

**DYNAMICKE SKUSKY PRUŽNÝCH PODLOŽIEK****DYNAMIC TESTS OF ELASTIC PADS**Daniela Kuchárová<sup>1</sup>**Abstract:**

*Rubber railroad pad is the important part of the elastic fastening of rails. The mechanical – physical behaviour influences the behaviour of the whole elastic fastening. By the modification of mechanical – physical properties of railroad pads it is possible to modify the properties of the all system and by this way to influence the straining of the structure and the drive comfort. The changes of mechanical – physical properties of railroad pads are influenced by many factors. One factor is cyclic change of working load. This paper is dedicated to the analysis of the influence of cyclic load on the mechanical – physical properties of a rubber railroad pad especially on the change of the stiffness characteristic of this component.*

**Kľúčové slová:** železničná trať, pružné upevnenie, gumené podložky pod päťu koľajnice, dynamické zaťaženie, cyklické únavové skúšky, experimentálne merania.

**Úvod**

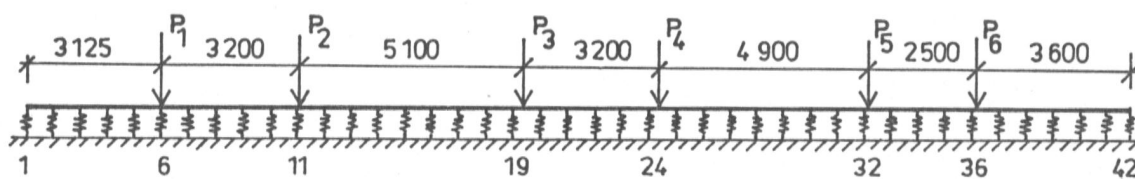
Gumené pružné podložky používané pod päťu koľajnice tvoria organickú súčasť každého pružného upevnenia koľajníc. Od mechanicko – fyzikálnych vlastností týchto podložiek závisia tiež vlastnosti pružného upevnenia celého systému. Vzhľadom na skutočnosť, že sa jedná o komponent dlhodobu vystavený najrôznejším vplyvom, existuje veľa faktorov, ktoré vplývajú na zmenu jeho mechanicko – fyzikálnych vlastností. Jedným z faktorov je aj dynamicky pôsobiace cyklicky sa meniace zaťaženie od pohybujúcich sa koľajových vozidiel. Tento príspevok analyzuje vplyv opakovaného cyklicky sa meniaceho zaťaženia na tuhostné charakteristiky pružnej podložky koľaje popísanej v [1], na základe skúšok realizovaných v laboratórnych podmienkach.

**Kontaktné sily pôsobiace medzi koľajnicou a podvalom**

Ohybová tuhosť koľajnice spôsobuje, že interakčné sily vznikajúce medzi kolesom a koľajnicou sa neprenášajú na podval plnou hodnotou, ale každá sila sa v dôsledku ohybovej tuhosti koľajnice rozdeľuje na niekoľko podvalov.

Analýzujeme kontaktné sily medzi podvalmi a päťou koľajnice pre úsek koľaje o dĺžke 24,375 m obsahujúci 42 podvalov pri statickom zaťažení štvorosovou lokomotívou (4 x 100 kN) a jedným podvozkom pripojeného vagóna (2 x 65 kN) podľa obr. 1. Kontaktné sily v charakteristických bodoch **1, 6, 11, 19, 24, 32, 36, 42** sú uvedené v tab. 1, [2].

<sup>1</sup> Ing. Daniela Kuchárová, PhD., Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra stavebnej mechaniky, Komenského 52, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: daku@fstav.utc.sk



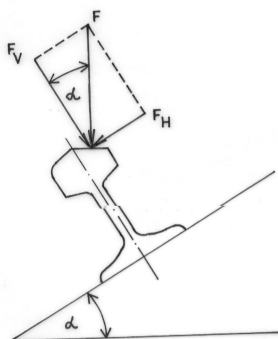
Obr. 1

| Č. podvalu | Kontaktná sila v [kN] | Č. podvalu | Kontaktná sila v [kN] |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| <b>1</b>   | 0,160                 | <b>24</b>  | 45,196                |
| <b>6</b>   | 45,166                | <b>32</b>  | 28,772                |
| <b>11</b>  | 45,235                | <b>36</b>  | 28,888                |
| <b>19</b>  | 45,235                | <b>42</b>  | 0,112                 |

Tab. 1

Výsledky uvádzané v tab. 1 predstavujú statické hodnoty. V dôsledku dynamického pôsobenia sú však tieto hodnoty v skutočnosti vyššie. Pre dobre udržiavanú koľaj sa hodnota dynamického súčiniteľa  $\delta$  pohybuje okolo hodnoty 1,2. V miestach, kde v jazdnej dráhe sa objavujú miestne osamelé nerovnosti, alebo tuhosť podkladu vykazuje náhle zmeny, môže dynamický súčiniteľ dosiahnuť hodnotu až 1,7. Takže horná hranica kontaktných síl môže mať hodnotu  $46 \text{ kN} \times 1,7 = 78,2 \text{ kN}$ . Vodorovné kontaktné sily medzi podvalom a koľajnicou, pôsobiace v smere pozdĺžnej osi podvalu, môžu dosahovať hodnotu rovnú až 50 % z hodnoty zvislých síl, čo je približne 39 kN.

Tieto údaje o statických hodnotách a možných horných hodnotách dynamických kontaktných síl vo zvislom a vo vodorovnom smere sú východiskovým údajom pre simuláciu dynamického zaťaženia v laboratórnych podmienkach. Keď hlavu koľajnice zaťažíme podľa obr. 2 silou  $F$ , ktorej veľkosť sa bude meniť v intervale  $40 \div 90 \text{ kN}$ , potom jej zložky  $F_V$  a  $F_H$ , pri uhle  $\alpha = 30^\circ$ , sa budú meniť v intervale  $F_V = F \cdot \cos \alpha = 34,6 \div 77,9 \text{ kN}$ ;  $F_H = F \cdot \sin \alpha = 20 \div 45 \text{ kN}$ , čo zodpovedá hodnotám reálne sa vyskytujúcim na trati.



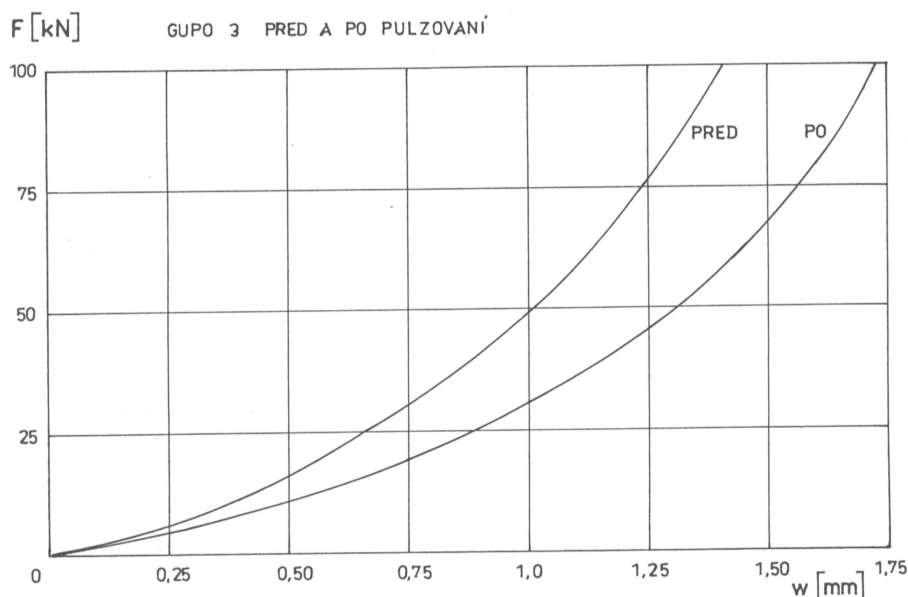
Obr. 2

Pri ročnom prevádzkovom zaťažení koľaje 10,69 hrtkm/km prejde sledovaným miestom minimálne 530 000 náprav za rok, čomu v laboratórnych podmienkach zodpovedá 530 000 zaťažovacích cyklov. Pri ročnom prevádzkovom zaťažení koľaje 10,54 hrtkm/km prejde sledovaným miestom minimálne 520 000 náprav za rok, čomu v laboratórnych podmienkach zodpovedá 520 000 zaťažovacích cyklov. Z týchto údajov sa vychádzalo pri simulácii dynamického zaťaženia v laboratórnych podmienkach.

## Realizácia dynamických skúšok

Dynamické skúšky komponentov pružného upevnenia koľajníc sa vykonali v laboratóriu *Katedry stavebnej mechaniky* s použitím *skúšobného stroja na stanovenie pevnosti stavebných hmôt - pulzátor HAPZ/6*, výrobok VEB WPM Lipsko, v.č. 298.14/3, pracujúceho v rozsahu síl 0 - 300 kN. Podľa overovacieho listu č. 122/323.5/98 zo dňa 17.11.1998, je neistota merania  $\pm 0,28 \%$ .

Dynamické skúšky sa realizovali nasledovným spôsobom. Do kovového podporného rámu s úložnou plochou sklonenou pod uhlom  $\alpha = 30^\circ$  sa uložila polovica železobetónového podvalu SB 8. Na podval sa inštalovala polyetylénová podložka č.3 a na ňu sa pripevnila podkladnica. Do podkladnice sa vložila gumená podložka GUPO 3 a prostredníctvom pružných zvierok sa upevnil segment koľajnice S49 so špeciálne upravenou hlavou. Úprava hlavy koľajnice spočívala vo vyhobľovaní úložnej plochy pre hlavu pulzátora tak, aby normála k úložnej ploche a os symetrie koľajnice zvierali uhol  $\alpha = 30^\circ$ . O úložnú plochu na hlave koľajnice sa oprel nástavec hlavy pulzátora. Dynamické zaťažovanie - pulzovanie sa vykonávalo harmonicky premennou silou  $F(t) = F \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$ , s amplitúdou  $F = 50$  kN a frekvenciou  $f = 250$  cyklov/min. Dolná hladina zaťažovacej sily bola  $F_d = 40$  kN a horná hladina zaťažovacej sily bola  $F_h = 90$  kN. Sily  $F_V$  a  $F_H$ , v zmysle obr. 2, zodpovedajúce danému pulzujúcemu zaťaženiu, majú hodnoty  $F_{Vd} = 34,6$  kN,  $F_{Vh} = 77,9$  kN,  $F_{Hd} = 20,0$  kN,  $F_{Hh} = 45,0$  kN. Pulzovalo sa na taký počet cyklov, ktorý zodpovedá minimálne trojročnej prevádzke na tom úseku trate, z ktorého boli vybrané pružné zvierky. Po pulzovaní sa vykonala statická skúška podľa [1]. Porovnanie výsledkov je na obr. 3.



Obr. 3

## Záver

Skúšaná podložka GUPO 3 bola vystavená pulzujúcemu dynamickému zaťaženiu 4710000 cyklov na hladinách síl  $F_d = 40$  kN a  $F_h = 90$  kN s frekvenciou  $f = 250$  cyklov/min. Porovnanie tuhostnej charakteristiky tejto podložky pred a po pulzovaní je na obr. 3. Ak zatlačenie GUPO 3 silou 100 kN pred pulzovaním budeme považovať za 100 %, potom zatlačenie GUPO 3 pri tej istej sile po pulzovaní je o 22,7 % väčšie. Podložka teda vplyvom dynamického pulzujúceho zaťaženia ostala mäkšou. Počet 4 710 000 cyklov reprezentuje minimálne 9 ročnú prevádzku v koľaji 4. rádu. V reálnych prírodných podmienkach železničnej trate sa však v súvislosti s gumenými podložkami stretávame s opačným javom, podložka s narastajúcim časom v koľaji tvrdne. Tento jav je však spojený so starnutím materiálu v dôsledku klimatických vplyvov. Mohli by sme teda konštatovať, že klimatické podmienky, ktoré spôsobujú starnutie materiálu a následné tvrdnutie podložky, ďaleko výraznejšie ovplyvňujú zmeny jej mechanicko – fyzikálnych vlastností, ako premenné dynamické zaťaženie. V laboratórnych podmienkach sa teploty počas dynamických skúšok pohybovali v intervale  $21,1^{\circ}$  -  $25,9^{\circ}$  a relatívna vlhkosť vzduchu v intervale 30 % - 33 %.

## Literatúra

- [1] Melcer, J.: Statické skúšky pružných podložiek. V zborníku prednášok 38. medzinárodnej konferencie Experimentálna analýza napätí, EAN'2000. Třešť, Česká republika, 6.-8.6.2000.
- [2] Kuchárová, D.: Experimentálne overenie odozvy koľaje na účinky pohybujúcich sa vozidiel. Zborník prednášok 37. medzinárodnej konferencie "Experimentálna analýza napätí" - EAN'99, Frenštát pod Radhoštěm, 1.-3.6.1999, s. 91-94.