

# Oponentský posudek disertační práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

Autor: **Mgr. Daniel Kouba**  
Název práce: **Ionosférická driftová měření**  
Studijní program a obor: Fyzika-[Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí](#) (4F2)  
Rok odevzdání: 2014  
Jméno a tituly oponenta: Doc. RNDr. Lubomír Přeč, Dr.  
Pracoviště: KFPP MFF UK  
Kontaktní e-mail: lubomir.prech@mff.cuni.cz

Předložená práce se zabývá metodikou měření ionosférických driftů pomocí digisondu a interpretací dat získaných na ionosférické stanici Ústavu fyziky atmosféry AVČR v Průhoncích. Informace o vektoru rychlosti ionosférického plazmatu (driftu) v různých vrstvách ionosféry se získávají pomocí měření Dopplerova posuvu frekvence radiových vln odražených od ionosféry nad vysílací/pozorovací stanicí a jsou důležitá pro poznání momentálního stavu ionosféry a ionosférických procesů a k ověření modelů rozložení a chování ionosférického plazmatu a proto je zaměření práce velmi aktuální. Data získávaná digisondami nesou mnoho informací, avšak digisondy vyžadují správný výběr měřících parametrů a pečlivé zpracování naměřených hodnot. Protože originální programové vybavení průhonické digisondy pro rutinní zpracování dat mělo řadu nedostatků a neposkytovalo spolehlivá výstupy, byly stanoveny následující cíle obhajované disertační práce:

- Vytvoření uživatelského prostředí pro zpracování driftových měření.
- Vypracování metodiky zpracování poskytující věrohodná data.
- Zpracování dlouhodobých měření pro ionosféru středních šířek za klidných geomagnetických podmínek.
- Demonstrace vlivu geomagnetických bouří na chování ionosférických driftů ve středních šířkách.

Hodnocená práce je členěna do 7 kapitol a jsou k ní přiřčeny 4 základní publikované práce disertanta týkající se uvedené problematiky. Nechybí bohatý seznam použité literatury čítající 112 referencí a slovník použitých zkratk.

Úvodní dvě kapitoly didakticky přehledně popisují metody studia ionosféry pomocí odrazů radiových vln od vodivých vrstev v ionosféře, šíření radiových vln v tomto prostředí a výchozí metodiku měření ionosférických driftů. Třetí kapitola pak shrnuje zejména stávající modely driftů v ionosféře a dosavadní empirické poznatky o driftech v ionosféře a jejich denních a sezónních variacích v klidné ionosféře.

Za výše uvedenými cíli popsány ve čtvrté kapitole následuje pátá kapitola s motivací a popisem vylepšeného postupu zpracování primárních dat digisondy - tzv. SKYmap. Disertant zde srozumitelně vysvětluje problémy v jejich zpracování a důvod použití jednotlivých omezujících kritérií, která jsou aplikována na výchozí soubor předpokládaných jednotlivých odrazů vysílaných vln od ionosféry. Zároveň Mgr. Kouba ukazuje, jak tato výběrová kritéria vedou k věrohodnějšímu odhadu ionosférického driftu tam, kde je to možné a má v daném stavu lokální ionosféry smysl, a která měření nelze s modelem jediného driftu zpracovat.

V nejrozsáhlejší šesté výsledkové kapitole pak disertant popisuje měření driftů v klidné ionosféře a porovnává jejich statistické vlastnosti v E a F-vrstvě. Dále rozebírá vliv geomagnetické aktivity na velikost měřených driftů z průhonické digisondy a na případech dvou silných geomagnetických bouří ukazuje vliv narušené magnetosféry na chování

ionosférických driftů nad observatoří. Pro průhonickou digisondu se jedná o první takto ucelené statistické zpracování driftových dat, ocenil bych však detailnější porovnání s podobnými analýzami dat jiných evropských či středošifkových stanic (pokud existují).

Šestá závěrečná kapitola pak přehledně shrnuje jednotlivé dosažené výsledky s odkazy na práce autora, ve kterých byly publikovány (na uvedené práce jsem našel dvě nevlastní citace ve WOS).

Text práce je přehledný a čtivý. Podle mého názoru je pečlivě zpracován včetně rovnic a vztahů v úvodních kapitolách a obsahuje jen minimum překlepů a nepřesností.

Grafická úroveň většiny obrázků je velmi dobrá, snad jen s výjimkou historických obrázků 1.1 a 1.2 (velký kontrast) a 6.9, 6.10, kde místo šedé by bylo vhodné užít barvu. Obrázky 6.12 a 6.17 by bylo vhodné otočit a zvětšit na celou stranu, jinak některé detaily splývají.

S ohledem na první z cílů práce – vypracování grafického uživatelského rozhraní – mi v práci chybí ukázka jeho výsledného provedení, i když je v práci dobře popsán vylepšený postup zpracování a jsou hojně užívány jeho grafické výstupy.

Prosím autora, Mgr. Koubu, aby během obhajoby zodpověděl následující dotazy:

- Obr. 6.9 a 6.10 porovnávají roční chod maximálních denních driftových rychlostí a denní geomagnetické aktivity. Oba grafy jsou v textu komentovány kvalitativně (odlišné chování v E a F-vrstvě). Lze tuto interpretaci podpořit i nějakými kvantitativními charakteristikami (korelace apod.)?
- Kde jsou další ionosférické observatoře v Evropě (kromě Ebro, Athén)? Jaká je úroveň spolupráce ÚFA s těmito pracovišti? Má autor zpětnou vazbu o užití jeho vylepšené metodiky zpracování dat z digisondy? Existují kampaně vhodné pro vzájemné korelace měření? Jaké jsou očekávané prostorové škály horizontálních driftových pohybů v E a F-vrstvě?
- Existují studie zabývající se intenzitou odezvy (max. fluktuace driftových rychlostí apod.) v průběhu geomagnetické bouře v závislosti na lokálním čase? Obě měření v průběhu silné geomagnetické bouře prezentovaná v práci vykazují maximální driftы /fluktuace v nočních hodinách cca 21-4 hod. LT s podobným chováním 2-3 dny. Do jaké míry to souvisí se samotným vývojem geomagnetické bouře a do jaké s efekty danými rekurencí lokálního času?
- Do jaké míry by byla použitelná pro studium ionosférických driftů měření se vzdáleným vysílačem/přijímačem digisondy (šikmé odrazy)?

Celkově je možné v práci vytčené cíle považovat za splněné. Vedle zpracování a interpretace původních měření prováděných na ionosférické observatoři Průhonice považuji za hlavní přínos práce zdokonalení a zpřesnění metodiky zpracování dat z měření ionosférických driftů pomocí digisondy, které bylo začleněno do softwarového balíku distribuovaného výrobcem (CAR UML) a je použitelné na dalších stanicích, kde data digisondy vyhodnocují. Analýza věrohodných datových souborů ze široké mezinárodní sítě stanic by měla umožnit ucelený popis ionosférických driftů a jejich chování za různých podmínek a přípravu a verifikaci komplexních matematických modelů ionosféry s použitelnými výstupy pro vědeckou a technickou praxi zejména v oblasti telekomunikací a globální družicové navigace.

Podle mého mínění autor prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce. Doporučuji disertační práci Mgr. Daniela Kouby „Ionosférická driftová měření“ připustit k obhajobě.

V Praze dne 27.5.2014

Doc. RNDr. Lubomír P ř e c h, Dr.