

CERCETĂRI *IN SITU* PRIVIND CAPACITATEA DE IZOLARE ACUSTICĂ A PANOURILOR FONOIZOLANTE OBȚINUTE DIN COPOLIMER ACRILONITRIL BUTADIEN STIREN (ABS)

Prof. univ. emerit dr. ing. dr. h. c. **Ioan CURTU**,
Șef lucrări dr. ing. **Mariana Domnica STANCIU**

Universitatea „*Transilvania*” din Brașov

REZUMAT. Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor experimentale privind determinarea indicelui de izolare acustică a unui nou tip de material compozit obținut prin presarea la cald a așchilor rezultate în urma prelucrărilor mecanice a pieselor din copolimer acrilonitril butadien stiren (ABS). În cadrul testelor experimentale s-a urmărit: influența distanței dintre sursă și bariera acustică realizată din material compozit pe bază de ABS; influența nivelului de zgomot emis de sursă; influența distanței dintre barieră și receptori aflați într-o poziție coliniară cu sursa; influența poziției receptorilor față de capetele laterale ale barierei; influența unghiului barierei acustice față de planul vertical de simetrie. Valorile determinate experimental încadrează aceste materiale compozite în clasele de absorbție B și C pe un domeniu de frecvențe cuprins între 600 – 2000 Hz, făcându-le comparabile cu compozitele biodegradabile cu inserții textile.

Cuvinte cheie: performanță acustică, compozite, deșeuri, barieră sonoră.

ABSTRACT. This paper presents the results of experimental research on the determination of the acoustic insulation of a new type of composite material obtained by hot pressing of chips resulting from mechanical processing of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) parts. In experimental tests followed: the influence of the distance between source and noise barrier made of composite material based on ABS; the influence of the noise level emitted by the source; influence of distance between barrier and receptors placed collinear with the source; influence of receptors position regarding to lateral ends of the barrier; influence of barrier angle from the vertical plane of symmetry. Experimentally values within the composite absorption in classes B and C over a frequency range of 600 - 2000 Hz, making them comparable to biodegradable textile.

Keywords: acoustic performance, composite, waste, sound barrier.

1. INTRODUCERE

Dezvoltarea industrială și mecanizarea intensă a tuturor proceselor de producție, înmulțirea și diversificarea mijloacelor de transport, dezvoltarea fluxurilor rutiere din zonele urbane și peri-urbane, toate conduse la creșterea zgomotului sub aspectele sale negative – intensitatea, frecvența, durata expunerii la zgomot. În aceste condiții, un interes deosebit la nivel mondial este acordat pe de o parte monitorizării și analizei hărților de zgomot datorat traficului rutier și a surselor de zgomot și vibrații (motorul, transmisia, sistemul de rulare etc.), iar pe de altă parte optimizării fluxurilor rutiere din punct de vedere al reducerii poluării aerului, al consumului de combustibili, al reducerii zgomotului generat de traficul rutier. Astfel au fost introduse o serie de directive la nivel european și național privind zgomotul datorat traficului rutier și nu numai, inclusiv ghiduri și metode de evaluare a nivelului zgomotului, din care amintim: Directiva 2002/49CE din 25 iunie 2002 – prin care se urmărește dezvoltarea unei strategii pentru reducerea zgomotului emis de sursele

majore, Hotărârea 321/ 14 aprilie 2005, OM 678/ 1344/915/1397 din 2006 și OM 1830/2007 referitor la Ghidul privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților strategice de zgomot etc. [6, 8, 9]. În ceea ce privește reducerea nivelului de zgomot utilizând structuri de izolare, una din problemele de cercetare se bazează pe studiul proprietăților acustice ale materialelor și geometrie optimă de bariere de sunet. Numeroase studii abordează eficiența diferitelor configurații și materiale din structura barierei de zgomot. O parte din aspectele privind dimensiunile și geometria barierei acustice sunt standardizate, inclusiv din punct de vedere al rezistențelor pe care acestea trebuie să le îndeplinească [4].

În urma prelucrărilor mecanice ale profilelor sau pieselor din copolimer acrilonitril butadien stiren denumit comercial ABS utilizate în industria de automobile (tablouri de bord, butoane, apărători coloane, componente aripă, bară antișoc, mânere uși, spătare scaun, componente centuri de siguranță, spoilere, apărători roți, bloc lumini (semnalizare) etc.), în fabricarea aparatelor electromenajere sau a

aparaturilor electronice și electrice, sau în industria de fabricare a mobilei, rezultă numeroase deșeurile care pot fi valorificate superior diminuându-se astfel riscul de creștere a poluării mediului. Plecând de la proprietățile mecanice ale ABS-ului (tenacitate ridicată, o bună rigiditate, o mare duritate a suprafeței și o foarte bună stabilitate dimensională, bună rezistență la căldură, proprietăți acustice bune), precum și de la cantitățile considerabile de deșeurile sub formă de așchii rezultate în urma frezării canturilor/profilurilor de ABS din componența pieselor de mobilier, în cercetările realizate a fost identificată o nouă direcție de utilizare a așchiilor de ABS și anume obținerea unor panouri cu rol fonoabsorbant utilizate în structura barierelor acustice, a căror performanțe acustice au fost testate atât cu tubul acustic cât și pe structuri de barieră acustice, scara 1:1.

Panourile cu dimensiunea de 300×300×15...20 mm s-au obținut prin presarea la cald a așchiilor din ABS, la temperaturi de 100 - 110°C, timp de 10 min. Legătura dintre așchii s-a realizat prin topirea acrilonitrilului și crearea unor legături fizice între molecule datorită atingerii temperaturii punctului de topire.

Densitatea plăcilor a depășit de distanța dintre platanele preseii.

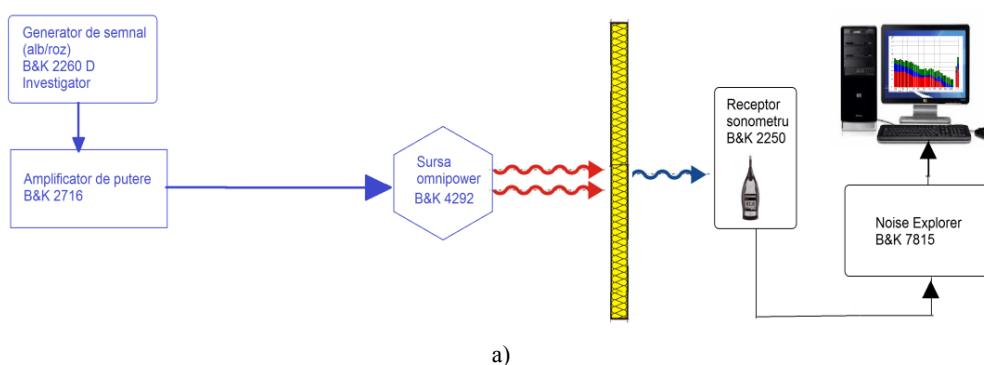
2. VALIDAREA IN SITU A STRUCTURILOR ÎN FUNCȚIE DE STUDIILE DE CAZ PENTRU CARE AU FOST PROIECTATE

Standul experimental și principiul instalației.

Pentru testarea performanței acustice a panourilor din așchii de ABS integrate în construcția barierelor acustice utilizate pentru reducerea zgomotului din trafic, a fost realizat standul experimental la scara 1:1 constând dintr-un cadru metalic mobil și cu opțiunea de rotire a panoului față de planul vertical în ambele sensuri, un panou din OSB cu rol de suport pentru plăcile din materiale fonoabsorbante și plăcile din material compozit cu rol fono-absorbant ce urmează a fi testate (fig. 1). Validarea structurilor în situ s-a desfășurat în cadrul Institutului de Cercetări în Construcții din București (ICECON). În cadrul măsurătorilor experimentale a fost utilizată instalația experimentală prezentată schematic în figura 2.



Fig. 1. Elementele structurale ale standului experimental.



a)



b)

Fig. 2. Instalația experimentală:

a – schema de principiu; b – imagini din timpul testelor.



Fig. 3. Schema poziționării sonometrului B&K 2250 pentru înregistrarea zgomotului emis de sursă.

Zgomotul generat de sonometrul *B&K 2260 Investigator* este amplificat de amplificatorul de putere și transmis sursei de putere omnidirecțională. Sursa emite zgomotul la un nivel de zgomot prestabilit ($N1 = 100 \text{ dB(A)}$ și apoi $N2 = 103 \text{ dB(A)}$). Între sursă și receptorul reprezentat de sonometrul B&K2250 Light care măsoară toți parametrii simultan, este amplasată bariera acustică a căror parametrii acustici (izolare acustică) au fost măsurați. Domeniul dinamic variază de la 120 dB de la 16,6 dB. Datele achiziționate au fost prelucrate și vizualizate cu programul Noise Explorer B&K 7815. Experimentul s-a realizat în câmp deschis, sursa fiind fixă. Indicele de izolare acustică a fost calculat ca diferența dintre nivelul presiunii acustice măsurat la sursă și nivelul presiunii acustice măsurat în punctele de recepționare [1, 6, 8].

În cadrul cercetărilor s-a evaluat performanța acustică a panourilor din perspectiva varierii parametrilor precum:

- distanța dintre sursă și bariera acustică realizată din material compozit pe bază de ABS ($d_{s1} = 2 \text{ m}$, $d_{s2} = 4 \text{ m}$);
- nivelul de zgomot emis de sursă ($LA_{eq1} = 100 \text{ dB(A)}$, $LA_{eq2} = 103 \text{ dB(A)}$);
- distanța dintre barieră și receptori aflați într-o poziție coliniară cu sursa ($d_{R1} = 2 \text{ m}$, $d_{R2} = 4 \text{ m}$, $d_{R3} = 6 \text{ m}$);
- poziția receptorilor față de capetele laterale ale barierei;

- unghiul de înclinare a barierei acustice față de planul vertical de simetrie ($\beta = 0^\circ$, $\beta = +30^\circ$, $\beta = -30^\circ$);

În prima etapă după montarea instalației experimentale a fost măsurat nivelul de zgomot ponderat A, LA_{eq1} emis de sursa omnidirecțională, în trei puncte diferite (P1, P2, P3) la distanța de 1 m față de sursă, timp de 20 s (fig. 3).

Ulterior a fost măsurat nivelul zgomotului de fond, timp de 1 min 24 s, valoarea acestuia fiind de 48,92 dB(A). În următoarea etapă au fost realizate înregistrări ale nivelului de zgomot în cazuri diferite de amplasare a punctelor de recepționare, între sursă și receptori fiind amplasat dispozitivul de reducere a zgomotului – bariera acustică.

Rezultate și discuții. Astfel, în primul caz, sonometrul utilizat pentru recepționarea nivelului de zgomot a fost amplasat succesiv la distanța de 2, 4 și 6 m față de panoul studiat pe o axă perpendiculară pe planul panoului, așa cum se poate observa în figura 4.

S-a constatat că nivelul presiunii acustice în cele trei puncte de măsurare este cu aproximativ 20... 22 dB mai mică decât valoarea emisă de sursă, deci indicele de absorbție acustică a panoului se încadrează în acest interval (fig. 5).

