

Posudek diplomové práce

Autor: Jan Kotek

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Miroslav Bárta, Ph.D.

Oponent: doc. RNDr. Michal Varady, Ph.D.

Předložená práce zkoumá potenciál použití různých technik založených na metodě konečných prvků (FEM) na řešení soustavy magnetohydrodynamických (MHD) rovnic s cílem aplikovat je na modelování rekonexe ve fragmentujících (kaskádních) proudových vrstvách případně na šíření vln ve sluneční koróně. Použitím teoreticky i implementačně velmi náročné FEM na tyto problémy tato práce se řadí k několika málo pokusům, které jsem na tomto poli v literatuře zaznamenal.

Práce je velmi stručná, přesto kvalita abstraktu a prvních dvou kapitol je velmi špatná. Abstrakt je formulačně slabý a nelze souhlasit s tím, že autor v práci „*shrnul současný stav poznání ve fyzice proudových vrstev*“. Dále se zde píše: „*Porovnali jsme rychlost námi implementovaných prvků.*“ S čím ji porovnali? Navíc lze na 10-ti řádcích abstraktu napočítat 5 (patrně) překlepů (*pozorovanými – pozorováními; pomoci – pomoci 2×; prvku – prvků 2×*) a česká a anglická verze abstraktu také příliš nekorespondují. Také první dvě kapitoly jsou plné typografických prohřešků (členění odstavců např. str. 6, 7, 11, 12, 13; relace pro B_y str. 11 ř. 3 za rov. 2.5), zmateného a neujednoceného odkazování na rovnice, obrázky a tabulky (např. str. 5 ř. 3 za obrázkem; str. 7 čl. 1.0.1 ř. 13; str. 9 ř. 3 zdola; str. 20 ř. 1 za rov. 3.17, kdy není jasné na co autor vlastně odkazuje, zda na obrázek, tabulku či rovnici, přičemž dále v práci se konvence mění např. str. 24, ř. 6 zdola). Rovněž v odkazech na literaturu se vyskytují chyby (např. str. 7 před čl. 1.0.1 patně neúplná citace), protože v pořadí 6. 16. 17. a 20. reference v seznamu literatury (str. 34) jsou neúplné. Také termín *plazma* ve smyslu ionizovaného plynu je středního a nikoli ženského rodu jak je použito na str. 12 ř. 5.

Bohužel zde lze nalézt i řadu faktických chyb a neúplností. Například v rovnicích 1.2 a 1.3 (str. 5), kterými autor zřejmě zamýšlel dokázat Alfvénův teorém, dále v 1. odstavci na str. 8 se zcela mylně uvádí teplota ve slunečních protuberancích 70 kK, rovnice pro U_e je minimálně formálně špatně, L je chybně vydávána za induktanci místo indukčnost. V dalším odstavci, kde se zmiňuje standardní (CSHKP) model erupce chybí citace na ostatní autory a zmíněn je pouze Hirayama. V článku 2. v prvním odstavci autor odkazuje na obrázek „z úvodu“. Je-li míněna část „Úvod“ žádný obrázek tam není. V notaci rovnice 2.4 autor ignoruje, že magnetickou indukci \mathbf{B} integruje po uzavřené křivce (Ampérův zákon) a vztah pro proud v proudové vrstvě je těžké rozklíčovat bez odkazu na obrázek 2.1. Odkaz bohužel chybí.

Třetí kapitolu týkající se popisu numerických metod hodnotím lépe, jako stručný, ale užitečný úvod do aplikací FEM na řešení MHD rovnic. Tato část je i po formální stránce kvalitnější než předchozí text. Pokud jde o nedostatky, pak v rov. 3.13 má zřejmě být \mathbf{H}^{div} místo \mathbf{H}^{rot} , a u Pickardovy linearizace chybí odkaz na literaturu.

Těžiště práce spočívá v poslední 4. kapitole. Autor zde testuje použití Differential Equations Analysis

Library II na řešení Burgersovy rovnice (autor ji mylně nazývá Burgerovou místy s malým b na začátku slova) a porovnává dvě metody na zjemnění sítě. V závěru pak prezentuje simulaci vývoje proudové vrstvy a srovnává ho s výsledky Skála (2015). Hlavní výsledky práce jsou demonstrovány obrázky 4.1 - 4.4 a 4.6. Bohužel v obrázcích 4.4 a 4.6 chybí vysvětlení barevného kódování, což je na škodu zejména na obrázcích 4.6 e, f. Výsledky jsou, bohužel velmi stručně, diskutovány v jednom odstavci v závěru práce, přičemž v textu dokonce chybí odkaz na obrázek 4.6. I přes úspornost prezentace výsledků a jejich diskuse je nutno konstatovat, že autor splnil zadání diplomové práce a získal nepochybně velmi cenné výsledky a zkušenosti na tomto dosud nepřilíš probádaném poli, které napomohou při dalších pokusech o implementaci metod FEM ve sluneční MHD.

Celkově má práce velmi nevyrovnaný charakter a z velké části působí vyloženě odbytým dojmem. Zatímco abstrakt a první dvě kapitoly jsou velmi slabé, výsledky prezentované ve 4. kapitole splňují zadání práce. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem nemohu práci hodnotit lépe než známkou **dobře**.

Otázky a náměty k obhajobě:

1. Podrobněji interpretujte a vysvětlete přínos obr. 4.6 ve vztahu k výsledku Skála (2015) na obr. 4.5.
2. Jasně vymezte objem vaší vlastní práce v oblasti implementací FEM vzhledem k existujícím balíčkům a práci Dr. Skály.
3. Diskutujte výhody a nevýhody využití metod FEM ve sluneční MHD ve srovnání se standardními FDM případně FVM metodami s využitím AMR.
4. Rekonexe ve fragmentujících proudových vrstvách je fyzikálně velmi komplexní problém. Pokuste se vymezit jaké aspekty tohoto procesu bude možno popsat s využitím MDH přiblížení a adaptivních FEM metod a jaké již nikoli (např. v kontextu práce Bárta a kol. 2011). Jaké další metody pro numerické modelování byste navrhoval použít tam, kde již selhává platnost MHD aproximace?

v Teplicích 11.9. 2017

doc. RNDr. Michal Varady, Ph.D.