

# Porównanie gwiazd zmiennych z katalog Pi of the Sky z katalogami ASAS i GCVS

Bartłomiej Kamiński

9 lipca 2010

## Streszczenie

Ćwiczenie polegało na pobraniu danych z katalogów gwiazd zmiennych ASAS i GCVS i dodaniu ich do bazy eksperymentu Pi of the Sky. Następnie dokonano porównania obu zestawów danych pod względem okresów i typów zmienności gwiazd.

## 1 Wstęp

Eksperyment Pi of the Sky zajmuje się obserwacją nieba w celu poszukiwania błysków w świetle widzialnym, będących efektem zjawisk astrofizycznych. Głównym celem jest poszukiwanie błysków gamma, ale również zbierane są cenne dane dotyczące gwiazd zmiennych. Informacje na temat zaobserwowanych gwiazd są gromadzone i przechowywane w bazie danych Pi of the Sky, dostępnej on-line na stronie domowej projektu (<http://grb.fuw.edu.pl/pi/>). Porównanie tych danych z danymi innych eksperymentów, zajmujących się obserwacją gwiazd zmiennych, było celem ćwiczenia.

## 2 Przebieg ćwiczenia

### 2.1 Wgranie danych gwiazd do baz Pi of the Sky

Wykonywanie ćwiczenia rozpoczęto od pobrania danych z katalogów GCVS i ASAS i dodania ich do baz danych 'pidb\_asas' i 'gcvs'. W tym celu w obu bazach utworzono nowe tabele, do których następnie zostały wgrane dane z plików pobranych ze stron ASAS i GCVS.

#### 2.1.1 Utworzenie tabeli - ASAS

Poniżej znajduje się lista pól utworzonej w bazie danych ASAS tabeli 'new\_data'. Więcej szczegółów jest dostępnych na stronie ASAS:  
<http://www.astro.uw.edu.pl/asas/?page=catalogues>

Nazwa pola	Znaczenie
id	Numer gwiazdy w tabeli
name	Nazwa gwiazdy
ra	Rektascensja
dec	Deklinacja
period	Okres zmienności
hjd_t0	Epoka minimalnej lub maksymalnej jasności
max_mag	Maksymalna jasność
amp	Amplituda zmian jasności
star_class	Typ zmienności
other_id	Inna nazwa gwiazdy <sup>1</sup>
other_class	Inne oznaczenie typu zmienności <sup>1</sup>
ir12	Strumień IRAS dla 12 $\mu$ m
ir15	Strumień IRAS dla 15 $\mu$ m
ir60	Strumień IRAS dla 60 $\mu$ m
ir100	Strumień IRAS dla 100 $\mu$ m
mag_j_2mass	Fotometria 2MASS J
mag_h_2mass	Fotometria 2MASS H
mag_k_2mass	Fotometria 2MASS K
v_ir12	Indeks koloru
v_j	Indeks koloru
v_h	Indeks koloru
v_k	Indeks koloru
j_h	Indeks koloru
h_k	Indeks koloru

### 2.1.2 Utworzenie tabeli - GCVS

Poniżej znajduje się lista pól utworzonej w bazie danych GCVS tabeli 'new\_data'. W przypadku niektórych pól opuszczono dodatkowe znaki (oznaczające zwykle różnego rodzaju flagi), lub wydzielono je do odrębnych pól. Więcej szczegółów jest dostępnych na stronie GCVS:

<http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/html>

<sup>1</sup>Oznaczenia i typy zmienności z katalogu GCVS.

Nazwa pola	Znaczenie
id	Numer gwiazdy w tabeli
gcvs_id	Nr identyfikacyjny gwiazdy w katalogu GCVS
other_id	Nazwa gwiazdy <sup>2</sup>
name	Identyfikator gwiazdy, złożony z jej rektascensji i deklinacji
ra	Rektascensja
dec	Deklinacja
star_class	Typ zmienności
max_mag	Maksymalna jasność <sup>3</sup>
min_mag	Minimalna jasność
mag_code	System fotometryczny dla jasności
epoch	Epoka maksimum jasności, data juliańska
year	Rok wybuchu nowej lub supernowej
period	Okres zmienności
period_flag	Flagi dotyczące okresu <sup>4</sup>
max_min	Czas trwania wzrostu jasności lub zaćmienia
sp_type	Typ widmowy gwiazdy
refs	Odwołania do badań nad gwiazdą
notes	Notatki
suspected	Flaga <sup>5</sup>
sp_type_hd	Typ widmowy w katalogu HD

### 2.1.3 Przekopiowanie danych do bazy '2006\_2009'

Po wgraniu danych do baz 'pidb\_asas' i 'gcvs', utworzono w bazie '2006\_2009' dwie nowe tabele 'asas\_new\_data' i 'gcvs\_new\_data', zawierające te same pola, co tabele 'new\_data' w odpowiednich bazach. Następnie przekopiowano do nich dane z baz ASAS i GCVS w celu porównania z danymi z eksperymentu Pi of the Sky.

## 2.2 Identyfikacja gwiazd z nowych tabel

Kolejnym krokiem było porównanie nowych danych z danymi eksperymentu Pi of the Sky i odnalezienie w tabelach ASAS i GCVS gwiazd odpowiadających tym ze starych tabel. Zastosowano w tym celu skrypt porównujący położenia i jasności gwiazd ze starej tabeli 'starclassif' z położeniami i jasnościami gwiazd z nowych tabel 'asas\_new\_data' i 'gcvs\_new\_data'. Skrypt pobierał dane o gwiazdzie z tabeli 'starclassif' i wyszukiwał w promieniu 120 sekund łuku gwiazdy o podobnej jasności w tabelach ASAS i GCVS, po czym wybierał gwiazdę najlepiej pasującą. W ten sposób z 1009 gwiazd z tabeli 'starclassif' zidentyfikowano 815 gwiazd w tabeli 'asas\_new\_data' i 529 gwiazd w tabeli 'gcvs\_new\_data'.

<sup>2</sup>Niektóre nazwy zawierają dodatkowy znak: '\*', oznaczający istnienie dodatkowych notatek dotyczących gwiazdy pod adresem <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/remark.txt>

<sup>3</sup>Zignorowano oznaczenia '>', '<' w katalogu GCVS. Więcej szczegółów pod adresem <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/html>

<sup>4</sup>Więcej informacji: <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/html>

<sup>5</sup>Pole zawiera wartość logiczną 'true', gdy nie ma pewności co do zmienności gwiazdy

### 2.3 Porównanie okresów zmienności

Następny punkt ćwiczenia polegał na statystycznym porównaniu okresów zmienności gwiazd z eksperymentu Pi of the Sky z danymi z ASAS i z GCVS. W tym celu zdefiniowano funkcję określającą zgodność okresów:

$$f(T_1, T_2) = \max\left(\frac{|T_1 - T_2|}{T_1}, \frac{|T_1 - T_2|}{T_2}\right)$$

$f(T_1, T_2) = 0$  oznaczało pełną zgodność.  $f(T_1, T_2) = 1$  oznaczało, że jeden z okresów był 2 razy większy od drugiego.  $f(T_1, T_2) = 2$  oznaczało, że jeden z okresów był 3 razy większy od drugiego etc.

W celu określenia zgodności okresów konieczne było, aby gwiazda miała określony okres zarówno w starych, jak i w nowych danych. Takich gwiazd w katalogu ASAS było 815, natomiast w GCVS było ich 370.

Na podstawie powyższego dokonano porównania:

	ASAS	GCVS
Wszystkich gwiazd	815	370
$0 \leq f(T_1, T_2) < 0.0001$	382	169
$0.0001 \leq f(T_1, T_2) < 0.001$	138	86
$0.001 \leq f(T_1, T_2) < 0.01$	36	24
$0.01 \leq f(T_1, T_2) < 0.1$	52	23
$0.1 \leq f(T_1, T_2) < 1$	74	26
$1 \leq f(T_1, T_2) < 10$	103	30
$10 \leq f(T_1, T_2) < 100$	9	4
$100 \leq f(T_1, T_2) < 1000$	7	5

Ponadto, w tabeli 'starclassif' były gwiazdy o podwójnie określonych okresach - 14 zidentyfikowanych w katalogu ASAS i 3 zidentyfikowane w katalogu GCVS. Ich lista znajduje się w pliku 'podwojne.txt'. We wszystkich przypadkach, okres z ASAS lub GCVS zgadzał się z jedną z opcji z katalogu Pi.

Wśród gwiazd o określonych okresach były takie, dla których okres zapisany w jednej bazie danych był wielokrotnością okresu z drugiej bazy (tzn., zdefiniowana powyżej funkcja  $f$  dla tych okresów była bliska liczbie naturalnej  $n \geq 2$  - przyjęto zakres  $n - 0.05 < f(T_1, T_2) < n + 0.05$ ). Rozkład takich gwiazd przedstawia tabela:

n	ASAS	GCVS
2	30	11
3	3	2
4	3	0
5	1	0
6	0	0
7	1	1

Dla tych gwiazd wykreślono sfazowane krzywe blasku w celu przekonania się, który okres z większym prawdopodobieństwem jest właściwy. Kilka przykładów dobrze poprawionego okresu przedstawiono w dodatku A.

### 2.4 Porównanie klas zmienności

Porównanie klas zmienności okazało się problematyczne ze względu na różną klasyfikację typów zmienności w katalogach ASAS i GCVS.

### 2.4.1 Pi - GCVS

Porównanie katalogu Pi z katalogiem GCVS było łatwiejsze, ze względu na wykorzystywanie tej samej klasyfikacji przez oba katalogi.

Z 529 gwiazd zidentyfikowanych w katalogu GCVS, 32 zostały dopasowane do gwiazd oznaczonych w katalogu GCVS jako podejrzane o zmienność. Z tych 32 gwiazd, 8 ma określony potencjalny typ, kolejnych 5 sklasyfikowane jest jako potencjalna zmienna, a reszta nie posiada zaproponowanego typu. Dla gwiazd z nieokreślonym typem (24 gwiazdy) w katalogu Pi of the Sky został zaproponowany typ dla większości, tylko 4 gwiazdy zostały skatalogowane jako zmienne. Dla 8 gwiazd, 3 gwiazdy skatalogowane w GCVS jako zaćmieniowe zostały tak samo skatalogowane w Pi, natomiast z 4 gwiazd skatalogowanych w GCVS jako gwiazdy pulsujące, w katalogu Pi of the Sky 2 oznaczone są jako zaćmieniowe, 1 jako długookresowa i 1 jako zmienna.

Z pozostałych 497 gwiazd, 168 zostało sklasyfikowanych dokładnie tak samo w obu katalogach. Dalszych 277 zostało sklasyfikowanych prawie tak samo (różnice w obrębie jednej klasy zmienności, bądź też klasyfikacja precyzyjna w jednym katalogu, a niepewna w drugim). 52 gwiazdy różniły się zupełnie, ich lista została dodana w załączniku (gcvs\_różnice.txt). Spośród tych 52 gwiazd, 17 ma w katalogu Pi nieokreślony typ (są oznaczone jako var).

### 2.4.2 Pi - ASAS

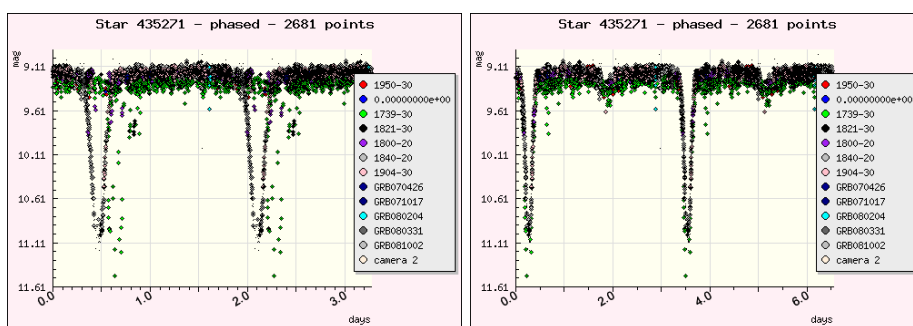
Ze względu na różną klasyfikację typów zmienności w obu katalogach, porównanie z konieczności jest ogólniejsze. Oto wyniki:

- 7 gwiazd w katalogu ASAS ma typ DCEP-FO, a w katalogu Pi typ inny niż DCEPS, z czego 2 nie zostały nawet zaklasyfikowane jako cefeidy. Dodatkowo 2 gwiazdy mają w katalogu ASAS typ DCEP-FO jako jeden z potencjalnych typów, nie są natomiast cefeidami w katalogu Pi. Lista tych gwiazd znajduje się w załączonym pliku `asas_fo.txt`.
- 3 gwiazdy w katalogu ASAS mają typ DCEP-FU, a w katalogu Pi typ inny niż DCEP - ich lista znajduje się w załączonym pliku `asas_fu.txt`.
- 464 gwiazdy są zaklasyfikowane jako zaćmieniowe w katalogu Pi, z czego 3 nie mają w klasyfikacji opcji zaćmieniowej w katalogu ASAS (część jest zaklasyfikowana jako zaćmieniowe łamane przez inne typy). 545 gwiazd w katalogu ASAS ma jako jedną z możliwości wpisany typ zaćmieniowy.
- 105 gwiazd zidentyfikowanych w katalogu ASAS jest zaklasyfikowanych w katalogu Pi jako var, czyli nie ma określonego typu - lista jest w załączonym pliku `asas_var.txt`.
- 98 gwiazd jest zaklasyfikowanych w ASAS jako MISC - typ niewystępujący w katalogu Pi (lista w załączonym pliku `asas_misc.txt`).
- 7 gwiazd jest zaklasyfikowanych w Pi jako pul - typ niewystępujący w klasyfikacji ASAS (lista w załączonym pliku `asas_pul.txt`).

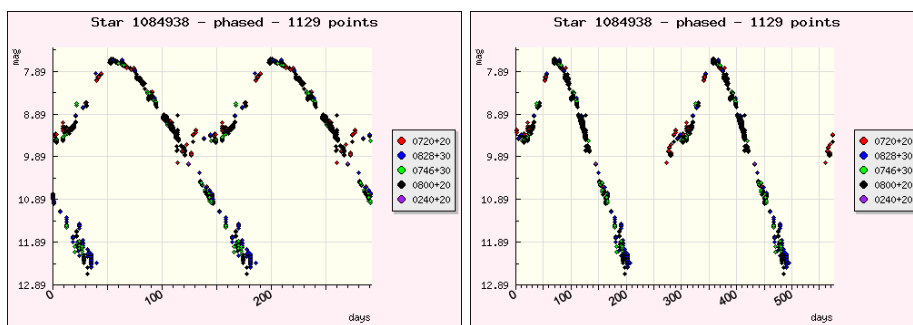
### 3 Podsumowanie

W ćwiczeniu porównano katalogi gwiazd zmiennych GCVS i ASAS z katalogiem eksperymentu Pi of the Sky. W tabeli Pi of the Sky zidentyfikowano 815 gwiazd odpowiadającym gwiazdom z tabeli ASAS oraz 529 gwiazd odpowiadających gwiazdom z tabeli GCVS. Następnie na tych gwiazdach wykonano porównanie typów i okresów zmienności. Porównanie wykazało pewne różnice, które będzie trzeba dokładniej zbadać.

