

P o s u d e k

**bakalářské práce Jana Bayera : *Návrh aerodynamických prvků pro studentskou formuli*,
Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Liberec, 2018.**

Předložená bakalářská práce obsahuje 61 stran textu se 44mi obrázky, 4mi tabulkami, dvěma titulními listy (jeden v jazyce českém a druhý v jazyce anglickém), Zadáním bakalářské práce, Prohlášením, listem abstraktů a klíčových slov (v jazyce českém a anglickém), Poděkováním, Obsahem, seznamy obrázků, tabulek, užitých označení a zkratk a použité literatury. Přílohou jsou výsledky výpočtů parametrů rychlosti v proudovém poli. Oponent pracoval s elektronickou verzí bakalářské práce ze dne 4.7.2018 (upravené dne 12.7.2018).

Ve velmi stručném úvodu je vytyčen cíl bakalářské práce – navrhnout zadní přítlačné křídlo pro jednomístný závodní vůz týmu FS TUL Racing (typ vozu Markéta), analyzovat aerodynamické vlastnosti navrženého zadního přítlačného křídla a získaná data použít pro odhadnutí účinků přítlačného křídla na vozidlo při jeho jízdě.

Ve druhé kapitole jsou uvedena vybraná pravidla soutěže Formula Student/SAE (Society of Automotive Engineers). Je stručně uvedena historie této soutěže.

Třetí kapitola je zaměřena na pravidla, která limitují návrh aerodynamického prvku jako součásti vozidla.

Ve čtvrté kapitole jsou popsány aerodynamické veličiny. Především se jedná o silové a momentové účinky při obtékání tělesa.

Pátá kapitola se zaměřuje na konkrétní obtékání tělesa – na letadlové profily, na křídla, na křídla konečného rozpětí, na víceprvkové profily.

Šestá kapitola velice stručně uvádí silové působení aerodynamického prvku na dynamiku vozidla.

V sedmé kapitole jsou základní výpočty pro návrh zadního přítlačného křídla vozu týmu FS TUL Racing.

V osmé kapitole jsou shrnuty výsledky z numerické simulace obtékání navrženého dvouprvkového profilu užitím komerčního programu ANSYS Fluent.

Devátá kapitola stručně popisuje konstrukci navrženého zadního přítlačného křídla pro vůz týmu FS TUL Racing.

V desáté kapitole jsou výpočty celkového silového a momentového působení na vůz pro podmínku rovnováhy a celkové stability jedoucího vozidla.

Jedenáctá kapitola navazuje výpočtem podmínek při pohybu vozidla do zatáčky.

V závěru je konstatováno, že návrh aerodynamického prvku pro vůz týmu FS TUL Racing byl proveden, že byl proveden rozbor numerických výsledků ze simulace obtékání navrženého zadního přítlačného křídla. Jsou vytyčena témata pro řešení dalších výzkumných a konstrukčních úloh.

V příloze je 6 výsledků výpočtů proudových polí při obtékání navrženého dvouprvkového profilu pro různé podmínky.

Hodnocení :

Vnější aerodynamika je určitě významnou částí oboru aplikované mechaniky. Svými teoretickými a experimentálními přístupy a numerickými simulacemi vytváří cenné poznatky, které umožňují řešit důležité úkoly v oborech dopravy, energetiky, životního prostředí, aj. i v takových aktivitách, jako je například sport. Je to tak, že jedním ze základních principů letectví je zvládnutí aerodynamických problémů letu dopravního prostředku. V

automobilizmu je významným úkolem zajištění stability a optimálního výkonu pohybujícího se vozidla. Jsou známa řešení úkolů pro provoz větrných elektráren. Je tedy důležité pro stavbu a provoz technických zařízení, kde aerodynamika má podstatný vliv, vytvářet a aplikovat postupy, které poskytnou významné údaje o parametrech interakce při pohybu tělesa v okolním prostředí.

Autor bakalářské práce řešil poměrně zajímavý úkol zaměřený na návrh zadního přitlačného křídla pro závodní vůz Formula Student/SAE. Vycházel ze zkušenosti se závodním vozem, který se již účastnil soutěží. Navázal na pravidla a předpisy pro závodní vozy Formula Student/SAE; zvláště na ty, které limitují návrh zadního přitlačného křídla. Autor bakalářské práce na základě dostupné literatury provedl studii pro řešení aerodynamických parametrů, provedl návrh zadního přitlačného křídla jako dvouprvkového profilu a užitím především komerčního programu ANSYS Fluent řešil proudová pole při obtékání dvouprvkového profilu. Z dosažených výsledků provedl analýzu aerodynamických parametrů a účinků navrženého přitlačného křídla na celkovou stabilitu a rovnováhu jedoucího vozidla. Lze konstatovat, že autor bakalářské práce postupoval správně a že splnil zadání v tom, že provedl návrh zadního přitlačného křídla vozu Formula Student/SAE (křídlo bylo podle návrhu vyrobeno), dále provedl výpočty proudového pole při obtékání dvouprvkového profilu a analýzu aerodynamických parametrů včetně účinků na rovnováhu a stabilitu vozidla.

Autor bakalářské práce provedl zajímavé řešení zadaného úkolu, které je nutno přijímat jako dílčí etapu pro stavbu a provoz závodního vozidla. Soubor dosažených výsledků je cenný a dává podněty k další soustředěné práci nejen na konstrukci, ale též na další aerodynamické studii.

Bakalářská práce je srozumitelná, ale oponent musí vytknout, že autor přejímal obrázky z anglické literatury bez úpravy pro čtenáře v češtině; dokonce na Obr.6.2. na str.36 s chybou v jednotkách veličiny. Kvalifikační práce jsou příležitostí k zavádění a prosazování nových pojmů a názvů, k vylepšování češtiny především v technických textech. Oponent by se bránil pojmu "render" (na str.45) nebo dvouslovím "efekty řešení" (na str.51) a "konstrukce řešení" (na str.45). Na Obr.7.1.(c) na str.38 je uveden letadlový profil Eppler E423, ale v textu není o tomto profilu žádná zmínka. Oponent by v odstavci na str.36 u sdělení o aplikaci programu XFOIL očekával citaci, například

M.Drela : XFOIL – An Analysis and Design System for Low Reynolds Number Airfoils, In : Low Reynolds Number Aerodynamics, Lecture Notes in Engineering 54, Springer Verlag, New York, 1989.

Autor by měl zvážit, zda uvádění hodnot parametrů na 7 desetinných míst (dokonce na 9 platných číslic na str.37) není vzhledem k celkovým nejistotám přehnané. Na Obr.A.0.1. až A.0.6. na str.58 až 31 a na Obr.8.4 na str.42 jsou uvedeny výsledky výpočtu proudového pole při obtékání dvouprvkového profilu jako x-ové složky vektoru rychlosti. Ukazuje se, že záporné hodnoty této složky rychlosti signalizují odtržení proudů. Lze očekávat další možnosti zdokonalování aerodynamiky zadního přitlačného křídla. Je nutné zvážit, zda aplikace modelu turbulence pro obtékání při nízkém Reynoldsově čísle je správně zvolena bez uvažování přechodu do turbulence. V textu bakalářské práce jsou nedůslednosti, drobné chyby, překlepy (Je skutečně hodnota výšky buňky u stěny profilu 7 mm? (na str.40)), neobratné formulace, opomenutí. Tyto poznámky nikterak nesnižují hodnotu práce, jsou jen podnětem k dalšímu zdokonalování při autorově dalším studiu a v práci na řešení úkolů i v oboru vnější aerodynamiky.

Autor bakalářské práce má znalosti a odbornou úroveň, které mu dávají předpoklady k dalšímu odbornému růstu a k řešení úkolů a problémů v oboru strojního inženýrství.

Závěr :

Předložená bakalářská práce prokazuje, že její autor zvládl řešení uloženého zadání a navrhl zadní přitlačné křídlo pro závodní vůz Formula Student/SAE, řešil parametry při obtékání tohoto křídla a provedl analýzu silových a momentových účinků na vozidlo. Ukázal, že

získané poznatky v rámci studia využívá a že samostatně řeší odborné problémy se zaměřením na obor strojního inženýrství. Vzhledem k tomu, že v práci jsou drobné chyby, a vzhledem ke zmíněným dílčím nedostatkům ve formálním provedení bakalářské práce oponent hodnotí bakalářskou práci známkou :

výborně minus.



V Praze 24. srpna 2018

Hodnocení :

Formální náležitosti práce :	velmi dobře minus
Řešení práce po teoretické stránce :	výborně minus
Praktická část práce :	výborně
Rozbor získaných výsledků :	výborně minus
Celková úroveň a náročnost práce :	výborně minus

Celková kvalifikace : Práce splňuje požadavky na udělení akademického titulu bakalář, a proto ji doporučuji k obhajobě.

Navrhuji tuto práci klasifikovat stupněm : výborně minus