

Aspecte privind utilizarea pasivă a energiei solare în clădiri

Aspects of passive use of solar energy in buildings

prof. dr. ing. Florin Iordache¹, drd. ing. Arthur-Sebastian Klepș²

¹Universitatea Tehnică de Construcții București
Bd. Lacul Tei, nr. 122 – 124, sector 2, București, Romania
e-mail: fliord12@gmail.com

²Universitatea Tehnică de Construcții București
Bd. Lacul Tei, nr. 122 – 124, sector 2, București, Romania
e-mail: aklepș@gmail.com

Rezumat. *Reducerea consumurilor energetice pentru încălzirea spațiilor este o preocupare intrată de acum în rutina inginerilor constructori. În acest context se încadrează utilizarea surselor regenerabile de energie și în mod direct a energiei solare. În lucrarea de față se urmărește o analiză energetică comparativă între soluții de reabilitare termică a clădirilor în variante de izolare termică a anvelopei acestora și în variante de placare cu elemente de tip seră. Rezultatele obținute sunt prezentate grafic cu interpretarea acestora. Tratarea teoretică care a stat la baza rezultatelor obținute a avut în vedere atât regimul de transfer termic staționar cât și pe cel nestaționar prin elementele masive opace ale clădirii. Baza de date climatice utilizată a fost cea a unui an real caracterizat de temperaturile exterioare și de valorile intensității radiației solare pe suprafețe cu diverse orientări.*

Cuvinte cheie: izolare termică, seră, solar pasiv, casă solară

Abstract. *Reducing energy consumption for space heating is a concern now entered routine Engineers. In this context that the use of renewable energy and solar energy directly. In this paper seeks the comparative energy analysis solutions for thermal rehabilitation of buildings thermal insulation envelope variants and variants acestora plated items such emissions. The results are shown graphically in interpretation. Treating the underlying theoretical results took into account both thermal regime on the non-stationary and stationary through opaque massive elements of the building. Climate database used was that of a real year characterized by outdoor temperatures and solar radiation values on surfaces with different orientations.*

Key words: thermal insulation, greenhouse, solar passive, solar house

1. Introducere

Reducerea consumurilor energetice pentru încălzirea spațiilor este o preocupare intrată de acum în rutina inginerilor constructori. Reglementările actuale [1], privind gradul de izolare al clădirilor prevăd baremuri în ceea ce privește rezistența termică a

elementelor de închidere a anvelopei clădirii astfel încât să rezulte în final un consum cât mai redus de energie pentru asigurarea utilităților. În lucrarea de față se urmărește identificarea posibilităților de reducere a consumurilor energetice prin utilizarea pasivă a energiei solare. Ne referim la evaluarea reducerilor de consumuri energetice pentru încălzirea spațiilor pe timp de iarnă și de racire a lor pe timp de vară prin placarea cu elemente transparente a suprafețelor opace ale clădirilor.

2. Descrierea situațiilor constructive analizate. Evaluarea consumurilor energetice

Evaluarea consumurilor energetice s-a făcut referitor la elementele de anvelopă ale clădirii și nu la spațiile clădirii, mai concret raportarea s-a făcut la mp de suprafață de anvelopă și nu la mp de suprafață utilă. Pentru evaluarea consumurilor s-a utilizat un an real în ceea ce privește condițiile climatice (temperatura exterioară și intensități globale de radiație solară pe plan vertical și diverse orientări ale suprafețelor exterioare ale clădirii). S-a considerat un tip de perete exterior având următoarea structură: tencuială exterioară de 2 cm, beton armat de 20 cm și un strat de izolație termică având o grosime parametrică de 0,5 sau 10 cm. Pentru fiecare din cele 3 variante de perete s-au considerat 2 cazuri: fără seră și cu seră la exterior. Deosebirea majoră dintre cele două cazuri menționate constă de fapt din două elemente teoretice bine cunoscute și anume valoarea temperaturii sol-aer caracteristică mediului exterior și din valoarea coeficientului de transfer de căldură la fața exterioară a peretelui. Aceste două elemente cu caracter teoretic au fost de fiecare dată estimate pentru fiecare din cele 3 variante și cele 2 cazuri considerate. Evaluarea consumurilor energetice s-a făcut pentru fiecare luna a anului.

Trebuie să menționăm că elementele prezentate au avut în vedere o valoare medie a intensității radiației solare, medierea făcându-se după 8 orientări ale unei suprafețe verticale. În fig. 1 se prezintă situația valorilor intensităților radiației solare în luna ianuarie.

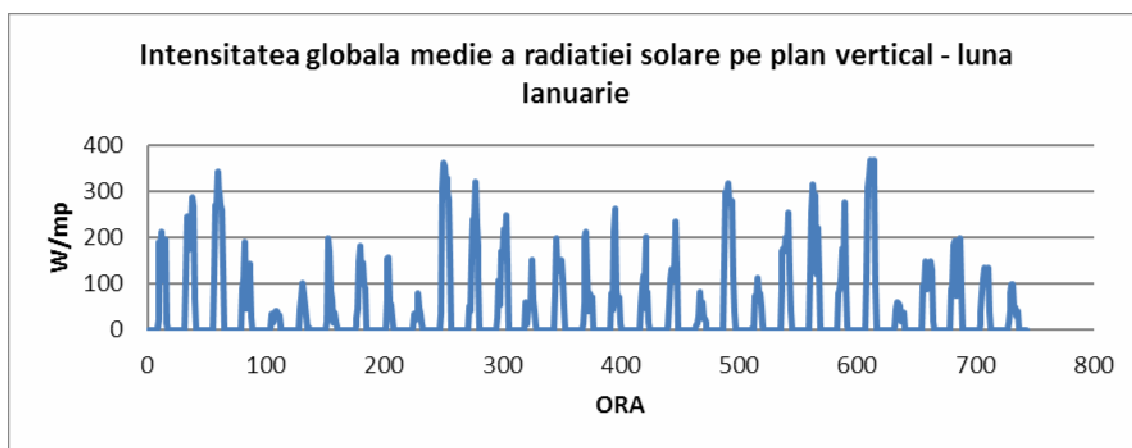


Fig. 1

În ceea ce privește temperaturile exterioare se prezintă în fig. 2 diagrama acestora tot pentru luna ianuarie.

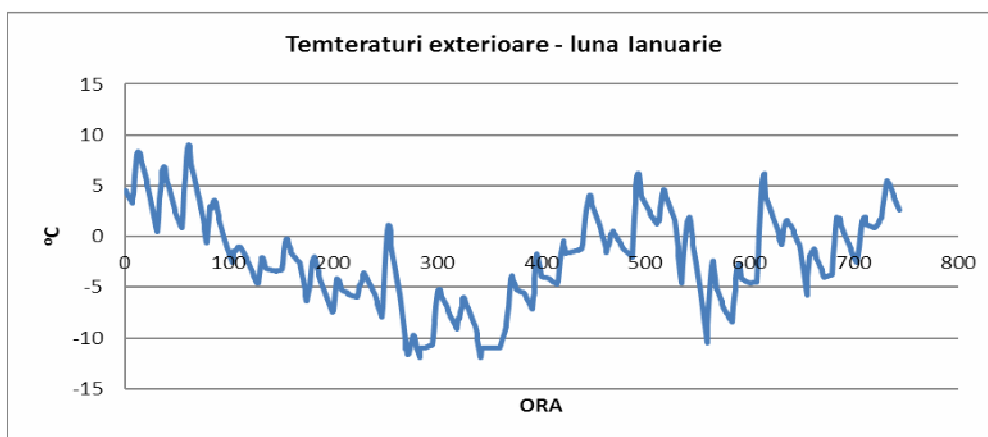


Fig. 2

Interesantă este și o prezentare a valorilor celor doi parametri climatici într-o lună de vară, de exemplu luna Iulie. Astfel în figurile 3 și 4 se prezintă diagrama intensității radiației solare globale medii și respectiv a temperaturii exterioare în luna Iulie.

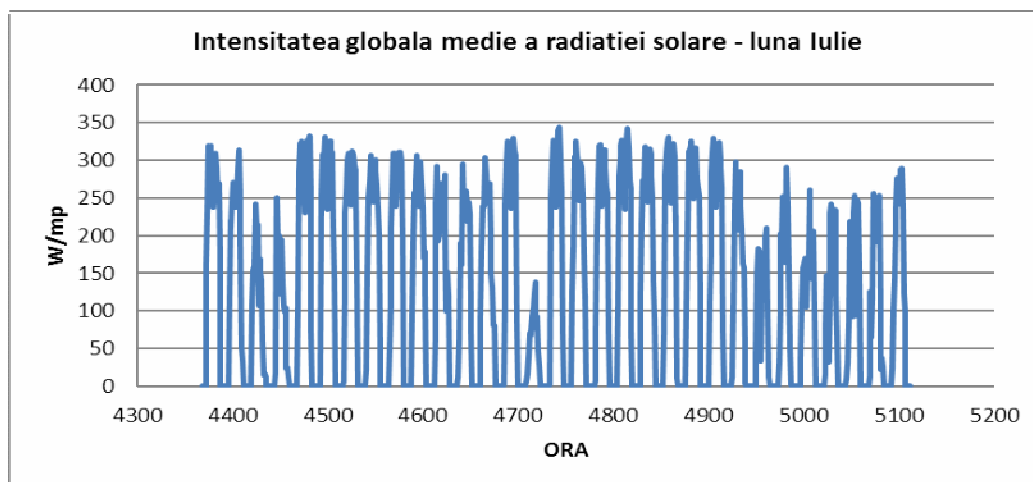


Fig. 3

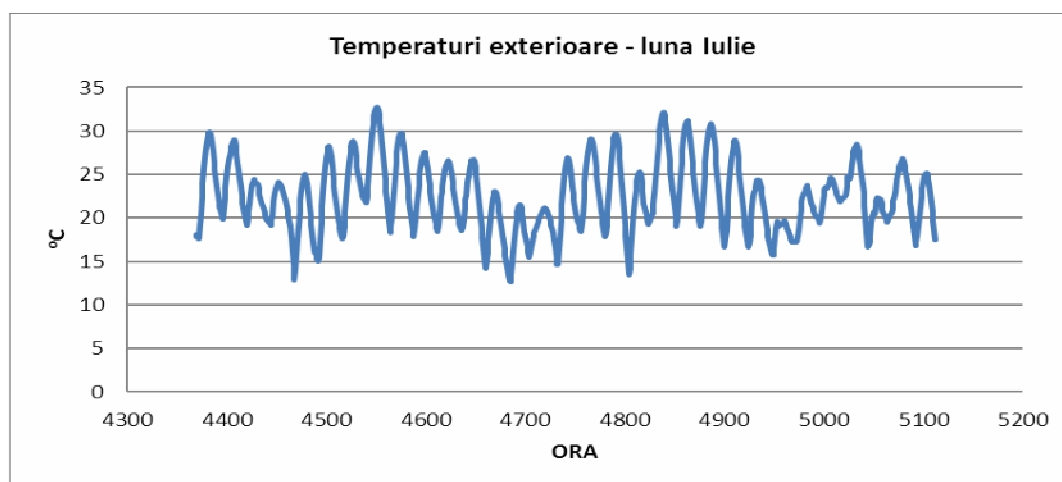


Fig. 4

Se prezintă în continuare cateva rezultate lunare obținute. Astfel în fig. 5 se prezintă distribuția densităților de fluxuri termice prin perete în luna ianuarie. Cu linia roșie se prezintă distribuția densităților de flux termic în situația în care peretele este fără seră (adică nu este montat un element transparent în exteriorul feței exterioare a peretelui, iar cu linie albastră distribuția densității de flux termic în situația în care s-a montat o seră pe exteriorul peretelui. Valorile densităților de flux termic sunt mai scăzute în situația în care peretele este dotat cu seră. Mai mult, apar situații în care valorile densității de flux termic iau valori negative, ceea ce atestă identificarea unor situații de aporturi termice și nu de pierderi. În mod similar s-a procedat și pentru celelalte luni ale anului, inclusiv pentru lunile de vară. Astfel în figura 6 se prezintă situația densităților fluxurilor termice pentru luna iulie a anului.

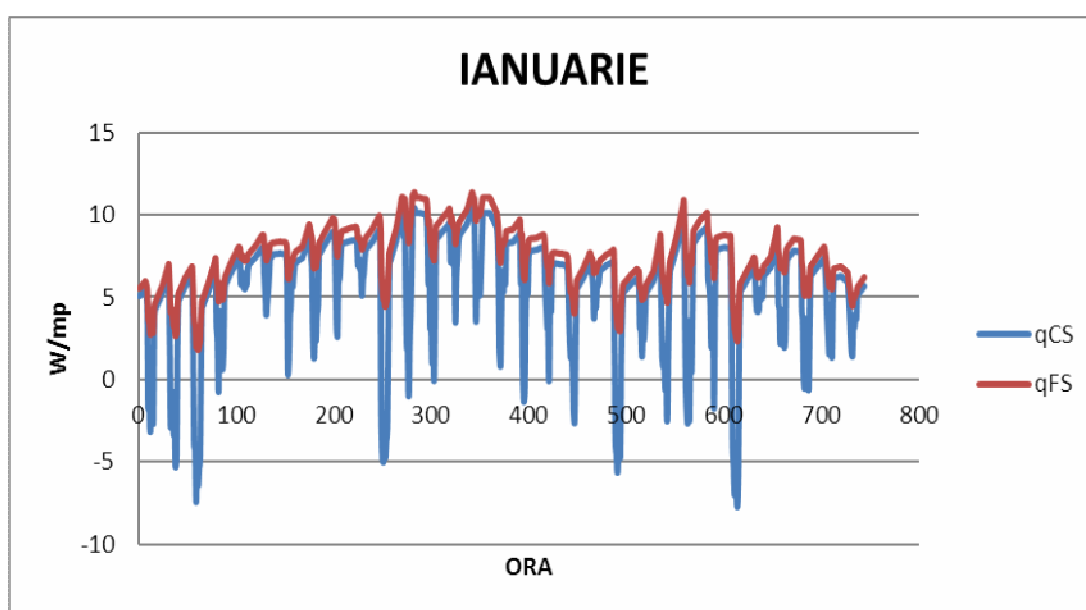


Fig. 5

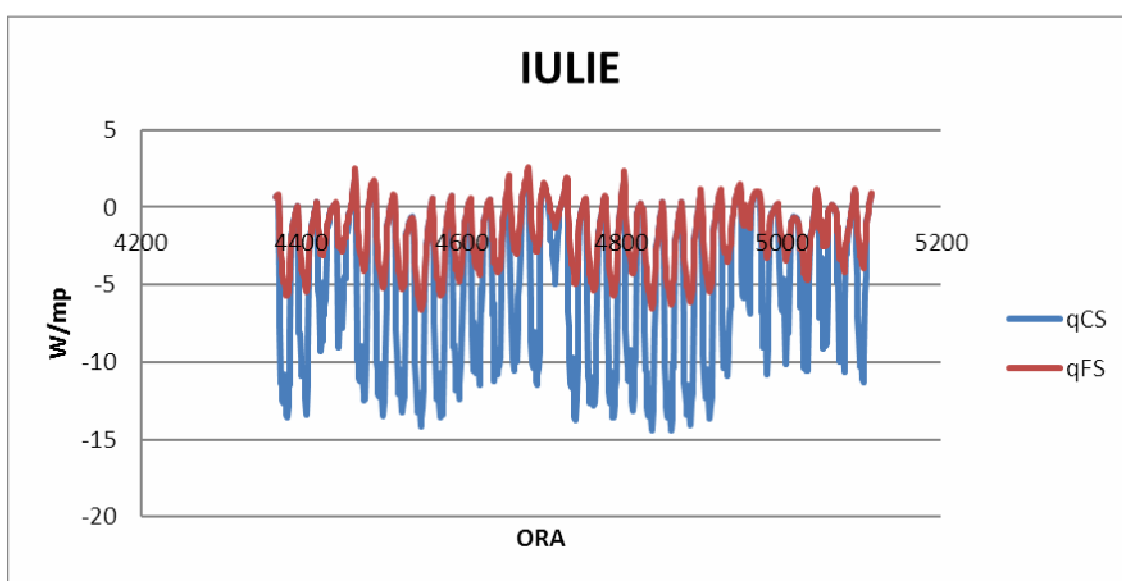


Fig. 6

Din fig. 5 și 6 important este să se rețină faptul că în cazul în care peretele este placat pe exterior cu seră fluxul termic transferat din interior către exterior în timpul iernii este sensibil mai scăzut iar în timpul verii aporturile din exterior devin de asemenea sensibil mai mari. Nu am asociat aceste două figuri cu o anumită structură de perete, însă desigur că ele reprezintă una din cele 3 variante menționate mai sus. Se va face însă în continuare o asociere directă între varianta de structură de perete exterior și figurile care urmează și care se referă la aspecte energetice efective. Astfel utilizând rezultatele numerice obținute pentru densitățile de fluxuri termice s-au integrat pe fiecare lună aceste valori și s-au stabilit densitățile de energie disipată în kWh/mp, și aceste valori vor fi în continuare prezentate tabelar și grafic. O primă variantă pentru care se prezintă aceste rezultate este varianta de bază în care grosimea izolației termice este de 5 cm. Rezistența termică a peretelui ia valori diferite între cele două cazuri: cu seră și fără seră, cazul cu seră conducând, evident, la o valoare mai mare a rezistenței termice a peretelui.

Tabelul 1

Tabel Rezultate		VARIANTA 0		
	kWh/mp.luna			kWh/mp.luna
Luna	qCS	qFS	%	qFS - qCS
IAN	7,223	10,129	28,695	2,907
FEB	5,094	8,100	37,111	3,006
MAR	2,867	6,222	53,917	3,355
APR	-0,772	3,030	492,657	
MAI	-3,517	0,355	110,080	
IUN	-5,397	-1,348	75,016	
IUL	-6,416	-2,434	62,072	
AUG	-5,957	-2,071	65,235	
SEP	-3,222	0,174	105,407	
OCT	0,153	3,254	95,290	3,101
NOV	3,775	6,186	38,975	2,411
DEC	6,658	8,900	25,189	2,242
IARNA	25,770	42,791	39,776	17,021
VARA	-25,281	-2,294	90,926	-22,987

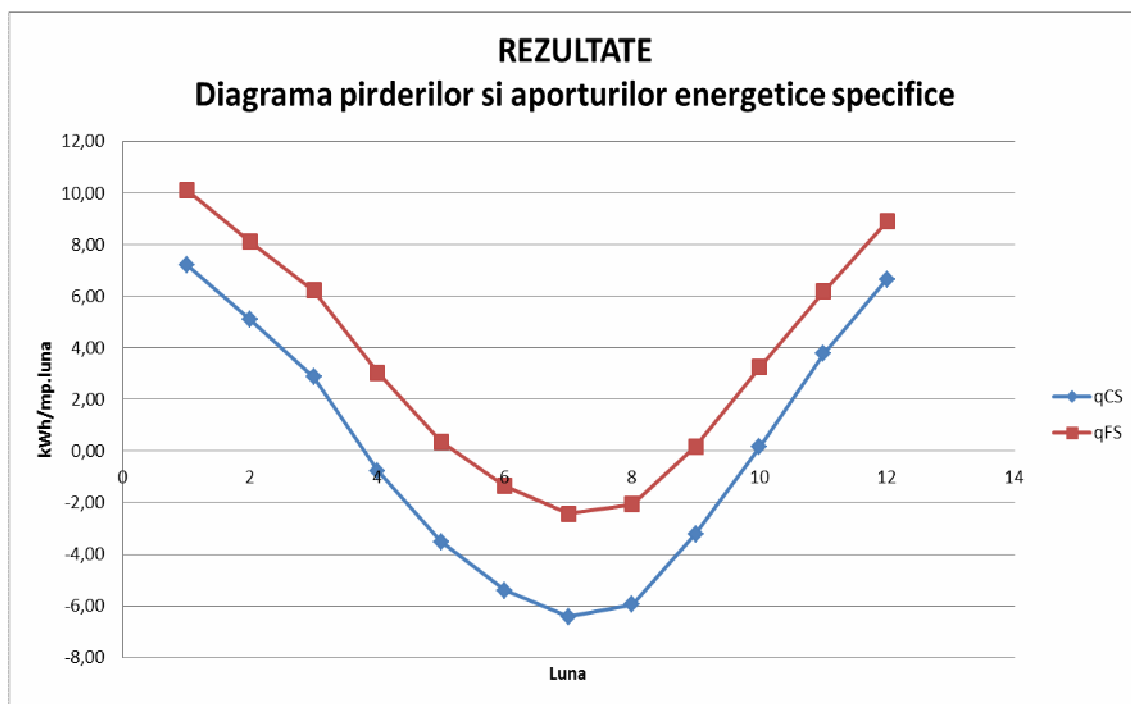


Fig. 7 – varianta 0 (5 cm de polistiren expandat)

În tabelul 1 se prezintă valorile energiilor specifice disipate lunar prin peretele exterior în cele două cazuri, cu și fără seră. Se observă că, în cazul în care se prevede seră pe fața exterioară a peretelui, se poate profita de energia solară incidentă reducându-se pierderile energetice pe perioada de iarnă. Vara însă acest aspect pozitiv se schimbă, el devenind un aspect negativ dat fiind că rezultă o creștere a aporturilor de căldură în cazul utilizării serei. Revenind la situația pierderilor energetice se observă din tabelul 1 că procentual reducerile energetice pe perioada iernii rezultate prin montarea serei se ridică la cca. 40%, însă și creșterea aporturilor pe vară se ridică la cca. 91%. Este deci de urmărit ca pe perioada de vară să se renunțe la seră. Acest lucru ar putea fi posibil dacă sera se transformă pe perioada de vară într-o fațadă ventilată (de exemplu). În diagrama din fig. 7 se prezintă grafic datele din tabelul 1. Se observă cum beneficiile pe timp de iarnă datorate scăderii pierderilor termice se transformă în deficiențe pe perioada de vară prin creșterea aporturilor.

Se prezintă în continuare grafic situația pierderilor și aporturilor lunare de energie în situația celorlalte variante de pereți.

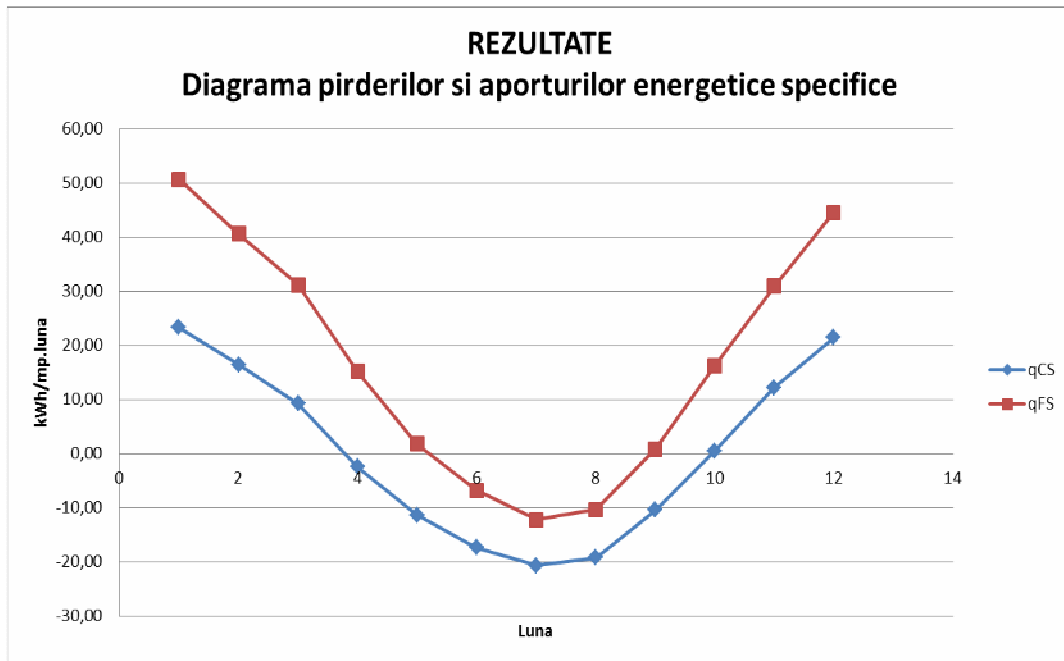


Fig. 8 – varianta 1 (fără izolație termică)

Alura curbelor densităților pierderilor energetice este asemănătoare însă cuantumul este sensibil mai mare decât în varianta 0. Acest fapt se explică datorită faptului că peretele nu mai este izolat. De această dată reducerea pierderilor de căldură pe timpul iernii este de 61% iar creșterea aporturilor pe timpul verii este de 86%. Din analiza comparativă a figurilor 7 și 8 se poate spune că dacă peretele nu este izolat termic, atunci placarea la exterior cu o seră este mai importantă decât în cazul în care acesta ar fi fost deja izolat termic. Această constatare este corectă dacă ne referim la perioada de iarnă dar și parțial la perioada de vară.

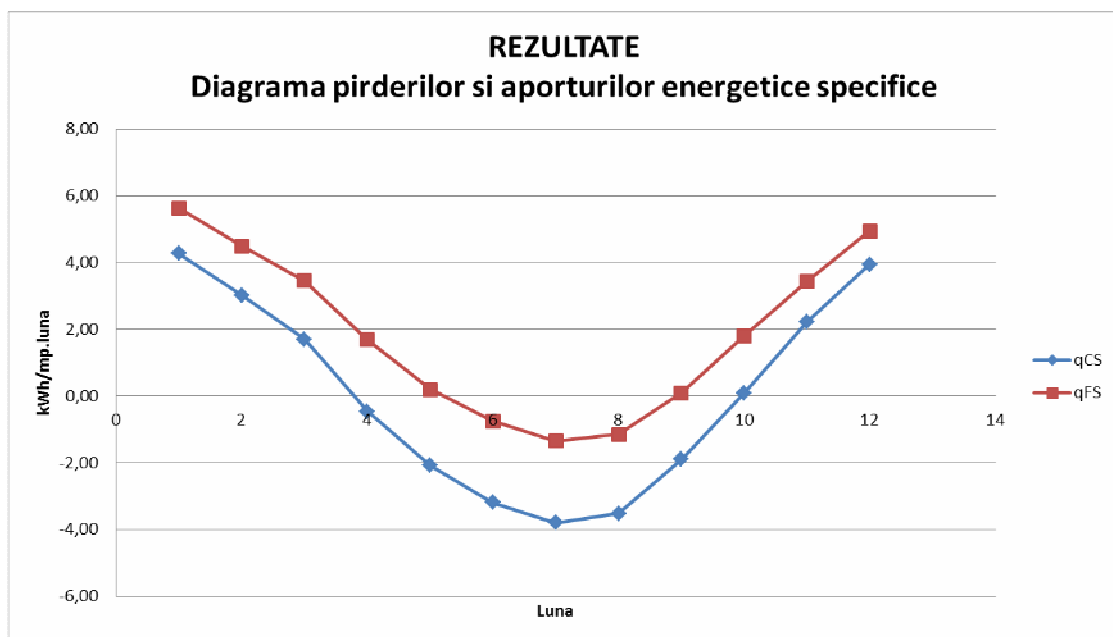


Fig. 9 – varianta 2 (10 cm de polistiren expandat)

După cum se observă din fig. 9, valorile densităților de pierderi energetice și de asemenea aporturile sunt de această dată sensibil mai mici decât în varianta 1 datorită gradului de izolare termică, însă introducerea serei își spune și de această dată cuvântul. În acest sens o imagine sugestivă putem obține dacă se prezintă beneficiile energetice pe timpul iernii dar și deficitul din timpul verii pentru toate cele 3 variante în cazul plăcii cu seră a pereților exteriori.

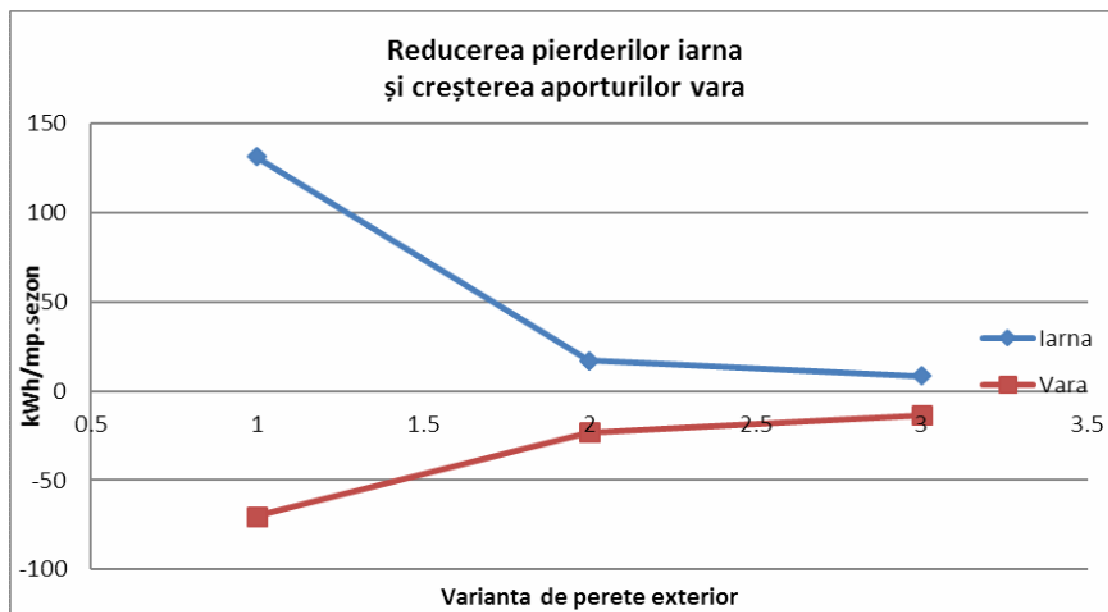


Fig. 10

În fig. 10 se prezintă reducerile energetice pe timpul iernii și respectiv creșterile energetice pe timpul verii, însă valorile efective ale densităților de pierderi respectiv aporturi energetice prezentate în ansamblu pot fi văzute în fig. 11.

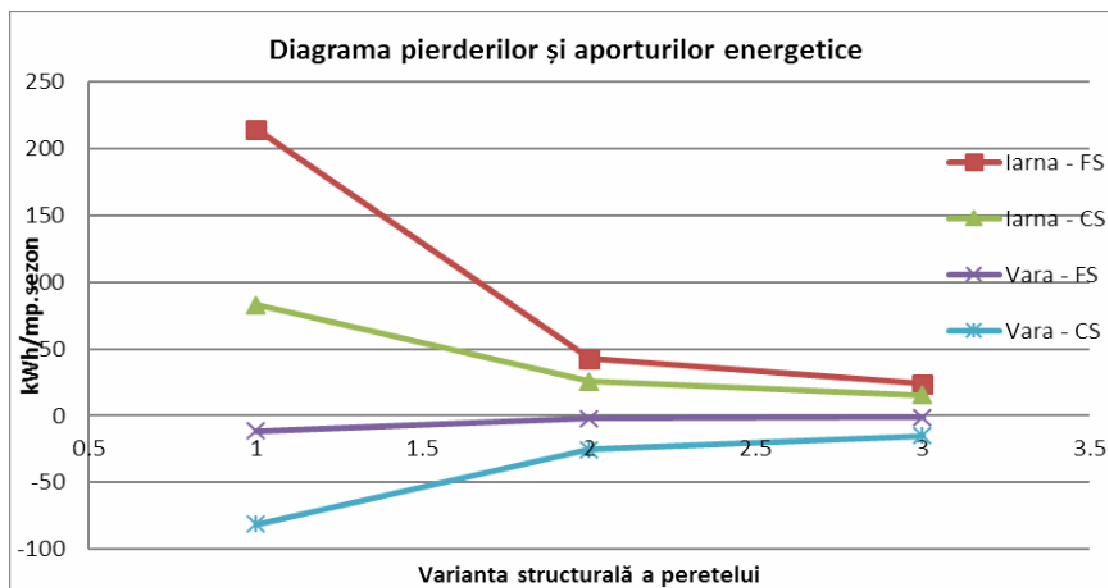


Fig. 11

Concluzia este aceeași, creșterea gradului de izolare termică a peretelui diminuează importanța creerii unui spațiu de tip seră pe fața exterioară a peretelui. Altfel spus, izolarea termică a peretelui și sera nu se justifică a fi realizate împreună.

De asemenea, interesantă poate fi o prezentare a densităților de pierderi și aporturi energetice în ansamblu pentru cele 3 variante fără seră mai întâi - fig. 12 și apoi cu seră - fig. 13.

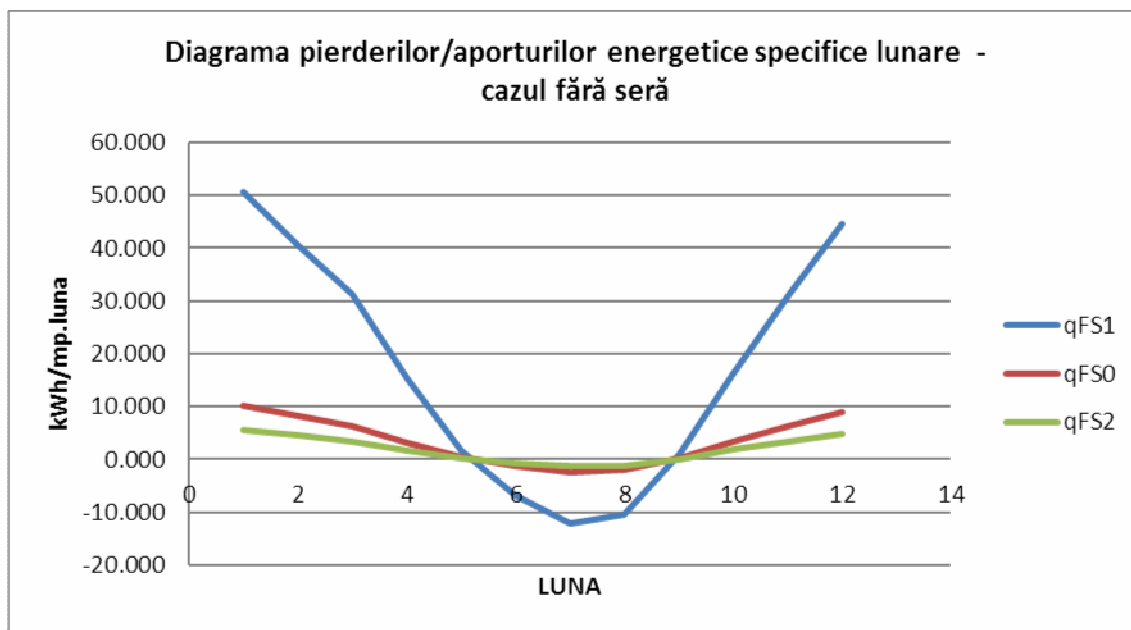


Fig. 12

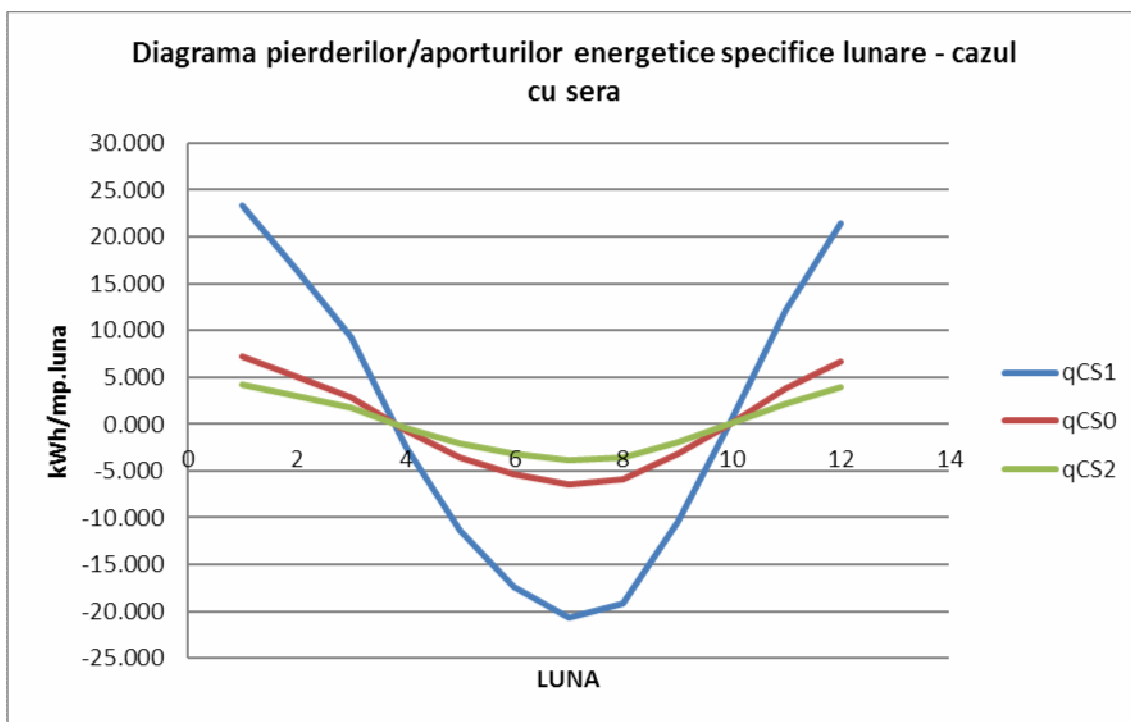


Fig. 13

În fig. 14 se prezintă într-o aceeași diagramă ambele cazuri: cu și fără seră.

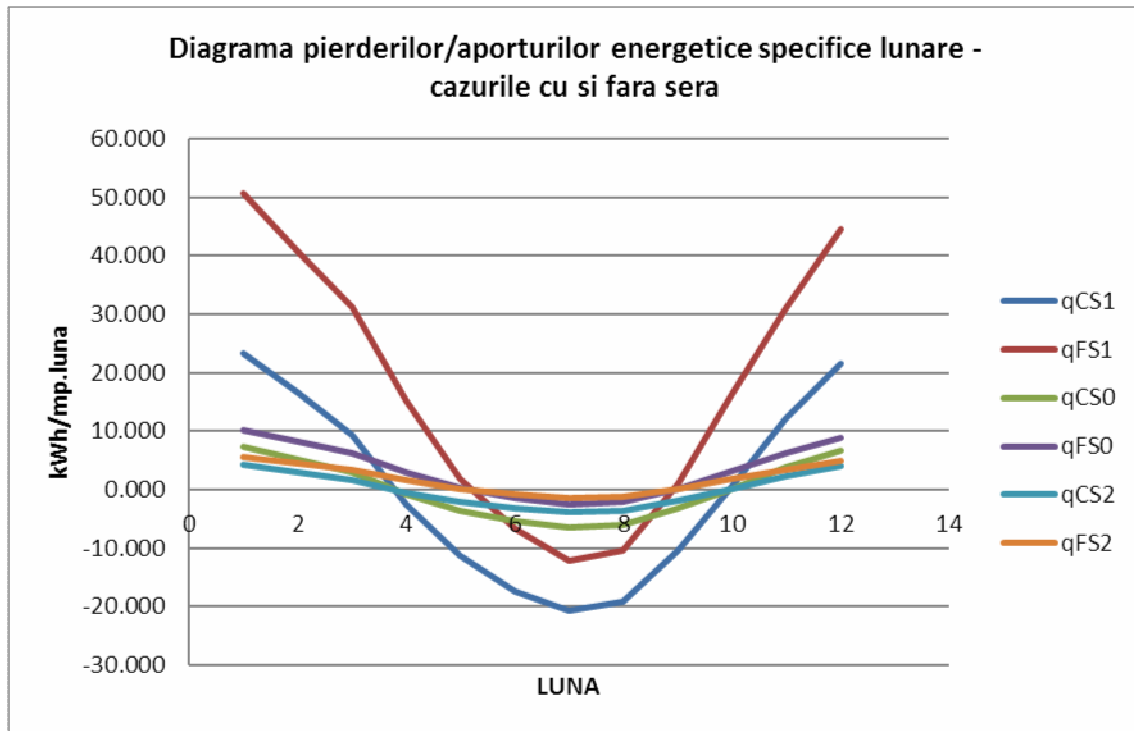


Fig. 14

În diagrama din fig. 15 se prezintă valorile sezoniere ale densităților de pierderi respectiv aporturi energetice pentru toate cele 3 variante de perete în cele 2 cazuri (cu și fără seră)

