

**INVESTIȚII PENTRU CREȘTEREA EFICIENȚEI
ENERGETICE A CLĂDIRILOR PUBLICE
UTILIZATE DE UNITĂȚILE ȘCOLARE DE NIVEL
LICEAL DIN MUNICIPIUL PIATRA NEAMȚ –
COLEGIUL NAȚIONAL DE INFORMATICĂ
STRADA MIHAI VITEAZUL, NR. 12, PIATRA
NEAMȚ, JUDEȚUL NEAMȚ
CORP C4**

- ANALIZA TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ
- CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ
- RAPORT DE AUDIT ENERGETIC

Beneficiar: U.A.T. MUNICIPIUL PIATRA NEAMȚ

Auditor energetic: **Conf.dr.ing. Vladimir Corobceanu**
Nr. Certificat de atestare UA01354



15.03.2018



S.C. S&M EXPERT PROJECT S.R.L.


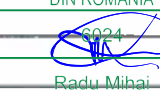

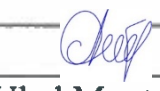




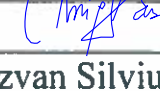


PROIECTARE EXPERTIZARE ASISTENȚĂ TEHNICĂ CONSULTANȚĂ

Punct de lucru Bd. T. Vladimirescu nr.42-44, et. 2, Municipiul Iași, Județul Iași
J22/1541/2014 - CUI RO33658747

Tel-fax: 0332 443 399 / Tel: 0745 90 86 29 / E-mail: office@expertproject.ro / Web: www.expertproject.ro



LISTA ȘI SEMNĂTURILE PROIECTANȚILOR S.C. S&M EXPERT PROJECT S.R.L.

<u>SEF PROIECT</u>	Dr. Ing. Sergiu Popoaei 
<u>ARHITECTURĂ:</u>	Arh. Radu-Mihai Panduru  Arh. Vlad Gorgan  Arh. Ana Bodrug 
<u>REZISTENȚĂ:</u>	Dr. Ing. Vlad Munteanu  Ing. Vasile Bosincianu  Ing. Daniel Popoia 
<u>INSTALATII:</u>	ing. Constantin Zetu  ing. Marius Adam  Dr. Ing. Razvan Silviu Luciu 
<u>AUDIT</u>	Conf.dr.ing. Radu S. Corobceanu 



CUPRINS

1. ANALIZA TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ A CLĂDIRII.....	5
1.1. CARACTERISTICI GEOMETRICE ȘI DE ALCĂTUIRE A CLĂDIRII.....	5
1.1.1 Descrierea arhitecturală a clădirii	5
1.1.2 Elemente de alcătuire a structurii de rezistență.....	5
1.1.3 Elemente de izolare termică – Clădire inițială	5
1.1.4 Aprecieri privind starea actuală a clădirii	5
1.1.5 Instalația de încălzire, de preparare a apei calde de consum, climatizare și de iluminat.....	6
1.2. FIȘĂ DE ANALIZĂ TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII.....	7
1.2.1 Elemente generale.....	7
1.2.2 Construcții.....	8
1.2.3 Instalații	10
1.3. NOTE DE CALCUL.....	12
1.3.1 Calculul elementelor anvelopei.....	12
1.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale R:.....	12
1.3.3 Rezistențe termice corectate R' [m ² K/W] - clădire reală	13
1.3.4 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire	15
1.3.5 Calculul consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior.....	18
1.3.6 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum	19
1.3.7 Energia primară și emisiile de CO2	22
1.4. RAPORT DE ANALIZĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII	23
1.4.1 Clădire reală	23
1.4.2 Clădirea de referință.....	24
1.4.3 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire pentru clădirea de referință	24
1.4.4 Eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior	28
1.4.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum	28
1.4.6 Energia primară și emisiile de CO2	31
BIBLIOGRAFIE	33
CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ,.....	34
ANEXA LA CERTIFICATUL DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ	34
2. AUDIT ENERGETIC.....	45
2.1. PREZENTARE GENERALĂ	46
2.1.1 Informații generale.....	46
2.1.2 Informații privind construcția	46
2.1.3 Informații privind instalațiile	46
2.2. PREZENTAREA SOLUȚIILOR DE MODERNIZARE ENERGETICĂ.....	47
2.2.1 Prezentarea soluțiilor de modernizare energetică a anvelopei clădirii	47
2.3. NOTE DE CALCUL CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC	49
2.3.1 Elementele de construcție perimetrice care intră în alcătuirea anvelopei clădirii Clădire ameliorată termic	49
2.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale (în câmp curent) R: CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC	49
2.3.3 Rezistențe termice corectate R' [m ² K/W] – clădire ameliorată termic	50
2.3.4 Clădire ameliorată termic – Calculul coeficientului global de pierderi de căldură	50
2.3.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire	51



2.3.6	Calculul consumului de energie si al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum	54
2.3.7	Calculul consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior.....	57
2.3.8	Energia primară și emisiile de CO2	58
II.4.1	Informații generale	60
II.4.2	Informații privind construcția.....	60
II.4.3	Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii și concluzii	62
ANEXE.....		66
1.	PLAN PARTER EXISTENT, PLAN EYAJ 1 EXISTENT, PLAN ETAJ 2 EXISTENT, PLAN ETAJ 3 EXISTENT, SECTIUNE TRANSVERSALĂ EXISTENTĂ, PLAN PARTER PROPUS, PLAN EYAJ 1 PROPUS, PLAN ETAJ 2 PROPUS, PLAN ETAJ 3 PROPUS PLAN SECȚIUNE TRANSVERSALĂ PROPUȘĂ	66
2.	2. SOLUȚII TEHNICE DE PRINCIPIU – DETALII	66
	(conform SC007/2013)	66



1. ANALIZA TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ A CLĂDIRII

1.1. Caracteristici geometrice și de alcătuire a clădirii

1.1.1 Descrierea arhitecturală a clădirii

Construcție cu regim de înălțime P+3E, este compartimentată interior, în încăperi cu destinații specifice învățământului și activităților conexe, astfel încât adăpostește: la parter un număr de 23 spații: 1 windfang, 1 hol, 2 casa scării, 8 săli de clasă, 1 dormitor izolator, 3 grupuri sanitare, 1 cabinet medical, 3 magazii, 1 duș, 1 sală de lectură, 1 spațiu pedagog; la etajul I un număr de 22 spații: 1 hol, 2 casa scării, 12 dormitoare, 3 magazii, 2 grupuri sanitare, 1 spațiu dușuri, 1 administrație; la etajul II un număr de 22 spații: 1 hol, 2 casa scării, 12 dormitoare, 4 magazii, 2 grupuri sanitare, 1 spațiu dușuri; la etajul III un număr de 22 spații: 1 hol, 2 casa scării, 11 dormitoare, 1 sală meditații, 4 magazii, 2 grupuri sanitare, 1 spațiu dușuri.

Informațiile disponibile indică 1976 ca fiind anul construirii.

Corpul de clădire C4 se încadrează în categoria structurilor cu pereți rari (sistem celular).

1.1.1. Elemente de alcătuire arhitecturală

- regim de înălțime corp clădire: existent P+3E
- dimensiuni maxime în plan 43,50 x 19,80 m;
- H-MAX. STREĂȘINĂ_{existent} = 12,25 m;
- H-MAX. COAMĂ_{existent} = 14,45 m;

Fondul construit are următoarele caracteristici:

- TOTAL Ac_{existent} = 709,24 mp
- TOTAL Ad_{existent} = 2832,92 mp
- TOTAL Au_{existent} = 2589,13 mp

1.1.2 Elemente de alcătuire a structurii de rezistență.

Infrastructura

Fundațiile sub stâlpii prefabricați sunt izolate tip pahar iar sub pereții din zidărie sunt de tip continue.

- materiale: beton armat pentru fundațiile izolate și beton simplu pentru fundațiile continue;
- adâncime de fundare: minim adâncimea de îngheț.

Suprastructura

Structura de rezistență a corpului de clădire este de tip prefabricat din pereți din beton armat (14cm grosime la interior/ 22 cm grosime la exterior) și planșee din fășii prefabricate din beton armat (16 cm grosime).

Acoperișul este de tip șarpantă pe scaune, din bile de lemn de rășinoase, fără coajă, realizată din: căpriori (Ø10 ÷ Ø12cm), pane (10x15 cm), popi (Ø12 ÷ Ø15cm), cosoroabe (10x10 cm), pană dolie (10x10 cm), tălpi (10x20 cm) și astereală ca suport pentru învelitoarea din azbociment.

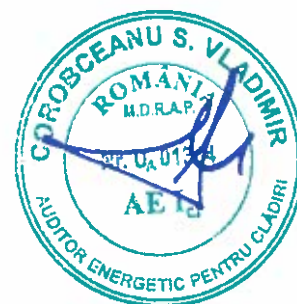
1.1.3 Elemente de izolare termică – Clădire inițială

1.1.4 Aprecieri privind starea actuală a clădirii

1. Grad de degradare:

a. pereți exteriori: - beton armat

- tencuieli – culori deschise , culori închise , culori neutre
- pete condens – da , nu
- umiditate - da , nu
- mușegai - da , nu
- tencuieli desprinse - da , nu
- infiltrații de apă - da , nu
- pereți interiori spre casa scării – nu este cazul
- pete condens - da , nu
- umiditate - da , nu



- mucegai - da , nu
 - tencuieli desprinse – da , nu
 - infiltrații de apă - da , nu
- b. acoperiș–
- infiltrații – da , nu
 - pete condens- da , nu
 - mucegai - da , nu
 - tencuieli pe tavan desprinse- da , nu
 - ultima reparație - > 2 ani
- c. pardoseală cota zero – placa de beton armat: degradată , putrezită , în stare bună
- d. Tâmplărie exterioară : tâmplărie din PVC
- etanșă , neetanșă
- e. surse de vapori: utilizarea clădirii
- f. Imobilul prezintă o uzură medie cauzată de utilizarea spațiilor.

Expertiza tehnică

Expertiza tehnică la corpul de cladire se realizează în paralel cu auditul energetic. Concluziile expertizei structurale vor influența demararea lucrărilor de reabilitare termofizică.

Investigațiile realizate pe teren au evidențiat un grad de protecție termică foarte slab al clădirii care nu satisface exigențele minime actuale de confort higrotermic și consum de energie. Astfel, se impun măsuri de protecție termică suplimentară a elementelor anvelopei și de modernizarea instalațiilor.

1.1.5 Instalația de încălzire, de preparare a apei calde de consum, climatizare și de iluminat

- Clădirea este dotată cu centrală termică cu combustibil gazos;
- Există instalație pentru prepararea apei calde menajere;
- Clădirea este dotată cu instalație de iluminat.



1.2. FIȘĂ DE ANALIZĂ TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII

Proiectant: S.C. S&M EXPERT PROJECT S.R.L. IAȘI / DATA: 15.03.2018

1.2.1 Elemente generale

Obiectivul ce se dorește a fi finanțat este Corpul C1 al Colegiului Național de Informatică”. Clădirea are regim de înălțime P+3E

Clădirea: Corp C4 Colegiul Național de Informatică

Adresa: municipiul Piatra Neamț, Mihai Viteazu, nr. 12, județul Neamț

Titularul investiției: Municipiul Piatra Neamț

□ Categoria clădirii:

- | | | |
|--|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> locuințe | <input type="checkbox"/> birouri | <input type="checkbox"/> spital |
| <input type="checkbox"/> comerț | <input type="checkbox"/> hotel | <input type="checkbox"/> autorități locale / guvern |
| <input checked="" type="checkbox"/> școală | <input type="checkbox"/> cultură | <input type="checkbox"/> altă destinație: |

□ Tipul clădirii

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> individuală | <input type="checkbox"/> înșiruită |
| <input type="checkbox"/> bloc | <input type="checkbox"/> tronson de bloc |

□ Zona climatică în care este amplasată clădirea: III($T_c = -18^{\circ}\text{C}$)

□ Regimul de înălțime al clădirii: P+3E

□ Anul construcției: -

□ Proiectant / constructor: NECUNOSCUȚ

□ Structura constructivă: (inițial)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> pereți activi de zidărie | <input type="checkbox"/> cadre din beton armat |
| <input type="checkbox"/> pereți interiori structurali din lemn masiv | <input type="checkbox"/> stâlpi și grinzi din lemn |

diafragme din beton armat schelet metalic

□ Existența documentației construcției și instalației aferente acesteia:

partiu de arhitectură pentru parter și etaje - relevu

secțiuni reprezentative ale construcției - relevu

detalii de construcție,

planuri pentru instalația de încălzire interioară,

schema coloanelor pentru instalația de încălzire interioară.

planuri pentru instalația sanitară,

□ Gradul de expunere la vânt:

adăpostită moderat adăpostită liber (neadăpostită)

□ Starea subsolului tehnic al clădirii: - nu există subsol.

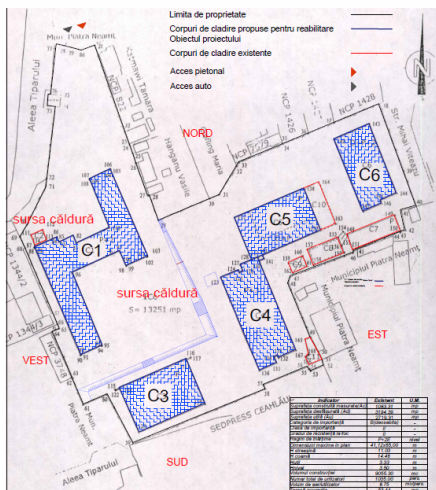
Subsol inundat/inundabil (posibilitatea de refluxare a apei din canalizarea exterioară)

Demisol uscat,

Subsol uscat cu posibilitatea de acces la instalația comună



Plan de situație/schita 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.



1.2.2 Construcții

- 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 și interiori opaci:

□ Pereți exteriori opaci

alcătuire:

P.E.	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r [%]
			Material	Grosime [m]	
Pereți Ext NV	Pereți din beton armat de 22 cm	159,93	Tencuială interioară	0,03	0,97
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat de 22 cm	165,83	Tencuială interioară	0,03	0,98
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
Pereți Ext NE	Pereți din beton armat de 22 cm	405,4	Tencuială interioară	0,03	0,96
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat de 22 cm	384,17	Tencuială interioară	0,03	0,97
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
TOTAL		1115,33			

Aria totală a pereților exteriori opaci [m²] – 1115,33

Stare:

- bună, pete condens igrasie,

Starea finisajelor:

- bună, tencuială căzută parțial

Tipul și culoarea materialelor de finisaj: tencuieli în culori deschise și închise;

□ Pereți de rost

□ Pereți interiori spre spații neîncălzite – nu este cazul

□ Perete demisol spre subsol neîncălzit – nu este cazul

□ Perete demisol spre pământ – nu este cazul

□ Placă pe sol

P _{sbt}	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r [%]
			Material	Grosime [m]	
Placă pe sol	Placă de beton armat	682,22	Strat de uzură	0,02	0,86
			Placa de beton	0,16	
			Pietriș strat filtrant	0,1	
			Pământ umed	2	

Aria totală a plăcii pe sol [m²]: 682,22

□ Acoperiș șarpantă

P _{sbt}	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r [%]
			Material	Grosime [m]	
Placă peste etaj	Placă de beton armat	682,22	Tencuială	0,015	0,79
			Beton armat	0,016	
			Vată minerală	0,1	
			Podină	0,025	



Starea acoperișului:

- Bună
 Înelitoare degradată.

Ultima reparație:

- <1 an, 1 – 2 ani
 2 – 5 ani >5 ani

Acoperiș: terasă: - nu este cazul

• **Ferestre / uși exterioare – lemn, metal și PVC**

Descriere	Suprafețe Frestre + uși din lemn	Suprafețe Frestre + uși din PVC	Suprafețe Uși metalice parter	Grad de etanșare	Prezență oblon
	[m ²]	[m ²]	[m ²]		
FE+UE NV		33.04		etanșă	nu există
FE+UE SE		27.14		etanșă	
FE+UE NE		92.97		etanșă	
FE+UE SV		114.2		etanșă	
Total		267,35	-		

Aria totală a tâmplăriei [m²] : **267,35**

Starea tâmplăriei:

- Bună PVC Evident neetanșă – lemn + metal
 Fără măsuri de etanșare
 Cu garnituri de etanșare,
 Cu măsuri speciale de etanșare - PVC;
 Alte elemente de construcție:
- între casa scărilor și pod
- între acoperis și pod
- între casa scărilor și acoperis
- între casa scărilor și subsol
 Elementele de construcție mobile din spațiile comune:

ușa de intrare în clădire:

- Ușa este prevăzută cu sistem automat de închidere și sistem de siguranță (interfon, cheie),
 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 în stare bună și prevăzute cu garnituri de etanșare - PVC,
 Ferestre/uși în stare bună dar neetanșe,
 Ferestre /uși în stare proastă – cele inițiale.

 Caracteristici ale spațiului încălzit:

Suprafața utilă [m²]: **2589,13**

Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: **682,23**

Suprafața construită desfășurată [m²]: **682,23**

Volumul spațiului încălzit [m³]: **7907,04**

Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: **2,74 m**

Gradul de ocupare al spațiului încălzit/nr. de ore de funcționare a instalației de încălzire – **24h.**

Raportul dintre aria fațadei cu balcoane/loggii închise și aria totală a fațadei: clădire fără balcoane.

Adâncimea medie a pânzei freatice: -

Perimetrul pardoselii parterului clădirii [m] : **121,02 m**



1.2.3 Instalații

Date privind instalația de încălzire interioară:

Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:

- Sursă proprie
- Centrală termică de cartier
- Termoficare – punct termic central
- Termoficare – punct termic local
- Altă sursă sau sursă mixtă: local neîncălzit

Tipul sistemului de încălzire:

- Încălzire locală cu sobe
- Încălzire centrală cu corpuri statice
- Încălzire centrală cu aer cald, nefuncțională
- Încălzire centrală cu planșee încălzitoare,
- Alt sistem de încălzire: radiatoare electrice

Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice: radiator fontă

Nr. corpuri 159 buc (143 in spațiu util/16 spațiu comun); suprafața echivalentă termic 416,90mp

Putere termică :

Tip distribuție a agentului termic de încălzire:

- inferioară
- superioară
- mixtă

Racord la sursa centralizată de căldură: nu este cazul

- racord unic
- multiplu:

- diametru nominal [mm]:
- Contor de căldură: nu

Elemente de reglaj termic și hidraulic (la nivel de racord, rețea de distribuție, coloane):

Vane cu acționare manuală și supape de aerisire la partea superioară.

Elemente de reglaj termic și hidraulic, la nivelul corpurilor statice:

- Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj și acestea sunt funcționale
- Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj dar cel puțin un sfert dintre acestea nu sunt funcționale,
- Corpurile statice nu sunt dotate cu armături de reglaj sau cel puțin jumătate dintre armăturile de reglaj existente nu sunt funcționale,

Rețeaua de distribuție amplasată în spații neîncălzite: nu e cazul

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, mai devreme de trei ani,
- Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate înainte de ultimul sezon de încălzire, 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 și acestea sunt funcționale,
- Coloanele de încălzire nu sunt prevăzute cu armături de separare și golire a acestora sau nu sunt funcționale

Date privind instalația de apă caldă menajeră:

Sursa de energie pentru prepararea apei calde menajere:

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

Tipul sistemului de preparare a apei calde menajere:

- Din sursă centralizată
- Centrală termică proprie
- Boiler de acumulare,
- Preparare locală cu aparat de tip instant a.c.m.
- Preparare locală pe plită,



Alt sistem de preparare a.c.m.:

Puncte de consum a.c.m. /a.r.: 40acm/56ar

Numărul de obiecte sanitare pe tipuri:

Lavoare- 24; Vase WC- 16, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabină de duș - 16

Racord la sursa centralizată de căldură: nu există

Conducta de recirculare a a.c.m.:

funcțională nu funcționează nu există

Contor de căldură general : nu

Debitmetre la nivelul punctelor de consum:

nu există parțial peste tot

Date privind instalația de climatizare

- Nu există

Date privind instalația de ventilare

- Nu există

Date privind instalația electrică

- Există instalație de iluminat.



1.3. NOTE DE CALCUL

1.3.1 Calculul elementelor anvelopei

Elementele de construcție perimetrice care intră în alcătuirea anvelopei clădirii:

Tip element de construcție	Alcătuire	Suprafață [m ²]
Pereți Ext NV	Pereți din beton armat 22 cm	159.93
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat 22 cm	165.83
Pereți Ext NE	Pereți din beton armat 22 cm	405.4
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat 22 cm	384.17
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	PVC	33.04
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	PVC	27.14
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	PVC	92.97
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	PVC	114.2
Placa pe sol	Placă de beton armat	682.23
Planșeu terasă	Planșeu din beton armat	682,23
Total suprafață anvelopă [m²] A₀		2747,14
Volumul încălzit al clădirii V [m³]		7907,04
A₀ /V:		0,347
S_{inc}[m²]		2589,13
S_{utila}[m²]		2589,13

1.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale R:

- Pereți exteriori – beton armat

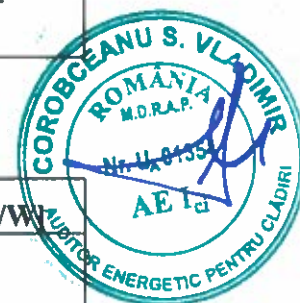
Alcătuire	d _j [m]	a _j ·λ _j [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială interioară	0.03	1.02	0,354
Beton armat	0.22	1,74	
Tencuială exterioară	0.03	1.02	

- Pereți exteriori – de rost
- Pereți interiori spre spații neîncălzite – nu este cazul
- Placă pe sol

Alcătuire	d _j [m]	a _j ·λ _j [W/mK]	R [m ² K/W]
Strat de uzură	0,02	1,60	1,368
Placa beton armat	0,16	1,74	
Pietriș strat filtrant	0,1	1	
Pământ umed	2	2	

- Acoperiș șarpantă

Alcătuire	d _j [m]	a _j ·λ _j [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială	0,015	0,92	2,840
Planșeu de beton	0,16	1,74	
Vată minerală	0,1	0,04	
Podină	0,025	0,4	



• Ferestre / uși exterioare – tâmplărie din lemn, metal și PVC

	Suprafete Ferestre + uși PVC	Suprafete Uși metalice parter	R' Ferestre+uși de lemn	R' Uși metalice parter
Descriere	[m ²]	[m ²]	[m ² K/W]	[m ² K/W]
FE+UE NV	33.04		0,50	0,17
FE+UE SE	27.14		0,50	0,17
FE+UE NE	92.97		0,50	0,17
FE+UE SV	114.2		0,50	0,17
Total	267,35			

1.3.3 Rezistențe termice corectate R' [m²K/W] - clădire reală

Element	Rezistență termică corectată [m ² K/W]
Pereți exteriori opaci NV 22 cm	0.34
Pereți exteriori opaci SE 22 cm	0.35
Pereți exteriori opaci NE 22 cm	0.34
Pereți exteriori opaci SV 22 cm	0.35
Placă pe sol	1,17
Plașeu sub pod neîncălzit	2,24

Clădire reală - Calculul rezistenței termice medii pe clădire și a coeficientului global

1. Calculul rezistenței termice medii pe clădire R_{med}

2. Determinarea coeficientului G_1 [W/m³K] (C107/2-2005)

$$G_1 = \frac{1}{V} \cdot \left[\frac{\sum A_j \cdot \tau_j}{R'} \right] + 0,34 \cdot n \leq G_{1ref} + 0,34 \cdot n$$



Element	A[m ²]	R'	τ	$\frac{A \cdot \tau}{R'}$
Pereți Ext NV	159.93	0.34	1	465.85
Pereți Ext SE	165.83	0.35	1	479.48
Pereți Ext NE	405.4	0.34	1	1186.33
Pereți Ext SV	384.17	0.35	1	1112.89
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04	0.50	1	66.08
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14	0.50	1	54.28
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97	0.50	1	185.94
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2	0.50	1	228.40
Placa pe sol	682.23	1.17	0.474	275.18
Plașeu sub pod	682.23	2.24	0.868	264.86
Total Anvelopa	2747,14			
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,04			
$\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$				4319,29
$R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$				0,636

n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h ⁻¹]	0,7
G ₁ (conform C107/2- 2005) [W/m ³ ·K]	0,784
G _{1ref} + ventilare [W/m ³ ·K]	0,546
G ₁ = 0,784 > G _{1ref} = 0,546 [W/m ³ ·K]	1,66

Concluzii:

Valoarea coeficientului global G₁ este mai mare decât valoarea normată G_{1ref} cu 166,00%. Rezultă în exploatare: consumuri energetice mari, ceea ce determină o clasificare energetică defavorabilă a clădirii și emisii importante de noxe (CO_x, NO_x, SO_x, fum, hidrocarburi nearse, vapori de apă, etc), rezultate ale arderii combustibililor.

Acest lucru implică necesitatea lucrărilor de reabilitare termică a elementelor anvelopei.

Aplicarea soluțiilor de reabilitare termică a elementelor anvelopei presupune adoptarea de soluții de izolare termică pentru pereții exteriori, protecția termică a acoperișului și protecția termică a plăcii pe sol.

Se are în vedere îndeplinirea gradului de protecție termică impus pentru această categorie de clădiri, realizarea condițiilor de confort, eliminarea completă a riscului de condens și reducerea consumului de energie termică pentru încălzirea spațiilor utile.

Măsurile adoptate vor reduce considerabil impactul asupra mediului înconjurător prin micșorarea consumului de energie primară și reducerea emisiei de CO₂.



1.3.4 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire

1.3.4.1. Temperatura convențională exterioară de calcul

Pentru iarnă, temperatura convențională de calcul a aerului exterior se consideră în funcție de zona climatică în care se află Piatra Neamț (zona III) conform STAS 1907/1, astfel:

$$\theta_{e} = -18 \text{ [}^{\circ}\text{C]};$$

1.3.4.2 Intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare medii lunare

Intensitățile medii lunare și temperaturile exterioare medii lunare au fost stabilite în conformitate cu Mc001-PI, anexa A.9.6, respectiv SR4839, pentru localitatea Piatra Neamț.

1.3.4.3. Temperaturi de calcul ale spațiilor interioare

1.3.4.3.1 Temperatura interioară predominantă a încăperilor încălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (I.9.1.1.1), temperatura predominantă pentru clădiri este:

$$\theta_i = 20,00 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$$V_{inc} = 7907,04 \text{ [m}^3\text{]} \quad \text{- volumul încălzit}$$

$$A_{inc} = 2589,13 \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{- aria spațiului încălzit,}$$

1.3.4.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (I.9.1.1.1), temperatura exterioară a spațiilor neîncălzite de tip subsol și casa scării, se calculează pe bază de bilanț termic.

Temperatura casei scării fără instalație de încălzire, este:

$$\theta_{ucs} = 16,2 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ pentru temperatura exterioară de calcul}$$

1.3.4.4. Temperatura interioară de calcul

Conform metodologiei Mc001-2006/PII, dacă diferența de temperatură între volumul încălzit și casa scării este mai mică de 4°C, întregii clădiri se aplică calculul monozonal. În acest caz,

$\theta_i \cdot \theta_{ucs} = 1,8 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$ și temperatura interioară de calcul a clădirii, este :

$$\theta_{id} = \frac{\sum \theta_{ij} \cdot V_j}{\sum V_j}$$

V_j = volumul zonei j

θ_{ij} = temperatura interioară a zonei j

$$\theta_{id} = 12,00 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

1.3.4.5 Stabilirea perioadei de încălzire

$$\theta_{eo} = 12 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$D_z = 232,00 \text{ [zile]}$ –durata perioadei de încălzire preliminară

$t_h = 5568,00 \text{ [h]}$ - număr de ore / perioada de încălzire

$\theta_{emed} = 4,21 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$ temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire



1.3.4.6. Calculul preliminar ($\theta_{eo} = 12 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$) al pierderilor de căldură ale clădirii Q_L

$$Q_L = H \cdot (\theta_{id} - \theta_{emed}) \cdot t_h \quad \text{unde:}$$

H - coeficientul de pierderi de căldură

1.3.4.6.1 Calculul coeficientului de pierderi de căldură H

$$H = H_V + H_T$$

H_V - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilație

$$H_V = \frac{\rho_a \cdot c_a \cdot n_a \cdot V}{3,6}$$

$\rho_a = 1,2 \text{ [} \frac{kg}{m^3} \text{]}$ densitatea aerului (Mc001-P II-1, pag 14);

$c_a = 1,005 \text{ [} \frac{kJ}{kgK} \text{]}$ –căldura specifică a aerului;

$n_a = 0,7 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ –numărul mediu de schimburi de aer, conform MC-PD);

$$H_V = 1854,20 \text{ [} \frac{W}{K} \text{]}$$

H_T - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie

$$H_T = L + H_u$$

L - coeficient de cuplaj termic prin anvelopa exterioară a clădirii;

$$L = \sum U_j \cdot A_j$$

U_j - transmitanța termică corectată a părții j din anvelopa clădirii

A_j - aria pentru care se calculează U_j

$$L = 4665,18 \quad \left[\frac{W}{K} \right];$$

H_U - coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite, (conform SREN ISO 13789)

$$H_u = H_{iu} \cdot b$$

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

H_{iu} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{iu} = L_{T,iu} + H_{V,iu}$$

$$L_{T,iu} = 580,93 \quad \left[\frac{W}{K} \right] \text{ coeficient de cuplaj termic al plăcii peste subsol}$$

$H_{V,iu}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{V,iu} = \frac{\rho_a \cdot c_a \cdot n_a \cdot V}{3,6}$$

$$H_{V,iu} = 1854,20 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$n_a = 0,5 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ - numărul de schimburi de aer al clădirii cu exteriorul

$$H_{iu} = 2435,14 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

H_{uc} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{uc} = L_{T,uc} + H_{V,uc}$$

$L_{T,uc} = 0$ - coeficient de cuplaj termic al elementelor de construcție ale spațiului neîncălzit în contact cu mediul exterior

$H_{V,uc}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{V,uc} = \frac{\rho_a \cdot c_a \cdot n_a \cdot V}{3,6}$$

$$H_{V,uc} = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_{uc} = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$b = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_u = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_T = 4665,18 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii este:

$$H = 6519,38 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

de unde:

$$Q_L = 572849,54 \quad [\text{kWh/an}]$$

1.3.4.7 Calculul preliminar ($\theta_{eo} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i - degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) \cdot \phi_{i,u}]$$

$\phi_{i,h}$ - fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile încălzite

$$\phi_{i,h} = \phi_i \cdot A_{inc}$$

$$\phi_{i,h} = 19159,56 \quad [\text{W}]$$

$$\phi_i = 8 \quad [\text{W/m}^2] \quad \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne, cf. Mc001-PII}$$

$$\phi_{i,u} = 0,00 \quad [\text{W}] \quad \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile neîncălzite}$$

$$Q_i = 106680,44 \quad [\text{kWh}]$$

Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

$$Q_s = \sum [I_{sj} \cdot \sum A_{snj}] \cdot t$$

$$Q_s = 66690,52 \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_g = 173370,96 \quad [\text{kWh}]$$



1.3.4.8 Determinarea factorului de utilizare preliminar , η_1

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional , γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi , Q_L astfel :

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,30$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci :

$$\eta_1 = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

a - parametru numeric (conform Metodologiei MC 001-1);

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

$a_0 = 0,8$ - parametru numeric (conform Metodologiei Mc001/1)

$\tau_0 = 70$ [h] - (conform Metodologiei Mc 001-1)

$$\tau = \frac{C}{H}$$

C - capacitatea termică interioară a clădirii

$$C = \sum x_j * A_j = \sum_i \sum_j \rho_{ij} * c_{ij} * d_{ij} * A_j$$

ρ - densitatea materialului ;

c - capacitatea calorică masică a materialului;

d - grosimea stratului;

A - aria elementului;

$$C = 2152,09 \quad \left[\frac{MJ}{K} \right]$$

$\tau = 91,69$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a spațiului încălzit

$$a = 2,1$$

$\eta_1 = 0,894$ factorul de utilizare a aporturilor de caldură

1.3.4.9 Determinarea temperaturii de echilibru și a perioadei de încălzire reală a clădirii

$$\theta_{ed} = \theta_{id} - \frac{\eta_1 * \phi_a}{H}$$

θ_{ed} - temperatura reală de echilibru

$$\theta_{ed} = 15,49 \quad [^{\circ}C]$$

Durata sezonului real de încălzire este de 252 de zile, deci durata în ore va fi:

$$t_h = 6048 \text{ ore}$$

1.3.4.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Căminul are un program de funcționare continuu, având regim de furnizare a agentului termic continuu.

1.3.4.11 Calculul pierderilor de căldură reale ale clădirii

$$Q_L = H * (\theta_{id} - \theta_c) * t$$

Temperatura exterioară medie pe sezonul de încălzire se calculează ca o medie ponderată a temperaturilor medii lunare cu numărul de zile ale fiecărei luni.

$$\theta_{e,med} = 5,05 \quad [^{\circ}C] - \text{temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire}$$

$$Q_L = 589238,90 \quad [kWh]$$

1.3.4.12 Calculul aporturilor reale de căldură ale clădirii

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i = degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) * \phi_{i,u}] * t$$

$\phi_{i,h}$ = fluxul termic mediu al degajărilor interne

$$\phi_{i,u} = 0 \quad [W] - \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiul încălzit}$$

$$Q_i = 115877,03 \quad [kWh]$$

$Q_s = 72439,70$ [kWh] - aporturi solare ale elementelor vitrate

$Q_g = 188316,74$ [kWh] - aporturi totale de căldură



1.3.4.13 Necesarul de căldură pentru încălzirea clădirii, Q_h

Necesarul de căldură pentru încălzirea spațiilor se obține făcând diferența între pierderile de căldură ale clădirii, Q_L , și aporturile totale de căldură Q_g , cele din urmă fiind corectate cu un factor de diminuare, η , astfel:

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g$$

η - factor de utilizare;

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional, γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi, Q_L astfel:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,31$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

$$\eta = 0,9$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 589238,90 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.3.4.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_m

$Q_m = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rw,h}$, unde:

$$Q_{th} = 358557,92 \quad [kWh/an]$$

$$Q_{rh,h} = 0,00 \quad [kWh/an]$$

$$Q_{rw,h} = 0,00 \quad [kWh/an]$$

Cu aceste date se obține:

$$Q_m = 771367,08 \quad [kWh/an]$$

1.3.4.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

$$q_{inc} = Q_m / A_{inc}$$

$$q_{inc} = 297,92 \quad [kWh / m^2 \cdot an]$$

OK.

1.3.5 Calculul consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior

1.3.5.1 Consumul de energie:

$$W_{illum} = \frac{t_u \sum P_n}{1000}$$

W_{illum} reprezintă energia electrică consumată de sistemele de iluminat din clădire.

Unde:

P_n - puterea instalată pentru iluminat

$$P_n = 15,53 \quad [kW]$$

$$t_u = (t_D \cdot F_D \cdot F_O) + (t_N \cdot F_O)$$

În care:

t_D - timpul de utilizare a luminii de zi în funcție de tipul clădirii

$$t_D = 1800 \quad [ore/an]$$

t_N - timpul în care nu este utilizată lumina naturală

$$t_N = 200 \quad [ore/an]$$

F_D - factorul de dependență de lumina de zi care depinde de sistemul de control al iluminatului din clădire și de tipul de clădire.

$$F_D = 1,0$$

F_O - factorul de dependență de durata de utilizare



$$F_o = 1,0$$

Se obtine:

$$t_u = 2000 \text{ ore/an iar:}$$

$$W_{itum} = 31080 \text{ [kWh/an]}$$

1.3.5.2 Eficiența energetică este:

$$q_{itum} = \frac{W_{itum}}{S_u}$$

$$q_{itum} = 12 \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{an]}$$

1.3.6 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum

1.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum

Volumul teoretic de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de destinația clădirii, de tipul consumatorului de apă caldă de consum și de numărul de utilizatori / unități de folosință.

Pentru stabilirea volumului necesar de apă caldă de consum se pornește de la relația de calcul:

$$V_{ac,zi} = \frac{a \cdot N_u}{1000} \left[m^3 / zi \right]$$

în care:

a necesarul specific de apă caldă de consum, la 60°C, pentru unitatea de utilizare/folosință, pe perioada considerată; $\left[m^3 / zi \right]$

N_u numărul unităților de utilizare ori folosință a apei calde de consum (persoană, unitatea de suprafață, pat, porție etc)

$a = 5 \left[l / \text{persoana} \cdot \text{zi} \right]$
 $N_u = S_u \cdot i_{loc} \left[\text{persoane} \right]$
 S_u este suprafața utilă $\left[m^2 \right]$
 i_{loc} este indicele de ocupare $\left[\text{persoane} / m^2 \right]$

$N_u = 150 \left[\text{persoane} \right]$

$$V_{ac,zi} = 0,75 \left[m^3 / zi \right]$$

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 252 \left[m^3 / \text{an} \right]$$



1.3.6.2 Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și pierderilor de apă:

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

în care:

f_1 depinde de tipul instalației la care este racordat punctul de consum

f_2 depinde de starea tehnică a armăturilor la care are loc consumul de apă caldă

$f_1 = 1,2$ – pentru obiective alimentate în sistem local centralizat

$f_2 = 1,1$ – pentru instalații echipate cu baterii clasice

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 332,64 \left[m^3 / \text{an} \right]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 80,64 \quad \left[\frac{m^3}{an} \right]$$

1.3.6.3 Pierderile de căldură aferente conductelor de distribuție a apei de consum

$$Q_{ac,d,i} = \frac{U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{m,ac,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_{ac} \cdot z}{1000} \quad [kWh/an]$$

în care:

U_i : coeficientul specific de pierderi de căldură pe unitatea de lungime de conductă

$$U_i = 0,6 \quad \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

L_i lungimea conductei $[m]$

$$L_i = 278,21 [m]$$

A_n – suprafața pardoselii spațiului deservit $[m^2]$

$$A_n = 682,23 [m^2]$$

$\theta_{m,ac,d,i}$ – temperatura medie a apei în conductă respectivă $[^\circ C]$

θ_{amb} – temperatura aerului ambient din zona de amplasare a conductei $[^\circ C]$

t_{ac} – durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $\left[\frac{zile}{an} \right]$

z – timpul efectiv de furnizare a apei calde $\left[\frac{ore}{zi} \right]$

$$\theta_{amb} = 20 \quad [^\circ C]$$

$$\theta_{m,ac,d,i} = 55 \quad [^\circ C]$$

$$z = 12 \quad \left[\frac{ore}{zi} \right]$$

$$t_{ac} = 365 \quad \left[\frac{zile}{an} \right]$$

Pentru întreaga instalație de distribuție, pierderea de căldură totală, calculată prin însumarea pierderilor de căldură aferente tronsoanelor de calcul componente este :

$$Q_P = \sum Q_{ac,d,i} \quad [kWh/an]$$

$$Q_P = 25590,43 \quad [kWh/an]$$

1.3.6.4 Cantitatea anuală medie de căldură pentru apa caldă de consum

Se determină cantitatea anuală medie de căldură a apei calde livrate la consum din relația:

$$Q_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ac} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6} + Q_P \quad [kWh/an]$$

în care :

t_{ac} temperature medie a apei calde consumate $[^\circ C]$

t_r temperature medie a apei reci (anuală) $[^\circ C]$

V_{ac} consumul anual de apă caldă $\left[\frac{m^3}{an} \right]$

ρ densitatea apei $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

c căldura specifică masică a apei $\left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$

$$Q_{acm} = 37852,72 \quad [kWh/an]$$

1.3.6.5 Consumul specific normalizat de apă caldă din punct de vedere al cantității masice:

$$q_{acL} = \frac{V_{ac}}{0,365 \cdot N_u} \quad \left[\frac{l}{persoana \cdot zi} \right]$$

N_u este numărul mediu normalizat de persoane aferent clădirii

$$N_u = S_u \cdot i_{loc} \quad [persoane]$$

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

i_{loc} este indicele de ocupare $\left[\frac{persoane}{m^2} \right]$

$$N_u = 150 \quad [persoane]$$

$$q_{acL} = 4.6 \quad \left[\frac{l}{persoana \cdot zi} \right]$$



1.3.6.6 Calculul consumului de energie electrică necesară pompelor de circulație

Puterea hidraulică necesară pompei de circulație pentru a acoperi necesarul hidrodinamic din sistem se estimează cu relația:

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad [kPa]$$

în care:

$$\dot{V} - \text{debitul volumetric de apă caldă de consum din sistem} \quad \left[\frac{m^3}{an} \right]$$

$$\Delta p - \text{înălțimea de pompare a pompei} \quad \left[\frac{kPa}{m} \right]$$

$$\Delta p = 6,39 \quad \left[\frac{kPa}{m} \right]$$

$$P_{hydr} = 0,44 \quad [kPa]$$

$$\dot{V} = 0,25 \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

1.3.6.6.1 Energia hidraulică necesară instalației

Aceasta depinde de rezistența hidraulică aferentă sistemului și de timpul de funcționare al pompei:

$$W_{ac,d,hydr} = P_{hydr} \cdot t_{ac} \cdot z \quad [kWh/an]$$

în care:

$$P_{hydr} - \text{puterea hidraulică a pompei} \quad [kW]$$

t_{ac} - durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $\left[\frac{zile}{an} \right]$

z - timpul efectiv de furnizare a apei calde $\left[\frac{ore}{zi} \right]$

$$z = 12 \quad \left[\frac{ore}{zi} \right]$$

$$t_{ac} = 365 \quad \left[\frac{zile}{an} \right]$$

$$W_{ac,d,hydr} = 1943,78 \quad [kWh/an]$$

Relația de calcul pentru a determina energia electrică aferentă pompei de circulație este următoarea:

$$W_{ac,d,pompa} = W_{ac,d,hydr} \cdot e_{ac,hydr} \quad [kWh/an]$$

în care:

$$W_{ac,d,pompa} - \text{energia electrică necesară acționării pompei} \quad [kWh/an];$$

$$W_{ac,d,hydr} - \text{energia hidraulică necesară în sistem} \quad [kWh/an]$$

$e_{ac,hydr}$ - (coeficientul de performanță) randamentul pompei.

$$e_{ac,hydr} = 1,026$$

$$W_{ac,d,pompa} = 1995,28 \quad [kWh/an]$$

1.3.6.7 Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

$$Q_{ac} = Q_{acm} + W_{ac,d,hydr} \quad [kWh/an]$$

$$Q_{ac} = 39796,50 \quad [kWh/an]$$

Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

$$i_{acm} = \frac{Q_{ac}}{S_u} \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

$$i_{acm} = 15,37 \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

1.3.6.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde :

$$\varepsilon_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{aco} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{acm}} \quad [-]$$

$$\varepsilon_{acm} = 0,30 \quad [-]$$



1.3.7 Energia primară și emisiile de CO₂

$$E_p = Q_{f,h,l} \cdot f_{h,l} + W_{i,l} \cdot f_{i,l} + Q_{acm,h,l} \cdot f_{f,l} + Q_{stst,R,l} \cdot f_{l,l} \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$f_{h,l} = 1,1 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru gaz}; \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$f_{i,l} = 2,8 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru electricitate}; \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$E_p = 935527,79 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.3.7.2 Emisia de CO₂

Se calculează similar cu energia primară utilizând un factor de transformare corespunzător:

f_{CO_2i} este factorul de emisie

$$E_{CO_2} = Q_{f,h,l} \cdot f_{h,CO_2} + W_{i,l} \cdot f_{i,CO_2} + Q_{acm,h,l} \cdot f_{f,CO_2} + Q_{stst,R,l} \cdot f_{l,CO_2} \quad \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

$$f_{h,CO_2i} = 0,205 \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right] - \text{factorul de emisie la arderea gazului; se aplică energiei la sursa primară}$$

$$f_{i,CO_2i} = 0,09 \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right] - \text{factorul de emisie electricitate;}$$

$$E_{CO_2} = 160927,45 \quad \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

1.3.7.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

$$i_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}}{A_{inc}} \quad \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

$$i_{CO_2} = 62,15 \quad \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

OK.

Auditor energetic pentru clădiri gradul I
Conf.dr.ing. Vladimiro Corobceanu



1.4.RAPORT DE ANALIZĂ ENERGETICA A CLĂDIRII

Pentru realizarea certificatului de performanță energetică au fost centralizate caracteristicile clădirii în variantele clădire reală și clădire de referință.

1.4.1 Clădire reală

1.4.1.1 Elementele de construcție perimetrice care intră în alcătuirea anvelopei clădirii:

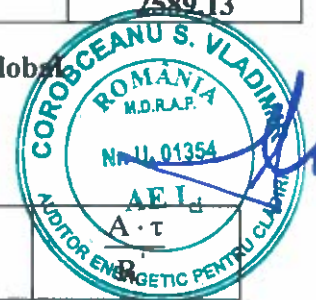
Tip element de construcție	Alcătuire	Suprafață [m ²]
Pereți Ext NV	Pereți din beton armat 22 cm	159.93
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat 22 cm	165.83
Pereți Ext NE	Pereți din beton armat 22 cm	405.4
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat 22 cm	384.17
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	PVC	33.04
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	PVC	27.14
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	PVC	92.97
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	PVC	114.2
Placa pe sol	Placă de beton armat	682.23
Planșeu terasă	Planșeu din beton armat	682,23
Total suprafață anvelopă [m²] A₀		2747,14
Volumul încălzit al clădirii V [m³]		7907,04
A ₀ /V:		0,347
S _{inc} [m ²]		2589,13
S _{utila} [m ²]		2589,13

1.4.1.2 Calculul rezistenței termice medii pe clădire și a coeficientului global

1. Calculul rezistenței termice medii pe clădire R_{med}
2. Determinarea coeficientului G₁ [W/m³K] (C107/2-2005)

Clădirea reală. Determinarea coeficientului G₁

Element	A[m ²]	R'	τ	
Pereți Ext NV	159.93	0.34	1	465.85
Pereți Ext SE	165.83	0.35	1	479.48
Pereți Ext NE	405.4	0.34	1	1186.33
Pereți Ext SV	384.17	0.35	1	1112.89
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04	0.50	1	66.08
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14	0.50	1	54.28
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97	0.50	1	185.94
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2	0.50	1	228.40
Placa pe sol	682.23	1.17	0.474	275.18
Planșeu sub pod	682.23	2.24	0.868	264.86
Total Anvelopa	2747,14			
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,04			
$\sum \frac{A \cdot \tau}{R}$				4319,29
$R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R}}$				0,636
n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹]				0,7



G_1 (conform C107/2- 2005) [W/m ³ ·K]	0,784
$G_{1ref} + \text{ventilare}$ [W/m ³ ·K]	0,472
$G_1 = 0,784 > G_{1ref} = 0,472$ [W/m ³ ·K]	1,66

1.4.2 Clădirea de referință

1.4.2.1 Calculul rezistenței termice medii pe clădire și a coeficientului global

1. Calculul rezistenței termice medii pe clădire R_{med}

2. Determinarea coeficientului G_1 [W/m³K] (C107/2-2005 reactualizat 2011)

Element	A[m ²]	R'	τ	$\frac{A \cdot \tau}{R'}$
Pereți Ext NV	128.98	1.8	1.000	71.65
Pereți Ext SE	140.40	1.8	1.000	78.00
Pereți Ext NE	318.30	1.8	1.000	176.83
Pereți Ext SV	277.18	1.8	1.000	153.99
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	63.99	0.77	1.000	83.11
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	52.57	0.77	1.000	68.27
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	180.07	0.77	1.000	233.86
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	221.19	0.77	1.000	287.26
Placa pe sol	682.23	4.5	0.474	71.81
Planșeu sub pod	682.23	5	0.868	118.49
Total Anvelopa	2747,14			
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,046			
$\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$				1343,28
$R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$				2,045
n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h ⁻¹]				0,7
G_1 (conform C107/2- 2005) [W/m ³ ·K]				0,407
$G_{1ref} + \text{ventilare}$ [W/m ³ ·K]				0,864
$G_1 = 0,407 < G_{1ref} = 0,864$ [W/m ³ ·K]				

1.4.3 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire pentru clădirea de referință

1.4.3.1. Temperatura convențională exterioară de calcul

Pentru iarnă, temperatura convențională de calcul a aerului exterior se consideră în funcție de zona climatică în care se află municipiul Piatra Neamț (zona III) conform STAS 1907/1, astfel $\theta_{e} = -18$ [°C]



1.4.3.2 Intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare medii lunare

Intensitățile medii lunare și temperaturile exterioare medii lunare au fost stabilite în conformitate cu Mc001-PI, anexa A.9.6, respectiv SR4839, pentru municipiul Piatra Neamț.

1.4.3.3. Temperaturi de calcul ale spațiilor interioare

1.4.3.3.1 Temperatura interioară predominantă a încăperilor încălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (I.9.1.1.), temperatura predominantă pentru clădiri este:

$$\theta_i = 20,00 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$V_{inc} = 7907,04 [m^3]$ - volumul încălzit

$A_{inc} = 2589,13 [m^2]$ - aria spațiului încălzit,

1.4.3.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite – nu este cazul

Conform metodologiei Mc001-PI (I.9.1.1.1), temperatura exterioară a spațiilor neîncălzite de tip subsol și casa scării, se calculează pe bază de bilanș termic.

1.4.3.4. Temperatura interioară de calcul

Conform metodologiei Mc001-2006/PII, dacă diferența de temperatură între volumul încălzit și casa scării este mai mică de 4°C, întregii clădiri se aplică calculul monozoneal. În acest caz,

$\theta_i - \theta_{ucs} = 1,8 [^{\circ}C]$ și temperatura interioară de calcul a clădirii, este :

$$\theta_{id} = \frac{\theta_{ij} * V_j}{V_j}$$

V_j = volumul zonei j

θ_{ij} = temperatura interioară a zonei j

$\theta_{id} = 12,00 [^{\circ}C]$

1.4.3.5 Stabilirea perioadei de încălzire

În prima fază a calcului consumurilor de energie se stabilește perioada de încălzire preliminară.

Conform SR 4839 temperatura convențională de echilibru se consideră:

$\theta_{co} = 12 [^{\circ}C]$

$D_z = 232,00$ [zile] – durata perioadei de încălzire preliminară

$t_h = 5568$ [h] – număr de ore / perioada de încălzire

θ_{emed} – temperatura exterioară medie pe sezonul de încălzire se calculează ca o medie ponderată a temperaturilor medii lunare cu numărul de zile cu încălzire ale fiecărei luni.

$\theta_{emed} = 4.21 [^{\circ}C]$ temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire

1.3.4.6. Calculul preliminar ($\theta_{co} = 12 [^{\circ}C]$) al pierderilor de căldură ale clădirii Q_L

$Q_L = H * (\theta_{id} - \theta_{emed}) * t_h$ unde:

H - coeficientul de pierderi de căldură

1.3.4.6.1 Calculul coeficientului de pierderi de căldură H

$H = H_V + H_T$

H_V - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilare

$$H_V = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$\rho_a = 1,2$ [$\frac{Kg}{m^3}$] densitatea aerului (Mc001-P II-1, pag 14);

$c_a = 1,005$ [$\frac{KJ}{kgK}$] – căldura specifică a aerului;

$n_a = 0,6$ [h^{-1}] – numărul mediu de schimburi de aer, conform MC-PI);

$H_V = 1854,20$ [$\frac{W}{K}$]

H_T - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie

$H_T = L + H_u$

L - coeficient de cuplaj termic prin anvelopa exterioară a clădirii;

$$L = \sum U_j * A_j$$

U_j - transmitanța termică corectată a părții j din anvelopa clădirii

A_j - aria pentru care se calculează U_j

$L = 1441,02$ [$\frac{W}{K}$];

H_u – coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite (Conform

SREN ISO 13789)

$H_u = H_{iu} * b$

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{tu} + H_{ue}}$$



H_{iu} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{iu} = L_{T,iu} + H_{V,iu}$$

$$L_{T,iu} = 151,60 \left[\frac{W}{K} \right] \text{ coeficient de cuplaj termic al plăcii peste subsol}$$

$H_{V,iu}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{V,iu} = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$$H_{V,iu} = 1854,20 \left[\frac{W}{K} \right]$$

$n_a = 0,5 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ - numărul de schimburi de aer al clădirii cu exteriorul

$$H_{iu} = 2005,8 \left[\frac{W}{K} \right]$$

H_{uc} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{uc} = L_{T,uc} + H_{V,uc}$$

$L_{T,uc} = 0$ - coeficient de cuplaj termic al elementelor de construcție ale spațiului neîncălzit în contact cu mediul exterior

$H_{V,uc}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{V,uc} = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$$H_{V,uc} = 0 \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_{uc} = 0 \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$b = 0 \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_u = 0 \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_T = 1441,02 \left[\frac{W}{K} \right]$$

Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii este:

$$H = 3295,23 \left[\frac{W}{K} \right]$$

de unde:

$$Q_L = 239499,27 \text{ [kWh/an]}$$

1.4.3.7 Calculul preliminar ($\theta_{es}=12 \text{ }^\circ\text{C}$) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i - degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) * \phi_{i,u}]$$

$\phi_{i,h}$ - fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile încălzite

$$\phi_{i,h} = \phi_i * A_{inc}$$

$$\phi_{i,h} = 19159,62 \text{ [W]}$$

$$\phi_i = 8 \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ fluxul termic mediu al degajărilor interne, cf.Mc001-PII}$$

$$\phi_{i,u} = 0,00 \text{ [W]} \text{ fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile neîncălzite}$$

$$Q_i = 77251,35 \text{ [kWh]}$$

Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

$$Q_s = \sum [I_{sj} * \sum A_{snj}] * t$$

$$Q_s = 92688,23 \text{ [kWh]}$$

$$Q_g = 169939,5 \text{ [kWh]}$$

1.4.3.8 Determinarea factorului de utilizare preliminar, η_1

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional, γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi, Q_L astfel:

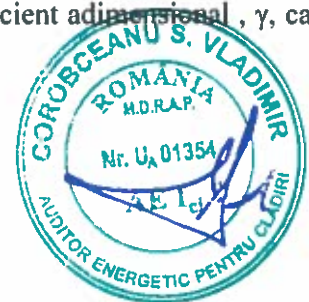
$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,7$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci:

$$\eta_1 = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

a - parametru numeric (conform Metodologiei MC 001-1);



$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

$a_0 = 0,8$ - parametru numeric (conform Metodologiei Mc001/1)

$\tau_0 = 70$ [h] - (conform Metodologiei Mc 001-1)

$$\tau = \frac{C}{H}$$

C - capacitatea termică interioară a clădirii

$$C = \sum x_j * A_j = \sum_i \sum_j \rho_{ij} * c_{ij} * d_{ij} * A_j$$

ρ - densitatea materialului ;

c - capacitatea calorică masică a materialului;

d - grosimea stratului;

A - aria elementului;

$$C = 2013,65 \quad \left[\frac{MJ}{K} \right]$$

$\tau = 169,74$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a spațiului încălzit

$a = 3,22$

$\eta_1 = 0,93$ factorul de utilizare a aporturilor de caldură

1.4.3.9 Determinarea temperaturii de echilibru și a perioadei de încălzire reală a clădirii

$$\theta_{cd} = \theta_{id} - \frac{\eta_1 * \phi_a}{H}$$

θ_{cd} - temperatura reală de echilibru

$$\theta_{cd} = 8,01 \quad [^{\circ}C]$$

Durata sezonului real de încălzire este de 168 de zile, deci durata în ore va fi:

$$t_h = 4032 \text{ ore}$$

1.4.3.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Căminul are un program de funcționare continuu, având regim de furnizare a agentului termic continuu.

1.4.3.11 Calculul pierderilor de căldură reale ale clădirii

$$Q_L = H * (\theta_{id} - \theta_e) * t$$

Temperatura exterioară medie pe sezonul de încălzire se calculează ca o medie ponderată a temperaturilor medii lunare cu numărul de zile ale fiecărei luni.

