

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího  
x bakalářské práce

x posudek oponenta  
 diplomové práce

Autor: Petr Kepčija

Název práce: Prostorové rozložení mladých hvězd pozorovaných v jádře Mléčné dráhy

Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2018

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: doc. RNDr. Ladislav Šubr, PhD.

Pracoviště: Astronomický ústav Univerzity Karlovy

Kontaktní e-mail: subr@sirrah.troja.mff.cuni.cz

## Odborná úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá x průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Věcné chyby:

téměř žádné x vzhledem k rozsahu přiměřený počet  méně podstatné četné  závažné

## Výsledky:

originální x původní i převzaté  netriviální kompilace  citované z literatury  opsané

## Rozsah práce:

veliký x standardní  dostatečný  nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající  velmi dobrá x průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Tiskové chyby:

x téměř žádné  vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet  četné

## Celková úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá x průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Práce je věnována otázce kinematiky mladých hvězd v jádře naší Galaxie. Autor nejprve v úvodní části shrnuje základní observační poznatky včetně jednoho z aspektů jejich interpretace – geometrické struktury, kterou tyto hvězdy vytvářejí. Základním výchozím sdělením je, že v interpretaci observačních dat neexistuje ve vědecké komunitě shoda, a to zejména v otázce existence tzv. counter-clockwise (CCW) disku, který podle jedněch autorů podmožina mladých hvězd tvoří, zatímco druhá skupina existenci tohoto disku popírá. Student svou práci motivuje snahou rozsoudit mezi těmito dvěma zásadně odlišnými názory. Výsledkem jeho práce je příklon k první skupině vědců, tj. podporuje hypotézu existence CCW disku. Metodika, kterou ke svému názoru dochází, je ve své podstatě správná, avšak chybí kroky (detailní diskuse), které by tento názor proměnily v opravdu významný vědecký výsledek. Autor si je zřejmě tohoto nedostatku vědom, a tak v závěrečné kapitole nejednou zopakuje, že jeho výsledky jsou diskutabilní.

Jak již bylo napsáno výše, z metodologického hlediska postupoval student správně. Nejprve posbíral potřebná veřejně dostupná data, která pocházejí ze dvou zdrojů – dalekohledů Evropské jižní observatoře (ESO) a Keckových dalekohledů na Havaji. Myšlenku na sjednocení dat z těchto dvou odlišných zdrojů po několika experimentech opustil a své statistické testy prováděl na datových vzorcích pocházejících exkluzivně z jednoho či druhého zdroje. Jejich sjednocení by vskutku představovalo náročný úkol jdoucí daleko nad rámec bakalářské práce a v tomto ohledu studentovi nevytýkám, že tento pokus vzdal. Z didaktického hlediska však poznamenávám, že příslušná pasáž v současné podobě působí dojmem nedokončenosti, což je atribut ve vědecké práci nežádoucí. Lepšího pocitu bych nabyl, kdyby práce obsahovala hlubší rozbor problematiky redukce observačních dat (pravdaže v tomto případě velmi komplexních) a z něj plynoucího zřetelnějšího důvodu, proč se sjednocení dat nezdařilo. Stejně tak si umím představit, že by autor tuto slepou uličku v práci vůbec nezmiňoval.

Jako metodu statistického zpracování student použil test  $\chi^2$  vycházející z jedné z prvních prací, které se strukturám tvořeným mladými hvězdami v jádře Galaxie věnovaly. Svou modifikovanou metodu správně otestoval na vzorku dat, nad nímž pracovali i předchozí autoři. Přítomnost tohoto testu, coby projevu kritického přístupu ke své vlastní práci, hodnotím velmi pozitivně. Dále potom autor již vcelku rutinně používá svou metodu na různé datové vzorky. Výsledkem je tvrzení, že ve všech datových vzorcích „nalezl CCW disk“. Hlavním a pozoruhodným faktem potom je, že tento disk byl nalezen i ve vzorku pocházejícím z Keckovy observatoře, přitom jsou to právě autoři těchto dat, kteří přítomnost CCW disku zpochybňují. Pokud by výsledky autora bakalářské práce byly pravdivé a robustní, měly by velkou vědeckou hodnotu. K tomu však chybí několik kroků. Zaprvé by se měl student zamyslet, co přesně v datech nalezl. Je to skutečně nezpochybnitelná evidence o přítomnosti hvězdného disku, nebo lze statistické výsledky interpretovat i jinak? Jsem si vědom toho, že detailní rozbor této problematiky by opět značně přesahoval standardní bakalářskou práci, avšak alespoň náznak úvah v tomto směru by práce obsahovat měla. Druhým důležitým a s předchozím úzce spojeným krokem by dle mého názoru měla být analýza otázky, proč dva autoři Kepčija (2018) a Yelda (2014) došli při interpretaci stejných dat ke kvalitativně odlišným závěrům. Cestou by patrně byl rozbor použitých metod, které jsou skoro určitě odlišné.

Z hlediska formy a stylu hodnotím práci jako průměrnou, tj. je na dobré cestě k vědeckému textu, ale její kvalita v tomto ohledu není dostatečná pro regulérní vědeckou publikaci. Uvedu několik příkladů nedostatků. Nejedná se o kompletní výčet a rovněž si nemyslím, že je nutné jejich čtení během obhajoby; jsou především míněny jako rady studentovi pro jeho další práci:

- některá tvrzení z kategorie reprodukováných poznatků jsou formulována nepřesně, dovolující více než jednu interpretaci. Příkladem budiž třetí věta na straně 11: „Nejbližší obíhající hvězdou je S2...“ Předně není zřejmé, co v tomto případě znamená slovo „nejbližší“, neboť S2 se pohybuje po eliptické dráze, a tedy se její vzdálenost k centrální černé díře v čase mění.

Nebylo by pravdivé tvrzení, že S2 má nejmenší velkou poloosu – v tomto ohledu je v současnou rekordmankou S0-112. Z doposud známých přímo pozorovaných hvězd v jádře Galaxie má S2 nejmenší hodnotu pericentra a nejdelší úhlový úsek dráhy pokrytý observačními daty. Bylo by též žádoucí (a přitom snadné) formulovat větu tak, aby bylo zřejmé, že popisovaný superlativ se vztahuje k podmnožině hvězd pozorovaných (je vysoce pravděpodobné, že se v jádře Galaxie nacházejí hvězdy s ještě kratšími oběžnými periodami a těsnějšími pericentry).

- při použitém formátu odkazů na literaturu je žádoucí v českém textu náležitě skloňovat podle toho, zda je autor muž či žena, a zohlednit i počet autorů (byť odkaz uvádí jen prvního). Doporučoval bych též používat formát obvyklý v astronomické literatuře, tj. pokud je odkaz součástí hlavní věty, potom je v závorce jenom rok, zatímco celý odkaz dáváme do závorky tehdy, když nezapadá do větné stavby.
- nejednou je používána anglická terminologie tam, kde lze přirozeně použít český ekvivalent, jinde dokonce najdeme česko-anglickou zkomoleninu, jako například „arcsekunda“ (anglicky arcsecond, česky úhlová vteřina)
- tok textu na některých místech vázne. Např. za oddílem 2.3.2 bych již očekával popis vlastní práce, neboť na něj přirozeně navazuje. Místo toho je čtenář v rámci všeobecného přehledu odveden k tématu, které s vlastní prací téměř nesouvisí.
- v oddíle 2 je nejprve uveden popis metody zpracování dat (2.1), a teprve potom jejich zdroje (2.2). Nevadilo by to, kdyby poté nenásledovala kapitola 3, v níž se na úvod připomínají fakta uvedená v oddíle 2.1.
- nejsem si jistý, zda byla někde v textu zavedena zkratka W-R (Wolfovy-Rayetovy hvězdy), použitá v popisku obrázku 2.2.
- obrázky 3.1 – 3.7 nejsou přehledné. Normované vektory by bylo mnohem lepší zobrazovat v prostoru dvou úhlů určujících směr (například v jednoduché sinusové projekci)

Příklady méně vážných věcných chyb / překlepů:

- v tabulce 1, ve třetím řádku mají být nepochybně jednotky km/s
- na str. 8 na začátku druhého odstavce: milióny let lze zapisovat mezinárodně používanou zkratkou Myr, kde „M“ značí předponu „mega“; lze si představit i český opis, který by ale asi měl být mil. let, zatímco použité m. let. pokládám za nejméně vhodné.

### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

Otázek k předložené práci by bylo možno položit mnoho. Věřím, že cíle obhajoby, tj. prokázání schopnosti samostatné práce bude dosaženo, vyjádří-li se student kvalifikovaně ke dvěma z nich:

- 1) Jaká je motivace pro limitní hodnotu  $\chi^2$  ( $=0,67$ ) použitou v testech?
- 2) Použitý test hledá směrový vektor téměř kolmý k co největšímu počtu rychlostních vektorů z daného vzorku. Kolmost rychlostního vektoru k vybranému směru však nezaručuje, že k danému směru je kolmá i orbitální rovina. Rád bych, kdyby student uvedl příklad, kdy nízká hodnota  $\chi^2$  skutečně indikuje přítomnost disku. Jak by určil střední počet hvězd ze vzorku N náhodně orientovaných eliptických drah, které budou mít aktuální rychlostní vektor téměř kolmý (tj. v rámci nějaké zvolené úhlové vzdálenosti) na libovolný vybraný směr? Nevyžadují přesný výpočet; důležité je kvalitativně popsat postup, jak by se student k výsledku dobral.

**Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

v Praze, 5.9.2018