

Influenta pozitiei apartamentului la interiorul unui bloc asupra consumului energetic si al clasei energetice

Stefan CREITEANU

Universitatea Tehnică de Construcții București
Email : creiteanustef@email.com

Margareta Irina TIPEL

Universitatea Tehnică de Construcții București
Email : irinatpl@email.com

Antoine ZONCA

Universitatea Tehnică de Construcții București
Email: zonca.antoine@gmail.com

Vlad IORDACHE

Universitatea Tehnică de Construcții București
Email : viordach@email.com

Abstract : *In this study we aimed to determine the importance of the position of an apartment inside a building upon the energy consumption. The aim is also to determine the difference between the energy class of the apartments and that of the entire building. The energy consumption for several buildings and all apartments were calculated according to the methodology MC001:2006 (different thermal envelope configurations and indoor destinations) in order to highlight these differences between energy classes. For the buildings with no thermal insulation, the energy consumption difference, between the worst and best located apartments, is over 50%, while for a very well insulated building, this difference increases at about 90% of the energy consumption of the worst located apartment. In terms of energy classes, the maximum difference between the two types of apartments is two energy classes, encountered for the noninsulated buildings, while for the very well insulated buildings the energy class does not vary (energy class "A" for all apartments).*

Key words : *Energy class, apartments, Energy certification, energy class mapping*

Rezumat: *In acest studiu s-a urmarit determinarea importantei pe care o are pozitia unui apartament la interiorul unei cladiri asupra consumurilor energetice si a clasei sale energetice. S-a urmarit de asemenea determinarea diferentei intre clasa energetica a apartamentului si cea a intregii cladiri. Pentru a pune in evidenta aceste diferente dintre clasele energetice s-au calculat, conform metodologiei MC001:2006, consumurile energetice pentru mai multe cladiri (diferite configuratii de anvelope si destinatii ale spatiului interior) si pentru toate apartamentele de la interiorul acestora. Pentru cladirile neizolate termic, diferenta asupra consumului de energie intre apartamentul cel mai defavorabil amplasat si apartamentul cel mai bine amplasat este de peste 50%, iar pentru o cladire foarte bine izolata termic, aceasta diferenta intre consumurile energetice creste la aproximativ 90%. Din punct de vedere al claselor energetice, diferenta maxima intre cele doua tipuri de apartamente este de doua clase energetice, fiind*

intalnita la cladirile slab izolate termic; pentru cladirile foarte bine izolate termic clasa energetica nu variaza (clasa energetica „A” pentru toate apartamentele).

Cuvinte cheie: *Clasa energetica, apartamente, certificare energetica, harti clasa energetica*

1. Introducere

Consumul de energie finală pentru clădirile de locuit construite după anul 2000 variază între 120-230 kWh/m²an, iar aceasta variație poate fi explicată funcție de caracteristicile termice ale elementelor de envelopă [1]. În diferite studii anterioare au fost evidențiate factorii care au un impact important asupra performanței energetice a clădirilor [2]: rezistența termică a pereților exteriori, rezistența termică a ferestrelor, temperatura interioară, degajările de la sursele interioare și rata de ventilare/infiltrații. Alte studii au pus în evidență alți factori complexi care regroupează în interiorul lor influența mai multor alți factori [3, 4]: coeficientul global de izolare termică a clădirii, factorul de compactitate sau suprafața echivalentă sud. Dar nici un alt studiu nu a pus în evidență influența factorilor de tip arhitectural.

În acest studiu ne propunem să determinăm influența pe care o are un astfel de factor de tip arhitectural (poziția apartamentului la interiorul unei clădiri) asupra consumului energetic al unui apartament și a clasei sale energetice, în condițiile în care se variază factorii enunțați anterior și regimul de înălțime al clădirii.

Pentru a realiza o astfel de comparație între consumurile energetice ale apartamentelor unei clădiri colective și cel global al întregii clădiri au fost realizate mai multe calcule de certificare energetică pentru fiecare clădire și pentru fiecare apartament din fiecare clădire. Obiectivul studiului constă în determinarea consumului specific de energie și a repartii claselor energetice ale apartamentelor din clădire în situația în care se variază atât regimul de înălțime cât și configurația anvelopei.

Articolul prezintă clădirea analizată, metoda de calcul standardizat a consumurilor de căldură pentru clădiri și apartamente și în cele din urmă rezultatele comparațiilor între rezultatele obținute pentru apartamente și pentru clădiri.

2. Clădirea analizată

Clădirele analizate sunt de tipul bloc de locuințe și au la baza aceeași repartitie arhitecturală a apartamentelor. Parterul imobilelor este constituit dintr-un număr de 7 apartamente (spații încălzite), casa scării, un hol de acces spre casa scării și o cameră administrativă (spații neîncălzite) (**Figura 1**). Etajele curente diferă față de parter prin apariția încă unui apartament plasat deasupra holului de acces și a camerei administrative de la parter; astfel fiind caracterizate de un număr de 8 apartamente pe nivel. Fiecare apartament este caracterizat de o suprafață încălzită de 53.9 m², și de un volum încălzit de 161.7 m³.

Consumurile și clasele energetice depind de mărimea clădirii, de gradul de izolare și de exploatarea clădirii, deci și influența pe care o are poziția unui apartament poate fi diferită de funcția de acest parametru. Dorim ca prin acest studiu să răspundem unei game mai largi de clădiri și prin urmare analiza a fost efectuată pentru mai multe tipuri de clădiri. Astfel toate clădirile analizate au același plan arhitectural, dar de la o clădire la alta vom varia pe de o parte numărul de niveluri (S+P+2E, S+P+5E respectiv S+P+11E), ceea ce influențează factorul de compactitate al clădirii și pe de altă parte configurația anvelopei termice și a modului de exploatarea clădirii (Tabelul 1).

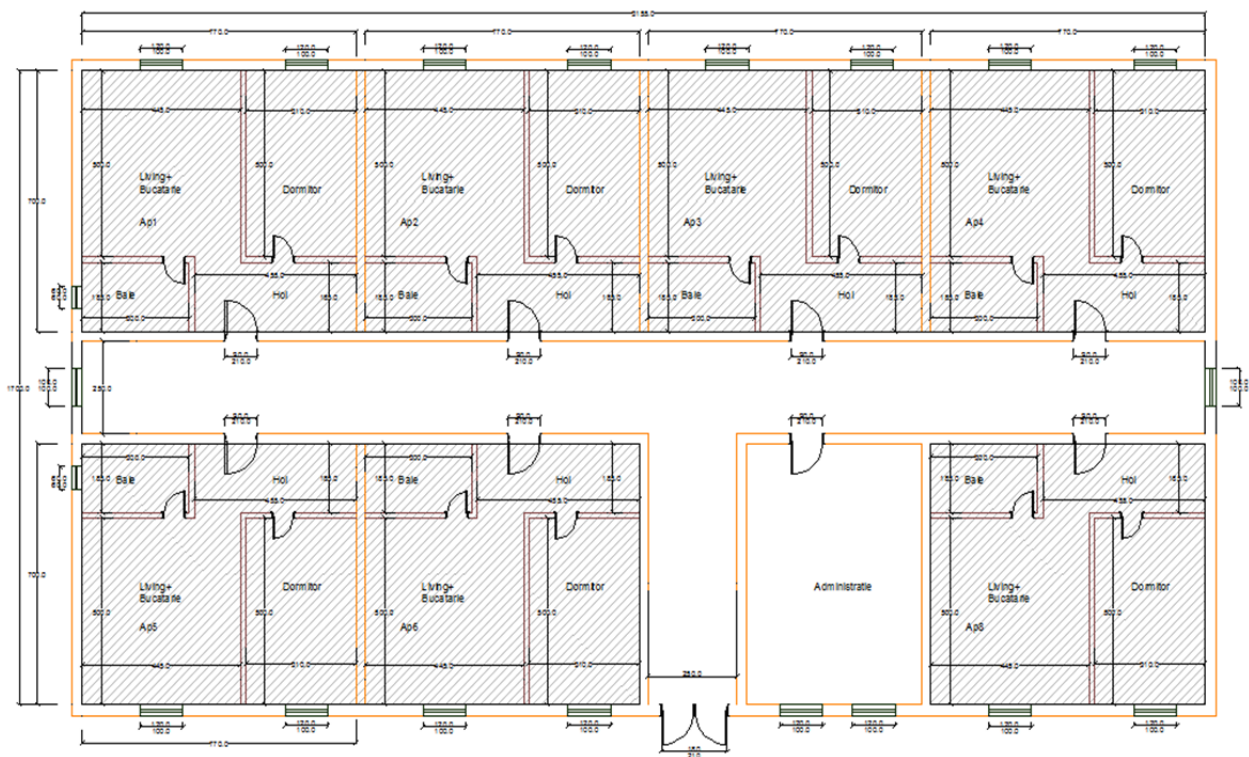


Figura 1. Plan parter

Nr. Configurație	R'_{PE}	R'_{FE}	R'_{TE}	R'_{PDs}	R'_{Plcs}	R'_{Ulcs}	θ_i	ϕ_i	n_a
	m^2K/W	m^2K/W	m^2K/W	m^2K/W	m^2K/W	m^2K/W	$^{\circ}C$	W/m^2	$1/h$
1	0.6	0.17	0.35	0.35	1.19	0.19	24	4	1.7
2	1.23	0.55	2.6	2.6	1.19	0.55	21	10	1.1
3	2.9	0.95	4.9	2.6	1.19	0.95	18	16	0.5

Tabel 1. Configurații de anvelopă termică și exploatarea clădirii

Configuratia nr 1 reprezinta un caz extrem de configuratie slaba din punct de vedere energetic caracterizata de rezistente termice minime pentru fiecare element de anvelopa si pentru o cladire cu exploatare extrema (spital). Configuratia nr 2 este o configuratie medie din punct de vedere energetic, pentru care rezistentele termice sunt mult mai ridicate decat cele corespunzator configuratiei 1, dar nu depasesc valorile minime admisibile conform normelor. Configuratia nr 3 reprezinta un alt caz extrem, de configuratie foarte buna din punct de vedere energetic asemanatoare caselor pasive energetic. Consideram ca majoritatea cladirilor din Romania se gasesc descriese intre cele doua cazuri extreme (Configuratiile nr 1 si nr 3) si astfel speram ca analiza noastra sa fie adaptata pentru o gama cat mai larga de cladiri: de la cele vechi cu caracteristici energetice slabe pana la cele mai noi, care depasesc nivelul unei cladiri eficiente energetic si se indreapta spre cladirile pasive energetic

Datorita faptului ca, temperatura aerului interior variaza de la o configuratie la alta (**Tabel 1**), nu consideram necesara varierea climatului exterior. Prin urmare toate cladirile au fost supuse acelorasi parametrii climatici, caracteristici municipiului Bucuresti [3, 4] si se utilizeaza sub forma valorilor medii lunare de temperatura si radiatie solara.

Pentru toate cladirile (3 regimuri de inaltime x 3 configuratii = 9 cladiri diferite) si pentru fiecare apartament din interiorul fiecarei cladiri a fost calculat necesarul de caldura pentru incalzire la consumator si consumul de caldura pentru incalzire la bransament.

3. Metoda de calcul a consumului de caldura

Calculul consumului de caldura s-a realizat pe baza metodologiei de calcul a performanței energetice a clădirilor MC001:2006 [5] a normativului C107:2010 [6] si a metodologiei NP048:2000 [7] si a normei europene EN13790:2005 [8]. Metoda de calcul pentru stabilirea necesarului de căldură anual al clădirii are la bază întocmirea unui bilanț energetic include următorii termeni:

- pierderile de căldură prin transmisie și infiltratii;
- aporturi de căldură interne si solare;
- pierderile de căldură aferente reglajului instalației de încălzire, distribuției si generatorului de caldura;

Pierderile de căldura al cladirii, Q_L [kWh/m²an], se calculeaza conform Ecuatiei (1).

$$Q_L = H(\theta_i - \theta_e)t, \quad (1)$$

unde H reprezintă coeficientul de pierderi termice al clădirii [W/K], θ_i reprezintă temperatura interioară de calcul [°C], θ_e reprezintă temperatură exterioară medie pentru perioada de calcul [°C] si t reprezintă numărul de ore din perioada de calcul [h].

Coeficientul de pierderi termice al clădirii se calculează cu Ecuația (2).

$$H = H_T + H_V, \quad (2)$$

unde H_T reprezintă coeficientul de pierderi termice prin transmisie [W/K] și H_V reprezintă coeficientul de pierderi termice cauzate de permeabilitatea la aer a anvelopei [W/K].

Aporturile de căldură se obțin din însumarea degajărilor interioare de căldură și aporturile radiației solare.

$$Q_g = Q_i + Q_s, \quad (3)$$

unde Q_i reprezintă cantitatea de căldură generată în spațiul încălzit de sursele interioare [W] și Q_s reprezintă aporturile solare prin suprafețele vitrate [W].

Factorul de utilizare al aporturilor de căldură se determină cu relația:

$$\eta = \begin{cases} \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} & \text{pentru } \gamma \neq 1 \\ \frac{a}{a + 1} & \text{pentru } \gamma = 1 \end{cases} \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_L},$$

unde a reprezintă un parametru numeric [h] și γ reprezintă un coeficient adimensional [-];

Perioada de încălzire se stabilește în funcție de temperatura de echilibru a clădirii, care se determină cu relația:

$$\theta_{ed} = \theta_i - \frac{\eta \cdot \phi_g}{H}, \quad (8)$$

unde η reprezintă factorul de utilizare al aporturilor de căldură [-] și ϕ_g reprezintă aportul de căldură pentru perioada de calcul [W].

Necesarul de căldură pentru încălzire la consumator, Q_h [kWh/m²an], se determină pentru fiecare perioadă de calcul cu relația:

$$Q_h = Q_L - \eta \cdot Q_g, \quad (9)$$

Necesarul de căldură specific pentru încălzire al clădirii se determină cu relația:

$$q_h^C = \frac{Q_h}{A_{inc}}, \quad (10)$$

unde A_{inc} reprezintă aria încălzită [m²].

Necesarul de căldură pentru încălzire la consumator se determină pentru fiecare perioadă de calcul cu relația:

$$Q_h^B = \frac{Q_h}{\eta_r \eta_d \eta_g}, \quad (11)$$

unde η_c reprezintă randamentul sistemului de reglare al instalației de încălzire [-], η_d reprezintă randamentul instalației de distribuție agentului termic [-] și η_g reprezintă eficiența sistemului de generare [-]. Aceste randamente pot să intervină aducând mici modificări între apartamentele plasate în aceeași poziție, introducând astfel un zgomot în analiza efectuată în acest studiu. Pentru a elimina acest zgomot, vom considera aceleași valori pentru randamente pentru fiecare clădire și pentru fiecare apartament: 0.92, 0.95 și respectiv 0.9.

Clădirea analizată s-a considerat ca fiind amplasată în orașul București, iar datele climatice pentru București (temperatura și radiație solară) au fost preluate din SR 4839 [9].

În cele din urmă, consumul anual specific de energie pentru încălzire la branșament se determină cu relația:

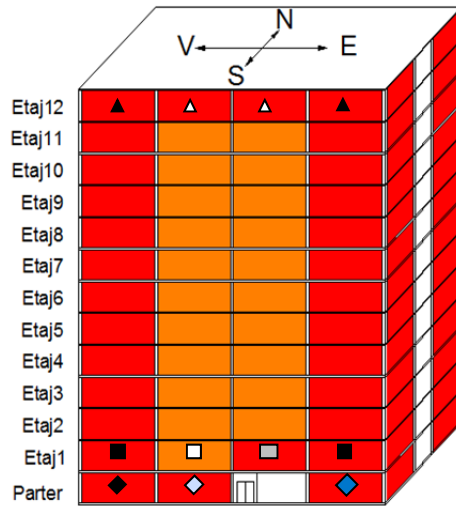
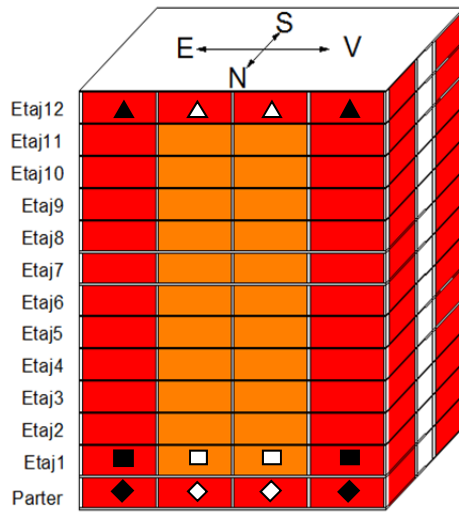
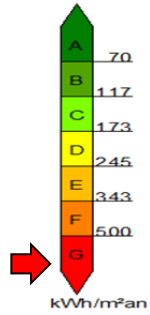
$$q_h^B = \frac{Q_h^B}{A_{inc}}, \quad (12)$$

