

## ASPECTE PRIVIND EXPERTIZAREA TERMICĂ A UNEI CLĂDIRI DE LOCUIT SITUATĂ ÎN ORAȘUL BRAȘOV

Conf.dr. ing. Tuns Ioan\*  
 Conf.dr.ing. Răpișcă Petre\*\*  
 Drd.ing. Mizgan Paraschiva\*\*\*  
 Preparator drd.ing. Muntean Radu \*\*\*\*  
 Șef lucr.drd.ing. Muntean Gavril \*\*\*\*\*

### Rezumat

*Lucrarea de față conține aspecte concrete privind modul de expertizare din punct de vedere termic a unei clădiri de locuit situată în orașul Brașov. Chiar dacă clădirea expertizată este relativ nouă, fiind realizată în perioada 1996 - 1998, rezultatele finale obținute, arată că aceasta nu îndeplinește condițiile de izolare termică normate, sanitare-igienice și de utilizare rațională și eficientă a energiei.*

### Summary

*This paper presents actual and precise aspects concerning the thermal appraisal procedure of a block of flats located in Brașov.*

*Though the appraised building is relatively new, as it was erected between 1996-1998, the conclusions of the expert appraiser are that the said building does not meet the standards of thermal insulation (from loss of heat), the sanitary norms and standards of hygiene and the conditions of reasonable and efficient exploitation of the energy.*

### 1. Aspecte generale privind necesitatea expertizării termice a clădirilor de locuit.

Declanșarea crizei energetice în anul 1973, a marcat și a constituit pe plan mondial un moment de cotitură privind abordarea problemei legate de consumurile energetice de orice natură.

S-au luat astfel măsuri de identificare a principalelor sectoare cu consum energetic final mare, între care cel al locuințelor populației s-a dovedit că ocupă un loc important.

Ca urmare a acestui fapt, țările din Europa de Vest și în mod deosebit țările nordice au trecut la aplicarea și implementarea unor programe naționale privind protecția termică a clădirilor [7].

Măsurile cuprinse în cadrul acestor programe, au vizat aplicarea unor soluții tehnice menite să conducă la îmbunătățirea gradului de protecție termică, prin perfecționarea tehnologiilor de lucru și prin utilizarea la închiderea anvelopei clădirii a unor materiale cu caracteristici termotehnice ridicate.

S-a ajuns astfel la reduceri importante ale consumului de energie, cuprinse între (40+65)% pentru o serie de țări precum Suedia, Germania, Austria, Franța, Italia [7].

\* Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Construcții, Catedra Construcții.

\*\* Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Construcții, Catedra Construcții.

\*\*\* Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Construcții, Catedra Construcții.

\*\*\*\* Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Construcții, Catedra Construcții.

\*\*\*\*\* Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Construcții, Catedra Construcții.

În țara noastră, consumul de energie necesar locuințelor ocupă locul al doilea după sectorul industriei, înregistrându-se valori aproape duble față de cele ale țărilor din Uniunea Europeană.

De asemenea, situația fondului locativ din România, arată că majoritatea clădirilor cu destinația locuințe, au vechimea cuprinsă între (15+55) ani, prezentând un proces avansat de uzură și un grad de izolare termică redus [7].

Din aceste considerente, problema expertizării și reabilitării termice a clădirilor de locuit existente în țara noastră, precum și proiectarea termică a clădirilor noi trebuie să devină o preocupare prioritară la nivel național.

## 2. Informații privind construcția

### 2.1. Elemente de arhitectură

Clădirea expertizată este situată în Brașov, are destinația de locuință familială și un regim de înălțime  $S_{\text{parțial}}+P+E$ .

Dispunerea pe nivele a funcțiunilor clădirii este după cum urmează:

- **subsol parțial îngropat** compus din spații neîncălzite pentru garaj, pivniță, culoarul de acces și un spațiu încălzit pentru centrala termică;
- **parterul** compus dintr-o cameră de zi, birou, bucătărie, hol, cămară, debara, baie;
- **etajul** clădirii compus dintr-un hol, 3 dormitoare, baie.

Două din cele 3 dormitoare comunică cu câte o terasă acoperită, iar din holul interior situat la etaj se accede prin intermediul unei terase alăturate spre podul neîncălzit al clădirii.

Legătura dintre subsol – parter – etaj se realizează prin intermediul unei scări interioare din beton cu trepte balansate.

Tâmplăria exterioară a clădirii este realizată din profile metalice pentru subsol și profile PVC tip REHAU cu geam termopan pentru parter și etaj.

Finisajele interioare sunt realizate din tencuieli gletuite și zugrăveli lavabile pentru pereți și tavane, pardoseli calde (parchet) și reci (gresie), placaje din faianță, la pereții băilor.

Finisajele exterioare sunt realizate prin tencuieli decorative (stropite) de culoare deschisă, în grosime de cca. 2,5 cm.

### 2.2. Elemente de alcătuire structurală.

Structura de rezistență a clădirii este realizată din:

- fundații continue sub pereți portanți din zidărie;
- pereți din beton simplu și sămburi din beton armat pentru subsol;
- pereți portanți din zidărie mixtă (blocuri ceramice și b.c.a.) pentru suprastructura clădirii;
- planșee din beton armat;
- acoperiș tip șarpantă din lemn.

### 2.3. Elemente de izolare termică.

**Pereții structurali exteriori** în grosime de 45 cm sunt realizați din cărămidă eficientă și b.c.a. dispus la exterior.

În dreptul stâlpișorilor, buiandrugilor și centurilor din beton armat, s-a dispus un placaj din zidărie de cărămidă plină de 63 mm grosime, montată în cofraj înainte de turnarea betonului.

Spre exterior tencuiala pereților structurali în grosime de cca. 2,5 cm este realizată din mortar de ciment-var, iar spre interior din mortar de var-ciment de cca. 1,5 cm grosime.

**Planșeul peste subsol** are la partea inferioară un strat termoizolant realizat din PEX de 48 mm, protejat cu o tencuială pe rabiț de 2,5 cm, iar la partea superioară este turnată o șapă din mortar de ciment M100, în grosime de 4 cm în cazul pardoselii calde, respectiv 6,7 cm în cazul pardoselii reci.

Peste stratul suport al pardoselii propriu-zise, sunt montate plăcile din gresie (în cazul pardoselii reci), respectiv plăcile din PAL de 15 mm peste care este montat prin lipire cu aracet parchetul din lemn de fag sau stejar (în cazul pardoselii calde).

**Planșeul intermediar** are alcătuirea celui de peste subsol, fără însă a fi protejat la partea inferioară cu polistiren expandat.

**Planșeul de pod** este prevăzut la partea superioară cu un strat izolator termic realizat din saltele de vată minerală tip TERWOLIN de 10 cm, peste care este așezat stratul protector al termoizolației realizat din șapă slab armată de 6 cm grosime.

Soclu perimetral al clădirii este izolat termic cu zidărie de cărămidă de 12,5 cm.

Tâmplăria exterioară este metalică pentru subsol și din profile PVC cu geam termopan în rest.

### 2.4. Instalația de încălzire centrală și de preparare apă caldă.

Încălzirea clădirii și prepararea apei calde se realizează cu ajutorul centralei proprii, pe gaze, tip TERMOMAX de 44 KW.

Instalația este prevăzută cu un boiler de 150 l.

### 2.5. Aprecieri privind starea tehnică actuală a clădirii.

Având în vedere vechimea redusă a clădirii expertizate și a exploatării corespunzătoare, aceasta nu prezintă fenomene de degradare.

Fenomenul de condens superficial a fost evitat datorită izolării punților termice și a regimului de funcționare a instalației de încălzire.

### 3. Calculul termotehnic al clădirii expertizate.

Calculul termotehnic presupune parcurgerea următoarelor etape de lucru [8]:

- determinarea ariei anvelopei clădirii;
- determinarea ariilor locuibile și utile ale spațiului încălzit;

- determinarea volumului util încălzit;
- determinarea volumului total al clădirii;
- determinarea rezistențelor termice unidirecționale pe elementele anvelopei clădirii;
- determinarea rezistențelor termice corectate pe elementele anvelopei clădirii;
- determinarea rezistenței termice medii pe anvelopa clădirii;
- determinarea coeficientului global de izolare termică;
- determinarea cantității de căldură necesară încălzirii clădirii.

### 3.1. Determinarea ariei anvelopei clădirii.

Aria anvelopei este reprezentată de suma tuturor ariilor elementelor de construcție perimetrice ale clădirii, prin care au loc pierderile de căldură [1].

Pentru clădirea expertizată ariile elementelor componente ale anvelopei sunt prezentate în tabelul 1 și au fost stabilite pe baza planurilor de nivel, a secțiunilor transversale existente în dosarul pieselor desenate și a constatărilor la fața locului.

Ariile elementelor componente ale elementelor anvelopei clădirii. Tabel 1

Nr. crt.	Tipul elementului	Arie element (m <sup>2</sup> )
1.	Pereți exteriori zona opacă – subsol	8,78
	- parter	94,02
	- etaj	96,34
2.	Pereți de subsol zona opacă adiacenți unor spații neîncălzite	7,28
3.	Placă subsol în contact cu solul	3,95
4.	Planșeu peste subsolul neîncălzit	65,42
5.	Placă parter în contact cu solul	35,13
6.	Placă terasă peste parter	5,56
7.	Planșeu peste etaj (de pod)	83,38
8.	Ferestre metalice cu cercevele duble aferente pereților exteriori de subsol	0,40
9.	Ușă metalică cu izolație termică din vată minerală de 5 cm, aferentă pereților interiori de subsol adiacenți unor spații neîncălzite	1,89
10.	Ferestre din profile PVC tip REHAN cu geam termopan	29,34
11.	Uși din profile PVC tip REHAN cu geam termopan	12,48
Total arie anvelopă		443,98

### 3.2. Determinarea ariilor locuibile utile ale spațiului încălzit.

Pe baza dimensiunilor în plan și a destinației încăperilor precizate în planșele de arhitectură , s-au determinat suprafețele locuibile și utile ale spațiului încălzit, astfel:

- total arie locuibilă = 109,15 m<sup>2</sup>;
- total arie utilă = 157,36 m<sup>2</sup>.

### 3.3. Determinarea volumului util încălzit.

Volumul util al clădirii se determină cu relația:

$$V_u = A_u \cdot h_{n,\text{nivel}}$$

unde:

$A_u$  – aria utilă a clădirii;

$h_{n,\text{nivel}}$  – înălțimea netă a nivelului.

Pentru clădirea expertizată se obține:

$$V_u = 404,32 \text{ m}^3$$

### 3.4. Volumul total al clădirii

Volumul total al clădirii reprezintă volumul încălzit al acesteia [1], iar pentru situația prezentată rezultă:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{încălzit}} = 514,4 \text{ m}^3.$$

### 3.5. Caracteristici termotehnice ale materialelor.

Pentru materialele de construcție utilizate, caracteristicile termotehnice rezultate conform [2], anexa A, se majorează după caz cu coeficientul „a” conform [5], Anexa 2, tabel 2.1.

Pentru clădirea expertizată, coeficientul de majorare a conductivității termice „a” s-a luat egal cu unitatea pentru toate materialele utilizate la realizarea anvelopei deoarece vechimea acestora este sub 10 ani, iar starea lor tehnică este foarte bună.

Tipul materialelor utilizate și caracteristicile lor termice sunt prezentate în tabelul 2.

Caracteristicile termotehnice ale materialelor utilizate la alcătuirea elementelor anvelopei clădirii.

Tabel 2.

Nr. crt.	Denumirea materialului	Caracteristici termotehnice conf. C107/3-97 Anexa A		Coef. de majorare conf. NP048-2000	Cond. termică de calcul $\lambda_p$	Obs.
		$\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/mK			
1.	Beton armat	2500	1,74	-	1,74	
2.	Zidărie din cărămidă plină	1800	0,80	-	0,80	
	Zidărie din cărămidă CVP	1700	0,75	-	0,75	
3.	Zidărie din b.c.a.	600	0,24	-	0,24	
4.	Mortar pt. șape și tenc.	1800	0,93	-	0,93	
		1700	0,87	-	0,87	
5.	Polistiren expandat	20	0,044	-	0,044	
6.	Vată minerală tip 60	60	0,042	-	0,042	
7.	Saltele din vată minerală	120	0,040	-	0,040	
8.	Plăci aglomerate lemnoase	600	0,216	-	0,216	
9.	Parchet din lemn de fag	800	0,23	-	0,23	
10.	Hidroizolație	600	0,17	-	0,17	

11.	Mozaic	2000	1,16	-	1,16
12.	Nisip	1600	0,58	-	0,58
	Pietriș	1800	0,70	-	0,70

### 3.6. Determinarea rezistențelor termice unidirecționale pe tip de element al anvelopei.

Având stabilită alcătuirea elementelor componente ale anvelopei și caracteristicile termotehnice ale acestora se determină prin calcul rezistențele termice în zonele de câmp caracteristice.

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.

Rezistențele termice unidirecționale ale elementelor anvelopei clădirii Tabel 3.

Nr. crt.	Denumire element	Relația de calcul	Valoarea obținută [m <sup>2</sup> K/w]
1.	Perete exterior de subsol zona opacă situat sub C.T.S.	$R_3 = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}}$ [3]	0,47
	Perete exterior de subsol zona opacă situat deasupra C.T.S.	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	0,51
	Perete exterior de subsol zona de centură în dreptul planșeului peste subsol	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	3,24
2.	Perete exterior parter și etaj zona de câmp	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	1,36
	Perete exterior parter și etaj zona de buiandrug și centură sub planșeu parter și etaj	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	0,51
	Perete exterior parter și etaj zona de centură în dreptul planșeului peste parter și etaj	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	0,50
	Perete exterior parter și etaj zona stâlpișorilor din beton armat	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$ [2]	0,51
3.	Pereți interiori de subsol adiacenți unor spații neîncălzite	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{12}$ [2]	0,39
4.	Placa pe sol la nivelul subsolului încălzit	$R_2 = \frac{1}{6} + \frac{d_{p1} - z - f}{\lambda_{p1}} + \frac{d_{p2}}{\lambda_{p2}} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}}$ [3]	2,1
5.	Placa pe sol la nivelul parterului (zona cu pardoseală caldă)	$R_2 = \frac{1}{6} + \frac{d_{p1} - z - f}{\lambda_{p1}} + \frac{d_{p2}}{\lambda_{p2}} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}}$ [3]	3,60
	Placa pe sol la nivelul parterului (zona cu pardoseală rece)	$R_2 = \frac{1}{6} + \frac{d_{p1} - z - f}{\lambda_{p1}} + \frac{d_{p2}}{\lambda_{p2}} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}}$ [3]	3,47
6.	Planșeu peste subsol neîncălzit	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{12}$ [2]	1,65 pt. zona cu pard. caldă 1,52-pt. zona cu pard. rece

7.	Placa peste parter în contact cu exteriorul	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$	[2]	1,50
8.	Planșeu peste etaj (de pod)	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{12}$	[2]	2,87
9.	Uși și ferestre din profile PVC cu geam termopan	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,80
10.	Ferestre metalice cu cercevele duble	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,35
11.	Ușă metalică cu izolație termică din vată minerală de 5 cm	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,42

### 3.7. Determinarea rezistențelor termice corectate pe tip de element al anvelopei clădirii

Rezistențele termice unidirecționale pe tip de element al anvelopei clădirii se corectează ținând seama de influența punților termice.

Valorile obținute pe fiecare tip de element sunt sistematizate în tabelul nr. 4.

Rezistențele termice pe tip de element al anvelopei clădirii

Tabel 4

Nr. crt.	Denumire element	Relația de calcul	Valoarea obținută [m <sup>2</sup> K/w]	
1.	Perete exterior de subsol situat sub C.T.S. Perete exterior de subsol situat deasupra C.T.S.	Conform tabel 112 [3] rezultă valoarea R'	[2]	
		$R' = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2}$		0,44
		$\frac{1}{R_{\max}} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \frac{f_c}{R_c}$		[2]
		$R_{\min} = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda'_{jc}} + \frac{1}{24}$	[2]	
2.	Perete interior de subsol adiacent unor spații neîncălzite	$R = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{jc}} + \frac{1}{24}$	[2]	0,39
3.	Perete exterior parter și etaj	$R' = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2}$	[2]	0,99
		$\frac{1}{R_{\max}} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \frac{f_c}{R_c} + \frac{f_d}{R_d}$	[2]	
		$R_{\min} = \frac{1}{8} + \sum \frac{d_j}{\lambda'_{jc}} + \frac{1}{24}$	[2]	
		$\lambda'_{jc} = \lambda_{aj} \cdot f_a + \lambda_{bj} \cdot f_b + \lambda_{cj} \cdot f_c + \lambda_{dj} \cdot f_d$ [2]		
4.	Placa pe sol aferentă subsolului încălzit	$R'_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{\Delta T_p}{\Delta T} + \sum \frac{(\psi_1 \cdot l)}{A}}$	[3]	0,83
5.	Placa pe sol aferentă parterului	$R' = \frac{1}{\frac{1}{R} \rightarrow \frac{\Delta T_p}{\Delta T} + \sum \frac{(\psi_1 \cdot l)}{A}}$	[3]	2,86 – pt. zona cu pard. caldă 2,43 – pt. zona cu pard. rece
6.	Planșeu peste subsol aferent subsolului neîncălzit	$R_{med.} = r \cdot R_{med.}$	[2]	1,42

		$r = \frac{1}{1 + \frac{R \sum (\psi \cdot l)}{A}}$	[2]	
7.	Placa peste parter în contact cu exteriorul	$R' = r \cdot R$ $r = \frac{1}{1 + \frac{R \sum (\psi \cdot l)}{A}}$	[2]	1,22
8.	Planșeu peste etaj (planșeu de pod)	$R' = r \cdot R$ $r = \frac{1}{1 + \frac{R \sum (\psi \cdot l)}{A}}$	[2]	2,44
9.	Uși și ferestre din profile PVC cu geam termopan	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,80
10.	Ferestre metalice cu cercevele duble	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,35
11.	Ușă metalică plină cu izolație termică din vată minerală de 5 cm	Conf. C107/3-97 punctul 9	[2]	0,42

### 3.8. Determinarea rezistenței termice medii pe anvelopa clădirii.

Rezistența termică medie pe anvelopa clădirii se determină cu relația:

$$R'_M = \frac{A}{\sum \left( \frac{A_j \cdot \tau_j}{R'_{mj}} \right)} \quad [2] \quad (1)$$

unde:

A – aria anvelopei clădirii [m<sup>2</sup>];

A<sub>j</sub> – aria elementului j al anvelopei clădirii [m<sup>2</sup>];

τ<sub>j</sub> – factor de corecție a temperaturii exterioare, având valorile:

1 – pentru pereți exteriori;

1 – pentru terasă;

0,90 – pentru planșee de pod;

0,50 – pentru planșee peste subsoluri neîncălzite;

1,0 – pentru plăci pe subsol;

1,0 – pentru tâmplărie exterioară.

Înlocuind în relația de mai sus valorile aferente clădirii expertizate, se obține:

$$R'_M = 1,22 \text{ m}^2\text{K/w}$$

### 3.9. Determinarea coeficientului global de izolare termică.

Se determină conform [1] cu relația de calcul:

$$G_{ef} = \frac{A}{R'_M \cdot V} + 0,34n \quad [1] \quad (2)$$

unde:



V – volumul încălzit al clădirii;

n – numărul schimburilor de aer pe oră;

n = 0,6, conform [1], Anexa 1, pentru clădiri individuale moderat adăpostite.

Pentru clădirea expertizată se obține:

$$G_{ef} = 0,88 \text{ w/m}^2\text{K}$$

### 3.10. Determinarea cantității de căldură necesară încălzirii clădirii.

Se determină conform [4], cu relația de calcul:

$$Q_{inc}^{an} = \frac{24}{1000} C \cdot N_{12}^{\theta} \cdot G - (Q_i + Q_s) \quad (3)$$

unde:

$N_{12}^{\theta} = N_{12}^{20}$  – deoarece întreg volumul interior al clădirii este la fel încălzit.

$N_{12}^{20} = 4030$  K.zile, pentru Brașov, conform [4] tabel 4.1.

C – coeficient de corecție, rezultă conform [4], fig. 4.1.

C = 0,875 pentru  $N_{12}^{20} = 4030$  K.zile, centrală termică automatizată și instalație dotată cu dispozitiv de reglare termostată;

$Q_i$  – aportul util de căldură rezultat din locuirea clădirii [ $\text{Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$ ];

$Q_i = 7 \text{ Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$ , conform [4], punctul 4.5.2;

$Q_s$  – aportul de căldură provenită din radiația solară [ $\text{Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$ ].

Conform [4] punctul 4.6.1,  $Q_s$ , se determină cu relația:

$$Q_s = 0,40 \cdot \sum I_{Gj} \cdot g_i \frac{A_{Fj}}{V}; \quad (4)$$

unde:

$I_{Gj}$  [ $\text{Kwh/m}^2 \cdot \text{an}$ ] reprezintă radiația solară globală disponibilă corespunzătoare unei orientări cardinale „j” și are conform [4], punctul 4.6.2, valorile:

-  $I_{GS} = 420 \text{ Kwh/m}^2 \cdot \text{an}$ ;

-  $I_{GN} = 100 \text{ Kwh/m}^2 \cdot \text{an}$ ;

-  $I_{GE} = I_{GV} = 210 \text{ Kwh/m}^2 \cdot \text{an}$ ;

-  $I_{GNE} = I_{GNV} = 120 \text{ Kwh/m}^2 \cdot \text{an}$ .

$G_i$  – gradul de penetrare a energiei solare prin geamurile „i” ale tâmplăriei exterioare și are conform [4], punctul 4.6.3, valoarea 0,75 pentru geamuri duble (2 geamuri simple sau un geam termoizolant dublu);

$A_{Fij}$  – aria tâmplăriei exterioare cu geamuri clare de tip „i”, dispusă după orientarea cardinală „j”.

Înlocuind în relația (3), valorile aferente clădirii expertizate, se obține:

$$Q_{inc}^{an} = 60,60 \text{ Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$$

#### 4. Diagnoza clădirii.

##### 4.1. Compararea coeficientului global efectiv de izolare termică, cu cel normat.

$$G_{ef} = 0,88 \text{ w/m}^3\text{K}$$

$$G_N = 0,75 \text{ w/m}^3\text{K}, \text{ conform [1], Anexa 2, pentru o clădire cu 2 niveluri și raportul } A/V = 0,86.$$

Raportul  $G_{ef}/G_N = 1,17$ , indică un consum specific de căldură pe unitatea de volum și pentru un gradient de temperatură de  $1^\circ\text{C}$ , cu 17% mai mare decât cel normat.

##### 4.2. Compararea consumului efectiv cu necesarul normat în perspectiva anului 2005.

Conform [4], punctul 4.8.2, relația de verificare este:

$$Q \leq Q_N - \text{pentru clădiri proiectate până la } 01/01/2005;$$

$$Q \leq Q_{N2} - \text{pentru clădiri proiectate după } 01/01/2005;$$

Valorile  $Q_{N1}$ ,  $Q_{N2}$ , rezultă conform [4] tabel 4.3, astfel:

$$- \text{ pentru valoarea raportului } A/V = 0,86 \Rightarrow Q_{N1} = 40,1 \text{ Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$$

$$Q_{N2} = 31,5 \text{ Kwh/m}^3 \cdot \text{an}$$

Rapoartele  $\frac{Q_{ef}}{Q_{N1}} = 1,51$ ;  $\frac{Q_{ef}}{Q_{N2}} = 1,92$ , indică o depășire a consumului normat cu 51% în perspectiva datei de 01/01/2005 și cu 92% după data de 01/01/2005.

##### 4.3. Compararea clădirii expertizate cu clădirea de referință.

Clădirea de referință are aceleași caracteristici geometrice ca și clădirea expertizată, excepție făcând suprafața vitrată care este egală cu 0,21 din aria utilă a clădirii. [6]

În acest context suprafața totală a anvelopei clădirii este egală cu  $443,98 \text{ m}^2$ .

##### 4.3.1. Determinarea rezistențelor termice corectate pentru clădirea de referință.

Rezistențele termice corectate ale elementelor de construcție opace din anvelopa clădirii de referință se determină conform [6], anexa 4, cu relația:

$$R' = \frac{\Delta T}{\alpha_i \cdot \Delta T_{i,\max}} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/w}], \quad (5).$$

în care:

$$\Delta T = T_i - T_e \text{ (} T_u \text{)};$$

$$T_i = +20^\circ\text{C};$$

$T_e = -21\text{ }^{\circ}\text{C}$  pentru orașul Brașov situat în zona climatică IV;

$T_u = +6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru spațiile neîncălzite de la subsol;

$\alpha_i$  – coeficient de transfer termic superficial, normat, care conform, tabel  $A_{4,1}$  are valorile:

$\alpha_i = 6\text{ w/m}^2\text{K}$  – pentru transfer termic de sus în jos;

$\alpha_i = 8\text{ w/m}^2\text{K}$  – pentru alte elemente de construcție.

$\Delta T_{i\text{ max}}$  – reprezintă diferența maximă admisă între temperatura interioară și temperatura medie a suprafețelor interioare și are valorile:

- $\Delta T_{i\text{ max}} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru pereți exteriori situați deasupra C.T.S;
- $\Delta T_{i\text{ max}} = 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru pereți exteriori situați sub C.T.S;
- $\Delta T_{i\text{ max}} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru tavane;
- $\Delta T_{i\text{ max}} = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru planșee peste subsoluri neîncălzite;
- $\Delta T_{i\text{ max}} = 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru placa pe sol;
- $\Delta T_{i\text{ max}} = 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pentru pardoseala subsolului încălzit.

Având în vedere cele prezentate, rezistențele termice medii corectate ale elementelor anvelopei clădirii rezultă:

$R' = 1,28\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru pereți exteriori situați deasupra C.T.S;

$R' = 1,46\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru pereți exteriori situați sub C.T.S;

$R' = 1,71\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru planșeul peste parter în contact cu exteriorul și planșeul peste etaj;

$R' = 4,55\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru pardoseala subsolului încălzit;

$R' = 2,73\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru placa pe sol situată la nivelul parterului;

$R' = 1,17\text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru planșeul peste subsolul neîncălzit;

$R' = 0,39\text{ m}^2\text{K/w}$ , conform [6], tabel  $A_{4,3}$ , pentru uși și ferestre exterioare.

Rezistența termică medie corectată pe anvelopa clădirii va fi:

$$R_M^{(R)} = \frac{A}{\sum \frac{A_j \cdot \tau_j}{R'_{mj}}} = 1,21\text{ m}^2\text{K/w}.$$

Coeficientul global de izolare termică, determinat cu relația de calcul

$$G_{ef}^{(R)} = \frac{A}{R_M^{(R)} \cdot V} + 0,34n \text{ va avea valoarea:}$$

$$G_{ef}^{(R)} = 0,92\text{ w/m}^2\text{.K}.$$

Raportul  $G_{ef}/G_{ef}^{(R)} = 0,96$ , arată că pierderile de căldură pentru clădirea expertizată sunt cu 4% mai mici decât ale clădirii de referință.

#### 4.4. Compararea clădirii expertizate cu clădirea eficientă termic.

Clădirea, eficientă energetic este o clădire virtuală având următoarele caracteristici [6]:

- aceeași formă geometrică, volum și suprafață totală anvelopă, ca și clădirea reală expertizată;

- suprafața elementelor transparente identică cu cea a clădirii reale;
- rezistențele termice corectate ale elementelor anvelopei clădirii, sunt cele normate, conform [1], [2], [6] și au valorile:
  - $R' = 1,4 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru pereți;
  - $R' = 0,50 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru tâmplărie;
  - $R' = 3,0 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru planșee peste ultimul nivel sub terase sau poduri nelocuibile;
  - $R' = 1,65 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru planșee peste subsoluri neîncălzite sau pivnițe;
  - $R' = 4,5 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru planșee ce delimitează clădirea la partea inferioară de exterior și plăci pe sol peste C.T.S;
  - $R' = 4,8 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru plăci la partea inferioară a demisolurilor sau subsolurilor sub C.T.S;
  - $R' = 2,4 \text{ m}^2\text{K/w}$  – pentru pereți exteriori sub C.T.S.

Cu aceste caracteristici, rezultă rezistența termică medie corectată și coeficientul global de izolare termică pentru clădirea eficientă energetic:

$$R'_M^{(E)} = 1,55 \text{ m}^2\text{K/w};$$

$$G_{ef}^{(E)} = 0,56 \text{ w/m}^2\text{K}.$$

Comparând clădirea reală cu clădirea eficientă energetic rezultă:

$$G_{ef}/G_{ef}^{(E)} = 1,57,$$

fapt ce arată că pierderile de căldură pentru clădirea reală sunt de 1,57 ori mai mari decât pierderile de căldură ale clădirii cu caracteristici geometrice similare, dar eficientă din punct de vedere energetic.

## 5. Concluzii

Având în vedere comparațiile efectuate la punctele 4.1; 4.2; 4.4, rezultă necesitatea reabilitării termice a clădirii expertizate, chiar dacă vechimea acesteia nu depășește 6 ani.

Măsurile de reabilitare termică vizează îmbunătățirea capacității de izolare a elementelor anvelopei clădirii și se referă la:

- pereții exteriori situați deasupra și sub C.T.S;
- tâmplăria metalică exterioară;
- placa pe sol;
- planșeul peste subsolul neîncălzit;
- planșeul peste etaj (planșeul de pod);
- zonele de terasă peste parter.

## BIBLIOGRAFIE

1. \*\*\* C107/1-98 – Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit;
2. \*\*\* C107/3-98 – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor;

3. **\*\*\* C107/5-97** – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul;
4. **\*\*\* GP 058/2000** – Ghid privind optimizarea nivelului de protecție termică la clădirile de locuit;
5. **\*\*\* NP 048/2000** – Normativ privind expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora;
6. **\*\*\* NP 049/2000** – Normativ pentru elaborarea și acordarea certificatului energetic al clădirilor existente;
7. **MLADIN CERNA-EMILIA, GEORGESCU MIHAELA, DUTIANU DANA** – Eficiența energiei în clădiri – Situația în România și ACQUIS-ul comunitar;
8. **TUNS IOAN** – Expertiza termică și auditul energetic al unei clădiri de locuit.