

# POLUAREA PRIN ZGOMOTE ȘI VIBRAȚII PROVENITE DIN TRANSPORTUL TERESTRU ȘI LUCRĂRILE DE CONSTRUCȚII ÎN SPAȚII URBANE

Polidor BRATU<sup>1</sup>, Gabriela MINDU<sup>2</sup>, Ovidiu VASILE<sup>3</sup>, Ana GHEORGHE<sup>4</sup>,  
Călin ANDRONE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Membru titular al Academiei de Științe Tehnice din România

<sup>2</sup>Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București,

<sup>3</sup>Universitatea „Politehnica” din București, <sup>4</sup>ICECON – București

**Rezumat.** Lucrarea se constituie - atât prin rezultate cât și prin metodele de investigare, evaluare și monitorizare a gradului de impact asupra populației – o sinteză menită să evidențieze gradul de poluare urbană prin contribuția simultană a zgomotelor și vibrațiilor, cu compoziții spectrale specifice atât transportului terestru urban cât și lucrărilor de construcții din perimetrul aferent. Pe baza datelor istorice, a rezultatelor experimentale investigate in situ, a efectelor psihosenzoriale a populației din spațiile exterioare cât și a ocupanților din spațiul de locuit, cercetările efectuate au dus la concluzia că gradul de severitate global poate fi exprimat prin doza de poluare determinată simultan de poluanții surselor urbane de transport și lucrări de construcții. Astfel, se prezintă pe lângă sursele exterioare de poluare și sursele de poluare ale echipamentelor înglobate în construcții de tipul aparatelor de condiționat aer, ventilatoare, grupuri de pompare – care deși se află legate de clădire, influențează totuși câmpul vibro-acustic interior și exterior, contribuind în mod semnificativ la mărirea dozei de poluare. În sinteză, se prezintă valorile parametrilor experimentali determinați în condiții de poluare urbană, generată de câmpul vibro-acustic al activităților din incinta șantierelor de construcții, al transportului urban terestru (tramvaie, autovehicule) și al echipamentelor amplasate în clădirile de locuit, social-culturale și publice. Aprecierea poluării printr-o doză unică de poluare a câmpului vibro-acustic, creează posibilitatea stabilirii zonelor de vulnerabilitate maximă cu riscuri specifice privind igiena, sănătatea și siguranța psihosenzorială a populației din spațiile aglomerate urbane.

**Cuvinte cheie:** zgomote și vibrații, doza de poluare, risc de expunere.

**Abstract.** The paper is - both through results and methods of investigation, evaluation and monitoring of the degree of impact on population - a summary intended to highlight the contribution of urban pollution simultaneous noise and vibration, with specific spectral composition as urban land transport and construction works related area. Based on historical data, experimental results investigated in situ, psycho effects of population from outdoor enclosures and the occupants of your living space, research led to the conclusion that global severity can be expressed by pollution dose determined simultaneously urban sources of pollutants transport and construction. Thus, in addition to the external sources of pollution and pollution sources embedded in construction equipment such as air conditioning appliances, fans, pumping units - which although it is related to building, however, affect the vibro-acoustic field inside and outside, contributing significantly to increasing the dose of pollution. In summary, the present experimental parameters determined in terms of urban pollution generated by vibro-acoustic field inside activities of construction sites, urban land transport (trams, vehicles) and equipment located in residential buildings, social and cultural and public. Pollution assessment by a single field of vibro-acoustic pollution, creates the possibility of establishing zones of maximum vulnerability specific risks hygiene, health and safety psycho urban population in crowded spaces.

**Keywords:** noise and vibrations, pollution dose, maximum vulnerability zone.

## 1. INTRODUCERE

Pe șantierele de construcții lucrările specifice se desfășoară atât în exterior, pe spații largi și deschise, cât și în interior în spații înguste și limitate.

Variatatea lucrărilor de construcții implică o analiză atentă a categoriilor de echipamente, procedeele tehnologice cât și a duratelor de lucru cu suprapunerea activităților în scopul caracterizării surselor de zgomot și vibrații localizate în mașini, echipamente și scule cât și în procese tehnologice specifice.

Impactul direct asupra personalului muncitor poate fi caracterizat, după cum urmează:

- influența zgomotului și vibrațiilor pentru personalul muncitor ce manevrează echipamentele tehnologice, aflat în cabină, platforme, postul de lucru în interior sau exterior.
- influența zgomotelor și vibrațiilor pentru muncitori datorită proceselor tehnologice ca rezultat al interacțiunii mașină-mediul de prelucrat.

Rezultatele obținute în România pentru zgomot și vibrații au la bază date semnificative specifice șantiierelor de construcții și caracterizează familii de mașini de construcții care totalizează peste 1500 de exemplare inspectate și testate.

## 2. CERINȚE PRIVIND NIVELUL DE ZGOMOT ȘI VIBRAȚII

Zgomotul și vibrațiile transmise omului în procesul muncii pe șantierele de construcții se apreciază sub aspectul cerințelor normative pe care trebuie să le îndeplinească echipamentele tehnologice și procesele de lucru ca surse, cu efecte prin solicitare psihică și psihofiziologică.

### Cerințe normative

a) Pentru echipamentele tehnologice de construcții nivelul de zgomot și vibrații trebuie evaluat ținând seama de următoarele documente principale:

- Directiva 98/37 a mașinilor preluată prin HG 119/2004;
- Directiva 89/655 pentru echipamentele aflate în exploatare preluată în cadrul L 90/1996 și Norme Generale de Protecția Muncii din 2002;
- Directiva 2000/14 pentru zgomotul emis în exterior preluată prin HG 539/2004;
- SR EN 474 pentru echipamentele tehnologice de construcții;
- SR ISO 2631 pentru vibrații transmise omului.

b) Pentru cerințele psihosenzoriale se aplică reglementările în vigoare. Astfel, categoria cerințelor psihice și psihofiziologice datorate nivelului ridicat de zgomot și vibrații este inclusă în normele generale de protecția muncii la anexa 2 "Boli profesionale cu declarare obligatorie".

## 3. SURSE DE ZGOMOT ȘI VIBRAȚII ÎN ȘANTIERELE DE CONSTRUCȚII

### 3.1. Lucrări de construcții executate în spații largi și fronturi deschise

Pe șantierele de construcții în spații închise din zona urbană, în principal pot fi reținute ca poluante următoarele categorii de lucrări:

a) **Lucrări de săpare, nivelare pământ natural.** Lucrările de terasamente și fundații generatoare de zgomot sunt:

- săpături cu excavatorul;
- nivelare și transport cu autogrederul și buldozerul;

- încărcare transport cu încărcătorul frontal;
  - forare de coloane în terenuri naturale de fundare;
  - vibroînfigerea palplanșelor;
  - compactarea pământurilor cu rulouri compactoare.
- b) **Lucrări de procesare și punere în operă** sunt următoarele:
- b1) *procesarea materialelor pentru punere în operă pe șantier:*
- ◆ *betoane*
    - preparare betonului;
    - transport și pompare beton;
    - vibrare beton;
  - ◆ *mixturi asfaltice:*
    - uscare, transportare, ciuruire;
    - malaxare și depozitare;
  - ◆ *agregate minerale balastieră și carieră:*
    - transportare;
    - concasare;
    - ciuruire prin vibrare;
    - separare părților fine.
- b2) *lucrări de drumuri:*
- ciocane perforatoare;
  - freze rutiere;
  - repartizoare de mixturi;
  - rulouri compactoare vibratoare.

### 3.2. Lucrări de construcții în spații închise (interiorul anvelopelor clădirilor)

Acestea sunt:

- tăierea și găurirea betoanelor: rotopercutante, freze-disc, găuritoare;
- asamblarea elementelor metalice prin autofiletare pentru plăci din gips-carton, panouri sandwich.

## 4. NIVELURI DE ZGOMOT MĂSURATE PE ȘANTIERE

Factorul poluant prin zgomot a fost măsurat în diverse situații de lucru, iar rezultatele în sinteză sunt date mai jos.

### 4.1. Șantiere deschise. Surse de zgomot

- a) *Echipamente tehnologice de construcții pentru lucrări de terasamente și fundații*
- procedee tehnologice generatoare de zgomot:
    - demolarea resturilor de beton + cărămidă;
    - încărcare - descărcare;
    - forarea piloților pentru îmbunătățirea terenului de fundare;
  - simultaneitatea funcționării echipamentelor aprox. 80%;
  - nivel de zgomot:  $L_{eq} = 83 - 92$  dB(A).
- b) *Reparații de drumuri*
- decopertă, frezare asfalt, curățire teren de resturi beton etc.;
  - freze asfalt, ciocane, încărcătoare-excavatoare;
  - mașini de asfaltat, nivelat compactat;

- simultaneitatea 78%;
- nivel de zgomot:  $L_{eq} = 85 - 90$  dB(A).

#### 4.2. Nivelul de zgomot și vibrații măsurate pe echipamente tehnologice de construcții

Este prezentat în tabelul următor.

