

# ÎNCERCAREA DINAMICĂ A PASAJULUI SUPRATERAN DE ACCES ÎN MUNICIPIUL CÂMPINA

Cristian – Lucian Ghindea<sup>1</sup>  
Dan Crețu<sup>1</sup>  
Radu Cruciat<sup>1</sup>

## REZUMAT

În cazul majorității structurilor de poduri este obligatorie implementarea unui program de încercare, înainte de darea în funcțiune. De obicei, pentru poduri cu deschideri mici și cu un sistem structural simplu, programul de încercare constă doar din încercarea în regim static. În situația în care se utilizează tehnologii speciale pentru execuție, materiale sau modelul structural sunt necesare, de asemenea, și încercări în regim dinamic. Pasajul suprateran ce permite accesul în municipiul Câmpina constă dintr-o structură principală cu două fire de circulație, iar la capete având patru căi de acces, fiecare cu un singur fir de circulație. Pasajul este împărțit în cinci sectoare, fiecare fiind reprezentate de structuri independente. Acestea sunt compuse din pile metalice cu tablier compozit. Tablierul este realizat din grinzi principale și antretoaze metalice și dală de beton armat în conlucrare. Ținând seama de forma curbă și tipul structural special a podului a fost necesară realizarea unui program de încercare dinamică, extins pentru fiecare sector individual de pod. În lucrare se prezintă condițiile specifice încercării dinamice a pasajului și rezultatele obținute în urma testelor experimentale. În urma încercării experimentale a podului s-au obținut caracteristicile dinamice ale acestuia, reprezentate de frecvențele de vibrație verticală a tablierului și de fracțiunea de amortizare critică la nivelul acestuia. De asemenea sunt prezentate o serie de observații generale privind compararea rezultatelor experimentale cu rezultatele de calcul obținute în general la proiectarea structurii.

**CUVINTE CHEIE:** încercări experimentale, caracteristicile dinamice ale podului, încărcări din trafic

## ABSTRACT

The testing program of the bridges before commissioning is mandatory for almost all the bridges. Usually, for bridges with small spans and a simple structural type, the testing program consists only from static loading tests. When special building technologies, materials or structural models are involved in the bridge building, the dynamic testing of the bridge is required, also. The overpass from the Câmpina city entrance consists of a main passage with two lanes and, at the ends, four access roads with one lane each. The overpass is divided in five sections, acting as independent structures. These are composed from steel piers with composite decks. Each composite deck is made from a main steel girder with cross steel girders and reinforced concrete slab. Taking into account the curved shape of the bridge and the special structural type of the bridge, it was required an extended dynamic testing program, for every section of the bridge. This paper presents the dynamic test conditions for the overpass and the results obtained following the experimental tests. The dynamic characteristics of the overpass deck were obtained, as result of the experimental testing of the bridge. These characteristics are represented by frequencies of the vertical oscillations of the decks and the damping ratios. Some general observations, about the comparison between of the experimental results and the design characteristics, are presented, also, in the paper.

**KEYWORDS:** experimental testing, bridge dynamic characteristics, road traffic.

---

<sup>1</sup> Laboratorul de Rezistența Materialelor, Universitatea Tehnică de Construcții București, Departamentul de Rezistența Materialelor, Poduri și Tuneluri, București, bd. Lacul Tei 124, sector 2 (e-mail: ghindea@utcb.ro)

## 1. INTRODUCERE

În etapa de calcul a structurii unui pod apar în mod inerent o serie de ipoteze simplificatoare, plecând de la relațiile de calcul și ajungând la modelul structural de calcul. Condițiile de execuție, materialele și tehnologiile utilizate pot conduce la abateri, mai mici sau mai mari, de la proiectul structurii. De asemenea este necontestată importanța unui pod asupra activității umane, atât din punct de vedere social, dar și din punct de vedere economic. Ca urmare a celor menționate, în general, conform reglementărilor la nivel național, dar și la nivel internațional, înainte de recepția finală, pentru structurile de poduri sunt prevăzute programe de încercare speciale, diferite de încercările normale și periodice ce au loc pe parcursul execuției.

Aceste programe de încercare se referă la observarea comportării structurilor de poduri sub încărcări și au două componente: încercări la încărcări în regim static și încercări în regim dinamic de încărcare.

Complexitatea programul de încercări este aleasă în funcție de diverși factori, cum ar fi: complexitatea structurii podului, importanța acestuia, materialele și tehnologiile utilizate etc.

În prezenta lucrare sunt prezentate diverse aspecte legate de încercarea în regim dinamic a unui pasaj rutier, important atât prin funcționalitatea acestuia, cât și complexitatea structurii.

