

CUPRINS

I. PIESE SCRISE

OBIECTUL ȘI SCOPUL LUCRĂRII

1. INFORMAȚII GENERALE PRIVIND IMOBILUL

- 1.1. Elemente de alcătuire arhitecturală și izolare termică
- 1.2. Elemente de alcătuire a structurii de rezistență
- 1.3. Instalația de încălzire și de preparare a apei calde menajere
- 1.4. Instalația de iluminat

2. EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A IMOBILULUI

- 2.1. Determinarea rezistențelor termice corectate ale elementelor de construcție din componența clădirii
 - A. Caracteristici geometrice
 - B. Caracteristicile termotehnice ale materialelor de construcție
 - C. Rezistențe termice unidirecționale și ariile aferente
 - D. Număr de schimburi de aer cu exteriorul
- 2.2. Determinarea consumului anual de căldură pentru încălzire
- 2.3. Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde menajere
- 2.4. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru iluminat
- 2.5. Determinarea cantităților anuale de energie primară și de CO₂ emis

3. ELABORAREA CERTIFICATULUI DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII

- 3.1. Penalizări acordate clădirii reale și notarea energetică
- 3.2. Determinarea caracteristicilor clădirii de referință și notarea energetică

4. MĂSURI RECOMANDATE DE CREȘTERE A PERFORMANȚEI ENERGETICE A IMOBILULUI

- 4.1. Soluții de reabilitare pentru pereții exteriori
- 4.2. Soluții de reabilitare pentru terasă
- 4.3. Soluții de reabilitare pentru tâmplăria exterioară
- 4.4. Soluții de modernizare a instalațiilor de încălzire și a.c.m.

5. ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE A LUCRĂRILOR DE INTERVENȚIE

- 5.1. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii ca urmare a lucrărilor de intervenție
 - a. Caracteristici geometrice - arii
 - b. Caracteristici termotehnice ale materialelor de construcție
 - c. Rezistențe termice unidirecționale și corectate înainte și după reabilitare
 - d. Rezistențe termice medii pe clădire după reabilitare
- 5.2. Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii
- 5.3. Analiza economică a lucrărilor de intervenție

6. CONCLUZIILE AUDITORULUI

7. MĂSURI RECOMANDATE ÎN SARCINA PROPRIETARILOR

- Anexa 1: Fișa de analiză energetică a clădirii*
Anexa 2: Copia atestatului auditorului energetic
Anexa 3: CERTIFICATUL DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ

OBIECTUL ȘI SCOPUL LUCRĂRII

În lucrarea de față este prezentat raportul de analiză energetică pentru imobilul aferent salii de sport al școlii Sf. Maria având un grad de înaltă Parter aflat din localitatea București, alea Istru nr 6, sector 6, efectuat pe baza datelor și observațiilor relevate asupra clădirii și instalațiilor aferente acesteia.

După prezentarea generală a clădirii expertizate, s-a completat fișa de analiză energetică aferentă construcției și instalațiilor de încălzire, apă caldă menajeră și iluminat.

În final, s-a întocmit raportul de audit energetic, precedat de notele de calcul care au servit la stabilirea valorilor menționate în raport.

Rezultatele obținute pe baza expertizei termo-energetice a clădirii și instalațiilor aferente acesteia servesc la certificarea energetică a clădirii precum și la identificarea soluțiilor tehnice optime de reabilitare/modernizare a elementelor de construcție/sistemului de instalații pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție-instalație privind utilizarea energiei termice și electrice.

Întocmirea raportului de audit energetic al clădirii s-a efectuat în conformitate cu prevederile Metodologiei de calcul Mc001/2006. Lista completă a documentelor utilizate la elaborarea studiilor de audit energetic este prezentată în continuare:

| | |
|------------|---|
| * * * | Legea nr. 372 din 13/12/2005 privind performanța energetică a clădirilor. |
| * * * | Ordinul nr 2641/2017 privind modificarea și completarea reglementării tehnice “Metodologie de calcul a performanței energetice a clădirilor”, aprobată prin Ordinul ministrului transportului, construcțiilor și turismului nr 157/2007 |
| * * * | H.G. 28/2008 privind aprobarea conținutului-cadru al documentației tehnico-economice aferente investițiilor publice, precum și a structurii și metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții, inclusiv Ordinul MDLPL nr.863/2008 pentru aprobarea „Instrucțiunilor de aplicare a unor prevederi din H.G. 28 din 2008”. |
| * * * | Ordonanță de urgență nr. 18 din 04/03/2009 privind creșterea performanței energetice a blocurilor de locuințe. |
| * * * | Legea 325/2002 pentru aprobarea O.G. 29/2000 privind reabilitarea termică a fondului construit existent și stimularea economisirii energiei termice. |
| * * * | Legea 50 din 1991, privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, cu modificările și completările ulterioare. |
| * * * | Ordonanța nr. 22 din 20/08/2008 privind eficiența energetică și promovarea utilizării la consumatorii finali a surselor regenerabile de energie. |
| * * * | Metodologie din 01/09/2008 privind elaborarea devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții. |
| * * * | Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții. |
| * * * | HG 349-93 privind contorizarea apei și a energiei termice la consumatorii urbani, instituții și agenți economici. |
| Mc001-2006 | Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor. |
| NP 008-97 | Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfășurate în regim de iarnă-vară. |
| NP 060-02 | Normativ privind stabilirea performanțelor termo-higro-energetice ale anvelopei clădirilor de locuit existente în vederea reabilitărilor termice. |

| | |
|---------------|---|
| NP 057-02 | Normativ privind proiectarea clădirilor de locuințe. |
| MP 022-02 | Metodologie pentru evaluarea performanțelor termotehnice ale materialelor și produselor pentru construcții. |
| MP013-2001 | Metodologie privind stabilirea ordinii de prioritate a măsurilor de reabilitare termică a clădirilor și instalațiilor aferente. Program cadru al programului național anual de reabilitare și modernizare termică a clădirilor și instalațiilor aferente. |
| SC 006-2001 | Soluții cadru pentru reabilitarea și modernizarea instalațiilor de încălzire din clădiri de locuit. |
| GT 036-02 | Ghid pentru efectuarea expertizei termice și energetice a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde menajerăaferente acestora. |
| GT 032-01 | Ghid privind proceduri de efectuare a măsurărilor necesare analizării termoeenergetice a construcțiilor și instalațiilor aferente. |
| GT 040-02 | Ghid de evaluare a gradului de izolare termică al elementelor de construcție la clădiri existente în vederea reabilitării termice. |
| GT 041-02 | Ghid privind reabilitarea finisajelor pereților și pardoselilor clădirilor civile. |
| GT 043-02 | Ghid privind îmbunătățirea calităților termoizolatoare ale ferestrelor la clădirile civile existente. |
| SC 007-2002 | Soluții cadru pentru reabilitarea termo-higro-energetică a anvelopei clădirilor de locuit existente. |
| C107/0-2002 | Normativ pentru proiectarea și execuția lucrărilor de izolații termice la clădiri. |
| C 107/1-2005 | Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit. |
| 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 1907/1-97 | Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul. |
| SR 1907/2-97 | Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul. |
| STAS 4908-85 | Clădiri civile, industriale și agrozootehnice. Aree și volume convenționale. |
| STAS 11984-02 | Instalații de încălzire centrală. Suprafața echivalentă termic a corpurilor de încălzire. |
| STAS 7462/2 | Fizica construcțiilor. Higrotermica. Parametrii climatici exteriori. |
| STAS 6472/4 | Fizica construcțiilor. Termotehnica. Comportarea elementelor de construcții la difuzia vaporilor de apă. Prescripții de calcul. |
| STAS 6472/6 | Fizica construcțiilor. Proiectarea elementelor de construcții cu punți termice. |
| STAS 1478-90 | Construcții civile și industriale. Alimentarea interioară cu apă. |
| I13-02 | Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor de încălzire. |
| PCC - 016 | Procedura privind tehnologia pentru reabilitarea termică a clădirilor folosind plăci din materiale termoizolante. |
| I9-94 | Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare. |
| E – 1981 | Indicator de norme de deviz pentru lucrări de instalații de încălzire |
| I - 1981 | Indicator de norme de deviz pentru lucrări de instalații electrice |
| IZ – 1981 | Indicator de norme de deviz pentru izolații |
| P118-1999 | Normativ de siguranță la foc a construcțiilor |
| HG 363/2010 | Hotărâre privind aprobarea standardelor de cost pentru obiectivele de investiții finanțate din fonduri publice |

1. INFORMAȚII GENERALE PRIVIND IMOBILUL

1.1. Elemente de alcătuire arhitecturală și izolare termică

Clădirea expertizată este cea prezentată în figura 1, imobil aflat în proprietatea Primăriei București. Din punct de vedere al tipologiei clădirilor civile, imobilul expertizat se caracterizează prin:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| • Zona teritorială | - urbana |
| • Modul de locuire | - individual |
| • Conformarea și amplasarea pe lot | - clădire individuală |
| • Regim înălțime | - redus (Parter) |
| • Clasa de importanță | - II conform P100. |

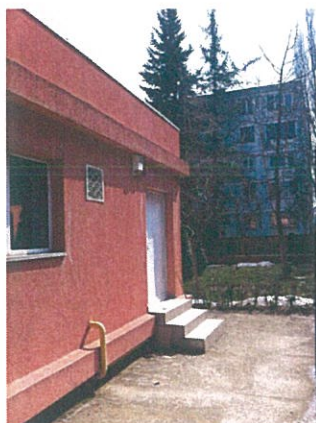


Figura 1



Construcția a fost proiectată și executată în anul 1976. Destinația principală este cea de social culturală.

Înălțimile de nivel sunt:

- | | |
|-----------|-------|
| - Parter: | 3.50m |
| - Etaje: | 3.50m |

Intrarea în imobil nu este prevăzută cu sistem automat de închidere.