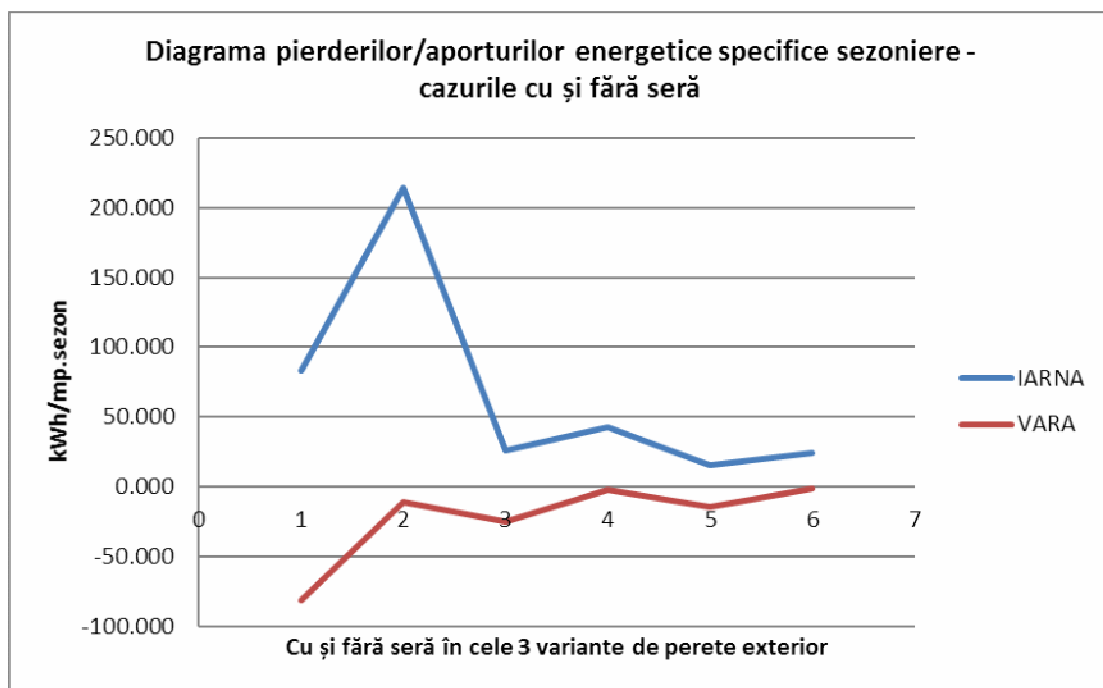


Fig. 15

Cu număr impar sunt numerotate cazurile cu seră, iar cu număr par cazurile fără seră. Cu linie albastră sunt prezentate valorile densităților pierderilor de căldură pe timp de iarnă, iar cu linie roșie densitățile aporturilor de căldură pe timpul verii.

3. Concluzii

Rezultatele energetice obținute în urma izolării și/sau echipării cu seră a pereților exteriori au fost prezentate pe parcurs, în continuare urmând să facem doar o sinteză a observațiilor mai importante care pot fi desprinse. Ne vom referi atât la consecințele energetice ale izolării termice ale elementelor opace ale anvelopei clădirii cât și la consecințele energetice ale placării cu seră a acestor elemente și la simultaneitatea aplicării celor două soluții de reducere a consumurilor energetice. După cum este cunoscut și după cum rezultă și din materialul prezentat, izolarea elementelor exterioare de anvelopă aduce beneficii energetice pe timp de iarnă dar și pe timp de vară, prin reducerea consumurilor de căldură pentru încălzire și a consumurilor de frig pentru răcire. Acest lucru rezultă destul de clar din fig.12. Cu cât stratul de izolație este mai mare cu atât beneficiile sunt mai importante în ambele sensuri. Placarea cu seră a elementelor opace însă nu mai lucrează în același fel ca izolația pe ambele sezoane, iarna/vara. Iarna aduce beneficii energetice însă vara dimpotrivă, face deservicii spațiului interior, conducând la creșterea consumului de frig. În cadrul acestei lucrări nu s-au analizat mai multe variante de seră, dacă însă s-ar fi făcut așa ceva ar fi rezultat destul de clar acest lucru. De exemplu dacă avem în imagine diagrama densităților lunare de energie termică transferată prin perete, atunci curbele corespunzătoare unor sere din ce în ce mai performante coboară curba densităților de energie transferată, în loc să o îndrepte către o linie orizontală în jurul unei valori medii, ca în cazul montării izolației termice. Coborârea curbei densităților lunare de energie transferată înseamnă scăderea consumurilor necesare pentru încălzire însă totodata creșterea consumurilor necesare pentru răcire. Sunt posibile soluții de transformare a serei în fațade ventilate pe timpul verii care conduc de asemenea la reducerea aporturilor de căldură. Utilizarea ambelor soluții, adică și izolarea termică a suprafețelor opace și placarea cu seră a acestora nu se justifică. Izolarea suprafețelor opace exterioare anulează în mare parte contribuția energetică a serei.

Notății:

q_{FS} – densități de fluxuri termice (W/m^2) sau densități de consumuri energetice lunare ($kWh/m^2.lună$), în situația în care peretele exterior nu este dotat cu seră;

q_{CS} – densități de fluxuri termice (W/m^2) sau densități de consumuri energetice lunare ($kWh/m^2.lună$), în situația în care peretele exterior este dotat cu seră.

4. Bibliografie

- [1] Florin Iordache, „Termotehnica Construcţiilor”, editura Matrix Rom, ediţia a 3-a, Bucureşti, 2010.
- [2] Florin Iordache, „Modelarea şi simularea proceselor dinamice de transfer termic”, editura Matrix Rom, Bucuresti, 2010.
- [3] John H. Lienhard, „A heat transfer textbook”, Phlogiston Press Cambridge Massachusetta, third edition, 2006.
- [4] Incropera, DeWitt, Bergman, Lavine, „Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, J. Wiley, sixth edition, 2007.