

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Optimalizace proudění pomocí mřížkové Boltzmannovy metody
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Bořivoj Kronowetter
<b>Typ práce:</b>	diplomová práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra matematiky
<b>Vedoucí práce:</b>	Doc. Ing. Tomáš Oberhuber, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Katedra matematiky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání a motivace k jeho vypsání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
<p>Zadání této práce bylo vytvořeno v rámci dlouhodobého cíle rekonstrukce proudění v různých aplikacích. Jednou z nich je například rekonstrukce proudění krve v cévách z dat získaných pomocí magnetické rezonance. Tato naměřená data jsou jednak stále dost hrubá a zatížena výrazným šumem. Další komplikací může být, že zařízení pro magnetickou rezonanci ze své podstaty nedokáže dobře měřit proudění krve uvnitř stentů. Zde by pak bylo velice žádané umět zrekonstruovat rychlostní pole proudění krve. Po opakovaně dobrých zkušenostech s využitím mřížkové Boltzmannovy metody pro simulaci proudění krve uvnitř cév byla zvolena právě tato metoda. Celkově je potřeba řešit optimalizační úlohu s vazbou danou právě pomocí rovnic Boltzmannovy metody. Jde o poměrně náročnou úlohu, která má navíc velmi vysoké výpočetní nároky. Proto bylo potřeba zejména pro 3D výpočty implementovat paralelní kód s možností běhu na GPU.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s výhradami</b>
<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>	
<p>Jedním z bodů zadání je optimalizace turbulentního proudění. To se nepodařilo splnit neboť s použitým SRT modelem by bylo nutné výrazně navýšit rozlišení výpočetní mřížky a úloha by se tak stala časově extrémně náročnou. V průběhu řešení diplomové práce jsme se také rozhodli, že bude lepší se soustředit na kvalitní implementaci, na které pak budou moci stavět i další studentské práce, než se za každou cenu snažit napočítat nějaké výsledky týkající se turbulentního proudění. Díky tomu autor implementoval řešič adjungované rovnice v rámci modulu TNL-LBM, což činí jeho kód dobře využitelným právě i pro další podobné optimalizační úlohy.</p>	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>výborná</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
<p>Autor prokázal během řešení své diplomové práce výraznou schopnost samostatné práce. Doba řešení se nakonec protáhla na dva roky a musím přiznat, že autor nedocházel na konzultace každý týden, občas jsme měli v konzultacích delší výpadky. Celkově by ale počet konzultací asi odpovídal tomu, kolik by jich mělo být za dobu jednoho roku. Autor navíc pracoval s kódem modulu TNL-LBM, ve kterém se já sám až tak dobře neorientuji a nebyl bych schopný mu zde se vším pomoci. Právě o to více si cením toho, že zvládl úspěšně implementovat paralelní 3D řešič s možností běhu na GPU. Ještě jednou opakuji, že tento řešič může být v budoucnu velice užitečný v řadě projektů naší skupiny. Autor dále musel odvodit adjungovanou rovnici v diskrétním tvaru. Já sám mám zkušenosti zejména s odvozování spojitě formulace a i zde autor dokázal svou schopnost samostatné práce. Přitom diskrétní odvození zejména ve 3D je bezesporu velice pracné a je potřeba veliké pečlivosti, aby nedošlo k chybám. Dále musím poznamenat, že autor bohužel práci psal až hodně na poslední chvíli, ale vlastně už první verze textu, které mi posílal, byly velice kvalitní a měl jsem k nim jen drobné připomínky. Autor tedy prokázal i velice dobrou schopnost samostatného psaní.</p>	

<p><b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i></p>	<p><b>výborná</b></p>
<p>Odborně je tato práce na velmi vysoké úrovni. Řekl bych, že je náročná jak z pohledu numerického, pokud šlo o odvození diskrétní adjungované rovnice, tak i implementačního, pokud šlo o vývoj paralelního 3D řešiče v modulu TNL-LBM. Na základě výsledků této práce již ve spolupráci s autorem připravujeme odborný článek, který plánujeme poslat do odborného časopisu s impaktovaným faktorem. Zdá se, že řízení proudění pomocí okrajových podmínek je úloha, která zatím nebyla dobře prostudována.</p>	
<p><b>Formální a jazyková úroveň</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i></p>	<p><b>výborná</b></p>
<p>Jak již jsem zmiňoval, autor sepsal celý text velice samostatně. Sice jsem první verze dostával hodně pozdě, ale byly napsané tak dobře, že jsem k nim neměl žádné podstatnější připomínky. Ve finální verzi jsem narazil jen na drobnosti jako:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ve vztahu (1.17) na pravé straně zřejmě chybí přenásobení výrazu <math>C_k</math> časovým krokem <math>\Delta t</math>.</li> <li>2. Na straně 22 bych možná diskrétní variantu funkcionálu <math>J</math> označil také jako <math>J_h</math>.</li> <li>3. Na straně 40 se píše „...jsme nebyli jsme schopni...“.</li> <li>4. Na straně 45 je uvedeno „Tabulka 5.3 zadává počet...“ místo „udává“.</li> <li>5. Citované zdroje jsou uvedeny nejednotně.</li> </ol>	
<p><b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b> <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></p>	<p><b>výborné</b></p>
<p>Práce cituje 32 zdrojů a jasně ukazuje, že autor studoval dané téma poctivě a sám si dohledával řadu zdrojů. Bohužel, citace jsou uvedeny nejednotně, někdy plnými jmény, někdy zkráceně. Citace [25] je uvedena velkým písmem.</p>	
<p><b>Další komentáře a hodnocení</b> <i>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.</i></p>	
<p>Jak již bylo zmíněno, jsem přímo nadšen výsledky, kterých autor ve své práci dosáhl. Nepodařilo se řešit optimalizaci turbulentního proudění, což ale osobně nepovažuji za výrazný nedostatek. Více si cením toho, že se autor věnoval poctivě implementaci paralelního 3D řešiče. Dosažené výsledky plánujeme publikovat ve vhodném odborném časopise.</p>	

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Na autora bych měl jeden dotaz. V práci uvádí, že zašuměná data byla generována násobením předpočítaných dat náhodnou veličinou s normálním rozdělením. Myslím, že běžně se spíše uvažuje aditivní šum. Co ho vedlo k tomuto přístupu? Je nějaký zdroj, který by postupoval také takto?

Jinak jsem s výsledky práce a celkovou spoluprací s autorem za celou dobu od bakalářské práce velice spokojen.



## POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

Datum: 17.1.2025

Podpis: 