

doc. Ing. Jaromír Švígler, CSc.
Katedra mechaniky
Fakulta aplikovaných věd
Západočeská univerzita v Plzni

Oponentní posudek
Doktorské disertační práce

Snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti automobilu pomocí aktivních prvků podvozku

Doktorand: Ing. Martin Vlček
Školitel: doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.

Předložená disertační práce, zaměřená na snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti automobilu pomocí aktivních prvků podvozku, je rozdělena na 12 kapitol včetně úvodu a závěru. Před úvodem je uveden seznam použitých symbolů a práce obsahuje 15 příloh.

Hlavní deklarovaný cíl předpokládané práce, kterým je vytvoření technického řešení pro zlepšení směrové stability automobilu při průjezdu zatáčkou, rozdělil disertant do pěti bodů:

- zhodnocení současných poznatků o možnostech zlepšení směrové stability,
- přehled současných technických řešení,
- vyvinutí softwarového modelu pro simulaci jízdy a matematické ověření jeho správnosti,
- vyvinutí vlastních technických řešení pro omezení vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti,
- ověření technického řešení pomocí virtuálních modelů v programovém souboru Adams.

Pro zhodnocení zlepšení přenosu sil mezi kolem a vozovkou použil disertant multikriteriální hodnocení sedmi vybraných řešení, z nichž šest řešení je stávajících a jedno je vlastní. K těmto řešením jsou uvedeny jejich hierarchie a funkční struktury, ve kterých se vyskytuje zejména úkon indikace stavu, jeho predikce a zajištění zásahu. Deklarovaná morfologická matice obsahující čtyři technická řešení není v práci uvedena. Ze čtyř vybraných řešení byl jako nejlepší vybrán systém ESP (elektronický stabilizační program), na který předkládaná práce navazuje.

Podle literatury byl v kapitole 8, která je jednou ze dvou stěžejních kapitol, vytvořen rovinný dynamický model automobilu pro jízdu v oblouku, který byl zjednodušen na kvazistatický (působí odstředivá síla). Ze statické momentové podmínky rovnováhy k ose klopení karoserie, ze které byl zjištěn úhel naklopení karoserie a dále ze vztlakové aerodynamické síly byly určeny svislé síly na kolech.

V kapitole 8.2 jsou uvedeny vztahy pro boční síly vyvolané úhlem směrové výchylky a odklonem kola od svislé polohy, které tvoří celkovou boční vodící sílu. Na základě experimentálně zjištěných směrových charakteristik disertant sestavil 3D diagramy určující závislost boční vodící síly na úhlu směrové výchylky a svislém zatížení a závislost boční vodící síly na úhlu odklonu kola a svislém zatížení. Následně byl určen odklon předního kola od svislé roviny s uvažováním klopení karoserie a propružení zavěšení. Posléze byly pro řešení kvazistatického modelu určeny vratné momenty jednotlivých kol způsobené závlakem pneumatiky (experiment), záklonem rejdové osy a příklonem rejdové osy.

V kapitole 8.3 disertant určil, v závislosti na úhlu záklonu a příklonu rejdové osy, odklon kola při jeho natáčení, dále závislost úhlů natočení jednotlivých kol a nakonec závislosti směrových úchylek a úhlů natočení kol.

V závěru kapitoly 8 se konstatuje, že řešením soustavy rovnic byla získána hnací síla na kolech, střední úhel natočení předních kol a celkový úhel směrové úchylky a následně byly získány úhly směrových výchylek, úhly natočení kol, boční a hnací síly a graficky znázorněny jejich závislosti na rychlosti vozidla.

V 9. kapitole byl vytvořen softwarový model stejného automobilu v programovaném souboru Adams Car a provedeno porovnání výsledků získaných řešením obou modelů. Řešitel konstatuje správnost obou modelů.

V dalším řešení byly pro splnění Ackermanovy teorie použity na kolech přední nápravy rotační aktuátory pro natáčení předních kol pomocí programu Adams Car, které využívají funkce arctg. Použitím programu Adams Car byla provedena jízdní simulace bez aktuátorů a s aktuátory.

Pro realizaci nezávislého směrového natáčení kol bylo navrženo devět konstrukčních řešení, z nichž bylo vybráno řešení s uloženou maticí, které bylo následně detailně zpracováno.

V závěru doktorand konstatuje, že navrženým řešením nezávislého natáčení kol přední nápravy byl splněn cíl předložené disertační práce.

K práci mám následující poznámky a dotazy:

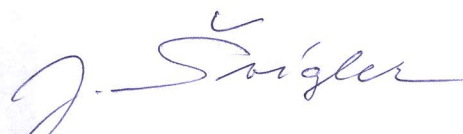
- Neměla by být ve vzorci pro klopný moment karoserie vozidla na listu 25 funkce úhlu ν uvedeného na obr. 27?
- Nebylo by vhodnější použít na listu 29 místo „klonivý moment“ výraz „klopný moment“?
- Co je rozuměno příčinou a co následkem v sousloví na listu 32 „boční síly vyvolané úhlem směrové výchylky“? Viz rovněž poznámku u rov. (8.36).
- Obr. 37 demonstrující vznik boční síly vyvolané odklonem kola je příliš schematický a nevysvětluje vznik této síly.
- V experimentálně získaných závislostech zpracovaných do grafů na obr. 39 až 48 není nikde uveden tlak v pneumatikách použitých k experimentům. Běžně se u směrových charakteristik uváděných v kobercových grafech (např. obr. 39) tento důležitý údaj uvádí
- Podobně i obr. 49 a 50, které mají ukázat vznik vratných momentů vyvolaných záklonem a příklonem rejdové osy jsou příliš schematické a měly být doplněny působícími silami.
- Z obr. 51 není jasné, jak byl úhel γ [(rov. (8.42)] určen
- Je úhel α vyznačený na obr. 58 a 59 skutečně úhlem směrové výchylky?
- Informace o aktuátorech na listu 66 je nedostačující
- Bylo by vhodné vysvětlit funkci „arctg“ zmíněnou na listu 67.
- V závěru na listu 94 se uvádí, že vytvořený model nemá dostatečnou vypovídací schopnost, ale jeho cílem je vytvořit podklad pro porovnání se softwarovým modelem. Jaký byl proto smysl jeho vytvoření?
- Vyhýbací manévr zmíněný na listu 70 není „losím testem“, který je na listu 72 simulován sinusovým pohybem volantu. Neuvažování vlivu setrvačného momentu karoserie významně snižuje hodnotu uváděných závislostí.
- Opět na listu 94 se uvádí, že natáčení kol je prováděno pomocí funkce v reálném čase, v praxi by však byla nutná predikce chování automobilu. Co je myšleno predikcí chování? Problém řešení odezvy na vstupní signál v reálném čase je obecně velmi náročný a složitý.
- Proč není v práci zmíněn vratný moment vyvolaný hnací silou při uvažování boční deformace pneumatiky?

Ke konstrukčnímu řešení snížení vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti uvedenému v kapitole 10, která tvoří druhou stěžejní kapitolu předkládané práce, se podepsaný oponent nevyjadřuje.

Na základě provedeného rozboru hodnotím předloženou disertační práci následovně:

- a) Předložená disertační práce zabývající se problematikou silničního vozidla je částí studijního oboru: Stavba strojů a zařízení. Z tohoto hlediska je předložené řešení známého, ale i přes přijatá zjednodušení početně náročného matematického modelu se zahrnutím přidružených vztahů, přínosné. Za významné považuji shrnutí stávajících způsobů řešení majících za úkol zlepšit stabilitu jízdy v oblouku a zejména navržení vlastního konstrukčního řešení uvedeného problému.
- b) Disertantem deklarovaný cíl navrhnout vlastní technické řešení omezující vliv přetáčivosti nebo nedotáčivosti vozidla je možné považovat za splněný.
- c) Smysl provedeného číselného řešení stávajícího, v literatuře se běžně vyskytujícího, matematického modelu, který zdvojuje řešení provedené softwarem Adams lze spatřovat v proniknutí disertanta do komplikované a náročné problematiky. Předložení vlastního konstrukčního řešení lze označit za původní a konkrétní přínos k dané problematice.
- d) Předložená disertační práce a její mimořádně pečlivé vyhotovení po formální i grafické stránce, prakticky bez tiskových chyb, dokládá velké úsilí, které disertant zpracování věnoval i jeho velkou svědomitost.
- e) Seznam publikovaných prací v uvedeném období 2010-2013 svědčí o velké erudici disertanta.
- f) Po zvážení všech mně známých okolností **doporučuji** předloženou disertační práci k obhajobě.

5.11.2013



doc. Ing. Jaromír Švígler, CSc.

Ing. Miloš Vrba
Mbtech Bohemia s.r.o.
Nárožní 1400/7
158 00 Praha 13

Západočeská univerzita v Plzni
Děkanát Fakulty strojní - Dana Kučerová
Univerzitní ul. č. 22
306 14 Plzeň

OPONENTNÍ POSUDEK NA DISERTAČNÍ PRÁCI

Student: Ing. Martin Vlček
Téma disertační práce: Snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti automobilu pomocí aktivních prvků podvozku
Studijní program: P2301 Strojní inženýrství
Školitel: doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.

ZHODNOCENÍ VÝZNAMU DISERTACE PRO OBOR

Význam disertační práce spočívá v návrhu zařízení, které by pozitivně ovlivnilo jízdní vlastnosti vozidla, konkrétně snížilo nedotáčivost a přetáčivost. Práce dává přehled o v současnosti používaných systémech a jejich funkci. Předkládá vlastní technické řešení užívající nezávislého natáčení kol přední nápravy, které je ověřeno virtuálními simulacemi chování vozidla s a bez instalovaného systému.

V případě prokázání pozitivního vlivu nezávislého natáčení kol by práce mohla posloužit při argumentaci nad legislativním povolením řízení vozidla tzv. systémem steer-by-wire. Tento systém nelze nyní v praxi použít, jak autor v textu správně uvádí, z důvodu nutnosti zachování mechanické vazby mezi volantem a koly vozidla. Téma posuzované disertační práce proto shledávám jako aktuální.

VYJÁDŘENÍ K POSTUPU ŘEŠENÉHO PROBLÉMU, K POUŽITÝM METODÁM, KE SPLNĚNÍ STANOVENÉHO CÍLE

Disertant nejprve vysvětluje pojmy, se kterými bude dále pracovat a objasňuje silové účinky působící na vozidlo.

Pokračuje přehledem v současnosti používaných prvků pro snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti, které rozděluje na aktivní a pasivní. Každý stručně charakterizuje a zjednodušeně popisuje jeho funkci. Dále předkládá vlastní návrhy systémů, které bohužel nedoplnil představou o jejich funkci či detailnějším popisem. Pouze konstatuje, že řešení s nezávislým natáčením kol přední/obou náprav bude blíže specifikováno v další části práce. Myslím, že tato část by si zasloužila více pozornosti, zejména odůvodnění, proč byla nakonec vybrána tato konkrétní varianta. V následující části je pomocí příloh detailně popsáno porovnání a hodnocení již vybraných technických řešení za pomoci nástroje Engineering Design Science. Z porovnání vychází pořadí 4 v současnosti používaných řešení, které nejlépe splňují požadavky na snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti a konstatování, že cílem práce je vyvinout zařízení, které by vhodně doplňovalo systém ESP.

Významný prostor této práce disertant věnuje odvození matematického modelu statické říditelnosti. Popisuje silové působení na vozidlo během průjezdu zatáčkou a odvozuje vztahy potřebné pro matematické řešení. V návaznosti na matematický model se věnuje stavbě virtuálního modelu vozidla za pomoci software MS Adams. V jednotlivých krocích definuje parametry modelu, které až na výjimku v podobě odlišných pneumatik korespondují s modelem matematickým. Následuje porovnání obou modelů za pomoci grafů získaných simulací jízdy vozidla po kruhové dráze.

Závěrečná část je věnována návrhu vlastního technického řešení a jeho ověření pomocí softwarového modelu. Disertant jako vhodné technické řešení vybral systém nezávislého natáčení kol přední nápravy, který ověřuje simulacemi v pěti různých jízdních situacích. Nicméně by bylo vhodné doplnit vysvětlení, proč disertant volí strategii řízení, kdy dojde k přednostnímu natočení vnitřního kola směrem do většího úhlu s následujícím natočením vnějšího kola, opět do většího úhlu. U výsledků statické říditelnosti bych osobně očekával větší přínos systému a u vyhýbacího manévru uvítal pokračování grafu v podélném směru, kde by mělo být vidět, kdy dojde k ustálení vozidla, což považuji za velmi důležitou informaci. Dále disertant předkládá 9 původních technických řešení pro nezávislé natáčení kol přední nápravy s podrobným popisem jejich konstrukce a funkce. Pomocí multikriteriálního rozhodování vybral variantu, která prodlužuje délku hřebene řízení pomocí dvou pohybových šroubů a servopohonu na každé straně. Disertant v textu konstatuje, že systém by kvůli potřebě rychlých reakcí musel mít vestavěnou predikci jízdního chování. Přesto vybral řešení, které sám ohodnotil jako nejpomalejší. Vlastní konstrukce mechanismu je ověřena pevnostním výpočtem s návrhem hlavních rozměrů jednotlivých dílů. V případě realizace řešení by bylo vhodné pro pevnostní výpočty uvažovat dynamické zatížení řízení a provést ověření, zda-li je možné uložení šneku přímo na rotoru servomotoru. Ke zvážení je i použití pružiny jako elementu vymezujícího vůli v mechanismu.

Celkově lze ale systém, se kterým disertant přistoupil k řešení problému, hodnotit jako ucelený a systematický. Při srovnání cílů práce tak, jak byly definovány v Kapitole 2, se zhodnocením práce v Kapitole 11 konstatuji, že cíle práce byly splněny.

STANOVISKO K VÝSLEDKŮM DISERTAČNÍ PRÁCE A PŮVODNÍHO KONKRÉTNÍHO PŘÍNOSU PŘEDKLADATELE DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním přínosem předložené disertační práce je návrh a konstrukce vlastního technického řešení, které ve vybraných jízdních situacích pozitivně ovlivňuje jízdní vlastnosti a stabilitu vozidla. Zároveň disertant přehledně zpracovává fungování v současnosti používaných technických systému pro snížení vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti.

Disertant přinesl původní výsledky, které mohou v budoucnu posloužit k dalšímu vývoji v oblasti řízení vozidla.

VYJÁDRĚNÍ K SYSTEMATIČNOSTI, PŘEHLEDNOSTI, FORMÁLNÍ ÚPRAVĚ A JAZYKOVÉ ÚROVNI DISERTAČNÍ PRÁCE

Systematičnost a přehlednost předložené práce hodnotím jako velmi dobrou. Jazyková úroveň práce je na vysoké úrovni. Text neobsahuje závažnější gramatické nedostatky. Zvláště bych chtěl ocenit

přehledný popis grafů, kde disertant vhodně doplňuje nepřehledný anglický popis jednoduchými odkazy v češtině. Malou výtku mám ke způsobu citace elektronických zdrojů, která podle mého názoru, neodpovídá normě ČSN ISO 7144.

VYJÁDŘENÍ K PUBLIKACÍM DISERTANTA

Disertant uvádí celkem 9 prací, které publikoval na tuzemských a mezinárodních konferencích, z nichž se 5 zabývá tematikou zpracovanou v disertační práci. Zároveň uvádí 10 užitečných nebo průmyslových vzorů, jichž je spoluautorem. Publikační a badatelskou činnost disertanta tedy považuji za velmi dobrou.

JEDNOZNAČNÉ VYJÁDŘENÍ OPONENTA, ZDA DOPORUČUJE ČI NEDOPORUČUJE DISERTAČNÍ PRÁCI K OBHAJOBĚ

Posuzovanou disertační práci doporučuji dle zákona č.111/1998 Sb. §47 k obhajobě.

V Praze, 23.10.2013

Ing. Miloš Vrba



Oponentní posudek disertační práce:
Ing. Martin Vlček:
Snižování vlivu přetáčivosti a nedotáčivosti
automobilu pomocí aktivních prvků podvozku

Ing. Jan Baněček Ph.D.

25. 10. 2013

Zhodnocení významu pro obor Předložená práce je příspěvkem k problematice, patřící v současné době k aktuálním tématům dynamiky vozidel a to zvláště v souvislosti s povinným zaváděním systémů podpory stability u vozidel od r. 2013. Autor zvolil originální přístup k této problematice a to individuální ovládání řídicích kol v mezních situacích. Studium možností tohoto přístupu doplňuje jeden z prvků mozaiky všech možností ovlivňování dynamických vlastností automobilu. I když zde není uvedena problematika zpracována beze zbytku, myslím, že z hlediska přínosu běžně očekávaného od disertační práce je stupeň zpracování dostatečný.

Vyjádření k postupu řešeního problému, k použitým metodám, ke splnění stanoveného cíle Autor si stanovil následující cíle své práce.

- zhodnocení poznatků o možnostech zlepšení směrové stability (přetáčivosti a nedotáčivosti automobilu)
- vytvoření přehledu současných technických řešení omezujících vliv přetáčivosti a nedotáčivosti, včetně hodnocení míry jejich vlivu na jízdní chování automobilu.
- vyvinutí softwarového modelu referenčního automobilu za účelem simulací jízdního chování a matematické ověření jeho správnosti.
- vyvinutí vlastních návrhů technického řešení omezujících vliv přetáčivosti a nedotáčivosti a výběr vhodného technického řešení pro další zpracování
- verifikace navrženého technického řešení.

Při řešení stanovených cílů prošel autor následující etapy, kterým odpovídá i členění práce:

- Rešerše současného stavu problematiky
- Rozbor problému metodou Engineering Design Science (dále EDS)
- Studium otázek statické stability a rozbor problematiky pomocí linearizovaného modelu
- Vytvoření nelineárního modelu vozu v programu MD ADAMS CAR, zahrnujícího úpravy pro možnost individuálního nastavení úhlů řízení jednotlivých kol.
- Simulace některých jízdních manévřů s modelem ADAMS a její vyhodnocení.

- Diskuse možných konstrukčních variant mechanismu řízení, realizujících strategii individuálního natáčení kol. Výběr cílové realizace pomocí vícekritériálního hodnocení
- Konstrukční návrh vybrané varianty vč. kontrolních výpočtů.

Z toho je patrné, že každému ze stanovených témat odpovídá kapitola práce. Z celého průběhu řešení je patrná snaha po komplexním přístupu k dané problematice s použitím moderních metod a zodpovědným hodnocením výsledků. Vzhledem ke značnému rozsahu práce nelze zde podrobně diskutovat vše, ale lze uvést jen některé připomínky :

- Rešerše
Formulace tématu : Téma práce je stanoveno nejasně. Název *Omezení vlivu přetáčivosti nebo nedotáčivosti pomocí aktivních prvků podvozku*. Nspecifikuje NA CO (na které vlastnosti, či parametry vozu) se má vliv přetáčivosti a nedotáčivosti omezit. (rychlost v zatáčce, odstředivé zrychlení, pohodlí jízdy, chování při ztrátě adheze ap.). Tato nejasnost ale není obsažena jen v názvu práce, ale prostupuje celou rešeršní částí, kde jsou zcela volně kombinovány klasické pojmy přetáčivost a nedotáčivost, tak jak jsou obecně zavedeny (a autorem správně připomenuty), s volným významem těchto pojmů, znamenajících spíše přetáčivé, nebo nedotáčivé chování vozu v mezních situacích nedostatku adheze. Přitom nejsou důsledně oddělovány přechodové a plně dynamické manévry. To má na přehlednost a systematičnost celé rešerše nedobrá vliv.
Problematika předpisů: Existuje řada předpisů a zkušebních metodik pro hodnocení jízdních vlastností automobilu. Většina z nich je veřejně známá a dostupná (VDO, ISO, SAE...) a dokonce je součástí povinného hodnocení vozidel při jejich schvalování do provozu. V rešeršní části práce bych očekával alespoň souhrn některého ze systémů předpisů. Navíc, jak je známo v současné době vstupuje v platnost povinná montáž zařízení pro "umělou stabilitu" do vozidel (ESP ap). V té souvislosti by bylo vhodné uvést případné předpisy pro homologace těchto zařízení. Posuzování vlastního řešení by se mělo vztahovat právě k nadějším na splnění těchto homologací.
- Rozbor problému metodou EDS
Vysoce kladně hodnotím samotné zařazení této části do předložené práce. Snaha o soustavné začleňování podobných metod do běžné technické práce je správná a žádoucí. Tyto metody ale slouží více k osobní orientaci řešitele, vyjádření a prozkoumání vazeb a procesů, relevantních pro konkrétní problém. Jejich použití jako prostředku výkladu není

příliš vhodné. Všechny grafy a tabulky pracují s relativně krátkými symbolickými pojmy a bez jejich pečlivého sémantického ukotvení (tj. vysvětlení v jakém kontextu si autor daný pojem představuje a jaké fyzikální mechanismy interakce mezi nimi bere v úvahu) jsou mnohovýznamné a jen výjimečně dojde čtenář ke stejným závěrům, jako autor. Přesto, že tyto metody jsou mi známy a osobně je používám, je pro mne takto prezentovaná fáze projektu neprůhledná, pojmy uvedené v tabulkách a grafech vágní, bez vysvětlení, a z toho plynoucí závěry nevypovídají. Stanovený strategický cíl: *Zlepšení přenosu sil mezi kolem a vozovkou* dle mého názoru nemíří k principu problému, protože obecně zlepšení přenosu sil mezi kolem a vozovkou nemá přímý vliv na přetáčivost a nedotáčivost a není tedy relevantní tématu práce. (Vybavíme-li přetáčivý/nedotáčivý vůz na všech kolech pneumatikami s identicky vyšším koeficientem adheze,lepší se u něj přenos sil mezi kolem a vozovkou, ale jeho základní charakteristika poslušnosti zůstane stejná přetáčivá/nedotáčivá, chování v situacích na mezi adheze se obvykle dokonce zhorší).

- vývoj softwarového modelu referenčního automobilu za účelem simulací jízdního chování a matematické ověření jeho správnosti.

Linearizovaný model Autorem uváděný linearizovaný model je obvyklý model, který lze, s většími či menšími modifikacemi, nalézt v celé řadě klasických literárních podkladů. Je samozřejmě základním modelem k pochopení a kvantifikaci vlivů v celém systému. K tomu je velmi vhodný, proto, myslím, měl být uveden před částí 2 (rozbor vlivů). Ta by pak měla pracovat s pojmy a představami zavedenými právě v tomto analytickém modelu. K ověření správnosti nelineárního modelu ADAMS není podle mne použití lineárního modelu vhodné.

Nelineární model ADAMS : Tento model je správně zvoleným prostředkem pro simulační studii chování vozu. Kromě sestavení automobilu zde byla provedena implementace aktuátorů umožňujících individuální natočení kol. Z hlediska srozumitelnosti zprávy by jeho sestavení mělo být popsáno raději pojmy technické mechaniky, nikoli pojmy z manuálu ADAMS. Rovněž popis regulační funkce aktuátorů není příliš čitelné. Také nebyly uvedeny grafy charakteristik pneu, generované použitým Pacejkovým modelem, nelze si tedy udělat představu o chování pneumatiky v modelu.

Provedené simulace : Verifikace modelu nebyla provedena pro statické vlastnosti (přetáčivost nedotáčivost, jak byly zavedeny v úvodu práce, přetáčivé chování nebylo v simulacích zkoumáno vůbec). Pro vlastní řešení zvolené problematiky byly vybrány značně nestandardní

manévry, což činí neproveditelné porovnání s výsledky jiných metod ovlivňování stability vozu, zveřejněnými v literatuře.

- vyvinutí vlastních návrhů technického řešení. Zde je použit pečlivý přístup složený na posouzení řady možných variant uspořádání modifikovaného systému řízení pomocí vícekritériálního hodnocení. Vzhledem ke zvoleným kritériím tato část končí výběrem optimální varianty. Otázkou je ovšem správné nastavení kritérií. Z mého pohledu jsou sporné dva momenty
 - nesprávně pochopená otázka bezpečnosti při poruše (je řešena jen otázka zastavení příslušného stupně volnosti (pomocné natočení kola), nikoli jeho návrat do pracovní přípustné pozice.
 - podhodnocení možností v současnosti nejběžnějšího systému tj. hydraulického posilovače řízení.
- verifikace navrženého technického řešení. Proběhla konstrukčním návrhem s příslušnými pevnostními kontrolami. Moji pozornost v této části vzbudila neobvyklá volba mezního stavu zatížení pro dimenzování řízení. Pro stanovení skutečných zatížení takto uspořádaného řízení se přímo nabízí zatížení zjištěná existujícím simulačním modelem. To však provedeno nabylo.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a původního konkrétního přínosu předkladatele disertační práce Předložená práce řeší jeden z možných přístupů ovlivnění směrové dynamiky vozidla. To je ambiciózní záměr. Autorovi se podařilo najít svůj úhel pohledu, využívající individuální řízení předních kol. Zde provedl příslušný průzkum a dospěl k základním výsledkům. Z hlediska skutečného praktického přínosu však považuji cestu k případnému uplatnění za pouze započatou.

Řízení je mechanismus s jedním stupněm volnosti, jehož setrvání ve vymezené poloze je určeno silovou rovnováhou sil na levém a pravém kole s řídicí silou na volantu. Jinými slovy mechanismu je jedno, kde vzniká impuls ke změně jeho polohy, rovnovážný stav si najde vždy mezi silami na obou kolech a na volantu. Natočení jednoho kola bude mít vždy za následek natočení druhého kola i volantu, pokud nebude provedeno nějaké speciální opatření (samosvornost některého členu). Z práce je zřejmé, že tato samosvornost je předpokládána, ale není nikde diskutována ani jako samostatná podmínka, ani dopady této podmínky na běžné funkce mechanismu řízení. Také v popisu simulačního modelu ADAMS není uvedeno, zda je volant ovládán silově, či jen kinematicky (čímž by samosvornost jaksí samovolně vznikla). Rovněž při

posuzování mechanismů individuálního řízení předních kol, by měl být jedním z kritérií kritériem hodnocení, způsob dosažení silové rovnováhy mechanismu. Samosvornost převodky řízení, které se nabízí na první pohled, není z hlediska běžně požadovaných vlastností vhodná (silová zpětná vazba k řidiči, automatické vrácení řízení).

Systematičnost, přehlednost, formální úprava a jazyková úroveň disertační práce Po všech těchto stránkách má předložená práce vysokou úroveň, dříve uvedené poznámky k této oblasti jsou z hlediska celkového dojmu méně významné.

Vyjádření k publikacím disertanta Publikační činnost disertanta se jeví jako dostatečná.

Závěr Autor se díky svému iniciativnímu přístupu a značnému záběru práce nevyhnul některým nedůslednostem, to však neovlivňuje celkové vyznění práce nijak zásadně. Proto tuto práci

DOPORUČUJI

k obhajobě (ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. paragraf 47)

Ing. Jan Baněček Ph.D.

