

RAPORT DE AUDIT ENERGETIC

Obiect: Imobil aferent Colegiului Economic „Costin C. Kirițescu”

Adresa: str. Peștera Dâmbovicioara, nr. 12, Sector 6, București

Auditor Energetic C&I grad I

ing. Angel Dogeanu

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 scoli Petru Maior un grad de înălțime Parter + 2 etaje aflat din localitatea București, Pestera Dambovicioarei, nr 12, efectuat pe baza datelor și observațiilor relevante 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 menajeră aferente acestora.
GT 032-01	Ghid privind proceduri de efectuare a măsurărilor necesare analizării termoeconomice 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 termoizolante 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 termică a corpurilor de încălzire.
STAS 7462/2	Fizica construcțiilor. Higrotermica. Parametrii climatici exteriori.
STAS 6472/4	Fizica construcțiilor. Termotehnica. Comportarea elementelor de construcție la difuzia vaporilor de apă. Prescripții de calcul.
STAS 6472/6	Fizica construcțiilor. Proiectarea elementelor de construcție 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+2etaj)
- Clasa de importanță - II conform P100.



Figura 1

Construcția a fost proiectată și executată în anul **1966**. 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 nefiind functionala

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 30000 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).

Cladirea 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	Rezistenta termica
1	PE	
2	TE	0.4
3	T	2.46
4	Pd	3.8

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 "simplă expunere"

În conformitate cu tabelul 3.2 din MC001-P1 rezultă: $n_a = 0,6h^{-1}$.

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 31.95 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 $q_{acc} = 13.56 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

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 $24.98 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

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 $70.37 \text{ kg/m}^2\text{an}$.

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

Penalizări acordate clădirii

$p_0 = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_7 \cdot p_8 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_{12} = 1.569$ Salveaza

Penalizare	Valoare
P1: Starea subsolului tehnic – pentru clădiri colective Clădire individuală	P1 = 1.00
P2: Utilizarea ușii de intrare în clădire – pentru clădiri colective Ușa 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/uși în stare bună, dar neetanșe	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 pereților exteriori – pentru clădiri cu pereți din cărămidă sau BCA Stare bună a tencuiei exterioare	P8 = 1.00
P9: Starea pereților exteriori din punct de vedere al conținutului de umiditate al acestora Pereții exteriori prezintă pete de condens (în sezonul rece)	P9 = 1.02
P10: Starea acoperișului peste pod – pentru clădiri prevăzute cu pod nelocubil Acoperiș etans	P10 = 1.00
P11: Starea cosului/cosurilor 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 cos/cosuri 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 79. 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: | 66.04 kWh/m ² an |
| <input type="checkbox"/> Consumul specific de energie pentru prepararea apei calde de consum: | 75.53 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 86.30. 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 exploatării și performanțele energetice ale imobilului:

- a) Schimbarea tamplariei exterioare
- b) Cresterea izolației termice a anvelopei cu 5cm pentru peretii exteriori și 15cm polistiren extrudat
- c) Montare centrala de ventilatie,
- d) montare robineti termostatați
- e) Se prevede modificarea instalatia electrica cu prevederea iluminatului cu led.
- f) Se prevad senzori de prezentav pentru actionare iluminat artificial

Scenariul 1: A se realiza reparatii locale la fisurile existente în tencuielile exterioare. Această soluție presupune funcționarea la parametri actuali și repararea strict a urgențelor. Soluția este viabilă pe termen scurt, asigurând funcționalitatea clădirii, însă pe termen mediu și lung problemele vor continua și nu se poate face adaptarea la cerințele actuale de performanță, finisare și dotare necesare unui institut de învățământ.

Scenariul 2: Se va schimba tamplaria, se va suplimenta izolatia termica, se vor monta centrale de ventilatie si robineti termostatați precum si iluminat cu led.

În urma unei analize tehnico-financiare, se consideră **Scenariul 2** ca fiind varianta optimă. Se asigură astfel o soluție pe termen lung care va facilita funcționarea la parametri normali.