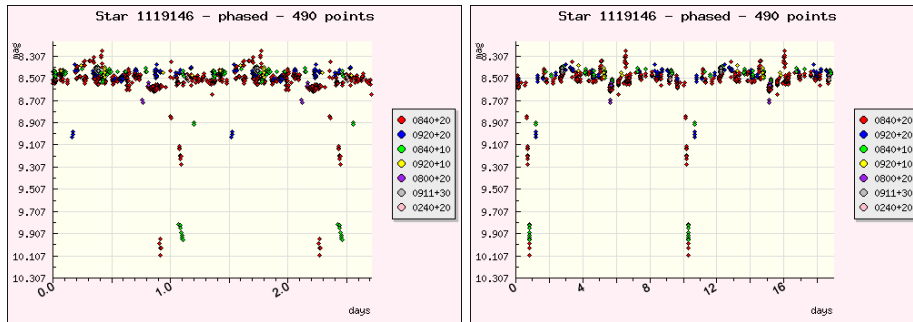
#### A Poprawione wykresy



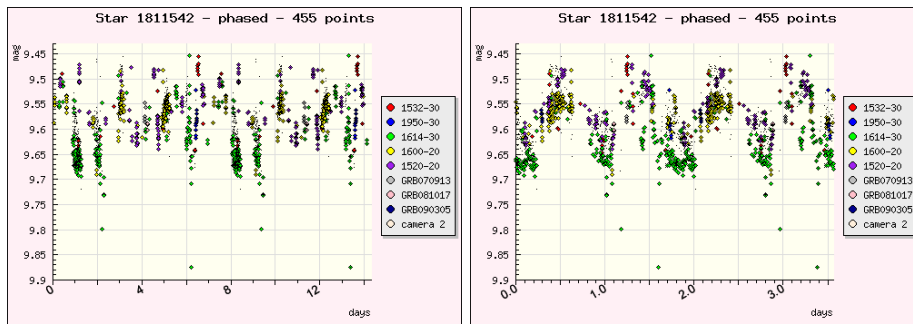
Rys. 1: Sfazowane krzywe blasku gwiazdy XZ Sgr dla starego i nowego okresu. Dane dostępne pod adresem [http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006\\_2009/pi/starView.php?starId=435271](http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006_2009/pi/starView.php?starId=435271)



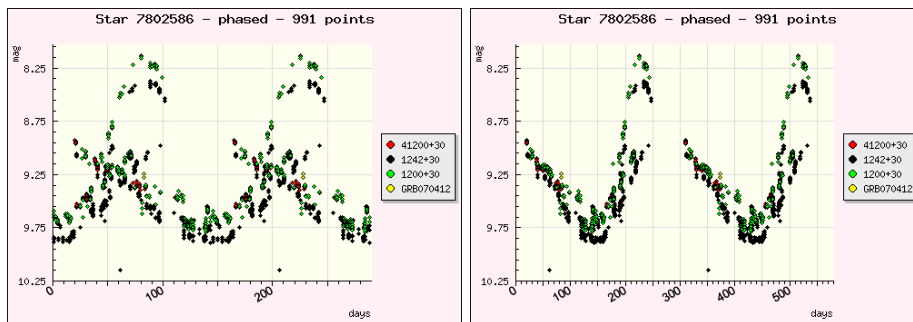
Rys. 2: Sfazowane krzywe blasku gwiazdy T Gem dla starego i nowego okresu. Dane dostępne pod adresem [http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006\\_2009/pi/starView.php?starId=1084938](http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006_2009/pi/starView.php?starId=1084938)



Rys. 3: Sfazowane krzywe blasku gwiazdy S Cnc dla starego i nowego okresu. Dane dostępne pod adresem [http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006\\_2009/pi/starView.php?starId=1119146](http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006_2009/pi/starView.php?starId=1119146)



Rys. 4: Sfazowane krzywe blasku gwiazdy IW Lib dla starego i nowego okresu. Dane dostępne pod adresem [http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006\\_2009/pi/starView.php?starId=1811542](http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006_2009/pi/starView.php?starId=1811542)



Rys. 5: Sfazowane krzywe blasku gwiazdy T CVn dla starego i nowego okresu. Dane dostępne pod adresem [http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006\\_2009/pi/starView.php?starId=7802586](http://grb.fuw.edu.pl/pi/db/public/2006_2009/pi/starView.php?starId=7802586)