

Moderní vybavení movitého amatérského astronoma/Modern equipment of a wealthy amateur astronomer (převzato/taken from Rockland Astronomy Club)

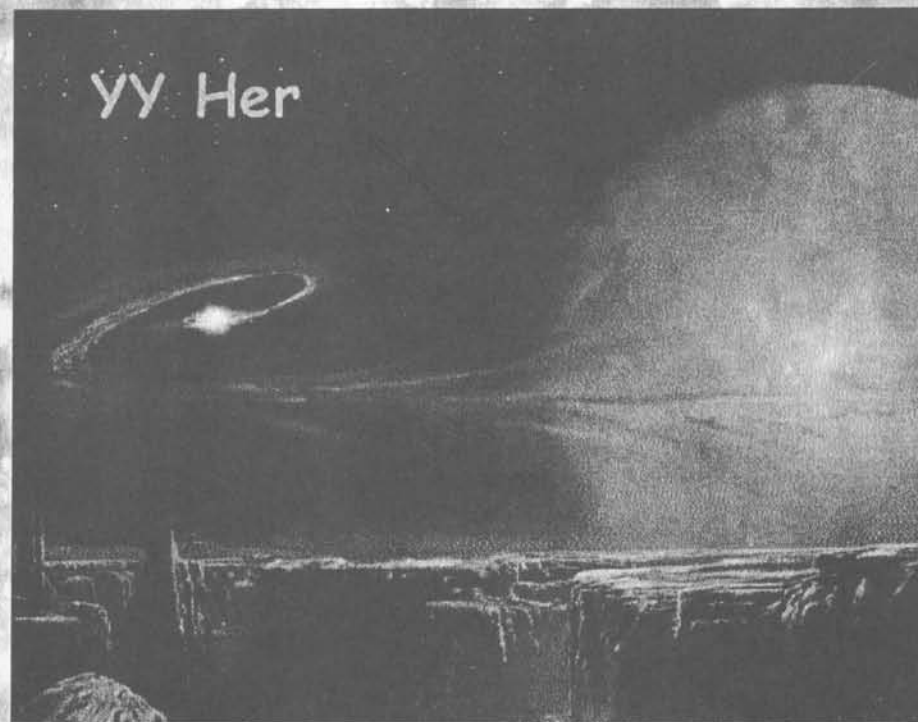
PERSEVS

Věstník B.R.N.O. - sekce pozorovatelů
proměnných hvězd ČAS



5/2004

ROČNÍK 14



BUDOUCNOST AMATÉRSKÉHO POZOROVÁNÍ PROMĚNNÝCH HVĚZD
STARÉ ZNÁMÉ HVĚZDY
PULSUJÍCÍ ZÁKRYTOVÁ DVOJHVĚZDA Y CAMELOPARDALIS
YY HER - PO TROCH ROKOCH FOTOMETRICKÉHO MONITOROVANIA
NOVÁ VERZE PROGRAMU C-MUNIPACK
STARLINK/SPLAT - BALÍK PRO ANALÝZU SPEKTER

Obsah

Contents

Budoucnost amatérského pozorování proměnných hvězd, <i>P. Sobotka</i> ...	2
The future of variable star observing by amateurs	
Staré známé hvězdy, <i>A. Paschke</i>	15
Old known stars	
Pulsující zákrytová hvězda Y Camelopardalis, <i>M. Wolf</i>	18
Pulsating eclipsing binary Y Camelopardalis	
YY Her - po troch rokoch fotometrického pozorovania, <i>R. Gális, L. Hric</i> ..	22
YY Her - after three years of photometric observation	
Nová verze programu C-Munipack, <i>D. Motl</i>	30
A new version of C-Munipack program	
Starlink/SPLAT - balík pro analýzu spekter, <i>J. Skalický</i>	31
Starlink/SPLAT - spectra analysis set	

PERSEUS - časopis pro pozorovatele proměnných hvězd

Vydává B.R.N.O. - sekce pozorovatelů proměnných hvězd České astronomické společnosti

Adresa redakce: Redakce Persea, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka,
Kraví hora 2, 616 00 Brno. Tel.: (420) -541 321 287, e-mail: zejda@hvezdarna.cz

Výkonný redaktor: RNDr. Miloslav Zejda
Redakční rada: Petr Hejduk, Ondřej Pejcha, Jan Skalický,
Dr. Vojtěch Šimon, PhD., RNDr. Miloslav Zejda,
Spolupráce: Pavol A. Dubovský.

Vychází 6x ročně. Ročník 14. ISSN 1213-9300. MK ČR E14652.
Číslo 5/2004 dáno do tisku 25. 2. 2005, náklad 140 kusů.

Obrázky na obálce: 1 - YY Her umělecké ztvárnění (článek str. 22)
2 - Moderní vybavení movitého amatérského astronoma



Budoucnost amatérského pozorování proměnných hvězd

Petr Sobotka

The future of variable star observing by amateurs

Automatické přehlídky oblohy vs. amatérské Automatic sky surveys vs. amateur observing pozorování - přehled fakt a možností. - facts and possibilities overview.

Jak uspět v době rozvíjejících se automatických přehlídek oblohy? Má ještě význam pozorování proměnných hvězd amatéry? Nahradí přehlídky i CCD pozorovatele? Co vlastně přehlídky umí? Jaká jsou jejich omezení? Jak být lepší než ony?

Pozorování proměnných hvězd má ve světě i u nás dlouhou tradici. Amatérští pozorovatelé provedli za dobu existence lidstva přes 15 milionů vizuálních odhadů jasnosti a přispěli tak zásadní měrou např. k rozřídění proměnných hvězd do skupin. Vizuální pozorování ovšem nesloužila jenom ke vzniku fenomenologie, ale vedla také k odhalení několika tisíc nových proměnných hvězd nebo k řadě dalších "speciálních" objevů, jako například pulzací hvězd typu R Coronae Borealis v maximu.

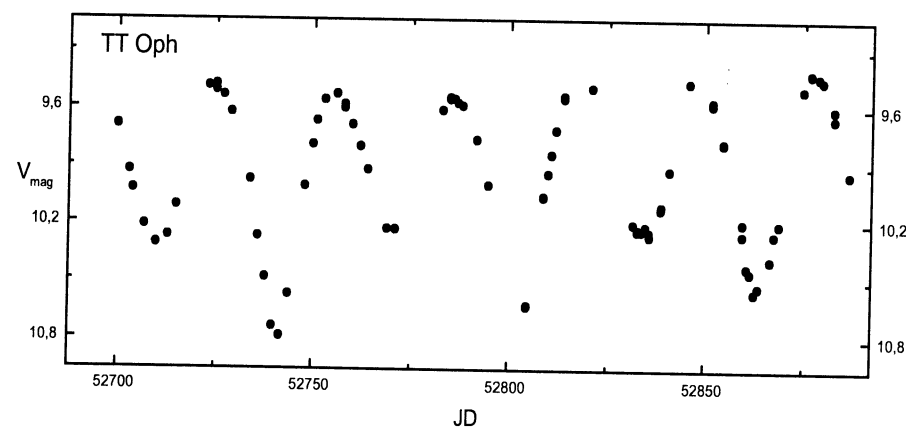
Vizuálním pozorovatelům začaly konkurovat objektivní metody. Od konce 19. století to byly fotografické desky, později fotoelektrické fotometry a v posledních desetiletích nastoupily CCD kamery. Ty se postupně stávaly a stávají dostupnějšími i pro amatéry. Dnes u nás má většina hvězdáren nějakou CCD kameru k dispozici. O tom, jestli je účelně využívají ke smysluplné odborné činnosti, se zde nechci rozepisovat. Tam kde je nadšený amatér, který má podporu vedení hvězdárny, se dají pořizovat vědecky hodnotná pozorování. Někteří amatéři si mohou finančně dovolit dalekohled se CCD kamerou i soukromě.

I přes to, že se jasnost hvězdy dá měřit, odhady jasnosti pomocí lidského oka přežily celé minulé století. Důvodem samozřejmě není jejich přesnost, ale především masovost s jakou jsou pořizovány. Velké množství nepřesných vizuálních odhadů může v řadě případů nahradit sporadická byť přesná měření. Ještě dodejme, že někteří vizuální pozorovatelé dosahují výjimečné přesnosti srovnatelné s fotoelektrickými měřeními.

Od roku 1996, kdy u nás vznikla skupina Medúza zabývající se zpočátku výhradně vizuálním pozorováním zejména dlouhoperiodických pulzujících proměnných hvězd, platilo, že se počet ročních přírůstků nových vizuálních pozorování každé dva roky zdvojnásoboval. Po svém největším úspěchu, kterým bylo nezávislé objevení druhého vzplanutí V838 Mon v únoru 2002, začal paradoxně zájem vizuálních pozorovatelů znatelně klesat. Nemůže za to ale ona "podivná hvězda" z Jednorozce,

nýbrž pokrok techniky. Tzv. přehlídky oblohy, neboli automatické dalekohledy, které věnují všechn svůj pozorovací čas tomu, aby v co nejkratším čase nasnímalý co největší část oblohy, se postupně stávají pohrobkem vizuálního pozorování.

Vizuální pozorovatel už zkrátka nemá příliš chut' trávit celé noci pozorováním hvězd, které jsou mnohem přesněji sledovány vyspělou technikou (obr. 1). Samozřejmě tyto přehlídky dělají výbornou práci pro astronomii a jsou součástí nezadržitelného pokroku. Jednoho dne, a netroufnu si odhadnout, jestli to bude za 15 nebo 30 let, bude existovat tak dokonalý systém, který nám bude v reálném čase monitorovat celou oblohu řekněme až do 20. hvězdné velikosti a bude tak činit hned v několika vlnových délkách (fotometrických filtrech) najednou. Potom budou pro vědu jako takovou zbytečná nejen jakákoli vizuální pozorování, ale také všechna CCD pozorování!



Obr. 1 - Příklad světelné křivky z přehlídkového dalekohledu ASAS-3. Všechny změny jasnosti jsou dobře patrné a vizuální data této hvězdy typu RVa nejsou zapotřebí. - An example of the light curve obtained by the survey telescope ASAS-3. All the variations of the brightness are visible and visual data of this RVa type star are not needed.

Je dnes taková situace, že vizuální pozorování nemají smysl? Může vůbec přehlídkám oblohy konkurovat i CCD pozorovatel? Jak se vypořádat s automatickými přehlídkami oblohy jinak, než že naplánujeme cestu kolem světa a rozmlátíme je kladivý?



Kladivo na čarodějnice aneb "Jak na ně?"

Navzdory velké komplexnosti problému se dá říci, že způsoby, jak konkurovat přehlídkám oblohy, jsou jenom dva. Pozorovat něco jiného nebo jinak. Je to logické, sledování proměnných hvězd, jež přehlídky nesledují, má smysl i vizuálně. Hvězdy, které přehlídky měří, můžeme sledovat CCD kamerou a použít k tomu jiný filtr. Pokud přehlídka měří ve V, použijeme R nebo I a dostaneme další užitečné informace o hvězdě, které přehlídka není schopna zjistit.

Pojďme se podívat podrobně, jaká jsou omezení přehlídek oblohy a uvést nějaké konkrétní příklady.

1. Nízké časové rozlišení

Pokud má přehlídka oblohy prohlédnout skutečně celou oblohu nebo alespoň její velkou část, nedá se to stihnout během pěti minut. Použité dalekohledy mají dané zorné pole a také expoziční doba jednoho snímku hraje určitou roli. Dejme tomu, že detektor na jednom snímku o rozměrech $7^\circ \times 7^\circ$ vidí plochu 49° čtverečních a pozorování této oblasti zabere 2 minuty. Souhvězdí Labutě o ploše 804° čtverečních tak vyfotí za $804/49 \times 2$ minut, což je zhruba půl hodiny (a to nepředpokládám, že se jednotlivá pole překrývají, což se běžně dělá). Takže kdyby taková přehlídka sledovala jen Labuť, žádné světelné změny kratší než půl hodiny by nezachytila. Přehlídky ovšem zdaleka nepozorují jen jedno souhvězdí, ale třeba čtvrtinu oblohy. Stejnou část oblohy (pole na CCD snímku) se podaří nasnímat vlivem špatného počasí a případných technických problémů řekněme nanejvýš několikrát týdně.

Závěr:

- Vizuální pozorovatel z této nevýhody přehlídek moc nevytěží. Většinou nedokáže pozorovat častěji než několikrát týdně a pozorování nepravidelných rychlých změn hvězd během jedné noci žádný vědec neuvěří. Periodické proměnné viz bod 2.
- CCD pozorovatel, který pozoruje častěji získá lepší data než přehlídka. Pokud bude provádět tzv. rychlou fotometrii, tj. během noci bude pozorovat jen jednu hvězdu a měřit ji třeba každé dvě minuty, nemůže mu žádná přehlídka konkurovat.

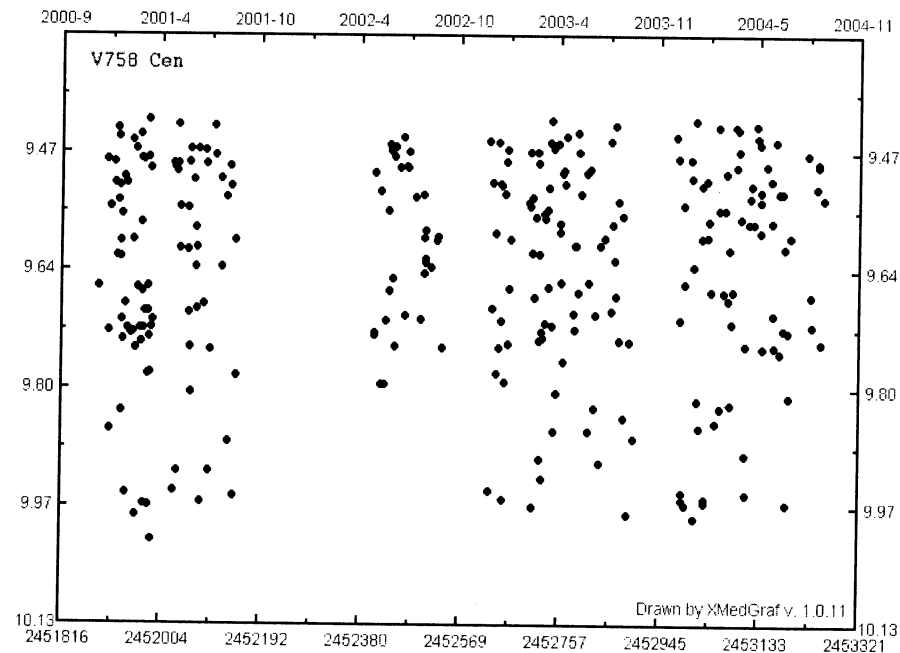
2. Periodické změny jasnosti

Existují ale typy proměnných hvězd, které se sice mění rychleji, než je přehlídka stačí pozorovat, nicméně se mění pravidelně. Typickým příkladem jsou zákrytové dvojhvězdy. Přísně periodické světelné změny můžeme jednoduše poskládat z různých nocí (obr. 2). Proto se daří z přehlídek oblohy, jako je ASAS nebo

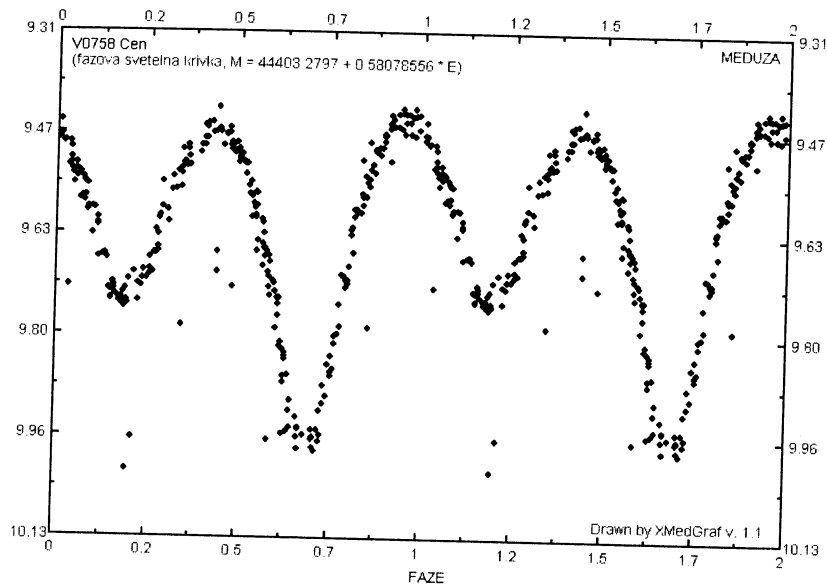
ROTSE, hledat elementy zákrytových soustav a s úspěchem je publikovat třeba ve známém odborném časopise IBVS. Dřívější snahy amatérů o hledání světelných elementů krátkoperiodických hvězd z vlastních dat jsou již dnes téměř zbytečné, z dat přehlídek to jde snáz.

Závěr:

- Domnívám se, že vizuální pozorování zákrytových dvojhvězd a krátkoperiodických pulzujících hvězd (RR Lyr, δ Sct, apod.) dneska už nemá význam.
- CCD pozorovatel sledující periodické proměnné hvězdy je na tom lépe, ale má šanci jen, použije-li vícebarevnou fotometrii a bude pořizovat husté datové řady během noci.



Obr. 2a- Světelná křivka zákrytové dvojhvězdy V758 Cen z ASAS-3. Na první pohled změň bodů s velkými mezerami v datech./ The light curve of the eclipsing binary V758 Cen from ASAS-3. At first sight, only a large scatter of the data with long gaps is apparent.



Obr. 2b- Fázová křivka téže hvězdy ukazuje krásně celou světelnou křivku. Přehlídky mohou sledovat periodické proměnné hvězdy, i když je nepozorují nepřetržitě během noci./The folded light curve of the same star nicely shows the whole orbital light curve. Surveys can monitor periodic variable stars even if they do not observe them continuously during the night.

3. Periodické proměnné s neperiodickými jevy

V předchozím odstavci jsem napsal, že periodické proměnné dokáží přehlídky oblohy pozorovat, i když jsou pod jejich časový rozlišením. Existují i výjimky, a to jsou periodické proměnné s neperiodickými sekundárními aktivitami. Jinými slovy periodické hvězdy s proměnnou světelnou křivkou jako například RS CVn (skvrnitě hvězdy) nebo hvězdy typu RR Lyr, u kterých se pozoruje tzv. Blažkův jev. Tyto změny hvězdné velikosti se nedají složit z více nocí.

Závěr:

a) Sekundární změny na světelných křivkách těchto hvězd jsou skoro vždy za hranicí možností vizuálního pozorovatele, protože se jedná o změny řádově setin, maximálně pár desetin magnitudy.

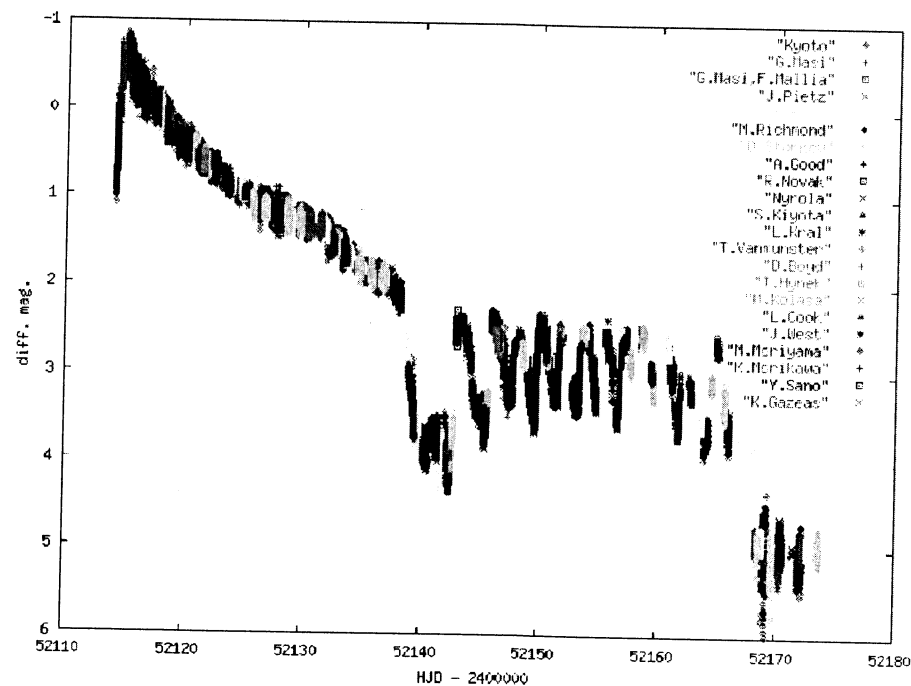
b) CCD pozorovatel je u takových pozorování zatím nenahraditelný. Husté datové řady ve více filtrech jsou ideální.

4. Nepředvídatelné proměnné

Tuhle skupinu okupují zejména všechny typy kataklyzmických proměnných a symbiotické dvojhvězdy. Vyznačují se náhlými zjasněními doprovázenými často rychlými změnami jasnosti (superhumpy, flickering).

Závěr:

- Vizuální pozorovatel může sloužit k tomu, že vzplanutí těchto hvězd ihned ohlásí.
- CCD pozorovatel koná užitečnější práci než přehlídka oblohy. Ve spojení s jinými pozorovateli může pořídít velmi kvalitní světelnou křivku (viz obr. 3).



Obr. 3 - Takovouto úžasně pokrytou světelnou křivku s vysokým časovým rozlišením žádná přehlídka oblohy nedokáže pořídít. Jedná se o WZ Sge při supervzplanutí a CCD data pořídili pozorovatelé VSNETu v dobách jeho největší slávy. No sky survey is able to obtain such a beautiful light curve with the high time resolution. This diagram shows that superoutburst of WZ Sge. The CCD data were obtained by various observers during a campaign of VSNET.

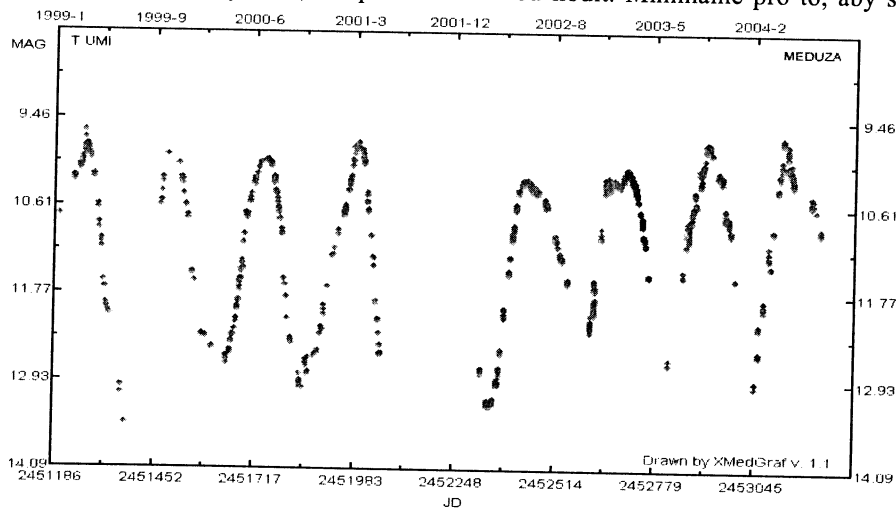


5. Krátká časová základna

Spousta automatických prohlídek funguje pouze omezený čas, většinou několik let. Důvodem je třeba omezené financování nebo technický vývoj systému. Třeba ASAS - 2 pozoroval ve filtru I, zatímco následník ASAS - 3 ve filtru V - data tedy nelze navázat. Pokud někdo zkoumá dlouhoperiodické proměnné hvězdy jako třeba symbiotické, polopravidelné, miridy a jiné, potřebuje k tomu co nejdříve řadu dat, nejlépe několik desetiletí. Dnes dokáží přehlídky oblohy produkovat nádherné a husté světelné křivky mirid, nicméně vědec se při analýze chování hvězdy nespokojí pouze s nimi. Potřebuje starší data, a ta jsou až na pár výjimek výhradně vizuální či fotografická. Pokud se pokusíme sestavit dlouhodobou světelnou křivku, podaří se nám sehnat data třeba ze tří přehlídek, ale nebudou na sebe navazovat, ani co se týká použitého filtru, ani co se týká časového pokrytí.

Závěr:

a) Historická vizuální data dlouhoperiodických hvězd jsou velmi cenná. Pořizovat je dnes má menší význam, ale přesto se mohou hodit. Minimálně pro to, aby se

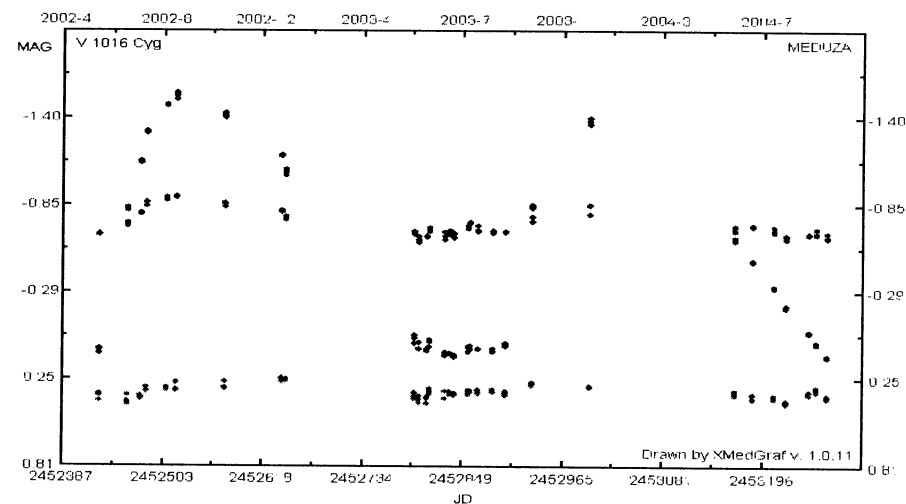


Obr. 4 - Příklad dlouhodobého sledování miridy T UMi. Čím déle pozorovatel ve svém úsilí vytrvá, tím cennější budou jeho data (CCD měření: L. Šmelcer). Vizuální pozorovatelé se pak mohou této hvězdě obloukem vyhnout./An example of a long-term monitoring of the Mira star T UMi. The longer the effort of the observer, the more valuable his/her data are (CCD observations: L. Šmelcer). Visual data for such a star are not very needed in this case.



vědělo jak na ně navázat současná CCD data. Detektory se jeden od druhého liší, ale lidské oko se nemění. Vizuální data tak tvoří a budou tvořit homogenní řadu. Je ale potřeba, aby jich bylo hodně a mohla se průměrovat.

b) CCD pozorovatel sledující několik let či dokonce desítky let vybrané objekty je nesmírně cenný (obr. 4 viz další strana). Musí se ale snažit používat stále stejný dalekohled, CCD kameru, filtry, aby jeho data nepodléhala změnám technických parametrů dalekohledu. Také by měl dbát na to, aby data zpracovával stále stejně, změna metody může vést např. k fiktivní změně amplitudy hvězdy či posunu střední hvězdné velikosti.



Obr. 5 - Výhoda pozorování v několika filtrech. Automatická přehlídka v oboru V by zaznamenala jen slabé změny jasnosti, zatímco hvězda se v pásmu delších vlnových délek značně mění. Zelená - obor V, červená - obor R, hnědá - obor I (CCD měření: O. Pejcha, P. Sobotka)./The advantage of observing in several filters. The automatic sky survey would detect only small variations in the V passband while the brightness of the star is largely variable in longer wavelengths. Green symbols - V, red - R, brown - I. (CCD observations: O. Pejcha and P. Sobotka).

6. Vícebarevná fotometrie

Zatím žádná dostupná přehlídka neměří ve více barevných filtrech současně. Použití standardních filtrů nejen redukuje nežádoucí atmosférické vlivy, ale umožňuje i porovnání s ostatními pozorovateli. Můžeme také určit změny fyzikálních vlastností ve sledovaném objektu (teplota, omezené i čáry ve spektru). Přehlídky



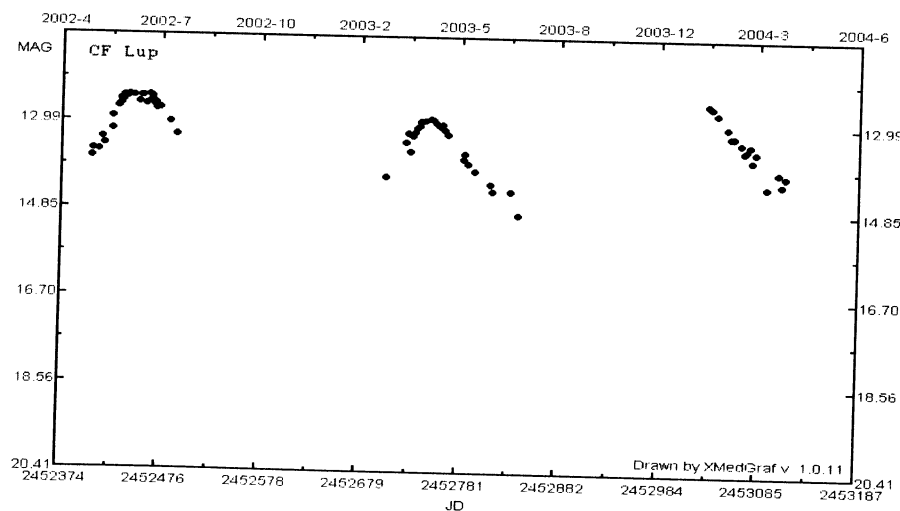
používají jen jeden filtr z dobrého důvodu - stihnou toho více. Jinak by musely všechno měřit dvakrát a třeba časové rozlišení by se snížilo na polovinu. Buďme rádi, že alespoň nějaký filtr používají. Třeba ROTSE-1 měřil bez filtru a taková data mají jen omezené použití.

Závěr:

- Bylo pár pokusů u vizuálních pozorovatelů používat filtr, ale v praxi to nikdo nedělá. Výsledky nestojí za to úsilí - jsou nepřesné a náročně získané.
- Dá se tedy říci, že CCD pozorovatel může pozorovat cokoli - pokud použije třeba tříbarevnou fotometrii, vždycky bude jeho pozorování hodnotnější než pozorování přehlídkového dalekohledu (viz obr. 5 na předchozí straně).

7. Limitní hvězdné velikosti

Automatické prohlídky volí většinou konstantní expoziční dobu - z toho vyplývá, že hvězdy jasnější než řekněme 7 mag a slabší než cca 14 mag nejsou pokryty vůbec. Záleží to pochopitelně na dané přehlídce, ale můžeme říci, že hodně jasné a hodně slabé hvězdy unikají jejich schopnostem.



Obr. 6 - Světelná křivka miridy CF Lup. Přehlídka ASAS-3 hvězdu dokáže sledovat jen v horní třetině amplitudy hvězdné velikosti. Kolem minima na ni nestačí - mirida je moc slabá. / The light curve of the Mira star CF Lup. The survey ASAS-3 can observe this star only in the upper third of its amplitude. This variable is too faint around its minimum light.

U jasných hvězd jsou užitečná pozorování hvězd všech typů. Objekty jsou většinou dobře prostudovány spektroskopicky, na jiných vlnových délkách apod.

Mezi slabými hvězdami si také můžeme vybírat libovolné typy a oproti jasným hvězdám se možnosti ještě rozšiřují. Lze objevovat supernovy a novy (hlavně v cizích galaxiích), nebo dosvity záblesků gama záření.

Je jasné, že přehlídka oblohy s omezením ve hvězdné velikosti nebude mít šanci sledovat např. celý cyklus miridy, prostě proto, že ji v minimu neuvidí (obr. 6 viz předchozí strana).

Závěr:

- Někteří vizuální pozorovatelé sledují velmi jasné hvězdy a jsou v tom velmi úspěšní. S. Otero z Argentiny vyvinul metodu, která mu umožňuje získávat vizuální odhady s přesností setin magnitudy, tedy podobnou jakou mají fotoelektrická měření. Pro vizuální pozorování slabých hvězd je potřeba velký dalekohled, s průměrem řekněme nad 50cm, a ten je drahý. Kdo ho má, má peníze většinou i na CCD kameru.
- Ještě dodejme, že i CCD pozorovatel je omezen hvězdou velikostí shora i zespoda, ale může to řešit vhodnou volbou expoziční doby.

8. Nízká amplituda

Obecně lze říci, že automatické přehlídky produkují kvantitu na úkor kvality. Pozorují obrovské množství hvězd, ale s nízkou přesností. V datech je vždy nějaký ten šum a pokud dokážeme pozorovat s menším šumem, vyhráli jsme. Můžeme se věnovat například pozorování přechodů exoplanet přes hvězdný disk a pulzujících hvězd s malou amplitudou (δ Sct, ZZ Ceti, RPHS).

Závěr:

- Vizuální pozorovatel kvůli nízké amplitudě nemá žádnou šanci.
- Tato pozorování vyžadují zkušeného CCD pozorovatele, který dokáže pečlivým měřením a vhodným zpracováním stlačit rozptýl světelné křivky na minimum.

9. Nízká flexibilita

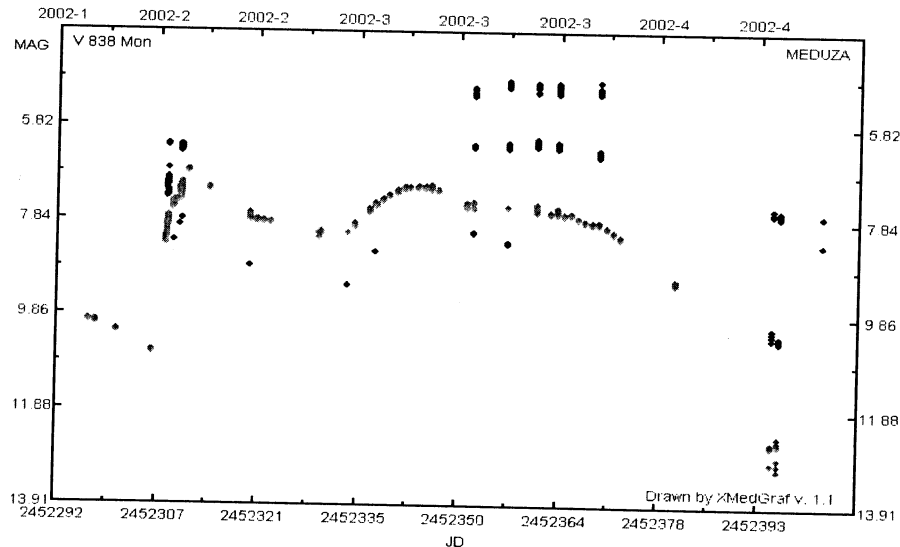
Dalším omezením, které mě napadá, je malá "pružnost" automatických přehlídek. Už samotná podstata čehokoli automatického spočívá v tom, že to funguje samo a nikdo do toho pokud možno nezasahuje. Takové automaty potom jen "tupě" dělají pořád dokola to samé. Ale co když se v zorném poli objeví nova, supernova, kometa, vzplanutí kataklyzmické proměnné? Automat neudělá nic neobvyklého - vyfotí pole



jako vždycky. Naproti tomu živý astronom si toho všimne (ne vždycky) a hned to může ohlásit do světa a především může hned svůj pozorovací program přizpůsobit této události (obr. 7). Třeba už nebude tu noc pozorovat další miridy, které se do příští noci stejně moc nezmění, a raději začne s rychlou fotometrií nového zajímavého objektu.

Závěr:

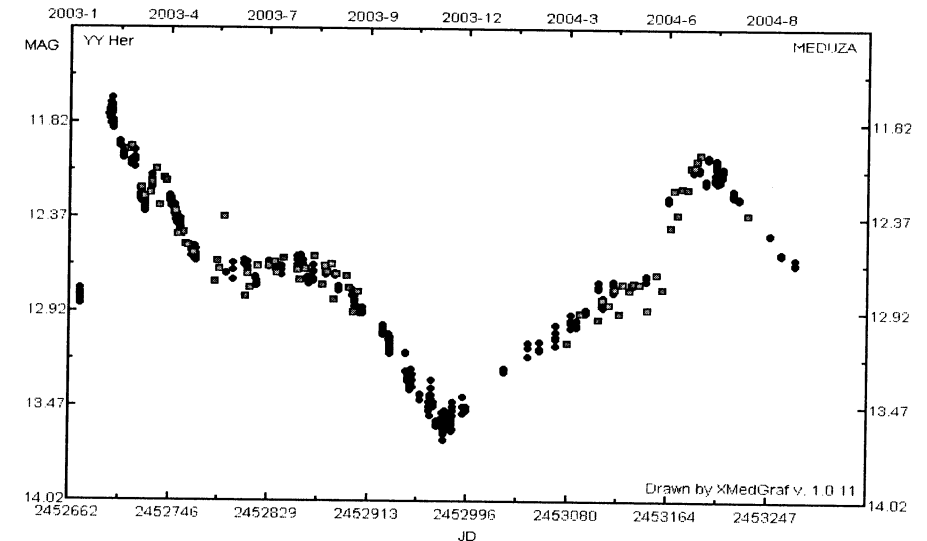
a) Vizualní pozorovatel je na ohlašování neobvyklého chování hvězd a různých vzplanutí přímo ideální "instrument". Někteří se přímo specializují na hlídání trpasličích nov a předhánějí se s kolegy, kdo jako první výbuch ohlásí.



Obr. 7 - Křivka známé "podivné hvězdy" V838 Mon. Druhého zjasnění si jako první nezávisle všiml CCD pozorovatel L. Šmelcer, protože si většinou snímky zpracovává už při pozorování. Díky tomu byli pozorovatelé skupiny Medúza jedni z prvních na světě, kdo tento jev sledovali. Modrá - obor B, zelená - obor V, červená - obor R, hnědá - obor I. /The light curve of the well-known peculiar star V838 Mon. The CCD observer L. Šmelcer independently recorded the second brightening because he usually processes the images during the observing session. The observers of the Medúza group thus were among the first ones all over the world who observe this event. Blue symbols - B, green - V, red - R, brown - I.



b) CCD pozorovatel, který během noci měření rovnou zpracovává si také může leccího všimnout. Ale málokdo to dělá a navíc CCD kamera řízená člověkem nedokáže během noci sledovat tolik objektů jako vizualní pozorovatel.



Obr. 8 - Příklad toho, že automatický dalekohled není neustále ve střehu. Nebýt CCD pozorování z databáze skupiny MEDÚZA (černá kolečka), tak bychom z přehlídky ASAS-3 (zelené čtverečky) nevěděli nic o minimu na přelomu roku 2003/2004. /An example of the fact that the automatic telescope is not always ready (ASAS-3; green squares). Only the CCD observations from the database of the MEDÚZA group (black circles) enabled us to detect a minimum of brightness which occurred in 2003/2004.

10. Stále ve střehu

Možná si někteří amatéři myslí, že taková přehlídka oblohy pozoruje neustále a nic jí neunikne. Jenomže to není možné z několika důvodů. Jednou denně tomu brání denní světlo, někdy špatné počasí, někdy technické problémy, které odstaví systém třeba na několik týdnů. Ve světelných křivkách hvězd, které vyžadují stálý dohled, vznikají nepříjemné mezery a Murphyho zákon pro pozorování proměnných hvězd říká: "S hvězdou se děje něco zajímavého vždy, když ji zrovna nikdo nepozoruje". V takovém případě by se na doplnění hodila data nějakého CCD pozorovatele (obr. 8).

**Závěr:**

- a) Někdy se na doplnění fotometrických dat z přehlídky hodí i vizuální data.
 b) V podstatě nejsou zbytečná žádná CCD měření, protože v datech z přehlídek oblohy jsou často velké mezery, které se pak dají CCD daty dobře doplnit.

Úplný závěr

Co říci závěrem? Automatické přehlídky pro CCD pozorovatele příliš velké ohrožení neznámají, ale je třeba pečlivěji vybírat pozorovací program. Naopak v řadě případů mohou být data z přehlídek skvělým doplněním vašich CCD i vizuálních pozorování. Vizuální pozorovatel má úlohu stále méně významnou, ale přesto se může uplatnit např. ohlašování neobvyklých událostí, vzplanutí hvězd apod. Všem pozorovatelům bych chtěl jasně říci, že není důvod k pesimismu - vaše pozorování jsou velmi cenná a v mnoha případech užitečnější než přehlídky oblohy. Při volbě pozorovacího programu se poraďte s odborníky a zapojte se do některé existující skupiny - více pozorovatelů znamená více dat a více dat znamená lepší výsledky. Proto neváhejte a sledujte noční oblohu, proměnných hvězd je známo čím dál více a o tisících z nich se nic neví!

Seznam přehlídek oblohy, jejichž data jsou volně k dispozici na internetu:

The All Sky Automated Survey - ASAS:

<http://archive.princeton.edu/~asas/>

The Amateur Sky Survey - TASS:

<http://www.tass-survey.org/>

Družice Hipparcos:

<http://astro.estec.esa.nl/Hipparcos>

Robotic Optical Transient Search Experiment - ROTSE:

<http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>

Poděkování

Tento přehled by nevznikl bez pozorování tisíců amatérských pozorovatelů proměnných hvězd jak ze světa, tak od nás. V článku jsou využity přednášky Onřeje Pejchy a Pavola A. Dubovského přednesené na 10. setkání skupiny MEDÚZA v Hlohovci a programu XMedGraf Luboše Bráta.

**Staré známé hvězdy**

Anton Paschke

Old known stars

Také pozorování notoricky známých hvězd mohou být velmi cenná. Je třeba chování hvězd monitorovat neustále.

Also observations of well known stars are very valuable. Permanent monitoring of stars is needed.

Mluvil jsem na toto téma na sjezdu v Brně v listopadu 2004, ale jenom asi pět minut a myslím, že ne moc přesvědčivě. Chci proto několik argumentů zopakovat.

Před patnácti lety ještě bylo v užívání takzvané Mikuláškovy bodování. Hvězdy brněnského pozorovacího programu měly 0 až 10 bodů, které vyjadřovaly hodnotu minima té které hvězdy. Mělo se tím zabránit soustředění aktivity na několik málo snadno pozorovatelných hvězd jako SW Lac nebo AB And. Body udílel Zdeněk Mikulášek, pravděpodobně prostě odhadem. Bodování bylo jedním z důvodů se zabývat databází. Již léta vedu databázi minimálně zakrytých a maximálně RR Lyr hvězd a vím tedy, které hvězdy jsou zanedbané. Říci, že to jsou všechny s výjimkou těch pozorovaných, je poněkud naivní přístup k položené otázce. Už před lety mi bylo jasné, že existuje obrovský počet slabých hvězd pozorovaných pouze objevitelem a nyní již desítky let nepozorovaných. U některých objevitelů určili chybné elementy, chybný typ proměnnosti, anebo neurčili vůbec nic. Mnohé hvězdy ani neobjevil. Mně teď ale jde spíše o hvězdy, které dříve již byly dobře pozorované. Zájem o ně ale upadl natolik, že se dnes už na stará pozorování nedá navazovat.

V O-C diagramech typicky zejí dvě mezery způsobené válkami v Evropě, které jsou známy z dějin 20. století. Navíc se ale projevuje nová mezera, způsobená ztrátou zájmu mezi amatéry. Tato mezera je obzvláště citelná u hvězd typu RRc, které mají silně proměnné periody. Ztráta zájmu měla asi dvě hlavní příčiny. Jedna je jistě zklamání. Teoretici přišli na termonukleární vývoj hvězdy a tím její cestování Herzprungovým-Russelovým diagramem. Prochází-li hvězda pásmem nestability zleva doprava, pak její teplota klesá a perioda se prodlužuje. Zprava doleva teplota vzrůstá a perioda se zkracuje. To zní rozumně. Výpočet ale nevychází kvantitativně. Změny periody jsou asi osmkrát rychlejší než se z hvězdného vývoje dá odvodit. Vysvětlení schází. Navíc značný podíl RR Lyr hvězd mění periodu skokem, v obou směrech nebo jinak v rozporu s modelem. Rozpor se z existujících dat nepodařilo vysvětlit. Naopak, vznikl pocit, že tato pozorovací data nejsou k ničemu, zájem upadl. Druhý důvod je zcela lidský: vedoucí odborníci zestárlí a umřeli. Od roku 1975 do roku 1995 se RR Lyr hvězdami nezabýval skoro nikdo. V novější době se



zájem opět pozvednul, zejména ve Francii na OHP, kde se Dr. Gillet snaží o vysvětlení Blažkova jevu. Mezi amatéry má značnou zásluhu Massimiliano (=Max) Martignoni. Pozoruje raději maxima než minima, možná jen proto, že se jmenuje Max. Dneska GEOS pozoruje skoro výhradně RR Lyry. Vedoucím sekce zákrytových proměnných v GEOSu jsem já a můžu čtenáře ujistit, že po úmrtí Jean-Paula Verrota nedošlo k publikaci už ani jedno minimum. BAV, kde pro změnu jsem vedoucím RR Lyr sekce, prokazuje vzrůstající aktivitu na poli RR Lyr hvězd. Mezera 1975 až 1995 ale bohužel zůstane a pro některé již století pozorované RRc hvězdy to znamená, že máme nejistotu v počítání cyklů! Stará maxima, nasbíraná přes století tím jsou znehodnocena. V poslední době pozoruji podobný vývoj u zákrytových proměnných, zejména u těch, které mají poněkud delší periodu. Opírám se při tomto tvrzení o moji databanku, o které si myslím, že je děravá ohledně starých minim, ale poměrně úplná ohledně nedávno publikovaných minim. Tohle tvrzení je podloženo značným pracovním úsilím, v posledních letech bylo díky CCD kamerám a přehlídkám oblohy objeveno spousta nových proměnných hvězd, které ještě nemají GCVS označení. Udržet v nich přehled je velmi pracné. Nicméně, k pozorování starých známých hvězd vyzýval už před lety Dr. Šimon. Mluvílo se o tom také na sjezdech BAV. Jediný skutečně aktivní pozorovatel je ale Ralf Meyer, lékař v důchodu, který mluví česky a už také byl na sjezdech BRNO a na konferenci v Litomyšli. Ralf pozoruje vizuálně. Samozřejmě, amatéři nejsou nikým placeni a dělají to, co je baví. Mezi amatéry ale panuje značná ctižádost dosáhnout hodnotných výsledků a porovnávat sebe s profesionálními astronomy. To je obzvláště dobře pochopitelné u mladých, kteří chtějí studovat astronomii a stát se profesionálními astronomy. Zastírá to ale poznatek, že my amatéři můžeme dělat to, co profesionální kolegové nemohou. Vědecký výzkum je dneska se stoupající tendencí usměrňován na "užitečný" výsledek. Sedět si někde za větrem a získávat data, která budou možná užitečná někomu v generaci vnuků, to si žádný vědecký pracovník dovolit nemůže. Za něco takového by peníze nedostal, byl by vyhozen. Právě to ale amatér může. Financuje svou práci z vlastní kapsy, nikomu nedluží žádnou zprávu o činnosti. Nechci, prosím pěkně, propagovat lajdáctví. Ctižádost dosáhnout kvalitních výsledků je zcela na místě. Výsledky ale nemusí bezprostředně vést k nějakému teoretickému pokroku. Může nám být zcela lhostejné, když někdo tvrdí, že naše činnost není žádná věda. Děláme, co nás baví a šmytec!

Ctižádost vedla vždy k tomu zkusit něco nového. Když porovnáám proměňáře a judisty, tak pozorování minima, které na pět minut odpovídá předpovědi, přinese tak leda žlutý pásek, 5. kiyu. Minima, která jsou o hodinu vedle, oranžový pásek,



čtvrtý kiyu. Nalézt minimum hvězdy, zelený pásek přes kimono. Zjistit, že elementy GCVS jsou chybné - modrý pásek. Nalézt zcela nové elementy nebo překlasifikovat hvězdu - hnědý pásek, 1. kiyu. Objevit vlastní proměnnou hvězdu, určit typ a periodu na 6 desetinných míst vynese černý pásek, 1. dan, a tím důstojnost mistra. Vyšší dany, údajně až do 13. danu, udílí judistům pouze rada starších v Budokanu v Tokiu. Proměňáři podobnou organizaci nemají. V posledních letech, také díky CCD kamerám, řada proměňářů amatérů dosáhla mistrovské úrovně. Jak už jsem si stěžoval, sotva stačím udržet přehled v nově objevených hvězdách. Bohužel, mezi studenty se žlutým páskem existuje pocit jako ve fyzikálním praktiku, kde už se také předem ví, co má při měření vyjít. Ale pozor! Pozorování proměnných je skutečný výzkum. Ty hvězdy jsou proradné potvory, kdykoliv schopné nějakého překvapení. Tohle se asi musí mladým začátečníkům pořád opakovat. Zrovna tak je jisté, že každý pozorovatel vpublikoval nějaká minima, za která se později spíše styděl.

Dobrá, souhlasím, nalezení a úplné určení elementů proměnné hvězdy je mistrovské dílo. Je jisté také užitečné z hlediska GCVS, kde se pilně pracuje na novém vydání. Kvalitativní pokrok, skutečně nové poznatky o podstatě proměnných hvězd si ale slibují spíše od dlouhých pozorovacích řad některých vybraných hvězd. Kolegové Molík a Wolf hledají další hvězdy, kde by se dalo prokázat třetí těleso. Jak ukazuje velký počet publikací záhy znehodnocených novými pozorováními, je to velmi ošidné podnikání. Je však nutné. Možná, že Molíkova práce nakonec nabude podoby Molíkova bodování. Pro hvězdy označené těmito body bude žádoucí napozorovat každý rok alespoň jedno, lépe dvě nebo tři, přesně určená minima, která potom v průběhu dalších 30 let vyvrátí (anebo nevyvrátí) Molíkovo tvrzení ohledně třetího tělesa. Dr. Wolf bude mít pár (několik málo) nových hvězd pro ověření svých výpočtů. To je teď jen jeden možný případ. Někdo jiný může mít zájem na hvězdách s maximálním přenosem hmoty, který by se měl projevit parabolickým průběhem O-C diagramu. Někdo může přijít na jinou otázku, kterou zatím ani netušíme. Každý si od budoucnosti může slibovat cokoli velkolepého. Nové levné CCD kamery, přehlídky oblohy, satelitní pozorování, pečení holubi létající do huby (to už je postarší představa). Současná situace ale je taková, že pro mnohé dříve pravidelně pozorované hvězdy existuje jenom několik málo minim od několika málo vizuálních pozorovatelů, většinou už důchodců. Situace se za poslední roky spíše zhoršila, CCD pozorovatelé nosí vyšší pásy přes kimono. Chtěl bych tedy vyzvat mladé zájemce, aby prakticky pozorovali, i když nemají CCD kameru. Je ale třeba pracovat samostatně, obeznámit se s prostředky, které dneska existují zejména v internetu. Je potřeba značné vytrvalosti. Jenom píle a vytrvalost může vyvážit absenci drahých přístrojů. Jiná možnost je vyhodnocovat CCD pozorování získané někým jiným. Automatické přehlídky oblohy nakonec také musí zpracovat člověk. Také archívy skleněných desek jsou nadále užitečným zdrojem informací.



Pulsující zákrytová proměnná Y Camelopardalis

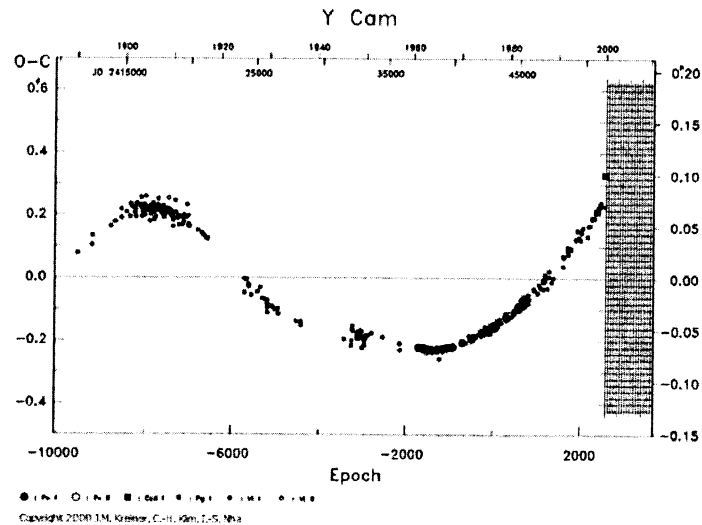
Marek Wolf

Pulsating eclipsing binary Y Camelopardalis

Zákrytová dvojhvězda Y Cam patří k dvojhvězd- *The eclipsing binary Y Cam belongs to the bi-*
ným soustavám, jejichž primární složka je nary systems where the primary component
současně pulsující proměnná hvězda typu δ Sct. is a pulsating variable of the δ Scuti type.

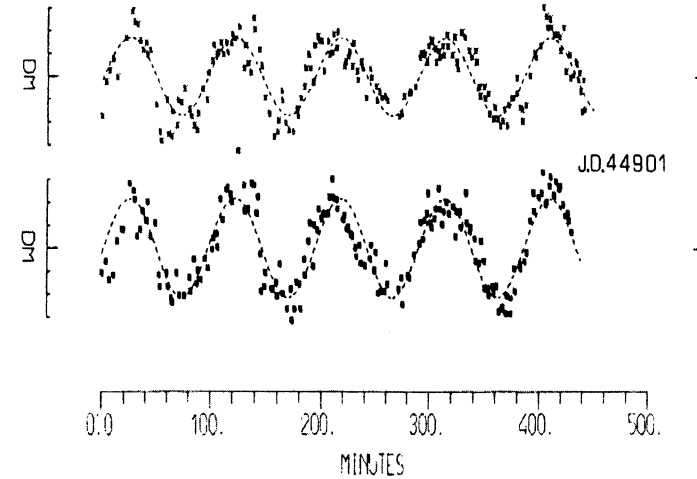
Y Camelopardalis (též BD+76 286, FL 823, GSC 4527.0222, HIP 37440, sp. typ A7V) je dobře známá zákrytová dvojhvězda typu Algol s peridou 3,3055 dne. Primární minima hluboká téměř 2 mag ji řadí k snadným objektům mnoha vizuálních pozorování. Trvání zákrytu 12 hod a prakticky cirkumpolární poloha na obloze pak znamená, že alespoň část sestupu nebo výstupu z minima bude velmi snadné během roku zachytit. Nejvhodnější dobou k jejímu pozorování však zůstává zimní období.

První minima byla pozorována již koncem 19. století a tato soustava je stále pravidelně měřena amatéry i profesionály. O prvá řešení světelné křivky se pokusili např. Shapley (1917) nebo Dugan (1921). Její O-C diagram vykazuje zatím jedinou sinusoidu s poměrně značnou amplitudou okolo 0,3 dne a s periodou cca 100 let (viz obr. 1).



Obr. 1 O-C diagram Y Cam (převzato z Atlasu O-C Kreinera et al. 2001).

Fig.1 O-C diagram of Y Cam (adopted from Kreiner et al. 2001).



Obr. 2 Ukázka pulsací na světelné křivce Y Cam mimo zákryt. Jeden dílek na vodorovné ose představuje 0,01 mag. Podle práce Broglia & Conconiho z r. 1984.

Fig.2 An example of the pulsations on the light curve of Y Cam out of eclipse. The distance between the ticks represents 0.01 mag. According to Broglia & Conconi (1984).

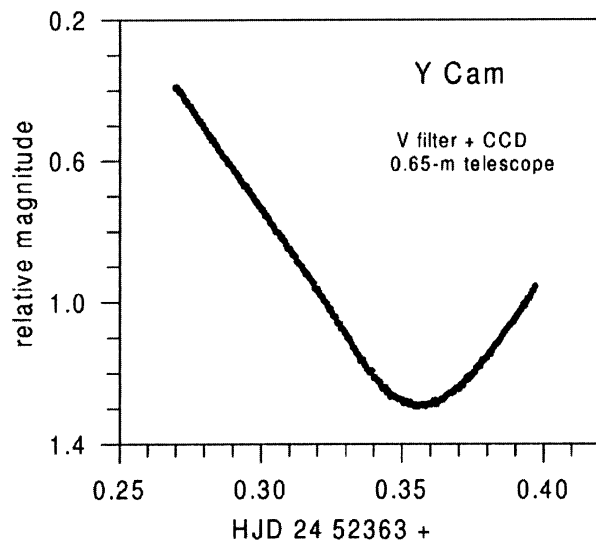
Pulsaci jedné ze složek odhalil z měření mimo zákryt milánský astronom P. Broglia v r. 1973 a vcelku správně ji přiřadil k proměnnosti typu δ Scuti. V dalších pracích z r. 1984 pak Broglia a Conconi zpřesnili periodu pulsací na 0,066457537 dne, tj. 95,7 min. Na základě do té doby známých měření vysvětlují O-C diagram kombinací apsidálního pohybu a tzv. light-time efektu (tj. vlivu třetího tělesa v soustavě). Z dvou symetrických řešení pro periody těchto jevů, 1) $P_3 = 89.2$ let, $P_{aps} = 44.6$ let nebo naopak 2) $P_3 = 44,6$ let, $P_{aps} = 89.2$ let, plynou hodnoty excentricity dráhy a hmotnosti třetího tělesa buď $e = 0,14$ a $M_3 = 1,9 M_S$ nebo $e = 0,02$ a $M_3 = 5,5 M_S$. V druhém případě je hmotnost třetího tělesa již poměrně vysoká a příspěvek třetího světla neodpovídá řešení světelné křivky (L_3 může být max. 10 %). Z tohoto důvodu navrhl Mossakovskaja (1993) vcelku unikátní řešení - třetí složkou může být relativistický objekt (černá díra), který má potřebnou hmotnost, ale nepřispívá žádným světlem.

Naše současná měření přítomnosti apsidálního pohybu nepotvrzují, dráha zřejmě nebude ani excentrická. Kvalita sekundárních minim je značně ovlivněna pulsacemi primární složky a jejich okamžiky nelze stanovit s potřebnou přesností. Právě zmínka v literatuře o možné přítomnosti apsidálního pohybu nás vedla k systematickému měření minim této soustavy.



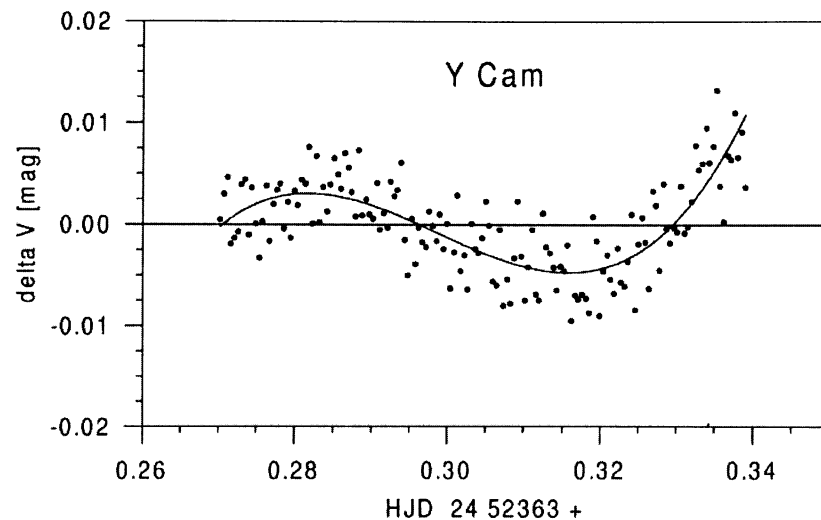
Poslední analýzu pulsací primární složky publikovali korejští astronomové Kim a kol. v r. 2002. Multifrekvenční analýzou odhalili kromě známé základní periody pulsů 0.066 dne, ještě další tři příbuzné periody: 0.054689, 0.067475 a 0.056386 dne. Jejich příčinu vidí v neradiálních pulsacích primární složky.

Z našich pozorování v Ondřejově jsme zatím získali čtyři velmi přesné okamžiky primárních minim. Jejich odchylky O-C mají stále rostoucí tendenci a nic zatím nenasvědčuje tolik očekávanému obratu na O-C diagramu směrem ke zkracování periody. Jak plyne z obr. 3 lze pulsace identifikovat i v průběhu primárního minima. Z kvalitní série měření primárního minima, které na první pohled nejeví žádné odchylky od lineárního sestupu, se po odečtení podařilo získat odchylky, které jeví sinusový průběh. Amplituda je však menší než 0,01 mag !



Obr. 3a Měření primárního minima Y Cam v Ondřejově z 29.3.2002. Světelná křivka je pokryta 275 body ve filtru V s expozicí 30 s, přesnost vypočteného minima je řádově ± 1 s. Pozorovatel Lenka Šarounová.

Fig. 3a The measurement of the primary minimum of Y Cam in Ondřejov obtained on 29th March 2002. The light curve contains 275 points in the V filter, each with 30 sec exp. time. The precision of the moment of the minimum is about ± 1 s. Observed by Lenka Šarounová.



Obr. 3b Po odečtení sestupné části světelné křivky na intervalu 0.27-0.34 dne zůstává stále dobře zřetelná sinusová křivka odpovídající pulsační periodě primární složky zhruba 0,06 dne. V grafu je odchylkami proložen polynom 3. stupně.

Fig. 3b A clearly visible sinusoidal curve corresponding to the pulsational period of the primary component of about 0.06 days remains after the subtraction of the descendant branch of the primary eclipse in the interval of 0.27-0.34 days. A 3rd-order polynomial is fitted to these residuals.

Název	Perioda zákrytů [dny]	Perioda pulsací [dny]	Amplituda [mag]	Poznámka
TW Dra	2,81	0,056	0,0021	8,0 mag
V577 Oph	6,08	0,695	0,052	excentrická dráha
DV Aqr	1,58	0,120	?	
AB Cas	1,37	0,0517	0,05	
ZZ Cyg	0,63	0,10	0,05	
GK Dra	9,97	0,1125	0,04	Hiparcos
AB Per	7,16	0,2	0,04	

Tabulka 1. Některé další zákrytové dvojhvězdy s pulsující složkou δ Scuti./ Table 1. Some selected eclipsing binaries with the pulsating delta Scuti-type component.



Zákrytové dvojhvězdy s pulsující složkou patří nejen k zajímavým laboratorním studiám pulsací, ale současně testují teorie vnitřní stavby hvězd a vývoje dvojhvězdných soustav. Pozorovatel s malým dalekohledem a CCD kamerou má za vhodných podmínek možnost zachytit světelné změny řádově v setinách magnitudy a může se tak pokusit o odhalení pulsující složky např. u některých slabších zákrytových dvojhvězd. Každopádně je však lépe měřit mimo zákryty. Další podobné objekty vhodné k otestování možností vašich CCD měření jsou uvedeny v následující tabulce (viz další strana).

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu GAČR č. 205/04/2063.

Literatura:

Brogliá P., 1973, Inform. Bull. Variable Stars No. 823

Brogliá P., Conconi P., 1984, Astronomy Astrophysics, 138, 443-450.

Kim S.-L., Lee J.W., Youn J.-H. et al., 2002, Astronomy Astrophysics, 391, 213-218.

Kreiner J.M., Kim Ch.-H., Nha I.-S., 2001, An Atlas of O-C Diagrams of Eclipsing Binary Stars

Mossakovskaja L.V., 1993, Perem. Zvezdy, 23, 179

YY Her - po troch rokoch fotometrického pozorovania

Rudolf Gáls, Ladislav Hric

YY Her - after three years of photometric monitoring

V roce 2001 (Hric et al. 2001) jsme objevili v systému dvojhvězdy YY Her přítomnost sekundárního minima, které bylo však naznačeno pouze třemi fotometrickými měřeními. Tato nejistota nás podnítila k vyvolání mezinárodní fotometrické kampaně pro podrobnější pokrytí světelné křivky během periody očekávaného sekundárního minima. Kampaň byla velmi úspěšná; pokryla také primární minimum a přinesla velké množství zajímavých výsledků, které jsou předmětem této práce. Vysvětlíme periodické změny jasnosti YY Her zakrýváním složek v symbiotickém systému. Navíc, pozorovali jsme vzplanutí kolem JD 2 452 440 během primárního minima, které později bylo následováno energetickým výtryskem přibližně v JD 2 452 700. V této práci jsou spočítány energetické bilance výše uvedených případů. Zároveň je také uvedena diskuse o modelu deformované (nehomogenní) obálky obklopující bílého trpaslíka.



In 2001 (Hric et al. 2001) we discovered in the binary system YY Her the presence of the secondary minimum that was however indicated only by three photometric observations. This uncertainty stimulated us to activate an international photometric campaign for a detailed coverage of the light curve during the period of the expected secondary minimum. The campaign was very successful; it covered also the primary minimum and brought a large amount of interesting results that are the subject of this work. We explain the periodic variations of the brightness of YY Her by the eclipses of the components in the symbiotic system. In addition, we observed a flare in about JD 2 452 440, during the primary minimum, that was later followed by an energetic outburst in about JD 2 452 700. In the present work the energetic balances of the afore-mentioned events are calculated and the model with a deformed (non-homogeneous) envelope, surrounding the white dwarf is discussed.

1. Úvod

Objekt YY Her patří do skupiny klasických symbiotických hviezd. V spektre sa pozorujú silné emisné čiary (H β , H γ , H δ , He II a [O III]), ktoré sú naložené na absorbné spektrum neskorého typu (M2) s absorbnými pásmi TiO. Výpočty syntetického spektra (Kenyon a Webbink, 1984) potvrdili trojzložkový model sústavy, ktorá je zložená z obra neskorého spektrálneho typu a horúcej zložky, ktorá fotoionizuje hmlovinu obklopujúcu celú sústavu. Munari a kol. (1997a) študovali fotometrické a spektroskopické chovanie YY Her počas štádia kľudu i počas vzplanutia a odvodili pre systém nasledujúce fyzikálne a geometrické parametre: chladný obor $T_c = 3500$ K, $L_c \approx 3600 L_A$, vyplňa svoj Rocheov lalok, pričom dochádza k prenosu látky na bieleho trpaslíka, a ktorého parametre sa s časom menia - $L_{h,min} = 2000 L_A$, $L_{h,max} = 15000 L_A$ a teplota počas vzplanutia klesá z 110000 K na 82 000 K. Celková hmotnosť sústavy je $\Sigma M = 2 M_A$ a pomer hmotností zložiek je $q = M_c/M_h = 2$.