Pereții exteriori ai imobilului sunt realizați din cărămidă cu goluri verticale de 30 cm. Pereții despărțitori ai încăperilor sunt realizați din cărămidă de 15cm grosime.

Construcția este prevăzută cu terasa ce nu pune probleme de hidroizolație.

Placa peste subsol este realizată beton și nu are prevăzută nici o izolație termică.

Tâmplăria ferestrelor și ușilor exterioare sunt din profile PVC tricamerale prevăzute cu geamuri termoizolante ce necesită schimbarea pentru aducerea la standardele de calitate în vigoare. Tocurile sunt poziționate la mijlocul grosimii peretilor. Finisajele exterioare existente sunt în stare bună. Clădirea nu prezintă elemente speciale de umbră a fațadelor.

1.2. Elemente de alcătuire a structurii de rezistență

Conform expertizei tehnice.

Notă: Având în vedere costul relativ ridicat al modernizării termotehnice, care majorează în final valoarea clădirii, se consideră rațional și oportun ca modernizarea energetică să se realizeze pe fondul unei structuri de rezistență cu un grad corespunzător de siguranță, astfel încât să fie respectată cerința A1 "Stabilitate și

rezistență” menționată în legea 10/1995 (Calitatea în construcții) și prevederile tuturor normativelor din domeniu, în vigoare. Este obligatoriu ca în timpul și mai ales după reabilitarea energetică, acțiunile susceptibile de a se exercita asupra imobilului să nu aibă ca efect producerea unuia din următoarele evenimente:

- prăbușirea totală sau parțială a construcției;
- producerea unor deformații și/sau vibrații de mărime inacceptabilă pentru exploatarea normală;
- avarierea elementelor nestructurale (închideri, compartimentări, finisaje) a instalațiilor și a echipamentelor ca urmare a deformațiilor excesive ale elementelor structurale;
- producerea, ca urmare a unor evenimente accidentale, a unor avarii de tip prăbușire progresivă, disproporționate în raport cu cauza care le-a produs.

1.3. Instalația de încălzire și de preparare a apei calde menajere

Instalațiile de încălzire interioare sunt caracterizate printr-o funcționare cu eficiența slabă a transferului termic.

Necesarul total de căldură rezultat din calcule este de aproximativ 250 kW calculat în condițiile nominale. Instalatie de preparare acm necesita optimizare.

1.4. Instalația de iluminat

Releveul efectuat asupra instalațiilor de iluminat din imobil a condus la înregistrarea corpurilor de iluminat. Corpurile de iluminat folosesc atât surse cu incandescență, cât și surse fluorescente. Instalația de iluminat interior are o putere instalată de aproximativ 21000 W. Se recomanda

2 . EVALUAREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A IMOBILULUI

2.1. Determinarea rezistențelor termice corectate ale elementelor de construcție din componența clădirii

A. CARACTERISTICI GEOMETRICE

Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt grupate în tabelele următoare. Au fost calculate ariile tuturor elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, acoperis, ferestre și uși exterioare, placă pe sol etc.). De asemenea, s-a calculat suprafața utilă încălzită, volumul util încălzit și volumul total al clădirii (tabel 2.1).

Clădirea va fi supusa reabilitatii si extinderii.

B. CARACTERISTICILE TERMOTEHNICE ALE MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE

Conductivitățile termice de calcul ale materialelor se determină în conformitate cu Mc001-P1, prin multiplicarea valorilor cu coeficienți de majorare care țin cont de deprecierea conductivităților în funcție de vechimea materialelor și de starea acestora (stare uscată, afectată de condens sau afectată de igrasie).

| Nr | Element | Rezistența termică |
|----|---------|--------------------|
| 1 | PE | 2.80 |
| 2 | TE | 0.55 |
| 3 | T | 3.55 |
| 4 | Pd | 3.80 |

C. REZISTENȚE TERMICE CORECTATE

În tabelul 2.1 sunt prezentate rezistențele termice corectate. Acestea țin cont de coeficientul de majorare a conductivității termice a materialelor în funcție de vechime și stare precum și de influența punților termice.

D. NUMĂR DE SCHIMBURI DE AER CU EXTERIORUL

Se consideră cazul unei clădiri cu precizările:

- tâmplăria exterioară este prevăzută cu garnituri de etanșare;
- se apreciază clasa de permeabilitate a clădirii ca fiind "ridicată"
- clădirea este adăpostită
- clădirea face parte din categoria "simpla expunere"

În conformitate cu tabelul 3.2 din MC001-P1 rezultă: $n_a = 0,5h^{-1}$.

2.2. Determinarea consumului anual de căldură pentru încălzire

Consumul anual de căldură pentru încălzirea spațiilor (încălzire continuă și ocupare permanentă a spațiilor) se determină în conformitate cu metodologia Mc001/PII.1.

În final s-au determinat valorile pe baza cărora se va clasifica din punct de vedere energetic imobilul.

Însumând toate consumurile de energie prezentate mai sus rezultă un consum total anual specific de 155.20 kW/m²an.

