

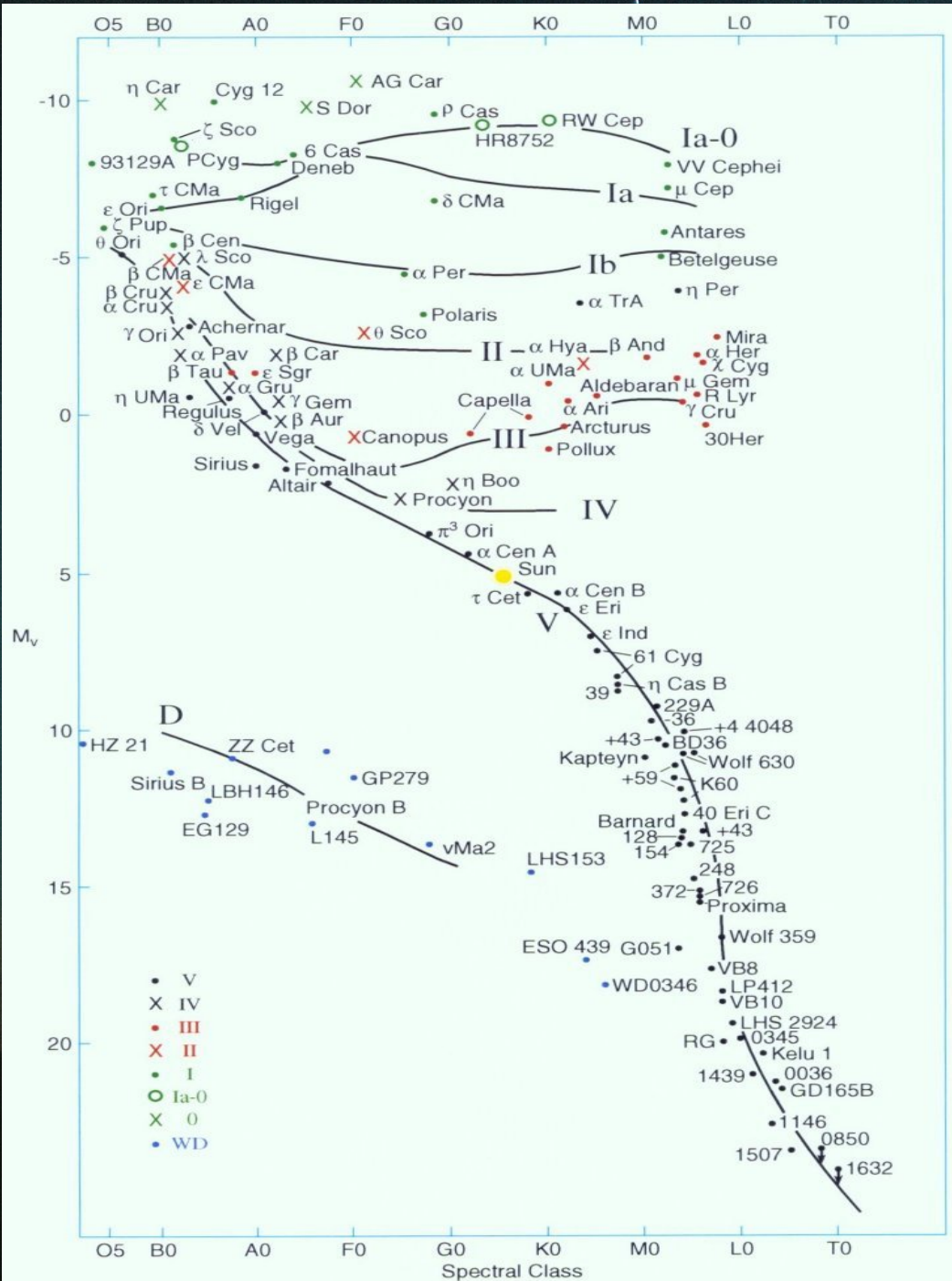
# NAJJAŚNIEJSZE GWIAZDY ZMIENNE

Stanisław Świerczyński

[sswdob.republika.pl](http://sswdob.republika.pl)

[sogz-ptma.astronomia.pl](http://sogz-ptma.astronomia.pl)

[sswdob@poczta.onet.pl](mailto:sswdob@poczta.onet.pl)



## Diagram H-R klasy jasności gwiazd

V - karły ciągu głównego

IV - podolbrzymy

III - olbrzymy

II - jasne olbrzymy

Ib - pomniejsze (lesser) nadolbrzymy

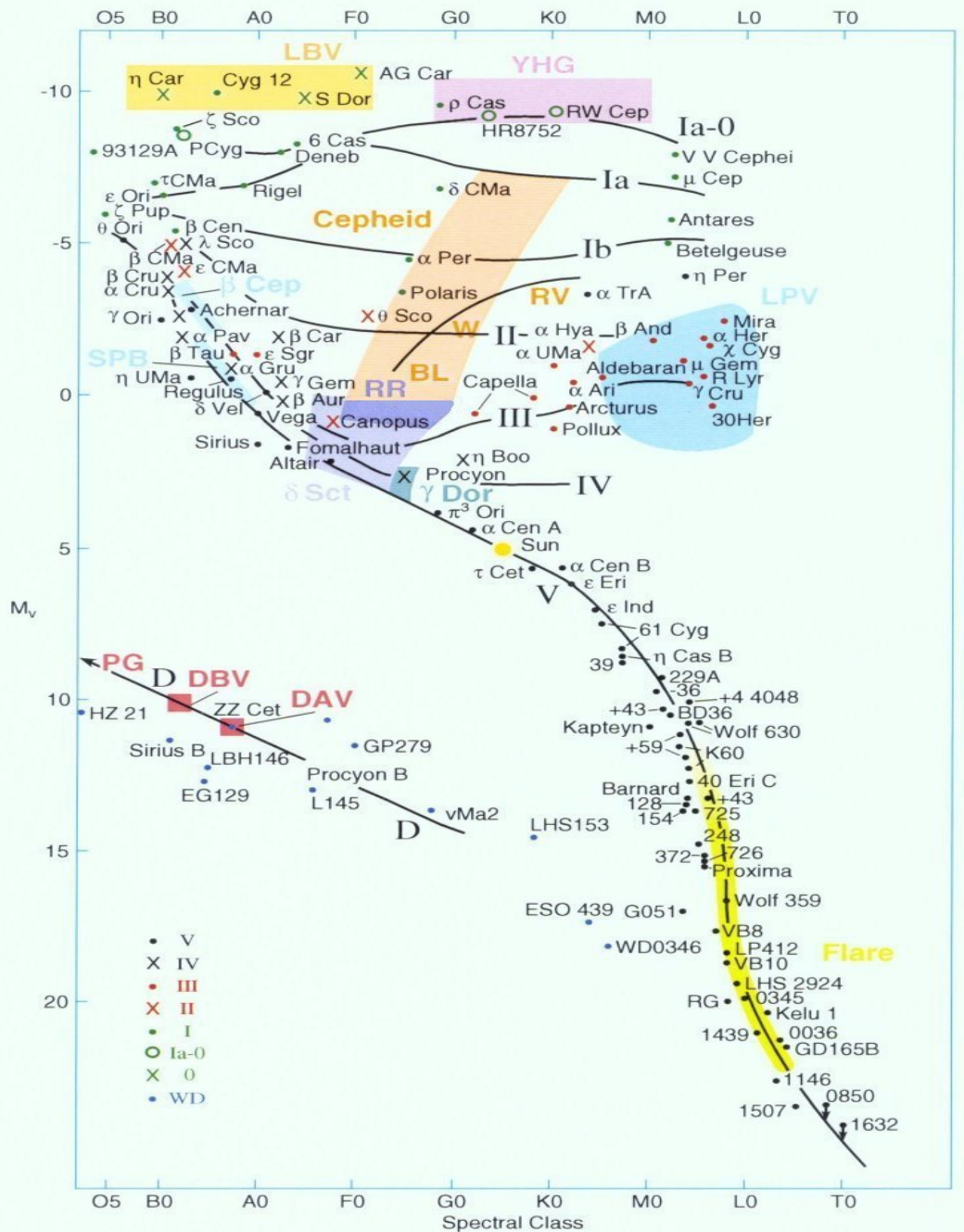
Ia: - większe (greater) nadolbrzymy

Ia-0 - nadolbrzymy - hiperolbrzymy

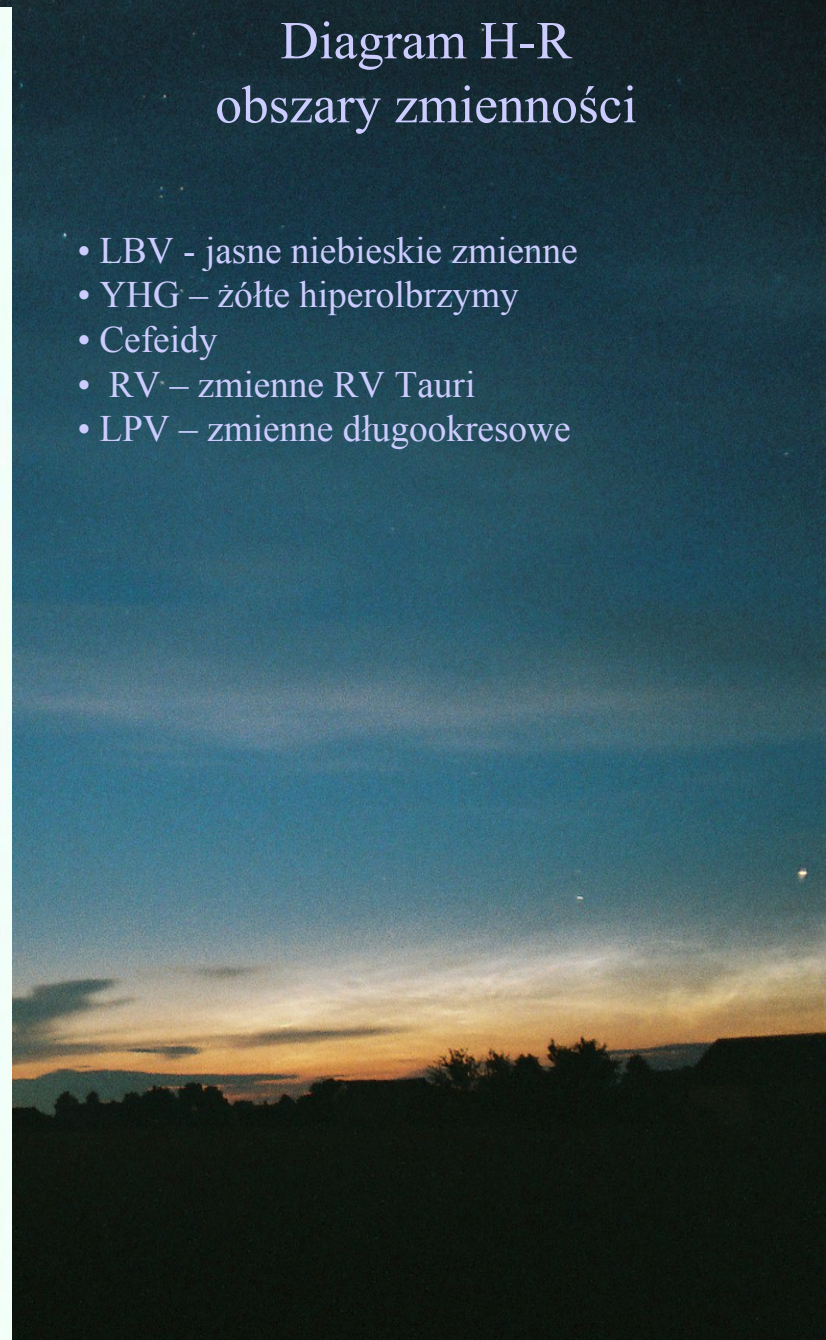
D (VII) - białe karły

# Diagram H-R

## obszary zmienności



- LBV - jasne niebieskie zmienne
- YHG – żółte hiperolbrzymy
- Cefeidy
- RV – zmienne RV Tauri
- LPV – zmienne długookresowe



# 25 najjaśniejszych gwiazd zmiennych

<u>gwiazda</u>	<u>typ widm</u>	<u>typ zm</u>	<u>RA+DEC[2000]</u>	<u>mag max</u>	<u>mag min</u>	<u>okres[d]</u>
ALPHA ORI	M1-M2Ia-Ibe	SRC	055510.3+072425	0.0	1.3	2335
EPS PEG	K2Ib	LC	214411.2+095230	0.7	3.5	
GAM CAS	B0.5IVpe	GCAS	005642.5+604300	1.6	3.0	
OMI CET	M5-M9IIIe	M	021920.8-025840	2.0	10.1	331.96
T CRB	M3III+pec	NR	155930.2+255513	2.0	10.8	29000.
BETA PER	B8V	EA/SD	030810.1+405720	2.1	3.4	2.867
ALPHA HER	M5Ib-II	SRC	171438.9+142325	2.7	4.0	
EPS AUR	A8Iab:	EA/GS	050158.1+434924	2.9	3.8	9892
P CYG	B1Iapeq	SDOR	201747.2+380159	3.0	6.0	296.5
ETA GEM	M3IIIab	SRA+EA	061452.7+223024	3.2	3.9	232.9
BETA LYR	B8II-IIIep	EB	185004.8+332146	3.3	4.4	12.913
CHI CYG	S6-S10e	M	195033.9+325451	3.3	14.2	406.9
RHO PER	M4IIb-IIIa	SRB	030510.6+385025	3.3	4.0	50:
LAM TAU	B3V+A4IV	EA/DM	040040.8+122925	3.4	3.9	3.952
DELTA CEP	F5Ib-G1Ib	DCEP	222910.3+582455	3.5	4.4	5.36
ETA AQL	F6Ib-G4Ib	DCEP	195228.4+010020	3.5	4.4	7.17
GAM PER	G8III+A2V	EA/GS	030447.8+533023	3.6	4.2	
MIU CEP	M2eIa	SRC	214330.5+584648	3.6	5.1	730.
ZETA GEM	F7Ib-G3Ib	DCEP	070406.5+203413	3.7	4.2	10.2
R LYR	M5III	SRB	185520.1+435646	3.9	5.0	46
RHO CAS	G20e	SRD	235423.0+572958	4.1	6.2	
R SCT	K0Ibp	RVA	184729.0-054219	4.2	8.6	146.5
RS OPH	OB+M2ep	NR	175013.2-064229	4.3	12.5	
G HER	M6-III	SRB	162838.5+415254	4.3	6.3	70:
R LEO	M8IIIe	M	094733.5+112544	4.4	11.3	309.95

# Jasne niebieskie zmienne (LBV)

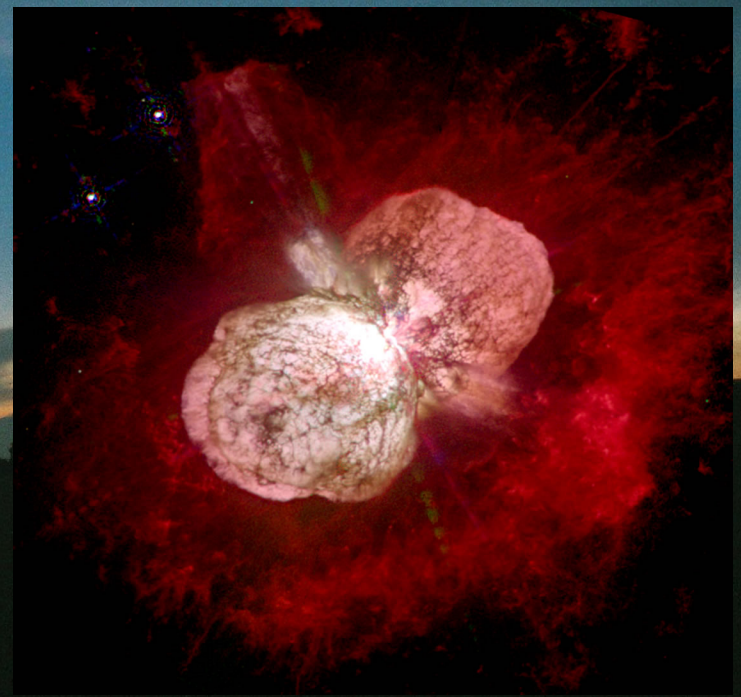
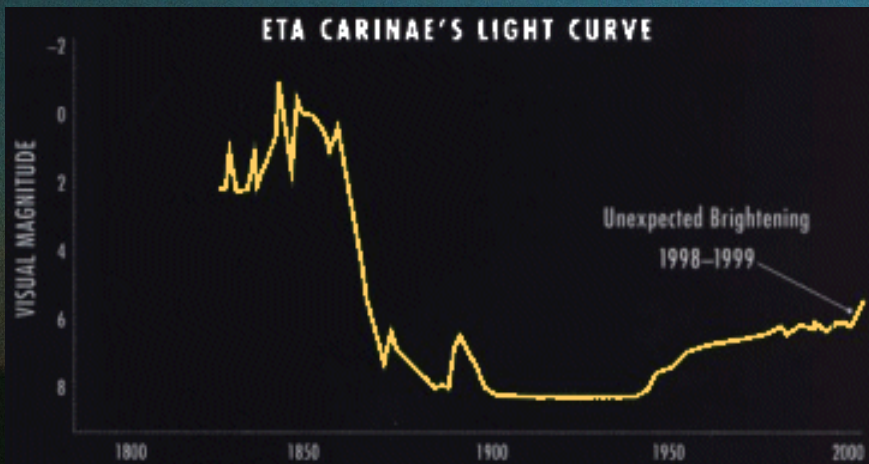
Zmiennosc blasku gwiazd zachodzi w r6znych skalach czasowych i z r6znymi amplitudami. Wyr6znia si6 trzy zasadnicze okresy:

- Duże zmiany jasności ( $> 3$  mag) mające charakter nagłego wyrzutu zachodzące co kilkadziesiąt/kilkaset lat
- Średnie zmiany jasności ( $\sim 1$  mag) w skali kilkadziesiątu lat
- Zmiany mikroskalowe ( $< 0.1$  mag) w skali tygodni lub miesięcy

Przykłady: Eta Carinae, P Cygni

# Eta Carinae

Gwiazdozbiór: Kil  
Odległość: ~8800 ly  
Jasność obserwowana: -0.8 – 8 mag (akt. 4.5 – 5 mag)  
Jasność absolutna: -9.5 mag  
Typ widmowy: WRpe  
Promień: 85 – 195 Rs  
Masa: 100 – 150 Ms  
Temperatura ef: 36000 – 40000 K  
Moc promieniowania:  $5 \times 10^6$  Ls  
Typ zmienności LBV



# P Cygni

Gwiazdozbiór: Łabędź

Odległość: ~6000 ly

Jasność obserwowana: 3 – 6 mag (akt. ~4.8 mag)

Jasność absolutna: -7 mag

Typ widmowy: B1Ia+

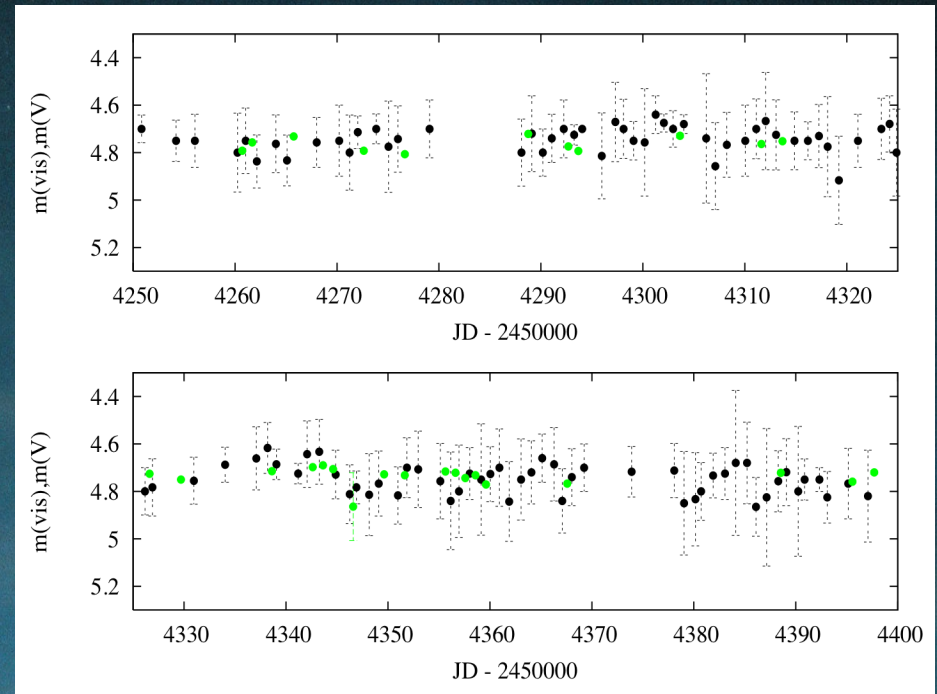
Promień: 75  $R_s$

Masa: 30  $M_s$

Temperatura ef: 19300 K

Moc promieniowania: 600000  $L_s$

Typ zmienności LBV

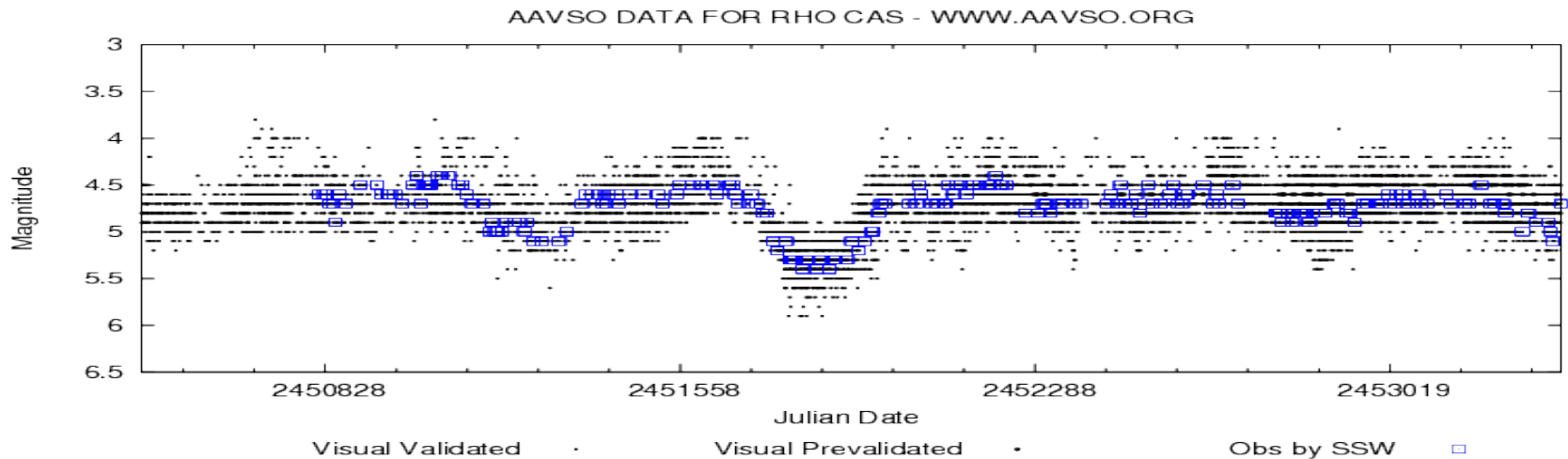
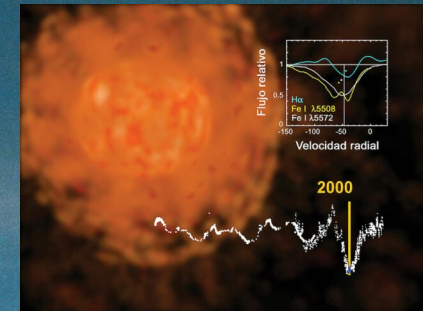
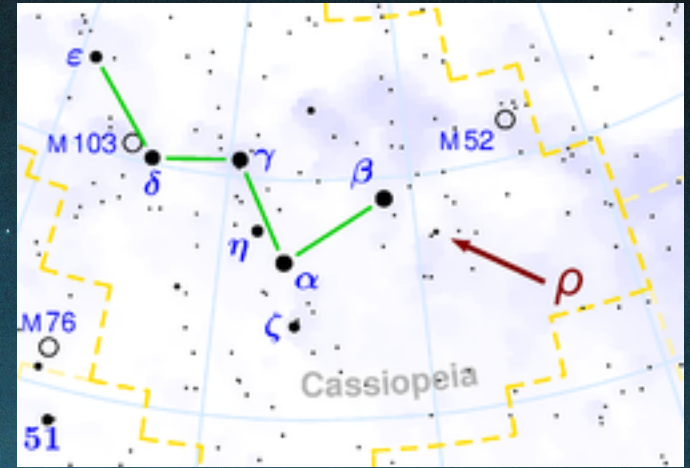


# Żółte hiperolbrzymy (YHG)

Półregularne zmienne (typu SRd). W wyniku wybuchów pyłowych, doznają co jakiś czas spadków jasności. Klasycznym przykładem jest Rho Cas

# Rho Cassiopeiae

Gwiazdozbiór: Kasjopeja  
Odległość: ~8150 ly  
Jasność obserwowana: 4.1 – 6.2 mag  
Jasność absolutna: -7.5 mag  
Typ widmowy: G20e  
Promień: 450 Rs  
Masa: 40 Ms  
Temperatura ef: 7500 K  
Moc promieniowania: 550000 Ls  
Typ zmienności SRD  
Okres: 320. d

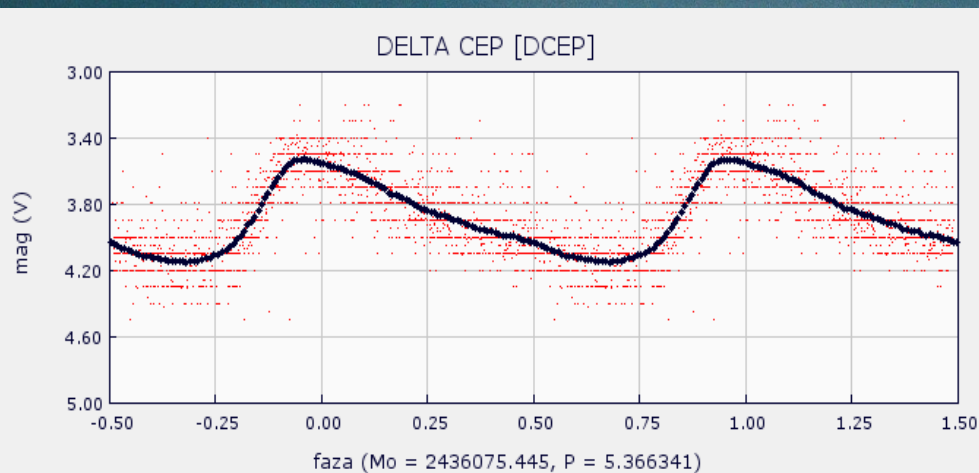
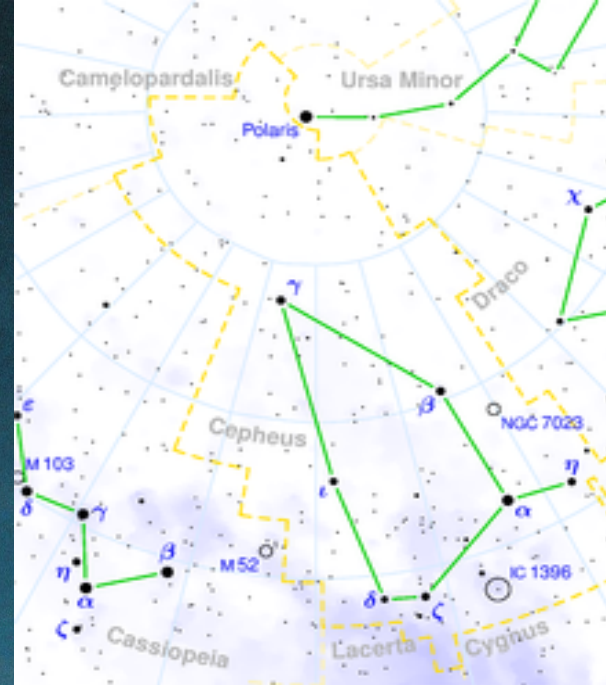


# Cefeidy klasyczne (DCEP)

- Nadolbrzymy typów widmowych F5 – K0, najczęściej klasy Ib
- Jasności absolutne  $-2$  do  $-6$  mag
- Amplitudy zmian blasku  $1 - 2$  mag (bywają też  $\sim 0.1$  mag, np. Polarna)
- Okresy najczęściej  $3 - 30$  dni (krańcowe  $1.49$  d V473 Lyr,  $83,1$  d BP Her)
- Spełniają dobrze określoną zależność okres – jasność absolutna  $M_v = -2.8 \log P - 1.43$
- Masy  $4 - 14 M_\odot$
- Należą do podsystemu płaskiego i młodej populacji I, występują w gromadach otwartych i asocjacjach
- Są to obiekty młode i masywne, które zdążyły przeewoluować do obszaru nadolbrzymów
- Świecą kosztem przemiany helu w węgiel

# Delta Cephei

Gwiazdozbiór: Cefeusz  
Odległość: ~890 ly  
Jasność obserwowana: 3.51 – 4.4 mag  
Jasność absolutna: -3.5 mag  
Typ widmowy: F5Ib-G1Ib  
Promień: 40 Rs  
Masa: 5 Ms  
Temperatura ef: 5500 - 6800 K  
Moc promieniowania: 2000 Ls  
Typ zmienności DCEP  
Okres: 5.366341 . d



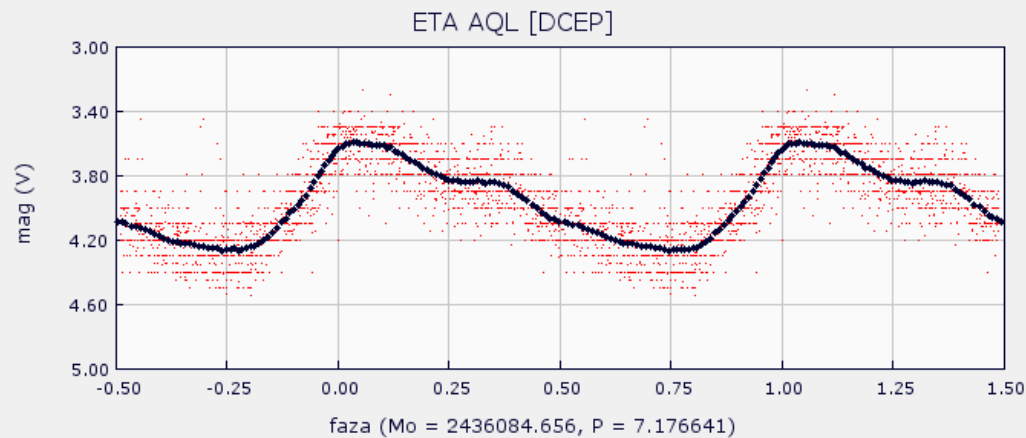
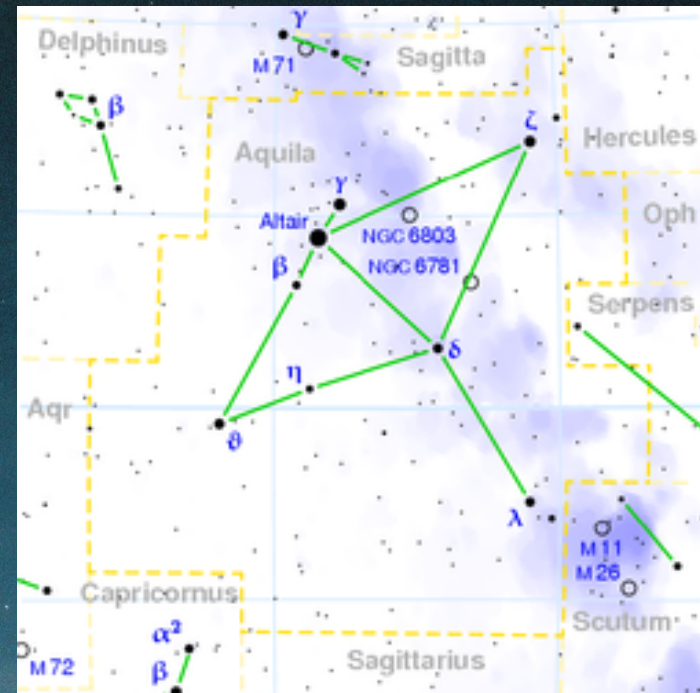
2426 obs. od 06-01-2000 do 14-11-2010

Średnia konsekwentna 200/20

obserwatorzy: Stanisław Świerczyński, Adam Derdzikowski, Emilian Skrzynecki, Henryk Bilor, Bogdan Kubiak, Zbigniew Siciarz, Andrzej Markiewicz, Joanna Derdzikowska, Krzysztof Kida, Piotr Plaszczyk, Paweł Trybus, Marcin Rzepka, Szymon Sadkowski, Oskar Dereń, Piotr Ossowski, Paweł Dziepak, Ryszard Błogowski, Robert Bodzoń, Dawid Kopczyński, Grzegorz Koralewski, Damian Kielbasa, Adrian Zapala, Andrzej Armiński, Jerzy Pogorzelski, Jerzy Bohusz

# Eta Aquiliae

Gwiazdozbiór: Orzeł  
Odległość: ~1200 ly  
Jasność obserwowana: 3.5 – 4.4 mag  
Jasność absolutna: -3.9 mag  
Typ widmowy: F5Ib-G1Ib  
Promień: 60 Rs  
Masa: 7 Ms  
Temperatura ef: 5000 - 6200 K  
Moc promieniowania: 3400 Ls  
Typ zmienności DCEP  
Okres: 7.176641 d



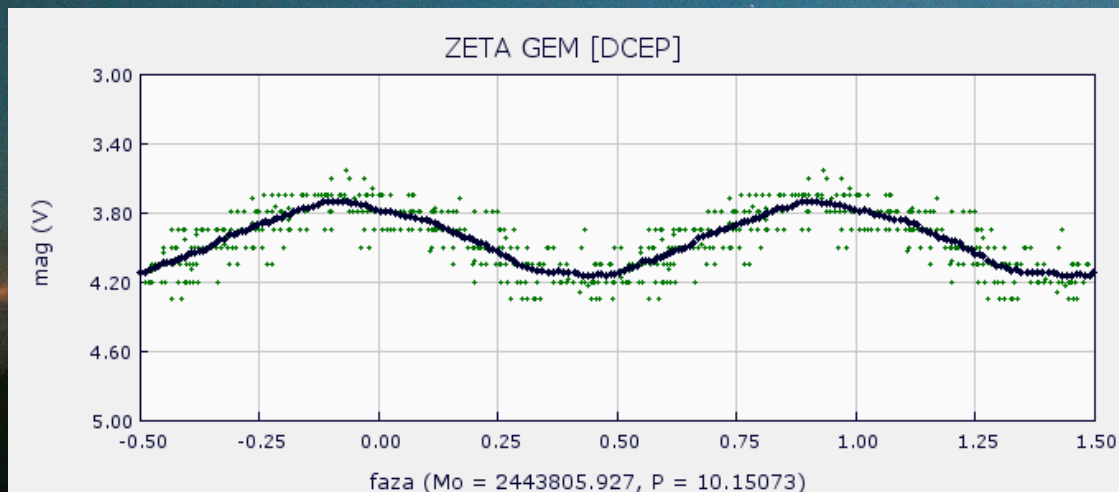
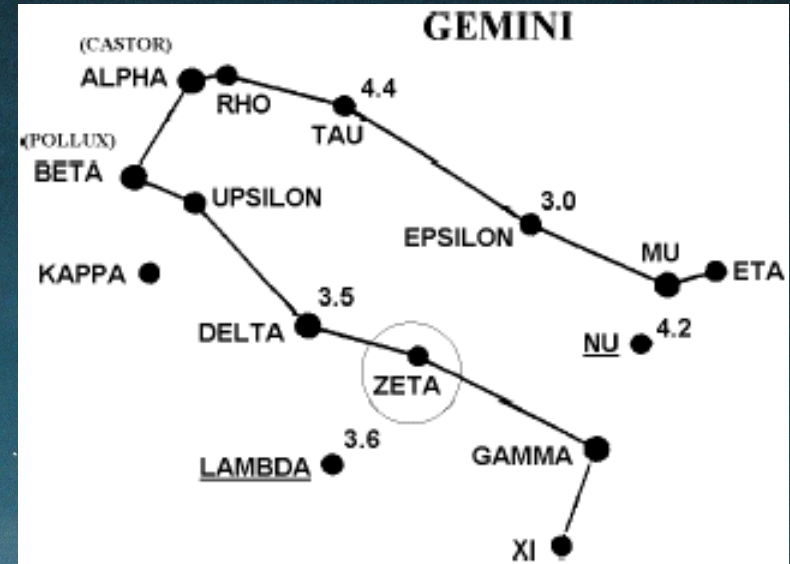
2107 obs. od 04-02-2000 do 13-11-2010

Średnia konsekwentna 150/20

obserwatorzy: Stanisław Świerczyński, Ryszard Cnota, Adam Derdzikowski, Emilian Skrzynecki, Andrzej Markiewicz, Marcin Rzepka, Bogdan Kubiak, Robert Bodzoń, Piotr Plaszczyk, Jan Starzomski, Zbigniew Siciarz, Marian Legutko, Joanna Derdzikowska, Paweł Trybus, Henryk Bilor, Ryszard Błogowski, Szymon Sadkowski, Dawid Kopczyński, Damian Kielbasa, Mateusz Dudzik, Adam Gajewski, Krzysztof Kida, Szymon Ozimek, Rafał Skibiński

# Zeta Geminorum

Gwiazdozbiór: Bliźnięta  
Odległość: ~1200 ly  
Jasność obserwowana: 3.7 – 4.2 mag  
Jasność absolutna:  
Typ widmowy: F7Ib-G3Ib  
Promień:  
Masa:  
Temperatura ef: 5300 - 5800 K  
Moc promieniowania:  
Typ zmienności DCEP (DCEPS?)  
Okres: 10.15073 d



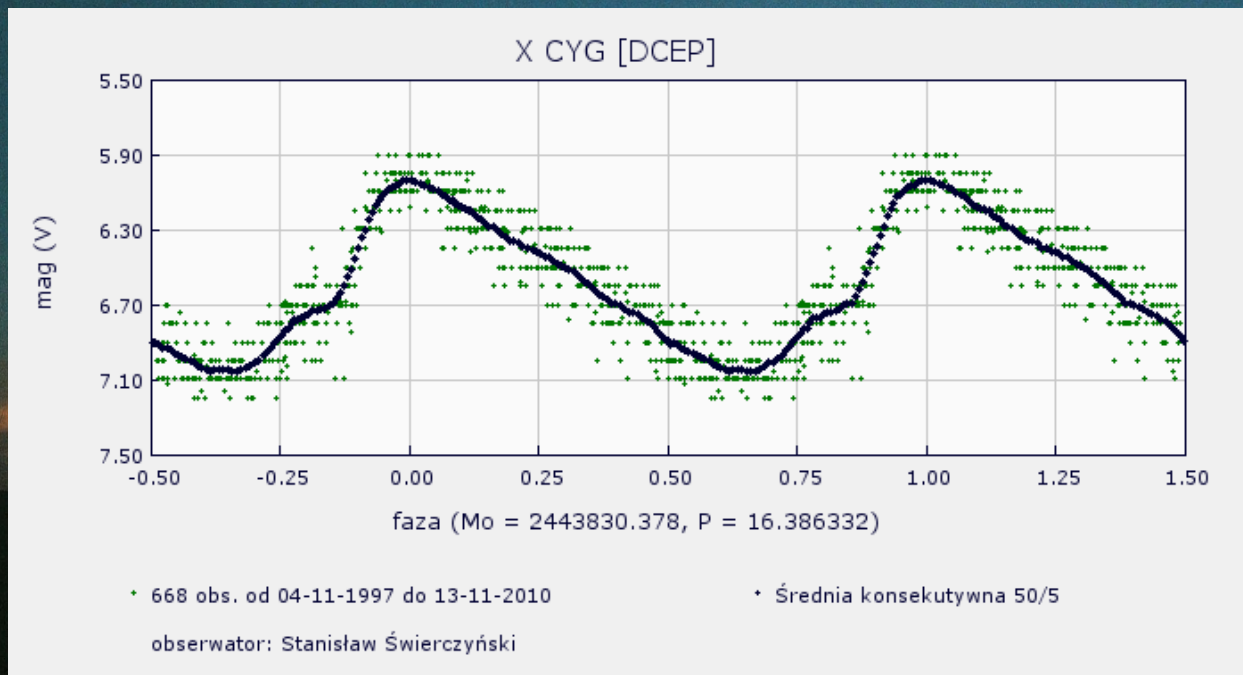
• 323 obs. od 25-10-1998 do 01-04-2010

• Średnia konsekwentna 35/3

obserwator: Stanisław Świerczyński

# X Cygni

Gwiazdozbiór: Łabędź  
Jasność obserwowana: 5.8 – 6.9 mag  
Typ zmienności: DCEP  
Okres: 16.386332



# Zmienne RV Tauri

Zmienne typu RV Tauri to olbrzymy i nadolbrzymy z przedziału typów widmowych F-K, o okresach zawierających się w przedziale od 30 do 150 dni.

Charakterystyczną cechą ich krzywych blasku jest występowanie po sobie na przemian głębszych i płytszych minimów, choć z czasem minima płytsze mogą stawać się głębsze i na odwrót. Zmienne tego typu zaliczamy do podgrupy RVa.

Podgrupa RVb obejmuje zmienne, w których normalne dla gwiazd RV Tauri wahania jasności nałożone są na zmiany blasku o znacznie dłuższej skali, rzędu kilkuset dni.

Przyczyny i charakter zmienności nie zostały jeszcze jednoznacznie wyjaśnione.

