

SISTEME MODERNE DE FAȚADE METALICE – ANALIZE TERMICE ȘI DE IMPACT ASUPRA MEDIULUI

Adrian Ciutina¹, Raluca Buzatu², Daniel M. Muntean³, Viorel Ungureanu²

¹ Universitatea Politehnica Timișoara, CTFC, 300224, Timișoara, Romania

² Universitatea Politehnica Timișoara, ICER, 300774, Timișoara, Romania

³ Universitatea Politehnica Timișoara, CMMC, 300224, Timișoara, Romania

Rezumat

Lucrarea analizează patru sisteme modulare de închidere, în sistem de tip sandwich adaptabile unei structuri metalice. Soluțiile oferă un sistem constructiv flexibil, modular, cu fabricare rapidă, perioadă scurtă de execuție și dezasamblare ușoară. Studiul prevede o analiză a transferului termic ce include schimbarea de fază, gradul de atenuare a amplitudinii, raportul dintre aceasta și temperatură (TAV) și bilanțul energetic. Considerând o abordare sustenabilă, studiul este completat de o analiză de impact asupra mediului ce ia în considerare materialele din faza de producție până în faza finală a ciclului de viață. Deși sistemele analizate au caracteristici similare, rezultatele demonstrează o anumită variație a parametrilor. Bilanțul energetic arată că energia furnizată este dată primordial de necesarul de încălzire, prepararea apei calde menajere și aportul solar. Energia totală emisă este în egală măsură formată din energia generată prin transmisie, ventilare și energia apelor reziduale. Scenariul pentru ciclul de viață (LCA) arată că fazele finale ale ciclului pentru fiecare sistem, au un rol important în impactul asupra mediului înconjurător; inversând clasamentul inițial al sistemelor

Abstract

The paper makes an in-sight analysis of four actual steel-intensive envelope solutions existing on the market adaptable to steel structural systems. The solutions enable flexible modular construction, fast fabrication and erection times and easy disassembling. The analyses consider the heat transfer analysis including phase shift, amplitude attenuation and temperature amplitude ratio and the energy balance analysis. Considering the sustainability approach, the study is completed by an environmental impact analysis on Life-Cycle, by considering the production and end-of life stages. Although the selected systems from similar thermal resistances, the results show a certain variation of analysed parameters such as amplitude attenuation and TAV. The energy balance analysis shows that

the heating, solar gain and hot water preparation are responsible for the supplied energy. The emitted house energy break-down is almost equally shared among transmission, ventilation and sewage energies. The LCA analysis proves that the end-of-life of the systems play an important role in the environmental impact of analysed systems, reversing the initial ranking of systems.,

1. Introducere

Diversi autori au demonstrat că în prezent sectorul construcțiilor este responsabil pentru o bună parte din cantitatea totală de energie consumată, a emisiilor de dioxid de carbon și a deșeurilor [1-3]. În ultima decadă de timp procentul a crescut până la valori importante de aproximativ 50% din valoarea totală. Energia necesară funcționării la parametrii optimi a unei clădiri reprezintă aproximativ 90% din total, restul fiind energia înmagazinată a diverselor materiale. Prin urmare, tendințele actuale sunt de a reduce energia operațională, chiar dacă crește cantitatea energiei înmagazinate.

Pornind de la conceptul dezvoltării durabile [4] structurile metalice din profile cu pereți subțiri, formate la rece reprezintă o variantă structurală atractivă deoarece îmbină prefabricare, greutate redusă, execuția rapidă cu posibilitate de reutilizare sau reciclare [5]. Sistemele metalice de fațadă se încadrează în tendințele actuale, în sectorul construcțiilor oferind soluții robuste și sustenabile, ce corespund nevoilor din prezent oferind un confort termic interior adecvat.

Panourile moderne de tip sandwich puse la dispoziție de către producători îndeplinesc condițiile actuale de performanță atât din punct de vedere energetic cât și termic prin variații a grosimii și tipului de material termoizolant ce se pot adapta diverselor sisteme structurale. Aspectele arhitecturale sunt îndeplinite de o gamă destul de largă de finisaje exterioare și interioare. Alte avantaje ale unui astfel de sistem sunt date de posibilitatea industrializării, panourile fiind elemente prefabricate, modulare, permițând o execuție rapidă. De asemenea ele sunt adaptabile diferitelor forme și pot fi demontate și reutilizate ușor.

Lucrarea prezintă analiza a patru soluții moderne de elemente de fațadă, ce pot fi adaptate pe o structură metalică din profile cu pereți subțiri, formate la rece. Sistemele alese oferă rezistențe termice similare. Analiza termică consideră transferul termic și bilanțul energetic. Studiul este completat de o analiză de impact asupra mediului considerând elementul din faza de producție, utilizare până faza de sfârșit a ciclului de viață.

2. Descrierea sistemelor de fațadă

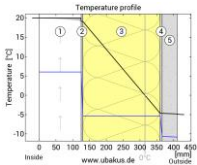
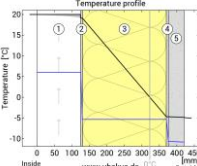
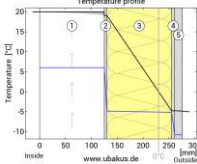
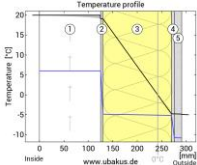
În cadrul analizei au fost considerate patru sisteme de fațadă de tip panou sandwich oferite de diverși de pe piața actuală. Alegerea sistemelor s-a bazat pe două criterii importante: (i) modularitate și (ii) timpul scurt de instalare. Sistemele au fost subîmpărțite pe două categorii în funcție de tipul materialului termoizolant. Ele sunt prezentate în tabelul 1, în funcție de stratificație, grosime totală, rezistență termică (R) și transmitanță termică ($U=1/R$).

Toate sistemele de închidere propuse sunt de tip panou sandwich, ele putând fi adaptate ușor unei structuri metalice ușoare cu elemente din profile cu pereți subțiri. Alegerea

sistemelor integrate contribuie la proiectarea sustenabilă a clădirilor actuale atât în faza de fabricare cât și în faza finală a ciclului de viață (End of Life – EOL) considerând multiple avantaje:

- modularitate;
- adaptabilitate
- prefabricarea atât pentru elementele structurale cât și pentru cele de închidere
- timp redus de execuție
- dezasamblare rapidă și posibilitatea de a colecta separat deșeurile la finalul ciclului de viață, conducând la reutilizarea și reciclarea materialelor
- Astfel, sistemul permite dezasamblarea în totalitate a componentelor originale, pe diferite scenarii EOL: deoarece elementele metalice structurale pot fi cu ușurință reciclate sau chiar reutilizate, scenariul final pentru componentele de închidere este mai complex datorita foilor de tablă și a materialului termoizolant sau a tuturor elementelor necesare montajului. În consecință, studiul prezentat este concentrat pe analiza performanței la transfer termic și a impactului asupra mediului pentru sistemele de fațadă alese.

Tabel 1 – Stratificațiile sistemelor de fațadă

Sistem de fațadă	Stratificație	d [mm]	R [m ² K/W]	U [W/(m ² K)]	
Vată minerală 1 (MW1)	1. Profile din oțel C120	120	5.943	0.168	
	2. Foaie de tabla din oțel, galvanizată la cald	0.6			
	3. Vată minerală	232			
	4. Adeziv poliuretanic	-			
	5. Foaie de tablă din oțel, galvanizată la cald	0.6			
Vată minerală 2 (MW2)	1. Profile din oțel C120	120	6.193	0.161	
	2. Foaie de tabla din oțel, galvanizată la cald și vopsită	0.5			
	3. Vată minerală	240			
	4. Foaie de tabla din oțel, galvanizată la cald și vopsită	0.7			
Poliizocianurat 1 (PIR1)	1. Profile din oțel C120	120	5.850	0.171	
	2. Tablă profilată din oțel	0.5			
	3. Izolație pe bază de poliizocianurat	125			
	4. Tablă profilată din oțel	0.6			
Poliizocianurat 2 (PIR2)	1. Profile din oțel C120	120	6.001	0.167	
	2. Foaie de tabla din oțel, galvanizată	0.5			
	3. Izolație pe bază de poliizocianurat	140			
	4. Foaie de tabla din oțel, galvanizată	0.6			

3. Analiza transferului termic

Sistemul modular de bază ales are dimensiunile în plan de 5x5m (Figurile 1 și 2). Clădirea reprezintă un spațiu pe două nivele cu un acoperiș în două ape capabil să acomodeze o rețea de panouri fotovoltaice. Fațada sudică (Figura 1) constituie aproape în totalitate dintr-un element vitrat pentru a asigura iluminatul natural al spațiului interior. Pentru a controla radiația solară, vitrajul este completat de elemente de umbrire formate din lamele cu celule fotovoltaice înglobate.

Calculul eficienței termice a unei incinte este determinată de o serie de factori, în principal de radiația solară directă receptată prin golurile fațadei și de capacitatea de înmagazinare a căldurii a elementelor de învelitoare. Alți factori importanți în echilibrul energetic sunt:

- schimbul de fază
- amplitudine:
- raportul temperatură amplitudine (TAV).

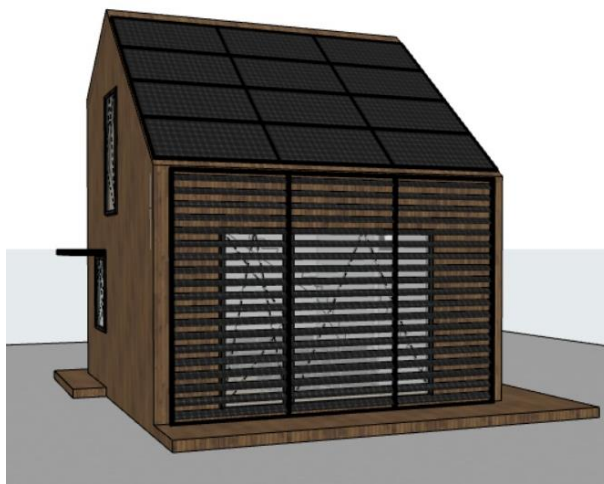


Figura 1. Vedere 3D a modului de baza

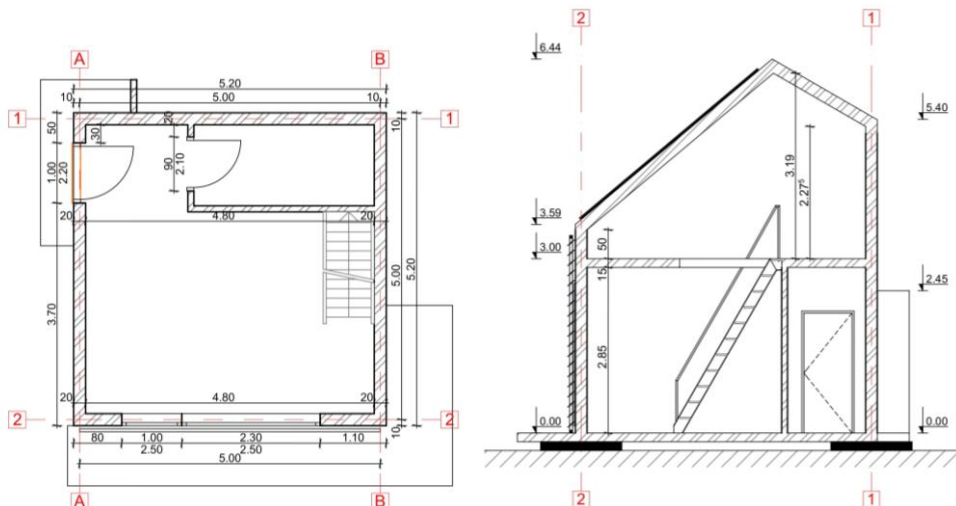


Figura 2. Plan de nivel, secțiune verticală prin modul

Analiza termică a fost efectuată cu ajutorul platformei online de calcul Ubakus [6] și componenta de evaluare energetică înglobată a Graphisoft Archicad 21 [7]. Următoarele date au fost introduse și aplicate asupra modelului de bază prezentat mai sus, amplasat în Timișoara:

- Temperatura interioară: 20 °C cu umiditate 40%
- Temperatura exterioară: -5 °C cu umiditate 60%
- Arie construită: 30.37 m²
- Arie utilă: 24.60 m²
- Suprafața anvelopei: 124.44 m²
- Procentaj suprafață vitrată: 6%

3.1 Wată minerală 1 (MW1)

Simularea cu programul de analiză (Figura 3a) a arătat că transmitanța elementului are valoarea $U=0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$. Astfel, cantitatea maxima de căldură înmagazinată este de 47 kJ/m²K cu o capacitate termică a straturilor interioare de 19,7 kJ/m²K și o rezistență termică totală de 5,943 m²K/W. Această valoare este aproximativ de trei ori mai mare decât cea prevăzută în normativele actuale din România. Schimbarea de fază (Figura 3b) se petrece după 6,7 ore cu o atenuare a amplitudinii de 7,9 și TAV 0,126

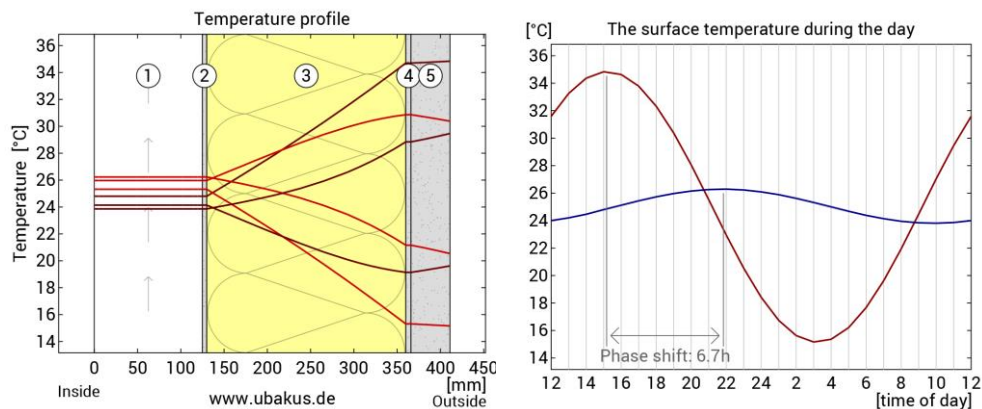


Figura 3. a) - Profilul curbei de temperatura pe element (închidere la 15:00, 11:00 și 07:00; deschidere la 19:00, 23:00 și 03:00); b) Schimbarea de fază (roșu- temperatura exterioară; albastru – temperatura interioară)

3.2 Wată minerală 2 (MW2)

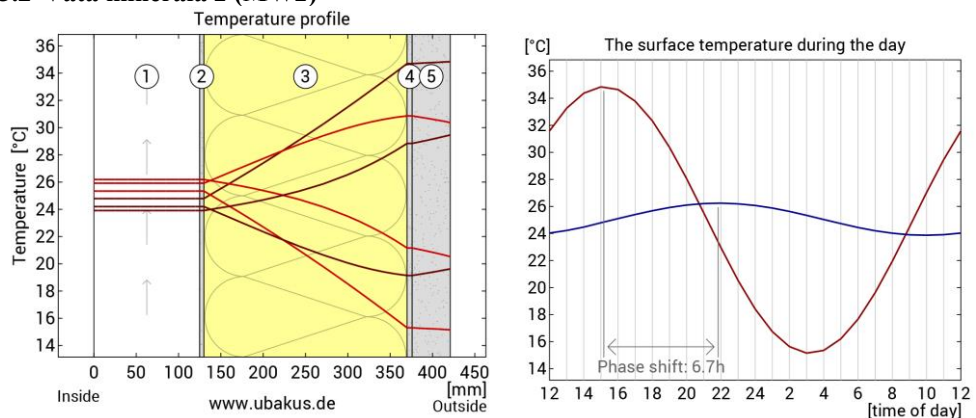


Figura 4. a) Profilul curbei de temperatura pe element (închidere la 15:00, 11:00 și 07:00; deschidere la 19:00, 23:00 și 03:00); b) Schimbarea de fază (roșu- temperatura exterioară; albastru – temperatura interioară)

Cel de-al doilea sistem, MW2 (Figura 4 a), arată o valoare a transmisivității de $U=0,161$ W/m^2K . Căldura înmagazinată atinge 47 kJ/m^2K cu o capacitate de stocare termică a straturilor interioare de $19,8$ kJ/m^2K și având per total o rezistență termică de $6,193$ m^2K/W . Schimbarea de fază are loc după $6,7$ ore (Figura 4 b) cu o atenuare a amplitudinii de $8,3$ și raportul TAV de $0,12$.

3.3 Poliizocianurat 1 (PIR1)

În cazul sistemului PIR1 (Fig. 5 a), rezultă o transmisivitate $U=0,171$ W/m^2K . Căldura înmagazinată atinge 46 kJ/m^2K cu o capacitate de stocare termică a straturilor interioare de 21 kJ/m^2K și demonstrând o rezistență termică totală de $5,850$ m^2K/W . Schimbarea de fază

are loc după 8,2 ore (Fig. 5 b) cu o atenuare a amplitudinii de 0,83 și TAV de 0,122. Avantajul principal pentru folosirea unui miez de poliizocianurat este o reducere considerabilă a grosimii totale a straturilor exterioare.

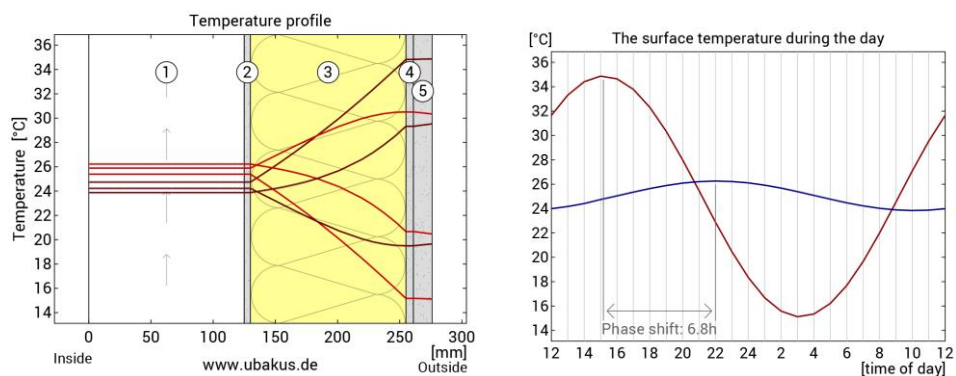


Figura 5. a) Profilul curbei de temperatura pe element (închidere la 15:00, 11:00 și 07:00; deschidere la 19:00, 23:00 și 03:00); b) Schimbarea de fază (roșu- temperatura exterioară; albastru – temperatura interioară)

3.4 Poliizocianurat 2 (PIR2)

Pentru sistemul PIR 2 (Fig. 6 a), transmitanța atinge $0,167 \text{ W/m}^2\text{K}$. Căldura înmagazinată a elementului atinge $46 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ cu o capacitate de stocare termică a straturilor interioare de $21 \text{ kJ/m}^2\text{K}$. Rezistență termică totală este de $6,001 \text{ m}^2\text{K/W}$. Schimbarea de fază are loc după 6.7 ore (Fig. 6 b) cu o atenuare a amplitudinii de 7,2 și TAV de 0,117.

3.5 Bilanțul energetic

Pentru evaluarea energetică a celor patru sisteme, următoarele date operaționale au fost considerate în programul de calcul:

- aportul de căldură uman: 70 W / utilizator;
- apă caldă de consum: 60 l/zi /utilizator
- umiditate: 2 g/zi /utilizator;
- utilizare spațiu: 6264 ore/an ;
- iluminat: sistem LED;
- încălzire: 1500 W capacitate nominală corp de încălzire electric inclusiv pentru încălzirea apei calde menajere. Tip control: control temperatură cu senzor interior;
- temperatura interioară: $20 \text{ }^\circ\text{C}$ cu umiditate 40% .

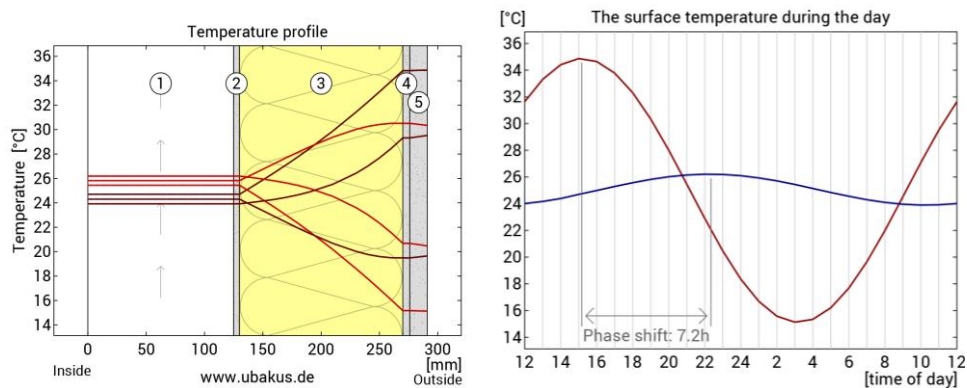


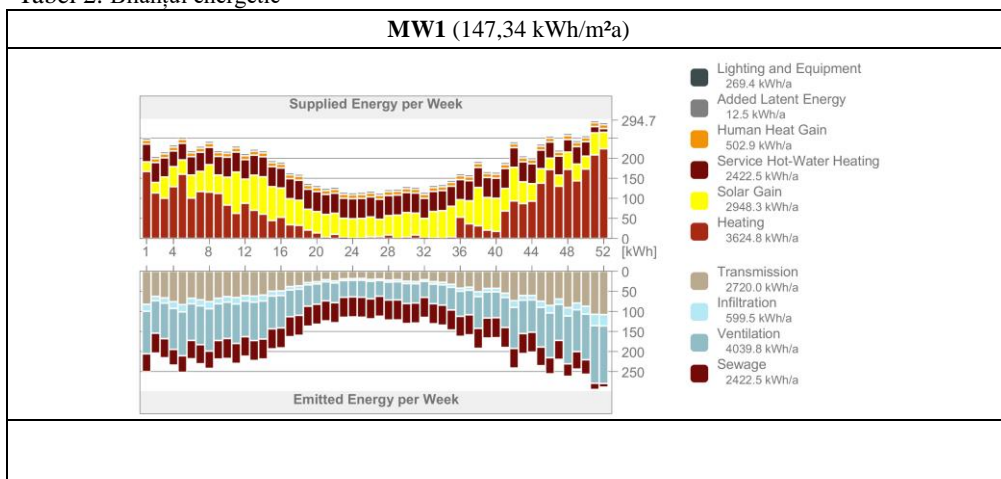
Figura. 6. a) Profilul curbei de temperatura pe element (închidere la 15:00, 11:00 și 07:00; deschidere la 19:00, 23:00 și 03:00) b) Schimbarea de fază (roșu- temperatura exterioară; albastru – temperatura interioară)

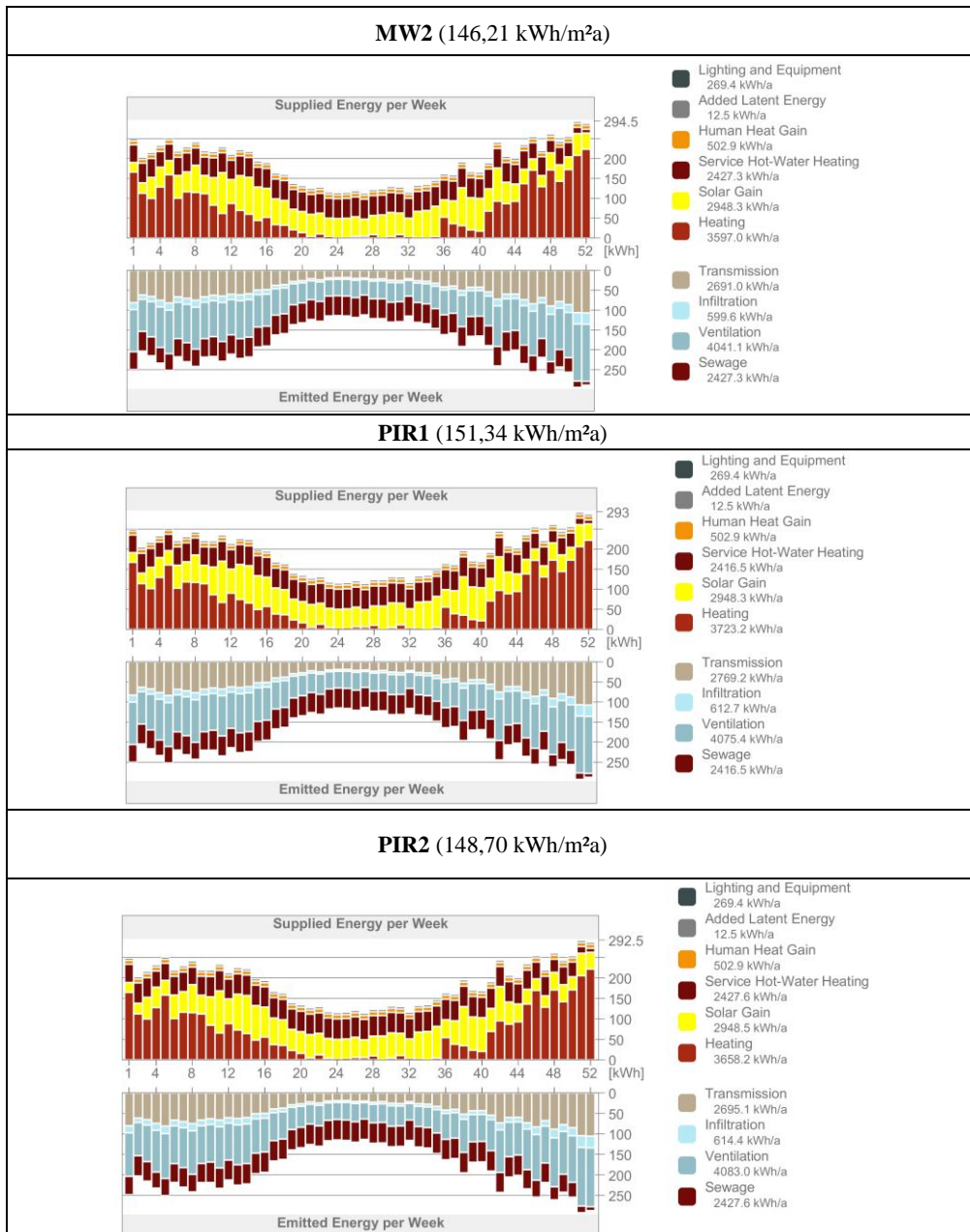
Rezultatele analizei sunt prezentate în tabelele 2 și 3. Graficele prezintă cantitatea de energie emisă de clădire (partea inferioară) cât și energia necesară/primită de fiecare sursă în parte; energia absorbită din mediul înconjurător precum și din surse interne (parte superioară), pe parcursul unei luni (în cazul prezentat) sau săptămână, conform alegerii.

