

# Misje CoRoT i Kepler: obserwacje gwiazd i planet

Ewa Niemczura

Instytut Astronomiczny UW

# Instytut Astronomiczny Uwr

**Instytut Astronomiczny tworzą dwa zakłady:**

- Zakład Astrofizyki i Astronomii Klasycznej
- Zakład Heliofizyki i Fizyki Kosmicznej

**Popularyzacja:**

- Wykłady popularnonaukowe
- Planetarium
- Projekt „Astro Izery”
- ...



*Kopernika 11, Wrocław  
[www.astro.uni.wroc.pl](http://www.astro.uni.wroc.pl)*

# CoRoT

**CoRoT (*Convection Rotation and planetary Transits*)**

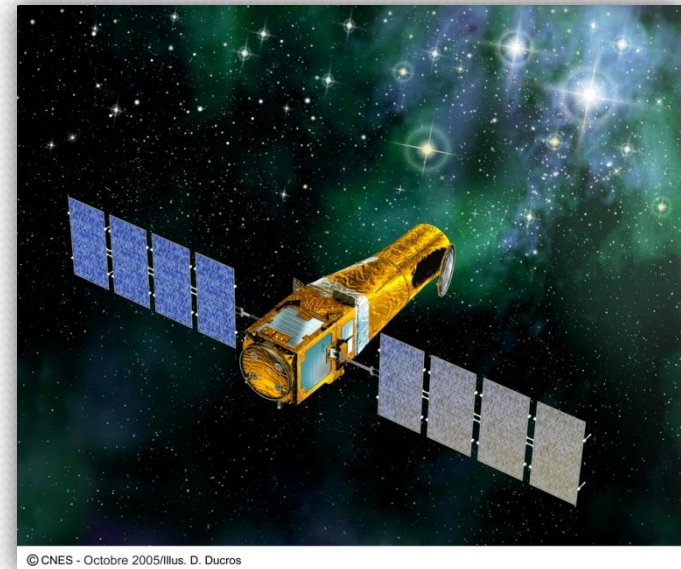
wspólna misja:

Europejska Agencja Kosmiczna

Francuska Agencja Kosmiczna

Satelita został wyniesiony na orbitę 27 grudnia 2006 roku przez raketę Sojuz.

Średnica zwierciadła głównego teleskopu: 27-cm; kamera CCD



© CNES - Octobre 2005/illus. D. Ducros

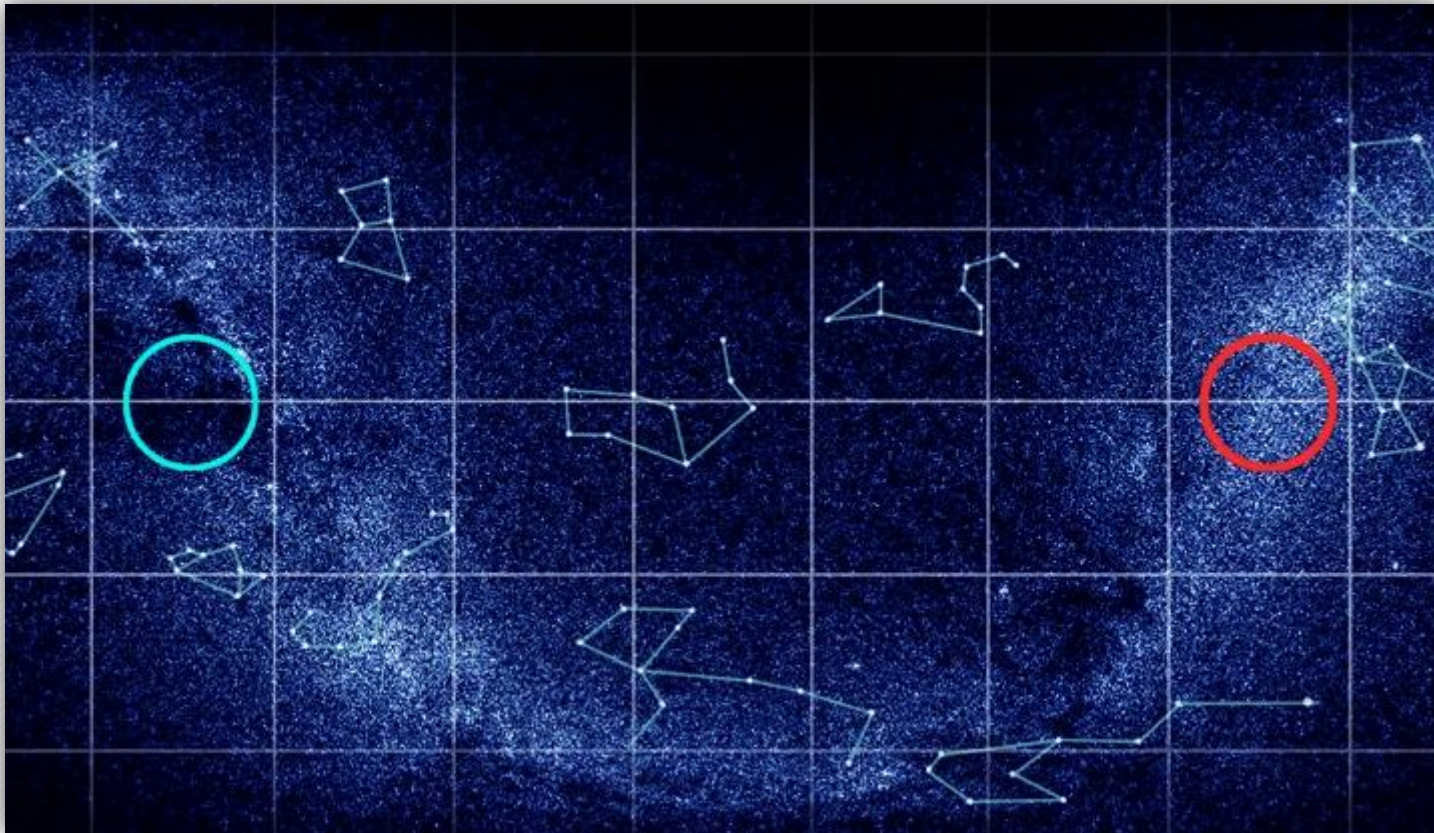




# CoRoT

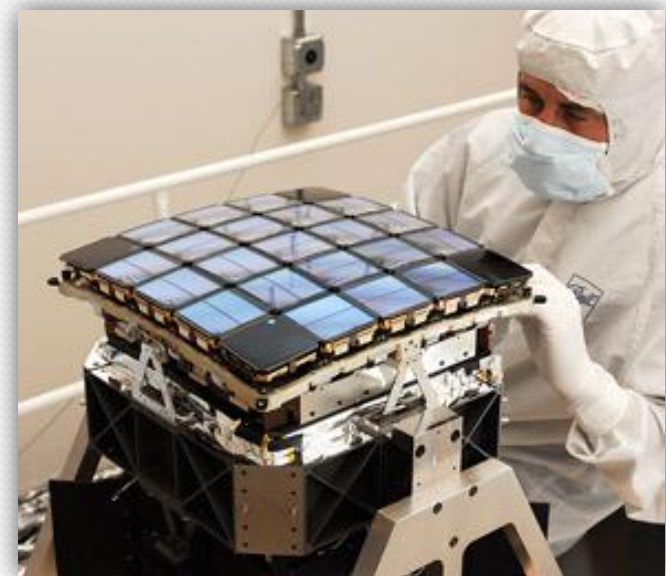
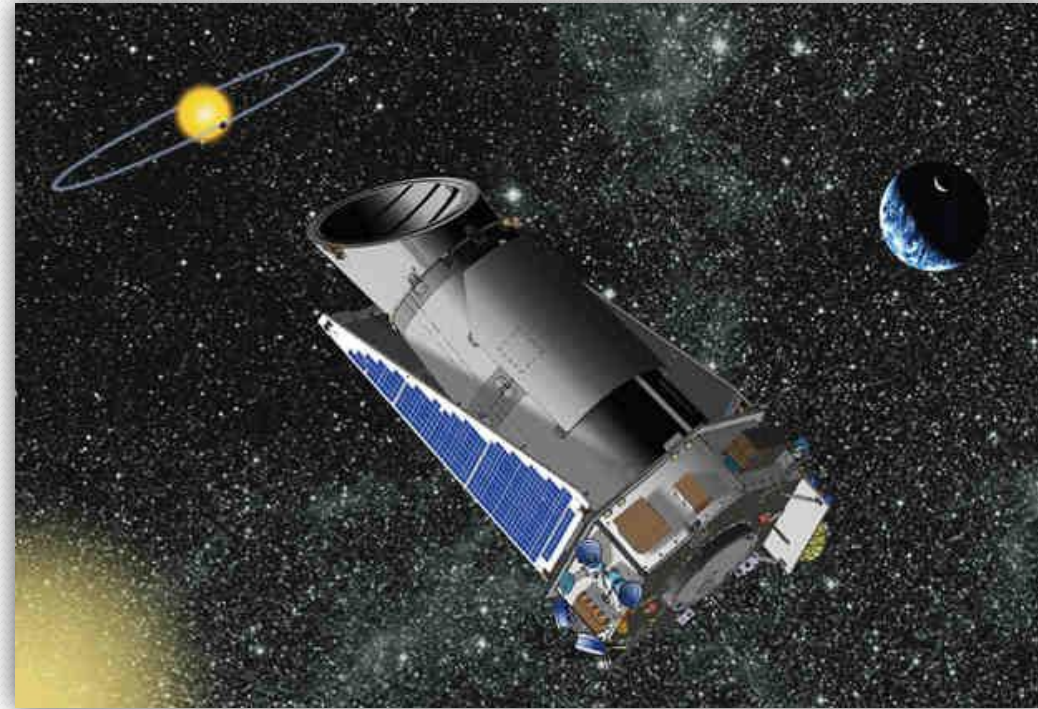
## **Cele naukowe projektu:**

- Poszukiwanie planet poza Układem Słonecznym
- Badanie wnętrza gwiazd poprzez analizę ich pulsacji



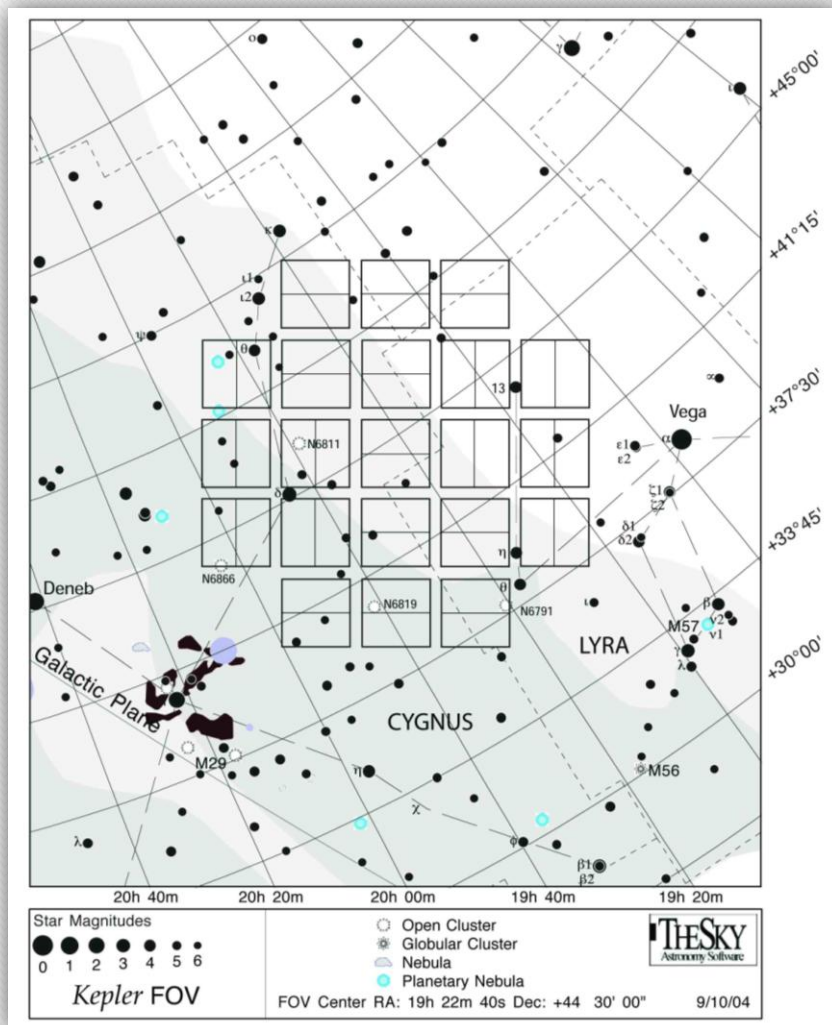
# Kepler

- Satelita Kepler – obserwatorium kosmiczne przeznaczone do poszukiwania planet typu ziemskiego.
- NASA: budowa i działanie misji; naziemne systemy kontroli i analiza danych naukowych.
- Wyniesienie na orbitę: 2009-03-07, Cape Canaveral Air Force Station
- Zespół 42 detektorów CCD jednocześnie wykonuje pomiary jasności około 150 000 gwiazd.





# Kepler

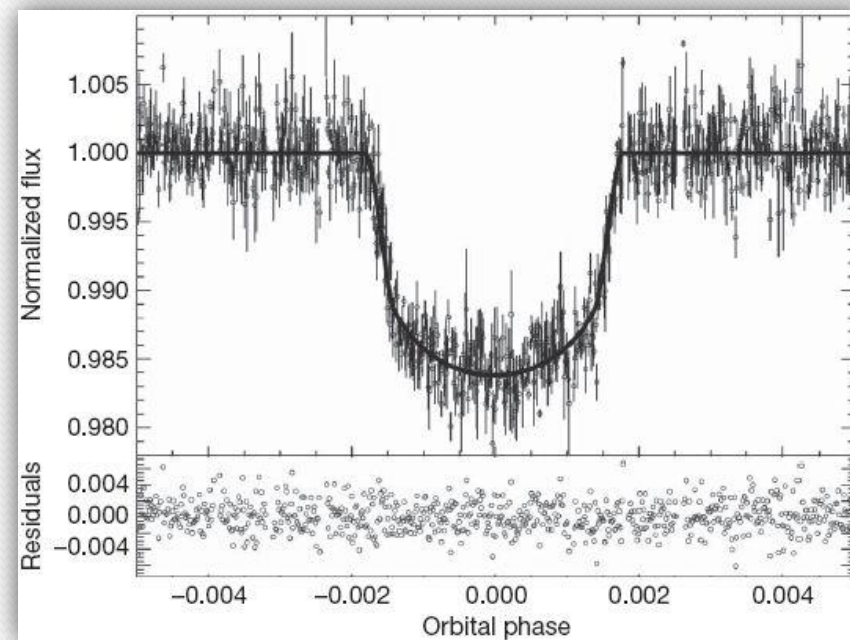
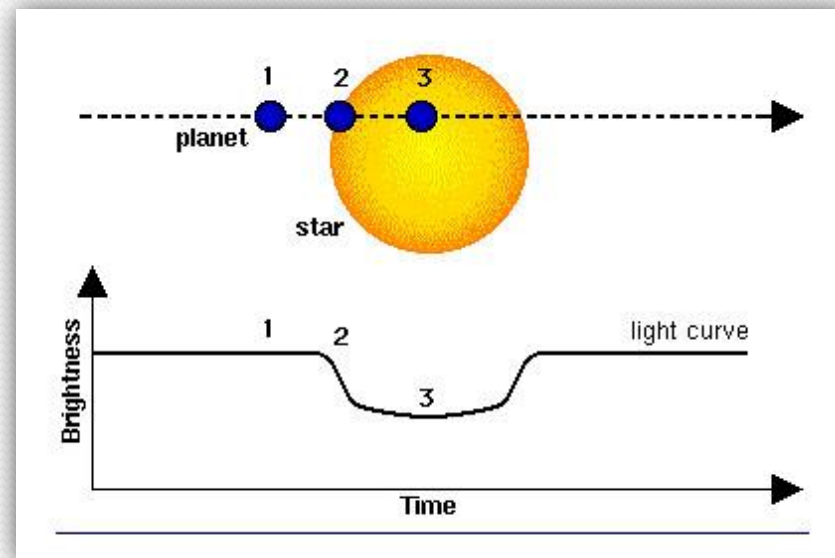


- Gwiazdozbiory: Łabędź, Lutnia, Smok;
- Stałe pole widzenia: około 12 stopni kwadratowych;
- Główny cel misji: określenie częstości występowania planet i układów planetarnych w Galaktyce oraz ich różnorodności.
- Dodatkowy cel: badanie gwiazd pulsujących

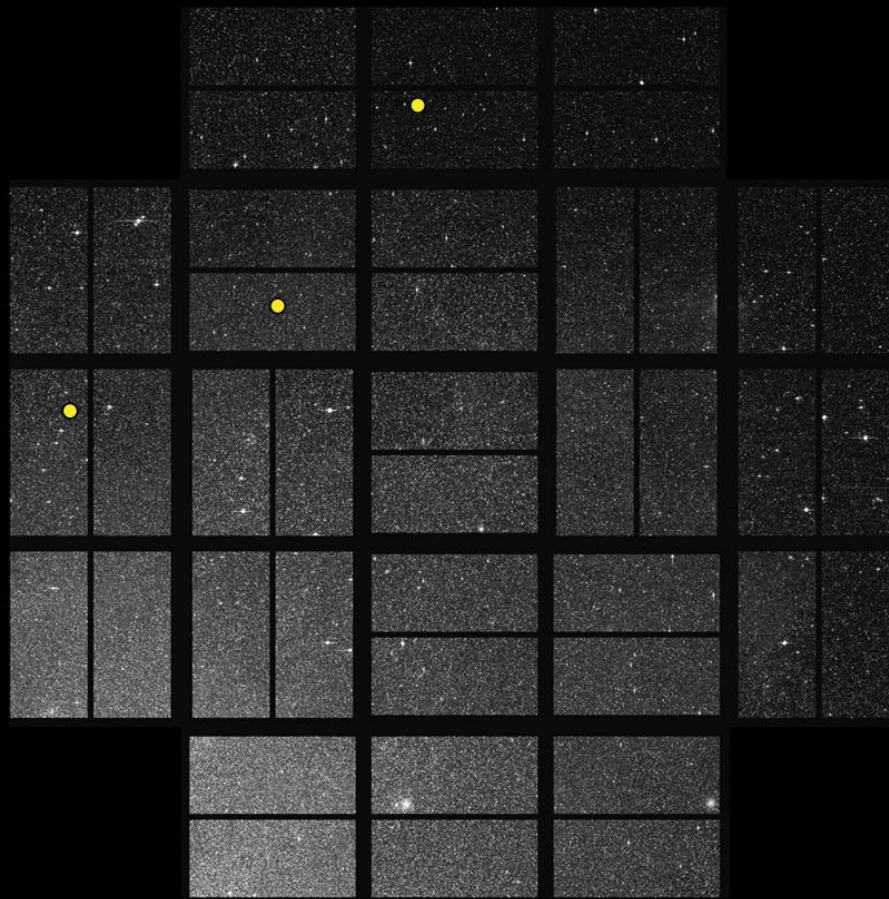
# Metoda tranzytu

- Przy odpowiednim położeniu orbity egzoplanety, raz na okres obiegu przechodzi ona na tle gwiazdy macierzystej powodując spadek widzianej jasności gwiazdy.
- Charakterystyki takiego tranzytu różnią się od spadku jasności związanego z aktywnością gwiazdy.
- Zalety metody:
  - łatwość stosowania na dużej próbie gwiazd
  - oszacowanie rozmiaru planety
  - możliwość detekcji atmosfery
  - możliwość detekcji planet typu ziemskiego
- Wady metody: wymagana wysoka czułość, niskie prawdopodobieństwo tranzytu.

*tranzyt planety COROT-9b  
(gorący Jowisz)*



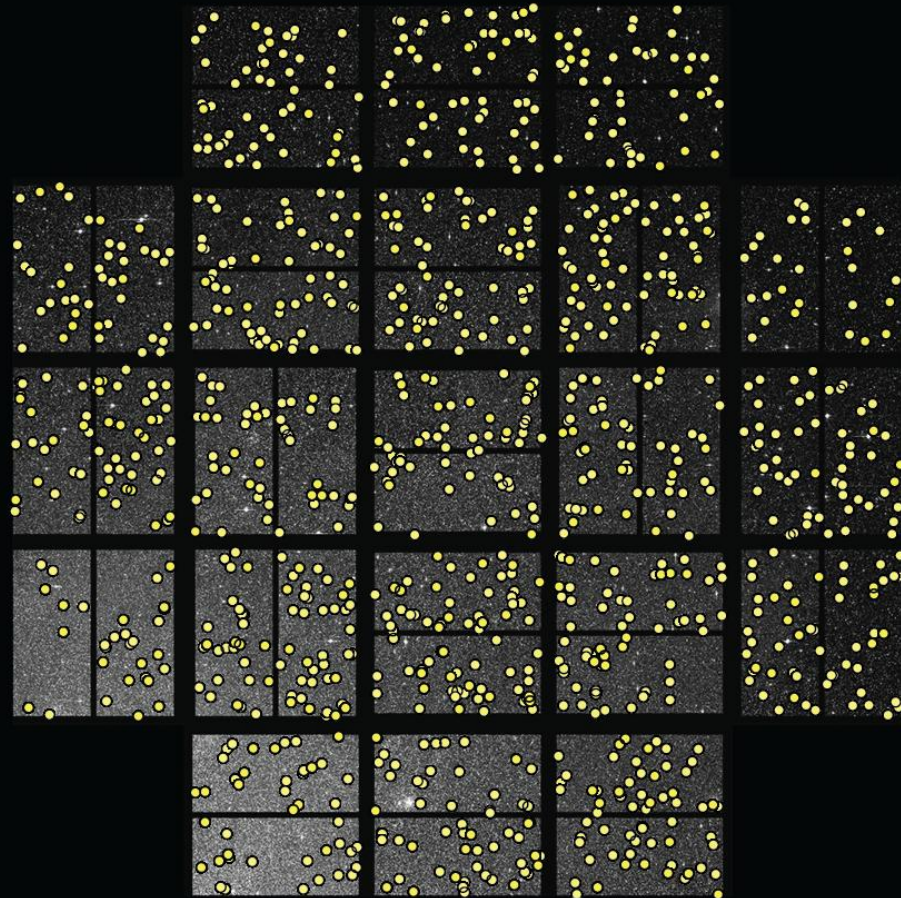
# Pre-Kepler Planets in the Field of View





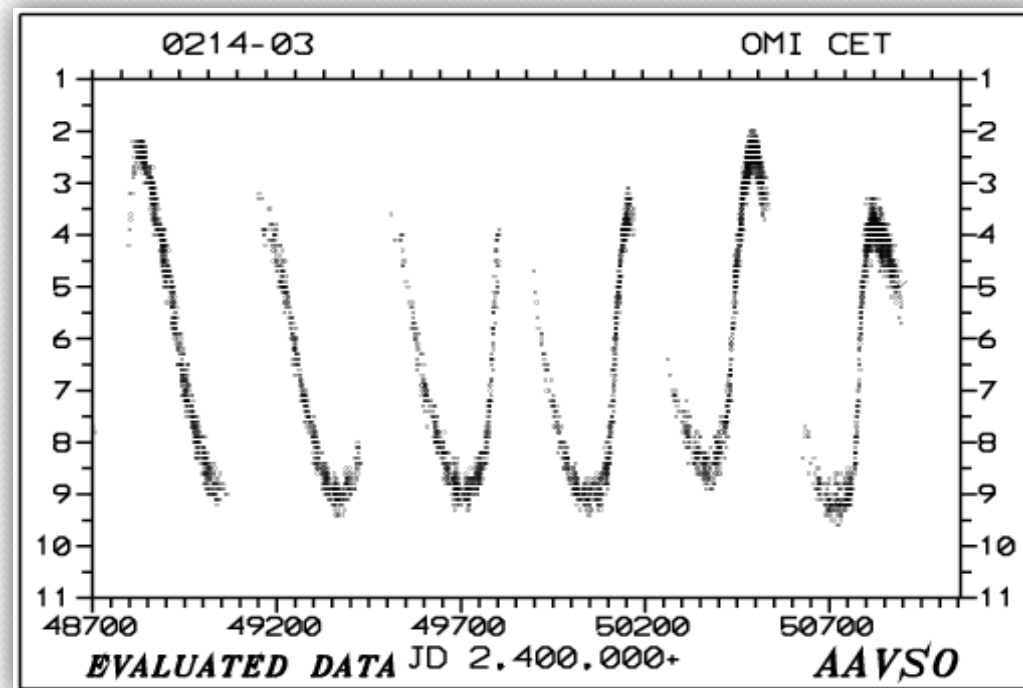
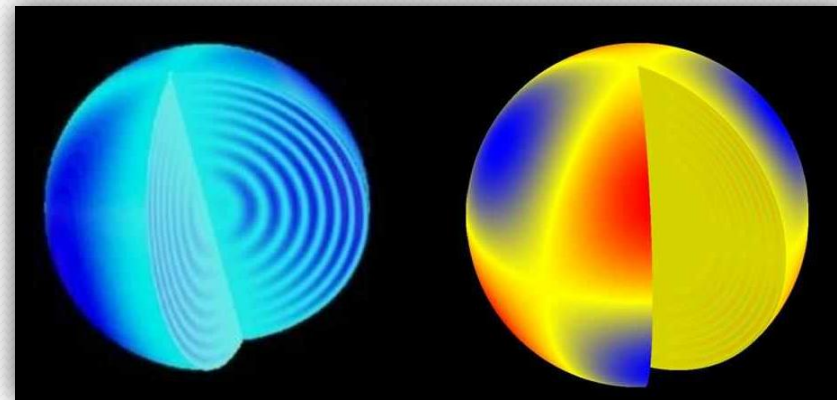
# Pre-Kepler Planets in the Field of View

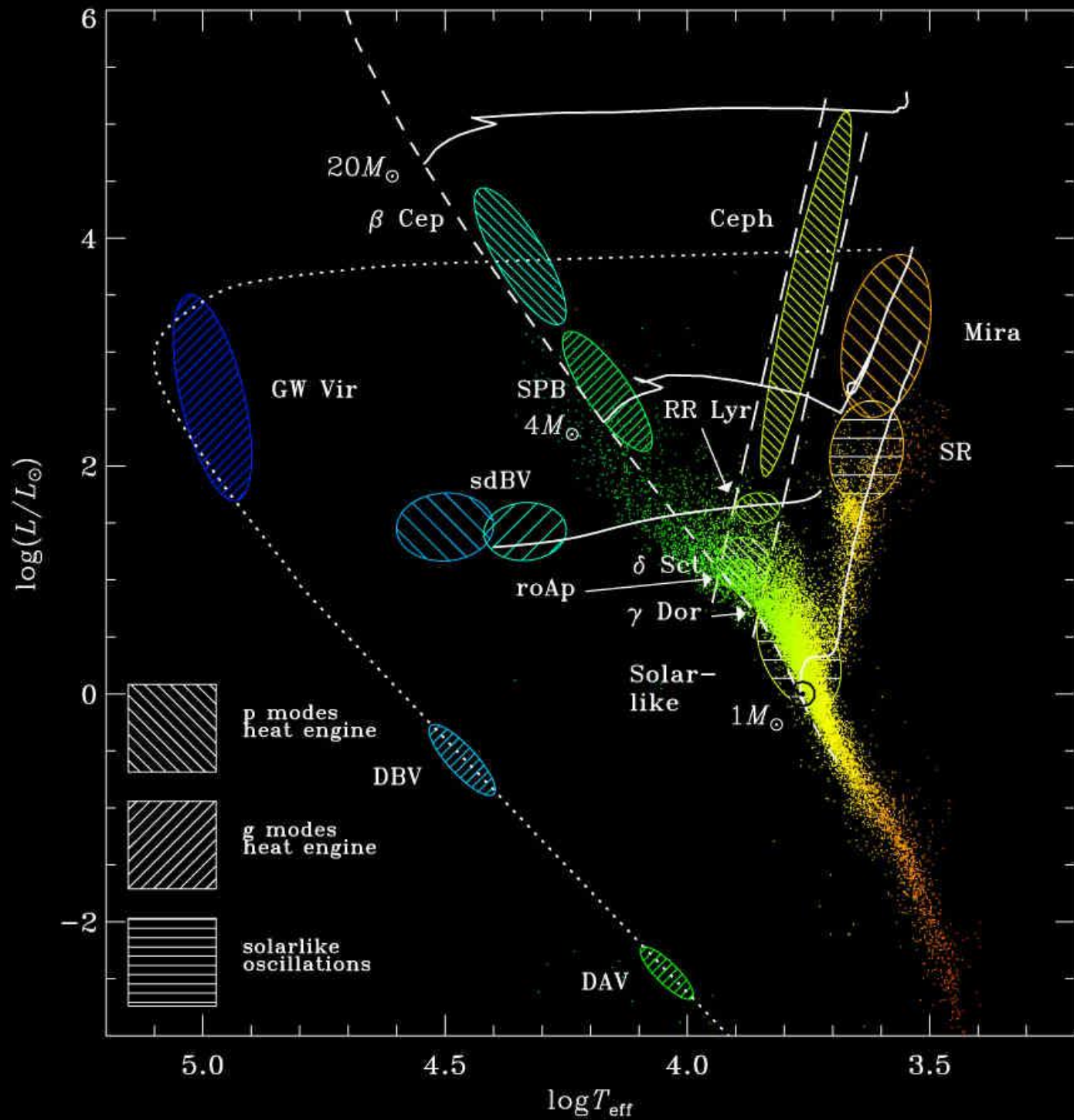
## Kepler's 1,000+ Planet Candidates



# Gwiazda pulsująca

- **Gwiazda pulsująca** - gwiazda, której zmienność spowodowana jest przez zachodzące w niej pulsacje, czyli istnienie fal akustycznych lub/i grawitacyjnych
- **Obserwowanym przejawem tego zjawiska są np. zmiany jasności gwiazdy**





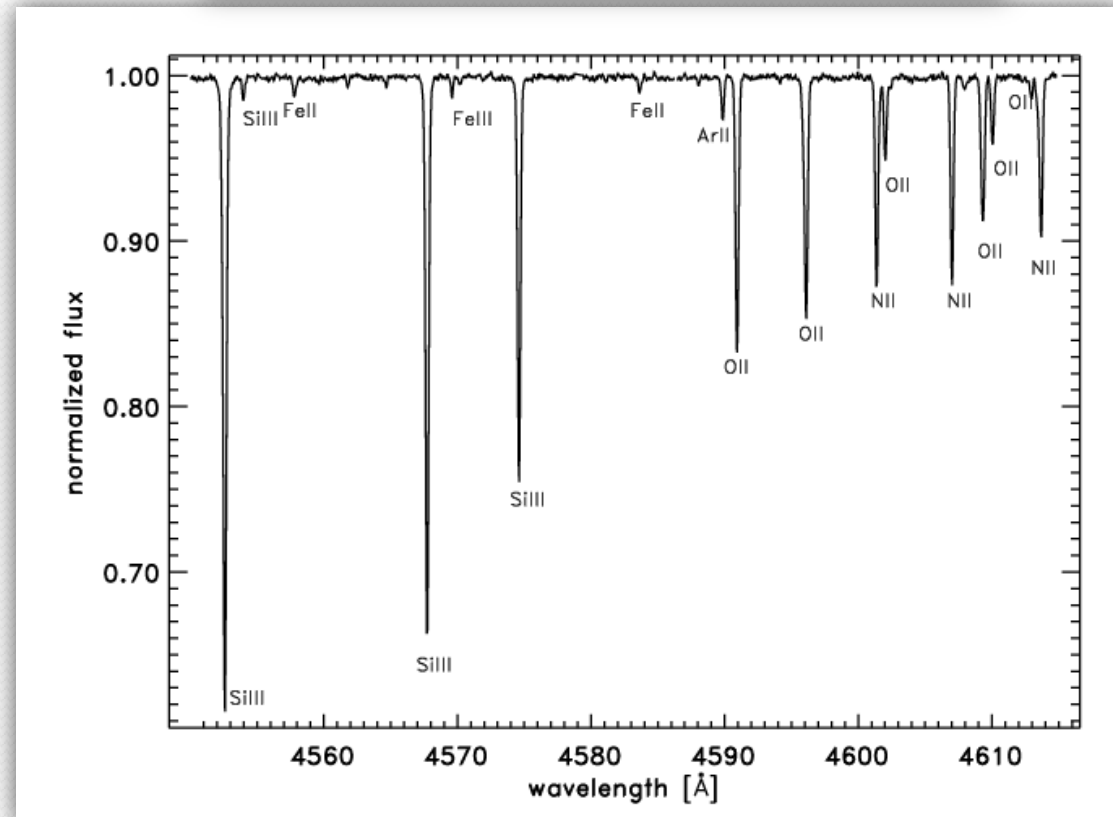
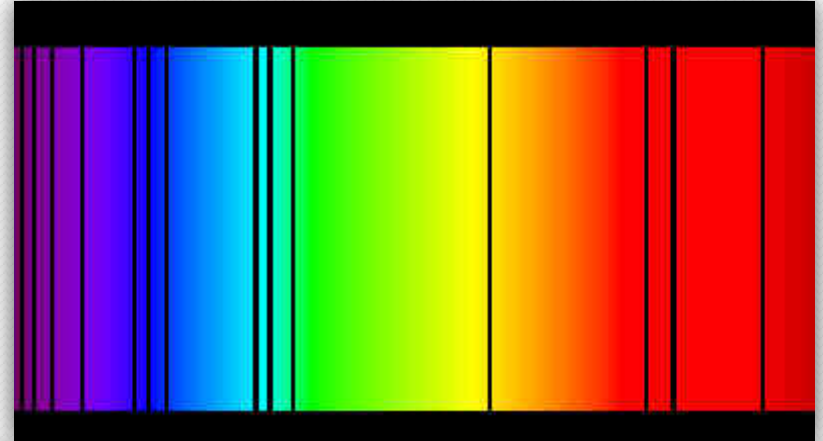


# Asteroseismologia

- **Asteroseismologia** – badanie wnętrza gwiazd pulsujących poprzez interpretację ich widm częstości.
- Obserwujemy pulsacje gwiazdy, stąd mamy częstotliwości, amplitudy i fazy pulsacji;
- Konstruujemy model gwiazdy (zakładamy początkowe wartości  $L$ ,  $M$ ,  $R$ ,  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$ , skład chemiczny, rotacja itd.). Otrzymujemy teoretyczne charakterystyki pulsacji;
- Porównujemy częstotliwości obserwowane i teoretyczne; jeśli są różne, poprawiamy parametry modelu tak, aby uzyskać jak najlepszą zgodność;
- Im więcej częstotliwości obserwujemy, tym więcej możemy dowiedzieć się o gwiazdzie.

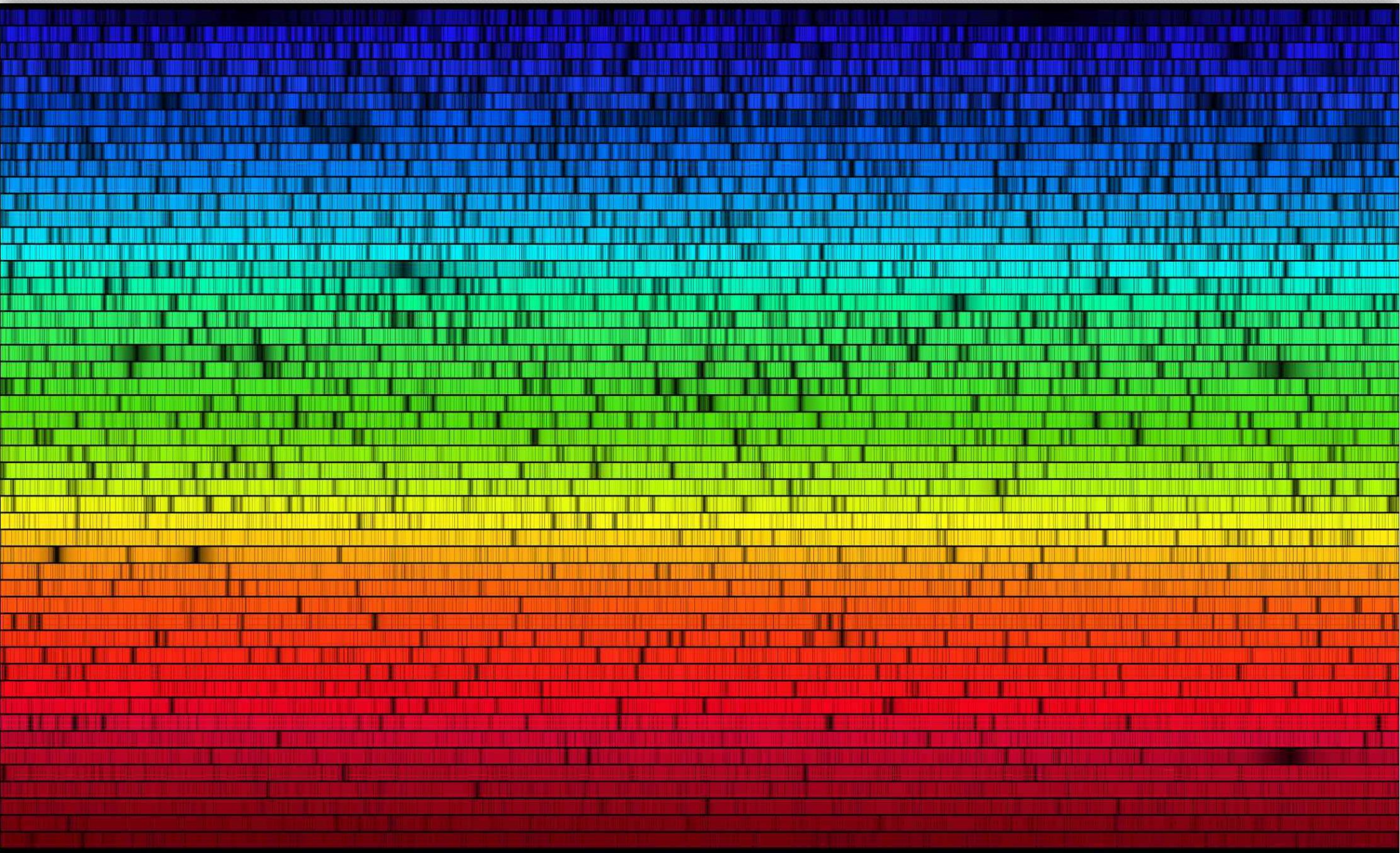
# Wyznaczanie parametrów atmosferycznych

- Spektroskopia o wysokiej rozdzielczości
- Parametry atmosferyczne
  - *Temperatura efektywna*
  - *Przyspieszenie grawitacyjne*
  - *Mikroturbulencja*
  - *Prędkość rotacji*
  - *Skład chemiczny*





# Obserwacje spektroskopowe Słońca





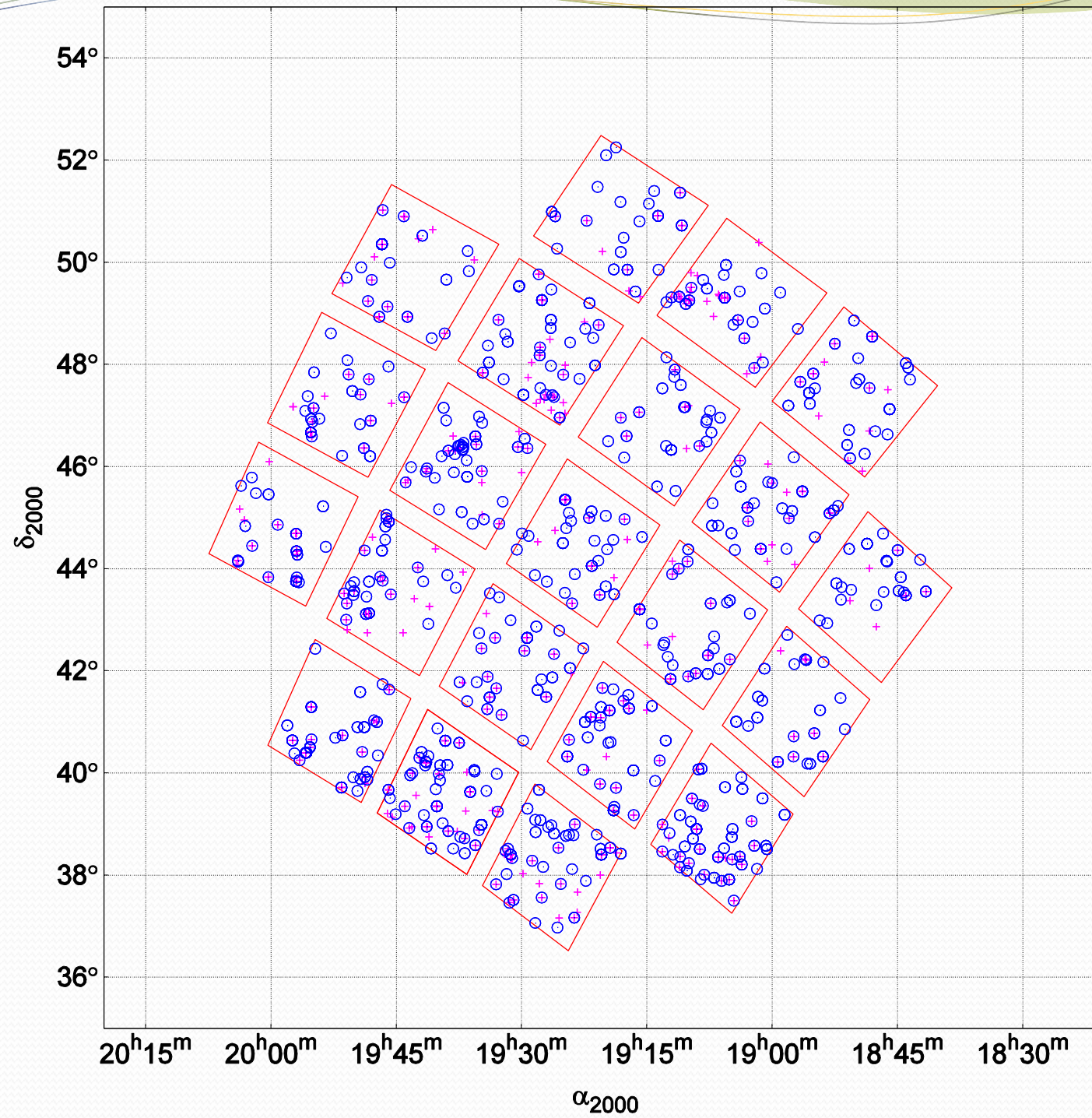
# Obserwacje spektroskopowe gwiazd CoRoT i Keplera

Spektroskopia gwiazd CoRoT: baza danych GAUDI

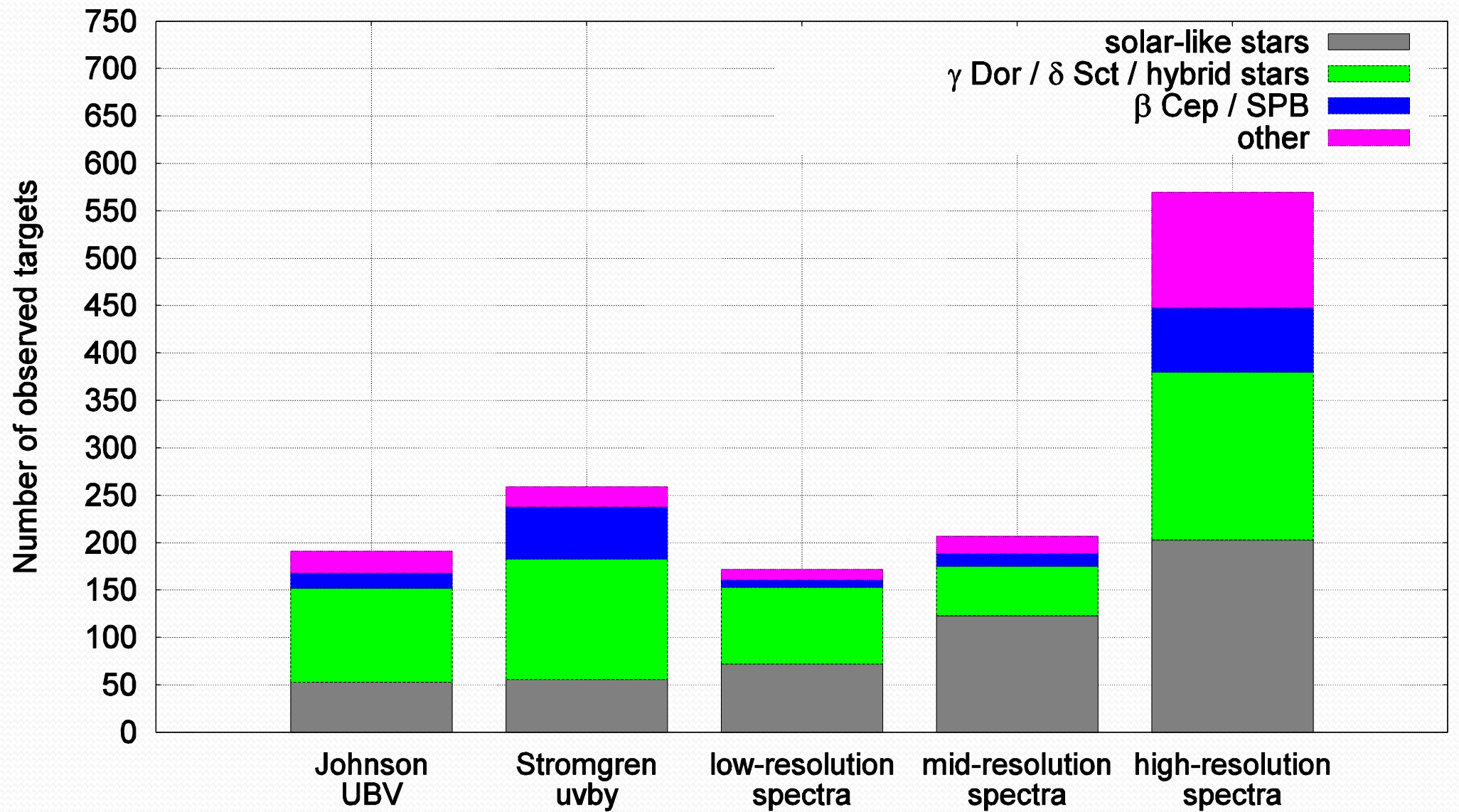
Spektroskopia gwiazd Keplera: w trakcie realizacji



# Pole Keplera: spektroskopopia



# Pole Keplera: spektroskopia





# Obserwacje spektroskopowe: LAMOST

Lustra: sześciokątne segmenty (1.1m)

MB: 37 segmentów

MA: 24 segmenty

Limit: około 20 mag

Spektroskopia wieloobiektowa (4000 obiektów).

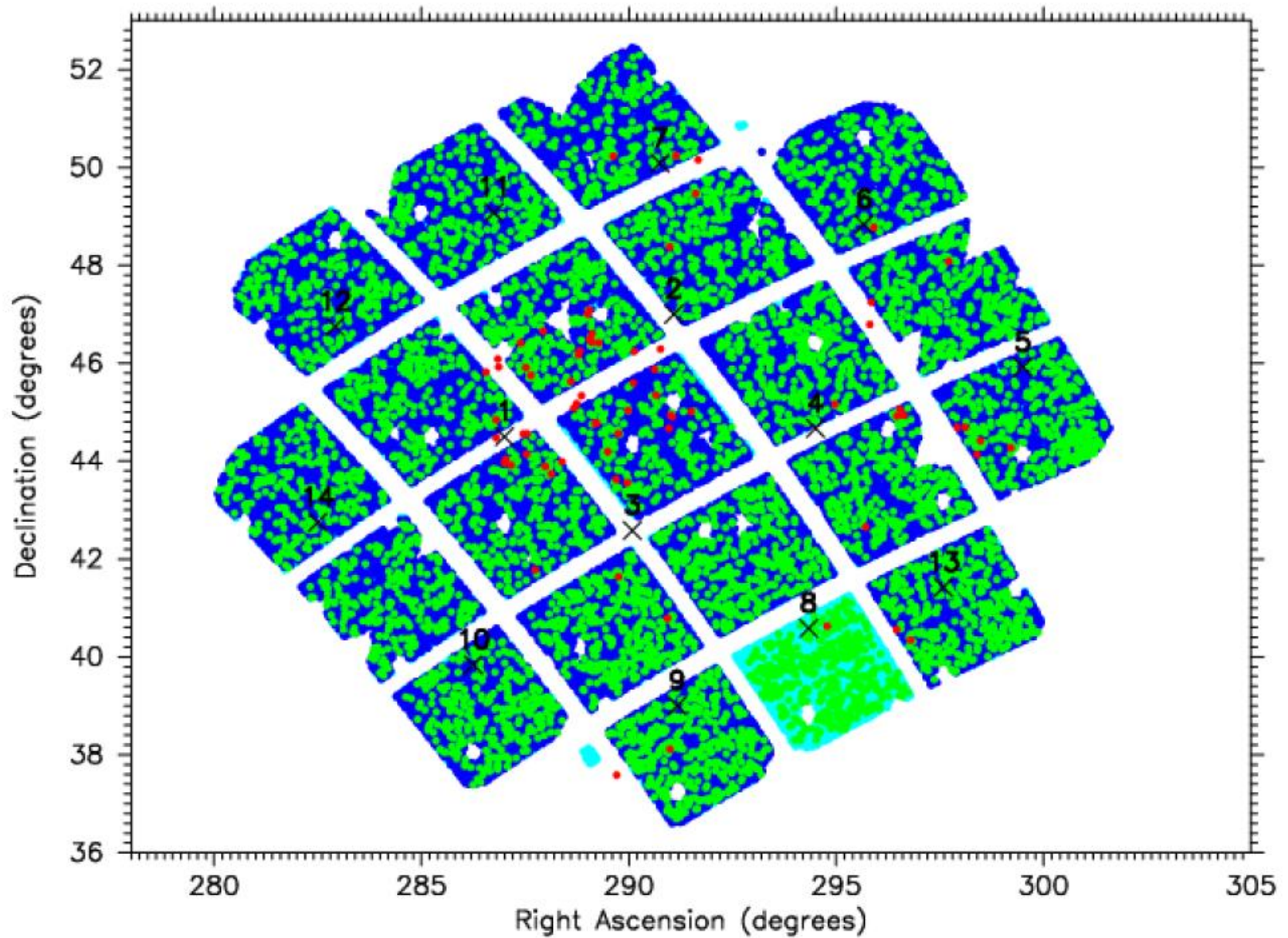


# Obserwacje spektroskopowe: LAMOST

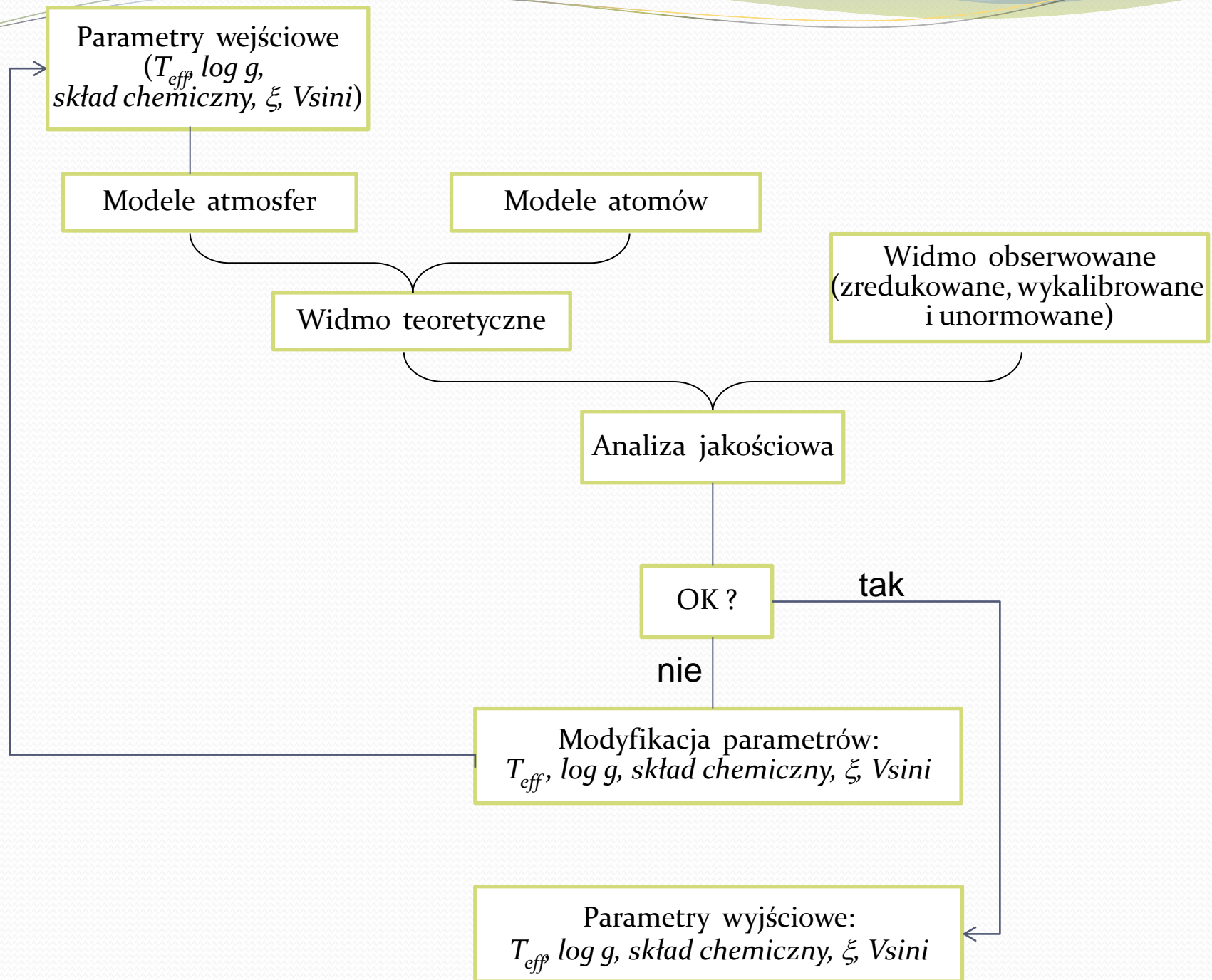
Lustra: sześć  
MB: 37 segm  
MA: 24 segm

Limit: około 2

Spektroskopi



# Schemat analizy danych spektroskopowych





# Podsumowanie dotychczasowych wyników (obliczenia na WCSS)

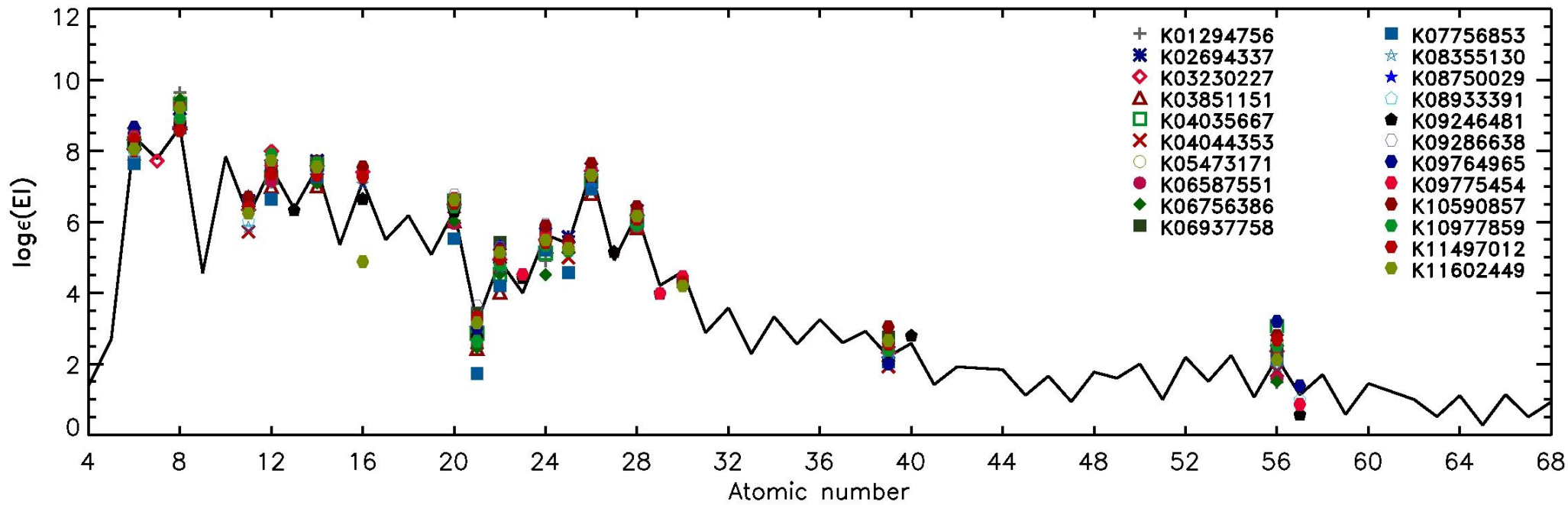
## Gwiazdy CoRoT (60 obiektów):

Abundance analysis of prime B-type targets for asteroseismology  
III. Bo-B5 stars in the field of view of the CoRoT satellite  
Niemczura E., Aerts C., Morel T.

Detailed abundance analysis of A-F type CoRoT targets  
Niemczura E., Poretti E. et al.

## Gwiazdy Keplera (50 obiektów):

Atmospheric parameters of A-F stars from the Kepler field.  
Part I  
Niemczura E., Stęślicki M. et al..



# Rodzaje gwiazd pulsujących

Typ gwiazdy	Typy widmowe	Okresy pulsacji	Amplitudy pulsacji	Mody pulsacji
$\beta$ Cep	B <sub>0</sub> – B <sub>2</sub> V/IV/III	2 – 7 h	$\leq 0.1$ mag	mody p, kilkanaście
SPB	B <sub>3</sub> – B <sub>9</sub> V	0.6 – 3 dni	$\leq 0.01$ mag	mody g, < 10
$\delta$ Sct	A <sub>2</sub> – F <sub>0</sub> V A <sub>3</sub> – F <sub>5</sub> III	30 min – 6 h	$\leq 0.8$ mag	mody p, kilkaset
$\gamma$ Dor	A <sub>6</sub> – F <sub>6</sub> V	0.3 – 3 dni	$\approx 0.01$ mag	mody g, < 10
roAp	A <sub>5</sub> – F <sub>1</sub> V Ap CrSrEu	5 – 16 min	$\leq 0.016$ mag	mody p, < 10
Solar-like	G, K V/III	3 – 25 min	2 $\mu$ mag	Słońce: $10^7$ Inne gw: $\sim 40$

# Pole Keplera: spektroskopia

