

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího                       posudek oponenta  
 bakalářské práce                       diplomové práce

Autor: Dominik Beck

Název práce: Energy balance and teperature structure in solar prominences

Studijní program a obor: Ústav teoretické fyziky

Rok odevzdání: 2021

Jméno a tituly oponenta: doc. RNDr. Michal Varady, Ph.D.

Pracoviště: KFY PřF UJEP v Ústí nad Labem

Kontaktní e-mail: [michal.varady@ujep.cz](mailto:michal.varady@ujep.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:

Práce se zabývá hledáním rovnovážných stavů ve vertikálních homogenních plazmových vrstvách umístěných ve sluneční koróně, které jsou ozařované slunečním diskem a jsou tak přiblížením sluneční protuberancí - chladných a hustých struktur ( $T = 5\,000 - 15\,000\text{ K}$ ,  $n_e = 10^9 - 3 \times 10^{11}\text{ cm}^{-3}$ ) obklopených žhavou  $\sim 1\text{ MK}$  a řídkou korónou  $n_e = 10^8 - 10^9\text{ cm}^{-3}$ .

Práce je psána v anglickém jazyce dobré kvality a obsahuje přiměřený počet tiskových chyb, které však nejsou překážkou v porozumění. Pokud jde technickou stránku práce, jako nepřilíš šťastnou vnímám zvolenou prezentaci výsledků, zejména pak volbu palety, která příliš nediskriminuje mezi například mezi hodnotami a těžko se v grafech orientuje, což je nejlépe vidět u 3D grafů např. obr. 2.21 a obr. A.2-A.3.

Použitá geometrie modelu je standardní pro řešení těchto úloh, nicméně vzhledem nezanedbatelné optické tloušťce vrstvy je pro popis záření nutno použít detailní non-LTE přístup (autor zde používá non-LTE MALI kód prof. Heinzela), který je klíčový pro správný výpočet zářivých ztrát do nichž je zahrnut H a ionty CaII, Mg II. Zářivé ztráty jsou pak pro většinu prezentovaných modelů určující pro nalezení stacionárních stavů struktury. Kromě zářivých ztrát autor ve své práci nově uvažuje ještě vliv vedení tepla podél magnetických siločar a ambipolární difúzi, které sám implementoval do kódu a zkoumal jejich vliv na relaxaci vrstvy. Toto je hlavním přínosem autorovy práce.

Vysoce hodnotím teoretickou část práce, kde jsem našel celou řadu inspirujících, originálních a užitečných přístupů, které autor odvodil a použil ve svých kódech. Výsledková část pak dokumentuje vliv vedení tepla a ambipolární difúze. Zde je třeba podotknout, že tlaky pod  $0.01\text{ dyne/cm}^2$ , prezentované ve všech 2D grafech, již odpovídají spíše koronálním hustotám než hustotám protuberancí, ale autorovi zřejmě šlo probádání širšího prostoru parametrů.

Nejvíce bych práci vytkl absenci detailnějšího shrnutí výsledků a jejich kritické zhodnocení samotným autorem. Kapitola "Summary and future work" je z tohoto pohledu příliš stručná výsledky práce neinterpretuje. Jako zajímavý výsledek práce spatřuji zejména poměrně silný vliv ambipolární difúze ve srovnání s klasickou tepelnou konduktivitou na relaxaci vrstvy.

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Diskutujte relevanci a vliv zahrnutí korekce na elektronovou hustotu plazmatu od kovů s nízkým prvním ionizačním potenciálem (FIP) např. ve tvaru  $n_e = n_p + \epsilon(n_p + n_H)$ , kde  $n_p$  je hustota protonů a  $n_H$  hustota vodíkových atomů. Tato korekce se běžně uvažuje v koróně (např.  $\epsilon = 1.44 \times 10^{-4}$  v kódech RADYN, FLARIX).
2. Je známo, že protuberance jsou dynamické turbulentní struktury (např. Hillier et al. 2017, A&A 597, A111). Pokuste se prosím diskutovat vliv turbulence na vaše modely. Pokuste se diskutovat vliv turbulence na relaxaci vrstvy.

3. V článku A.4 autor zmiňuje oscilace při použití Crank-Nicolsonova schématu, které demonstruje na obrázcích A.2 a A.3. Tyto oscilace většinou vznikají při použití příliš dlouhého časového kroku. Pokoušel se autor zmešovat časový krok, aby jim předešel, nebo rovnou přešel k plně implicitní Laasonenově metodě, která je sice stabilní, ale méně přesná?

**Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Ústí nad Labem, 15. června, 2021

doc. RNDr. Michal Varady, Ph.D.