

Posudek oponenta diplomové práce

Název práce: DES modelování turbulentního proudění

Autorka: Bc. Stanislava Benešová

Práce se zabývá numerickou simulací nestlačitelného turbulentního proudění. Jedná se převážně o řešeršní práci, kde jsou uvedeny základní typy přístupů numerické simulace jako jsou DNS (direct numerical simulation), RANS (Reynolds averaged Navier-Stokes) a LES (large eddy simulation).

Dále se práce zaměřuje na kombinaci RANS a LES modelu, tzv. hybridní modely a pak speciálně na modely DES (detached eddy simulation) a DDES (delayed detached eddy simulation). V další části práce se autorka zaměřuje na numerickou implementaci DES a DDES modelů pomocí platformy OpenFOAM a jsou ukázány dva numerické experimenty: obtékání rovinné desky a proudění v kanále se zpětným skokem. Numerické výpočty jsou porovnány s experimentem.

Je potřeba říci, že problematika numerické simulace turbulentního proudění je nesmírně obtížná o své podstatě, kdy jsme limitováni současným stavem poznání její fyzikální podstaty, numerických metod a výpočetní techniky. Existují stovky přístupů numerické simulace, kde každý z nich je schopen dosáhnout pěkné shody s realitou pro nějaký konkrétní problém, ale žádný z nich není dostatečně univerzální. Z tohoto důvodu velice vysoce hodnotím způsob zpracování této práce, která je napsána velice čtivou formou a umožní čtenáři základní uvedení do dané problematiky. První 3 kapitoly jsou napsány velice výstižně, obsahují hlavní myšlenky modelů turbulence bez zbytečných detailů. Všechny zdroje jsou dobře citovány.

Na druhou stranu práce nepřináší příliš mnoho původních výsledků ačkoliv je mi jasné, že provedení numerických výpočtů pomocí OpenFOAMu bylo pracné. K numerické simulaci byla použita standardní metoda konečných prvků v kombinaci s zpětnou dvoukrokovou metodou pro časovou diskretizaci. Prezentované numerické výsledky jen ukazují na komplikovanost celé problematiky. V některých situacích je dobrá shoda s experimentem, v jiných nikoliv.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- v práci není zcela jasně uvedeno, zda modely turbulence DES a DDES, pro které jsou uvedeny numerické experimenty, byly do OpenFOAMu začleněny autorkou či již byly hotové.
- na str. 9 se uvádí, že nemáme teoretickou znalost existence a jednoznačnosti řešení Navierových-Stokesových rovnic. Toto si myslím není zcela přesné, řada výsledků existuje.
- na str. 17, druhý vzorec od shora dává pro $f_\Delta = 0$ hodnotu $\tau_{ij}^{MOD} = 0$. Je to dobře?
- na str. 31 se uvádí, že se používá schéma zpětné diference druhého řádu a současně je prezentována podmínka stability. Metody se zpětnými diferencemi by měly být víceméně nepodmíněně stabilní. Je tedy podmínka stability nutná?
- na str. 31 je uvedeno, že získáme soustavu lineárních (algebraických) rovnic, nicméně původní diferenciální rovnice (3.1) jsou nelineární.

- na str. 32 nahoře je uvedenou: “Přílišné zjemnění však vede k aktivaci LES.” To dobře nebo špatně? Co by se pak stalo? Při praktických výpočtech nevíme, jak jemnou síť bude třeba volit, ta by se měla vytvářet adaptivně.

Navrhuji uznat tuto práci jako diplomovou.

2. září 2014

Prof. RNDr. Vít Dolejší, Ph.D., DSc.