



MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA
Univerzita Karlova

doc. RNDr. František Chmelík, CSc.
proděkan pro studijní záležitosti

Ke Karlovu 3
121 16 Praha 2

Praha, 7. srpna 2017

Vyjádření školitele k doktorské dizertační práci
Mgr. Vojtěcha Kulvaita
"Mathematical analysis and computer simulations of deformation of
nonlinear elastic bodies in the small strain range"

Vojtěch Kulvait zahájil doktorské studium v roce 2008 poté co dokončil magisterské studium oboru matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice, kterému předcházelo pětileté prezenční studium softwarového inženýrství a bakalářské studium programu fyzika. Rovněž v roce 2008, Vojtěch Kulvait zahájil (bez mého doporučení) paralelní doktorské studium oboru patofyziologie na 1. lékařské fakultě UK, kde byl jeho výzkum zaměřen na analýzu dat.

Jak se časem ukázalo, paralelní studium dvou rozličných doktorských programů neumožnilo, aby se Vojtěch Kulvait maximálně koncentroval na původní téma zaměřené na studium chemických procesů v materiálech popsaných modelem s omezeným tenzorem malých deformací. Přesto byl Vojtěch Kulvait první, který provedl systematické numerické výpočty v rovinné nekonvexní geometrii s výřezem ve tvaru V. Tyto numericky stabilní výsledky publikované v práci Kulvait, Málek, Rajagopal: "Anti-plane stress state of a plate with a V-notch for a new class of elastic solids", International J. Fracture (2013) pak motivovaly teoretickou analýzu okrajových úloh, které vyústily v sérii článků kulminující v práci Beck, Bulíček, Málek, Süli: "On the Existence of Integrable Solutions to Nonlinear Elliptic Systems and Variational Problems with Linear Growth", Archive for Rational Mechanics and Analysis (2017).

Kolem roku 2014, 2015 došlo k posunu v tématu práce a cílem bylo zjistit potenciál mocninných modelů v oblasti malých deformací. Oproti dřívějším modelům se pozornost soustředila na model, kde mocninná závislost stopy tenzoru malých deformací na stopě tenzoru napětí byla obecně jiná než závislost deviatorické části

tenzoru malých deformací na deviatorické části tenzoru napětí. Poté, co první výsledky Vojtěch Kulvaita ukázaly, že tyto modely mohou velmi dobře popsat chování nedávno navržených titanových slitin v oblasti elastického režimu, téma dizertace se zaměřilo na teoretickou a počítačovou analýzu okrajových úloh pro tyto třídy mocninných modelů.

Dizertační práci lze rozdělit obsahově do čtyř částí.

První (kapitola 2) přibližuje implicitní konstitutivní teorii zavedenou a systematicky studovanou K.R. Rajagopalem v roce 2003, která mimo jiné rozšiřuje třídu konstitutivních vztahů, které je možné využít k popisu odezev elastických materiálů. Podtřída těchto modelů, kdy levý Cauchy-Greenův deformační tenzor je nelineární funkcí napětí pak dává teoretický základ modelům, kdy tenzor malých deformací je nelineární funkcí napětí. Speciálním případem této třídy je pak mocninný model studovaný v dizertační práci.

Druhá část (kapitola 3) je rozšířenou verzí nedávno publikované práce Kulvait, Málek, Rajagopal, Archives of Mechanics (2017). Vojtěch Kulvait zde využívá bohaté znalosti a četné zkušenosti se zpracováním experimentálních dat a dokumentuje, že uvažovaný model je mimořádně vhodný k popisu nově navržených slitin, přičemž mocnina mezi stopou tenzoru malých deformací a stopou napětí je až o řád větší než mocnina mezi deviatorickými částmi tenzoru malých deformací a tenzoru napětí. Navíc vyšetřováním Poissonova zlomku eliminuje zdánlivou nejednoznačnost nalezených parametrů pro nejlepší aproximaci.

Třetí část (kapitola 4) obsahuje analýzu smíšené úlohy popisující stav uvažované třídy mocninných modelů v rovnováze. Jedná o aplikaci teorie monotónních operátorů aplikovanou na okrajové úlohy pro nové modely, kde se V. Kulvait musel vypořádat s nestandardními prostory funkcí, Kornovou nerovností a dalšími technickými detaily, kterým se v předchozím studiu či pracích nevěnoval. Osobně jsem rád, že se Vojtěch Kulvaitovi podařilo dotáhnout tuto část k úspěšnému konci.

Čtvrtá část (kapitola 5) je pak zaměřena na systematické studium materiálů identifikovaných na základě experimentálních dat v rovinné geometrii s výřezy různých typů. Jedná se o pečlivou studii cennou publikování.

Doktorská práce Vojtěcha Kulvaita obsahuje původní výsledky v oblastech modelování, analýzy a počítačových simulací. Vojtěch Kulvait při jejím vypracování prokázal, že je schopen samostatné vědecké práce. Doktorskou dizertační práci Vojtěcha Kulvaita doporučuji k obhajobě.

Prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.