

# Posudek vedoucího bakalářské práce

**Elišky Blažkové**

(ZČU v Plzni, FAV, *studijní program*: Počítačové modelování v technice, *obor*: Výpočty a design)

zpracované na téma

## **Modelování 3D proudění nestlačitelné vazké tekutiny pomocí lattice Boltzmannovy metody**

Bakalářská práce o rozsahu 36 stran textu včetně obrázků a tabulek se zabývá numerickým modelováním proudění nestlačitelné vazké tekutiny ve 3D. Pro vlastní numerické řešení je použita moderní lattice Boltzmannova metoda. Algoritmus metody byl implementován pomocí MATLABu a programovacího jazyka C++ a také byl validován na několika testovacích příkladech. Dále byla prezentována možnost využití metody v biomechanice pro simulaci proudění krve v portálním řečišti jater.

Bakalářská práce je rozčleněna do 6 hlavních kapitol. První kapitola zběžně popisuje odvození Boltzmannovy rovnice a lattice Boltzmannovy metody. Jsou zde uvedeny 2D a 3D výpočetní mřížky a dále jsou zde popsány okrajové podmínky. Následující kapitola se zabývá stabilizací metody pro vysoká Reynoldsova čísla pomocí vícenásobného relaxačního času (Multiple Relaxation Time). Třetí kapitola se zabývá vzájemným převodem mezi reálnými fyzikálními veličinami a mřížkovými veličinami, se kterými pracuje lattice Boltzmannova metoda. Ve čtvrté kapitole je pomocí Chapmanova-Enskogova rozvoje provedeno odvození makroskopických Navierových-Stokesových rovnic a je zde ukázána souvislost mezi kinematickou viskozitou a relaxačním časem. Pátá kapitola se zabývá výpočtem odporové síly, působící na obtékané těleso. Jsou zde použity dva přístupy. Prvním je součtová metoda, kde je povrch obtékaného tělesa pokryt trojúhelníkovou sítí a výsledná síla se vypočte jako součet všech dílčích silových účinků působících na jednotlivé trojúhelníky. Druhou metodou je metoda změny hybnosti, kde se výsledná síla počítá přímo pomocí distribučních funkcí lattice Boltzmannovy metody. Získaná odporová síla je pak využita k výpočtu odporového koeficientu, který má veliký význam zejména v leteckém a automobilovém průmyslu. Poslední kapitola je věnována počítačové implementaci a numerickým výsledkům. Metoda je zde testována na třech testovacích úlohách, tj. proudění v kanálu s kolmým ramenem, proudění v kanálu s rozšířeným kolenem a výpočtu odporového koeficientu krychle. Jednotlivé výsledky jsou porovnány s výsledky dostupnými v literatuře.

Hlavní přínos této práce vidím jednak v teoretické části, která přehledně zpracovává novou metodu, která není běžná v česky psané literatuře a dále pak ve vytvořeném programu, kterým je možné efektivně řešit komplexní biomechanické úlohy ve 3D.

Slečna Eliška Blažková pracovala na tématu bakalářské práce systematicky již během 2. ročníku studia a ve své práci jednoznačně prokázala, že je schopná samostatně pracovat s odborným textem a využívat moderní výpočtové prostředky.

Závěrem lze říci, že předložená bakalářská práce má vysokou teoretickou úroveň a je rozhodně přínosem pro obor a proto ji hodnotím známkou

**výborně.**



Ing. Ondřej Bublík  
vedoucí bakalářské práce

V Plzni dne 23. června 2014