

Astrobiológia

11

Exoplanéty

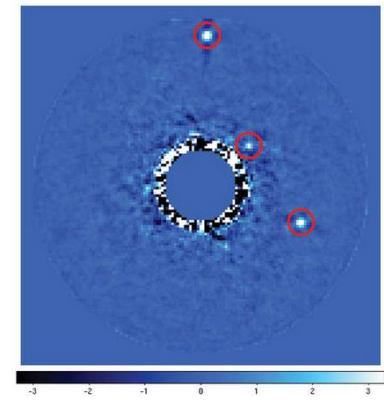
RNDr. Tomáš Paulech, PhD.
KAFZM, FMFI UK

Exoplanéty - história

- G.Bruno – predpovedal exoplanéty (16.stor.)
- Technicky dosiahnuteľné od **2.pol 20. storočia**
- 1992 – objav 2 planet okolo pulzaru
- **1995 – 51 Pegasi** -Meyer, Queloz – nesporné potvrdenie planéty pri G type hviezdy
- 2010 – prvá kamenná planéta Kepler 10b
- 2011 –Kepler 22b – v obyvateľnej zóne Slnku podobnej hviezdy
- Hlavná snaha - nájsť druhú Zem – obyvateľnú, fyzikálne a geologicky podobnú
- Misie:
 - NASA Kepler mission (našiel 4600+ kandidátov) – fotometria tranzitov
 - CoRoT
 - WFIRST
 - The James Webb Telescope

Exoplanéty - metódy hľadania

- **zákryty** – transiting planets
 - vyžaduje vhodnú geometriu (planéta na spojnici Zem, hviezda)
 - zistíme priemer planéty
 - zistíme periódu z rýchlosti prechodu
 - pomocou hmotnosti hviezdy zistíme **HUSTOTU planéty**
 - pri nástupe zákrytu sa dá zistiť **prítomnosť atmosféry** (absorbčné čiary)
 - Transit spectroscopy
 - Umožňuje zistiť vlastnosti atmosféry
 - Meranie efektívneho priemeru planéty v rôznych vlnových dĺžkach
 - Výrazne posunú merania E-ELT, JWST, CHEOPS...
- **doppler shift** – radiálne rýchlosti hviezdy
 - Červený/modrý posun spektr. čiar= vzd'alo vanie/približovanie hviezdy k
 - Najmä určenie hmotnosti
 - systémovo skôr vhodné na veľké blízke planéty
 - Výsledok závisí od sklonu dráhy planéty voči Zemi (určíme iba minimáln
- Direct imaging – priame snímky vo viditeľnom aj IR spektre - už sú prvé objavy cca 60ks (viď obr. zo Subaru Telescope, Hawaii)
- Astrometria – priamo pozorovaný pohyb hviezdy
- Gravitational lensing – gravitačná šošovka, meria sa vplyv planéty na tvar šošovky, preferované dlhoperiodické planéty
- Pulsar timing – zmena intervalov pulzov kvôli prítomnosti planéty



CHARIS spectrograph shows planets orbiting HR8799

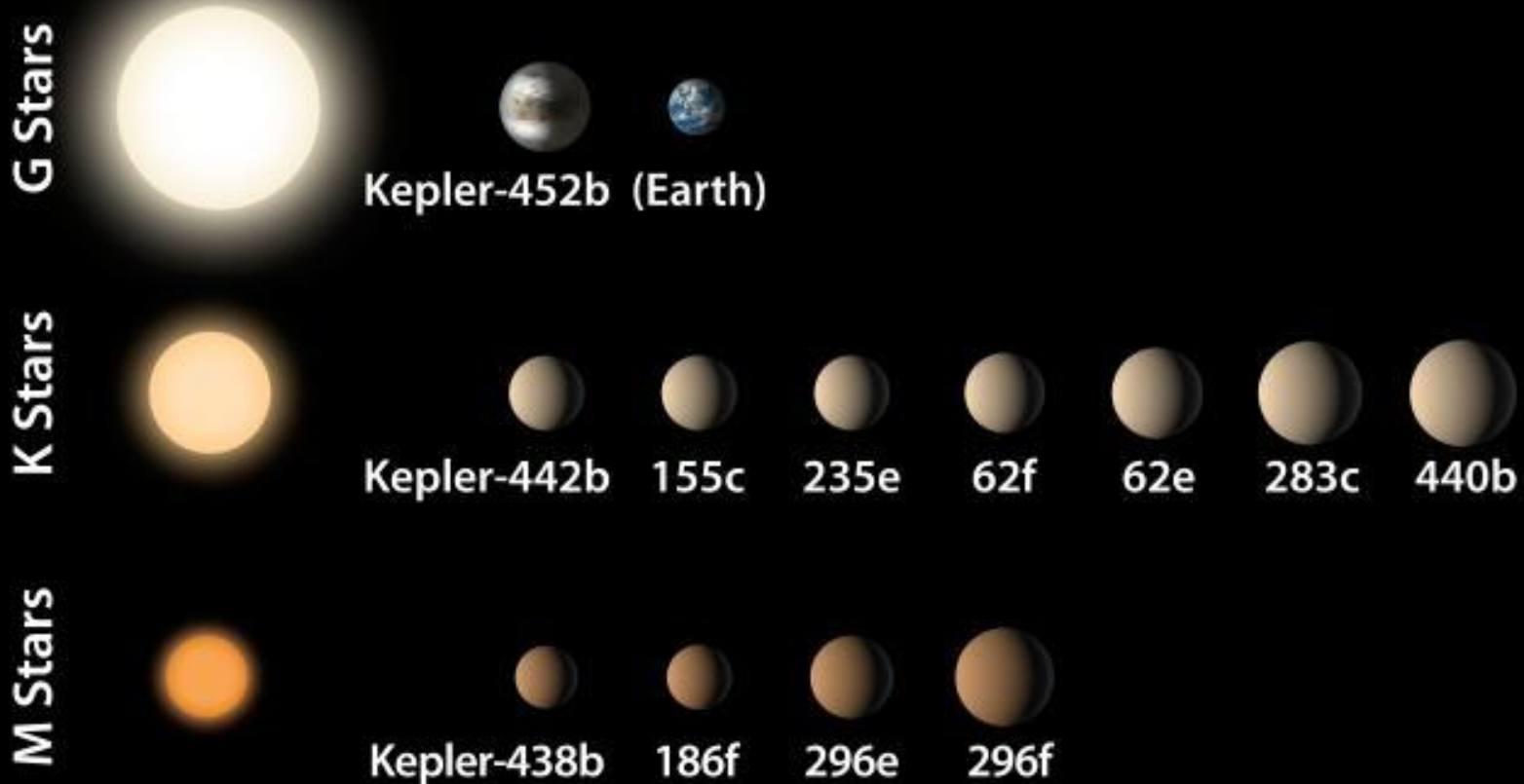
©PRINCETON UNIVERSITY

Exoplanéty - parametre a štatistika

- Hlavné merateľné parametre exoplanét
 - Obežná doba/veľká poloos/excentricita=vzdialenosť, teplota, habitable
 - Priemer telesa
 - Hmotnosť (spodný limit) – hustota, podobnosť Zemi (iba pri radial vel+tranzit technike súčasne, momentálne 9 planét)
 - Atmosféra – prítomnosť/zloženie
 - Mesiace, biosignatúry
 - Vlastnosti hviezdy: vek, hmotnosť, priemer, metalicita, teplota,...
- **štatistika k 17.11.2016** (podľa NASA exoplanet archive)
 - 3414 potvrdených planét
 - 575 viacnásobné planetárne systémy
 - 4696 Kepler kandidatov

Kepler's Small Habitable Zone Planets

Planets enlarged 25x compared to stars



Podľa <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA19827> (2015)

Typy exoplanét

- **Hot Jupiters**

- veľkosť Jupitera, veľmi blízko hviezdy – ľahko detekovateľné
- 1995 – Bellerophon @ 51 Pegasi
- možno migrovali smerom k hviezde
- nie sú habitable

- **Hot Neptunes**

- blízko hviezd, podobne hmotné ako Neptún
- 2004 – Gliese 436 – možnosť ľadu, obch 2d 15hrs

- Sub-Neptunes – medzi superZemou a Neptúnom – štatisticky zrejme najpočetnejšie vo vesmíre

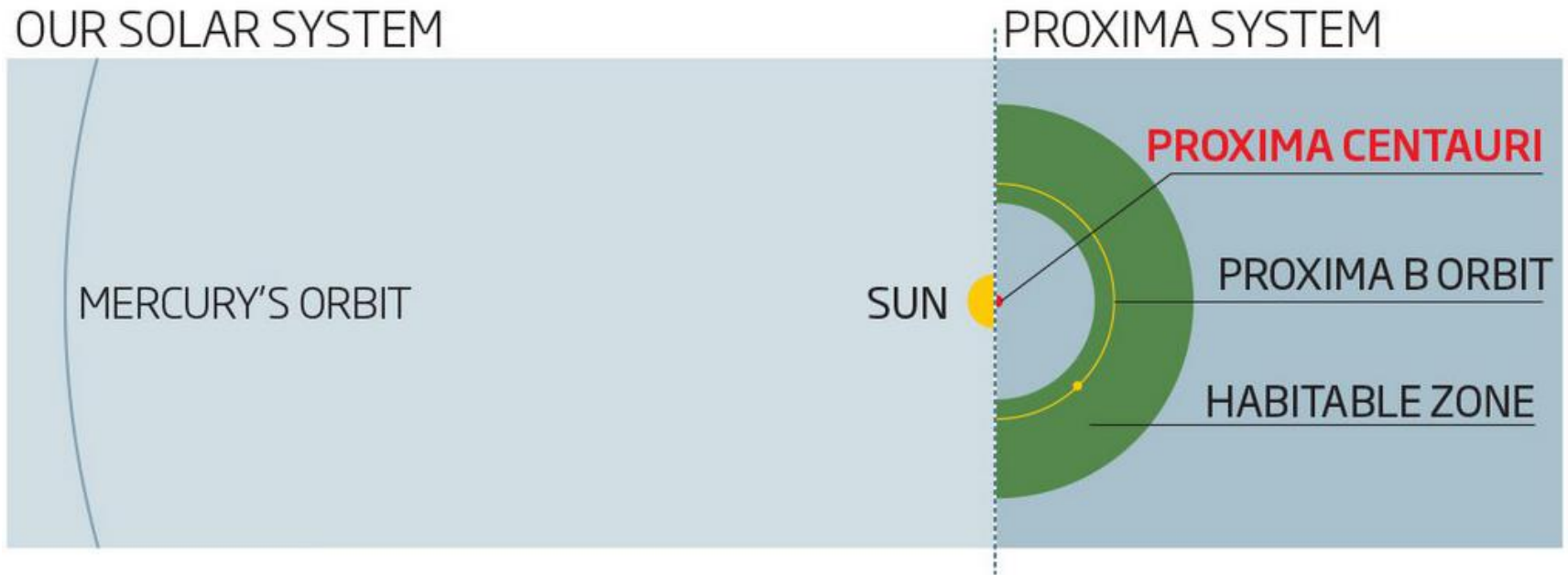
- **super Zeme**

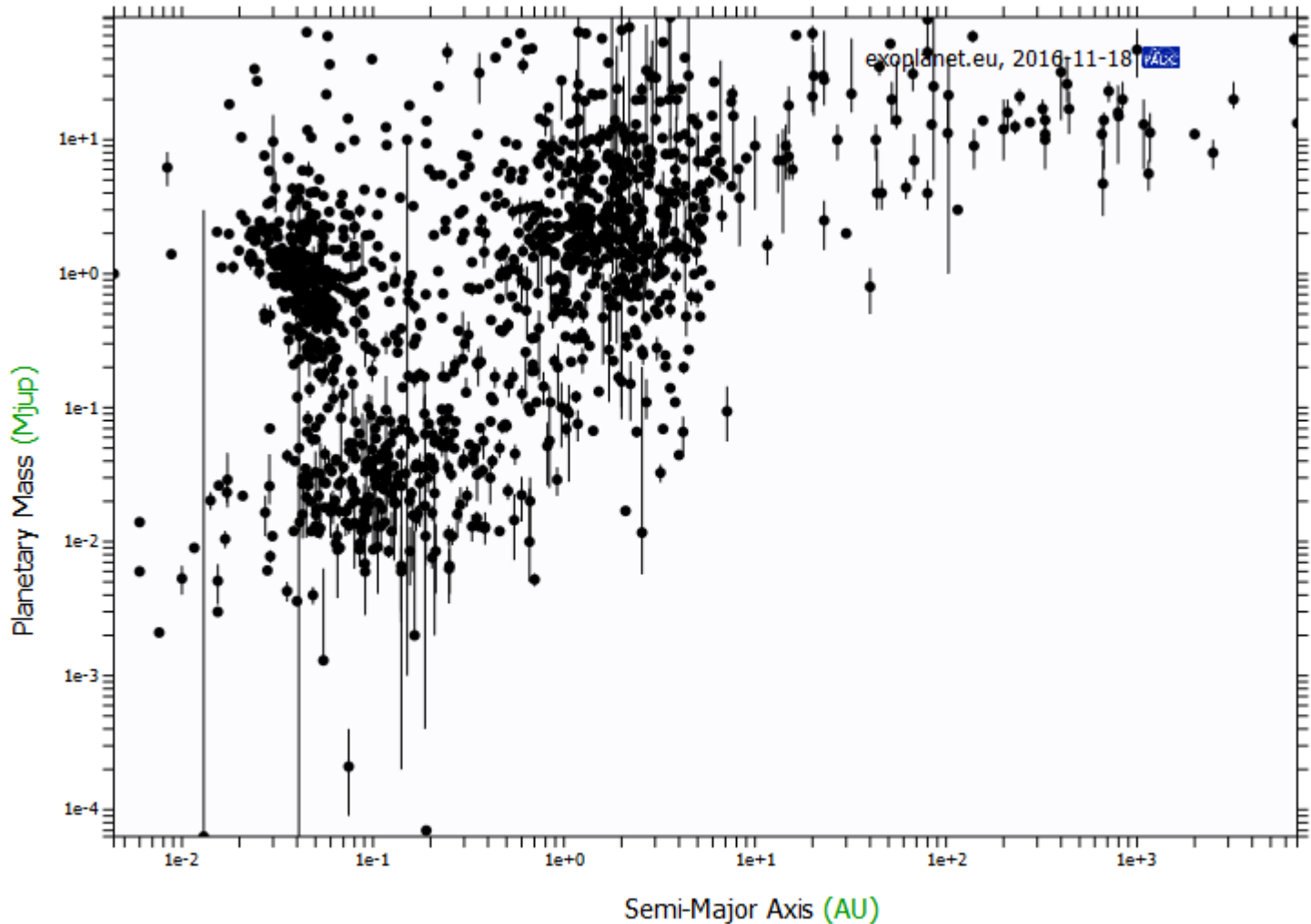
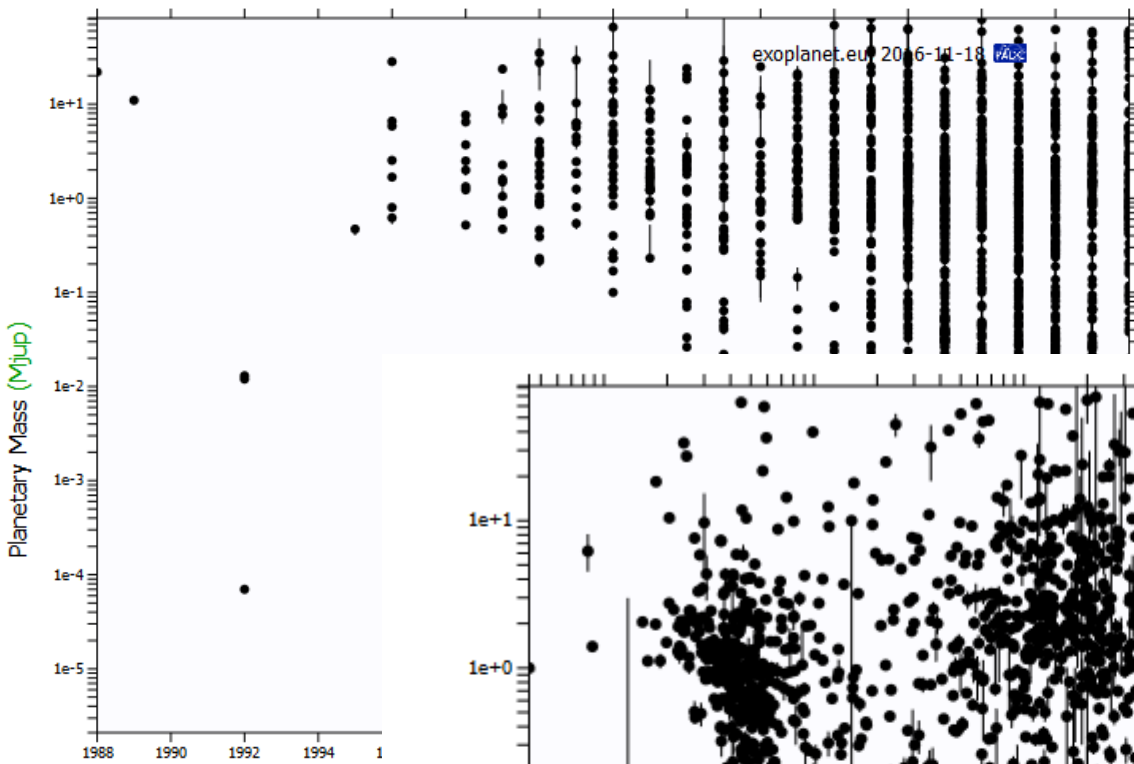
- kamenné planéty v obývateľnej zóne do 10 hm. Zeme (2x polomer)
- Známých 9 kandidátov
- 2016 Proxima Cen b – v obývateľnej zóne
- až 1/3 systémov môže mať kamenné planéty v habitable zone

- Zlom pri 5 hm.- Zeme (1,7x polomeru) – zloženiu dominuje H₂/He

- **Mnoho exotických svetov:** pri uhlíkových hviezdach, pri pulzaroch, Binary star systems planets (Kepler 16B – Saturn like, obieha 2 hviezdy), Kepler 186f – najmenšia známa exoplanéta, druhá Zem len o 11% väčšia...)

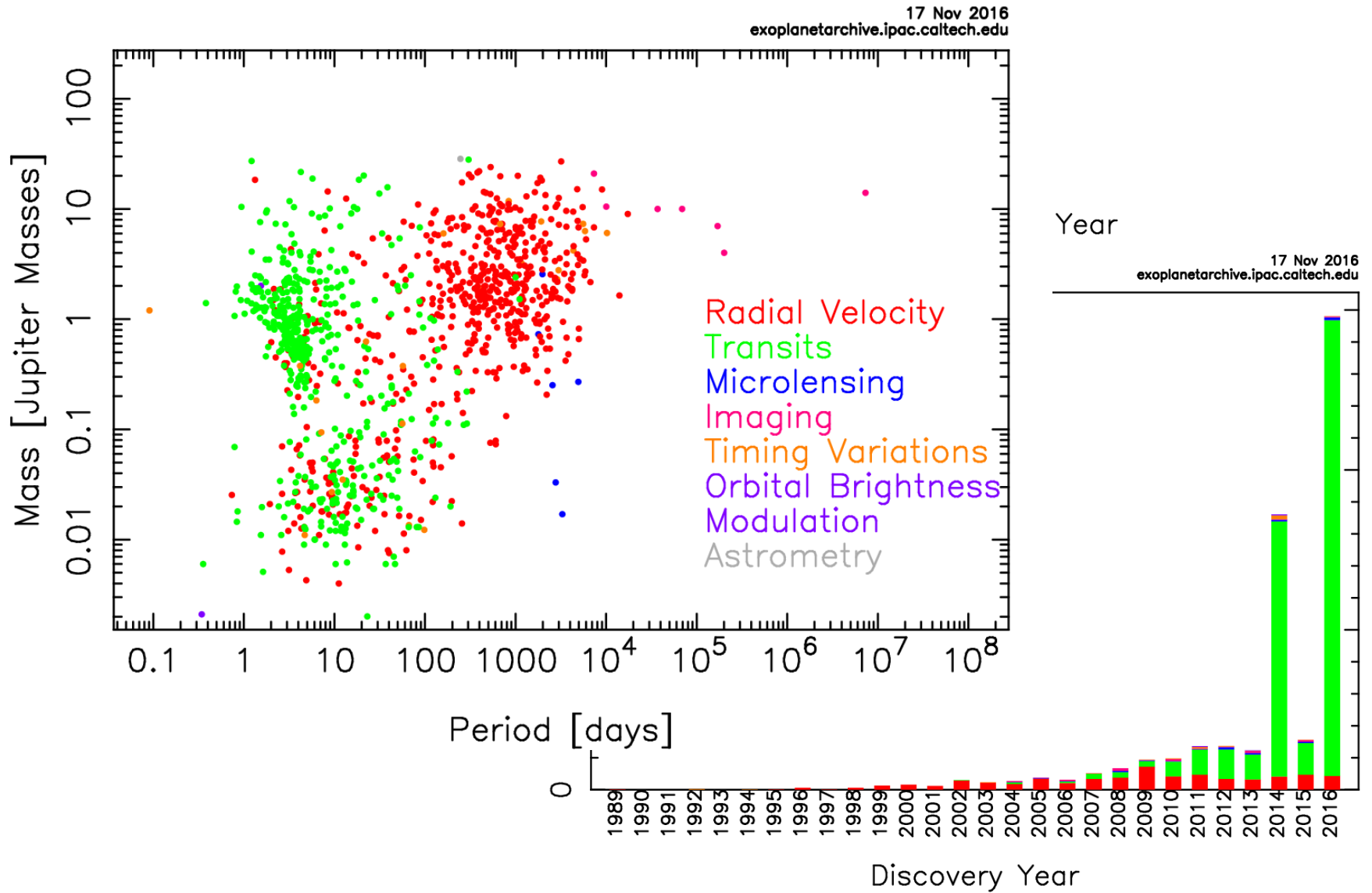
Proxima b @habitable zone





Grafy z dát
Exoplanet.eu

Mass – Period Distribution



Podľa <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>

Diskusia, zdroje

- Štatistiky:
 - [Exoplanets.org](http://exoplanets.org)
 - [Exoplanets.eu](http://exoplanets.eu)
- Subaru Telescope direct imaging:
<http://spaceref.com/astronomy/spectrograph-analyzes-light-from-extrasolar-planets.html>
- Kepler 186f -
<http://news.sciencemag.org/space/2014/04/almost-earth-tantalizes-astronomers-promise-worlds-come>