

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autorka: Nela Dvořáková  
Název práce: Slapové zahřívání ledových těles sluneční soustavy  
Studijní program a obor: Fyzika - obecná fyzika  
Rok odevzdání: 2016

Jméno a tituly oponenta: Doc. RNDr. Hana Čížková, PhD.  
Pracoviště: Katedra geofyziky MFF UK  
Kontaktní e-mail: Hana.Cizkova@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

Bakalářská práce Nely Dvořákové se zabývá problematikou disipace slapové energie v nitru ledových měsíců Evropy a Enceladu. U obou těchto objektů se předpokládá existence kapalného podpovrchového oceánu. Pokud by vodní rezervoáry byly stabilní, mohly by hostit jednoduché formy života, není tedy divu, že se této problematice věnuje velká pozornost. Předložená práce se snaží odhadnout, zda by dostatečným zdrojem tepla pro dlouhodobou existenci kapalné vody mohlo být slapové zahřívání. Slapová deformace ledových měsíců a související disipace mechanické energie závisí na řadě faktorů, které dobře neznáme. Slečna Dvořáková tedy provedla parametrickou studii, v níž vyšetřuje vliv tloušťky ledové slupky, mechanismu přenosu tepla uvnitř této slupky a parametrů reologického popisu. Pro výpočet viskozity připravila vlastní program, deformaci viskoelastického tělesa s teplotně a napětově závislou viskozitou počítala pomocí softwaru vytvořeného školitelem. Teplo získané disipací slapové energie pak porovnává s vyzářeným teplem a snaží se najít sadu přijatelných fyzikálních parametrů tělesa, pro které by slapové zahřívání pokrylo tepelné ztráty a umožnilo dlouhodobou existenci kapalné vody. Ukazuje, že pro měsíc Enceladus slapová disipace není dostatečná, aby pokryla tepelné ztráty, zatímco pro měsíc Europa našla úzkou skupinu modelů (s relativně malou velikostí zrna ledu), ve kterých je slapové zahřívání silnější než tepelné ztráty.

Bakalářská práce slečny Dvořákové tedy přinesla zajímavé a originální výsledky na velmi aktuální téma. Bohužel prezentace těchto výsledků není zdařilá. Text je neobratný a občas povrchní a příliš obecný s příliš velkým množstvím chyb a překlepů. Špatně je vztah pro slapový potenciál na str. 21, navíc u něj chybí citace odkud se vzal. Vztah 3.6 na str. 19 nekoresponduje s obrázkem 3.2 ani s textem v posledním odstavci str. 18. Práce obsahuje netolerovatelně mnoho gramatických chyb a překlepů. Nedostatečné jsou popisy některých obrázků. U obr. 2.4 a 2.5 není jasné, že je na nich zobrazena viskozita. Creepové mapy, jak je autorka nazývá, by navíc měly ukazovat oblasti dominance jednotlivých deformačních mechanismů. Obrázky 5.1 – 5.16 zcela postrádají popis, což zvláště vynikne v celkem zbytečném seznamu obrázků na str. 42. Postrádají také jednotky u škály výkonu. Za stěžejní ale považují nejasný a zjevně nesprávný popis teplotních profilů konvektivních modelů. Ty jsou klíčové – jejich volba ovlivňuje předpokládaný vyzářený výkon i teplo generované slapovým zahříváním (prostřednictvím viskozity). Text v posledním odstavci na str. 18 říká, že teplota roste nejprve lineárně dokud nedosáhne hodnoty 250 K a pak se již téměř nemění. Hned na následující straně se ale tvrdí, že teplota je dána chybovou funkcí. Ve vztahu 3.6 je  $x$  údajně souřadnice v radiálním směru a  $T_{\text{surface}}$  je 75 K. To je v rozporu s obr. 3.2, kde je povrchová teplota zřejmě 55 K a souřadnice  $x$  se tam vůbec neobjevuje. Co je tedy  $x$ ? Jedná se o hloubku v kilometrech? Pak by ale tloušťka hraniční vrstvy měla být jen asi 5 km. Nebo je to hloubka normovaná tloušťkou ledové slupky nebo (předepsanou) tloušťkou hraniční vrstvy? Autorka patrně nějaké normování používá, protože podle tabulky 3.2 jí radiální derivace teploty vychází různě pro různé tloušťky ledové slupky. Vzhledem k tomu, že rozložení teploty uvnitř ledové slupky je zásadní pro odhad vyzářeného výkonu i pro výpočet slapového zahřívání, považují za nezbytné, aby byl tento bod během obhajoby objasněn.

**Závěr:** Práci doporučuji uznat jako bakalářskou. Pokud bych se při návrhu hodnocení řídila kvalitou předloženého textu, klonila bych se ke stupni dobře. Na druhou stranu nelze přehlédnout, že slečna Dvořáková v rámci svého bakalářského úkolu provedla řadu výpočtů a v široké parametrické studii získala originální výsledky. Pokud by tedy v rámci obhajoby dokázala uspokojivě vysvětlit a obhájit volbu teplotních profilů konvekčních modelů, mohla by komise zvážit i hodnocení stupněm velmi dobře.