

Posudek vedoucího bakalářské práce

Tomáše AUGUSTIŇÁKA

(ZČU v Plzni, FAV, *studijní program*: B3947 Počítačové modelování v technice, *studijní obor*: Počítačové modelování)

zpracované na téma

Modelování proudění krve v 1D modelech arterií s uvažováním poddajnosti cévních stěn

Bakalářská práce o rozsahu 49 stran textu včetně obrázků a seznamu použité literatury se zabývá problematikou matematického modelování nestacionárního proudění krve v 1D modelech poddajných trubic, konkrétně v 1D modelu přímého segmentu poddajné artérie a v 1D modelu poddajné arteriální bifurkace. S ohledem na význam 1D modelů v různých úlohách kardiovaskulární biomechaniky lze téma bakalářské práce považovat za aktuální i v mezinárodním kontextu. Navíc toto téma přímo zapadá i do vědecko-výzkumné činnosti v oblasti kardiovaskulární biomechaniky dlouhodobě rozvíjené na Katedře mechaniky Fakulty aplikovaných věd ZČU v Plzni.

Mohu konstatovat, že všechny cíle formulované v zadání této bakalářské práce byly splněny. Student Tomáš Augustiňák začal na problematice související s tématem jeho bakalářské práce systematicky pracovat již od začátku 2. ročníku studia, kdy se nejprve postupně seznamoval se základními matematickými modely popisujícími proudění stlačitelných i nestlačitelných vazkých tekutin, s formulací příslušných okrajových podmínek, a dále pak se základními diferenčními numerickými metodami pro řešení modelových lineárních a nelineárních skalárních hyperbolických parciálních diferenciálních rovnic v 1D. Podle článků citovaných v této bakalářské práci si dále téměř samostatně dokázal odvodit matematický model popisující nestacionární proudění nestlačitelné kapaliny v 1D modelu přímého arteriálního segmentu s poddajnou stěnou. Tento matematický model, který je tvořen nelineárním systémem hyperbolických PDR, dále rozšířil pro případ rozvětvení poddajné artérie, resp. pro případ arteriální bifurkace. Díky svému nasazení si rovněž dokázal osvojit základní principy metody konečných objemů v 1D, která je vhodná pro numerické řešení nelineárního systému hyperbolických PDR. Vlastní numerické řešení realizoval užitím explicitního MacCormackova schématu metody konečných objemů.

Za hlavní přínos studenta považuji jednak aplikaci tříprvkového Windkessel (0D) modelu na výstupech 1D poddajných arteriálních segmentů za účelem aproximace chování nemodelovaného periferního krevního oběhu pro dosažení fyziologicky relevantních tokových podmínek při realizovaných numerických simulacích, a dále pak implementaci vlastního vyvinutého výpočetního algoritmu ve výpočtovém prostředí MATLAB. Vyvinutý výpočetní algoritmus nejprve verifikoval na testovacím příkladu 1D modelu přímého arteriálního segmentu s poddajnou stěnou, jehož výsledky získané užitím nespojitě Galerkinovy metody konečných prvků, byly publikovány v literatuře. Velice kladně hodnotím skutečnost, že student dokázal téměř samostatně překonat všechna úskalí, s nimiž se potýkal při tvorbě vlastního softwaru. Ke zpracování dílčích úkolů přistupoval vždy zodpovědně a s řadou vlastních podnětů. Vyzdvihl bych jeho samostatnost a zejména jeho schopnost učit se novým věcem. Znalosti, které získal během zpracování své bakalářské práce, překračují rámec jeho dosavadního studia. Ve své práci jednoznačně prokázal, že je schopen již nyní samostatně pracovat s odborným textem a využívat moderní výpočtové prostředky.

Závěrem lze říci, že **Tomáš Augustiňák** splnil všechny body zadání své bakalářské práce a že jeho práce po formální i jazykové stránce a rovněž i svým rozsahem splňuje všechny požadavky kladené na kvalifikační práce tohoto druhu. I přesto, že se v jeho práci vyskytují překlepy

v rovnicích a několik menších matematických nepřesností, domnívám se, že bakalářská práce jako celek je kvalitní a má vysokou odbornou úroveň. Proto ji hodnotím známkou

výborně.

V Plzni dne 15. června 2022

doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.
vedoucí bakalářské práce