

# MATERIALE CU PROPRIETATI FONOABSORBANTE REALIZATE DIN DESEURI

**GRAJDAN Ioana**

**Conducator stiintific:** Ș.L. dr. ing. Larisa BUȚU, Ș.l. dr. ing. Delicia ARSENE,  
Departamentul T.M.S.

Lucrarea de față își propune să introducă noi sisteme de absorbție și de atenuare a zgomotului bazat pe materiale compozite realizate din oxid de deșeuri solide reciclate. În comparație cu materialele convenționale, acest nou tip de compozite încorporează diverse deșeuri care pot dăuna mediului înconjurător. Coeficientul de absorbție este folosit pentru a exprima capacitatea unui material de a absorbi undele sonore. Acesta este exprimat în procente și reprezintă raportul dintre suma totală de energie care este transmisă și absorbită de material și energia totală de incidență a undelor sonore. Această lucrare prezintă mai multe tipuri de compozite produse folosind o matrice liant de deșeuri. Capacitatea de absorbție a sunetului pentru noile compozite variază în funcție de proporția de deșeuri utilizate. De asemenea, sunt prezentate corelații între clasificarea materialului de armare care este utilizat, densitatea și porozitatea compozitului obținut și coeficientul de absorbție a undelor sonore pentru probele materiale compozite, care sunt armate cu deșeuri diferite.

**CUVINTE CHEIE:** zgomot, absorbție fonica, deșeuri, coeficient de absorbție.

## 1 INTRODUCERE

În ultimul timp, un termen asociat celui de mediu înconjurător este poluarea, care se manifestă ca o agresiune continuă împotriva integrității acestuia. Poluarea reprezintă, de fapt, prețul pe care oamenii îl plătesc pentru beneficiile aduse de tehnica modernă.

Odată cu dezvoltarea industriei moderne și a traficului, zgomotul a devenit unul dintre mulți factori care afectează sănătatea umană și mediul înconjurător în întreaga lume. Reducerea efectelor zgomotului a devenit o problemă majoră.

Poluarea fonică este una dintre cele mai mari probleme cu care se confruntă europenii la ora actuală, alături de poluarea atmosferică și managementul deșeurilor. Conform unor statistici ale Organizației Mondiale a Sănătății, jumătate din europeni trăiesc într-un zgomot permanent, iar o treime suferă de insomnii din cauza poluării sonore. Trebuie găsite cele mai bune soluții pentru mediul înconjurător și pentru o viață sănătoasă.

În condițiile civilizației contemporane, omul trăiește într-o continuă ambianță sonoră. Pretutindeni el este însoțit de un cortegiu de sunete și zgomote de cele mai diferite intensități, având efecte mai mult sau mai puțin agresive asupra confortului și chiar asupra sănătății sale.

Ca urmare a acestui fapt pe plan mondial au fost luate o serie de măsuri care vizează reducerea nivelului de zgomot, atât în mediul înconjurător, cât și la locurile de muncă. Odată cu aderarea la UE țara noastră are obligația de a se alinia la prevederile legale din domeniu prin care sunt reglementate o serie de măsuri de limitare a nivelului zgomotului.

Zgomotul poate fi redus prin utilizarea diferitelor tipuri de materiale, care au proprietatea de a reduce nivelul presiunii acustice prin absorbția undelor sonore.

Materialele fonoabsorbante sunt utilizate pentru reducerea zgomotului din locuințe, din ansamblurile rezidențiale, de pe șantiere, de pe autostrăzi, din porturi, aeroporturi, gări, din halele industriale, etc. Pentru un randament cât mai ridicat al materialelor fonoabsorbante trebuie să ținem cont atât de caracteristicile fiecărui tip de material cât și de caracteristicile zgomotului unde dorim să folosim acel material.

La ora actuală există mai multe tipuri de materiale fonoabsorbante atât sintetice (spuma de poliuretan, poliuretan expandat, etc.) cât și naturale (realizate din: plută, deșeuri lemnoase, celuloză, lână de oaie, păpuriș și paie, fibre de cânepă, fibre de cocos, deșeuri de sticlă, etc.).

Din punct de vedere ecologic, materialele sintetice nu sunt recomandate dintr-o serie de motive: substanțe de bază toxice la fabricare, costuri mari pentru energie la fabricare, parțial,

emisii toxice la prelucrare și la folosire, produși toxici în urma descompunerii în caz de incendiu, problema deșeurilor încă nerezolvată, carburanți care accelerează descompunerea stratului de ozon și întăresc efectul de seră. Un astfel de exemplu poate fi dat de consecințele folosirii unui burete fonoabsorbant în interiorul unui club. Acesta, expus unor surse puternice de căldură se aprinde în doar câteva secunde și tot ansamblul este cuprins de flăcări din urma cărora rezulta un fum gros, extrem de toxic. În urma incendiului clubul s-a transformat într-o cameră de gazare. S-a descoperit în urma analizelor că se degajă o cantitate impresionantă și diversă de compuși, dintre care cei mai nocivi sunt monoxidul de azot, acidul cianhidric și oxidul de azot.

Materialele fonoabsorbante naturale sunt recomandate atât datorită impactului scăzut asupra factorilor de mediu dar în special datorită efectelor scăzute asupra sănătății. Chiar dacă unele au proprietăți absorbante mai scăzute.

Obținerea unui material fonoabsorbant din deșeurile cu caracteristici fonoabsorbante bune, la un preț scăzut și cu un impact cât mai mic asupra mediului reprezintă un pas în reducerea zgomotului și a cantității de deșeurile.

Fata de materialele clasice se încearcă obținerea unor noi tipuri de composite care înglobează diferite deseuri care pot afecta mediul înconjurător. Un material compozit este realizat atunci când două sau mai multe materiale, prin combinare, conduc la un produs cu proprietăți superioare.

Porozitatea materialelor noi obținute reprezintă proprietatea de bază în ceea ce privește absorbția cât mai bună a undelor sonore, ceea ce înseamnă o corelare între cantitățile de rășină utilizată ca matrice și materialul de armare. Nivelul presiunii acustice generate de o sursă de zgomot, care se propagă către receptor, poate provoca leziuni la nivelul organului auditiv uman, astfel că o absorbție bună a undelor sonore pentru noile composite determină reducerea zgomotului și încadrarea în limitele legislației în vigoare.

Materialele compozite sunt obținute prin includerea unor solide organice sau anorganice sub formă de pelete, pulberi sau granule în matricea polimerică. Astfel, sunt obținute noi materiale ecologice care înglobează deseuri non-biodegradabile, care pot afecta grav mediul înconjurător.

Capacitatea de absorbție a sunetului pentru noile composite variază în funcție de proporția și natura deșeurilor utilizate, în cazul unei singure matrici polimerice. Rezultă material izolator

fonic care sunt comparate cu cele tradiționale pentru a vedea dacă acestea îndeplinesc cerințele legislației europene.

Absorbția acustică definește felul în care alăturările suprafețelor din spații închise se comportă în raport cu undele sonore incidente.

Prin absorbție acustică se urmărește ca o parte din energia sunetului aerian care întâlnește o suprafață delimitatoare a unui spațiu să nu fie reflectată ci aparent absorbită.

Absorbția acustică este caracterizată de "coeficientul de absorbție acustică,  $\alpha$ " definit prin raportul subunitar între energia (aparent) "absorbită" și energia incidentă, exprimat pe frecvențe standardizate sau prin clase de absorbție.

Sunetul este fenomenul produs de către oscilațiile mecanice ale unui mediu elastic. Mișcările particulelor de aer pe secundă, ce conduc la oscilații de presiune ale aerului, reprezintă frecvența sunetului.

Frecvența: 1 număr de oscilații pe secundă = 1 Hz

Percepția de audibilitate a urechii umane este între 16 și 20.000 Hz.

Acuitatea auditivă scade cu înaintarea în vârstă. Zgomotul se definește, în primul rând, prin nivelul sonor. Acesta se măsoară în decibeli (dB) și acționează asupra corpului, spiritului și sufletului (vezi figura 1).

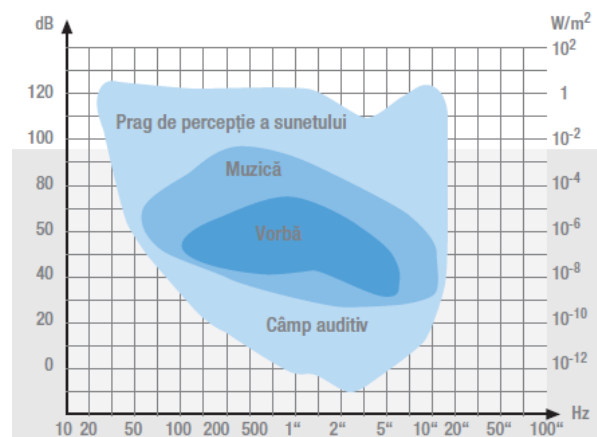


Fig.1. Campul auditiv functie de frecventa si sonoritate

## 2 PARTE EXPERIMENTALA

Probele s-au realizat din diferite tipuri de materiale compozite realizate din diferiți compuși pe bază de deșeurile de oxid, deșeurile care pot afecta calitatea mediului lor de stocare. Printre cele mai multe probleme de mediu care amenință planeta noastră, o problemă majoră este

, fără îndoială , deșeurile . Ele sunt rezultatul activității umane și este o problemă actuală , datorită creșterii continue atât a cantitatii cât și a tipurilor (care, prin degradare naturală și infestarea mediului înconjurător prezintă un pericol pentru sănătatea umană) și cantități mari de materie primă reciclabilă și energie care pot fi recuperate și puse în funcțiune .

În urma recilării deșeurile obținute au o mare importanță, fiind de diferite tipuri, ceea ce diversifică aria de folosire a lor și totodată această recilare contribuie la degradarea necontrolată a mediului.

Obiectivele managementului deșeurilor în România se bazează pe prioritățile stabilite la nivel european , și anume :

- prevenire
- cantități mai mici
- materiale și de recuperare a energiei
- eliminarea prin incinerare și depozitare

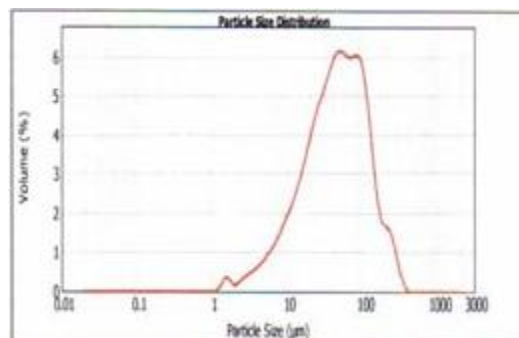
**Tabelul 1. Eșantion compozit**

| Nr. | Matricea de liant | Proportie (%) | Agent de armare                            | Proportie (%) |
|-----|-------------------|---------------|--|---------------|
| 1   | Cenușa zburătoare | 60            | Zgura obținută în urma topirii oțelului    | 40            |
| 2   |                   | 60            | Deseu sterilizat                           | 40            |
| 3   |                   | 60            | Zgura de termocentrală                     | 40            |
| 4   |                   | 60            | Cenușa obținută în urma arderii semintelor | 40            |

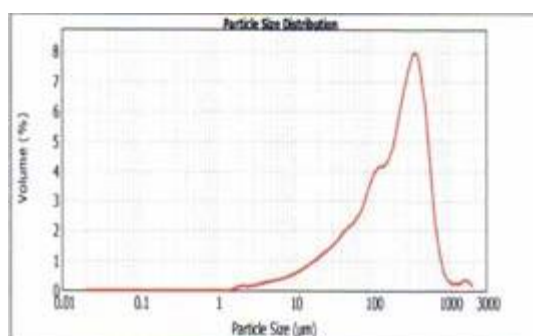
De asemenea, utilizate pentru obținerea de deșeurii de materiale compozite sunt considerate materiale pe bază de ciment , minerale sau proprietăți de legare activă hidraulică în fază latentă.

Hidratarea cimentoizilor trebuie să permită să furnizeze cinetici corespunzătoare , precum și o bază corespunzătoare în cadrul sistemului de întărire . Prin urmare , prin activarea matricei liant pentru fiecare probă a fost adăugat 2 % CaO + CaCl<sub>2</sub> .

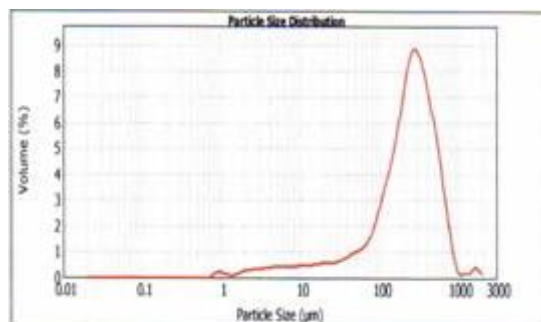
A fost stabilit ca distribuția granulometrică a pulberii cuprinde matricea de liant(vezi figura 2) și pentru materialele care sunt agent de ranforsare(vezi figura 3a-3d).



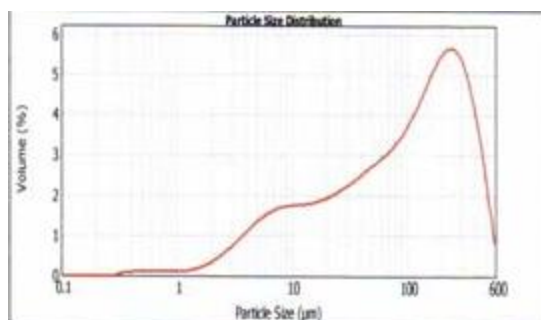
**Fig.2. Granulometrie cu laser-cenușa zburătoare**



**Fig.3a. Granulometrie cu laser-zgura**



**Fig.3b. Granulometrie cu laser-deseu sterilizat**



**Fig.3c. Granulometrie cu laser-zgura de termocentrală**

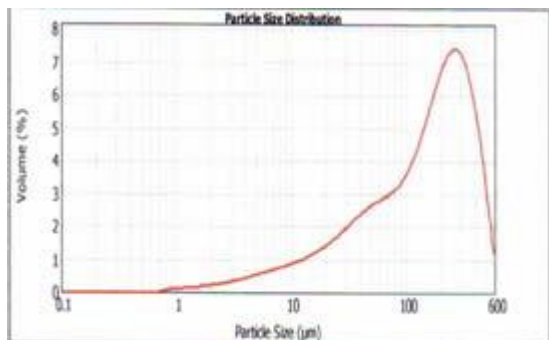


Fig.3d. Granulometrie cu laser-cenusa seminte

De asemenea, este determinata densitatea volumetrică aparentă și porozitatea probelor analizate(vezi figurile 4).

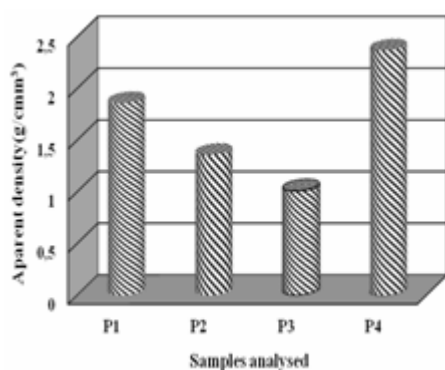


Fig.4a. Densitatea aparenta pentru probele analizate

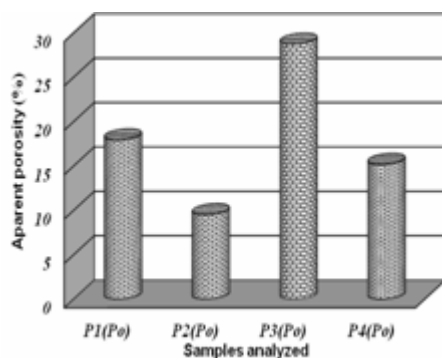


Fig.4b. Porozitatea aparenta pentru probele analizate

Pentru determinarea coeficientului de absorbție a undelor sonore , testele au fost efectuate pe eșantioane circulare cu un diametru de 63,5 mm și o înălțime de circa 20 mm , care au fost făcute pe modelele de formă cilindrică .

Pentru a determina coeficientul de absorbție se utilizează metoda interferometru acustică ( tub Kundt ) , metoda de determinare fiind în conformitate cu standardele aplicabile. Echipamentul de încercare este format dintr-un 4206 - Un tub acustic de tip interferometru ( mediul tub ) , un sistem de achiziție simultană a

semnalelor în cinci canale cu un generator de semnal - multianalizor PULS tip 3560 - B - 030 , tip 4187 două microfoane , un semnal amplificator acustic calibrator de tip 2716 și 4231 adaptor DP - 0775 pentru microfoane(vezi figurile 5 și 6).

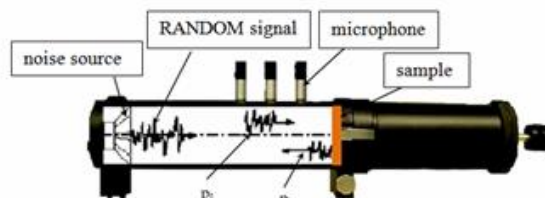


Fig.5. Echipament pentru determinarea coeficientului de absorbție

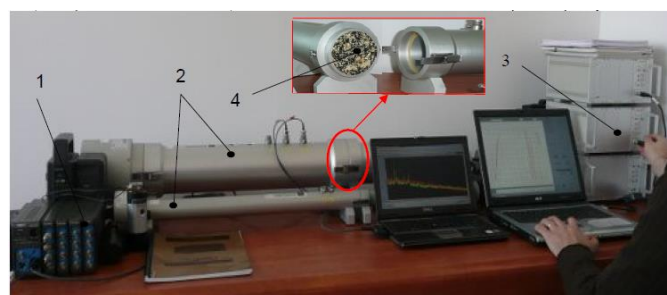


Fig.6. Instalatia pentru analiza probelor: 1- Generator zgomot alb si sistem achizitie, 2-Tub de impedanta, 3-Amplificator de semnal, 4-Proba.

### 3 REZULATE SI INTERPRETARI

Potrivit declarațiilor anterioare, s-au obținut noi tipuri de materiale compozite realizate din diferite tipuri de oxid de deșuri care pot fi afectate de calitatea mediului de stocare . Analiza dimensiunii deșeurilor care alcătuiesc materialul compozit obținut prezintă o gamă largă de dimensiuni de particule , care influențează densitatea și porozitatea materialului compozit obținut , dar absoarbe unele sonore . Un material absorbant bun este dat de valoarea  $\alpha = 1$  sau aproape de 1 și cu un palier de absorbție la aceasta valoare pe un interval larg de frecvență .

Astfel de materiale sunt clasificate în clase de absorbție a sunetului și sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul2. Clasa absorbanta Conform coeficientului de absorbție

| Clasa de absorbție acustica | $\alpha$         |
|-----------------------------|------------------|
| A                           | 0,90; 0,95; 1,00 |
| B                           | 0,80; 0,85       |

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| C          | 0,60; 0,65; 0,70; 0,75             |
| D          | 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55 |
| E          | 0,15; 0,20; 0,25                   |
| Fara clasa | 0,00; 0,05; 0,10                   |

Datele obtinute in urma masuratorilor au fost prelucrate si s-au trasat graficele variatiei coeficientului de absorbtie acustica functie de frecventa.

Figurile 7 ÷ 10 prezinta rezultatele analizei coeficientului de absorbtie pentru probele compozite preparate . Frecventa la care se efectuează măsurătorile este de 16 ÷ 3150 Hz .

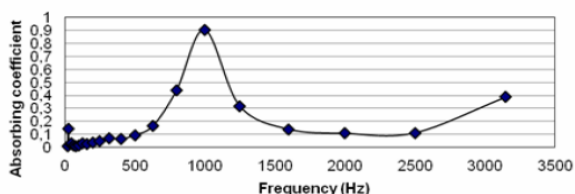


Fig.7. Coeficientul de absorbtie pentru proba 1

In cadrul probei 1 are loc o creștere a coeficientului de absorbtie a undelor sonore de până la 0,9 pe un interval cuprins între 500 ÷ 1500 Hz . Este o valoare bună , ceea ce face acest material sa faca parte din Clasa A de absorbtie a sunetului.

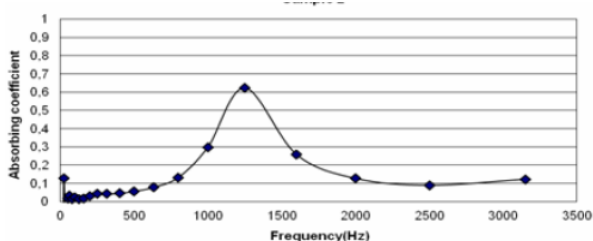


Fig.8. Coeficientul de absorbtie pentru proba 2

Pentru proba 2, coeficientul de absorbtie are valoare de o valoare mai mică de 0,62 care prezintă o gamă de frecvență între 500 ÷ 2500 Hz . Astfel, acest material compozit face parte din clasa C de absorbtie a sunetului.

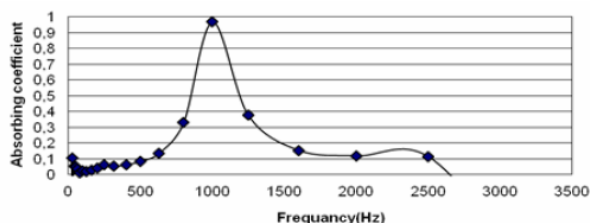


Fig.9. Coeficientul de absorbtie pentru proba 3

Coeficientul de absorbtie pentru proba 3 atinge valoarea maximă apropiată de 1 , cu o valoare de 0,98 pe un interval de frecvențe cuprins între 400 ÷ 2600 Hz. Astfel , acest tip de material se încadrează în clasa A de absorbtie a sunetului .

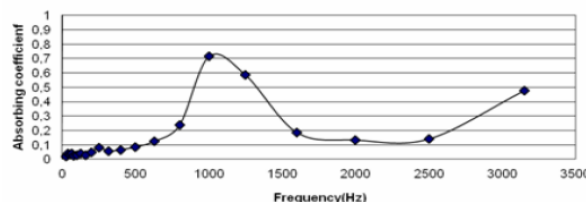


Fig.10. Coeficientul de absorbtie pentru proba 4

Proba 4 prezintă un coeficient de absorbtie de 0,73 într-un interval de frecvențe cuprinse între 400 ÷ 2000 Hz . Este o creștere a absorbtiei la frecvențe mai mari ale undelor sonore în 2500 ÷ 3200 Hz

#### 4 CONCLUZII

- Dimensiunea particulelor materialelor din matricea de liant care reprezinta si materiale de ranforsare prezinta o gama larga de particule care afecteaza atat densitatea si porozitatea, dar absoarbe undele sonore.
- Proba cu cea mai mare porozitate este proba 3, urmata de 1, 4 si 2
- Proba 3 are cel mai bun coeficient de absorbtie al materialului si face parte din clasa A de absorbtie a sunetului
- Conform tabelui 2, proba 1 este un material ce face parte din clasa A de absorbtie acustica, dar cu o absorbtie mai mica decat proba 3
- Probele 2 si 4 prezinta o absorbtie mai scazuta datorita porozitatii scazute
- Materialele care determina dimensiunea particulelor compozit, porozitatea si uneori densitatea influenteaza coeficientul de absorbtie a undelor sonore
- Compozitele au fost obtinute prin folosirea deseurilor anorganice care pot afecta calitatea mediului. Aceste compozite pot fi folosite pentru fabricarea panourilor absorbante pentru a reduce poluarea fonica.

- Tinand seama de posibilitatile de combinare a diferitelor materiale intr-o structura „sandwich” cu spatii de aer, se poate obtine aditional absorbtie acustica pe o gama larga de frecvente, ceea ce ar oferi avantaje cand se pune problema reducerii zgomotului la cat mai multe tipuri de surse de zgomot. Rezultatele acestui studiu ofera de asemenea posibilitati de extindere a bazelor de date pentru software profesional din domeniul predictiei zgomotului conform Directivei 49/2002.
  - Materialele realizate ar putea fi utilizate la confectionarea panourilor fonoabsorbante cu utilizare in industrie, transporturi rutiere, feroviare sau aeriene. Mai pot fi utilizate ca materiale pentru reducerea zgomotului de impact si la obtinerea unor panouri decorative cu rol de absorbtie fonica, imbunatatire acusticii, diminuarea si stoparea fenomenului de reverberatie in hale de productie universale, Sali de sport, bowling saloons, amfiteatre, piscine acoperite, show-room-uri, magazine, etc.
7. IOAN R., MIHAI B., DRAGA D., OVIDIU D., MARCELA M., Reciclarea Deșeurilor solide ca si compozit polimer, a 14-a Conferinta Internationala a materialelor nonconventionale si tehnologii, Materiale de Construcții și Tehnologii pentru dezvoltare durabilă ( NOCMAT a 14- 2013) , 24 - 27 Martie 2013
  8. POPESCU B.E , SMIGELSCHI M , PANA R , Universitatea de Arhitectura si Urbanism " Ion Mincu " București , editată de Transport , Ministerul Construcțiilor și Turismului , 2003 .

---

<sup>1</sup> Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST;

E-mail: [ioanagrajdan@gmail.com](mailto:ioanagrajdan@gmail.com);

## 5 REFERINTE

1. BRATU M, Materiale compozite ecologice pentru reducerea zgomotului, PhDThesis, Universitatea Politehnica Bucuresti, 2012, p.63.
2. BRATU M, Compozite liante ecologice, Master Deegre Paper, Universitatea Politehnica Bucuresti, 2004, p.45.
3. BRATU M, ROPOTA I, VASILE O, DUMITRESCU O, MUNTEAN M, Ingineria mediului Jurnalul Managementului, 10, nr. 8, 2011, p.1047-1051.
4. \*\*\*SR EN ISO 10534-1, Determinarea coeficientului de absorbtie a sunetului și impedanța acustică cu interferometrului, Partea 1: Metoda undelor radio stationare, 2002.
5. \*\*\* SR EN ISO 10534-2, Determinarea coeficientului de absorbtie a sunetului și impedanța acustică cu interferometrului, Partea a 2-a: Metoda funcției de transfer, 2002
6. \*\*\* SR EN ISO 11654, Acustică. Absorbția acustică pentru utilizare în clădiri . Evaluarea acustică de absorbtie, 2002.