

Vyjádření školitele k doktorské disertační práci  
**„Turbulence in the solar wind from inertial to kinetic scales“**  
předloženou Mgr. Alexanderem Pitňou

Turbulence v magnetizovaném nízko-srážkovém plazmatu zůstává jedním z nevyřešených problémů fyziky, proto je sluneční vítr považován za unikátní laboratoř umožňující studium turbulentní energetické kaskády transformující energii z největších škál do fluktuací na malých škálách, kde se uplatňují kinetické efekty, vedoucí ohřevu plazmatu. Je známo, že turbulenci na větších prostorových škálách lze postihnout magnetohydrodynamickým (MHD) přístupem, kdy se plazma definuje jako magnetizovaná tekutina. Tento přístup dovoluje postihnout celý soubor vln, které se plazmatem šíří, např. Alfvénovy vlny popisující způsob šíření poruch magnetického pole. Avšak pro děje na menších škálách je MHD přístup nedostačující, je potřebný úplný kinetický popis pohybu jednotlivých částic.

Dá se říci, že doktorská disertační práce předložená Mgr. Alexanderem Pitňou se věnuje turbulenci ve slunečním větru a svým způsobem je monotematická, protože se z různých úhlů pohledu zabývá úzkou oblastí frekvencí fluktuací - iontová charakteristická škála, kde se mění charakter procesů určujících disipaci energie unášené slunečním větrem. A. Pitňa využil měření dat přístrojem BMSW umístěného na družici Spektr-R, který je schopen měřit základní parametry plazmatu, tj. koncentraci, rychlost a teplotu plazmatu, s časovým rozlišením 30 Hz. To dovolilo společně s rychlými měřeními magnetického pole družicí Wind analyzovat fluktuace právě na iontových škálách, což doposud nebylo možné pro nedostatečné rozlišení parametrů plazmatu na ostatních družicích. V práci se řeší postupně dva okruhy témat, a to (i) jak ovlivní přechod meziplanetární rázové vlny charakter fluktuací plazmatu a jak se rozpadají turbulentní fluktuace v oblasti za rázovou vlnou a (ii) na studium kinetických Alfvénovských vln, kde se předpokládá, že hrají podstatnou roli v dynamice turbulence slunečního větru na zmíněných iontových škálách.

Fyzikální výzkum A. Pitni spočíval sice převážně ve zpracování experimentálních dat, nicméně díky velmi solidním matematickým základům a schopnosti aplikovat je na studium turbulence bylo možné porovnat data i s teoretickými predikcemi, jak demonstrují výsledky práce Pitňa a kol. (2019).

Pokud se týká meziplanetárních rázových vln lze shrnout, že obě práce Pitňa a kol. (2016) a (2017) diskutují jak změny spektrálního výkonu v MHD a kinetickém rozsahu, tak změny tvaru profilů fluktuací parametrů slunečního větru (koncentrace částic a rychlost) před a za rázovou vlnou. Práce se věnují i studiu průběhu postupné disipace turbulentních fluktuací za rázovou vlnou a vlastnostem turbulentní kaskády.

Úkolem školitele není hodnotit samotnou kvalitu výsledků práce, protože toto hodnocení vzešlo jednak od recenzentů původních článků, které jsou součástí disertační práce, a jednak od oponentů vlastní práce. Já bych zde jen vyzdvihla jeden z výsledků, a to již zmíněnou práci Pitňa a kol. (2019). Porovnání dat a teoretických předpokladů přesvědčivě prokázalo, že kinetické Alfvénovské vlny hrají opravdu klíčovou roli v turbulenci slunečního větru v okolí iontové škály. V práci autoři našli tyto vlny jako dominantní vlnový mód pro širokou oblast podmínek ve slunečním větru. Výsledek autora práce je cenný také tím, že součástí práce je i analýza odchylek pozorovaných dat od teoretických předpovědí a v této souvislosti diskutoval podrobně i roli chyb experimentálních měření, což je málo vídaný přístup.

Předložená disertační práce je koncipována částečně jako komentovaný soubor časopiseckých publikací doplněný rozsáhlou úvodní teoretickou částí. Zde bych jen podotkla, že práce obsahuje cca 140 bibliografických odkazů, které jednak naznačují širší záběr, který autor přehledové části věnoval, ale také může posloužit jako vodítko pro další studenty. Práce je sepsána srozumitelně (přestože text obsahuje mnoho matematických

výrazů, zůstal čitelný), ve výsledkové části autor shrnuje přehledně závěry příložených prací. Text je dokumentován řadou obrázků, které napomáhají přehlednosti práce. Závěr práce metodicky správně představuje nejen výsledky dosažené autorem, ale přináší i několik velmi rozumných podnětů pro další práci. Vlastní text práce neobsahuje mnoho chyb, i když některým drobným nepřesnostem nebo chybám se autor úplně nevyhnul, je jich však spíše málo a nesnižují podstatněji celkový dojem z práce.

Závěrem bych ráda konstatovala, že předložená práce je svým rozsahem i provedením velmi kvalitní, obsahuje zajímavý teoretický přehled a shrnuje originální vědecké výsledky, které jsou obsahem 3 článků ve vysoce hodnoceném časopise, kde na všech je Mgr. A. Pitňa hlavním autorem. Navíc výsledky jeho práce byly úspěšně prezentovány na několika mezinárodních konferencích, kde se setkala s ohlasem. Publikované články, kde je spoluautorem, což je dohromady 6 prací, byly již 33 x citovány. Domnívám se, že Mgr. A. Pitňa zcela jednoznačně prokázal schopnost samostatné vědecké práce a komplexního zpracování získaných výsledků do formy odborného textu. Z těchto důvodů bez jakýchkoliv pochyb doporučuji práci k obhajobě a její následné uznání jako Ph.D. práce.

Praha, 21. srpna 2019

Prof. RNDr. Jana Šafránková, DrSc.  
školitelka