

Az élet lehetőségei az Univerzumban - földönkívüli Földek

Kiss L. László
MTA CSFK KTM CSI

Vírus-est, 2013.11.20.

„Elpino: *Van tehát számtalan nap, végtelen sok föld, amelyek éppúgy ama napok körül keringenek, mint ahogy ezt a hét bolygót látjuk a hozzánk legközelebbi nap körül keringeni.*

Filoteo: *Úgy van.*

Elpino: *De miért nem látunk más fényvilágok körül, amelyek a napok, más fényvilágokat – földeket – keringeni? Miért van az, hogy az említetteken kívül nem veszünk észre semmiféle mozgást, hanem a többi világtest (kivéve az úgynevezett üstökösöket) mindig ugyanabban az elrendezésben és távolságban mutatkozik?*

Filotea: *Azért, mert mi csak azokat a napokat látjuk, amelyek nagyobb, sőt legnagyobb testek, de nem látjuk a földeket, mert ezek, sokkal kisebb testek lévén, láthatatlanok számunkra...”*

Giordano Bruno: A végtelenről, a világegyetemről és a világokról 1584
(ford: Szemere Samu)

„Már pedig legjobb tudomásunk szerint a bolygók nagyon ritka égitestek. Láttuk, hogy egyetlen csillag magától nem tud bolygókat létrehozni. Egy bolygócsaládnak két szülőjének kell lennie; csak két csillag egymásközti szoros megközelítésének eredményeképpen jöhet létre és a csillagok olyan ritkán vannak elszórva a térben, hogy elképzelhetetlenül ritka eset az, ha valamelyikük szomszédja közelében halad el.”

James Jeans: A Világegyetem 1933
(ford: Dr. Perczel György)

Az exobolygók nyomában

- Exobolygók – más csillagok körül keringő bolygók (extraszoláris bolygók)
- 1584: Giordano Bruno
- 1992: pulzár körül exobolygó (Wolszczan & Frail)
- 1995: Major & Queloz: 51 Pegasi bolygója
- 2009: Kepler-űrtávcső
- Ma: több mint 1000 csillag körül ismerünk bolygórendszert

A Jupiter-mass companion to a solar-type star

Michel Mayor & Didier Queloz

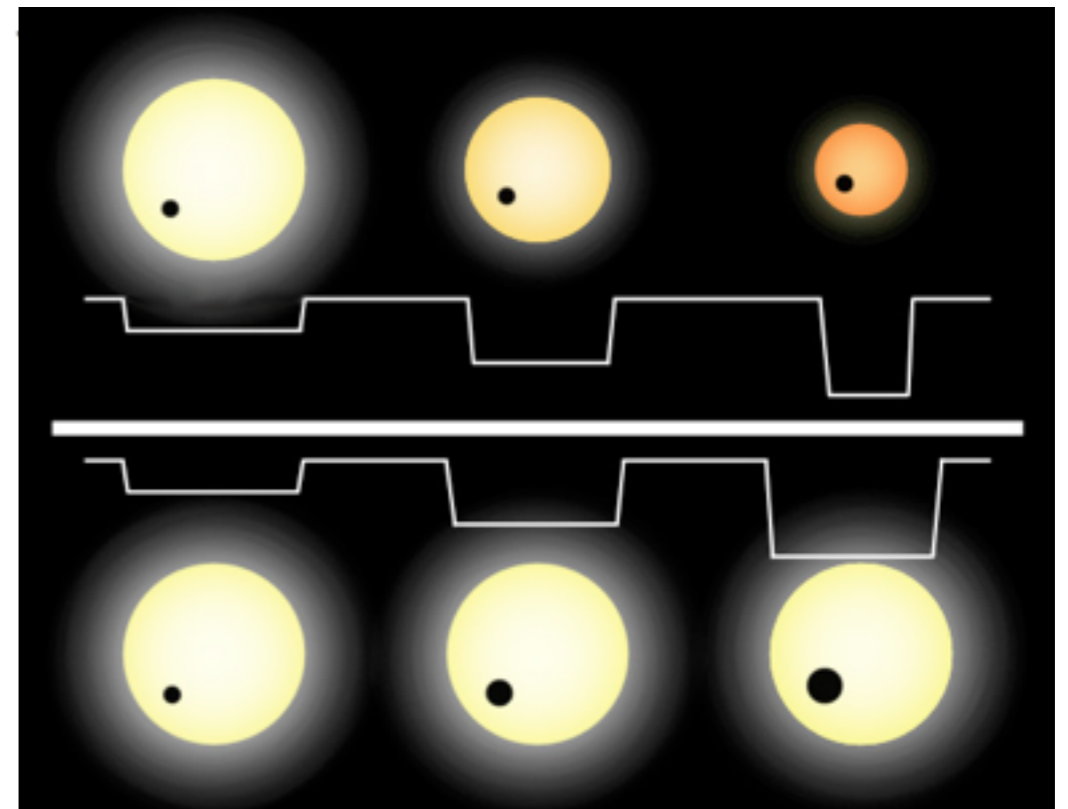
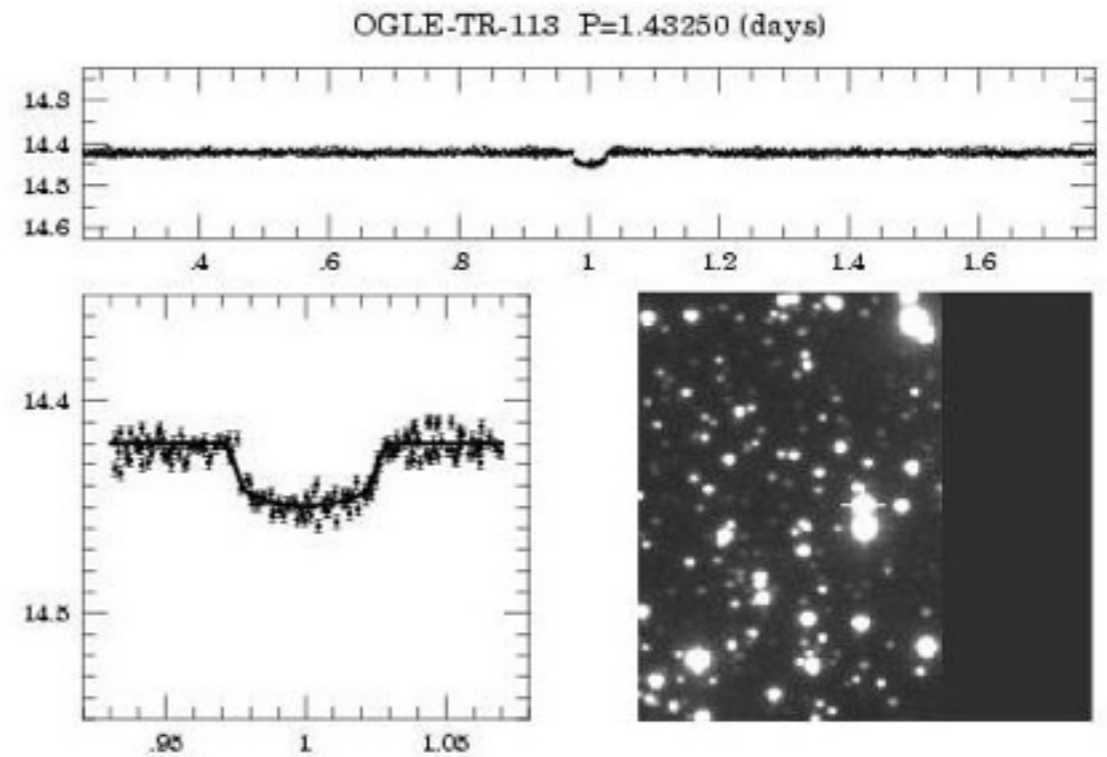
Geneva Observatory, 51 Chemin des Maillettes, CH-1290 Sauverny, Switzerland

The presence of a Jupiter-mass companion to the star 51 Pegasi is inferred from observations of periodic variations in the star's radial velocity. The companion lies only about eight million kilometres from the star, which would be well inside the orbit of Mercury in our Solar System. This object might be a gas-giant planet that has migrated to this location through orbital evolution, or from the radiative stripping of a brown dwarf.

A bolygó átvonulása (tranzitja)

A bolygó elhalad a csillag előtt és kitakarja

- valós méret (a csillagsugár arányában)
- sűrűség
- bolygó szerkezete!
- bolygóléggör színeképe
- visszavert fény
- bolygóléggör szerkezete
- csillag légkörének szerkezete



Bolygóléggör tranzitmérésből

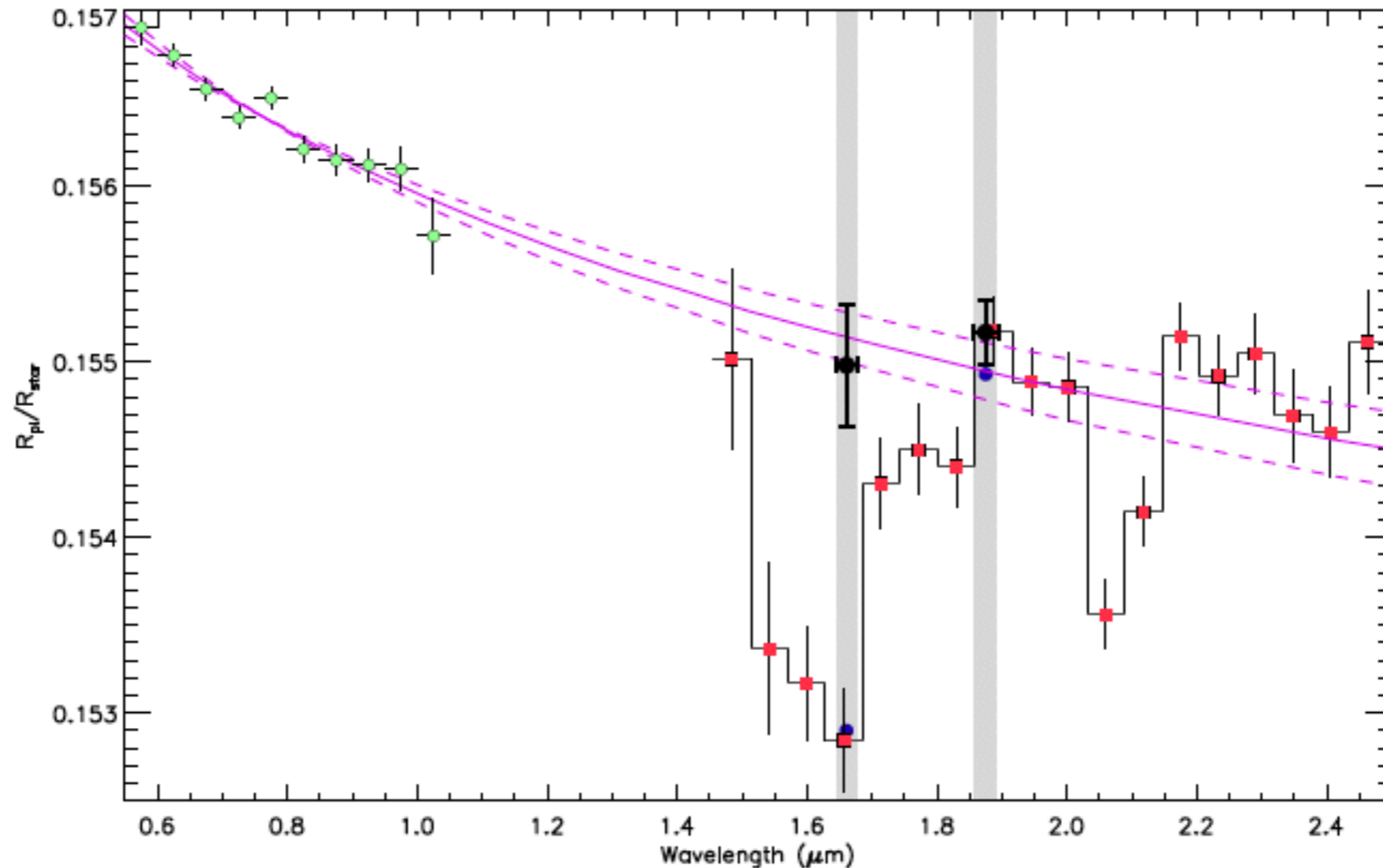


Fig. 12.— Transmission (transit) spectroscopy of the gas giant HD 189733b, using the *Hubble Space Telescope*. The symbols with errors bars are measurements of the effective planet-to-star radius ratio as a function of wavelength. The dip at 1.6 μm was interpreted as evidence for water, and the rise at 2.1 μm as evidence for methane (Swain et al. 2008). However, subsequent observations at 1.7 μm and 1.9 μm , shown with darker symbols and gray bands, disagree with the earlier results and are consistent with a Rayleigh scattering model (solid and dashed curves). From Sing et al. (2009).

Kepler-űrtávcső

A Kepler célja Föld típusú, lakható bolygók felfedezése a fedési módszerrel

Szimultán észlelt több mint 150 ezer csillagot

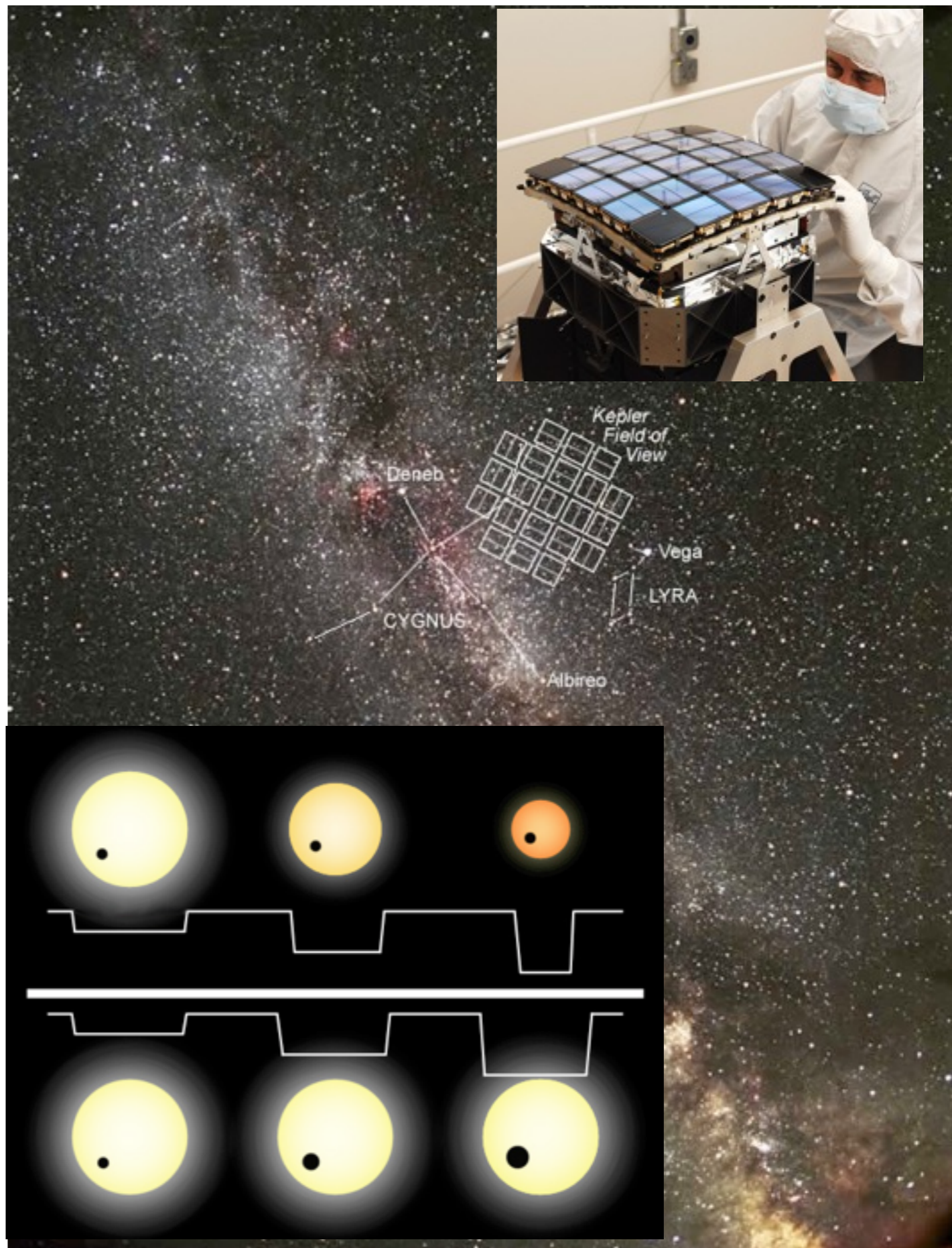
95 cm-es belépő nyílású Schmidt-távcső, látómezeje mintegy 100 négyzetfok, 42 CCD-ből álló mozaikkal

Fotometriai pontosság:

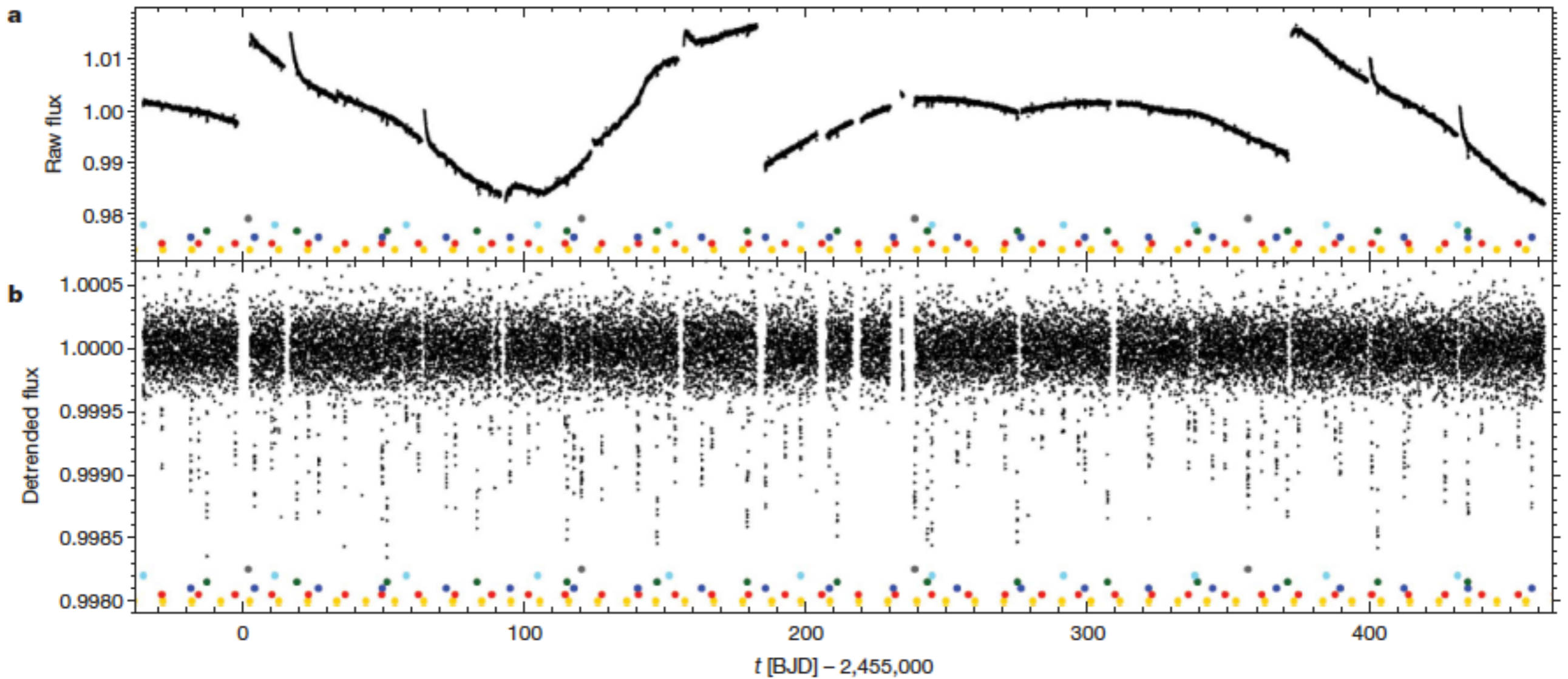
A zaj < 20 ppm 6,5 órányi mérés után egy 12 magn. Nap típusú csillagra

=> 4-sigma detektálás egy exoföld tranzitja esetén.

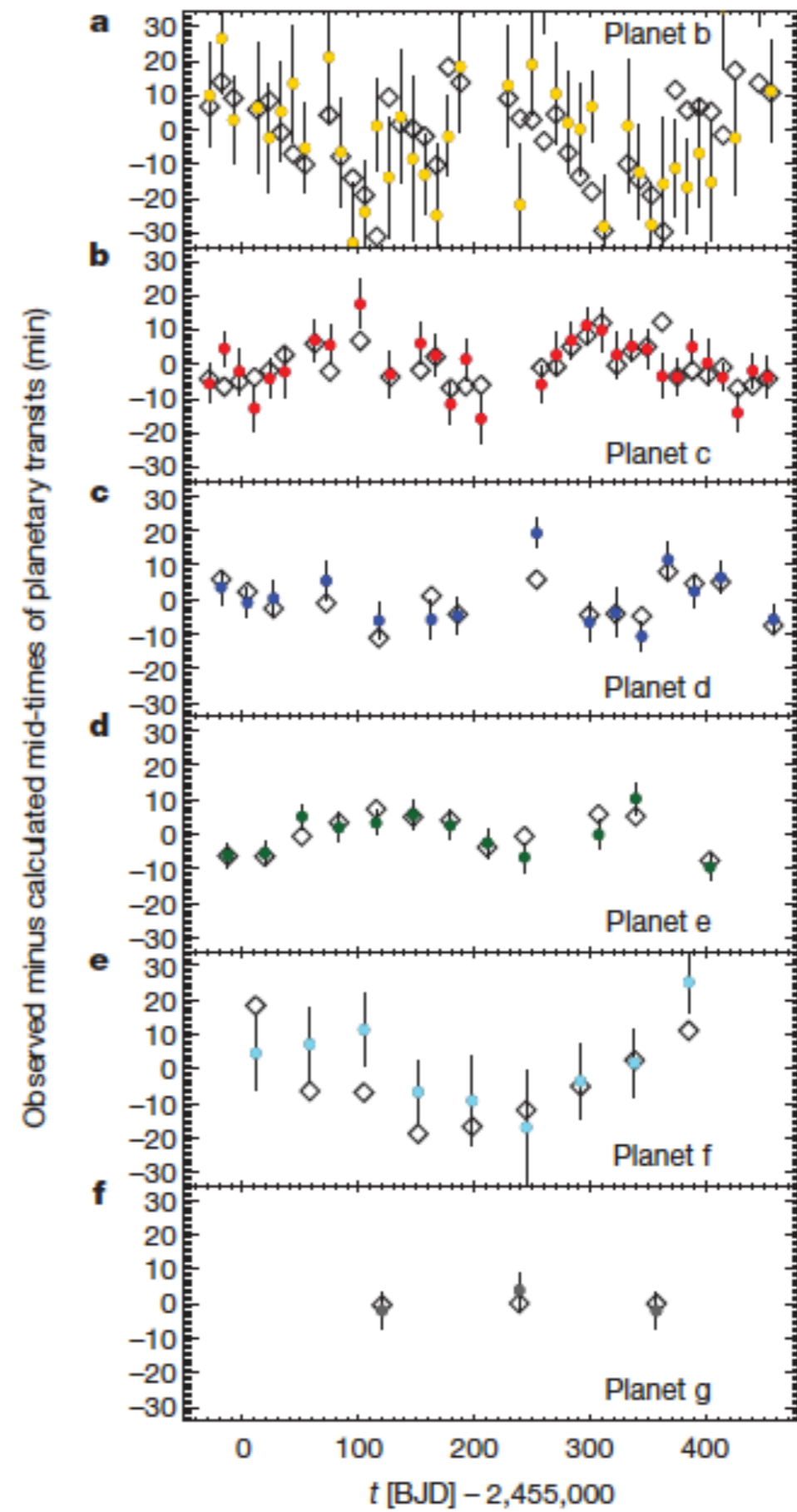
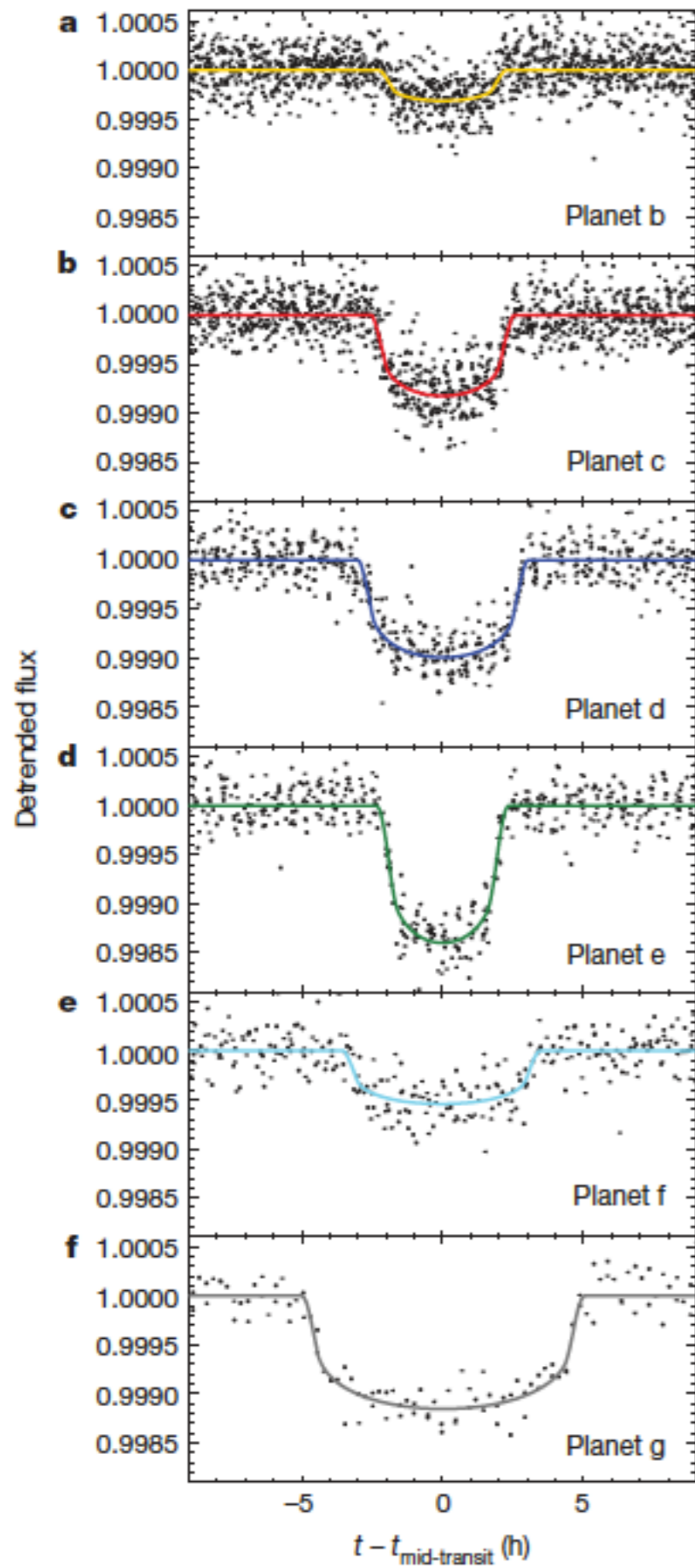
Heliocentrikus pálya, 2009-2013



Kepler-11b...g

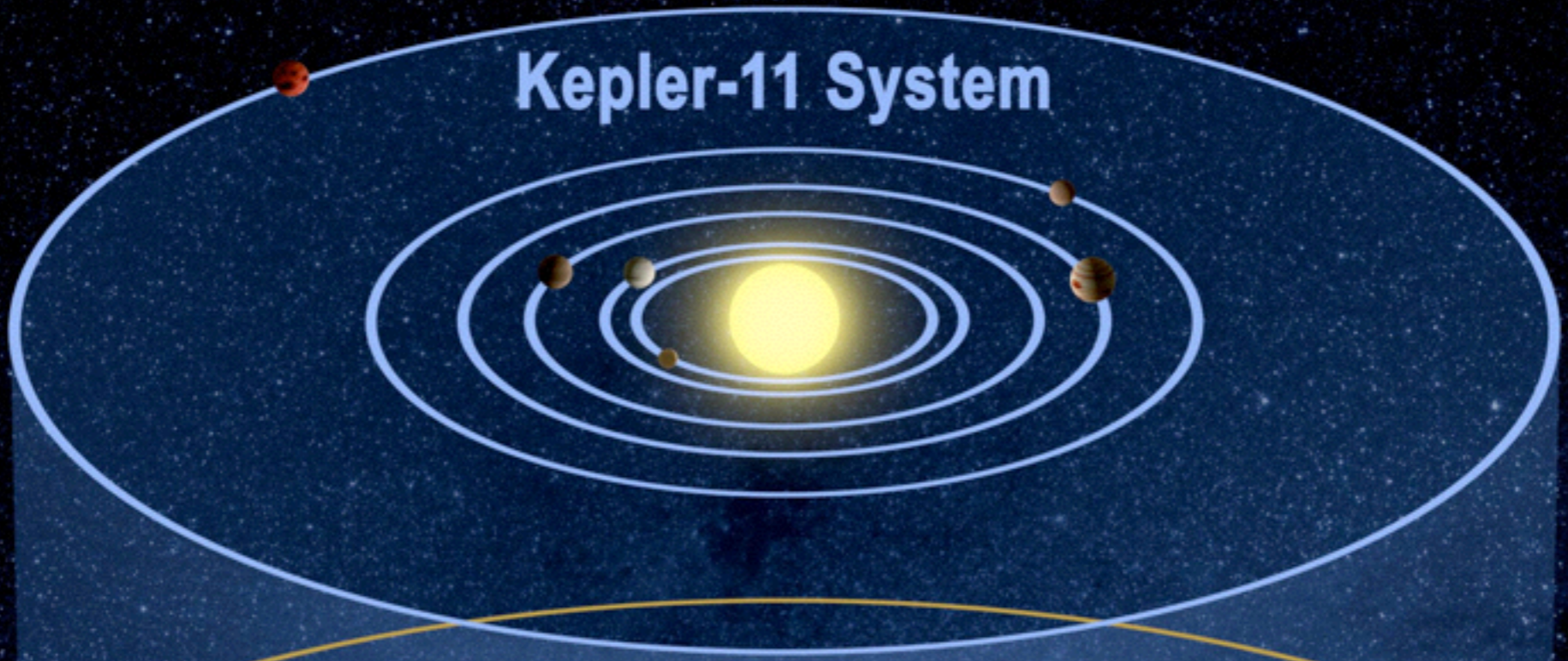


Lissauer et al. (2011)



Lissauer et al. (2011)

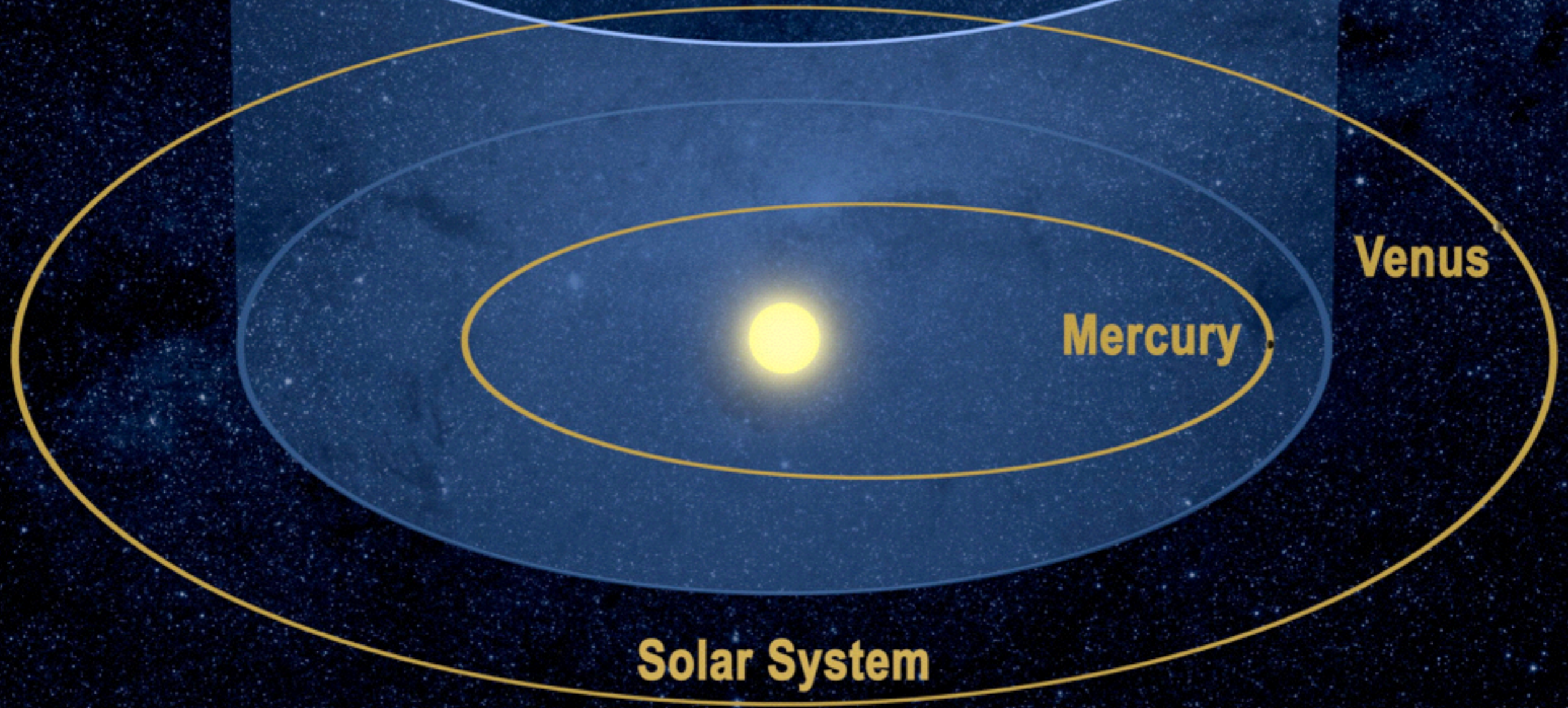
Kepler-11 System



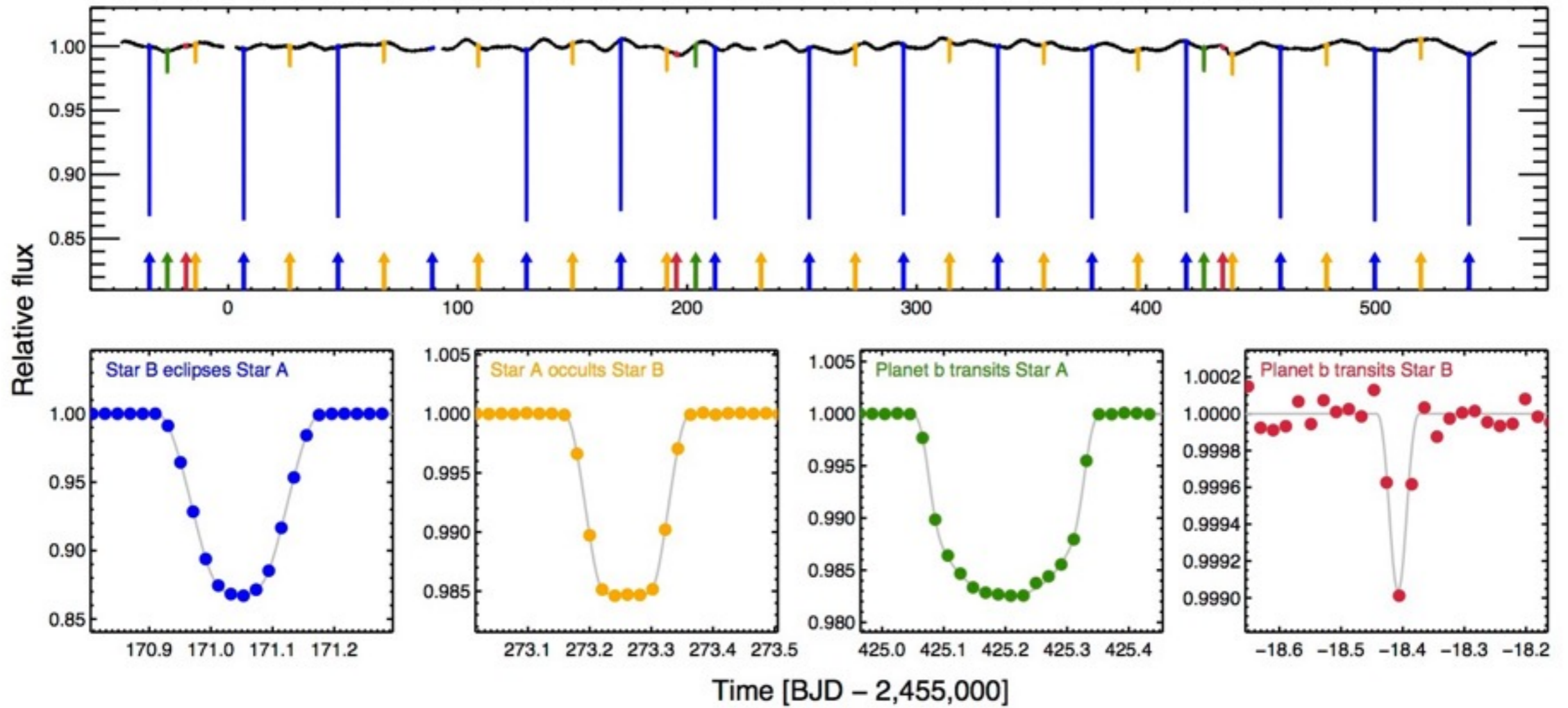
Venus

Mercury

Solar System

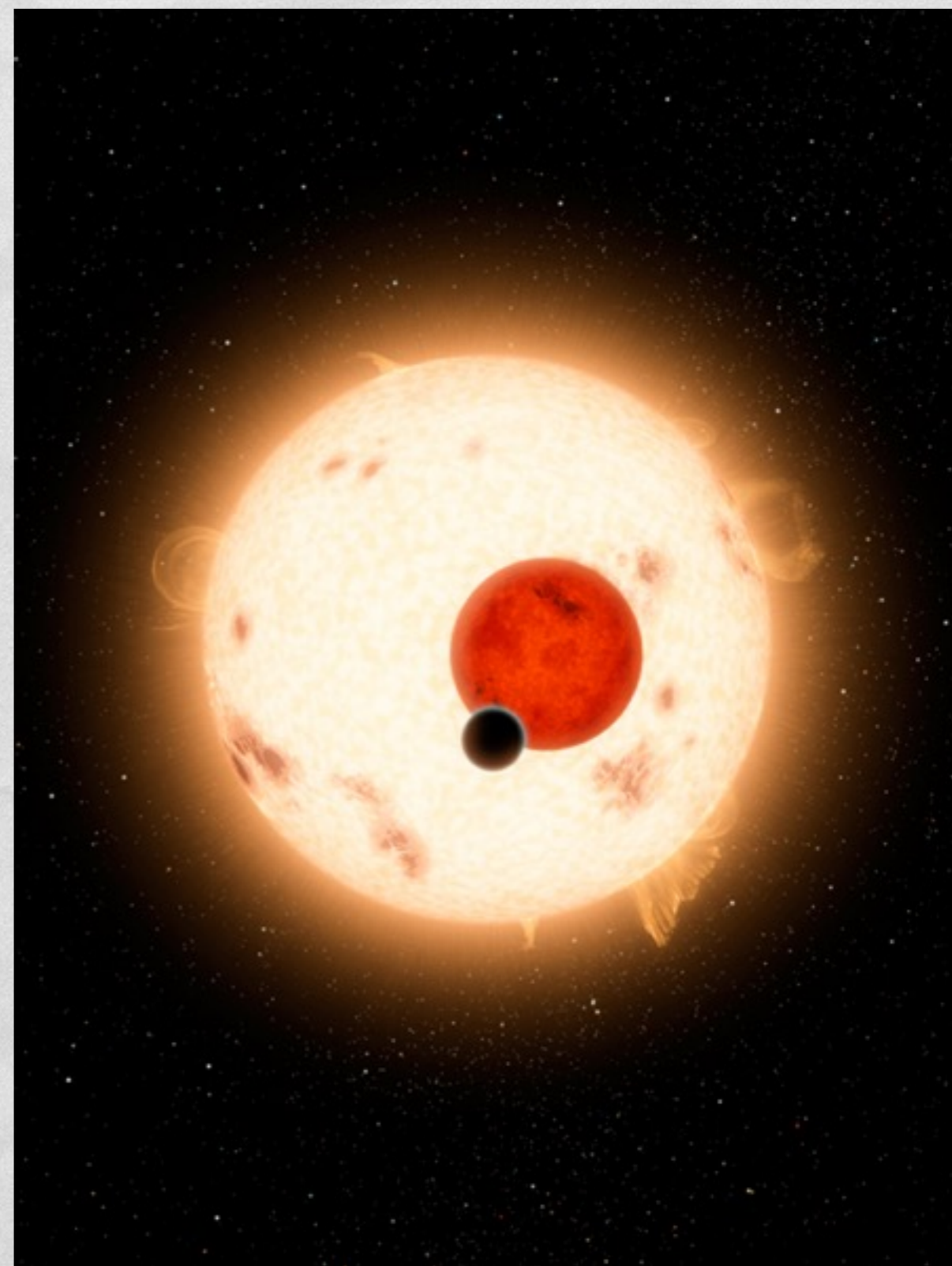
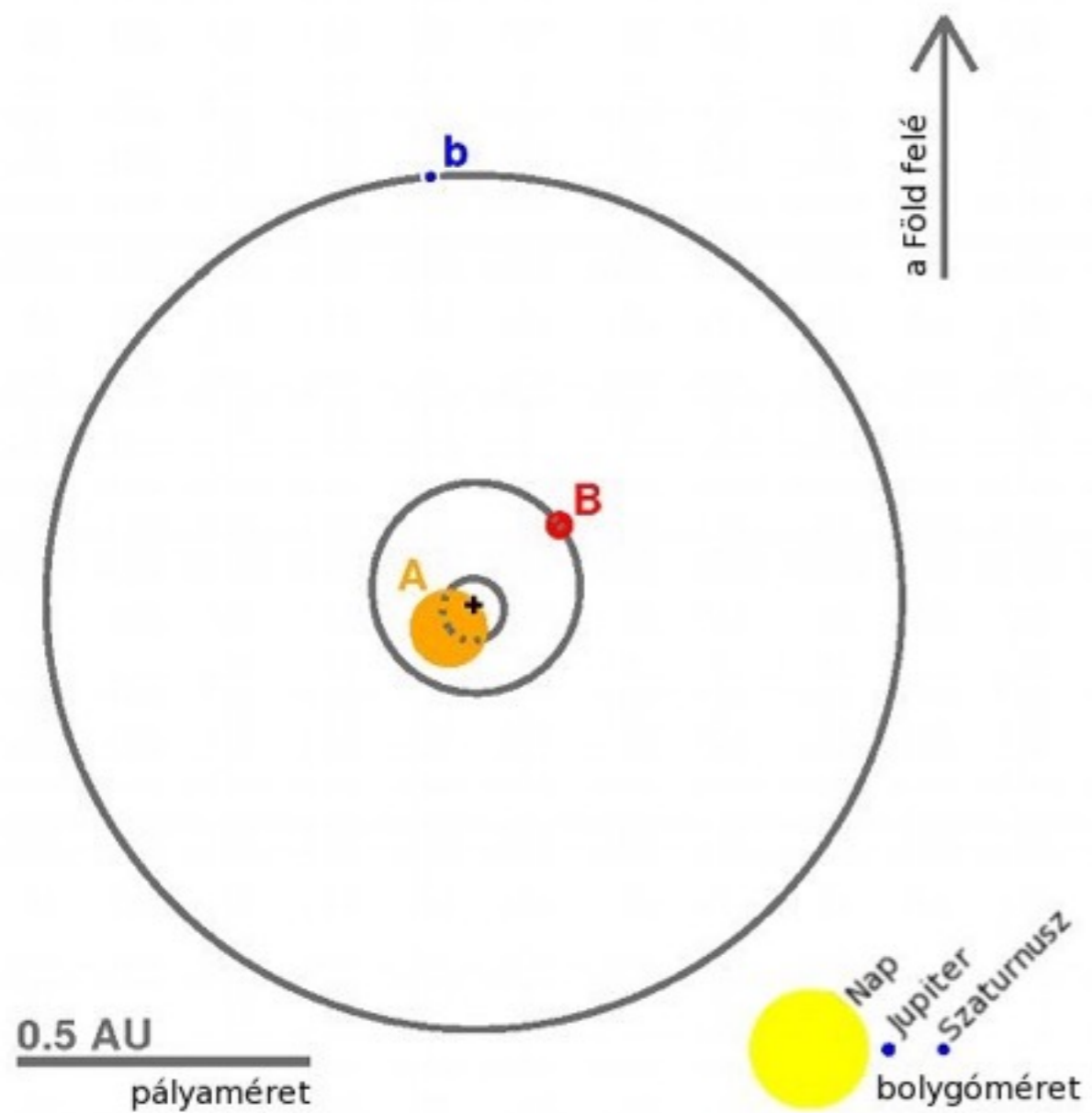


Kepler-16(AB)b

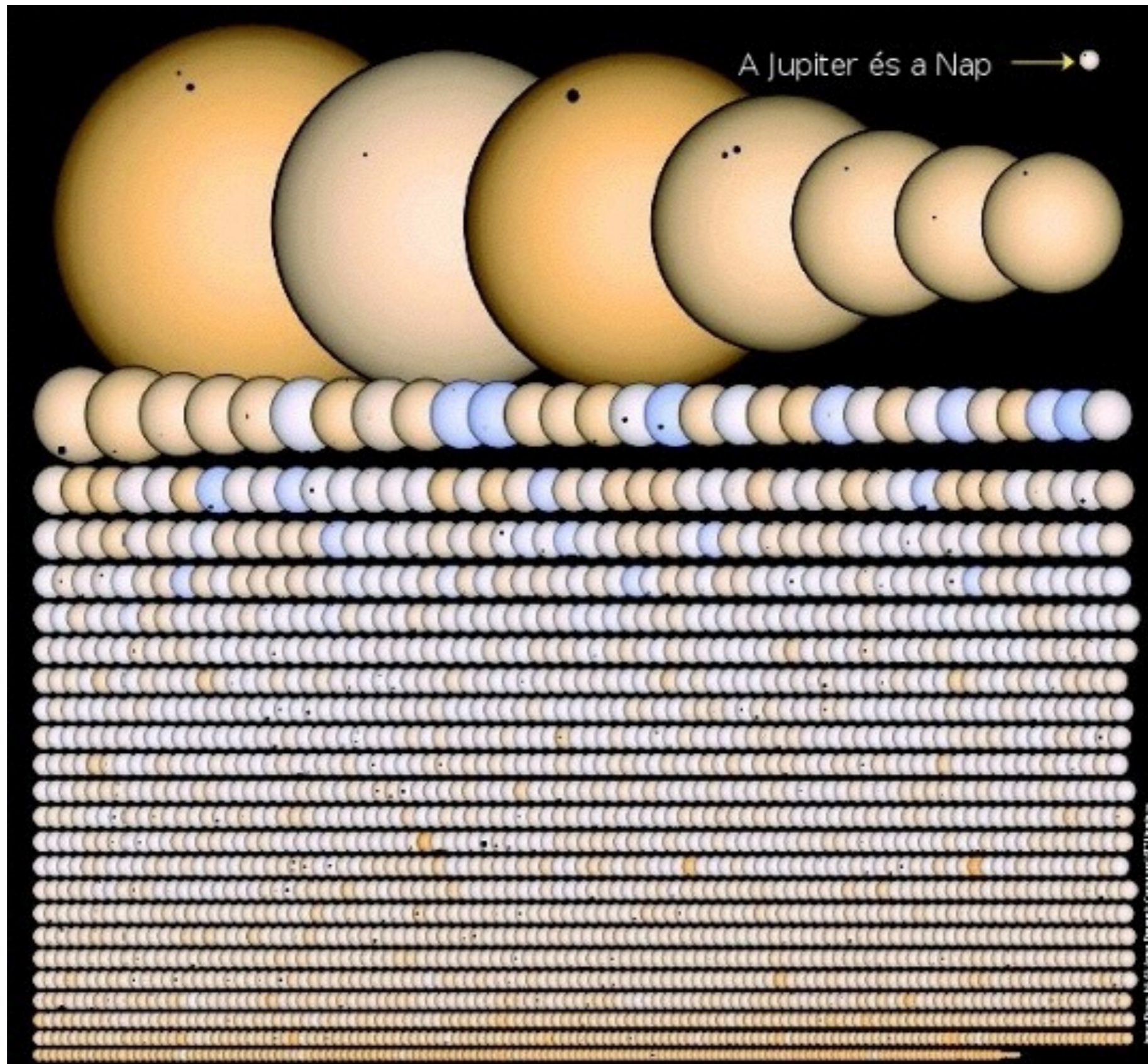


Doyle et al. (2011)

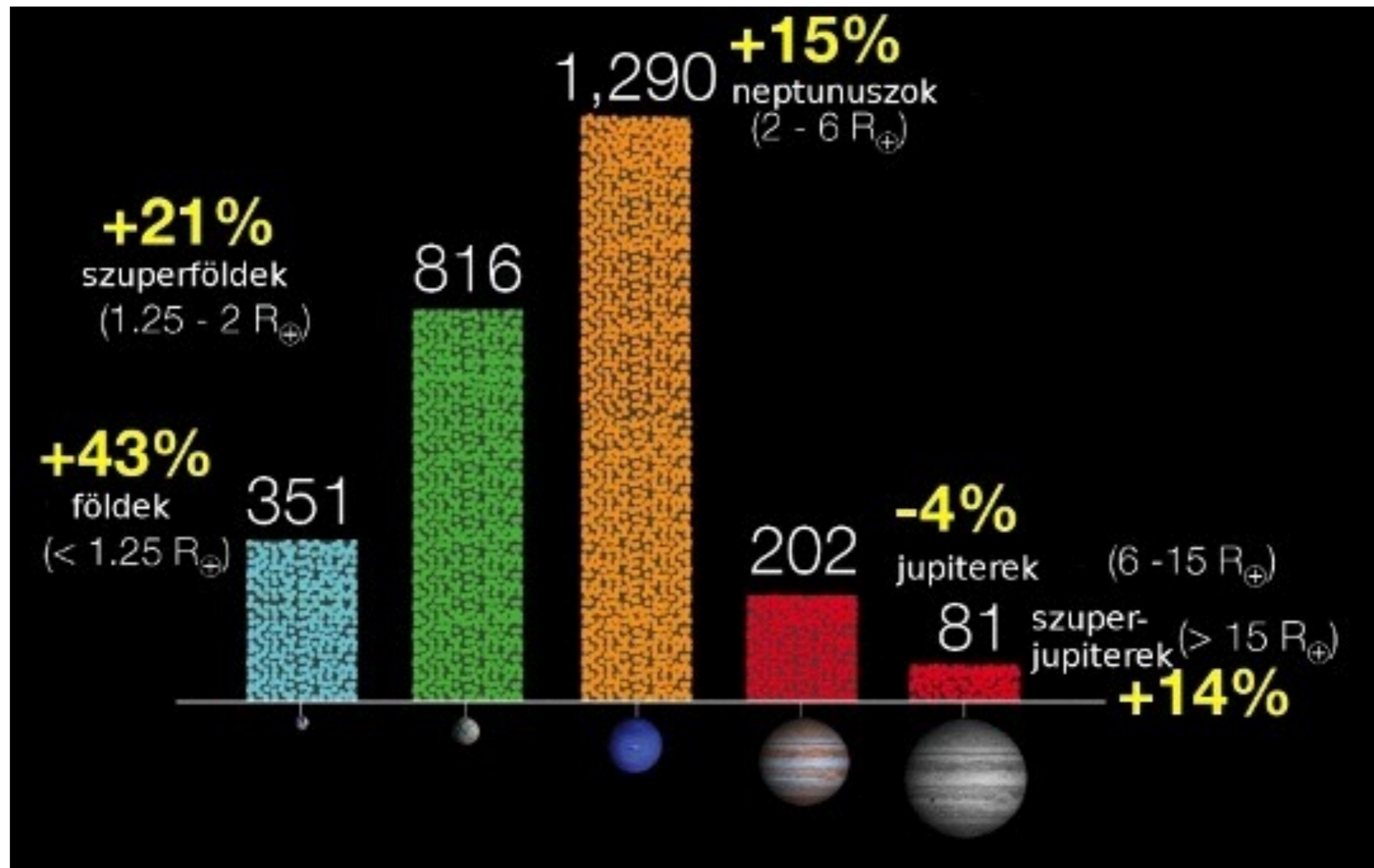
Tatooine bolygó...



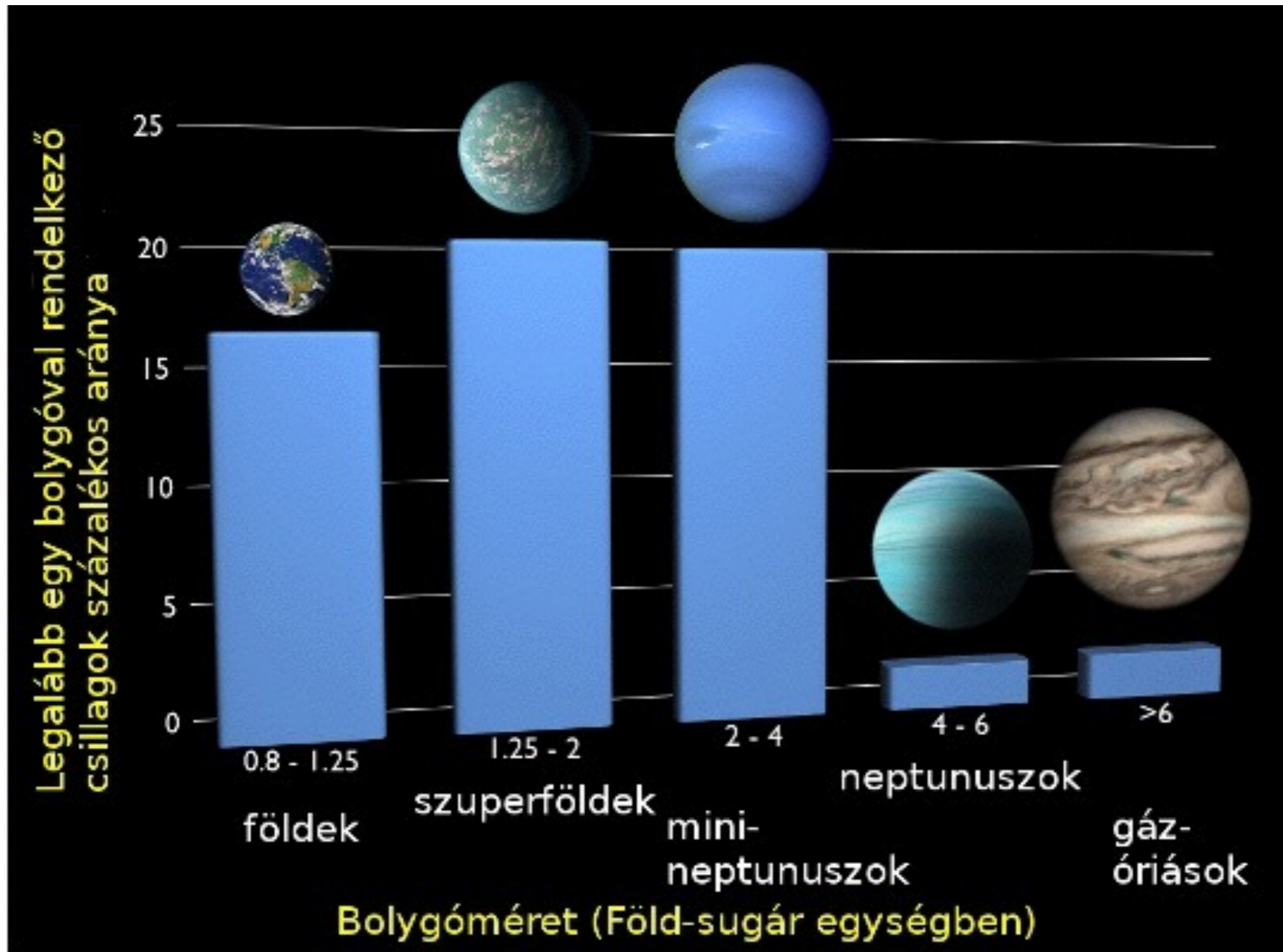
2740 db Kepler-bolygójelölt (2013. január)

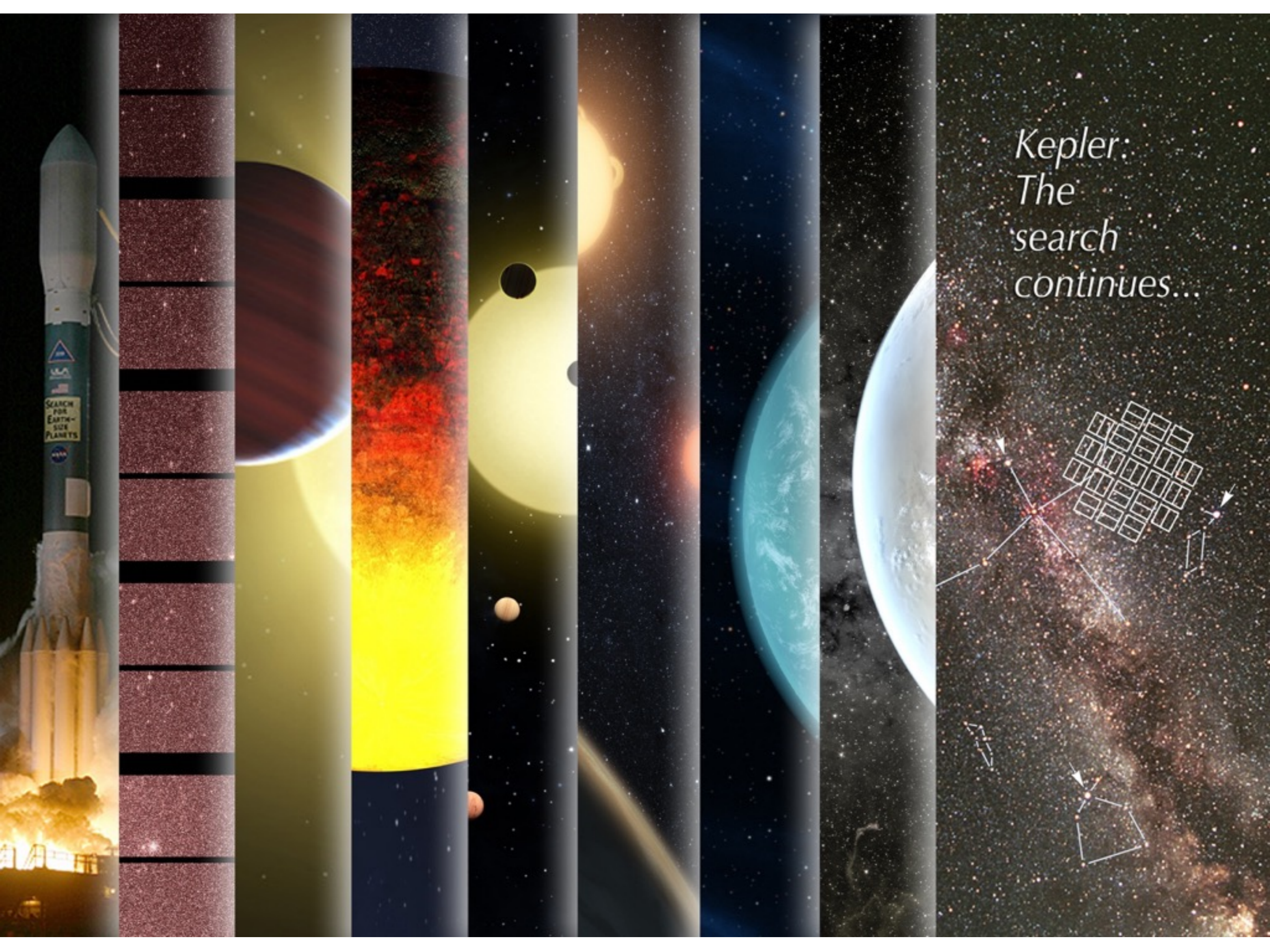


Kepler-bolygójelöltek méreteloszlása

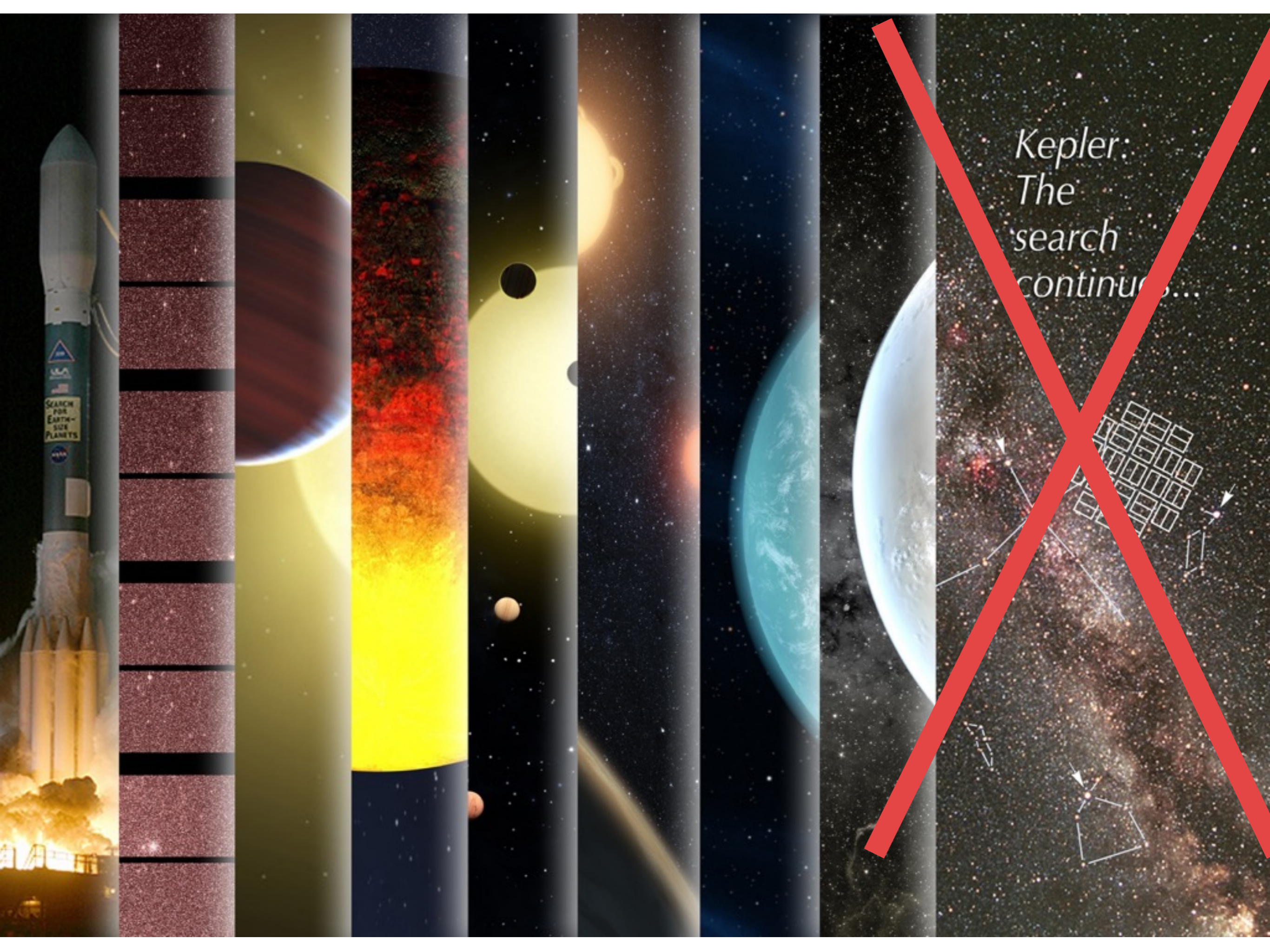


Rövidperiódusú bolygók gyakorisága



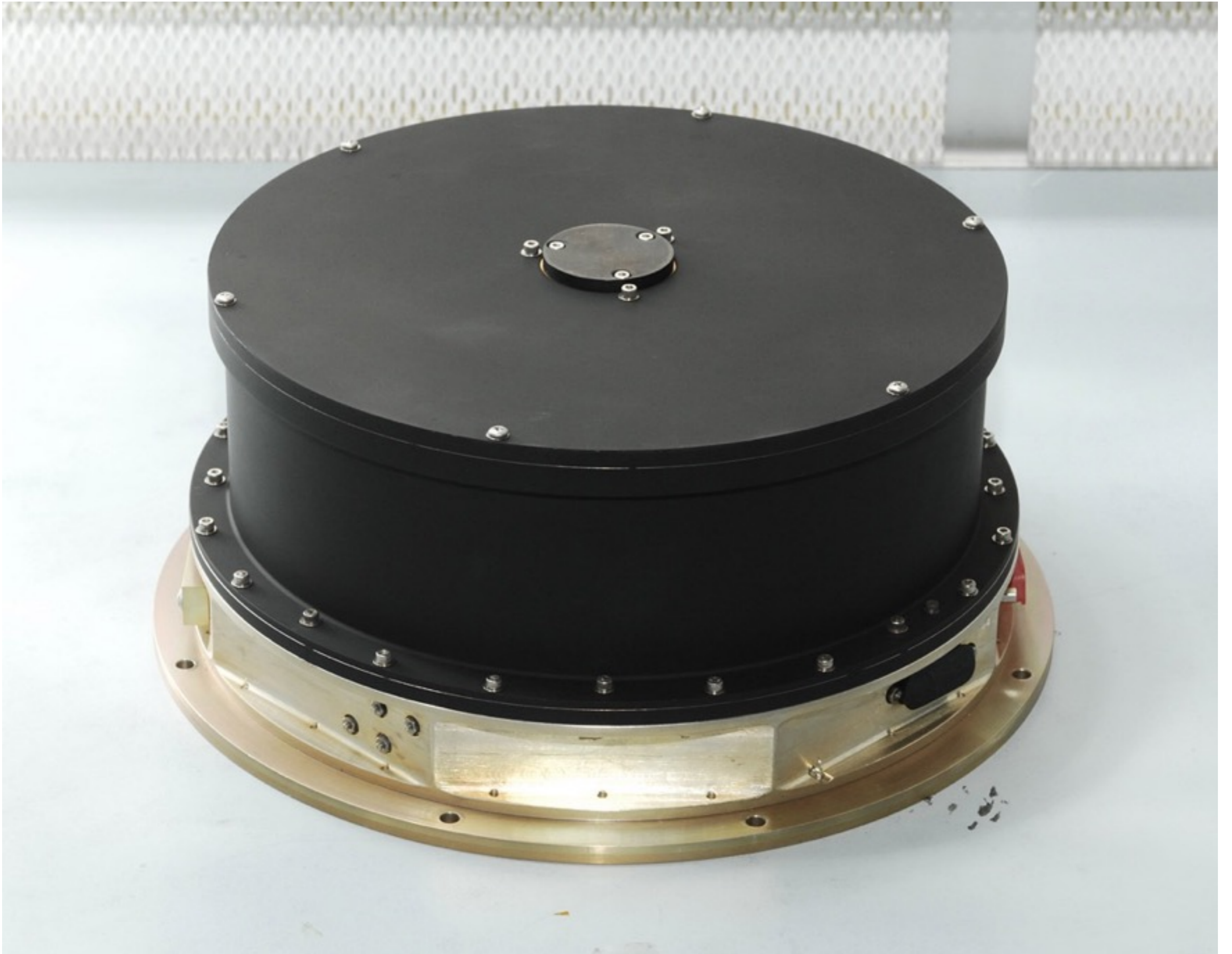


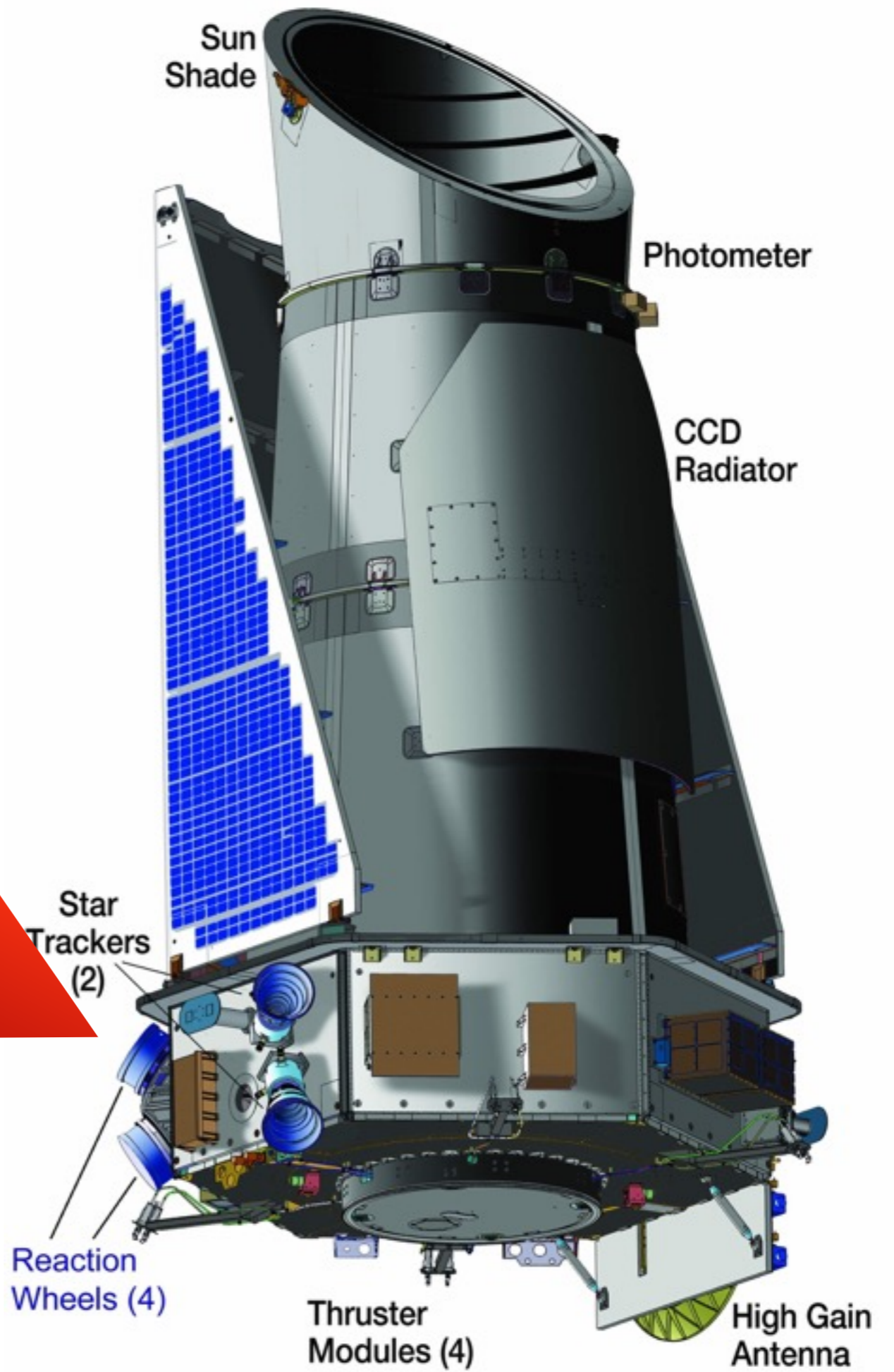
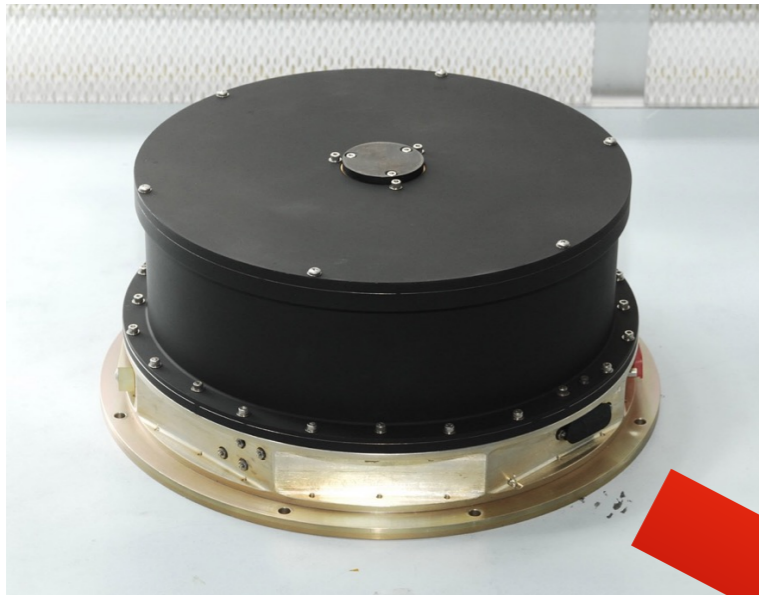
*Kepler:
The
search
continues...*



SEARCH FOR EARTH-SIZE PLANETS

Kepler:
The
search
continues...





Known Types of Alien Worlds

In this representative example, various types of planets found orbiting other stars ("exoplanets") are shown together in a single solar system. In reality, the different planets orbit different types of stars, from G-type yellow stars similar to our sun to small red dwarf stars. Planets and orbits are not shown to scale.

Hot Jupiter

- Example: 51 Pegasi b
- Mass: about 0.5 Jupiter masses
- Orbit radius: Less than 4.9 million miles (7.9 million kilometers)
- A Hot Jupiter is a massive gas giant planet orbiting close to its star

Hot Neptune

- Example: Gliese 436 b
- Mass: about 22 Earth masses
- Orbit radius: 2.7 million miles (4.4 million km)
- A Hot Neptune is a gas giant planet orbiting close to its star

Cthonian Planet

- Example: COROT-7b
- Mass: less than 9 Earth masses
- Orbit radius: 1.6 million miles (2.58 million km)
- A Cthonian planet is believed to be a Hot Jupiter that has lost all of its thick atmosphere, leaving the rocky core

Super-Earth

- Example: Kepler-22b
- Mass: not available (radius is 2.4 times that of Earth)
- Orbit radius: 79 million miles (127 million km)
- A Super Earth is larger than Earth but smaller than a gas giant such as Neptune

Super Neptune

- Example: HAT-P-11b
- Mass: 25 Earth masses
- Orbit radius: 4.9 million miles (7.9 million km)
- A super-Neptune is somewhat larger and more massive than Neptune

Water World

- Example: GJ 1214b
- Mass: 6.55 Earth masses
- Orbit radius: 1.33 million miles (2.14 million km)
- A water world is a super-Earth that may have vast oceans of liquid water

Terrestrial Planet

- Example: Earth
- Mass: 0.003 Jupiter mass
- Orbit radius: 93 million miles (150 million km)
- A goal of the exoplanet search is to find an alien analog of Earth, or an "exo-Earth"

Gas Giant

- Example: Jupiter
- Mass: 318 Earth masses
- Orbit radius: 484 million miles (778 million km)
- A gas giant is a huge planet with a thick atmosphere of mostly hydrogen and helium surrounding a tiny, rocky core

HABITABLE ZONE
where an Earth-size planet can have liquid water on its surface

- Mass: 17 Earth masses
- Orbit radius: 484 million miles (778 million km)
- A gas giant is a huge planet with a thick atmosphere of mostly hydrogen and helium surrounding a tiny, rocky core

Neptune

- Mass: 17 Earth masses
- Orbit radius: 2.8 billion miles (4.5 billion km)
- Neptune is a gas giant with a thick atmosphere of hydrogen, helium, ammonia and methane surrounding a tiny, rocky core

Brown Dwarf

- Example: Gliese 229B
- Mass: 20-50 Jupiter masses
- Orbit radius: 3.73 billion miles (6 billion km)
- A brown dwarf is larger than a planet but smaller than a star

Rogue Planet

- Example: Cha 110913
- Mass: 8 Jupiter masses
- Orbits the Milky Way galaxy independently
- Rogue planets were ejected from their solar system and now wander between the stars

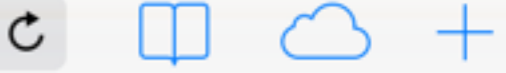
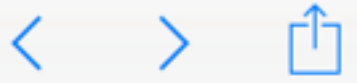
The Search Goes On

Only a tiny fraction of our galaxy has been searched for possible Earth-type planets. Up until now, only large planets could be found, but search technology is rapidly approaching the point where small rocky planets similar to Earth might be detectable. Large Jupiter-size planets have been found nearly 28,000 light-years away.

MILKY WAY GALAXY

Exo-Earth search radius: 1,500 light-years

EARTH



Resorting Query Results

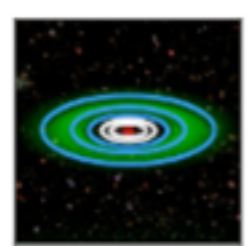
Exobolygók | www.csillagaszat.hu

Exobolygók

Főoldal ■ Asztrofizika ■ Exobolygók

HÍREK

- Főoldal
- Naprendszer
- Asztrofizika
 - Csillagok születése
 - Csillagok fejlődése
 - Csillagok végállapotai
 - Különleges csillagok
 - Exobolygók
 - Egyéb
- Tejútrendszer
- Extragalaktikus csill.
- Kozmológia
- Technikai újdonságok
- Aktuális égi események
- Magyar kutatások
- Egyéb témák
- Asztroblog
- Archívum
- HASZNOS
 - Programajánló
 - Csillagászati klubok
 - A hét csillagászati képe
 - Képeslapküldés



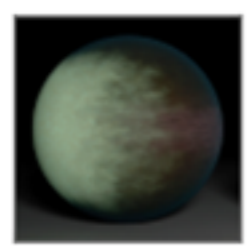
Rengeteg csillagnak lehet lakható bolygója

A Kepler-űrtávcső adatai alapján a Naphoz hasonló csillagok ötödének lehet kisméretű bolygója a lakhatósági zónában: még ha nem is mind lakható ténylegesen, akkor is hihetetlen sok lehet belőlük a Tejútrendszerben.



Megtalálták a Naprendszer testvérét

A DLR egyik kutatócsoportja, melynek honfitársunk, Csizmadia Szilárd egyik vezető munkatársa, rátalált az eddigi legnagyobb létszámú exobolygó-rendszerre: a KOI-351 jelű csillag körül hét planéta kering.



Kepler-7b: nyugaton felhős, keleten derült idő várható

A Kepler és Spitzer űrtávcsövek közös mérései alapján a Kepler-7b exobolygó egyik felét jóval vastagabb felhőzet borítja, mint a másikat - ezt állapította meg az MIT



Megvan az első földméretű kőzetbolygó!

A Kepler-űrtávcső adatai alapján azonosították az első olyan kőzetbolygót, melynek mérete majdnem akkora, mint a Földé. A Kepler-78b mindössze 8,5 óra alatt kerüli meg csillagát, így bioszféra hordozására biztosan nem alkalmas.



Vízben gazdag aszteroida csapódott be egy ősi csillagba

Egy fehér törpe színeképek vizsgálata arra utal, hogy a múltban egy nagy méretű és sok vizet tartalmazó kisbolygó keringett körülötte, majd bezuhant a csillagba. Ez alapján a rendszerben akár a Földhöz hasonló bolygók is létezhetnek.



A Föld még körülbelül kétmilliárd évig lesz "lakható"

Egy angol kutatócsoport eredménye szerint a Földünkön még legalább 1,75 milliárd évig fennállnak azok a feltételek, amelyek között a legprimitívebb életformák még

TÁVCSŐCENTRUM

ISON-üstökös távcsövek akcióban

MAKSZUTOV.HU

az őszi ÜSTÖKÖS PARÁDÉ IDEÁLIS MŰSZERE

- Részletes keresés
- ÍRJON! VÁLASZOLUNK!**
- Olvasóink kérdezték
- Írja meg kérdését!
- Csillagászati tudásbázis
- Közösségi oldal
- Fórum

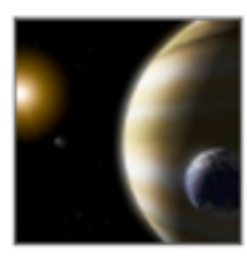
1%-OT AZ MCSE-NEK!

Hogy idén is közelebb hozzassuk a csillagokat!

A LEGFRISSEBB

- Hajnali üstökös nézőben
- Egy kis ISON-fizika
- Csillagok a második Kepler-konferencián: a mikromagnitúdós forradalom
- Az ISON már jobban teljesít
- SETI, sziklák és szokatlan színpompa Grönland felett
- Lovejoy Parade
- VI. Országos Kulin György Csillagászati Diákvetélkedő
- Exobolygók a második Kepler-konferencián
- Továbbra is betegeskedik az ISON-üstökös
- Még mindig a sötétben rejtőzik a sötét anyag

ÉJSZAKAI IDŐJÁRÁS



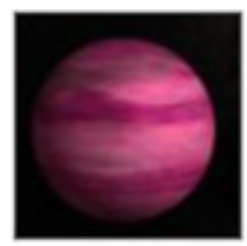
Exoholdakat árnyékolni nem kell félnetek jó lesz

Bár még egyetlen exoholdat sem ismerünk, egyre nagyobb érdeklődés övezi őket: egy új tanulmány az anyabolygók mágneses tere általi árnyékolás lehetőségeit vizsgálja, illetve az árat, amit a holdnak ezért fizetnie kell.



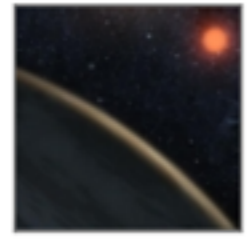
Szabadnak is születhettek a csillag nélküli bolygók

Új észlelések szerint kicsi, hideg, gömbszerű felhőkben minden feltétel adott lehet ahhoz, hogy csillag nélküli bolygók is kialakulhassanak, tehát a csavargó planéták létét nem csak a kidobódás magyarázhatja.



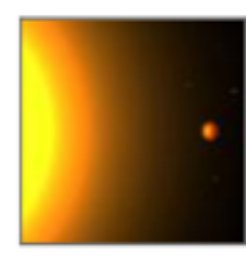
Tömegrekorder exobolygót fényképeztek

A Subaru teleszkóp infravörös felvételei alapján egy nemzetközi kutatócsoportnak sikerült közvetlen képet előállítani a GJ 504 fényes csillag óriásbolygójáról. Jelenleg ez a legkisebb tömegű planéta, amelyről direkt felvétel készült.



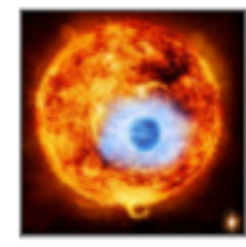
Hol vannak a legjegesebb bolygók?

Kozmikus ironia: egy új eredmény szerint a hűvösebb csillagok körül keringő kőzetbolygók kevésbé jegesek, mint a forróbb csillagok körül keringő társaik.



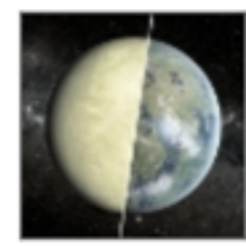
Minden nap egy új év a lávabolygón

Mindössze annyi idő alatt, ami számunkra egy munkanap vagy egy egész éjszakai alvás hossza, a 700 fényévre lévő Kepler-78 kicsiny tűzgolyó-planétáján egy teljes év is eltelik.



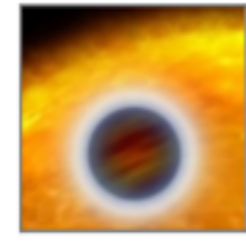
Az azúr bolygó röntgenben is fed

A HD189733b a forró Jupiterek állatorvosi lova: nem sokkal azután, hogy a színét megállapították, röntgenfényben is sikerült a fedéseit megfigyelni, mely alapján igen kiterjedt légkör övezi.



Szuperföld helyett szupervénusz: egy lakható bolygóval kevesebb

Örök kérdés, hogy mik azok a kritériumok, amelyek az élet lehetőségét jelzik egy távoli bolygón. Legutóbb a Földnél alig nagyobb Kepler-69c-ről mutatták ki, hogy mégsem kering a lakhatósági zónában.



Változatosak a forró jupiterek légkörei

A Hubble-űrtávcsővel végzett, átfogó jellegű vizsgálat első eredményei azt mutatják, hogy a szelek és a felhők fontos szerepet játszanak a csillagukhoz közel keringő

TÁVCSÖVES BEMUTATÁS



Meteor folyóirat — útikalauz a Világegyetemhez. Kérjen ingyenes mutatószámot a meteor@mcse.hu címen!

FACEBOOK-OLDALUNK

Hírek.Csillagaszat.hu

Tetszik neked.

Rajtad kívül 8.475 személy kedveli: [Hírek.Csillagaszat.hu](#)



Facebook-hírfolyóirat

Budapesti időjárás:

11.18.			3°C
11.19.			6°C

Részletes időjárás »»

KLUBKERESŐ

Település neve...

Részletes keresés »»

KÉPESLAPKÜLDÉS



Képeslapküldés »»

HÁTTÉRKÉPEK



Háttérképek letöltése »»

Resorting Query Results



Szines exobolygók a láthatáron
 Azúrkék planétát talált a Hubble-űrtávcső a HD 189733 rendszerében.



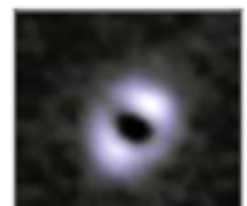
Három szuperföld is kering egy közeli csillag lakhatósági zónájában
 Új és archív adatokat felhasználva egy nemzetközi kutatócsoport újra megvizsgálta a Gliese 667C jelű vörös törpét. Kiderült, hogy legalább 6 bolygó kering körülötte, közöttük 3 szuperföld, ráadásul mindegyik a lakhatósági zónában.



Időjárásjelentés a HAT-P-2b-ről: forróság és viharos szelek
 A Spitzer adatai alapján a forró Jupiteren az időjárási helyzet is fokozódik: hatalmas forróság, süvöltő szelek és óriási viharok várhatóak.

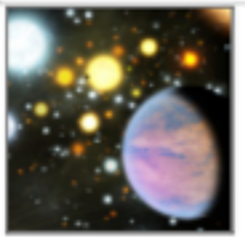


Einstein és az exobolygók
 Vadonatúj módszerrel, a relativitáselmélet segítségével mutattak ki exobolygót izraeli tudósok a Kepler-űrtávcső adataiban.

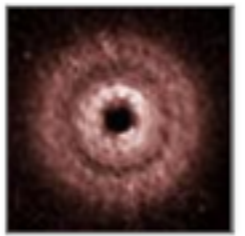


Porkorongot detektáltak egy öregedő csillag bolygórendszerében
 Az ESA Herschel infravörös űrteleszkópjával aszteroidák és

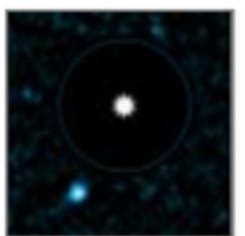
Exobolygók | www.csillagaszat.hu



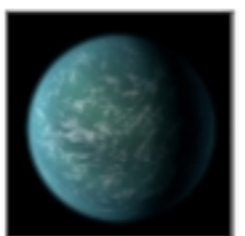
Kepler-bolygók csillaghalmozokban
 A bolygókeletkezési elméleteket tesztelhetjük a Kepler-űrtávcsővel elsőként felfedezett nyílthalmazbeli fedési exobolygókkal.



Születő bolygórendszer fotózott a Hubble?
 A Hubble-űrteleszkóp által a TW Hydrae vörös törpe körüli protoplanetáris korongról készített felvételen jól látható egy rés a diszkben, melyet nagy valószínűséggel egy formálódó bolygó hatása okoz.



Újabb fotó egy fiatal csillag bolygójáról
 Az ESO VLT távcsőrendszerén működő NACO adaptív optikás műszerrel egy fiatal csillag körül keringő, mindössze 4-5 jupitertömegű bolygóról sikerült közvetlen felvételt készíteni.



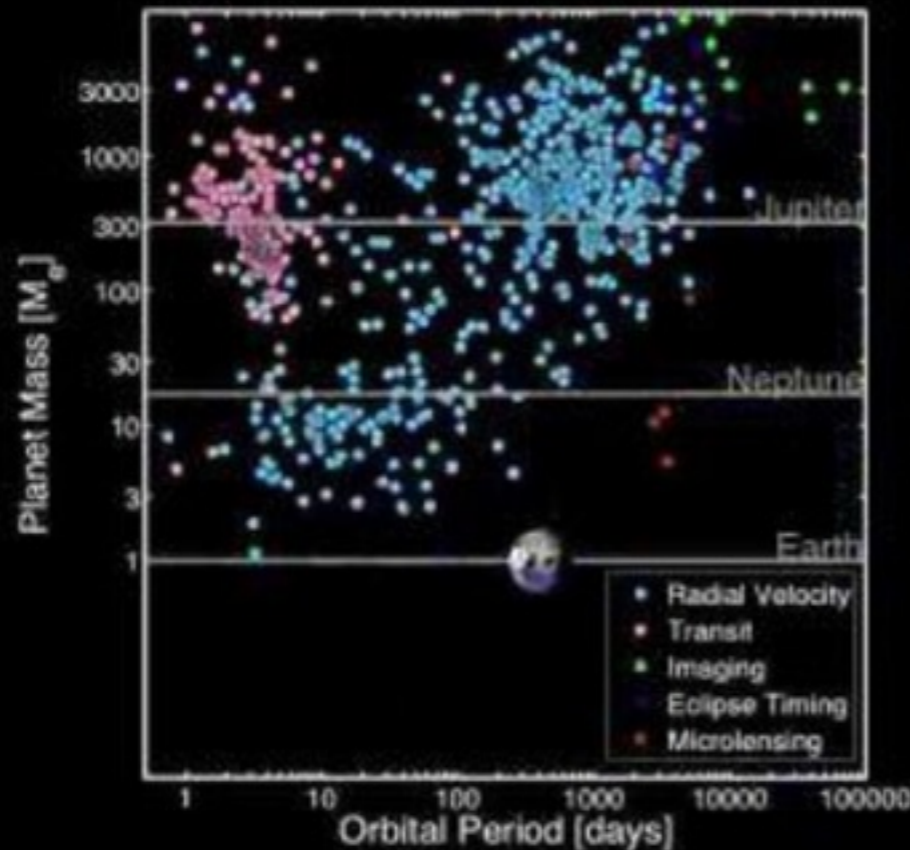
Lakható földek a láthatáron
 Amerikai kutatók három, kellemes felszíni hőmérsékletű bolygó felfedezéséről számoltak be.



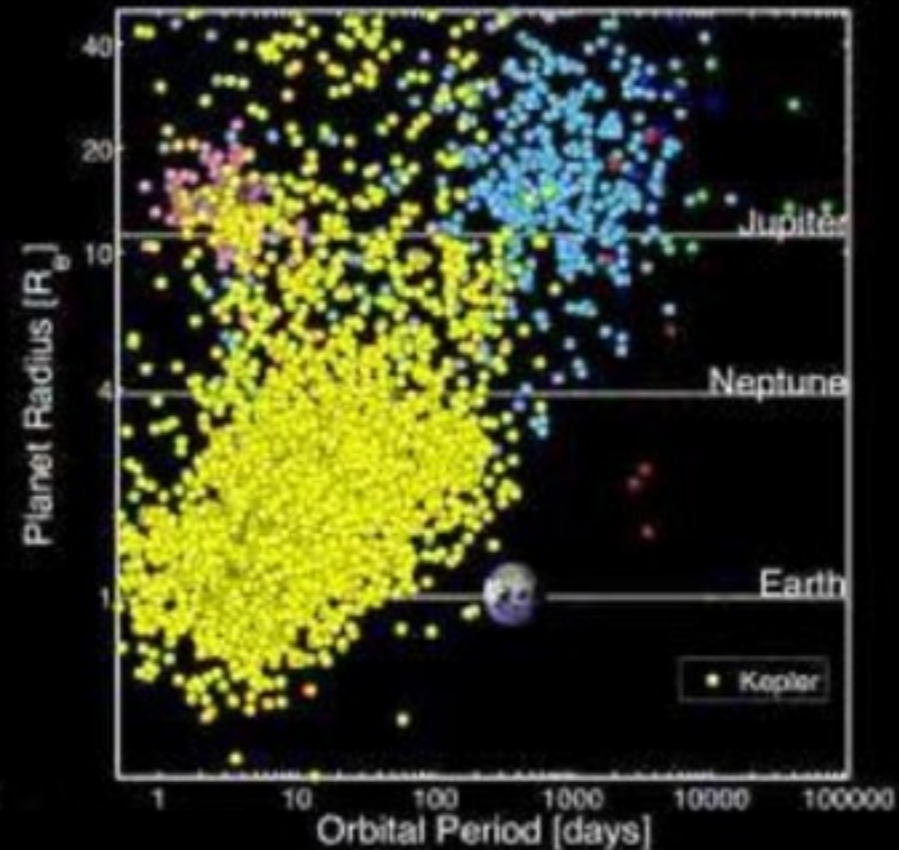
Életnyomok haldokló csillagok fényében
 A James Webb-űrtávcsővel lehetővé válhat majd fehér törpecsillagok körül keringő,

Kepler

Exoplanet Detections



730 non-Kepler planets
86% larger than Neptune
595 unique stars
16% are multi-planet systems



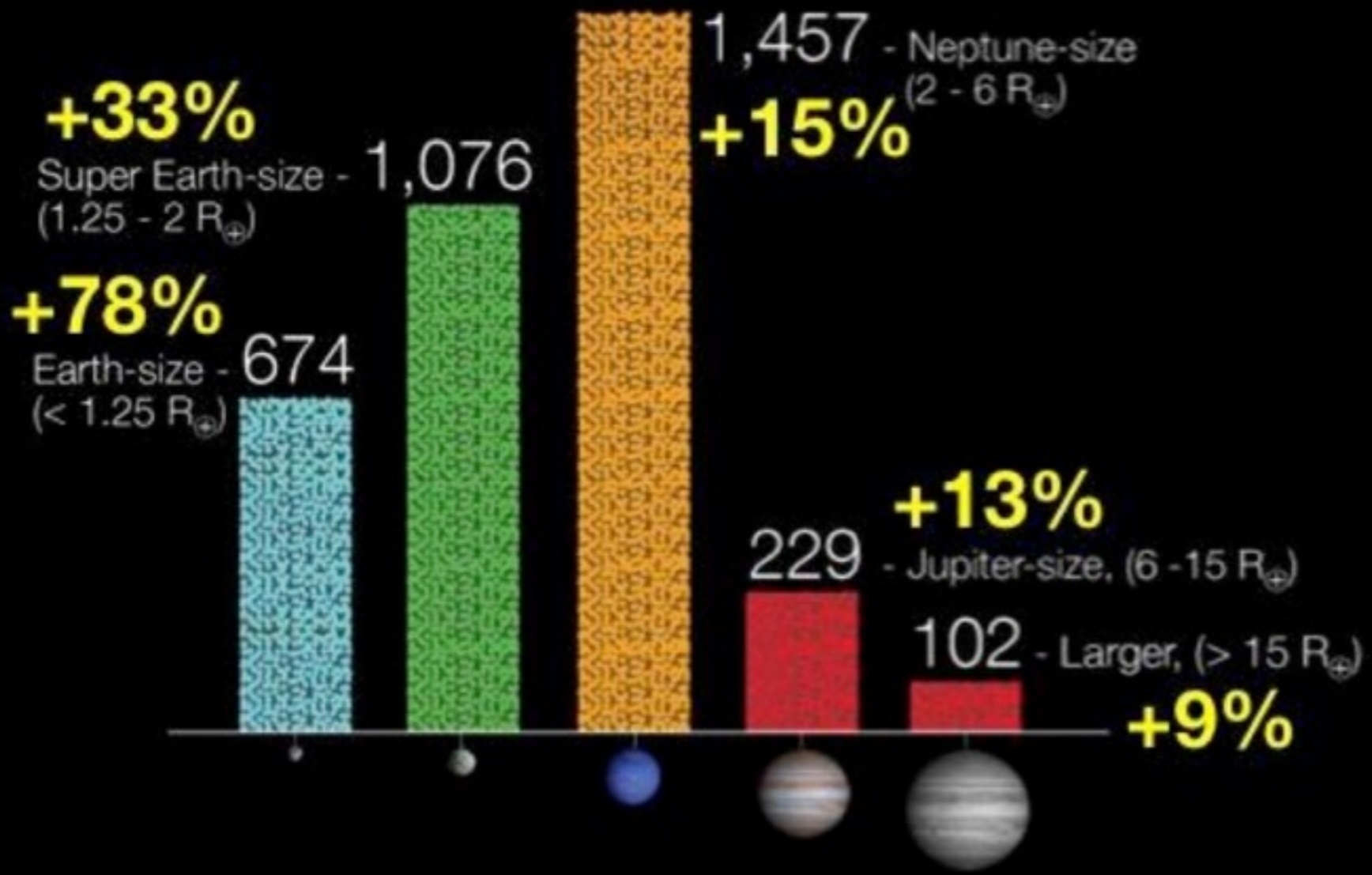
3553 Kepler planet candidates
85% smaller than Neptune
2658 unique stars
22% are multi-planet systems

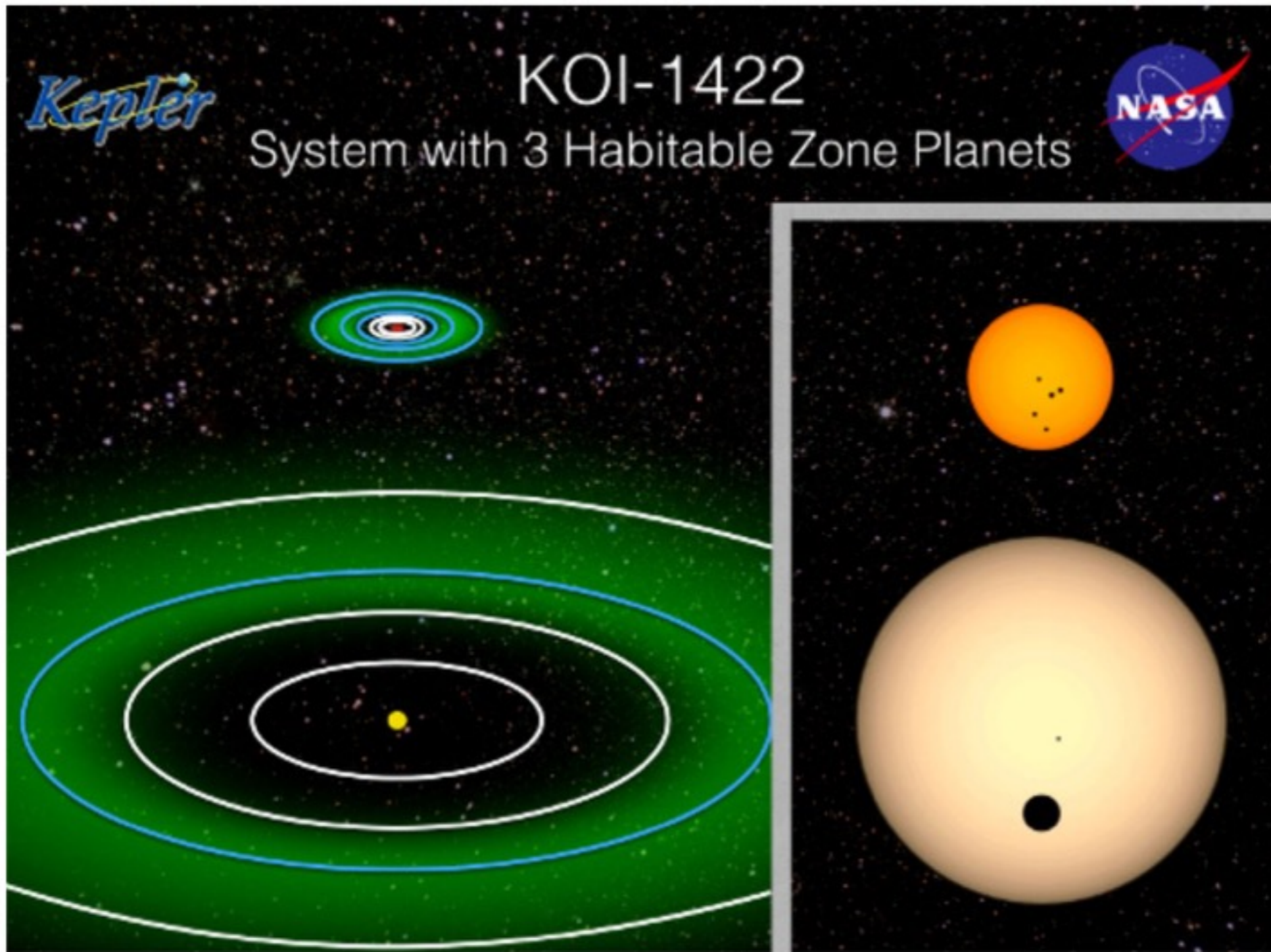
Kepler

Sizes of Planet Candidates

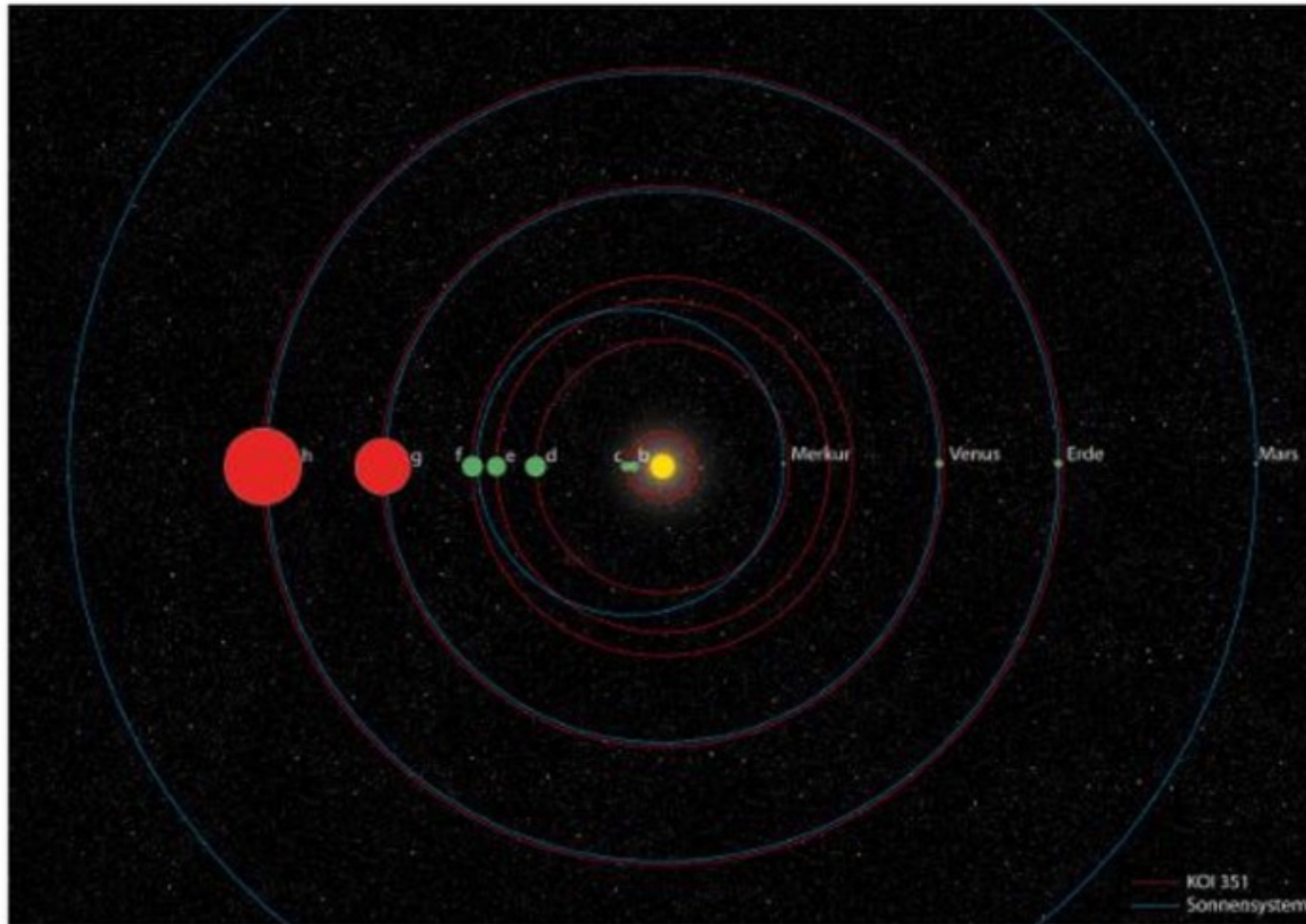


Totals as of November, 2013



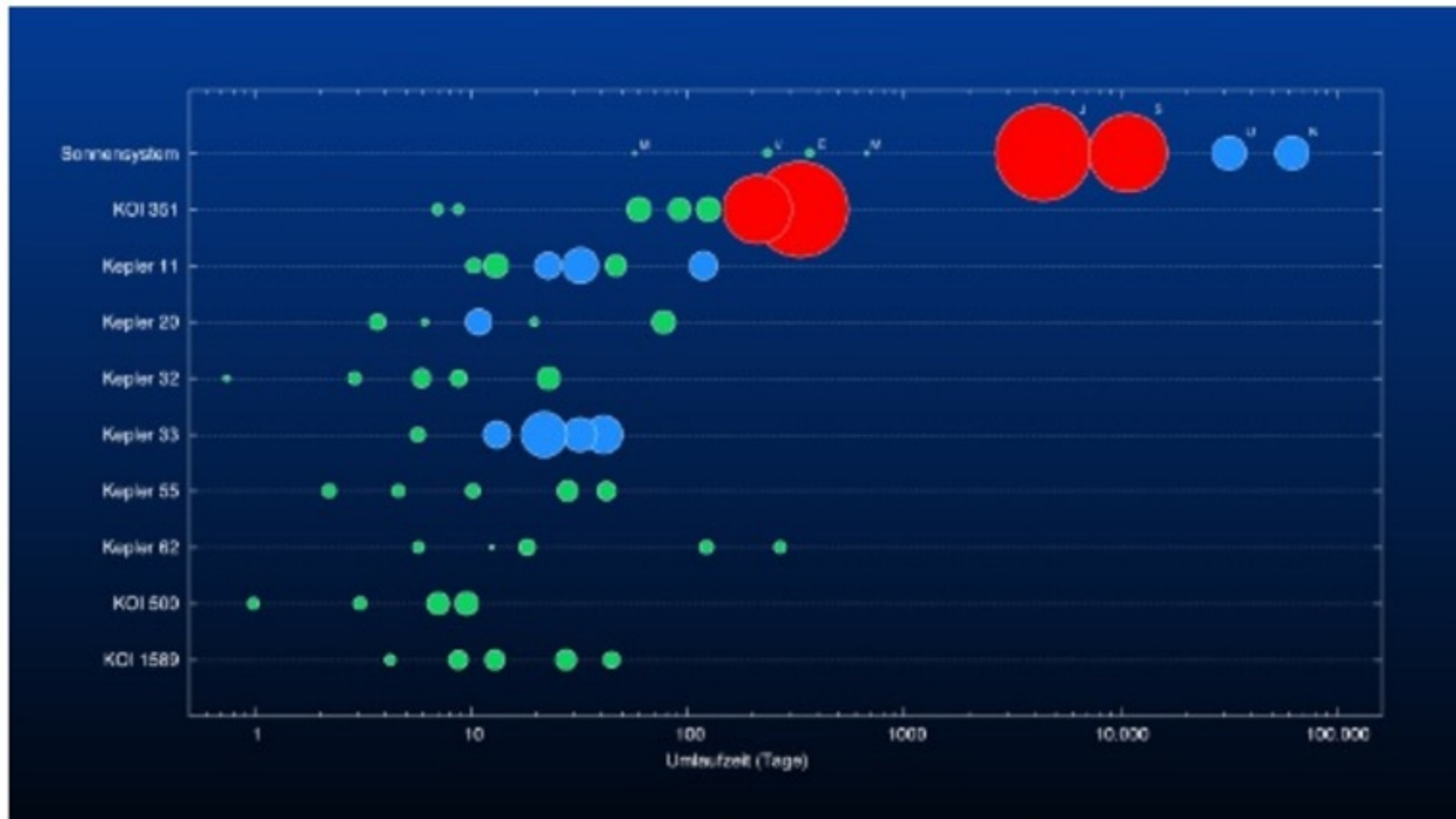


A KOI-1422 az első ismert csillag, amelynek három bolygója is a lakhatósági zónában kering. Felül a KOI-1422 rendszer, alul a Naprendszer, illetve a Föld és a Jupiter árnyéka a Napon, összehasonlításképpen.



A Naprendszer és a KOI-351 bolygórendszerének összehasonlítása. Utóbbiban hét bolygó kering 1 csillagászati egységen, azaz olyan távolságon belül, ahol a Naprendszerben csak három. Egyéb tekintetben azonban a rendszer rendkívüli módon hasonlít a miénkre.

[DLR]



A Naprendszer és a KOI-351 rendszerének összehasonlítása azokkal a rendszerekkel, melyekben legalább öt tranzitos bolygó kering. A különböző színek a planéták méreteit kódolják: kék a szuperföldeket, a Földnél alig valamivel nagyobb bolygókat, zöld a Neptunuszhoz hasonló méretű planétákat, míg a vörös a Jupiterhez és a Szaturnuszhoz hasonló gázóriásokat jelzi. A vízszintes tengelyen a keringési idő napokban kifejezett értéke olvasható le.

[DLR]