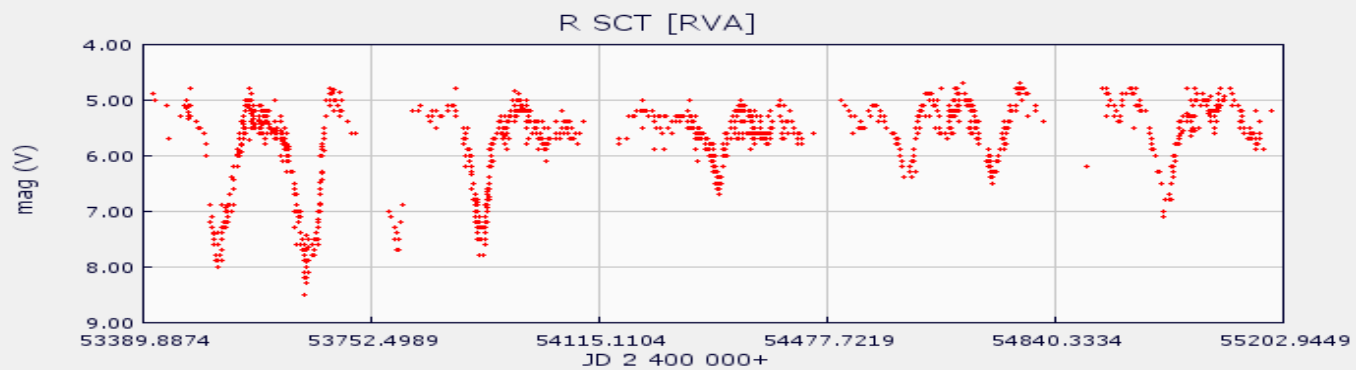
# R Scuti

Gwiazdozbiór: Tarcza

Jasność obserwowana: 4.2 – 8.6 mag

Typ zmienności: RVa

Okres: 146.5 d



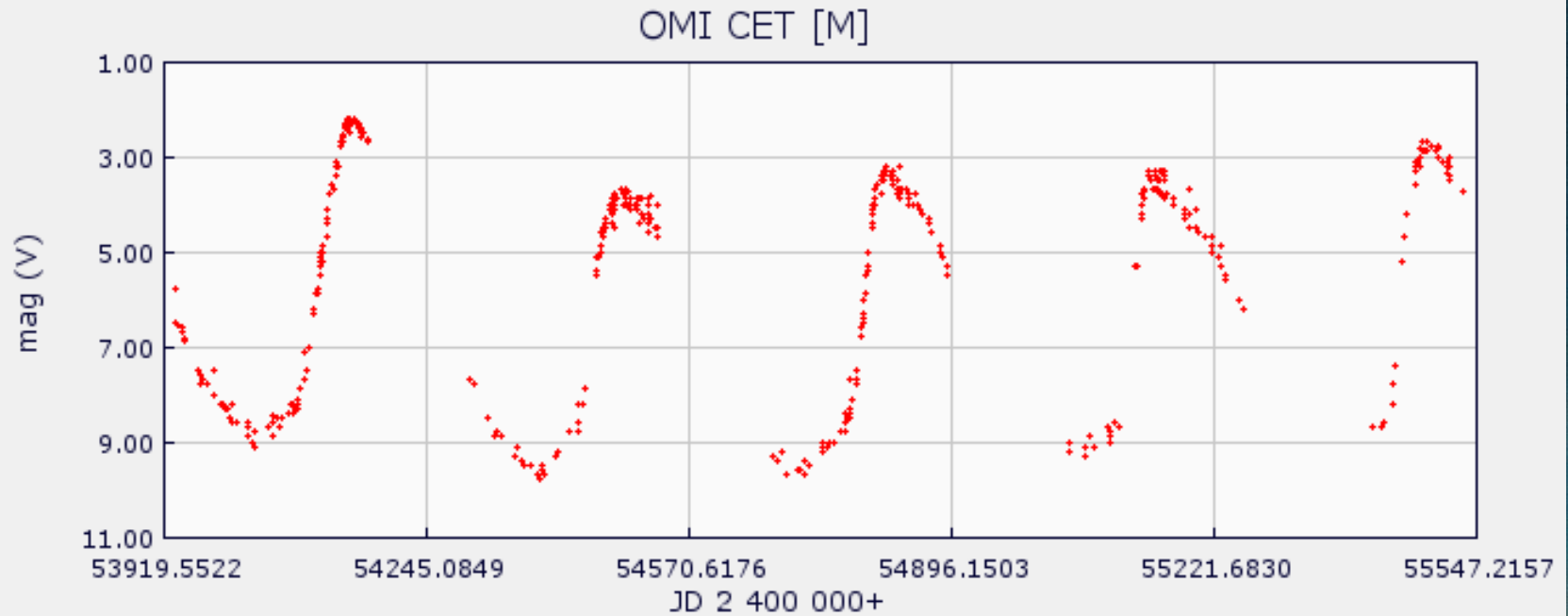
• 1293 obs. od 06-02-2005 do 19-12-2009

obserwatorzy: Stanisław Świerczyński, Jerzy Speil, Marcin Rzepka, Dariusz Dorosz, Adam Derdzikowski, Robert Bodzoń, Henryk Bilor, Andrzej Markiewicz, Marian Legutko, Oskar Dereń, Zbigniew Siciarz, Paweł Trybus, Ryszard Cnota, Damian Kielbasa, Bogdan Kubiak, Artur Wargin, Maciej Reszelski, Jan Starzomski, Piotr Plaszczyk, Joanna Derdzikowska, Jerzy Pogorzelski, Adam Gajewski, Szymon Sadkowski, Rafał Skibiński

# Zmienne długookresowe (LPV)

- **M - miry (mirydy)**. Są to czerwone olbrzymy i nadolbrzymy typów widmowych M, C i S, zajmujących na diagramie H-R prawy kraniec gałęzi olbrzymów. Odznaczają się one bardzo dużą, rzędu kilku magnitudo, amplitudą zmian jasności wizualnej. Okresy zmienności bardzo długie (zawierają się w przedziale od około stu do kilkuset dni), co jest zgodne z małą średnią gęstością tych gwiazd. Najczęściej występują okresy między 200 i 400 dni z maksimum ok. 280 dni. Gwiazdy te pulsują radialnie w modzie podstawowym.
- **SR – półregularne**
  - **SRa**: typy widmowe (M, C, S lub Me, Ce, Se). W zasadzie utrzymują periodyczność, lecz nie utrzymują stałości amplitudy i okresu. Amplitudy zmian jasności zazwyczaj nie przekraczają  $2.5^m$  a okresy leżą w przedziale 35 - 1200 dni. Wiele z tych gwiazd różni się od mir jedynie małą amplitudą zmian jasności.
  - **SRb**: półregularne późnych typów widmowych o słabo zaznaczonej periodyczności lub z następującymi kolejno przedziałami okresowości i wolnych nieregularnych zmian, a nawet okresów stałości blasku. Okresy zawierają się w przedziale 20 do 2300 dni. Dla wielu z tych gwiazd obserwuje się dwa lub więcej nałożonych na siebie okresów pulsacji.
  - **SRc**: nadolbrzymy późnych typów widmowych z amplitudami około  $1^m$  i okresami zmian jasności od 30 dni do kilkunastu lat.
  - **SRd**: olbrzymy i nadolbrzymy typów widmowych F, G, K, czasami z liniami emisyjnymi w ich widmach. Amplitudy zmian jasności wynoszą  $1 - 4^m$  a okresy zawierają się w przedziale od 30 do 1100 dni.
- **L – wolnozmiennie, nieregularne**

# Omi Ceti (Mira)

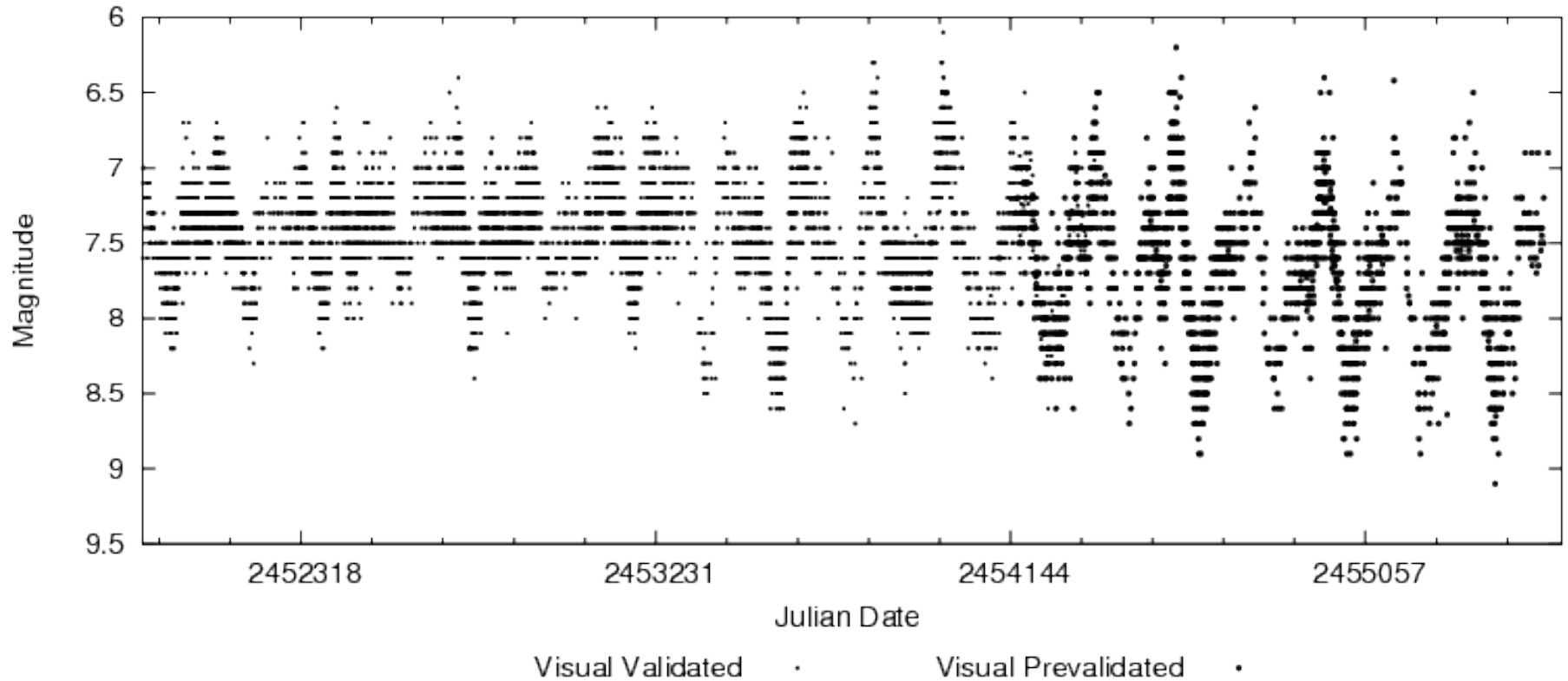


♦ 450 obs. od 19-07-2006 do 30-11-2010

obserwatorzy: Stanisław Świerczyński, Marcin Rzepka, Dariusz Dorosz, Adam Derdzikowski, Jerzy Speil, Bogdan Kubiak, Emilian Skrzynecki, Marian Legutko, Artur Wargin, Oskar Dereń, Paweł Trybus, Robert Bodzoń, Zbigniew Siczarz, Henryk Bilor, Joanna Derdzikowska, Rafał Skibiński, Elwira Schlesinger-Borycka, Marcin Filipek, Maciej Reszelski, Adam Gajewski, Leszek Marcinek, Jan Starzomski

