

O p o n e n t s k ý p o s u d o k
na doktorandskú dizertačnú prácu Mgr. D. Pecinovej

**Štúdium fyzikálnych charakteristík meteorických rojov na základe pozorovaní
Ondřejovským meteorickým radarom**

Predložená dizertačná práca je zameraná na štúdium meteorických rojov a fyzikálnych charakteristík ich meteoroidov na základe radarových pozorovaní, čo je tematikou vysoko aktuálnou. Doktorandka na analýzu využíva mimoriadne bohatý a štatisticky významný pozorovací materiál, pozorovania hlavných meteorických rojov získané na Astronomickom observatóriu v Ondřejove za obdobie takmer 50 rokov. Cieľom dizertácie bola analýza vybraných meteorických rojov a vypracovanie metodiky na získanie základných fyzikálnych parametrov charakterizujúcich populácie rojových meteoroidov.

Doktorandka svojou prácou a výsledkami dokázala, že ciele dizertácie úspešne splnila a dosiahla viacero z odborného hľadiska zaujímavých výsledkov.

Práca je rozdelená, odhliadnúc od úvodu a záverov, do piatich kapitol. V prvých dvoch kapitolách je systematicky a prehľadne uvedený súčasný pohľad na fyzikálnu teóriu meteorov a teóriu radarových ozvien, ktoré sú východzími pre ďalšiu analýzu. Tretia popisuje radarové pozorovania a ondřejovský radar. Záverečné dve kapitoly sú venované vlastnej práci, matematickému odvodeniu modelu rozdelenia vzdialeností meteorických ozvien, ktorý je aplikovaný na radarové pozorovania a samotným výsledkom.

Nosnou časťou práce je odvodenie teoretického modelu popisujúceho rozdelenie vzdialeností meteorických ozvien, ktoré je pre každý meteorický roj charakteristické v závislosti od ionizačnej výšky, teda závislosti od fyzikálnych parametrov meteoroidov prúdu a odvodenie metodiky pre výpočet týchto parametrov. Tento teoretický prístup umožňuje výpočet dvoch parametrov súvisiacich so štruktúrou meteorických prúdov: fluxu O a hmotového exponentu s , a troch parametrov súvisiacich s fyzikálnymi vlastnosťami meteoroidov: súčin koeficientov ablácie σ a tvaru a hustoty K , koeficient ionizácie β a priečneho prierezu μ . Model a metodika sú významným príspevkom pre radarový výskum meteorov. Doktorandka ich aplikovala na vlastné pozorovania radarom v Ondřejove, dlhodobé pozorovania štyroch hlavných meteorických rojov (Kvadrantíd, Perzeíd, Leoníd a Geminíd) a na jednoročné pozorovania Giakobiníd a letných rojov komplexu Tauríd (Dzeta Perzeíd a Beta Tauríd). Analýzou 127 vzdialenostných rozdelení stôp s trvaním nad 0,4 s (nasýtené ozveny) získala viaceré zaujímavé výsledky týkajúce sa štruktúry týchto prúdov.

Medzi významné výsledky patria odvodenia dlhodobých variácií fluxu, hmotového exponentu a ostatných fyzikálnych parametroch charakterizujúcich študované roje v rozpätí: Kvadrantidy 45 rokov, Perzeidy 21 rokov, Leonidy 37 rokov a Geminidy 42 rokov, ktoré podávajú dôležité informácie o štruktúre týchto prúdov. Tu by som však bol očakával podrobnejšiu diskusiu a hlavne spolu s aktivitami rojov, ktoré určite sú na observatóriu k dispozícii, urobiť globálnu analýzu týchto rojov. Radarový pozorovací materiál na observatóriu je skutočne z dlhodobého hľadiska systematického monitorovania týchto rojov doslova unikátny a jeho komplexná analýza aj aktivity a štruktúry by dizertácii len prospela.

Ďalším dôležitým poznatkom je skutočnosť, že aj z jednostaničných radarových pozorovaní je možné získať reálne informácie o základných fyzikálnych parametroch a takto tieto pozorovania nezostávajú viacmenej len v rovine štúdia aktivity. Z tohto hľadiska rozhodne zaujímavým je výsledok týkajúci sa Giakobiníd, pre ktoré v súlade s fotografickými pozorovaniami bola odvodená vysoká hodnota ablačného parametra, ďalej, že letné roje komplexu Tauríd svojou hodnotou tohto parametra naznačujú viac asociáciu s asteroidálnou zložkou komplexu a hlavne záver týkajúci sa Geminíd, ktoré ako plynie z analýzy sa zreteľne

odlišujú od meteoroidov typicky kometárnych rojov. Tento posledný záver by bolo možné rozdiskutovať a môže to byť dôsledok skutočnosti, že ide o roj s najkratšou obežnou dobou a veľmi malou perihéliovou vzdialenosťou čo výrazne ovplyvňuje štruktúru ich meteoroidov.

Ďalšou výbornou možnosťou verifikovania vypracovanej metodiky by bola podobná analýza rozsiahleho radarového materiálu zo Springhillského meteorického radaru, ktorý je k dispozícii na Ondřejove. Viaceré pozorovania boli vykonávané súbežne oboma radarmi a tak je možnosť priameho porovnania výsledkov.

K práci mám ešte niekoľko poznámok, ktoré sú väčšinou formálneho charakteru.

- Na str. 8 hodnota koeficientu tvaru pre kocku je uvedená len $A=1$. Pre kocku sa hodnota A mení v závislosti od jej orientácie v intervale od 1 do 1,7.
- Konštatovanie na str. 9 (r. 2-3), že len jeden meteor zo spoločných v simultánných pozorovaniach TV-radar v Ondřejove preukazoval brzdenie s referenciou „personal communication“ nie je dostatočné. Ak tento výsledok nebol publikovaný a navyše bol použitý ako argument pre predpoklad konštantnej rýchlosti meteorov pri konštrukcii modelu, tak by mal byť bližšie dokumentovaný.
- Keď sa prvýkrát používajú konkrétne hodnoty parametrov ako na str. 9 (dole) H , ρ_0 , tak je potrebné ich zdôvodniť, resp. uviesť referenciu.
- Na str. 11 prvý riadok v ods. 3 „Both cases of non zero deceleration and of constant mass of meteoroids are highly idealistic“. Správne je „Both cases of zero deceleration and ...“.
- Bolo potrebné zjednotiť písanie referencií. Štandardne sa v dizercii používajú referencie ak sú dvaja spoluautori tak obaja s číslom uvedeným v bibliografii, ak traja a viac, potom len prvý s et al. a poradovým číslom v bibliografii. Na niekoľkých miestach je to porušené, napr. str. 14 (Pecina [44] - správne má byť Pecina and Ceplecha [44]), str. 17 (Ceplecha et al. (1998), má byť Ceplecha et al. [15]), str. 25 (Bateman [5] - správne Bateman and Erdelyi [5], Greenhow [18] - správne Greenhow and Neufeld [18]) a ďalšie.
- Text pod Fig.2.8 (str. 21) nezodpovedá obrázku. V texte sa uvádza, že na obrázku krivky odpovedajúce trom hodnotam parametra K . Na obr. sú dve krivky pre hodnoty 0,3 a 1,0.
- Rozmer pri koeficiente difúzie na str. 49, nad Fig.5.3 ($m^2 s$) má byť správne $m^2 s^{-1}$. Podobne aj na str. 51 v texte pod Fig.5.5.
- Na str. 52 referencia Levenberg and Marquardt [51] nie je v bibliografii.
- Pri diskusii výberu limitnej hmotnosti $m_0 = 10^{-5}$ kg na str. 56 a uvedení hodnôt pre koeficient ionizácie β vyplývajúci zo vzťahu Kashcheeva et al. a Vernianiho a Hawkinsa sa uvádza, že „It is clear that we have to use the former value“. Chýba tu zdôvodnenie, že prečo je to „jasné“.
- Opäť text pod Fig. 6.1 na str. 58 nezodpovedá obrázku. Miesto ľavý a pravý správne malo byť zrejme horný a dolný. Pre jednoznačné odlíšenie lepšie by bolo vyznačiť oba roje Leo a Qdr priamo v grafoch.
- Pri úvode analýzy Leoníd na str. 61 sa uvádza, že dažde Leoníd sa vyskytujú len po prechode kométy perihéliom a teda, že sa tieto husté filamenty meteoroidov nachádzajú len v časti dráhy za kométou. Je pravda, že posledné dva návraty kométy tomu nasvedčujú, ale výrazné dažde Leoníd 1799 a tiež 1832 sa nachádzali práve pred kométou (121 a 60 dní).
- V záverečnej kapitole prezentovania výsledkov bolo by vhodné uvádzať aj referencie na v práci používané polohy radiantov a rýchlosti.
- Na str. 65, r. 4, miesto Table 6.13 má byť správne Table 6.15.
- Z tabuliek 6.1 až 6.12 nie je jasný výber širok intervalov vzdialeností „ri“ pre analýzu, napr. prečo 113-288 km a nie 110-290 km, zatiaľ čo pre Dzeta Perseidy a Beta Tauridy (Tab. 6.13, 6.15) boli zvolené intervaly 110-291 km ?
- Ako by bolo možné vysvetliť vzhľadom na ostatné roky alebo intervaly, extrémne vysokú hodnotu fluxu odvodenú pre Kvadrantídy 1998 pre dĺžku Slnka $282^{\circ},558$?

- Ešte poznámka k tabuľke 7.2 na str. 79, kde sú hodnoty ablačného parametra. V texte k tabuľke na str. 71 je poznámka, že hodnotu hustôt meteoroidov pre jednotlivé roje čitateľ nájde v uvedených referenciách. Rozhodne by bolo vhodnejšie ich uviesť priamo v tabuľke v samostatnom stĺpci.

Bez ohľadu na moje pripomienky, predložená dizertácia je po odbornej stránke rozhodne prínosom. Skutočnosť, že doktorandka venovala maximálne úsilie zvládnutiu problematiky dokumentuje aj počet vyše 60 citovaných prác a svojim príspevkom dokazuje schopnosť samostatne vedecky pracovať. Odhliadnuc od niekoľkých preklepov, ktorých som v dizertácii našiel minimum je práca i po formálnej stránke vypracovaná na úrovni. Záverom môžem konštantovať, že predložená dizertačná práca spĺňa požiadavky kladené zákonnými ustanoveniami na dizertačné práce doktorandského štúdia a preto doporučujem, aby Mgr. Drahomíre Pecinovej bol po úspešnej obhajobe udelený titul doktora filozófie Ph.D.

Bratislava, 30 marca 2006



Prof. RNDr. Vladimír Porubčan, DrSc.
Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave