

Εξωπλανήτες

Κόσμοι γύρω απο άλλους ήλιους
Πρόκληση για ερασιτέχνες αστρονόμους

Δημήτρης Στουραΐτης
2025



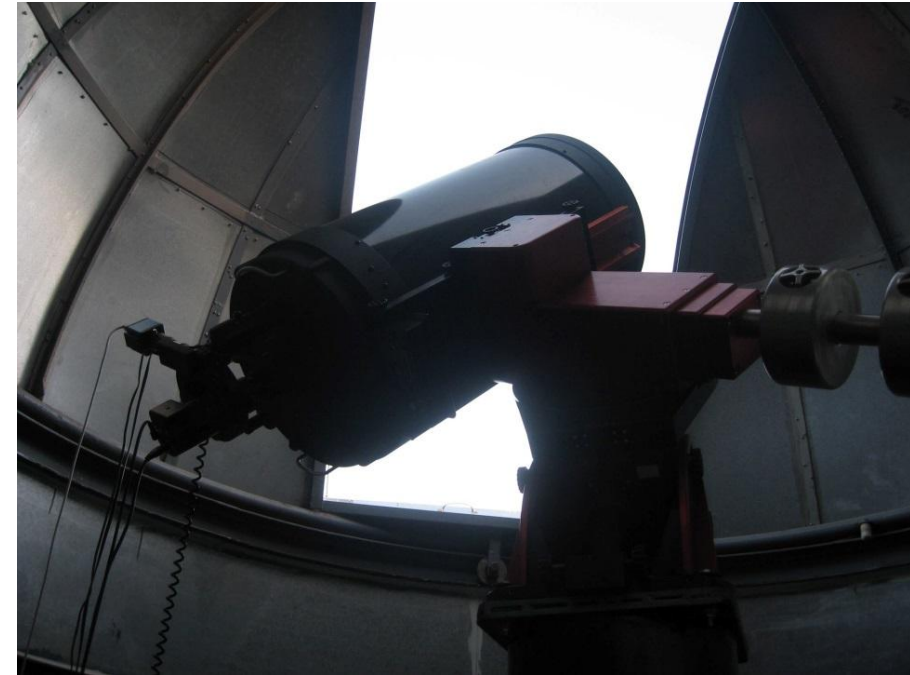
Βιογραφικό



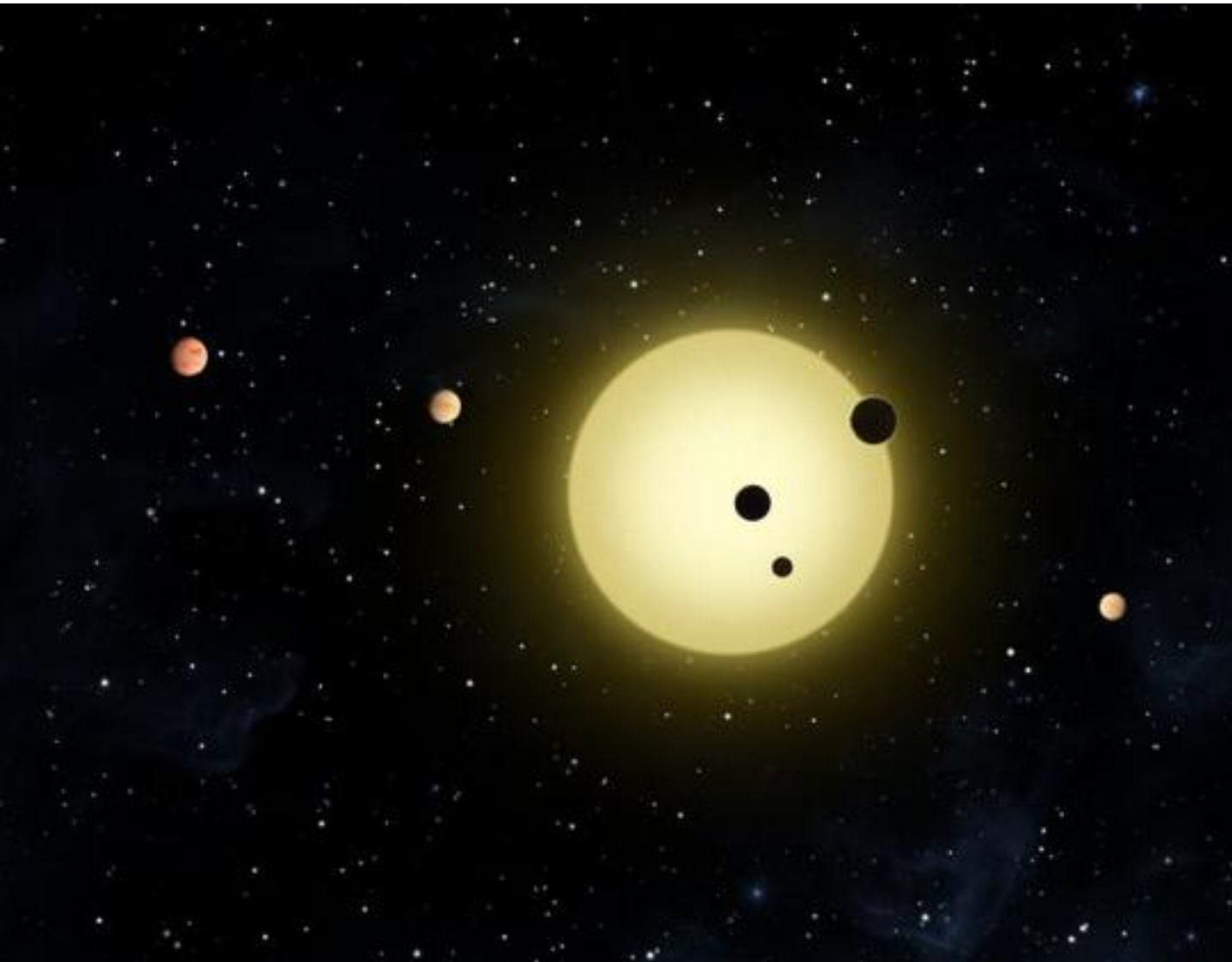
1982: Πρώτη παρατήρηση με κυάλια
1994: Celestron 8''
1998: Celestron 11''
2006: Celestron 14''

Ερευνητική δραστηριότητα

1. Αστροφωτογραφία από το 1994
2. Παρατήρηση προσέγγισης του Άρη
3. Επανασύσταση της ζώνης του Δία
4. Φωτομετρία κεντρικών Άστρων
πλανητικών νεφελωμάτων
5. Εξωπλανήτες



Τι είναι εξωπλανήτες

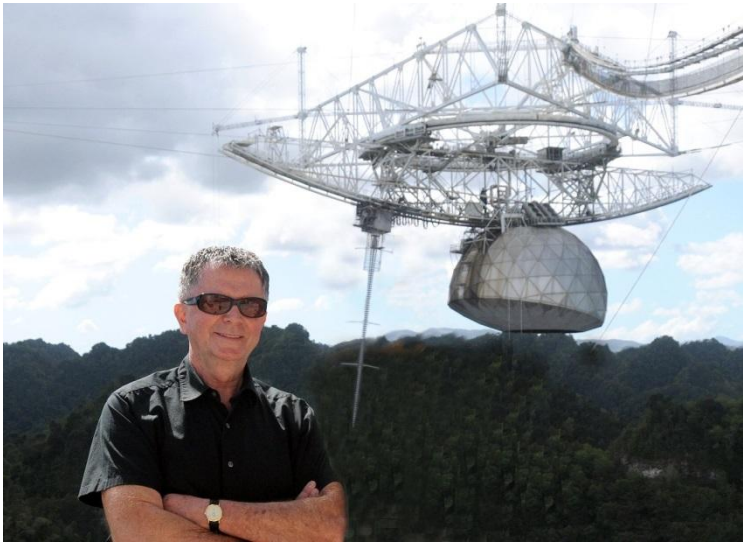


Είναι πλανήτες εκτός του
ηλιακού μας συστήματος
που περιφέρονται γύρω
από ένα άλλο άστρο

Ιστορία ανακάλυψης εξωπλανητών



Dale A. Frail



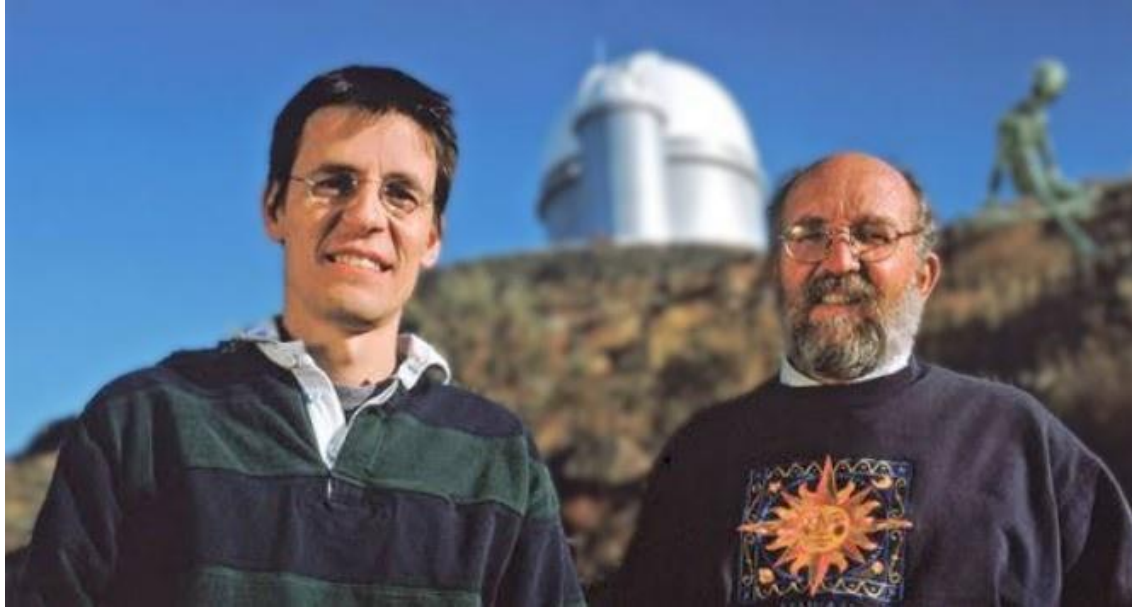
Aleksander Wolszczan

1992 Ραδιοτηλεσκόπιο Arecibo

PSR B 12571+12

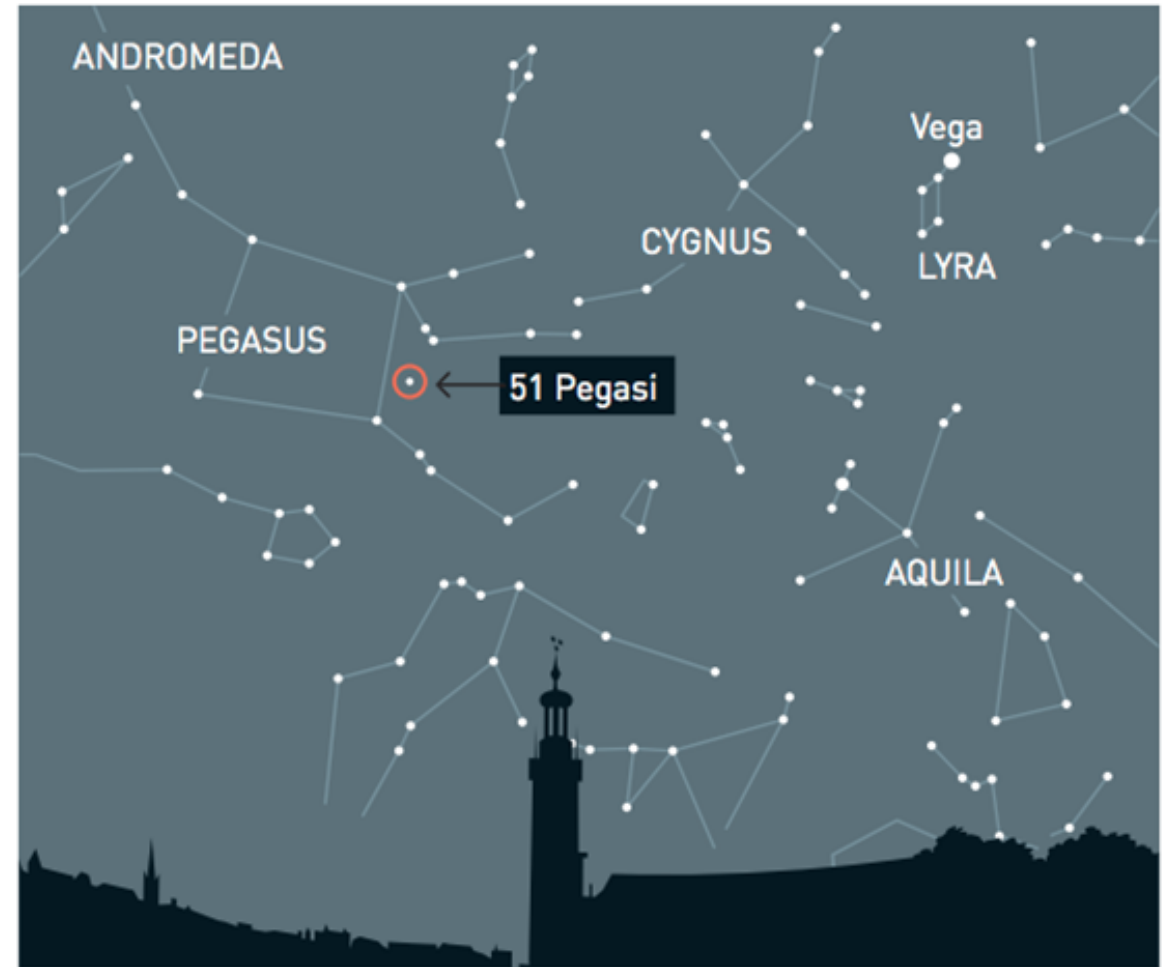


Ιστορία ανακάλυψης εξωπλανητών



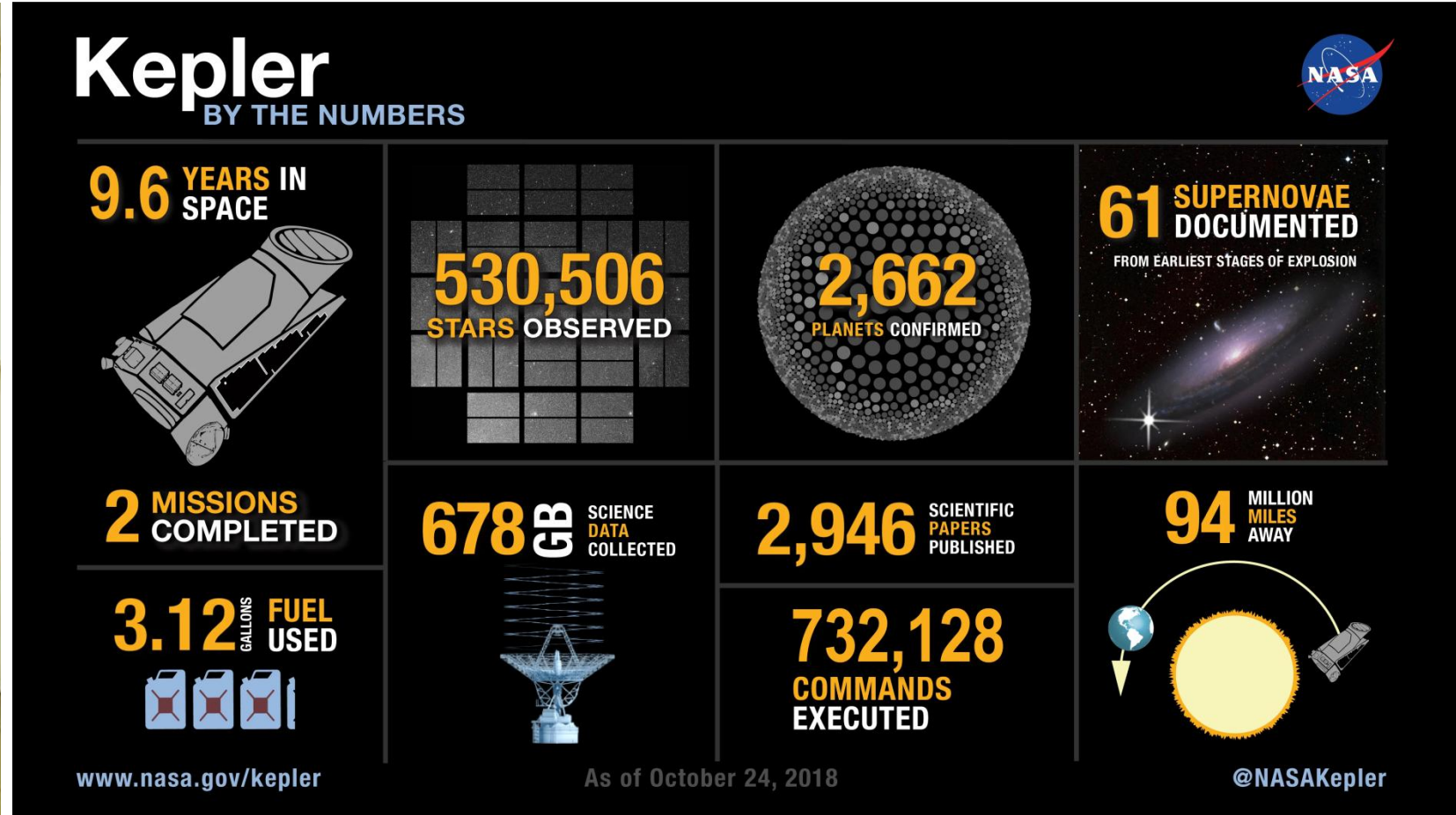
Didier Queloz, Michel Mayor

1995 Πρώτη καταγραφή εξωπλανήτη γύρω από
άστρο της κύριας ακολουθίας



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Ιστορία ανακάλυψης εξωπλανητών

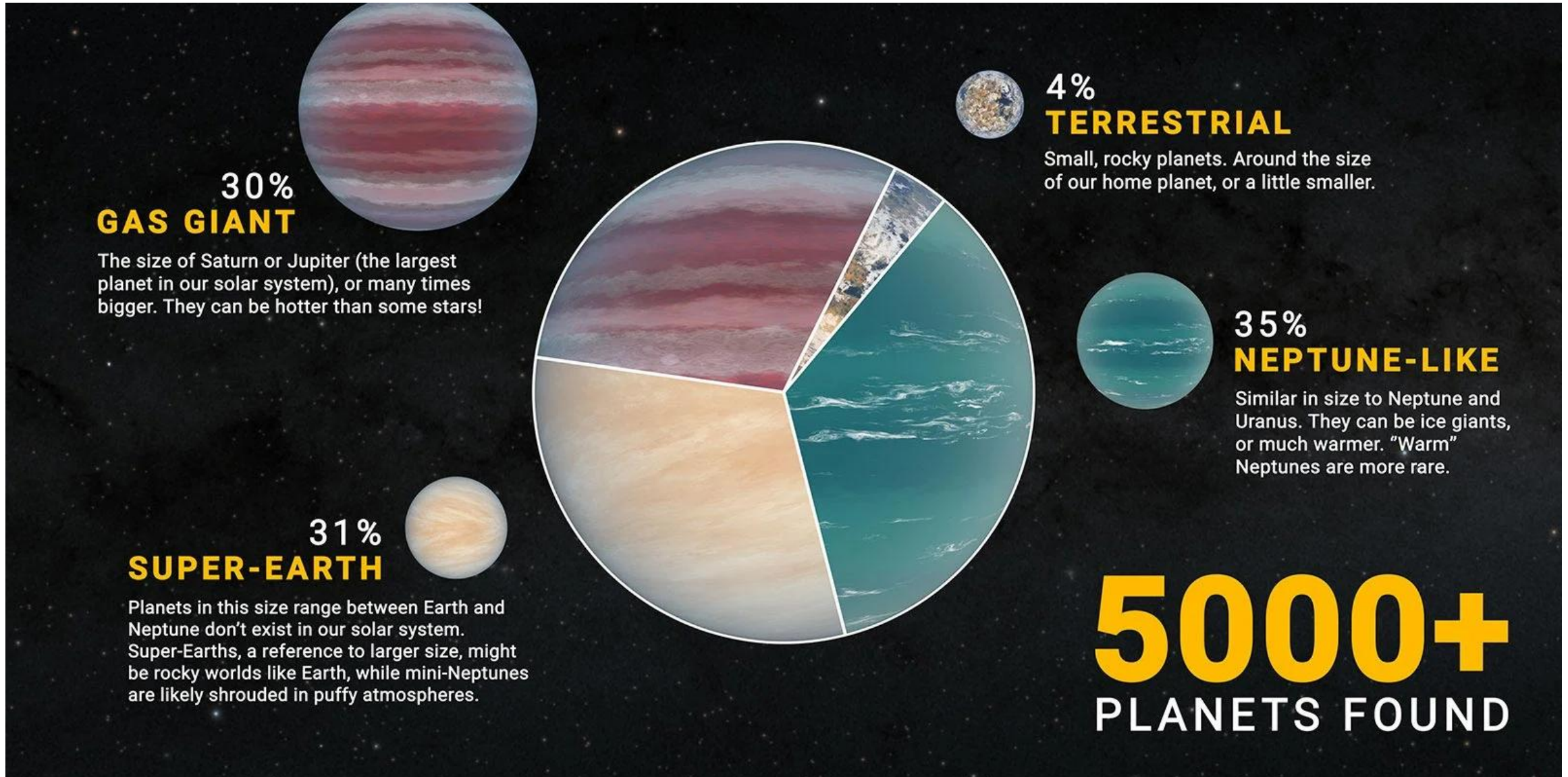


2009 - 2018 Διαστημικό τηλεσκόπιο Kepler

Σημαντική ανακάλυψη μεγάλου αριθμού εξωπλανητών

Κατηγοριοποίηση εξωπλανητών

1. Κατά μάζα



Κατηγοριοποίηση εξωπλανητών

2. Κατά σύσταση

Α. Βραχώδεις (Terrestrial Planets)

HAT-P-44b, Kepler-854b

Β. Παγωμένοι Γίγαντες (Ice Giants)

HAT-P-26b, Kepler-167e

Γ. Αέριοι Γίγαντες (Gas Giants)

WASP-114b, WASP-10b

Δ. Υδάτινοι κόσμοι (Water Worlds)

GJ1214b, Kepler-62e



Κατηγοριοποίηση εξωπλανητών

3. Κατά τροχιά

A. Πλανήτες κοντά στο άστρο τους (Hot Jupiters)

HAT-P-19b, WASP-52b

B. Πλανήτες στην κατοικήσιμη ζώνη (Goldilocks Zone)

Kepler-442b, Trappist-1e

Γ. Πλανήτες σε απομακρυσμένες τροχιές (Cold Giants)

HD-106906b, HR-8779b

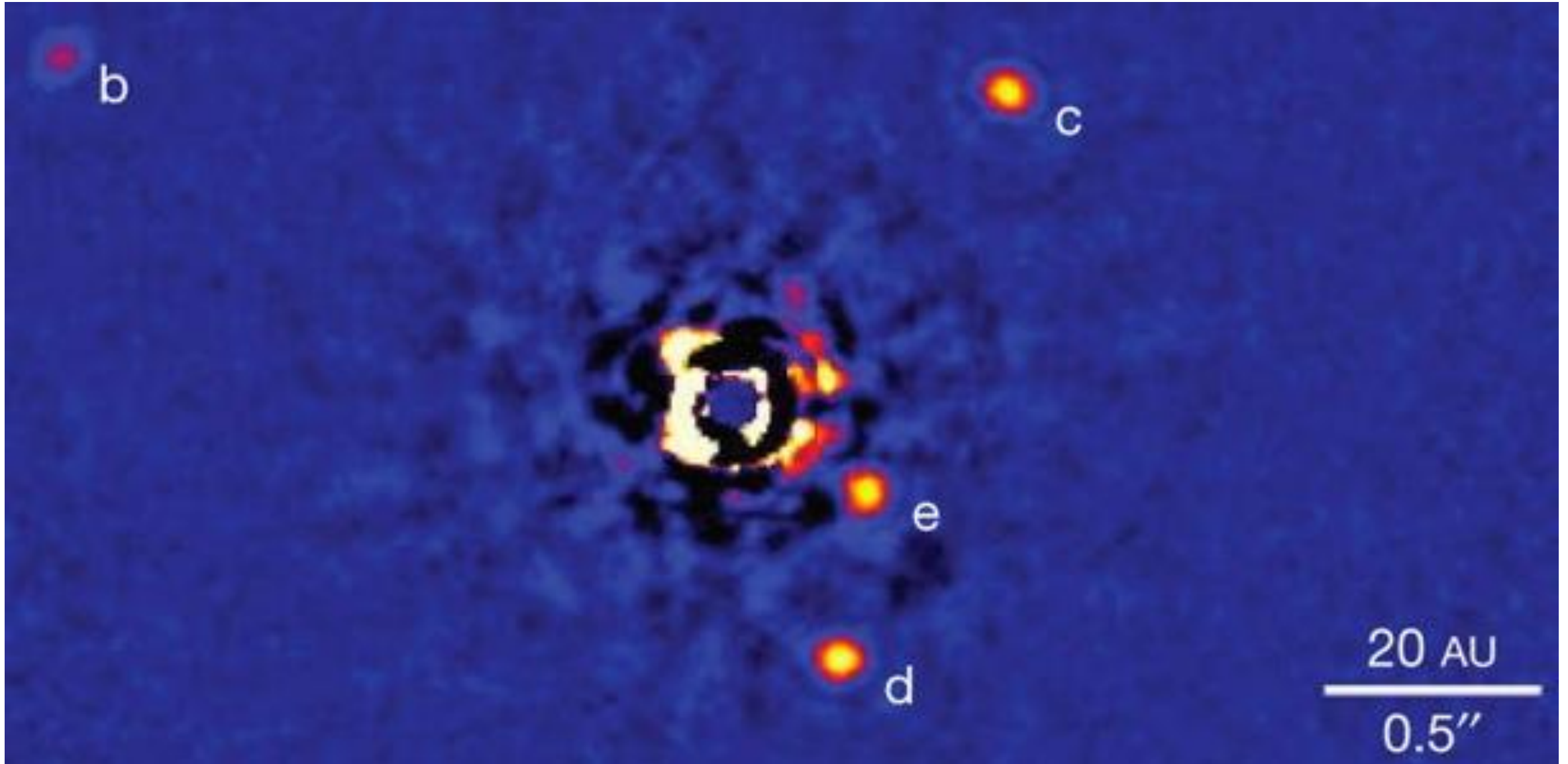
Δ. Ορφανοί πλανήτες (Rogue planets)

PSO J318.5-22



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών

1. Άμεση απεικόνιση



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών

2. Βαρυτική μικροεστίαση

Αρχή λειτουργίας:

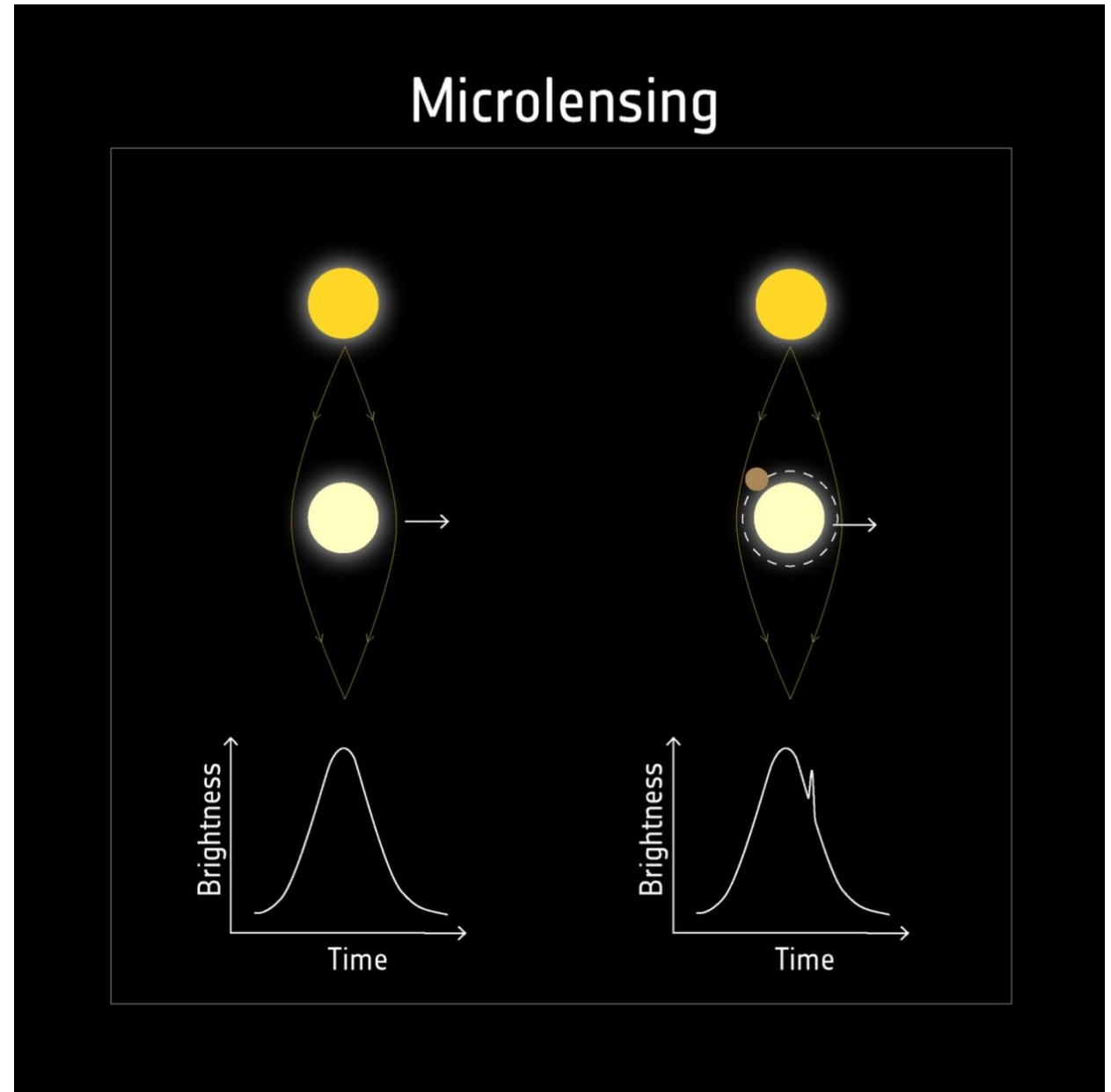
Εφαρμογή της Γενικής
Σχετικότητας του Einstein.

Βασικό πλεονέκτημα:

Μπορεί να ανιχνεύσει
χαμηλής μάζας πλανήτες.

Βασικό μειονέκτημα:

Το φαινόμενο είναι σπάνιο
και μη επαναλήψιμο.



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών

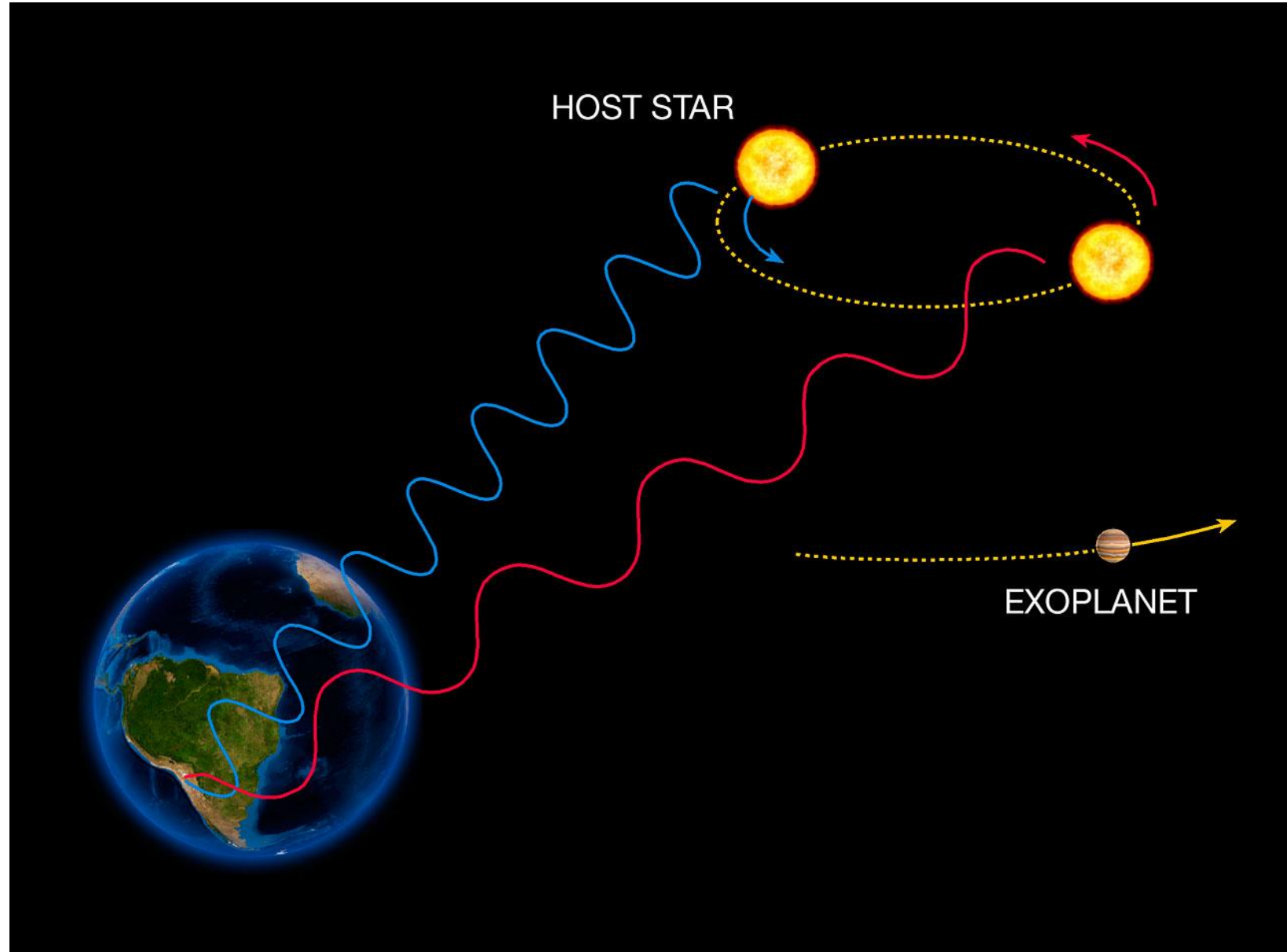
3. Αστρική ταλάντωση

Πλεονεκτήματα

- Μπορεί να ανιχνεύσει τις μικρές αλλαγές στην κίνηση του αστέρα, λόγω της βαρύτητας του πλανήτη
- Μπορεί να ανιχνεύσει εξωπλανήτες που δεν περνούν μπροστά από τον αστέρα
- Μπορεί να προσδιοριστεί η μάζα του εξωπλανήτη

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί πολύ ακριβή όργανα και υπολογιστικά μοντέλα
- Μικρή ευαισθησία σε μικρούς πλανήτες
- Δεν μπορεί να λειτουργήσει σε τροχιές πλανητών face-on



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών

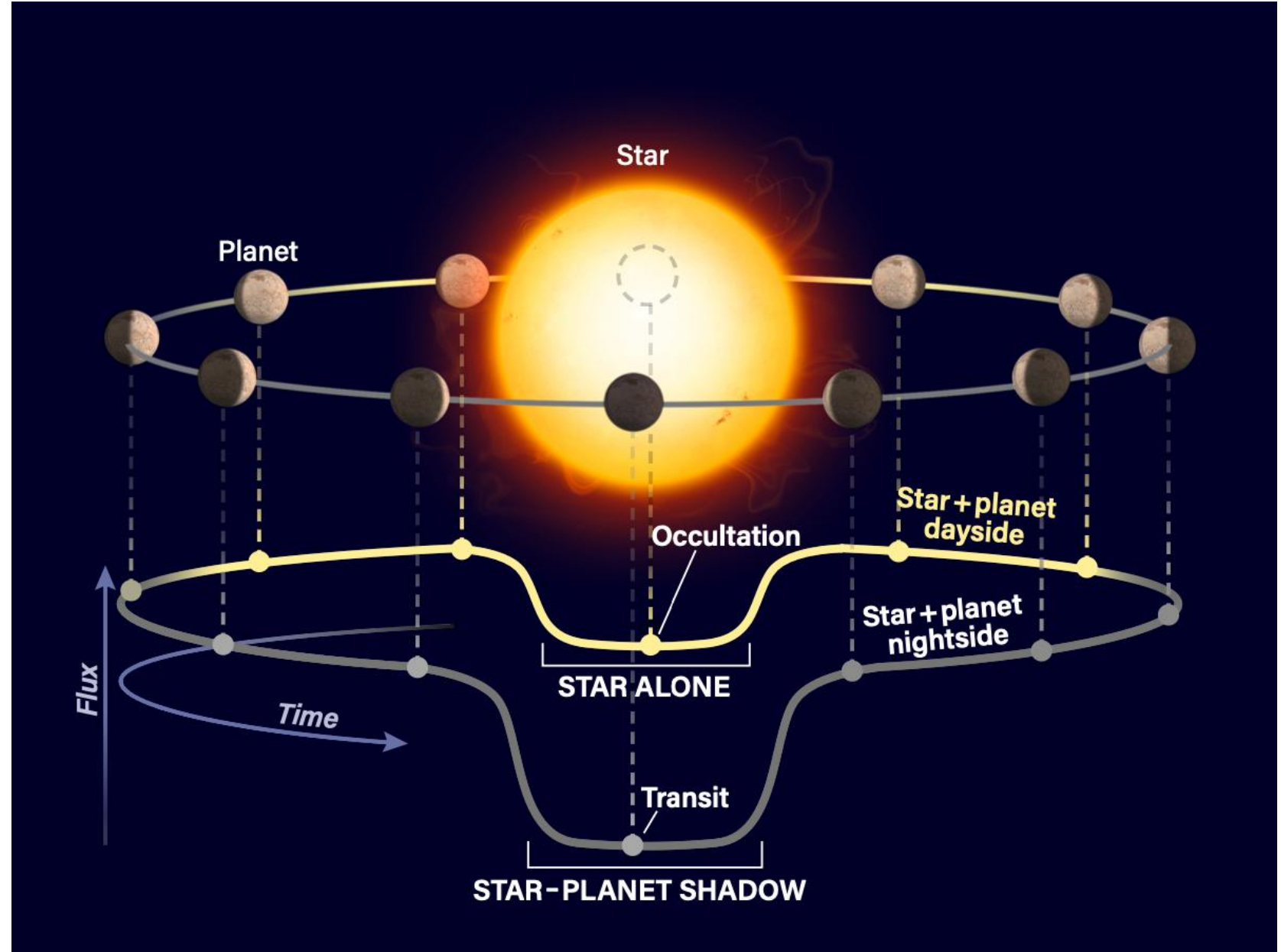
4. Διάβαση

Πλεονεκτήματα

- Η μέθοδος αυτή είναι προσβάσιμη στους ερασιτέχνες αστρονόμους
- Ανίχνευση ατμόσφαιρας (Διάβαση φασματοσκοπίας)
- Δυνατότητα μέτρησης μεγέθους πλανήτη

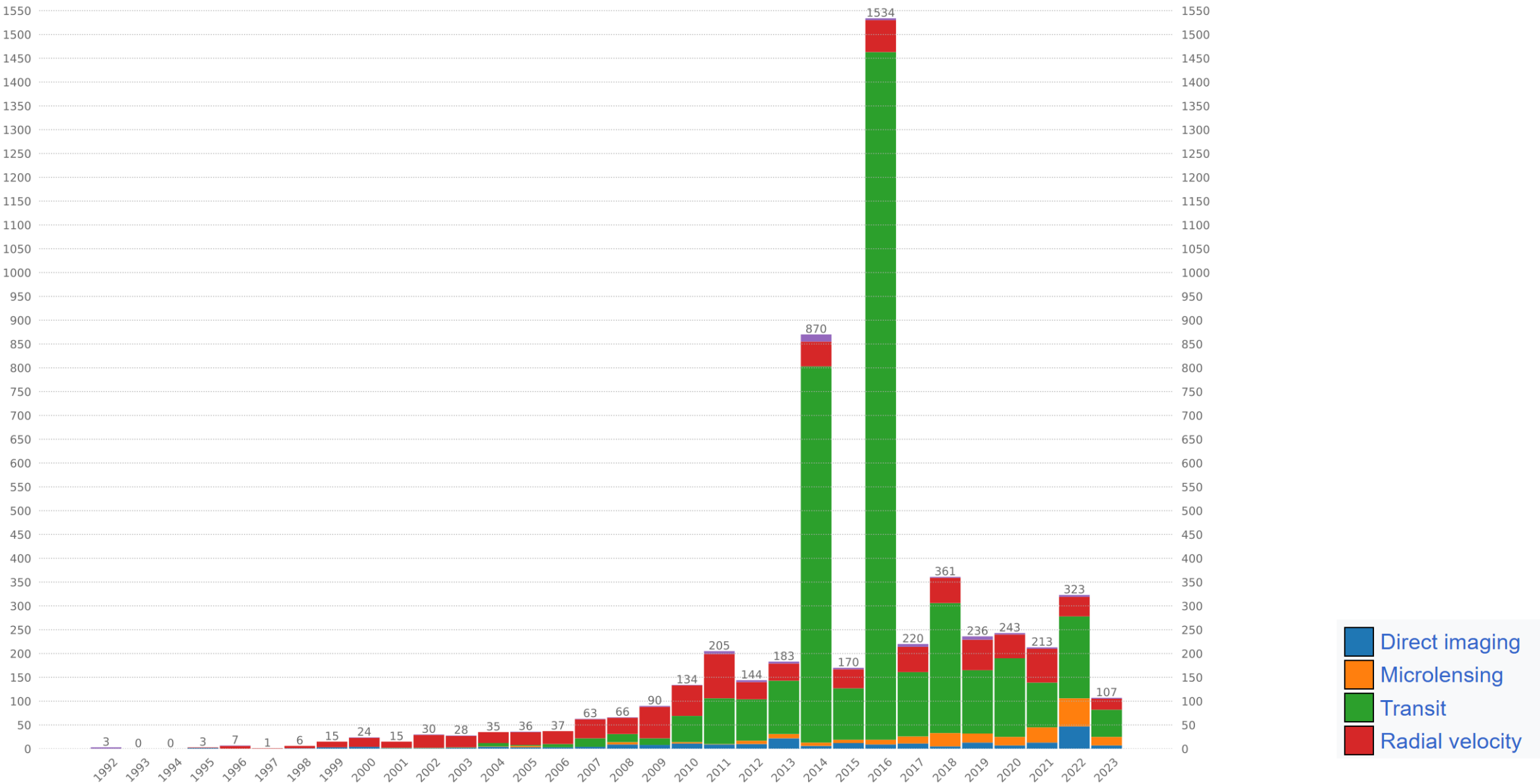
Μειονεκτήματα

- Ιδιαίτερη ευθυγράμμιση παρατηρητή – πλανήτη – αστέρος
- Μέθοδος “φίλα προσκείμενη” σε πλανήτες με πολύ μικρές τροχιακές περιόδους.



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών

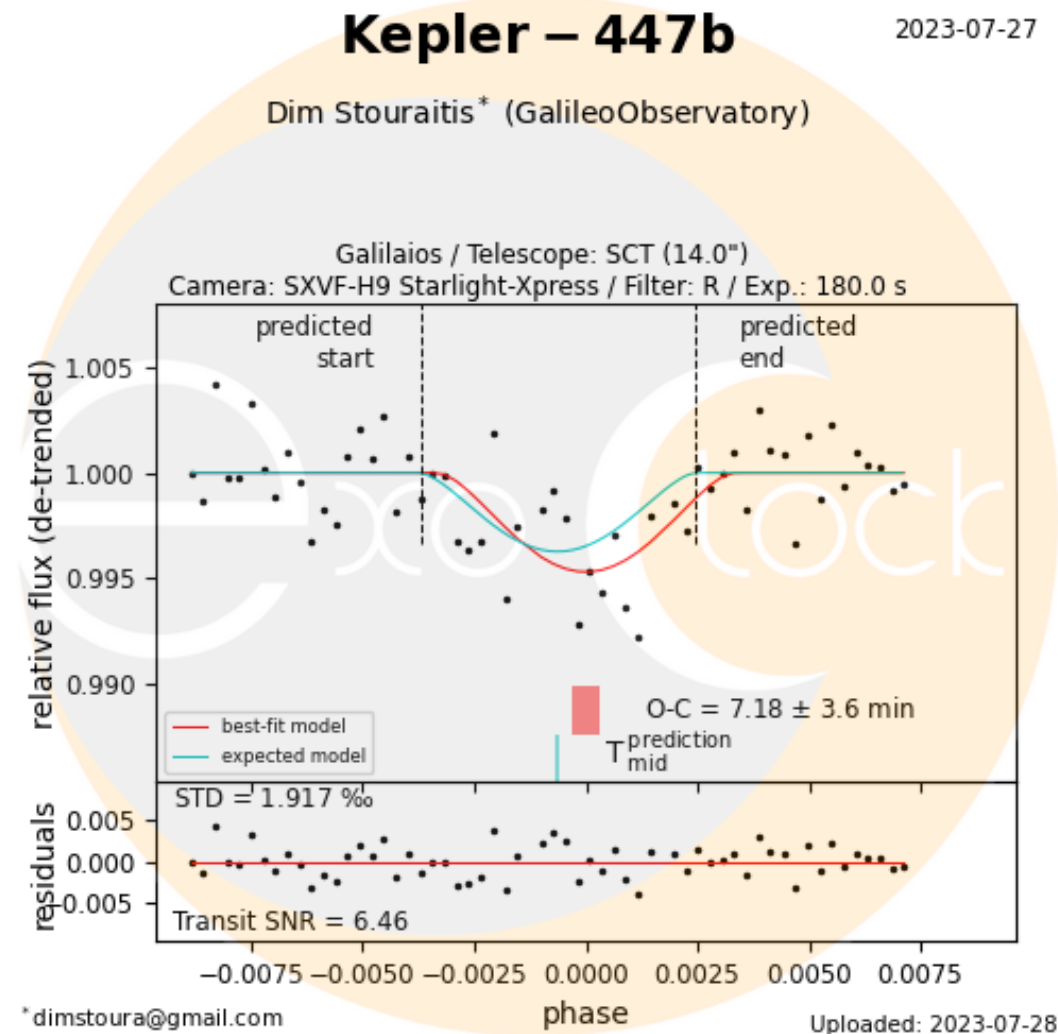
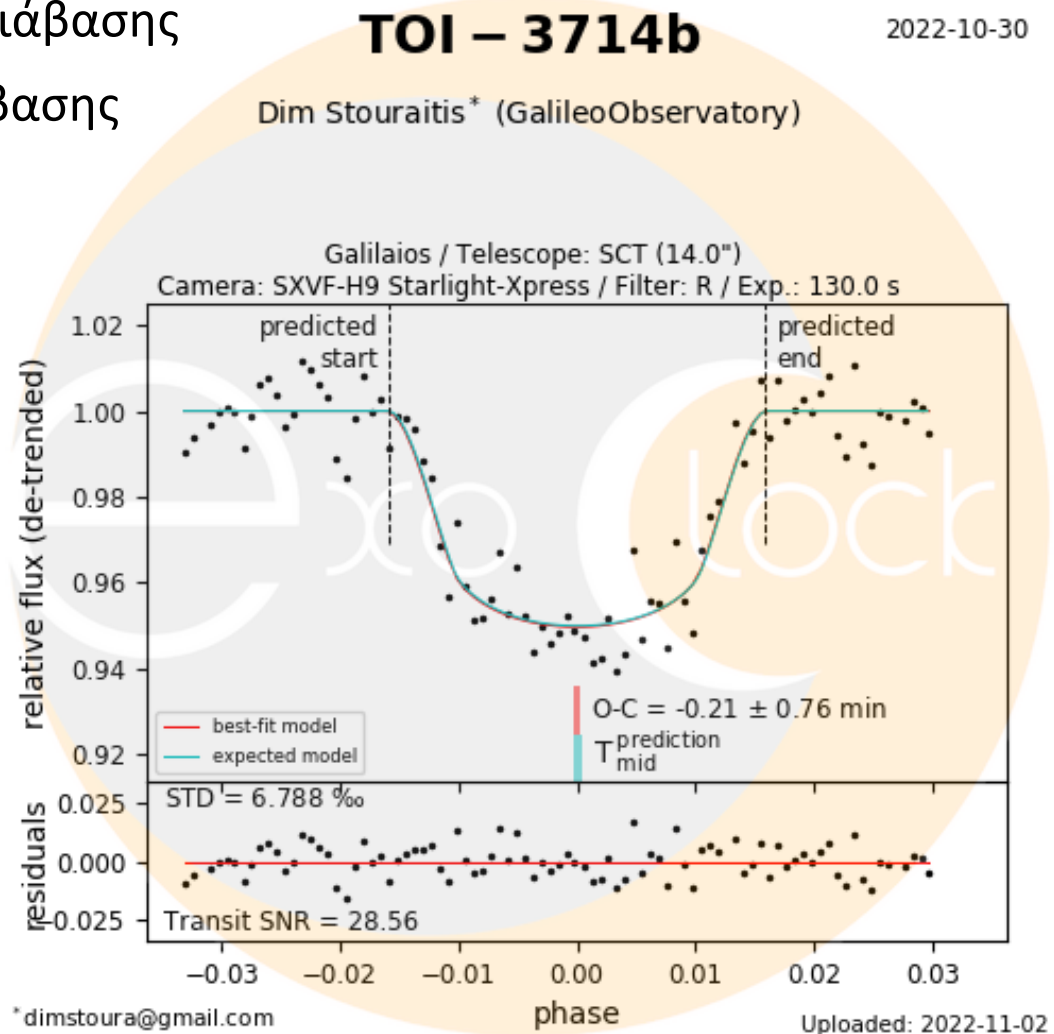
Ποσοστό ανακαλύψεων εξωπλανητών ανά χρόνο και ανά μέθοδο



Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών – Διάβαση

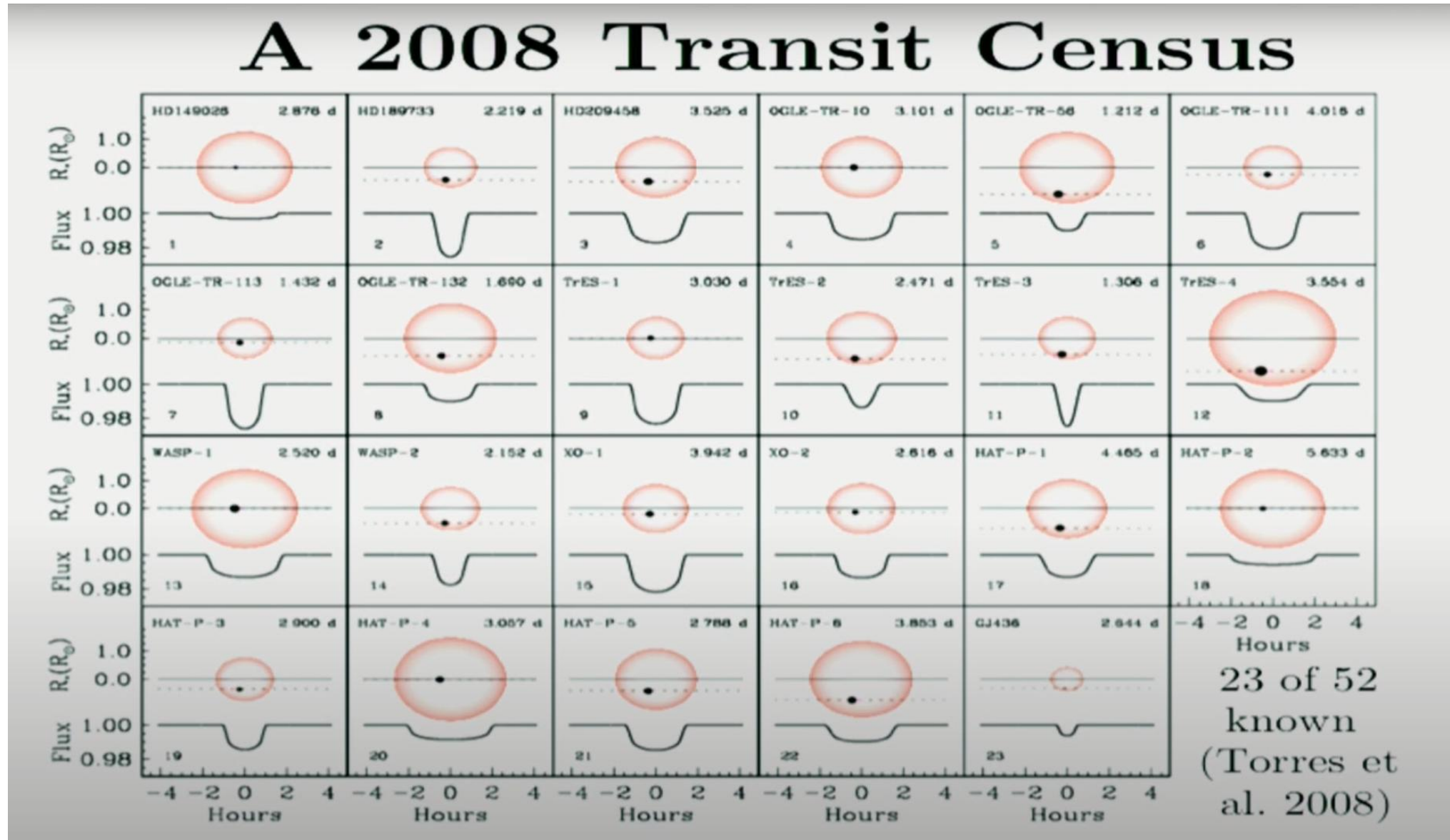
Παράμετροι που περιγράφουν τις καμπύλες διαβάσεων

- Βάθος διάβασης
- Διάρκεια διάβασης
- Σχήμα διάβασης



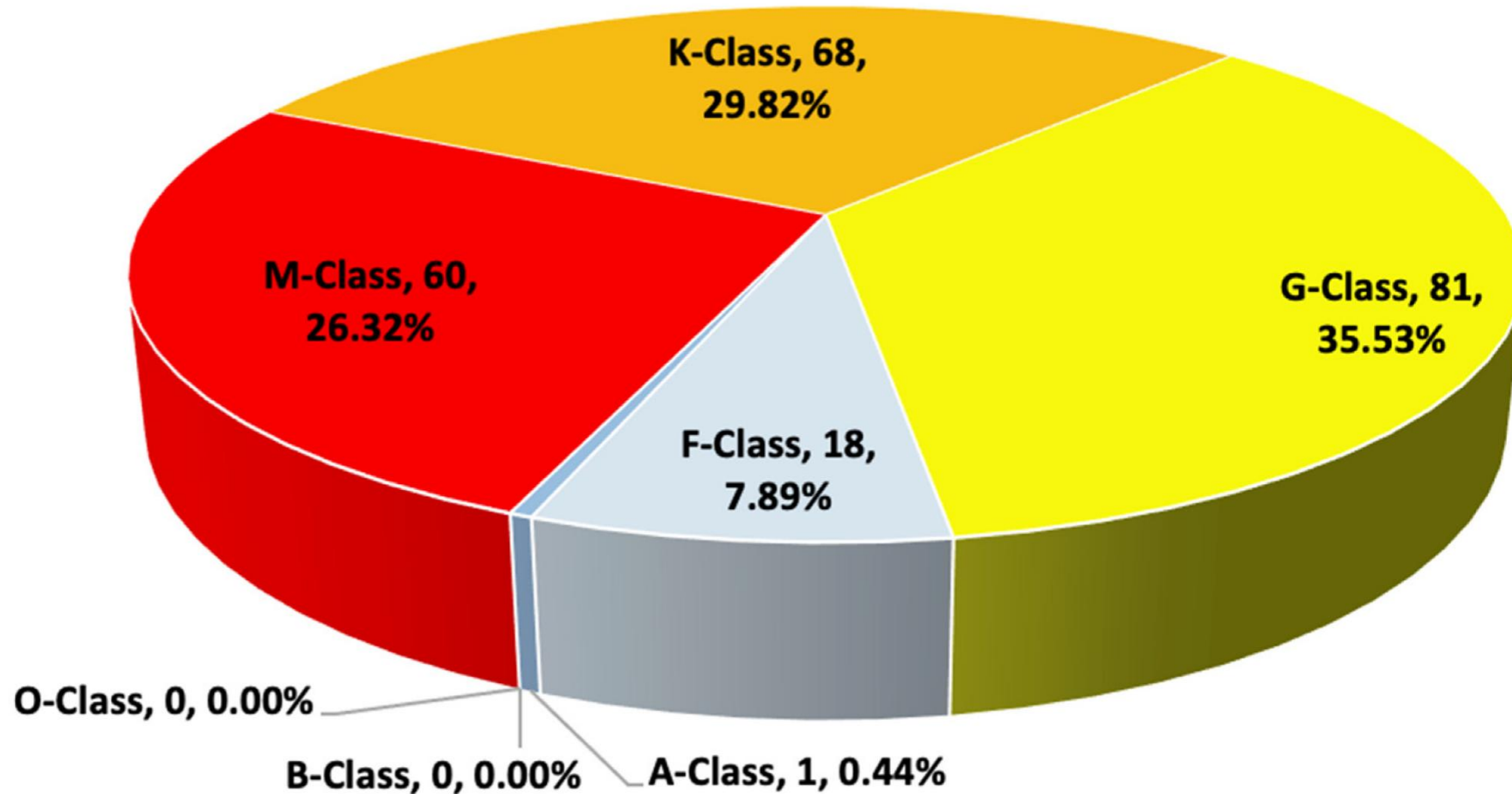
Μέθοδοι ανίχνευσης εξωπλανητών – Διάβαση

Τύποι καμπυλών σε σχέση με το επίπεδο τροχιάς του εξωπλανήτη ως προς το άστρο του



Ποσοστό ύπαρξης εξωπλανητών ανά φασματικό τύπο άστρου

Stellar Classification Proportions of Host Stars Across All Single Hosted Exo-Systems Containing ≥ 1 HZ Exoplanet per Confirmed NASA Exoplanet Archive (03-10-2024), All Discovery Methods



Πιθανότητα ζωής σε εξωπλανήτες και από ποιες παραμέτρους εξαρτάται

1. Αστροφυσικοί παράγοντες

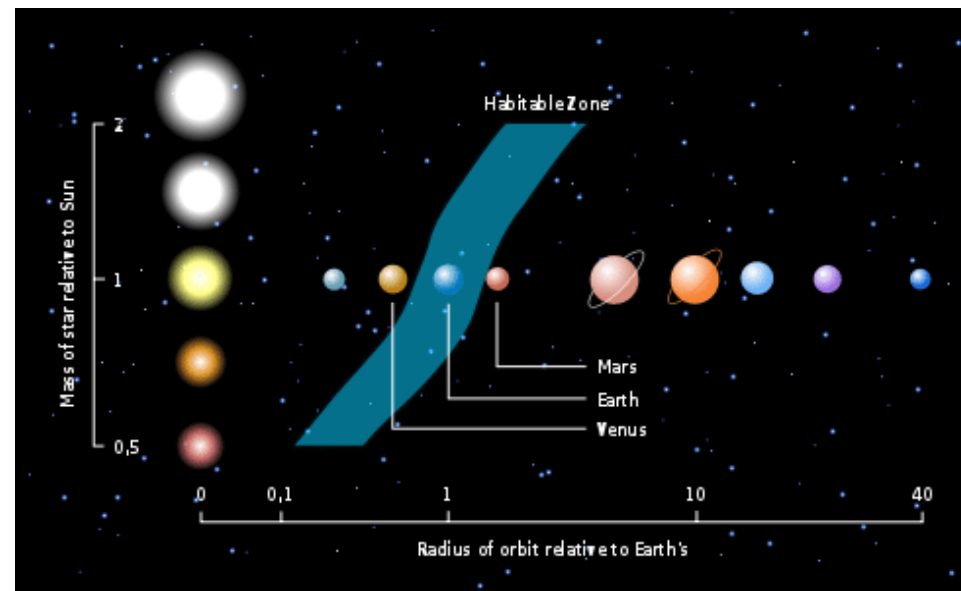
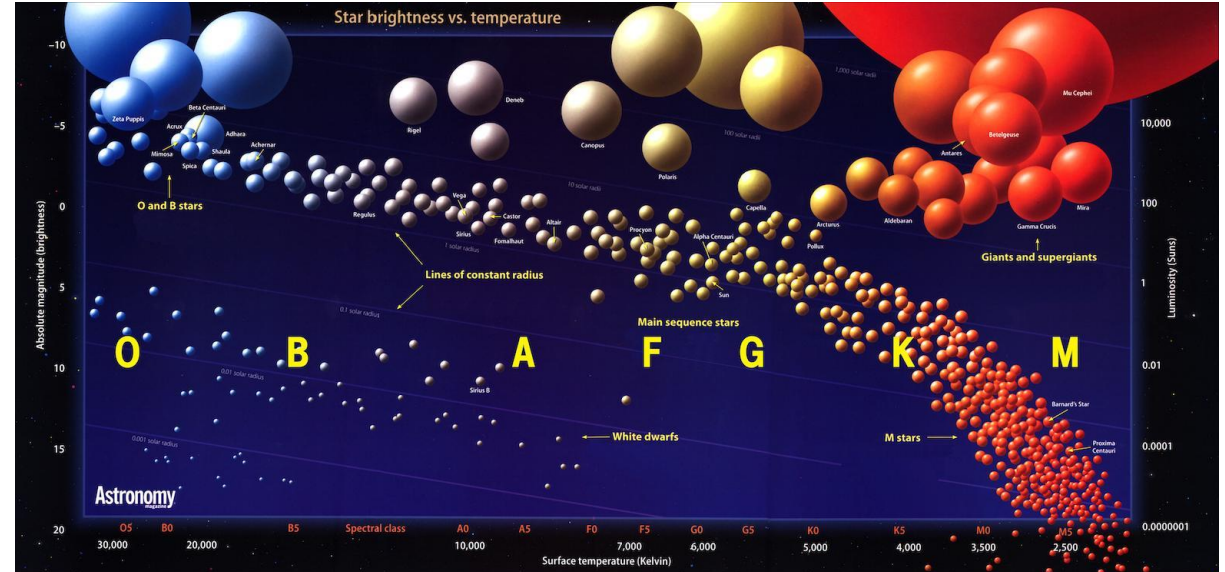
- Φασματικός τύπος αστέρος
- Εύρος κατοικησιμότητας
- Τροχιακή εκκεντρότητα
- Αστρικά συστήματα

2. Γεωφυσικοί παράγοντες

- Ικανή μάζα πλανήτη και βραχώδης επιφάνεια
- Μαγνητικό πεδίο
- Γεωλογική δραστηριότητα
- Κατάλληλη περίοδος περιστροφής

3. Γεωχημικοί παράγοντες

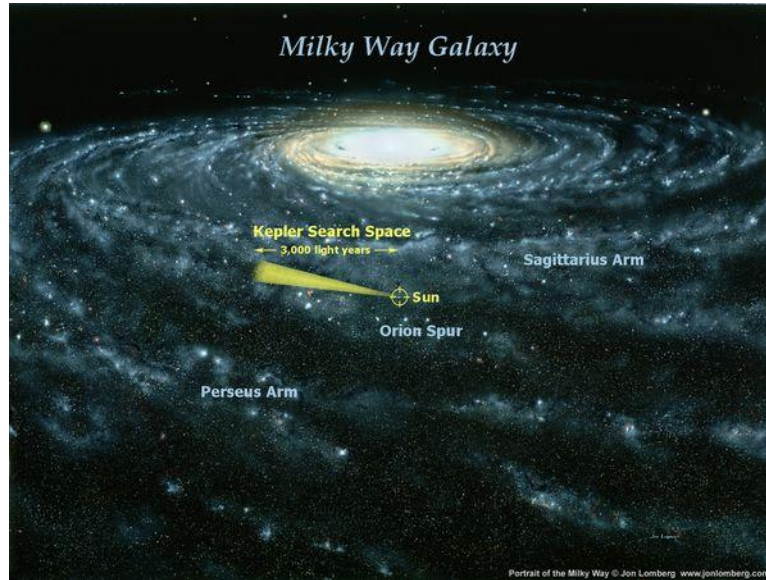
- Κατάλληλη ατμόσφαιρα για ζωή (βιοϋπογραφές)
- Σύνθεση εδάφους και ωκεανών
- Κύκλος του άνθρακα



Διαστημικές αποστολές για την έρευνα εξωπλανητών

1. Kepler (2009 – 2018)

Ανακάλυψη μεγάλου αριθμού εξωπλανητών



2. Tess (2018 – Σήμερα)

Εντοπισμός εξωπλανητών γύρω από κοντινά άστρα



3. James Webb (2021 – Σήμερα)

Παρατήρηση στο υπέρυθρο



Διαστημικές αποστολές για την έρευνα εξωπλανητών

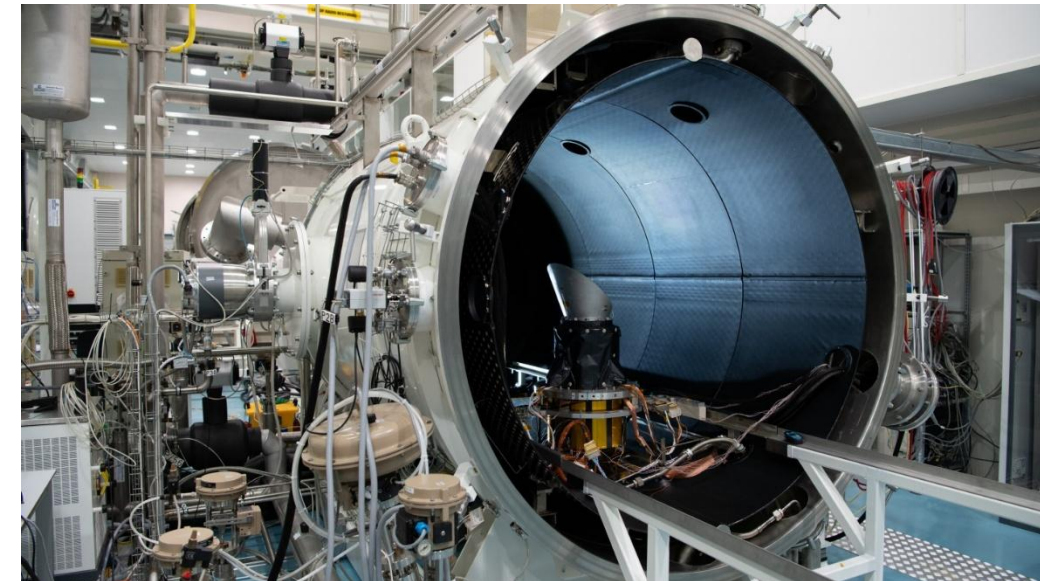
Μελλοντικές Αποστολές

1. Plato

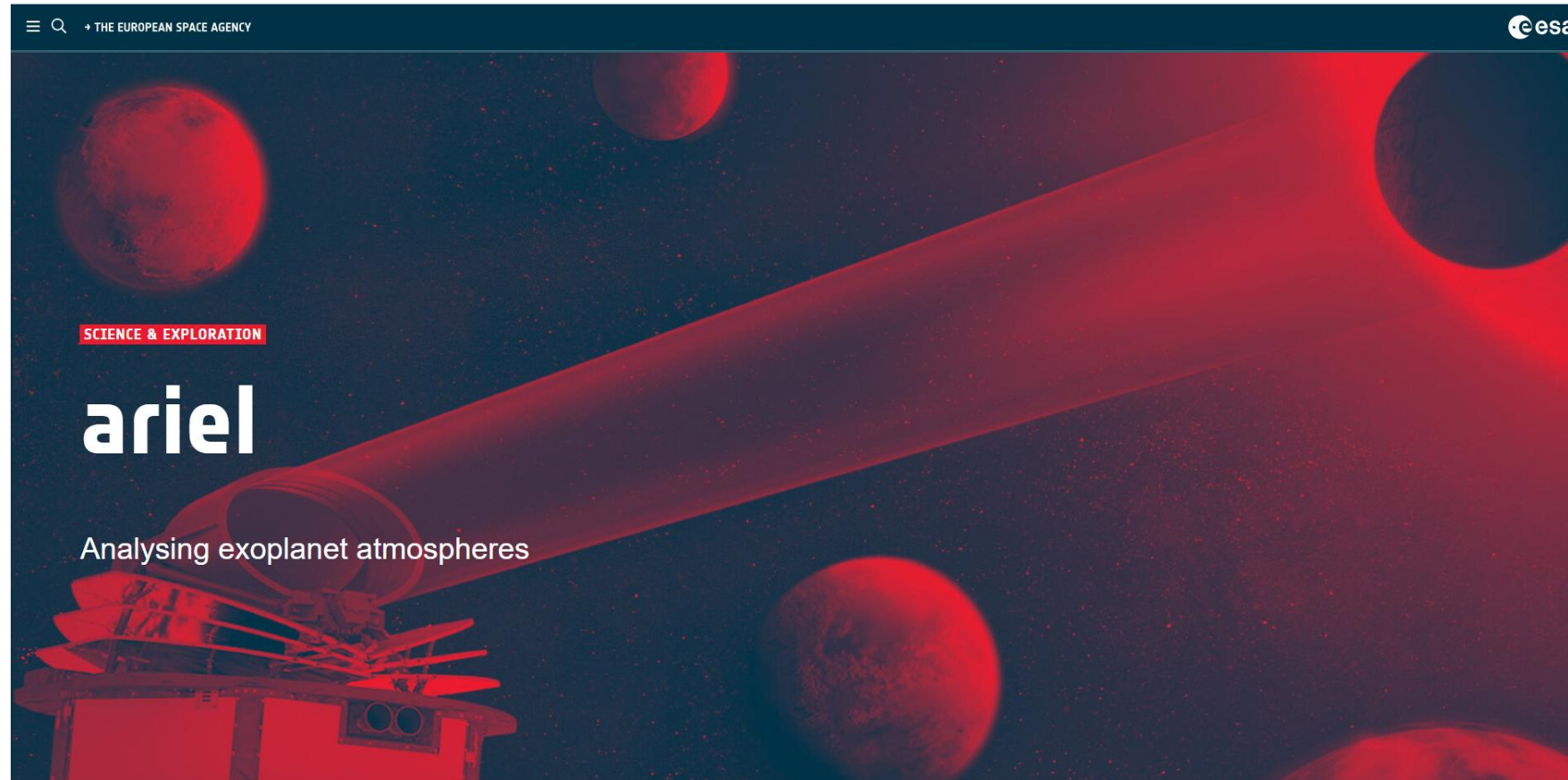
Προγραμματισμένη αποστολή το **2026** για έρευνα εξωπλανητών

2. Ariel

Προγραμματισμένη αποστολή **2029** για μελέτη ατμόσφαιρας εξωπλανητών



Ariel



Η αποστολή ARIEL της ESA (**A**tmospheric **R**emote-sensing **I**nfrared **E**xoplanet **L**arge-survey) κάνει έρευνα στο υπέρυθρο με σκοπό:

- Μελέτη της ατμόσφαιρας των εξωπλανητών
- Κατηγοριοποίηση των εξωπλανητών



The launch

Launch: planned for 2029

Launch location: Europe's Spaceport in French Guiana

Launch vehicle: Ariane 6

Orbit: halo orbit around Sun-Earth Lagrange point L2



ExoClock project - Συνδεδεμένο project με το Ariel



Άγγελος Τσιάρας



Αναστασία Κόκορη



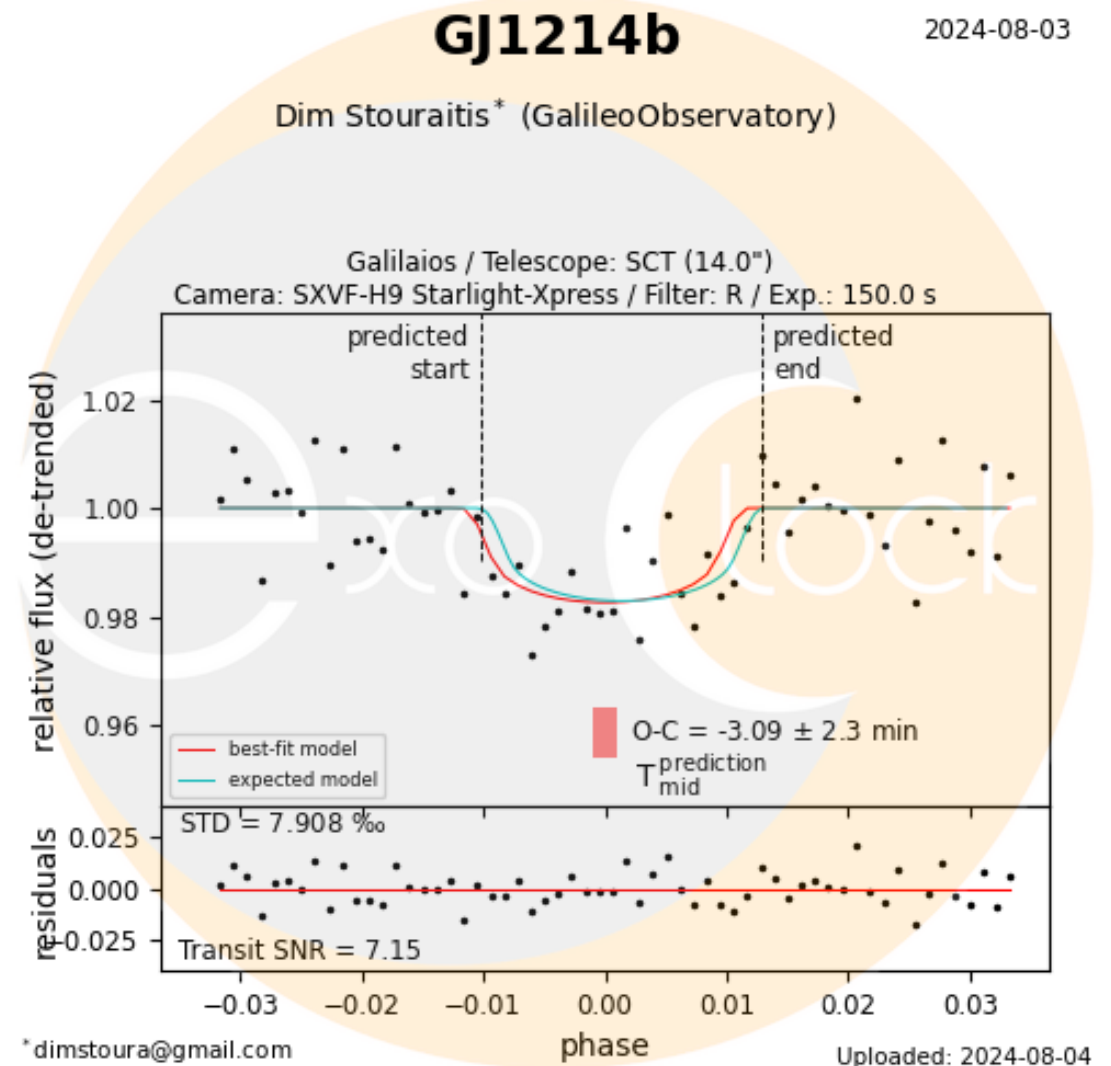
Σκοπός

- Ακριβής παρακολούθηση εξωπλανητών με τη χρήση της μεθόδου των διαβάσεων
- Βελτίωση της ακρίβειας συλλέγοντας δεδομένα διαβάσεων από διαφορετικά σημεία του πλανήτη
- Συνεργασία μεταξύ ερασιτεχνών και επαγγελματιών αστρονόμων που συνεισφέρει στην παγκόσμια παρατήρηση των εξωπλανητών

Στρατηγική για την καταγραφή των διαβάσεων

Προϋποθέσεις:

1. Ελάχιστη διάμετρος τηλεσκοπίου 8"
2. Παρατήρηση πάνω από 30 (μοίρες) ορίζοντα
3. Χρόνος καταγραφής της διαβάσεως μία ώρα πριν και μία ώρα μετά το πέρας
4. Χρήση του λογισμικού που χρησιμοποιεί η ερευνητική ομάδα για την επεξεργασία των δεδομένων

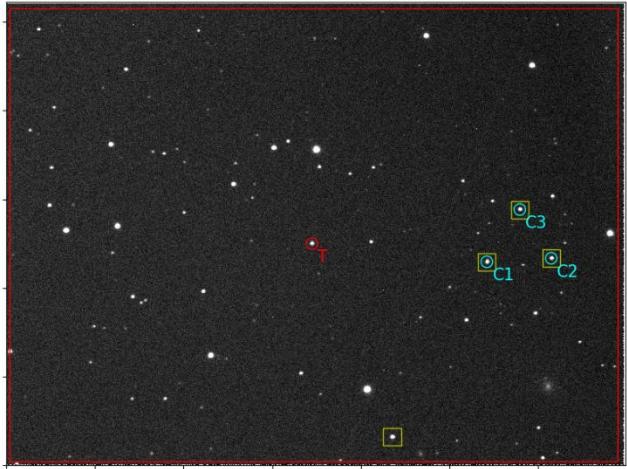


Επεξεργασία δεδομένων από λήψη τηλεσκοπίου

HOPS - Photometry

Available FOV

Stars of similar flux to the target



out_2023_08_15_21_28_51_HaT-P-53b_001fa-0001R.fit

Scroll up/down to zoom in/out. Click & drag to move the image.

Minimum = 3925

Maximum = 7271

Stretch factor = 0.0

RESET

☐ Flip

☐ Mirror

☐ White Sky

Remember, the best comparison stars need to be:
a) close to your target, b) of similar magnitude to the target,
c) of similar colour to the target, d) photometrically stable, i.e. not variables!

Check SIMBAD

☒ Show stars of similar flux to the target, % difference: 40.0

	X	Y	Total counts	Max counts	Max HWHM	Aperture radius (>1.5)	WARNINGS
Target	689.6	499.8	471508.7	25269.2	2.4	13.0	
Comparison 1	1084.0	458.9	427667.2	25046.3	2.3	13.0	
Comparison 2	1229.2	466.8	427914.4	27986.7	2.3	13.0	
Comparison 3	1158.3	576.6	375979.1	24630.2	2.2	13.0	
Comparison 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Comparison 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Advanced aperture options:

☐ Vary the aperture size proportionally to the variations of the PSF size.

☐ Align the aperture with the geometric center instead of the PSF peak.

You need to select the target and at least one comparison star to proceed.

RETURN TO MAIN MENU

SAVE OPTIONS & RETURN TO MAIN MENU

RUN PHOTOMETRY

SKIP PHOTOMETRY & PROCEED TO FITTING

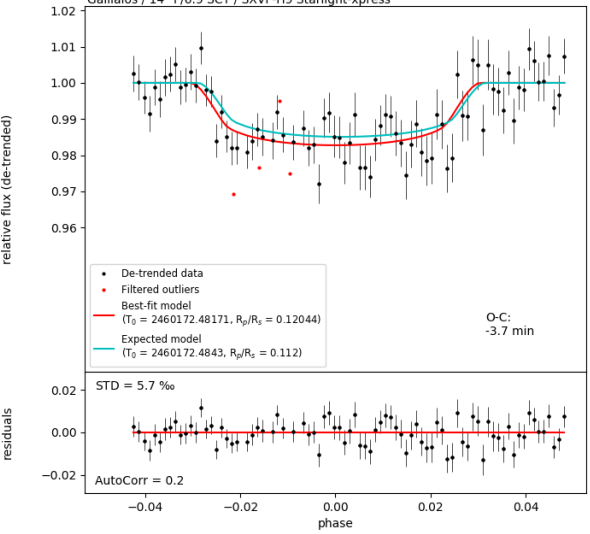
HOPS - Fitting



HAT - P - 53b

2023-08-15 21:28 (UT)
Dur: 4.3h / Exp: 180.0s
Filter: Luminance

Dimitris Stouraitis
Galileo / 14" F/6.9 SCT / SXVF-H9 Starlight-xpress



relative flux (de-trended)

residuals

phase

Light-curve file

PHOTOMETRY_3\PHOTOMETRY_APERTURE_3

EXPORT FOR DATABASES (ExoClock / ETD)

Planet	Catalogue param.	Enter param. manually
Planet RA DEC (hh:mm:ss +/-dd:mm:ss)	HAT-P-53b 01:27:29.0645 +38:58:05.259	HAT-P-53b 01:27:29.0643 +38:58:05
Period [days]	1.96162371	1.96162371
Mid-time [BJD_TDB]	2457898.96242	2457898.96242
Rp/Rs	0.112	0.112
a/Rs	5.6	5.6
Inclination [deg]	86.2	86.2
Eccentricity	0.0	0.0
Periastron [deg]	0.0	0.0
M* [Fe/H, dex]	0.0	0.0
T* [K]	5956.0	5956.0
log(g*) [cm/s^2]	4.31	4.31

Advanced fitting options:

Scatter limit (default=3.0)

3

☐ Fit for a/Rs, i.

MCMC Iterations (default=100000)

150000

MCMC Burn-in (default=20000)

