

Posudek školitele

na doktorskou práci Mgr. Drahomíry Pecinové s názvem

Study of physical characteristics of meteor showers based on Ondřejov radar observations

Školitelem D. Pecinové jsem se stal v druhém roce jejího doktorského studia, v roce 2002. Téma doktorské práce jí zadal její předchozí školitel Dr. Petr Pecina. Hlavní myšlenkou bylo využít bohatého pozorovacího materiálu z ondřejovského meteorického radaru způsobem, který dosud nebyl vyzkoušen. Pozorování meteorického radaru sloužilo v minulých desetiletích hlavně ke sledování aktivity meteorických rojů, případně k určení hmotnostního rozdělení meteoroidů v rojích. Cílem doktorské práce bylo využít radarových dat i k určení fyzikálních vlastností rojových meteoroidů. K tomuto účelu se v meteorické astronomii obvykle využívá *vícetaničních* optických, ale i radarových dat, která umožňují jednoznačně určit výšky a rychlosti jednotlivých meteorů a často i průběh rychlosti a dalších veličin (např. jasnosti) podél dráhy meteoru. V případě ondřejovského radaru máme ale k dispozici v podstatě pouze dobu trvání radarového echa a vzdálenost meteoru v odrazném bodě, tj. v bodě, kde je dráha meteoru kolmá na zorný paprsek. Pokud chceme studovat fyzikální vlastnosti meteoroidů, jedinou možností je zkoumat vzdálenostní rozložení meteorů daného roje v určitém čase a porovnat ho s teoretickým vzdálenostním rozložením spočítaným pro určité fyzikální vlastnosti meteoroidů (stejně pro celý roj). Radar navíc neumí rozlišit rojové a sporadické meteory a odečtení sporadického pozadí je tudíž nutné také provést statistickou cestou.

Prvním předpokladem úspěšného zvládnutí tohoto problému doktorandkou bylo vytvoření teoretického vzdálenostního rozložení rojových meteorů. Znamenalo to zkombinovat rovnice tzv. fyzikální teorie meteorů s teorií vzniku a disipace ionizované stopy v dráze meteoru a s teorií radarového odrazu od ionizované stopy. Bylo třeba vzít do úvahy hmotnostní rozložení meteoroidů v roji, geometrii toku rojových meteorů a vlastnosti ondřejovského radaru. Druhým krokem bylo vytvoření matematického postupu fitování pozorovaných vzdálenostních rozložení metodou nelineární regrese a nalezení neznámých parametrů. Celkově se tak jednalo o komplikované matematické cvičení, které navíc předpokládalo porozumění širokému spektru problémů meteorické fyziky. Aplikace teorie na pozorovaná data v sobě ovšem obsahuje předem zjevná úskalí spočívající v tom, že reálné meteory se nemusejí chovat podle předepsaných rovnic. Některé závislosti (např. závislost počátečního poloměru stopy na hustotě atmosféry a na rychlosti meteoru) a konstanty (např. hodnotu difúzního koeficientu v referenční výšce) bylo třeba předpokládat. To je běžný postup uplatňovaný jinými autory v jiných situacích. Podstatnou komplikací byla ale fragmentace meteoroidů. Z optických pozorování, byť nepřímo, vyplývá, že i velmi malé meteoroidy se často v počátečních stadiích vstupu do atmosféry rozpadají na jednotlivá zrna. S touto skutečností se bylo třeba v průběhu řešení vypořádat.

Jako školitel jsem nemusel do průběhu prací příliš zasahovat. Doktorandka řešila problémy ve spolupráci se svým konzultantem, kterým zůstal Dr. Pecina. Výsledná doktorská práce ukazuje, že se s výše uvedenými úskalími vypořádala dobře. Velká část práce až do kapitoly 4 je věnována shrnutí známých skutečností a východisek k vytvoření modelu vzdálenostního rozložení. Tato část je možná až zbytečně rozsáhlá. Autorka se snažila podat úplný přehled základních poznatků v oboru, v některých případech však došlo při prepisu z literatury k nepřesnostem – např. na straně 26 při vysvětlování zanedbatelné role rekombinace ve vývoji ionizované stopy. Na výsledky práce to samozřejmě nemá vliv.

Těžiště práce je v kapitolách 5, kde je uveden model vzdálenostního rozložení, a 6, kde jsou uvedeny výsledky aplikace modelu na pozorování meteorických rojů. Výsledky jsou uvedeny většinou formou tabulek. Moje přání, aby bylo do práce zahrnuto více grafů porovnávajících pozorované a teoretické vzdálenostní rozložení nebylo vyslyšeno.

Hlavní přínos práce spatřuji ve dvou oblastech. První je poznatek, že ačkoliv pozorovaná vzdálenostní rozložení většiny rojů se nedají vysvětlit za předpokladu, že meteoroidy nefragmentují, dobrého souhlasu se dosáhne zavedením parametru μ , který vyjadřuje změnu tvaru tělesa (poměru průřezu vůči hmotnosti) v průběhu letu. Parametr μ , který používají i jiní autoři, je poněkud formální veličina, jejíž vztah k fragmentaci není zcela jasný. Nicméně fakt, že pro Geminidy, které jsou známé svou kompaktností, vyšlo μ odpovídající nefragmentujícímu tělesu a naopak pro nejkřehčí kometární roje vyšlo μ největší, vztah k fragmentaci jasně naznačuje. Námětem do budoucna je tento vztah kvantifikovat a prověřit, zda se pomocí parametru μ nedají fitovat i světelné křivky slabých meteorů.

Výsledné fyzikální veličiny pro jednotlivé roje zhruba odpovídají očekávání. Jediným překvapením jsou poměrně malé ablační koeficienty denních rojů β Taurid a ζ Perseid. Druhým hlavní přínos práce spatřuji v určení ionizační pravděpodobnosti pro jednotlivé roje a tím její závislosti na rychlosti (graf 7.1). Pravděpodobně se jedná o dosud nejspolehlivější určení ionizační pravděpodobnosti.

Práce podle mého názoru splňuje požadavky kladené na doktorské práce a po jejím úspěšném obhájení doporučuji udělení Drahomíře Pecinové titulu PhD. Hlavní výsledky práce doporučuji publikovat v mezinárodním odborném časopise.

V Ondřejově dne 20. března 2006



RNDr. Jiří Borovička, CSc.
školitel