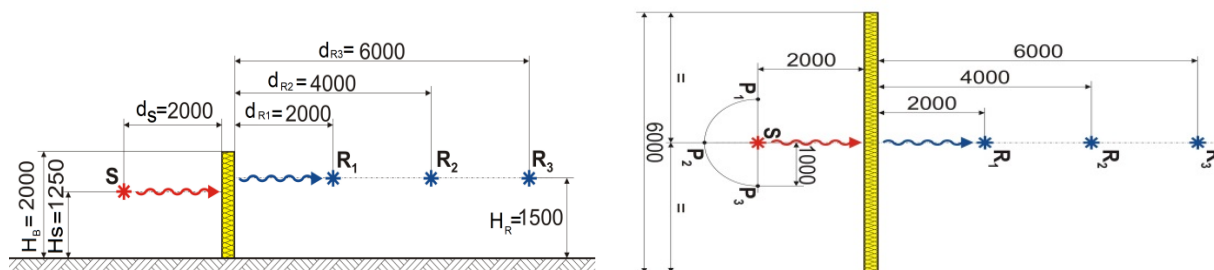


Fig. 4. Schema poziționării sonometrului B&K 2250 pentru înregistrarea zgomotului în puncte de recepționare amplasate perpendicular pe planul barierei acustice – cazul 1.1, distanța sursă - barieră, $d_s = 2 \text{ m}$.

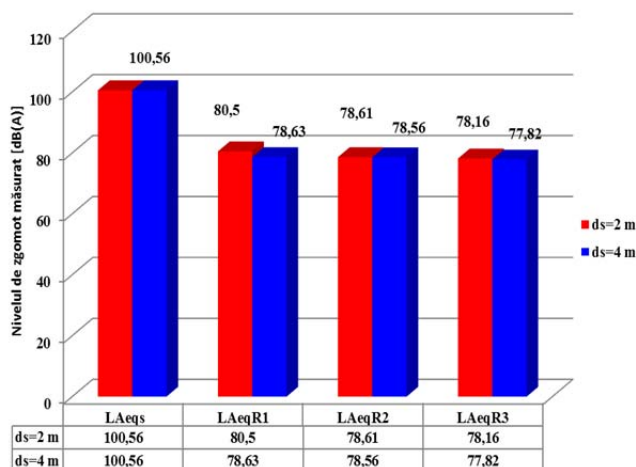


Fig. 5. Variația nivelului presiunii acustice în funcție de distanța dintre sursă și bariera acustică.

Dublându-se distanța dintre sursă și bariera acustică s-a constatat că cea mai mare diferență de nivel acustic (3,4 dB) privind capacitatea de absorbție a panoului se înregistrează în punctul de măsurare R1 aflat la 2 m (caz 1) și 4 m (caz 2) distanță de bariera acustică (fig. 6). Reducerea nivelului de zgomot în punctul R1 se explică prin efectul de umbră acustică produs de acesta. Astfel, se constată că reducerea nivelului de zgomot depinde de lungimea și înălțimea barierei acustice. O altă situație cercetată a fost analiza indicelui de reducere a nivelului de zgomot în cazul creșterii nivelului de zgomot la sursă de la 100 dB(A) la 103 dB(A), distanța dintre sursă și barieră ($d_s = 2$ m), respectiv receptori rămânând aceiași (fig. 7).

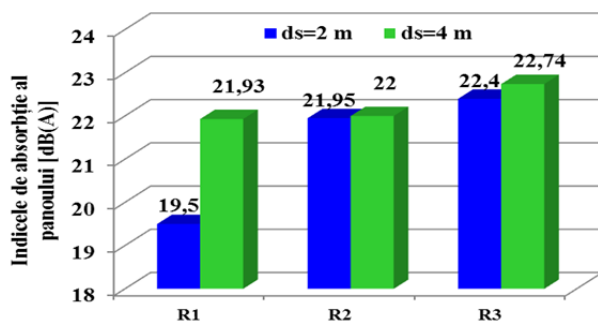


Fig. 6. Variația indicelui de absorbție acustică a panoului compozit cu creșterea distanței dintre sursă și receptori.

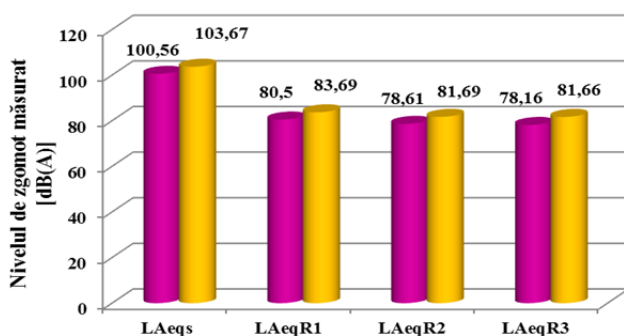


Fig. 7. Variația nivelului de zgomot recepționat cu creșterea nivelului de zgomot emis de sursă.

În figura 8 se observă variația indicelui de reducere a nivelului de zgomot cu creșterea nivelului de zgomot emis de sursă. Astfel, nivelul de zgomot a fost mărit cu 3 dB(A), menținându-se aceeași poziție a sursei și sonometrului receptor. S-a constatat că ecranarea nu reduce semnificativ nivelul de zgomot. Analizând diferența indicilor de reducere a nivelului de zgomot în funcție de poziția receptorilor față de bariera acustică, se observă că cea mai mare reducere se înregistrează în imediata apropiere a ecranului (la distanța de 2 m). La distanța de 4 m, valorile sunt aproximativ identice, fenomen înregistrat și în cazul creșterii distanței dintre sursă și receptor. La valori mari ale nivelului de zgomot (ex: 103 dB(A)), creșterea distanței dintre receptori și sursă, nu contribuie la reducerea nivelului de zgomot, punctul de măsurare fiind în afara umbrei acustice a ecranului.

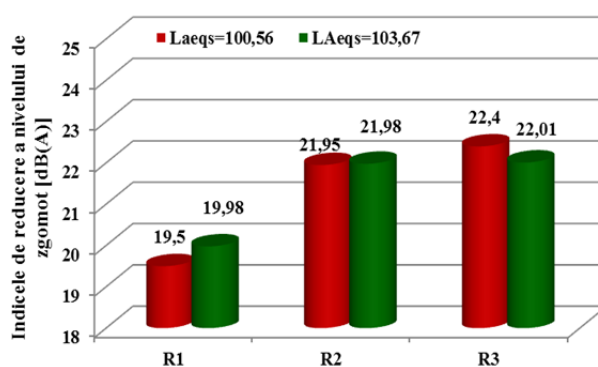


Fig. 8. Variația indicilor de reducere a nivelului de zgomot cu creșterea nivelului de zgomot emis de sursă, la distanța sursă-panou $d_s = 2$ m.

În toate rezultatele experimentale prezentate anterior, ecranul acustic studiat a fost poziționat vertical. Întrucât dispozitivul de testare a permis rotirea panoului acustic față de planul perpendicular, s-au măsurat valorile nivelului presiunii sonore în două cazuri de înclinare a panoului: cu unghiul $\beta = +30^\circ$ (fig. 6.15a) și cu $\beta = -30^\circ$ față de planul vertical (fig. 9). Nivelul de zgomot emis de sursă a fost de 103 dB(A), sursa fiind poziționată la distanța $d_s = 2$ m, iar punctele de măsurare au respectat aceleași distanțe și poziții față de barieră utilizate și în testele anterioare.

Analizând nivelul presiunii acustice măsurate în cele trei puncte (la distanțe diferite) și în cele trei cazuri de orientare a panoului acustic, se observă că poziția verticală a panoului și poziția înclinată către receptori (cu -30°) sunt cele mai avantajoase din punct de vedere al reducerii nivelului de zgomot (fig. 10). Analizând graficul de variație al indicelui de reducere a zgomotului și cunoscând teoria undelor elastice, se observă că fenomenul de difracție care apare la marginea superioară a ecranului acustic atunci când acesta este înclinat spre receptori duce la creșterea atenuării zgomotului cu creșterea distanței punctului de măsurare față de panou (fig. 11). Ca

CAPACITATEA DE IZOLARE ACUSTICĂ A PANOURILOR FONOLIZANTE DIN COPOLIMER ABS

urmă, încă din faza de proiectare a barierelor acustice, se poate prevedea la marginea superioară a panoului diferite forme, elemente sau materiale care să potențeze capacitatea de difracție a undelor acustice astfel încât acestea să fie direcționate sub un alt unghi [2, 3].

În tabelul 1 sunt centralizate datele cercetării experimentale privind evaluarea performanței acustice a barierelor fono-absorbante din panouri pe bază de ABS, în cazul fixării sonometrului în puncte coliniare, perpendiculare pe planul ecranului acustic, la distanțe variabile.

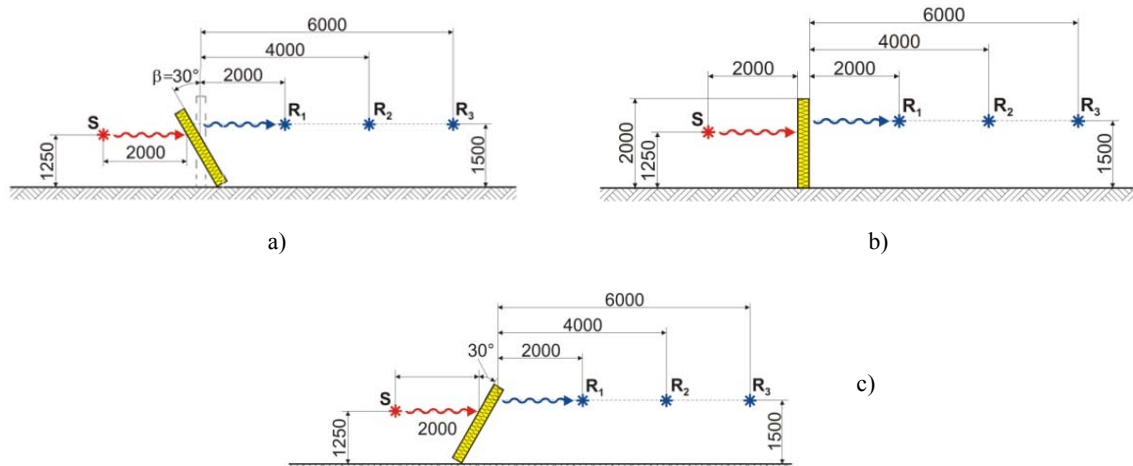


Fig. 9. Schema poziției ecranului acustic în cazul studierii influenței unghiului de înclinare al panoului: *a* – ecranul acustic înclinat spre sursă cu unghiul $\beta = +30^\circ$ față de planul vertical; *b* – poziția verticală (0° față de planul vertical); *c* – ecranul acustic înclinat spre punctele de măsurare, cu unghiul $\beta = -30^\circ$ față de planul vertical

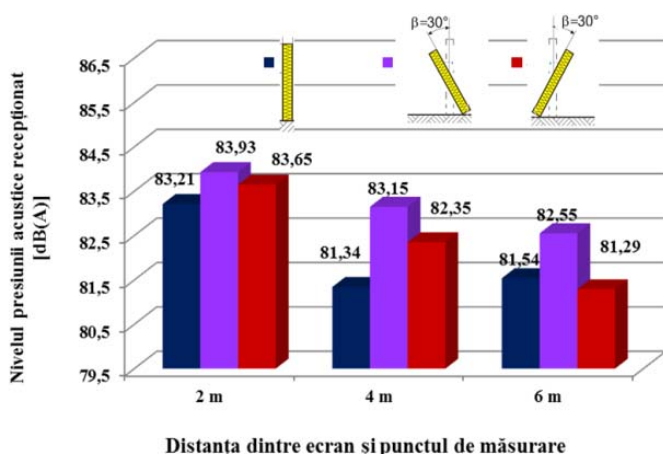


Fig. 10. Nivelul de zgomot înregistrat în punctele de măsurare din spatele ecranului acustic, în condiții diferite de înclinare a panoului

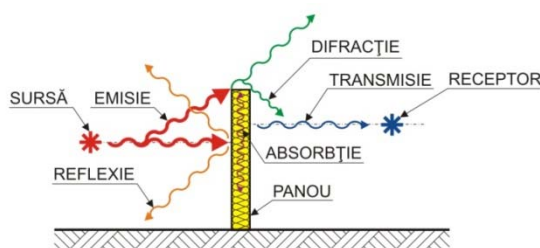


Fig. 11. Fenomenele acustice dezvoltate în timpul propagării undelor acustice emise de sursă în contact cu bariera de protecție fonică

Tabelul 1. Centralizarea parametrilor utilizați și măsurați în timpul testelor acustice în cazul poziționării receptorilor la distanțe perpendiculare diferite față de planul panoului

Cazuri	Înălțimea			Distanța în direcție perpendiculară pe panou				β [°]	Nivelul de zgomot			Indice de atenuare R_1 [dB(A)]	Indice de atenuare R_2 [dB(A)]	Indice de atenuare R_3 [dB(A)]		
	H_b [m]	H_s [m]	H_R [m]	d_s [m]	d_{R1} [m]	d_{R2} [m]	d_{R3} [m]		$LA_{eq\ fond}$ [dB(A)]	$LA_{eqs, mediu}$ [dB(A)]	LA_{eqR1} [dB(A)]					
1.1.	2,0	1,25	1,5	2	2	4	6	0	48,92	100,56	80,50	19,50	78,61	21,95	78,16	22,40
1.2.	2,0	1,25	1,5	4	2	4	6	0	48,92	100,56	78,63	21,93	78,56	22,00	77,82	22,74
2.1. abs	2,0	1,25	1,5	2	2	4	6	0	48,92	103,67	83,69	19,98	81,69	21,98	81,66	22,01
2.2. vm	2,0	1,25	1,5	2	2	4	6	0	48,92	103,67	83,21	20,46	81,34	22,33	81,54	22,13
3.1. vm	2,0	1,25	1,5	2	2	4	6	+30	48,92	103,67	83,93	19,74	83,15	20,52	82,55	21,12
3.2. vm	2,0	1,25	1,5	2	2	4	6	-30	48,92	103,67	83,65	20,02	82,35	21,32	81,29	22,38

3. CONCLUZII

• Cercetările experimentale realizate pe standul experimental au evidențiat faptul că panourile realizate din resturi de copolimer acrilonitril butadien stiren prezintă o absorbție bună, însă capacitatea de izolare acustică a barierelor ca ansamblu este influențată și de alți: distanța dintre sursă și receptori, poziția receptorilor față de sursă/barieră, unghiul de dispunere a barierei acustice față de planul vertical, mediul în care se efectuează măsurătorile (câmp deschis/zonă cu construcții, incinte etc.), factorii de mediu, cum ar fi temperatura aerului, umiditatea, viteza vântului etc. Astfel temperatura aerului trebuie să fie situată între 0...40°C, absența precipitațiilor, iar viteza vântului să nu depășească 5 m/s.

• În cadrul măsurătorilor e recomandat ca poziția ansamblului difuzor – microfon să fie fixă și să urmărească planul de rotație al măsurătorilor, pentru a evita reflexiile parazite.

• Acuratețea hărților de zgomot depinde în mare măsură de datele de intrare și de aceea, ca și în cazul volumelor de trafic, s-ar impune ca în fiecare oraș, în funcție de numărul de locuitori și de bugetul alocat, să fie instalate stații de monitorizare a zgomotului. Acestea pot înregistra nivelul zgomotului pe parcursul întregului an calendaristic. Astfel, cu datele stocate și completate cu măsurători periodice în puncte de măsurare strategic stabilite de către

specialiști, ar rezulta hărți de zgomot de acuratețe ridicată.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bratu, M., Ropotă, I., *Noise Attenuation using Panels Made of Polymer Composite Materials*, în Proceeding-ul sesiunii comisiei de acustică SISOM 2010 – Session of the Commission of Acoustics, București, 27 – 28 mai 2007.
- [2] Greiner, D., Aznarez, J., Maeso, O., Winter, G., (2010), *Single and multi-objective shape design of Y – noise barriers using evolutionary computation and boundary elements*, in Advanced in Engineering Software, 41 (2010), 368–378.
- [3] Ishizuka, T., Fujiwara, K., *Performance of noise barriers with various edge shapes and acoustical combination*, Applied Acoustics 65 (2004), 125–141.
- [4] Stanciu Mariana D., Timar Janos, Curtu Ioan, Rosca I. Calin, *Evaluation of acoustics properties of composite materials with potential application in the sound barriers structures*, în Proceedings, vol. IV – Advanced Transport Systems and Road Traffic of the 11th International Congress on Automotive and Transport Engineering CONAT2010, ISSN 2069-0401, pp. 91 – 96.
- [5] *** Directiva 2002/49CE din 25 iunie 2002.
- [6] *** ISO 9613-2: „Acustică – Diminuarea sunetului la propagarea sa în aer liber, partea a doua: metode generale de calcul”.
- [7] *** EN 1793 -1: „Absorbția sunetului”.
- [8] *** American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, Washington, DC, 2001.
- [9] *** American Association of State Highway and Transportation Officials, *A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets*, Washington DC, 2004.

Despre autori

Șef lucrări dr. ing. **Mariana Domnica STANCIU**
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Este absolventă a Facultății de Industria Lemnului, Universitatea Transilvania din Brașov, în 2008 a obținut titlul de master inginer în Dinamica Structurilor Mecanice și titlul de doctor în inginerie mecanică în anul 2009. A făcut studii postdoctorale la Universitatea „Transilvania” din Brașov în perioada 2010-2013. În timpul facultății a participat la concursul profesional „C. C. Teodorescu” obținând premiul I cu punctaj maxim. A participat la numeroase simpozioane și conferințe naționale și internaționale, a publicat încă din timpul facultății și al doctoratului o serie de lucrări și articole științifice (peste 75). Este membră în echipele de cercetare ale unor contracte științifice și director de proiect al unui contract științific de tip TD. E-mail: mariana.stanciu@unitbv.ro

Prof. univ. emerit dr. ing. dr. h. c. **Ioan CURTU**
Universitatea „Transilvania” din Brașov

A absolvit Facultatea de Industrializarea Lemnului; doctor inginer din anul 1973; conducător științific de doctorat din 1988, în specialitatea Rezistența materialelor, elasticitate și plasticitate; conducător științific la 23 teze de doctorat finalizate; Doctor Honoris Causa al Academiei Tehnice Militare din București (2008), Premiul „Traian Săvulescu” al Academiei Române (1990). A efectuat studii și cercetări în domeniul rezistenței, elasticității și testării lemnului și a compozitelor lignocelulozice, materializate în peste 500 de articole și lucrări științifice publicate la conferințe internaționale, în baze de date și simpozioane naționale. A publicat la edituri centrale peste 24 de cărți, iar pe plan local, 17 manuale universitare. Este membru titular al Academiei de Științe Tehnice din România. Este membru titular al Academiei de Științe ale Naturii a Federației Ruse, Moscova și președintele ARTENS. E-mail: curtiu@unitbv.ro