

Posudek doktorské práce “O. Gutynska: Correlation properties of magnetosheath fluctuations”

Předložená práce s názvem “Correlation properties of magnetosheath fluctuations”, jejíž autorkou je Mgr. Olga Gutynska se zabývá vlastnostmi nízkofrekvenčních fluktuací magnetického pole v plazmatu slunečního větru, modifikovaném rázovými vlnami různého původu, a to především v zemském magnetosheathu (MSH) a heliosheathu (HSH). Tento jev je studován na základě analýzy dat z družic Cluster, Themis a sond Voyager 2, doplněných parametry slunečního větru měřenými družicemi WIND a ACE.

Práce se zabývá třemi hlavními tématy: korelací Z-komponenty magnetického pole v MSH a ve slunečním větru, korelační délkou fluktuací v MSH a korelací mezi hustotou plazmatu a intenzitou magnetického pole v HSH. Těžištěm práce je studium korelační délky fluktuací v MSH na základě korelačního koeficientu signálů naměřených současně několika různě vzdálenými družicemi a studiem závislosti této korelace na řadě parametrů. Hlavním výsledkem této studie je zjištění, že tato korelační délka je mnohdy překvapivě krátká (v průměru 1 zemský poloměr, někdy podstatně kratší). Na základě statistických studií pak byly identifikovány faktory, které statisticky významně ovlivňují tuto korelační vzdálenost.

Rozsahem se práce řadí k těm kratším (66 stran bez referencí a příloh). Je ovšem nutno brát v úvahu, že součástí práce je 5 časopiseckých publikací a samotná práce tedy slouží spíše k zasazení těchto článků do kontextu a k doplnění detailů, které byly v člancích vynechány. Z tohoto pohledu považuji rozsah práce za dostatečný.

Práce je přehledně strukturována, po jazykové a formální stránce dobře zpracovaná. Autorka v dostatečném rozsahu cituje předchozí publikované výsledky na toto téma.

V první kapitole je prezentován obsáhlý úvod do problematiky interakce slunečního větru s magnetosférou se zaměřením na MSH a popis použitých globálních modelů. Po krátkém shrnutí hlavních cílů práce následuje detailní popis použitých datasetů a příslušných družicových experimentů v kapitole 3. V kapitolách 4 a 5 jsou pak prezentovány hlavní výsledky práce a to jak výsledky již publikované v příložených člancích tak nové výsledky, které ještě jinde publikovány nebyly (porovnání různých “sheathů” ve sluneční soustavě v kapitole 5.4). Práce je zakončena shrnutím výsledků v kapitole 6, dále pak seznamem citací, publikací a použitých zkratk. Autorka v dostatečném rozsahu cituje předchozí publikované výsledky na toto téma.

K práci je přiloženo pět originálních publikací, z nichž je třeba zvláště ocenit tři publikace v mezinárodních impaktovaných časopisech, kde je slečna Gutynska první autorkou.

Přes nespornou kvalitu výsledků a celkově dobrou úroveň jejich prezentace mám k práci několik připomínek. Drobná opomenutí formálního charakteru lze nalézt třeba v kapitole 3.8, kde autorka tvrdí, že používá data z družic Themis v subsolární oblasti z období leden až duben 2007 a 2008, což zřejmě není správně. Vzorec 3.12 mi připadá mírně nad rámec práce, a pokud si jej autorka přeje uvést, jistě by měl být opatřen nějakou referencí. Nedostatky méně formálního charakteru lze nalézt v horní polovině strany 18, kde je diskutována zrcadlová nestabilita a její růstový faktor a to dosti zmateným způsobem. Toto však autorce nelze mít příliš za zlé, protože chyby se vyskytují i v literatuře na kterou se odkazuje. K dalšímu studiu mohu doporučit například práci Hellinger, Phys. Plasmas 14, 082105, 2007 kde je růstový faktor a k-vektor jeho maxima spočítán obecně a kde je ukázáno, že závěry citované publikace Pokhotelov et al., 2004 jsou vesměs chybné.

Jisté výhrady bych měl i k pojetí kapitoly 3.7, kde je prezentována Fourierova transformace a korelační koeficient, ovšem pouze velmi stručně a obecně. Myslím, že tento text by mohl být nahrazen odkazem na učebnici (například Press et al. - ze které byl víceméně opsán) a autorka se mohla spíše věnovat popisu konkrétní implementace těchto metod použité v této studii, diskuzi chyb a podobně.

V kapitole 5, na stranách 52-53, kde jsou diskutovány trendy na obrázcích 5.5 a 5.6, bych zase ocenil, kdyby autorka svá tvrzení o jasném či méně jasném trendu doplnila testem statistické významnosti tohoto trendu, který v tomto případě není nijak obtížný.

Závěrem mohu říci, že přes uvedené nedostatky, práce prezentuje přehledně a dostatečně detailně původní výsledky, které přispívají k pochopení dynamiky plazmatu ve studovaných oblastech kosmického prostoru. Závěry práce jsou srozumitelné a podle mého názoru správné; o jejich kvalitě svědčí i počet publikací v recenzovaných mezinárodních časopisech. Práci proto doporučuji k obhajobě, kde by se autorka mohla vyjádřit k následujícím bodům, které by podle mého názoru zasloužily lépe objasnit.

Dotazy a náměty k diskuzi

1) Jak bylo zmíněno výše, autorka v práci nevysvětluje, jaký postup použila při odhadu spekter na obrázku 5.2 (strana 49), tedy zda a jaké použila průměrování a “okno” (mimo to neudává ani jednotky na vertikální ose). Toto je celkem podstatné pro odhad chyby takto vypočtené spektrální hustoty. Mohla by autorka toto upřesnit, doplnit odhad chyby a vyjádřit se ke statistické významnosti prováděného srovnání takto získaných spekter z Magionu 4 a IB-1 ?

2) Relativně slabá korelace magnetického pole na velmi krátkých vzdálenostech je jedním z důležitých výsledků prezentovaných studií. Autorka sice prezentuje řadu statistických argumentů, osobně se ale domnívám, že pro pochopení problému by bylo zajímavé ilustrovat takovou situaci na konkrétním příkladu. Mohla by autorka prezentovat jeden nebo několik konkrétních dvacetiminutových intervalů, kde byla pozorována velmi slabá korelace mezi družicemi vzdálenými méně než 500 km a pokusit se ukázat jaké struktury v magnetickém poli mohou mít za důsledek tak slabou korelaci?

S tímto přímo souvisí i otázka vlivu nízkofrekvenčních vln (například “mirror mode”) na korelaci a korelační vzdálenost, který je zmíněn v publikaci A4 přiložené k práci. Korelační délka zrcadlových vln v MSH byla nedávno diskutována v publikaci Horbury and Lucek, JGR, A05217, 2009. Mohla by se autorka pokusit zhodnotit konzistenci těchto výsledků s výsledky prezentovanými v předložené práci a posoudit zda nemohou přispět k jejich lepší interpretaci?

3) Na straně 61 (a v příslušném článku) autorka tvrdí: “If the mirror mode waves in the HSH and in the Earth's MSH behind the quasi-perpendicular bow shock were similar, the typical wavelength would be of the order of 10^6 km. [...] Such waves cannot propagate (or be convected) through planetary MSHs, thus a comparison of these apparently similar environments is difficult.” Musím postupně přiznat, že jsem toto tvrzení zcela nepochopil. Mohla by prosím autorka vysvětlit co tím myslí a jak k tomuto závěru došla ?

Chceme-li srovnávat vlny v plazmatu o různých parametrech, je zvykem vlnovou délku normalizovat na odpovídající charakteristické vzdálenosti, v tomto případě iontový Larmorův radius (RL). V zemském MSH se typické škály pohybují od několika RL po několik desítek RL, pro studované příklady fluktuací v HSH odhaduje Burlaga et al., APJ, pp. 691, 2009 škálu mezi 1 a 17 RL. Vlnové délky mi proto nepřijdou tak nesrovnatelné.

V Noordwijku 5. 8. 2011

Ing. Jan Souček, Ph.D.