

CERCETĂRI PRIVIND CONDUCTIVITATEA
TERMICA A COMPOZITELOR
ECOLOGICE REALIZATE DIN FIBRE

RESEARCH ON THE THERMAL
CONDUCTIVITY OF COMPOSITES MADE
OF ECOLOGICAL FIBERS

Luminița-Maria BRENCI

Assist.prof.dr.eng. – TRANSILVANIA University of Brasov – Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul Eroilor, nr. 29, 500036, Brasov, Romania
E-mail: brenlu@unitbv.ro

Camelia COȘEREANU

Assist.prof.dr.eng.. – TRANSILVANIA University in Brasov – Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 50036 Brasov, Romania
E-mail: cboieriu@unitbv.ro

Adriana FOTIN

Lecturer dr.eng. – TRANSILVANIA University in Brasov – Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 50036 Brasov, Romania
E-mail: adrianafotin@unitbv.ro

Alexandru VASILACHE

Eng.M.Sc – TRANSILVANIA University in Brasov – Faculty of Wood Engineering

Rezumat:

Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor efectuate în scopul realizării de noi compozite ecologice ce ar putea fi utilizate la izolarea termică a clădirilor. Acestea au fost realizate din materiale ecologice ce nu afectează sănătatea umană (așchii și fibră de lemn, puzderie de cânepă, fibră textilă, lână și stuf), în scopul determinării coeficientului de conductivitate termică. Testarea noilor compozite s-a efectuat în opt puncte pentru o diferență de temperatură $\Delta T=20^{\circ}C$, la care valorile temperaturii exterioare pentru care s-a realizat experimentul au fost de $-20^{\circ}C$, $-15^{\circ}C$, $-10^{\circ}C$, $-5^{\circ}C$, $0^{\circ}C$, $5^{\circ}C$, $10^{\circ}C$ și $15^{\circ}C$. În urma testelor efectuate a rezultat că cel mai bun compozit cu capacitate izolatoare este cel care are în structură fibră de lemn și lână, urmat de cel care are în structură așchii de lemn, puzderie de cânepă și lână.

Cuvinte cheie: compozite ecologice; conductivitate termică; izolare termică.

INTRODUCERE

Uniunea Europeană și-a stabilit ca obiectiv pentru anul 2020 reducerea consumului de energie primară cu 20%. Conform directivei 2006/32/CE, se solicită statelor membre ca până în 2016 să adopte indicativul național global de 9% în ceea ce privește reducerea consumului de energie, prin punerea în aplicare a serviciilor energetice și a altor măsuri de îmbunătățire a eficienței energetice (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?ur=i=CELEX:52011PC0370:EN:NOT>).

În urma studiilor efectuate de către experții din domeniu, se poate observa că procentul consumatorului casnic este de 26.7% iar al celui industrial de 25.3% (Fig. 1), ceea ce reprezintă mai

Abstract:

The paper presents the results of the research conducted to obtain new ecological composites that could be used for thermal insulation of buildings. The obtained panels are made of ecological materials that do not affect the human health (wood chips and fibers, host of hemp, textile fibers, wool and reed). The testing was performed in eight points, for an internal temperature of $\Delta T=20^{\circ}C$ and an outdoor temperature situated in the range of $-20^{\circ}C$ ÷ $20^{\circ}C$). As the tests conducted, the results showed that the best insulating capacity belonged to a composite which has wood fiber and wool in its structure, followed a composite which has wood chips, hemp particles and wool in its structure.

Key words: ecological composites; thermal conductivity; thermal insulation.

INTRODUCTION

The European Union has set the target for 2020 to reduce the primary energy consumption by 20%. According to the Directive no. 2006/32/CE, the Member States are required by 2016 to adopt the global national indicative of 9% in terms of reducing the energy consumption by implementing the energy services and other improvement measures to increase the energy efficiency (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?ur=i=CELEX:52011PC0370:EN:NOT>).

As a study of the experts in the field shows, the percentage of the domestic consumer is 26.7% and of the industry is 25.3% (Fig. 1), which represents more than 50% of the total energy consumption in the European states for 2010 ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_\(1\)_%25](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_(1)_%25)

mult de 50% din consumul total de energie la nivel statelor europene pe anul 2010 ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_\(1\)_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\).png&filetimestamp=20121012130317](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_(1)_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png&filetimestamp=20121012130317)).

Ținând cont de direcțiile ce trebuie adoptate în următorii ani de fiecare stat al Uniunii Europene, este necesar să se găsească resurse și materiale care utilizate în construcțiile civile și industriale ca materiale izolatoare, să reducă cât mai mult consumul de energie. În România, această directivă a început a fi pusă în aplicare (deocamdată la un nivel scăzut), prin utilizarea polistirenului expandat la izolarea termică a clădirilor.

[_of total, based on tonnes of oil equivalent\).png&filetimestamp=20121012130317](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_(1)_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png&filetimestamp=20121012130317).

Taking into consideration the direction that must be followed in the next few years by every state of the European Union, it is necessary to find resources and materials with high rate of thermal insulation used in civil and industrial buildings, in order to reduce the energy consumption as much as possible. In Romania, the directive was implemented (in a low rate so far) by using expanded polystyrene for the thermal insulation of the buildings.

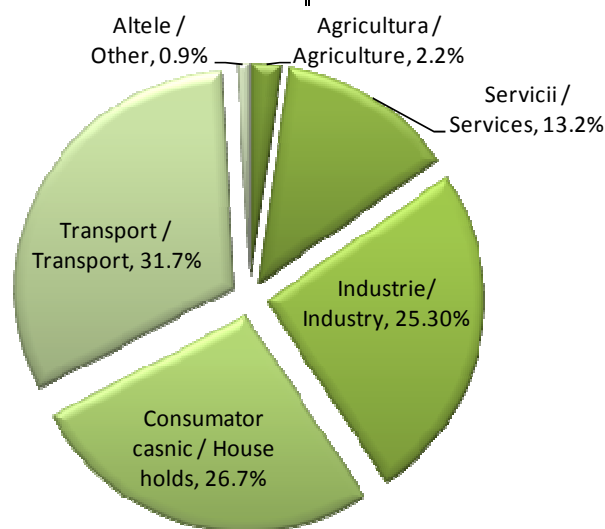


Fig. 1.

Consumul de energie la nivelul statelor europene pe anul 2010 / The energy consumption in Europe in 2010.

Sursa /source:

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_\(1\)_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\).png&filetimestamp=20121012130317](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_(1)_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png&filetimestamp=20121012130317)

Conform raportului din 2007 al Organizației Mondiale a Sănătății, polistirenul este catalogat ca un posibil material cancerigen, fiind cuprins în grupa 3 de risc. Cu toate aceste caracteristici nocive, polistirenul expandat se utilizează frecvent ca material izolator, datorită faptului că este un produs a cărui coeficient de conductivitate termică se încadrează în intervalul 0.036 - 0.046W/mK (Yucel ș.a. 2003).

Studiile referitoare la capacitatea de izolare termică a compozitelor utilizate în construcții sunt relativ numeroase, ceea ce demonstrează că cercetătorii s-au orientat în crearea de noi structuri utilizând diverse materiale de natură ecologică (așchii de lemn, fibre textile, puzderie de cânepă, lână de lemn, iută, stuf, fibre de bambus etc.), precum și alte materiale ca de exemplu fulgii de polietilenă. Astfel s-a constatat că prezența polietilenei în structura compozitelor nu influențează în mod spectaculos capacitatea de izolare termică a acestora (Coșereanu ș.a. 2010). Utilizarea materialelor ecologice în

According to the 2007 Report of the World Health Organization, the polystyrene is classified as a possible carcinogenic material, belonging to the risk group no. 3. With all these harmful features, the polystyrene is very often used as insulating material because it is a product whose thermal conductivity coefficient is in the range of 0.036 - 0.046W/mK (Yucel *et al.* 2003).

The studies on the thermal insulation capacity of the composites used in buildings are relatively numerous, demonstrating that researchers focused on creating new structures, using various materials such as ecological ones (wood chips, textile fibers, hemp particles, wood wool, jute, reed, bamboo fiber etc.), as well as other materials, such as polyethylene chips. Thus, it was found, for example, that the presence of the polyethylene in the composite structure does not significantly affect their thermal insulation capacity (Coșereanu *et al.* 2010). Using ecological materials in the structure of the composites leads, as in the case

procesul de fabricație al compozitelor, au demonstrat că în cazul folosirii fibrelor de bambus, o creștere a densității acestora determină și creșterea valorii coeficientului de conductivitate termică (Takagi ș.a. 2007).

Ținând cont că materialele utilizate la izolarea termică a clădirilor, trebuie să aibă o densitate cât mai redusă, o serie de studii efectuate (Yongqun, ș.a. 2011) au demonstrat că plăcile din fibre ultra ușoare ($\rho = 56.3\text{kg/m}^3$), au înregistrat o valoare mică a coeficientului de conductivitate termică ($\lambda = 0.035\text{W/mK}$).

Cercetările efectuate în cazul compozitelor biodegradabile (Olărescu și Coșereanu 2011), au arătat că cele mai mici valori ale coeficientului de conductivitate termică ($\lambda = 0.0412\text{W/mK}$) s-au obținut pentru panourile ce conțin în structură așchii de lemn, fibre textile și fibre de lemn.

În spiritul cercetărilor privind realizarea de noi compozite din materiale ecologice care să înlocuiască polistirenul expandat în izolarea termică a clădirilor și care să nu pună în pericol sănătatea oamenilor, autorii prezentului articol, expun o cercetare privind realizarea de noi materiale compozite care au fost supuse procesului de determinare a coeficientului de conductivitate termică. Rezultatele obținute constituie un punct de plecare pentru efectuarea unor cercetări viitoare mult mai amănunțite și extinse, astfel încât noile compozite ce vor fi realizate să înregistreze valori mai mici ale densității comparativ cu cele ale compozitelor prezentate în această lucrare, precum și valori ale coeficientului de conductivitate termică mai mici sau cel mult egale cu cel ale polistirenului. De asemenea, autorii își propun ca viitoarele materiale să fie testate și din punctul de vedere al capacității de izolare fonică.

OBIECTIVE

Obiectivul principal al lucrării îl constituie prezentarea unei serii de opt noi compozite rezultate în urma combinării în cantități diferite a următoarelor materiale: așchii și fibră de lemn, puzderie de cânepă, fibră textilă, lână și stuf, în scopul determinării coeficientului de conductivitate termică.

METODĂ, MATERIALE ȘI APARATURĂ

Panourile compozite expuse în prezenta cercetare, au fost realizate din materiale ecologice (Tabelul 1), la următoarele dimensiuni 450x450x30mm. Pentru fiecare compozit, cantitatea de fibră textilă de cânepă este aceeași. Compozitele C1 și C5, respectiv C4, au aceeași cantitate de așchii de lemn, fibră de lemn și puzderie de cânepă respectiv fibră textilă de cânepă. Cantitatea de așchii de lemn pentru compozitul C7 este mai mare decât cea din C5 respectiv C6. Panoul C2 are cea mai mare cantitate de așchii de lemn, după care urmează C7, cea mai mică valoare înregistrându-se la C6. În ordine descrescătoare, cantitatea de puzderie de cânepă

of bamboo fibers, to a density increase which sometimes leads further to the increase of the thermal insulating coefficient (Takagi *et al.* 2007).

Considering that the materials used for the thermal insulation of the buildings must have low densities, several studies (Yongqun *et al.* 2011) showed that the ultra light boards made of fibers ($\rho = 56.3\text{kg/m}^3$) recorded low values of the coefficient of thermal conductivity ($\lambda = 0.035\text{W/mK}$).

Research conducted on biodegradable composites (Olărescu and Coșereanu 2011) showed that the lowest value of the coefficient of thermal conductivity ($\lambda = 0.0412\text{W/mK}$) was obtained for the structure of the panels containing wood chips, textile and wood fibers.

Following the trend of the research work on developing new environment friendly composite materials to replace the expanded polystyrene used for thermal insulation of the buildings, in order to not harm the human health, the authors of the present paper show the results of their research on developing new composite materials and on determining the values of the coefficient of thermal conductivity. The results shown in this paper are the starting point for conducting more detailed and extended future research, so that the new designed composites may record lower values of the coefficient of thermal conductivity, less than or equal to that of polystyrene. At the same time, the authors intend to test the future designed materials for the sound insulation capacity.

OBJECTIVES

The main objective of this paper is to present a series of eight new composites, which mix in their structure different quantities of the following materials: wood chips and fiber, hemp particles, textile fibers, wool and reed plant chips, and the results of the determination regarding the coefficient of thermal conductivity.

METHOD, MATERIALS AND EQUIPMENT

The composite panels used in this research had the following sizes: 450x450x30mm and were made of ecological materials (Table 1). For each composite material, the amount of hemp textile fiber is the same. The composites C1 and C5 and C4 respectively have the same amount of chips, wood fibers and hemp particles and hemp textile fibres respectively. The chips rate in the composition of C7 sample is higher than that of C5 and C6 respectively. The C2 panel has the largest amount of wood chips, followed by C7 and the lowest value was recorded for the C6 structure. In descending order, the amount of hemp particles contained by the new composite is as follows: C6, C5 and C7. The binder was used in equal

prezentă în compozite se prezintă astfel: panoul C6, C5 și C7. Liantul utilizat se găsește în cantități egale la panourile C2÷C8, C1 având mai puțin ciment. În ordine descrescătoare cantitatea de apă adăugată este următoarea: panoul C3, panoul C1, iar la panourile C2 respectiv C4÷C8 cantitatea este aceeași.

quantities for C2÷C8 panels and with less cement for the structure C1. In a descending order, the amount of water added in the composition is as follows: C3 panel, followed by C1 and equal amounts for the C2 structure and the structures ranging between C4 and C8.

Tabelul 1 / Table 1

Materialele utilizate la fabricarea compozitelor / Materials used for composites

Cod panou / Panel no.	Așchii de lemn / Wood chips [g]	Fibră de lemn / Wood fibres [g]	Puzderie de cânepă / Hemp particles [g]	Fibră textilă de cânepă / Hemp textile fibres [g]	Lână / Wool [g]	Stuf / Reed [g]	Ciment / Cement [g]	Apă / Water [g]
C1	X	X	-	-	X	-	X	X
C2	X	-	-	-	X	-	X	X
C3	-	X	-	-	X	-	X	X
C4	X	-	-	X	X	-	X	X
C5	X	-	X	-	X	-	X	X
C6	X	-	X	-	X	-	X	X
C7	X	-	X	-	X	-	X	X
C8	-	-	-	-	X	X	X	X

Procesul de realizarea a panourilor a fost următorul: materialele prezentate în Tabelul 1, s-au mixat după care au fost puse într-o formă din lemn și s-au presat la rece timp de 24h. Uscarea la cald s-a efectuat în presă la o temperatură cuprinsă în intervalul 40÷50°C timp de 5h, după care s-au mai lăsat încă 5h în afara formei. Datorită fragilității structurii, panourile C1 și C4 nu au putut fi manipulate și în consecință nici măsurate.

The process of obtaining the panels was as follows: the materials shown in Table 1 were mixed and after that they were put into a wooden frame and were cold-pressed for 24 hours. Hot drying was carried out in a press, at a temperature in the range of 40÷50°C for 5 hours and after that they were still left outside the form for another 5h. Because of the fragility of their structures, panels C1 and C4 could not be handled and therefore they were not tested.

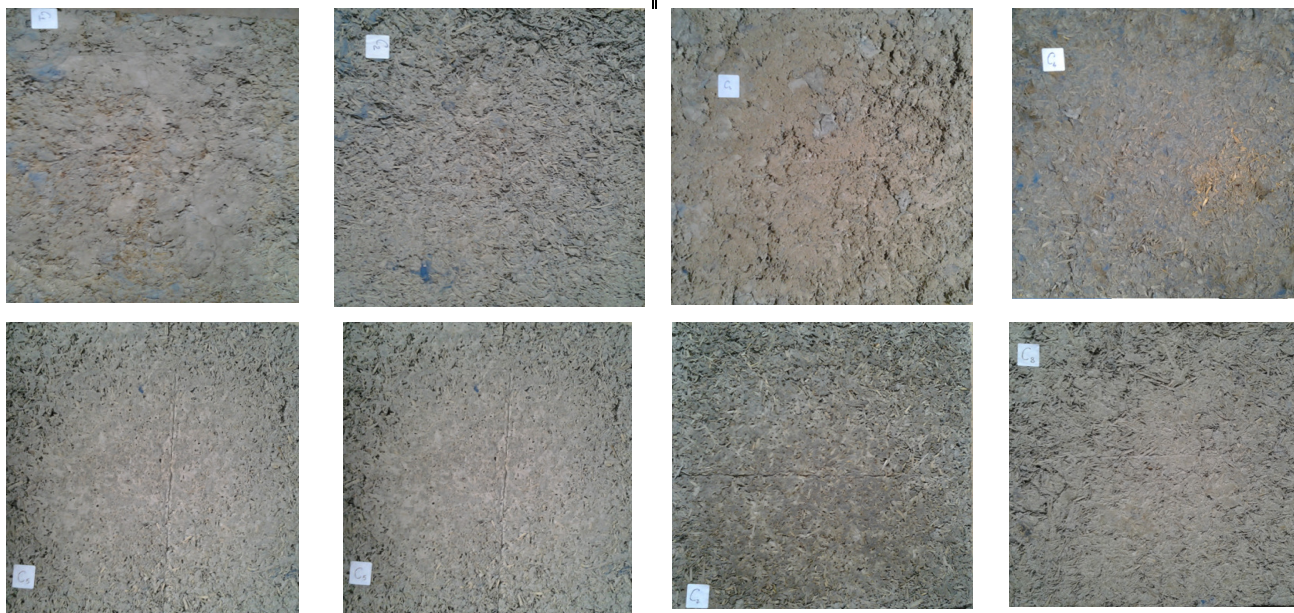


Fig. 2.

Aspectul panourilor compozite realizate / The aspect of the composites obtained.

După uscarea completă, compozitele (Fig. 2) au fost tăiate la dimensiunile finale de 400x400x30mm și cântărite în scopul determinării densității acestora (Tabelul 2).

After the drying process, the composites (Fig. 2) were cut to the final dimensions of 400x400x30mm and weighed for the determination of their density (Table 2).

Măsurarea coeficientului de conductivitate termică s-a efectuat pe echipamentul HFM436 Lambda (Fig. 3). Panourile se așează între platanul inferior cu temperatură mai scăzută și constantă ca urmare a unei răcirii controlate și platanul superior cu temperatură mai mare și constantă ca urmare a unui aport de energie electrică.

The measurement of the coefficient of thermal conductivity was performed on a HFM436 Lambda equipment (Fig. 3). The panels were placed between the bottom plate with a lower and constant temperature due to controlled cooling and the upper plate, having a constant higher temperature, due to the constant energy intake.

Tabelul 2 / Table 2

Caracteristicile compozitelor realizate / The characteristics of the obtained composites

Cod panou / Panel code no.	Dimensiunile panourilor / Panel sizes			Volumul / Volume [m ³]	Masa / Weight [kg]	Densitatea / Density [kg/m ³]
	L [mm]	l [mm]	g [mm]			
C2	400	400	30	0.0048	3.50	729.17
C3	400	400	30		3.25	677.08
C5	400	400	30		3.52	733.33
C6	400	400	30		3.45	718.75
C7	400	400	30		3.70	770.83
C8	400	400	30		3.44	716.67

Fluxul termic străbate proba de la suprafața superioară către cea inferioară. Senzorii selectați pentru măsurare sunt cei centrali, aflați într-o suprafață cu dimensiunile de 250 x 250mm.

Măsurările s-au efectuat pentru o diferență de temperatură $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ în opt puncte conform cu valorile prevăzute în Tabelul 3.

The heat flow passes through the sample from the upper surface to the bottom one. The measuring sensors are selected from the central area, placed in a square with sizes of 250 x 250mm.

The measurements were performed in eight points, for a difference of temperature $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$, according to the values specified in Table 3.



Fig. 3.
Echipmentul HFM 436 Lambda / HFM 436 Lambda equipment.

Tabelul 3 / Table 3

Punctele de măsurare / The measuring points

Punctele de măsurare / The measuring points	Temperatura platanului inferior T1 / The temperature of the bottom plate T1 [°C]	Temperatura platanului superior T2 / The temperature of the upper plate T2 [°C]	$\Delta T = T2 - T1$ [°C]	Media / Average (T2+T1) /2
1	-20	0	20	-10
2	-15	5	20	-5
3	-10	10	20	0
4	-5	15	20	5
5	0	20	20	10
6	5	25	20	15
7	10	30	20	20
8	15	35	20	25

Înainte de măsurarea panourilor, echipamentul s-a calibrat la valoarea lui ΔT prezentat în tabelul de mai sus. Măsurările s-au efectuat în conformitate cu prevederile standardului ISO 8301/1991.

Datele de testare se introduc pe interfața softului cu care este dotată instalația, valorile măsurate fiind salvate automat după finalizarea testelor în fișiere de tip text.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele obținute pentru coeficientul de conductivitate termică sunt prezentate în Tabelul 4.

Before measuring the panels, the equipment was calibrated at the value of ΔT shown in the table above. The measurements were performed according to ISO 8301/1991 technical specification.

The results of the tests are recorded in the own program of the equipment and the measured values are automatically saved as text file types, after completing the tests.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of the thermal conductivity coefficient are presented in Table 4.

Tabelul 4 / Table 4

Coeficientul de conductivitate termică al compozitelor analizate / Thermal conductivity coefficient of the tested composites [W/mK]

Denumirea probelor / The samples name	Punctele de măsurare / The measuring points							
	1	2	3	4	5	6	7	8
C2	0.097699	0.096065	0.099344	0.099790	0.099596	0.104011	0.106061	0.106712
C3	0.078481	0.081599	0.081575	0.083904	0.085780	0.087307	0.089119	0.090019
C5	0.092939	0.094164	0.096357	0.096435	0.098301	0.101044	0.102620	0.103950
C6	0.094784	0.097396	0.092992	0.100848	0.096339	0.106589	0.102152	0.112396
C7	0.083116	0.085049	0.086681	0.087484	0.088299	0.090738	0.092385	0.094044
C8	0.089080	0.089561	0.085723	0.092258	0.091153	0.096599	0.098612	0.100608

Din reprezentarea grafică a valorilor obținute (Fig. 4) și din datele prezentate în Tabelul 4, se poate observa că rezultatele cele mai bune ale coeficientului de conductivitate termică s-au obținut pentru compozitele C3 și C7, valorile cele mai mici înregistrându-se pentru o temperatură exterioară de -20°C și interioară de 20°C . Cele mai mari valori ale lui λ , s-au înregistrat pentru compozitele C2 și C6. În cazul compozitelor C7 și C6, care au aceleași materiale înglobate în structură, cantitatea de aşchii de lemn trebuie să fie mai mare decât cea de puzderie de cânepă. Pentru compozite C3 și C2, se poate preciza că fibra de lemn este un mai bun material izolator comparativ cu aşchiile de lemn, dacă se ține cont că ambele au același gramaj.

From the diagram of the values of the measurements (Fig. 4) and from the data presented in Table 4, it can be seen that the best results of the coefficient of thermal conductivity were obtained for the composites C3 and C7, the lowest values being recorded for an outdoor temperature of -20°C and an indoor temperature of 20°C . The highest values of λ were recorded for the composites C2 and C6. In the case of C7 and C6 composites, similar as component materials embedded in the structure, the amount of wood chips should be greater than that of hemp particles. For C3 and C2 samples is to be mentioned that the wood fibre is a better thermal insulating material than the wood chips, considering that the samples have the same mass.

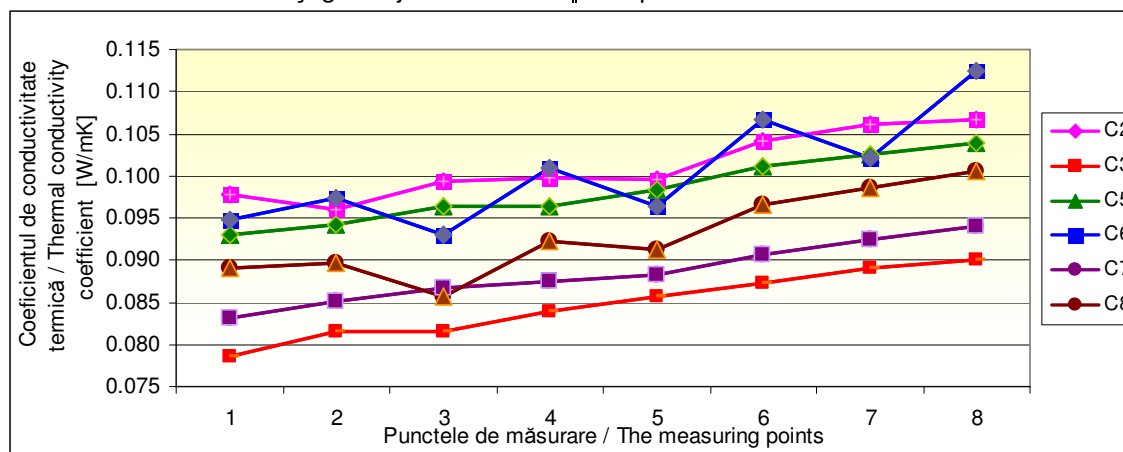


Fig. 4.

Valorile măsurate ale coeficientului de conductivitate termică / The measured values of the thermal conductivity coefficient.

În cazul panourilor C7 și C5 (care au în compoziție aceleași tipuri de materiale dar în cantități diferite), se poate afirma că pentru prima probă s-au înregistrat valori mai mici ale coeficientului de conductivitate termică, fapt datorat unui conținut cu 69% mai mare de așchii de lemn. Pentru unele compozite (în special pentru C6 și C8), în unele puncte de măsurare, s-au înregistrat fluctuații ale valorilor coeficientului de conductivitate termică, fenomenul putând fi explicat prin unele neuniformități prezente pe suprafețele panourilor.

Analizând valorile prezentate în Tabelele 2 și 4, se poate observa că pentru panoul cu cea mai mare capacitate de izolare termică C3, s-a obținut cea mai mică valoare a densității $\rho = 677.08\text{kg/m}^3$.

In case of the C7 and C5 panels (which are composed of the same types of materials but in different amounts), it can be noticed that for the C7 sample, lower values of the coefficient of thermal conductivity were recorded, due to a higher content (69%) of wood chips. For some composites (especially for C6 and C8), there were variations of the values of the coefficient of thermal conductivity in some points of measurement, the phenomenon being explained by the presence of some irregularities on the faces of the panels.

Analyzing the values shown in Tables 2 and 4, it can be seen that the better thermal insulation capacity belongs to C3 panel, for which the lowest density $\rho = 677.08\text{kg/m}^3$ was obtained.

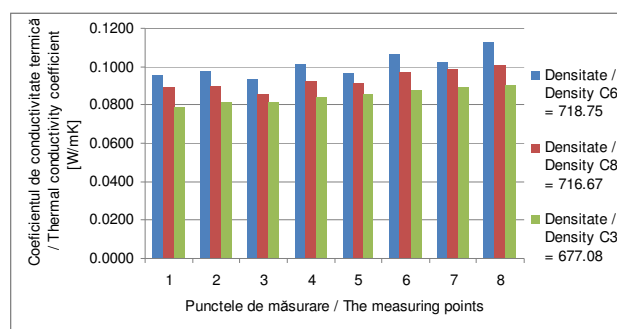
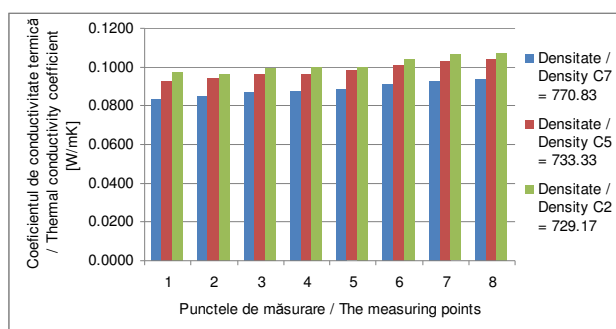


Fig. 5.

Densitatea compozitelor vs. valorile măsurate ale coeficientului de conductivitate termică / The density of the composite panels against the measured values of the thermal conductivity coefficient.

Conform graficelor prezentate în figura 5, se poate observa că o scădere a densității compozitelor nu implică în mod obligatoriu o scădere a coeficientului de conductivitate termică.

CONCLUZII

Chiar dacă valorile coeficientului de conductivitate termică pentru compozitele realizate ($\lambda=0.112\div 0.078\text{W/mK}$), sunt mai mari decât cele ale polistirenului ($\lambda=0.036\div 0.046\text{W/mK}$, Yucel ș.a. 2003), iar densitățile sunt mult mai mari decât cele ale polistirenului ($\rho = 10\div 30\text{kg/m}^3$, Yucel ș.a. 2003), trebuie ținut cont că din punctul de vedere al toxicității acestuia din urmă, este de preferat a se utiliza la izolarea termică a clădirilor civile și industriale, compozite cu inserții din materiale ecologice.

Prezența în structura compozitelor a așchiilor și fibrelor de lemn, precum și a lânii și puzderiei de cânepă, au condus la obținerea unor valori mici ale coeficientului de conductivitate termică. De asemenea, utilizarea stufului ca material de inserție alături de lână, s-a dovedit a fi o alegere potrivită, compozitul C8 ocupând a treia poziție ca panou bun izolator termic.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

Coșereanu C, Lăzărescu C-tin, Curtu I, Lica D, Șova D, Brenci LM, Stanciu MD (2010) Research on new structure to replace polystyrene used for thermal insulation of buildings. In Materiale Plastice 47(3):341-345.

According to the diagrams presented in Fig. 5, it can be noticed that the decreasing of the composite density value does not compulsory mean that the thermal conductivity coefficient decreases.

CONCLUSIONS

Even if the values of the coefficient of thermal conductivity for the new tested composites ($\lambda=0.112\div 0.078\text{W/mK}$) are higher than those of polystyrene ($\lambda = 0.036\div 0.046\text{W/mK}$), (Yucel *et al.* 2003), and the densities are higher than those of polystyrene, ($\rho = 10\div 30\text{kg/m}^3$), (Yucel *et al.* 2003), due to the toxicity of the latter one it is recommended to use the materials made of ecological components for the thermal insulation of buildings.

The presence of wood chips and wood fibers, of wool and hemp particles in the structure of the composites, led to the obtaining of low values of the coefficient of thermal conductivity. The use of reed as an insertion material, together with wool, proved to be a good solution, due to the fact that the C8 composite panel occupied the third test position as thermal insulator.

Final energy consumption, EU-27, 2010.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_\(1\)_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\).png&filetimestamp=20121012130317](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-27,_2010_(1)_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png&filetimestamp=20121012130317)

ISO 8301/1991-08-01. Thermal insulation – Determination of state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus.

Olărescu CM, Coșereanu C (2011) Research on the thermal insulation potential of some composites made of biodegradable materials. In PRO LIGNO 7(3):54-58.

Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on energy efficiency and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC/*COM/2011/0370 final-COD 2011/0172*/<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52011PC0370:EN:NOT>

Takagi H, Kako S, Kusano K, Oisaka A (2007) Thermal conductivity of PLA-bamboo fiber composites. In Advanced Composite Materials 16(4):377-384.

Yongqun X, Queju T, Yan C, Jinghong L, Ming L (2011) Manufacture and properties ultra-low density fiberboard from woodfibre. In BioResources 6(4):4055-4066.

Yucel KT, Basyigit C, Özel C (2003) Thermal Insulation Properties of Expanded Polystyrene as Construction and Insulating Materials, Fifteenth Symposium on Thermophysical Properties, Boulder-Colorado-USA.