Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Ing. Tomáš MICHÁLEK, Ph.D.
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky
Oddělení kolejových vozidel
Dislokované pracoviště Česká Třebová

Odborný posudek vedoucího bakalářské práce

Student: **Martin KRÁLÍK**

Název práce: **Hodnocení jízdních odporů kontejnerových vlaků**

Student měl v rámci své bakalářské práce za úkol zpracovat s využitím provozních dat problematiku jízdních odporů kontejnerových vlaků provozovaných společností METRANS Rail s.r.o. v podmínkách koridorových tratí SŽDC, přičemž měl svou pozornost zaměřit zejména na možnosti stanovení vlivu poloměru oblouku na jízdní odpor vlaku. Konkrétně bylo zadání práce specifikováno v těchto pěti bodech:

- teoretický rozbor jízdních odporů železničních vozidel se zaměřením na faktory, které mohou významně ovlivňovat jejich velikost v případě kontejnerových vlaků,
- návrh postupu pro stanovení vozidlového odporu kontejnerového vlaku na základě analýzy provozních dat získaných z palubního diagnostického systému lokomotivy, včetně prověření možnosti stanovení vlivu poloměru oblouku na jízdní odpor vlaku,
- výběr vhodného traťového úseku pro získání potřebných provozních dat a jeho popis,
- analýza záznamů získaných z palubního diagnostického systému lokomotivy
- a zhodnocení získaných výsledků.

Student předložil práci o rozsahu 42 stran a čtyři přílohy. Práce je rozčleněna do sedmi kapitol, jež přibližně korespondují s jednotlivými body zadání. V rámci teoretického rozboru jízdních odporů student v kap. 3 uvádí výsledky rešeršní činnosti, přičemž těmi nejvýznamnějšími jsou s ohledem na zadání práce:

- na poměry české železnice netradiční přístup ke stanovení vozidlového odporu vlaku, kdy je aerodynamická složka odporu vyčleněna ze vzorce měrného vozidlového odporu; jde o výsledek dřívějších aktivit, prováděných ve spolupráci Dopravní fakulty Jana Pernera a společnosti METRANS Rail s.r.o. a využívajících hodnocení výsledků tzv. provozních výběhových zkoušek;
- zavedení tunelového faktoru přímo do vzorce vozidlového odporu namísto aplikace měrného (traťového) odporu z jízdy tunelem;
- zahraniční přístupy ke stanovení odporu z jízdy obloukem koleje.

V oblasti problematiky odporu z jízdy obloukem je potřeba ocenit, že se student snažil porozumět dané problematice nad rámec standardního učiva bakalářského studia a uvádí rozbor příčin vzniku tohoto odporu s využitím Heumannovy metody. O samostatnosti při řešení zadané problematiky ovšem svědčí zejména studentem zavedený pojem *rozšířeného vozidlového odporu*, který zcela mění zavedený přístup ke kategorizaci jízdních odporů kolejových vozidel. Rozšířený vozidlový odpor tak v sobě zahrnuje kromě „klasického" vozidlového odporu i odpor z jízdy obloukem a odpor z jízdy tunelem, tedy všechny složky jízdního odporu, které jsou nějak ovlivněny technickými parametry vozidel a rychlostí jejich pohybu, resp. všechny pasivní odpory, které proti pohybu vlaku působí.

V oblasti analýzy a hodnocení provozních dat měl student přístup k záznamům z diagnostického systému TELOC a z externí GPS hnacího vozidla, stejně tak měl k dispozici soupisy vozidel vyšetřovaných vlaků; tato data byla poskytnuta společností METRANS Rail s.r.o. Student zvládl práci ve vyhodnocovacím softwaru a získaná data (především průběhy tažné síly a rychlosti jízdy a data o poloze vlaku), která bylo

potřeba před dalším zpracováním vhodně upravit, použil při hodnocení jízdních odporů vybraných vlaků ve vybraném traťovém úseku. Na základě dohody s vedoucím práce byl pro hodnocení vybrán traťový úsek Brno–Blansko, a to z následujících důvodů:

- je pojížděn vyšetřovanými vlaky a zároveň se zde vyskytují oblouky o malých poloměrech, u nichž je předpoklad, že zde bude vliv odporu z jízdy obloukem pozorovatelný;
- je k dispozici podrobný popis trati (sklonové a směrové poměry);
- nachází se ve stoupání, takže hnací vozidlo po celou dobu vyvíjí tažnou sílu a vlak jede „natažený", což vytváří odlišné podmínky pro hodnocení jízdních odporů oproti výběhovým zkouškám.

K hodnocení provozních dat student využil upravenou pohybovou rovnici vlaku zohledňující délku vlaku s vhodně zvoleným integračním krokem, respektujícím délku (a hmotnost) vozů řazených ve vlaku. Tímto způsobem student získal jednak průběhy rozšířeného vozidlového odporu pro vyšetřované vlaky, které dále hodnotí a snaží se o vyjádření závislosti rozšířeného vozidlového odporu na rychlosti jízdy a na křivosti oblouku, a jednak – za určitých předpokladů učiněných směrem k vozidlovému odporu – průběh teoretické tažné síly, ve které nejsou zohledněny odpory z jízdy obloukem a tunelem, nýbrž pouze odpor ze sklonu koleje. Porovnáním takto získané teoretické tažné síly s jejím skutečným průběhem tak student získává informaci o vlivu oblouků a tunelů na jízdní odpor. Pro hodnocení jízdních odporů si student na základě provedených analýz vybírá úseky, ve kterých vyšetřované vlaky udržují konstantní rychlost.

K provedenému zpracování a vyhodnocení provozních dat mám následující připomínky a dotazy:

- na str. 26 je uvedeno, že součástí „diagnostických dat" jsou i údaje o trati – dle mého názoru se však v případě popisu trati nejedná o diagnostická data v pravém slova smyslu (podobně jako v případě výkazu vozů);
- na str. 26 popsaná volba délky kroku výpočtu měla být dle mého názoru zařazena spíše do kapitoly týkající se hodnocení záznamu, resp. zpracování provozních dat;
- na str. 27 mi není jasný rozdíl mezi aktuální a dosaženou polohou vozidla;
- ve vztahu (18) na str. 29 není veličina „v" koncová rychlost, nýbrž rychlost střední (v daném integračním kroku) – s ohledem na délku kroku výpočtu však vzniklá chyba zřejmě nebude příliš velká; zároveň bude mít vliv na rozkmit vypočteného průběhu zrychlení spíše charakter záznamu rychlosti ze systému TELOC než samotná délka integračního kroku numerického výpočtu;
- na obr. 12 až 14 (a také v přílohách 1 až 3) je v grafech na vodorovných osách uveden popisek *úsek dráhy*, jenž je bezrozměrný (zřejmě jde o pořadové číslo kroku výpočtu); vhodnější by bylo vyjádřit danou osu přímo v (kilo)metrech;
- na str. 30 v první větě zřejmě chybí slovo „vyšetřování" (nebo nějaké podobné);
- tvrzení posledního odstavce na str. 30 mi není příliš jasné a žádám o vysvětlení v rámci obhajoby; zároveň žádám o vysvětlení tvrzení posledního odstavce na str. 31, resp. prvního na str. 32;
- nesouhlasím s tvrzením, že rozdíly mezi skutečnou a teoretickou tažnou silou nelze matematicky popsat – možná by stálo alespoň za zvážení použití některých nástrojů matematické statistiky;
- na str. 38 je uvedeno, že: „*Koeficient odporu z prostředí C je u nové metody řádově nižší nežli u vozidlového odporu K2…*" Opravdu jde o řádový rozdíl?
- Škoda, že na str. 39 není nijak demonstrován zmíněný vliv hmotnosti vlaku.

I přes uvedené připomínky hodnotím celkovou odbornou i formální úroveň práce jako velmi dobrou; drobné chyby a překlepy se v práci vyskytují jen v omezené míře. Všechny body zadání práce lze považovat za splněné. Při jejím zpracování student postupoval samostatně a využíval možnosti konzultace s vedoucím práce i se zástupcem společnosti METRANS Rail s.r.o. Výsledky práce lze považovat za první krok v analýze vlivu oblouků (a tunelů) na jízdní odpor současných kolejových vozidel. Zároveň tyto výsledky naznačují, že vozidlový odpor vyšetřovaných vlaků zjišťovaný na základě skutečné tažné síly při jízdě vlaku s tažnou silou může nabývat nižších hodnot oproti výsledkům zjištěným v rámci výběhových zkoušek.

Elektronická verze práce v podobě souboru *KralikM_HodnoceniJizdnich_TM_2017.pdf* byla dne 21. 1. 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 bakalářská práce není plagiátem.

Na základě výše uvedeného bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji stupněm

B (1,5).

V České Třebové dne 29. ledna 2018

Tomáš Michálek