



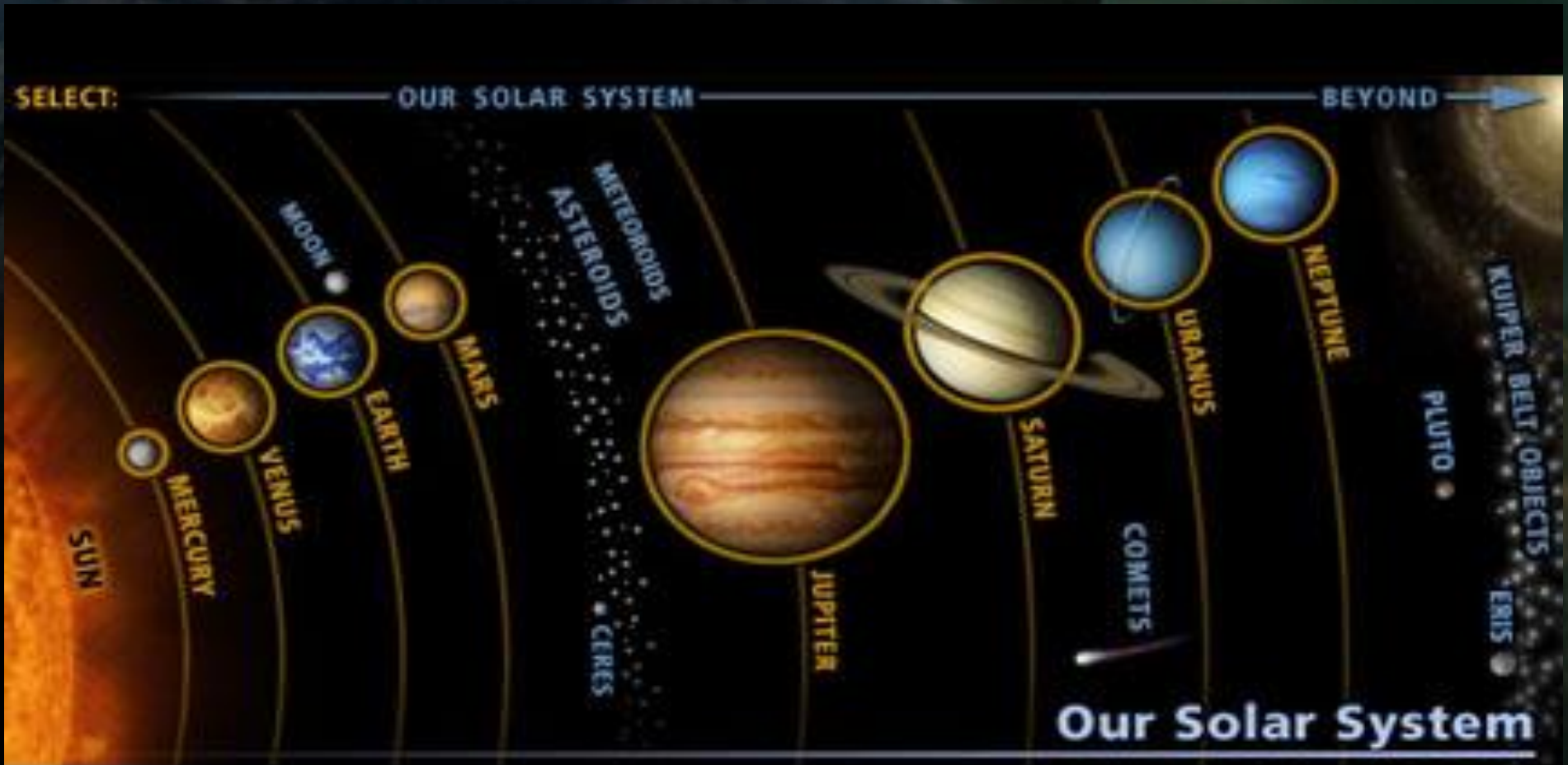
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

არამზიური პლანეტები და ზე-დედამიწები აღ. თევზაძე

27.12.2016

პლანეტები მზის სისტემაში

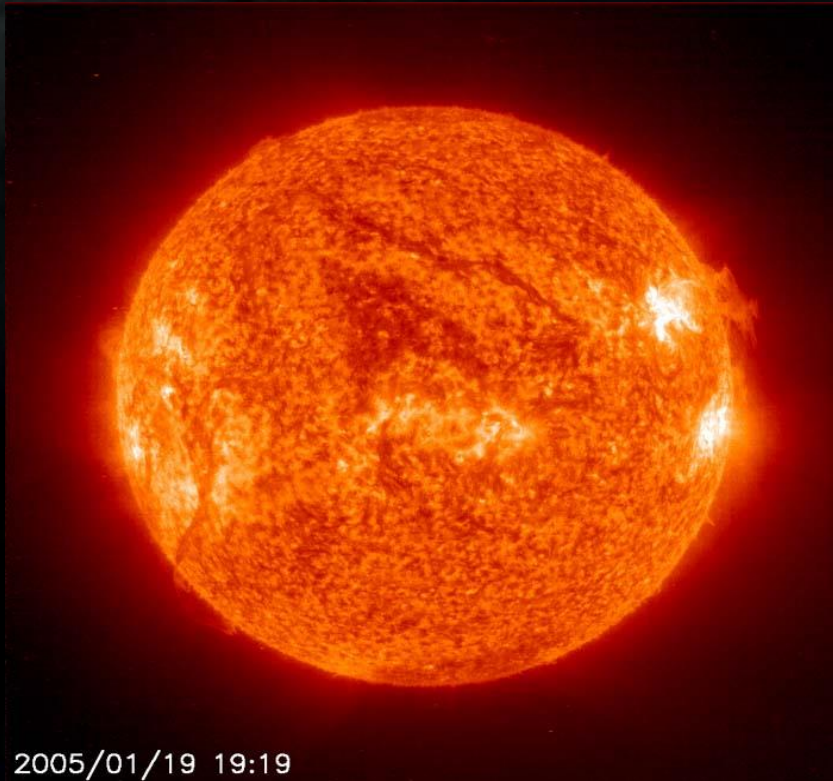
- მერკური, ვენერა, დედამიწა, მარსი
- იუპიტერი, სატურნი, ურანი, ნეპტუნი



მზე

ძირითადი თანმიმდევრობის ვარსკვლავი

სამყაროში მილიარდობით
მზის ტიპის ვარსკვლავია



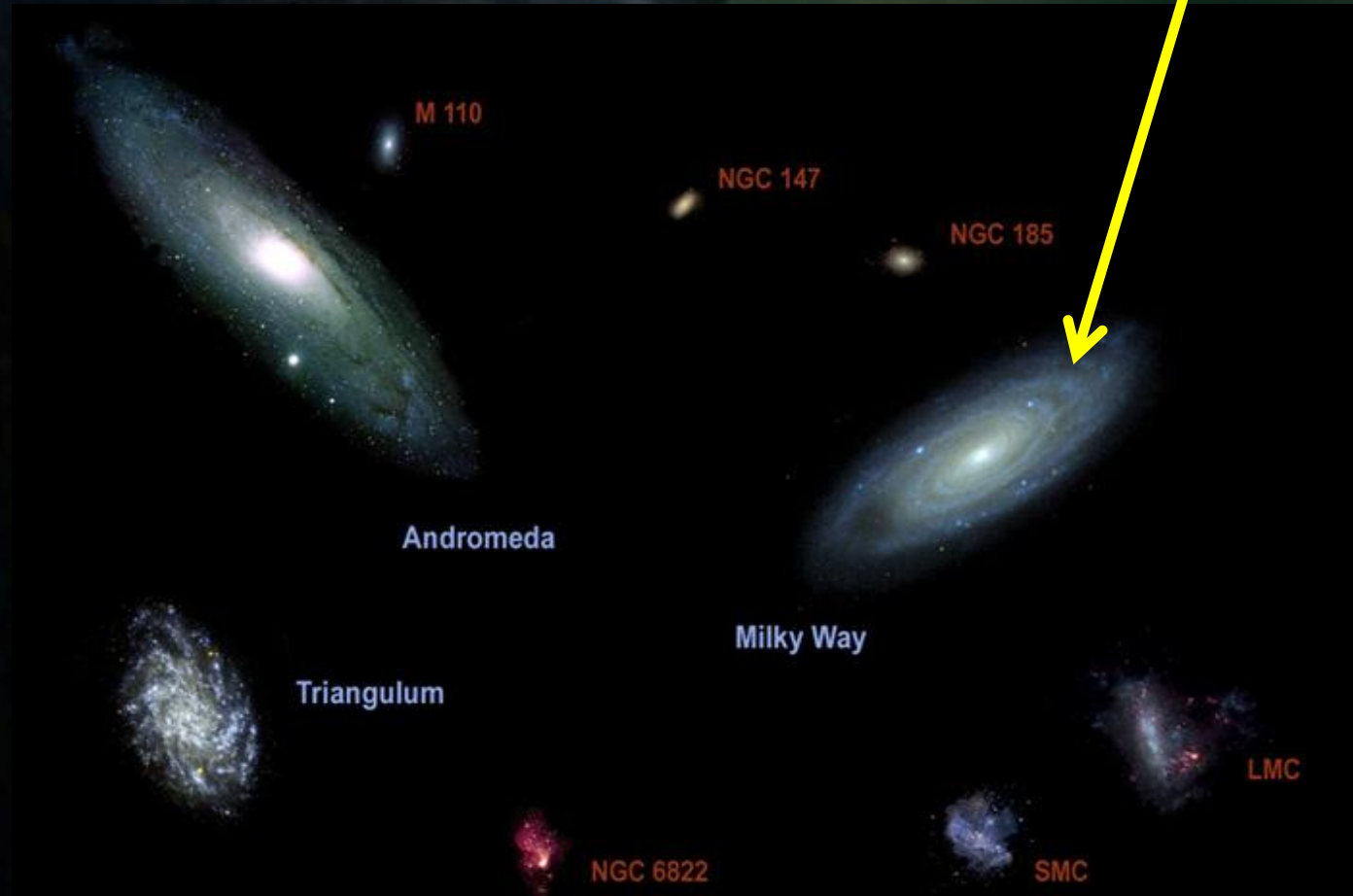
2005/01/19 19:19



გალაქტიკები

ვარსკვლავები წარმოქმნიან უზარმაზარ ჯგუფებს, რომლებიც ბრუნავენ საერთო ცენტრის გარშემო:

გალაქტიკების
ლოკალური
ჯგუფი

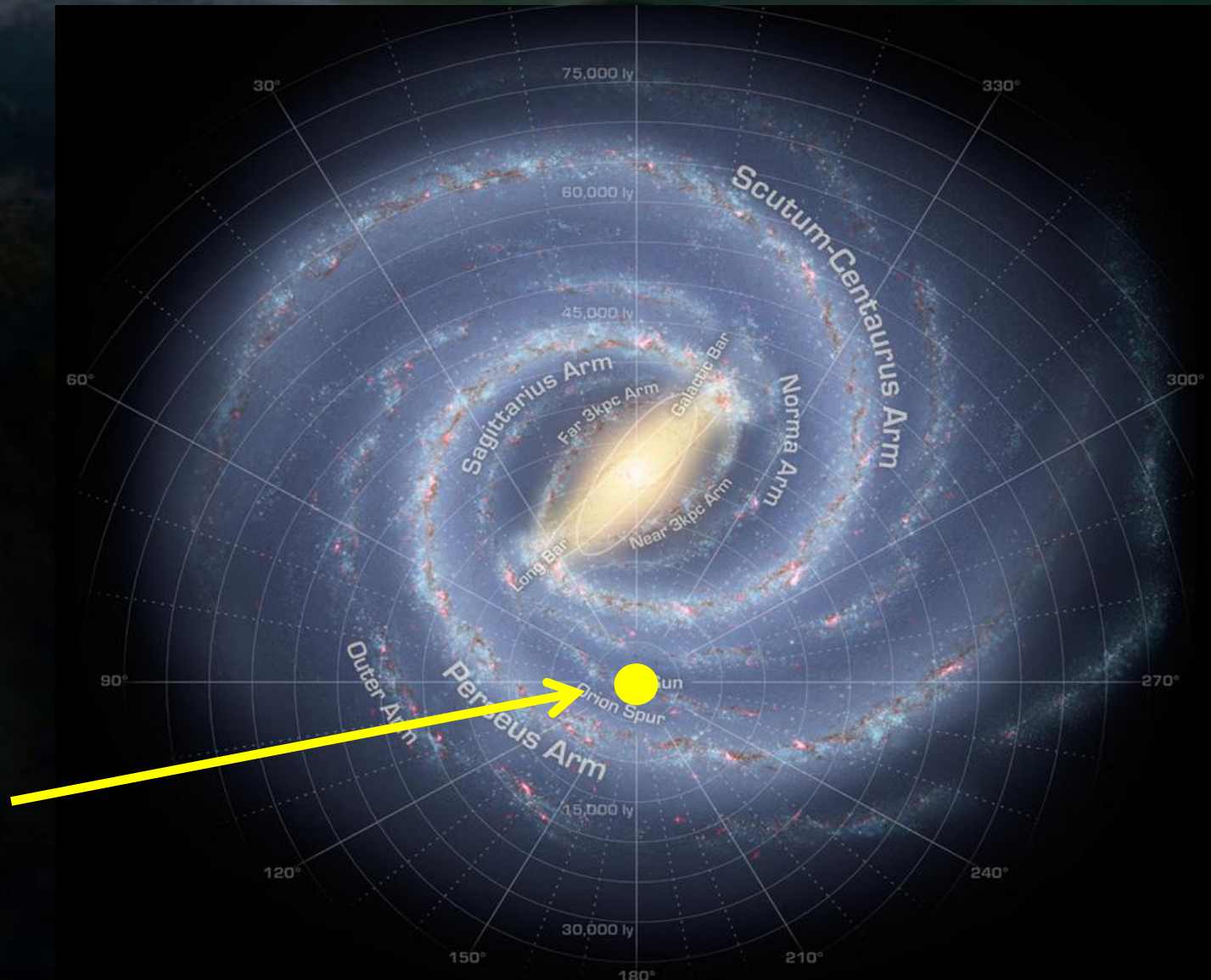


ჩვენი გალაქტიკა: ირმის ნახტომი

ვარსკვლავების დისკისებური გროვა;

- მასიური ცენტრი;
- სპირალები

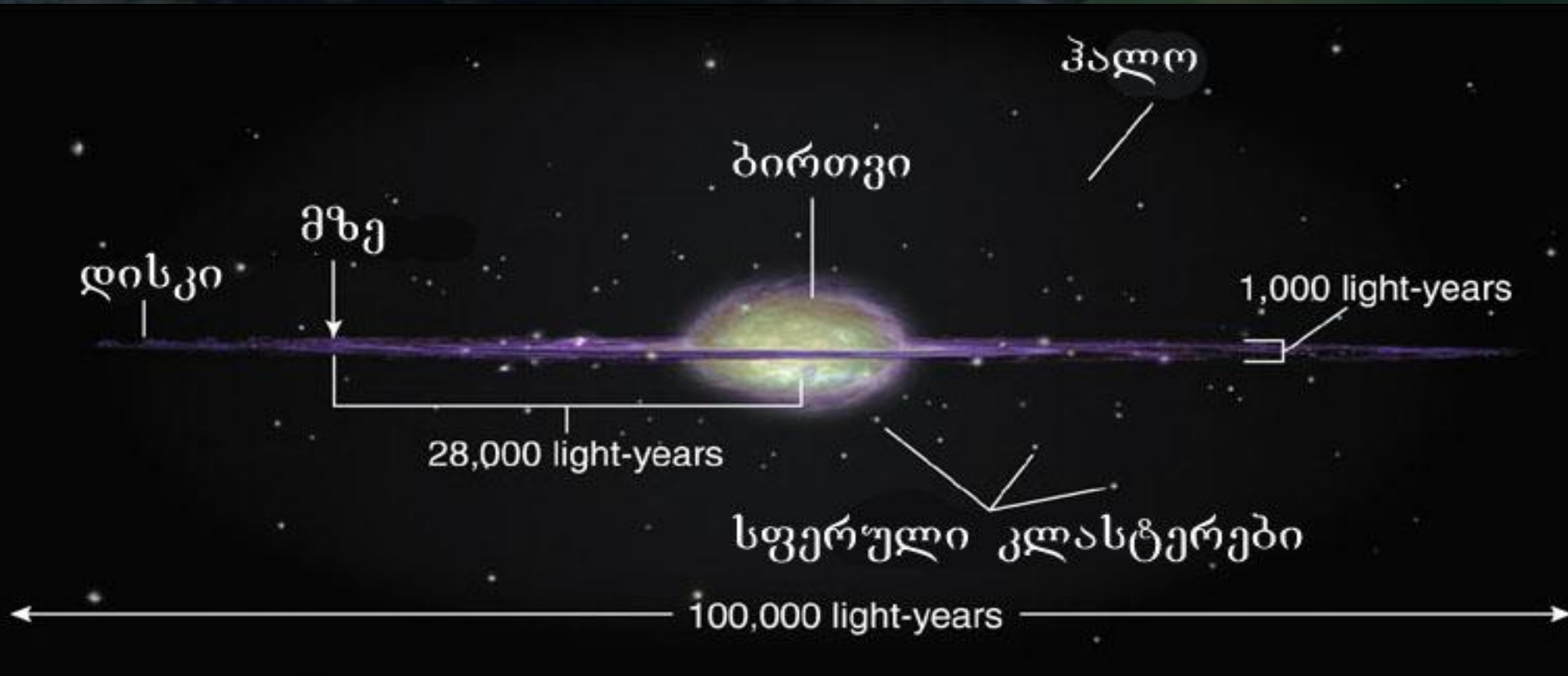
მზე



ჩვენი გალაქტიკის სტრუქტურა

ვარსკვლავების რაოდენობა: ~ 500 მილიარდი

გალაქტიკის მასა: ~ $5.8 \cdot 10^{11} M_{\text{მზე}}$



ირმის ნახტომი ღამის ცაზე



არამზიური პლანეტები

მზის ირგვლივ
მბრუნავი პლანეტები:

სხვა ვარსკვლავების
ირგვლივ მბრუნავი
პლანეტები?

არამზიური პლანეტა

extrasolar planet,
exoplanet



არამზიური პლანეტები

პლანეტების დანახვა შესაძლებელია მზიდან არეკვლილი შუქით

დაკვირვების მეთოდები:

პირდაპირი:

– ინტერფერომეტრია;

არაპირდაპირი:

– რადიალური სიჩქარეები (ასტრომეტრია);

– ტრანზიტები (ნათობის ცვალებადობა);

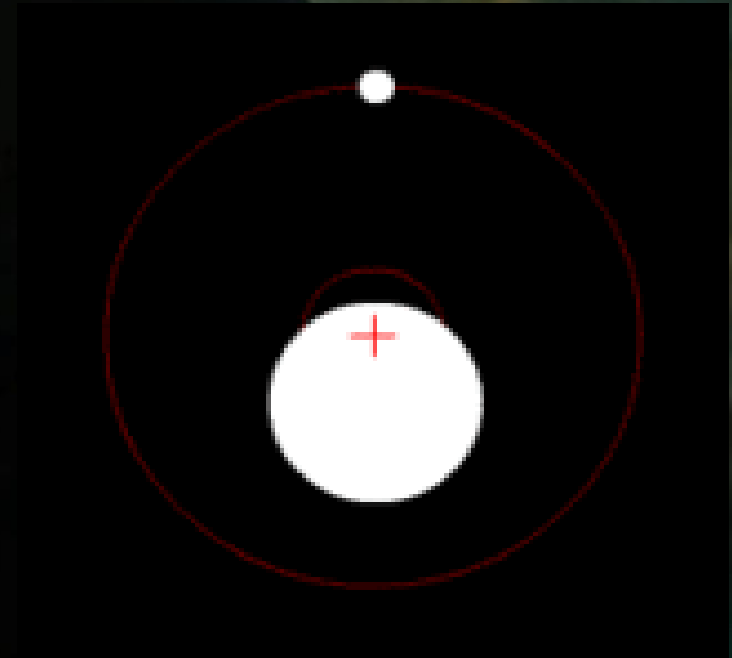
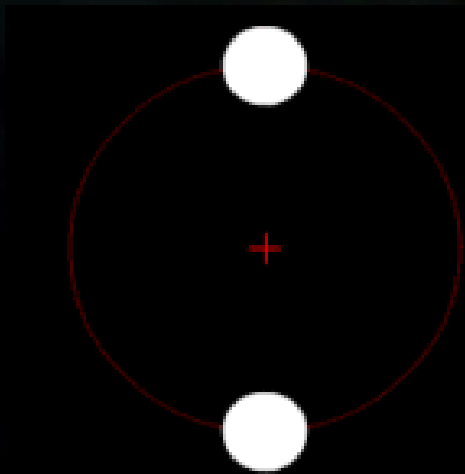
...



რადიალური სიჩქარეები

ციური სხეულები ბრუნავენ სისტემის სიმძიმის ცენტრის ირგვლივ (ბარიცენტრი)

შორეული დამკვირვებლისათვის
მზე და დედამიწა ბრუნავენ მზის სისტემის
ბარიცენტრის ირგვლივ!



მზის სისტემის ბარიცენტრი

Solar System Barycenter / SSB

Distance: 0.16609 au
Star system barycenter

2009 Sep 17 03:36:01 UTC
Real time

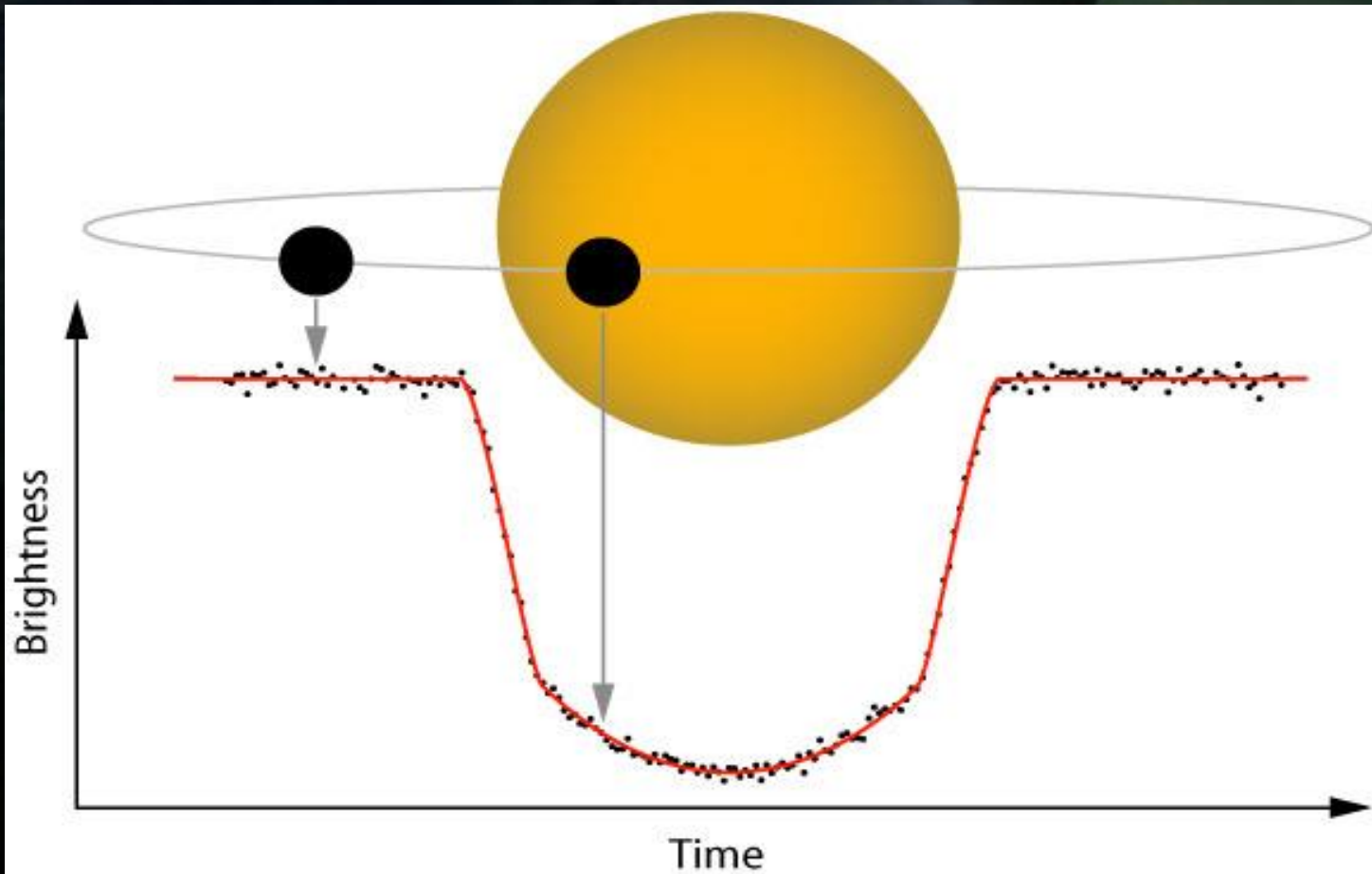


Speed: 0.00000 m/s

Follow Solar System Baryce
FOV: 18° 09' 6.3" (1.00x)

არამზიური პლანეტის ტრანზიტი

ვარსკვლავის ნათობის მრუდი



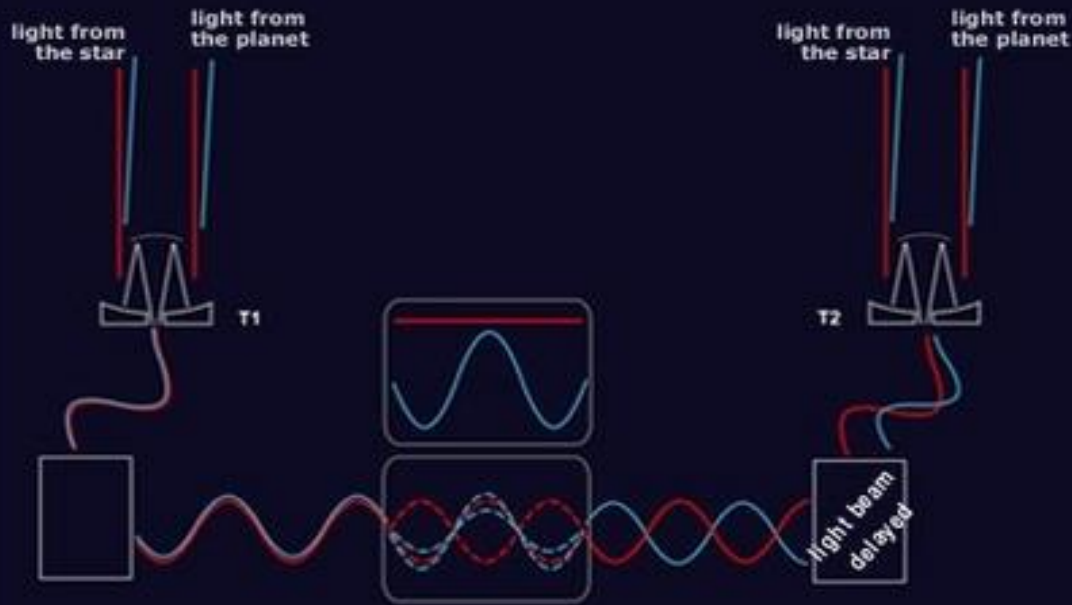
ვენერას ტრანზიტი

(2004,2012) ... შემდეგი ტრანზიტი – 2117

The 2012
Venus Transit

ინტერფერომეტრია

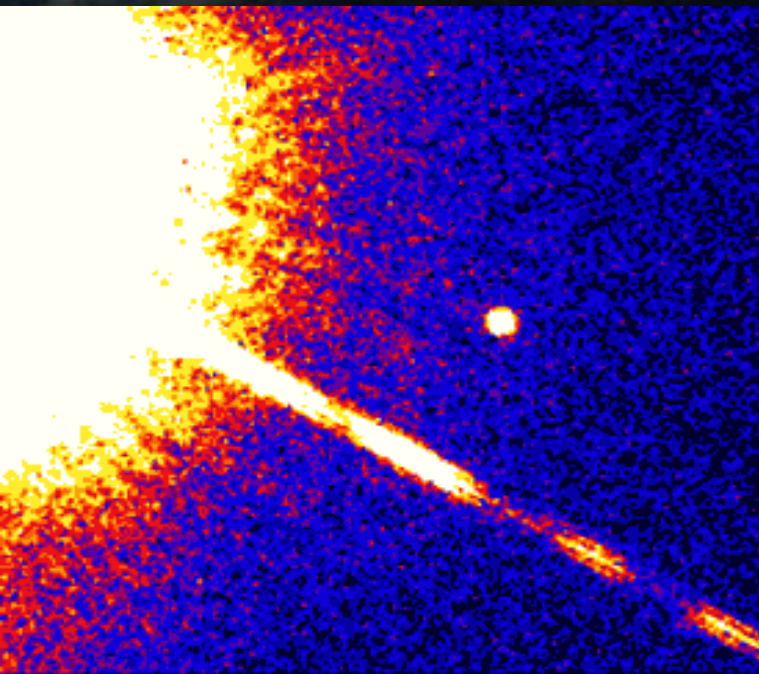
Keck telescope Hawaii
(10m)



