

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Bakalářská práce Jakuba Überlauerera se zabývá chromosférickou aktivitou dvou červených obrů (podle zadání měli být tři). Relativně krátká práce (25 stran včetně literatury) s překlepem v českém názvu je psána výbornou angličtinou. Výsledky byly součástí odborné publikace v A&A. To velmi oceňuji. Text je ale na mnoha místech zkratkovitý a zasloužil by si výrazně rozšířit a uvést více detailů. To se týká jednak motivace k výzkumu, ale zejména potom popisu analýzy dat a dále prezentace a diskuze výsledků.

Práce se má týkat hvězdné aktivity, o jejichž příčinách, pozorovatelných důsledcích a projevech se v práci nepíše. Místo toho je značná část práce věnována popisu technik pro detekci exoplanet. Jakou souvislost má detekce exoplanet se studiem aktivity není nikde explicitně zmíněno kromě několika krátkých zmínek, že hvězdná aktivita může ovlivnit přesnost měření radiálních rychlostí. V zadání, abstraktu a úvodu se mluví o změnách radiálních rychlostí pozorovaných u zkoumaných hvězd, které by mohly být způsobeny souputníkem, pulzacemi nebo hvězdnou aktivitou. Čtenář tak nabývá dojmu, že hlavním cílem bakalářské práce je rozhodnout mezi těmito jevy a případně studovat korelaci mezi jejich projevy. Analýza radiálních rychlostí a jejich spojitosti s oscilacemi nebo hvězdnou aktivitou však v práci chybí. V závěru se pouze objevuje zmínka, že u obou hvězd byli v již publikované práci metodou radiálních rychlostí objeveni souputníci a že periody detekované z měření ekvivalentních šířek čar nesouhlasí s orbitálními periodami. Prezentace nejdůležitějšího výsledku práce touto formou se mi jeví jako nedostatečná.

Výsledky by dle mého názoru měly být mnohem lépe demonstrovány formou tabulek nebo obrázků. V práci chybí klíčové informace o použitých spektrech a jejich kvalitě, časovém rozsahu a rozložení dat, chybí také výsledné časové řady měření ekvivalentních šířek Ca čar, ve kterých byla hledána periodicitata. Obrázky v práci jsou z valné většiny převzaté nebo screenshoty použitých programů. Pouhé dva obrázky v praktické části demonstrující výsledky jsou vyexportovány z programu Period04. Citelně chybí obrázky spekter ukazující oblasti Ca čar, graf časového vývoje ekvivalentních šířek zkoumaných čar a graf ukazující korelaci radiálních rychlostí s ekvivalentními šířkami. Jelikož chybí jakékoliv informace o časovém rozsahu, kadenci měření a kvalitě spekter, je nemožné posoudit relevanci výsledků periodové analýzy. Zmínka o desetiletém měření v sekci Introduction je nedostačující.

I přes četné a někdy i docela závažné nedostatky a nejasnosti (viz také níže) je však vidět, že student provedl základní analýzu, umí používat programy pro analýzu spekter a časových řad a je schopen sepsat souvislý text. Jsem přesvědčen, že si autor zaslouží šanci doplnit nezbytné náležitosti a zodpovědět otázky ať už v prezentaci k obhajobě, tak i v následné diskuzi. Proto i přes vše zmíněné doporučuji práci po úspěšné obhajobě uzнат jako bakalářskou.

Poznámky k obsahu práce a metodice

- Popis stavby hvězd a jejich vývoje v kapitolách 1.2 a 1.3 je velmi zběžný a zjednodušený. Zasloužil by si mnohem více místa. Zejména poslední odstavec kapitoly 1.3, kde je popsán vývoj od červeného obra přes horizontální větev a asymptotickou větev obrů až po vznik planetární mlhoviny v jednom odstavci, je nedostatečný a vede k faktickým zjednodušením a nepřesným formulacím. Například "Later evolutionary stages of red giants involve helium fusion in the core..." už neplatí pro červené obry, ale pro horizontální větev obrů.
- V Introduction je při diskuzi možných důvodů přesnějších měření radiálních rychlostí u červených obrů ve srovnání s hvězdami hlavní posloupnosti opomenuto povrchové gravitační zrychlení, které hlavně způsobuje užší spektrální čáry obrů ve srovnání s hvězdami hlavní posloupnosti.

- Na str. 15 je napsáno, že čáry na 8498 a 8542 Å nejsou vhodné ke zkoumání chromosférické aktivity. Tento fakt ale není dále nijak reflektován a čáry jsou použity k analýze bez uvedení dalších detailů.
- Není vysvětlen vztah mezi S/N a FAP a důvod zvolení limitu $S/N = 3.6$. Není ani jasné, jak je definován S/N a jaká FAP odpovídá $S/N = 3.6$. (str. 18)
- V astronomických datech, které nemají striktní periodicitu v měření (konstatní kadenci) nemá Nyquistova frekvence příliš význam. Zcela běžně lze správně identifikovat frekvence vyšší než je tento teoretický limit. (str. 18)
- Není jasné, jakými funkcemi byla spektra normalizována a jaký vliv měla volba normalizační funkce a jejích parametrů (např. řádu polynomu) na výslednou ekvivalentní šířku čar.
- Není jasné, jak jsou definovány apertury 2 a 3 v ešelogramech spektrografu HERMES a proč jsou čáry jednou v apertuře 2 a jindy v apertuře 3. (str. 19 a 21)
- Není jasné, proč bylo u HD 187878 pro čáru na 8662 Å 26 spekter a pro ostatní dvě čáry 30 spekter. Znamená to, že Ca triplet leží na okraji spektrálních řádů? Má to vliv na přesnost měření?
- U HD 187878 vykazuje čára na 8542 Å posuv (str. 19). Není diskutováno, čím by to mohlo být způsobeno a proč tento posuv nevykazují i ostatní dvě zkoumané čáry.
- V textu (poprvé na str. 19) se objevují termíny “narrow range” a “broad range”, které definují oblasti spektra použité pro výpočet ekvivalentních šířek. Není jasné, proč byly použity dva rozsahy a jaký byl rozdíl mezi výsledky. Vzhledem k tomu, že se v práci nevyskytuje jediná ukázka spektra, čtenář tak nemůže posoudit, jestli mají rozsahy smysl a jestli bylo vhodně definováno kontinuum.
- V textu se píše, že byly k měřením poloh přidány časy a data měření. Není jasné, o jaký čas a v jakém formátu se jedná, protože v tabulce 5.1 ani jinde v práci žádný čas není. Chybí navíc i sěžejní ekvivalentní šířky. Pro KIC 3526061 není podobná tabulka uvedena vůbec.
- Tabulka 5.1 uvádí pouze měření pro čáru 8542 Å. Chybí tedy výsledky pro zbylé dvě Ca čáry.
- Obrázek 5.1 ukazuje frekvenční spektrum na základě měření čáry 8662 Å. Není jasné, jestli na základě ekvivalentních šířek nebo radiálních rychlostí (v tabulkách 5.2 a 5.3 jsou amplitudy v km/s, analýza tedy zřejmě probíhala s využitím radiálních rychlostí). Chybí analýza na základě čar na 8662 a 8498 Å.
- V tabulkách 5.2 a 5.3 na str. 20 a 21 chybí odhady nejistot. Počet uvedených cifer je zbytečně vysoký pro všechny uvedené veličiny. Např., radiální rychlosti hvězd se s použitím daného přístroje zcela určitě nedají měřit s přesností na mm/s a měřit S/N na 6 desetinných míst nedává smysl.
- Na str. 21 se píše, že pro robustnější analýzu byla vypočtena průměrná hodnota ekvivalentních šířek všech tří měřených čar. Takový postup by bylo možné použít pouze za předpokladu, že se všechny tři čáry chovají a reagují na hvězdnou aktivitu stejným způsobem. Každá čára má z principu jinou ekvivalentní šířku, navíc, jak bylo naznačeno na str. 15, každá ze tří čar se chová jinak. Dá se tedy obecně očekávat, že takový postup povede k nižšímu SNR při hledání periodicity a potenciálně také k zavádějícím výsledkům.
- V závěru autor spekuluje, proč nebyly detekovány žádné změny ekvivalentních šířek čar a dává to do souvislosti s možnou nízkou kvalitou spekter, nízkým rozlišením, špatnou stabilitou spektrografu nebo malým počtem měření. Nízká kvalita spekter se nedá posoudit, protože vlastnosti spekter nejsou prezentovány. Nízké rozlišení a špatná stabilita spektrografu zřejmě nebude případ spektrografu HERMES. Jako nejpravděpodobnější se tedy jeví nízký počet měření (9 použitých měření), což je ve většině případů pro hledání period nedostatečné.

Poznámky k textu a formulacím:

- “Main sequence stars also show a significant amount of rotation ... unsuitable for precise measurement.” mělo být upřesněno na “Hot main sequence stars ... unsuitable for precise radial velocity measurement.” (Introduction)
- “..., based on the position of the star on the diagram, one can obtain information about the star’s temperature, mass, age and luminosity.” je nepřesná informace, protože informace o hmotnosti a věku lze zjistit z klasického HRD jen zprostředkovaně. (str. 5)
- “... cooler stars are preferred in spectrometric measurements ...” Tak, jak je věta formulována příliš nedává smysl. (str. 6)
- “... since their color ranges from yellow-white to reddish-orange.” Červený obr s bílo-žlutou barvou je stěží představitelný. (str. 7)
- “NASA’s Kepler Telescope uses this method.” Není jasný důvod zmínky o dalekohledu Kepler. (str. 9)
- “We used this method to analyze radial velocities of HD 187878 and KIC 3526061”. V práci se ale s analýzou a určováním radiálních rychlostí nesetkáme. (str. 12)
- Běžně užívaná konvence znaménka radiálních rychlostí uvedená v textu na str. 12 nekorresponduje s obrázkem 2.2 na téže straně.
- “Modern astronomy measurements are in majority based on spectrometry” Nerozumím motivaci k použití termínu “spectrometry” místo “spectroscopy”. S výrokem se navíc nedá úplně souhlasit, protože se v současnosti získává obrovské množství dat fotometricky. (str. 13)
- “In Fig. 3.2), ...” Závorka navíc. (str. 14)
- Ve vztahu 3.4 by mělo být $d\lambda$ v integrálu. (str. 15)
- Iraf byl představen v práci Tody (1986), ve vývoji byl už od roku 1981, takže neplatí informace v kapitole 4.1. (str. 17)
- “The software uses discrete Fourier transform algorithm to perform Fourier transform of the input data and extract new frequencies from it.” Není jasné, z čeho jsou extrahovány nové frekvence a jakým způsobem se to děje. (str. 18)

Typografie a citace

- Nesčítací indexy jsou psány v matematickém módu.
- Formát zdrojů uvedených v literatuře není jednotný.
- Citace obrázků jsou příliš obecné a neodkazují na konkrétní zdroj.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Jaká byla motivace k měření zkoumaných hvězd?
- Jaké jsou základní rysy hvězdné aktivity u červených obrů (četnost, časové škály, amplitudy změn)?
- Jaké jsou základní pozorované fyzikální vlastnosti dvou zkoumaných hvězd?
- Proč se hvězdná aktivita zkoumá zrovna v čarách vápníku?
- Jaké jsou základní parametry spektrografu HERMES a dalekohledu MERCATOR?
- Jaké jsou základní vlastnosti dat (časový rozsah, rozložení v čase, kvalita dat)?
- Jak vypadá část spektra se zkoumanými čarami?
- Jak bylo definováno kontinuum pro "narrow" a "broad range"?
- Jak vypadá časový vývoj ekvivalentních šířek všech zkoumaných čar?
- Jak vypadá korelace radiálních rychlostí a ekvivalentních šířek čar?
- Jsou obrázky 5.1 a 5.2 založeny na měření ekvivalentních šířek nebo radiálních rychlostí?

Práci:

- doporučuji
 nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis oponenta:



Ondřejov, 7. června 2023