Anvelopa exterioară se va izola suplimentar cu polistiren expandat 5 cm grosime, plasă din fibră de sticlă, tencuială decorativă pe bază de var și vopsea silicativă de exterior.

Se vor realiza lucrări de protecție perimetrală a clădirii prin realizarea unui trotuar și prin izolarea termică și hidrofugă a soclului, asigurarea colectării apelor meteorice de la burlane și evacuarea acestora la terenul natural. Intersecțiile trotuarelor cu pereții exteriori se vor etanșa cu mastic de bitum.

Pentru asigurarea izolației termice și hidroizolației plăcii de peste etaj, se va reface stratificația acesteia, în urma desfacerii finisajelor terasei existente, astfel: peste betonul de pantă se va realiza o termoizolație din polistiren extrudat/expandat de 15cm grosime, protejată de o peliculă hidroizolantă bituminoasă lipită la cald, în două straturi. Peste hidroizolație se va monta un dalaj de protecție, peste un strat de pietriș – protecție pentru hidorizolație. Se va acorda o deosebită atenție întoarcerii termoizolației și hidroizolației, pentru evitarea creării punților termice și infiltrațiilor de apă.

Tâmplăria exterioară se va înlocui cu tâmplărie PVC, cu geam termoizolant de tip Low-e. La ochiurile mobile se vor monta plase contra insectelor. Pentru tâmplării exterioare, valoarea presiunii statice a aerului la care se asigură etanșeitătea, se recomandă să nu fie mai mică de 40kg/mp. Se propune montarea unor glafuri exterioare din aluminiu, respectiv interioare din PVC.

Instalații termice

Instalații de încălzire

Instalații de încălzire cu radiatoare

Instalația de încălzire interioară existentă se modifica prin adaugarea robinetelor termostataate.

Se vor verifica distantele minime ce trebuiesc respectate la montajul radiatoarelor sunt:

- 12 cm deasupra pardoselii;
- 5 cm distanță fata de perete;
- 10 cm sub glaful ferestrei (daca este cazul).

Radiatoare vor fi dotate cu robineți colțar pentru golire și ventile de aerisire manuale ținând cont de modul de realizare a distribuției conductelor.

Instalatii de ventilare

In fiecare sala de clasa se vor prevedea centrale de ventilare pentru introducerea controlata cu un randament ridicat a aerului proaspat, limitarea pierderilor de caldura si asigurarea unui spatiu cu o calitate ridicata a ambiantei interioare.

Randamentele centralelor de tratare vor fi minimum 75%,

Se va asigura o distanta conform normativului I5 intre priza de aer si evacuarea aerului viciat.

Instalatii sanitare

Se vor prevedea baterii cu senzor IR pentru limitarea pierderilor de apa.

Instalatii electrice

Se va realiza o schimbare a corpurilor de iluminat cu unele cu LED eficiente cu asigurarea nivelului de iluminare cerut in standard.

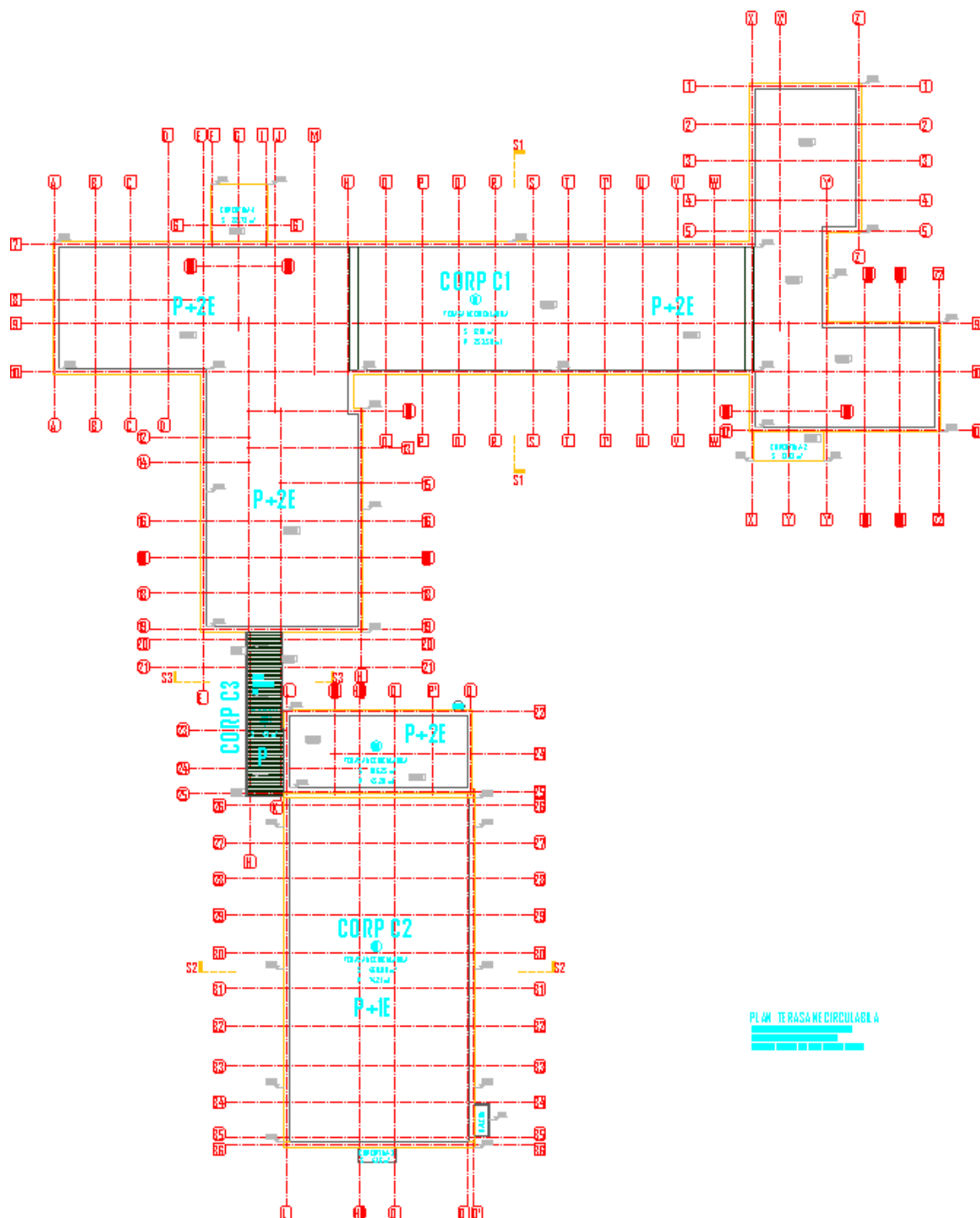
Se va prevedea senzor de prezenta pentru actionarea sistemului de iluminat in grupul sanitar.

5. ANALIZA EFICIENȚEI ECONOMICE A LUCRĂRILOR DE INTERVENȚIE

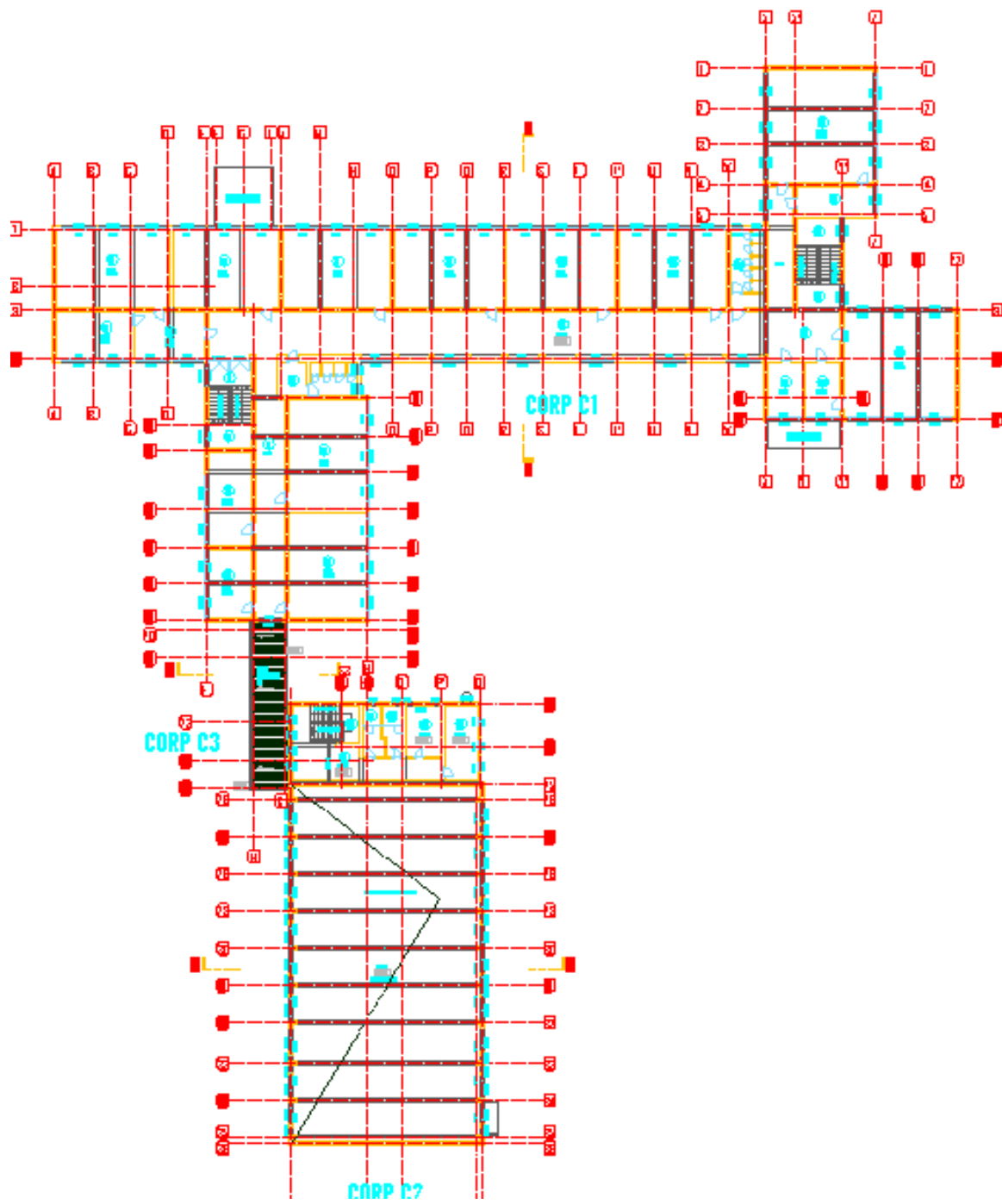
5.1. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii ca urmare a lucrărilor de intervenție

a. Caracteristici geometrice – arii

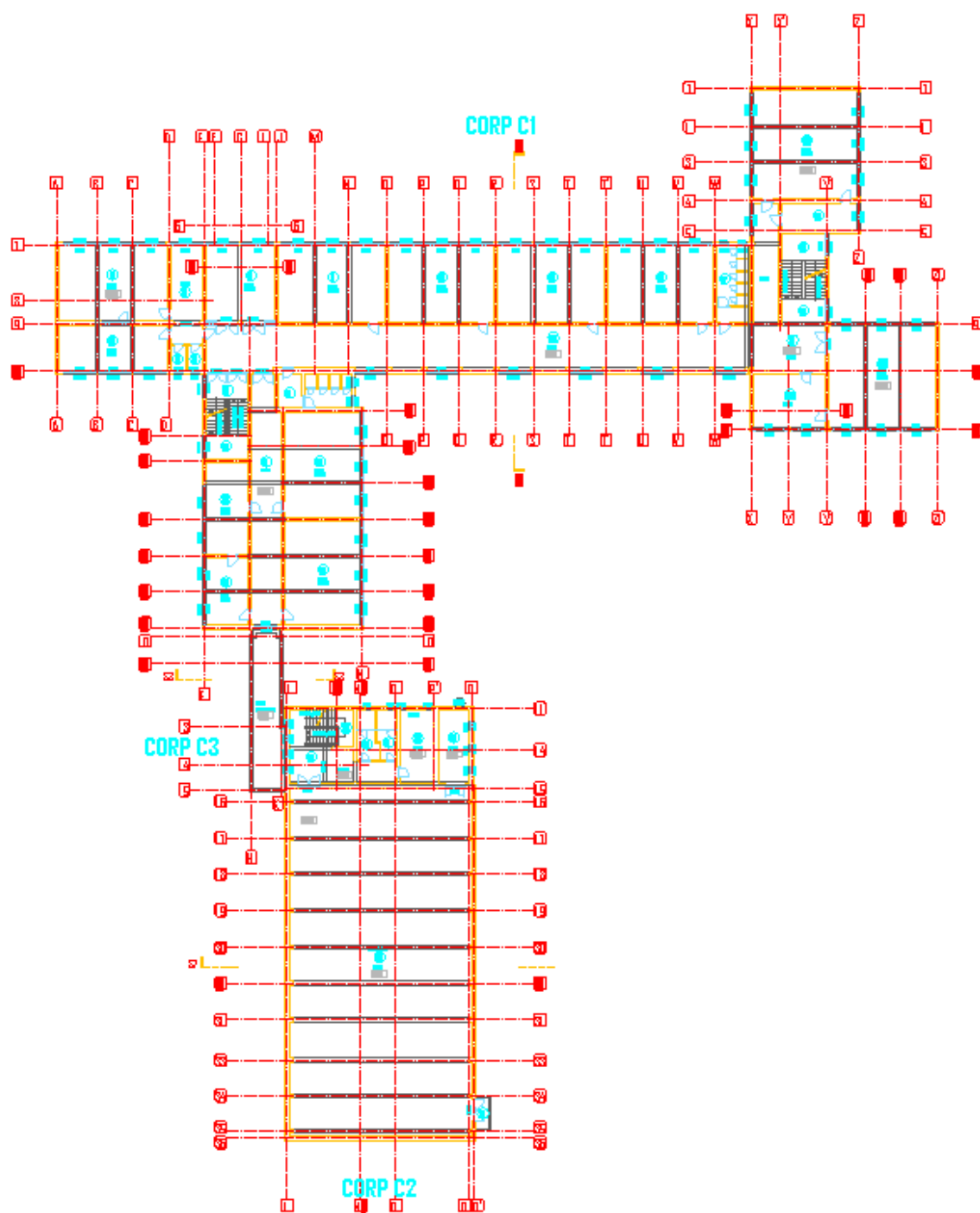
Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt prezentate în cele ce urmează. Au fost calculate suprafața încălzită, volumul util încălzit și volumul total al clădirii, ariile elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, terasă, ferestre și uși exterioare).



Plan parter



Plan etaj 1



Plan etaj 2

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, înainte și după operația de reabilitare.

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 construcție	Rezistența termică înainte de reabilitare	Rezistența termică după reabilitare
	[m ² K/W]	[m ² K/W]
Perete exterior	2.46	2.26
Acoperis	3.8	5.02
Placa sol	3.8	4.52
Ferestre	0.4	0.77

Soluții de reabilitare pentru pereții exteriori

Variantă 1

Se propune soluția izolării pereților exteriori cu polistiren expandat de minim 10 cm grosime (conductivitate termică – 0,036 – 0,042W/mK, efort de compresiune minim 80kPa, clasa de combustibilitate C2), amplasat pe suprafața exterioară a pereților existenți, protejat cu o masă de șpaclu de minim 5mm grosime și tencuială silicatică structurată de minim 1,5mm grosime.

Variantă 2

Se propune soluția izolării suplimentare a pereților exteriori cu polistiren expandat de minim 5 cm grosime, clasa de combustibilitate A1, cu densitate mare (conductivitate termică 0,034-0,035W/mK), amplasat pe suprafața exterioară a pereților existenți, protejat cu o masă de șpaclu de minim 5mm grosime și vopsitorie silicativă de minim 1,5mm grosime.

Inlocuirea tamplariei PVC.

La partea superioară a clădirii este necesară asigurarea continuității termoizolației și de aceea termoizolația pereților exteriori trebuie ridicată pe toată înălțimea aticului terasei, eliminându-se astfel puntea termică, existentă în prezent în această zonă. În zona soclului termoizolarea se va efectua cu polistiren extrudat ignifugat de 10 cm având efortul de compresiune 150-200 kPa și clasa de combustibilitate C2.

Se recomandă alegerea Variantei 2 pentru asigurarea unui finisaj compatibil cu amplasarea construcției în zona de protecție a unui monument istoric. De asemenea, vata minerală este un material incombustibil, clasa A1, ce oferă protecție antifoc. Se va alege un produs hidrofobizat (nu reține apă), cu stabilitate dimensională în timp și la variații de temperatură, fără să apară crăpături în termosistem. Acesta material permite trecerea vaporilor de apă, lăsând structura să respire, creând un mediu sănătos la interior. Este asigurată protecția fonică.

Soluții de reabilitare pentru acoperiș

Se recomandă ca stratul termoizolant să fie aplicat peste straturile existente. Se propune ca soluția de

izolare termică să se realizeze cu un strat de polistiren extrudat de 15cm grosime, peste care se va aplica o hidroizolație bituminoasă lipită la cald în 2 straturi și un strat de protecție din pietriș și dale de pavaj.

Soluții de reabilitare pentru tâmplăria exterioară

Tâmplăria exterioară existentă este realizată din profile din PVC, depășită din punct de vedere tehnic. Se propune înlocuirea cu o tâmplărie cu profile din lemn stratificat cu geam triplu termoizolant Low-e.

Apa caldă menajeră

Se propun baterii cu senzor IR.

Instalații de încălzire și ventilație

Prevederea de robineti termostatați și a unor centrale de ventilație 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	Izolarea termică a pereților exteriori cu minim 10 cm vată minerală bazaltică, a zonei de intrare și a soclului cu minim 10 cm polistiren extrudat.
S2	Schimbare tamplărie
S3	Sistem electric
S4	Robinete termostate+baterii IR
S5	Prevederea de centrale de ventilație
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 prefizabilitate 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 de energie [MWh/an]	480.83	45.79		85.782	590.410
Consum specific de energie [kWh/m ² an]	134.95	13.47		25.23	173.65
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-PE	160.85	122.15	13.47		25.23
Clasa energetică	B	C	A		A
S2 - TE	166.84	128.14	13.47		25.23
Clasa energetică	B	C	A		A
S3-LED	170.03	134.95	17.54		17.54
Clasa energetică	B	C	A		A
S4 – it+is	154.65	118.95	10.47		25.23
Clasa energetică	B	C	A		A
S5-CTA	83.46	39.68	13.47	5.08	25.23
Clasa energetică	A	A	A	B	A
P1	72.77	39.68	10.47	5.08	17.54
Clasa energetică	A	A	A	B	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	S1	286388	162.2712	35.7864	54.3816	80.91	289348.8	53.41	20	286388	0.88	0.0494884
2	S2	0	421.044	35.7864	78.7176	171.65	6240	1.16	20	N/a	n/a	n/a
3	S3	21840	421.044	42.0264	54.3816	165.85	24336	4.5	25	21840	6.91	0.0358974
4	S4	224296	333.4344	42.0264	78.7176	145.57	87609.6	16.18	20	224296	19.7	0.1280088
5	P	532524	162.2712	35.7864	54.3816	80.91	289348.8	53.41	20	532524	14.16	0.0920211

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 recuperare investiție	Cost / kWh	Ierarhizare
1	S1	0.88	0.0494884	3
2	S2	Nu se amortizează	-	5
3	S3	6.91	0.0358974	2
4	S4	19.7	0.1280088	4
5	P1	14.16	0.0920211	1

Investiția maximă aferentă pachetului complet de măsuri de reabilitare a fost estimată la 363500Euro fără TVA la un curs de 4.7Ron/Euro

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 termografiei.

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
- viteza 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:

- o 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 încălzire cu unul mai performant
- Curățarea 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 termico-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+Caielele 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