

Dr. Ing. Pavel Polach  
Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.  
Tylova 1581/46  
301 00 Plzeň

## R e c e n z n í p o s u d e k

diplomové práce

### Experimentální zjišťování a výpočtové modelování dynamických charakteristik nárazníků železničních vozidel

Student: Bc. Pavel Jaroš

Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Michálek, Ph.D.

Předložená diplomová práce se zabývá zjišťováním dynamického chování nárazníků železničních vozidel při experimentálních zkouškách v laboratorních podmínkách za účelem vytvoření jejich matematického modelu. Práce je rozčleněna do sedmi kapitol (bez úvodu, včetně závěru a seznamu literatury), má 8 příloh. Diplomová práce je rozsáhlá.

Cílem diplomové práce bylo experimentální ověření charakteristik vybraných prvků nárazníků a tvorba jejich matematického modelu pro využití v počítačových simulacích.

Byly stanoveny následující zásady pro vypracování této práce:

1. Rešerše v oblasti požadavků na nárazníky železničních vozidel, zejména se zaměřením na použité pružící prvky.
2. Návrh scénáře zkoušek pro testování dynamických charakteristik nárazníků na dynamickém zkušebním stavu.
3. Vyhodnocení výsledků provedených zkoušek.
4. Návrh výpočtového modelu nárazníku na základě výsledků zkoušek.
5. Validace navrženého modelu nárazníku.

V úvodu práce student uvádí důvody očekávaného zvyšování objemu přepravovaného zboží s využitím železniční dopravy na úkor dopravy silniční, což povede i k postupnému zvyšování maximální přípustné délky souprav nákladních vlaků vedoucích k nárůstu maximální tažné síly na háku lokomotiv. Předložená diplomová práce má přispět jako podklad k akceptovatelnému zvýšení stávajících limitů.

V kapitole „1 Nárazníky kolejových vozidel“ je uveden přehled problematiky související s konstrukčním řešením nárazníků kolejových vozidel (s ohledem na přenos podélných sil mezi jednotlivými vozidly soupravy). Dále jsou uvedeny požadavky na zkoušení nárazníků.

V kapitole „2 Návrh metodiky dynamických zkoušek“ je představena metodika, které by měla mj. zajistit dodržení základních požadavků na měření při provádění dynamických zkoušek nárazníků a zároveň zaznamenání všech potřebných fyzikálních veličin. Je proveden rozbor předpokládaných provozních zatěžovacích stavů a uveden program plánovaných zkoušek.

Kapitola „3 Experimentální stanovení charakteristik nárazníků kolejových vozidel“ uvádí měření dynamických charakteristik dvou vzorků nárazníků a dvou vzorků vypružení táhlového ústrojí železničních vozidel.

V kapitole „4 Vyhodnocení naměřených dat“ jsou uvedeny vztahy pro výpočet některých hodnocených fyzikálních veličin (těch, které nebyly přímo měřeny) a je analyzováno chování dvou naměřených vzorků nárazníků. Pro analýzu byly využity programy vytvořené v systému MATLAB a skriptů v kancelářském softwaru Excel. Vyhodnoceny jsou statické i dynamické zkoušky. Kapitoly 3 a 4 lze označit v rámci diplomové práce za jednu ze stěžejních.

Kapitola „5 Matematické modely vypružení nárazníku“ je zjevně další stěžejní kapitolou diplomové práce. Jsou v ní představeny 2 matematické modely chování nárazníků při jejich dynamickém zatěžování. U prvního modelu je provedena jeho validace.

Kapitola „6 Závěr“ stručně komentuje obsah diplomové práce a přehledně uvádí zásadní poznatky, které lze vyvodit na základě dosažených výsledků. Na úplný závěr shrnuje, že jakékoliv simulační výpočty jsou určitým přiblížením se k realitě a jejich výsledky je vhodné porovnávat s výsledky měření na reálných konstrukcích, v tomto případě soupravách vlaků.

Na základě obsahu diplomové práce lze konstatovat, že stanovené zásady pro vypracování diplomové práce byly dodrženy. Je zřejmé, že student se výborně orientuje v problematice modelování pružných elementů. Za nejvíce přínosnou lze hodnotit kapitolu „5 Matematické modely vypružení nárazníku“, zabývající se tvorbou dvou nelineárních modelů vypružení nárazníků. V této kapitole ovšem mohly být i zhodnoceny výhody a nevýhody obou přístupů.

K práci mám 2 (nepodstatné) formální připomínky:

1. Z hlediska jednotnosti označení by mělo být ve vztahu (38) místo parametru „amp“ uvedeno „a(s)“.
2. Označení parametrů a proměnných by mělo být v celé práci psáno jednotně, tzn. obyčejným písmem nebo kurzívou (nikoliv nejednotným způsobem). Stejně tak fyzikální jednotky.

Na studenta mám tři doplňující dotazy:

1. Obr. 39 a obr. 47: Popište detailněji vývojové diagramy uvedené na těchto obrázcích.
2. Str. 81: Čím si vysvětlujete, že při dynamickém zatěžování náhodným průběhem výchylky dochází s rostoucí deformací k poklesu tuhosti pružného prvku oproti statickému zatěžování?
3. Str. 90: Uveďte, co je Kolmogov-Smirnovův test.

Diplomová práce Bc. Pavla Jaroše má vysokou úroveň. Kromě prokázaných znalostí z oblasti problematiky počítačového modelování student prokázal schopnosti realizace a vyhodnocení experimentů zaměřených na dynamické zatěžování součástí. Student přistoupil k řešení zadaného úkolu zodpovědně a zvolený postup řešení odpovídá současnému stupni poznání v dané problematice. Dosažené výsledky rozšiřují stávající poznatky o modelování dynamických charakteristik nárazníků železničních vozidel a jsou uplatnitelné v praxi. Diplomová práce odpovídá normám, zákonným ustanovením a předpisům. Práce je, až na nepodstatné drobnosti, kvalitní i po jazykové stránce. Je zřejmé, že student má výborné schopnosti pro tvůrčí a inovativní práci. Diplomovou práci hodnotím v souladu se Studijním a zkušebním řádem Univerzity Pardubice stupněm A a doporučuji ji k obhajobě před komisí pro státní závěrečné zkoušky na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice.

V Plzni, dne 19. 5. 2021