## 2. PREZENTAREA STRUCTURII

Pasajul suprateeran asigură accesul din Drumul Național 1 (DN1) în municipiul Câmpina, județul Prahova, și invers. Acesta se compune dintr-un pasaj principal, cu două benzi de circulație, și din cele patru bretele de acces, cu câte o singură bandă de circulație, de la cele două capete.

Pasajul principal are o lungime de 196 m pe direcția Câmpina - București și 195 m pe direcția Câmpina - Brașov, iar bretelele de acces au lungimi cuprinse între 50 m și 114 m.

Suprastructura pasajului este realizată în sistem de tablier mixt cu conlucrare, compus din grinzi și antretoaze metalice. Tablierul fiecărei căi este alcătuit dintr-o grindă metalică semi-casetată cu pereți drepți.

Din punct de vedere static structura se compune din 5 cadre (tronsoanele I-V) cu câte 3 deschideri de 30m lungime fiecare, cadrele fiind legate unul cu celălalt prin simplă rezemare (figura 1.1)

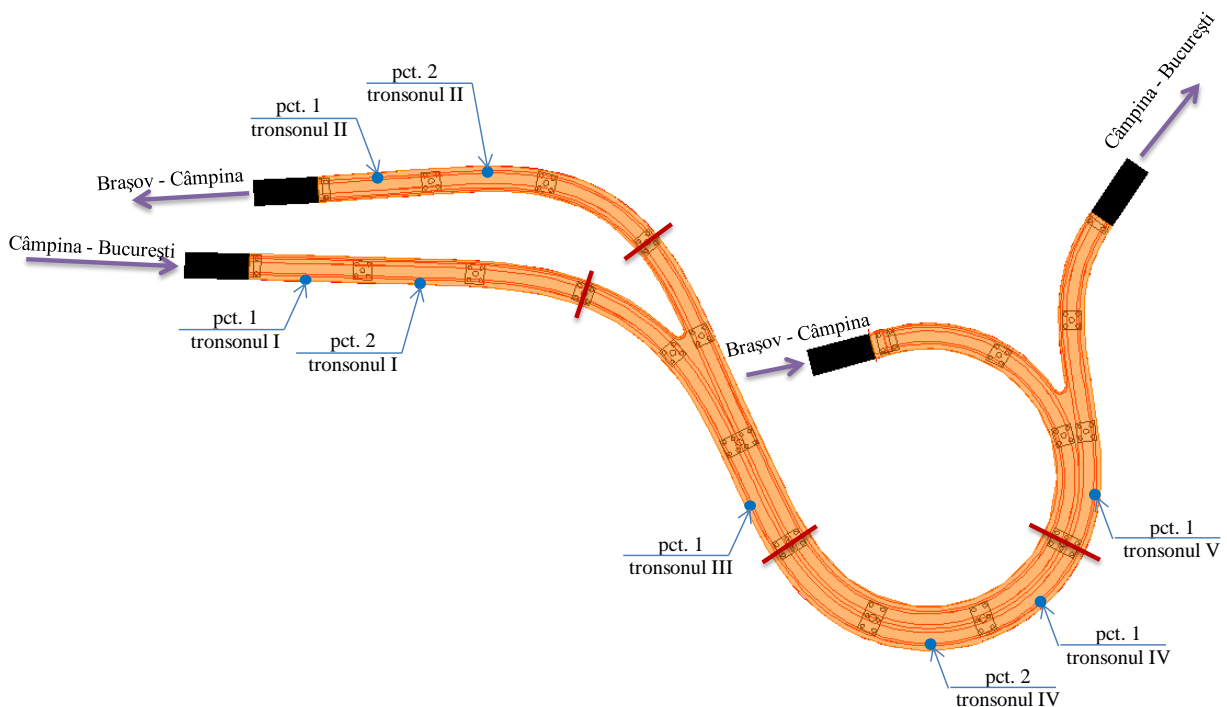


Fig. 1 Schemă pasaj suprateeran cu amplasarea punctelor de măsură

### 3. MATERIALE ȘI METODE EXPERIMENTALE

Din punct de vedere teoretic, încercarea podurilor cu încărcări de probă în regim dinamic are ca scop determinarea tuturor caracteristicilor dinamice ale structurii podurilor, coeficient de amplificare dinamic, frecvențe și, respectiv, perioade proprii de vibrație, decrement logaritm al vibrațiilor libere, fracțiune din amortizarea critică (STAS 12504, 1986). În funcție de complexitatea aparaturii de testare, de volumul mare de teste necesare pentru determinarea acestora și de condițiile economice în care sunt realizate încercările, în general, testele experimentale urmăresc doar o parte a acestor caracteristici dinamice.