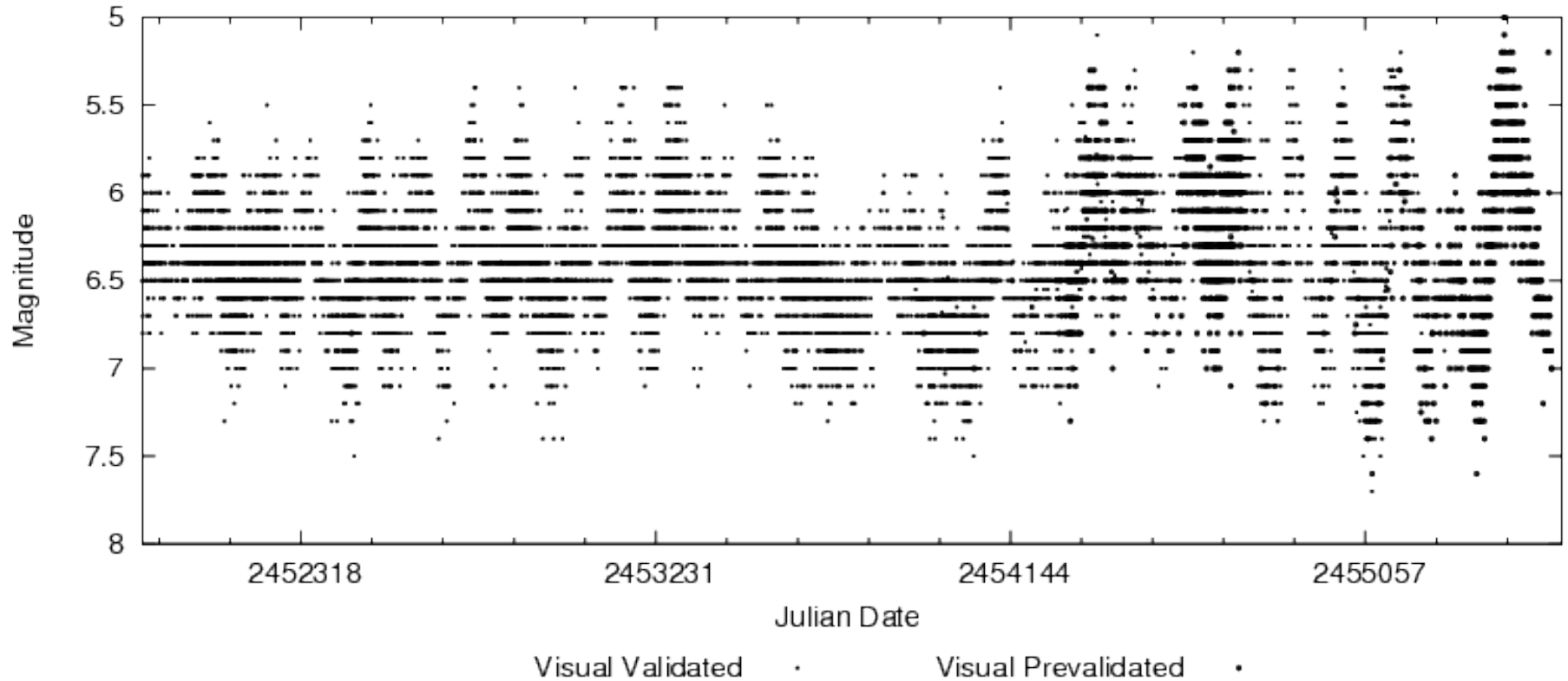
# Zmienne półregularne – krzywe jasności

AAVSO DATA FOR V CVN - WWW.AAVSO.ORG



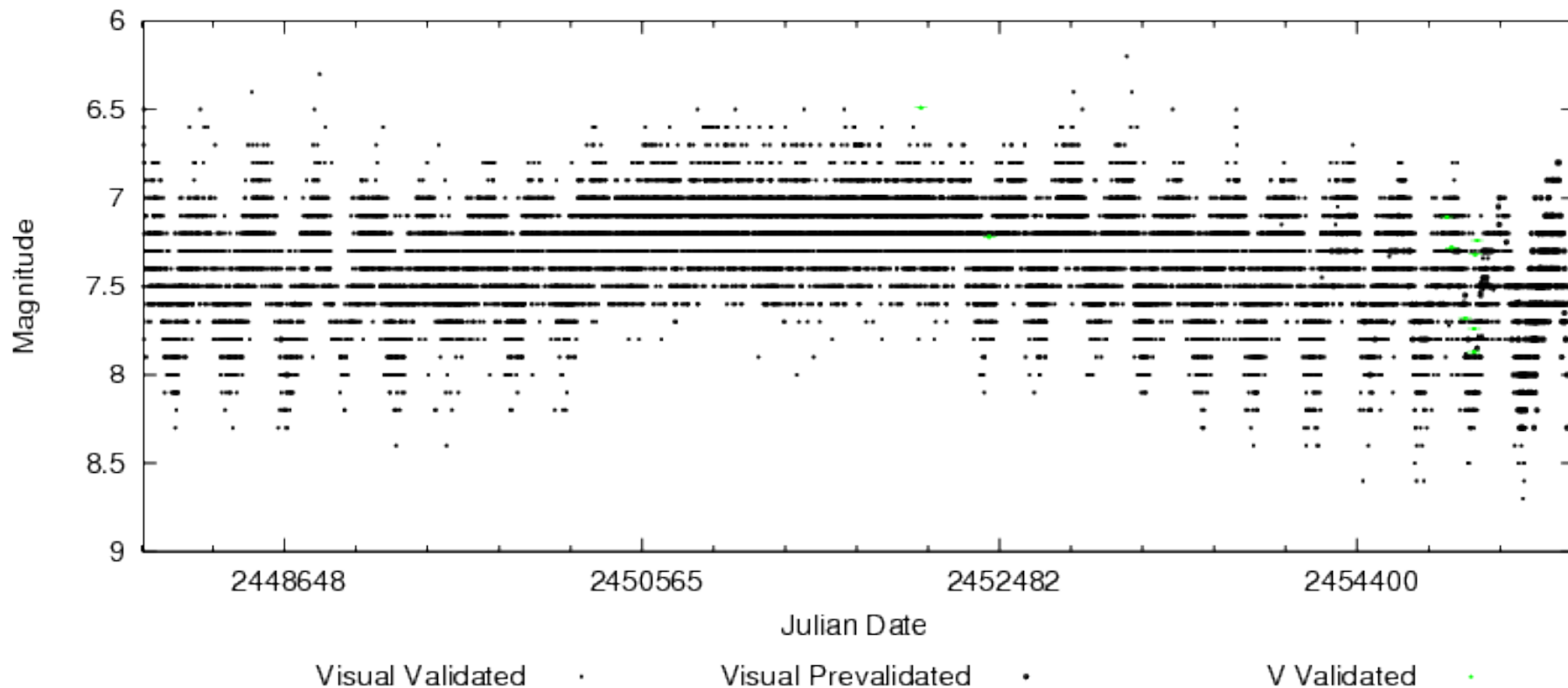
# Zmienne półregularne – krzywe jasności