Conform ecuației de echilibru, graficele pentru cantitatea de energie emisă (output) și pentru energia primită (input) trebuie să fie egale. Axa verticală a graficului arată cantitatea de energie iar cea orizontală arată săptămânile anului.

În general cantitatea de energie necesară provine în mare parte din necesarul de încălzire (peste 50% din total), aport solar și apă caldă menajeră. Alte surse reprezintă sub 7% din totalul necesar. Energia emisă se bazează în principal pe transmisie – 30%, ventilație – 45% și pierderile conexe 10%. Aceste procentaje arată felul în care aceste valori ar putea fi optimizate. În acest caz, sursele cu recuperare de căldură pot reduce cantitatea de energie necesară.

Tabel 2. Bilanțul energetic





Se poate observa că MW2 are necesarul net de energie pentru încălzire a spațiului cel mai scăzut, 3597 kWh/a (anual) spre deosebire de PIR2 unde valoare net este cea mai mare 3658,2 kWh/a. Mai mult decât atât, sistemele cu miez de vată minerală (MW1 și MW2) au un grad de etanșeitate sporită față de soluțiile PIR, având mai puține infiltrații sau pierderi de căldură.

Tabel 3. Performanța sistemelor de fațadă.

Sistem fațadă	Rezistență termică [m ² K/W]	Necesar net minim încălzire [kWh/a]	Căldură înmagazinată [kJ/ m ² K]	Capacitate termică a straturilor interioare [kJ/ m ² K]	Schimbare de fază [ore]	Amplitudine	TAV
MW 1	5,943	3624,8	47	19,7	6,7	7,9	0,126
MW 2	6,193	3597	47	19,8	6,7	8,3	0,120
PIR 1	5,850	3723,2	46	21	6,8	8,2	0,122
PIR 2	6,001	3658,2	46	21	7,2	8,5	0,117

Tabelul 3 sintetizează performanțele sistemelor alese. Ca și o concluzie generală, toți parametrii evaluați prezintă valori similare, cu variații de 5-6%. Soluția MW2 prezintă rezistența termică cea mai bună (transmitanța cea mai mică) și implicit consumul de energie și valoarea TAV cele mai reduse. În contrast, soluția PIR2 are amplitudinea și capacitatea termică a straturilor interioare cele mai ridicate.

4. Analiza impactului asupra mediului

Analiza de impact asupra mediului a fost realizată prin Abordarea pe Ciclu de Viață a sistemelor de fațadă (LCA), luând în considerare toate etapele parcurse de către un produs până ajunge în faza de sfârșit a ciclului de viață (începând cu extracția de materii prime, producția, punerea în operă și ajungând la dezasamblare, procesarea deșeurilor și debarasarea acestora după demontarea/demolarea clădirii).

Analiza LCA pentru sistemele de fațade a fost realizată folosind programul software SimaPro (8) plecând de la anumite condiții de margine cum ar fi materiale termoizolante identice sau cu proprietăți identice

- Temperatura interioară: 20 °C cu umiditate 40%
- sistemele de închidere sunt alcătuite din panouri sandwich cu aceeași valoare a transmitanței de 0,17 W / m²K;
- excluderea din calcul a energiei utilizate în timpul procesului de construcție (de exemplu, energia provenită din consumul de combustibil al mașinilor și utilajelor tehnologice);
- excluderea din calcul a consumului de energie datorat transportului panourilor sandwich (de la producător în șantier) și montarea acestora pe structură;
- includerea în calcul a emisiilor pe termen lung.

Scenariul pentru Ciclu de Viață include, ca date de intrare, aceleași materiale componente și aceleași cantități utilizate precum în cazul analizei transferului termic. Datele referitoare la faza de Sfârșit a Ciclului de Viață, reprezentând scenariul pentru reciclarea, reutilizarea și eliminarea deșeurilor la sfârșitul ciclului de viață al clădirii, au fost apreciate în funcție de condițiile actuale din România pentru eliminarea materialelor de închidere pentru structuri. Tabelul 4 prezintă componentele fiecărei soluții de fațadă analizată, precum și cantitățile aferente și scenariul de eliminare a fiecărui strat component din panourile sandwich.

Figura 6 prezintă impactul asupra mediului în stadiul de producție al soluțiilor analizate, în timp ce, figura 7 face referire la impactul asupra mediului al celor patru soluții analizate rezultat din analiza LCA la sfârșitul ciclului de viață. Impactul asupra mediului este exprimat prin eco-punctel, definite de metoda pentru LCA, Eco-indicator 99 [8].

Tabel 4. Stratificare, cantități/mp și scenariul pentru Faza de Sfârșit a Ciclului de Viață a sistemelor de fațade

Sistem de fațadă	Material	Suprafață [mp]	D [mm]	kg/mp	Greutate [kg]	Scenariu "Sfârșit Ciclu de Viață"
MW 1 (23,8 kg/mp)	Profile din oțel C120 [ml]	137,34		2,68	368,0712	100% Reciclare
	Foaie de tablă din oțel, galvanizată la cald (la interior)	85,41	0,6	5,32	454,3812	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Vată Minerală	85,41	232	24,52	2094,253	70% Reciclare; 30% Deșeu
	Adeziv poliuretanic	85,41		0,394	33,65154	100% Deșeu
	Foaie de tablă din oțel, galvanizată la cald (la exterior)	85,41	0,6	5,32	454,3812	90% Reciclare, 10% Deșeu
MW 2 (32,8 kg/mp)	Foaie de tablă din oțel, galvanizată la cald și vopsită (la interior)	85,41	.5/6	4,433	378,6225	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Vată Minerală	85,41	240	22,16	1892,686	70% Reciclare; 30% Deșeu
	Foaie de tablă din oțel, galvanizată la cald și vopsită (la exterior)	85,41	0,7	6,21	530,3961	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Profile din oțel C120 [ml]				368,07	100% Reciclare
PIR 1 (15,5 kg/mp)	Tablă profilată din oțel (la interior)	85,41	0,5	4,433	378,6482	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Izolație pe bază de poliizocianurat	85,41	125	5,75	491,1075	90% Reciclare, 10% Landfill
	Tablă profilată din oțel (la exterior)	85,41	0,6	5,32	454,3812	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Profile din oțel C120 [ml]				368,07	100% Reciclare
PIR 2 (15,17 kg/mp)	Foaie de tablă din oțel, galvanizată (la interior)	85,41	0,5	4,43	378,3663	90% Reciclare, 10% Deșeu
	Izolație pe bază de poliizocianurat (tip Hexacore)	85,41	140	5,42	462,9222	90% Reciclare, 10% Landfill
	Foaie de tablă din oțel, galvanizată (la exterior)	85,41	0,6	5,32	454,3812	90% Reciclare, 10% Deșeu

Rezultatele sunt grupate în trei categorii principale de impact: impactul asupra resurselor naturale (de asemenea divizat în utilizarea terenurilor, a mineralelor și utilizarea combustibililor fosili), calitatea ecosistemului (împărțită în schimbări climatice, radiații, afectarea stratului de ozon, eco-toxicitate și acidificare/eutrofizarea apelor) și sănătatea umană (împărțită în conținut de substanțe cancerigene, conținut de substanțe organice respiratorii și conținut de substanțe anorganice respiratorii).

Scorul total pentru fiecare sistem de închidere analizat este prezentat în tabelele 5 și 6. Sistemele de închidere cu scorul cel mai mare sunt soluțiile de fațade care au cel mai mare impact asupra mediului. Ca rezultate globale, toate cele patru sisteme de fațade au obținut valori similare ale scorului total.

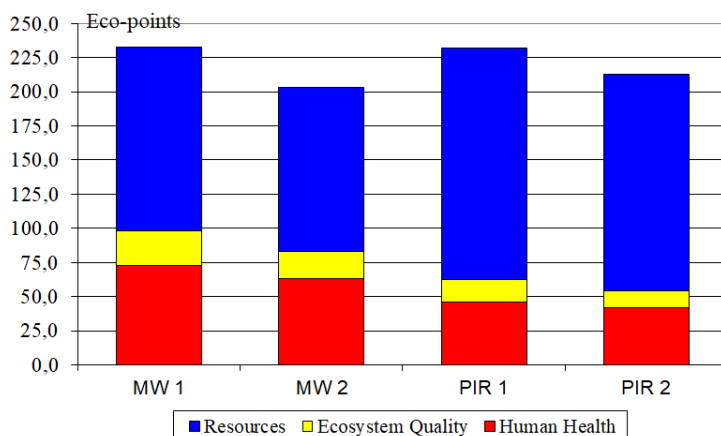


Figura. 6. Impactul sistemelor de fațade asupra mediului (după faza de producție) [8]

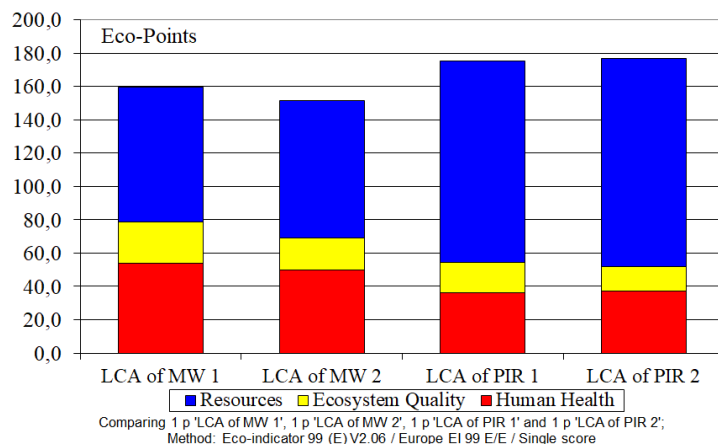


Figura. 7. Impactul sistemelor de fațade asupra mediului (inclusiv faza de Sfârșit a Ciclului de Viață) [8]

Comparând rezultatele obținute după încheierea fazei de producție cu cele obținute în urma LCA, se poate observa că luând în considerare EOL, scorul total al fiecărui sistem de fațade este redus, fapt datorat reutilizării și reciclării diferitelor materiale componente în proporție de până la 30%. Mai mult, analiza pe Ciclu de Viață a sistemelor poate schimba clasificarea soluțiilor ca impact asupra mediului: soluția PIR1 prezintă un scor total mai mare în stadiul de producție, în timp ce analiza LCA relevă scoruri PIR1 și PIR2 egale.

Tabel 5. Impactul asupra mediului – în faza de producție

Sistem de fațadă	Impactul asupra mediului – în faza de producție [total eco-puncte]	Categorია de impact		
		Sănătate umană	Calitate Ecosistem	Resurse naturale
MW 1	232	72,30	25,47	134,15
MW 2	203	62,94	19,79	120,38
PIR 1	231	45,52	16,02	169,52
PIR 2	212	41,46	12,09	158,76

Tabel 6. Impactul asupra mediului – la Sfârșitul Ciclului de Viață

Sistem de fațadă	Impactul asupra mediului – la sfârșitul Ciclului de Viață [total eco-puncte]	Categorია de impact		
		Sănătate umană	Calitate Ecosistem	Resurse naturale
MW 1	160	53,38	25,64	81,04
MW 2	151	49,40	19,16	82,58
PIR 1	171	32,86	15,92	121,81

Rezultatele mai demonstrează faptul că, în ansamblu, toate cele patru sisteme de fațade se dovedesc scoruri asemănătoare, atât în stadiul de producție, cât și la sfârșitul ciclului de viață. Cu toate acestea, sistemul de fațadă cu cel mai mic impact asupra mediului este diferit pentru faza de producție respectiv pentru sfârșitul ciclului de viață a soluțiilor

analizate, datorită reutilizării și recuperării energiei din materialele componente ale sistemelor. Se poate observa că pentru faza de producție soluția cu minimum de eco-puncte este soluția MW 2, urmată de soluția PIR 2. Rezultatele înregistrate în urma analizei sistemelor de fațadă pe întreaga lor durată de viață, luând în considerare și Sfârșitul Ciclului de Viață, arată că soluția PIR 2 este clasată pe ultimul loc în ceea ce privește impactul asupra mediului, având cel mai însemnat impact asupra mediului dintre toate cele patru sisteme de fațade analizate. Totuși, soluția MW 2 (bazată pe o termoizolație din vată minerală) a rămas soluția care a însumat minimum de eco-puncte și în urma analizei LCA, astfel demonstrând că este sistemul de fațadă care are cel mai mic impact asupra mediului, în raport cu celelalte soluții analizate, din faza de producție până la Sfârșitul Ciclului de Viață.

În ceea ce privește categoria de impact, toate cele patru soluții, atât în stadiul de producție, cât și în stadiul final al ciclului de viață, au un impact mai mare asupra resurselor naturale, ceea ce se traduce prin nivelul ridicat de fabricație a produselor componente prin utilizarea energiei.

5. Concluzii

Lucrarea prezintă o analiză comparativă a patru sisteme de fațadă existente pe piața europeană, adaptabile pentru structurile metalice realizate din elemente cu pereți subțiri formate la rece. Cele patru sisteme au fost alese pe baza valorilor rezistenței termice similare.

În urma bilanțului energetic, termic și a analizei impactului asupra mediului, se pot trage următoarele concluzii:

- pornind de la valori similare ale rezistențelor termice, cele patru sisteme de fațadă prezintă valori similare ale schimbării de fază, atenuării amplitudinii și raportului amplitudinii de temperatură;
- energia emisă de locuință este datorată primordial ventilației, apei menajere și transmisiei. Astfel, o izolare mai bună, împreună cu utilizarea unor schimbătoare de căldură mai performante pot reduce energia pierdută a clădirii;
- defalcarea balanței energetice demonstrează că responsabilitatea consumului energiei furnizate este împărțită între încălzire, prepararea apei calde și absorbția radiației solare incidente. Pentru a reduce consumul de energie convențională furnizată pot fi utilizate suplimentar sisteme generatoare de energie verde;
- rezultatele arată o anumită variație a parametrilor termici analizați, cum ar fi atenuarea amplitudinii și a TAV. Soluția MW2 prezintă cea mai bună valoare a componente nete a balanței energetice termice și cea mai mică valoare TAV;
- analiza LCA de impact asupra mediului demonstrează că pentru sistemele analizate sfârșitul ciclului de viață joacă un rol important în impactul asupra mediului, inversând clasamentul inițial al acestora. Totuși, acest lucru depinde de scenariile previzionate pentru faza de sfârșit a ciclului de viață;
- alegerea sistemului de fațadă pentru realizarea clădirii poate fi făcută pe baza rezultatelor analizelor, luând în considerare atât capacitatea termică a sistemelor, cât și impactul global asupra mediului în urma evaluării pe ciclu de viață.

Recunoaștere

Această lucrare a fost susținută de un grant al Ministerului Român al Cercetării și Inovării, CCCDI – UEFISCDI, proiect numărul PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0391 / CIA_CLIM – Clădiri inteligente adaptabile efectelor schimbărilor climatice, din cadrul PNCDI III

Bibliografia

- [1]. CIOB, Sustainability and Construction, www.ciob.org.uk.
- [2]. UIA 2009. Copenhagen Declaration, Declaration on Sustainability and Cultural Diversity, Approval by the UIA World Congress in June 2008, www.uia-architectes.org
- [3]. European Construction Technology Platform, Vision 2030 & Strategic Research Agenda, Focus Area Cities and Buildings (2005)
- [4]. M.R.C. Doughty, G.P. Hammond, Sustainability and the build environment at and beyond the city scale. Building and Environment 2004 Vol. 39, 1223-1233, (2004)
D. Dubina, V. Ungureanu, A. Ciutina, M. Mutiu, D. Grecea Innovative sustainable steel framing based affordable house solution for continental seismic areas proceedings of: Structures and Architecture, Guimaraes, Portugal, (21-23 July 2010), ISBN 978-0-415-49249-2
- [5]. Ubakus – online U-wert calculator <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/>
- [6]. Graphisoft ARCHICAD 21.0.0 build 3005, <http://www.graphisoft.com/archicad/>
- [7]. SimaPro 7. Software and database manual, Amersfoort, The Netherlands (2008), online at: www.presustainability.com
- [8]. Eco-indicator'99 2000. Eco-indicator'99 – Manual for Designers. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, online at: <http://www.pre.nl/download>