


spíše zobecněním newtonovského tečení v uvažovaných reologických popisech? Co by se stalo, kdybychom například uvažovali tzv. mocninovou reologii, kdy efektivní viskozita závisí na (v tomto případě neznámé) mocnině druhého invariantu tenzoru rychlosti deformace? V souvislosti s tečením bych chtěl ještě poznamenat, že v principu může téci i krystalická složka materiálu, takže bychom mohli pracovat i s kompozitním tečením.

I přes výše uvedené komentáře a náměty je však třeba zdůraznit, že se jedná o obsažnou a kvalitní práci, která obsahuje všechny základní kroky počítačového modelování: od teoretické konstrukce komplexního fyzikálně-matematického modelu přes jeho zjednodušení a numerickou realizaci až po jeho verifikaci pomocí observačních dat. Nepochybují tedy o tom, že splňuje nároky kladené na diplomové práce.

V Praze dne 26.8.2008



Doc. RNDr. Ctirad Matyska, DrSc.  
katedra geofyziky MFF UK

## **Posudek diplomové práce Karla Tůmy** ***Deformace vazkopružných materiálů – modelování*** ***a počítačová analýza vybraných modelů***

Reologické chování vícesložkových materiálů s amorfni složkou je natolik složité, že v řadě případů může být otevřeným problémem i jejich adekvátní matematické vyjádření. Typickým představitelem takových materiálů je asfalt, jímž se zabývá i diplomová práce Karla Tůmy. Po stručném úvodu, kde jsou formulovány cíle práce, následuje kapitola věnovaná základním vztahům mechaniky kontinua a poté práce pokračuje teoretickým odvozením reologických modelů, které autor navrhuje jako možné kandidáty pro popis asfaltu. Jedná se o tři nelineární a dva lineární modely, které zahrnují kombinaci newtonovského nestlačitelného tečení a viskoelastické deformace. Případné nelinearity se uvažují ve viskoelastické části modelů. Jejich chování pak diplomant numericky simuluje v rovinné a válcové geometrii a řeší obrácené úlohy pro reologické parametry modelů využívaje experimentální data získaná ve válcové geometrii. Při formulaci přímých úloh přitom používá několika aproximací, které značně zjednoduší numerický výpočet a patrně řádově snižují počítačové nároky. Vhodnost těchto aproximací je testována pomocí úplného modelu, který je nejdříve formulován slabě a poté numericky řešen pomocí metody konečných prvků. Na základě numerických výpočtů dochází nakonec autor k závěru, že nelineární model se dvěma přirozenými konfiguracemi nedává lepší výsledky než model s jednou přirozenou konfigurací, který by však měl být obohacen o koeficient závislý na prvním invariantu elastického levého Cauchyho-Greenova tenzoru deformace. Lineární modely byly vyloučeny, protože nejsou schopny generovat pozorované změny v pevnosti asfaltu.

Práce je sepsána pečlivě a takřka bez překlepů; na str. 11 a 12 se však píše o Cauchyho-Greenových tenzorech napětí i když se jedná o tenzory deformace a na str. 13 jsem si povšiml mylného zápisu zákona zachování hmoty. Je trochu škoda, že si autor příliš nevšímá vlastností obrácené úlohy. Z porovnání obrázků 5.8 a 5.9 a zejména z hodnot reologických parametrů v popisících pod obrázku je například zřejmé, že v případě modelu se dvěma přirozenými konfiguracemi nejsou výsledky obrácené úlohy robustní, neboť získané hodnoty reologických parametrů se značně mění s volbou normy použité ke konstrukci účelového funkcionálu. Toto chování by mohlo být dalším argumentem, proč je postačující model s jednou přirozenou konfigurací. Zajímalo by mně i porovnání počítačové náročnosti výpočtů pro zjednodušené a úplné modely.

Podstatné však je, že výsledky modelování jsou značně provokující a nastolují další otázky, které by měly být zodpovězeny. Nerozumím totiž tomu, proč hodnoty reologických parametrů získané v rovinné geometrii jsou o více než devět řádů menší než výsledky pro válcovou geometrii, což plyne z popisků pod obrázku 5.4 a 6.2. Není zde nějaký problém ve škálování úloh pro rovinnou geometrii? Byly například v obou geometriích voleny stejně silné vrstvy a byly relevantní i vzájemné rychlosti horní a spodní desky? Jaký silový moment vlastně autor počítal v případě rovinné geometrie? Bylo by též vhodné, kdyby bylo diskutováno chování materiálu v obou případech – ve válcové geometrii se totiž mění rychlost deformace v závislosti na vzdálenosti od osy rotace, což může být pro nelineární materiály důležité. Hodnoty reologických parametrů získané pro rovinnou geometrii na základě dat z válcové geometrie tedy asi nemohou mít jasný fyzikální smysl. Bylo by proto vhodné více zdůraznit, že úlohy řešené v rovinné geometrii je třeba považovat pouze za užitečný syntetický test, který umožnil rozvinout numerickou část modelování.

Ve válcové geometrii se však nepodařilo dosáhnout perfektního souladu vypočítané odezvy materiálu s naměřenými daty. Nedalo by se pozorované reologické chování vysvětlit