AAVSO DATA FOR W CYG - WWW.AAVSO.ORG

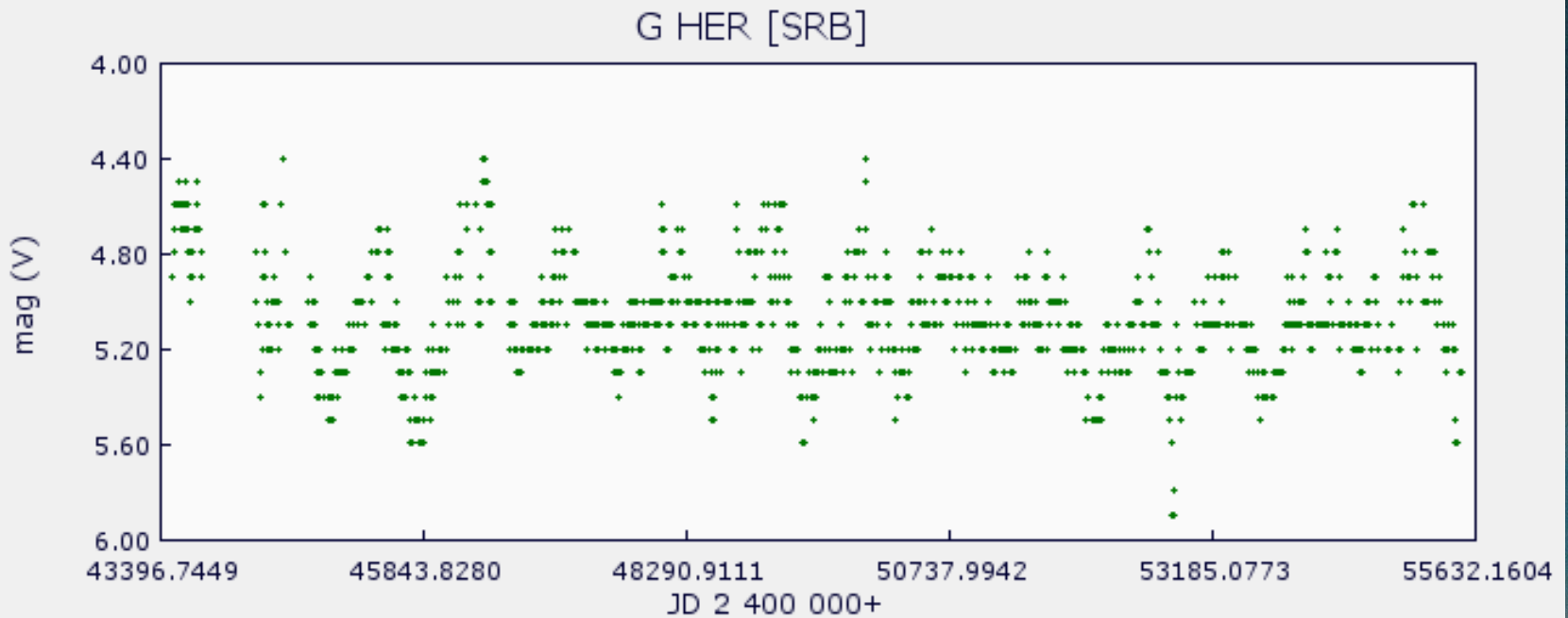


# Zmienne półregularne – krzywe jasności

AAVSO DATA FOR RY UMA - WWW.AAVSO.ORG



# Zmienne półregularne – krzywe jasności



• 1291 obs. od 08-01-1978 do 11-11-2010

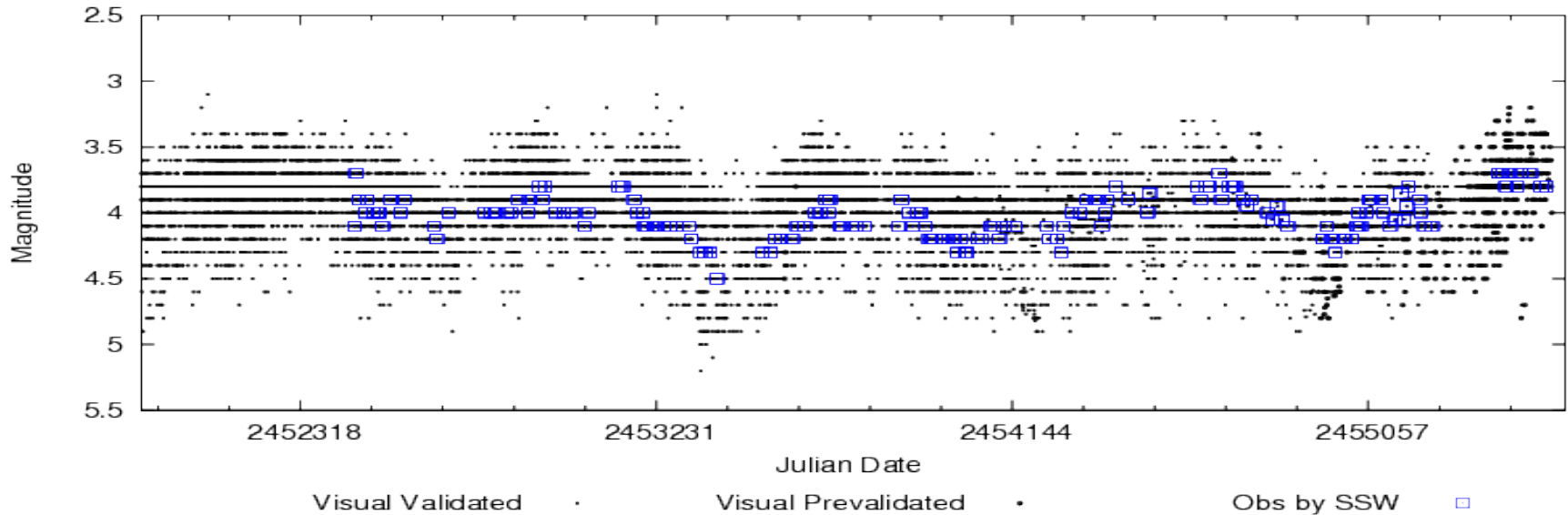
obserwator: Jerzy Speil

# Mi Cephei

Gwiazdozbiór: Cefeusz  
Odległość: 1868  $\pm$  294 ly  
Jasność obserwowana: 3.4 – 5.1 mag  
Jasność absolutna: -7 mag  
Typ widmowy: M2eIa  
Promień: 1650 Rs  
Masa: 15 Ms  
Temperatura ef: 3700 K  
Moc promieniowania: 60000 Ls  
Typ zmienności SRC

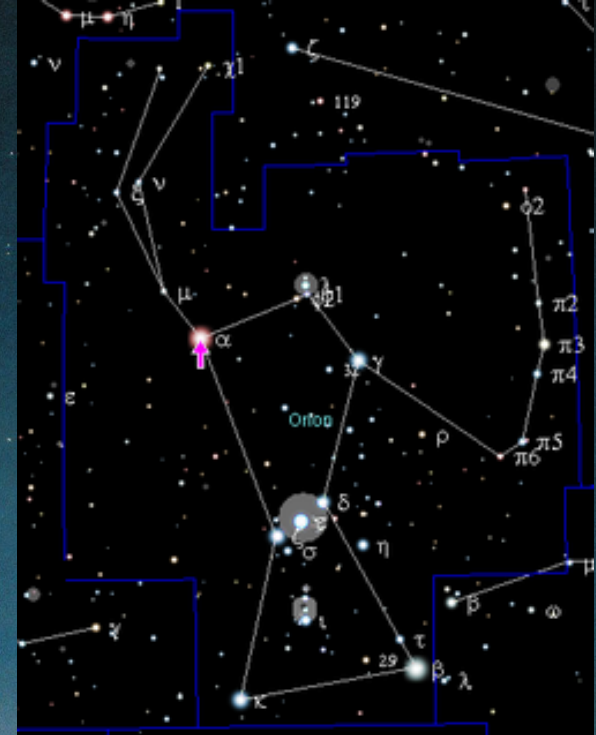


AAVSO DATA FOR MIU CEP - WWW.AAVSO.ORG

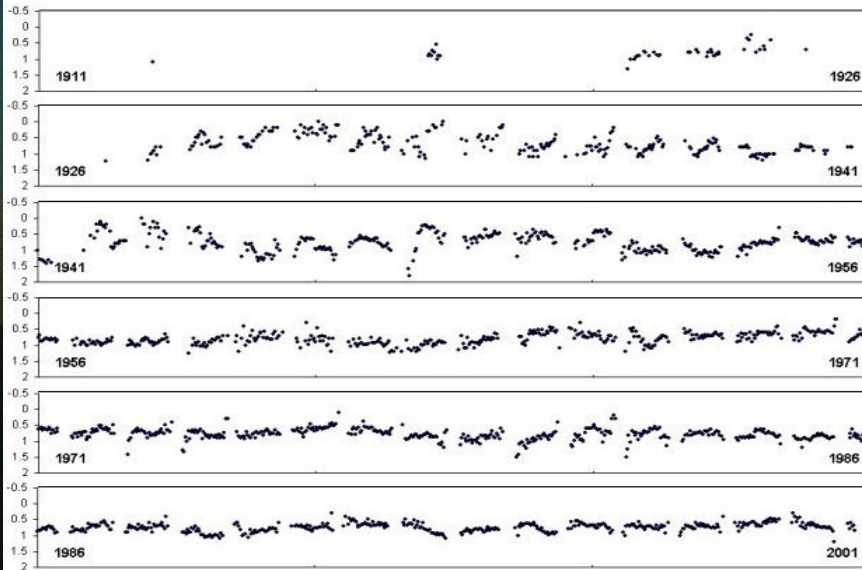


# Alpha Orionis (Belelgeuse)

Gwiazdozbiór: Orion  
Odległość: 643  $\pm$  146 ly  
Jasność obserwowana: 0.0 – 1.3 mag  
Jasność absolutna: -7 mag  
Typ widmowy: M1-M2Ia-Ibe  
Promień: 1200 Rs  
Masa: 20 Ms  
Temperatura ef: 3500 K  
Moc promieniowania: 140000 Ls  
Typ zmienności SRC



Alpha Orionis (Semiregular)  
1911-2001 (10-day means)



Size of Star

Size of Earth's Orbit

Size of Jupiter's Orbit

Dziękuję za uwagę