

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Numerická simulace proudění s přechodem do turbulence pomocí jednorovnicového modelu přechodu
Jméno autora:	Bc. David Moravec
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technické matematiky
Oponent práce:	Ing. Vladimír Prokop, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav technické matematiky, FS ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce hodnotím jako náročnější, neboť se autor zabýval složitým problémem modelování přechodu z laminárního na turbulentní proudění.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
V posuzované práci byly zcela splněny všechny úkoly uvedené v zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení zadaného problému považuji za správný.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<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 úrovni. Autor využívá znalostí získaných absolvováním oboru matematické modelování a znalost programu OpenFoam. Další potřebné informace čerpá z odborných knih, skript a článků.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Z jazykového hlediska je práce napsána srozumitelně a přehledně, nicméně pár překlepů jsem našel. Autor v práci často spoléhá na odkazy a občas jsou některé použité vztahy popsány poměrně stručně, někde by pomohl ilustrační obrázek. Práce není přehnaně rozsáhlá, ale postihuje všechny aspekty zkoumané problematiky, obsahuje podrobné zhodnocení dosažených výsledků a přehledné grafy.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<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 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>	
Autor v práci používá různorodé zdroje: skripta, knihy, odborné články v českém i anglickém jazyce. Použité zdroje jsou	

relevantní a citace jsou v souladu s citačními zvyklostmi. V textu jsou až na drobné výjimky (např. odstavec o RANS) citace uváděny vhodně a dostatečně. Některé zdroje uvedené v seznamu literatury nebyly použity v textu (např. 2 , 12).

#### **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.*

Autor se naučil pracovat s programem OpenFoam včetně programování vlastních modelů.

### **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.*

Práce se zabývá modelováním a numerickou simulací nestlačitelného vazkého proudění s přechodem z laminárního do turbulentního proudění. Autor v práci užívá model RANS rovnic pro modelování turbulence. Ty ovšem nejsou samy o sobě vhodné k modelování přechodu a tak autor používá rozšířený gamma model Wraye a Agarwala. Pro vyhodnocení režimu proudu je v tomto modelu užita transportní rovnice pro intermitenci. Tento model a ještě další dva modely turbulence jsou autorem implementovány do cfd řešiče OpenFoam, kde je soustava modelových rovnic řešena metodou konečných objemů ve formě algoritmu SIMPLE. Ve výsledkové části se autor nejprve zabývá případem obtékání desky za účelem validace a srovnání různých modelů turbulence bez a s rovnicí pro určení přechodu, které porovnává s řešením z experimentu. Autorovi práce se nakonec podařilo dosáhnout velmi pěkných výsledků, které velmi dobře zachycují začátek a ve dvou případech i průběh přechodu ve srovnání s experimentálními daty pro případ vyladění podmínky na vstupu při znalosti experimentálních dat. Tento přístup je nicméně omezující v případě obecné úlohy. Autor se také zabývá citlivostí polohy přechodu na podmínce na vstupu, kde ukazuje, že v určité oblasti parametrů je citlivost řešení na této podmínce nižší. Další řešenou úlohou bylo obtékání profilu NACA 0012, kde se opět určitou optimalizací podařilo dosáhnout výsledků srovnatelných s jinými autory. Výsledky dosažené WA modelem gamma se zdají dobré, ale závisejí na hodnotě intenzity turbulence na vstupu a je tedy otázkou zda je tento model lepší oproti jiným modelům turbulence s přechodem.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Dotazy: 1) Dal by se nějakým způsobem popsat význam veličiny  $R$  z modelu Wraye a Agarwala?

2) Bylo by možné přesněji vysvětlit veličinu intermitence a jakým způsobem srovnává podíl turbulentní a laminární složky proudu v mezní vrstvě?

3) Bylo by možné porovnat výpočetní náročnost a případné výhody WA-gamma modelu oproti jiným modelům, které autor použil při srovnání ?

Datum: 28.08.2021

Podpis: