



## Odborný posudek vedoucího diplomové práce

Student: **Bc. Jiří ŠLAPÁK**

Název práce: **Dynamické vlastnosti vozidla s podvozkou s vnitřním rámem**

Student se měl v rámci řešení své diplomové práce zaměřit na dynamické vlastnosti konceptu vozidla s podvozkou s vnitřním rámem, a to zejména s ohledem na degrační účinky jízdy vozidla na infrastrukturu. Konkrétně bylo zadání práce specifikováno v těchto bodech:

- rešerše v současnosti používaných podvozků s vnitřním rámem,
- vytvoření výpočtového modelu vozidla s podvozkou s vnitřním rámem v prostředí SIMPACK,
- analýza dynamických vlastností vozidla s využitím simulačních výpočtů
- a zhodnocení získaných výsledků simulačních výpočtů ve vztahu k opotřebením v kontaktu kol a kolejnic a k účinkům jízdy vozidla na kolej.

Student předložil práci o rozsahu 91 stran a devět příloh. Práce je rozčleněna do sedmi kapitol, které přibližně korespondují s jednotlivými body zadání.

Kapitola 2 je věnována rešerši v současnosti používaných podvozků s vnitřním rámem, přičemž je pozornost zaměřena (s výjimkou podvozku LeiLa) na osobní podvozky. Součástí této kapitoly je i obecné porovnání podvozků s vnitřním a s vnějším rámem z hlediska ohybového namáhání náprav dvojkolí, přístupnosti nápravových ložisek při údržbě, nevypružených hmot v pojezdu apod.

Za velmi hodnotnou lze považovat kapitolu 3, kde student na základě podrobného studia doporučené a další zahraniční literatury provedl rešerši různých způsobů hodnocení účinků jízdy vozidla na trať, a to jak z hlediska hodnocení samotného opotřebením, resp. poškozování kol a kolejnic, tak i z hlediska metod, které jsou v současnosti používány některými správci infrastruktury za účelem stanovení výše (části) poplatků za použití dopravní cesty na základě skutečných degračních účinků jízdy vozidla na kolej.

Kapitola 4 je zaměřena na návrh parametrů vozidla s podvozkou s vnitřním rámem. Celá myšlenka, na níž je postaveno porovnání vlastností vozidla s podvozkou s vnějším rámem a vozidla s podvozkou s vnitřním rámem, totiž vychází ze zadaných hodnot parametrů hnacího vozu elektrické jednotky s podvozkou s vnějším rámem, a tudíž bylo nutné odhadnout, jaké parametry (především tuhosti vypružení a vedení dvojkolí) by mělo ekvivalentní vozidlo s podvozkou s vnitřním rámem. Student v rámci návrhu těchto parametrů vybral kritéria, jimž musí nový podvozek vyhovovat. Na základě takto definovaných požadavků následně provedl koncepční návrh rámu podvozku a navrhl použití konkrétních pryžokovových bloků jakožto prvků primárního vypružení a vedení dvojkolí. Jako vedoucí práce vysoce oceňuji přístup diplomanta k tomuto úkolu, kdy student zvládl analytický výpočet vlastních frekvencí modelu vozidla v příčné rovině (včetně řešení soustavy rovnic v MatLabu), odvození tuhostí pryžokovových bloků či analytický výpočet odlehčení kola při postavení vozidla na zborcené koleji za účelem posouzení kvazistatické bezpečnosti proti vykolejení.

Kapitola 5 je pak zaměřena na popis tvorby výpočtového modelu vyšetřovaného vozidla s podvozkou s vnitřním rámem a s podvozkou s vnějším rámem v prostředí SIMPACK verze 9.9.2, kde student zhodnotil vědomosti nabyté jak v rámci studia na DFJP, tak v rámci školení k SIMPACKu, absolvovaného v Německu.

Samotné výsledky simulačního vyšetřování dynamických vlastností vozu elektrické jednotky ve variantě s podvozky s vnějším a s vnitřním rámem se zaměřením na degradační účinky jízdy vozidla na infrastrukturu jsou prezentovány v kapitole 6 a shrnuty v závěru práce (kap. 7). Tyto degradační účinky jsou přitom kategorizovány podle toho, jak se projevují. Jde jak o poškozování geometrické polohy koleje (vliv dynamické kolové síly, resp. nevypružených hmot), tak o poškozování kolejnic (které je s využitím teoretického modelu  $T_\gamma$  děleno na opotřebení a náchylnost ke vzniku kontaktně únavových trhlin), či poškozující účinky na výhybky. Vyčíslení a porovnání jednotlivých koeficientů používaných pro stanovení (části) výše poplatků za použití dopravní cesty u vybraných správců infrastruktury (rakouský *Triebfahrzeugfaktor* či jednotlivé komponenty vzorce definovaného ve švýcarském *TPS 2017*) pak považují na zcela nový a neotřelý pohled na praktické posuzování dynamických vlastností kolejových vozidel.

K předložené diplomové práci mám následující drobné připomínky a dotazy:

- Bylo by možné vysvětlit, jaký význam má veličina  $V_H$  definovaná vztahem (8), je-li nějaký?
- Bylo by možné podrobněji vysvětlit tzv. *Shakedown limit*, resp. metodu popisovanou na str. 32?
- Je *RCF index* nějak závislý na materiálových vlastnostech materiálů kol a kolejnic?
- Od roku 2019 bude horní hodnota *BWZ* pro kategorii B u ÖBB (viz str. 35) upravena na 1,05.
- Dle tab. 12 na str. 44 to vypadá, že podvozek s vnitřním rámem bude osazen svislými tlumiči primárního vypružení. Opravdu?
- Na str. 52 je uvedena hodnota modulu pružnosti ve smyku pro materiál torzní tyče torzního stabilizátoru  $G = 91$  GPa. Není to příliš?
- Ve druhém odstavci na str. 55 se hovoří o nejvíce přítěžovaném kole, avšak z hlediska bezpečnosti proti vykolejení nás zajímá především nejvíce odlehčované kolo.
- Co představuje na obr. 21 na str. 59 (a také na obr. 23 na str. 63) vyznačená dvojice vazeb mezi dvojkolím a rámem podvozku s jedním stupněm volnosti ( $2 \times \text{type } 02 - 1 \text{ DoF}$ )?
- Při konstatování některých závěrů ve vztahu ke stabilitě jízdy vozidla (na str. 74, 86 a 88) apod. bych byl vzhledem k rozsahu provedených simulačních výpočtů opatrný a např. uvedené tvrzení týkající se „o 30 % lepší stability“ bych doplnil minimálně formulací „za daných podmínek“.

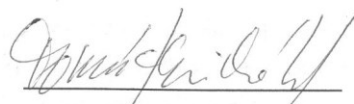
I přes uvedené připomínky hodnotím celkovou odbornou úroveň práce jako velmi vysokou. Úroveň grafického zpracování práce považuji za vynikající. Je potřeba ocenit, že student z vlastní iniciativy zvládl práci v textovém procesoru LaTeX. Z hlediska formálních nedostatků se v práci místy vyskytují nepřesnosti v použitých formulacích a také drobné chyby a překlepy, které však významně nesnižují její úroveň.

Požadavky zadání diplomové práce považuji za splněné. K samotnému řešení práce přistupoval student samostatně a aktivně a rovněž využíval možnosti konzultací s vedoucím práce. Některé výsledky práce a některá zjištění lze využít a dále rozvíjet v rámci výzkumu degradačních účinků jízdy vozidla na kolej, což je problematika, jež je v současnosti velmi aktuální a již se Oddělení kolejových vozidel KDPD DFJP intenzivně zabývá. Doporučuji proto ve studiu této oblasti dále pokračovat, např. formou řešení disertační práce.

Elektronická verze práce v podobě souboru *SlapakJ\_DynamickeVlastnosti\_TM\_2018.pdf* byla dne 20. 5. 2018 podrobena v systému STAG kontrole plagiátorství s negativním výsledkem (nejvyšší míra podobnosti je 0 % a počet podobných dokumentů je 0). Na základě této kontroly, ale především na základě vlastních zkušeností s vedením studenta tak konstatuji, že předkládaná diplomová práce není plagiátem.

Na základě výše uvedeného diplomovou práci hodnotím stupněm **A (1,0)**.

V České Třebové dne 3. června 2018

  
Tomáš Michálek