 14. Detaliu acumulator a.c.m. (dr.) – termoizolație umedă

ANEXA 2 - Fișa de analiză termică a clădirii (9 pagini)

Clădirea: Cămin studențesc nr. 4
Adresa: mun. Târgu Mureș, str. Nicolae Grigorescu, nr. 15B, județul Mureș,
Nr. CF/Nr. cadastral: 136807/136807 – C1
Proprietar: UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ, FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI
TEHNOLOGIE “GEORGE EMIL PALADE”
mun. Târgu Mureș, str. Gheorghe Marinescu, nr. 38, jud. Mureș

Categoria clădirii:

- | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| ☐ locuințe | ☐ birouri | ☐ spital |
| ☐ comerț | ☐ hotel | ☐ autorități locale / guvern |
| ☐ școală | ☐ cultură | ☒ altă destinație: cămin studențesc |
- ☐ Tipul clădirii:
- | | |
|---|--|
| ☒ individuală | ☐ înșiruită |
| ☐ bloc | ☐ tronson de bloc |

☐ Zona climatică în care este amplasată clădirea: zona a IV-a

☐ Regimul de înălțime al clădirii: P+3E

☐ Anul construcției: cca. 1969-1970

☐ Proiectant / constructor:

☐ Structura constructivă:

- | | |
|---|--|
| ☒ zidărie portantă | ☐ cadre din beton armat |
| ☐ pereți structurali din beton armat | ☐ stâlpi și grinzi |
| ☐ diafragme din beton armat | ☐ schelet metalic |

☐ Existența documentației construcției și instalației aferente acestora:

- | |
|--|
| ☒ partiu de arhitectură pentru fiecare tip de nivel reprezentativ, |
| ☒ secțiuni reprezentative ale construcției, |
| ☐ detalii de construcție, |
| ☒ planuri pentru instalația de încălzire interioară, |
| ☒ schema coloanelor pentru instalația de încălzire interioară, |
| ☒ planuri pentru instalația sanitară, |
| ☐ planuri pentru instalații de climatizare, |
| ☐ planuri pentru instalații de ventilare mecanică, |
| ☐ planuri pentru instalații de iluminat, |

- Gradul de expunere la vânt:
 - adăpostită
 - ☒ moderat adăpostită
 - liber expusă (neadăpostită)
- Starea subsolului tehnic al clădirii:
 - Uscat și cu posibilitate de acces la instalația comună,
 - Uscat, dar fără posibilitate de acces la instalația comună,
 - ☒ Subsol inundat / inundabil (~~posibilitatea de refulare a apei din canalizarea exterioară~~),
- Plan de situație / schița clădirii cu indicarea orientării față de punctele cardinale, a distanțelor până la clădirile din apropiere și înălțimea acestora și poziționarea sursei de căldură sau a punctului de racord la sursa de căldură exterioară.



Fig. 1 Amplasarea față de punctele cardinale [sursa harta: <https://www.google.com/maps/>]

- Identificarea structurii constructive a clădirii în vederea aprecierii principalelor caracteristici termotehnice ale elementelor de construcție din componența anvelopei clădirii: tip, arie, straturi, grosimi, materiale, punți termice:

- Pereți exteriori opaci:

PE	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r
			Material	Grosime [m]	
	Pereți exteriori din zidărie cărămidă	1050.56	Tencuiala int. mortar de ciment-var	0.025	var. 0.767-0.925
			Zidărie cărămidă	0.365	
			Tencuiala ext. mortar de ciment	0.045	

-Aria totală a pereților exteriori opaci [m²]: 1050.56 m²

- Stare: ☐ bună, ☒ pete condens, ☒ igrasie,
- Starea finisajelor: ☐ bună, ☒ tencuială căzută parțial / total,
- Tipul și culoarea materialelor de finisaj: zugrăveală de culoare deschisă, roz;

- Pereți exteriori opaci (parapeți):

PE	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r
			Material	Grosime [m]	
	Pereți exteriori din zidărie cărămidă	265.27	Tencuiala int. mortar de ciment-var	0.02	var. 0.751-0.764
			Zidărie cărămidă	0.24	
			Tencuiala ext. mortar de ciment	0.045	

-Aria totală a pereților exteriori opaci [m²]: 265.27 m²

- Stare: ☐ bună, ☐ pete condens, ☒ igrasie,
- Starea finisajelor: ☒ bună, ☐ tencuială căzută parțial / total,
- Tipul și culoarea materialelor de finisaj: zugrăveală de culoare deschisă, roz;

- **Planșeu terasă necirculabilă (soluție-cadru, referință NP 060/2002):**

P	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r
			Material	Grosime [m]	
	Planșeu terasă necircul.	857.70	Tencuiala mortar de var-ciment	0.015	0.928
			Placa din beton armat	0.10	
			Amorsaj din solutie de bitum filerizat	-	
			Strat de difuzie din impaslitura din fibre de sticla bitumata perforata, tip IBP	-	
			Termoizolatie	0.20	
			Strat separator din impaslitura de fibra de sticla de tip IA	-	
			Sapa din mortar slab armat	0.035	
			Amorsaj din solutie de bitum filerizat	-	
			Strat de difuzie din impaslitura din fibre de sticla bitumata perforata, tip IBP	-	
			Hidroizolatie bituminoasa	0.02	

- Aria totală a planșeului terasă [m²]: 857.70 m²

- Materiale finisaj: învelitoare din membrană bituminoasă de culoare cenușie;

- **Planșeu subsol tehnic:**

P	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r
			Material	Grosime [m]	
	Planșeu subsol tehnic	98.35	Mozaic	0.01	0.998
			Mortar de ciment	0.04	
			Placa din beton armat	0.10	

- Aria totală a planșeului spre subsol tehnic [m²]: 98.35 m²

- Materiale finisaj: mozaic;

- **Placă pe sol, peste CTS:**

P	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → s)		Coeficient reducere, r
			Material	Grosime [m]	
	Placă pe sol, peste CTS	759.35	Strat de circulatie	-	0.707
			Sapa mortar de ciment	0.04	
			Placa din beton armat	0.10	
			Strat rupere capilaritate (pietris)	0.10	
			Umplutura pamant	0.25	
			Strat de pamant 1	3.00	
			Strat de pamant 2	4.00	

- Aria totală a plăcii pe sol [m²]: 759.35 m²

- Materiale finisaj: mozaic;

- Ferestre / uși exterioare:

FE/ UE	Descriere	Arie [m ²]	Tipul tâmplăriei	Grad etanșare	Prezență oblon (i/e)
FE	Ferestre exterioare, tâmplărie PVC cu geam termoizolant dublu	446.71	Tâmplărie din PVC	etanș	i
UE	Uși exterioare vitrate, tâmplărie PVC cu geam termoizolant dublu	59.94	Tâmplărie din PVC	etanș	i

- Starea tâmplăriei: ☒ bună ☐ evident neetanșă

- ☐ fără măsuri de etanșare,
☒ cu garnituri de etanșare,
☐ cu măsuri speciale de etanșare;

- Elementele de construcție mobile din spațiile comune:

-ușa de intrare în clădire:

- ☒ Ușa este prevăzută cu sistem automat de închidere și sistem de siguranță
☐ Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere, dar stă închisă în perioada de neutilizare,
☐ Ușa nu este prevăzută cu sistem automat de închidere și este lăsată frecvent deschisă în perioada de neutilizare,

- ferestre de pe casa scărilor: starea geamurilor, a tâmplăriei și gradul de etanșare:

- ☒ Ferestre / uși în stare bună și prevăzute cu garnituri de etanșare,
☐ Ferestre / uși în stare bună, dar neetanșe,
☐ Ferestre / uși în stare proastă, lipsă sau sparte,

Caracteristici ale spațiului locuit / încălzit:

- Aria utilă a pardoselii spațiului încălzit/climatizat [m²]: 2981.90 m²
- Volumul spațiului încălzit [m³]: 8803.30 m³
- Înălțimea medie a unui nivel [m]: mediu 2.95 m

- ☐ Gradul de ocupare al spațiului încălzit / nr. de ore de funcționare a instalației de încălzire: capacitate nominală de cazare: 340 studenți / continuu + 5 camere pentru vizitatori / ocazional
☐ Înălțimea medie a subsolului față de cota terenului sistematizat [m]: 0.4 m.
☐ Perimetrul subsolului clădirii [m]: subsol tehnic (parțial).

Instalația de încălzire interioară:

- ☐ Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:
☐ Sursă proprie, cu combustibil:
☐ Centrală termică de cartier
☐ Termoficare – punct termic central

☐ Termoficare – punct termic local

☒ Altă sursă sau sursă mixtă:

Centrală termică amplasată în fosta cantina studențească în curs de amenajare în centru de examinare, care deservește Căminul nr. 3, Căminul nr. 4 și Căminul nr. 5, echipată cu:

- 2 buc. x cazan Romstal Confort 900, capacitate 1046 kW/echipament, cu o vechime de peste 20 ani, combustibil: gaz metan;

☐ Tipul sistemului de încălzire:

☐ Încălzire locală cu sobe,

☒ Încălzire centrală cu corpuri statice,

☐ Încălzire centrală cu aer cald:

☐ Încălzire centrală cu planșee încălzitoare,

☐ Alt sistem de încălzire: panouri radiante.

☐ Date privind instalația de încălzire locală cu sobe: nu e cazul.

- Numărul sobelor:

- Tipul sobelor:

- Starea coșului / coșurilor de evacuare a fumului:

☐ Coșurile au fost curățate cel puțin o dată în ultimii doi ani,

☐ Coșurile nu au mai fost curățate de cel puțin doi ani,

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire: ☒ inferioară,

☐ superioară,

☐ mixtă

- Racord la sursa centralizată cu căldură: ☐ racord unic,

☒ multiplu: 2 puncte

- Contor de căldură: - tip contor: gaz metan – la nivel CT care deservește 3 cămine (Cămin nr. 3, Cămin nr. 4 și Cămin nr. 5);

- - anul instalării:.....,

- existența vizei metrologice:....

- Elemente de reglaj termic și hidraulic:

- la nivel de racord:

- la nivelul coloanelor:

- la nivelul corpurilor statice: cu preponderență fără armături de

reglaj.

- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite: conform breviar de calcul.

- Starea instalației de încălzire interioară din punct de vedere al depunerilor:

☐ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate după ultimul sezon de încălzire,

☐ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate înainte de ultimul sezon de încălzire, dar nu mai devreme de trei ani,

☒ Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate cu mai mult de trei ani în urmă.

- Armăturile de separare și golire a coloanelor de încălzire:

☒ Coloanele de încălzire sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora, funcționale,

☐ Coloanele de încălzire nu sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora sau nu sunt funcționale,

- Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu încălzitor: nu e cazul.

- Aria planșeului încălzitor [m²],

- Lungimea [m] și diametrul nominal [mm] al serpentinelor încălzitoare:

- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:

- Sursa de încălzire:

- 2 buc. x cazan Romstal Confort 900, capacitate 1046 kW/echipament, cu o vechime de peste 20 ani, combustibil: gaz metan;

- Putere termică nominală: 2 buc. x 1046 kW;

- Randament *net sezonier calculat*: 81%

- Anul instalării: N/A; an fabricație 1998;

- Ore de funcționare:

- Stare (arzător, conducte / armături, manta):

- Sistemul de reglare / automatizare și echipamente de reglare:

Date privind instalația de apă caldă de consum:

☐ Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:

☐ Sursă proprie, cu:

☐ Centrală termică de cartier

☐ Termoficare – punct termic central

☐ Termoficare – punct termic local

☒ Altă sursă sau sursă mixtă:

Centrală termică amplasată în fosta cantină studențească, în curs de amenajare ca centru de examinare, care deservește Căminul nr. 3, Căminul nr. 4 și Căminul nr. 5, echipată cu:

- Grup de cazane în condensare (2 buc.) DE DIETRICH, putere calorică nominală $Q = 922 \text{ kW}$;

- 2 schimbătoare de căldură în plăci, cu capacitatea de: 2 buc. x 450 kW, care asigură temperatura a.c.m $60^{\circ}/50^{\circ}\text{C}$.

- ☐ Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:
- ☒ Din sursă centralizată,
 - ☐ Centrală termică proprie,
 - ☒ Boiler cu acumulare: 2 buc. x rezervor de acumulare, de capacitate 3000 litri, cu termoizolație de cca. 3 cm, însă sunt foarte vechi (an de fabricație: 1964) și prezintă degradări semnificative
 - ☐ Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.m.,
 - ☐ Preparare locală pe plită,
 - ☐ Alt sistem de preparare a.c.m.:
- ☐ Puncte de consum a.c.m.: 98
- ☐ Numărul de obiecte sanitare-pe tipuri: 25 WC, 8 pisoare, 57 lavoare, 37 dușuri, 4 spălătoare
- ☐ Racord la sursa centralizată cu căldură: ☒ racord unic,
☐ multiplu: ... puncte,
- ☐ Conducta de recirculare a a.c.m.: ☐ funcțională,
☐ nu funcționează
☒ nu există
- Contor de căldură general: - tip contor: gaz metan – la nivel CT care deservește 3 cămine (Cămin nr. 3, Cămin nr. 4 și Cămin nr. 5);
- anul instalării
- existența vizei metrologice
- ☐ Debitmetre la nivelul punctelor de consum: ☒ nu există
☐ parțial
☐ peste tot
- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite: conform breviar de calcul.

Alte informații:

- accesibilitate la racordul de apă caldă din subsolul tehnic: există acces în subsolul tehnic / nu există acces în canalul termic dintre CT și Căminul nr. 3.
- programul de livrare a apei calde de consum: continuu
- facturi pentru apa caldă de consum pe ultimii 5 ani: -
- facturi pentru consumul de gaze naturale pentru clădirile cu instalație proprie de producere a.c.m. funcționând pe gaze naturale: -
- date privind starea armăturilor și conductelor de a.c.m.:
 - o canalul termic nu poate fi inspectat;
 - o conductele de a.c.m. din subsolul tehnic nu sunt termoizolate.

Date privind instalația de iluminat:

Puterea electrică instalată pentru iluminat este de cca. 6 kW. Corpurile de iluminat sunt cu preponderență tuburi LED.

Tip iluminat:

- ☐ fluorescent
- ☐ incandescent
- ☒ LED

Starea rețelei de conductori pentru asigurarea iluminatului :

- ☐ uzată
- ☐ bună
- ☒ date indisponibile

Informații privind instalația de climatizare:

Informații privind instalația de ventilare mecanică:

Clădirea nu este dotată cu instalații de ventilare mecanică și nici cu echipamente de răcire centralizată.

Sala de lectură de la etajul 3 este prevăzută cu echipament de tip split - 1 buc. la nivelul clădirii.

Oficiile sunt prevăzute cu hote de extragere aer viciat, amplasate deasupra aragazelor.

În grupurile sanitare comune sunt montate ventilatoare de evacuare aer viciat, în zona dușurilor comune - 4 buc. la nivelul clădirii.

ANEXA 3 – Extras de calcul pierderi de căldură pe rețele termice (încălzire + a.c.m.) – pachete de soluții PM1, PM2 (1 pagină)

Pierderi ale sistemului de distributie a caldurii catre consumatori - MODUL ÎNCĂLZIRE

Conducte de transport si distributie agent termic	di	da	Li	Ui'	θm	θai	tH	Qd
	[m]	[m]	[m]	[W/mK]	[C]	[C]	[h]	[kWh/an]
De la comun C3/C4 la C4	0.09	0.2	16	0.296	70	3.03	4488	1423.70
Comun de la CT la ansamblu C3/C4 (Ramura 1)	0.11	0.2	120	0.388	70	3.03	4488	6992.59

Pierderi ale sistemului de distributie a caldurii catre consumatori - MODUL APĂ CALDĂ DE CONSUM

Conducte de transport si distributie a.c.m.	di	da	Li	Ui'	θm	θai	tH	Qd
	[m]	[m]	[m]	[W/mK]	[C]	[C]	[h]	[kWh/an]
In canal termic C4	0.075	0.2	60	0.244	60	16.53	6552	4164.29
recirculare	0.05	0.175	60	0.192	50	16.53	6552	2523.20
De la comun C3/C4 la C4	0.075	0.2	8	0.244	60	6.14	6552	687.96
recirculare	0.05	0.175	8	0.192	50	6.14	6552	440.87
Comun de la CT la ansamblu C3/C4 (Ramura 1)	0.11	0.2	60	0.388	60	6.14	6552	4105.02
recirculare	0.075	0.2	60	0.244	50	6.14	6552	2100.86

ANEXA 4 - Certificatul de performanță energetică și anexa la CPE (7 pagini)

Cod poștal
localitateNr. înregistrare la
Consiliul LocalData
înregistrării

z z l l a a

						-							-						
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Certificat de performanță energetică

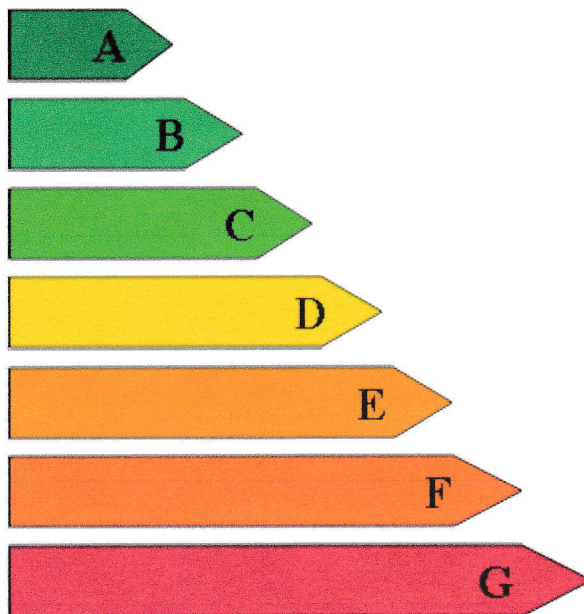
Performanța energetică a clădirii

Notare
Energetică: **70.39**

Sistemul de certificare: Metodologia de calcul al Performanței Energetice a Clădirilor elaborată în aplicarea Legii 372/2005

Clădirea
certificatăClădirea de
referință

Eficiență energetică ridicată



Eficiență energetică scăzută

Consum anual specific de energie [kWh/m²an] 284.04 143.96

Indice de emisii echivalent CO₂ [kgCO₂/m²an] 74.17 46.46

Consum anual specific de energie [kWh/m²an] pentru:		Clasa energetică	
		Clădirea certificată	Clădirea de referință
Încălzire:	202.01	D	A
Apă caldă de consum:	72.34	D	D
Climatizare:	-	-	-
Ventilare mecanică:	-	-	-
Iluminat artificial:	9.69	A	A

Consumul anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m²an]: 0

Date privind clădirea certificată

UMFST G.E. Palade Tg. Mures - Cămin studențesc nr. 4

Adresa clădirii: mun. Târgu Mureș, str. Nicolae Grigorescu,
nr. 15B, județul Mureș, Nr. CF/Nr. cad.: 136807/136807 – C1

Categoriza clădirii: Cămin studențesc

Regim înălțime: P+3E

Anul construirii: cca. 1969-1970

Scopul elaborării certificatului energetic: Renovare majoră

Aria utilă: 2981.9 m²

Aria construită desfășurată: 3744 m²

Volumul interior al clădirii: 8803.3 m³

Programul de calcul utilizat:

Date privind identificarea auditorului energetic pentru clădiri:

Specialitatea
(c, i, ci)

Numele și prenumele

Seria și
Nr. certificat
de atestareNr. și data înregistrării
certificatului în registrul
auditoruluiSemnătura
și ștampila
auditorului

I, ci

dr.ing. Măgurean Ancuța
Maria

VSA/02408

1653/02.06.2022



Clasificarea energetică a clădirii este făcută funcție de consumul total de energie al clădirii, estimat prin analiza termică și energetică a construcției și instalațiilor aferente.

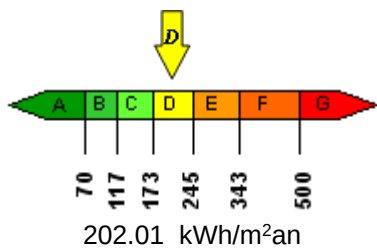
Notarea energetică a clădirii ține seama de penalizările datorate utilizării neraționale a energiei.

Perioada de valabilitate a prezentului Certificat Energetic este de 10 ani de la data eliberării acestuia

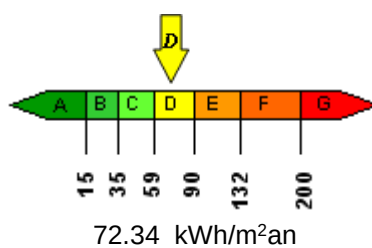
DATE PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRII

□ Grile de clasificare energetică a clădirii funcție de consumul de căldură anual specific:

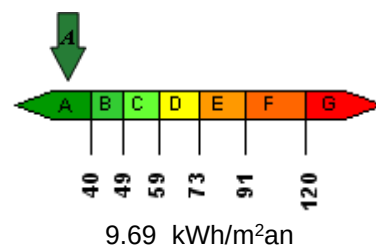
ÎNCĂLZIRE:



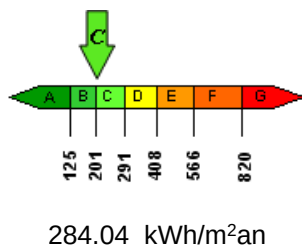
APĂ CALDĂ DE CONSUM:



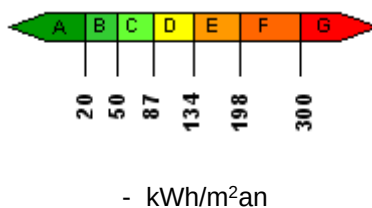
ILUMINAT:



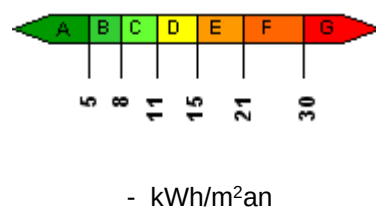
TOTAL: ÎNCĂLZIRE, APĂ CALDĂ DE CONSUM, ILUMINAT



CLIMATIZARE:



VENTILARE MECANICĂ:



□ Performanța energetică a clădirii de referință

Consumul anual specific de energie [kWh/m²an] pentru:	Notare energetică
Încălzire: 53.07	98.02
Apă caldă de consum: 70.05	
Climatizare: -	
Ventilare mecanică: -	
Iluminat: 20.84	

□ Penalizări acordate clădirii certificate și motivarea acestora

$P_0 = 1.614$ după cum urmează:

- Subsol inundat/inundabil (~~posibilitatea de refluxare a apei din canalizarea exterioară~~) $p_1 = 1.05$
- Usa este prevazuta cu sistem automat de inchidere si sistem de siguranta (interfon, cheie) $p_2 = 1$
- Ferestre/usi in stare buna si prevazute cu garnituri de etansare $p_3 = 1$
- Corpurile statice nu sunt dotate cu armaturi de reglaj sau cel putin jumătate dintre armaturile de reglaj existente nu sunt functionale $p_4 = 1.05$
- Corpurile statice au fost demontate si spalate/curatate in totalitate cu mai mult de trei ani in urma $p_5 = 1.05$
- Coloanele de incalzire sunt prevazute cu armaturi se separare si golire a acestora, functionale $p_6 = 1$
- Nu exista nici contor general de caldura pentru incalzire, nici contor general de caldura pentru apa caldă de consum, consumurile de caldura fiind determinate in sistem pausal $p_7 = 1.15$
- Tencuiala exterioara cazuta total sau partial $p_8 = 1.05$
- Peretii exteriori prezinta urme de igrasie $p_9 = 1.05$
- Cladire fara pod nelocuibil $p_{10} = 1$
- Alte tipuri de cladiri $p_{11} = 1$
- Cladire fara sistem de ventilare organizata $p_{12} = 1.1$

□ Recomandări pentru reducerea costurilor prin îmbunătățirea performanței energetice a clădirii:

- Soluții recomandate pentru anvelopa clădirii: conform Raport de Audit Energetic ECV-AEN-UMFST Proiect 05-03/2022.
- Soluții recomandate pentru instalațiile aferente clădirii, după caz: conform Raport de Audit Energetic ECV-AEN-UMFST Proiect 05-03/2022.

Clasificarea energetică a clădirii este făcută funcție de consumul total de energie al clădirii, estimat prin analiză termică și energetică a construcției și instalațiilor aferente.

Notarea energetică a clădirii ține seama de penalizările datorate utilizării neraționale a energiei.

Perioada de valabilitate a prezentului Certificat Energetic este de 10 ani de la data eliberării acestuia

INFORMAȚII PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

U.M.F.S.T. G.E Palade - Cămin studentesc nr. 4

Anexa la Certificatul de performanță energetică nr. 1653/02.06.2022

1. Date privind construcția:

- ☐ Categoria clădirii: ☐ de locuit, individuală ☐ de locuit cu mai multe apartamente (bloc)
- ☒ cămine, internate ☐ spitale, policlinici
- ☐ hoteluri și restaurante ☐ clădiri pentru sport
- ☐ clădiri socio-culturale ☐ clădiri pentru servicii de comerț
- ☐ alte tipuri de clădiri consumatoare de energie

- ☐ Nr. niveluri: ☒ Subsol ☐ Demisol
- ☒ Parter + 3 etaje

- ☐ Nr. de apartamente și suprafețe utile:

Tip clădire	S _{ut} [m ²]
Cămin studentesc	2981.90

- ☐ Volumul total al clădirii: 8803.3 m³
- ☐ Caracteristici generale și termotehnice ale anvelopei:

Tip element de construcție	Rezistența termică corectată [m ² K/W]	Aria [m ²]
Per ext NE (-)	0.549	413.31
Per ext SE (-)	0.634	168.38
Per ext SV (-)	0.525	320.17
Per ext NV (-)	0.58	148.71
Parapeti ext NE (-)	0.397	110.77
Parapeti ext SV (-)	0.403	154.5
Fer ext NE (-)	0.55	208.46
Usi ext SE (-)	0.55	14.1
Fer ext SV (-)	0.55	234.53
Fer ext NV (-)	0.55	40.92
Pl terasa (-)	1.083	857.7
Placa sol (-)	2.209	759.35
Pl subsol tehnic (-)	0.359	98.35
Per sp neinc (-)	0.653	1.79
Usa sp neinc (-)	0.55	8.64
Total arie exterioară A_E	-	3539.68

☐ Indice de compactitate al clădirii, A_E/V : 0.402 m⁻¹

2. Date privind instalația de încălzire interioară:

☐ Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:

- ☐ Sursă proprie, cu combustibil:
- ☐ Centrală termică de cartier
- ☐ Termoficare - punct termic central
- ☐ Termoficare - punct termic local
- ☒ Altă sursă sau sursă mixtă:

Centrală termică amplasată în fosta cantina studențească în curs de amenajare în centru de examinare, care deservește Căminul nr. 3, Căminul nr. 4 și Căminul nr. 5, echipată cu:

- 2 buc. x cazan Romstal Confort 900, capacitate 1046 kW/echipament, cu o vechime de peste 20 ani, combustibil: gaz metan;

☐ Tipul sistemului de încălzire:

- ☐ Încălzire locală cu sobe,
- ☒ Încălzire centrală cu corpuri statice,
- ☐ Încălzire centrală cu aer cald,
- ☐ Încălzire centrală cu planșee încălzitoare,
- ☐ Alt sistem de încălzire:

☐ Date privind instalația de încălzire locală cu sobe:

- Numărul sobelor:
- Tipul sobelor, mărimea: -

☐ Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	Număr corpuri statice [buc.]			Suprafața echivalentă termic [m ²]		
	în spațiul locuit	în spațiu comun	Total	în spațiul locuit	în spațiu comun	Total
TOTAL	-	-	-	-	-	-

- Tip distribuție a agentului termic de încălzire:

- ☒ inferioară,
- ☐ superioară,
- ☐ mixtă

- Racord la sursa centralizată cu căldură:

- ☐ racord unic,
- ☒ multiplu: 2 puncte

- Contor de caldura: - tip contor: gaz metan – la nivel CT care deservește 3 cămine (Cămin nr. 3, Cămin nr. 4 și Cămin nr. 5);
 - anul instalării ,
 - existența vizei metrologice ,

- Elemente de reglaj termic și hidraulic:
 - la nivel de racord,
 - la nivelul coloanelor,
 - la nivelul corpurilor statice: cu preponderență fără armături de reglaj.

- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite: 2 x 166 m – tur/retur;

☐ Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu încălzitor: nu e cazul.

- Aria planșeului încălzitor: 0 m²
- Lungimea și diametrul nominal al serpentinelor încălzitoare:

Diametru serpentină [mm]	-	-	-	-
Lungime [m]	-	-	-	-

- Tipul elementelor de reglaj termic din dotarea instalației:

3. Date privind instalația de apă caldă de consum:

☐ Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:

- ☐ Sursă proprie, cu:
 - ☐ Centrală termică de cartier
 - ☐ Termoficare - punct termic central
 - ☐ Termoficare - punct termic local
- ☒ Altă sursă sau sursă mixtă:

Centrală termică amplasată în fosta cantină studențească, în curs de amenajare ca centru de examinare, care deservește Căminul nr. 3, Căminul nr. 4 și Căminul nr. 5, echipată cu:

- Grup de cazane în condensare (2 buc.) DE DIETRICH, putere calorică nominală Q = 922 kW;

- 2 schimbătoare de căldură în plăci, cu capacitatea de: 2 buc. x 450 kW, care asigură temperatura a.c.m 60°/50°C.

☐ Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:

- ☒ Din sursă centralizată,
- ☐ Centrală termică proprie,
- ☒ Boiler cu acumulare: 2 buc. x rezervor de acumulare, de capacitate 3000 litri, cu termoizolație de cca. 3 cm, însă sunt foarte vechi (an de fabricație:1964) și

prezintă degradări semnificative

- ☐ Preparare locală cu aparate de tip instant a.c.m.,
- ☐ Preparare locală pe plită,
- ☐ Alt sistem de preparare a a.c.m.:

☐ Puncte de consum a.c.m.: 98

☐ Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri: Lavoar - 57
Spălător - 4
Duș - 37
WC – 25
Pisoar - 8

☐ Racord la sursa centralizată cu caldură:

☒ racord unic, ☐ multiplu: puncte,

☐ Conducta de recirculare a a.c.m.: ☐ funcțională,
☐ nu funcționează
☒ nu există

☐ Contor de căldură general: - tip contor: gaz metan – la nivel CT care deservește 3
cămine (Cămin nr. 3, Cămin nr. 4 și Cămin nr. 5);
- anul instalării,
- existența vizei metrologice,

☐ Debitmetre la nivelul punctelor de consum: ☒ nu există
☐ parțial
☐ peste tot

4. Informații privind instalația de climatizare:

Clădirea nu este dotată cu instalații de ventilare mecanică și nici cu echipamente de răcire centralizată.

Sala de lectură de la etajul 3 este prevăzută cu echipament de tip split - 1 buc. la nivelul clădirii.

5. Informații privind instalația de ventilare:

Clădirea nu este dotată cu instalații de ventilare mecanică și nici cu echipamente de răcire centralizată.

Oficiile sunt prevăzute cu hote de extragere aer viciat, amplasate deasupra aragazelor. În grupurile sanitare comune sunt montate ventilatoare de evacuare aer viciat, în zona dușurilor comune - 4 buc. la nivelul clădirii.

6. Informații privind instalația de iluminare:

Puterea electrică instalată pentru iluminat este de cca. 6 kW. Corpurile de iluminat sunt cu preponderență tuburi LED.

Întocmit,
Auditor energetic pentru clădiri,
dr.ing. Măgurean Ancuța Maria,

Ștampila și semnătura