2.3. Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde menajere pentru imobilul auditat se determină în conformitate cu metodologia Mc001/PII.3. și se bazează pe valorile consumurilor (5l/pers,zi) și

pierderilor de apă caldă (5l/pers,zi) estimate conform anexei II.3.A.

Temperatura medie anuală a apei reci este $t_{ar}= 10^{\circ}\text{C}$. Temperatura apei calde menajere este $t_{ac}= 60^{\circ}\text{C}$.

S-au calculat valorile pe baza cărora se va clasifica din punct de vedere energetic clădirea: consumul de căldură anual total specific de $q_{acc}= 13.50 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

2.4. Determinarea consumului anual de energie electrică pentru iluminat

Pentru calcularea estimativă a consumului de energie electrică pentru iluminat se folosește metodologia MC001.

Astfel pentru sistemul de iluminat aferent imobilului rezultă un consum global anual specific de energie electrică de $7.10 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

2.5. Determinarea energiei primare și a cantității anuale de CO₂ emis

Pe baza necesarului total anual de energie termică și electrică se determină emisiile anuale de CO₂. Cantitatea de CO₂ emisă este de $56 \text{ kg/m}^2\text{an}$.

3. ELABORAREA CERTIFICATULUI DE PERFORMANȚĂ ENERGETICĂ A CLĂDIRII

3.1. Penalizări acordate clădirii reale și notarea energetică

Penalizările acordate clădirii la notarea din punct de vedere energetic sunt prezentate în tabelul de mai jos

Penalizari acordate clădirii

$p0 = p1 \cdot p2 \cdot p3 \cdot p4 \cdot p5 \cdot p6 \cdot p7 \cdot p8 \cdot p9 \cdot p10 \cdot p11 \cdot p12 = 1.569$ Salveaza

P1: Starea subsolului tehnic – pentru clădiri colective
Clădire individuală P1 = 1,00

P2: Utilizarea uii de intrare în clădire – pentru clădiri colective
Uea nu este prevăzută cu sistem automat de închidere și este lăsată frecvent deschisă în perioada de neutilizare P2 = 1,05

P3: Starea elementelor de închidere mobile din spațiile comune (casa scării) – către exterior sau către ghene de gunoi – pentru clădiri colective
Ferestre/uu în stare bună, dar neastase P3 = 1,02

P4: Starea amaturilor de închidere și reglaj de la corpurile statice – pentru clădiri dotate cu instalație de încălzire centrală cu corpuri statice
Corpurile statice nu sunt dotate cu amaturile de reglaj sau cel puțin jumătate dintre amaturile de reglaj existente nu sunt funcționale P4 = 1,05

P5: Spălarea/Curățarea instalației de încălzire interioară – pentru clădiri racordate la un punct termic centralizat sau centrala termică de cartier
Corpurile statice au fost demontate și spălate/curățate în totalitate cu mai mult de trei ani în urmă P5 = 1,05

P6: Existența amaturilor de separare și golire a coloanelor de încălzire – pentru clădiri colective dotate cu instalație de încălzire centrală
Coloanele de încălzire nu sunt prevăzute cu amaturile de separare și golire a acestora sau nu sunt funcționale P6 = 1,03

P7: Existența echipamentelor de măsură pentru decontarea consumurilor de căldură – pentru clădiri racordate la sisteme centralizate de alimentare cu căldură
Nu există nici contor general de căldură pentru încălzire, nici contor general de căldură pentru apa caldă de consum, consumurile P7 = 1,15

P8: Starea finisajelor exterioare ale peretilor exteriori – pentru clădiri cu pereți din cărămidă sau BCA
Stare bună a tencuielii exterioare P8 = 1,00

P9: Starea peretilor exteriori din punct de vedere al conținutului de umiditate al acestora
Peretii exteriori prezintă pete de condens (în sezonul rece) P9 = 1,02

P10: Starea acoperișului peste pod – pentru clădiri prevăzute cu pod nelocuibil
Acoperiș etans P10 = 1,00

P11: Starea coșului/coșurilor de evacuare a fumului – pentru clădiri dotate cu sisteme locale de încălzire/preparare a apei calde de consum cu combustibil lichid sau solid
Clădirea nu este prevăzută cu coș/coșuri de evacuare a fumului P11 = 1,00

P12: Posibilitatea asigurării necesarului de aer proaspăt la valoarea de confort
Clădire fără sistem de ventilație organizată P12 = 1,10

Nota energetică a clădirii reale care ține cont de penalizările de mai sus este 100. Clădirea se încadrează în clasa de eficiență energetică C, conform metodologiei din MC001/PIII.

3.2. Determinarea caracteristicilor clădirii de referință și notarea energetică

Clădirea de referință reprezintă o clădire virtuală având următoarele caracteristici generale:

- Aceeași formă geometrică, volum și arie totală a anvelopei ca și clădirea reală;
- Aria elementelor de construcție transparente (ferestre, luminatoare, pereți exteriori vitrați) este determinată pe baza indicațiilor din Anexa A7.3 din Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor – Partea I, în funcție de aria utilă a pardoselii incintelor ocupate (spațiu condiționat);
- Rezistențele termice corectate ale elementelor de construcție din componența anvelopei clădirii sunt caracterizate de valorile minime normate, conform Metodologie Partea I, cap 11.

| Element de construcție | Rezistența termică corectată (m ² K/W) |
|------------------------|---|
| Perete exterior | 1.80 |
| Terasă | 5.00 |
| Ferestre | 0.77 |
| Placă pe sol | 4.50 |

- d) Valorile absorbtivității radiației solare a elementelor de construcție opace sunt aceleași ca în cazul clădirii de referință;
- e) Factorul optic al elementelor de construcție exterioare vitrate este $(\alpha\tau) = 0,26$;
- f) Factorul mediu de însorire al fațadelor are valoarea corespunzătoare clădirii reale;
- g) Numărul de schimburi de aer din spațiul încălzit este de minimum $0,5 \text{ h}^{-1}$, considerându-se că tâmplăria exterioară este dotată cu garnituri speciale de etanșare, iar ventilarea este de tip controlată, iar în cazul clădirilor publice / sociale, valoarea corespunde asigurării confortului fiziologic în spațiile ocupate (cap. 9.7 Metodologie Mc001 Partea I);
- h) Sistemul de încălzire este de tipul încălzire centrală cu corpuri statice, dimensionate conform reglementărilor tehnice în vigoare;
- i) Instalația de încălzire interioară este dotată cu elemente de reglaj termic și hidraulic atât la baza coloanelor de distribuție (în cazul clădirilor colective), cât și la nivelul corpurilor statice;
- j) În cazul sursei de căldură centralizată, instalația interioară este dotată cu contor de căldură general (la nivelul racordului la instalațiile interioare) pentru încălzire și apă caldă menajeră la nivelul racordului la instalațiile interioare, în aval de stația termică compactă;
- k) Randamentul de producere a căldurii aferent centralei termice este caracteristic echipamentelor moderne noi; nu sunt pierderi de fluid în instalațiile interioare;
- l) Conductele de distribuție din spațiile neîncălzite sunt izolate termic cu material caracterizat de conductivitate termică $\lambda_{iz} = 0,042 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- m) În cazul climatizării spațiilor ocupate, consumul de energie este determinat în varianta utilizării răcirii în orele de noapte pe baza ventilării naturale/mecanice (după caz);
- n) Nu se acordă penalizări conform cap. II.4.5 din Mc001, $p_0 = 1,00$.

Ținând cont de caracteristicile menționate mai sus s-au obținut următoarele rezultate:

| | |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Consumul specific de energie pentru instalația de încălzire: | 143.60 kWh/m ² an |
| <input type="checkbox"/> Consumul specific de energie pentru prepararea apei calde de consum: | 77.10 kWh/m ² an |
| <input type="checkbox"/> Consumul specific de energie pentru instalația de iluminat: | 7.10 kWh/m ² an |

Nota energetică a clădirii de referință rezultată din calcule este 89.80. Clădirea de referință se încadrează în clasa de eficiență energetică C, conform metodologiei din MC001/PIII.

4. MĂSURI RECOMANDATE DE CREȘTERE A PERFORMANȚEI ENERGETICE A IMOBILULUI

În urma inspecției pe teren s-au constatat următoarele deficiențe majore cu influență negativă privind siguranța exploatarei și performanțele energetice ale imobilului:

- a) Montare centrala de ventilatie,
- b) montare robineti termostatați
- c) Se prevede modificarea instalatia electrica cu prevederea iluminatului cu led.
- d) Se prevad senzori de prezenta pentru actionare iluminat artificial

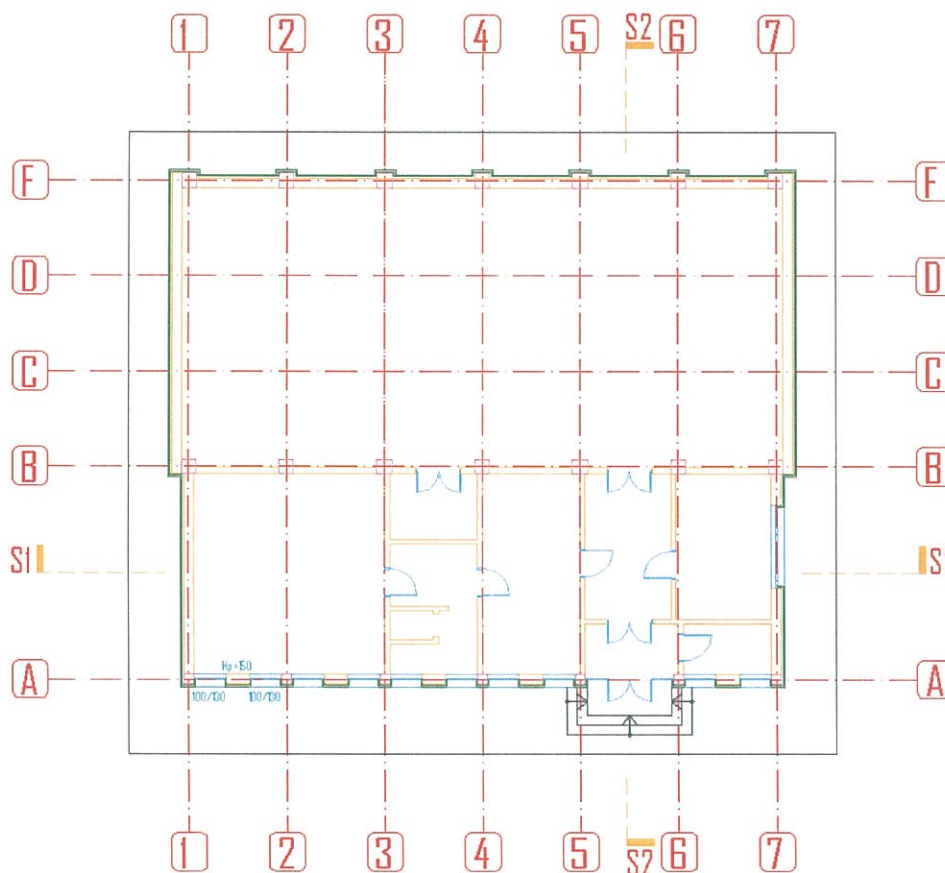
- a. Odata cu cresterea etanseitatii anvelopei prin montarea tamplariei termoizolante se observa necesitatea ventilarii mecanice pentru asigurarea calitatii mediului ambiant. Randamentul centralelor de ventilare au un impact ridicat asupra eficientei energetice asadar se vor monta centrale de ventilare cu randament de minimum 75%.
- b. Acordarea consumurilor de energie termica in conformitate cu cerinta se va asigura prin montarea de robinete termostatare pe fiecare radiator. Acestea pot oferi o reducere a consumurilor in exploatare de aproximativ 5%.
- c. Montarea de corpuri de iluminat cu LED aduc avantajele unei economii de energie in exploatare precum si o durata lunga de viata a corpurilor de iluminat.
- d. Pentru reducerea consumurilor de energie electrica in grupurile sanitare se vor monta senzori de prezenta in bai.

5. ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE A LUCRĂRILOR DE INTERVENȚIE

5.1. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii ca urmare a lucrărilor de intervenție

a. Caracteristici geometrice – arii

Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt prezentate în cele ce urmează. Au fost calculate suprafața încălzită, volumul util încălzit și volumul total al clădirii, ariile elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, terasă, ferestre și uși exterioare).



Plan parter

b. Caracteristici termotehnice ale materialelor de construcție

- Se utilizează suplimentar următoarele materiale de construcții pentru reabilitare:
- polistiren expandat cu conductivitatea termică de calcul $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$;
- vată minerală bazaltică semirigidă cașerată cu $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.

c. Rezistențe termice unidirecționale și corectate înainte și după reabilitare

În Tabelul 5.1 se prezintă centralizat rezistențele termice unidirecționale și corectate ale elementelor de construcție, raman identice cu cele anterioare reabilitării.

Rezistențele termice corectate pentru elementele opace țin cont de coeficientul de majorare a conductivității termice a materialelor în funcție de vechime și stare precum și de influența punților termice. Valorile rezultate ale rezistențelor termice unidirecționale și corectate ale elementelor de construcție, după operația de reabilitare sunt centralizate în tabelul 5.1.

| Elemente de constructie | Rezistenta termica inainte de reabilitate | Rezistenta termica dupa reabilitate |
|-------------------------|---|-------------------------------------|
| | [m ² K/W] | [m ² K/W] |
| Perete exterior | 2.26 | 2.26 |
| Acoperis | 5.02 | 5.02 |
| Placa sol | 4.52 | 4.52 |
| Ferestre | 0.55 | 0.55 |

Apa caldă menajeră

Se propun baterii cu senzor IR.

Instalatii de incalzire si ventilare

Prevederea de robineti termostatați și a unor centrale de ventilare cu un randament de minimum 75%.

Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii

S-au avut în vedere următoarele soluții (S) și pachete de soluții (P) de modernizare energetică a anvelopei și/sau instalațiilor aferente:

Tabel 5.2

| Soluție/Pachet | Descriere |
|----------------|-------------------------------------|
| S1 | Montare robineti termostatați |
| S2 | Montare baterii cu IR |
| S3 | Sistem de iluminat cu led |
| S4 | Prevederea de centrale de ventilare |
| P1 | Toate de mai sus |

Determinarea consumurilor de energie înainte și după reabilitare se efectuează în conformitate cu MC001/3, ținând seama de rezultatele prezentate în raportul de analiză energetică.

Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii reprezintă o formă simplificată de evaluare a rentabilității investițiilor, la nivel de studiu de fezabilitate și nu poate face obiectul unui dosar de finanțare a lucrărilor. Analiza economică se bazează pe următoarele ipoteze și valori:

- sumele necesare realizării lucrărilor de investiții se consideră ca fiind la dispoziția beneficiarului de investiție, acesta neapelând la credite bancare ($a_c=1$);
- calculele economice se efectuează în Euro, ținând seama de cursul mediu BNR de la data realizării auditului energetic al clădirii, respectiv **4.566 RON/Euro**;
- durata rămasă de viață a clădirii este estimată ca fiind egală cu cea mai mică durată de viață aferentă soluțiilor de reabilitare termică propuse;
- costurile medii ale energiei termice la data întocmirii auditului energetic sunt următoarele:
 - costul actualizat la nivelul anului 2017 al energiei termice este de cca. **0.13 Euro/kWh** (costul actualizat rezultă din prețul gazelor naturale, actualizat pentru durata rămasă de viață a construcției pe baza unei rate medii anuale de creștere a prețului gazelor de cca. 3%);
 - costurile de investiție fără TVA, estimate aproximativ pentru lucrările de reabilitare energetică a instalațiilor, sunt precizate în tabelul 5.9-Sinteza pachetelor de modernizare.

Indicatorii de eficiență economică utilizați la analiza comparativă a soluțiilor sunt următorii:

- durata (simplă) de recuperare a investiției, N_R [ani]

$$N_R = \sum \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot c}$$

în care: C_{INV} – costul lucrărilor de modernizare energetică, [Euro]

ΔE – economia de energie termică/electrică realizată prin aplicarea soluțiilor de modernizare energetică, [kWh/an]

c – costul specific al energiei termice/electrice, [Euro/kWh]

- costul energiei economisite pe durata de viață a soluției, e [Euro/kWh]

$$e = \sum \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot N_s}$$

în care: N_s – durata de viață estimată a soluției de modernizare energetică.

Costurile pentru materialele, piesele, aparatele și echipamentele utilizate sunt conform calculelor estimative economice.

5.3. Date de intrare pentru analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii

Analiza economică a soluțiilor de modernizare energetică a clădirii reprezintă o formă simplificată de evaluare a rentabilității investițiilor, la nivel de studiu de fezabilitate și nu poate face obiectul unui dosar de finanțare a lucrărilor.

5.3.1. Consumuri de energie înainte de reabilitare

Consumurile totale și specifice de energie înainte de reabilitare sunt prezentate în tabelul de mai jos

| Consum | încălzire | apă caldă de consum | Climatizare | iluminat | total |
|--|-----------|---------------------|-------------|----------|--------|
| Consum specific de energie [kWh/m ² an] | 155.20 | 13.47 | | 7.10 | 175.80 |
| Clasa de eficiență energetică | C | A | | A | B |

Consumurile totale și specifice de energie după aplicarea pachetelor de soluții de reabilitare sunt prezentate în tabelul de mai jos:

| Noile clase de eficiența energetică | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------|-------|-----------|----------|
| Soluție reabilitare | Consum [kWh/m ² an] | Încălzire | ACM | Ventilare | Iluminat |
| S1-Termostate | 168.2 | 147.6 | 13.47 | | 7.10 |
| Clasa energetică | B | B | A | | A |
| S2-LED | 174.5 | 155.20 | 13.47 | | 6.0 |
| Clasa energetică | B | C | A | | A |
| S3- IR | 162.2 | 155.20 | 10.2 | | 7.10 |
| Clasa energetică | B | C | A | | A |
| S4-CTA | 99.1 | 78.70 | 13.47 | 26.0 | 7.10 |
| Clasa energetică | A | A | A | F | A |
| P1 | 94.9 | 78.70 | 10.2 | 26.0 | 6.0 |
| Clasa energetică | A | A | A | F | A |

Notă: Conform cu Mc001-2006, grilele de valori pentru încadrarea în clasele de eficiență energetică sunt aceleași pentru toate tipurile de clădiri (rezidențiale, birouri, spitale, centre comerciale etc.).

Sinteza analizei tehnico-economice a soluțiilor și pachetele de soluții de reabilitare e prezentată în tabelul 5.5

Tabelul 5.5.-Sinteza pachetelor de modernizare

| Nr Crt | Solutie modernizare | Investitie | Consum incalzire | Consum acm | Consum iluminat | Consum total | Economie energie totala E | Economie relativa de energie | Durata de viata | Costul investitiei | Durata de recuperare | Costul energiei economisite |
|--------|---------------------|------------|------------------|------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|
| | | | MWh/an | MWh/an | MWh/an | MWh/an | MWh/an | % | ani | Eur | ani | Eur/kWh |
| 1 | Termostat | 14000 | 413.28 | 37.24 | 19.88 | 168 | 21280 | 4.33 | 20 | 14000 | 5.07 | 0.0328947 |
| 2 | IR | 8400 | 434.56 | 28.56 | 19.88 | 172.5 | 8680 | 1.77 | 20 | 8400 | 7.45 | 0.0483871 |
| 3 | S5 - Ilum | 19600 | 434.56 | 37.24 | 16.8 | 174.5 | 3080 | 0.63 | 25 | 19600 | 8.96 | 0.1545455 |
| 4 | S6 - CTA | 84000 | 220.36 | 37.24 | 19.88 | 99.1 | 214200 | 43.57 | 20 | 84000 | 3.02 | 0.0196078 |
| 5 | P | 22400 | 220.36 | 28.56 | 16.8 | 94.9 | 225960 | 45.96 | 20 | 22400 | 0.09 | 0.0049566 |

6. CONCLUZIILE AUDITORULUI

Recomandarea expertului/auditorului energetic asupra variantei optime

Din analiza valorilor indicate în tabelul 5.9, rezultă că soluțiile/ pachetele de modernizare propuse conduc la economii relative de energie cuprinse între 8-59%. Ierarhizarea soluțiilor/pachetelor de reabilitare în funcție de durata de recuperare a investiției și respectarea criteriului de asigurare a 10% din energia primară consumată este indicată în tabelul 5.6.

Tabel 5.6

| Nr. Crt | Soluție | Durata investiție | recuperare | Cost / kWh | Ierarhizare |
|---------|---------|----------------------|------------|------------|-------------|
| 1 | S1 | | 5.07 | 0.0328947 | 3 |
| 2 | S2 | | 7.45 | 0.0483871 | 4 |
| 3 | S3 | | 8.96 | 0.1545455 | 5 |
| 4 | S4 | | 3.02 | 0.0196078 | 2 |
| 6 | P1 | | 0.09 | 0.0049566 | 1 |

Se recomandă aplicarea pachetului complet de măsuri de reabilitare energetică.

În vederea verificării calității lucrărilor de termoizolare și depistarea eventualelor neregularități termice ale elementelor de construcție care alcătuiesc anvelopa imobilului se va utiliza metoda termografierii.

Termografia, ca metodă nedistructivă utilizată pentru vizualizarea, înregistrarea, prelucrarea și reprezentarea distribuției temperaturii pe suprafața anvelopei clădirii, se va realiza într-o perioadă rece a anului, după executarea reabilitării termice a imobilului, dar înainte de expirarea duratei de garanție a lucrărilor de termoizolare. Se vor respecta, pe cât posibil, și condițiile precizate în MP-037/2004:

- regim staționar de transfer de căldură și masă;
- diferența dintre temperaturile pe fețele anvelopei de 15grdC;
- diferențe aprox. constante de temperatură și presiune pe fețele anvelopei;
- variații de maxim 2grdC a temperaturilor aerului interior/exterior pe durata înregistrărilor
- anvelopa să nu fie expusă la radiație solară directă
- viteză vântului sub 2m/s
- diferența de presiune de minim 5Pa pe fețele anvelopei în cazul determinării prin termografie a infiltrațiilor de aer.

Concluziile din raportul de termografiere vor sta la baza semnării procesului verbal de recepție finală a lucrărilor de intervenție.

7. MĂSURI RECOMANDATE ÎN SARCINA PROPRIETARILOR

Sunt recomandate și următoarele măsuri conexe în vederea creșterii în mod direct sau indirect a performanței energetice a imobilului:

- măsuri generale și de organizare:
 - informarea proprietarului despre economisirea energiei;
 - înțelegerea corectă a modului în care clădirea trebuie să funcționeze atât în ansamblu cât și la nivel de detaliu;
 - desemnarea unui reprezentant pentru urmărirea execuției lucrărilor de reabilitare termică;

- stabilirea unei politici clare de administrare în paralel cu o politică de economisire a energiei în exploatare;
- încurajarea ocupanților de a utiliza clădirea corect, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie;
- înregistrarea regulată a consumului de energie;
- analiza facturilor de energie și a contractelor de furnizare a energiei și modificarea lor, dacă este cazul;
- angajarea unui responsabil energetic;
- asigurarea serviciilor de consultanță energetică din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor din construcții).

○ măsuri asupra instalațiilor de încălzire:

- schimbarea sistemului de incalzire cu unul mai performant
- Curatarea cosurilor de fum anual;
- îndepărtarea obiectelor care împiedică cedarea de căldură către încăpere

○ măsuri asupra instalațiilor de apă caldă de consum:

- instalarea de obiectelor sanitare noi;
- utilizarea panourilor solare pentru prepararea individuală/colectivă a a.c.m.;

Aceste lucrări de modernizare și/sau întreținere au efecte pozitive indirecte asupra consumurilor termo-energetice ale clădirii studiate, ele neputând fi cuantificate prin aplicarea metodologiei actuale de auditare energetică.

Se recomandă de asemenea, în conformitate cu prevederile legii 372/2005, luarea în calcul a utilizării sistemelor descentralizate de alimentare cu energie bazate pe surse de energie regenerabilă, cu impact pozitiv atât asupra consumurilor de energie cât și asupra poluării mediului.

Pe baza Raportului de Audit Energetic și a Documentației de Analiză a Lucrărilor de Intervenții se pot întocmi Proiectul tehnic de reabilitare energetică+Detaliile de execuție+Caietele de sarcini. În funcție de resursele materiale și de montajul financiar preconizat, beneficiarul împreună cu autoritățile locale vor selecta măsurile de reabilitare energetică a clădirii și instalațiilor termice care să corespundă necesităților proiectului.

Auditor Energetic C&I grad I
ing. Angel Dogeanu