Symbiotický systém YY Her patrí k menej jasným objektom, preto bola až donedávna svetelná krivka pokrytá nedostatočne a nehomogénne. Počas fotometrickej histórie tohto objektu boli pozorované 4 veľké vzplanutia (1914-1918, 1930-1933, 1981-1982, 1993-1996) a 6 menších erupcií v rokoch 1890, 1903, 1942, 1954, 1965 a 1974. Tatarnikova a kol. (2000) na základe dĺžky zákrytu v roku 1997 usúdili, že chladná komponenta vyplňa svoj Rocheov lalok. Munari a kol. (1997a, 1997b) na základe analýzy všetkých fotometrických a spektroskopických pozorovaní však vylúčili zákryty ako príčinu zmien svetelných kriviek.



Na základe predchádzajúcich znalostí o systéme YY Her bol tento objekt zaradený do dlhodobého fotometrického monitorovania realizovaného na observatóriu v Beluši. Pozorovania pokrývajú obdobie JD 2 449 899 - 2 451 817. Svetelná krivka sleduje postupný pokles jasnosti systému YY Her po vzplanutí v roku 1993. Tento dlhodobý trend je prerušený 3 hlbšími (primárnymi) minimami, pre ktoré sme odvodili novú efemeridu (Hric a kol. 2001). Novým prvkom na svetelnej krivke YY Her je menší pokles jasnosti v okolí JD 2 450 999, ktoré leží podľa našej novej efemeridy vo fáze na 0,5. Vzhľadom na tvar minima (relatívne úzke, dostatočne hlboké) a jeho polohu sme toto minimum interpretovali ako sekundárny zákryt, počas ktorého je chladná zložka systému zakryvaná opticky hrubou obálkou obklopujúcou bieleho trpaslíka (Hric 2001). Nanešťastie sekundárne minimum naznačujú iba tri pozorovania.

Mikolajewska a kol. (2002) navrhli vysvetlenie svetelných zmien YY Her kombináciou elipsoidálneho efektu, sinusoidálnych zmien jasnosti hmloviny a zmien intenzity emisných čiar.

2. Fotometrické monitorovanie YY Her

Na základe zistených vlastností systému YY Her sme iniciovali medzinárodnú fotometrickú kampaň primárne určenú na získanie kvalitných svetelných kriviek a potvrdenie prítomnosti sekundárneho minima. Do kampane sa zapojili nasledujúce observatória:

Observatórium Beluša, SR (Be)(Newton 180/700 mm, vlastný CCD detektor (TC 211 chip) + BVRI (Kron-Cousins))

Kryonerion Observatory, Greece (Kr) (1.2m Cassegrain, PPM + UBV (Johnson))

University of Athens, Greece (At)(0.4m reflektor f/8, CCD SBIG ST-8 + BVRI (Bessell))

Observatórium Valašské Meziříčí, ČR (VM) (Schmidt-Cassegrain 280/1765, CCD ST-7 + VR)

Observatórium Vyškov, ČR (Vy) (RL 300/1200 mm, CCD ST-7 + BVRI (Bessell))

Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno, ČR (Br)(Newton 400/1750 mm, CCD ST-7 + BVRI (Kron-Cousins))

Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, ČR (On) (Maksutov 180/1000 mm, CCD SBIG ST-6 + VRI (Kron-Cousins))

Observatórium Stará Lesná, Astronomický ústav SAV, SR (SL) (0.6m Cassegrain, PPM + UBVR (Johnson)).



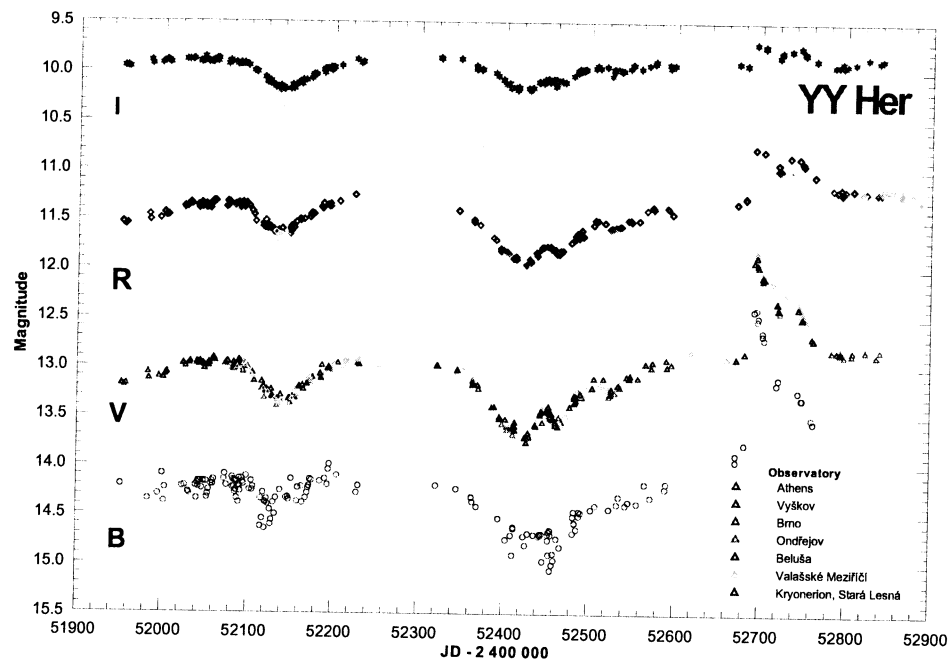
Za účelom zostrojenia kompletnej historickej svetelnej krivky boli tieto pozorovania doplnené ďalšími dátami, získanými počas medzinárodnej kampane na dlhodobé sledovanie premenných hviezd (Hric a Skopal 1989) na observatóriách Skalnaté Pleso, Kryonerion a Wrocław. Ďalšie fotometrické pozorovania boli získané z prác Munariho a kol. (1997a,b), Tatarnikovej a kol. (2000) a Mikolajewskej (2002).

Napriek tomu, že do kampane boli zapojené také prístroje (CCD detektory), ktoré by mali priniesť homogénne sady pozorovaní, resp. umožniť naviazanie na medzinárodný systém (fotoelektrické fotometre), nepodarilo sa získať úplne homogénne dáta a bolo potrebné transformovať pozorovania z jednotlivých observatórií medzi sebou. Redukcia dát bola mimoriadne náročná napriek tomu, že sme sa obmedzili na hľadanie transformačných vzťahov 1. rádu (lineárne posuny). Boli nájdené také transformácie, aby dáta bolo možné naviazať na historické svetelné krivky v jednotlivých filtroch. Získané hodnoty posunov sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1: Získané hodnoty posunov v jednotlivých filtroch./The determined values of the shifts in magnitudes among the individual observatories.

Observatórium	Posuny v jednotlivých filtroch [mag]			
	B	V	R	I
Athens (At)	0.13	0.11	0.36	-0.52
Beluša (Be)	0.23	0.23	-0.23	-0.56
Brno (Br)	0.66	0.17	-0.22	-0.51
Kryonerion (Kr)	0.23	0.11	-	-
Ondřejov (On)	-	0.23	-0.20	-0.56
St. Lesná (SL)	0.22	0.12	-	-
Val. Meziříčí (VM)	-	0.11	-0.18	-
Vyškov (Vy)	0.23	0.11	-0.36	-0.56

Počas fotometrickej kampane sa podarilo získať mimoriadne kvalitný fotometrický pozorovací materiál, ktorý jednoznačne potvrdil prítomnosť sekundárneho minima na svetelnej krivke YY Her na základe nezávislých pozorovaní získaných na zapojených observatóriách. Pozorovania pokryli homogénne interval JD 2 451 823 - 2 452 877. Celkovo bolo získaných 218 pozorovaní vo filtri B, 465 vo V, 286 v R a 291 vo filtri I. Svetelné krivky zostrojené zo všetkých získaných pozorovaní sú vykreslené na obrázku 1.



Obr. 1: Svetelné krivky YY Her vo filtroch B, V, R a I zostrojené zo všetkých získaných dát.
Fig.1: The light curves of YY Her in the BVRI filters, composed of all the received data.

Získané fotometrické pozorovania homogénne pokryli primárne i sekundárne minimum symbiotického systému YY Her. Sekundárne minimum je prítomné vo všetkých sledovaných filtroch, pričom jeho hĺbka klesá smerom k dlhším vlnovým dĺžkam, konkrétne pokles jasnosti bol 0,6 mag vo filtri B, 0,5 mag vo filtri V, 0,4 mag vo filtri R a 0,35 mag vo filtri I. Minimum je čiastočne nesymetrické, pričom pokles do minima je strmší ako výstup z minima. Podľa našej efemeridy (Hric a kol. 2001a) sekundárne minimum však nastalo vo fáze 0,45.

Počas primárneho minima boli pozorované 2 menšie zjasnenia, ktoré zdeformovali tvar jeho vzostupnej vetvy. Primárne minimum je opäť nesymetrické, navyše čas, v ktorom nastalo minimum nezodpovedá vypočítanému okamihu minima podľa našej efemeridy (Hric a kol. 2001) - jasnosť systému začala narastať takmer mesiac pred očakávaným minimom a dosiahla maximum okolo JD 2 452 450 (1. menšie



vzplanutie). Potom jasnosť klesala a následne stúpala, aby o necelých 40 dní dosiahla ďalšie maximum (2. zjasnenie). Keďže minimum medzi zjasneniami presne zodpovedá očakávanému minimu, zdá sa pravdepodobné, že ide o jedno zjasnenie prerušené zákrytom aktívnej oblasti. V rámci kampane bolo vo februári 2003 odporované vzplanutie (JD 2 452 694). Toto vzplanutie bolo pozorované aj fotoelektricky. Ide o prvé vzplanutie systému YY Her od mája 1993.

3. Zákrytový model YY Her

Získané svetelné krivky YY Her sme sa pokúsili interpretovať pomocou viacerých modelov. Mikolajewka a kol. (2002) navrhli vysvetlenie svetelných zmien YY Her kombináciou elipsoidálneho efektu, sinusoidálnych zmien jasnosti hmloviny a zmien intenzity emisných čiar, pričom použili dáta, ktoré sa však vyznačovali značným rozptylom. Naše nové dáta veľmi presne definujú tvar minim. Takéto svetelné krivky by bolo možné popísať jedine zahrnutím vyšších harmonických členov (>2), ktorých interpretácia by však bola problematická, čím sa toto vysvetlenie stáva málo pravdepodobným.

Napriek tomu sme otestovali interpretáciu pomocou kombinácie reflexného a elipsoidálneho efektu. Predpokladali sme sústavu zloženú z bieleho trpaslíka a chladného obra ($T_c = 3500$ K) vyplňajúceho alebo takmer vyplňajúceho svoj Rocheov lalok. Pre pomer hmotností $q=2$ sme testovali široký rozsah teplôt bieleho trpaslíka: pre $T_{wd} = 100000$ K je reflexný efekt dominujúci, efekt elipsoidality je úplne potlačený, svetelná krivka má sínusoidálny tvar s jedným minimom. Keďže je biely trpaslík vnorený do hmloviny, ktorá môže meniť jeho vyžarovací charakteristiky skúsili sme znížiť jeho teplotu: pre $T_{wd} = 35000$ K sú obe minima rovnako hlboké, pre nižšie teploty je primárne minimum plytšie ako sekundárne. Pre žiadnu kombináciu parametrov sme nenašli syntetické krivky, ktoré by zodpovedali pozorovaným svetelným krivkám ani tvarom ani hĺbkou minim v jednotlivých filtroch.

Získané svetelné krivky YY Her majú veľmi presne definovaný tvar, minima majú dobre definované začiatky a konce, sú pomerne hlboké a jasnosť medzi minimami sa mení veľmi málo. Toto sú všetky charakteristiky, ktoré vykazujú svetelné krivky zákrytových dvojhviezd. Na základe týchto vlastností svetelných kriviek sme navrhli zákrytový model systému YY Her. Samotný biely trpaslík nie je schopný produkovať minima dostatočnej hĺbky a trvania. Biely trpaslík však môže byť obklopený obálkou s dostatočnou optickou hrúbkou, aby mohla počas zákrytu chladnej zložky spôsobovať pozorované sekundárne minima. Obálka by v takom prípade mohla byť popísaná modelom hviezdnej atmosféry a biely trpaslík môžeme v našich úvahách



nahradiť normálnou hviezdou a tak hľadať také jej parametre, ktoré by optimálne popisovali pozorované svetelné krivky. Výsledkom optimalizačného procesu je model, v ktorom červený obor takmer vyplňa svoj Rocheov lalok a biely trpaslík je ponorený do obálky s teplotou $T_{\text{en}} = 4000 \text{ K}$. Obálka je vo vnútri prislúchajúceho Rocheovho laloka, a aby dochádzalo k pozorovaným zákrytom, musí byť sklon orbitálnej roviny $i \approx 85^\circ$.

Model zákrytov je podporený aj analýzou zmien farebných indexov systému YY Her. Krivka indexu (V-R) vykazuje skoro rovnaké hĺbky primárneho i sekundárneho minima, pričom hodnota indexu rastie (sústava sa stáva červenšou) s poklesom jasnosti objektu v minimách. Hodnoty indexu (R-I) rastú v oboch minimách, no v primárnom minime je tento nárast omnoho výraznejší. V oblasti JD 2 451 950 - 2 452 210 je jasne viditeľný dlhodobý pokles indexu (R-I) (sústava sa stáva modrejšou), no v čase minima index (R-I) rastie a sústava černenie. Sekundárne minimum je veľmi dobre definované, čo hovorí v prospech sekundárneho zákrytu v sústave YY Her. Najväčšie hodnoty indexy (R-I) a (V-R) nadobúdajú tesne pred primárnym minimom. Napriek väčšiemu rozptylu a istým artefaktom, ktoré vznikli počas prekladania svetelných kriviek, sa zdá, že pokles indexu (B-V) v čase sekundárneho minima je reálny rovnako ako nárast tohto indexu v čase primárneho minima. Toto opäť podporuje navrhovaný zákrytový model sústavy YY Her.

Nanešťastie nie je zákrytový model symbiotického systému YY Her konzistentný so spektroskopickými pozorovaniami. Tie ukazujú silné emisné čiary s vysokými excitačnými energiami. Na to, aby sa atómy hmloviny dostali do takýchto excitovaných hladín sú potrebné vysokoenergetické fotóny. Tieto síce produkuje biely trpaslík, no ak je hmlovina, ktorá ho obklopuje dostatočne opticky nepriepustná, aby spôsobila pozorované sekundárne minimum, tak je nepriepustná aj pre ionizujúce fotóny. Jednoduché riešenie tohto problému spočíva v opustení predstavy o sférickej symetrickej obálke. Ak bude mať obálka tvar hrubého prstenca, ktorý leží v orbitálnej rovine, stále bude schopná produkovať pozorované sekundárne minimum, zatiaľ čo v smere kolmom na orbitálnu rovinu bude opticky tenká i pre vysokoenergetické fotóny potrebné na excitáciu atómov hmloviny.

4. Vzplanutia YY Her

Na základe svetelných kriviek sa zdá, že sa systém YY Her dostal do mimoriadne aktívneho štádia. Okolo JD 2 452 450 sme pozorovali 2 menšie zjasnenia, o ktorých sme presvedčený, že sa jedná o jedno vzplanutie, ktoré však bolo prerušené zákry-



tom aktívnej oblasti. O 250 dní (február 2003 - JD 2 452 694) bola táto udalosť nasledovaná (hlavným) vzplanutím. Ide o prvé vzplanutie systému YY Her od mája 1993. Má však menšiu intenzitu, čo súvisí s tým, že sa odohralo presne v čase sekundárneho minima. Vzplanutie má podobne ako predchádzajúce zjasnenie dvojitú štruktúru, čo súvisí so zákrytmi aktívnej oblasti, v ktorej dochádza k uvoľňovaniu energie.

Navrhli sme viacero modelov uvoľňovania energie počas vzplanutí, pričom boli použité výpočty energetickej bilancie a časových škál jednotlivých javov: Ak by obidve vzplanutia boli klasickým dopadom látky na štandardnú horúcu škvvrnu akrečného disku, rozdiel gravitačných potenciálov medzi L_1 a horúcou škvvrnou by bol príliš malý, vzplanutie by vyžadovalo väčšie množstvo prenesenej látky a to by následne malo spôsobovať nestability medzi obidvoma vzplanutiami, čo sa však nepozoruje. Preto je prijateľnejší model, v ktorom k uvoľňovaniu energie dochádza hlbšie v potenciálovej jame.

Výpočty energetickej bilancie a časových škál jednotlivých javov potvrdili, že pozorované vzplanutia môžu súvisieť s uvoľnením gravitačnej energie počas interakcie prúdu látky so samým sebou (menšie vzplanutie) a dopadom látky na bieleho trpaslíka (hlavné vzplanutie). Ak však uvážime, že prúd látky sa pohybuje v hustej obálke (disku), výpočty vedú k nerealisticky vysokým hodnotám prenesenej látky.

Alternatívnym modelom by mohli byť termálne nestability v disku, podobné tým, ktoré vedú k vzplanutiam trpasličích nov. Prenos látky v takomto prípade musí byť menší ako istá kritická hodnota. Tieto však boli odvodené iba pre omnoho tesnejšie systémy.

5. Záver

V tejto práci sme sa pokúsili ukázať, že fotometrické chovanie symbiotickej sústavy YY Her je možné konzistentne popísať pomocou zákrytového modelu, v ktorom sú sekundárne zákryty spôsobené nehomogénnou a opticky hrubou (v smere orbitálnej roviny) obálkou okolo bieleho trpaslíka. Predpoklad existencie takejto obálky je v dobrej zhode s predpokladom o ustálenom horení (steady-state burning) vodíka na povrchu bieleho trpaslíka, ktorý bol akreovaný z chladného obra prostredníctvom hviezdneho vetra.

Zatiaľ zostáva otvoreným problém pozorovaných vzplanutí. Zdá sa, že iba na základe fotometrického pozorovacieho materiálu nie je možné hlbšie pochopiť a rozhodnúť, ktoré fyzikálne mechanizmy spôsobujú aktivitu v tomto interagujúcom



systéme a bude potřebné získat' spektroskopický materiál s vysokým rozlišením.

Riešenie týchto otázok bude námetom ďalšieho štúdia.

Pod'akovanie: Práca bola podporená grantom VEGA 4015/4 a grantom APVT 51-000802.

Použitá literatúra:

Hric, L., Petřík, K., Niarchos, P., Velič Z., Gális, R., 2001, IBVS, 5046

Hric, L., Skopal, A., 1989, IBVS, 3364

Kenyon, S.J., Webbing, R.F., 1984, Astrophys. J., 279, 252

Mikolajewska, J., Kolotilov, E.A., Shugarov, S. Yu, Yudin, B.F., 2002, Astron. Astrophys., 392, 197

Munari, U., Kolotilov, E.A., Popova, A.A., Yudin, B.F., 1997a, Astron. Zh. 74, 898

Munari, U., Rejkuba, M., Hazen, M., Mattei, J., Schweitzer, E., Luthardt, R., Shugarov, S., Yudin, B.F., Popova, A.A., Chugainov, P.V., Sostero, G., Lepardo, A., 1997b, Astron. Astrophys., 323, 113

Tatarnikova, A.A., Rejkuba, M., Buson, L.M., Kolotilov, E.A., Munari, U., Yudin, B.F., 2000, Astron. Zh. 77, 220

Webbink, R.F., 1976, Nature 262, 271

Nová verze programu C-Munipack

David Motl

A new version of C-Munipack program

A new version of the code C-Munipack 1.0.12. can be found at the URL given below.

Dne 9. 12. 2004 byla zveřejněna nová verze programu C-Munipack s označením 1.0.12. Novinkou v této verzi je zásuvný modul pro Total Commander umožňující zobrazení CCD snímků ve formátu SBIG a FITS a také všech typů souborů používaných C-Munipackem. V grafickém rozhraní je nově k dispozici elektronická nápověda v českém jazyce. Podrobnější informace o projektu lze najít na internetové adrese <http://integral.sci.muni.cz/cmunipack>.



Starlink/SPLAT - balík pro analýzu spekter

Jan Skalický

Starlink/SPLAT - the package for spectral analysis

Článek přináší shrnutí základních informací o balíčku Starlink/SPLAT, který je určen pro práci se spektroskopickými daty. Je zatím stále ve vývoji, ale aktuální verze poskytuje všechny základní nástroje pro redukci a analýzu spekter. Program je napsán v Javě a je tedy platformově nezávislý. Aktuální verze je ke stažení na <http://star-www.dur.ac.uk/~pdraper/splat/splat.html>.

The aim of this article is to give the reader a review of Starlink/SPLAT (still being developed) package for handling spectra. It provides all basic tools for processing the spectra. SPLAT is written in Java, that brings platform independence. It can also handle with many formats of input data. This package is accessible at <http://star-www.dur.ac.uk/~pdraper/splat/splat.html>.

Úvod

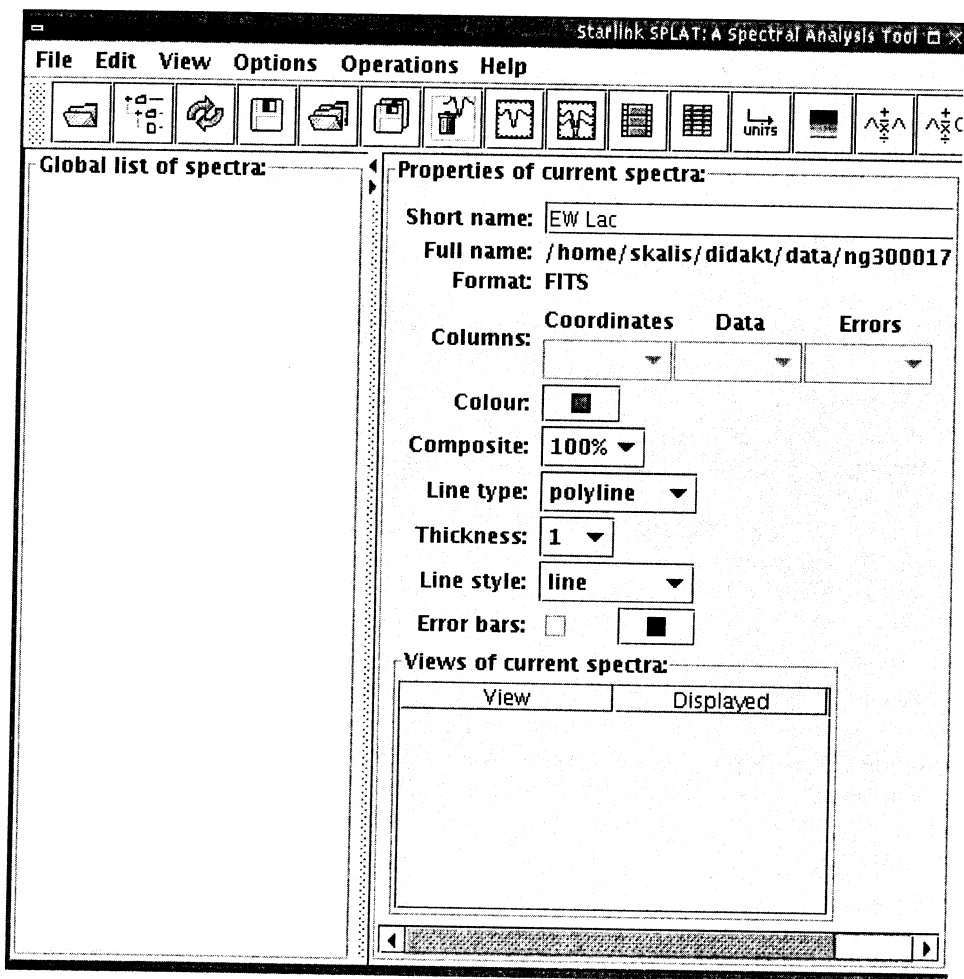
Na adrese <http://star-www.rl.ac.uk/> se nacházejí webové stránky projektu Starlink. Jde o organizaci, která si klade za cíl vytvořit komplexní sadu softwaru pro práci s astronomickými daty. Software bude kompatibilní s aplikacemi, které budou využívat virtuální observatoře a spolu s dalšími balíky (IRAF, IDL) budou tvořit špičkový systém pro zpracování dat. Jedním z vytvářených balíčků je právě SPLAT (Spectral Analysis Tool). Najdete ho na

<http://star-www.dur.ac.uk/~pdraper/splat/splat.html>.

Není ještě zcela dokončený a je možné při jeho používání narazit na nějaké chybičky (v takovém případě autoři uvítají veškeré připomínky), ale v současné době už obsahuje všechny základní nástroje pro redukci a analýzu spekter. Je ale nutné konfrontovat výsledky získané SPLATem s výsledky z jiných zaběhnutých programů. Nám (autor a Dr. Petr Škoda) se například podařilo v objevit chybu čtení z hlavičky vstupního FITS souboru a následně chybné škálování osy s vlnovou délkou.

Hlavní výhodou programu je plná podpora grafického uživatelského rozhraní (GUI), které je skutečně maximálně intuitivní. Ovládání programu je velmi jednoduché (až na pár výjimek), k čemuž přispívá i poměrně dobře zpracovaná kontextová nápověda. Plně uspokojí každého "klikacího" uživatele. Program dokáže pracovat na vstupu s rozmanitým spektrem formátů. Poradí si se soubory typu FITS, NDF, NDX, nebo jednoduchými datovými formáty ASC, DAT, TXT. U nich je ale nutné smazat nebo zakomentovat hlavičky.

Při spuštění programu se inicializuje příjemné úvodní okno (viz obrázek 1). Zde je možné otevřít jeden nebo více vstupních souborů. Alternativou je spuštění SPLATu pomocí příkazového řádku s parametrem název_souboru, tedy:



Obr. 1: Hlavní okno programu se seznamem aktuálních spekter.

Fig. 1: The main window of SPLAT for managing the spectra.

```
$ splat soubor_se_spektrem &
```

Seznam načtených souborů se objeví v levé části úvodního okna. Jako první si

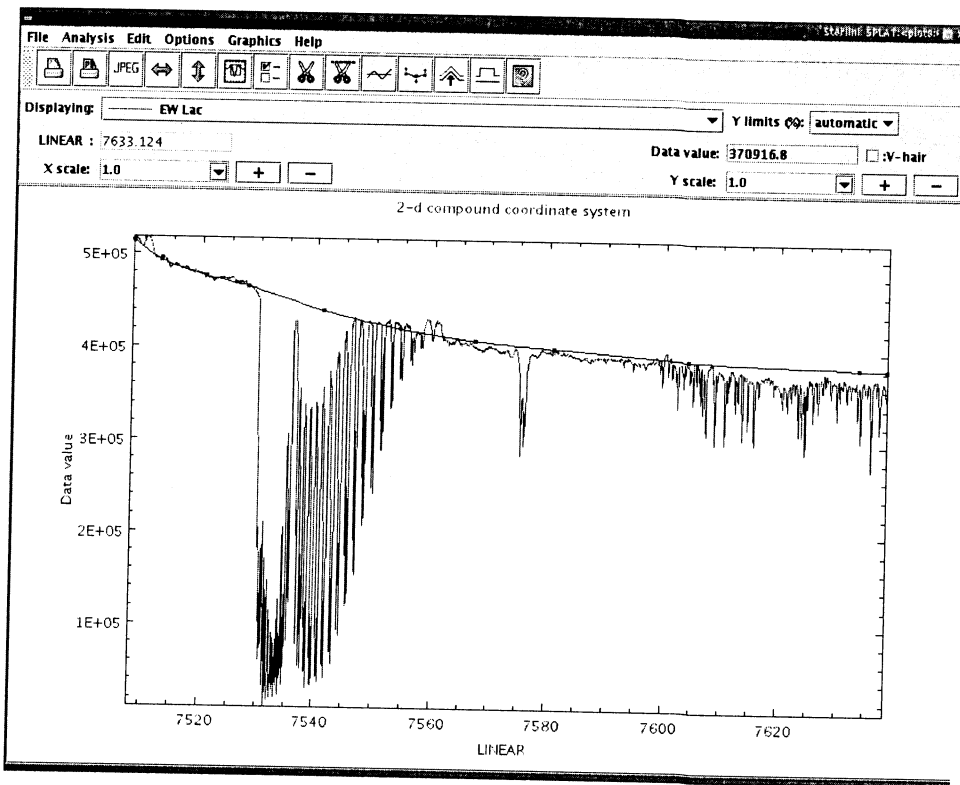
nejspíš bude uživatel chtít spektra prohlédnout. Tady nabízí SPLAT tři možnosti zobrazení. Základní je zobrazení jediného spektra. Zajímavější variantou je současné zobrazení více spekter. Můžeme si buď otevřít vybraná spektra každé ve zvláštním okně, nebo všechna do jednoho grafu.

Co všechno SPLAT umí?

Nejprve doplnění k zobrazovacím funkcím. SPLAT umožňuje klasické zoomování a navíc nabízí inteligentní unzoom. Samozřejmostí je i možnost volby barev grafů a formátování popisků os. Dále export do formátu GIF nebo PS resp. EPS.

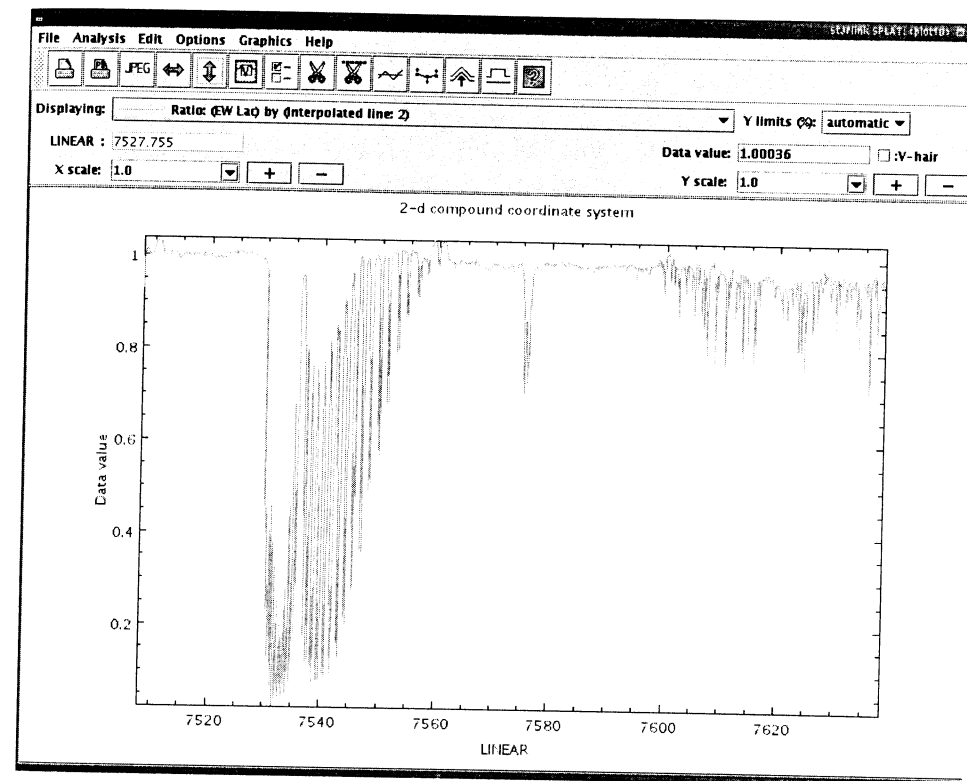
Velice důležitou funkcí pro práci se spektry je fitování kontinua resp. následná normalizace spektra. Většinou se poloha kontinua určuje "ručně". Ručně tedy do spektra umístíme body, kterými potom program fituje zvolenou funkcí. Situaci ukazuje obrázek 2 (viz další strana). Fitovat kontinuum můžeme pomocí široké palety funkcí. Defaultní volbou je hermitovský polynom. Dále můžeme použít kubické splajny, Akimovy splajny, klasický polynom zvoleného řádu, Gaussovu, Lorentzovu a Voigtovu interpolaci. Dalším krokem je normalizace spektra, tj. podělení dat fitem kontinua. Potom je nutné (výhodné) okno s fitovaným spektrem zavíat. Je to kvůli jedné z chyb v programu (už přesně nevím, jaká chyba to byla, ale byla poměrně závažná). V úvodním okně se nyní objeví nové položky. Jde o samostatný fit a normované spektrum. To můžeme exportovat i do formátu FITS. Ukazuje ho obrázek 3 na straně 32.

Další a poslední funkci, o které se zmíním, je měření radiálních rychlostí. Tato funkce je samozřejmě ve SPLATu implementována taktéž. Při tomto měření opět program prokládá zvolenou spektrální čarou nějakou analytickou funkci. Nejjednodušší volbou je tzv. Quick fit. Výsledkem je velmi hrubý fit, kdy je čára proložena dvojitá lineární závislost (jakási "obrácená střecha") s extrémem na vlnové délce odpovídající středu čáry. Metoda je to vskutku pouze jen orientační a nepříliš přesná. Dalšími možnostmi je Gauss, Voigt nebo Lorentz. Všechny výsledné fity se objeví v úvodním okně. Opět je možné je exportovat. Výstupem je také textový soubor shrnující tyto výsledky měření. Bohužel například výpočet ekvivalentní šířky (obrázek 4) musí uživatel provést ručně. Je to škoda, protože všechny potřebné údaje na výstupu z programu jsou a vztah na její výpočet je záležitostí střední školy.

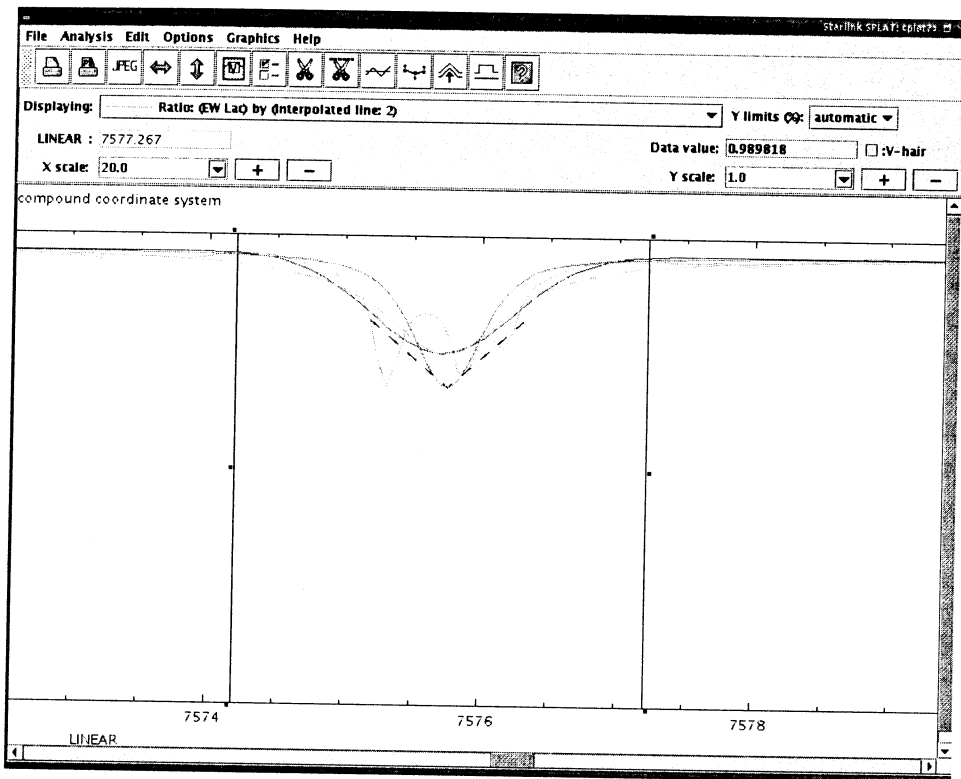


Obr. 2: Ukázka prokládání kontinua závislosti
Fig. 2: Fitting of continuum

Autoři v manuálu k programu píší, že je možné identifikovat spektrální čáry pomocí interní databáze laboratorních čar. Dialogové okno pro tuto funkci je již připraveno, ale funkce samotná ani databáze laboratorních čar k dispozici není (anebo je autoři velmi důmyslně ukryli). Musíme zřejmě počkat na nějakou z dalších verzí.



Obr. 3: Normalisované spektrum
Fig. 3: Normalised spectrum



Obr. 4: Prokládání spektrálních čar, měření ekvivalentních šířek
Fig. 4: Fits of selected spectral line, equivalent width measurements

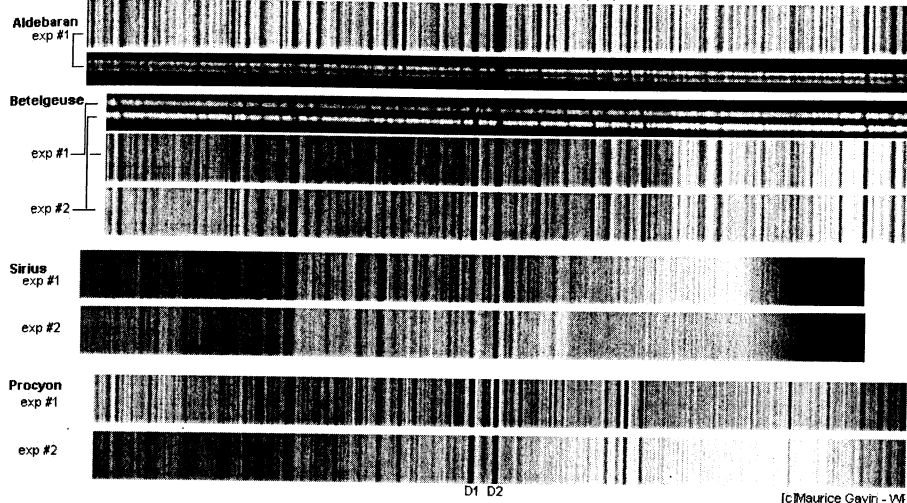
Literatura a zdroje:

<http://star-www.rl.ac.uk/>

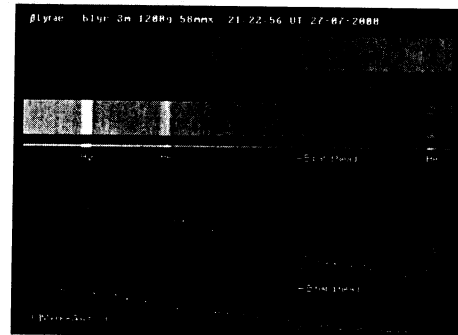
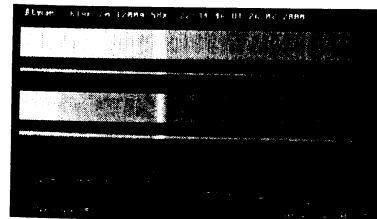
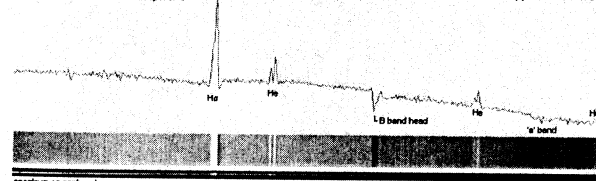
<http://star-www.dur.ac.uk/~pdraper/splat/splat.html>

<http://home.tiscali.cz/skalis/starlink/starlink.htm>

Winter stars - 30cm SCT + WPO hi-res spectrograph; 60s exp; 2001 Jan 7 disp = 0.25Å/pixel, swath = 220Å



β Iyr in red 1200s 58mm lens 21:40:51 UT 11-08-2000 disp = 1.53Å/pixel spectrum coverage = 1163Å
due He and He emission line components [c]Maurice Gavin - WPO



Obr. ke článku *Starlink/SPLAT* na straně 31 - ukázky z amatérsky pořízených spekter (převzato z <http://www.astroman.fsnet.co.uk>).

Examples of spectra made by amateur astronomer (for details see <http://www.astroman.fsnet.co.uk>).