

Prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc.  
proděkan pro studijní záležitosti  
Dekanát MFF UK  
Ke Karlovu 3  
12116 Praha 2

## Hodnocení školitele doktoranda Mgr. Miroslava Bulíčka a jeho disertační práce

### Navier's slip and Evolutionary Navier-Stokes-Fourier-Like Systems with Pressure, Shear-Rate and Temperature Dependent Viscosity

Mgr. Miroslav Bulíček předkládá tři měsíce před dokončením tříletého interního doktorandského studia na MFF UK k obhajobě práci, která je zaměřena na matematickou analýzu rovnic popisujících nestacionární proudění nestlačitelných tekutin popsaných tzv. zobecněným Navierovým-Stokesovým-Fourierovým systémem, kde materiálové koeficienty (vazkost a tepelná vodivost) mohou záviset na teplotě, rychlosti smyku a tlaku. To činí výsledný systém nelineární i v eliptických operátorech (vedle "standardní" nelinearity v konvenktivním členu). Pozornost je věnována vnitřnímu proudění v třírozměrných oblastech. Mgr. Bulíčkově se podařilo dokázat výsledky o globální existenci slabého řešení pro libovolně velká ne příliš singulární či oscilující data úlohy (počáteční podmínky, objemové síly), a to pro tzv. Navierovy okrajové podmínky, za různých předpokladů na tvar vazkosti a koeficient tepelné vodivosti. Jmenovitě: v druhé kapitole jest uvažována situace, kdy vazkost a koeficient tepelné vodivosti závisí jen na teplotě, třetí část se zabývá isothermálním případem (konstantní teplota), kdy vazkost a koeficient tepelné vodivosti závisí na tlaku a rychlosti smyku, čtvrtá kapitola pak spojuje situace uvažované v předchozích kapitolách. Největší význam dosažených výsledků spočívá v existenci řešení úplného systému pro libovolně dlouhý časový interval a libovolné "rozumné" počáteční podmínky.

Práce je založena na následujících pozorováních: (i) V kontextu slabých řešení má rovnice bilancující celkovou energii pro nestlačitelné tekutiny lepší matematické vlastnosti než rovnice "bilancující vnitřní energii" (tzv. rovnice pro teplotu). Tato skutečnost byla pozorována v práci Feireisl, Málek, na kterou Mgr. Bulíček navazuje a v 2. kapitole práce tuto teorii rozšiřuje z periodických na Navierovy okrajové podmínky. (ii) Na rozdíl od homogenních Dirichletových podmínek pro rychlost, Navierovy podmínky umožňují zavést globální tlakové pole pro evoluční modely nestlačitelných tekutin, což je zapotřebí vždy, když materiálové koeficienty či okrajové podmínky závisí na tlaku explicitně. Toto pozorování je předloženo k publikaci v práci Bulíček, Málek, Rajagopal, kterou Mgr. Bulíček v 3. kapitole disertační práce zjednodušil a ve čtvrté rozšířil z Navierova-Stokesova na úplný Navierův-Stokesův-Fourierův systém. (iii) Pro modely, kde materiálové koeficienty či okrajové podmínky závisí na tlaku je vhodné/podstatné uvažovat aproximace, pro které je možné hovořit o tlaku od samého počátku. Přístupy, kdy se pracuje v podprostorech funkcí s nulovou divergencí, často v klasické teorii Navierových-Stokesových rovnic používáné, jsou zde nepoužitelné. Naopak s úspěchem se dají

využít (a v práci jsou použity) tzv. kvazistlačitelné aproximace modelů nestlačitelných tekutin.

Mgr. Bulíček během celého doktorandského studia, které kulminovalo sepsáním disertační práce, prokázal jak důkladné porozumění metodám moderní teorie nelineárních parciálních diferenciálních rovnic, zejména rovnic fyziky kontinua, tak schopnost tuto teorii obohatit o nové vědecké výsledky. Oceňoval jsem i jeho soustavný zájem až nadšení o danou problematiku. Nesmírně cenná je i efektivita (přímý tah) s jakou dané problémy řeší.

Dosažené výsledky jsou nové; jsou buď předloženy k publikaci do časopisu nebo tak bude učiněno po odevzdání doktorské práce. Některá zpracovávaná rozšíření (eliminace podmínky na průměr tlaku či přidání (nehomogenní) Dirichletovy podmínky pro teplotu) nebyly do práce přidána a to nejen z časových důvodů, ale i zejména z důvodu celkového rozsahu práce. Jsem přesvědčen, že předložená disertační práce je vhodná k obhajobě v oboru f11 "Matematické a počítačové modelování", a že Mgr. Miroslav Bulíček je schopen samostatné vědecké práce. Věřím, že období plodné vědecké práce má Mgr. Bulíček teprve před sebou.



V Praze, 28. června 2006

Doc. RNDr. Josef Málek, CSc.