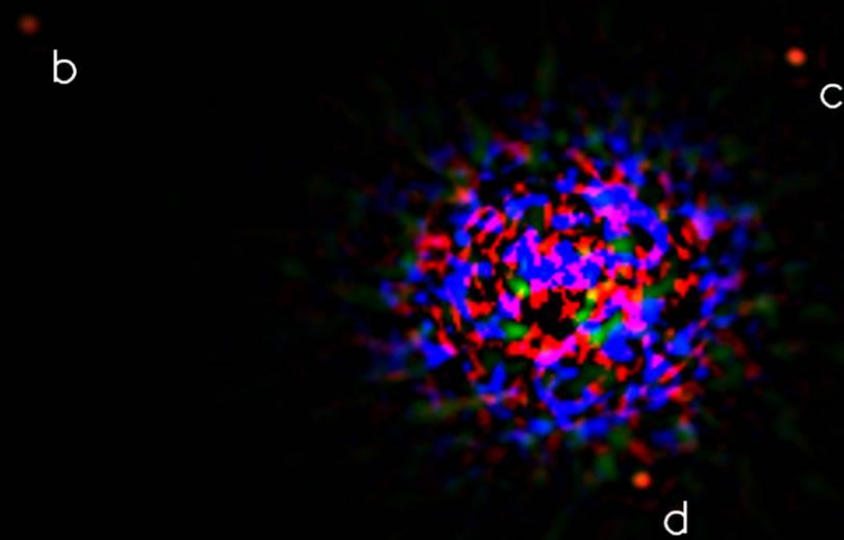
ვარსკვლავის
ნათების
გაბათილება:
პლანეტები

პირდაპირი გამოწასახი

nulling
interferometry



HR 8799 Planetary System
(Sept. 2008)



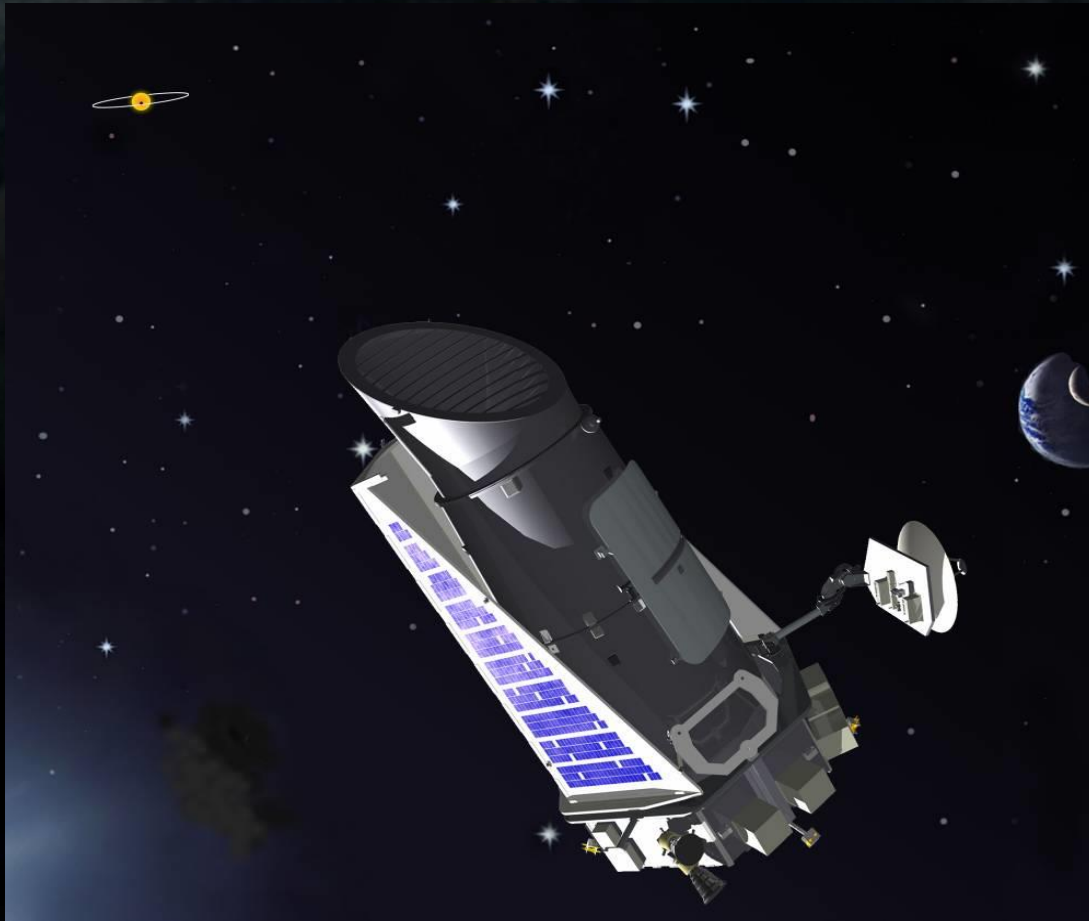
0.5 arcsec
20 AU

კეპლერის კოსმოსური ტელესკოპი

გაშვების თარიღი: 2009

სიცოცხლის ციკლი: 2016+

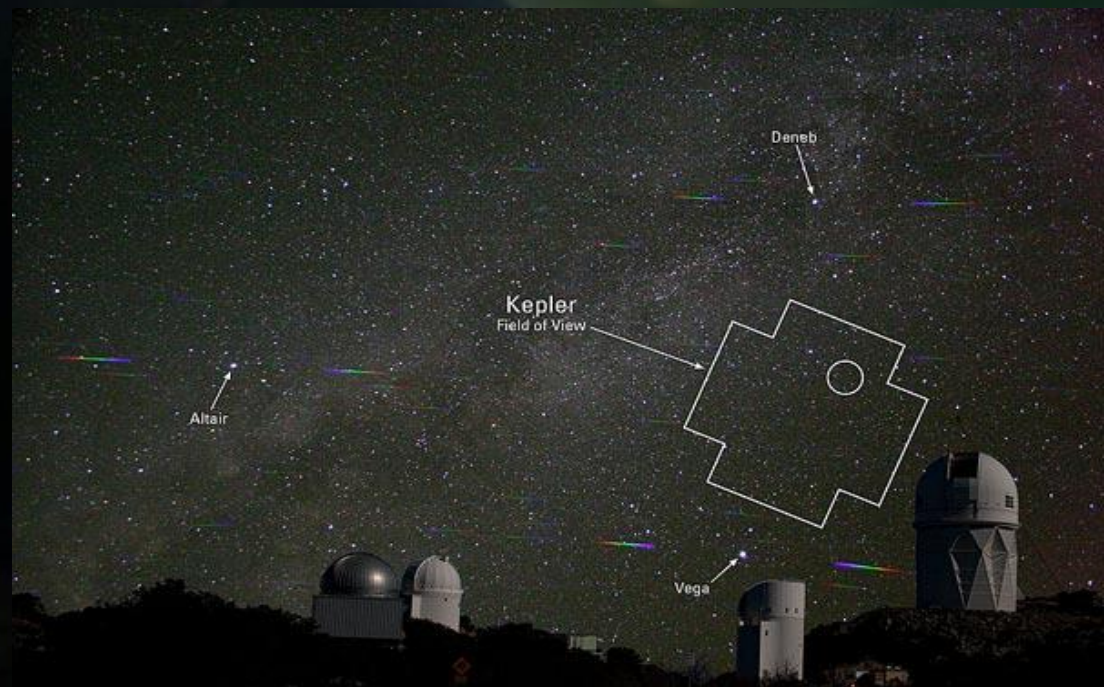
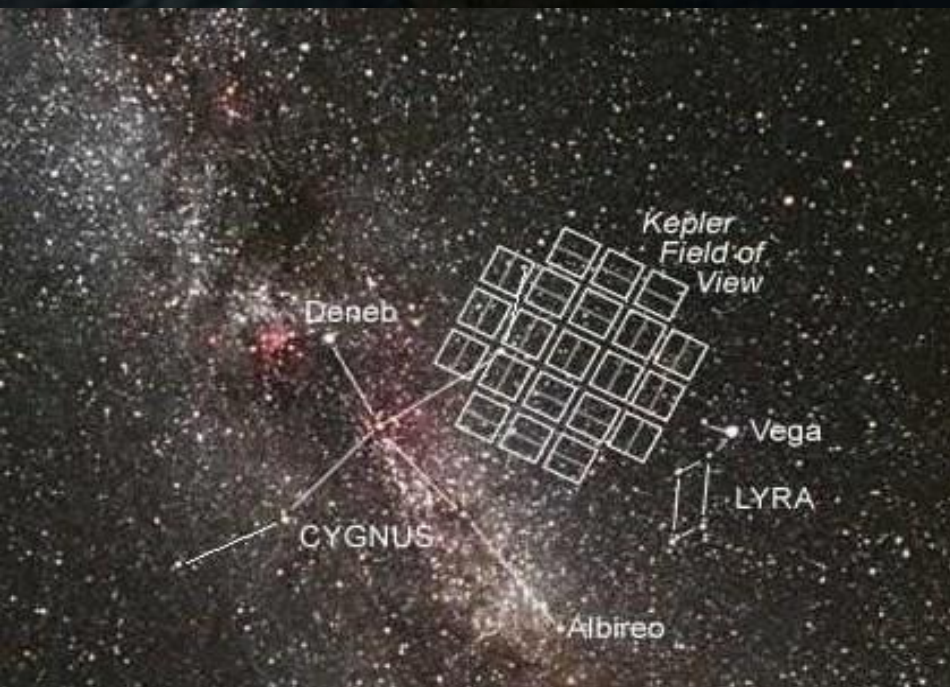
სარკის დიამეტრი 0.95 მ



არამზიური
პლანეტების
ძიება
კოსმოსიდან

კეპლერი

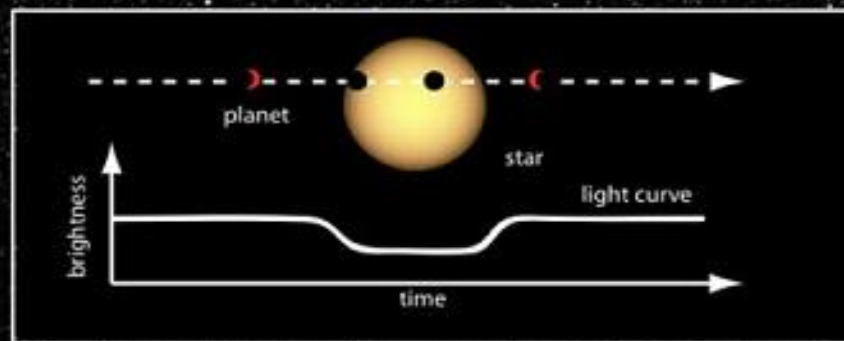
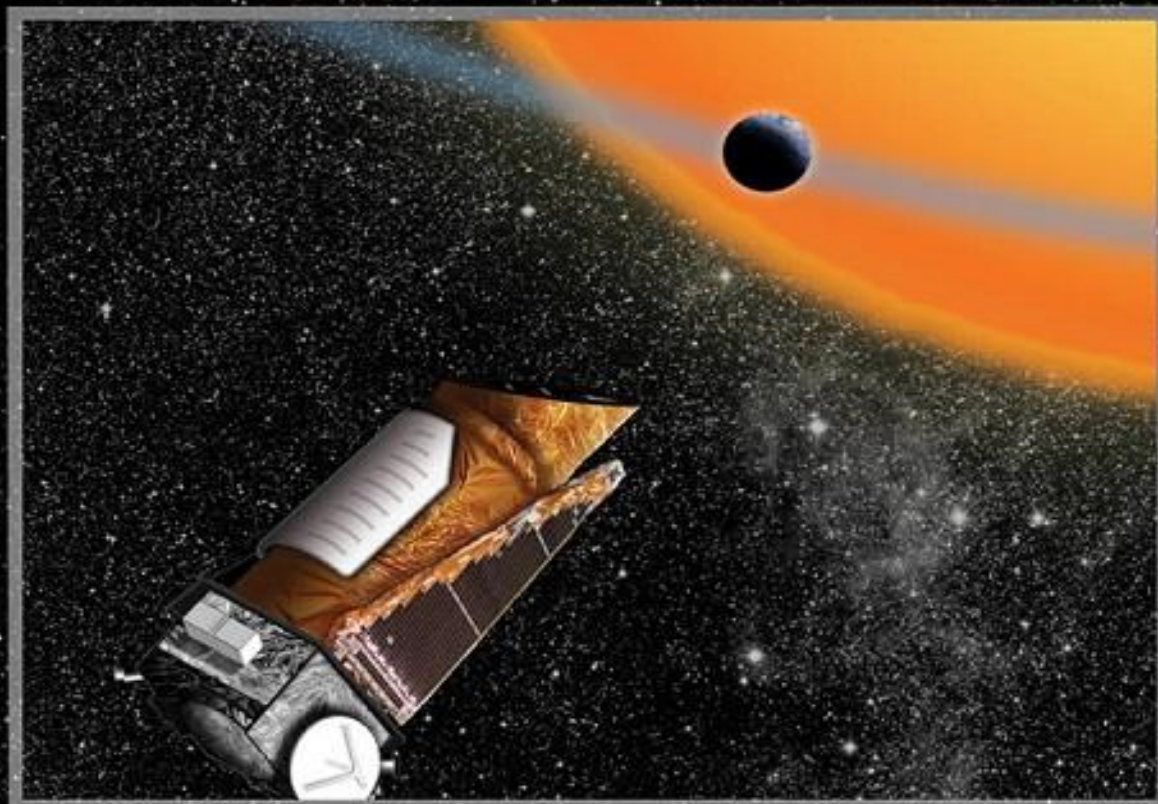
ტელესკოპი უწყვეტად აკვირდება ცის მცირე უბანში
მეოფ ვარსკვლავებს ერთდროულად



კეპლერი: ტრანზიტების მოლოდინში

დაკვირვების
შედეგი:

ვარსკვლავების
ნათობის
მრუდები



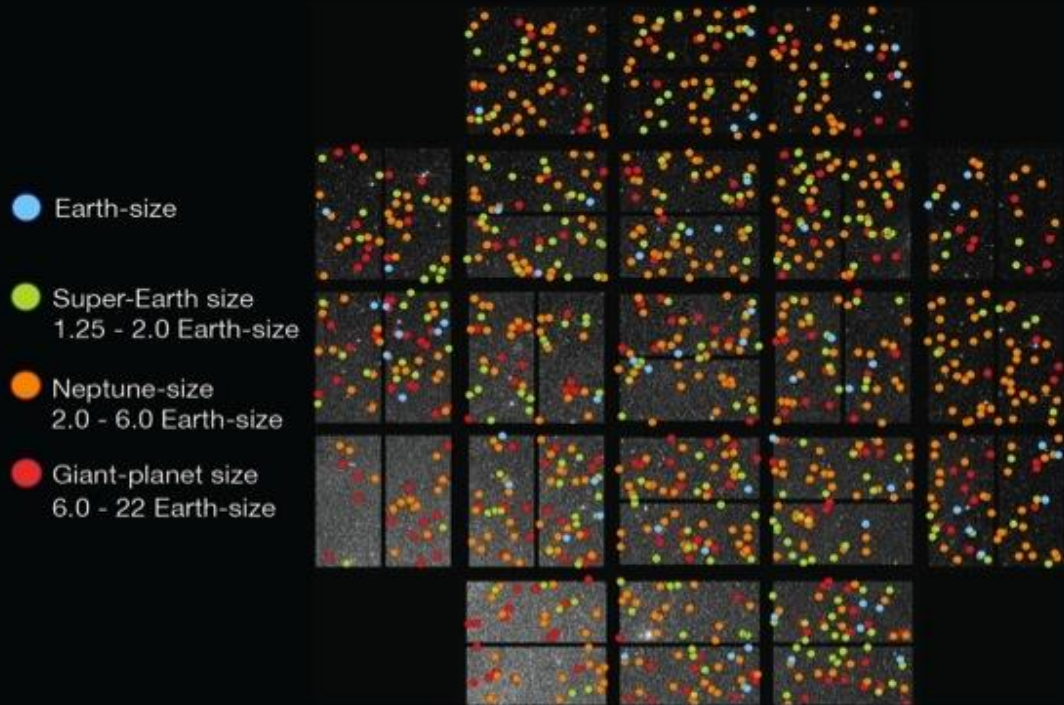
კეპლერის დაკვირვებები

დადასტ. არამზიური პლანეტები: **2300**

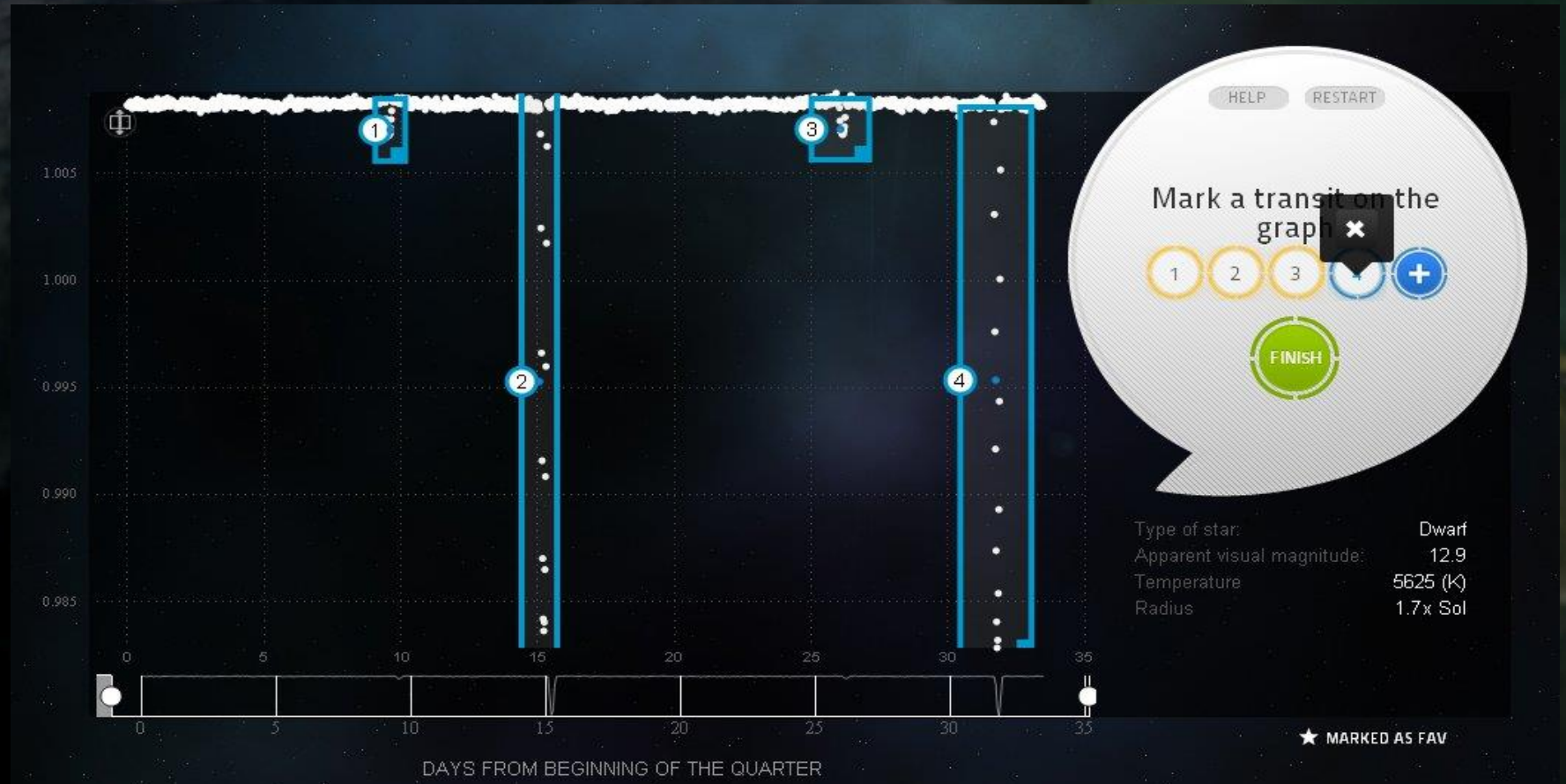
არამზიური კანდიდატები: **3601**

კეპლერის
არამზიური
პლანეტების
განაწილების
რუქა

Locations of Kepler Planet Candidates

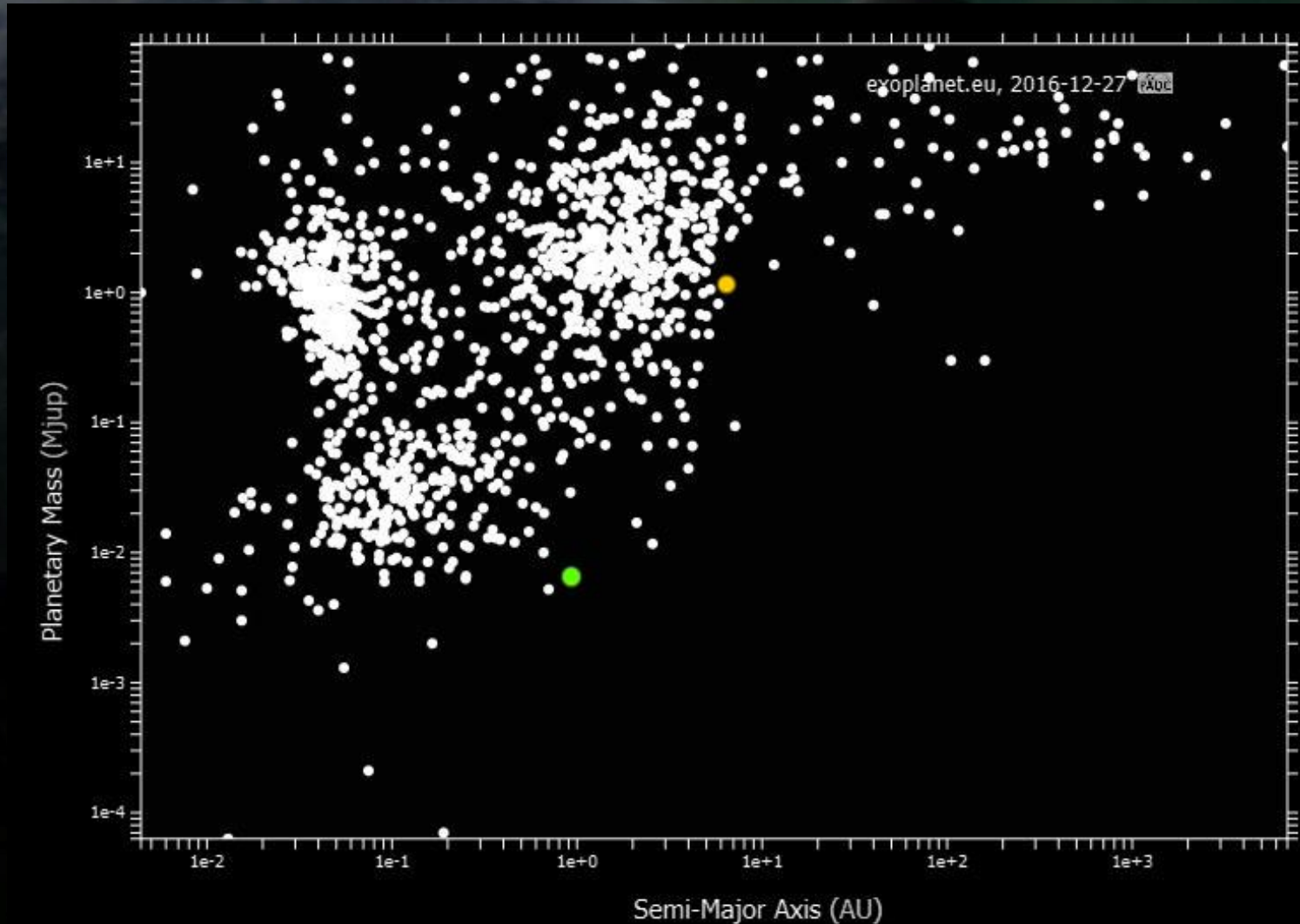


პლანეტების ძიების საჯარო პროექტი



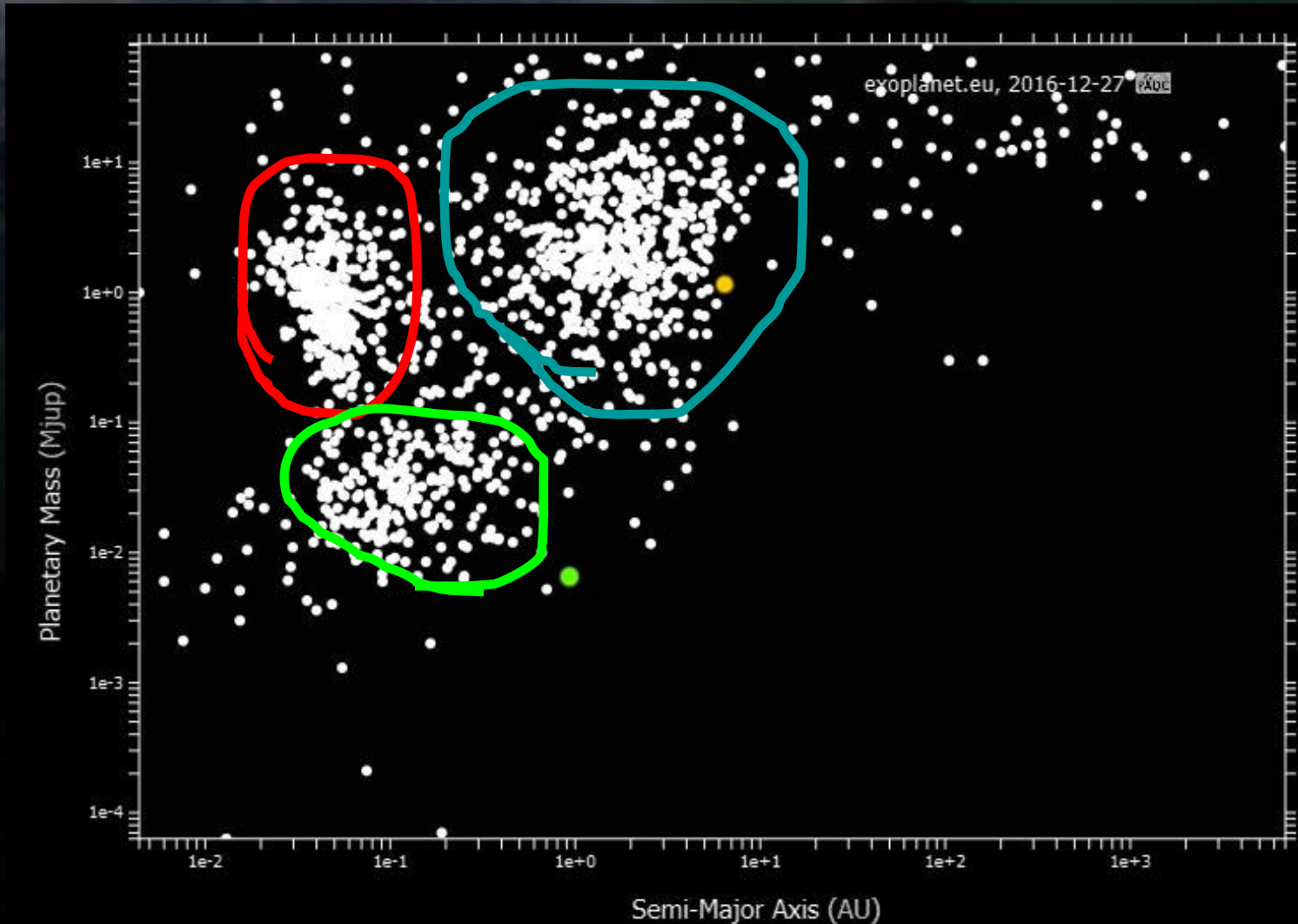
არამზიური პლანეტები დღეს

დადასტურებული: **3552** არამზიური პლანეტა



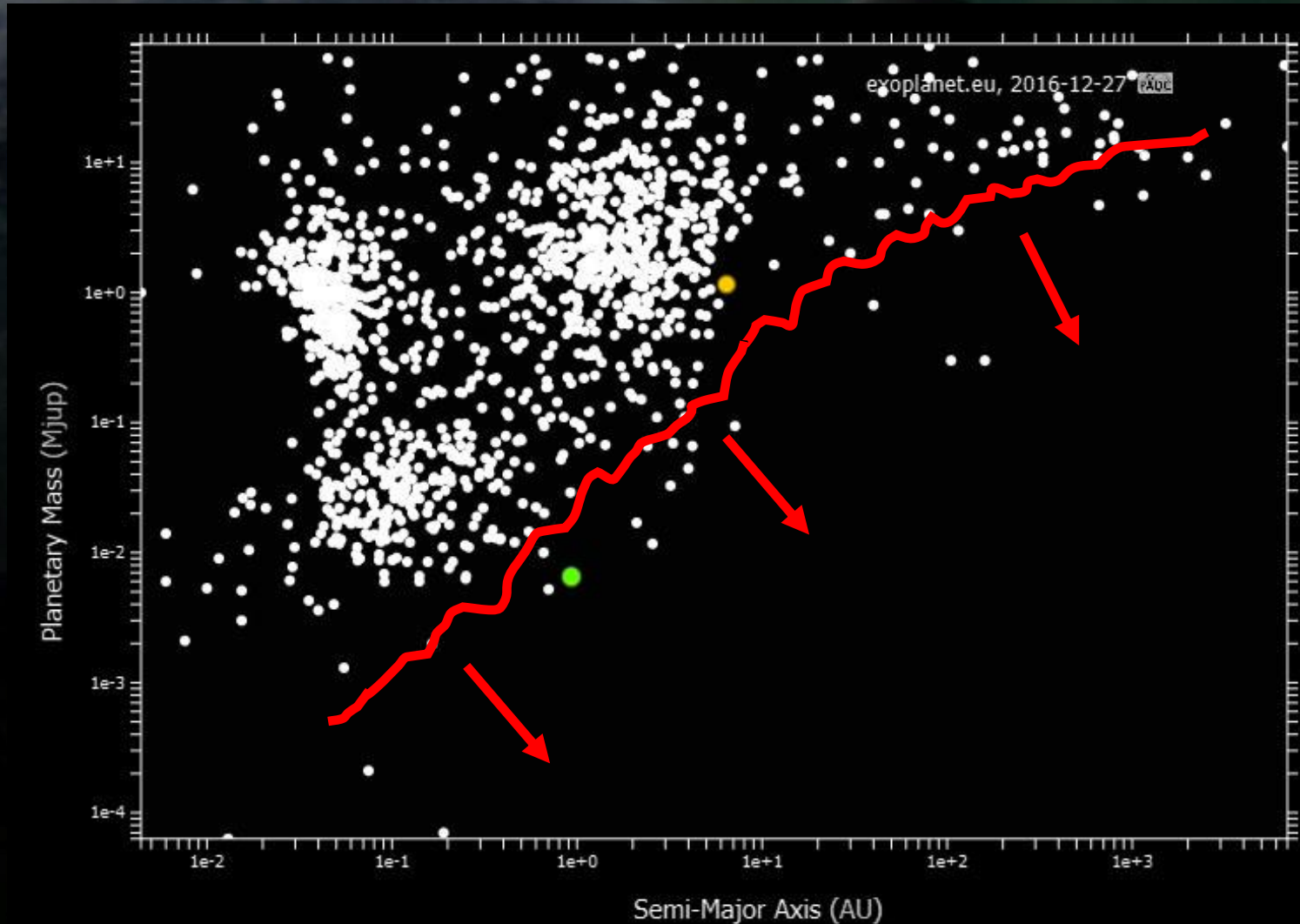
არამზიური პლანეტების ტიპები

ზედედამიწები, ცხელი იუპიტერები, გიგანტები

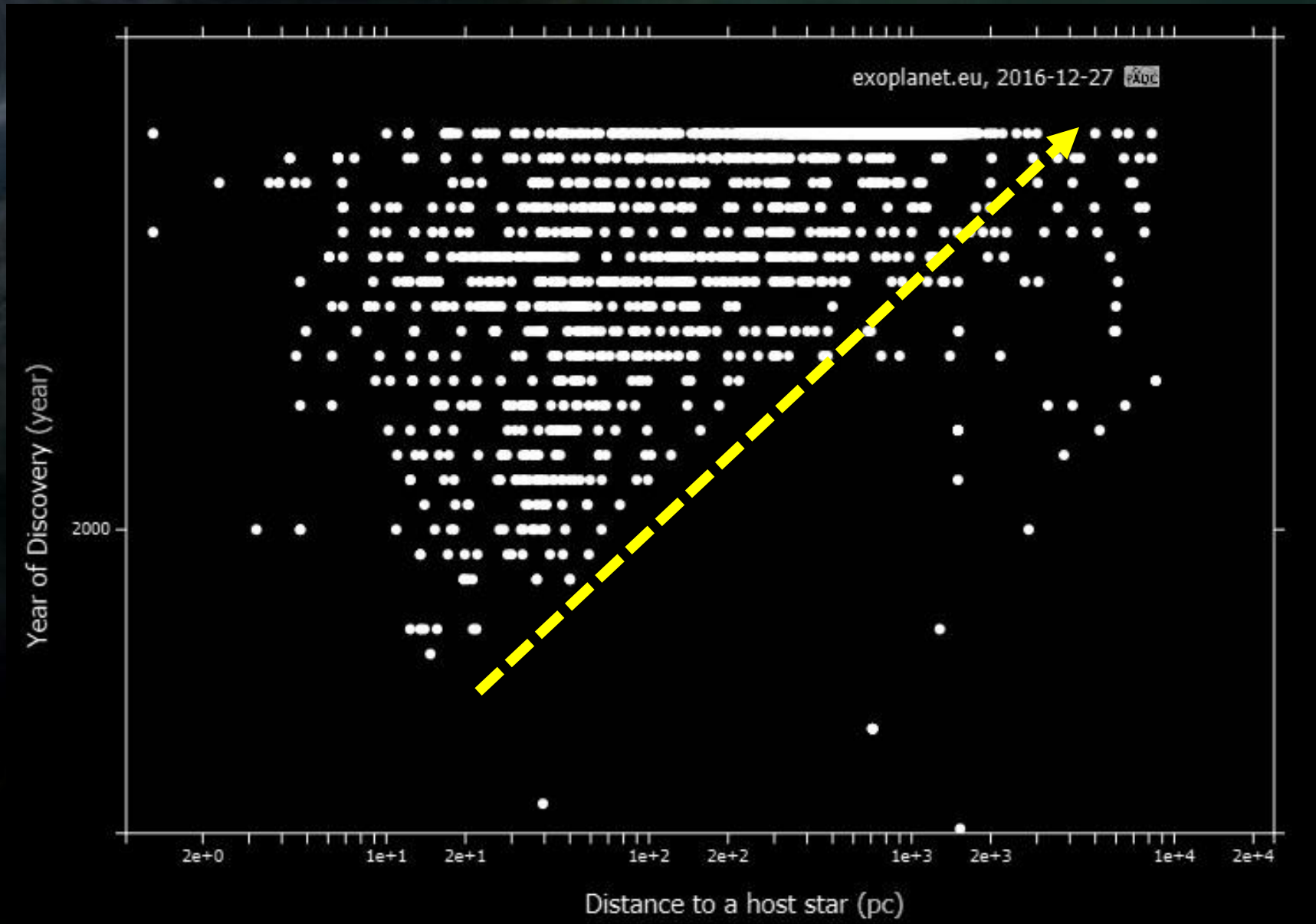


არამზიური პლანეტები

მომავალი დაკვირვებები

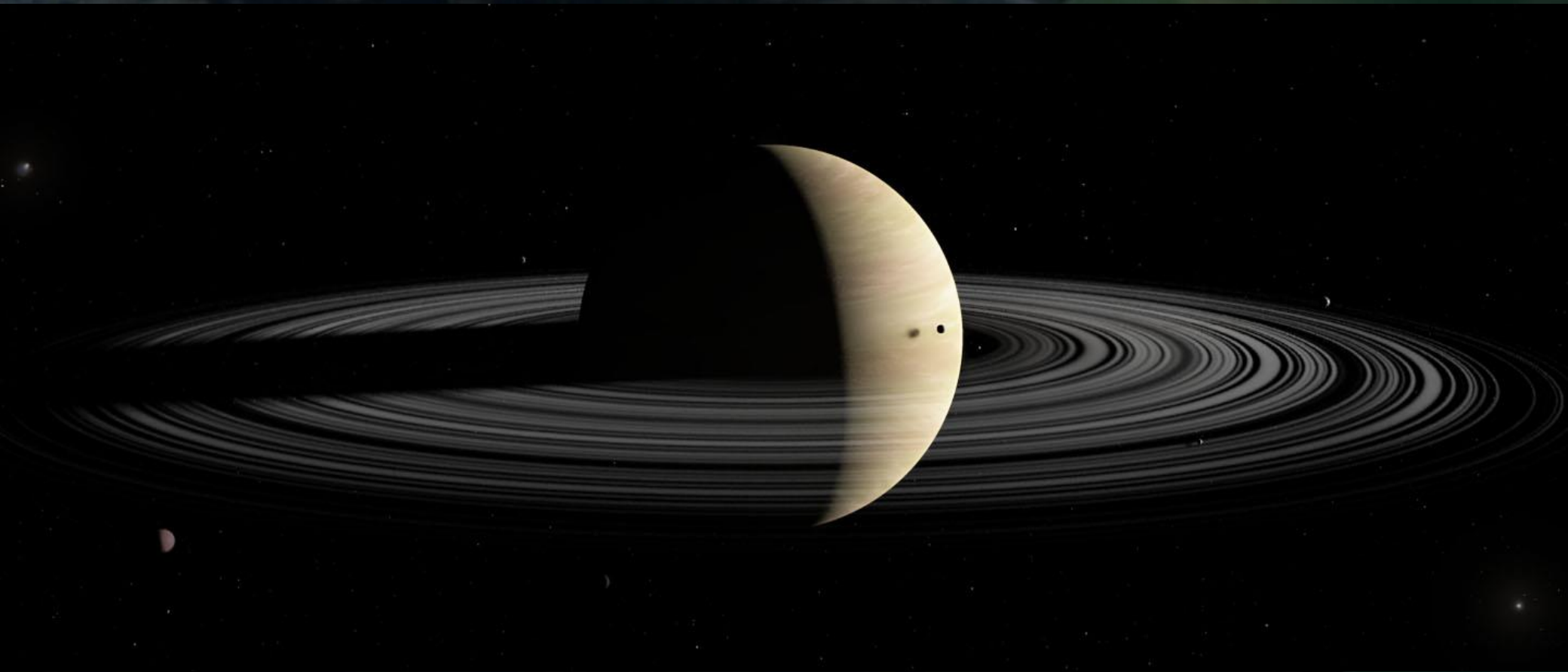


არამზიური პლანეტების აღმოჩენის ტემპი



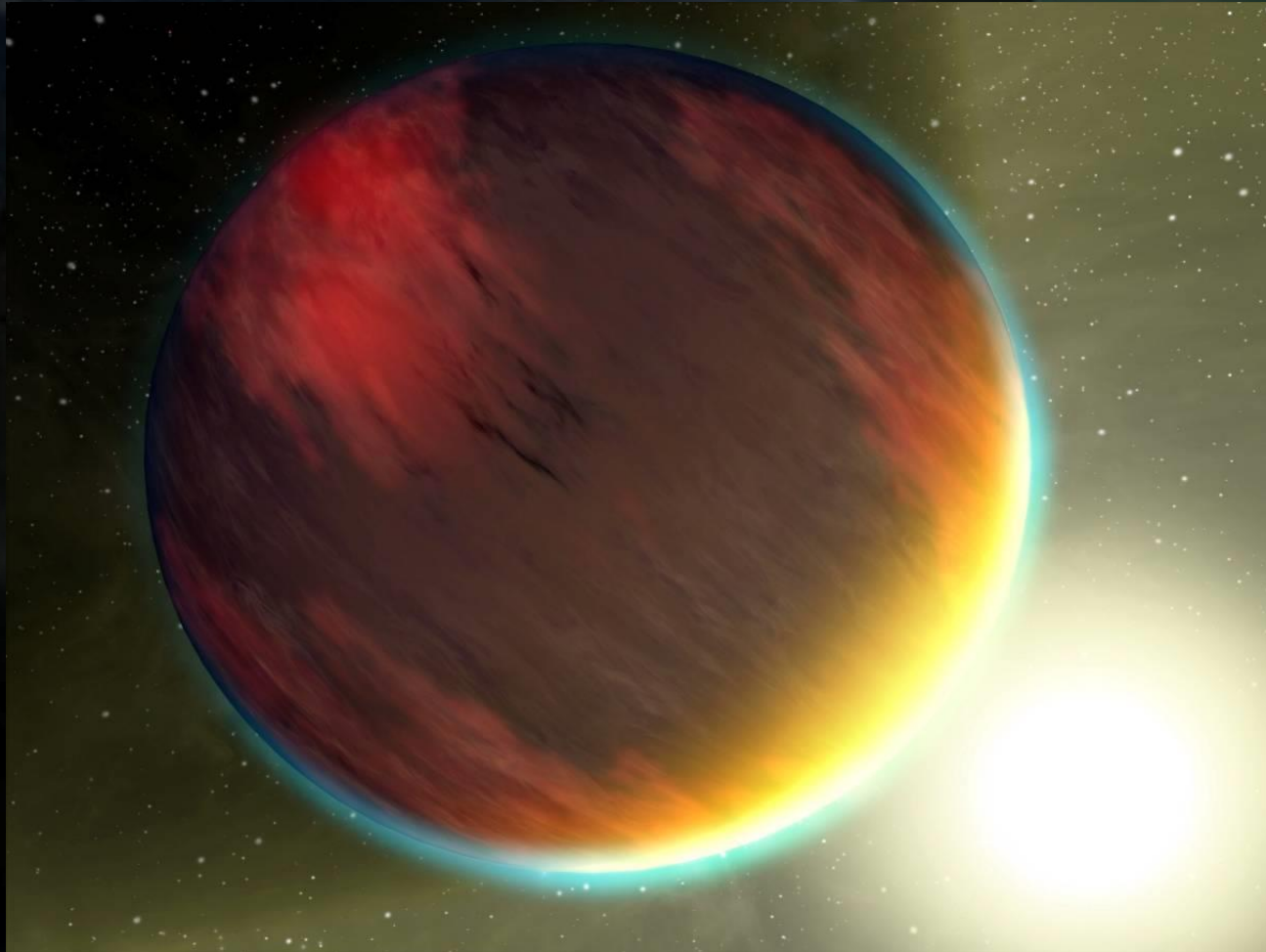
გიგანტი არამზიური პლანეტა

ვარსკვლავიდან შორს მბრუნავი გიგანტი
სატელიტებით და მტვრის/აირის რგოლებით



ცხელი იუპიტერი

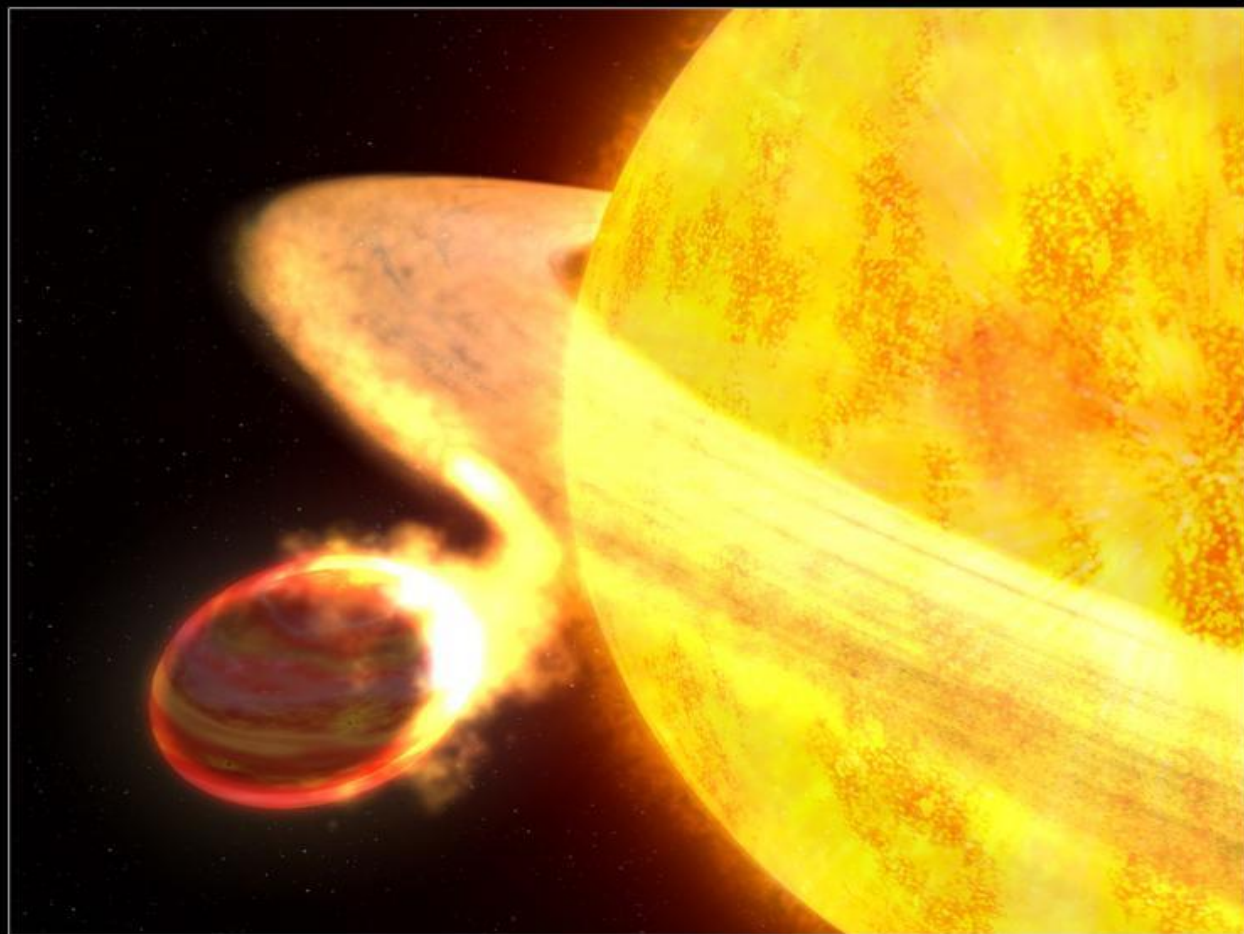
ვარსკვლავთან ახლოს მბრუნავი გავარვარებული
აირის გიგანტი



ცხელი იუპიტერი

დაკვირვებები – პლანეტა, რომელსაც შთანთქავს
საკუთარი ვარსკვლავი

10 მილიონი წელი
40 იუპიტერის მასა
მანძილი: 600სწ.



Artist's View of Extrasolar Planet WASP-12b

NASA, ESA, and G. Bacon (STScI) • STScI-PRC10-15

ზე-დედამიწა

კლდოვანი ტიპის მყარი ზედაპირისა და
ატმოსფეროს მქონე პლანეტები

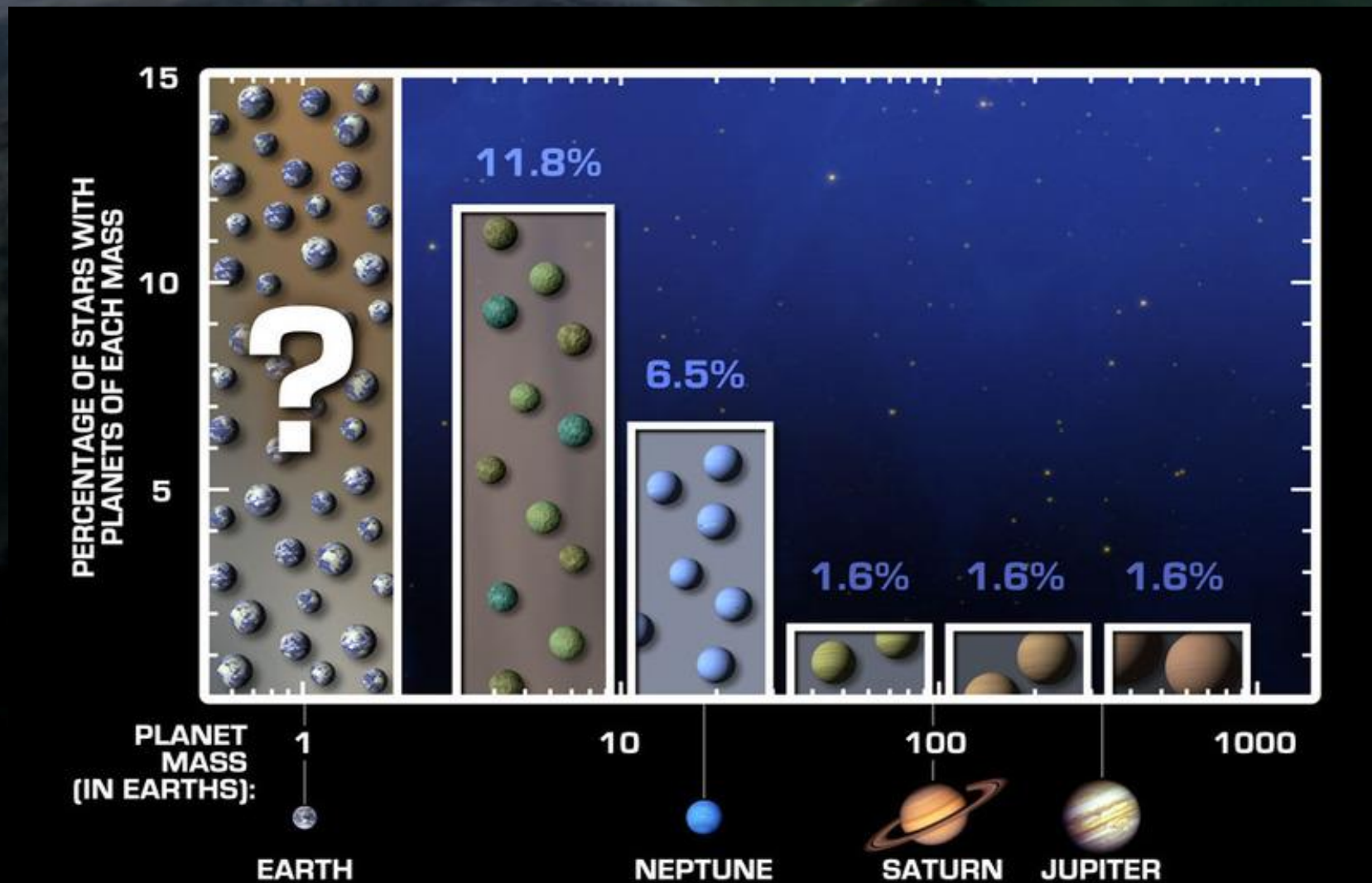
ზე-დედამიწა თუ მინი ნეპტუნი?

$$M_{\text{ნეპტუნი}} = 17 M_{\text{დედამიწა}}$$



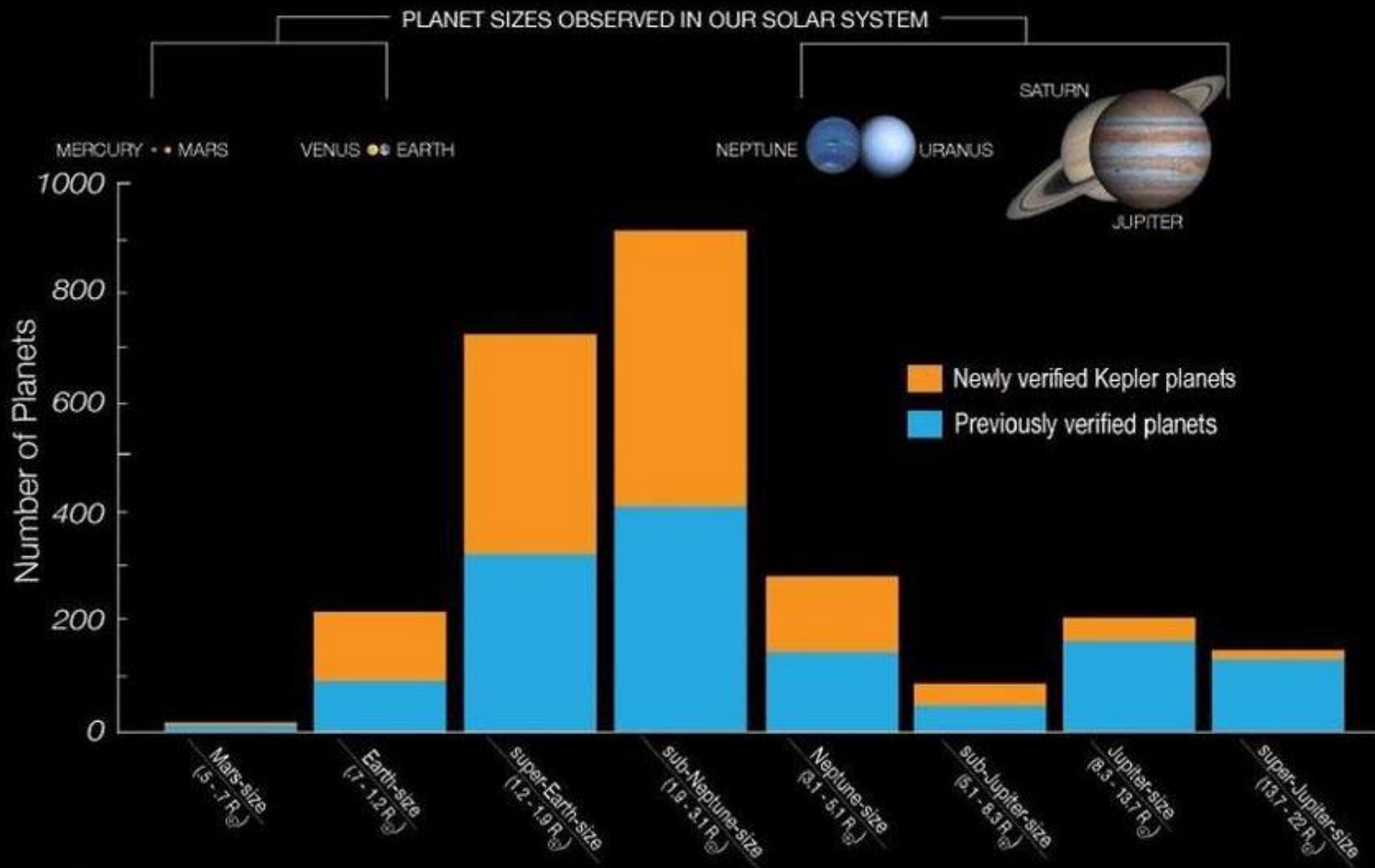
არამზიური პლანეტების სტატისტიკა

მოსალოდნელი განაწილება მასების მიხედვით



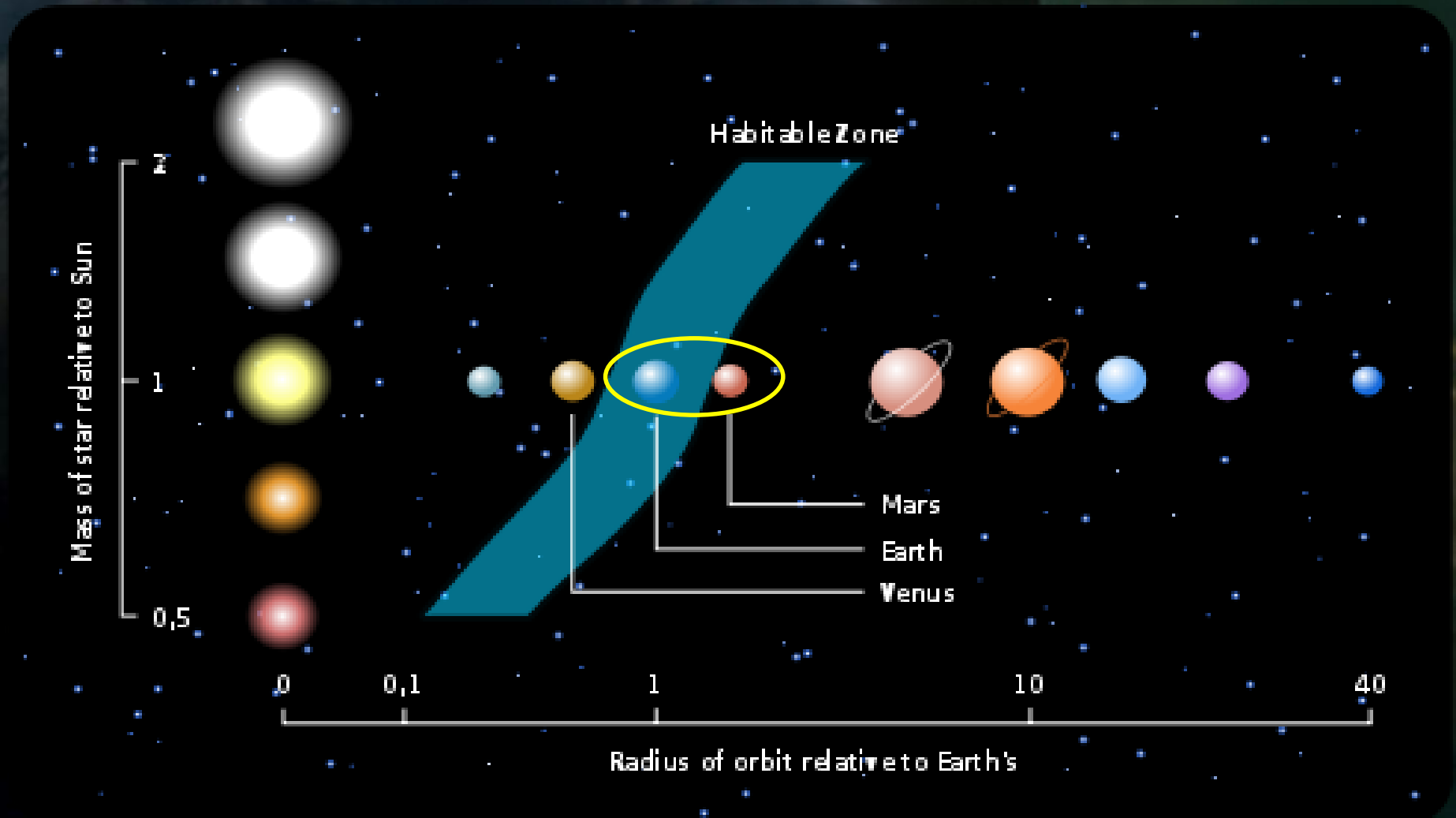
არამზიური პლანეტების სტატისტიკა

პლანეტების მასების განაწილება დღეს

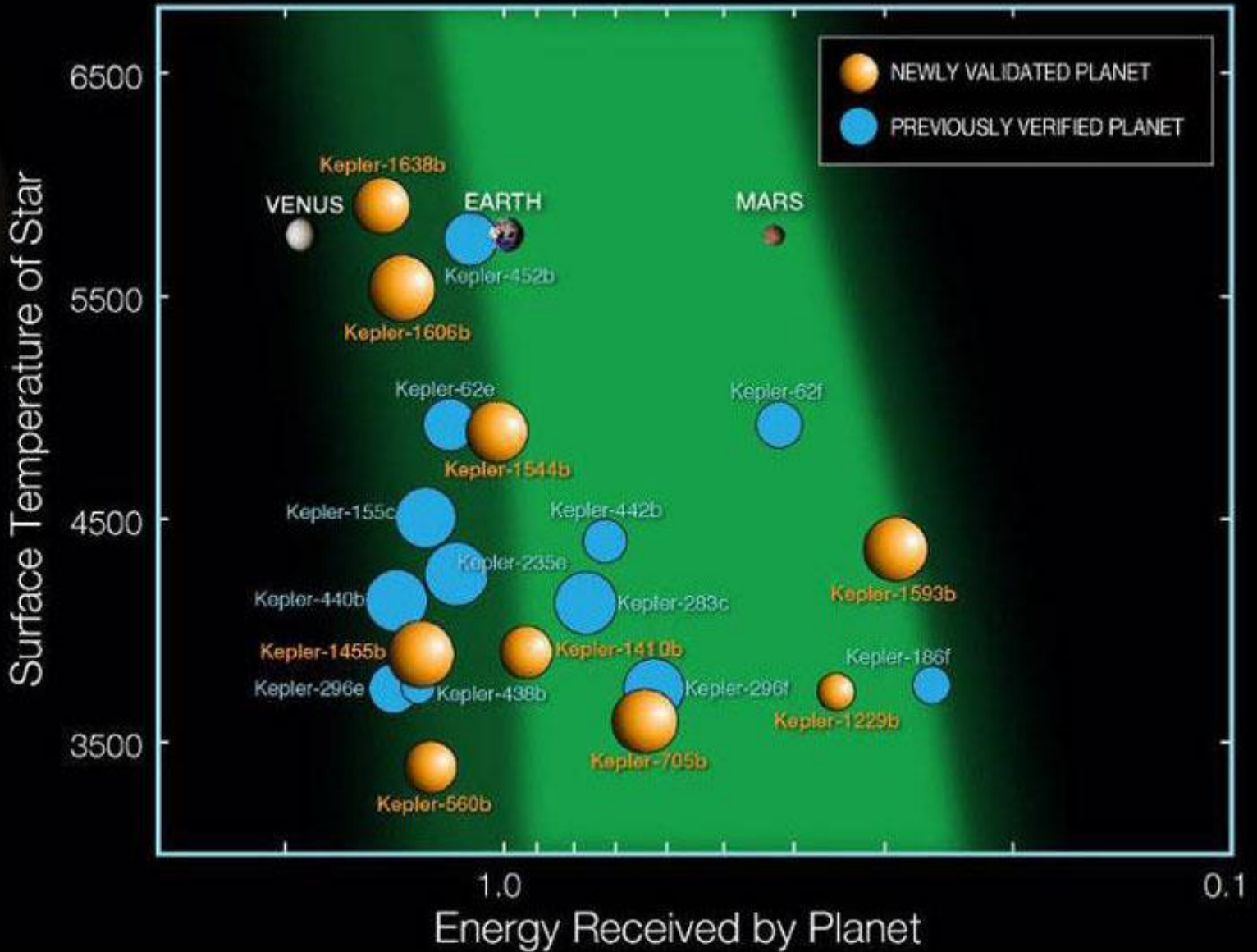


სიცოცხლის ზონა

სიცოცხლე: თხევადი წყალი:
ტემპერატურა ზედაპირზე: 0–100 გრად. C

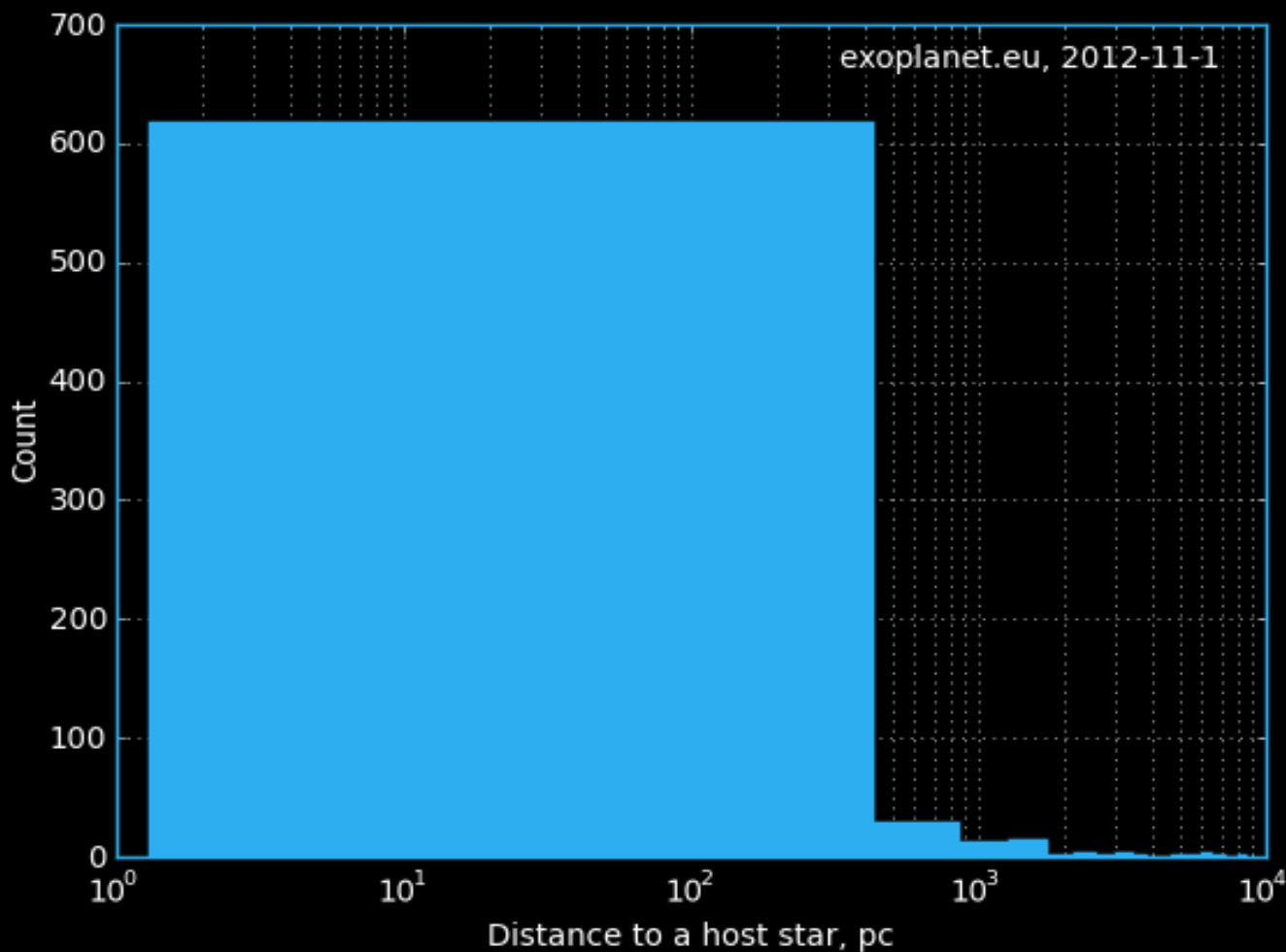


სიცოცხლის ზონა



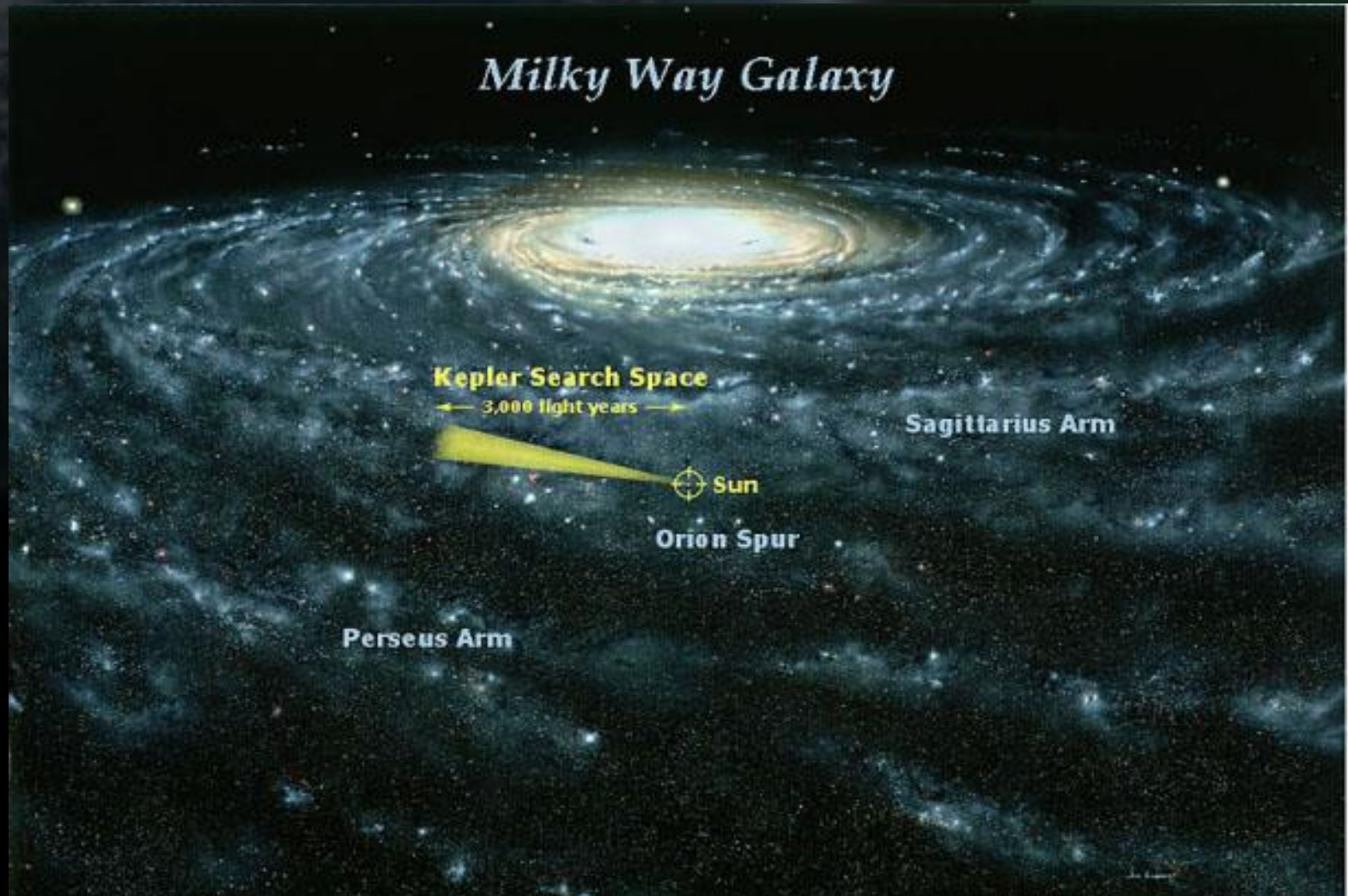
მანძილი არამზიური პლანეტებამდე

ძირითადი არამზიური პლანეტები აღმოჩენილია
300 ს.წ. რადიუსში



კეპლერი

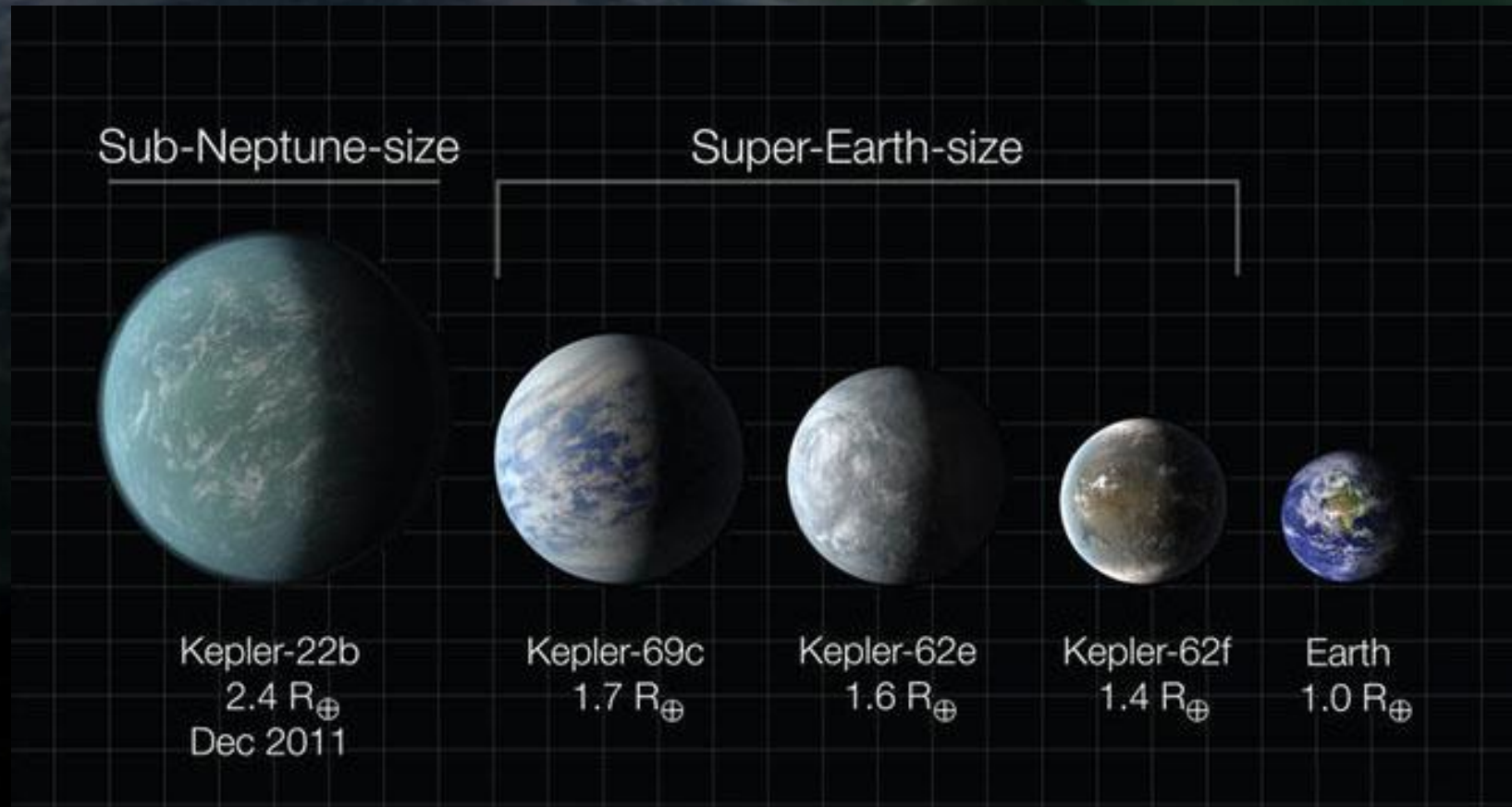
არამზიური პლანეტების ძიება ჩვენი გალაქტიკის
მზის მახლობელ არეებში



ზე-დედამიწები

სახელი	მასა (M _☉)	ტემპერატურა	ორბიტის რადიუსი (AU)	მანძილი მზიდან (სწ.)
<u>Proxima Centauri b</u>	≥1.27	-39,15 °C	0.05	4.22
<u>Wolf 1061b</u>	≥1.36			13.8
<u>Wolf 1061c</u>	≥4.3			13.8
<u>Wolf 1061d</u>	≥5.21			13.8
<u>Gliese 876 d^[15]</u>	6.8	-116 °C	0.021	15
<u>Gliese 682 b</u>	≥2			16
<u>Gliese 832 c</u>	≥5.4	21,85 °C	0.162	16.16
<u>82 G. Eridani b</u>	≥2.7		0.1207	19.71
<u>82 G. Eridani c</u>	≥2.4		0.2036	19.71
<u>82 G. Eridani d</u>	≥4.8	114,85 °C	0.3499	19.71
<u>Gliese 581 e</u>	≥1.7		0.029	20
<u>Gliese 581 c^[22]</u>	≥5.6		0.072	20
<u>Gliese 581 d^[24]</u>	≥5.6	-40,5 °C	0.218	20
<u>HD 219134 b</u>	4.5	426,85 °C		21
<u>Gliese 667C b</u>	6.30	171,85 °C	0.05	22

არამზიური პლანეტები სიცოცხლის ზონაში



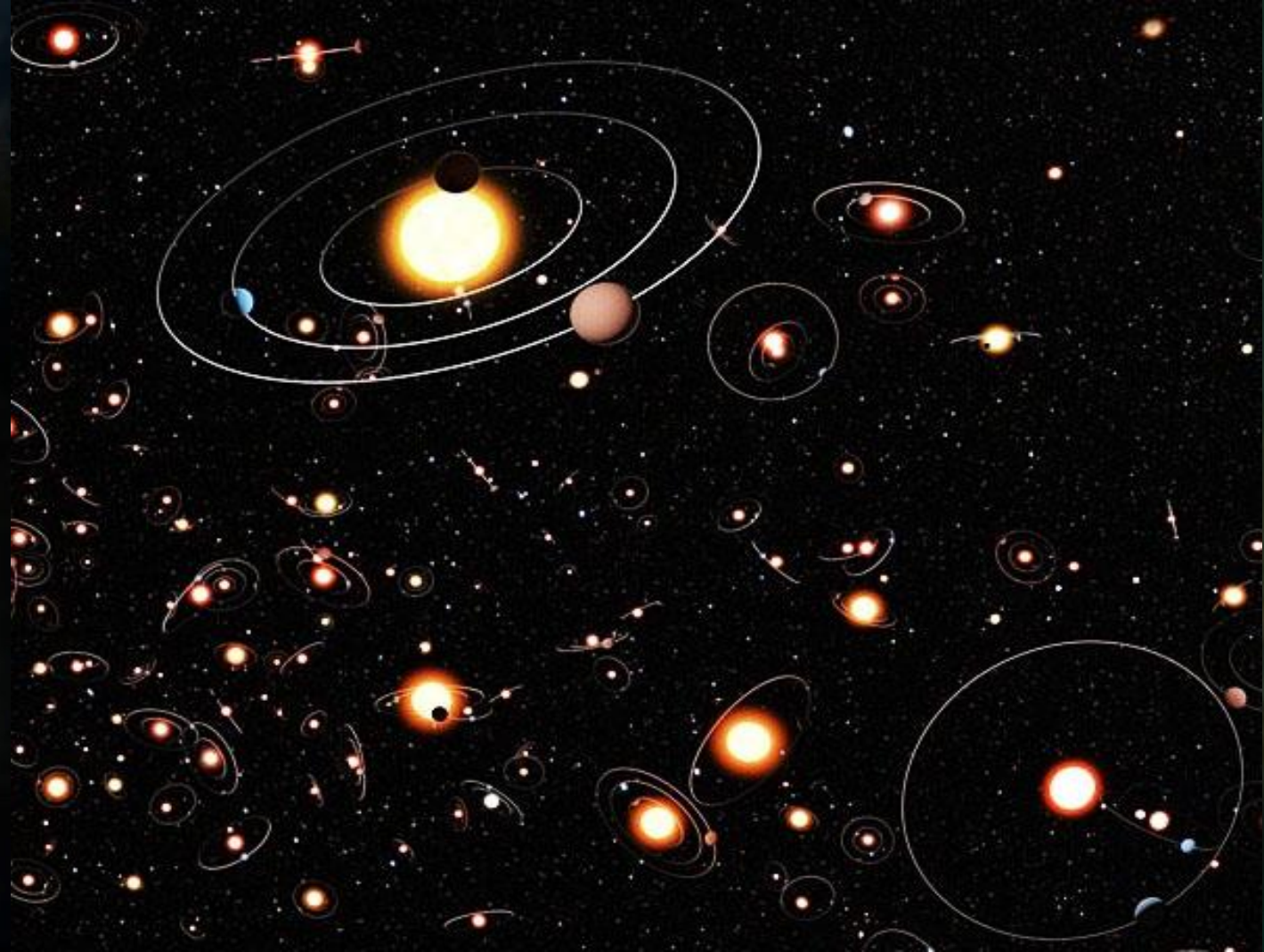
არამზიური პლანეტები სიცოცხლის ზონაში (25)

სახელი	მასა (M_{\oplus})	რადიუსი (R_{\oplus})	ტემპერატურა (K)	პერიოდი (დღე)	ძმანძლი მზიდან (სწ.)
Kepler-438b	4.0 – 1.3 – 0.6	1.1	276	35.2	473
Kepler-296e	12.5 – 3.3 – 1.4	1.5	337.0±17.5	34.1	737
Kepler-62e	18.7 – 4.5 – 1.9	1.6	270±15	122.4	1200
Gliese 832 c	≥ 5.4	1.2 – 1.7 – 2.2	253; 233–280	35.7	16
K2-3d	11.1	1.5	300	44.6	137
Kepler-1544b	31.7 - 6.6 - 2.6	1.8	248	168.8	1138
Kepler-283c	35.3 – 7.0 – 2.8	1.8	248	92.7	1741
Tau Ceti e*	≥ 4.3	1.1 – 1.6 – 2.0	282	168.1	12
Gliese 180 c	≥ 6.4	1.3 – 1.8 – 2.3	239	24.3	38
Kepler-440b	41.2 – 7.7 – 3.1	1.9	273	101.1	851
Gliese 180 b	≥ 8.3	1.3 – 1.9 – 2.4	268	17.4	38
HD 40307 g	≥ 7.1	1.3 – 1.8 – 2.3	227	197.8	42
Gliese 163 c	≥ 7.3	1.3 – 1.8 – 2.3	230; 277	25.6	49
K2-18 b	? – 16.5 – 6.0	2.2	272±15	32.9	111
Kepler-61b	? – 13.8 – 5.2	2.2	258, 273±13	59.9	1063
Kepler-443b	? – 19.5 – 7.0	2.3	247	177.7	2540
Kepler-22b	? – 20.4 – 7.2	2.04; 2.4	262	289.9	619

არამზიური პლანეტები ჩვენს გალაქტიკაში

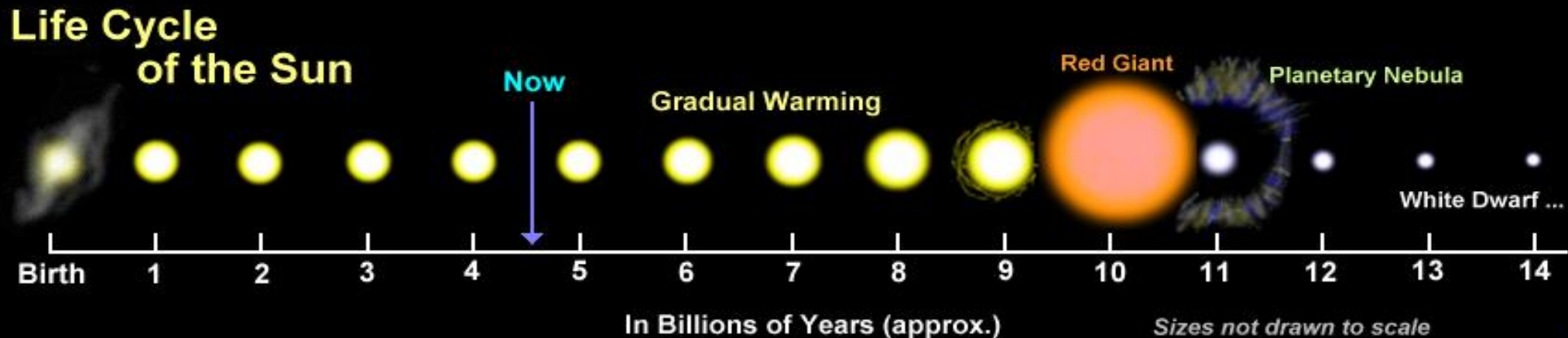
შეფასება: 160 მილიარდი არამზიური პლანეტა

პლანეტა
ვარსკვლავის
ირგვლივ:
წესი
და არა
გამონაკლისი



მზის ევოლუცია

ვარსკვლავი გამოიმუშავებს ბირთვულ საწვავს, გარდაიქმნება წითელ გიგანტად და აფეთქდება ე.წ. ზეახალი ვარსკვლავის სახით



დარჩენილი დრო: ~ 4.5 მილიარდი წელი

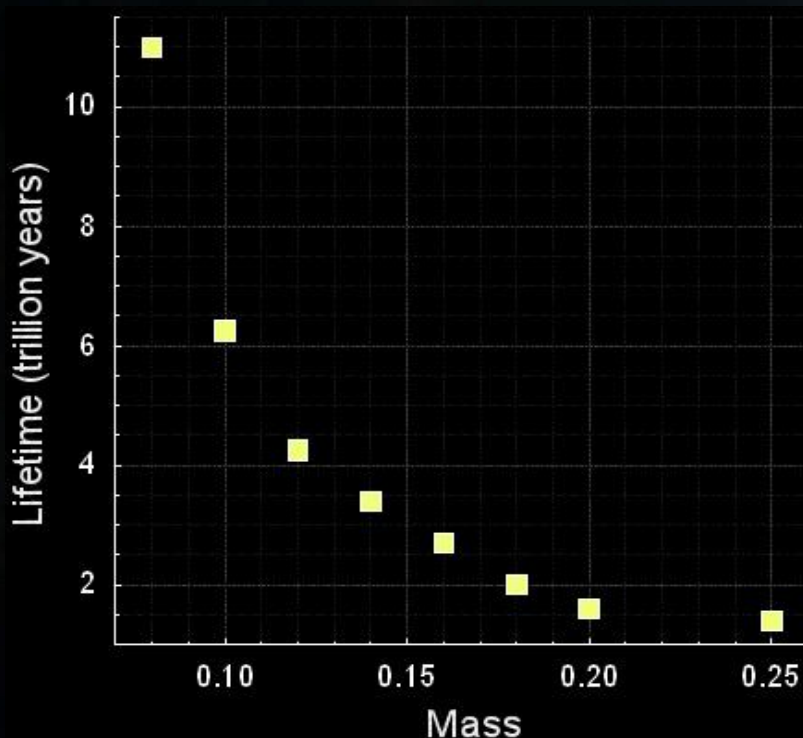
მოგზაურობა კოსმოსში

Stephen Hawking – კაცობრიობა შეიძლება
გადაარჩინოს მხოლოდ კოსმოსურმა მიგრაციამ



ვარსკვლავების სიცოცხლის ხანგრძლივობა

- ჰიპერგიგანტები: <1 მილიარდი წელი
მზე: ~ 10 მილიარდი წელი
წითელი ჯუჯები: >1000 მილიარდი წელი



შეკითხვები?

