

**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 C3**

- 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

①





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


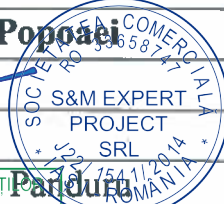
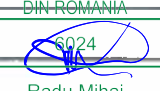





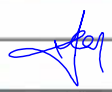
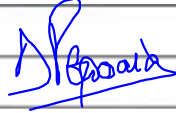

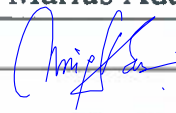


PROIECTARE EXPERTIZARE ASISTENȚĂ TEHNICĂ CONSULTANȚĂ

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 Popoaia   |
| <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 Popoaia  |
| <u>INSTALATII:</u> | ing. Constantin Zetu  ing. Marius Adam  |
| <u>AUDIT</u> | Dr. Ing. Razvan Silviu Luciu  Conf.dr.ing. Vladimiri 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 unidireționale 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 | 18 |
| 1.3.7 Energia primară și emisiile de CO ₂ | 21 |
| 1.4. RAPORT DE ANALIZĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII..... | 22 |
| 1.4.1 Clădire reală | 22 |
| 1.4.2 Clădirea de referință..... | 23 |
| 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..... | 27 |
| 1.4.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum | 27 |
| 1.4.6 Energia primară și emisiile de CO ₂ | 30 |
| BIBLIOGRAFIE..... | 31 |
| CERTIFICAT DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ, | 32 |
| ANEXA LA CERTIFICATUL DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ..... | 32 |
| 2. AUDIT ENERGETIC..... | 39 |
| 2.1. PREZENTARE GENERALĂ..... | 40 |
| 2.1.1 Informații generale..... | 40 |
| 2.1.2 Informații privind construcția | 40 |
| 2.1.3 Informații privind instalațiile | 40 |
| 2.2. PREZENTAREA SOLUȚIILOR DE MODERNIZARE ENERGETICĂ..... | 41 |
| 2.2.1 Prezentarea soluțiilor de modernizare energetică a anvelopei clădirii..... | 41 |



| | |
|--|-----------|
| 2.3.NOTE DE CALCUL CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC..... | 42 |
| 2.3.1 Elementele de construcție perimetrice care intră în alcătuirea anvelopei clădirii: Clădire ameliorată termic. | 43 |
| 2.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale (în câmp curent) R: CLĂDIRE AMELIORATĂ TERMIC | 43 |
| 2.3.3 Rezistențe termice corectate R' [m ² K/W] – clădire ameliorată termic | 44 |
| 2.3.4 Clădire ameliorată termic – Calculul coeficientului global de pierderi de căldură | 44 |
| 2.3.5 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de încălzire | 45 |
| 2.3.6 Calculul consumului de energie și al eficienței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum | 48 |
| 2.3.7 Calculul consumului de energie și eficiența energetică a sistemelor de iluminat interior..... | 51 |
| 2.3.8 Energia primară și emisiile de CO ₂ | 51 |
| II.4.1 Informații generale | 52 |
| II.4.2 Informații privind construcția..... | 52 |
| II.4.3 Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii și concluzii | 54 |
| ANEXE..... | 59 |
| 1. PLAN PARTER EXISTENT, SECȚIUNE TRANSVERSALĂ EXISTENTĂ, PLAN PARTER PROPUȘ, PLAN SECȚIUNE TRANSVERSALĂ PROPUȘĂ..... | 59 |
| 2. 2. SOLUȚII TEHNICE DE PRINCIPIU – DETALII | 59 |
| (conform SC007/2013) | 59 |



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, este compartimentată interior, în încăperi cu destinații specifice activităților sportive, astfel încât adăpostește: la parter un număr de 13 spații: 1 sală de gimnastică, 2 holuri, 2 vestiare, 1 vestibul, 1 depozit materiale didactice, 3 grupuri sanitare, 1 cancelarie, 2 cabine duș.

Informațiile disponibile indică 1977 ca fiind anul construirii.

Corpul de clădire C2 se încadrează în categoria structurilor tip sală/hală,

1.1.1. Elemente de alcătuire arhitecturală

- regim de înălțime corp clădire: existent P
- dimensiuni maxime în plan 34,65 x 19,75 m;
- H-MAX. STREAȘINĂ_{existent} = 7,62 m;
- H-MAX. COAMĂ_{existent} = 10,52 m;

Fondul construit are următoarele caracteristici:

- TOTAL A_{cexistent} = 590,89 mp
- TOTAL A_{dexistent} = 590,89 mp
- TOTAL A_{uexistent} = 516,10 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 cadre spațiale formate din stâlpi și grinzi prefabricate din beton armat respectiv planșee din elemente chesonate din beton armat

Acoperișul inițial a fost realizat din materiale bituminoase, ulterior completat cu acoperiș din tablă tip țigla metalică montată pe șarpantă pe scaune din bile de lemn.

1.1.3 Elemente de izolare termică – Clădire inițială

1.1.4 Aprecieri privind starea actuală a clădirii

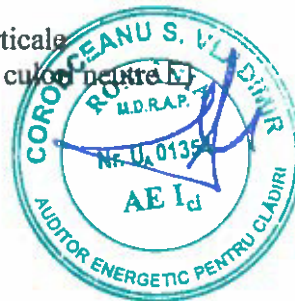
1. Grad de degradare:

a. pereți exteriori: - din zidărie de cărămidă cu goluri verticale

- tencuieli – culori deschise , culori închise , culori neutre
- pete condens – da , nu
- umiditate - da , nu
- mușcături - 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
- mușcături - 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 C3 al Colegiului Național de Informatică. Clădirea are regim de înălțime P

Clădirea: Corp C3 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 type="checkbox"/> individuală | <input checked="" type="checkbox"/> înșiruită |
| <input type="checkbox"/> bloc | <input type="checkbox"/> tronson de bloc |

Zona climatică în care este amplasată clădirea: III(T_c = - 18°C)

Regimul de înălțime al clădirii: P

Anul construcției: -

Proiectant / constructor: - NECUNOSCUT

Structura constructivă: (inițial)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> pereți activi de zidărie | <input checked="" 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 acestora:

- | |
|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> partiu de arhitectură pentru parter și etaje - relevu |
| <input checked="" type="checkbox"/> secțiuni reprezentative ale construcției - relevu |
| <input type="checkbox"/> detalii de construcție, |
| <input type="checkbox"/> planuri pentru instalația de încălzire interioară, |
| <input type="checkbox"/> schema coloanelor pentru instalația de încălzire interioară. |
| <input type="checkbox"/> planuri pentru instalația sanitară, |

Gradul de expunere la vânt:

- | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> adăpostită | <input checked="" type="checkbox"/> moderat adăpostită | <input type="checkbox"/> liber | <input type="checkbox"/> expusă |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|

(neadăpostită)

Starea subsolului tehnic al clădirii: - nu există subsol.

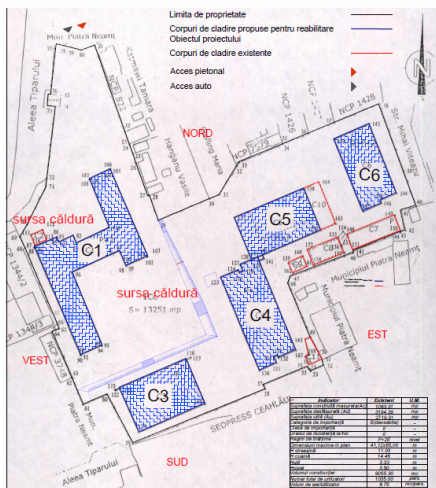
Subsol inundat/inundabil (posibilitatea de refulare a apei din canalizarea exterioară)

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 de zidarie de caramida cu goluri 29 cm | 146,39 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,88 |
| | | | Zidărie de cărămidă cu goluri | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| Pereți Ext SE | Pereți de zidarie de caramida cu goluri 29 cm | 156,54 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,89 |
| | | | Zidărie de cărămidă cu goluri | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| Pereți Ext NE | Pereți de zidarie de caramida cu goluri 29 cm | 120,67 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,95 |
| | | | Zidărie de cărămidă cu goluri | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| Pereți Ext SV | Pereți de zidarie de caramida cu goluri 29 cm | 120,67 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,97 |
| | | | Zidărie de cărămidă cu goluri | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| TOTAL | | 544,27 | | | |

Aria totală a pereților exteriori opaci [m²] – 544,27

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 | 535,86 | Strat de uzură | 0,02 | 0,93 |
| | | | Placa de beton | 0,1 | |
| | | | Pământ umed | 2 | |

Aria totală a plăcii pe sol [m²]: 535,86



Acoperiș șarpantă

| P _{tbl} | Descriere | Arie [m ²] | Straturi componente (i → e) | | Coeficient reducere, r [%] |
|------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| | | | Material | Grosime [m] | |
| Placă peste etaj | Placă de beton armat | 535,86 | Tencuială | 0,015 | 0,97 |
| | | | Beton armat | 0,020 | |
| | | | Tencuială | 0,015 | |

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 Ferestre + uși din lemn | Suprafețe Ferestre + uși din PVC | Suprafețe Uși metalice parter | Grad de etanșare | Prezență oblon |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|
| | [m ²] | [m ²] | [m ²] | | |
| FE+UE NV | | 69.35 | | etanșă | nu există |
| FE+UE SE | | 59.2 | | etanșă | |
| FE+UE NE | | 0 | | etanșă | |
| FE+UE SV | | 0 | | etanșă | |
| Total | | 128,55 | - | | |

Aria totală a tâmplăriei [m²] : 128,55

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 scării și pod
 - între acoperiș și pod
 - între casa scării și acoperiș
 - între casa scării 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 scării: 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]: 516,1

Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: 535,86



Suprafața construită desfășurată [m²]: 590,89

Volumul spațiului încălzit [m³]: 3489,06

Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: 6,4 m

Gradul de ocupare al spațiului încălzit/nr. de ore de funcționare a instalației de încălzire – 12h.

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] : 94,6 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 oțel 22K

Nr. corpuri 19 buc (17 în spațiu util/2 spațiu comun); suprafața echivalentă termică 49,82 mp

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

Date privind instalația de 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.: 4 acm/8 ar

Numărul de obiecte sanitare pe tipuri:

Lavoare- 4; Vase WC- 4, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabină de duș - 0

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 ventilație

- 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 zidarie caramida cu goluri 29 cm | 146.39 |
| Pereți Ext SE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 156.54 |
| Pereți Ext NE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Pereți Ext SV | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | PVC | 69.35 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | PVC | 59.2 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | PVC | 0 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | PVC | 0 |
| Placa pe sol | Placă de beton armat | 535,86 |
| Planșeu terasă | Planșeu din beton armat | 535,86 |
| Total suprafață anvelopă [m²] A₀ | | 1744,54 |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | | 3489,06 |
| A₀ /V: | | 0,5 |
| S_{inc}[m²] | | 516,1 |
| S_{utila}[m²] | | 516,1 |

1.3.2 Determinarea rezistențelor termice unidirecționale R:

- Pereți exteriori – zidărie de cărămidă cu goluri

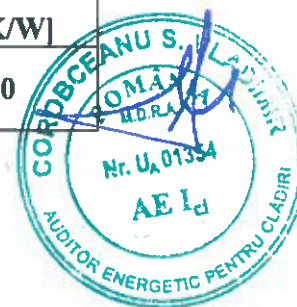
| Alcătuire | d _j [m] | a _j ·λ _j [W/mK] | R [m ² K/W] |
|------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Tencuială interioară | 0.03 | 1.02 | 0,845 |
| Zidărie cărămidă plină | 0.29 | 0,47 | |
| Tencuială exterioară | 0.03 | 1.02 | |

- 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 | 0,01 | 1,60 | 1,228 |
| Placa beton armat | 0,1 | 1,74 | |
| 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 | 0,300 |
| Planșeu de beton | 0,2 | 1,74 | |



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

| Descriere | Suprafete Ferestre + uși PVC | Suprafete Uși metalice parter | R' Ferestre+uși de lemn | R' Uși metalice parter |
|--------------|------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|
| | [m ²] | [m ²] | [m ² K/W] | [m ² K/W] |
| FE+UE NV | 69.35 | | 0,50 | 0,17 |
| FE+UE SE | 59.2 | | 0,50 | 0,17 |
| FE+UE NE | 0 | | 0,50 | 0,17 |
| FE+UE SV | 0 | | 0,50 | 0,17 |
| Total | 128,55 | | | |

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

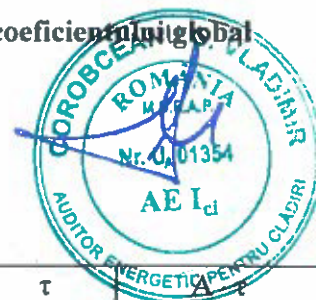
| Element | Rezistență termică corectată [m ² K/W] |
|---------------------------------|---|
| Pereți exteriori opaci NV 29 cm | 0.74 |
| Pereți exteriori opaci SE 29 cm | 0.75 |
| Pereți exteriori opaci NE 29 cm | 0.80 |
| Pereți exteriori opaci SV 29 cm | 0.82 |
| Placă pe sol | 1,14 |
| Plașeu sub pod neîncălzit | 0,29 |

Clădire reală - 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)

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



| Element | A[m ²] | R' | τ | R' |
|--|--------------------|------|--------|----------------|
| Pereți Ext NV | 146.39 | 0.74 | 1 | 196.68 |
| Pereți Ext SE | 156.54 | 0.75 | 1 | 209.32 |
| Pereți Ext NE | 120.67 | 0.80 | 1 | 150.04 |
| Pereți Ext SV | 120.67 | 0.82 | 1 | 147.20 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 69.35 | 0.50 | 1 | 138.70 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | 0.50 | 1 | 118.40 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Placa pe sol | 535.86 | 1.14 | 0.444 | 208.84 |
| Plașeu sub pod | 535.86 | 0.29 | 0.861 | 1580.43 |
| Total Anvelopa | 1744,54 | | | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | | | |
| $\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$ | | | | 2749,60 |
| $R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$ | | | | 0,634 |
| n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹] | | | | 0,7 |

| | |
|---|-------|
| G_1 (conform C107/2- 2005) [$W/m^3 \cdot K$] | 1,02 |
| $G_{1ref} + \text{ventilare}$ [$W/m^3 \cdot K$] | 0,553 |
| $G_1 = 1,02 > G_{1ref} = 0,553$ [$W/m^3 \cdot K$] | 1,85 |

Concluzii:

Valoarea coeficientului global G_1 este mai mare decât valoarea normată G_{1ref} cu 185,00%. 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 emisiilor de CO_2 .



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 (1.9.1.1.1), temperatura predominantă pentru clădiri este:

$$\theta_i = 18,00 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$$V_{inc} = 3489,062 \text{ [m}^3\text{]} \quad - \text{ volumul încălzit}$$

$$A_{inc} = 516,1 \text{ [m}^2\text{]} \quad - \text{ aria spațiului încălzit,}$$

1.3.4.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (1.9.1.1.1), temperatura exterioară a spațiilor neîncălzite de tip subsol și casa scârilor, 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 scârilor este mai mică de 4°C , întregii clădiri se aplică calculul monozonal. În acest caz,

$\theta_i - \theta_{ucs} = 1,8 \text{ [}^\circ\text{C]}$ 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

Clădirea este cu ocupare discontinuă, dar având clasă de inerție mare se va încadra în categoria 1 a clădirilor terțiare. Cu toate acestea, având ocupare discontinuă se identifică două tipuri de perioade de încălzire, iar pe lângă variația în încălzire noapte/zi se vor considera vacanțele și zilele de sfârșit de săptămână ca fiind cu temperaturi interioare impuse mai reduse.

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

Conform SR 4839 temperatura convențională de echilibru se consideră:

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

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

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

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

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

$$H = H_V + H_T$$

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

| Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilare H_V [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie H_T [W/K] | Coeficient de cuplaj termic prin anvelopă L [W/K] | Coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite H_U [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură H [W/K] |
|---|--|---|---|---|
| 818,18 | 3265,56 | 3265,56 | 0 | 4083,75 |



de unde:

$$Q_L = 313357,15 \quad [\text{kWh/an}]$$

I.3.4.7 Calculul preliminar ($\theta_{co}=12$ [°C]) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

- Q_i - degajări de căldură interne

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

$$Q_i = 21264,97 [\text{kWh}]$$

- Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

$$Q_s = \sum [I_{s,j} \cdot \sum A_{s,nj}] \cdot t$$

$$Q_s = 17597,18 \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_g = 38862,16 [\text{kWh}]$$

I.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:

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

$$\gamma = 0,12$$

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);

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

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

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

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

- 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;

$$C = 1293,61 \quad \left[\frac{\text{MJ}}{\text{K}} \right]$$

$\tau = 87,99$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a spațiului încălzit

$$a = 2,05$$

$$\eta_1 = 0,98 \quad \text{factorul de utilizare a aporturilor de căldură}$$

I.3.4.9 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

$$\theta_{cd} = 16,31 [\text{°C}]$$

Durata sezonului real de încălzire este de 265 de zile.

I.3.4.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Clădirea are un program de funcționare discontinuă, clasă de inerție mare, având regim de furnizare a agentului termic discontinuu.

În continuare calculul real al pierderilor de căldură se va efectua prin luarea în considerare a celor două tipuri de perioade de încălzire și anume:

- încălzire pe timp de zi - $\theta_{id} = 18$ [°C]

- o 164 de zile – 1971 h de încălzire

- încălzire pe timp de noapte, în zilele de sfârșit de săptămână și vacanțe - $\theta_{id} = 15$ [°C]

- o 265 de zile – 4389 h de încălzire



- Sfârșit de săptămână + vacanțe – 101 de zile – 2417 h de încălzire
- Total – 6360 h de încălzire

1.3.4.11 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.

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|----------------|---|--|
| | | $\theta_{id} = 18\text{ }^\circ\text{C}$ | $\theta_{id} = 15\text{ }^\circ\text{C}$ |
| Pierderilor de căldură reale ale clădirii, Q_L [kWh] | 176320,59 | 100236,52 | 76084,06 |
| Temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire, $\theta_{e,med}$ [$^\circ\text{C}$] | 5,54 | 5,54 | 5,54 |

1.3.4.12 Calculul preliminar ($\theta_{e0}=12\text{ }^\circ\text{C}$) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|----------------|---|--|
| | | $\theta_{id} = 18\text{ }^\circ\text{C}$ | $\theta_{id} = 15\text{ }^\circ\text{C}$ |
| Aporturilor reale de căldură ale clădirii, Q_g [kWh] | 27519,38 | 13759,69 | 13759,69 |
| Degajări de căldură interne, Q_i [kWh]- | 15058,32 | 7529,16 | 7529,16 |
| Aporturi solare prin elementele vitrate, Q_s [kWh] | 12461,05 | 6230,52 | 6230,52 |

1.3.4.13 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:

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

$$\gamma = 0,15$$

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

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

$$\eta = 0,9$$

Afel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 149311,83 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.3.4.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_{th}

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

$$Q_{th} = 129689,32 \quad [kWh/an]$$

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

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

Cu aceste date se obține:

$$Q_{th} = 279001,16 \quad [kWh/an]$$



1.3.4.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

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

$$q_{inc} = 540,59 \text{ [kWh / m}^2 \text{ an]}$$

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

1.3.5.1 Consumul de energie:

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

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

Unde:

P_n - puterea instalată pentru iluminat

$$P_n = 3,09 \quad [\text{kW}]$$

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

În care:

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

$$t_D = 1800 \quad [\text{ore/an}]$$

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.

$$F_D = 1,0$$

F_O - factorul de dependență de durata de utilizare

$$F_O = 1,0$$

Se obține:

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

$$W_{ilum} = 6194 \quad [\text{kWh/an}]$$

1.3.5.2 Eficiența energetică este:

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

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

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:

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

în care:

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



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

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

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

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

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

$$N_u = 60 \quad [persoane]$$

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

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 100,8 \quad [m^3/an]$$

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

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

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

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 133,05 \quad [m^3/an]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 32,25 \quad [m^3/an]$$

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

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

L_i lungimea conductei $[m]$

$$L_i = 81,27 \quad [m]$$

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

$$A_n = 535,86 \quad [m^2]$$

$\theta_{m,ac,d,i}$ – temperatura medie a apei în conducta 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 $[zile/an]$

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

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

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

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

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

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



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

$$Q_p = 7476,08 \quad [kWh/an]$$

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} | temperatura medie a apei calde consumate | [°C] |
| t_r | temperatura medie a apei reci (anuală) | [°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 · K] |

$$Q_{acm} = 14324,78 \quad [kWh/an]$$

1.3.6.5 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 [m²]

i_{loc} este indicele de ocupare [persoane/m²]

$$N_u = 60 \quad [persoane]$$

$$q_{acl} = 4,6 \quad [l/persoana \cdot zi]$$

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} – debitul volumetric de apă caldă de consum din sistem [m³/an]

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

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

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

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



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} – puterea hidraulică a pompei [kW]

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 $[ore/zi]$

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

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

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

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:

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

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

$e_{ac,hydr}$ – (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:

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

$$Q_{ac} = 14324,78 \quad [kWh/an]$$

Consumul mediu specific normalizat de caldură pentru apă caldă

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

$$i_{acm} = 27,75 \quad [kWh/m^2 \cdot an]$$

1.3.6.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde :

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

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

1.3.7 Energia primară și emisiile de CO₂

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

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

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

$$E_p = 324244,47 \quad [kWh/an]$$

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

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

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

$$f_{i,CO_2i} = 0,09 \quad [kg/kWh] \quad \text{– factorul de emisie electricitate;}$$



$$E_{CO_2} = 57752,69 \left[\text{Kg}/\text{an} \right]$$

1.3.7.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

$$i_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}}{A_{inc}} \left[\text{KgCO}_2/\text{m}^2\text{an} \right]$$

$$i_{CO_2} = 111,9 \left[\text{KgCO}_2/\text{m}^2\text{an} \right]$$

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



1.4.RAPORT DE ANALIZĂ ENERGETICĂ 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 zidarie caramida cu goluri 29 cm | 146.39 |
| Pereți Ext SE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 156.54 |
| Pereți Ext NE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Pereți Ext SV | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | PVC | 69.35 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | PVC | 59.2 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | PVC | 0 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | PVC | 0 |
| Placa pe sol | Placă de beton armat | 535,86 |
| Planșeu terasă | Planșeu din beton armat | 535,86 |
| Total suprafață anvelopă [m²] A₀ | | 1744,54 |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | | 3489,06 |
| A ₀ /V: | | 0,5 |
| S _{inc} [m ²] | | 516,1 |
| S _{utila} [m ²] | | |

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 | 146.39 | 0.74 | 1 | 196.68 |
| Pereți Ext SE | 156.54 | 0.75 | 1 | 209.32 |
| Pereți Ext NE | 120.67 | 0.80 | 1 | 150.04 |
| Pereți Ext SV | 120.67 | 0.82 | 1 | 147.20 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 69.35 | 0.50 | 1 | 138.70 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | 0.50 | 1 | 118.40 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Placa pe sol | 535.86 | 1.14 | 0.444 | 208.84 |
| Planșeu sub pod | 535.86 | 0.29 | 0.861 | 1580.43 |
| Total Anvelopa | 1744,54 | | | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | | | |
| $\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$ | | | | 2749,60 |
| $R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$ | | | | 0,634 |
| n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹] | | | | 0,7 |
| G₁ (conform C107/2- 2005) [W/m³·K] | | | | 1,02 |



| | |
|---|-------|
| $G_{Iref} + \text{ventilare } [W/m^3 \cdot K]$ | 0,553 |
| $G_1 = 1,02 > G_{Iref} = 0,553 [W/m^3 \cdot K]$ | 1,85 |

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 $G_1 [W/m^3 \cdot K]$ (C107/2-2005 reactualizat 2011)

| Element | $A[m^2]$ | R' | τ | $\frac{A \cdot \tau}{R'}$ |
|--|----------------|------|--------|---------------------------|
| Pereți Ext NV | 160.05 | 1.7 | 1.000 | 94.15 |
| Pereți Ext SE | 168.21 | 1.7 | 1.000 | 98.94 |
| Pereți Ext NE | 120.67 | 1.7 | 1.000 | 70.98 |
| Pereți Ext SV | 120.67 | 1.7 | 1.000 | 70.98 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 55.69 | 0.5 | 1.000 | 111.37 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 47.53 | 0.5 | 1.000 | 95.07 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0.00 | 0.5 | 1.000 | 0.00 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0.00 | 0.5 | 1.000 | 0.00 |
| Placa pe sol | 535.86 | 2.6 | 0.444 | 91.60 |
| Planșeu sub pod | 535.86 | 5 | 0.861 | 92.29 |
| Total Anvelopa | 1744,54 | | | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | | | |
| $\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$ | | | | 725,38 |
| $R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$ | | | | 2,405 |
| n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹] | | | | 0,7 |
| G_1 (conform C107/2- 2005) [W/m³·K] | | | | 0,44 |
| $G_{Iref} + \text{ventilare } [W/m^3 \cdot K]$ | | | | 0,553 |
| $G_1 = 0,44 < G_{Iref} = 0,553 [W/m^3 \cdot K]$ | | | | 0,80 |

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 :

$$\theta_e = -18 [^{\circ}C]$$

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.9.1.1.1), temperatura predominantă pentru clădire este:

$$\theta_i = 18,00 [^{\circ}C]$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$$V_{inc} = 3489,06 [m^3] \quad - \text{volumul încălzit}$$

$$A_{inc} = 516,1 [m^2] \quad - \text{aria spațiului încălzit,}$$

1.4.3.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite – nu este cazul



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

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

θ_{emcd} – 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.

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

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

$$Q_L = H \cdot (\theta_{co} - \theta_{emcd}) \cdot t \text{ unde:}$$

H – coeficientul de pierderi de căldură

1.4.3.6.1 Calculul coeficientului de pierderi de căldură H

$$H = H_V + H_T$$

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

| Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilare H_V [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie H_T [W/K] | Coeficient de cuplaj termic prin anvelopă L [W/K] | Coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite H_U [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură H [W/K] |
|---|--|---|---|--|
| 818,18 | 854,77 | 854,77 | 0 | 1672,95 |

de unde:

$$Q_L = 210593,79 \text{ [kWh/an]}$$

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

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

- Q_i - degajări de căldură interne

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

$$Q_i = 21264,97 \text{ [kWh]}$$

- Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

$$Q_s = \sum [I_{s,j} \cdot \sum A_{s,nj}] \cdot t$$

$$Q_s = 13847,88 \text{ [kWh]}$$

$$Q_g = 35112,85 \text{ [kWh]}$$

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 :

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

$$\gamma = 0,16$$

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

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

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

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

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

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

$$o \tau = \frac{C}{a - a_0}$$

• C - capacitatea termică interioară a clădirii

$$C = \sum x_j \cdot A_j = \sum \rho \cdot \sum c \cdot d \cdot A_j$$

▪ ρ - densitatea materialului ;

▪ c - capacitatea calorică masică a materialului;

▪ d - grosimea stratului;

▪ A - aria elementului;

$$C = 1305,11 \text{ [kJ/}^{\circ}\text{C]}$$

$\tau = 216,70$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a

spațiului încălzit

$$a = 3,89$$



$\eta_1 = 0,99$ factorul de utilizare a aporturilor de căldură

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

$$\theta_{cd} = \theta_{id} - \frac{\phi_{\text{ext}} \cdot \phi_{\text{int}}}{\phi_{\text{ext}} + \phi_{\text{int}}}$$

θ_{cd} - temperatura reală de echilibru

$$\theta_{cd} = 14,23 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

Durata sezonului real de încălzire este de 235 de zile.

1.4.3.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Clădirea are un program de funcționare discontinuă, clasă de inerție mare, având regim de furnizare a agentului termic discontinuu.

În continuare calculul real al pierderilor de căldură se va efectua prin luarea în considerare a celor două tipuri de perioade de încălzire și anume :

- încălzire pe timp de zi - $\theta_{id} = 18 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$
 - 143 de zile – 1714 h de încălzire
- încălzire pe timp de noapte, în zilele de sfârșit de săptămână și vacanțe - $\theta_{id} = 15 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$
 - 235 de zile – 3926 h de încălzire
 - Sfârșit de săptămână + vacanțe – 92 de zile – 2211 h de încălzire
 - Total – 5640 h de încălzire

1.4.3.11 Calculul pierderilor de căldură reale ale clădirii

$$Q_L = H \cdot \theta_{\text{med}} \cdot t$$

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

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|-----------------|---|--|
| | | $\theta_{id} = 18 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{id} = 15 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ |
| Pierderilor de căldură reale ale clădirii, Q_L [kWh] | 68285,96 | 38444,87 | 39841,09 |
| Temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire, $\theta_{e,med}$ [$^{\circ}\text{C}$] | 4,59 | 4,59 | 4,59 |

1.4.3.12 Calculul preliminar ($\theta_{e0} = 12 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|-----------------|---|--|
| | | $\theta_{id} = 18 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{id} = 15 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ |
| Aporturilor reale de căldură ale clădirii, Q_g [kWh] | 21621,22 | 10810,61 | 10810,61 |
| Degajări de căldură interne, Q_i [kWh]- | 13094,19 | 6547,1 | 6547,1 |
| Aporturi solare prin elementele vitrate, Q_s [kWh] | 8527,022 | 4263,51 | 4263,51 |

1.4.3.13 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:

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

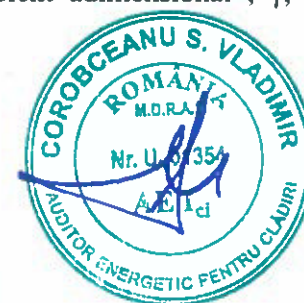
$$\gamma = 0,31$$

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

$$\eta = \frac{1 - \gamma}{1 - \gamma + \gamma^2}$$

$$\eta = 0,88$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:



| | | | |
|--|----------|---------|---------|
| Aporturi solare prin elementele vitrate, Q_s [kWh] | 8527,022 | 4263,51 | 4263,51 |
|--|----------|---------|---------|

1.4.3.13 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:

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

$$\gamma = 0,31$$

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

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

$$\eta = 0,88$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 46832,77 \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.4.3.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_{th}

$Q_{th} = Q_h + Q_{th} - Q_{rh,h} - Q_{rw,h}$, 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.

$$Q_{th} = 10407,28 \text{ kWh/an}$$

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

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

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

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

Cu aceste date se obține:

$$Q_{th} = 57240,05 \quad [kWh/an]$$

1.4.3.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

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

$$q_{inc} = 110,90 \quad [kWh / m^2 \text{ an}]$$

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 [$kWh/m^2 \cdot an$], determinat ca referențial de performanță energetică pentru fondul construit din România (q_s), respectiv pentru reglementările de performanță energetică (q_r), este conform INCERC București:

1.4.4.1 Eficiența energetică este:

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

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

1.4.4.2 Consumul de energie:



Se estimează:

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

Unde:

S_u = Suprafața utilă

$$W_{itum} = 6194 \text{ [kWh/an]}$$

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:

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

în care:

a necesarul specific de apă caldă de consum, la 60°C, pentru unitatea de

utilizare/folosință, pe perioada considerată; $\left[\frac{m^3}{zi} \right]$

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

$$a = 5 \quad \left[\frac{l}{persoana \cdot zi} \right]$$

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

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

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

$$N_u = 60 \quad [persoane]$$

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

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 100,8 \quad \left[\frac{m^3}{an} \right]$$



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

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

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

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 133,056 \quad \left[\frac{m^3}{an} \right]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 32,25 \quad \left[\frac{m^3}{an} \right]$$

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]

$$L_i = 81,27 \quad [m]$$

A_n —suprafața pardoselii spațiului deservit [m²]

$$A_n = 535,86 \quad [m^2]$$

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

θ_{amb} —temperatura aerului ambiant 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]

$$\theta_{amb} = 20 \quad [°C]$$

$$\theta_{m,ac,d,i} = 55 \quad [°C]$$

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

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

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

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

$$Q_p = 7476,08 \quad [kWh/an]$$

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 [°C]

t_r temperature medie a apei reci (anuală) [°C]

V_{ac} consumul anual de apă caldă [m³/an]

ρ densitatea apei [kg/m³]

c căldura specifică masică a apei [J/kg · K]

$$Q_{acm} = 12381,08 \quad [kWh/an]$$

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 [m²]

i_{loc} este indicele de ocupare [persoane/m²]

$$N_u = 60 \quad [persoane]$$

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



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:

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

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

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

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

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

1.4.5.6.1 Energia hidraulică necesară instalației

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

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

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

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

z - timpul efectiv de furnizare a apei calde

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

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

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

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.

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

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

1.4.5.7 Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă:

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

$$Q_{ac} = 14324,78 \quad [kWh/an]$$

Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

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

$$i_{acm} = 27,75 \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

1.4.5.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde :

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

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



1.4.6 Energia primară și emisiile de CO₂

1.4.6.1 Energia primară

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

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

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

$$E_p = 80307,25 \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

1.3.7.2 Emisia de CO₂

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

f_{CO_2l} este factorul de emisie

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

$$f_{h,CO_2l} = 0,205 \left[\frac{kg}{kWh} \right] - \text{factorul de emisie la arderea gazului; se aplică energiei la sursa primară}$$

$$f_{i,CO_2l} = 0,09 \left[\frac{kg}{kWh} \right] - \text{factorul de emisie electricitate;}$$

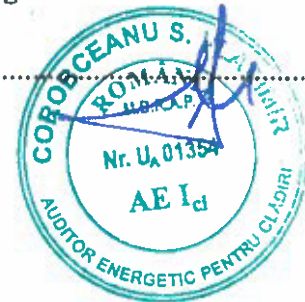
$$E_{CO_2} = 12291,67 \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

1.4.6.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

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

$$i_{CO_2} = 23,81 \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

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



Bibliografie

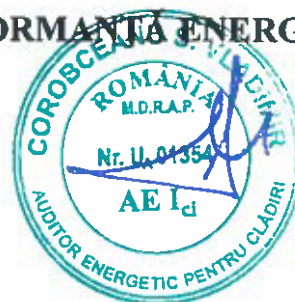
Întocmirea raportului de audit energetic al clădirii s-a efectuat în conformitate cu prevederile noii Metodologii Mc 001/2006 cu modificările aduse de Ordinul 2513/2010, privind calculul consumurilor de energie a clădirilor.

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. Arii 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

31744

150218

Certificat de performanță energetică

| | | | |
|---|--------|---------------------------------|-----------------------|
| Performanța energetică a clădirii | | Notare energetică: 18,18 | |
| 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] | | 580,35 | 150,66 |
| Indice de emisii echivalent CO ₂ [kgCO ₂ /m²an] | | 111,90 | 23,18 |
| Consum anual specific de energie [kWh/m²an] pentru: | | Clasă energetică | |
| | | Clădirea certificată | Clădirea de referință |
| Încălzire: | 540,59 | G | B |
| Apă caldă de consum: | 27,75 | 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 C3

Adresa clădirii: : Mihai Viteazu, nr. 12 municipiul

Piatra Neamț, județul Neamț

Categoría clădirii: ȘCOALĂ

Regim de înălțime: P

Anul construirii: 1977

Scopul elaborării certificatului energetic: AUDIT ENERGETICSuprafata incalzita utila: 516,1 m²Suprafata construita desfasurata: 590,89 m²Volumul incalzit util al clădirii: 3489,062 m³

Programul de calcul utilizat: manual

versiunea:

Date privind identificarea auditorului energetic pentru clădiri:

Specialitatea Numele și prenumele
(c, i, ci)Seria și
Nr. certificat
de atestare
UA01354Nr. și data înregistrării
certificatului în registrul
auditorului
31744 din 02/2018

I - CIVILE.

..VLADIMIR..

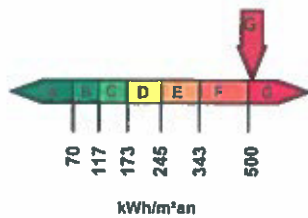
.. COROBCEANU..



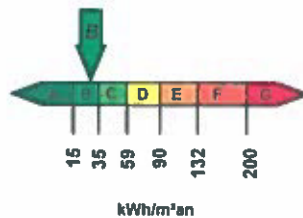
DATE PRIVIND EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A CLĂDIRII

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

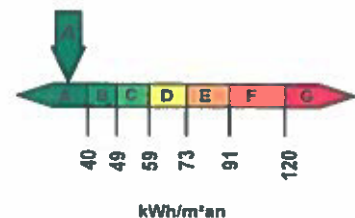
ÎNCĂLZIRE:



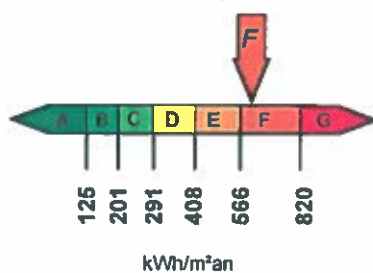
APĂ CALDĂ DE CONSUM:



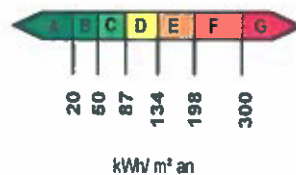
ILUMINAT



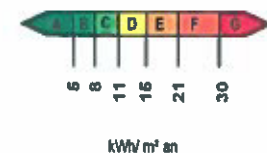
TOTAL: ÎNCĂLZIRE, APĂ CALDĂ DE CONSUM, ILUMINAT



CLIMATIZARE:



VENTILARE MECANICĂ



□ Performanța energetică a clădirii de referință:

| Consum anual specific de energie [kWh/m² an] | | Notare energetică |
|--|--------|-------------------|
| pentru: | | 98,98 |
| Încălzire: | 110,90 | |
| Apă caldă de consum: | 27,75 | |
| Climatizare: | 0 | |
| Ventilare mecanică: | 0 | |
| Iluminat: | 12 | |



□ Penalizări acordate clădirii certificate și motivarea acestora:

$$P_0 = 1.11$$

- Subsol neinundat: nu există p₁ = 1,00
- Usa este prevazuta cu sistem automat de inchidere si nu este lasata frecvent deschisa in perioada de neutilizare p₂ = 1,01
- Ferestre/usi in stare buna p₃ = 1,00
- Corpuri statice dotate cu armaturi de reglaj functionale: nu există p₄ = 1,00
- Corpurile statice noi p₅ = 1,00
- Coloane de incalzire prevazute cu armaturi de separare si golire p₆ = 1,00
- Nu exista contor general de caldura/combustibil pentru incalzire si acc p₇ = 1,00
- Stare buna a tencuielii exterioare p₈ = 1,00
- Peretii exteriori uscati p₉ = 1,00
- Terasa în stare foarte buna p₁₀ = 1,00
- Cladirea este prevazuta cu canal de fum p₁₁ = 1,00
- Există sistem de ventilare naturală organizată sau mecanica pentru toate nivelurile p₁₂ = 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:

