

# Oponentský posudek habilitační práce

## RNDr. Leonarda Kornoše, PhD.

Posudek podává RNDr. Petr Pecina, CSc., Astronomický ústav AV ČR,  
Fričova 298, 251 65 Ondřejov, Česká republika

Předložený soubor prací „Meteoroidy a ich materské telesá“ podává průřez dosavadní vědeckou prací RNDr. L. Kornoše, PhD. a hlavně přehled všech nejdůležitějších výsledků jichž spolu s kolegy, na pracích se podílejících, dosáhl. I když jsou všechny tyto práce dílem širších autorských kolektivů, lze po právu konstatovat, že přínos Dr. L. Kornoše je ve všech z nich významný, mnohdy i rozhodující, jak dokládají přiložené materiály. Proto při jejich hodnocení se budu věnovat hlavně jakoby výsledkům Dr. Kornoše, ale na paměti budu mít i přínos ostatních autorů.

Jako červená nit' se snad ve všech pracích již od 19. století vyskytuje otázka o původu meteoroidů a jejich vztazích k dalšími tělesům sluneční soustavy, totiž kometám a asteroidům. Od 19. století je známá souvislost mezi rojem Andromedid a kometou Bielovou, Perseid s kometou Swift-Tuttle i Leonid s kometou 55P/Tempel-Tuttle. Materským tělesem těchto rojů je tedy kometa. Kromě uvedených rojů nebyla známa materská tělesa dalších známých rojů, jako jsou např. Kvadrantidy, či Geminidy, jež se pozorují každoročně pravidelně začátkem ledna respektive kolem 13. a 14. prosince. Se začátky studia malých těles sluneční soustavy je však také spojen poznatek, že tělesa, které známe jako meteority, jsou kosmického původu. Dlouho nebylo známo, z které části sluneční soustavy vlastně pocházejí. A u mnoha dnes pozorovaných meteorických rojů a celých proudů otázka jejich původu není vlastně vyřešena dodnes. Vývoj studia zmíněných těles vedl k poznatku, že je nutno získat (a vlastně neustále získávat) kvalitní data. Jestliže na počátcích studia bylo hlavním čidlem lidské oko, je zřejmé, že z dnešního pohledu data získaná jeho prostřednictvím musela být nutně značně nepřesná, zvláště uvědomíme-li si, že zejména při studiu meteorů jde o velmi krátké časové okamžiky. Důsledkem bylo např. tvrzení, že většina meteorů musí být mezihvězdného původu, protože jejich rychlosti jsou t. zv. hyperbolické. Jak však docházelo k rozvoji techniky, bylo toto tvrzení neustále více zpochybňováno. Po nástupu fotografie, která dává dodnes vlastně nejpřesnější data, bylo dokázáno, že šlo o důsledek velkých chyb dráhových elementů. Fotografická metoda dává nejpřesnější výsledky, má však tu nevýhodu, že není dostatečně citlivá ke slabším meteorům. Měla však své nezastupitelné místo i při studiu komet a asteroidů. Dnes je již překonaná užíváním CCD prvků, jež navíc dovolují pozorování stále slabších objektů. Při studiu meteorů hraje však stále důležitou roli, zejména při pozorování bolidů, z jejichž pádů známe dnes i meteority. To umožnilo řešení otázek vzájemných

genetických vztahů mezi oněmi meteority a mateřskými tělesy. Další, poměrně novou technikou, jež se dnes už rutinně využívá, jsou videotechniky, schopné zaznamenat slabší meteory než jsou zmíněné bolidy. Z této oblasti je dnes k dispozici celá řada údajů, jich lze využít ke studiu nastolených problémů. Od konce 2. světové války se používají i výkonné meteorické radary, které dodaly porci dat o několika stovkách tisíců meteorů, jež patřily k nejslabším pozorovaným částicám meziplanetární hmoty. Jak už bylo zmíněno, z pozorování plynulo, že hlavními zdroji malých těles sluneční soustavy jsou komety. Výjimkou se v 80. letech staly Geminidy, u nichž si F. Whipple všiml, že mají dráhové elementy velmi podobné asteroidu, později nazvanému (3200) Phaeton. To byl ale jediný známý případ. Pády meteoritů pozorované fotografickými komorami pak dokumentovaly stále naléhavěji, že je třeba se otázkám vývoje meziplanetární hmoty věnovat s veškerou vážností.

Tento (možná poněkud dlouhý) historický úvod jsem si dovolil proto, aby bylo jasné, čím přispěl Dr. Kornoš ve svých pracích k současnému stavu poznání vývoje a dynamiky malých těles sluneční soustavy. Problém identifikace mateřských těles známých proudů meteoroidů není tak jednoduchý, jak by se na první pohled mohlo zdát. Důvodem je to, že dynamika vývoje drah členů proudů se může značně lišit od dynamiky vývoje mateřského tělesa. Roli může hrát např. rozdíl velikostí meteoroidů a mateřských těles, nebo např. to, zda se v minulosti dostalo těleso do blízkosti Jupitera, a nejen jeho. Proto studoval Dr. Kornoš dráhový vývoj jak předpokládaného mateřského tělesa, tak i vzorků proudů meteoroidů dostatečně daleko do minulosti a to metodou numerické integrace jejich pohybových rovnic. V případě, že byl vývoj podobný, nebo dokonce došlo v minulosti k těsnému vzájemnému přiblížení, mohl spolu se spolupracovníky soudit na vzájemnou příbuznost. Příkladem je komplex Taurid, za jehož původce byla dlouho považována kometa Encke. Pozorování však naznačovala, že nemůže být jediným. Ze studia drah pozorovaných meteorů, zaznamenaných v Mezinárodní databázi fotografických drah IAU (MDC), vyplynulo, že s komplexem souvisí i některé menší roje a je k němu asociovaných několik asteroidů typu Apollo. Zmíněná data umožnila i potvrzení filamentární struktury meteorické složky komplexu, k němuž náleží jak malá submilimetrová tělesa, tak i tělesa o rozměrech několika kilometrů. Učinit závěr ohledně filamentární struktury umožnila autorům přesná fotografická data, jež měli k dispozici díky MDC. Do stejné kategorie lze zařadit i práce věnované Lyridám a Kvadrantidám, u nichž studium evoluce drah členů nalezených filamentů přivedlo k závěrům, že kromě již dlouho podezříváné komety 96P Machholz lze považovat za jedno z mateřských těles i asteroid 2003 EH1, navrhovaný různými autory. Dále umožnil stejný přístup učinit závěr, že listopadové Orionidy a prosincové Monocerotidy patrně mají společné mateřské těleso, totiž kometu C/1917 F1 Mellish. Tento závěr podporují i společné fyzikální charakteristiky členů obou rojů, zejména stejné počáteční i koncové

výšky jejich světelných drah v zemské atmosféře. To svědčí o stejných, nebo aspoň velmi podobných, fyzikálních vlastnostech příslušníků obou rojů. Přestože zde stále zůstává řada otázek, na které bude nutno v budoucnu odpovědět, lze dosavadní stav poznání vlastností tohoto proudu považovat za významný krok vpřed, a to i díky příspěví (spolu)autora hodnoceného souboru prací. Asociacemi meteorických proudů s asteroidy se zabýval autor i v případě t. zv. bolidových rojů, u nichž lze oprávněně očekávat, že v důsledku své mnohem větší hmotnosti, jež vede k menší citlivosti na negravitační poruchy, lze spojení s mateřským tělesem snáze vystopovat, protože si déle pamatují dráhu svého mateřského objektu. Kromě již známé souvislosti Geminid s asteroidem (3200) Phaeton a Kvadrantid s tělesem 2003 EH1 se tak podařilo nalézt více dalších asociací. Pozornost byla věnována rovněž otázce jak často se dostávají asteroidy do blízkosti Země. U tohoto problému nejde jen o hledání potenciálních mateřských těles známých proudů meteoroidů, ale i například o vyhodnocení možné hrozby těchto těles srazit se se Zemí a vyvolat tak globální světovou katastrofu. Dr. Kornoš se rovněž věnoval otázce původu meteoritu Neuschwanstein, nalezeném r. 2002, jenž měl téměř identickou dráhu se známým meteoritem Příbram, který dopadl na Zemi v r. 1959. Na základě studia dynamiky vývoje drah obou těles a jejich klonů pak došel k názoru, že možnost jejich původu ze stejného tělesa je vysoká, Zároveň však poukázal na okolnosti, které jednoznačné identifikaci obou těles jako odštěpků jednoho tělesa brání. V předložených pracích byl studován i mechanismus, jakým mohou meteoroidy opouštět asteroidy a dávat tak vznikat asociovaným proudům. Uvažovaný slapový rozpad během blízkého přiblížení asteroidu k Zemi v uzlu jeho dráhy by však vedl k aktivitě roje, jež by byla prakticky nedetekovatelná. V další práci byl vzat v úvahu i možný slapový rozpad asteroidu vlivem jeho rotace uvnitř Rocheho oblasti. Tak byla autorem nalezena omezení možností, že tímto mechanismem lze vysvětlit dnes pozorovanou, či spíše nepozorovanou aktivitu bolidových rojů. Dr. Kornoš se podílel také na zpracování dat o bolidu Košice, jehož zbytek se přiřadil k (zatím) nemnoha meteoritům nalezeným na povrchu Země po pozorování doprovodného světelného jevu, po určení jeho dráhy a následném výpočtu bodu dopadu. Dynamika vývoje dráhy 75 klonů meteoritu ale neumožnila stanovení původu meteoritu. Tento fakt ukazuje na naše stále zatím omezené možnosti podrobného studia vývoje malých těles sluneční soustavy. Všechny zmíněných výsledků bylo možno dosáhnout díky použití výkonné výpočetní techniky ale i dostatečně přesných napozorovaných dat, jež byla získána technikami daných v užívání během posledního období přibližně od konce 20. století, obsaženými v katalogu MDC. Význam takovýchto dat je tak zřejmý, že i Dr. Kornoš přispěl a nadále přispívá svým dílem k rozvoji zejména videotechniky, jež oproti fotografii umožňuje detekci menších částic a zvyšuje tím počty zachycených případů. To vede k naději, že dosud bílá místa v našich znalostech vývoje meziplanetární hmoty budou v blízké budoucnosti zaplněna

znalostmi, jež nám umožní pochopit komplexně stav jež v současné době pozorujeme a jevy, které meziplanetární hmotu k němu dovedly.

Při celkovém hodnocení předloženého souboru prací „Meteoroidy a ich materské telesá” lze vysoce hodnotit jak výsledky, jichž autor dosáhl, tak i způsob jakým bylo výsledků dosaženo. Tyto výsledky významně obohatily celou světovou vědeckou komunitu zabývající se meteoroidy a pozdvihly úroveň našich znalostí na další, kvalitativně vyšší úroveň. Téměř ve všech pracích je nutno poukázat na vysokou erudici Dr. Kornoše v oblasti nebeské mechaniky a jejích aplikacích na řešení problémů nalezení genetických souvislostí mezi pozorovanými meteoroidy a mateřskými objekty. Ve všech pracích byly řešeny problémy zaměstnávající vědeckou komunitu již dlouhou dobu, které jsou proto neustále aktuální. To že nebyly všechny již vyřešeny však není vinou Dr. Kornoše, ale jde o důsledek faktu, že rozvoj dostatečných pozorovacích technik a výpočetních prostředků nastal teprve poměrně nedávno. Dále vysoce hodnotím i to, že k vyslovení závěrů v mnoha pracích byla použita data, jež byla jiné povahy než dynamická, mám na mysli např. data fyzikální jako v případě rojů Orionid a Monocerotid. O významu prací v předloženém souboru svědčí rozhodně i ohlasy v zahraniční literatuře na výsledky v nich dosažené. Pokud můžu soudit na pedagogickou činnost Dr. Kornoše z materiálů mě zaslanych, i tady lze hodnotit jeho práci vysoce kladně.

Vše uvedené nejen v předchozím odstavci mi umožňuje, abych s klidným svědomím mohl

## **d o p o r u č i t**

jmenování RNDr. Leonarda Kornoše, PhD. docentem pro obor fyzika.

V Ondřejově, dne 18.12.2013

RNDr. Petr Pecina, CSc.  
Astronomický ústav AV ČR  
Fričova 298  
251 65 Ondřejov  
Česká republika