

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Numerická simulace proudění v náporovém motoru
Jméno autora:	Bc. Marie Ratingerová
Typ práce:	<input type="text"/>
Fakulta/ústav:	<input type="text"/>
Katedra/ústav:	Ústav technické matematiky
Oponent práce:	Ing. Vladimír Prokop, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav technické matematiky, FS

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	<input type="text"/>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání se mi jeví jako náročnější vzhledem k simulaci vstupu nadzvukového náporového motoru a generování rázových vln.	

Splnění zadání	<input type="text"/>
<i>Posudte, 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>	
Práce splňuje všechny body uvedené v zadání, i když se v části nadzvukového vstupu do náporového motoru nepodařilo dosáhnout kýženého zpomalení.	

Zvolený postup řešení	<input type="text"/>
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení považuji za správný. Zvolený matematický model i použité numerické metody jsou vhodné pro daný typ problému i když v nadzvukovém vstupu se model již ukazuje jako nedostačující.	

Odborná úroveň	<input type="text"/>
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Posuzovaná práce je na výborné odborné úrovni. Autorka využívá znalostí z dynamiky tekutin, numerické matematiky a programování, dále pak informací z odborné literatury a článků, kde získává podklady pro validování svých výsledků, vstupní data pro výpočty a tvary geometrií výpočtové oblasti. Ve výsledkové části velmi dobře popisuje získané výsledky z fyzikálního hlediska i vzhledem k použitým metodám výpočtu.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	<input type="text"/>
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je celkově na velmi dobré formální a jazykové úrovni. Lze nalézt drobné nedostatky, např. nadměrné užívání slova zavedeme, nebo nesprávný tvar: obrázkách místo obrázcích. Chybí mi také lepší popis veličin v použitých vztazích. Většina je sice uvedena v seznamu použitých veličin, ale uvedení přímo v textu by zvýšilo jeho čitelnost, např. v části odvození MKO a popisu AUSM schématu vystupují stejně značené složky normály – nemají stejný význam a v textu nejsou popsány. Po grafické stránce je práce na velmi dobré úrovni, autorka vytvořila vícero názorných obrázků v teoretické části a pěkné grafy ve výsledkové části práce. Práce je spíše kratší, ale s rozsáhlou výsledkovou částí.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	<input type="text"/>
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od</i>	

vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autorka v práci použila všechny zdroje uvedené v použitých zdrojích a citace odpovídají citačním zvyklostem. V některých případech jsou zdroje uvedeny na začátku kapitoly a ne v místě uvedení citované informace např. použitého vzorce. Použité zdroje obsahují jak odborné články, online zdroje, odborné knihy a skripta v českém i anglickém jazyce v dostatečném rozsahu.

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.

Autorka prokázala schopnost naprogramovat vlastní řešič v C++, připravit výpočtovou síť a zpracovat získané výsledky ve srozumitelný a vypovídající grafický výstup.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Práce se zabývá zajímavým tématem numerické simulace nevazkého stlačitelného proudění s aplikací pro podzvukový a nadzvukový náporový motor. V první části nás autorka seznamuje s uvažovaným fyzikálním modelem, dále pak s teorií rázových vln a vlivem proměnného průřezu na vlastnosti proudění. Následující analýza Eulerových rovnic umožňuje autorce ukázat, že se jedná o hyperbolický systém rovnic a popsat vstupní a výstupní okrajové podmínky. K numerickému řešení je použita metoda konečných objemů, konkrétně schémata Laxe-Friedrichse a AUSM. Následuje popis získání počátečních a realizace okrajových podmínek.

Ve výsledkové části autorka nejdříve ověřuje na známém případu GAMM kanálu zda její řešič dává správné výsledky, což se jí daří srovnáním s jiným numerickým výpočtem, i když zjišťuje, že pro ještě lepší shodu by bylo třeba užít schématu vyššího řádu. Kladně hodnotím zkoumání vývoje hmotnostního toku v čase a ve všech sekcích i uvádění grafů rezidui, která dokládají průběh výpočtu a konvergenci do stacionárního stavu.

V následující části autorka řeší úlohu proudění v podzvukovém náporovém motoru a vliv přidávání tepla. V textu je velmi pěkně popsán průběh výpočtu a provedena analýza získaných výsledků, která odpovídá tomu, jak by z fyzikálního hlediska mělo proudění v daných částech náporového motoru vypadat. Tato analýza je navíc doplněna srovnáním s 1D výpočtem z autorčiny bakalářské práce.

Finální část práce se zabývá generováním soustavy rázových vln na vstupu do nadzvukového náporového motoru. Autorce se modifikací geometrie vstupu daří zpomalovat proud i když ne až do podzvukové oblasti. Celá úloha je opět velmi dobře popsána jak z hlediska nastavení a průběhu výpočtu tak z hlediska zpracování výsledků a jejich vyhodnocení.

Práce se mi celkově velmi líbila hlavně díky velmi dobře zpracované výsledkové části. Dále pozitivně hodnotím, že autorka naprogramovala vlastní řešič v C++, práce obsahuje názorné obrázky a velmi dobré grafy, které dobře popisují získaná data.

Doplňující dotazy: 1) Jaký byl rozdíl mezi výpočtem tahu pro graf na obr.39 v 1D a ve 2D?
2) Jak byla určena teplota na obr.40?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum: 25.08.2020

Podpis: