

AUDIT ENERGETIC PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚEI ENERGETICE A IMOBILULUI SITUAT ÎN SEBEȘ, STR. MIHAIL KOGĂLNICEANU, NR.114, JUD. ALBA

CONFORM OBIECTIVULUI DE INVESTIȚII STABILIT



Faza: AUDIT ENERGETIC

Beneficiar: ȘCOALA GIMNAZIALĂ “MIHAIL KOGĂLNICEANU”

Proiectant: SC B2B SYNERGY SRL

2021

CUPRINS

1. ANALIZA TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ A CLĂDIRII	3
1.1. Obiectul lucrării	3
1.2. Investigarea preliminară a clădirii	3
1.2.1. Descrierea arhitecturii clădirii	3
1.2.2. Descrierea anvelopei clădirii	5
1.2.3. Descrierea structurii de rezistență	5
1.2.4. Descrierea instalațiilor de încălzire, apă caldă menajeră, ventilare-climatizare și iluminat	5
1.2.5. Intocmirea fișei de analiza termică și energetică a clădirii	5
1.3. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii	8
1.3.1. Caracteristici geometrice	8
1.3.2. Rezistențe termice unidirectionale și corectate pentru efectul punților termice, ale elementelor de construcție ale anvelopei clădirii	8
1.3.3. Consumul anual de energie pentru încălzire	10
1.3.4. Consumul anual de energie pentru preparare apă caldă de consum	12
1.3.5. Consumul anual de energie pentru iluminat	12
1.3.6. Consumul anual de energie pentru climatizare - răcire	13
1.3.7. Consumul anual de energie pentru ventilare mecanică	13
1.3.8. Calculul emisiilor de CO ₂	13
2. CERTIFICATUL DE PERFORMANȚA ENERGETICĂ AL CLĂDIRII	14
2.1. Datele generale ale clădirii	14
2.2. Consumuri specifice de energie	14
2.3. Incadrarea clădirii în clasa energetică	14
2.4. Penalități. Nota energetică	14
2.5. Clădirea de referință	15
2.6. Redactarea Certificatului de Performanță Energetică	16
2.7. Redactarea Anexei (sinteza datelor tehnice)	16
3. AUDITUL ENERGETIC AL CLĂDIRII	17
3.1. Informații generale	17
3.2. Soluții de reabilitare / modernizare energetică pentru partea de construcții	18
3.3. Soluții de reabilitare / modernizare energetică pentru instalații	18
3.4. Efectul soluțiilor de construcții asupra performanței de izolare termică a clădirii.	19

3.5. Efectul soluțiilor de construcții și instalații asupra consumului de energie. _____	19
3.6. Analiza eficienței economice a măsurilor de reabilitare / modernizare energetică propuse. _____	20
3.7. Raportul de audit energetic. _____	31
3.8. Concluziile auditorului energetic _____	32
4. BIBLIOGRAFIE _____	33

1. ANALIZA TERMICĂ ȘI ENERGETICĂ A CLĂDIRII

1.1. Obiectul lucrării

Legea 372/2005, privind performanța energetică a clădirilor, cu modificările și completările ulterioare, are ca obiectiv general certificarea energetică a clădirilor și realizarea auditului energetic. Auditul energetic al clădirii are scopul de a evidenția situația reală a consumurilor energetice ale clădirii și a stabili măsurile necesare (reabilitare termică, utilizare de noi surse de energie pentru încălzire, etc.) pentru creșterea performanței energetice a clădirii în ansamblu.

Măsurile de intervenție asupra clădirii, trebuie să asigure un echilibru al performanțelor și costurilor, avându-se în vedere realizarea unei calități care să satisfacă cerințele utilizatorilor în condiții de calitate, îmbunătățirea performanțelor de izolare termică a elementelor de construcție, ce delimitează spațiile încălzite, de exterior, precum și creșterea eficienței energetice a instalațiilor de încălzire și apă caldă de consum.

Reabilitarea termică a unei clădiri din patrimoniu public, respectiv clădirea Școlii Gimnaziale "MIHAIL KOGĂLNICEANU" SEBEȘ, jud. Alba, în vederea creșterii performanței energetice, cu respectarea Legii nr.10/1995 privind calitatea în construcții și a regulamentelor emise pentru aplicarea acesteia, a Legii nr.50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată cu modificările ulterioare, O.U.G. nr.69/2010 și a Normelor de aplicare a O.U.G. 69/2010 și a celorlalte acte normative și reglementări tehnice în vigoare (C107-2005, NP 048-2000, Mc 001-2006, etc.).

Școala a fost construită în anul 1975 din cărămidă, are un regim de înălțime de P+2 și o suprafață construită de 611,87 mp .

1.2. Investigarea preliminară a clădirii

1.2.1. Descrierea arhitecturii clădirii

Clădirea expertizată aparține municipiului SEBEȘ, jud. Alba, situată în STR. MIHAIL KOGĂLNICEANU, NR.114. Din punct de vedere al tipologiei clădirilor civile, clădirea se caracterizează prin:

- > **Zona teritorială** - urbană
- > **Conformarea și amplasarea pe lot** - clădire individuală
- > **Regim înălțime** –Parter + 2 Etaje

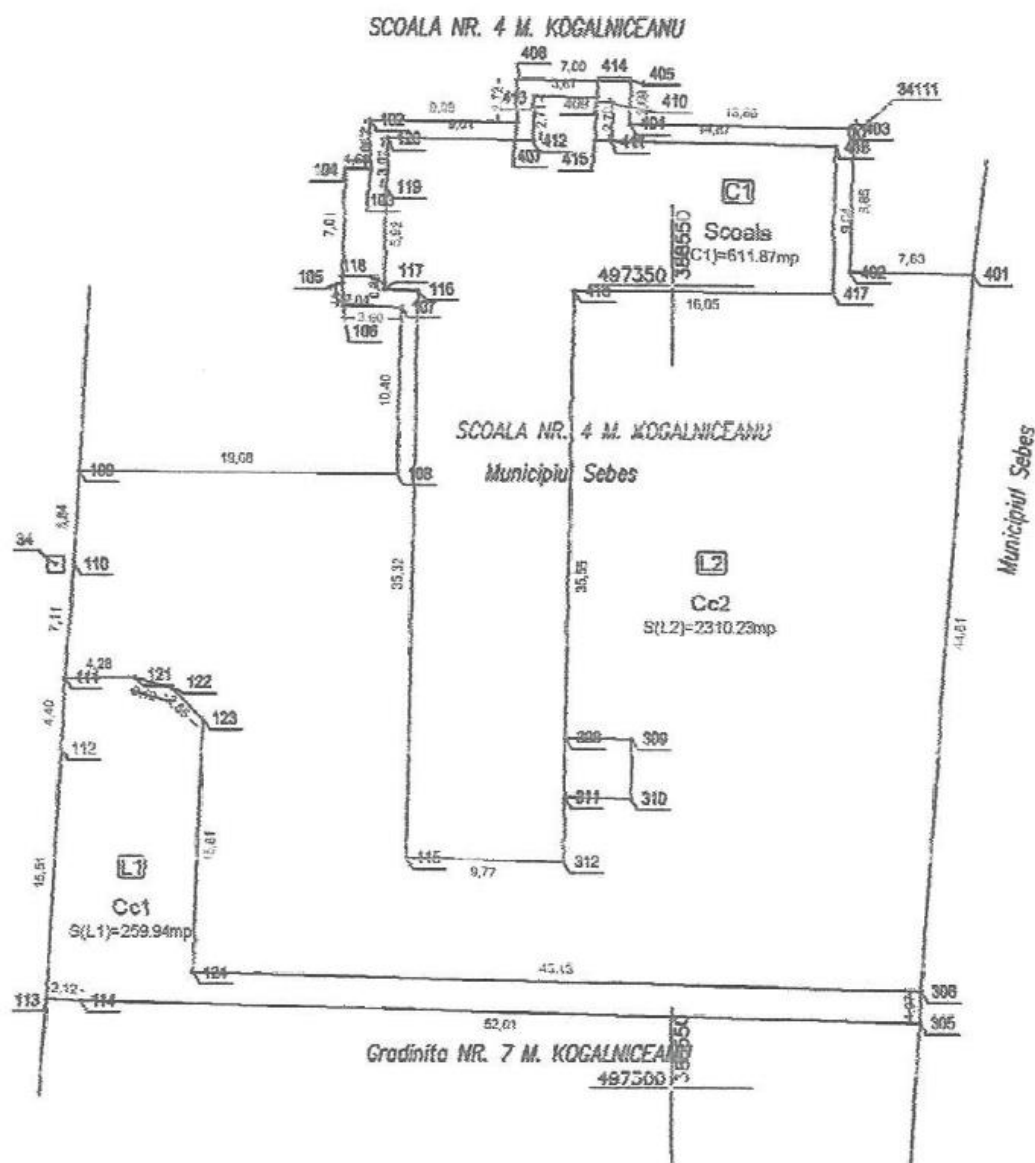
Având o suprafață construită de 611,87 mp, o suprafață desfășurată de 1835,61 mp, clădirea Școlii Gimnaziale MIHAIL KOGĂLNICEANU – SEBEȘ, este în formă de L și este

compusă din: Săli de clasă, coridoare, birouri, grupuri sociale, săli de sport, vestiare, bibliotecă, spații tehnice, centrală termică, arhivă.

Elementele caracteristice privind amplasarea clădirii în mediul construit sunt următoarele:

- Zonă climatică III, conform hărții de zonare climatică a României, $T_e = -18^\circ\text{C}$;
- Orientarea față de punctele cardinale: Vest fațadă principală;
- Zona eoliană: IV (4m/s), conform hărții de încadrare a localităților în zone eoliene;
- Categoria de importanță a construcției conform HGR nr. 766/ 1997, anexa 3: C (construcție de importanță normală)
- Regimul de înălțime: P + 2E
- Înălțimea liberă a nivelului parterului și etajului este de: 3,6 m.
- Fațada principală, orientată spre Vest, cuprinde: intrarea principală în clădire, pereții, geamurile și ușa de intrare;
- Acoperișul este în două ape.

Plan clădire:



1.2.2. Descrierea anvelopei clădirii

Pereții exteriori ai clădirii sunt alcătuiți din zidărie de cărămidă, având grosimea de 40 cm. Fundația este din beton. Planșele sunt din beton. Podul este de tip șarpantă din lemn cu învelitoare din țiglă. Planșeul peste sol este alcătuit din ciment.

1.2.3. Descrierea structurii de rezistență

Clădirea este într-o stare bună, ca urmare a întreținerii ei în timp precum și a modernizării efectuate până în prezent.

1.2.4. Descrierea instalațiilor de încălzire, apă caldă menajeră, ventilare-climatizare și iluminat

Instalația de încălzire și de preparare apă caldă menajeră

Încălzirea spațiilor se realizează în situația actuală cu două centrale termice DOMUSA tip ecogas 70 cu sarcina termică de 70kW. Cele 2 cazane sunt amplasate la parterul corpului de clădire și având ca sursă de energie gazul natural.

Sistemul de încălzire utilizat în prezent pentru încălzirea spațiilor clădirii este de tip încălzire centrală cu corpuri statice. Încălzirea se realizează cu radiatoare din fontă. Corpurile statice nu sunt dotate cu elemente de reglaj al sarcinii (capete termostactice, actuatoare, etc).

Sistemul este deficitar din punct de vedere a reglajului de sarcina având în vedere că programul de lucru este 8 ore pe zi, 5 zile pe săptămână.

Instalația sanitară furnizează apa rece și apa caldă consumatorilor din clădire și evacuează apele uzate menajere.

Instalația sanitară de alimentare cu apă rece, apă caldă și canalizare este relativ veche cu funcționare nesigură, în timp a fost parțial reabilitată prin efectuarea unor reparații curente.

Instalația de iluminat

Iluminatul artificial al clădirii este asigurat prin racordul la rețeaua stradală de 0,4 kV și este realizat cu corpuri de iluminat fluorescente și incandescente. Puterea electrică instalată este de aproximativ 12 kW. Circuitele de iluminat sunt pozate îngropate în tencuiala pereților. Aprinderea și stingerea iluminatului se realizează local, pentru fiecare încăpere în parte, cu întrerupătoare și comutatoare amplasate lângă ușile de access au în zonele de iluminare.

Instalația de ventilare

Clădirea nu este dotată cu instalație de ventilație mecanizată. Ventilația spațiilor este realizată natural prin deschiderea geamurilor ceea ce influențează negativ calitatea aerului interior și nivelul de poluare sonoră.

Instalația de climatizare

Clădirea nu a fost proiectată pentru asigurarea temperaturii și umidității relative pe perioada verii în spațiile din clădire.

1.2.5. Intocmirea fișei de analiza termica și energetică a clădirii

INFORMAȚII PRIVIND CLADIREA CERTIFICATA
Anexa la Certificatul de performanță energetică nr. 16008

1. Date privind construcția:

- ☐ Categoria clădirii: ☐ de locuit, individuală ☐ de locuit cu mai multe apartamente
☐ camine, internate ☐ spitale, policlinici
☐ hoteluri și restaurante ☐ clădiri pentru sport
☐ clădiri social-culturale ☐ clădiri pentru servicii de comerț
☒ clădiri de învățământ
☐ alte tipuri de clădiri consumatoare de energie

- ☐ Nr. niveluri: ☒ Subsol ☐ Demisol,
☒ Parter + 2 Etaje

- ☐ Număr & tip imobil și suprafețe utile:

Tip.	Nr.	S [m ²]
1	2	3
Scoala Gimnaziala	1	1583,45

- ☐ Volumul încălzit al clădirii: 5146,21 m³
☐ Caracteristici geometrice și termotehnice ale anvelopei:

Element de construcție	Suprafață	Rezistență termică corectată
	m ²	m ² /KW
1	2	3
Placa pe sol	526,45	0,305
Perete exterior Nord	163,61	2,850
Perete exterior Sud	211,13	2,850
Perete exterior Vest	285,83	2,850
Perete exterior Est	381,59	2,850
Tamplarie PVC Nord	126,72	0,68
Tamplarie PVC Sud	79,2	0,68
Tamplarie PVC Vest	212,4	0,68
Tamplarie PVC Est	116,64	0,68
Placa acoperis	528,5	0,475

2. Date privind instalația de încălzire interioară:

- ☐ Sursa de energie pentru încălzirea spațiilor:
☒ Sursă proprie, cu combustibil: Gaz Natural
☐ 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 locală cu sobe:

- Numărul sobelor ;
- Tipul sobelor ;

□ Date privind instalația de încălzire interioară cu corpuri statice:

Tip corp static	Număr de corpuri statice [buc]		
	În spațiul locuit	În spațiul comun	Total

- Necesarul de căldură de calcul: 190,01 kW
- Racord la sursa centralizată cu căldură: ☐ racord unic,
☐ multiplu: puncte,
- Contor de căldură: - tip contor
- anul instalării
- existența vizei metrologice
- Elemente de reglaj termic și hidraulic:
- la nivel de racord
- la nivelul coloanelor
- la nivelul corpurilor statice
- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzitem

3. Date privind instalația de apă caldă de consum:

□ Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum:

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

□ Tipul sistemului de preparare a apei calde de consum:

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

□ Puncte de consum a.c.m. : 6

□ Numărul de obiecte sanitare - pe tipuri:

Lavoar – 6
Spălător – 0
Cadă de baie – 0

Cadă de Duș – 0
WC – 12
Pisoar – 6

Bideu – 0
Masina Spalat Rufe – 0
Masina Spalat Vase – 0

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

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

- ☐ Contor de căldură general: - tip contor
 - anul instalării
 - existența vizei metrologice;
- ☐ Debitmetre la nivelul punctelor de consum: ☐ nu există
☐ parțial
☒ peste tot
- Lungimea totală a rețelei de distribuție amplasată în spații neîncălzite ...m

4. Date privind instalația de iluminat:

- ☐ Tip iluminat:
☐ fluorescent ☐ incandescent ☒ mixt
- ☐ Starea rețelei de conductori pentru asigurarea iluminatului:
☒ bună ☐ uzată ☐ date indisponibile
- ☐ Puterea instalată a sistemului de iluminat: 12 kW

5. Date privind instalațiile de climatizare și ventilare mecanică: Nu există.

1.3. Determinarea performanțelor energetice ale clădirii

1.3.1. Caracteristici geometrice

Caracteristicile geometrice ale clădirii sunt grupate în tabelul de mai jos. S-au calculat ariile tuturor elementelor de construcție (pereți exteriori opaci, terasa, pereți spre rosturi închise, ferestre și uși exterioare, planșeu peste subsol, etc.). De asemenea s-a calculat suprafața utilă încălzită dar și volumul încălzit.

Clădirea are formă de L în plan.

Numărul de niveluri deasupra solului: P+2E

Numărul de niveluri la subsol: 0

Înălțimea liberă a nivelului: Clădirea veche și 3,6 m

1.3.2. Rezistențe termice unidirectionale și corectate pentru efectul punților termice, ale elementelor de construcție ale anvelopei clădirii

Conductivitățile termice de calcul ale materialelor se determină în conformitate cu MC001-P1, prin multiplicarea valorilor de coeficienți de majorare care țin cont de deprecierea conductivităților în funcție de vechimea materialelor și de starea acestora (stare uscată, afectată de condens, etc).

Coeficienții de majorare a conductivității termice a diferitelor materiale de construcție (Tabelul 2) sunt diferiți în funcție de tipul materialului și de degradarea pe care a suferit-o.

Material / Produs	Vechime	Coeficient de majorare a conductivității	Observații
Zidărie din cărămidă sau blocuri ceramice	> 30 ani	1,03	în stare uscată
	-	1,15	afectată de condens
	-	1,30	afectată de igrasie
Zidărie din blocuri din B.C.A. sau betoane ușoare	> 20 ani	1,05	în stare uscată
	-	1,15	afectată de condens
	-	1,30	afectată de igrasie
Beton armat	-	1,10	afectat de condens sau de igrasie
Tencuială	> 30 ani	1,03	în stare uscată
	-	1,10	afectată de condens
	-	1,30	afectată de igrasie
Vată minerală în vrac, saltele sau păsle	> 10 ani	1,15	în stare uscată
	-	1,30	afectată de condens
	-	1,60	afectată de infiltrații de apă
Vată minerală - plăci rigide	> 10 ani	1,10	în stare uscată
	-	1,30	afectată de condens
	-	1,60	afectată de infiltrații de apă
Polistiren expandat	> 10 ani	1,05	în stare uscată
	-	1,10	afectat de condens
	-	1,15	afectat de infiltrații de apă
Polistiren extrudat	> 10 ani	1,02	în stare uscată
	-	1,05	afectat de condens
	-	1,10	afectat de infiltrații de apă
Poliuretan celular	> 10 ani	1,05	în stare uscată
	-	1,15	afectat de condens
	-	1,25	afectat de infiltrații de apă
Pereti din paiață sau chirpici	> 10 ani	1,10	Fără degradări
	-	1,30	Cu degradări (fisuri, umezire, etc)
Elemente din lemn	> 20 ani	1,05	Fără degradări vizibile
	-	1,30	Cu degradări (fisuri, microorganisme, umede, etc)

Rezistențe termice corectate

Rezistențele termice corectate R' 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. Rezistența termică corectată R' ține seama de influența punților termice și se determină cu relația:

$$R' = r \times R \text{ [m}^2\text{K/W]}.$$

în care r – coeficient de reducere a rezistențelor termice unidirecționale

În Raportul de Rezultate și în Informațiile privind clădirea certificată sunt date tabelar rezistențele termice unidirecționale și rezistențele termice corectate pentru elementele de construcție ale anvelopei.

Rezistențele termice corectate constituie date de bază pentru determinarea consumului de energie termică pentru încălzirea clădirii.

Rezistențele termice corectate ale elementelor de construcție, R' , se compară cu rezistențele termice normate, R'_{min} – vezi tab.1

Criteriul de satisfacere a exigenței de izolare termică a clădirii este $R' \geq R'_{min}$

Tip element de construcție	Rezistență termică corectată [m ² K/W]	Aria [m ²]
Perete ext. Est	2,85	381,59
Perete ext. Sud	2,85	211,13
Perete ext. Vest	2,85	285,83
Perete ext. Nord	2,85	163,61
Planșeu pe sol	0,305	526,45
Planșeu sub pod	0,475	1168,39
Tamplarie PVC Est	0,68	116,64
Tamplarie PVC Sud	0,68	79,2
Tamplarie PVC Vest	0,68	212,4
Tamplarie PVC Nord	0,68	126,72

Tab.1

Element de construcție	R'_{min} [m ² K/W]	Satisfacerea exigenței de izolare termică
PExt	1,8	DA
Tamplarie Ext	0,77	DA
Plp	5	NU
Plsb	2,9	NU
Ps	4,5	NU

Comparând valorile rezistențelor termice corectate rezultate reale, din Tabelul 1, Anexa la Certificatul de performanță energetică, cu valorile rezistențelor normate din Tabelul 1, se constată că elementele de construcție ale anvelopei clădirii, pereții exterior și tâmplăria exterioară îndeplinesc exigența de izolare termică, planșeul pe sol și planșeul de sub pod nu îndeplinesc exigența de izolare termică. Pentru elementele de anvelopă care nu satisfac exigența de izolare termică, se impun măsuri orientate spre creșterea nivelului de izolare termică, în vederea reducerii consumului de energie termică a clădirii.

1.3.3. Consumul anual de energie pentru incalzire

Procedura de calcul

- se definesc limitele spațiului încălzit și, dacă este cazul ale zonelor diferite și ale spațiilor neîncălzite;
- în cazul încălzirii sau ventilării cu intermitență, se definesc, pentru perioada de calcul, perioadele care sunt caracterizate de program de încălzire sau ventilare diferit (de exemplu zi, noapte, sfârșit de săptămână);
- în cazul calculului pentru o singură zonă: se calculează coeficientul de pierderi al spațiului încălzit; pentru calcul multi-zonal documentul recomandat este SR EN ISO 13790 anexa B;
- pentru calculele pe sezonul de încălzire se definește sau se calculează datele climatice ale sezonului de încălzire;

Apoi, pentru fiecare perioada de calcul (luna sau sezon de încălzire):

- se calculează temperatura interioară pentru fiecare perioada;
- se calculează pierderile de căldură totale, OL;
- se calculează degajările interne de căldură, Oi;
- se calculează aporturile solare, Qs;
- se recalculează perioada de încălzire
- se calculează factorul de utilizare al aporturilor de căldură, rj;
- se calculează necesarul de căldură, Qh, pentru toate perioadele de calcul;
- se calculează necesarul anual de căldură, Qh;
- se calculează necesarul de energie pentru încălzire, Qth, ținând seama de pierderile sau de randamentul instalației de încălzire.

S-au calculat:

Pentru determinarea necesarului de căldură s-a folosit un program de calcul care a determinat necesarul de căldură pentru Parter și pentru cele 2 Etaje:

Setări generale (pt. toate camerele) :				Zona eoliana		IV
°C TUR	60	Zona climatică	III	înfara localit.		4,0
°C RETUR	50		-18	7	1,00	

Caracteristici pentru fiecare Etaj:

Parter	20,10	30,50	3,60	613,05	2206,98	B	20	B
+ / - suprafata			3,60	0,00			T1	Est
supraf. vitrate	90,00	90,00	180,00	613,05	20,10	T. Bun	20	T. Bun
pereti exter.			0,0%	0,00	44.359	-18	P6	-18
pereti inter.						20	20	20

Etaj 1	20,10	30,50	3,60	613,05	2206,98	B	20	B
+ / - suprafata			3,60	0,00			T1	Est
supraf. vitrate	89,00	89,00	178,00	613,05	19,21	T. Bun	20	T. Bun
pereti exter.			0,0%	0,00	42.398	-18	P1	-18
pereti inter.						20	20	20

Etaj 2	20,10	30,50	3,60	613,05	2206,98	B		B
+ / - suprafata			3,60	0,00			T4	Est
supraf. vitrate	89,00	89,00	178,00	613,05	69,79	T. Bun	20	T. Bun
pereti exter.			0,0%	0,00	154.027	-18	P1	-18
pereti inter.						20	20	20

Necesar caldura Parter (kW)	44,4
Necesar caldura Etaj 1 (kW)	42,4
Necesar caldura Etaj 2 (kW)	154
Necesar caldura Cladire (kW)	240,8
Consum anual de energie (MWh/an)	345,6
Consum specific de energie(kWh/mp/an)	192
Durata sezon incalzire (zile/an)	180
Temp interioara [°C]	20

Consumul anual de căldură pentru încălzirea spațiilor (încălzire discontinua) se determină în conformitate cu metodologia Mc 001/PII.I. Temperatura de calcul a ținut cont de faptul ca avem o variație zilnica astfel temperatura interioara echivalenta a reieșit din calcul ca fiind de 20°C. In final s-au determinat valorile pe baza cărora se va clasifica din punct de vedere energetic clădirea. Însumând toate consumurile de energie prezentate mai sus rezultă un consum total anual de energie pentru încălzire de 345,6 MWh/an, respectiv un consum specific de 192 kW/m²an.

1.3.4. Consumul anual de energie pentru preparare apă caldă de consum

Determinarea consumului anual de căldură pentru prepararea apei calde menajere pentru clădirea auditată se determină în conformitate cu metodologia Mc 001/1 - 2006 cu formula:

$$Q_a = Q_{ac} + Q_{acp} \text{ [kWh/an]}$$

Q_{ac} – consumul de căldură aferent consumului de apă caldă [kWh/an];

Q_{acp} – pierderile de căldură ale instalației de apă caldă de consum [kWh/an].

Date necesare pentru calcul:

Puncte de consum a.c.m./a.r. în clădire: 6 pct.

Numărul de obiecte sanitare – pe tipuri: Lavoar - 6 buc., WC-uri – 12 buc.

Preparare apă caldă de consum: centrală termică proprie

Număr de persoane: 650 pers.

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

Temperatura apei calde menajere este $t_{ac} = 60^\circ\text{C}$.

Rezultate obținute:

- Consumul anual de apă caldă de consum: $V = 500 \text{ m}^3/\text{an}$;
- Consumul anual de căldură pentru apă caldă de consum: $Q_{acc}^{an} = 41,48 \text{ MWh/an}$
- Consumul anual specific de căldură pentru prepararea apei calde de consum: $Q_{acc}^{an} = 14,396 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

1.3.5. Consumul anual de energie pentru iluminat

Pentru calcularea estimativă a consumului de energie electrică pentru iluminat se folosește metodologia MC001. Astfel pentru sistemul de iluminat aferent clădirii rezultă un consum global anual de 53,68 MWh/an, respectiv un consum specific de energie electrică de 29,24 kWh/m²an.

1.3.6. Consumul anual de energie pentru climatizare - racire

- Nu este cazul

1.3.7. Consumul anual de energie pentru ventilare mecanica

- Nu este cazul

1.3.8. Calculul emisiilor de CO₂

Pe baza necesarului anual de energie termică și electrică calculat conform Mc001/PII se determină energia primară consumată pentru asigurarea confortului în clădire: 440,76 MWh/an.

Pe baza necesarului total anual de energie termica si electrica se determină emisiile anuale de CO₂.

Consumul specific anual de energie

$$Q_{\text{total}}^{\text{an}} = 235,64 \text{ kWh/m}^2/\text{an}.$$

Cantitatea totala de CO₂ emisă este

$$E_{\text{CO}_2}^{\text{an}} = 43,08 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{an}.$$

2. CERTIFICATUL DE PERFORMANTA ENERGETICA AL CLADIRII

2.1. Datele generale ale cladirii

Certificatul de performanță energetică se acordă pentru:

Destinația clădirii: Clădire destinată sistemului educational - învățământ

Adresa: STR. MIHAIL KOGĂLNICEANU, NR.114, Municipiul SEBEȘ, jud. Alba

2.2. Consumuri specifice de energie

Separat pe utilități termice, consumurile specifice de energie a clădirii de referință sunt:

- Pentru încălzire: consumul specific de 192 [kWh/m²an];
- Pentru apa caldă menajeră: consumul specific de 14,4 [kWh/m²an];
- Pentru iluminat: consumul specific 29,24 [kWh/m²an];
- Indice de emisii echivalent CO₂ : 43,08 [kgCO₂/m²an]

2.3. Incadrarea clădirii în clasa energetica

Certificatul energetic stabilește care sunt performanțele energetice ale clădirii de supuse spre analiză:

Certificatul energetic atribuie clădirii reale clasificarea energetică "C" și o valoare de 235,64 [kWh/m²an] pentru consumul anual de căldură pentru încălzire, apa caldă menajeră și iluminat.

Separat pe utilități termice clasificarea energetică a clădirii de referință este:

- Pentru încălzire: clasificarea "C";
- Pentru apa caldă menajeră: clasificarea "C";
- Pentru iluminat: clasificarea "C";

2.4. Penalitati. Nota energetica

Penalizări acordate clădirii reale și notarea energetica

P1 coeficient de penalizare funcție de starea subsolului tehnic al clădirii = 1.00

P2 coeficient de penalizare funcție de utilizarea ușii de intrare în clădire clădirii = 1.01

P3 coeficient de penalizare funcție de starea elementelor de închidere mobile din spațiile comune (casa scărilor) - către exterior sau către ghene de gunoi = 1.02

P4 coeficient de penalizare funcție de starea armăturilor de închidere și reglaj de la corpurile statice = 1.02

P5 coeficient de penalizare funcție de spălarea / curățirea instalației de încălzire interioară = 1.05

P6 coeficient de penalizare funcție de existența armăturilor de separare și golire a coloanelor de încălzire = 1.03

P7 coeficient de penalizare funcție de existența echipamentelor de măsură pentru decontarea consumurilor de căldură = 1.00

P8 coeficient de penalizare funcție de starea finisajelor exterioare ale pereților exteriori = 1.00

P9 coeficient de penalizare funcție de starea pereților exteriori din punct de vedere al conținutului de umiditate al acestora = 1.02

P10 coeficient de penalizare funcție de starea terasei- terasa etansa = 1.00

P il coeficient de penalizare funcție de starea coșului / coșurilor de evacuare a fumului = 1,05

P12 coeficient de penalizare care ține seama de posibilitatea asigurării necesarului de aer proaspăt la valoarea de confort =1.10

Coeficient de penalizare a notei energetice **P** = 1.3388

Se determina NOTA energetică a clădirii în starea sa actuală cu relația de mai jos din Metodologie partea a III-a, în care valoarea q_T se refera la suma utilităților termice care se aplica la clădirea analizata (în general pentru clădiri de locuit: incalzirea spatiilor, prepararea apei calde si iluminat) exprimate sub forma consumurilor specifice de căldură [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{an}$].

$$N = \begin{cases} \exp(-B_1 \cdot q_T \cdot p_o + B_2), & \text{pentru } (q_T \cdot p_o) > q_{Tm} \text{ kWh/m}^2\text{an} \\ 100, & \text{pentru } (q_T \cdot p_o) \leq q_{Tm} \text{ kWh/m}^2\text{an} \end{cases}$$

în care:

B1, B2- coeficienți numerici determinați în funcție de cazul de încadrare a clădirii din punct de vedere al utilităților existente conform metodologiei MC001 astfel avem: B1=0,001016 si B2=4,73724.

p_o - coeficient de penalizare a notei acordate clădirii funcție de gradul de utilizare a energiei în raport cu nivelul rațional, corespunzător normelor minime de igienă și întreținere a clădirii și instalațiilor interioare, determinat conform MC001,

q_{Tm} - consumul specific anual normal de energie minim, obținut prin însumarea valorilor minime din scalele energetice proprii utilităților existente/aplicabile, conform MC001.

2.5. Cladirea de referinta

Certificatul energetic stabilește care sunt performanțele energetice ale clădirii de referință:

Certificatul energetic atribuie clădirii de referință clasificarea energetică "A" și o valoare de 115,94 [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{an}$] pentru consumul anual de căldură pentru încălzire, apa caldă menajeră și iluminat, căreia îi corespunde nota 100.

Separat pe utilități termice clasificarea energetică a clădirii de referință este:

- Pentru încălzire: clasificarea "B" și consumul specific de 105,25 [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{an}$];
- Pentru apa caldă menajeră: clasificarea "A" și consumul specific de 4,68 [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{an}$];
- Pentru iluminat: clasificarea "A" și consumul specific 12,67 [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{an}$];
- Indice de emisii echivalent CO_2 : 36,28 [$\text{kgCO}_2/\text{m}^2\text{an}$]

2.6. Redactarea Certificatului de Performanta Energetica

REZUMA T CONSUMURI SI CLASE ENERGETICE CLĂDIRE REALA

Modul 1 - Consumul anual și specific de energie pentru încălzire înainte de creșterea eficienței energetice

Consum	ÎNCĂLZIRE
Consum anual de energie [MWh/an]	345,6
Consum specific de energie [kWh/m2an]	192
Indice de emisii echivalent CO2 [kgCO2/m2an]	35,1
CLASA DE EFICIENTA ENERGETICA	C

Modul 2 - Consumul anual și specific de energie pentru ACC:

Consum	APĂ CALDĂ DE CONSUM
Consum anual de energie [MWh/an]	41,48
Consum specific de energie [kWh/m2an]	14,4
Indice de emisii echivalent CO2 [kgCO2/m2an]	3,44
CLASA DE EFICIENTA ENERGETICA	C

Modul 3 - Consumul anual și specific de energie pentru iluminat:

Consum	ILUMINAT
Consum anual de energie [MWh/an]	53,65
Consum specific de energie [kWh/m2an]	29,23
Indice de emisii echivalent CO2 [kgCO2/m2an]	6,14
CLASA DE EFICIENTA ENERGETICA	C

2.7. Redactarea Anexei (sinteza datelor tehnice)

REZUMAT CLĂDIRE REALĂ

Consum	Încălzire	ACM	Iluminat	Climatizare	Ventilare	TOTAL
Consum anual de energie [MWh/an]	345,60	41,48	53,65	-	-	440,76
Consum specific [kWh/m2an]	192,00	14,40	29,23	-	-	235,64
Indice de emisii echivalent CO2 [kgCO2/m2an]	35,1	3,44	6,14	-	-	43,1
CLASA DE EFICIENTA ENERGETICA	C	C	C	-	-	C

REZUMAT CLĂDIRE DE REFERINȚĂ

Consum	Încălzire	ACM	Iluminat	Climatizare	Ventilare	TOTAL
Consum anual de energie [MWh/an]	189,45	13,48	37,33	-	-	240,26
Consum specific [kWh/m2an]	105,25	4,68	20,34	-	-	130,27
Indice de emisii echivalent CO2 [kgCO2/nran]	27,77	1,12	15,91	-	-	44,80
CLASA DE EFICIENȚA ENERGETICĂ	A	A	A	-	-	A

3. AUDITUL ENERGETIC AL CLĂDIRII

3.1. Informatii generale

Consumul energetic al clădirii se compune din: încălzire, apa caldă de consum, ventilare, climatizare și iluminat.

Pe lângă calitățile termice ale clădirii și calitățile de bază ale instalațiilor, acest consum depinde de importanța încăperilor încălzite, de mediul adiacent acestora (climat și vecinătate), de opțiunile ocupanților în materie de confort (și de economie) și de posibilitățile de intervenție ale acestora (de manieră directă sau indirectă) în mod rațional asupra gestiunii propriilor instalații. Aceste posibilități de gestiune corespund parametrilor reglajului și programării.

În scopul analizei efectului de reducere a consumului de energie al clădirii aferent fiecărei măsuri de modernizare energetică, se determină consumul de energie anual normal pentru încălzirea spațiilor, prepararea apei calde de consum și asigurarea iluminatului clădirii pentru situația actuală, acesta devenind o valoare de referință pentru toate intervențiile asupra clădirii și instalațiilor aferente acesteia. Această valoare se determină în conformitate cu părțile I și II ale Metodologiei MC001.

Decizia adoptării unei măsuri de modernizare energetică este cea de eficiență economică a măsurii (pachetului de măsuri), în conformitate cu indicatorii tehnico-economici.

Scopul principal al măsurilor de reabilitare / modernizare energetică a clădirilor existente îl constituie reducerea consumurilor de căldură pentru încălzirea spațiilor și pentru prepararea apei calde de consum în condițiile asigurării condițiilor de microclimat confortabil.

Soluțiile tehnice și economice, precum și politica energetică națională se vor subsuma prevederilor Legii 10/1995 modificată, privind Calitatea în construcții.

Soluțiile recomandate pentru reducerea costurilor prin îmbunătățirea performanței energetice a clădirii sunt:

- **Soluții recomandate pentru anvelopa clădirii - notate cu C**
- **Soluții recomandate pentru instalațiile aferente clădirii - notate cu I**
- **Pachete de soluții - notate cu PS**

3.2. Soluții de reabilitare / modernizare energetică pentru partea de construcții

Pe baza expertizei energetice se propun următoarele soluții de îmbunătățire a izolației termice a clădirii:

Soluția C1 – Termoizolarea planșeului pod cu vată bazaltică 20 cm

Se propune suplimentarea la pardoseala podului cu saltele de vată bazaltică având grosimea de 20 cm. Soluția se justifică pentru verificarea condițiilor din normative și poate conduce la performanțe energetice sporite datorită fiind ponderea mare a suprafeței acestui element de închidere. Soluția este ușor de implementat.

3.3. Soluții de reabilitare / modernizare energetică pentru instalații

Soluția I1 – Înlocuirea soluției actuale de preparare a agentului termic (centrale termice cu combustibil gazos) cu soluții eficiente energetic de tip pompe de caldura

Se propune montarea a două pompe de caldura tip sol-apă, de înaltă eficiență, alimentate cu energie electrică, având puterea termică totală de $P_t=120\text{kW}$, în locul cazanelor existente cu combustibil gazos..

Consumul de energie pentru încălzire se va reduce cu cca.70%.

Soluția I2 – Lucrări de intervenție la instalații (termice, încălzire și apă caldă, și electrice)

a) Se recomandă de asemenea și montarea unor cronotermostate de ambianță și robinete cu actuator pe corpurile statice în fiecare încălț pentru reglarea sarcini termice în regim de iarnă/vară;

Prin aplicarea acestei măsuri se preconizează o economie de energie de cca 2% din consumul de energie pentru încălzire, respectiv de 6,9 MWh/an.

b) Rețeaua de apă caldă – dotarea instalației de producere a apei calde menajere cu un sistem de panouri solare și rezervor bivalent;

Achiziționarea și montarea de baterii cu fotocelulă care asigură un consum redus de apă caldă la grupurile sanitare.

Economia astfel rezultată este de cca. 30% din consumul de energie pentru prepararea apei calde, respectiv 16,1 MWh/an.

c) Rețea de alimentare cu energie electrică – după o verificare și după eventuale reparații ale sistemului de alimentare cu energie electrică a școlii, se impun următoarele măsuri de eficientizare a consumului de energie electrică: înlocuirea sistemului clasic de pe holuri și casa scării cu corpuri eficiente energetic, cu senzor de mișcare; înlocuirea becurilor incandescente cu corpuri de iluminat cu tehnologie LED

Economia astfel rezultată va fi de cca. 32,94% din total consum de energie electrică cu instalația de iluminat existentă, respectiv de 14.200,00 kWh/an.

d) Se recomandă implementarea unei centrale electrice fotovoltaice CEF cu puterea instalată de 69,3kWp_60kW, ce acoperă un autoconsum de aprox. 100%.

Consumul specific pentru măsura I2 va fi 15,73 kWh/m²an.

3.4. Efectul soluțiilor de construcții asupra performanței de izolare termică a clădirii.

Soluția termoizolării podului C1 ar reduce consumul specific anual de energie pentru încălzire la:

$$Q_{inc}^{an} = 153,6 \text{ kWh/m}^2\text{an}$$

3.5. Efectul soluțiilor de construcții și instalații asupra consumului de energie.

Influența aplicării fiecărei soluții tehnice de modernizare energetică se determină prin estimarea consumului anual normal de energie pentru situația aplicării acestora, conform părților I și II ale Metodologiei și prin raportarea consumului la valoarea consumului anual normal de energie estimat pentru clădirea în starea sa actuală (inițială) - valoare determinată prin analiză termică și energetică a clădirii.

Sucesiunea calculelor termotehnice pentru determinarea performanțelor termo-higro-energetice ale școlii, după modernizare a fost:

- stabilirea soluțiilor de principiu (materiale și alcătuiuri) în funcție de condițiile specifice
- determinarea grosimilor straturilor termoizolante suplimentare, pe baza unor calcule preliminare, simplificate și aproximative, precum și pe baza unor calcule de optimizare, conform GP 058 Ghid privind optimizarea nivelului de protecție.
- determinarea rezistențelor termice specifice în câmp curent
- calculul rezistențelor termice corectate (R'); Ipoteze de calcul- cost

Calcululele economice sunt efectuate in Euro, cursul de schimb BNR la data realizării auditului energetic este de 4,95 Ron = 1 Euro

Materialele utilizate au caracteristicile tehnice descrise mai jos in condiții minimale de calitate-informatiile au fost preluate din SC004 si din normativele in vigoare.

- Costul este final (fara TVA), cuprinde valoarea materialelor, manopera si pierderi material conform tehnologiilor de pus in opera.
- Stabilirea acestor costuri este făcută strict pentru a elabora analiza economica in raportul de audit pentru soluții si pachete soluții; nu reprezintă valoarea de investiție ce va fi cuprinsa in documentația PAC.
- Pentru stabilirea costului pachetului de soluții construcții - a fost stabilit costul pentru fiecare soluție menționata in recomandări.

A. Măsuri generale de organizare

- Informarea administrației și utilizatorilor despre economisirea energiei.
- Înțelegerea corectă a modului în care școala trebuie sa funcționeze atât în ansamblu cât și în detaliu.
- Încurajarea ocupanților de a administra corect instituția școlară, fiind motivați pentru a reduce consumul de energie.
- Înregistrarea regulată a consumului de energie
- Analiza facturilor de energie si a contractelor de furnizare a energiei și modificarea lor dacă este cazul.
- Asigurarea serviciilor de consultanță energetice din partea unor firme specializate (care să asigure și întreținerea corespunzătoare a instalațiilor imobilului).

B. Recomandări pentru reducerea costurilor prin îmbunătățirea performanței energetice a instalațiilor clădirii:

- Instalarea sistemelor de încălzire care utilizează energie regenerabilă, inclusiv înlocuirea sau completarea sistemelor clasice de încălzire.
- Adaptarea și reglarea sistemului de încălzire la necesarul de căldură redus, ca urmare a eficientizării termice.
- Demontarea și spalarea corpurilor de încălzire sau înlocuirea lor.
- Echilibrarea termo-hidraulică a rețelei de distribuție, corpurilor de încălzire și coloanelor de agent termic.
- Montarea robinetilor cu termostat pe racordul tuturor corpurilor de încălzire care nu sunt doechipati cu robineti cu termostat.
- Îndepărtarea obiectelor care împiedică cedare de căldură a radiatoarelor către spațial locuit
- Introducerea între perete și radiator a unei suprafețe reflectante a căldurii radiante
- Echilibrarea termo-hidraulică a rețelei de distribuție a apei calde de consum
- Înlocuirea obiectelor sanitare uzate.
- Montarea bateriilor amestecatoare performante.

3.6. Analiza eficienței economice a măsurilor de reabilitare / modernizare energetică propuse.

3.6.1. Termoizolare - Soluția C1

Dacă se implementează măsurile de termoizolare a podului vor rezulta următoarele:

Consum energie termică anual înainte de implementare: 345,6 MWh (calculat în funcție de necesarul de căldură determinat, raportat la un consum anual de 8h/zi, 180 de zile/an)

Consum energie termică anual după implementare: 276,48 MWh (calculat în funcție de necesarul de căldură determinat după implementarea măsurii, raportat la un consum anual de 8h/zi, 180 de zile/an)

Economie anuală de energie termică: 69,12 MWh

Economie anuală de energie primară-gaz metan: 104,1 MWh (calculat în funcție de randamentul unui cazan nou de aprox. 0,94)

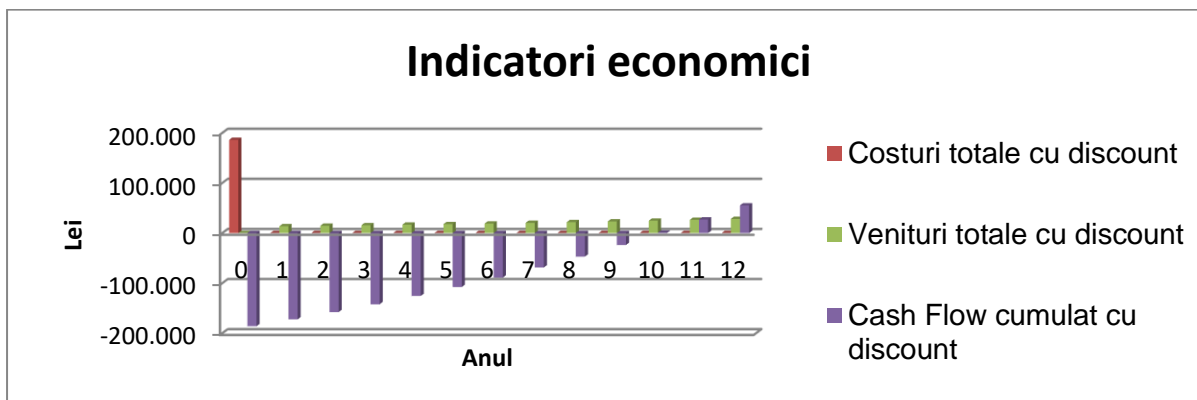
Masuri termoizolare	
Podea pod termoizolata(mp)	620
Pret unitar(lei/mp)	300
Cost total investitie (lei)	186.000

Date investitie		
Capex/Investitie	186,000	lei
Costuri de operare si mentenanta -O&M Cost	0	Lei/an

Economie de energie generata	104	MWh / an
Tariful energie (gaze naturale)	0.168	Lei / kWh
Rata de discount	3.0%	
Durata de viata	20	ani
Majorarea anuala a tarifului gazului natural	10%	

Indicatori investitie		
Valoare neta prezenta (Lei)	NPV	55130
Raport Beneficii/Costuri	B/C ratio	1.30
Rata interna de rentabilitate	IRR	6.9%
Amortizare (Ani)	Payback	10
Tariful gaze naturale uniformizat(Lei/kWh)	LEC	0.22

Anul	Investitie	O&M Cost	Cost Total	Disc'd Cost	Economie de energie	Tarif gaze naturale	Venit	Disc'd Venit	Net Cash Flow	Disc'd Net Cash Flow	Net Cashflow cumulat	Disc'd Net CashFlow cumulat	Disc' d Economie energie
	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh	Lei/kWh	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh
0	186,000		186,000	186,000	0	0	0	0	186,000	186,000	-186,000	-186,000	
1		0	0	0	84	0.168	14052	13,642	14052	13,642	-171,948	-172,358	81
2		0	0	0	84	0.185	15457	14,569	15457	14,569	-156,492	-157,788	79
3		0	0	0	84	0.203	17002	15,560	17002	15,560	-139,489	-142,229	77
4		0	0	0	84	0.224	18703	16,617	18703	16,617	-120,787	-125,612	74
5		0	0	0	84	0.246	20573	17,746	20573	17,746	-100,214	-107,866	72
6		0	0	0	84	0.271	22630	18,952	22630	18,952	-77,584	-88,913	70
7		0	0	0	84	0.298	24893	20,240	24893	20,240	-52,691	-68,673	68
8		0	0	0	84	0.327	27382	21,616	27382	21,616	-25,308	-47,057	66
9		0	0	0	84	0.360	30121	23,085	30121	23,085	4,812	-23,972	64
10		0	0	0	84	0.396	33133	24,654	33133	24,654	37,945	682	62
11		0	0	0	84	0.436	36446	26,329	36446	26,329	74,391	27,011	60
12		0	0	0	84	0.479	40091	28,119	40091	28,119	114,482	55,130	59
Total	186000	0	186000	186000	1004		300482	241130	114482	55130			833



3.6.2. Inlocuirea solutiei actuale de preparare a agentului termic (centrale termice cu combustibil gazos) cu solutii eficiente energetic de tip pompe de caldura

Inlocuirea celor 2 centrale existente cu 2 pompe de căldură eficiente vor aduce o economie anuala de energie termica de aproximativ 70%

Economie anuala de energie primara-gaz metan: 110 MWh

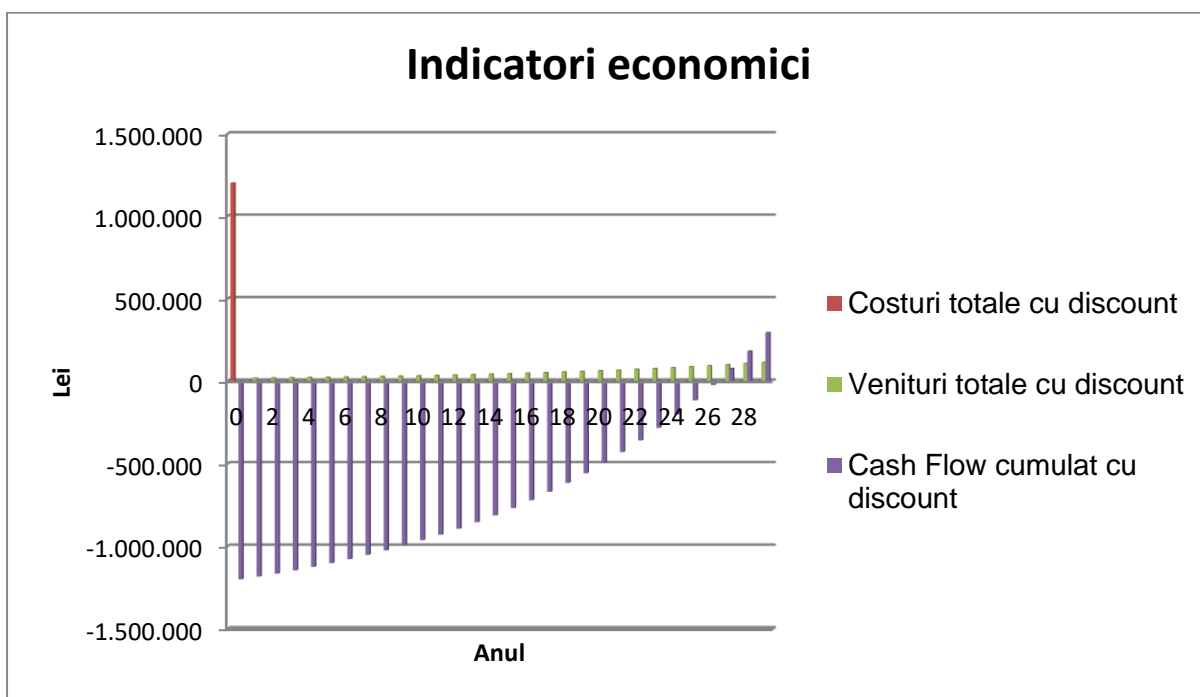
Masuri inlocuire cazane	
Pompa caldura 60 kW-2 buc	900.000
Manopera	300.000
Cost(lei)	1.200.000

Date investitie		
Capex/Investitie	1.200.000	lei
Costuri de operare si mentenanta -O&M Cost	1000	Lei/an
Economie de energie generata	110	MWh / an
Tariful energie (gaze naturale)	0,168	Lei / kWh
Rata de discount	3,0%	
Durata de viata	30	ani
Majorarea anuala a tarifului gazului natural	10%	

Indicatori investitie		
Valoare neta prezenta (Lei)	NPV	293913
Raport Beneficii/Costuri	B/C ratio	1,24
Rata interna de rentabilitate	IRR	4,2%
Amortizare (Ani)	Payback	27
Tariful gaze naturale uniformizat(Lei/kWh)	LEC	0,58

Anul	Investitie	O&M Cost	Cost Total	Disc'd Cost	Economie de energie	Tarif gaze naturale	Venit	Disc'd Venit	Net Cash Flow	Disc'd Net Cash Flow	Net Cashflow cumulat	Disc'd Net CashFlow cumulat	Disc' d Economie energie
	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh	Lei/kWh	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh
0	1.200.000		1.200.000	1.200.000	0	0	0	0	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	
1		1000	1000	971	110	0,168	18480	17.942	17480	16.971	1.182.520	1.183.029	107
2		1000	1000	943	110	0,185	20328	19.161	19328	18.218	1.163.192	1.164.811	104
3		1000	1000	915	110	0,203	22361	20.463	21361	19.548	1.141.831	1.145.262	101
4		1000	1000	888	110	0,224	24597	21.854	23597	20.966	1.118.234	1.124.297	98
5		1000	1000	863	110	0,246	27057	23.339	26057	22.477	1.092.178	1.101.820	95
6		1000	1000	837	110	0,271	29762	24.925	28762	24.088	1.063.416	1.077.732	92
7		1000	1000	813	110	0,298	32738	26.619	31738	25.806	1.031.677	1.051.926	89
8		1000	1000	789	110	0,327	36012	28.428	35012	27.639	-996.665	1.024.287	87
9		1000	1000	766	110	0,360	39614	30.360	38614	29.594	-958.051	-994.693	84

10		1000	1000	744	110	0,396	43575	32.424	42575	31.680	-915.476	-963.013	82
11		1000	1000	722	110	0,436	47932	34.627	46932	33.905	-868.544	-929.108	79
12		1000	1000	701	110	0,479	52726	36.981	51726	36.279	-816.818	-892.829	77
13		1000	1000	681	110	0,527	57998	39.494	56998	38.813	-759.820	-854.016	75
14		1000	1000	661	110	0,580	63798	42.178	62798	41.517	-697.022	-812.499	73
15		1000	1000	642	110	0,638	70178	45.044	69178	44.403	-627.845	-768.097	71
16		1000	1000	623	110	0,702	77196	48.106	76196	47.483	-551.649	-720.614	69
17		1000	1000	605	110	0,772	84915	51.375	83915	50.770	-467.734	-669.844	67
18		1000	1000	587	110	0,849	93407	54.867	92407	54.279	-375.327	-615.565	65
19		1000	1000	570	110	0,934	102747	58.595	101747	58.025	-273.580	-557.540	63
20		1000	1000	554	110	1,027	113022	62.578	112022	62.024	-161.558	-495.516	61
21		1000	1000	538	110	1,130	124324	66.830	123324	66.293	-38.234	-429.223	59
22		1000	1000	522	110	1,243	136757	71.372	135757	70.850	97.523	-358.373	57
23		1000	1000	507	110	1,368	150432	76.223	149432	75.716	246.955	-282.657	56
24		1000	1000	492	110	1,504	165476	81.403	164476	80.911	411.431	-201.746	54
25		1000	1000	478	110	1,655	182023	86.935	181023	86.458	592.454	-115.288	53
26		1000	1000	464	110	1,820	200225	92.843	199225	92.380	791.679	-22.908	51
27		1000	1000	450	110	2,002	220248	99.153	219248	98.703	1.010.927	75.795	50
28		1000	1000	437	110	2,202	242273	105.892	241273	105.455	1.252.200	181.249	48
29		1000	1000	424	110	2,423	266500	113.088	265500	112.664	1.517.700	293.913	47
Total		1200000	29000	1229000	1219188	3190	2746700	1513102	1517700	293913			2.111



3.6.3 Lucrări de intervenție la instalații (termice, încălzire și apă caldă)

Se recomandă de asemenea și montarea unor cronotermostate de ambianță și robinete cu actuator pe corpurile statice în fiecare încălț pentru reglarea sarcini termice în regim de iarnă/vară și recondiționarea unor trasee de instalații termice;

Prin aplicarea acestei măsuri se preconizează o economie de energie de cca 2% din consumul de energie pentru încălzire, respectiv de 6,9 MWh/an.

Rețeaua de apă caldă – dotarea instalației de producere a apei calde menajere cu un sistem de panouri solare și rezervor bivalent;

Achiziționarea și montarea de baterii cu fotocelulă care asigură un consum redus de apă caldă la grupurile sanitare.

Economia astfel rezultată este de cca. 30% din consumul de energie pentru prepararea apei calde, respectiv 12,44 MWh/an.

Economie totala de energie: 19,35 MWh

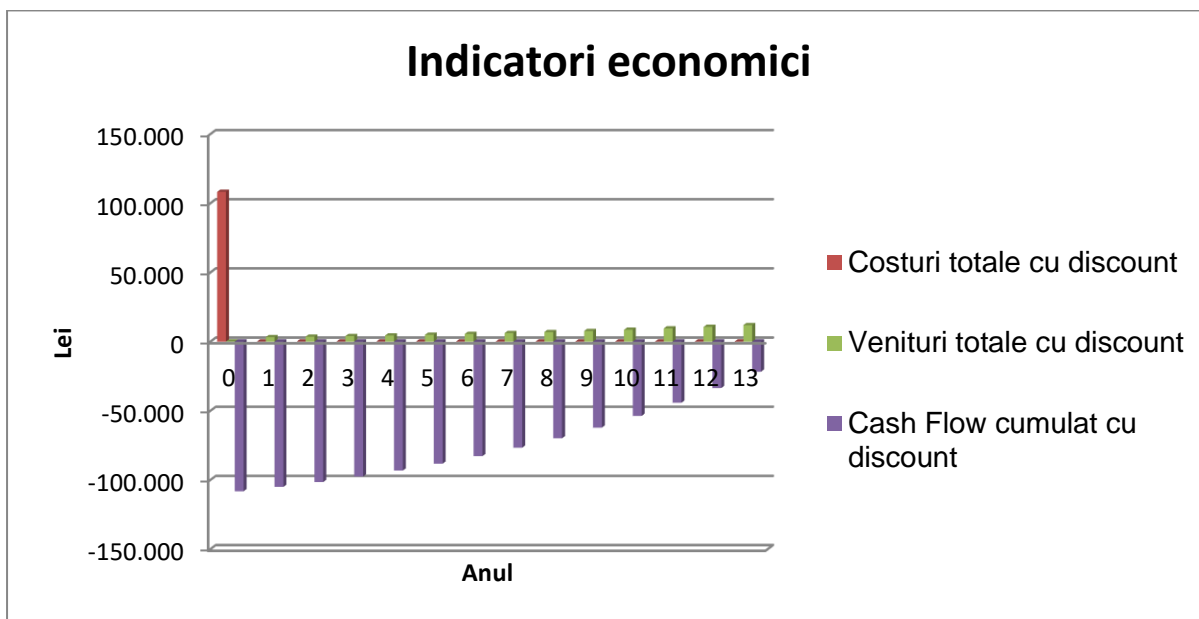
Robineti termostatați si panou solar ACM	
Robineti-buc	141
Pret unitar(lei/buc)	200
Panou solar si rețele termice	80.000
Cost(lei)	108.200,0

Date investitie		
Capex/Investitie	108,200	lei
Costuri de operare si mentenanta -O&M Cost	0	Lei/an
Economie de energie generata	19	MWh / an
Tariful energie (gaze naturale)	0.168	Lei / kWh
Rata de discount	3.0%	
Durata de viata	20	ani
Majorarea anuala a tarifului gazului natural	15%	

Indicatori investitie		
Valoare neta prezenta (Lei)	NPV	-21790
Raport Beneficii/Costuri	B/C ratio	0.80
Rata interna de rentabilitate	IRR	0.4%
Amortizare (Ani)	Payback	14

Anul	Investitie	O&M Cost	Cost Total	Disc'd Cost	Economie de energie	Tarif gaze naturale	Venit	Disc'd Venit	Net Cash Flow	Disc'd Net Cash Flow	Net Cashflow cumulat	Disc'd Net CashFlow cumulat	Disc' d Economie energie
	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh	Lei/kWh	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh
0	108,200		108,200	108,200	0	0	0	0	108,200	108,200	-108,200	-108,200	
1		0	0	0	19	0.168	3251	3,156	3251	3,156	-104,949	-105,044	19
2		0	0	0	19	0.193	3738	3,524	3738	3,524	-101,211	-101,520	18
3		0	0	0	19	0.222	4299	3,934	4299	3,934	-96,912	-97,586	18
4		0	0	0	19	0.256	4944	4,393	4944	4,393	-91,968	-93,193	17
5		0	0	0	19	0.294	5686	4,905	5686	4,905	-86,282	-88,288	17
6		0	0	0	19	0.338	6539	5,476	6539	5,476	-79,743	-82,813	16
7		0	0	0	19	0.389	7519	6,114	7519	6,114	-72,224	-76,699	16
8		0	0	0	19	0.447	8647	6,826	8647	6,826	-63,577	-69,873	15
9		0	0	0	19	0.514	9944	7,621	9944	7,621	-53,633	-62,251	15
10		0	0	0	19	0.591	11436	8,509	11436	8,509	-42,197	-53,742	14
11		0	0	0	19	0.680	13151	9,501	13151	9,501	-29,045	-44,241	14
12		0	0	0	19	0.782	15124	10,608	15124	10,608	-13,921	-33,633	14

13		0	0	0	19	0.899	17393	11,844	17393	11,844	3,471	-21,790	13
Total	108200	0	108200	108200	252		111671	86410	3471	-21790			206



Concluzii:

Durata maximă de recuperare a investiției totale estimate pentru lucrările de schimbare Robineti termostatați și panou solar ACM destinate Școlii Gimnaziale MIHAIL KOGĂLNICEANU – SEBEȘ este de max. 14 ani, iar economia de energie realizată prin aplicarea soluțiilor propuse se ridică la cca. **145 MWh/an.**

3.6.4. Analiza instalației de iluminat interior și perimetral

În tabelul de mai jos, este prezentată sintetizat situația corpurilor de iluminat din cadrul Școlii Gimnaziale MIHAIL KOGĂLNICEANU.

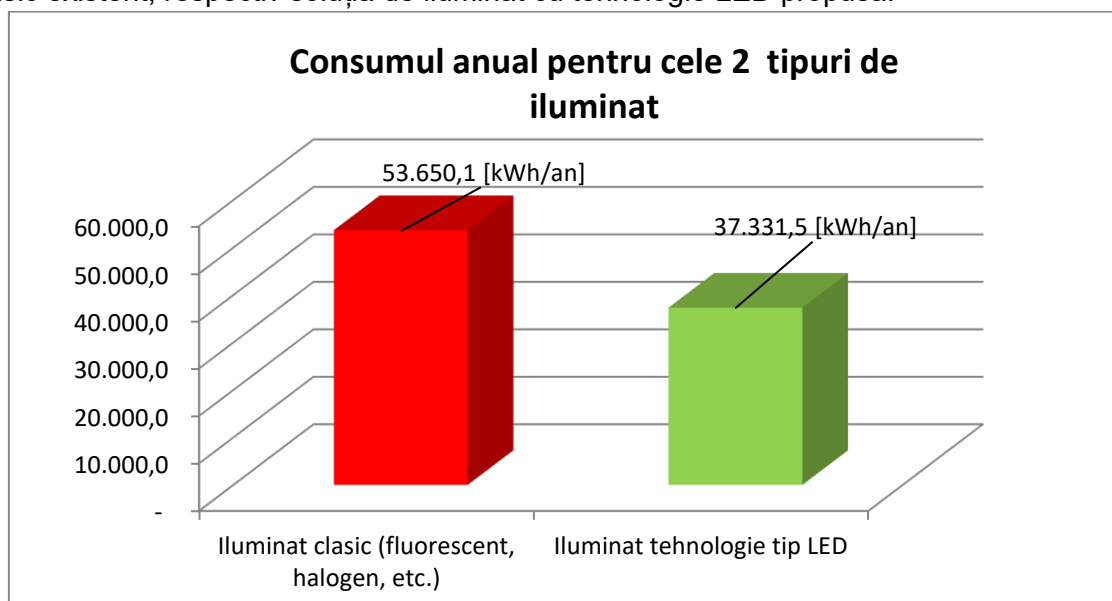
Tip surse/corpur existente	Tip corp vechi	Consum [W]	Numar corpur de inlocuit	Numar surse	Numar ore functionare/an	Consumul anual de electricitate [MWh]
Corpur 2x58W	58W	69,6	150	150	3785	39,5
Corpur 1x58W	1x18W	21,6	34	34	3785	2,8
Corpur ext	250 W	300	10	10	3785	11,4
TOTAL						53,65

Având în vedere timpii anuali de funcționare ai instalației de iluminat se pot realiza economii importante de energie la nivelul instituției prin înlocuirea corpurilor existente cu unele cu performanțe energetice superioare (corpur de iluminat cu LED).

Tip surse/corpurile propuse – tehnologie LED	Consum/corp cu tehnologie noua	Inaltime	Numar ore functionare/an	Consum anual electricitate [MWh]
Corp LED 64W, 6500lm, 4000K, 1500mm	64	4,5	3785	2,18
Corp LED 23W, 3000lm, 4000K, 1500mm	23	4,5	3785	2,79
Corp LED 33W, 4200lm, 4200K, 1500mm	33	4,5	3785	2,00
Corp LED 42W, 4900lm, 4000K, 1500mm	42	4,5	3785	5,09
Corp LED 61W, 6700lm, 4000K, 1150mm	61	4,5	3785	14,55
Corp LED 16W, 1950lm, 4000K, d=300mm	16	4,5	3785	0,24
Corp LED 40W, 4000lm, 4000K, 1250mm	40	4,5	3785	4,84
Corp LED 37W, 4400lm, 4000K, 1200mm	37	4,5	3785	2,38
Corp LED 3W, 98lm, 3h	3	2,5	3785	0,10
Corp LED 5W, 78lm, 3h	5	2,5	3785	0,30
Corp LED 3W, 497lm, 3h	3	2,5	3785	0,02
Proiector, 75W, 7500lm, IP66	75	7	3785	2,84
TOTAL				37,33

Saving Energie [MWh/an]	16.3
--------------------------------	-------------

În graficul de mai jos, sunt prezentate consumurile anuale pentru sistemul de iluminat clasic existent, respectiv soluția de iluminat cu tehnologie LED propusă.



CONSUMUL DE ENERGIE ELECTRICĂ PENTRU ILUMINAT

Situație existentă

Corpurile de iluminat din sistemul de iluminat actual sunt cu puterea cuprinsa intre 18W și 250W, dar au eficacitate redusă, nr. total de corpuri de iluminat actual instalat este de 194 buc. Rezultând o uniformitate luminoasă foarte scăzută.

Puterea totală instalată este de 14,17 kWh iar consumul anual rezultă:

14,17 kWh x 3785 ore = 53.650,10 kWh/an

Costul energiei electrice pentru iluminat public: 53.650,10 kWh x 0,133 euro/kWh
=7.135,5 euro/an

Situație propusă

Pentru modernizarea sistemului de iluminat public, se propun corpuri de iluminat cu tehnologie LED cu puteri cuprinse intre 3W și 75W

Puterea totală instalată este de 9,9 kWh iar consumul anual rezultă:

9,9 kWh x 3785 ore = 37.331,46 kWh/an

Costul energiei electrice pentru iluminat public în situația propusă:

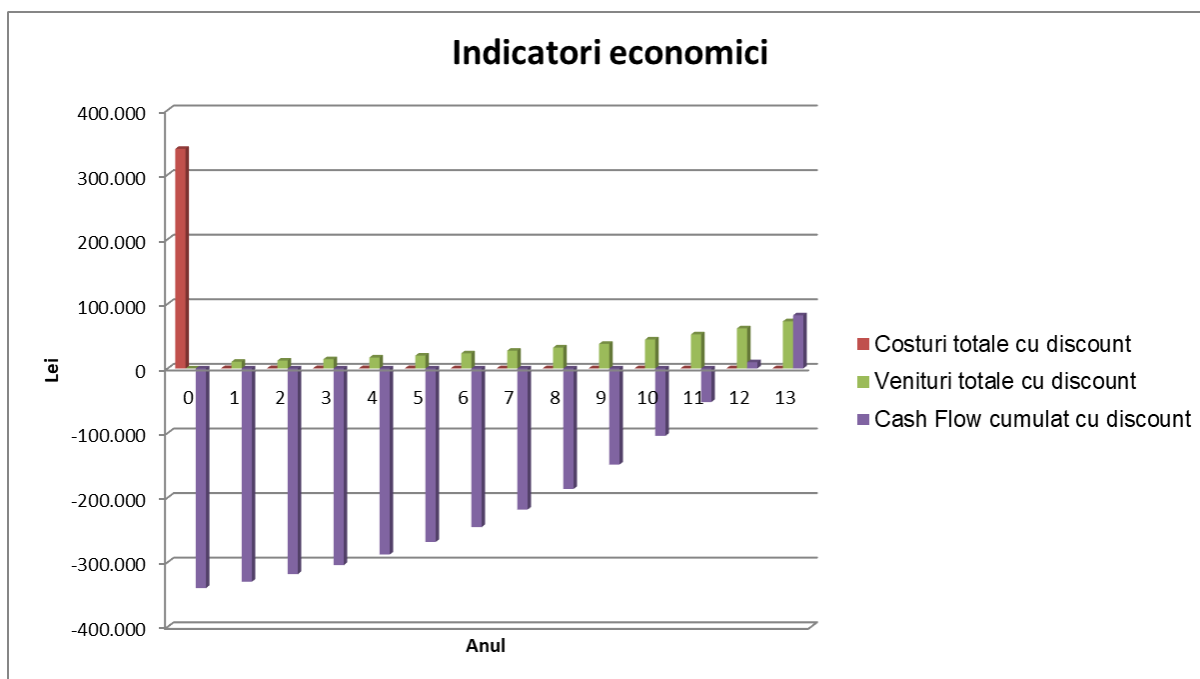
37.331,46 kWh x 0,1333 euro/KWh = 4.965,1 euro/an

Economie financiară asigurată : 7.135,5 - 4.965,1 = 2.170,40 euro/an, în condițiile în care sunt îndeplinite toate condițiile și normele pentru un iluminat modern, eficient și de calitate.

Date investitie		
Capex/Investitie	340.000	lei
Costuri de operare si mentenanta -O&M Cost	500	Lei/an
Economie de energie generata	16	MWh / an
Tariful energie electrice Tarif ee	0,65	Lei / kWh
Rata de discount	2,0%	
Durata de viata	10	ani
Majorarea anuala a tarifului energiei electrice	20%	

Anul	Investitie	O&M Cost	Cost Total	Disc'd Cost	Economie de energie	Tarif ee	Venit	Disc'd Venit	Net Cash Flow	Disc'd Net Cash Flow	Net Cashflow cumulat	Disc'd Net CashFlow cumulat
	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh	Lei/kWh	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei
0	340.000		340.000	340.000	0	0	0	0	-340.000	-340.000	-340.000	-340.000
1		500	500	490	16	0,7	10595	10.387	10095	9.897	-329.905	-330.103
2		500	500	481	16	0,8	12714	12.220	12214	11.740	-317.691	-318.363
3		500	500	471	16	0,9	15257	14.377	14757	13.906	-302.934	-304.458
4		500	500	462	16	1,1	18308	16.914	17808	16.452	-285.126	-288.006
5		500	500	453	16	1,3	21970	19.899	21470	19.446	-263.656	-268.560
6		500	500	444	16	1,6	26364	23.410	25864	22.966	-237.792	-245.593
7		500	500	435	16	1,9	31637	27.541	31137	27.106	-206.656	-218.487
8		500	500	427	16	2,3	37964	32.402	37464	31.975	-169.192	-186.512
9		500	500	418	16	2,8	45557	38.120	45057	37.701	-124.136	-148.811
10		500	500	410	16	3,4	54668	44.847	54168	44.437	-69.968	-104.374
11		500	500	402	16	4,0	65601	52.761	65101	52.359	-4.866	-52.016
12		500	500	394	16	4,8	78722	62.072	78222	61.677	73.355	9.662
13		500	500	387	16	5,8	94466	73.025	93966	72.639	167.322	82.300
Total	340000	6000	346000	345288	196		419355	354949	73355	9662		

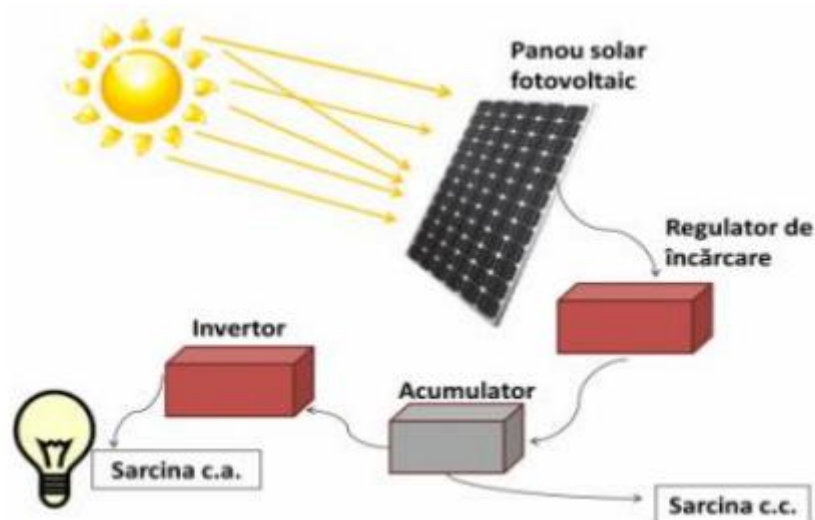
Indicatori investitie		
Valoare neta prezenta (Lei)	NPV	9662
Raport Beneficii/Costuri	B/C ratio	1,03
Rata interna de rentabilitate	IRR	2,3%
Amortizare (Ani)	Payback	12
Tariful energie electrice uniformizat(bani/kWh)	LEI	5,56



3.6.5. Analiza implementării soluției de generare energie electrică cu panouri fotovoltaice

Energia înmagazinată în razele solare se transformă în energie electrică prin intermediul panourilor fotovoltaice. Aceste panouri sunt alcătuite din trei straturi principale: unul protector transparent, un strat cu celule fotovoltaice și un strat de suport.

Stratul care realizează conversia propriu-zisă este stratul cu celule fotovoltaice. Aceste celule fotovoltaice sunt realizate din materiale semiconductoare. În componența lor au un fotocad , care la interacțiunea cu un fascicul de lumină, transformă energia luminoasă în energie electrică. Mai exact, fotonii din razele solare bombardează atomii materialului din care este realizată celula fotovoltaică. Sub această acțiune, aceștia tind să se elibereze și astfel se formează energia electrică.

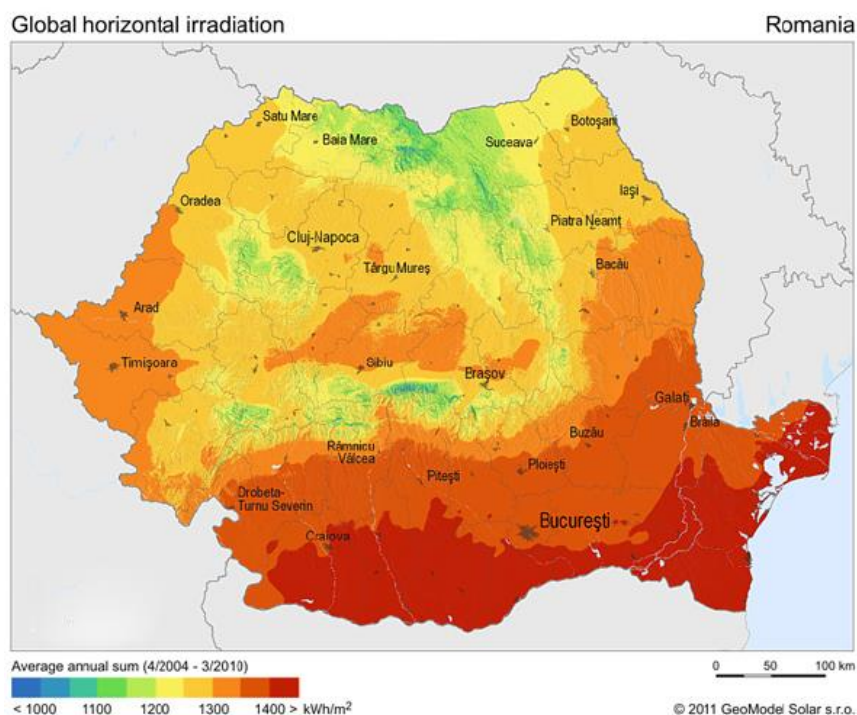


Schema simplificata a instalatiei cu panouri fotovoltaice

Această formă de energie este una practic inepuizabilă, dispersabilă, care asigură conversia la locul de utilizare, eliminându-se astfel dezavantajul transportului energiei la distanță

Model tehnic cf Hărții Solare

Conform statisticilor din 2011, România are un potențial solar foarte bun. Conversia radiației solare în kWh anuali, dacă sunt respectate condițiile de lay-out pe teren al panourilor, 1 kW peak livrează aprox. 2000 kWh anuali. În cazul unui acoperiș “ideal” 1 kW peak livrează undeva până în 1300 kWh anual.



În urma vizitei on site la Scoala Gimnaziala MIHAIL KOGĂLNICEANU, s-a identificat ca fiind oportună implementarea unei centrale electrice fotovoltaice cu puterea instalată de 64,5kWp_50kW.

Astfel, amplasarea panourilor fotovoltaice este prezentată în imaginea următoare:

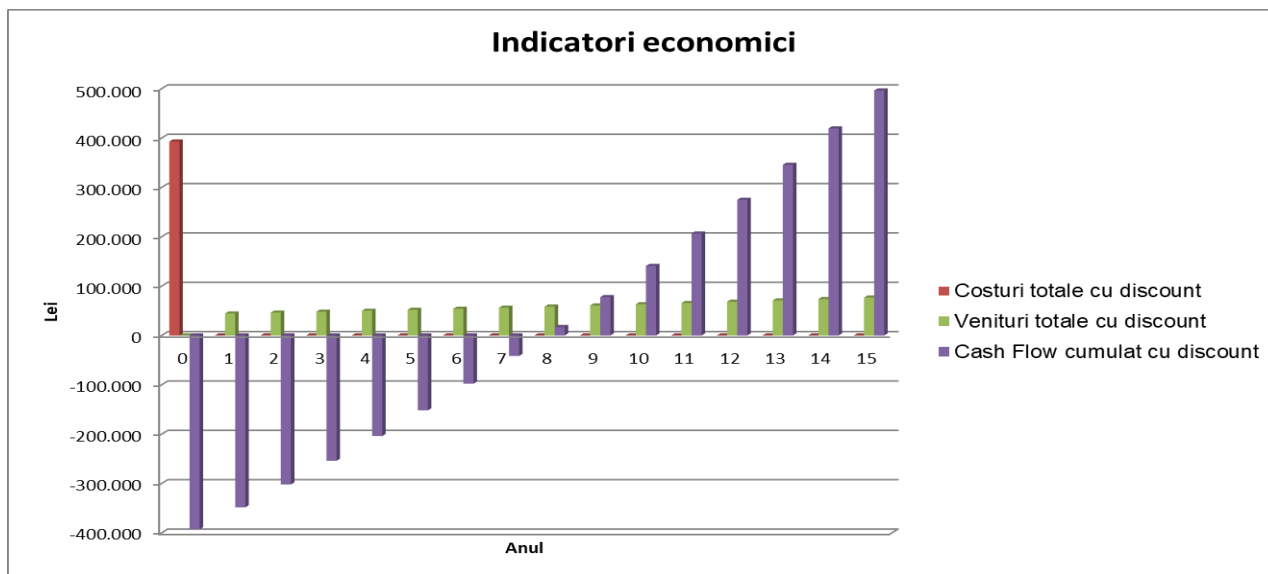


Date investitie		
Capex/Investitie	392.848	lei
Costuri de operare si mentenanta -O&M Cost	0	Lei/an
Economie de energie generata	70	MWh / an
Tariful energie electrice Tarif ee	0,64	Lei / kWh
Rata de discount	1,0%	
Durata de viata	25	ani
Majorarea anuala a tarifului energiei electrice	5%	

Anul	Investitie	O&M Cost	Cost Total	Disc'd Cost	Economie de energie	Tarif ee	Venit	Disc'd Venit	Net Cash Flow	Disc'd Net Cash Flow	Net Cashflow cumulat	Disc'd Net CashFlow cumulat
	Lei	Lei	Lei	Lei	MWh	Lei/kWh	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei	Lei
0	392.848		392.848	392.848	0	0	0	0	-392.848	-392.848	-392.848	-392.848
1		0	0	0	70	0,6	44979	44.533	44979	44.533	-347.869	-348.315
2		0	0	0	70	0,7	47227	46.297	47227	46.297	-300.642	-302.018
3		0	0	0	70	0,7	49589	48.130	49589	48.130	-251.053	-253.887
4		0	0	0	70	0,7	52068	50.037	52068	50.037	-198.985	-203.851
5		0	0	0	70	0,8	54672	52.018	54.672	52.018	-144.313	-151.833
6		0	0	0	70	0,8	57405	54.078	57.405	54.078	-86.908	-97.754
7		0	0	0	70	0,9	60276	56.220	60.276	56.220	-26.632	-41.534
8		0	0	0	70	0,9	63289	58.447	63.289	58.447	36.657	16.913
9		0	0	0	70	0,9	66454	60.761	66.454	60.761	103.111	77.674
10		0	0	0	70	1,0	69777	63.168	69.777	63.168	172.887	140.842
11		0	0	0	70	1,0	73265	65.669	73.265	65.669	246.153	206.511
12		0	0	0	70	1,1	76929	68.270	76.929	68.270	323.081	274.781
13		0	0	0	70	1,1	80775	70.974	80.775	70.974	403.856	345.755
14		0	0	0	70	1,2	84814	73.785	84.814	73.785	488.670	419.540
15		0	0	0	70	1,3	89054	76.707	89.054	76.707	577.725	496.247
Total	392848	0	392848	392848	1054		970573	889095	577725	496247		

Indicatori investitie

Valoare neta prezenta (Lei)	NPV	496247
Raport Beneficii/Costuri	B/C ratio	2,26
Rata interna de rentabilitate	IRR	12,2%
Amortizare (Ani)	Payback	8
Tariful energie electrice uniformizat(bani/kWh)	LEC	0,99



3.7. Raportul de audit energetic.

Din analiza auditului energetic se pot formula câteva concluzii privind economiile de energie generate în urma implementării măsurilor de eficiență energetică, la Școala Gimnazială "MIHAIL KOGĂLNICEANU", astfel:

- Consumul de energie înainte de implementarea soluțiilor de eficiență energetică

Consum	Încălzire	ACM	Energie Electrică	TOTAL
Consum anual de energie înainte de implementare soluții [MWh/an)	345.6	41.48	53.68	440.76
Emisii de CO2(t/an)	63.2	8.71	11.3	83.2

- Consumul de energie după implementarea soluțiilor de eficiență energetică

Soluție	Termoizolare	Inlocuire CT cu pompe caldura	Robineti si panou solar ACM	Iluminat	Panouri fotovoltaice	TOTAL
Economii de energie după implementare soluții [MWh/an)	104,10	110,00	19,00	16,30	70,30	319,70
Economii de Emisii de CO2 după implementare soluții (t/an)	19,03	20,11	3,47	3,42	14,76	60,80

Reducerea anuală estimată a cantității gazelor cu efect de seră (echivalent tone de CO₂) calculată ca sumă a cantității de gaze cu efect de seră diminuată prin implementarea fiecărui proiect. Cantitatea de gaze cu efect de seră diminuată în cadrul fiecărui proiect este cea prevăzută în raportul de finalizare, respectiv în raportul anual de monitorizare.

$I = E \times \text{factor CO}_2$

I – reducerea anuală estimată a cantității de gaze cu efect de seră (echivalent tone de CO₂);

Factor CO₂ – factorul de conversie al energiei primare în CO₂ *1)

*1) <https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>

E – reducerea consumului de energie totală finală, rezultată în urma implementării obiectivelor Programului.

Consum anual de energie înainte de implementare soluții [MWh/an)	440,76
Emisii de CO2(t/an)	83,20
Economii de energie după implementare soluții [MWh/an)	319,70
Economii de Emisii de CO2 după implementare soluții(t/an)	60,80
Economii de energie după implementare soluții (%)	73
Economii de Emisii de CO2după implementare soluții(%)	73

3.8. Concluziile auditorului energetic

În concluzie auditorul energetic recomandă aplicarea soluțiilor din tabelul mai sus, de eficientizare energetică a clădirii a cărei componentă a fost descrisă mai sus. Indicatorii POR sunt respectați așa cum se poate observa din tabelele de mai sus.

La stabilirea cerințelor de performanță energetică a clădirii expertizate s-au avut în vedere prevederile Directivei 2012/31/UE privind performanța energetică a clădirilor

si a Directivei 2012/30/UE a Parlamentului European privind indicarea, prin etichetare și informații standard despre produs, a consumului de energie și de alte resurse al produselor cu impact energetic.

Lucrările de modernizare se vor face în baza proiectului de execuție, și în concordanță cu lucrările de extindere. Pentru fazele de proiectare PT+DE la clădirea auditată este necesară să se aplice soluțiile analizate în prezentul Raport de audit corelate cu Raportul de expertiză tehnică pentru rezistență și stabilitate.

Raportul de Audit Energetic nu înlocuiește Documentația tehnică de autorizare lucrări de intervenție (DALI) necesară pentru implementarea soluțiilor propuse.

Prezentă documentație respectă cerințele prin care auditul energetic al clădirilor existente, reprezintă activitatea de identificare a soluțiilor tehnice de reabilitare/modernizare energetică a clădirilor și instalațiilor aferente acestora, pe baza caracteristicilor reale ale sistemului construcție-instalații, de utilizare a energiei termice, precum și optimizarea soluțiilor tehnice prin analiza eficienței economice a acestora, indiferent de sursa de finanțare.

În vederea verificării calității lucrărilor de termoizolare, se va întocmi un certificat de performanță energetică a clădirii la recepția lucrărilor de reabilitare termică.

4. BIBLIOGRAFIE

- [1] NP 048 – 2000 Normativ pentru expertiza termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora
- [2] C 107 – 2005 Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor
 - C 107/1 – Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit
 - C 107/3 – Normativ privind calculul performanțelor termotehnice ale elementelor de construcție ale clădirii
 - C 107/5 – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor în contact cu solul
- [3] Mc 001/3 – 2006 Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor – partea a III a
- [4] Mc 001/2 - 2005 Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor – partea a II a
- [5] Mc 001/1 - 2005 Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor – partea a I a
- [6] SR 4839 – 1997 Instalații de încălzire. Numărul anual de grade-zile
- [7] SR 1907/2 – 1997 Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare de calcul
- [8] SR 1907/1 – 1997 Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi exterioare de calcul
- [9] TAE – curs

A1. Breviar de calcul termotehnic

1. Se stabilesc zonele termice ale cladirii;
2. Pentru elementele de anvelopa se stabilesc **suprafetele de transfer de caldura** conf.[2]-C 107/3;
3. Se determina **suprafata locuita** a zonei principale (utila in scopul stabilirii aporturilor de caldura datorate activitatii umane in spatiile ocupate). Suprafata locuita se determina ca suma a suprafetelor camerelor locuite/ocupate din zona principala a cladirii;
4. Se determina **suprafata utila** a zonei principale a cladirii. Se iau in considerare spatiile incalzite direct si indirect – camari, magazii,vestiare, holuri de intrare in spatiul locuit/ocupat, spalatorii si uscatorii si spatiile ocupate/locuite;
5. Se determina **volumul liber** din zona principala (volumul de aer din aceste zone);
6. Se determina **temperatura interioara** rezultanta de confort medie din spatiile care apartin zonei principale a cladirii utilizandu-se relatia (9.1.1) din [5] pag. 61
7. Se determina **rezistenta termica unidirectionala** a elementelor de inchidere opace apartinand anvelopei cladirii precum si ale elementelor de constructie care separa zona principala de subzonele secundare ale cladirii . Pentru cladirile existente conductivitatea termica a materialului conf.([5], Anexa A5 pag. 158), se corecteaza cu coeficientii de majorare prezentati in [5] tab. 5.3.2 pag. 37;
8. Se determina **coeficientii de corectie caracteristici puntilor termice liniare** identificate la nivelul anvelopei (ψ ,) utilizandu-se catalogul de puncti termice din lucrarea [2] pag. 219;
9. Se determină **rezistentele corectate** conf.[2] C 107/3,pag.146;

10. Se determina **rezistentele termice** ale elementelor de inchidere mobile (ferestre, usi) prin utilizarea tabelului V din cap. 9 pag. 153 din [2];

11. Incalzirea spatiilor in cazul cladirilor cu regim de exploatare continua

11.1. Se determina **rezistenta termica medie** R' a elementelor de inchidere ale zonei principale cu relatia (3) pag.18 din [1], in care S_E este suprafata de transfer de caldura catre mediul exterior Valoarea S_E include atat suprafete opace cat si suprafete transparente (suma acestora);

11.2. Se determina **temperaturile exterioare echivalente medii lunare** aferente elementelor de constructie supraterane adiacente mediului exterior natural, dupa cum urmeaza:

11.2.1. **Opace** - pentru fiecare fatada in functie de orientarea cardinala a acestora si pentru acoperis se determina pentru fiecare luna cu relatia (11) din [1];

11.2.2. **Transparente** - pentru fiecare fatada in functie de orientarea cardinala a acestora si se determina cu relatia (12) din [1];

11.3. Se determina **temperatura exterioara virtuala** a clădirii functie de temperaturile calculate conform 11.2.

11.4. Se determina **rata de ventilare** " n_v " a spatiilor ocupate prin utilizarea indicatiilor din [5] , pag. 95 – 97;

11.5. Se determina **valorile medii lunare ale temperaturii interioare reduse** cu relatia (8) din [1] in care valoarea aporturilor de căldură se calculează conform Anexei 5 din [1];

11.6. Se determina **valorile medii lunare ale temperaturii exterioare de referinta** cu relatia (9) din [1];

11.7. Se determina **Necesarul anual (sezonier) de caldura** al zonei principale a cladirii cu relatia (1), din lucrarea [1], in care coeficientul de corectie C se determina conform relatiei (6) din [1] iar iar B cu relatia (4) din [1];

12. Determinarea **consumului anual normal de căldură** pentru prepararea apei calde de consum

12.1. Se determina **consumul aferent consumului de apă caldă** conform [9] unde t_{ac} este din SR 1478 si V_{ac} - volumul de apă caldă de consum este functie de Z - numărul anual de zile de folosire a apei calde de consum (dată de intrare), N_p - numărul mediu de persoane din clădire (calculat);

12.2. Se determina **pierderile de căldură** ale instalatiei:

12.2.1. Se determina **pierderile de căldură aferente furnizării la consumator** a apei calde conform [9], unde n_{ac} - numărul zilnic de ore de livrare a apei calde;

12.2.2. Se determină **pierderile de căldură pe traseul conductelor** conform [9], funcție de lungimea conductelor, L ; U este coeficient dat de starea izolației termice conform tabel;

12.2.3. Se determină **pierderile de căldură la acumulatorul de apă caldă de consum (boiler)** conf. [9], funcție de:

- S_{lat} - suprafața laterală a boilerului;
- ζ_{iz} - grosimea medie a izolației termice a boilerului;
- λ_{iz} - conductivitatea termică a termoizolației.

12.2.4. Se determină **pierderile de căldură la sursa de energie termică** pentru producerea apei calde de consum conform [9], unde η_s randamentul energetic al sursei (dată de intrare).

A2. Breviar de calcul economic

Analiza economică a măsurilor de reabilitare/modernizare energetică a unei clădiri existente se realizează prin intermediul unor indicatori economici ai investiției.

1. Se determină **costul investiției totale**, C_0 , în anul „0” pentru fiecare soluție propusă.
2. Se determină **valoarea netă actualizată**, VNA , cu relația 1.3.2. din [3], funcție de:
 - C_E - costul energiei consumate la nivelul anului de referință,
 - rata anuală de creștere a costului căldurii, f ,
 - rata anuală de depreciere a monedei, i .
3. Se determină **valoarea netă actualizată aferentă investiției suplimentare**, ΔVNA , cu relația 1.3.4. din [3]; ΔVNA trebuie să fie negativă pentru ca măsura de modernizare să fie aleasă.
4. Se determină **durata de recuperare a investiției**, N_R , cu relația 1.3.8. din [3]; durata de recuperare a investiției, N_R , trebuie să fie cât mai mică și nu mai mare decât durata de viață a soluției, N_S .
5. Se determină **costul unității de energie economisită**, e , cu relația 1.3.9. din [3]; costul unității de energie economisită, e , trebuie să fie cât mai mică și nu mai mare decât costul actual al unității de energie, c .

Întocmit,

Auditor energetic pentru clădiri

Dr. Ing. Moldovan Emil