Nr. crt.	Denumire utilaj	Nivel zgomot [dB(A)]		Nivel max. vibr. / freqv. 1/3 oct. [m/s <sup>2</sup> / Hz]			Observații
		Interior <i>Leq</i>	Exterior <i>Lp</i>	Volan	Scaun	Podea	
<i>Excavatoare (cupă, rotor, racleți, elindă)</i>							
1	P 802 (PROMEX)	79	76,5	0.6839/31,5	0.2213/31,5	0.2399/50	se poate lucra peste 4 h
2	P 851 HyEl (PROMEX)	76,1	78,16	0.6761/63	0.1413/63	0.4121/63	se poate lucra peste 4 h
3	S 1204 HyEl (PROMEX)	76,9	77,39	-	0.2630/63	1.6596/63	se poate lucra peste 8 h
4	S 1203 (PROMEX)	74	78		0.1216/31,5	0.1884/31,5	se poate lucra peste 8 h
<i>Buldoexcavatoare</i>							
1	Buldoexcavator CATERPILLAR tip 428 D	77,8	-	0,5188/ 63	0,0871/ 63	0,3126/63	se poate lucra peste 8 h
2	Buldoexcavator FIAT -HITACHI tip FB 90/2 -4PT	74,5	-	0,1972/31,5	0,2723/25	0,1698/25	se poate lucra peste 8 h
3	Excavator – încărcător, model BOREX, tip 2101	88,2	-	3.8019/50	1.1092/50	1.5668/50	se poate lucra peste 2 h
4	încărcător frontal multifuncțional model COMELF, tip 50.25	91	-	2.5119/80	0.2692/50	1.8621/80	se poate lucra peste 4 h
5	Buldoexcavator FIAT – HITACHI, tip FB 100 – 4PT/A	74	-	0.6998/40	0.1303/64	0.1365/63	se poate lucra peste 8 h
6	Hidromek TR HMK tip 102B	79,4	-	0.2213/315	0.0442/16	0.1429/63	se poate lucra peste 8 h
7	model JCB, tip 2CX Streetmaster	79	-	0.5821/63	0.1549/31,5	0.5754/63	se poate lucra peste 8 h
8	model KOMATSU, tip WB 93R - 2	77		0.3508/80	0.0447/16	0.3311/63	se poate lucra peste 8 h
<i>Încărcătoare frontale (pneuri, șenile, skid)</i>							
1	Utilaj compact multifuncțional model ROBOT, tip 170, JCB	91,6	-	0,5433/400	0,1202/80	0,3890/80	se poate lucra peste 8 h
2	încărcător frontal GEHL, model SL 4625	85,5	-	0.7499/400	0.2018/80	0.1380/80	se poate lucra peste 8 h
3	încărcător frontal IF 130 (NICOLINA)	-	-	1.4289/20	1.4962/20	-	se poate lucra peste 8 h
4	model JCB, tip 407B ZX	67	-	0.5012/63	0.0525/16	0.1462/50	se poate lucra peste 8 h
5	model KOMATSU, tip WA 270 - 3	74	-	0.3428/80	0.0624/25	0.0832/80	se poate lucra peste 8 h
6	Motostivuitoare containere tip MO-G 36-4CH-5BI (furci)	80,1	80,9	0.2/250	0,022/63	0.192/80	se poate lucra peste 8 h

Nr. crt.	Denumire utilaj	Nivel zgomot [dB(A)]		Nivel max. vibr. / frecv. 1/3 oct. [m/s <sup>2</sup> / Hz]			Observații
		Interior <i>Leq</i>	Exterior <i>Lp</i>	Volan	Scaun	Podea	
<i>Compactoare</i>							
1	Rulou compactor vibrator, tip W 554 (Vibromax)	81,2	-	-	-	-	
2	Cilindru compactor - vibrator ABG DD16 (INGERSOLL - RAND INT SALES LTD)	83,8	-	5.1880/50	3.9811/40	2.9512/40	se poate lucra peste 8 h
3	Rulou compactor vibrator tip BW 141 AD-2 (BOMAG)	-	-	3.1623/31,5	0.9333/40	2.0893/31,5	se poate lucra 2,5 h
4	Rulou compactor vibrator tip BW 211 D-3 (BOMAG)	-	-	1.7989/31,5	0.7762/31,5	0.4519/80	se poate lucra 2,5 h
5	Rulou compactor cu pneuri, model DYNAPAC, tip CP 201	86,6	71,3	5.2481/400	0.2317/31,5	0.2265/80	se poate lucra 8 h
6	Rulou compactor vibrator, model VIBROMAX, tip W 1601	87	80	2.3988/16	2.4266/16	2.5119/16	maxim o oră
<i>Picoane, ciocane de demolare sau perforatoare</i>							
1	Unealtă electrică portabilă de demolat, model SPIT, tip 490 (PRAKT)	92,8	-	50.6991/63	-	-	se poate lucra sub 30 min
2	Unealtă electrică portabilă de demolat, model SPIT, tip 331 (PRAKT)	84,8	-	62.3735/63	-	-	se poate lucra sub 30 min
<i>Stații de mixturi asfaltice</i>							<i>Fix-Mob</i>
1	IMA E (NICOLINA)	77,4	86,2	-	-	-	fixă
2	Model NICOLINA - MARINI, Tip 80 - 90	70	-	-	-	-	fixă
<i>Plăci vibratoare, maiuri</i>							
1	Placă vibratoare compactoare, model AMMANN, tip AVH 6020	96,7	-	0,9226/50	-	-	se poate lucra peste 8 h
2	Placa vibratoare unidirecțională, model BOMAG, tip BP 18/45 D-2	97,4	-	20.6538/40	-	-	se poate lucra sub 30 min
3	Mai compactor, model: SL 2R (VIBROMAX)	96	-	16.5959/50	-	-	se poate lucra sub 30 min
4	Placă vibratoare - tip VD 450/22	85	-	17.3780/40	-	-	se poate lucra sub 30 min
5	Placa vibratoare RAVI model: RRP 21 DY	96	-	16.4059/80	-	-	se poate lucra sub 30 min

### 4.3. Lucrări de montare pereți cortină, pereți interiori despărțitori, finisaje, pardoseli

Pentru astfel de lucrări sunt utilizate scule electrice ce produc zgomot cu rezultate ale măsurărilor în procesul tehnologic. Astfel, se prezintă următoarele tipologii de scule și procedee cu nivelul de zgomot determinat:

- scule portabile electrice (găurit, înșurubat, tăiat, polizat, șlefluit, rotopercutante);
- procese tehnologice: găurire, tăiere, șlefuire;

- grade de simultaneitate 60%;
- nivel de zgomot:  $L_{eq} = 78-85$  dB(A).

## 5. CONCLUZII

Față de cele de mai sus se impune, ca pentru respectarea legislației în vigoare, să se elaboreze proceduri de lucru cu caracter operațional care să se adreseze în egală măsură tuturor factorilor implicați în asigurarea condițiilor de muncă și sănătate pentru om în șantierele de construcții.

- Evaluarea nivelului de zgomot și vibrații transmise omului, pentru echipamentele de construcții noi produse în România și importate trebuie să se realizeze de către **laboratoare de încercări acreditate și/sau organisme de certificare notificate**.

- Evaluarea nivelului de zgomot emis în exterior, a nivelului de zgomot și vibrații transmis mecanicului mașinii pentru echipamentele aflate în exploatare sau importate la mâna a doua să se realizeze de către **organisme de inspecție acreditate** pe baza rezultatelor încercărilor de către laboratoare acreditate.

- Măsurarea nivelelor zgomotului și vibrațiilor trebuie să se realizeze de către **laboratoare de testare specializate acreditate și notificate**.

- Supravegherea îndeplinirii cerințelor pentru încadrarea în limitele admise pentru zgomot și vibrații transmise omului trebuie să se realizeze de către organisme notificate de autoritatea statului.

Pentru implementarea sistemului de evaluare, control și supraveghere este necesară **crearea documentelor normative**, astfel încât toți factorii implicați, producători, distribuitori, anteprenori și autoritățile statului să asigure condițiile transpunerii procedurilor din directivele europene și legislația națională.

## Bibliografie

1. Directiva europeană 2002/49/EC a Parlamentului European și a Consiliului, din 25 iunie 2002, Referitoare la evaluarea și managementul zgomotului ambiental.
2. Proceduri de inspecție tehnică a echipamentelor de construcții ICECON 2012. Contract cu MDRT.
3. Proceduri de inspecție tehnică PCC021/2000 aprobate de MLPAT.
4. CEEEX, Modul 1, contract nr. 110CEEEX-II-03/15.09.2006, *Sistem de monitorizare în timp real a vibrațiilor și zgomotului surselor industriale cu impact asupra colectivităților umane și a clădirilor din mediul urban – SMONTREVIZ*, Autoritatea contractantă: Centrul Național de Management Programe, Programul „Cercetare de excelență” 2006-2008.
5. AMTRANS: *Ecrane modulare fonoizolatoare pentru realizarea elementelor cu geometrie adaptabilă, în vederea reducerii zgomotului exterior produs de surse fixe și/sau mobile din clădiri și subsambluri construite*, contract nr. 6A09 / 2003.