$\theta_{e \text{ med}} = 1,97$ [°C] – temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire

$$Q_L = 239499,27 \quad [kWh]$$

1.4.3.12 Calculul aporturilor reale de căldură ale clădirii

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i = degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) * \phi_{i,u}] * t$$

$\phi_{i,h}$ = fluxul termic mediu al degajărilor interne

$\phi_{i,u} = 0$ [W] – fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile neîncălzite

$$Q_i = 77251,35 \quad [kWh]$$

$Q_s = 92688,23$ [kWh] - aporturi solare ale elementelor vitrate

$$Q_g = 169939,58 \quad [kWh] - \text{aporturi totale de căldură}$$

1.4.3.13 Necesarul de căldură pentru încălzirea clădirii, Q_h

Necesarul de căldură pentru încălzirea spațiilor se obține facând diferența între pierderile de căldură ale clădirii, Q_L , și aporturile totale de căldură Q_g , cele din urmă fiind corectate cu un factor de diminuare, η , astfel :

$$Q_h = Q_L - \eta * Q_g$$

η – factor de utilizare;

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional, γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi, Q_L astfel:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,70$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci:



$$\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

$$\eta = 0,87$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 90887,70 \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.4.3.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_m

$$Q_m = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rw,h}, \text{ unde:}$$

Q_{th} – totalul pierderilor de căldură datorate instalației de încălzire, inclusiv pierderile de căldură suplimentare datorate distribuției neuniforme a temperaturii în incinte și reglarea imperfectă a temperaturii interioare, în cazul în care nu sunt luate deja în considerare la temperatura convențională.

$$Q_{th} = 20197,26 \text{ kWh/an}$$

$Q_{rh,h}$ – căldura recuperată de la subsistemul de încălzire: coloane + racorduri

$$Q_{rh,h} = 0,00 \text{ [kWh/an]}$$

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

$$Q_{rw,h} = 0,00 \text{ [kWh/an]}$$

Cu aceste date se obține:

$$Q_m = 111084,97 \text{ [kWh/an]}$$

1.4.3.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

$$q_{inc} = Q_m / A_{inc}$$

$$q_{inc} = 42,90 \text{ [kWh / m}^2 \text{ an]}$$

1.4.4 Eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior

Definirea referențialelor a fost făcută considerându-se un procent variabil de iluminat asigurat din surse de iluminat incandescent și în funcție de sistemul de management al instalației de iluminat artificial, după cum urmează:

- pentru clădirea de referință la nivelul fondului construit un procent de 20% din iluminat ca fiind asigurat cu surse de iluminat incandescente, managementul sistemului de iluminat artificial fiind în totalitate manual.

- pentru clădirea eficientă energetic un procent de 5% din iluminat asigurat cu surse de iluminat incandescente și sistemul de iluminat controlat de un sistem automat de control.

Valoarea medie obținută pentru consumul de energie specific pentru iluminat [kWh/m²an], determinat ca referențial de performanță energetică pentru fondul construit din România (q_s), respectiv pentru reglementările de performanță energetică (q_r), este conținut în INCEBC București:

1.4.4.1 Eficiența energetică este:

$$q_{illum} = 12 \text{ [kWh / m}^2 \cdot \text{an]}$$

Estimăm consumul de energie anual calculat în funcție de caracteristicile principale ale instalației de iluminat .

1.4.4.2 Consumul de energie:

Se estimează:

$$W_{illum} = q_{illum} \cdot S_u$$

Unde:

S_u = Suprafața utilă

$$W_{illum} = 31080 \text{ [kWh/an]}$$

1.4.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum

1.4.5.1 Volumul necesar de apă caldă de consum

Volumul teoretic de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de destinația clădirii, de tipul consumatorului de apă caldă de consum și de numărul de utilizatori / unități de folosință.



Pentru stabilirea volumului necesar de apă caldă de consum se pornește de la relația de calcul:

$$V_{ac,zi} = \frac{a \cdot N_u}{1000} \quad \left[m^3 / zi \right]$$

în care:

a necesarul specific de apă caldă de consum, la 60°C, pentru unitatea de utilizare/folosință, pe perioada considerată; $\left[m^3 / zi \right]$

N_u numărul unităților de utilizare ori folosință a apei calde de consum (persoană, unitatea de suprafață, pat, porție etc)

$$a = 5 \quad \left[l / persoana \cdot zi \right]$$

$$N_u = S_u \cdot i_{loc} \quad [persoane]$$

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

i_{loc} este indicele de ocupare $[persoane / m^2]$

$$N_u = 150 \quad [persoane]$$

$$V_{ac,zi} = 0,75 \quad \left[m^3 / zi \right]$$

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 252 \quad \left[m^3 / an \right]$$

1.4.5.2 Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și risipei de apă:

$$V_{ac} + V_{ac,c} = V_{ac} \cdot f_1 \cdot f_2 \quad \left[m^3 / an \right]$$

în care:

f_1 depinde de tipul instalației la care este racordat punctul de consum

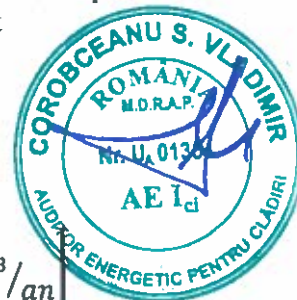
f_2 depinde de starea tehnică a armăturilor la care are loc consumul de apă caldă

$f_1 = 1,2$ – pentru obiective alimentate în sistem local centralizat

$f_2 = 1,1$ – pentru instalații echipate cu baterii clasice

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 332,64 \quad \left[m^3 / an \right]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 80,64 \quad \left[m^3 / an \right]$$



1.4.5.3 Pierderile de căldură aferente conductelor de distribuție a apei de consum

$$Q_{ac,d,i} = \frac{U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{m,ac,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_{ac} \cdot z}{1000} \quad [kWh / an]$$

în care:

U_i : coeficientul specific de pierderi de căldură pe unitatea de lungime de conductă

$$U_i = 0,6 \quad [W / m \cdot K]$$

L_i lungimea conductei $[m]$

$$L_i = 278,21 \quad [m]$$

A_n – suprafața pardoselii spațiului deservit $[m^2]$

$$A_n = 682,22 \quad [m^2]$$

$\theta_{m,ac,d,i}$ – temperatura medie a apei în conducta respectivă $[°C]$

θ_{amb} – temperatura aerului ambient din zona de amplasare a conductei $[°C]$

t_{ac} – durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $[zile/an]$

z – timpul efectiv de furnizare a apei calde $[ore/zi]$

$\theta_{amb} = 20$ $[^{\circ}C]$

$\theta_{m,ac,d,i} = 55$ $[^{\circ}C]$

$z = 12$ $[ore/zi]$

$t_{ac} = 365$ $[zile/an]$

Pentru întreaga instalație de distribuție, pierderea de căldură totală, calculata prin însumarea pierderilor de căldură aferente tronsoanelor de calcul componente este :

$Q_p = \sum Q_{ac,d,i}$ $[kWh/an]$

$$Q_p = 25590,43 \quad [kWh/an]$$

1.4.5.4 Cantitatea anuală medie de căldură pentru apa de consum

Se determină cantitatea anuală medie de căldură a apei calde livrate la consum din relația:

$$Q_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ac} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6} + Q_p \quad [kWh/an]$$

în care :

t_{ac} temperature medie a apei calde consumate $[^{\circ}C]$

t_r temperature medie a apei reci (anuală) $[^{\circ}C]$

V_{ac} consumul anual de apă caldă $[m^3/an]$

ρ densitatea apei $[kg/m^3]$

c căldura specifică masică a apei $[J/kg \cdot K]$

$$Q_{acm} = 37852,72 \quad [kWh/an]$$

1.4.5.5 Consumul specific normalizat de apă caldă din punct de vedere al entalpiei masice:

$$q_{acL} = \frac{V_{ac}}{0,365 \cdot N_u} \quad [l/persoana \cdot zi]$$

N_u este numărul mediu normalizat de persoane aferent clădirii

$$N_u = S_u \cdot i_{loc} \quad [persoane]$$

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

i_{loc} este indicele de ocupare $[persoane/m^2]$

$$N_u = 150 \quad [persoane]$$

$$q_{acL} = 4,60 \quad [l/persoana \cdot zi]$$

1.4.5.6 Calculul consumului de energie electrică necesară pompelor de circulație

Puterea hidraulică necesară pompei de circulație pentru a acoperi necesarul hidrodinamic din sistem se estimează cu relația:

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad [kPa]$$

în care:

\dot{V} – debitul volumetric de apă caldă de consum din sistem $[m^3/an]$

Δp – înălțimea de pompare a pompei $[kPa/m]$

$$\Delta p = 6,39 \quad [kPa/m]$$

$$P_{hydr} = 0,44 \quad [kPa]$$



$$\dot{V} = 0,25 \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

1.4.5.6.1 Energia hidraulică necesară instalației

Aceasta depinde de rezistența hidraulică aferentă sistemului și de timpul de funcționare al pompei:

$$W_{ac,d,hydr} = P_{hydr} \cdot t_{ac} \cdot z \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

în care:

$$P_{hydr} - \text{puterea hidraulică a pompei} \quad [kW]$$

t_{ac} - durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $\left[\frac{zile}{an} \right]$

z - timpul efectiv de furnizare a apei calde $\left[\frac{ore}{zi} \right]$

$$z = 12 \quad \left[\frac{ore}{zi} \right]$$

$$t_{ac} = 365 \quad \left[\frac{zile}{an} \right]$$

$$W_{ac,d,hydr} = 1943.78 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

Relația de calcul pentru a determina energia electrică aferentă pompei de circulație este următoarea:

$$W_{ac,d,pompa} = W_{ac,d,hydr} \cdot e_{ac,hydr} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

în care:

$$W_{ac,d,pompa} - \text{energia electrică necesară acționării pompei} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right];$$

$$W_{ac,d,hydr} - \text{energia hidraulică necesară în sistem} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

$e_{ac,hydr}$ - (coeficientul de performanță) randamentul pompei.

$$e_{ac,hydr} = 1,026$$

$$W_{ac,d,pompa} = 1995.28 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.4.5.7 Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă:

$$Q_{ac} = Q_{acm} + W_{ac,d,hydr} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

$$Q_{ac} = 39796,50 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

$$i_{acm} = \frac{Q_{ac}}{S_u} \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right] \quad OK$$

$$i_{acm} = 15,37 \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

1.4.5.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde :

$$\epsilon_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{aco} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{acm}} \quad [-]$$

$$\epsilon_{acm} = 0,34 \quad [-]$$

1.4.6 Energia primară și emisiile de CO2

1.4.6.1 Energia primară

$$E_p = Q_{f,h,l} \cdot f_{h,l} + W_{i,l} \cdot f_{i,l} + Q_{acm,h,l} \cdot f_{f,l} + Q_{sist,R,l} \cdot f_{i,l} \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$f_{h,l} = 1,1 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru gaz;} \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$f_{i,l} = 2,8 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru electricitate;} \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

$$E_p = 209217,47 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right] \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$



1.3.7.2 Emisia de CO₂

Se calculează similar cu energia primară utilizând un factor de transformare corespunzător:

$f_{CO_2,i}$ este factorul de emisie

$$E_{CO_2} = Q_{f,h,i} \cdot f_{h,CO_2} + W_{i,i} \cdot f_{i,CO_2} + Q_{acm,h,i} \cdot f_{h,CO_2} + Q_{sist,R,i} \cdot f_{i,CO_2} \quad \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

$f_{h,CO_2,i} = 0,205 \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$ - factorul de emisie la arderea gazului; se aplică energiei la sursa primară

$f_{i,CO_2,i} = 0,09 \quad \left[\frac{kg}{kWh} \right]$ - factorul de emisie electricitate;

$$E_{CO_2} = 25569,61 \quad \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

1.4.6.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

$$i_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}}{A_{inc}} \quad \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

$$i_{CO_2} = 9,87 \quad \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

OK

Auditor energetic pentru clădiri gradul I
Conf.dr.ing. Vladimîr Corobceanu



Bibliografie

Întocmirea raportului de audit energetic al clădirii s-a efectuat în conformitate cu prevederile noii Metodologii Mc 001/2006 cu modificările aduse de Ordinul 2513/2010, privind calculul consumurilor de energie a clădirilor.

Alte documente conexe sunt:

- Mc 001/4-2009 – Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, partea IV – Breviar de calcul al performanței energetice a clădirilor și apartamentelor, Anexa 1 la Ordinul MTCT nr. 157/2007.
- Mc 001/5-2009 – Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, partea IV – Model de certificat de performanță energetică a apartamentului, Anexa 2 la Ordinul MTCT nr. 157/2007.
- Legea 325/27.05.2002 pentru aprobarea O.G. 29/30.01.2000 privind reabilitarea termică a fondului construit existent și stimularea economisirii energiei termice.
- O.G. 29/30.01.2000 privind reabilitarea termică a fondului construit existent și stimularea economisirii energiei termice.
- O.G. 18/04.03.2009 – Ordonanța de urgență privind creșterea performanței energetice a blocurilor de locuințe publicată în MO nr. 155/2009.
- Norma Metodologică din 17.03.2009 – Norma metodologică de aplicare a O.G. 18/04.03.2009
- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții.
- NP 008-97 – Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfășurate în regim de iarnă-vară.
- GT 032-2001 – Ghid privind proceduri de efectuare a măsurătorilor necesare expertizării termoenergetice a construcțiilor și instalațiilor aferente.
- SC 007-2002 – Soluții cadru pentru reabilitarea termo-higro-energetică a anvelopei clădirilor de locuit existente.
- C 107/1-2005 – Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit cu modificările din Ordinul 2513/2010.
- C 107/3-2005 – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor.
- C 107/5-2005 – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul.
- SR 4839-1997 – Instalații de încălzire. Numărul anual de grade-zile.
- SR 1907/1-1997 – Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul.
- SR 1907/2-1997 – Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.
- STAS 4908-85 – Clădiri civile, industriale și agrozootehnice. An și volume convenționale.
- STAS 11984-83 – Instalații de încălzire centrală. Suprafața echivalentă termică a corpurilor de încălzire.



CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ,
ANEXA LA CERTIFICATUL DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ



Cod poștal
localitateNr. înregistrare la
Consiliul LocalData
înregistrării

z z l l a a

610226 - 31745 - 150218

Certificat de performanță energetică

Performanța energetică a clădirii		Notare energetică: 61,16	
Sistemul de certificare: <i>Metodologia de calcul al Performanței Energetice a Clădirilor elaborată în aplicarea Legii 372/2005</i>		Clădirea certificată	Clădirea de referință
<p>Eficiență energetică ridicată</p> <p>Eficiență energetică scăzută</p>			
Consum anual specific de energie [kWh/m²an]		325,29	70,26
Indice de emisii echivalent CO ₂ [kgCO ₂ /m²an]		62,15	9,87
Consum anual specific de energie [kWh/m²an] pentru:		Clasă energetică	
		Clădirea certificată	Clădirea de referință
Încălzire:	297,92	E	A
Apă caldă de consum:	15,37	B	B
Climatizare:	0		
Ventilare mecanică:	0		
Iluminat artificial:	12	A	A
Consum anual specific de energie din surse regenerabile [kWh/m²an]:		0	

Date privind clădirea certificată: CORP C4
 Adresa clădirii: Mihai Viteazu, nr. 12 municipiul
Piatra Neamț, județul Neamț
 Categoria clădirii: Cămin
 Regim de înălțime: P+3E
 Anul construirii: 1976
 Scopul elaborării certificatului energetic: AUDIT ENERGETIC

Suprafata încălzita utila: 2589,13 m²
 Suprafata construita desfasurata: 2832,92 m²
 Volumul încălzit util al clădirii: 7907,04 m³

Programul de calcul utilizat: manual, versiunea:

Date privind identificarea auditorului energetic pentru clădiri:

Specialitatea (c, i, ci) Numele și prenumele

Seria și Nr. certificat de atestare UA01354

Nr. și data înregistrării certificatului în registrul auditorului 31745 din 02/2018

I - CIVILE.

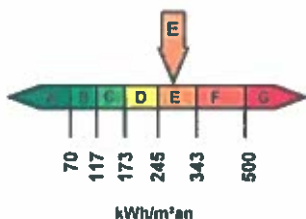
.VLADIMIR..
.. COROBCEANU..



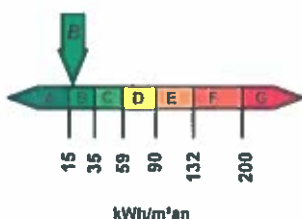
DATE PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRII

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

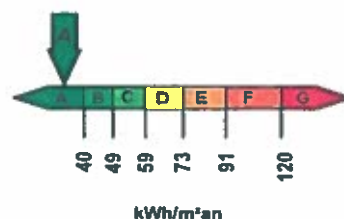
ÎNCĂLZIRE:



APĂ CALDĂ DE CONSUM:



ILUMINAT

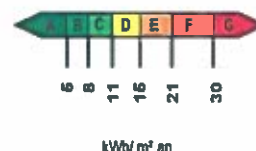
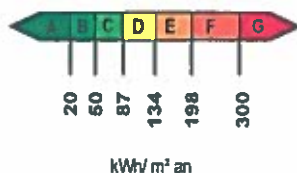
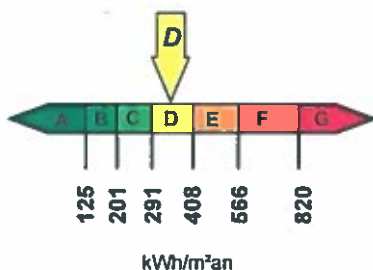


TOTAL: ÎNCĂLZIRE, APĂ CALDĂ

CLIMATIZARE:

VENTILARE MECANICĂ

DE CONSUM, ILUMINAT



- Performanța energetică a clădirii de referință:

Consum anual specific de energie [kWh/m²an]		Notare energetică
pentru:		99,98
Încălzire:	42,90	
Apă caldă de consum:	15,37	
Climatizare:	0	
Ventilare mecanică:	0	
Iluminat:	12	



- Penalizări acordate clădirii certificate și motivarea acestora:

$$P_0 = 1.11$$

- Subsol neinundat: nu există $p_1 = 1,00$
- Usa este prevazuta cu sistem automat de inchidere si nu este lasata frecvent deschisa in perioada de neutilizare $p_2 = 1,01$
- Ferestre/usi in stare buna $p_3 = 1,00$
- Corpuri statice dotate cu armaturi de reglaj functionale: nu există $p_4 = 1,00$
- Corpurile statice noi $p_5 = 1,00$
- Coloane de încălzire prevazute cu armaturi de separare si golire $p_6 = 1,00$
- Nu exista contor general de caldura/combustibil pentru incalzire si acc $p_7 = 1,00$
- Stare buna a tencuielii exterioare $p_8 = 1,00$
- Peretii exteriori uscati $p_9 = 1,00$
- Terasa în stare foarte buna $p_{10} = 1,00$
- Cladirea este prevazuta cu canal de fum $p_{11} = 1,00$
- Există sistem de ventilare naturală organizată sau mecanica pentru toate nivelurile $p_{12} = 1,10$

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

- Soluții recomandate pentru anvelopa clădirii: -
- Soluții recomandate pentru instalațiile aferente clădirii.

INFORMAȚII PRIVIND CLĂDIREA CERTIFICATĂ

1. Date privind construcția:

CĂMIN

Corp C4 Colegiul Național de Informatică

Municipiul Piatra Neamț, strada Mihai Viteazul, nr 12, județul Neamț

Categoriza clădirii :

- de locuit, individuală de locuit, cu mai multe apartamente (bloc)
 cămine, internate spitale, policlinici
 hoteluri și restaurante clădiri pentru sport
 clădiri social-culturale clădiri pentru birouri și servicii de comerț
 alte tipuri de clădiri consumatoare de energie, clădire laboratoare cercetare

Nr. Niveluri :

- Subsol Demisol Parter Etaj 1 Etaj 2 Etaj 3

Nr. De încăperi și suprafețe utile :

Nivel	Existent		Suprafata utila	Perimetru	Inaltime utila
	Indicativ	Funcțiunea			
Parter	P1'	Windfang	8,57	13,00	2,74
	P1	Hol	95,73	101,00	2,74
	P2	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	P3	Sala de clasa 1	34,12	24,00	2,74
	P4	Sala de clasa 2	34,12	24,00	2,74
	P5	Sala de clasa 3	34,12	24,00	2,74
	P6	Sala de clasa 4	34,12	24,00	2,74
	P7	Sala de clasa 5	34,12	24,00	2,74
	P8	Dormitor izolator	34,12	24,00	2,74
	P9	Grup sanitar	7,71	16,28	2,74
	P10	Cabinet medical	24,35	40,00	2,74
	P11	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	P12	Magazie	11,87	17,93	2,74
	P13	Grup sanitar	21,60	20,68	2,74
	P14	Grup sanitar	34,18	24,00	2,74
	P15	Dusuri	34,15	24,00	2,74
	P16	Sala de clasa 6	34,12	24,00	2,74
	P17	Sala de clasa 7	34,12	24,00	2,74
	P18	Sala de clasa 8	34,12	24,00	2,74
	P19	Sala de lectura	34,12	24,00	2,74
	P20	Magazie	8,56	11,70	2,74
	P21	Magazie	4,79	9,10	2,74
P22	Pedagog	11,39	14,20	2,74	
Total A _u			646,00		



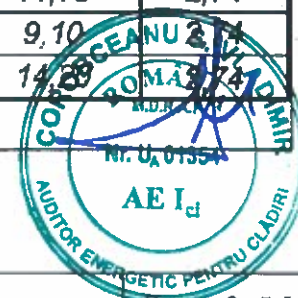
Nivel	Existent		Suprafata utila	Perimetru	Inaltime utila
	Indicativ	Funcțiunea			
Etaj I	E1-1	Hol	70,49	89,50	2,74
	E1-2	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E1-3	Dormitor 1	33,40	23,70	2,74
	E1-4	Dormitor 2	34,12	24,00	2,74
	E1-5	Dormitor 3	34,12	24,00	2,74
	E1-6	Dormitor 4	34,12	24,00	2,74
	E1-7	Dormitor 5	34,12	24,00	2,74
	E1-8	Dormitor 6	34,12	24,00	2,74
	E1-9	Dormitor 7	34,12	24,00	2,74
	E1-10	Dormitor 8	34,18	24,00	2,74
	E1-11	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E1-12	Magazie	11,87	17,93	2,74
	E1-13	Grup sanitar	21,60	20,68	2,74
	E1-14	Grup sanitar	34,18	24,00	2,74
	E1-15	Dusuri	34,15	24,00	2,74
	E1-16	Dormitor 9	34,12	24,00	2,74
	E1-17	Dormitor 10	34,12	24,00	2,74
	E1-18	Dormitor 11	34,12	24,00	2,74
	E1-19	Dormitor 12	34,12	24,00	2,74
	E1-20	Magazie	8,56	11,70	2,74
	E1-21	Magazie	4,79	9,10	2,74
	E1-22	Administratie	11,39	14,20	2,74
Total A _u			647,71		



Nivel	Existent		Suprafata utila	Perimetru	Inaltime utila
	Indicativ	Funcțiunea			
Etaj II	E2-1	Hol	70,49	89,50	2,74
	E2-2	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E2-3	Dormitor 13	33,40	23,70	2,74
	E2-4	Dormitor 14	34,12	24,00	2,74
	E2-5	Dormitor 15	34,12	24,00	2,74
	E2-6	Dormitor 16	34,12	24,00	2,74
	E2-7	Dormitor 17	34,12	24,00	2,74
	E2-8	Dormitor 18	34,12	24,00	2,74
	E2-9	Dormitor 19	34,12	24,00	2,74
	E2-10	Dormitor 20	34,18	24,00	2,74
	E2-11	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E2-12	Magazie	11,87	17,93	2,74
	E2-13	Grup sanitar	21,60	20,68	2,74
	E2-14	Grup sanitar	34,18	24,00	2,74
	E2-15	Dusuri	34,15	24,00	2,74
	E2-16	Dormitor 21	34,12	24,00	2,74
	E2-17	Dormitor 22	34,12	24,00	2,74
	E2-18	Dormitor 23	34,12	24,00	2,74
	E2-19	Dormitor 24	34,12	24,00	2,74
	E2-20	Magazie	8,56	11,70	2,74
	E2-21	Magazie	4,79	9,10	2,74
	E2-22	Magazie	11,39	14,20	2,74
Total A _u			647,71		



Nivel	Existent		Suprafata utila	Perimetru	Inaltime utila
	Indicativ	Funcțiunea			
Etaj III	E3-1	Hol	70,49	89,50	2,74
	E3-2	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E3-3	Dormitor 25	33,40	23,70	2,74
	E3-4	Dormitor 26	34,12	24,00	2,74
	E3-5	Dormitor 27	34,12	24,00	2,74
	E3-6	Dormitor 28	34,12	24,00	2,74
	E3-7	Dormitor 29	34,12	24,00	2,74
	E3-8	Dormitor 30	34,12	24,00	2,74
	E3-9	Dormitor 31	34,12	24,00	2,74
	E3-10	Dormitor 32	34,18	24,00	2,74
	E3-11	Casa scarii	20,95	20,40	2,74
	E3-12	Magazie	11,87	17,93	2,74
	E3-13	Grup sanitar	21,60	20,68	2,74
	E3-14	Grup sanitar	34,18	24,00	2,74
	E3-15	Dusuri	34,15	24,00	2,74
	E3-16	Dormitor 33	34,12	24,00	2,74
	E3-17	Dormitor 34	34,12	24,00	2,74
	E3-18	Dormitor 35	34,12	24,00	2,74
	E3-19	Sala de meditatie	34,12	24,00	2,74
	E3-20	Magazie	8,56	11,70	2,74
	E3-21	Magazie	4,79	9,10	2,74
	E3-22	Magazie	11,39	14,89	2,74
Total A_u			647,71		



Volumul încălzit al clădirii : 7907,04 m³

▪ Caracteristici geometrice si termotehnice ale anvelopei :

Tip element de construcție	Alcătuire	Suprafață [m ²]
Pereți Ext NV	Pereți din beton armat 22 cm	159.93
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat 22 cm	165.83
Pereți Ext NE	Pereți din beton armat 22 cm	405.4
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat 22 cm	384.17
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	PVC	33.04
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	PVC	27.14
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	PVC	92.97
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	PVC	114.2
Placa pe sol	Placă de beton armat	682.23
Planșeu terasă	Planșeu din beton armat	682,23
Total suprafață anvelopă [m²] A_0		2747,14
Volumul încălzit al clădirii V [m³]		7907,04
A_0 / V :		0,347
$S_{inc}[m^2]$		2589,13
$S_{utila}[m^2]$		2589,13

Element	A[m ²]	R'	τ	$\frac{A \cdot \tau}{R'}$
Pereți Ext NV	159.93	0.34	1	465.85
Pereți Ext SE	165.83	0.35	1	479.48
Pereți Ext NE	405.4	0.34	1	1186.33
Pereți Ext SV	384.17	0.35	1	1112.89
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04	0.50	1	66.08
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14	0.50	1	54.28
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97	0.50	1	185.94
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2	0.50	1	228.40
Placa pe sol	682.23	1.17	0.474	275.18
Planșeu sub pod	682.23	2.24	0.868	264.86
Total Anvelopa	2747,14			
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,04			
$\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$				4319,29
$R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$				0,636
n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹]				0,7
G₁ (conform C107/2- 2005) [W/m³·K]				0,784
G_{1ref} + ventilare [W/m³·K]				0,472
G₁ = 0,784 > G_{1ref} = 0,472 [W/m³·K]				1,66

2. Date privind instalația de încălzire interioară:

- Sursă proprie
- Centrală termică de cartier
- Termoficare – punct termic central
- Termoficare – punct termic local
- Altă sursă sau sursă mixtă

▪ 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 interioară cu corpuri statice: radiator fontă**
- **Date privind instalația de încălzire locală cu sobe : nu este cazul**
- **Tip distribuție a agentului termic de încălzire:**

- inferioară
- superioară
- mixtă

- **Racord la sursa centralizată de căldură: nu este cazul**
 racord unic multiplu:
diamentru nominal [mm]:

- **Contor de căldură: nu exista**
- **Elemente de reglaj termic și hidraulic (la nivel de racord, rețea de distribuție, coloane):**
Vane cu acționare manuală și supape de aerisire la partea superioară.
- **Elemente de reglaj termic și hidraulic ,la nivelul corpurilor statice:**



- Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj și acestea sunt funcționale
- Corpurile statice sunt dotate cu armături de reglaj dar cel puțin un sfert dintre acestea nu sunt funcționale,
- Corpurile statice nu sunt dotate cu armături de reglaj sau cel puțin jumătate dintre armăturile de reglaj existente nu sunt funcționale,

- **Rețeaua de distribuție amplasată în spații neîncălzite:** nu e cazul
- **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, mai devreme de trei ani,
 - Corpurile statice au fost demontate și spălate / curățate în totalitate înainte de ultimul sezon de încălzire, cu mai mult de trei ani în urmă.

- **Date privind instalația de încălzire interioară cu planșeu încălzitor:** nu e cazul
 - Aria planșeului încălzitor.....m²
 - Lungimea și diametrul nominal al serpentinelor încălzitoare;

Diametru serpentină (mm)			
Lungime (m)			

- **Elemente de reglaj termic și hidraulic (la nivel de racord, rețea de distribuție, coloane):**
Robinete la nivel de racord

3. Date privind instalația de apă caldă menajeră:

- **Sursa de energie pentru prepararea apei calde menajere:**

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

- **Tipul sistemului de preparare a apei calde menajere:**

- Din sursă centralizată
- Centrală termică proprie
- Boiler de acumulare
- Preparare locală cu aparat de tip instant a.c.m.
- Preparare locală pe plită,
- Alt sistem de preparare a.c.m.:

- **Puncte de consum a.c.m. /a.r.:** 40acm/56ar

- **Numărul de obiecte sanitare pe tipuri:**

Lavoare- 24; Vase WC- 16, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabina de duș - 1

- **Racord la sursa centralizată de căldură:**

- **Conducta de recirculare a a.c.m.:**

- funcțională, nu funcționează, nu există

- **Contor de căldură general :**

- **Debitmetre la nivelul punctelor de consum:**

- nu există, parțial, peste tot

4. Date privind instalația de climatizare

Nu există.

5. Date privind instalația de ventilare

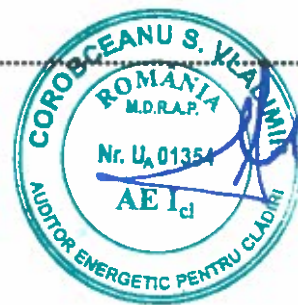
Nu există.

6. Date privind instalația electrică



Puterea instalată pentru iluminat este de aproximativ 15,54 kW.

Întocmit,
Auditor energetic pentru clădiri gradul I
Conf.dr.ing. Vladimir Corobceanu



- **Recomandări pentru reducerea costurilor prin îmbunătățirea performanței energetice a clădirii:**

- **Soluții recomandate pentru anvelopa clădirii :**

Soluția 1 – Creșterea gradului de protecție termică a pereților exteriori peste valoarea minimă, de $1,80 \text{ m}^2\text{K/W}$, prevăzută de norme (Ordinul 2513/2010).

Soluția 2 – Creșterea gradului de protecție termică a planșeului superior (acoperiș șarpantă – planșeu sub pod și terasă) peste valoarea minimă de $5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$, prevăzută de Ordinul 2513/2010.

Soluția 3 – Creșterea gradului de protecție termică a plăcii pe sol peste valoarea minimă de $4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$, prevăzută de norme (Ordinul 2513/2010) și refacerea pardoselii.

Soluția 4 – Tâmplărie – Inlocuirea tâmplăriei exterioare necorespunzătoare cu tâmplărie din PVC sau Aluminu cu geam termopan. Pentru asigurarea calității aerului interior și evitarea creșterii umidității interioare se va prevedea clapetă de ventilare sau deschidere triplă la fiecare fereastră, atât la cea înlocuită deja cât și la cea nouă.

Soluțiile propuse formează împreună un pachet de soluții care răspunde cerințelor OG 18/2009.

Propuneri :

1. Izolațiile termice se vor realiza din vată minerală la pereții exteriori și vată minerală la planșeul superior;



2. AUDIT ENERGETIC

Responsabil audit:

Construcții și Instalații

Conf.dr.ing. Vladimir COROBOCANU



2.1.PREZENTARE GENERALĂ

Obiectivul analizat este **Corpul C4 al Colegiului Național de Informatică**. Clădirea are regim de înălțime **P+3E** și este amplasată în Municipiul Piatra Neamț, județul Neamț.

Clădirea are regim de înălțime: Existent: **P+3E**

Propus: **P+3E**

Clădirea are în situația existentă dimensiunile maxime în plan 43,50 x 19,8 m

Înălțimea maximă este $h = 14,45$ m, Aria construită $A_C = 709,24$ m² și aria desfășurată $A_D = 2832,92$ m².

2.1.1 Informații generale

Clădirea: **CĂMIN,**
Adresa: **Municipiul Piatra Neamț, Mihai Viteazu, nr.12, județul Neamț**
Proprietar: **UAT Municipiul Piatra Neamț, Județul Patra Neamț**
Destinația principală a clădirii: **Cămin**
Tipul clădirii: **Individuală**
Anul construcției: **1975**
Proiectant:
Structura constructivă: **Fundațiile sunt de tip fundații continue**

2.1.2 Informații privind construcția

Caracteristici ale spațiului locuit/încălzit:

Existent:

Suprafața utilă [m²]: **2589,13 m²**

Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: **2589,13 m²**

Volumul spațiului încălzit [m³]: **7907,04 m³**

Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: **2,74 m**

2.1.3 Informații privind instalațiile

Date privind instalația de încălzire interioară:

- Încălzirea se face cu centrală termică.

Elemente de reglaj termic și hidraulic (la nivel de racord, rețea de distribuție, coloane):

Vane cu acționare manuală și supape de aerisire la partea superioară

Date privind instalația de apă caldă menajeră:

Sursa de energie pentru prepararea apei calde menajere:

- Centrală termică proprie;

Puncte de consum a.c.m. /a.r.: 40acm/56ar

Numărul de obiecte sanitare pe tipuri:

Lavoare- 24; Vase WC- 16, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabină de duș - 16

Date privind instalația de climatizare

- Nu există.

Date privind instalația de ventilare

- Nu există.

Date privind instalația electrică

- **Puterea instalată pentru iluminat este de aproximativ 15,54 kW.**



2.2. PREZENTAREA SOLUȚIILOR DE MODERNIZARE ENERGETICĂ

2.2.1 Prezentarea soluțiilor de modernizare energetică a anvelopei clădirii

2.2.1.1 Soluții pentru pereții exteriori

II. Montarea unui strat de izolație termică suplimentară din vată minerală în grosime minimă de 10 cm, amplasat pe suprafața exterioară a pereților existenți, protejat cu tencuială armată.

Soluția prezintă avantajele următoare:

- corectează majoritatea punților termice care reprezintă la clădirea existentă un procent de circa 40% din suprafața pereților exteriori;
- protejează elementele de construcție structurale precum și structura în ansamblu, de efectele variației de temperatură a mediului exterior;
- nu conduce la micșorarea ariilor locuibile și utile;
- permite realizarea, prin aceeași operație, a renovării fațadelor;
- permite utilizarea spațiilor în timpul executării lucrărilor de reabilitare și modernizare;
- nu afectează pardoselile, tencuielile, zugrăvelile și vopsitoriile interioare existente etc;

Soluția propusă va fi realizată astfel:

- Stratul suport trebuie pregătit cu câteva zile înainte de montarea termoizolației: verificat și eventual reparat și curățat de praf și depuneri;

- Stratul termoizolant, în grosime de 10 cm, din vată minerală este fixat mecanic și prin lipire pe suprafața suport. Fixarea mecanică se realizează cu bolțuri din oțel inoxidabil, cu expandare, montate în găuri forate cu dispozitive rotopercutante, sau cu dibluri de plastic cu rozetă.

Montarea plăcilor termoizolante se va face cu rosturile de dimensiuni cât mai mici și decalate pe rândurile adiacente.

Stratul de protecție și de finisaj se execută prin aplicare succesivă.

Execuția trebuie făcută în condiții speciale de calitate și control, de către firme specializate, care dețin de altfel și patentele aferente, referitoare în primul rând la compoziția mortarului, dispozitivele de prindere și solidarizare, scule, mașini, precum și la tehnologia de execuție.

În scopul reducerii substanțiale a efectului negativ al punților termice, aplicarea soluției trebuie să se facă astfel încât să se asigure în cât mai mare măsură, continuitatea stratului termoizolant, inclusiv și în special, la racordarea cu soclul și în zona de streășină.

Se vor trata cu deosebită atenție execuția acestor zone pentru a elimina posibilitatea infiltrațiilor de apă între izolația termică și peretele suport.

Pentru a realiza o protecție termică corespunzătoare și reducerea efectului punții termice orizontale din zona planșeului inferior (de la cota zero) izolația termică se va dispune și pe înălțimea soclului din polistiren grafitat sau polistiren extrudat ignifugat.

La parter se va realiza o armare dublă a tencuiei pentru a asigura o protecție mecanică suplimentară.

Pentru preluarea eforturilor din variații de temperatură pe fațada expusă sud se vor prevedea profile de dilatare la suprafețe de peste 14 m².

Pe conturul tâmplăriei se realizează racordarea izolației termice pe o grosime de 3 cm, în zona glafurilor exterioare și a solbancurilor, prevăzându-se o protecție adecvată.

Se vor prevedea glafuri noi din tablă zincată de 0,5 mm.

În zona de soclu a clădirii se va prevedea placarea cu 10 cm polistiren grafitat sau polistiren extrudat ignifugat protejat cu tencuială subțire dublu armată.

2.2.1.2 Soluții pentru planșeul superior

A. Înlocuirea stratului existent cu un strat de izolație termică din vată minerală în grosime de minim 25 cm, amplasat la partea inferioară a planșeului din beton armat sub acoperiș șarpantă.

Soluția prezintă avantajele următoare:

- corectează majoritatea punților termice care reprezintă la clădirea existentă un procent de circa 35% ;
- protejează volumul încălzit împotriva variațiilor de temperatură exterioare;
- nu conduce la micșorarea ariilor locuibile și utile.

Operațiunile necesare la realizarea soluției sunt:

- a. la acoperișul șarpantă:
- montarea unei bariere de vapori;
 - montarea stratului de izolație termică din plăci de vată minerală cu grosimea de 20 cm și montarea unei folii anticondens sau strat de difuzie a vaporilor;
 - realizarea unei podine de lemn ignifugat;

2.2.1.3. Soluții pentru placa pe sol

Termoizolarea suplimentară a plăcii pe sol existente cu polistiren extrudat în grosime de 8 cm și realizarea unei pardoseli noi.

Avantajele soluției sunt următoarele:

- reprezintă o soluție corectă din punct de vedere a difuziei vaporilor de apă; se aplică cu ocazia înlocuirii pardoselilor

2.2.1.4. Soluții pentru tâmplăria exterioară

Înlocuirea tâmplăriei cu uși și ferestre din PVC sau Aluminu cu rupere de punte termică acolo unde este cazul.

Pentru a realiza eliminarea vaporilor de apă, rezultați în spațiile utile, tâmplăria se va prevedea cu clapetă de evacuare sau dispozitiv de reglare a ventilării cu debit constant sau cu debit reglabil. O variantă posibilă este folosirea tâmplăriei cu ochiuri mobile cu deschidere în sus. Surselor de vapori curente sunt încălzirea spațiilor, igiena spațiului, respirația, transpirația etc.



2.3. NOTE DE CALCUL CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC

În urma propunerii de modernizare termofizică a clădirii s-a refăcut calculul termic.
Identificarea anvelopei în vederea aprecierii caracteristicilor termotehnice ale acestora

2.3.1 Elementele de construcție perimetrice care intră în alcătuirea anvelopei clădirii: Clădire ameliorată termic.

Tip element de construcție	Alcătuire	Suprafață [m ²]
Pereți Ext NV	Pereți din beton armat 22 cm	159.93
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat 22 cm	165.83
Pereți Ext NE	Pereți din beton armat 22 cm	405.4
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat 22 cm	384.17
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	PVC	33.04
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	PVC	27.14
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	PVC	92.97
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	PVC	114.2
Placa pe sol	Placă de beton armat	682.23
Planșeu terasă	Planșeu din beton armat	682.23
Total suprafață anvelopă [m²] A₀		2747,14
Volumul încălzit al clădirii V [m³]		7907,04
A₀ / V:		0,347
S_{inc}[m²]		2589,13
S_{utila}[m²]		2589,13

Verificarea gradului de protecție termică se realizează conform C 107/2 -2005 și M-001-2006, modificate cu Ordinul 2513/2010 cu relația:

$$G_1 = \frac{1}{V} \cdot \left[\frac{\sum A_j \cdot \tau_j}{R'} \right] + 0,34 \cdot n \leq G_{ref} + 0,34 \cdot n \quad \text{unde:}$$

$$G_{ref} = \frac{1}{V} \cdot \left[\frac{A_1}{a} + \frac{A_2}{b} + \frac{A_3}{c} + d \cdot P + \frac{A_4}{e} \right] \quad [\text{W/m}^3 \cdot \text{K}]$$



2.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale (în câmp curent) R: CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC

- Pereți exteriori – beton armat + 10 cm vată minerală

Alcătuire	d _j [m]	a _j ·λ _j [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială interioară	0,03	1,02	2,859
Beton armat	0,22	1,74	
Tencuială exterioră	0,03	1,02	
Vată minerală	0,10	0,04	
Tencuială armată	0,005	1,02	

- Pereți exteriori – de rost
- Placa pe sol

Alcătuire	d _j [m]	a _j ·λ _j [W/mK]	R [m ² K/W]
Strat de uzură	0,01	1,6	3,648
Polistiren extrudat	0,08	0,035	
Beton	0,16	1,74	
Pietriș strat filtrant	0,1	1	
Pământ umed	2	2	

• Acoperiș șarpantă

Alcătuire	d_j [m]	$a_j \cdot \lambda_j$ [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială tavan	0,015	0,92	6,146
Placă de beton armat	0,16	1,74	
Vata minerala	0,25	0,04	
Podina	0,025	0,4	

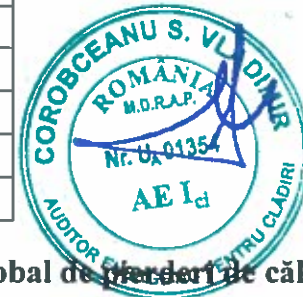
• Ferestre / uși exterioare

Descriere	Suprafețe Ferestre+uși de PVC	Suprafețe Ferestre +Uși Al.	R' Ferestre+uși de PVC	R' Ferestre + Uși Al
	[m ²]	[m ²]	[m ² K/W]	[m ² K/W]
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2		0,77	
Total	267,35			
	267,35			

Pentru reducerea pierderilor de căldură rata ventilației se reduce până la $n = 0,70 \text{ h}^{-1}$

2.3.3 Rezistențe termice corectate R' [m²K/W] – clădire ameliorată termic

Element	Rezistență termică corectată [m ² K/W]
Pereți exteriori opaci NV 22 cm	1.87
Pereți exteriori opaci SE 22 cm	1.95
Pereți exteriori opaci NE 22 cm	1.80
Pereți exteriori opaci SV 22 cm	1.80
Placă pe sol	2.90
Plașeu sub pod neîncălzit	5.43



2.3.4 Clădire ameliorată termic – Calculul coeficientului global de pierdere de căldură

$$G_i = \frac{1}{V} \cdot \left[\frac{\sum A_j \cdot \tau_j}{R'} \right] + 0,34 \cdot n \leq G_{Iref} + 0,34 \cdot n \quad \text{unde:}$$

Element	A[m ²]	R'	τ	$\frac{A \cdot \tau}{R'}$
Pereți Ext NV	159.93	1.87	1.000	85.53
Pereți Ext SE	165.83	1.95	1.000	84.86
Pereți Ext NE	405.4	1.80	1.000	225.70
Pereți Ext SV	384.17	1.80	1.000	212.89
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04	0.77	1.000	42.91
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14	0.77	1.000	35.25
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97	0.77	1.000	120.74
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2	0.77	1.000	148.31
Placa pe sol	682.23	2.90	0.474	111.62
Planșeu sub pod	682.23	5.43	0.868	109.01
Total Anvelopa	2747,14			
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,04			

$\sum \frac{A \cdot r}{R}$	1176,82
$R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot r}{R}}$	2,334
n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h ⁻¹]	0,7
G ₁ (conform C107/2- 2005) [W/m ³ ·K]	0,386
G _{1ref} + ventilare [W/m ³ ·K]	0,838
G ₁ = 0,386 < G _{1ref} = 0,838 [W/m ³ ·K]	

Concluzie: Pe ansamblu clădirea ameliorată se înscrie sub limita normată impusă prin G_{1ref}.

2.3.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire

2.3.5.1. Temperatura convențională exterioară de calcul

Pentru iarnă, temperatura convențională de calcul a aerului exterior se consideră în funcție de zona climatică în care se află municipiul Piatra Neamț (zona III) conform STAS 1907/1, astfel :

$$\theta_{e} = -18 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

2.3.5.2 Intensitatea radiației solare și temperaturile exterioare medii lunare

Intensitățile medii lunare și temperaturile exterioare medii lunare au fost stabilite în conformitate cu Mc001-PI, anexa A.9.6, respectiv SR4839, pentru municipiul Piatra Neamț.

2.3.5.3. Temperaturi de calcul ale spațiilor interioare

2.3.5.3.1 Temperatura interioară predominantă a încăperilor încălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (1.9.1.1.1), temperatura predominantă pentru clădiri este:

$$\theta_i = 20,00 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$$V_{inc} = 7907,04 \text{ [m}^3\text{]} \quad - \text{ volumul încălzit}$$

$$A_{inc} = 2589,13 \text{ [m}^2\text{]} \quad - \text{ aria spațiului încălzit}$$

2.3.5.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (1.9.1.1.1), temperatura exterioară a spațiilor neîncălzite de tip subsol și casa scării, se calculează pe bază de bilanț termic.

Temperatura casei scării fără instalație de încălzire, este:

$$\theta_{ucs} = 16,2 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ pentru temperatura exterioară de calcul}$$

2.3.5.4. Temperatura interioară de calcul

Conform metodologiei Mc001-2006/PII, dacă diferența de temperatură între volumul încălzit și casa scării este mai mică de 4° C, întregii clădiri se aplică calculul monozonal. În acest caz,

$$\theta_i - \theta_{ucs} = 1,8 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ și temperatura interioară de calcul a clădirii, este :}$$

$$\theta_{id} = \frac{\sum \theta_{ij} \cdot V_j}{\sum V_j}$$

$$V_j = \text{volumul zonei } j$$

$$\theta_{ij} = \text{temperatura interioară a zonei } j$$

$$\theta_{id} = 12,00 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

2.3.5.5 Stabilirea perioadei de încălzire

În prima fază a calculului consumurilor de energie se stabilește perioada de încălzire preliminară.

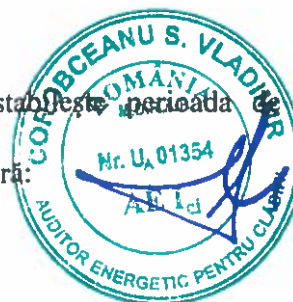
Conform SR 4839 temperatura convențională de echilibru se consideră:

$$\theta_{eo} = 12 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$D_z = 232 \text{ [zile]} - \text{durata perioadei de încălzire preliminară}$$

$$t_h = 5568,00 \text{ [h]} - \text{număr de ore / perioada de încălzire}$$

$$\theta_{emed} = 4,21 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire}$$



2.3.5.6. Calculul preliminar ($\theta_{e0} = 12$ [°C]) al pierderilor de căldură ale clădirii Q_L

$$Q_L = H * (\theta_{id} - \theta_{emcd}) * t_h \quad \text{unde:}$$

H - coeficientul de pierderi de căldură

2.3.5.6.1 Calculul coeficientului de pierderi de căldură H

$$H = H_V + H_T$$

H_V - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilare

$$H_V = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$$\rho_a = 1,2 \quad \left[\frac{Kg}{m^3} \right] \text{ densitatea aerului (Mc001-P II-1, pag 14);}$$

$$c_a = 1,005 \quad \left[\frac{KJ}{kgK} \right] \text{ -căldura specifică a aerului;}$$

$$n_a = 0,7 [h^{-1}] \text{ -numărul mediu de schimburi de aer, conform MC-PD);}$$

$$H_V = 1854,20 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

H_T - coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie

$$H_T = L + H_u$$

L - coeficient de cuplaj termic prin anvelopa exterioară a clădirii;

$$L = \sum U_j * A_j$$

U_j - transmitanța termică corectată a părții j din anvelopa clădirii

A_j - aria pentru care se calculează U_j

$$L = 1317,35 \quad \left[\frac{W}{K} \right];$$

H_u - coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite, (conform SREN ISO 13789)

$$H_u = H_{iu} * b$$

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

H_{iu} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{iu} = L_{T,iu} + H_{V,iu}$$

$$L_{T,iu} = 235,63 \quad \left[\frac{W}{K} \right] \text{ coeficient de cuplaj termic al plăcii peste subsol}$$

$H_{V,iu}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile încălzite la spațiile neîncălzite

$$H_{V,iu} = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$$H_{V,iu} = 1854,20 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$n_a = 0,5 [h^{-1}] \text{ - numărul de schimburi de aer al clădirii cu exteriorul}$$

$$H_{iu} = 2089,83 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

H_{ue} - coeficient de transfer de căldură de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{ue} = L_{T,ue} + H_{V,ue}$$

$L_{T,ue} = 0$ - coeficient de cuplaj termic al elementelor de construcție ale spațiului neîncălzit în contact cu mediul exterior

$H_{V,ue}$ - coeficient de transfer de căldură prin ventilație de la spațiile neîncălzite la mediul exterior

$$H_{V,ue} = \frac{\rho_a * c_a * n_a * V}{3,6}$$

$$H_{V,ue} = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_{ue} = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

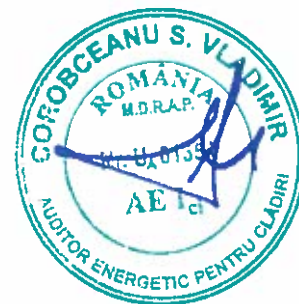
$$b = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_u = 0 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

$$H_T = 1317,35 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii este:

$$H = 3171,55 \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$



de unde:

$$Q_L = 278680,31 \quad [\text{kWh/an}]$$

2.3.5.7 Calculul preliminar ($\theta_{eo}=12$ [°C]) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i - degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) \cdot \phi_{i,u}]$$

$\phi_{i,h}$ - fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile încălzite

$$\phi_{i,h} = \phi_i \cdot A_{inc}$$

$$\phi_{i,h} = 19159,56 \quad [\text{W}]$$

$$\phi_i = 8 \quad [\text{W/m}^2] \quad \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne, cf.Mc001-PII}$$

$$\phi_{i,u} = 0,00 \quad [\text{W}] \quad \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile neîncălzite}$$

$$Q_i = 91965,90 \quad [\text{kWh}]$$

Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

$$Q_s = \sum [I_{sj} \cdot \sum A_{snj}] \cdot t$$

$$Q_s = 57491,83 \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_g = 149457,73 \quad [\text{kWh}]$$

2.3.5.8 Determinarea factorului de utilizare preliminar, η_1

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional, γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi, Q_L astfel:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,57$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci:

$$\eta_1 = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

a - parametru numeric (conform Metodologiei MC 001-1);

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0}$$

$a_0 = 0,8$ - parametru numeric (conform Metodologiei Mc001/1)

$\tau_0 = 70$ [h] - (conform Metodologiei Mc 001-1)

$$\tau = \frac{C}{H}$$

C - capacitatea termică interioară a clădirii

$$C = \sum x_j \cdot A_j = \sum_i \sum_j \rho_{ij} \cdot c_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j$$

ρ - densitatea materialului;

c - capacitatea calorică masică a materialului;

d - grosimea stratului;

A - aria elementului;

$$C = 3362,97 \quad \left[\frac{\text{MJ}}{\text{K}} \right]$$

$\tau = 294,54$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a spațiului încălzit

$a = 5$

$\eta_1 = 0,62$ - factorul de utilizare a aporturilor de căldură

2.3.5.9 Determinarea temperaturii de echilibru și a perioadei de încălzire reală a clădirii

$$\theta_{cd} = \theta_{id} - \frac{\eta_1 \cdot \phi_a}{H}$$

θ_{cd} - temperatura reală de echilibru

$$\theta_{cd} = 10,54 \quad [^\circ\text{C}]$$

Durata sezonului real de încălzire este de 200 de zile, deci durata în ore va fi:

$$t_h = 4800 \text{ ore}$$

2.3.5.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Căminul are un program de funcționare continuu, având regim de furnizare a agentului termic continuu.

2.3.5.11 Calculul pierderilor de căldură reale ale clădirii

$$Q_L = H \cdot (\theta_{id} - \theta_c) \cdot t$$

Temperatura exterioară medie pe sezonul de încălzire se calculează ca o medie ponderată a temperaturilor medii lunare cu numărul de zile ale fiecărei luni.



$$\theta_{e,med} = 2,88 \quad [^{\circ}\text{C}] - \text{temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire}$$

$$Q_L = 260596,58 \quad [\text{kWh}]$$

2.3.5.12 Calculul aporturilor reale de căldură ale clădirii

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

Q_i = degajări de căldură interne

$$Q_i = [\phi_{i,h} + (1-b) * \phi_{i,u}] * t$$

$\phi_{i,h}$ = fluxul termic mediu al degajărilor interne

$$\phi_{i,u} = 0 \quad [\text{W}] - \text{fluxul termic mediu al degajărilor interne în spațiile neîncălzite}$$

$$Q_i = 91965,90 \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_s = 59216,58 \quad [\text{kWh}] - \text{aporturi solare ale elementelor vitrate}$$

$$Q_g = 14957,73 \quad [\text{kWh}] - \text{aporturi totale de căldură}$$

2.3.5.13 Necesarul de căldură pentru încălzirea clădirii, Q_h

Necesarul de căldură pentru încălzirea spațiilor se obține făcând diferența între pierderile de căldură ale clădirii, Q_L , și aporturile totale de căldură Q_g , cele din urmă fiind corectate cu un factor de diminuare, η , astfel:

$$Q_h = Q_L - \eta * Q_g$$

η – factor de utilizare;

Pentru a putea calcula factorul de utilizare trebuie stabilit un coeficient adimensional, γ , care reprezintă raportul dintre aporturi, Q_g și pierderi, Q_L astfel:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L}$$

$$\gamma = 0,52$$

Deoarece coeficientul adimensional $\gamma \neq 1$, atunci:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

$$\eta = 0,97$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 260596,58 \quad \left[\frac{\text{kWh}}{\text{an}} \right]$$

2.3.5.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_{th}

$$Q_{th} = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rw,h}, \text{ unde:}$$

Q_{th} – totalul pierderilor de căldură datorate instalației de încălzire, inclusiv pierderile de căldură suplimentare datorate distribuției neuniforme a temperaturii în incinte și reglarea imperfectă a temperaturii interioare, în cazul în care nu sunt luate deja în considerare la temperatura convențională

$$Q_{th} = 31246,87 \quad [\text{kWh/an}]$$

$Q_{rh,h}$ – căldura recuperată de la subsistemul de încălzire: coloane + racorduri

$$Q_{rh,h} = 0,00 \quad [\text{kWh/an}]$$

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

$$Q_{rw,h} = 0,00 \quad [\text{kWh/an}]$$

Cu aceste date se obține:

$$Q_{th} = 140826,48 \quad [\text{kWh/an}]$$

2.3.5.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

$$q_{inc} = Q_{th} / A_{inc}$$

$$q_{inc} = 54,39 \quad [\text{kWh} / \text{m}^2 \text{ an}]$$

2.3.6 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum

2.3.6.1 Volumul necesar de apă caldă de consum

Volumul teoretic de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de destinația clădirii, de tipul consumatorului de apă caldă de consum și de numărul de utilizatori / unități de folosință.



Pentru stabilirea volumului necesar de apă caldă de consum se pornește de la relația de calcul:

$$V_{ac,zi} = \frac{a \cdot N_u}{1000} \quad \left[m^3 / zi \right]$$

în care:

a necesarul specific de apă caldă de consum, la 60°C, pentru unitatea de utilizare/folosință, pe perioada considerată; $\left[m^3 / zi \right]$

N_u numărul unităților de utilizare ori folosință a apei calde de consum (persoană, unitatea de suprafață, pat, porție etc)

$$a = 5 \quad \left[l / persoana \cdot zi \right]$$

$$N_u = S_u \cdot i_{loc} \quad \left[persoane \right]$$

S_u este suprafața utilă $\left[m^2 \right]$

i_{loc} este indicele de ocupare $\left[persoane / m^2 \right]$

$$N_u = 150 \quad \left[persoane \right]$$

$$V_{ac,zi} = 0,75 \quad \left[m^3 / zi \right]$$

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 252 \quad \left[m^3 / an \right]$$

2.3.6.2 Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și risipei de apă:

$$V_{ac} + V_{ac,c} = V_{ac} \cdot f_1 \cdot f_2 \quad \left[m^3 / an \right]$$

în care:

f_1 depinde de tipul instalației la care este racordat punctul de consum

f_2 depinde de starea tehnică a armăturilor la care are loc consumul de apă caldă

$f_1 = 1,2$ – pentru obiective alimentate în sistem local centralizat

$f_2 = 1,1$ – pentru instalații echipate cu baterii clasice

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 332,64 \quad \left[m^3 / an \right]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 80,64 \quad \left[m^3 / an \right]$$



2.3.6.3 Pierderile de căldură aferente conductelor de distribuție a apei de consum

$$Q_{ac,d,i} = \frac{U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{m,ac,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_{ac} \cdot z}{1000} \quad \left[kWh / an \right]$$

în care:

U_i : coeficientul specific de pierderi de căldură pe unitatea de lungime de conductă

$$U_i = 0,6 \quad \left[W / m \cdot K \right]$$

L_i lungimea conductei $\left[m \right]$

$$L_i = 278,21 \left[m \right]$$

A_n – suprafața pardoselii spațiului deservit $\left[m^2 \right]$

$$A_n = 682,23 \quad \left[m^2 \right]$$

$\theta_{m,ac,d,i}$ – temperatura medie a apei în conducta respectivă $\left[^\circ C \right]$

θ_{amb} – temperatura aerului ambient din zona de amplasare a conductei $\left[^\circ C \right]$

t_{ac} – durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $[zile/an]$

z – timpul efectiv de furnizare a apei calde $[ore/zi]$

$\theta_{amb} = 20$ $[^{\circ}C]$

$\theta_{m,ac,d,i} = 55$ $[^{\circ}C]$

$z = 12$ $[ore/zi]$

$t_{ac} = 365$ $[zile/an]$

Pentru întreaga instalație de distribuție, pierderea de căldură totală, calculată prin însumarea pierderilor de căldură aferente tronsoanelor de calcul componente este :

$$Q_p = \sum Q_{ac,d,i} \quad [kWh/an]$$

$$Q_p = 25590,43 \quad [kWh/an]$$

2.3.6.4 Cantitatea anuală medie de căldură pentru apei de consum

Se determină cantitatea anuală medie de căldură a apei calde livrate la consum din relația:

$$Q_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ac} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6} + Q_p \quad [kWh/an]$$

în care :

t_{ac} temperature medie a apei calde consumate $[^{\circ}C]$

t_r temperature medie a apei reci (anuală) $[^{\circ}C]$

V_{ac} consumul anual de apă caldă $[m^3/an]$

ρ densitatea apei $[kg/m^3]$

c căldura specifică masică a apei $[J/kg \cdot K]$

$$Q_{acm} = 37852,43 \quad [kWh/an]$$

2.3.6.5 Consumul specific normalizat de apă caldă din punct de vedere al entalpiei masice:

$$q_{acl} = \frac{V_{ac}}{0,365 \cdot N_u} \quad [l/persoana \cdot zi]$$

N_u este numărul mediu normalizat de persoane aferent clădirii

$$N_u = S_u \cdot i_{loc} \quad [persoane]$$

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

i_{loc} este indicele de ocupare $[persoane/m^2]$

$$N_u = 150 \quad [persoane]$$

$$q_{acl} = 4,60 \quad [l/persoana \cdot zi]$$

2.3.6.6 Calculul consumului de energie electrică necesară pompelor de circulație

Puterea hidraulică necesară pompei de circulație pentru a acoperi necesarul hidrodinamic din sistem se estimează cu relația:

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad [kPa]$$

în care:

\dot{V} – debitul volumetric de apă caldă de consum din sistem $[m^3/an]$

Δp – înălțimea de pompare a pompei $[kPa/m]$

$$\Delta p = 6,39 \quad [kPa/m]$$

$$P_{hydr} = 0,44 \quad [kPa]$$



$$\dot{V} = 0,25 \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

2.3.6.6.1 Energia hidraulică necesară instalației

Aceasta depinde de rezistența hidraulică aferentă sistemului și de timpul de funcționare al pompei:

$$W_{ac,d,hydr} = P_{hydr} \cdot t_{ac} \cdot z \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

în care:

$$P_{hydr} - \text{puterea hidraulică a pompei} \quad [kW]$$

t_{ac} - durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea $\left[\frac{zile}{an} \right]$

z - timpul efectiv de furnizare a apei calde $\left[\frac{ore}{zi} \right]$

$$z = 12 \quad \left[\frac{ore}{zi} \right]$$

$$t_{ac} = 365 \quad \left[\frac{zile}{an} \right]$$

$$W_{ac,d,hydr} = 1943,78 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

Relația de calcul pentru a determina energia electrică aferentă pompei de circulație este următoarea:

$$W_{ac,d,pompa} = W_{ac,d,hydr} \cdot e_{ac,hydr} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

în care:

$$W_{ac,d,pompa} - \text{energia electrică necesară acționării pompei} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right];$$

$$W_{ac,d,hydr} - \text{energia hidraulică necesară în sistem} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

$e_{ac,hydr}$ - (coeficientul de performanță) randamentul pompei.

$$e_{ac,hydr} = 1,026$$

$$W_{ac,d,pompa} = 1995,27 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

2.3.6.7 Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă:

$$Q_{ac} = Q_{acm} + W_{ac,d,hydr} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

$$Q_{ac} = 39796,50 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

$$i_{acm} = \frac{Q_{ac}}{S_u} \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

$$i_{acm} = 15,37 \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

2.3.6.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde

$$\varepsilon_{acm} = \frac{V_{ac} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{aco} - t_r)}{3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{acm}} \quad [-]$$

$$\varepsilon_{acm} = 0,30 \quad [-]$$



2.3.7 Calculul consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior

2.3.7.1 Consumul de energie:

$$W_{illum} = \frac{t_u \sum P_n}{1000} \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

W_{illum} reprezintă energia electrică consumată de sistemele de iluminat din clădire.

Unde:

P_n - puterea instalată

$$P_n = 14000 [W]$$

$$t_u = (t_D \cdot F_D \cdot F_O) + (t_N \cdot F_O)$$

În care:

t_D - timpul de utilizare al luminii de zi în funcție de tipul clădirii

$$t_D = 1800 \quad [\text{ore/an}]$$

t_N - timpul în care nu este utilizată lumina naturală

$$t_N = 200 \quad [\text{ore/an}]$$

F_D - factorul de dependență de lumina de zi care depinde de sistemul de control al iluminatului din clădire și de tipul de clădire.

$$F_D = 1$$

F_O - factorul de dependență de durata de utilizare

$$F_O = 1$$

Se obține:

$$t_u = 2000 \text{ ore/an}$$

iar:

$$W_{\text{illum}} = 28000 \quad [\text{kWh/an}]$$

2.3.7.2 Eficiența energetică este:

$$q_{\text{illum}} = \frac{W_{\text{illum}}}{S_u} \quad [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{an}]$$

$$q_{\text{illum}} = 10,81 \quad [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{an}]$$

2.3.8 Energia primară și emisiile de CO₂

2.3.8.1 Energia primară

$$E_p = Q_{f,h,l} \cdot f_{h,l} + W_{i,l} \cdot f_{i,l} + Q_{acm,h,l} \cdot f_{f,l} + Q_{sist,R,l} \cdot f_{i,l} \quad [\text{kg/kWh}]$$

$$f_{h,l} = 1,1 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru gaz; } [\text{kg/kWh}]$$

$$f_{i,l} = 2,8 - \text{factorul de conversie în energie primară pentru electricitate; } [\text{kg/kWh}]$$

$$E_p = 277085,29 \quad [\text{kWh/an}]$$



1.3.7.2 Emisia de CO₂

Se calculează similar cu energia primară utilizând un factor de transformare responsabil.

f_{CO_2i} este factorul de emisie

$$E_{CO_2} = Q_{f,h,l} \cdot f_{h,CO_2} + W_{i,l} \cdot f_{i,CO_2} + Q_{acm,h,l} \cdot f_{h,CO_2} + Q_{sist,R,l} \cdot f_{i,CO_2} \quad [\text{Kg/an}]$$

$$f_{h,CO_2i} = 0,205 \quad [\text{kg/kWh}] - \text{factorul de emisie la arderea gazului; se aplică energiei la sursa primară}$$

$$f_{i,CO_2i} = 0,09 \quad [\text{kg/kWh}] - \text{factorul de emisie electricitate;}$$

$$E_{CO_2} = 32822,10 \quad [\text{Kg/an}]$$

2.3.8.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

$$i_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}}{A_{inc}} \left[KgCO_2/m^2an \right]$$

$$i_{CO_2} = 12.68 \left[KgCO_2/m^2an \right]$$

OK

Auditor energetic pentru clădiri gradul I-
Conf.dr.ing. Vladimír Gorabceanu



II.4. RAPORT DE AUDIT ENERGETIC

II.4.1 Informații generale

Clădirea: **CORP C4**
 Adresa: **Municipiul Piatra Neamț, strada Mihai Viteazul, nr. 12, județul Neamț**
 Beneficiar: **UAT MUNICIPIUL PIATRA NEAMȚ**
 Destinația principală a clădirii: **Cămin**
 Tipul clădirii: **Individuală**
 Anul construcției: **1975**
 Auditor energetic pentru clădiri: gradul I - **Conf.dr.ing. Vladimir Corobceanu**
 Data efectuării expertizei energetice: **2018**
 Data întocmirii raportului de audit: **2018**



II.4.2 Informații privind construcția

- Caracteristici ale spațiului locuit/încălzit:**
 Suprafața utilă [m²]: **2589,13**
 Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: **2589,13**
 Volumul spațiului încălzit [m³]: **7907,04**
 Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: **2,72 m**

Caracteristici geometrice și termotehnice ale anvelopei

Pereți exteriori opaci

P.E.	Descriere	Arie [m ²]	Straturi componente (i → e)		Coeficient reducere, r [%]
			Material	Grosime [m]	
Pereți Ext. NV	Pereți din beton armat de 22 cm	159,93	Tencuială interioară	0,03	0,56
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
			Vată minerală	0,10	
			Tencuială armată	0,005	
Pereți Ext SE	Pereți din beton armat de 22 cm	165,83	Tencuială interioară	0,03	0,65
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
			Vată minerală	0,10	
			Tencuială armată	0,005	
Pereți Ext. NE	Pereți din beton armat de 22 cm	405,4	Tencuială interioară	0,03	0,85
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
			Vată minerală	0,10	
			Tencuială armată	0,005	
Pereți Ext SV	Pereți din beton armat de 22 cm	384,17	Tencuială interioară	0,03	0,85
			Beton armat	0,22	
			Tencuială exterioară	0,03	
			Vată minerală	0,10	
			Tencuială armată	0,005	
TOTAL		1115,33			

Pereți de rost

- Pereți interiori spre spații neîncălzite – casa scării – nu este cazul**
 Perete demisol spre subsol neîncălzit – nu este cazul
 Pereți exterior – casetați din lemn – nu este cazul
Pereți exteriori – beton armat + 10 cm vată minerală

Alcătuire	d_j [m]	$a_j \cdot \lambda_j$ [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială interioară	0,03	1,02	2,859
Beton armat	0,22	1,74	
Tencuială exterioară	0,03	1,02	
Vată minerală	0,10	0,04	
Tencuială armată	0,005	1,02	

• Placă pe sol

Alcătuire	d_j [m]	$a_j \cdot \lambda_j$ [W/mK]	R [m ² K/W]
Strat de uzură	0,01	1,6	3,648
Polistiren extrudat	0,08	0,035	
Beton	0,16	1,74	
Pietriș strat filtrant	0,1	1	
Pământ umed	2	2	

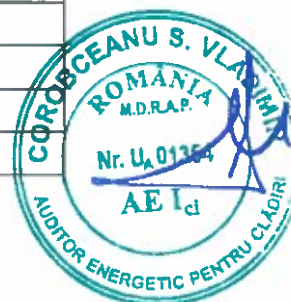
• Acoperiș: Planșeu sub pod

Alcătuire	d_j [m]	$a_j \cdot \lambda_j$ [W/mK]	R [m ² K/W]
Tencuială tavan	0,015	0,92	6,146
Placă de beton armat	0,16	1,74	
Vata minerala	0,25	0,04	
Podina	0,025	0,4	

• Ferestre / uși exterioare

Descriere	Suprafețe Ferestre+uși de PVC	Suprafețe Ferestre +Uși Al.	R' Ferestre+uși de PVC	R' Ferestre + Uși Al
	[m ²]	[m ²]	[m ² K/W]	[m ² K/W]
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97		0,77	
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2		0,77	
Total	267,35			
		267,35		

Element	Rezistență termică corectată [m ² K/W]
Pereți exteriori opaci NV 22 cm	1.87
Pereți exteriori opaci SE 22 cm	1.95
Pereți exteriori opaci NE 22 cm	1.80
Pereți exteriori opaci SV 22 cm	1.80
Placă pe sol	2.90
Plașeu sub pod neîncălzit	5.43



Element	A	R'
	[m ²]	[m ² ·K/W]
1	2	3
Pereți exteriori opaci NV 22 cm	159.93	1.87
Pereți exteriori opaci SE 22 cm	165.83	1.95
Pereți exteriori opaci NE 22 cm	405.4	1.80
Pereți exteriori opaci SV 22 cm	384.17	1.80
Tâmplărie ext (FE+UE) NV	33.04	0.77
Tâmplărie ext (FE+UE) SE	27.14	0.77
Tâmplărie ext (FE+UE) NE	92.97	0.77
Tâmplărie ext (FE+UE) SV	114.2	0.77
Placă pe sol	682.23	2.90
Planșeu terasa	682.23	5.43
Total Anvelopă [m²]	2747,14	
Volumul încălzit al clădirii V [m³]	7907,04	

II.4.3 Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii și concluzii

II.4.3.1. Analiza economică

În cadrul auditului energetic s-au analizat variantele de îmbunătățire a performanțelor termice ale anvelopei prezentate.

- izolarea termică suplimentară a pereților exteriori cu minim 10 cm vată minerală dispusă prin exterior și racordată pe conturul golurilor de tâmplărie pe o lățime de 30 cm, în grosime de 3 cm;
- izolarea termică suplimentară a planșeului superior cu vata minerală de 25 cm peste planșeu protejat cu o podină din lemn ignifugat, barieră de vapori și folie anticondens sau o șapă slab armată;
- izolarea termică a plăcii pe sol cu polistiren extrudat cu o grosime de 8 cm.
- Tâmplărie înlocuită acolo unde este cazul și montarea unor clapete de ventilare la toate ferestrele din clădire.

Date de intrare :

costuri utilități (prețuri estimative):

- energie termică - 0,1 euro/kWh
- materiale termoizolante (prețuri estimative):
- vată minerală: 85,0 euro/mc
- polistiren extrudat: 200 euro/mc
- tâmplărie PVC sau lemn stratificat cu clapetă pentru ventilare cu geam termopan: 120 euro/mp
- clapetă de ventilare: 30 euro/mp
- tâmplărie Aluminiiu cu clapetă pentru ventilare cu geam termopan: 110 euro/mp

N – durata fizică de viață a sistemului analizat – 15 ani

Valoarea netă actualizată :

$$VNA = C_o + C_E \cdot X$$

$$X = \sum_{i=1}^N \left(\frac{1+f}{1+i} \right)^i$$

C_o – costul investiției totale în anul zero (euro) – nu se evaluează

C_E – costul anual al energiei consumate, la nivelul anului de referință.

F – rata anuală de creștere a costului căldurii, $f = 0,5$;

i – rata anuală de depreciere a monedei euro, $i = 0,1$

$X = 20,45$

$\Delta VNA(m) = C_m - \Delta C_E \cdot X$ și trebuie să aibă valoare negativă pentru lucrări de modernizare energetică eficiente.

C_m – costul investiției aferente proiectului de modernizare energetică ;

$$\Delta C_E = c \cdot \Delta E$$

ΔE – economia anuală de energie estimată [kWh/an]

c – costul unității de energie [Euro/kWh]

Costul unității de căldură economisită (costul unui kWh economisit):

$$e = \frac{C_m}{\Delta E} \quad [\text{Euro/kWh}]$$

1. Determinarea costurilor de investiții ca urmare a aplicării soluțiilor de modernizare energetică

Costul investițiilor pentru aplicarea soluțiilor de izolare termică se determină cu relațiile următoare:

- izolații pereți exteriori opaci cu 10 cm vată minerală, racordat pe conturul tâmplăriei noi pe o lățime de 30 cm și pe o grosime de 3 cm:

$$C_T = (34 \cdot A_{iz} + 35 \cdot V_{iz}) = 34 \cdot 227,11 + 35 \cdot 111,5 = 11625 \quad (\text{€})$$

- izolații planșeu superior șarpantă cu 25 cm vata minerala:

$$C_T = (22 \cdot A_{iz} + 85 \cdot V_{iz}) = 85 \cdot 170 = 14450 \quad (\text{€})$$

- izolații placa pe sol cu 8 cm polistiren extrudat:

$$C_T = (22 \cdot A_{iz} + 200 \cdot V_{iz}) = 200 \cdot 54,6 = 10920 \quad (\text{€})$$

- înlocuire tâmplărie cu PVC sau lemn stratificat cu clapetă cu geam termoizolant:

$$C_T = (120 \cdot A_{iz}) = 120 \cdot 267,35 = 30085 \quad (\text{€})$$

- clapetă de ventilare:

$$C_T = (30 \cdot A_{iz}) = 30 \cdot 267,35 = 8020 \quad (\text{€})$$

unde:

C_T reprezintă costul investiției estimat în euro;

A_{iz} – suprafața elementelor de închidere care se izolează suplimentar;

V_{iz} – volumul izolației termice aplicate;

A_{TE} – suprafața tâmplăriei exterioare care va fi înlocuită



II.4.3.2. Concluzii

În urma analizei termoenergetice și auditului efectuat pot fi formulate următoarele concluzii:

a. În situația actuală, clădirea prezintă un nivel de protecție termică redus, cu mult inferior exigențelor actuale referitoare la utilizarea eficientă a energiei.

b. Pentru reducerea consumurilor energetice în exploatare și ameliorarea condițiilor de confort au fost propuse măsuri de reabilitare termică a clădirii. Variantele analizate și calculate sunt prezentate în tabelul următor.

II.4.3.3. Sinteza soluțiilor de reabilitare termoenergetică

CORP C4

Municipiul Piatra Neamț, strada Mihai Viteazu, nr.12, județul Neamț

Varianta 1

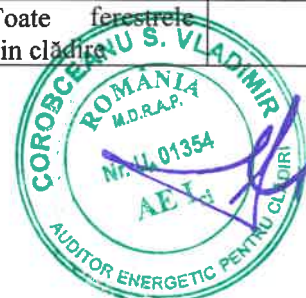
Nr. crt.	Soluții de modernizare	Material	Grosime strat (cm)
1.	Izolație termică pereți exteriori pe suprafața exterioară a pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Polistiren expandat	8
2.	Izolație termică pereți exteriori pe suprafața exterioară a soclului pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Polistiren extrudat	8
3.	Izolație termică pereți exteriori pe conturul golurilor de tâmplărie pe 20 cm lățime, pe suprafața apă a pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Polistiren expandat	3
4.	Izolare termică a planșeu superior protejată cu o barieră de vapori și folie anticondens și cu podină din lemn ignifugat	Vată minerală	10
5.	Izolație termică la placa pe sol	Polistiren extrudat	8
6.	Înlocuire tâmplărie necorespunzătoare	PVC + geam termopan	
7.	Clapetă pentru controlul evacuării vaporilor de apă	Toate ferestrele din clădire	

CORP C4

Municipiul Piatra Neamț, strada Mihai Viteazu, nr.12, județul Neamț

Varianta 2

Nr. crt.	Soluții de modernizare	Material	Grosime strat (cm)
1.	Izolație termică pereți exteriori pe suprafața exterioară a pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Vată minerală bazaltică	10
2.	Izolație termică pereți exteriori pe suprafața exterioară a soclului pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Polistiren extrudat	10
3.	Izolație termică pereți exteriori pe conturul golurilor de tâmplărie pe 20 cm lățime, pe suprafața apă a pereților existenți, protejată cu tencuială armată	Polistiren extrudat	3
4.	Izolare termică la planșeu superior protejată cu o șapă armată, barieră de vapori și folie anticondens sau protejată cu podină din lemn ignifugat	Vată minerală	25
5.	Izolație termică la placa pe sol	Polistiren extrudat	8
6.	Înlocuire tâmplărie necorespunzătoare	PVC + geam termoizolant	
7.	Clapetă pentru controlul evacuării vaporilor de apă	Toate ferestrele din clădire	



Fază de analiză	Consumul specific de energie pentru încălzire	Consumul specific de energie pentru iluminat	Consumul specific de energie pentru acc	Energia primară consumată	Indicele de emisie echivalent CO ₂
	[kWh/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kWh/m ² an]	[kWh/an]	[kgCO ₂ /m ² an]
Clădire inițială	297.925 ✓	12.004 ✓	15.371	935527.793 ✓	62.155 ✓
Clădire de referință	42.904 ✓	12.004 ✓	15.371	209217.472 ✓	9.876 ✓
Clădire ameliorată	54.391 ✓	10.814 ✓	15.371	277085.294 ✓	12.677 ✓
Economie de energie					
[kWh/m ² an]	243.534 ✓	1.190	0.000	726310.320 ✓	52.279 ✓
Procentual	81.743	9.910	0.000	70.382	79.604

În vederea obținerii unei cantități de energie din resurse regenerabile echivalentă unui procent de minim 10 % din cantitatea de energie primară consumată, s-a propus utilizarea a două pompe de căldură de 30 kW fiecare, dotate cu două buffere de 1000 l pentru schimb de căldură. Raportarea se va face la întregul complex de clădiri.

Cele două pompe se vor monta în camera centralelor clădirii C5. Astfel, acestea vor acoperii necesarul anual de energie pentru încălzit al clădirilor C1, C3, C4, C5 și C6. S-a luat în considerare un regim de funcționare după cum urmează:

- În timpul sezonului de încălzire (213 zile) energia termică produsă de pompe se va utiliza pentru încălzirea clădirilor, cu o funcționare de 8 h/ zi;
- În afara sezonului de încălzire (152 zile) energia termică produsă de pompe se va utiliza pentru producerea apei calde de consum, cu o funcționare de 3 h/zi.

Ponderea energiei produse de pompe în consumul total de energie primară pentru întregul ansamblu de clădiri este calculat în tabelul următor:

Corp clădire	Energia primară consumată [kWh]	Energie pentru acc consumată (152 zile) [kWh]	Energie produsă de pompe [kWh]		Pondere în consumul total de energie primară
			În timpul sezonului de încălzire (213 zile)	În afara sezonului de încălzire (152 zile)	
Corp 1	298235.522	113281,56	102240	27360	= (102240+27360) / 901196.239 *100 = 14,38 %
Corp 3	83411.6954	14324,78			
Corp 4	277085.2944	39796,50			
Corp 5	94925.78551	23502,83			
Corp 6	147537.9411	32048,95			
Total	901196.239	222954,62			

În urma analizei celor două soluții de modernizare din punct de vedere termoeconomic, se recomandă ca variantă de modernizare finală, **varianta 2**.

Auditor energetic pentru clădiri gradul I-
Conf.dr.ing. **Vladimir Cărbobceanu**



ANEXE

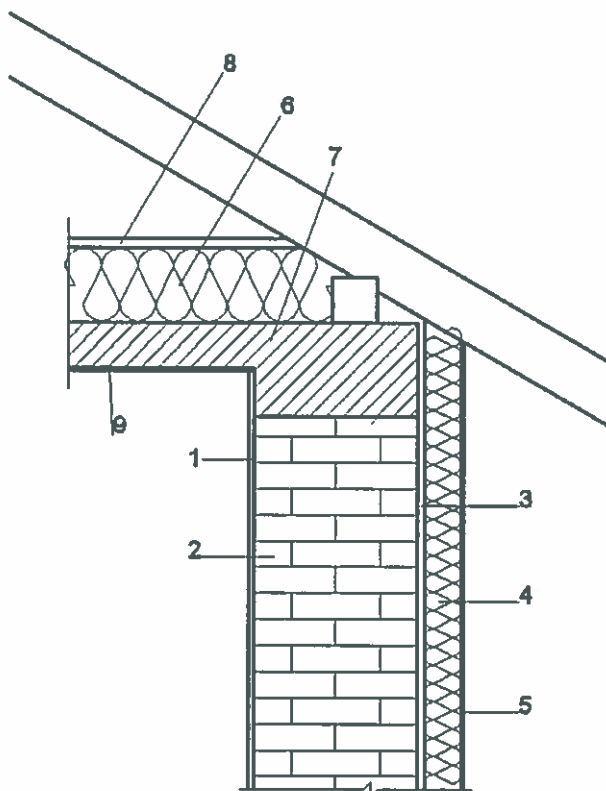
**1. PLAN PARTER EXISTENT, PLAN ETAJ 1 EXISTENT,
PLAN ETAJ 2 EXISTENT, PLAN ETAJ 3 EXISTENT, SECTIUNE
TRANSVERSALĂ EXISTENTĂ**

2. 2. SOLUȚII TEHNICE DE PRINCIPALII - DETALII

(conform SC007/2013)

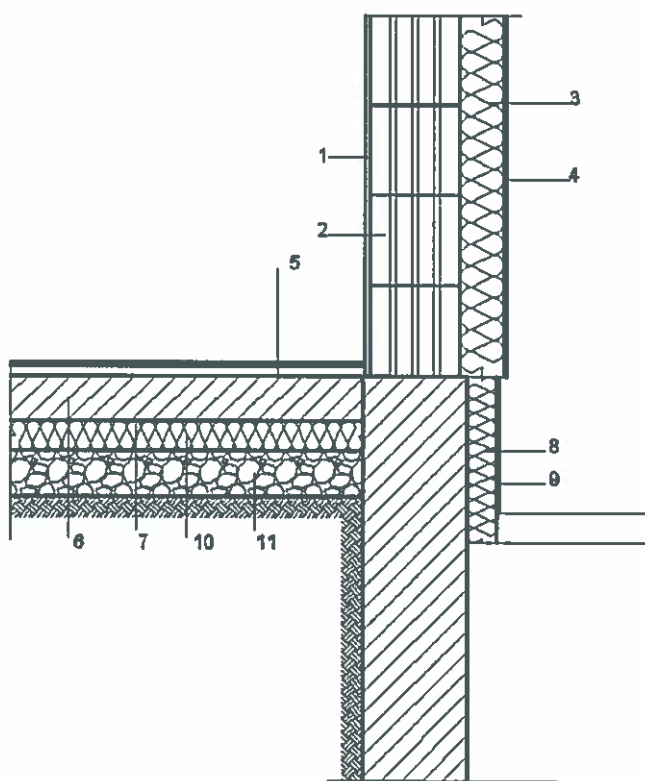


Detalii zidărie



Detaliu de streșină

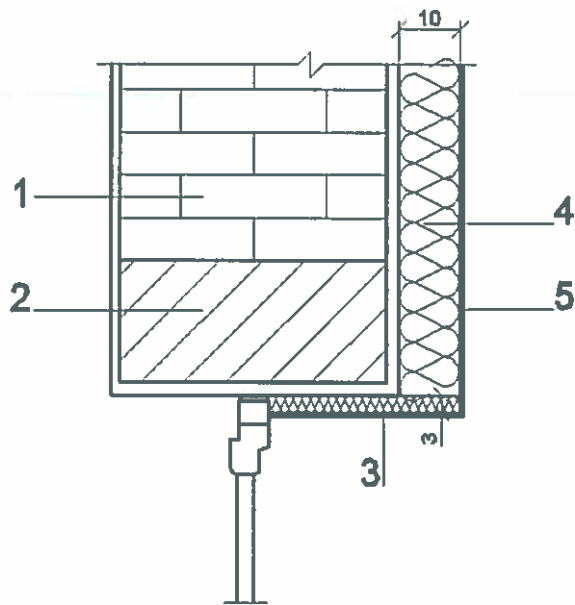
- 1- Tencuială interioară
- 2- Zidărie
- 3- Tencuială exterioră
- 4- Izolație termică perete – VM
- 5- Tencuială minerală armată
- 6- Izolație termică planșeu – VM
- 7- Planșeu b.a. + centură
- 8- Podină din lemn sau șapă slab armată
- 9- Tencuială tavan M10



Detaliu de soclu

- 1- Tencuială interioară
- 2- Zidărie
- 3- Izolație termică perete – VM
- 4- Tencuială minerală armată
- 5- Strat de uzură planșeu peste demisol
- 6- Planșeu b.a.
- 7- Tencuială tavan demisol
- 8- Izolație perete demisol – polistiren extrudat
- 9- Tencuială minerală soclu
- 10- Izolație plăcă pe sol – polistiren extrudat
- 11- Strat de balast

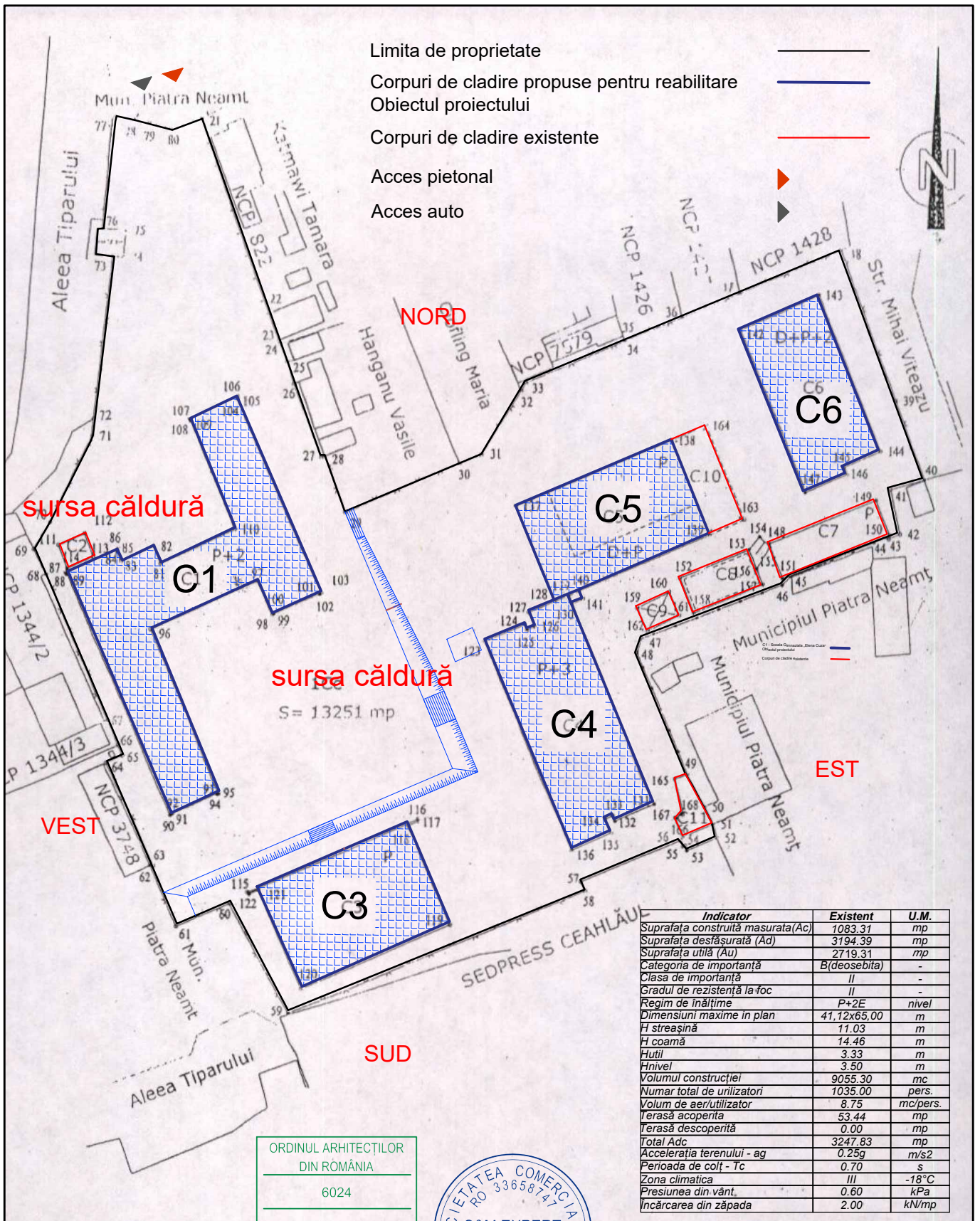




Detaliu contur tâmplărie

- 1- Zidărie
- 2- Buiandrug
- 3- Izolație termică racordată pe contur (VM sau pol. extrudat)
- 4- Izolație termică perete – VM
- 5- Tencuială minerală armată





ORDINUL ARHITECȚILOR
DIN ROMÂNIA
6024
Radu Mihai
PANDURU



EXPERT					
VERIFICATOR					
SPECIFICATIE	NUME	SEMNATURA	CERINTA	REFERINȚA EXPERTIZA	NR./Data
S.C. S&M EXPERT PROJECT S.R.L. PROIECTARE ASISTENTA CONSULTANTA Punct de lucru Bd. T. Vladimirescu nr. 42-44, et. 2, Municipiul Iasi, Judetul Iasi J22/1541/2014 - CUI RO33658747 Tel-fax: 0332 443 399/ Tel: 0745 90 86 29 E-mail: office@expertproject.ro/ Web: www.expertproject.ro	Beneficiar: U.A.T. Municipiul Piatra Neamt, Judetul Neamt		PROIECT 149/2018		
	Amplasament: Municipiul Piatra Neamt, Judetul Neamt		Investiții pentru creșterea eficienței energetice a clădirilor publice utilizate de unitățile școlare de nivel liceal din Municipiul Piatra Neamt - Colegiul Național de Informatică		
SEF PROIECT	dr.ing. Sergiu Popoaei		Sc: 1:1000	PLAN GENERAL SITUATIE EXISTENTA/PROPUSA	
RELEVAT	arh. Radu Panduru		Data 2018		
DESENAT	arh. Vlad Gorgan				

MEDIA PONDERATĂ PENTRU INDICATORII SPECIFICI

R4	Consum anual specific de energie primara in cladirea publica (utilizand surse neregenerabile) (kWh/mp an)		
	Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an)	Diferenta
C1-C3-C4-C5-C6	296,810	82,693	214,117
R5	din care pentru incalzire/racire		
	Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an)	Diferenta
C1-C3-C4-C5-C6	257,786	44,936	212,850

CORP CLĂDIRE C4

R1 Nivel anual estimat al gazelor cu efect de seră (echivalent tone de CO2)

	Suprafata utila incalzita (mp)	Valoare la inceputul implementarii (kgCO2/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kgCO2/mp an)	Valoare la inceputul implementarii (echivalent toCO2)	Valoare la finalul implementarii (echivalent to CO2)	Diferenta (CO34)
C4	2.589,130	62,155	12,677	160,927	32,822	128,105
TOTAL	2,589,130	62,155	12,677	160,927	32,822	128,105

R2 Consum anual de energie primara (kWh/an)

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/an)	Diferenta (CO32)
C4	935.527,793	277.085,294	658.442,499
TOTAL	935.527,793	277.085,294	658.442,499

R3 Consum anual de energie finala in cladirea publica (utilizand surse neregenerabile) (tep)

	Suprafata utila incalzita (mp)	Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la inceputul implementarii (tep)	Valoare la finalul implementarii (tep)	Diferenta
C4	2.589,130	325,300	80,576	72,433	17,941	54,492
TOTAL	2,589,130	325,300	80,576	72,433	17,941	54,492

R4 Consum anual specific de energie primara in cladirea publica (utilizand surse neregenerabile) (kWh/mp an)

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an)	Diferenta
C4	325,300	80,576	244,724
TOTAL	325,300	80,576	244,724

R5 din care pentru incalzire/racire

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an)	Diferenta
C4	297,925	54,391	243,534
TOTAL	297,925	54,391	243,534

R6 Consumul anual de energie primara utilizand surse regenerabile (kWh/an) total-la nivel de proiect

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/an)	DIFERENTA
C4	0,000	36.318,757	-36.318,757

R7 din care pentru incalzire/racire

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/an)
C1	0	31.435,107

R8 din care pentru acc

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/an)
C1	0	4.883,650

R9 din care pentru iluminat

	Valoare la inceputul implementarii (kWh/an)	Valoare la finalul implementarii (kWh/an)
C1	0	0,000

Întocmit,
S&M EXPERT PROJECT TEAM S.R.L.
 Iași
 Arh. Radu-Mihai Panduru
 2021
 Conf. Dr. Ing. Corobceanu Vladimir

