

Ing. Libor Lobovský, Ph.D.  
NTIS – Nové technologie pro informační společnost  
Fakulta aplikovaných věd  
Západočeská univerzita v Plzni  
Univerzitní 22  
30614 Plzeň

## Oponentský posudek bakalářské práce Kláry Vitákové

nazvané

### Modelování proudění kapalin

Tato bakalářská práce se zabývá výpočtovým modelováním proudění kapalin. Daná problematika je přehledně zpracována na cca 40 stranách tiskopisu a je rozdělena do několika částí. V úvodu se studentka zabývá historií problematiky proudění kapalin, načež navazuje kapitolou, v níž rozděluje kapaliny dle jejich fyzikálních vlastností a klasifikuje typy proudění. Jádrem této práce jsou pak kapitoly o modelování newtonovských a neneutonských kapalin. V kapitole pojednávající o modelování Newtonovy kapaliny je odvozen výpočtový model pro řešení stacionárního i nestacionárního proudění metodou konečných prvků a jsou zde prezentovány výsledky numerického řešení vybrané vzorové úlohy (Poiseuillova proudění). V kapitole o modelování neneutonských kapalin je popsán analytický model proudění těchto kapalin (pomocí mocninového zákona) a ukázán postup určení parametrů konstitutivního vztahu na konkrétním příkladu.

Cíle stanovené v zadání této bakalářské práce byly splněny. Práce je zpracována kvalitně a může být velmi dobrým základem pro další činnost autorky v oblasti numerického řešení proudění kapalin.

Navzdory vysoké kvalitě mám k vypracování této bakalářské práce několik spíše formálních připomínek:

- 1) V úvodu postrádám popis motivace pro vypracování této práce, např. formulaci konkrétních úloh, kterými se autorka v budoucnu hodlá zabývat.
- 2) V kapitole 2 by u rozdělení laminárního a turbulentního proudění bylo vhodné zmínit také něco o tvaru proudnic pohybující se kapaliny.
- 3) V úvodu kapitoly 3 postrádám popis fyzikální podstaty vztahů (3.1) až (3.5).
- 4) V kapitole (3.1) by bylo vhodné uvést odkaz na literaturu u zmínky o Babuškovo-Brezziho podmínce.
- 5) U vztahů (3.29), (3.30) by bylo vhodné popsat, co je  $\sigma_u$ ,  $\sigma_v$ ,  $\delta_{u_s}$ ,  $\delta_{v_s}$ .
- 6) U vztahů (3.32), (3.33) by bylo vhodné popsat, co je  $f_u$ ,  $f_v$ .
- 7) U vztahu (3.36) se konečně vyskytuje popis  $\sigma_u$ , nicméně udávání směru pomocí vektoru  $u$  (resp. vektoru  $v$ ) považuji za zavádějící vzhledem k tomu, že v předchozích vztazích vektor  $u$  (resp. vektor  $v$ ) vystupuje jako rychlost ve směru osy  $x$  (resp. osy  $y$ ).
- 8) U vztahu (3.42) chybí popis co je  $f$  s pruhem.

- 9) Pro numerickou integraci jednoduchých, resp. dvojných, určitých integrálů (ad vztahy (3.42), (3.43)) lze použít libovolný počet Gaussových bodů, nikoliv pouze tři body, resp. devět bodů.
- 10) U úlohy popisované na straně 20 chybí odkaz na obrázek ukazující geometrii problému a zadávané okrajové podmínky.
- 11) U obrázku 3.7 by bylo vhodné uvést detailnější komentář v popisku obrázku, např. "Zobrazení rychlostních profilů v průřezu kanálu (nahore)..."
- 12) V závěru kapitoly 3.1 nesouhlasím s tvrzením "...z uvedených číselných výsledků numerického a analytického řešení uvažované modelové úlohy hydromechaniky vyplývá, že použitá numerická metoda (metoda konečných prvků) je dostatečně přesná pro řešení reálných úloh proudění kapalin." Nicméně z výsledků v kapitole 3.1 vyplývá, že "...je dostatečně přesná pro řešení daného systému rovnic popisujícího stacionární plíživé proudění nestlačitelné Newtonovy kapaliny."
- 13) U vztahu (4.4) chybí zmínka o tom, co vyjadřuje  $\tau_0$ .
- 14) U vztahů (4.18), (4.19) by bylo vhodné popsat souřadnice  $r$ ,  $\varphi$ ,  $z$ .
- 15) Při zavedení modifikovaného tlaku  $P$  chybí popis proměnné  $h$ .
- 16) Zakreslení vetkoru  $v_z$  na obrázku 4.2 je zavádějící.
- 17) Z popisu před vztahy (4.37), (4.38): "V těchto místech změříme objemové průtoky  $Q_1$ ,  $Q_2$  a určíme tlakové gradienty", není jasné co, kde a jak měříme a co jsou veličiny  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ .
- 18) Ze závěru této bakalářské práce by bylo vhodné vypustit druhý odstavec, který do závěru vůbec nepatří.
- 19) Závěr obsahuje dobré shrnutí této práce a poskytuje i výhled do budoucna na numerické modelování nenewtonských kapalin. Nicméně opět by zde mohla být zmíněna motivace k řešení konkrétních úloh. Zároveň by závěr mohl být napsán daleko stručněji s důrazem na jasnou formulaci přínosů této práce (vytvoření konečně-prvkového modelu pro řešení proudění a jeho validace pomocí analytického řešení).

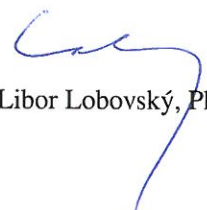
Otázky k obhajobě bakalářské práce:

- 1) Prosím autorku o upřesnění rozdělení laminárního a turbulentního proudění s ohledem na tvar proudnic pohybující se kapalinou.
- 2) Prosím autorku o vysvětlení fyzikální podstaty vztahů (3.1) až (3.5) včetně popisu významu jednotlivých členů v rovnici (3.1).
- 3) Prosím autorku o doplnění odkazu na literaturu, z které lze čerpat další informace o Babuškově-Brezziho podmínce.
- 4) Prosím autorku o doplnění informace, co vyjadřuje  $\tau_0$  v rovnici (4.4).
- 5) Prosím autorku o upřesnění, jakým způsobem se v kapitole 4.1 získají hodnoty průtokového množství a tlakových gradientů, které jsou použity poprvé ve vztazích (4.37) a (4.38).

Závěr:

Tuto bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji známkou "výborně".

V Plzni dne 12. června 2014

  
Ing. Libor Lobovský, Ph.D.