Pe baza consumului specific de energie pentru încălzire se realizează încadrarea în clase de performanță energetică conform grilelor prezentate în metodologia de calcul MC001 :2006. Această metodă de calcul a fost folosită pentru evaluarea consumurilor energetice și a claselor energetice pentru fiecare clădire și fiecare apartament din interiorul clădirilor.

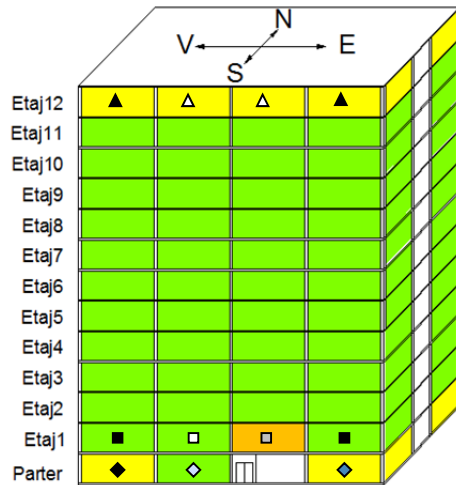
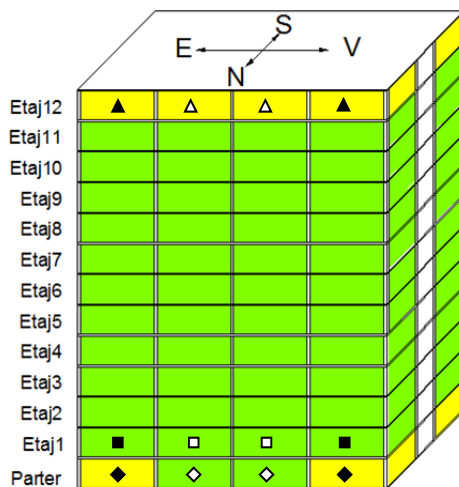
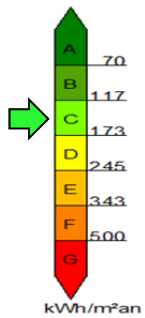
4. Rezultate

În urma rezultatelor obținute care au la bază metoda de calcul prezentată în capitolul anterior au fost realizate o serie de grafice sugestive pentru realizarea unor comparații și vizualizarea efectivă a consumurilor și a claselor energetice. Pentru prima configurație, clădirea cu eficiența energetică scăzută, , clasa energetică predominantă este clasa G, dar apartamentele cu un singur perete exterior au o clasă energetică mai bună, F (Figura 2.a). Consumurile mari pentru fiecare apartament în parte au dus la o clasare energetică foarte slabă a clădirii, clasa G. Pentru a doua configurație, clădire cu eficiența energetică medie, atât clădirea, cât și apartamentele s-au încadrat în clase energetice mai bune, clasa C pentru majoritatea apartamentelor respectiv clasa D pentru apartamentele de la ultimul nivel și cele de la parter care au doi pereți exteriori (Figura 2.b).

a. Cladire de performanta energetica scazuta



b. Cladire de performanta energetica medie



c. Cladire de performanta energetica ridicata

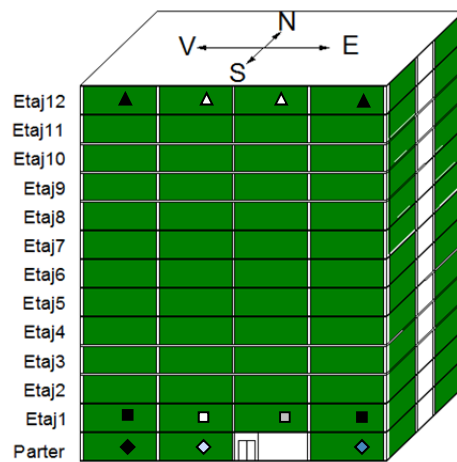
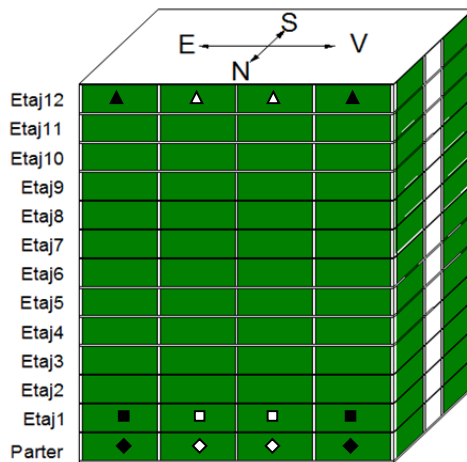
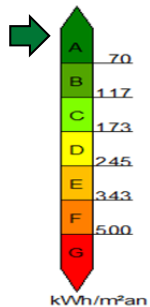


Figura 2. Cartografierea claselor energetice pentru o clădire de regim de încălzire S+P+12E

În aceste prime două configurații, apartamentul de la primul etaj, poziționat deasupra spațiului neîncălzit al intrării în clădire, se încadrează într-o clasă energetică mai slabă: G, pentru prima configurație și respectiv E în a doua configurație.

Pentru a treia configurație, clădirea cu eficiența energetică ridicată, atât clădirea cât și toate apartamentele s-au încadrat în clasa energetică „A” (Figura 2.c).

Consumurile energetice pentru încălzire ale apartamentelor sunt reprezentate în Figurile 3, 4 și 5, realizând și o corespondență cu Figura 2, din punct de vedere al simbolurilor utilizate.

Astfel, pentru configurația 1, anvelopa de eficiență energetică scăzută, consumul maxim de energie pentru încălzire este caracteristic apartamentului aflat la ultimul etaj pe colț și orientat nord (Figura 3). Creșterea consumului de energie pentru încălzire față de celelalte apartamente considerate în calcul se datorează suprafeței maxime de pierderi de căldură către exterior.

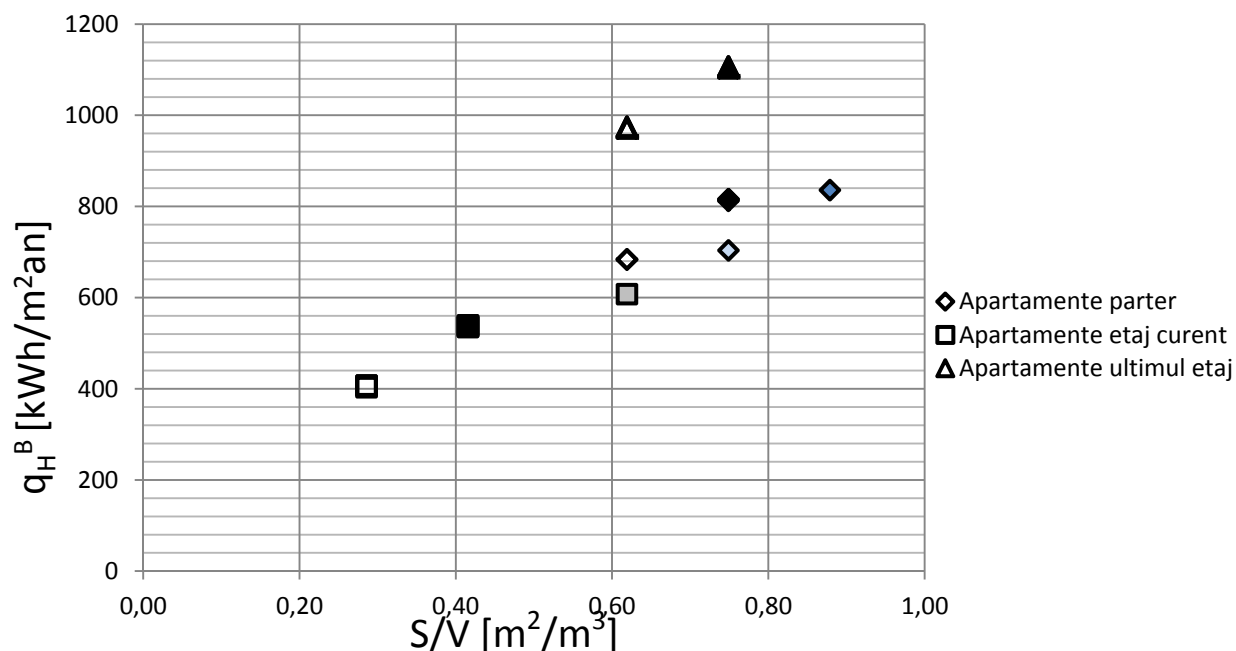


Figura 3. Reprezentare grafică pentru configurația 1 de clădire (anvelopa cu eficiență energetică scăzută)

Pentru configurația 2, anvelopa de eficiență energetică medie, s-a determinat o scădere a consumurilor de energie față de cazul configurației 1, cu următoarea modificare: consumul maxim de energie pentru încălzire în acest caz s-a determinat pentru apartamentul de la etaj curent aflat deasupra intrării în casa de scară (Figura 4).

Pentru configurația 3, anvelopa de eficiență energetică ridicată, se obține o creștere procentuală a diferenței dintre consumul maxim obținut pentru apartamentul etaj curent peste spațiu neîncălzit față de consumurile determinate pentru celelalte apartamente (Figura 5) și atestă gradul slab de izolare a planșeului peste intrarea în casa scării.

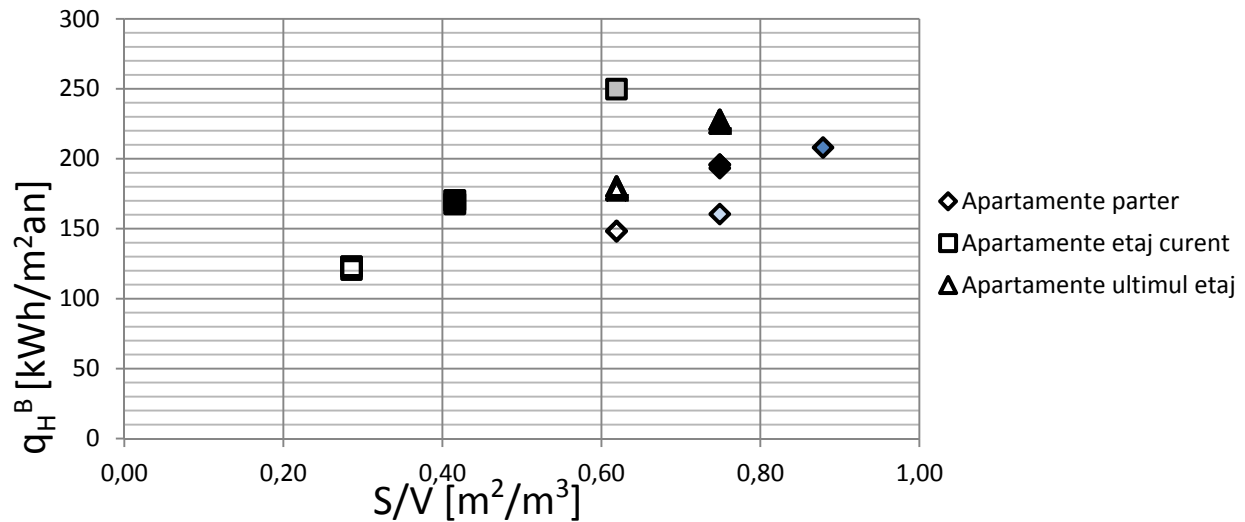


Figura 4. Reprezentare grafică pentru configurația 2 de clădire (anvelopa cu eficiență energetică medie).

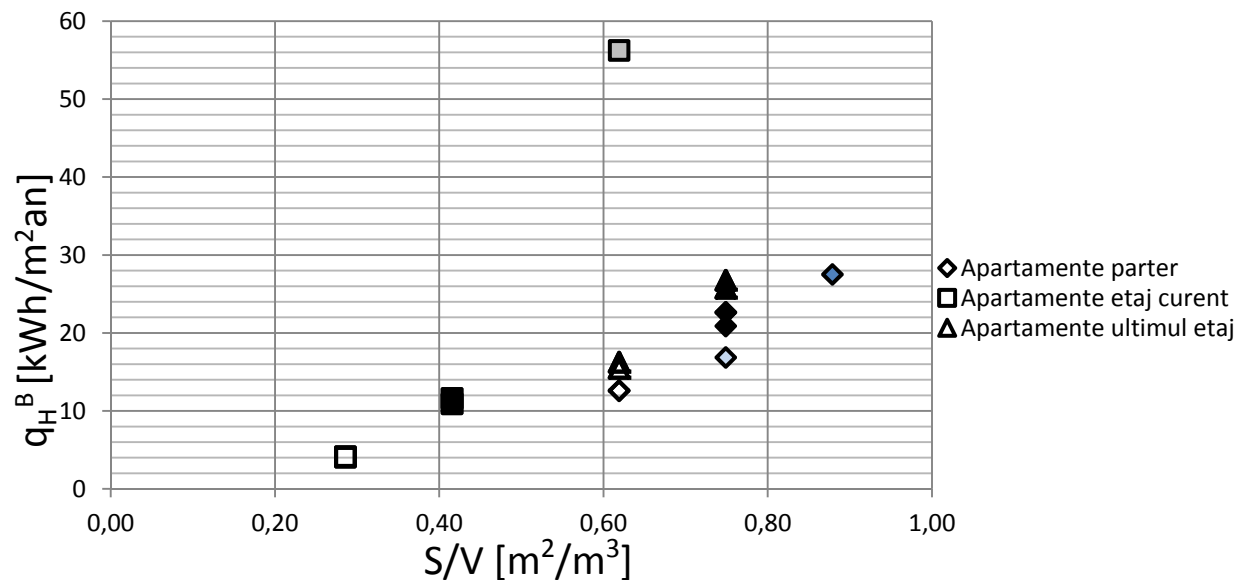


Figura 5. Reprezentare grafică pentru configurația 3 de clădire (anvelopa cu eficiență energetică ridicată).

5. Concluzii

În urma aplicării metodologiei standardizate de calcul a consumurilor energetice pentru toate clădirile și pentru toate apartamentele au reieșit concluzii referitoare la repartitia consumurilor energetice pe apartamente și la variația claselor energetice la interiorul unui bloc.

În configurația 1, a anvelopei eficiente energetic, s-a determinat clasa energetică A atât pentru apartamente cât și pentru clădire. Pentru celelalte configurații ale anvelopei, 2 și 3,

apartamentele cu poziție defavorabilă (de colț, sub terasă, peste subsol sau peste intrarea în casa scării) au clase energetice mai slabe decât clasa energetică a întregii clădiri.

Se poate concluziona că consumul energetic pentru încălzire și încadrarea în clase energetice variază în interiorul unei clădiri. Pentru o clădire cu un grad de izolare mediu sau slab, această variație maximă (între apartamentele amplasate cel mai bine și cel mai dezavantajate) poate ajunge la valori de 50-70% față de apartamentul amplasat cel mai dezavantajat. În cazul unei clădiri bine izolate termic, această variație se poate duce spre valori de 90%, deși toate apartamentele vor fi caracterizate de clasa energetică „A”.

În concluzie, poziția apartamentului în interiorul unei clădiri este de mare importanță, iar consumul sau clasa energetică pot să difere față de valorile caracteristice întregii clădiri.

6. References

- [1] Raport de analiză a stării actuale, proiect BUILD UP Skills – România, august 2012
- [2] Iordache V, Iordache F, Performanța energetică a clădirilor. Analiza factorilor determinanți. Energy performance of the building. Factors analysis. Buletinul Științific, an XLIX, nr 2, 2006, pp 66-75
- [3] Catalina T, Iordache V, Caracaleanu, B, Multiple regression model for fast prediction of the heating energy demand, Energy and Buildings, vol 57, february 2013, p 302-312
- [4] Florin Iordache, Tiberiu Catalina, Vlad Iordache, Rapid Assessment Procedure of the energy performance of a building's heating system, Mathematical Modelling in Civil Engineering, Anul 2012, Volum 2, ISSN 2066-6926
- [5] MC 001:2006 - Metodologie de calcul al performanțelor energetice a clădirilor
- [6] C107:2010 - Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor
- [7] NP 048:2000 - Normativ pentru expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora
- [8] SR EN ISO 13790:2005 - Performanța termică a clădirilor. Calculul necesarului de energie pentru încălzirea spațiilor
- [9] SR 4839 - Numărul anual de grade-zile