



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

SOLICITAREA LA VIBRAȚII A COLOANEI VERTEBRALE ÎN CONDIȚII DE TRANSPORT

Axel Emil FARCAȘ, Mariana ARGHIR

OSCILLATING SPINE IN CONDITIONS OF TRANSPORT

The paper contains analysis of vibration measurements on a human subject located in a vehicle. The measurements were made by categories of road: asphalt, gravel and soil. Accelerometer positions were under the seat to the lumbar spine. This paper aims to establish the transmission of vibrations occurring in a vehicle and acting on the occupants.

Keywords: vibration effects, instrumentation, medium, transducer, sat
Cuvinte cheie: vibrații, efecte, aparate de măsură, mediu, traductor,
șezut

1. Considerații generale asupra solicitării la vibrații

Afecțiunile coloanei lombare includ probleme ale discurilor intervertebrale, cum sunt herniile și spondilozele, traumatisme musculare și traumatisme ale țesuturilor moi. Studii epidemiologice indică faptul că, suplimentar față de procesul normal degenerativ de îmbătrânire, deficiențele de ordin ergonomic de la locul de muncă contribuie la apariția unor afecțiuni ale coloanei lombare la persoana cu coloană sănătoasă, respectiv accelerează evoluția modificărilor existente în cazul persoanelor a căror coloane vertebrale au fost deja afectate.

Numărul de studii epidemiologice care tratează factori de risc de natură psihologică din timpul lucrului este considerabil mai mic decât

numărul studiilor care se concentrează pe încărcarea fizică. În plus, accentul este pus în mod mai apăsător pe factorii biomecanici. Cu toate acestea, se acumulează din ce în ce mai multe dovezi care tind să asocieze factori de natură psiho-socială cu afecțiunile coloanei lombare, în special acolo unde respectivii factori se manifestă în același timp cu cei de natură fizică [1].

2. Măsurarea vibrațiilor asupra organismului uman

Măsurătorile de vibrații mecanice [2] la șezut și spate pe drumuri bune (asfalt) și rele (neasfaltat, pietriș și piatră) s-au efectuat cu aparatul de măsurat zgomote și vibrații SVAN 958, aparat la care s-a conectat un traductor triaxial K3 special adaptat pentru a fi pus pe scaunul mașinii sub șezut sau sprijinit pe spătarul mașinii, loc unde se sprijină și spatele șoferului [3].

Șoferul expus la vibrații a fost un bărbat de 54 ani, cu o înălțime medie și greutate de 71 kg;

- măsurătorile s-au realizat la orele dimineții (ora 10); luna Martie,
- autovehiculul a fost Dacia Logan,
- măsurătorile s-au efectuat pentru două zone anatomice ale organismului uman, respectiv șezut și spate (coloană), măsurători efectuate pentru ambele poziții anatomice pe drum asfaltat, notat drum bun și drum neasfaltat, numit drum rău și acesta împărțit pe trei categorii respectiv: drum de pământ cu gropi, drum cu piatră și drum cu pietriș.

3. Rezultatele măsurătorilor

Măsurătorile sunt grupate pe: drum neasfaltat (gropi, piatra mare, pietriș) la spate-lombar și neasfaltat (piatră) la șezut. Putem observa din tabelele și graficele de mai jos că: • Accelerațiile transmise pe drum bun (asfalt) sunt mult mai mici comparativ cu cele transmise pe drum rău (pământ, piatră); • Se observă că pe drum rău, ordinea de creștere a ordinului de mărime a accelerațiilor este de la pietriș, piatră și cele mai mari pe pământ cu gropi; • La șezut valorile accelerațiilor transmise, atât pe drum bun cât și rău, sunt mai mici comparativ cu cele transmise la spate (coloană), aceasta probabil din pricina amortizărilor atât a scaunului cât și al stratului muscular al șezutului, comparativ cu coloana.

Tabelele au următoarele semnificații: 1 - Valorile pe drum asfaltat, la spate în partea lombară; 2 - Valorile pe drum neasfaltat

(drum cu gropi), spate-lombar; 3 - Drum bun piatră uniformă, spate-lombar; 4 - Drum rău piatră mare, spate-lombar; 5 - Drum bun macadan, spate-lombar; 6 - Drum rău pietriș, spate-lombar; 7 - Drum bun cu pedul așezat sub șezut; 8 - Drum rău cu pedul așezat sub șezut.

Tabelul 1

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
1,493	2,968	0,606	0,58	0,998
1,375	2,612	0,538	0,346	0,78
1,085	1,874	0,342	0,221	0,555
0,939	0,172	0,026	0,016	0,038

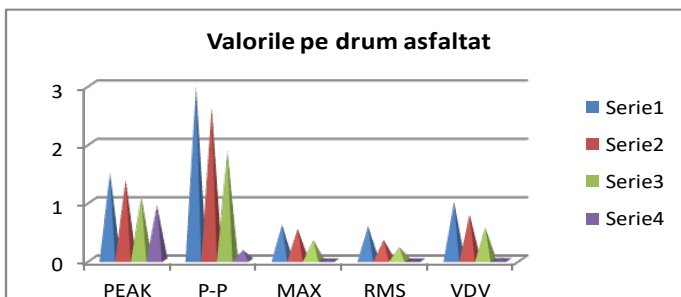


Fig. 1
Accele-
rația
măsurată
în partea
lombară,
pe un
drum
asfaltat

Tabelul 2

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
60,884	11,995	14,322	10,012	31,477
10,927	17,783	21,19	10,495	14,683
38,459	68,312	12,677	9,583	24,86
12,83	23,14	28,675	25,41	16,864

Tabelul 3

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
1,495	2,642	0,56	0,515	1,327
0,671	1,195	0,317	0,151	0,456
0,647	1,22	0,295	0,159	0,49
0,188	0,273	0,038	0,019	0,071

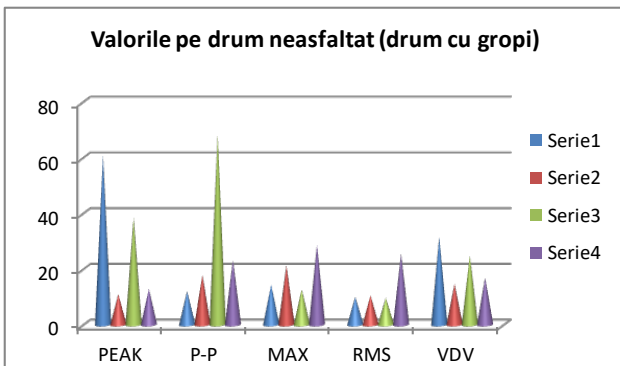


Fig. 2
Accelerația măsurată în partea lombara, pe un drum neasfaltat

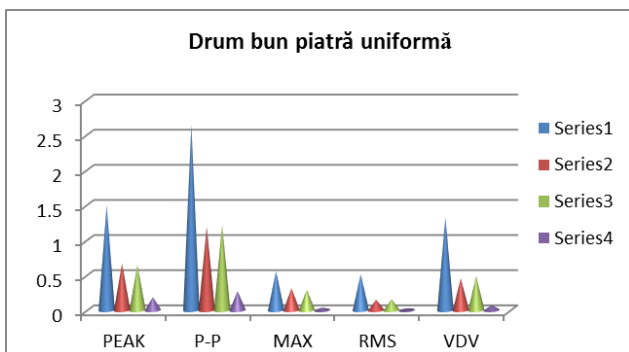


Fig. 3
Accelerația măsurată în partea lombară, pe un drum bun piatră uniformă

Tabelul 4

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
8,913	14,74	3,837	2,213	3,949
7,542	12,56	6,039	4,212	5,715
6,8	11,324	13,137	2,35	3,487
9,213	18,35	20,394	16,885	13,465

Tabelul 5

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
1,314	2,486	0,551	0,519	1,248
0,451	0,819	0,155	0,107	0,286
0,803	1,484	0,291	1,188	0,441
0,803	1,484	0,291	0,118	0,441

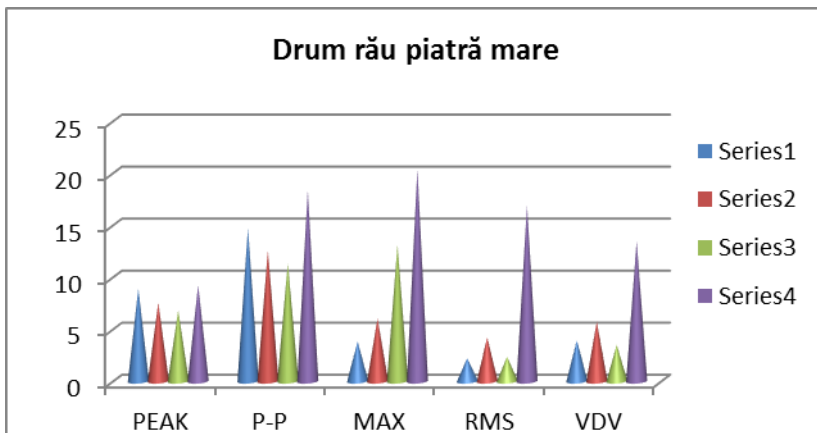


Fig. 4 Accelația măsurată în partea lombară, pe un drum rău piatră mare

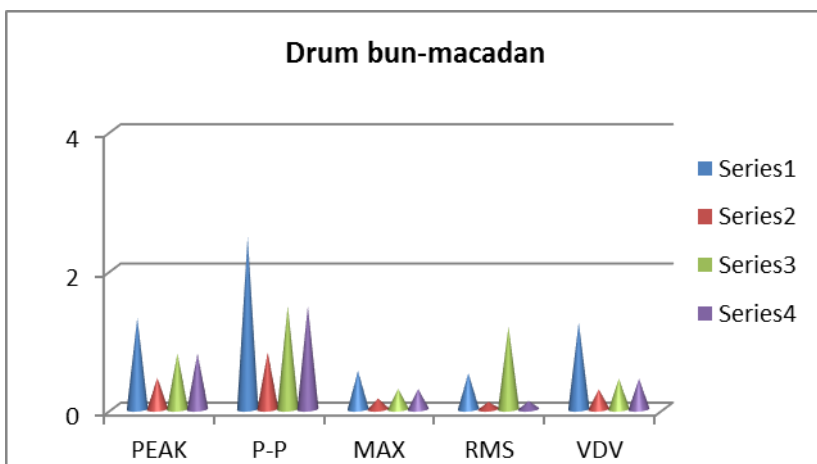


Fig. 5 Accelația măsurată în partea lombară, pe un drum bun-macadan

Tabelul 6

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
1,847	3,09	1,256	0,773	0,948
0,817	0,882	1,363	0,403	0,471
1,69	2,011	5,058	1,155	1,258
0,083	0,165	0,017	0,016	0,027

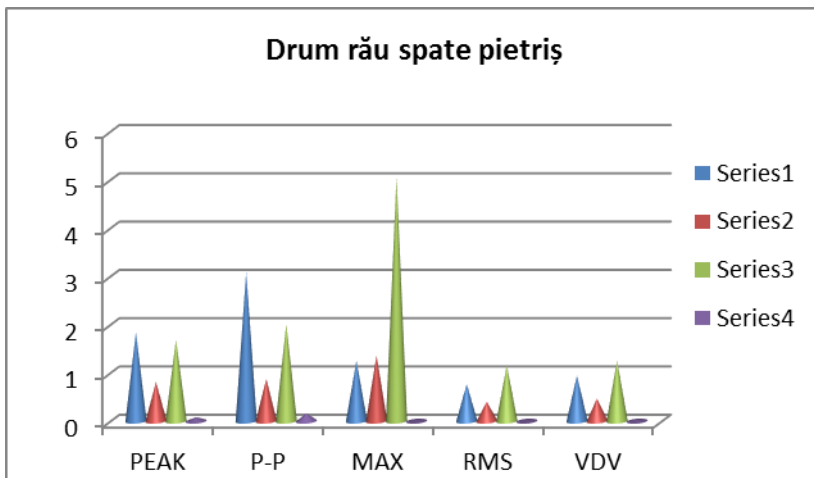


Fig. 6 Accelația măsurată în partea lombară, pe drum rău-pietriș

Tabelul 7

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
2,121	3,78	0,772	0,745	1,205
0,747	1,319	0,381	0,254	0,419
1,483	2,742	1,309	0,514	0,921
0,093	0,178	0,017	0,017	0,036

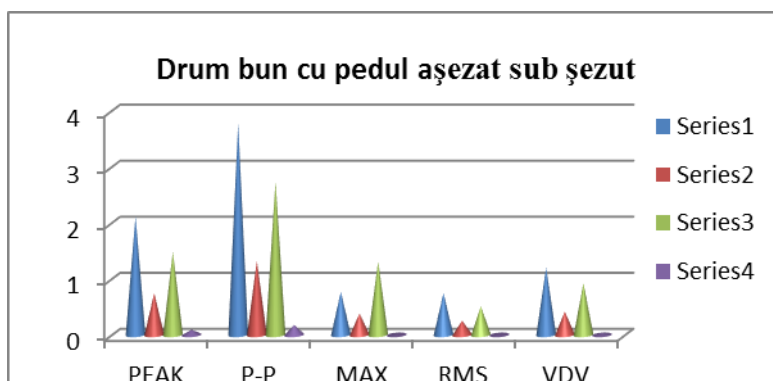


Fig. 7 Accelația măsurată pe drum bun cu pedul așezat sub șezut

Tabelul 8

PEAK [m/s ²]	P-P [m/s ²]	MAX [m/s ²]	RMS [m/s ²]	VDV [m/s ²]
8,337	14,723	3,33	1,728	5,297
4,56	8,72	2,371	1,556	3,859
7,112	11,885	2,844	1,519	4,508
0,1	0,184	0,018	0,016	0,052

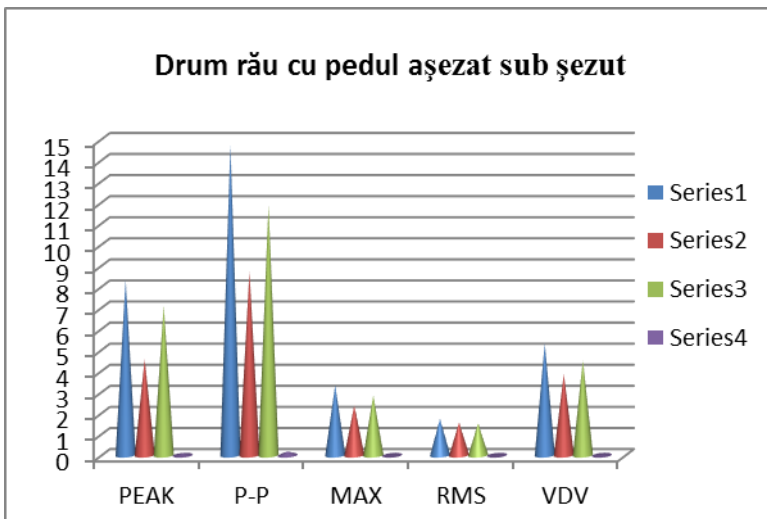


Fig. 8 Accelația măsurată pe drum rău cu pedul așezat sub șezut

4. Concluzii

În ceea ce privește percepția vibrațiilor induse de un vehicul care rulează, creșterea disconfortului este în strânsă legătură cu creșterea amplitudinii vibrațiilor și cu durata expunerii. Am constatat că la expunerea unei persoane la vibrații în timpul condusului, maximul accelerației vibrațiilor se resimte în zona gâtului și la coloana vertebrală. Frecvența de rezonanță a corpului uman a fost stabilită în jurul 4 Hz [4]. De asemenea, expunerea prelungită la vibrații conduce la disconfortul conducătorilor auto. Din aceste măsurători, am stabilit că senzația de disconfort crește proporțional cu timpul până la aproximativ 10 minute, după care se menține o valoare aproape constantă pe tot parcursul experimentelor. La frecvențe joase, disconfortul normalizat

rămâne aproape constant, în timp ce la frecvențe mai mari, disconfortul normalizat crește și apoi scade, ca dovadă a acomodării corpului uman la condiții de stres.

O altă zonă importantă, în ceea ce privește riscul la vibrații, este sistemul cap – coloana lombară, cu zona de rezonanță între 20÷30 Hz; aceasta este cea mai frecventă situație întâlnită, deoarece durerea se manifestă cel mai acut în zona coloanei vertebrale.

S-a studiat mai multe metode de analiză diferite, toate implicând măsurarea accelerației pe scaun și la spate și am prelucrat modelul de răspuns uman la accelerația vibrației. Unele dintre aceste tehnici includ metode pentru a calcula disconfortul pasagerilor la accelerațiile măsurate ale vibrațiilor. Cele mai multe rezultate indică faptul că în mașină vibrația nu este severă, însă ar putea provoca disconfort ocazional.

Deși este general acceptat că există o legătură între vibrații și durerile lombare, sunt greu de stabilit metode care să prevadă care indivizi sunt cei mai sensibili la durere.

Vibrațiile sunt percepute diferit, în funcție de sensibilitatea persoanei asupra căreia acționează, astfel încât nu se poate realiza o cuantificare exactă a modului în care organismul le percepe. Răspunsul uman la vibrații depinde de parametrii acestora (amplitudine și viteză, dar mai ales frecvență și accelerație), modul de transmitere, poziția corpului și durata expunerii. Totuși, s-au definit trei criterii de apreciere a stării de disconfort: pragul de percepție, senzația de neplăcere și stare de insuportabilitate.

Măsurătorile de vibrații transmise omului, dau valori din cele mai diferite și implicit efecte foarte variate, deoarece sunt influențate de o multitudine de factori.

În urma rezultatelor măsurătorilor putem constata următoarele valori, care nu afectează starea de sănătate a ocupanților:

1. Pe drum asfaltat accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,939 m/s² și 1,493 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 0,172 m/s² și 2,968 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,026 m/s² și 0,606 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,016 m/s² și 0,580 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,038 m/s² și 0,998 m/s²;

2. Pe drum neasfaltat-drum cu gropi accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 12,83 m/s² și 60,884 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 23,14 m/s² și 11,995 m/s²;

- Max este cuprinsă între 28,675 m/s² și 14,322 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 25,41 m/s² și 10,012 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 16,864 m/s² și 31,477 m/s²;

3. Pe drum bun cu piatră uniform accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,188 m/s² și 1,495 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 0,273 m/s² și 2,642 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,038 m/s² și 0,56 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,019 m/s² și 0,515 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,071 m/s² și 1,327 m/s²;

4. Pe drum rău piatră mare accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 9,213 m/s² și 8,913 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 18,35 m/s² și 14,74 m/s²;
- Max este cuprinsă între 20,394 m/s² și 3,837 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 16,885 m/s² și 2,213 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 13,465 m/s² și 3,949 m/s²;

5. Pe drum bun-macadan accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,803 m/s² și 1,314 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 1,484 m/s² și 2,486 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,291 m/s² și 0,551 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,118 m/s² și 0,519 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,441 m/s² și 1,248 m/s²;

6. Pe drum rău pietriș accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,083 m/s² și 1,847 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 0,165 m/s² și 3,09 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,017 m/s² și 1,256 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,016 m/s² și 0,773 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,027 m/s² și 0,948 m/s²;

7. Pe drum bun cu ped-ul sub șezut accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,093 m/s² și 2,121 m/s²;
- P-P este cuprinsă între 0,178 m/s² și 3,78 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,017 m/s² și 0,772 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,017 m/s² și 0,745 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,036 m/s² și 1,205 m/s²;

8. Pe drum rău cu ped-ul sub șezut accelerația dată de:

- Peak este cuprinsă între 0,100 m/s² și 8,337 m/s²;

- P-P este cuprinsă între 0,184 m/s² și 14,723 m/s²;
- Max este cuprinsă între 0,018 m/s² și 3,33 m/s²;
- RMS este cuprinsă între 0,016 m/s² și 1,728 m/s²;
- VDV este cuprinsă între 0,052 m/s² și 5,297 m/s²;

5. BIBLIOGRAFIE

- [1] Farcaș, A., Arghir Mariana, *Boli provocate de acțiunea vibrațiilor asupra organismului uman*, Conferința Națională Multidisciplinară, Cugir 2014, Inginerie, Ediția II/Vol. 1, pag. 317- 326, Editura Alba Iulia.
- [2] Cristea, A., Farcaș A., Arghir M., *Study regarding the vibration transmission of the autovehicle about human body*. Acta Technica Napocensis 59, Issue IV pag.379, Editura U.T.Press, 2017.
- [3] Farcaș, A., Arghir, M., *Contribuții prin măsurători la studiul vibrațiilor transmise organismului uman*, Conferința Internațională Multidisciplinară, Sebeș, 2014, Știința și Inginerie, Vol. 26/2014, pag.303-310, Editura AGIR.
- [4] Marin, C., *Vibrațiile mașinilor unelte*, Editura Impuls, București, 2003.
- [5] Bratu P., *Vibrații mecanice*, Editura Impuls, București, 1998.
- [6] * * * Directiva Parlamentului European și a Consiliului 44/2002/CE, partea 1, 25.06. 2005.
- [7] Pandrea, N., Bădău, C., *Vibrații mecanice*, Pitești, 1991.
- [8] Truță, A., Arghir, M., *Noțiuni de biomecanica organismului uman în mediul vibrațional*, Editura Arcadia, 2010.
- [9] * * * <http://www.svantek.com.pl/site/produkty/958/SVAN958.pdf>
- [10] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Drd. Ing. Acel Emil FARCAȘ
 Prof.Em. Dr. Ing. Mariana ARGHIR
 Departamentul Ingineria Sistemelor Mecanice,
 Facultatea Construcției de Mașini, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
 B-dul Muncii, Nr. 103-105, Cod: 400.641
 Tel: 0264.401.759; 0265. 401.657
 membri AGIR