

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh difuzoru s využitím aktivní aerodynamiky pro studentskou formuli
Jméno autora:	Matěj CHALUPKA
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí práce:	Ing. Petr Hatschbach, CSc.
Pracoviště vedoucího práce:	ČVUT v Praze, fakulta strojní, Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
Bakalářská práce se zabývá prozkoumáváním možností použití aktivních aerodynamických prvků na vozidle Formula Student se zaměřením na difuzor ve spodní zadní části vozu. Navržené aktivní prvky a tvar difuzoru je ověřován simulací proudění v CFD programu STAR CCM+. Zadání s ohledem na návaznost na dříve prováděné simulace jinými studenty lze řadit k průměrně náročným.	
Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
Zadání bylo s výhradami (viz dále) splněno.	
Aktivita a samostatnost při zpracování práce	D - uspokojivě
Student pracoval z velké části samostatně. Práce bylo nutné koordinovat s postupem prací ostatních členů týmu připravujícího vozidlo Formula Student. Tím by se asi dala částečně vysvětlit značná nepravdivost konzultací i celého postupu prací. Vlastní, nerešeršní obsah práce vznikl až několik dnů před termínem odevzdání. Některé připomínky vedoucího k práci byly zapracovány až po opakovaném zdůraznění, některé částečně, některé vůbec.	
Odborná úroveň	E - dostatečně
<p>Ve stručných úvodních kapitolách je popsána motivace a cíle práce, soutěž Formula Student i tým CTU CarTech, dále základní přehled a pojmy k vnější aerodynamice vozidel. V další kapitole jsou popsány dva příklady použití aktivní aerodynamiky u "dospělých" formulí a tři případy využití u Formule Student po uvolnění pravidel v roce 2020, včetně v ostré soutěži nepoužité úpravy odsávaného difuzoru u formule FS13 týmu CarTech.</p> <p>Návrh difuzoru s aktivními členy ovlivňujícími aerodynamiku student prováděl pro vůz CarTech FS14. Z možných variant použití aktivních prvků vybral realistickou variantu dvou dmychadel sloužících k ovlivnění proudového pole. Vlastní práce obsahuje prověření 4 základních konstrukčních variant s dalšími podvariantami. Celkem se jedná o 12 případů využívající prvky aktivní aerodynamiky + jeden srovnávací bez použití dmychadel. U finálního designu byla testována i závislost na rychlosti jízdy.</p> <p>Zvolený postup je zřejmě správný a výsledky zajímavé, ale kvalitu práce silně snižuje špatná dokumentace postupu řešení a výsledků:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nedostatečný popis geometrie jednotlivých variant. Mohlo by být např. v přílohách práce. - Prakticky vůbec není popsán simulační model: použitý fyzikální model, výpočetní síť, nastavení výpočtu ... - Vzhledem k tomu, že předmětem práce mělo být použití metody MRF pro simulaci dmychadel, měla by tato metoda být podrobněji představena i s konkrétními použitými parametry velikosti sítě atd. - Pro kvantitativní posouzení výsledků jednotlivých analýz jsou zřejmě použity dílčí součinitele odporu c_d a vztlaku c_l (přítlaku) pro šasi a difuzor. V práci jejich popis ani definice (jaké části vozidla se týkají) nejsou uvedeny. - Tabulky s hodnotami jednotlivých součinitelů u jednotlivých variant nejsou vhodné pro vzájemné porovnání variant, lepší by byla souhrnná tabulka nebo grafické znázornění jako u závislosti na rychlosti. 	

- Vítězná varianta FS14_10_04_04 má oproti variantě bez aktivních prvků sice lepší součinitel přitlaku cl difuzoru, ale součinitel přitlaku šasi se ještě více zhoršil. Je tedy otázka, jestli to pro celé vozidlo je přínos nebo ne. To v práci porovnané není.

- V popisu možných řešení použití aktivních prvků na vozidle chybí údaje o rozměrech uvažovaných vrtulí nebo dmychadel a příkonech jejich elektromotorů.

Na práci tedy bude obtížné navázat pokud nebudou k dispozici minimálně zdrojová data.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

E - dostatečně

Bakalářská práce má celkem 50 stran, což je na bakalářskou práci ještě dostatečný rozsah. Jazyková úroveň je poměrně dobrá, jen místy jsou formulace neobratné. Je psána bez vážných pravopisných chyb.

Velkým problémem je ale čitelnost a vypovídací hodnota obrázků 3D modelu vozu a výsledků simulace proudění. Šedě vystínované pohledy na model vozidla bez zvýraznění hran nejsou vhodným způsobem technického znázornění. Lepší by bylo drátěné zobrazení viditelných hran. Vystínované pohledy s viditelnými hranami jsou ještě přijatelné, ale pomohlo by nastavit bílé pozadí.

U výsledků simulací by pomohlo zvýraznění a popis sledovaného jevu na obrázku (obr. 27 - vír od zadních kol, na obr. 29 – kde se nachází detail znázorněný na obr. 30 – barvy velikosti rychlostí totiž nesedí!, obr. 32 – kde je místo se vzduchem vytékajícím z kanálu, atd.)

Na většinu obrázků není v textu odkaz.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Student minimálně z počátku čerpal ze zkušeností kolegů v týmu Formule Student, na které nutně musel navazovat a svou práci s nimi koordinovat. V seznamu literatury jsou až na první bod (který není v práci nikde citován!) samé internetové zdroje, použité především pro převzetí obrázků. Vzhledem k charakteru soutěže Formule Student, kde komunikace probíhá často s využitím sociálních sítí, je určité důležité sledovat i zdroje mimo tradiční místa, např. Facebook, Instagram, Wikipedia, ... Měly by zde ale být zmíněny např. referenční materiály k použitému výpočetnímu programu, které (doufám) byly při nastavování simulací používány. Odkaz na zdroj [6] nevede přímo na citovaný článek, ale jen na hlavní stránku blogu, z kterého student čerpal. Použité zdroje jsou správně citovány a převzaté prvky jsou odlišeny od vlastních výsledků a úvah.

Další komentáře a hodnocení

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Student si pro svou bakalářskou práci zvolil atraktivní téma, které je ale potřeba zdolávat postupně a trpělivě. Bylo navrženo a propočítáno poměrně velké množství variant využití aktivního prvku pro ovlivnění aerodynamiky vozidla formule. Předložený výsledek budí ale dojem, že student používá program pro CFD simulace jako černou skříňku. Nejsou zde jasně a úplně popsány jednotlivé varianty, nastavení CFD výpočtu, kritéria porovnávání a hledání optimální varianty. Díky tomu je mé hodnocení práce horší než by snadno mohlo být. Přes tyto výhrady doporučuji práci k obhajobě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 17.8.2019

Podpis: