

## OPONENTNÍ POSUDEK

disertační práce

Ing. Martina Tobiáše

### Metodika jízdních testů motocyklu za účelem identifikace parametrů modelu pneumatik

Vypracoval:

Ing. Pavel Štěrba, Ph.D.

#### Zaměření práce a její aktuálnost

Předložená disertační práce s názvem Metodika jízdních testů motocyklu za účelem identifikace parametrů modelu pneumatik autora Ing. Martina Tobiáše se zabývá návrhem jízdních testů motocyklů pro objektivní hodnocení jízdních vlastností motocyklů, resp. s tím spojeného objektivního hodnocení parametrů pneumatik, potažmo vlivů různých komponent a dalšího příslušenství na jízdní vlastnosti. Byť motocykly tvoří v běžném silničním provozu výrazně méně početnou skupinu vozidel než automobily, má jakákoli změna jízdních vlastností, ať je již vyvolána čímkoli, výrazně vyšší vliv na bezpečnost provozu, než je tomu u dominantní skupiny vozidel.

Práce rozšiřuje dosavadní znalosti o možnostech, vypovídací schopnosti i proveditelnosti řady jízdních zkoušek jednostopých vozidel a přináší tak rozšíření objektivního pohledu na hodnocení jízdních vlastností z oblasti automobilů do segmentu jednostopých vozidel. V této souvislosti je třeba připomenout, že výzkum jízdních vlastností motocyklů včetně vlivu jednotlivých komponent a případného příslušenství stále představuje okrajovou záležitost a i zavedené firmy se, nebudeme-li počítat standardizované zkoušky pneumatik na zkušebních stavech, opírají ve velké míře o subjektivní hodnocení zkušebních jezdců.

Práce jako taková není uzavřený celek, představuje současně určitý odrazový můstek pro další rozvoj jednotlivých navržených metod, byť k dokončení jejich vývoje bude zapotřebí ještě velké množství nejen teoretické práce při tvorbě resp. úpravách matematického modelu, ale i experimentálních zkoušek.

#### Formální náležitosti práce

Práce je rozčleněna do 8 stěžejních kapitol a obsahuje všechny dílčí celky, ze kterých by se měla disertační práce skládat. Literární rešerše kromě úvodní části tvořené kapitolami 2 a 3 prostupuje též kapitolou č. 7, nicméně nepůsobí nepřirozeně a lze ji považovat za komplexní. Celkový sloh práce je spíše strohý, doplněný adekvátními ilustracemi a grafy, vztahujícími se k dané problematice. Určitou výhradu bychom mohli přijmout k prezentaci grafů dlouhých časových úseků záznamů snímaných veličin (např. grafy na obr. 6.8, 7.9, 7.12 či 7.13 a některých dalších), které nemají prakticky jiný, než ilustrativní význam a nepřinášejí žádnou podstatnou informaci.

## **Cíle práce, postupy, výsledky, nové poznatky, přínosy a význam pro praxi**

Cíle práce autor stanovuje na základě poměrně komplexní analýzy současného stavu. Tyto cíle považuji za přiměřené a reálné i s vědomím skutečnosti, že pracnost dílčích témat může být diametrálně rozdílná. Autor kombinuje výpočtové simulační metody s experimentem, což je nezbytné pro správné fungování modelů a jejich přenesení do praxe, na rozdíl od jiných výzkumů, probíhajících jen v analytické rovině.

Autor využívá dosavadních poznatků v oboru i dosažených výsledků svého pracovního kolektivu, týkající se především aplikací v segmentu dvoustopých vozidel. Tyto poznatky jsou přeneseny do segmentu jednostopých vozidel, který je svým způsobem specifický díky více stupňům volnosti vstupních parametrů. Těžiště prezentovaných výsledků práce je v oblasti experimentu a jeho srovnání s matematickým modelem. Během práce si autor uvědomuje přijatá zjednodušení a nepřesnosti, kriticky zhodnocuje provedené experimenty, nicméně jednotlivými experimenty se z mého pohledu prolíná určitá míra nesystematičnosti, což může pramenit z doposud omezených zkušeností při provádění a vyhodnocování jízdních zkoušek vozidel.

Pro zkoušený motocykl, jehož výsledky byly srovnávány s matematickým modelem, byla provedena řada přípravných měření, ať již před instalací měřicí techniky tak i před zahájením vlastních jízdních zkoušek. Zde však musíme pamatovat na skutečnost, že použitá měřicí technika co do své hmotnosti, rozměru a tím momentu hybnosti bezpochyby ovlivňuje odezvu motocyklu při jízdních manévrech i jeho ovládání. Autor tuto skutečnost neopomíjí, aplikuje odpovídající korekce, které se jeví v konkrétních případech jako dostatečné, avšak to se může stát do budoucna při dalším rozvoji inverzní metody zdrojem chyb a nepřesností, stálo by tedy za úvahu při dalším pokračování využít hmotnostně a prostorově méně náročná zařízení.

U motocyklových zkoušek a simulací jízd nelze opomíjet polohu jezdce, na což autor správně poukazuje a pro prezentovaná měření se snaží zajistit, aby tato poloha zůstala v rámci experimentů neměnná. To lze v rámci prvních výzkumů s jistou opatrností akceptovat, nicméně by předložené práci prospělo provést určitou citlivostní analýzu, ve které by se zmapoval rozsah obvyklých změn polohy řidiče za řídítka a vliv těchto změn na vstupní parametry modelu a potažmo na rozptyl výsledků.

Dosavadní výsledky práce obsahují více poznatků. Jsou to nejen vlastní zkušenosti s aspekty provádění experimentů s motocykly, ale i míra použitelnosti běžné univerzální měřicí techniky či rozptyl měřených hodnot. Dále se ukazuje uspokojivá shoda naměřených hodnot s vytvořeným inverzním modelem a to zejména u exaktních jízdních manévrů, což potvrzuje jeho použitelnost. Naopak lze pozorovat, že u méně exaktních jízdních manévrů je prokázání shody problematictější, na což autor sám poukazuje a lze to i přes vynaloženou pečlivost přisuzovat většímu rozptylu experimentálních zkoušek či neznalosti úplných vstupních parametrů jízdy.

V rámci diskuze výsledků a s tím související jejich validací autor provádí dvojí srovnání simulovaných vypočtených hodnot, což lze hodnotit jednoznačně kladně. Je to srovnání s daty naměřenými při experimentu a dále srovnání s dalším modelem, vytvořeným v odlišném simulačním softwaru. Poněkud zavádějící je pojednání o validaci tenzometrickými koly, které se nese jen v rovině možného budoucího použití s demonstrací na automobilu a zbytečně znepřehledňuje tuto pasáž práce.

## Vyjádření k tezím práce

Teze předložené práce podávají zkráceným, ale přesto výstižným způsobem rámcové informace o problematice modelování jízdních vlastností jednostopých motocyklů, zvolených cestách tvorby modelu a aspektech naladění jeho parametrů. Lze si na jejich základě udělat dobrou představu o cílech vlastní disertační práce i dosažených výsledcích.

Teze obsahují všechny požadované části, byť se přímo nepřekrývají s názvy jednotlivých kapitol. Z hlediska svého obsahu pokrývají celý rozsah dizertační práce, současný stav je stručně popsán v kapitolách 1.1 a 1.2., vlastní cíle práce v kapitole 1.3. Jsou popsány metody řešení (prolíná kap. 2, 3 a částečně i 4) i výsledky vč. jejich interpretace (kap. 4, 5). Seznam literatury obsahuje stěžejní podklady, podrobný rozpis je potom ve vlastní disertační práci. Publikovaný životopis obsahuje všechny podstatné základní údaje, byť v něm nejsou uvedeny jazykové znalosti, jejichž uvedení bývá obvyklé.

## Připomínky, dotazy a náměty k obhajobě

Práce jako taková je pojata velmi široce a sama o sobě obsahuje odpovědi na řadu otázek spojených s řešenou problematikou. Přesto bych měl několik zásadních připomínek, na které v předložené práci přímé odpovědi nalézt nemohu:

- a) s ohledem na vliv řidiče na jízdní manévry, který je oproti automobilům daleko výraznější, by mne zajímala opakovatelnost naměřených hodnot v jednotlivých prezentovaných jízdních manévrech (předpokládejme jednoho řidiče). S tím souvisí i otázka na opakovatelnost popisované statické kalibrace, u které se rovněž v práci jen konstatuje její problematičnost.
- b) v úzké souvislosti s předchozí připomínkou by mne zajímalo, jakým způsobem jsou v rámci prováděných experimentů vyhodnocovány validní a nevalidní jízdy. V reálné praxi používáme např. u dojezdových zkoušek předepsaná statistická kritéria, která eliminují měření, jež by vnášela do celkového výsledku větší nejistotu.
- c) z důvodu eliminace vlivu ovládání vozidla se dnes v segmentu automobilů ve velké míře používá robotické ovládání, zajišťující velmi dobrou shodu prováděných měření. O něm autor v rámci diskuze rovněž uvažuje, byť jeho realizace pro motocykl bude zřejmě značně obtížná. Přesto si je možné pomoci jednoduchými přípravky, jakými jsou např. doraz škrtkící klapky, brzdové páčky či omezovač tlaku v brzdovém okruhu, omezovač rejdu apod., avšak z prezentovaných výsledků nevyplývá, že by došlo k jejich použití.
- d) autor podrobně měřil geometrii motocyklu a přitom mlčky předpokládá, že motocykl je v podélné rovině zcela symetrický. To ovšem nemusí být i díky výrobním tolerancím úplně pravda, např. změna úhlu hlavy řízení o 1° může znamenat změnu rozvoru nebo jízdní stopy o cca 15-20 mm. Bylo by tedy vhodné tuto skutečnost vzít v úvahu např. při dalším zdokonalování modelu, podobně jako se uvažuje o zohlednění změn bodu styku pneumatiky s vozovkou anebo alespoň získat představu o vlivu těchto tolerancí na chování modelu.



## **Závěr**

Domnívám se, že předložená disertační práce autora Ing. Martina Tobiáše splňuje všechny předpoklady na ně kladené. Autor splnil cíle práce, které si vytkl, dokázal samostatně aplikovat získané poznatky v rámci technického experimentu, kriticky zhodnotit obdržené výsledky a prokázal dostatečnou orientaci v řešené problematice.

Práci doporučuji k obhajobě a v případě jejího úspěšného absolvování a uspokojivého zodpovězení dotazů oponentů rovněž doporučuji udělení vědecké hodnosti Ph.D.

V Praze, dne 17.6.2024

Ing. Pavel Štěřba, Ph.D.