
Držitelé Bolzanovy ceny představují své projekty: Mgr. Marie Hrudková

Držitelé Bolzanovy ceny představují své projekty: Mgr. Marie Hrudková

Na začátku čtvrtého ročníku magisterského studia astronomie a astrofyziky na MFF, kdy jsem se rozhodovala, o čem bude moje diplomová práce, mne žádné z témat nabízených katedrou nezaujalo. Tak jsem si vymyslela téma vlastní. Už dříve předtím mě zajímaly planety mimo naši sluneční soustavu, tedy planety u cizích sluncí, jimž se říká exoplanety. Věděla jsem, že věnovat se exoplanetám v České republice bude obtížné, neboť zde chybí potřebné zázemí (odborníci, observatoře, data... a peníze, které s tím vším nepochybně souvisí). Požádala jsem tenkrát vedoucího naší katedry doc. RNDr. Petra Harmance, DrSc., odborníka na hvězdnou astrofyziku, zda by nechtěl moji diplomovou práci o exoplanetách vést. Právě on totiž dokázal téma exoplanet nejlépe skloubit s našimi omezenými možnostmi a jsem mu za to velmi vděčna. Naučila jsem se pod jeho vedením spoustu užitečných a neocenitelných věcí. Často pokus dopadl zjištěním, že tudy cesta nevede, ale důležité bylo přijít s dalším nápadem, který nás k (nějakému) cíli nakonec dovedl.

O čem to tedy celé je? Exoplanety se dnes detekují několika metodami, z nichž dosud neúspěšnější je metoda měření radiálních rychlostí hvězd. Radiální rychlost je taková rychlost, s níž se hvězda vůči pozorovateli na Zemi vzdaluje či přibližuje. Když pak kolem hvězdy obíhá nějaká planeta nebo jiné těleso, v důsledku změny polohy těžiště celé soustavy se periodicky mění i radiální rychlost hvězdy. Tyto odchylky se zjistí změněním posuvu čar ve spektru hvězdy, neboť tento posuv je přímo úměrný radiální rychlosti. Celé to má ale jeden háček. Tato metoda je nevhodnější pro objevení hmotných planet (hmotnosti Jupitera) nacházejících se velmi blízko u hvězdy. Se vzrůstající přesností měření dnes již dokážeme detekovat také planety menší (velikosti Neptunu a Uranu). Celé to spočívá v technice pozorování a zpracování dat, proto jsem se rozhodla věnovat se v diplomové práci přesnému měření radiálních rychlostí hvězd za účelem detekce extrasolárních planet.

Důležitou věcí k určení radiální rychlosti je co nejpřesnější určení její korekce. Když totiž měříme radiální rychlost hvězdy, Země v tom okamžiku koná několik pohybů, jako např. obíhá kolem centra celé sluneční soustavy (což není centrum Slunce, ale barycentrum, které je velmi blízko centra Slunce) a také se otáčí kolem vlastní osy. O tyto pohyby (a ještě spoustu dalších) tedy musíme změřenou radiální rychlost opravit, abychom mohli jednotlivá měření porovnávat a analyzovat. K těmto účelům jsem v diplomové práci sestavila program na výpočet barycentrických korekcí radiální rychlosti a času.

K přesnému určení radiální rychlosti neslouží pouze spolehlivé určení její korekce, ale je třeba také její co nejpřesnější naměření ze spektra. Tomu jsem se v diplomové práci také věnovala. Dále se ve spektru nevyskytují pouze čáry pozorované hvězdy, ale také jsou přítomny čáry pocházející z atmosféry Země. Při průchodu hvězdného světla atmosférou se totiž část světla z hvězdy absorbuje a ve spektru vzniknou tzv. telurické či atmosférické čáry. Ty mohou v červené a infračervené oblasti elektromagnetického spektra komplikovat analýzy hvězdných spekter, neboť jich je v těchto oblastech hodně a často jsou od hvězdných čar k nerozeznání. K účelům odstranění telurických čar z hvězdných spekter jsem využila program Korel RNDr. Petra Hadravy, DrSc., jež slouží k rozložení časové řady spekter vícenásobných systémů (až pětinasobných). Již předtím byly telurické čáry pomocí Korelu úspěšně odstraněny ze spekter dvojhvězdy, otázkou tedy bylo, zda by šlo stejným způsobem odstranit telurické čáry ze spektra hvězdy jedné. Ukázalo se, že pokud budeme uvažovat hvězdu jako fiktivní dvojhvězdu, tedy mající zanedbatelně malou amplitudu křivky radiálních rychlostí, tak je možné telurické čáry úspěšně ze spektra odstranit. Toto bylo v diplomové práci předvedeno pro spektra červeného obra Arktura.

V rámci diplomové práce jsem měla též k dispozici spektra 51 Pegasi. U této hvězdy byla v roce 1995 objevena první exoplaneta u hvězdy podobné Slunci. Jedním z cílů bylo zkusit rozložit spektra hvězdy a planety, což byl ale vskutku vysoký cíl! Ukázalo se, že spektra, která jsme použili, neměla dostatečné rozlišení. Namísto toho přišel jiný nápad. Nápad velice jednoduchý, leč první svého druhu. Alespoň co se 51 Pegasi týče. Vtip je v tom, že když se nakombinují měření z více spektrografů, získá se tím samozřejmě delší časová škála a výsledkem je přesnější určení parametrů dráhy systému hvězda-planeta (perioda, amplituda křivky radiálních rychlostí...). Tak jsme získali přesnější parametry dráhy v porovnání s těmi dříve publikovanými. Takovéto zkombinování má ale i své další výhody. V případě, že je k dispozici dostatečné množství měření, lze „odstraněním“ periodických změn radiálních rychlostí způsobených první planetou zjistit, zda v těchto „zbytkových“ hodnotách nejsou nějaké další periodické změny. A přesně ty jsme našli pro 51 Pegasi po zkombinování dat ze čtyř spektrografů. Jak je lze vysvětlit? Jednou z možností by byla existence druhé planety u 51 Pegasi, která by tyto dodatečné odchylky od původních periodických změn způsobených první planetou vysvětlovala. Jenže tato planeta by musela být velmi hmotná, tak velmi, že je to nereálné. Další možností by mohly být

neradiální pulsace hvězdy samotné. Pulsace tohoto typu (dlouhoperiodické) se ale doposud u žádné hvězdy slunečního typu nepozorovaly. Nebo je celý jev způsoben chybami, jež vznikly právě nakombinováním dat z různých spektrografů? Každý spektrograf má své vlastní noční korekce, tedy malé chyby způsobené nepatrným posunem spektrografu během noci, během sezóny. Toto všechno jenom kvůli nedostatku měření! Sice jsme použili všechny dostupné zdroje, leč k rozřešení problému to stále nestačí. Kdo ví, snad bude mít moje úsilí jednou, až se pořídí další sada radiálních rychlostí, nějaký konec.

A o čem to tedy celé je? Je to o hodinách a hodinách strávených nad monitorem počítače, o úmorné práci dlouho do noci, kdy člověk neví, jestli ještě bdí či spí.....a to všechno pro vašeň jedné astronomky. Ale stojí to za to!

Mgr. Marie Hrudková