

## Posudek oponenta diplomové práce

**Diplomant :** Bc. Miluše Hopjanová

**Název práce :** GNSS mapování celkové elektronové koncentrace

Autor posudku: Mgr. Z.Mošna, PhD., Ústav fyziky atmosféry, AV ČR, v.v.i.

1. Definuje zadání DP dostatečně jasný odborný problém, který diplomant řešil?

ANO

2. Jaká tvořivá činnost a uplatnění jakých metod (příslušejících navazujícímu magisterskému studiu) bylo od diplomanta požadováno?

Kromě samostatného nastudování odborné literatury (fyzika ionosféry, problematika GNSS a zpomalení signálu v ionizované části atmosféry) bylo pro provedení práce nutné vypracovat software pro výpočet elektronové koncentrace pro jednu pozemní stanici. Použité metody zahrnovaly interpolační metody pro výpočet hodnot TEC i pro interpolaci poloh jednotlivých satelitů pro vyšší časové rozlišení. Od studentky se dále předpokládala schopnost práce s jazyky C# a prostředím Matlab.

3. Co diplomant při vypracování své DP vytvořil?

Studentka vytvořila toolbox pro výpočet elektronové koncentrace se vstupy ve formátu RINEX. Výsledkem práce je výpočet celkové elektronové koncentrace nad stanicí Průhonice a vykreslení mapy TEC nad střední Evropou.

4. Jakým způsobem prokázal diplomant správnost navrhnutého řešení problému?

Použité algoritmy jsou v teoretické části odiskutovány a odkazují se na odbornou recenzovanou literaturu. Vlastní řešení problematiky a výsledky jsou porovnány s výpočtem TEC pomocí algoritmu NHPC, který je využit ve standardní měřicí stanici, Digisondě DPS 4-D.

5. Je text diplomové práce zpracovaný tak, aby Vám umožnil odpovědět na otázky 1 - 4?

ANO

6. Které nejasnosti vyskytující se v DP by měl diplomant objasnit při obhajobě a jaké jsou Vaše další připomínky k DP?

### Otázky k obhajobě:

a) Může autorka komentovat či ocitovat své tvrzení: „Vektor tíhového zrychlení je ve všech místech geoidu na geoid kolmý?”

b) Může se autorka vyjádřit k problematice tzv. mapovací funkce (mapping function) pro převod STEC na VTEC a vysvětlit, na jakých metodách je založena, v čem jsou běžně používané metody výhodné pro výpočet TEC oproti její metodě a za jakých podmínek se mohou lišit od geometrického přístupu, který autorka používá?

c) Autorka v kapitole GNSS popisuje frekvence L1, L2 a L5 (a navigační zpráva). Jsou tyto frekvence použity pro všechny systémy GNSS?

d) Prosím o vysvětlení tvrzení „Ionizovaný plyn v této oblasti splňuje definici plazmatu do výšky cca 600 km.“. Tuž se ptám: Ionizovaný plyn nad 600 km tedy není plazma? (str. 18).

### K předloženému textu mám následující připomínky:

A) Text vykazuje řadu stylistických a gramatických nedostatků (vyskytují se fragmenty vět, jsou zde závažnější gramatické chyby), obojí vzniklé nedostatečnou kontrolou před odevzdáním. Řadu těchto chyb bylo možné odstranit korekturou a úroveň práce práce tak snižují zbytečně. Přehled některých chyb uvádím na konci posudku, ale tento seznam není nutné číst při obhajobě (stačí zmínit např. nesprávné použití



Kosinovy/Kosínovy/kosínové/kosínovy věty v jediném odstavci či stránce, chyby i/y apod., dále stylistické a překladové chyby typu „Vysoká spolehlivost (Digisondy) a schopnost dálkového ovládání, které je použitelné v bezpilotních provozních monitorovacích sítí ionosféry.“, které přesně nevystihují podstatu problému).

B) Některá tvrzení jsou zavádějící, působí neodborně, jsou diskutabilní či jsou přímo chybná. Např. délka RINEX souborů není 80 bitů, ale bytů (dá se považovat za překlep), uvedení rozměrové rovnice pod rovnici, která zní takto:  $[m]=[Hz]*[m]$ , což je zjevně rozporné (str. 73), navíc ani neodpovídá původní rovnici (rozměr TEC není  $[m]$ , ale  $10^{16}$  bez rozměru), veličina  $k$  se neoznačuje jako konstanta šíření, ale jako vlnový vektor (str. 27); hodnoty orbitálních period MEO by bylo také dobré promyslet, protože nejsou správné (str. 31), např. hodnoty orbitů blíží se geostacionární dráze by se měly blížit 24 hodinám, ne 6 hodinám atd. Pro autorku uvádím seznam problematických míst na konci posudku (*opět - není nutné číst při obhajobě*). Některé problémy týkající se ionosféry jsou ovšem pokročilejší partií fyziky a dají se v DP práci očekávat či tolerovat (např. polední maximum ionizace či opomenutí rovníkové anomálie – tzv. fontánového efektu) a uvádím je pro úplnost.

C) Práce s literaturou je obecně dobrá, ale je třeba dát si pozor na styl citací (nestejný formát pro všechny citace a některé chybějící údaje v seznamu literatury).

#### 7. Jakou známku vzhledem k hodnocení podle bodů 3 – 6 navrhuje?

Problematika je v některých ohledech pojata poněkud povrchně a některé chyby naznačují nedůslednost v analýze problému. **Cíl práce byl splněn, studentka prokázala schopnost samostatné práce a výsledkem je software, který je použitelný pro práci s GNSS daty pro výpočet VTEC nad stanicí Průhonice. Z těchto důvodů považuji práci za způsobilou k obhajobě. Práci hodnotím známkou 3.**

V Praze, 9. 9. 2016

Z. Mošna

*Mošna*

Seznam nepřesností pro autorku:

„...kosmický prach pronikl do zemského ovzduší...“ (str. 12). „v ionoframu“ (str. 20), gramatická i významová nepřesnost „Hodnota  $hF2$  je ovlivněna stavem nižší ionosféry, tzv. Zpomalení elektromagnetického signálu ve vrstvě E a F1.“ (str. 20)

Viz překvapivě není zkratka, ale sloveso odvozené od „vidět“, takže se píše bez tečky.

„slant TEC je závislý“ (str. 24)

Kosinová věta je v textu označována asi pěti nesprávnými způsoby (kosínova věta, Kosínova věta, Kosinova věta, kosinova věta, kosínová věta - poslední se dá ovšem považovat za překlep) a to v těsném sousedství.

„Ve spodních vrstvách atmosféry probíhá rekombinace rychleji. Tento se vyskytuje v důsledku...“, zpoždění mezi vysláním a přijmením (str. 28), „Zánik odrazu v dané výškové oblasti kritický kmitočet vrstvy“ (str. 29). „ne regularitami Zemského gravitačního pole“ místo „neregularitami zemského gravitačního pole“ (str. 33). spojené státy Americké je lépe psát jako Spojené státy americké a Colorado jako Colorado.

„Přesnost (GPS) se pohybuje okolo 22m v horizontu a 27,7m ve vertikálu“ nezní úplně česky. Odstavec v textu komentující obr. 17 (str. 36) je spíše matoucí, než vysvětlující.

Signály (GPS) v pásmu 1-2 GHz je poněkud vágní tvrzení, vzhledem k přesným frekvencím, na kterých GPS operuje.

Gaus ruegorovo zobrazení je správně Gauss-Krügerovo.

Zemská gravitační konstanta  $GM$  s hodnotou  $3,986 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$  má pravděpodobně chybu v řádu (má být  $10^{14}$ ).

Překlad: "Vysoká spolehlivost (Digisondy) a schopnost dálkového ovládání, které je použitelné v bezpilotních provozních monitorovacích sítí ionosféry." Poněkud neobratný překlad.



„DPS-4D je schopna poskytnout velkou přesnost a spolehlivost polohy a rychlosti dat.“ možná má vyjádřit, že DPS-4D je zapojena do mezinárodní sítě digisond.

Drobná nepřesnost - na stanici Průhonice je sonda DPS-4D od roku 2010, od roku 2004 zde fungovala sonda DPS-4.

Je z principu možné použít Dynasondu pro studium magnetosféry? (str. 30)

Překlad: Dynasonda se také sleduje změny ionosféry na aktivní experimenty. (str. 30).

Orbitální periody MEO nejsou 4-6 hodin, ale zhruba 2 až (těsně pod) 24 h (str. 31), jinak by to neodpovídalo uvedeným výškám družic.

Kapitola 3.2 Data vysílaná GNSS družicemi

"Další nepravidelný časový jev je sluneční vítr, který závisí sluneční aktivitě, je proud částic." (str. 23).

Výrazy "síla ionizace" místo "stupeň ionizace"

Co znamená věta "(elektromagnetické) signály se mohou šířit pomocí zakřivení jejich dráhy..."

Nepřesnosti: Vrstva F1 v zimě neexistuje (mělo by být většinou se nevyskytuje), str. 19.

U obrázku 8 bych ocenil datum události.

Není úplně pravda, že "stupeň ionizace je u vrstvy F2 je nejvyšší v poledne." (str. 21. Ve skutečnosti dochází často ke vzniku dvou maxim před a po polednem a jednoho lokálního (právě poledního). minima. Denní maximum se také u některých stanic pozoruje až v pozdních odpoledních hodinách.

"Největší STEC se vyskytuje v rovníkové oblasti." Zde není diskutován tzv. fontánový efekt, který zapřičiňuje odnos iontů z oblasti rovníku a vytvoření dvou maxim na jih a na sever od rovníku a vznik lokálního minima právě na rovníku.

Co znamená "fáze" ve větě "GPS přijímače obvykle používají fáze vyhlazování nebo vyrovnavání kódu." (str. 22).

Změny sluneční aktivity zahrnují nejen zmíněný 11 letý cyklus, ale i další cykly - cca 27 dní (rotace Slunce), i delší cykly v řádu desítek i stovek let.

Důležité parametry slunečního větru jsou kromě "hustoty a rychlosti částic" zejména složky magnetického pole (hlavně Bz) či teplota.

Co znamená výraz "P1, P2 je délka cesty skupiny..." (str. 23).

Co znamenají výrazy "nepohyblivý" náboj a koncentrace "nosičů" v rovnici 7 (str. 26)?

veličina k se standardně nazývá vlnový vektor, ne konstanta šíření. (str. 27).

Grupová rychlost není nutně vždy menší než rychlost světla. Spíše se dá napsat, že maximální grupová rychlost může dosáhnout rychlosti světla. (str. 27).

Typografie: jednotky např. (MHz) je zvykem uvádět základním písmem, ne kurzivou. (str. 23).

Je vhodné psát znak plus mínus standardně, ne "+-" (str. 38). Mezi číslovkou a veličinou se píše mezera (např. str. 36 i jinde). Autorka zaměňuje zkratku tzn. za tzv. (str. 68, 79 i jinde).

Na str. 68-69 je nadbytečný popis přímky v rovině (obecná rovnice a parametrická rovnice) vzhledem k tomu, že je třeba řešit přímku v prostoru (již správně na str. 70).

Některé rovnice jsou očíslované, některé ne, nezávisle na jejich "závažnosti".

Pod rovnicí na str. 73 () je uvedena rozměrová kontrola  $[m] = [Hz] \cdot [m]$ , což je zjevně rozporné. Je to o to horší, že rozměr STEC není  $[m]$ , ale TECu (počet elektronů). Možná je ale rozměrová rovnice uvedena v důsledku nějaké chyby a do textu vůbec nepatří.

Excentricita Země je uvedena s přesností na 17 desetinných míst, ale poloha stanice Průhonice má přesnost pouze na minuty (49°59 - což je ale uvedeno jako délka místo šířky, 14°33 - opět přehozena délka se šířkou).

Některé věty jsou stylisticky i věcně nevhodné, např.: "Frekvence f1 a f2 jsou dané a fungují na nich satelity." (v praktické části).

Nesourodý styl citací - některá jména jsou kapitálkami, některá malým písmem, někde jsou nedostatečné údaje, např. Bezoušek, učební text Určování polohy. Pardubice.