

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Optimalizace aerodynamických prvků vozu Formula Student s využitím nástroje Adjoint solver
Jméno autora:	Otakar Volek
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	doc. Ing. Tomáš Hyhlík, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Adjoint solver není běžně používaným přístupem k optimalizaci v aerodynamice.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Autor diplomové práce splnil zadání, ale na základě prezentovaných výsledků se nezdá možné jednoduše zakomponovat Adjoint solver do metodiky návrhu vozu.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Z obecného pohledu je zvolený postup správný.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Moje hodnocení je sníženo hlavně dojmem z teoretické části práce, kde mi chybí snaha začlenit použitou metodu do širšího kontextu.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V práci postrádám seznam veličin a jednotek. Některé použité výrazy jsou nevhodně přeloženy z angličtiny. V práci se vyskytuje například pojem tvar proudění. Autor používá termín transientní simulace. Domnívám se, že by text práce měl být více formální, ale autor v textu často příliš vypráví.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Z mého pohledu je nešťastné vycházet v teoretickém popise Adjoint solveru pouze z jedné literatury, která je jenom manuálem k výpočtovému programu. Bylo by na místě teoretický popis psát více s nadhledem a vycházet také z dalších zdrojů. V kapitole 3 jsou nestandardně citovány práce z nichž při jejím psaní autor vychází.	

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Bez vysvětlení symbolu E v energetické rovnici nelze její tvar na straně 11 považovat za správný. Není mi jasné, proč autor popisuje výchozí systém rovnic dynamiky tekutin pro proudění stlačitelné tekutiny. Domnívám se, že je při řešení obtékání formule použit výchozí systém rovnic pro proudění nestlačitelné tekutiny, který autor neuvádí. Moc nerozumím vysvětlení principu Adjoint solveru v kapitole 2.2. Podle mého názoru se jedná o optimalizační metodu, kde hledáme extrém vybrané cílové funkce při splnění rovnic dynamiky tekutin, což není z textu práce zřejmé. Pravděpodobně pracujeme s variací cílové funkce a s variací rezidua. Výchozí rovnice metody uvedené v kapitole 2.2 jsou potom pravděpodobně výsledkem odvození. Termín „rovnice primárního řešení“, který je uveden na straně 13 je nesprávným překladem z angličtiny. Podobně je to v případě termínu „řídící rovnice“. Věta: Algoritmus deformace sítě je řízen „funkcemi na radiální bázi“ je špatným překladem z angličtiny. Nerozumím argumentům autora na straně 28, kde tvrdí, že je potřeba pro řešení nestacionárního proudění používat Courantovo číslo menší než jedna. Podle mého názoru je nestacionární proudění řešeno pomocí implicitní metody diskretizace v čase, kde by výpočet s Courantovým číslem menším, než jedna byl výpočetně náročnější, než by odpovídalo diskretizaci v čase explicitní metodou, a to nemůžeme připustit. Moc nerozumím snaze počítat proudění v kapitole 6 na hrubší a hrubší síti. Při numerických simulacích volíme v ideální případě síť, která zajistí nezávislost výsledků na její jemnosti. Máme-li takovou síť, tak bude výsledek na hrubší síti ovlivněn její jemností a tato síť nemůže být potom použitelná k optimalizaci.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Autor diplomové práce splnil uložené zadání. Dále prokázal, že využívá poznatky získané v rámci studia a je schopen řešit problémy v počítačové dynamice tekutin. Prokázal schopnost pracovat s podklady z literatury.

Otázky k obhajobě:

- 1) Pokuste se formulovat optimalizační úlohu se zahrnutím podmínky splnění výchozího systému rovnic dynamiky tekutin. Ve formulaci uvažujte cílovou funkci, která závisí na proudovém poli a na proměnných definujících geometrii. Výchozí rovnice dynamiky tekutin zapište pomocí reziduí, která jsou funkcí proudového pole a proměnných definujících geometrii.
- 2) V práci se často zmiňujete o použití $k-\epsilon$ modelu. Jaký typ modelu používáte a jak řešíte proudění v blízkosti stěny.
- 3) V práci píšete, že při použití Adjoint solveru lze použít Spalartův-Allmarasův model turbulence. Jak při simulacích zohledňujete požadavky použitého modelu na jemnost sítě v blízkosti stěny.

Datum: 20.1.2022

Podpis: