

**CERCETĂRI PRELIMINARE PRIVIND  
PROCENTUL OPTIM DE PUZDERII DE  
CÂNEPĂ ÎN REALIZAREA PANOURILOR  
PENTRU PLACĂRI ȘI A MATERIALELOR  
DE UMPLUTURĂ ÎN CONSTRUCȚII**

**PRELIMINARY RESEARCH CONCERNING  
OPTIMAL PERCENTAGE OF HEMP  
HURDS FOR LINING PANELS AND  
FILLER MATERIALS IN BUILDINGS**

**Maria - Adriana GHERGHISAN**

PhD Student. – TRANSILVANIA University in Brasov – Faculty of Wood Engineering  
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 500036 Brasov, Romania  
E-mail: [maria-adriana.gherghisan@unitbv.ro](mailto:maria-adriana.gherghisan@unitbv.ro)

**Ivan CISMARU**

Prof.dr.eng. – TRANSILVANIA University in Brasov – Faculty of Wood Engineering  
Adresa/Address: B-dul Eroilor nr. 29, 500036 Brasov, Romania  
E-mail: [icismaru@unitbv.ro](mailto:icismaru@unitbv.ro)

**Rezumat:**

*Realizarea de materiale compozite pentru placarea și umplutura pereților – prin înglobarea în masa ceramică a puzderiilor de cânepă - reprezintă în sine un câștig în valorificarea lianților minerali și a utilizării deșeurilor lignocelulozice rămase în urma procesării fibrelor.*

*Articolul de față urmărește stabilirea intervalului optim de procente de puzderii ce pot fi înglobate în masa ceramică și care susțin în grade diferite, integritatea fizică și dimensională la operațiuni de manipulare, transport, rezistență la șlefuire, rămânând viabile doar rețetele ce trec cu succes acest test preliminar. Se anticipează pentru aceste materiale proprietăți termice și fonice comparabile cu produsele industriale similare realizate în prezent, determinându-se astfel aplicabilitatea practică a acestor materiale compozite.*

**Cuvinte cheie:** puzderii de cânepă; placare pereți; umplutură pereți; lianți minerali.

**INTRODUCERE**

Datorită posibilităților nelimitate de combinare a elementelor organice și anorganice, ramura de cercetare și experimentare a materialelor compozite a devenit foarte complexă, atât din punctul de vedere al multiplelor domenii de utilizare, nevoilor aflate în creștere pentru materiale moderne, ecologice și accesibile, cât și al recuperării, reciclării și refolosirii deșeurilor generate de dezvoltarea industrială sau de procesele agricole.

Definite de Barbu (1999) ca sisteme de corpuri solide deformabile, combinate la scară macroscopică din mai multe materiale, cu scopul obținerii de caracteristici superioare ca: proprietăți mecanice, rezistență la coroziune, uzură, greutate redusă, comportare bună la temperatură, izolare acustică, aspect estetic, proprietăți ecologice etc., materialele compozite reprezintă un nou material cu proprietăți care nu pot fi atinse de materialele originare (Askeland 1984) prin însușiri noi, totdeauna

**Abstract:**

*Composite materials for lining and wall filler made of hemp hurds and mineral binders represent a gain in recovery of mineral binders and use of represent lignocellulosic fiber resulted after processing.*

*This paper aims to establish the optimum percentual range of hemp hurds that can be embedded in ceramic mass, which is able to support in various stages, the physical and dimensional integrity, manipulation, transport and during sanding resistance, the remaining viable recipes being the ones that successfully pass this preliminary test. It is expected for these samples to have comparable thermal and acoustic properties with similar industrial products, currently manufactured, which gives the practical applicability of these composites.*

**Key words:** hemp hurds; lining panels; wall filler; mineral binders.

**INTRODUCTION**

Due to the unlimited possibilities of combining organic and inorganic components, research in the field of composite materials, has become very complex, both in terms of the growing needs for advanced, environmental friendly, accessible materials, and also for the recovery, recycling and re-use of waste, generated by the industrial development and agricultural processes.

Defined by Barbu (1999) deformable solid system combined from several materials on a macroscopic scale, to obtain superior features as mechanical, corrosion, wear, light weight, good temperature behavior, acoustic, aesthetic, ecological properties etc., a composite represents a new material with properties that can not be achieved by the original materials (Askeland 1984) with new qualities, always superior to the raw materials used, separately (Ferneș 2004).

Interest for use construction in of

superioare materiilor prime folosite, luate separat (Fernea 2004).

Interesul utilizării în construcții a resturilor lignocelulozice rezultate din procesarea cânepii, a atins în ultimii ani un nivel ridicat, prin implicarea în procesul de cercetare și dezvoltare a materialelor pe bază de puzderii de cânepă, a companiilor internaționale de renume, universități și institute de cercetare.

Resursele regenerabile, reciclabile, durabile, biodegradabile - toate pot face o diferență în mediul înconjurător de astăzi și de mâine. Organizația „The Technology Road Map for Plant / Crop” - sponsorizată de Departamentul American de Energie (DOE), și-a propus ca 10% din materiile prime de bază pentru construcția clădirilor să fie înlocuite din sursele regenerabile derivate din plante, până în anul 2020, având deja planificate concepte de dezvoltare pentru a obține o creștere continuă de până la 50% înainte de 2050 (Mohanty ș.a. 2002).

Puzderiile sunt așchii lemnoase, plate și elongate ce rezultă din zdrobirea tulpinii plantei de cânepă în procesul de extracție a fibrelor. Ele reprezintă aproximativ 65% din tulpina uscată a plantei (Cismaru și Gherghișan 2011). Dintr-un simplu calcul matematic rezultă faptul ca dintr-un hectar de cânepă cu productivitate medie de 8 tone, rămân 5,2 tone de puzderii ce pot fi utilizate în construcții. Importanța acestei resurse este relevată prin culturile pe suprafețe întinse, Ca exemplu, mari cultivatori precum China și Rusia au obținut: China 12.000ha în anul 1980, 46.000ha în 1985, 21.000ha în 1990 și Rusia, 159.000ha în 1980, 117.000ha în 1985 și 48.000ha în 1990. România a reprezentat un important cultivator de cânepă cu 35.500ha în 1980, 46.600ha în 1985, intrând în declin cu culturi de 16.600ha în anul 1990. Doar în anul 1985, cantitatea de puzderii de cânepă rezultată din producția acestor țări a reprezentat 7.461.480 tone, ceea ce nu este de neglijat (FAOSTAT 2013).

Având în vedere tendințele de specializare ale unor țări pentru culturile plantelor tehnice, putem considera că există o posibilitate ca și România să fie orientată în această direcție, clima și solul fiind favorabile culturilor de cânepă.

La ora actuală, în Anglia, există un interes crescut pentru realizarea de tencuieli, pardoseli, blocuri și pereți turnați în structuri de lemn sau metal, cu materiale compozite realizate din puzderii de cânepă înglobate în matrice ceramică, special concepută pe bază de var. Un astfel de material compozit este Tradical® Hemcrete®, produs al companiei Lime Technology, material cu densitate mică ce se aplică prin pulverizare sau turnare în structura de lemn. Biocompozitul prezintă (conform datelor furnizate de companie) rezistență la foc și dăunători, izolare termică și fonică ridicată, etanșarea construcției și permeabilitate bună a vaporilor și este folosit atât pentru construcția de

lignocelulosic residues from hemp processing, reached a high level in recent years, through involvement of internationally renowned companies, universities and research institutes, in development of hemp hurds based materials.

Renewable, recyclable, sustainable, triggered biodegradable - all can make a difference in the environment today and tomorrow. The Technology Road Map for Plant / Crop - based Renewable Resources 2020, sponsored by the U.S. Department for Energy (DOE), has targeted to achieve 10% of basic chemical building blocks arising from plant derived renewable sources by 2020, with development concepts in place by then to achieve a further increase to 50% by 2050 (Mohanty *et al.* 2002).

Hemp hurds are the woody, flat and elongated chips resulting from crushing the hemp stem in fiber extraction process. They represent about 65% of the dry stalk of the plant (Cismaru and Gherghișan 2011). Through a simple mathematical calculation results that for an average productivity of 8 tones of hemp per ha, 5.2 tons of hurds are obtained, that can be used in construction. The importance of this resource is given by the large area cultures in various years. For instance, large producers such as China and Rusia obtained the following: China 12.000ha in 1980, 46.000ha in 1985, 21.000ha in 1990 and Rusia 159.000ha in 1980, 117.000ha in 1985 and 48.000ha in 1990. Romania was an important hemp producer with 35.500ha in 1980, 46.600ha in 1985, entering in decline with 16.600ha in 1990. Only in 1985, the amount of hemp production resulting from these countries was 7,461,480 tons of hurds, which is not to be neglected (FAOSTAT, 2013).

Given the tendencies of specialization of some countries for technical crops, we believe that there is a possibility for Romania to be oriented in this direction, the climate and soil being favorable to hemp growing.

Currently, in England, there is a growing interest for development of plaster, flooring, bricks and wood or metal framed walls with composite materials made of hemp hurds, embedded in specially designed ceramic matrix based on lime. One example of this composite material is Tradical® Hemcrete®, product of Lime Technology, a low density, insulating material, cast or sprayed on timber frame. The bio-composite presents (according to the data provided by the company) a pest and fire resistance, high thermal resistance and sound insulation, airtight sealing, good permeability and is used both for building new walls and the restoration of historical buildings and homes. While a traditional house made of brick is responsible for about 50 tons of CO<sub>2</sub> emissions in its construction, the house made with Tradical Hemcrete can be built with a 30-40% reduction in CO<sub>2</sub> emissions ([www.limetechnology.co.uk/hemcrete.htm](http://www.limetechnology.co.uk/hemcrete.htm)).

Same interest for this bio-composites and eco-friendly buildings is also seen overseas, where the

pereți noi cât și în restaurarea clădirilor istorice sau locuințelor. În timp ce o casă realizată din cărămidă tradițională este responsabilă pentru aproximativ 50 de tone de emisii de CO<sub>2</sub> în construcția sa, aceeași casă realizată cu Tradical Hemcrete poate fi realizată cu o reducere de 30-40% emisii de CO<sub>2</sub> (<http://www.limetechnology.co.uk/hemcrete.htm>).

Același interes pentru materiale și construcții ecologice este vizibil și peste ocean unde Compania Hemp - Technologies construiește la ora actuală clădiri pentru diverse utilizări, în Canada, Australia, Noua Zeelandă, SUA ([www.hemp-technologies.com](http://www.hemp-technologies.com)).

În Europa, companiile care produc și comercializează produse similare, confecționate din puzderii de cânepă și lianți minerali, sunt localizate în general în Franța și în Marea Britanie: Atelier de Chanvre, Cannabric, Canosmose, Chanvribat, Construire en Chanvre, EasyChanvre, Hemcore, HempFlax, Lhoist, Limetechnology and Tradichanvre (Paulien de Brujin 2008).

În baza acestor tendințe s-a axat și studiul prezentat în această lucrare, realizându-se materiale noi ce pot avea rol de placări interioare pentru pereții construcțiilor tradiționale. De asemenea pot fi folosite ca materiale de umplutură ale pereților cu structură de lemn, la clădiri noi sau în restaurare.

## OBIECTIVE

Obiectivul principal al cercetărilor prezentate în această lucrare îl constituie stabilirea procentului optim de puzderii de cânepă, înglobate într-o masă ceramică prestabilită, pentru realizarea panourilor de placare și a materialelor de umplutură a pereților.

Obiectivele specifice au fost:

- Producerea epruvetelor conform rețetelor prestabilite;
- Testarea rezistenței epruvetelor la manipulare, transport și șlefuire;
- Selectarea rețetelor viabile în urma testărilor preliminare.

## METODĂ, MATERIALE ȘI APARATURĂ

Această etapă analizează modul de manifestare a plăcilor după uscare, în condițiile naturale oferite de mediul din laborator, studiindu-se apoi autosusținerea integrității fizice la încăstrarea într-un punct apropiat de colțuri și margini și la mișcările spațiale din momentul manipulării și transportului. În cadrul acestor analize eliminatorii a fost inclusă și rezistența plăcilor la șlefuire, reprezentând operațiunea premergătoare pentru testarea termică și fonică.

Puzderiile de cânepă nesortate și nedespăruite au fost înglobate într-o masă ceramică compusă dintr-o parte var, două părți ciment, două părți nisip și o cantitate de apă determinată în momentul procesării mortarului, concentrația de puzderii fiind variabilă de la un test la altul.

Astfel că după realizarea și uscarea

Hemp-Technologies Company is currently developing buildings for different uses, in Canada, Australia, New-Zealand, USA ([www.hemp-technologies.com](http://www.hemp-technologies.com)).

In Europe, companies that produce and sell similar products made from hemp hurds embedded in mineral binders, are located generally in France and the UK: Atelier de Chanvre, Cannabric, Canosmose, Chanvribat, Construire en Chanvre, EasyChanvre, Hemcore, HempFlax, Lhoist, Limetechnology and Tradichanvre (Paulien de Brujin 2008).

The study presented in this paper is based on these trends in creating new cladding materials for interior walls built with traditional materials. It can also be used as filler for the walls cast in wood frame both for new and restored buildings.

## OBJECTIVES

The main objective of this research is to establish the optimum percentage of hemp hurds, embedded in a default ceramic matrix, in order to develop lining panels and filler materials for walls.

The specific objectives were:

- Manufacturing samples according to default recipes;
- Testing the samples strength at handling, transportation and grinding operations;
- Selecting reliable recipes according to preliminary tests.

## METHOD, MATERIALS AND EQUIPMENT

This stage examines the behavior of the studied samples after drying in natural conditions offered by the laboratory environment, followed by an analysis of the physical integrity and self-support when interlocking samples in points near the corners and edges, and at spatial movements when handling and transportation. Within this eliminatory analysis the operation of sample grinding was included, as being mandatory for thermal and acoustic testing.

Unsorted and un-dusted hemp hurds were embedded into a ceramic matrix comprises one part lime, two parts cement, two parts sand and an amount of water determined during mixing, the hemp hurds concentration being variable from one test to another.

After the completion and drying of the samples with 5% to 50% hemp hurds content in the same ceramic recipe, a classification grid could be made for thin boards with lining purpose and thick boards (blocks) for wall fillers. The grid represents a first step to eliminate the recipes for the samples that don't meet the conditions of self-supporting structural integrity.

The mineral binders involved were purchased from specialized shops and networks and are common materials in the construction industry, as follows:

- Portland Structo Plus cement silica designed for reinforced concrete, CEM II / B\_M (S-SS) 42.5 N, SR EN 197-1:2002, produced by SC Holcim Romania SA, with powder density of 1506kg/m<sup>3</sup>

epruvetelor cu conținut de puzderii de la 5-50% în aceeași rețetă ceramică, s-a putut realiza o grilă de încadrare pentru plăcile subțiri cu destinație de placare și plăcile groase (blocuri) pentru umplutura pereților. Această grilă reprezintă o primă etapă de eliminare a rețetelor ce au stat la baza realizării plăcilor ce nu îndeplinesc condițiile de autosusținere proprie a integrității structurale.

Lianții minerali implicați în procesul de realizare a epruvetelor au fost achiziționați din rețelele de magazine de profil și reprezintă materiale uzuale în industria construcțiilor, după cum urmează:

- Ciment silicios Portland Structo Plus pentru betoane armate, CEM II / B\_M (S-SS) 42,5N; SR EN 197-1:2002, produs de SC HOLCIM România SA având densitatea în stare de pulberi 1506kg/m<sup>3</sup> (www.simetric.co.uk).

- Nisip, NSP 01, cu granulație 0-1mm, produs de SC BAUMIX SRL, nisip sortat, spălat și uscat, special realizat pentru prepararea în șantier a tuturor tipurilor de mortare pentru tencuie, șape și zidărie cu grosimi mai mari de 20mm, realizat în conformitate cu SR EN 13813/2003, densitate în stare uscată de 1602kg/m<sup>3</sup> (www.simetric.co.uk).

- Var calcic hidratat, produs denumit Var Hidratat CL 70, produs de SC CARMEUSE HOLDING SRL, realizat în conformitate cu standardul SR EN 459/1-2003 (înlocuit cu SR EN 459-1:2011), destinat pentru domeniul construcțiilor, densitate în stare de pulberi 481kg/m<sup>3</sup> (www.simetric.co.uk).

Puzderiile de cânepă, uscate și nesortate au fost achiziționate de la firma HUNGAROHEMP, Naghylag, Ungaria. Interesul realizării materialelor compozite din puzderii de cânepă nesortate constă tocmai în eliminarea unor procese tehnologice de sortare și desprăfuire prin înglobarea lor în stare brută în masa ceramică.

Conform măsurătorilor efectuate de Laboratoarele de Ingineria Materialelor din cadrul Universității Britanice de Sud (Picandet 2012), Lorient, s-a determinat faptul că puzderiile absorb mai mult de jumătate din capacitatea maximă de hidratare în primele 2 minute de la imersie ajungând până la aproximativ 280-300% în 30 de minute, ceea ce indică o cinetică rapidă a absorbției și în același timp o provocare în procesul de amestec cu lianții minerali, care la rândul lor, absorb din cantitatea de apă adăugată mixturii (<http://www.bath.ac.uk>).

Epruvetele au fost realizate în cadrul laboratoarelor Facultății de Ingineria Lemnului a Universității Transilvania Brașov. Metoda de lucru a respectat principiul de realizare a plăcilor prin procesare cât mai simplă, fără consum de energie electrică (altul decât la nivel de malaxare), fără prese și cuptoare de uscare.

Schema tehnologică care a stat la baza realizării epruvetelor supuse testelor, în vederea definirii concentrației maxime de puzderii, este prezentată în Tabelul 1.

(www.simetric.co.uk).

- Sand, NSP 01 0-1mm grain produced by SC Baumix LLC, sorted, washed and dried sand, specially designed to prepare in site, all types of mortars for plasters, screeds and masonry with thicknesses greater than 20mm in accordance with SR EN 13813/2003, with powder density of 1602kg/m<sup>3</sup> (www.simetric.co.uk).

- Calcium hydrated lime, named Hydrated Lime CL 70, produced by SC Carmeuse Holding LLC, conducted in accordance with SR EN 459/1-2003 (replaced with SR EN 459-1:2011), use in construction, with powder density of 481kg/m<sup>3</sup> (www.simetric.co.uk).

The unsorted dry hemp hurds were purchased from the company HUNGAROHEMP, Naghylag, Hungary. The interest of achieving composite material from unsorted hemp hurds lies in the elimination of sorting and de-dusting processes by incorporating them in rough state into the ceramic matrix.







According to the measurements performed by Materials Engineering Laboratories at the University of South Brittany, Lorient, it was determined that hemp hurds absorb more than half of the maximum capacity of hydration in the first 2 minutes after immersion, reaching approximately 280-300% in 30 minutes. This fact highlights both rapid absorption kinetics but also a challenge in the process of mixture with mineral binders, which in turn absorb the amount of water added to the mix (<http://www.bath.ac.uk>).

Samples were produced in the laboratories of the Faculty of Wood Engineering of the Transylvania University Brasov. The working method was consistent with the principle of obtaining the samples with minimal processing, without electricity consumption (other than for mixing), without pressing and drying ovens.

The technological scheme which led to the realization of the samples tested in order to determine the maximum concentration of hemp hurds is shown in Table 1.

Tabelul 1 / Table 1

**Schemă tehnologică de laborator / Laboratory technological plan**

Nr. etapă / Phase No.	Descrierea etapelor din fluxul tehnologic / Description of technological process	Echipamente utilizate în fluxul tehnologic / Equipment used in the technological process
1	Calculul și cântărirea materialelor / Calculation and weighting of materials	
2	Malaxarea uscată a lianților minerali / Dry mixing mineral binders	
3	Adăugarea și malaxarea puzderiilor în masa uscată de lianți minerali / Adding and mixing the dry mass of hurds in mineral binders	
4	Adăugarea apei și amestecarea până la obținerea pastei fluide / Adding water and mixing until the paste was liquid	
5	Pregătirea matriței. Prezentarea formei de turnare, capac de presare, placa suport ansamblu, folie. Dimensiuni interioare matriță 300 x 300mm / Preparing the mold. Presentation of mold, cover press, overall support board, plastic foil. Mold inside dimensions 300 x 300mm	
6	Turnarea în matriță și raclarea mortarului / Casting mold and scrape the mortar	
7	Presare suplimentară manuală cu capacul aferent matriței / Additional manual compression with mold cover	
8	Întărire, extragere, uscare epruvete / Hardening, extraction, drying samples	
9	Șlefuire epruvete / Grinding samples	

În urma calculației și cântării necesarului de materiale (lianți minerali și puzderii de cânepă), s-a realizat malaxarea lianților minerali pentru omogenizarea celor trei componente, adăugându-se și puzderiile de cânepă printr-o amestecare ușoară. Cantitatea de apă a fost adăugată în reprize până la obținerea fluidității optime.

Ramele și capacele de turnare realizate din PAL, au fost „înfoliolate” pentru o extragere ușoară a epruvetelor după uscare și pentru a împiedica umezeala să deterioreze matrițele. Rolul plăcii de presare îl constituie eliminarea aerului prin omogenizare structurală și fizică și realizarea planeității plăcii. Placa inferioară pe care a fost poziționat ansamblul matriță-mortar a fost acoperită cu o folie de plastic, rezistentă și lavabilă după utilizare.

Ulterior uscării epruvetelor și trecerii acestora prin faza preliminară de testări (privind integritatea fizică și dimensională la manipulare și transport), plăcile au fost calibrate la grosimea de 20mm, urmărindu-se și în această etapă rezistența la presarea generată prin șlefuire. Totodată, s-a analizat modul în care materialul suportă forța de smulgere a particulelor lignocelulozice de către banda abrazivă.

#### REZULTATELE EXPERIMENTALE

Rezultatele obținute în urma realizării epruvetelor și încercărilor preliminare sunt prezentate în Tabelul 2 și Tabelul 3.

After calculation and weighing the necessary materials (mineral binders and hemp hurds), the mixing of the mineral binder was made by homogenizing the three components and slowly adding the hemp hurds. The amount of water was gradually added to obtain optimum fluidity.

Frames and molding covers made of wood particle board were "foliated" for easy removal of samples after drying, and to prevent moisture or damaging the molds. The purpose of the pressure board is to clear the air through structural and physical homogenization and achieve sample flatness. Bottom plate that supports the mortar-mold ensemble was covered with a plastic foil, which is durable and washable after use.




After drying the samples and undergoing the preliminary testing (on physical and dimensional integrity, handling and transportation), samples were calibrated for thickness of 20mm, again analyzing the crushing resistance generated by grinding. At the same time we analyzed how the material supports pulling force exerted by the polishing cloth on the lignocellulosic particles.

#### EXPERIMENTAL RESULTS

The results obtained are presented in Table 2 and Table 3.


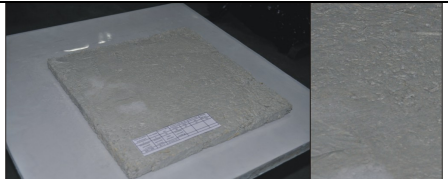
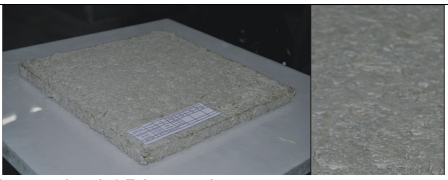
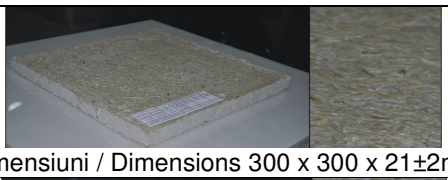
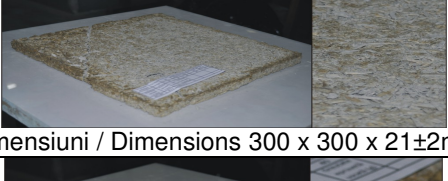
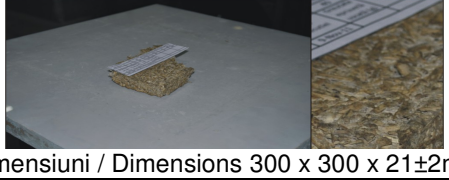
Tabelul 2 / Table 2

**Prezentarea rezultatelor obținute în urma realizării epruvetelor pentru materiale de umplutură a pereților / Results concerning the samples designed for filler walls**

Procent masic puzderii [%] / Hurds massic proportion [%]	Imagine epruvetă și detaliu suprafață pentru materiale de umplutură pereți / Samples and detail surface image of filler walls materials	Observații / Observations
20	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 90 ± 10mm	Structură omogenă, compactă, rezistentă la manipulare și transport / Homogeneous and compact structure, resistant for handling and transportation. g = 4,248kg ρ = ~524,44kg/m <sup>3</sup>
25	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 90 ± 10mm	Structură omogenă, rezistentă la manipulare, ușor sensibilă la colțuri / Homogeneous structure, resistant to handling, slightly sensitive to corners. g = 3,641kg ρ = ~449,50kg/m <sup>3</sup>
30	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 90 ± 10mm	Structură omogenă, rezistentă la manipulare, cu tendință de a ceda la margini / Homogeneous structure, resistant to manipulation with tendency to succumb to edges. g = 3,312kg ρ = ~408,89kg/m <sup>3</sup>

Tabelul 3 / Table 3

**Prezentarea rezultatelor obținute în urma realizării epruvetelor pentru placarea pereților / Results concerning the samples designed for lining panels**

Procent masic puzderii /Hurd's proportion [%]	Imagine epruvetă și detaliu suprafață pentru materiale de placare pereți / Samples and detail surface image of walls lining panels	Observații / Observations
5	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 20mm	Structură omogenă, compactă, suprafețe lucioase, rezistentă la șlefuire / Compact and homogenous structure, shiny surfaces, resistant to grinding. g = 2,558kg ρ = 1254,4kg/m <sup>3</sup> (după șlefuire / after grinding)
10	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 20mm	Structură omogenă, compactă, suprafețe lucioase, rezistentă la șlefuire / Compact and homogenous structure, shiny surfaces, resistant to grinding. g = 1,791kg ρ = 995kg/m <sup>3</sup> (după șlefuire / after grinding)
15	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 20mm	Structură omogenă, compactă, suprafețe mate, rezistentă la șlefuire / Compact and homogenous structure, matte surfaces, resistant to grinding. g = 1,441kg ρ = 800,55kg/m <sup>3</sup> (calculată după șlefuire / calculated after grinding)
20	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 21±2mm	Structură omogenă, compactă, suprafețe mate, cedează structural la șlefuire / Compact and homogenous structure, matte surfaces, not structurally resistant to grinding.
30	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 21±2mm	Structură omogenă, cedează rapid la colțuri în momentul manipulării / Homogeneous structure, break fast corners when handling.
50	 Dimensiuni / Dimensions 300 x 300 x 21±2mm	Structură omogenă a epruvetei, dezintegrare totală în momentul manipulării / Homogeneous structure, total disintegration when handling.

Conform schemei de experimentare s-au realizat plăci cu procent de puzderii cuprins între 5% și 50%, destinate ca material de placare și plăci groase (blocuri) cu procent de puzderii între 20% și 30% pentru materiale de umplutură a pereților. Toate epruvetele au fost realizate respectând aceleași proporții de lianți minerali: una parte var, două părți ciment, două părți nisip.

În urma realizării testărilor preliminare au fost obținute următoarele rezultate:

- epruvetele cu conținut de puzderii de la 5 la 8%, înglobate în masa ceramică, prezintă ambele suprafețe lucioase datorită peliculelor ceramice continue, puzderiile fiind puțin vizibile;

According to the experimental scheme, thin samples were made with hemp hurds content between 5% and 50%, destined for lining material, and thick samples (blocks) with hemp hurds percentage between 20% and 30%, to be used as filler for walls. All specimens were manufactured using the same proportions of mineral binders: one part lime, two parts cement and two parts sand.

The following results were obtained:

- Specimens with the 5% to 8% content of hemp hurd, embedded in ceramic matrix have shiny aspect due to continuous ceramic films, hurds being less visible on the surfaces;
- The samples have a hard and compact structure,

- plăcile sunt dure și compacte. Puzderiile sunt înglobate și omogenizate în masa anorganică. Sunt rezistente la colțuri și canturi. Epruvetele nu prezintă desprinderi de material lignocelulozic;
- epruvetele cu 5-8% puzderii pot reprezenta o bază foarte bună în continuarea cercetărilor pentru realizarea materialelor compozite de placare a peretilor și pardosellilor;
- plăcile cu conținut de puzderii de la 9 la 14%, au suprafețe mate, culoarea este mai închisă decât la grupul prezentat anterior iar materialul lignocelulozic începe să fie mai vizibil pe suprafețe și canturi;
- epruvetele din acest interval sunt dure, omogene, rezistente la examinare și manipulare. La trecerea mâinii pe suprafața acestor plăci, puzderiile nu se desprind, fiind bine cimentate;
- epruvetele cu proporție de puzderii de la 15% la 25% sunt situate la limita dintre înglobare și adezivitate din punctul de vedere al participării masei ceramice;
- plăcile sunt omogene, fără luciu al suprafețelor, prezintă culoarea cenușiu-maronie, dată de prezența majoritară a puzderiilor. Plăcile își pierd din finețea suprafeței în ciuda presării, obținându-se suprafețe plane dar aspre;
- creșterea procentului de puzderii de cânepă și scăderea participării lianților minerali, a cauzat o fărâmare ușoară a stratului ceramic de pe suprafața inferioară a epruvetei, fenomenul fiind semnalat începând cu utilizarea procentului de 20% puzderii;
- la utilizarea unui procent de 25% puzderii, încă se mai poate observa pe suprafața epruvetei, o peliculă de ciment, care chiar dacă este întreruptă ar putea influența rezistența și integritatea geometrică și structurală a compozitului;
- epruvetele cu 20% și 25% puzderii s-au deteriorat în etapa de calibrare și șlefuire, datorită presiunii exercitate de banda abrazivă. Din cauza sensibilității suprafețelor, materialul lignocelulozic a fost eliberat din masa ceramică;
- plăcile realizate cu procent de puzderii de 30% - 50%, sunt omogene, sensibile la manipulare, și casante la prinderea de margini și colțuri. Prinderea de la jumătatea plăcilor și ridicarea acestora cu o mână a dus la fisurarea rapidă sau chiar la ruperea în mai multe fragmente, plăcile nefiind capabile să-și susțină greutatea la încastrarea într-un punct și la mișcarea spațială;
- blocurile produse cu 30% material lignocelulozic și lianți minerali, sunt omogene, își păstrează geometria după extragerea din forme, desprinderea puzderiilor fiind minoră. Prezintă sensibilitate la colțuri iar pe suprafața inferioară (similar plăcilor cu procent de puzderii mai mari de 25-30%), se observă desprinderea așchiilor datorită pierderii proprietăților adezive ale cimentului;
- în vederea comparației la nivelul structurii și rezistenței, s-au realizat blocuri cu 20 și 25% puzderii. Epruveta cu 20% așchii de cânepă prezintă o peliculă întreruptă de ciment pe suprafața

resistant to corners and edges and do not show separation of lignocellulosic material. Hemp hurds are well embedded and mixed in ceramic mass;

- Samples with 5-8% hemp hurds could be a very good basis for further research on achieving composite lining for walls and floors;
- Samples containing 9% to 14% hemp hurds have matte surfaces, with darker color than the previous sample group and lignocellulosic material begins to be visible on surfaces and edges;
- Samples of this range are tough, with homogeneous structure, resistant to examination and manipulation. Hurds are well cemented and do not detach from the surfaces;
- Samples with hurds proportion of 15% to 25% are situated at the limit between embedding and adhesion in terms of ceramic mass contribution;
- Samples are homogeneous with matte surface, gray-brown color, due to the hurds majority. The surfaces are flat but rough despite the pressing board of the mold;
- Increasing of hemp hurds percentage and decreasing of mineral binder quantities, caused a slight breakage of ceramic layer from inferior surface of the boards, starting with 20% content of the hurds;
- When using up to 25% of hemp hurds a cement film can be seen on the inferior surface of the specimen, which even if discontinued could influence the strength and geometric and structural integrity of the composite;
- Samples with 20% and 25% hurds content were deteriorated during calibration and polishing stage, due to pressure from the abrasive device used in the process of grinding. Surface sensibility caused lignocellulosic material to be released from the ceramic matrix;
- Samples made with hurds percentage of 30% - 50%, are homogeneous, handling sensitive and brittle in the moments of grasping the edges and corners. Handling the plates by the middle section, led to rapid crack or even breaking into several fragments, the samples not being able to hold their weight when embedded into a point and in case of spatial movement;
- Blocks produced with 30% lignocellulosic material and mineral binders are homogeneous, keep their geometry after removal of forms, hurds separation being minor during this process. They show sensitivity at corners, while on the inferior surface (similar to samples with percentage higher than 25-30%) hurds separation was observed, due to the loss of adhesive properties of cement;
- In order to compare the structure and strength properties, blocks with 20% and 25% hemp hurds were manufactured. Specimens with 20% hurds presents a discontinuous cement film on the inferior surface that stabilizes the integrity of the specimen's volume, unlike the versions with 25% hemp hurds, where the cement layer is no longer present and the grinding phenomenon is active;



inferioară, care stabilizează integritatea volumică a epruvetei, spre deosebire de epruveta cu 25%, unde acest strat de ciment nu mai este prezent iar fenomenul de măcinare este activ;

- blocurile realizate cu 20%, 25% și 30% puzderii sunt stabile dimensional, își susțin propria structură la mișcarea spațială, specifică manipulării și transportului, prezentând rezistență și la supraetajare pentru depozitare. Aceste calități le recomandă ca posibile materiale de umplutură a pereților.

### CONCLUZII

Analizând rezultatele obținute în urma testărilor preliminare, s-a determinat intervalul optim de procente de puzderii de cânepă pentru materiale de placare și materiale de umplutură a pereților, astfel:

Plăcile realizate cu procente de 5-15% puzderii de cânepă pot fi încadrate în domeniul materialelor de placare. Se evidențiază faptul că există un potențial de creștere a acestui interval (5-15%) în cadrul unui flux tehnologic industrializat de până la 20-25% puzderii, datorită mijloacelor de malaxare, formare și presare a plăcilor. Rețetele cu conținut de 30%-50% material lignocelulozic nu se pot utiliza în domeniul materialelor de placare pentru grosimea studiată a plăcilor, de 20mm.

Stabilitatea masei și rezistența compozitului cresc direct proporțional cu creșterea grosimii epruvetelor motiv pentru care blocurile realizate în intervalul 20%-30% puzderii sunt stabile dimensional și încadrabile în domeniul materialelor de umplutură a pereților.

Proprietățile termice și fonice generate de procentul de material lignocelulozic (înglobat în masa ceramică) constituie obiectivele studiilor viitoare, în cazul rețetelor considerate viabile în domeniile materialelor de placare și a materialelor de umplutură a pereților în construcții.

Pentru o clasificare eficientă a procentelor de puzderii utilizate în epruvetele destinate placării pereților și a materialelor de umplutură, se prezintă Tabelul 4:

- Blocks made with 20%, 25% and 30% hemp hurds are dimensionally stable, sustaining their own structure in case of spatial movement specific to handling and transportation, showing strength when stacking for storage. These qualities recommend them as potential filler for walls.

### CONCLUSIONS

After analyzing the results of the preliminary tests, we determined the optimum percentage of hemp hurds for cladding materials and wall fillers, as follows:

Samples produced with 5-15% hemp hurds can be incorporated into the field of lining materials. It stands out that there is a growing potential of this interval (5-15%) in a industrialized technological flux for up to 20-25 % of hurds proportion, due to the mixing, forming and pressing processes. Recipes containing 30%-50% lignocellulosic material can not be used as lining materials because of the 20mm sample thickness.

The mass stability and composite strength increases proportionally with specimen thickness, therefore blocks made with 20%-30% hemp hurds are dimensionally stable and qualify as/meet the requirements for filling materials.

Thermal and acoustic properties resulting from the percentage of lignocellulosic material (incorporated in ceramic matrix) are the objectives of future studies, in case of sample recipes considered viable in the field of lining and wall filling materials for the construction industry.

For an efficient classification of hemp hurds used in samples for lining panels and fillers materials, Table 4 is presented:

Tabelul 4 / Table 4

**Direcții de utilizare a materialelor compozite funcție de rezistența la testările preliminare / Directions for use of composite according to preliminary testing resistance**

% puzderii / % hemp hurds	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	45	50
Panouri pentru placări / Lining panels																		
Materiale de umplutură pereți (blocuri) / Walls filler (blocks)																		

☐ Rețete cu procente de puzderii de cânepă, încadrabile pentru placare sau umplutură, necesare cercetărilor ulterioare. / Recipes of hemp hurds percentage designed for lining board and wall filler, necessary in further research.

☑ Rețete ce pot fi utilizate în placarea pereților cu condiția optimizării procesului tehnologic / Recipes that can be use as lining board with condition of optimization technological process.

#### MULȚUMIRI

Această lucrare este susținută de Programul Operațional Sectorial de Dezvoltare a Resurselor Umane (POS DRU), finanțat de Fondul Social European și Guvernul României sub contractul numărul POSDRU ID76945.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), ID76945 financed from the European Social Fund and by the Romanian Government.

#### BIBLIOGRAFIE/REFERENCES

- Askeland D (2010) Science and Engineering of Materials. Global Engineering, USA.
- Barbu M (1999) Materiale compozite din lemn (Wood composites). Lux Libris, Brașov.
- Cismaru I, Gherghișan MA (2011) Capitalization of hemp and flax chaffs – Reality and trends. Proc 8<sup>th</sup> International Conference ICWSE “Wood Science and Engineering in the Third Millennium”, Brasov (România), pp 337-344.
- FAO (2013): <http://www.faostat.fao.org>
- Fernea V (2004) Materiale compozite din agrofibre, lemn și polimeri (Composite made of organic fibres, wood and polymers). Lux Libris, Brașov.
- <http://www.hemp-technologies.com/page14/page14.html>
- <http://www.limetechnology.co.uk/hemcrete.htm>
- Mohanty AK, Misra M, Drzal LT (2002) Sustainable Bio-Composites from renewable resources: Opportunities and challenge in the green materials worlds. Journals of Polymers and the Environment, 10:19-26.
- Paulien de Bruijn (2008) Hemp Concretes Mechanical Properties using both Shives and Fibres, Licentiate Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Sciences, Alnarp.
- Picandet V (2012) Hemp Shives characterisation. (accessed in may 2012) Vincent Picandet, Biomaterials & Binder Laboratoire d'Ingénierie des MATériaux de Bretagne Université de Bretagne Sud, Lorient. Online at [http://www.bath.ac.uk/ace/research/cicm/news-andevents/files/Biomaterial\\_Sand\\_Binders\\_Picandet.pdf](http://www.bath.ac.uk/ace/research/cicm/news-andevents/files/Biomaterial_Sand_Binders_Picandet.pdf)
- SR EN 197-1:2002. Ciment. Partea 1: Compoziție, specificații și criteriile de conformitate ale cimenturilor uzuale (Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements).
- SR EN 13813/2003. Materiale pentru șape și pardoseli. Materiale pentru șape. Caracteristici și cerințe. (Screed materials and floor screeds. Screed materials. Properties and requirements).
- SR EN 459-1:2011. Var pentru construcții. Partea 1: Definiții, caracteristici și criteriile de conformitate (Building lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria).