

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

posudek vedoucího  
 bakalářské práce

posudek oponenta  
 diplomové práce

Autor/ka: **Tereza Perláková**

Název práce: **Mathematical models for incompressible non-newtonian fluids with non-monotone dependence of shear stress on shear rate**

Studijní program a obor: Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2014

Jméno a tituly oponenta: Prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.

Pracoviště: Matematický ústav

Kontaktní e-mail: malek@karlin.mff.cuni.cz

## Odborná úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Věcné chyby:

téměř žádné  vzhledem k rozsahu přiměřený počet  méně podstatné četné  závažné

## Výsledky:

originální  původní i převzaté  netriviální kompilace  citované z literatury  opsané

## Rozsah práce:

veliký  standardní  dostatečný  nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Tiskové chyby:

téměř žádné  vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet  četné

## Celková úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Výsledky prezentované v bakalářské práci Terezy Perlákové jsou významným příspěvkem do *implicitní konstitutivní teorie tekutin* (tj. teorie materiálů, kde vztah mezi tensorem napětí a symetrickou částí gradientu rychlosti je dán implicitní spojitou funkcí), a to z následujících důvodů:

(1) Autorka provedla v druhé kapitole důkladnou rešerši experimentálních prací, které prokazatelně ukazují, že vztah mezi smykovým napětím a rychlostí smyku je pro velké třídy nestlačitelných materiálů, jako jsou tenzidy či saponáty, nemonotónní a má tvar písmene S. Odezva se navíc liší v závislosti na tom, zda je experiment řízen smykovým napětím či rychlostí smyku. Výsledky jsou přehledně uvedené v jednotném formátu. Experimentální data (jedná se o práce cca deseti různých výzkumných týmů) jednoznačně ukazují, že nelze globálně vyjádřit tensor napětí coby funkci závislou na gradientu rychlosti, ani nelze symetrický gradient rychlosti vyjádřit coby funkci napětí. Implicitně konstitutivní vztahy tak nejsou jen vhodný nástroj z pohledu teoretické mechaniky kontinua, ale jsou optimálním matematickým rámcem pro popis experimentálních výsledků. Cenný je i popis mikrostrukturálních změn, ke kterým při změně monotónie dochází, viz kapitola tři.

(2) Autorka ve čtvrté kapitole uvažuje tři třídy implicitně zadaných konstitutivních vztahů (závislých na smykovém napětí a rychlosti smyku) a studuje, zda je možné pomocí těchto vztahů popsat experimenty uvedené v kapitole 2. Odpověď je vesměs kladná; pro mnoho dat lze například využít "binghamovskou" modifikaci modelu zavedenou v práci LeRoux a Rajagopal (2013).

(3) Autorka v kapitole páté studuje obecné třírozměrné konstitutivní vztahy a zabývá se zajímavou otázkou, zda je třída implicitně konstituovaných tekutin typu  $F(D, T) = 0$  dostatečně bohatá, aby mohla zachytit neneutonský jev nazývaný "přítomnost nenulových rozdílů normálových napětí v jednoduchém smykovém poli". Přitom vychází z obecné reprezentace objektivní tensorové veličiny závislé na dvou objektivních tensorových veličinách, z předpokladu nestlačitelnosti materiálu a z požadavků, aby konstitutivní vztah byl v souladu s druhým zákonem termodynamiky a aby byl dynamicky přípustný. Podrobný rozbor je proveden pro zajímavou podtřídu implicitně zadaných vztahů s (částečně) uspokojivou odpovědí.

Výsledky lze určitě doporučit k publikaci; a bakalářskou práci k obhajobě.

Práce je napsána přehledně, srozumitelně, s minimálním počtem překlepů. Na bakalářské práci je patrné systematické a dlouhodobé úsilí autora (a vedoucího).

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. V kapitole 2 jsou ukázány (i) závislost mezi smykovým napětím a rychlostí smyku a (ii) vazba mezi zobecněnou viskozitou a rychlostí smyku. Jsou obě sady dat přímo v experimentálních člancích naměřena a uvedena, nebo je (ii) odvozena z (i) resp. (i) z (ii)? Pokud platí druhá část, uveďte jak je (ii) z (i) či (i) z (ii) spočteno.

2. Místo vztahu (5.3) se mi přirozenější zdá vztah  $a_1 T_d + a_2 D + a_3 (T^2)_d = 0$ . Můžete okomentovat, dle možností, jaké důsledky by tato změna přinesla v následných výpočtech?

**Práci**

- doporučuji  
 nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:**

- výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: Taormina (Sicílie), 11. 6. 2014

Josef Málek