Încercările pasajului suprateran analizat, au avut ca scop obținerea frecvențelor de vibrație și a fracțiunii din amortizarea critică rezultate din oscilațiile verticale induse la nivelul tablierului podului. Monitorizarea experimentală s-a realizat prin înregistrarea accelerațiilor verticale ale tablierului.

#### 3.1. Descrierea echipamentelor

Aparatura utilizată permite măsurarea în timp real a accelerațiilor verticale și orizontale ale podului, precum și stocarea pe suport electronic a datelor obținute.

Componentele lanțului de măsură (figura 5) sunt următoarele:

- Senzorii – Accelerometre capacitive, seria 3700 (producător PCB PIEZOTRONICS, SUA), utilizate pentru măsurarea accelerațiilor podului (figura 2)
- Condiționatoare de semnal, model 478A01 (producător PCB PIEZOTRONICS, SUA), folosite pentru a asigura sursa de curent pentru accelerometrele capacitive utilizate și pentru transferul semnalului către stația de achiziție a datelor (figura 3)
- Stație de achiziție a datelor de tip „SPIDER 8” cu 8 canale (producător Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Germania), asigură amplificarea semnalului și transmiterea acestuia către unitatea de stocare (figura 4)
- Computer portabil
- Program software „CATMAN PROFESSIONAL” (producător Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Germania), utilizat pentru prelucrarea, reprezentarea și stocarea datelor măsurate experimental.



Fig. 3 Accelerometru capacitiv, seria 3700



Fig. 4 Condiționator de semnal, model 478A01



Fig. 5 Punte de preluare de date de tip „SPIDER 8”

#### 3.2. Amplasarea traductorilor

Încercarea s-a realizat în 8 puncte distincte ale pasajului suprateran. Pe fiecare tronson al podului s-a realizat câte un punct de încercare în secțiunea centrală a uneia din deschiderile marginale ale cadrului. Pentru tronsoanele I, II și IV s-au realizat încercări și la mijlocul deschiderilor centrale. În fiecare punct de măsurare s-au amplasat trei accelerometre, unul în secțiunea încercată și alte două accelerometre la aproximativ 1.20 m în vecinătatea celui central. Din cele trei accelerometre două s-au considerat active, al treilea fiind montat pentru siguranță și eventuale comparații ale înregistrărilor.

Accelerometrele au fost fixate direct de calea de rulare a podului, prin intermediul unor cleme metalice (figurile 5 și 6) ce asigură transmiterea integrală a vibrațiilor podului către senzori (ISO 5348, 1998).

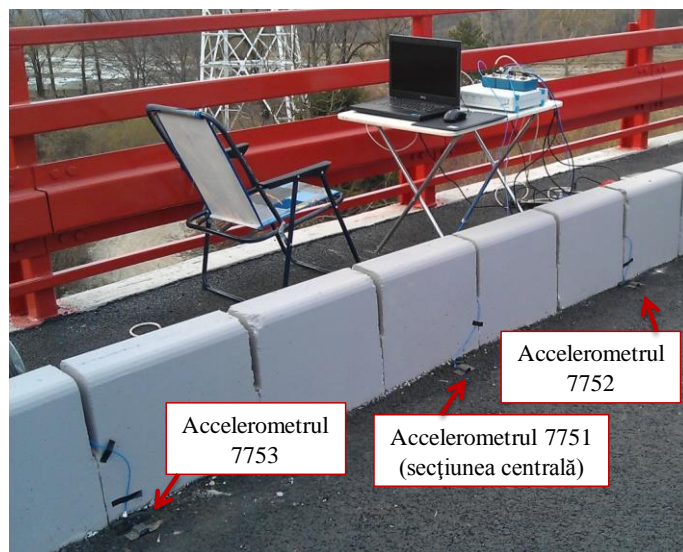


Fig. 5 Amplasarea traductorilor pentru preluarea accelerațiilor în punctul numărul 1 de măsură (tronsozul V)



Fig. 6 Detaliu montaj traductorilor pentru preluarea accelerațiilor

### 3.3. Principii generale de măsurare și interpretare a rezultatelor

În funcție de etapa de încercare, solicitarea dinamică a podului s-a realizat cu ajutorul unui camion de probă încărcate cu balast (figura 7) având o masă totală de 40 t (figura 8). S-au înregistrat accelerațiile podului, în timp real, în trei faze ale încercării: în faza premergătoare șocului (de la intrarea camionului pe tronsonul de pod încercat), în momentul șocului și după producerea șocului (până la ieșirea camionului de pe tronsonul încercat), când s-a considerat că tablierul vibrează liber. Conform reglementărilor în vigoare (STAS 12504, 1986), șocul necesar realizării încercării a fost generat prin trecerea camionului, rulând cu diverse viteze, peste câte un prag, realizat dintr-un dulap de lemn standard (30x4-300cm) cu muchiile teșite la aproximativ 45° (figura 9).

Cu toate că, în mod standard, la încercarea dinamică cu încărcări de probă realizate cu vehicule de probă acestea trebuie să ruleze cu minim cinci trepte de viteză (STAS 12504, 1986), din cauza formei pasajului, a limitării de viteză impuse la circulația pe acesta și din condiții de siguranță, în cadrul programului de încercări au fost prevăzute doar trei trepte de viteză. Astfel s-au efectuat trei etape de încărcare dinamică, după cum urmează:

- Etapa 1: Camionul rulând cu viteza de 10 km/h;

- Etapa 2: Camionul rulând cu viteza de 20 km/h;
- Etapa 3: Camionul rulând cu viteza de 30 km/h;



Fig. 7 Camionul de probă în timpul încercării dinamice

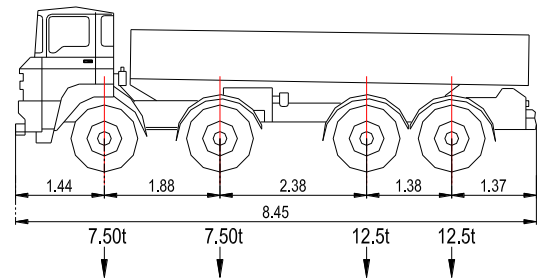


Fig. 8 Schemă camion de probă



Fig. 9 Pragul realizat din scândură din lemn cu muchii teșite

Așa cum s-a mai menționat, în urma prelucrării ulterioare a rezultatelor obținute s-au determinat frecvențele de vibrație verticală ale tablierului și decrementul logaritmic al mișcării la vibrații libere prin intermediul căruia s-a determinat fracțiunea de amortizare critică.

Ca urmare a sensibilității ridicate a aparatelor, necesară pentru preluarea tuturor oscilațiilor tablierului la vibrații și exprimată prin numărul mare de valori măsurate pe secundă, accelerațiile măsurate sunt influențate și de vibrațiile ambientale, și în mod special, în acest caz, de vibrațiile induse de rularea camionului de probă.

Pentru determinarea mai exactă a frecvențelor de vibrație ale podului experimentat s-au realizat spectre de putere în scopul determinării conținutului în frecvențe al mișcării. Spectrul de putere asigură transformarea unei funcții din domeniul timpului în domeniul frecvențelor (descompunerea funcției în sinusoidale de diverse frecvențe), în cazul unor serii discrete de valori (cazul accelerogramelor înregistrate), sinusoidalele reprezintă armonicile frecvențelor fundamentale ale funcției analizate.

Pe lângă post-prelucrarea automată a înregistrărilor s-au realizat și prelucrări manuale ale accelerogramelor, în vederea determinării decrementului logaritmic și, implicit, a fracțiunii din amortizarea critică.

Perioada proprie de vibrație fundamentală se măsoară pe graficul de variație al accelerațiilor, fiind reprezentată de durata unei oscilații complete, iar frecvența proprie de vibrație se determină ca

inversul perioadei (Chopra, 2006), după cum urmează:  $f_1 = 1/T_1$  [Hz].

Decrementul logaritmic al vibrațiilor libere se determină ca  $\delta = 1/n \ln \ddot{u}_i / \ddot{u}_{i+n}$ , unde  $\ddot{u}_i$  este amplitudinea accelerației pentru oscilația  $i$ , iar  $\ddot{u}_{i+n}$  este amplitudinea accelerației pentru oscilația  $i + n$ . Rezultă fracțiunea de amortizare critică, după cum urmează (Chopra, 2006):

$$\xi = \frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$$

#### 4. REZULTATE EXPERIMENTALE

Ca urmare a volumului mare de înregistrări experimentale obținute în cadrul programului de încercări, în continuare se vor exemplifica, pentru o vizualizare de principiu, doar o parte a rezultatelor obținute. În continuare sunt prezentate rezultatele obținute în punctul numărul 1 de măsură, aflat în deschiderea marginală a cadrului central, tronsonul III.

##### 4.1. Etapa 1 de încărcare

Încercarea s-a realizat cu un camion de probă rulând cu viteza constantă de 10 km/h.

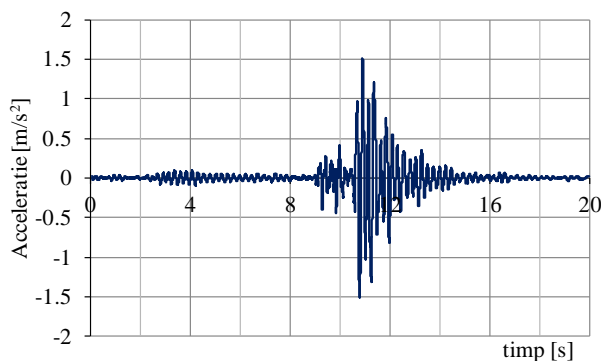


Fig. 10 Acceleratii verticale în punctul 1, tronson III (10 km/h), accelerometrul 7751

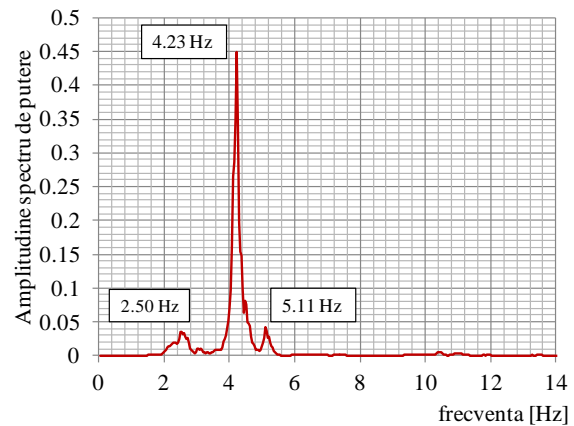


Fig. 11 Spectrul de putere, accelerometrul 7751, punctul 1, tronson III (10 km/h)

##### 4.2. Etapa 2 de încărcare

Încercarea s-a realizat cu un camion de probă rulând cu viteza constantă de 20 km/h.

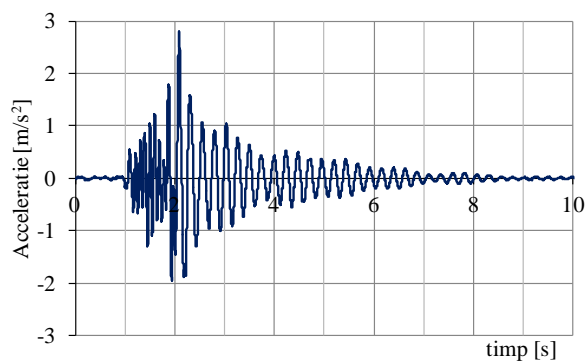


Fig. 12 Acceleratii verticale în punctul 1, tronson III (20 km/h), accelerometrul 7751

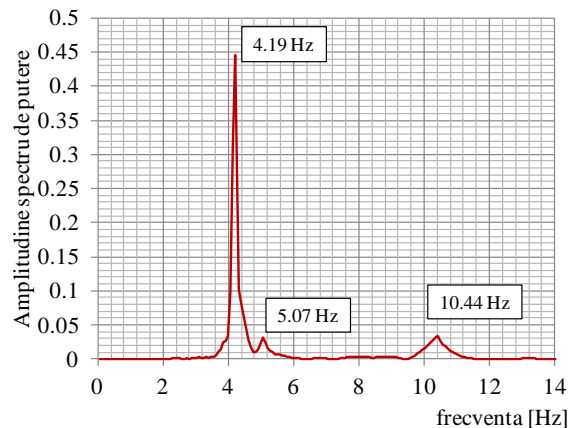


Fig. 13 Spectrul de putere, accelerometrul 7751, punctul 1, tronson III (20 km/h)

### 4.3. Etapa 3 de încărcare

Încercarea s-a realizat cu un camion de probă rulând cu viteza constantă de 30 km/h.

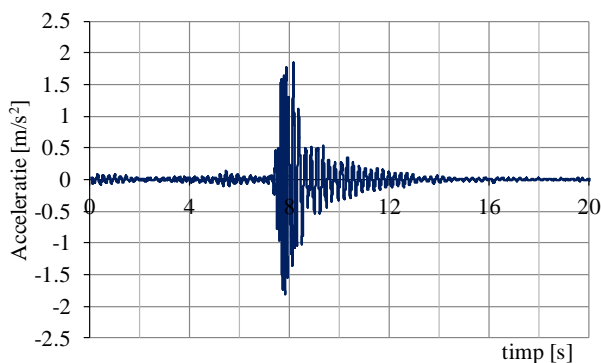


Fig. 14 Acceleratii verticale în punctul 1, tronson III (30 km/h), accelerometrul 7751

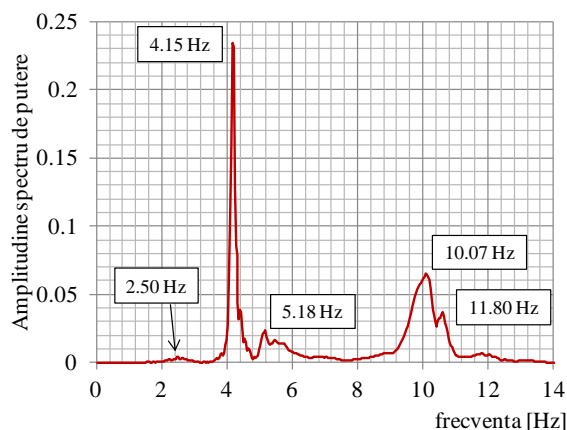


Fig. 15 Spectrul de putere, accelerometrul 7751, punctul 1, tronson III (30 km/h)

### 4.4. Evaluarea decrementului logaritmic și a fracțiunii de amortizare critică

Evaluarea s-a realizat prin prelucrarea manuală a accelerogramelor măsurate, respectând procedeul descris în capitolul 3.3. În acest caz, valorile perioadelor și frecvențelor de vibrație, redată în tabelul 1 au un grad de incertitudine mai mare, în raport cu cele obținute din spectrele de putere.

Tabelul 1 Frațiunea de amortizare critică și accelerații maxime înregistrate pentru tronsonul II

| Viteza de încercare [km/h] | Accelerometru | Perioadă de vibrație [s] | Frecvență de vibrație [Hz] | Decrement logaritmic [ $\delta$ ] | Frațiune de amortizare critică [ $\xi$ ] | Accelerație maximă înregistrată [ $m/s^2$ ] |
|----------------------------|---------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---|
| 10 km/h                    | 7751          | 0.32 s                   | 3.13 Hz                    | 0.312                             | 4.97%                                    | 1.51 $m/s^2$                                |
|                            | 7752          | 0.33 s                   | 3.03 Hz                    | 0.305                             | 4.86%                                    | 1.49 $m/s^2$                                |
| 20 km/h                    | 7751          | 0.24 s                   | 4.17 Hz                    | 0.372                             | 5.92%                                    | 2.79 $m/s^2$                                |
|                            | 7752          | 0.24 s                   | 4.17 Hz                    | 0.396                             | 6.30%                                    | 2.88 $m/s^2$                                |
| 30 km/h                    | 7751          | 0.35 s                   | 2.86 Hz                    | 0.454                             | 7.23%                                    | 1.84 $m/s^2$                                |
|                            | 7752          | 0.39 s                   | 2.56 Hz                    | 0.432                             | 6.87%                                    | 1.84 $m/s^2$                                |

### 4.5 Centralizarea rezultatelor generale pentru întreg pasajul suprateran

În tabelul 2 s-a realizat centralizarea frecvențelor de vibrație determinate prin prelucrarea înregistrărilor accelerațiilor verticale ale celor cinci cadre componente ale pasajului suprateran. De asemenea pentru fiecare tronson s-a făcut o mediere a fracțiunii de amortizare critică, așa cum s-a exemplificat anterior.

## 5. CONCLUZII

Analizând valorile din tabelul 2 se poate observa că cea mai mică frecvență de vibrație determinată pe baza înregistrării accelerațiilor verticale ale fiecărui cadru component al pasajului suprateran a rezultat în cazul tronsonului I. Valoarea frecvenței de vibrație verticală minimă este de 2.16 Hz, corespunzând unei perioade de vibrație de 0.46 secunde.

Tabelul 2 Frecvențe de vibrație, fracțiuni de amortizare critică și accelerații maxime la oscilațiile verticale ale tablierului pasajului suprateran

| <b>Tronson (cadru)</b>        |            | <b>Tronsonul I</b>               |              |                |                                  |              |                | <b>Tronsonul II</b>              |              |                         |                                  |                      |                         |
|-------------------------------|------------|----------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Punct de măsurare             |            | Pct. 1<br>(deschidere marginală) |              |                | Pct. 2<br>(deschidere centrală)  |              |                | Pct. 1<br>(deschidere marginală) |              |                         | Pct. 2<br>(deschidere centrală)  |                      |                         |
| Viteza de încercare [km/h]    |            | 10                               | 20           | 30             | 10                               | 20           | 30             | 10                               | 20           | 30                      | 10                               | 20                   | 30                      |
| Frecvențe de vibrație [Hz]    | 2 ÷ 3 Hz   | 2.16<br>2.57                     | -            | 2.5            | 2.31<br>2.54                     | -            | 2.46           | 2.32<br>2.72                     | -            | 2.46                    | 2.50                             | -                    | 2.75                    |
|                               | 3 ÷ 4 Hz   | 3.38<br>3.82                     | 3.34<br>3.82 | 3.38<br>3.90   | -                                | 3.90         | -              | 3.45<br>3.68                     | 3.38<br>3.79 | 3.49<br>3.79            | 3.64                             | 3.68                 | -                       |
|                               | 4 ÷ 5 Hz   | 4.19                             | 4.15<br>4.78 | 4.22<br>4.81   | 4.78                             | 4.78         | 4.01<br>4.74   | 4.19<br>4.70<br>4.71             | 4.71         | 4.19<br>4.71            | 4.74                             | 4.63<br>4.71         | 4.67                    |
|                               | 5 ÷ 6 Hz   | -                                | -            | 5.29<br>5.59   | -                                | -            | 5.18           | -                                | -            | 5.44<br>5.81            | -                                | -                    | 5.26                    |
|                               | 6 ÷ 10 Hz  | -                                | -            | -              | -                                | -            | -              | -                                | -            | 9.85                    | -                                | -                    | -                       |
|                               | 10 ÷ 15 Hz | -                                | 10.18        | 10.07          | -                                | -            | 10.26<br>10.37 | -                                | 10.07        | 10.00<br>10.96<br>10.99 | -                                | -                    | 11.25                   |
| Fracțiune de am. critică [%]  |            | 6.68%                            |              |                |                                  |              |                | 7.20%                            |              |                         |                                  |                      |                         |
| Acc. max. [m/s <sup>2</sup> ] |            | 3.08 m/s <sup>2</sup>            |              |                |                                  |              |                | 2.44 m/s <sup>2</sup>            |              |                         |                                  |                      |                         |
| <b>Tronson (cadru)</b>        |            | <b>Tronsonul III</b>             |              |                | <b>Tronsonul IV</b>              |              |                |                                  |              |                         | <b>Tronsonul V</b>               |                      |                         |
| Punct de măsurare             |            | Pct. 1<br>(deschidere marginală) |              |                | Pct. 1<br>(deschidere marginală) |              |                | Pct. 2<br>(deschidere centrală)  |              |                         | Pct. 1<br>(deschidere marginală) |                      |                         |
| Viteza de încercare [km/h]    |            | 10                               | 20           | 30             | 10                               | 20           | 30             | 10                               | 20           | 30                      | 10                               | 20                   | 30                      |
| Frecvențe de vibrație [Hz]    | 2 ÷ 3 Hz   | 2.50                             | -            | 2.50           | 2.24<br>2.57<br>2.79<br>2.80     | -            | 2.50<br>2.91   | 2.50                             | -            | 2.83                    | 2.17<br>2.46                     | -                    | 2.54<br>2.65            |
|                               | 3 ÷ 4 Hz   | -                                | -            | -              | 3.09<br>3.60                     | 3.05<br>3.68 | 3.64           | 3.13                             | 3.05<br>3.79 | 3.13                    | 3.24<br>3.64                     | 3.53<br>3.64<br>3.82 | 3.13<br>3.68<br>3.97    |
|                               | 4 ÷ 5 Hz   | 4.23                             | 4.19         | 4.15           | 4.60                             | 4.38<br>4.60 | 4.45<br>4.96   | 4.45                             | 4.38         | 4.41                    | 4.82                             | 4.82                 | -                       |
|                               | 5 ÷ 6 Hz   | 5.11                             | 5.07         | 5.18           | -                                | -            | 5.00           | -                                | -            | -                       | -                                | -                    | -                       |
|                               | 6 ÷ 10 Hz  | -                                | -            | -              | -                                | 9.78         | -              | -                                | 9.67         | -                       | -                                | -                    | 9.96                    |
|                               | 10 ÷ 15 Hz | 10.44                            | 10.44        | 10.07<br>11.80 | 10.4                             | 10.74        | 10.04<br>10.07 | 10.6                             | 10.1         | 10.07                   | -                                | 10.26<br>10.36       | 10.19<br>12.02<br>12.13 |
| Fracțiune de am. critică [%]  |            | 6.03%                            |              |                | 7.95%                            |              |                |                                  |              |                         | 9.72%                            |                      |                         |
| Acc. max. [m/s <sup>2</sup> ] |            | 2.88 m/s <sup>2</sup>            |              |                | 1.89 m/s <sup>2</sup>            |              |                |                                  |              |                         | 2.34 m/s <sup>2</sup>            |                      |                         |

Valorile obținute în urma prelucrării rezultatelor experimentale se încadrează de principiu în gama de valori uzuale pentru astfel de structuri. Conținutul în frecvențe obținut pentru accelerogramele înregistrate la trecerea vehiculului de probă trebuie comparat, în mod normal, cu frecvențele de vibrație ale tablierului corespunzătoare modurilor de vibrație cu factori de participare la translația pe verticală, obținuți printr-o analiză modală a unui model cu elemente finite. În lipsa datelor de calcul, privind modurile proprii de vibrație ale podului, în cazul de față, nu se pot



face comparații privind răspunsul pasajului supratran. Trebuie atrasă atenția asupra faptului că pentru compararea rezultatelor experimentale cu cele din etapa de proiectare a structurii, proiectantul, care în mod normal, alături de alte părți implicate, devine factor decizional, trebuie să aibă în vedere diferențele între cazul efectiv al încercării experimentale și calculul de proiectare, din punct de vedere al masei structurii. În cazul testelor in sit, masa dinamică este reprezentată în cea mai mare parte de masa proprie a tablierului, camionul de probă, în general, are o masă neglijabilă în raport cu tablierul. Uzual, în etapa de proiectare, la analiza modală, pe lângă greutatea proprie a podului se consideră simultan și o fracțiune din încărcarea utilă pe pod. Deoarece realizarea unei analize numerice a modelului într-o ipoteză de încărcare similară cu situația experimentală poate fi dificilă, în anumite cazuri, se poate apela la o transformare simplă pentru a realiza o comparație corectă a valorilor obținute experimental.

Considerând un sistem dinamic cu un grad de libertate, este cunoscut că frecvența fundamentală este invers proporțională cu radicalul masei, după cum urmează:

$$f_1 = 2\pi\sqrt{k/m}$$

unde  $m$  este masa sistemului, iar  $k$  este rigiditatea acestuia.

Frecvențele de vibrație rezultate în urma analizei modale se pot corecta simplu, în vederea obținerii frecvenței de vibrație a podului încărcat doar din greutate proprie, cu următoarea relație:

$$f_{corectat} = f_{calculat}\sqrt{m_{calcul}/m_{greutateproprie}}$$

unde  $f_{corectat}$  reprezintă frecvența de vibrație a podului încărcat din greutate proprie,  $f_{calculat}$  este frecvența de vibrație rezultată din analiza modală a podului,  $m_{calcul}$  este masa totală a tablierului considerată în calcul, iar  $m_{greutateproprie}$  este masa proprie a tablierului (Ghindea, 2013).

De asemenea, la interpretarea rezultatelor experimentale trebuie ținut cont de faptul că circulația vehiculului de probă induce pe calea de rulare vibrații, asimilate unor vibrații armonice forțate, cu diverse frecvențe ce se pot regăsi în gama de frecvențe rezultate din analiza oscilațiilor podului.

Din punct de vedere al modului de amortizare al vibrațiilor o evaluare calitativă se poate realiza din analiza vizuală a mișcării, observându-se o atenuare rapidă a oscilațiilor, dar și o evaluare cantitativă din analiza înregistrărilor. Pentru fiecare tronson în parte, s-a calculat o fracțiune de amortizare critică medie, cu valori între 6% și 9%, valori apropiate de fracțiunea de amortizare teoretică specifică structurilor din beton. Se poate aprecia astfel că pentru amortizarea vibrațiilor, un rol important îl are componenta din beton a tablierului.

## REFERINȚE

CHOPRA, Anil Kumar (2006) Dynamics of Structures, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey

GHINDEA, Cristian Lucian, CRUCIAT, Radu, CREȚU, Dan (2013) Încercarea dinamică a unui pod rutier peste Canalul Dunăre-Marea Neagră, Volumul lucrărilor Conferinței Științifice Internaționale "Cercetare și Administrare Rutieră", A VI-a ediție, pag. 1119-1130

ISO 5348 (1998) Mechanical mounting of accelerometers, International Organization for Standardization, Geneva.

STAS 12504 (1986) Poduri de cale ferată, de șosea și pasarele. Încercarea suprastructurilor cu acțiuni de probă, Institutul Român de Standardizare, București.