SALĂ DE SPORT

Corp C3 Colegiul Național de Informatică

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

Categorია 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

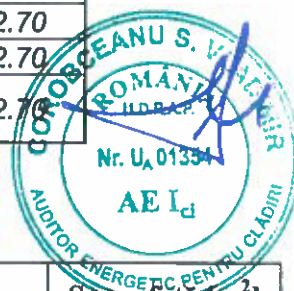
Nr. De încăperi și suprafețe utile :

| Nivel | Existent | | Suprafata utila | Inaltime utila |
|----------------------|-----------|------------------------|-----------------|----------------|
| | Indicativ | Funcțiunea | | |
| | P1 | Sala de sport | 414.68 | 7.57 |
| | P2 | Vestibul | 5.80 | 2.70 |
| | P3 | Grup sanitar baieti | 3.08 | 2.70 |
| | P4 | Hol | 6.56 | 2.70 |
| | P5 | Vestiar baieti | 19.63 | 2.70 |
| | P6 | Dusuri | 5.55 | 2.70 |
| | P7 | Dep. mat. didactic | 13.33 | 2.70 |
| | P8 | Hol | 6.56 | 2.70 |
| | P9 | Grup sanitar fete | 3.08 | 2.70 |
| | P10 | Vestiar fete | 19.63 | 2.70 |
| | P11 | Dusuri | 5.55 | 2.70 |
| | P12 | Cancelarie | 10.36 | 2.70 |
| | P13 | Grup sanitar profesori | 2.29 | 2.70 |
| Total A _u | | | 516.10 | |

Volumul încălzit al clădirii : 3489,06 m³

Caracteristici geometrice și termotehnice ale anvelopei :

| Tip element de construcție | Alcătuire | Suprafața [m ²] |
|---|---|-----------------------------|
| Pereți Ext NV | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 146.39 |
| Pereți Ext SE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 156.54 |
| Pereți Ext NE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Pereți Ext SV | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | PVC | 69.35 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | PVC | 59.2 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | PVC | 0 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | PVC | 0 |
| Placa pe sol | Placă de beton armat | 535,86 |
| Planșeu terasă | Planșeu din beton armat | 535,86 |
| Total suprafață anvelopă [m²] A₀ | | 1744,54 |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | | 3489,06 |
| A ₀ /V: | | 0,5 |
| S _{inc} [m ²] | | 516,1 |
| S _{utila} [m ²] | | 516,1 |



| Element | A[m ²] | R' | τ | $\frac{A \cdot \tau}{R'}$ |
|---|--------------------|------|-------|---------------------------|
| Pereți Ext NV | 146.39 | 0.74 | 1 | 196.68 |
| Pereți Ext SE | 156.54 | 0.75 | 1 | 209.32 |
| Pereți Ext NE | 120.67 | 0.80 | 1 | 150.04 |
| Pereți Ext SV | 120.67 | 0.82 | 1 | 147.20 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 69.35 | 0.50 | 1 | 138.70 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | 0.50 | 1 | 118.40 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | 0.50 | 1 | 0.00 |
| Placa pe sol | 535.86 | 1.14 | 0.444 | 208.84 |
| Planșeu sub pod | 535.86 | 0.29 | 0.861 | 1580.43 |
| Total Anvelopa | 1744,54 | | | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | | | |
| $\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}$ | | | | 2749,60 |
| $R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot \tau}{R'}}$ | | | | 0,634 |
| n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h⁻¹] | | | | 0,7 |
| G₁ (conform C107/2- 2005) [W/m³·K] | | | | 1,02 |
| G_{1ref} + ventilare [W/m³·K] | | | | 0,553 |
| G₁ = 1,02 > G_{1ref} = 0,553 [W/m³·K] | | | | 1,85 |

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 otel 22K**
- **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:

diametru 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 (mm) | serpentină | | | |
| 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.:** 4 acm/8 ar

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

Lavoare- 4; Vase WC- 4, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabina de duș- 0

- **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**

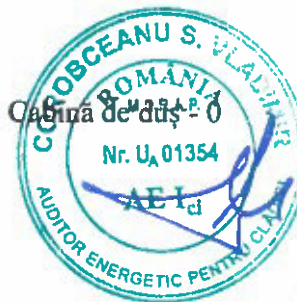
Nu există.

- 5. **Date privind instalația de ventilare**

Nu există.

- 6. **Date privind instalația electrică**

Puterea instalată pentru iluminat este de aproximativ 3,09 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 1,70 m²K/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 m²K/W, prevăzută de Ordinul 2513/2010.

Soluția 3 – Creșterea gradului de protecție termică a plăcii pe sol peste valoarea minimă de 2,60 m²K/W, prevăzută de norme (Ordinul 2513/2010) și refacerea pardoselii.

Soluția 4 – Tâmplărie – Inlocuirea tâmplăriei exterioare necorespunzătoare cu tâmplărie din PVC sau Aluminiu 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 COROBCEANU



2.1.PREZENTARE GENERALĂ

Obiectivul analizat este **Corpul C3 al Colegiului Național de Informatică**. Clădirea are regim de înălțime **P** și este amplasată în Municipiul Piatra Neamț, județul Neamț.

Clădirea are regim de înălțime: **Existent: P**

Propus: **P**

Clădirea are în situația existentă dimensiunile maxime în plan 34,65 x 19,75 m

Înălțimea maximă este $h = 10,52$ m, Aria construită $A_C = 590,89$ m² și aria desfășurată $A_D = 590,89$ m².

2.1.1 Informații generale

| | |
|-----------------------------------|---|
| Clădirea: | SCOALĂ, |
| Adresa: | Municipiul Piatra Neamț, Mihai Viteazu, nr.12, județul Neamț |
| Proprietar: | UAT Municipiul Piatra Neamț, Județul Patra Neamț |
| Destinația principală a clădirii: | Școală |
| Tipul clădirii: | Individuală |
| Anul construcției: | 1977 |
| Proiectant: | |
| Structura constructivă: | Fundațiile sunt de tip fundații continue sub ziduri și fundații tip pahar |

2.1.2 Informații privind construcția

□ Caracteristici ale spațiului locuit/încălzit:

Existent:

Suprafața utilă [m²]: **516,1 m²**

Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: **516,1 m²**

Volumul spațiului încălzit [m³]: **3489,06 m³**

Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: **6,4 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.: 4 acm/8 ar

Numărul de obiecte sanitare pe tipuri:

Lavoare- 4; Vase WC- 4, Pisoare – 0; Spălătoare- 0; Cabina de dus - 0

Date privind instalația de climatizare

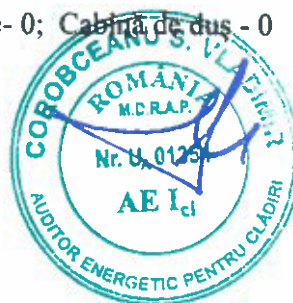
- Nu există.

Date privind instalația de ventilare

- Nu există.

Date privind instalația electrică

- **Puterea instalată pentru iluminat este de aproximativ 3,09 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. Montarea unui strat de izolație termică suplimentară 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 Aluminiu cu rupere de punte termică acolo unde este cazul.

Pentru a realiza eliminarea vaporilor de apă, realizați 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 triplă. Sursele 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 zidarie caramida cu goluri 29 cm | 146.39 |
| Pereți Ext SE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 156.54 |
| Pereți Ext NE | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Pereți Ext SV | Pereți zidarie caramida cu goluri 29 cm | 120.67 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | PVC | 69.35 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | PVC | 59.2 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | PVC | 0 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | PVC | 0 |
| Placa pe sol | Placă de beton armat | 535,86 |
| Planșeu terasă | Planșeu din beton armat | 535,86 |
| Total suprafață anvelopă [m²] A₀ | | 1744,54 |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | | 3489,06 |
| A₀ /V: | | 0,5 |
| S_{inc}[m²] | | 516,1 |
| S_{utila}[m²] | | 516,1 |

Verificarea gradului de protecție termică se realizează conform C 107/2 -2005 și Mc001-2006, modificate cu Ordinul 2513/2010 cu relația:

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

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



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

- Pereți exteriori – zidărie de cărămidă cu goluri + 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 | 3,350 |
| Zidărie cărămidă GV | 0,29 | 0,47 | |
| Tencuială exterioară | 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 | 3,513 |
| Beton | 0,1 | 1,74 | |
| Polistiren extrudat | 0,08 | 0,035 | |
| 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 | 6,137 |
| Placă de beton armat | 0,2 | 1,74 | |
| Vata minerala | 0,25 | 0,044 | |

- 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 | 69.35 | | 0,77 | |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | | 0,77 | |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | | 0,77 | |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | | 0,77 | |
| Total | 128,55 | | | |
| | 128,55 | | | |

Pentru reducerea pierderilor de căldură rata ventilării 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 29 cm | 1.89 |
| Pereți exteriori opaci SE 29 cm | 2.17 |
| Pereți exteriori opaci NE 29 cm | 2.86 |
| Pereți exteriori opaci SV 29 cm | 2.86 |
| Placă pe sol | 3,09 |
| Plașeu sub pod neîncălzit | 5,43 |



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

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

| Element | A[m ²] | R' | τ | $\frac{A \cdot \tau}{R'}$ |
|---|--------------------|------|--------|---------------------------|
| Pereți Ext NV | 146.39 | 1.89 | 1.000 | 77.63 |
| Pereți Ext SE | 156.54 | 2.17 | 1.000 | 72.29 |
| Pereți Ext NE | 120.67 | 2.86 | 1.000 | 42.18 |
| Pereți Ext SV | 120.67 | 2.86 | 1.000 | 42.18 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 69.35 | 0.77 | 1.000 | 90.06 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | 0.77 | 1.000 | 76.88 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | 0.77 | 1.000 | 0.00 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | 0.77 | 1.000 | 0.00 |
| Placa pe sol | 535.86 | 3.09 | 0.444 | 77.05 |
| Planșeu sub pod | 535.86 | 5.43 | 0.861 | 84.96 |
| Total Anvelopa | 1744,54 | | | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | | | |

| | |
|--|--------|
| $\sum \frac{A \cdot r}{R}$ | 563,22 |
| $R_{med} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A \cdot r}{R}}$ | 3,097 |
| n- clădire cu dublă expunere și tâmplărie etanșă [h ⁻¹] | 0,7 |
| G ₁ (conform C107/2- 2005) [W/m ³ ·K] | 0,399 |
| G _{1ref} + ventilare [W/m ³ ·K] | 0,748 |
| G ₁ = 0,399 < G _{1ref} = 0,748 [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 (I.9.1.1.1), temperatura predominantă pentru clădiri este:

$$\theta_i = 18,00 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Volumul și suprafața spațiului încălzit este în cazul clădirii auditate:

$$V_{inc} = 3489,06 \text{ [m}^3\text{]} \quad \text{- volumul încălzit}$$

$$A_{inc} = 516,1 \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{- aria spațiului încălzit}$$



2.3.5.3.2. Temperatura interioară a spațiilor neîncălzite

Conform metodologiei Mc001-PI (I.9.1.1.1), temperatura exterioară a spațiilor neîncălzite de tip subsol și casa scârilor, 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 scârilor este mai mică de 4^o C, întregii clădiri se aplică calculul monozonal. În acest caz,

$\theta_i - \theta_{ucs} = 1,8 \text{ [}^\circ\text{C]}$ 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

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

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:

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

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

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

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

| Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin ventilare H_V [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură al clădirii, prin transmisie H_T [W/K] | Coeficient de cuplaj termic prin anvelopă L [W/K] | Coeficient de pierderi termice prin anvelopa clădirii spre spații neîncălzite H_U [W/K] | Coeficientul de pierderi de căldură H [W/K] |
|---|--|---|---|--|
| 818,18 | 673,23 | 673,23 | 0 | 1491,41 |

de unde:

$$Q_L = 114440 \text{ [kWh/an]}$$

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

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

$$Q_i = 21264,97 \text{ [kWh]}$$

- Q_s - aporturi solare prin elementele vitrate,

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

$$Q_s = 17597,18 \text{ [kWh]}$$

$$Q_g = 38862,15 \text{ [kWh]}$$

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:

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

$$\gamma = 0,33$$

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);

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

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

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

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

• 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;

$$C = 1739,26 \text{ [MJ/K]}$$

$\tau = 323,93$ [h] - constantă de timp care caracterizează inerția termică interioară a spațiului încălzit

$$a = 5,42$$

$$\eta_1 = 0,99 \text{ factorul de utilizare a aporturilor de căldură}$$



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

$$\theta_{cd} = 13,32 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Durata sezonului real de încălzire este de 225 de zile.

2.3.5.10 Programul de funcționare și regimul de furnizare a agentului termic

Clădirea are un program de funcționare discontinuă, clasă de inerție mare, având regim de furnizare a agentului termic discontinuu.

În continuare calculul real al pierderilor de căldură se va efectua prin luarea în considerare a celor două tipuri de perioade de încălzire și anume :

- încălzire pe timp de zi - $\theta_{id} = 18 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 - 136 de zile – 1629 h de încălzire
- încălzire pe timp de noapte, în zilele de sfârșit de săptămână și vacanțe - $\theta_{id} = 15 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 - 225 de zile – 3771 h de încălzire
 - Sfârșit de săptămână + vacanțe – 89 de zile – 2143 h de încălzire
 - Total – 5400 h de încălzire

2.3.5.11 Calculul pierderilor de căldură reale ale clădirii

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

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

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|-----------------|---|---|
| | | $\theta_{id} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ | $\theta_{id} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Pierderilor de căldură reale ale clădirii, Q_L [kWh] | 61326,45 | 34306,55 | 27019,9 |
| Temperatura exterioară medie pe perioada de încălzire, $\theta_{e,med}$ [°C] | 3,87 | 3,87 | 3,87 |

2.3.5.12 Calculul preliminar ($\theta_{e0}=12 \text{ [}^\circ\text{C]}$) al aporturilor de căldură ale clădirii Q_g

$$Q_g = Q_i + Q_s$$

| Denumire parametru calculat | Valoare totală | Valoare calculată pe tipul duratei de încălzire | |
|--|----------------|---|---|
| | | $\theta_{id} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ | $\theta_{id} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Aporturilor reale de căldură ale clădirii, Q_g [kWh] | 22733,4 | 11366,70 | 11366,70 |
| Degajări de căldură interne, Q_i [kWh]- | 12439,48 | 6219,74 | 6219,74 |
| Aporturi solare prin elementele vitrate, Q_s [kWh] | 10293,92 | 5147 | 5147 |

2.3.5.13 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 :

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

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:

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

$$\gamma = 0,37$$

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

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



$$\eta = 0,99$$

Asfel, necesarul de energie pentru încălzirea clădirii este:

$$Q_h = 38658,66 \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

2.3.5.14 Consumul de energie pentru încălzire, Q_{fh}

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

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

$$Q_{th} = 11319,51 [kWh/an]$$

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

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

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

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

Cu aceste date se obține:

$$Q_{fh} = 47249,48 [kWh/an]$$

5.3.5.15 Consumul specific de energie pentru încălzire

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

$$q_{inc} = 91,55 [kWh / m^2 an]$$

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:

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

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)

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

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

S_u este suprafața utilă $[m^2]$

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

$$N_u = 60 [persoane]$$

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

Durata în zile de furnizare de apă caldă: 365

$$V_{ac} = 100,8 \left[m^3 / an \right]$$

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



$$V_{ac} = 100,8 \quad \left[m^3/an \right]$$

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

$$V_{ac} + V_{ac,c} = 133,05 \quad \left[m^3/an \right]$$

$$V_{pierderi} = V_{ac,c} = 32,25 \quad \left[m^3/an \right]$$

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

$$L_i = 81,27 \quad [m]$$

A_n – suprafața pardoselii spațiului deservit

$$A_n = 535,86 \quad [m^2]$$

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

θ_{amb} – temperatura aerului ambiant din zona de amplasare a conductei

t_{ac} – durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea

z – timpul efectiv de furnizare a apei calde

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

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

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

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

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

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

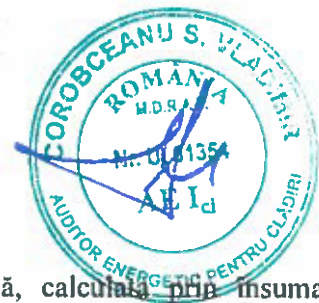
$$Q_p = 7476,08 \quad \left[kWh/an \right]$$

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:

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

în care :



| | | |
|----------|--|----------------------|
| t_{ac} | temperatura medie a apei calde consumate | [°C] |
| t_r | temperatura medie a apei reci (anuală) | [°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 · K] |

$$Q_{acm} = 12831,005 \quad [kWh/an]$$

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 [m²]

i_{loc} este indicele de ocupare [persoane/m²]

$$N_u = 60 \quad [persoane]$$

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

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 [m³/an]

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

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

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

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

2.3.6.6.1 Energia hidraulică necesară instalației

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

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

în care:

P_{hydr} – puterea hidraulică a pompei [kW]

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]

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

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

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

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:



$W_{ac,d,pompa}$ – energia electrică necesară acționării pompei $[kWh/an]$;
 $W_{ac,d,hydr}$ – energia hidraulică necesară în sistem $[kWh/an]$
 $e_{ac,hydr}$ – (coeficientul de performanță) randamentul pompei.
 $e_{ac,hydr} = 1,026$

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

2.3.6.7 Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă:

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

$$Q_{ac} = 14324,78 \quad [kWh/an]$$

Consumul mediu specific normalizat de căldură pentru apă caldă

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

$$i_{acm} = 27,75 \quad [kWh/m^2 \cdot an]$$

2.3.6.8 Eficiența energetică a instalațiilor de livrare a apei calde :

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

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

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

2.3.7.1 Consumul de energie:

$$W_{ilum} = \frac{t_u \sum P_n}{1000} \quad [kWh/an]$$

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

Unde:

P_n - puterea instalată

$$P_n = 2800 [W]$$

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

In care:

t_D - timpul de utilizare al 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.

$$F_D = 1$$

F_O - factorul de dependență de durata de utilizare

$$F_O = 1$$

Se obtine:

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

iar:

$$W_{ilum} = 5600 \quad [kWh/an]$$

2.3.7.2 Eficiența energetică este:

$$q_{ilum} = \frac{W_{ilum}}{S_u} \quad [kWh/m^2 \cdot an]$$



$$q_{itum} = 10,85 \quad \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot an} \right]$$

2.3.8 Energia primară și emisiile de CO₂

2.3.8.1 Energia primară

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

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

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

$$E_p = 83513,61 \quad \left[\frac{kWh}{an} \right]$$

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

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

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

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

$$E_{CO_2} = 10709,12 \quad \left[\frac{Kg}{an} \right]$$

2.3.8.3 Indicele de emisie echivalent CO₂

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

$$i_{CO_2} = 20,75 \quad \left[\frac{KgCO_2}{m^2an} \right]$$

Auditor energetic pentru clădiri gradul I-
Conf.dr.ing. Vasile Corobceanu



II.4. RAPORT DE AUDIT ENERGETIC

II.4.1 Informații generale

Clădirea: **CORP C3**
 Adresa: **Municipiul Piatra Neamț, strada Mihai Viteazul, nr. 12, județul Neamț**
 Beneficiar: **UAT MUNICIPIUL PIATRA NEAMȚ**
 Destinația principală a clădirii: **Școală**
 Tipul clădirii: **Individuală**
 Anul construcției: **1977**
 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]: **516,1**
 Suprafața pardoselii spațiului încălzit [m²]: **516,1**
 Volumul spațiului încălzit [m³]: **3489,06**
 Înălțimea medie liberă a unui nivel [m]: **6,4 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 | Zidărie de cărămidă cu goluri 29 cm | 146,39 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,56 |
| | | | Zidărie cărămidă GV | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| | | | Vată minerală | 0,10 | |
| | | | Tencuială armată | 0,005 | |
| Pereți Ext SE | Zidărie de cărămidă cu goluri 29 cm | 156,54 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,65 |
| | | | Zidărie cărămidă GV | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| | | | Vată minerală | 0,10 | |
| | | | Tencuială armată | 0,005 | |
| Pereți Ext. NE | Zidărie de cărămidă cu goluri 29 cm | 120,67 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,85 |
| | | | Zidărie cărămidă GV | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| | | | Vată minerală | 0,10 | |
| | | | Tencuială armată | 0,005 | |
| Pereți Ext SV | Zidărie de cărămidă cu goluri 29 cm | 120,67 | Tencuială interioară | 0,03 | 0,85 |
| | | | Zidărie cărămidă GV | 0,29 | |
| | | | Tencuială exterioară | 0,03 | |
| | | | Vată minerală | 0,10 | |
| | | | Tencuială armată | 0,005 | |
| TOTAL | | 544,27 | | | |

- 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 – zidărie de cărămidă cu goluri + 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 | 3,350 |
| Zidărie cărămidă GV | 0,29 | 0,47 | |
| 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 | 3,513 |
| Beton | 0,1 | 1,74 | |
| Polistiren extrudat | 0,08 | 0,035 | |
| 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 | 6,137 |
| Beton armat | 0,20 | 1,74 | |
| Vata minerala | 0,25 | 0,04 | |

- 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] |
| FE+UE NV | 69.35 | | 0,77 | |
| FE+UE SE | 59.2 | | 0,77 | |
| FE+UE NE | 0 | | 0,77 | |
| FE+UE SV | 0 | | 0,77 | |
| Total | 128,55 | | | |
| | | 128,55 | | |

| Element | Rezistență termică corectată [m ² K/W] |
|---------------------------------|---|
| Pereți exteriori opaci NV 29 cm | 1.89 |
| Pereți exteriori opaci SE 29 cm | 2.17 |
| Pereți exteriori opaci NE 29 cm | 2.86 |
| Pereți exteriori opaci SV 29 cm | 2.86 |
| Placă pe sol | 3.09 |
| Planșeu sub pod neîncălzit | 5.43 |



| Element | A | R' |
|---|-------------------|--------------------------------|
| | [m ²] | [m ² ·K/W] |
| 1 | 2 | 3 |
| Pereți exteriori opaci NV 24 cm | 146.39 | 1.89 |
| Pereți exteriori opaci SE 24 cm | 156.54 | 2.17 |
| Pereți exteriori opaci NE 24 cm | 120.67 | 2.86 |
| Pereți exteriori opaci SV 24 cm | 120.67 | 2.86 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NV | 69.35 | 0.77 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SE | 59.2 | 0.77 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) NE | 0 | 0.77 |
| Tâmplărie ext (FE+UE) SV | 0 | 0.77 |
| Placă pe sol | 535.86 | 3.09 |
| Planșeu terasa | 535.86 | 5.43 |
| Total Anvelopă [m²] | 1744,54 | |
| Volumul încălzit al clădirii V [m³] | 3489,06 | R'_{med} = 2,49 |

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 plăcii pe sol cu polistiren extrudat 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: 140 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

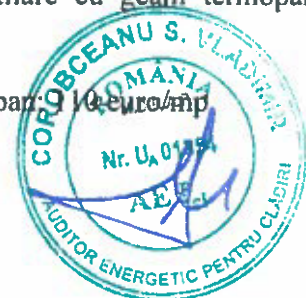
C_E – costul anual al energiei consumate, la nivelul anului de referință.

F – rata anuală de creștere a costului căldurii, f = 0,5;

i – rata anuală de depreciere a monedei euro, i = 0,1

$$X = 20,45$$

ΔVNA (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:

$$C_T = (34 \cdot A_{iz} + 35 \cdot V_{iz}) = 34 \cdot 57,12 + 35 \cdot 54,42 = 3847 \quad (\text{€})$$

- izolații planșeu superior șarpantă cu 25 cm vata minerala:

$$C_T = (22 \cdot A_{iz} + 85 \cdot V_{iz}) = 85 \cdot 134 = 11390 \quad (\text{€})$$

- izolații placa pe sol cu 8 cm polistiren extrudat:

$$C_T = (22 \cdot A_{iz} + 200 \cdot V_{iz}) = 200 \cdot 42,86 = 8575 \quad (\text{€})$$

- înlocuire tâmplărie cu PVC sau lemn stratificat cu clapetă cu geam termoizolant:

$$C_T = (120 \cdot A_{iz}) = 120 \cdot 128,55 = 15430(\text{€})$$

- clapetă de ventilare:

$$C_T = (30 \cdot A_{iz}) = 30 \cdot 128,55 = 3857(\text{€})$$

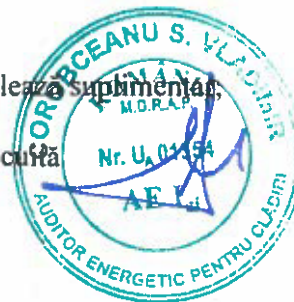
unde:

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 C3

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 C3

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 | 540.595 | 12.002 | 27.756 | 324244.477 | 111.902 |
| Clădire de referință | 110.909 | 12.002 | 27.756 | 80307.259 | 23.816 |
| Clădire ameliorată | 91.551 | 10.851 | 27.756 | 83411.695 | 20.744 |
| Economie de energie | | | | | |
| [kWh/m ² an] | 449.044 | 1.151 | 0.000 | 243937.218 | 88.086 |
| Procentual | 83.065 | 9.590 | 0.000 | 74.275 | 81.463 |

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:

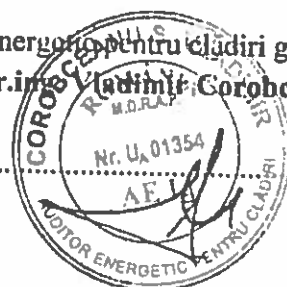
- În timpul sezonului de încălzire (213 zile) energia termică produsă de pompe se va utiliza pentru încălzirea clădirilor, cu o funcționare de 8 h/ zi;
- În afara sezonului de încălzire (152 zile) energia termică produsă de pompe se va utiliza pentru producerea apei calde de consum, cu o funcționare 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 termoenergetic, se recomandă ca variantă de modernizare finală, **varianta 2**.

Auditor energiei pentru clădiri gradul I-
Conf.dr.ing. **Vladimir Corobceanu**



| 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 | 540.595 | 12.002 | 27.756 | 324244.477 | 111.902 |
| Clădire de referință | 110.909 | 12.002 | 27.756 | 80307.259 | 23.816 |
| Clădire ameliorată | 91.551 | 10.850 | 27.756 | 83513.615 | 20.750 |
| Economie de energie | | | | | |
| [kWh/m ² an] | 449.044 | 1.152 | 0.000 | 243937.218 | 88.086 |
| Procentual | 83.065 | 9.595 | 0.000 | 74.244 | 81.457 |

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 | 300178,722 | 113281,56 | 102240 | 27360 | = (102240+27360) / 905411,352 * 100 = 14,31 % |
| Corp 3 | 83513,615 | 14324,78 | | | |
| Corp 4 | 277849,694 | 39796,50 | | | |
| Corp 5 | 94673,786 | 23502,83 | | | |
| Corp 6 | 149195,541 | 32048,95 | | | |
| Total | 905411,352 | 222954,62 | | | |

În urma analizei celor două soluții de modernizare din punct de vedere tehnico-energetic, s-a comandă ca variantă de modernizare finală, **varianta 2**.

Auditor energetic pentru clădiri la gradul I-
Conf.dr.ing. **Vladimir Corobceanu**



ANEXE

**1. PLAN PARTER EXISTENT, SECTIUNE TRANSVERSALĂ
EXISTENTĂ**

2. 2. SOLUȚII TEHNICE DE PRINCIPIU + DETALII

(conform SC007/2013)



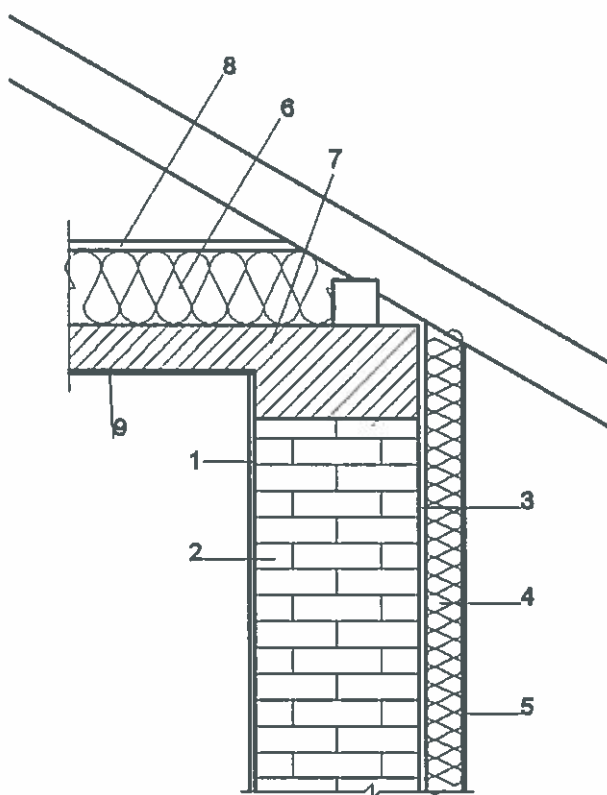
ANEXE

**1. PLAN PARTER EXISTENT, SECȚIUNE TRANSVERSALĂ
EXISTENTĂ, PLAN PARTER PROPUȘ, PLAN SECȚIUNE
TRANSVERSALĂ PROPUȘĂ**

2. 2. SOLUȚII TEHNICE DE PRINCIPIU – DETALII
(conform SC007/2013)

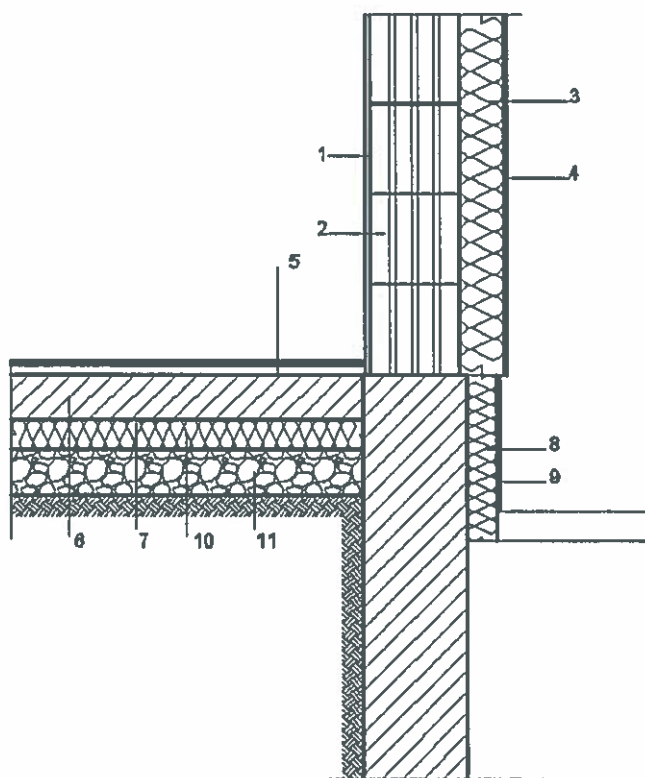


Detalii zidărie



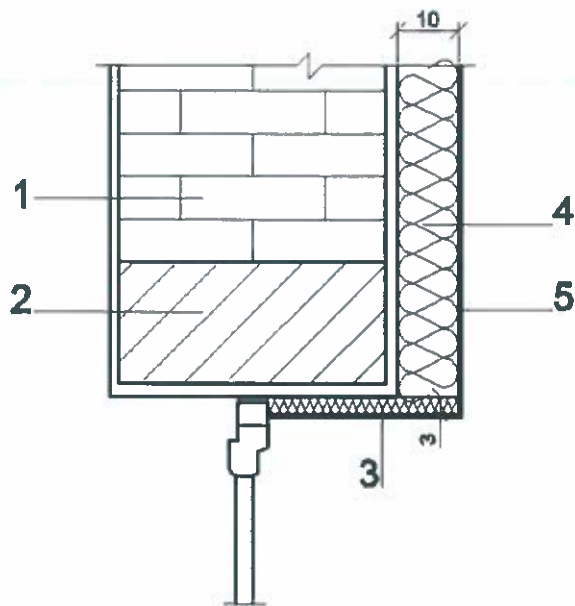
Detaliu de streășină

- 1- Tencuială interioară
- 2- Zidărie
- 3- Tencuială exterioară
- 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

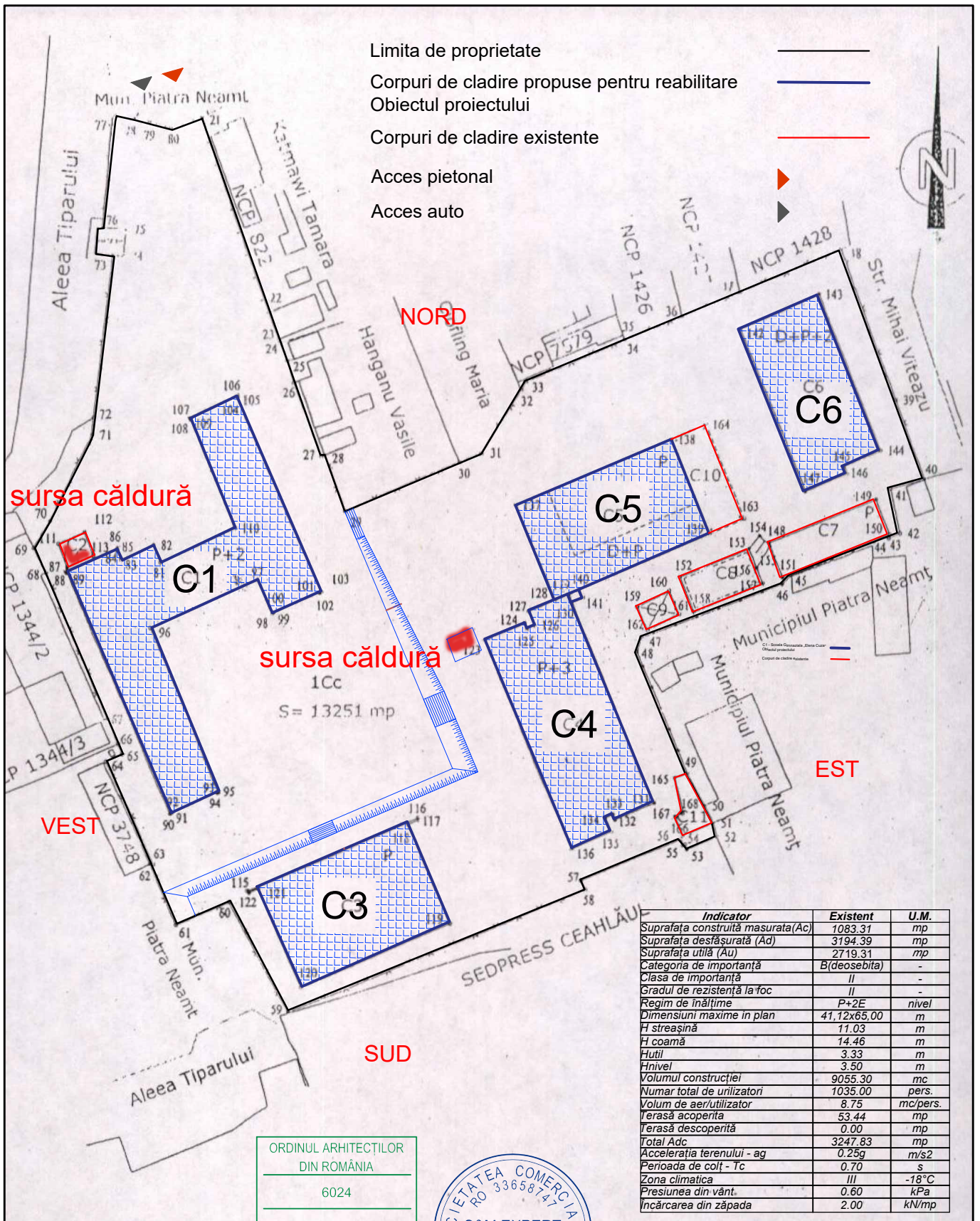
- 1- Tencuială interioară
- 2- Zidărie
- 3- Izolație termică perete – VM
- 4- Tencuială minerală armată
- 5- Strat de uzură planșeu peste demisol
- 6- Planșeu b.a.
- 7- Tencuială tavan demisol
- 8- Izolație perete demisol – polistiren extrudat
- 9- Tencuială minerală soclu
- 10- Izolație placă pe sol – polistiren extrudat
- 11- Strat de balast



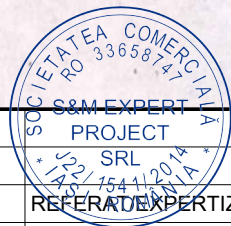
Detaliu contur tâmplărie

- 1- Zidărie
- 2- Buiandrug
- 3- Izolație termică racordată pe contur (VM sau pol. extrudat)
- 4- Izolație termică perete – VM
- 5- Tencuială minerală armată





ORDINUL ARHITECTILOR
DIN ROMÂNIA
6024
Radu Mihai
PANDURU



| | | | | | |
|--|---|-----------|--|---|--------------------|
| EXPERT | | | | | |
| VERIFICATOR | | | | | |
| SPECIFICATIE | NUME | SEMNATURA | CERINTA | REFERINTE | EXPERTIZA NR./Data |
| <p>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</p> | 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 | PLANSĂ A02 | |
| 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 C3

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) |
|--------------|--------------------------------|--|--|---|--|------------------|
| C3 | 516,100 | 111,902 | 20,750 | 57,753 | 10,709 | 47,047 |
| TOTAL | 516,100 | 111,902 | 20,750 | 57,753 | 10,709 | 47,044 |

R2 Consum anual de energie primara (kWh/an)

| | Valoare la inceputul implementarii (kWh/an) | Valoare la finalul implementarii (kWh/an) | Diferenta (CO32) |
|--------------|---|---|--------------------|
| C3 | 324.244,477 | 83.411,696 | 240.832,781 |
| TOTAL | 324.244,477 | 83.411,696 | 240.832,781 |

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 |
|--------------|--------------------------------|--|--|--|--|---------------|
| C3 | 516,100 | 580,353 | 130,157 | 25,759 | 5,777 | 19,982 |
| TOTAL | 516,100 | 580,353 | 130,157 | 25,759 | 5,777 | 19,982 |

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 |
|--------------|--|--|----------------|
| C3 | 580,353 | 130,157 | 450,196 |
| TOTAL | 580,353 | 130,157 | 450,196 |

R5 din care pentru incalzire/racire

| | Valoare la inceputul implementarii (kWh/mp an) | Valoare la finalul implementarii (kWh/mp an) | Diferenta |
|--------------|--|--|----------------|
| C3 | 540,595 | 91,551 | 449,044 |
| TOTAL | 540,595 | 91,551 | 449,044 |

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 |
|----|---|---|-------------|
| C3 | 0,000 | 11.220,864 | -11.220,864 |

R7 din care pentru incalzire/racire

| | Valoare la inceputul implementarii (kWh/an) | Valoare la finalul implementarii (kWh/an) |
|----|---|---|
| C3 | 0 | 9.462,991 |

R8 din care pentru acc

| | Valoare la inceputul implementarii (kWh/an) | Valoare la finalul implementarii (kWh/an) |
|----|---|---|
| C3 | 0 | 1.757,873 |

R9 din care pentru iluminat

| | Valoare la inceputul implementarii (kWh/an) | Valoare la finalul implementarii (kWh/an) |
|----|---|---|
| C3 | 0 | 0,000 |

Întocmit,
S.C. EXPERT PROJECT TEAM S.R.L.
Iași
Arh. Radu-Mihai Panduru
2021
Conf. Dr. Ing. Corobceanu Vladimir