100000

RETURN TO MAIN MENU

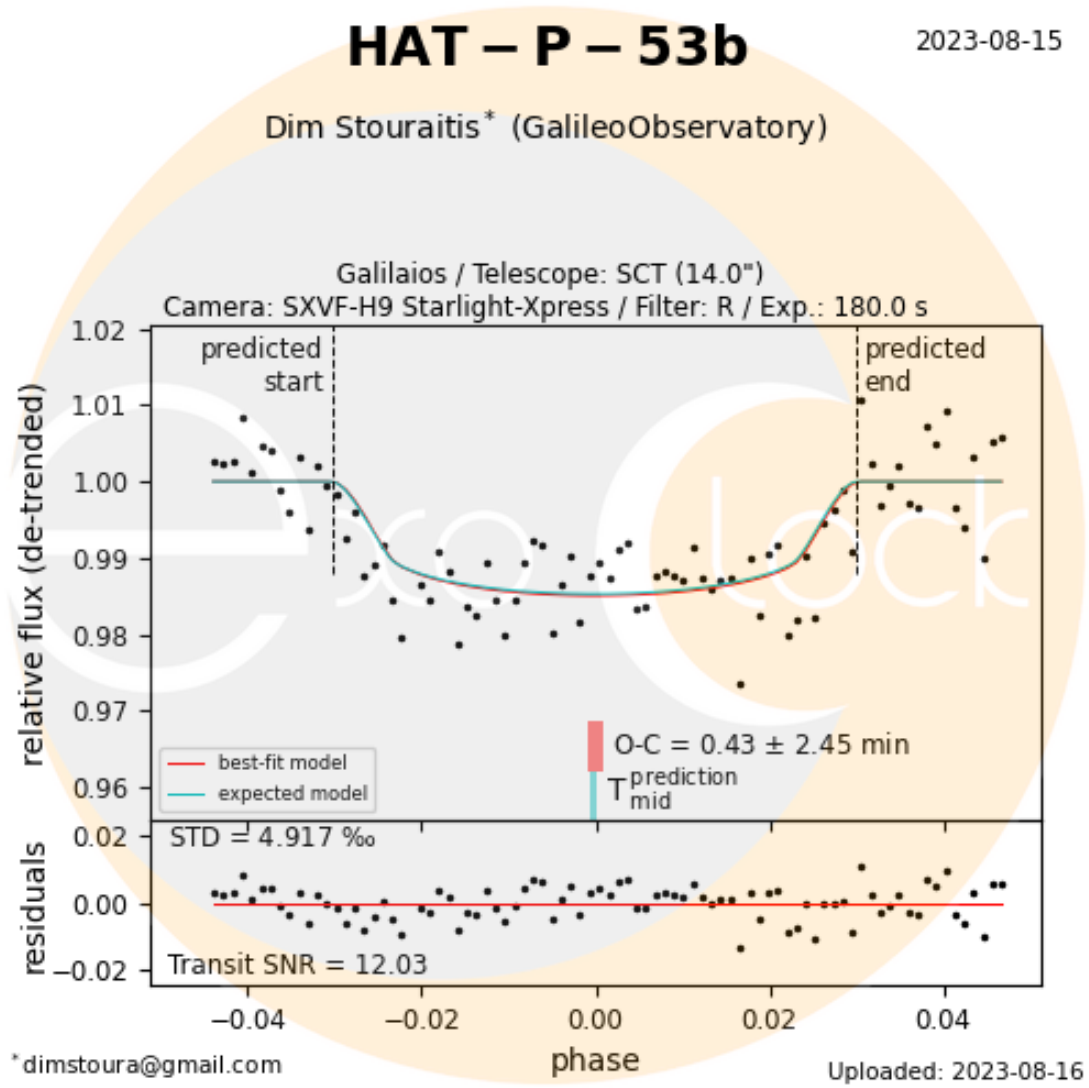
SAVE OPTIONS & RETURN TO MAIN MENU

RUN FITTING

RETURN TO PHOTOMETRY

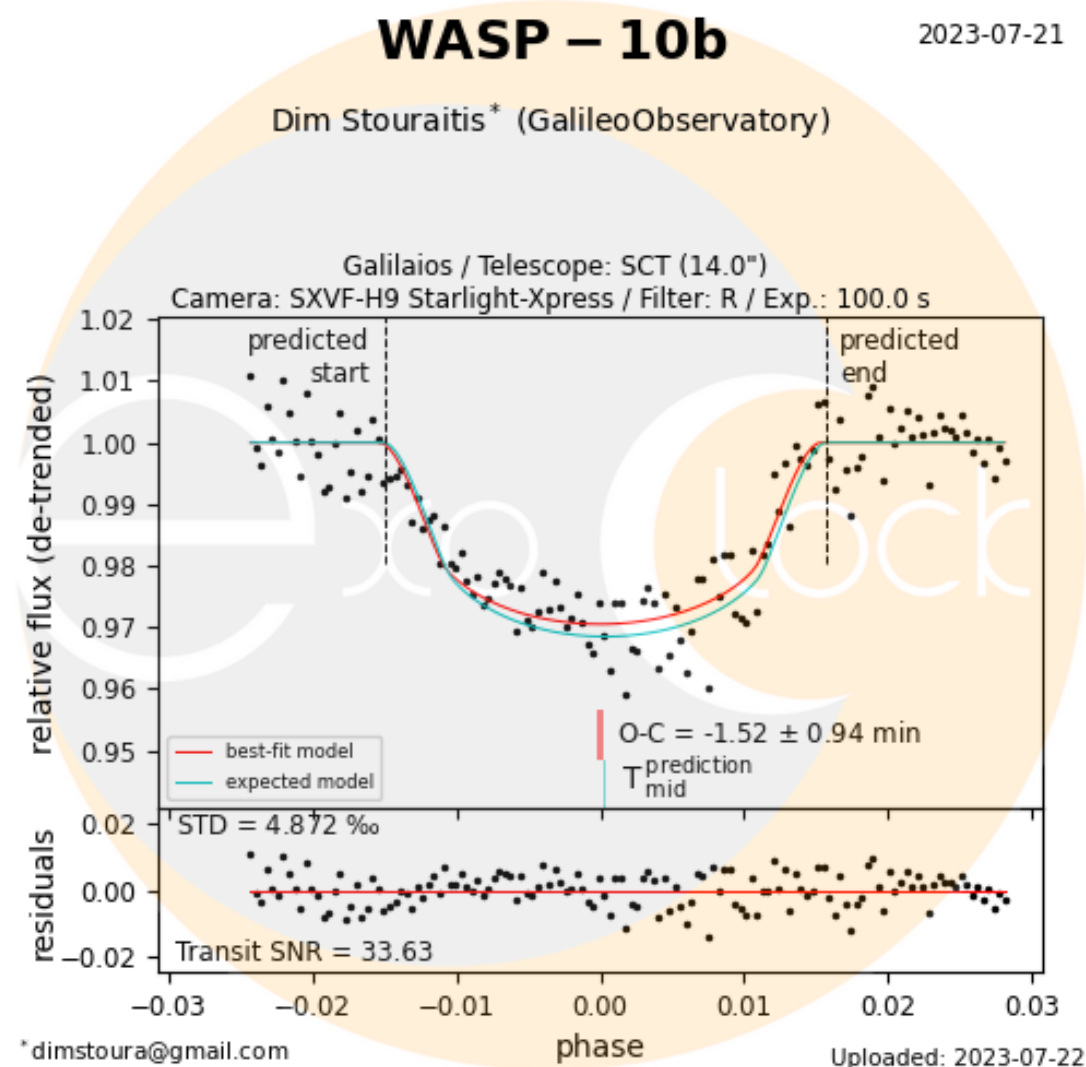
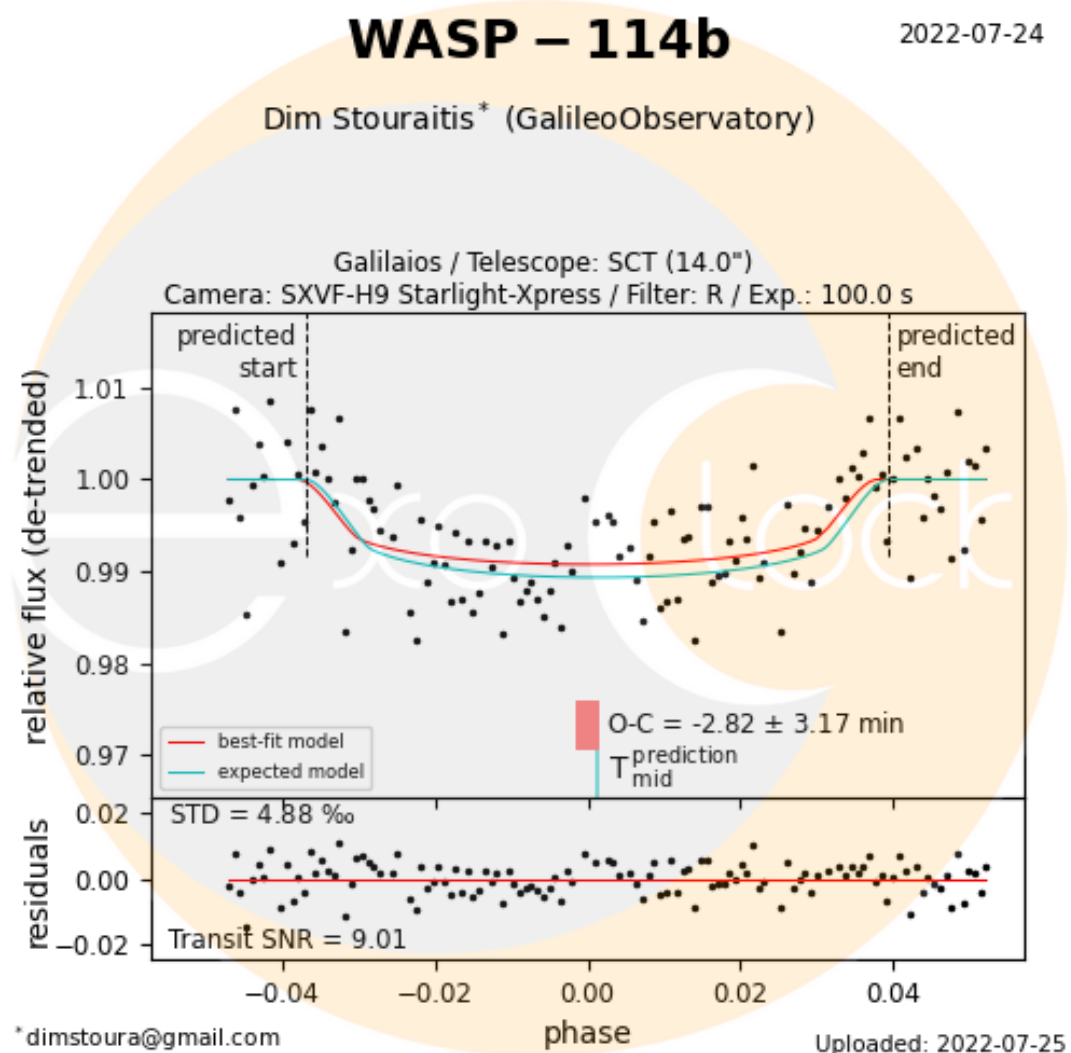
Επεξεργασία δεδομένων από λήψη τηλεσκοπίου

Τελική καμπύλη διαβάσεως



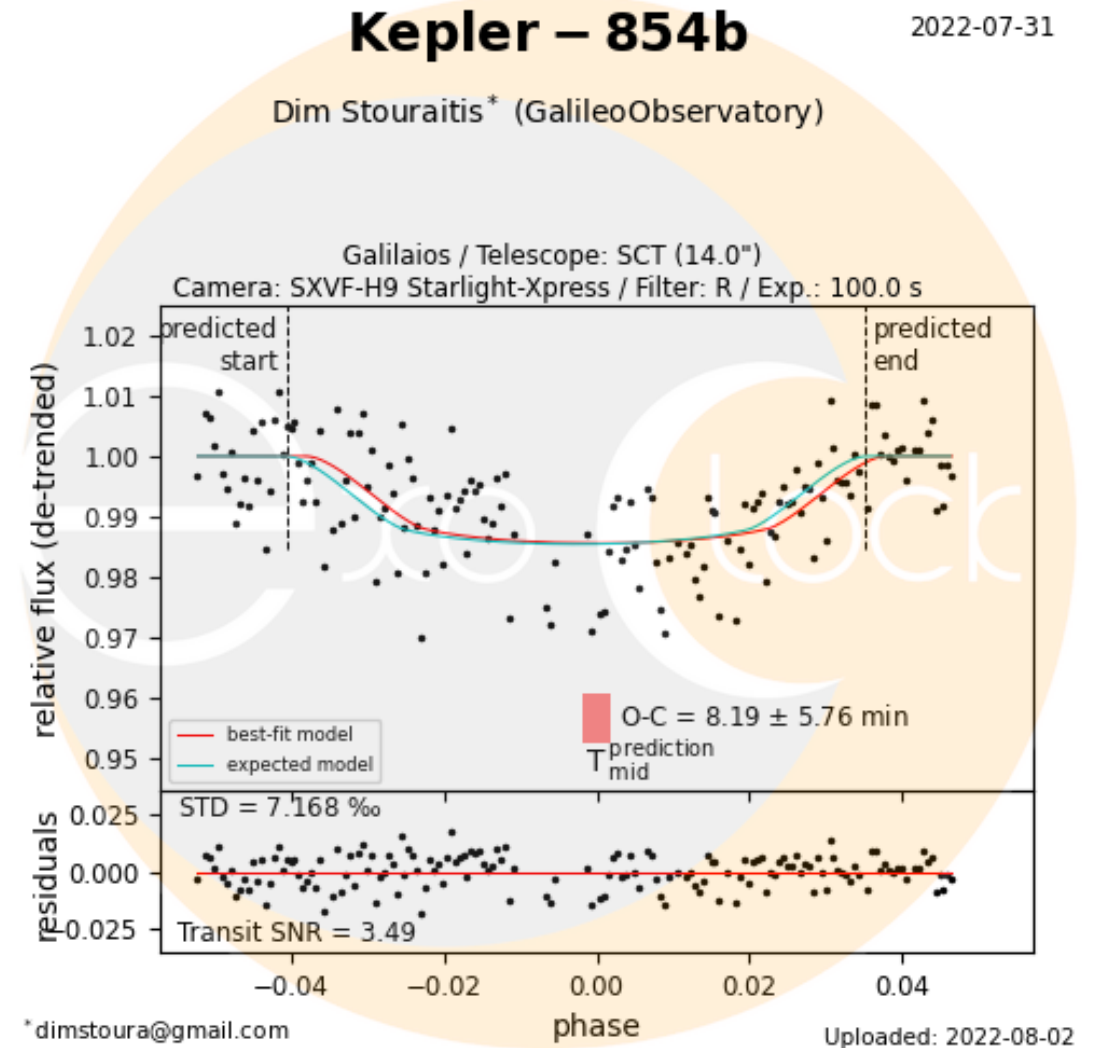
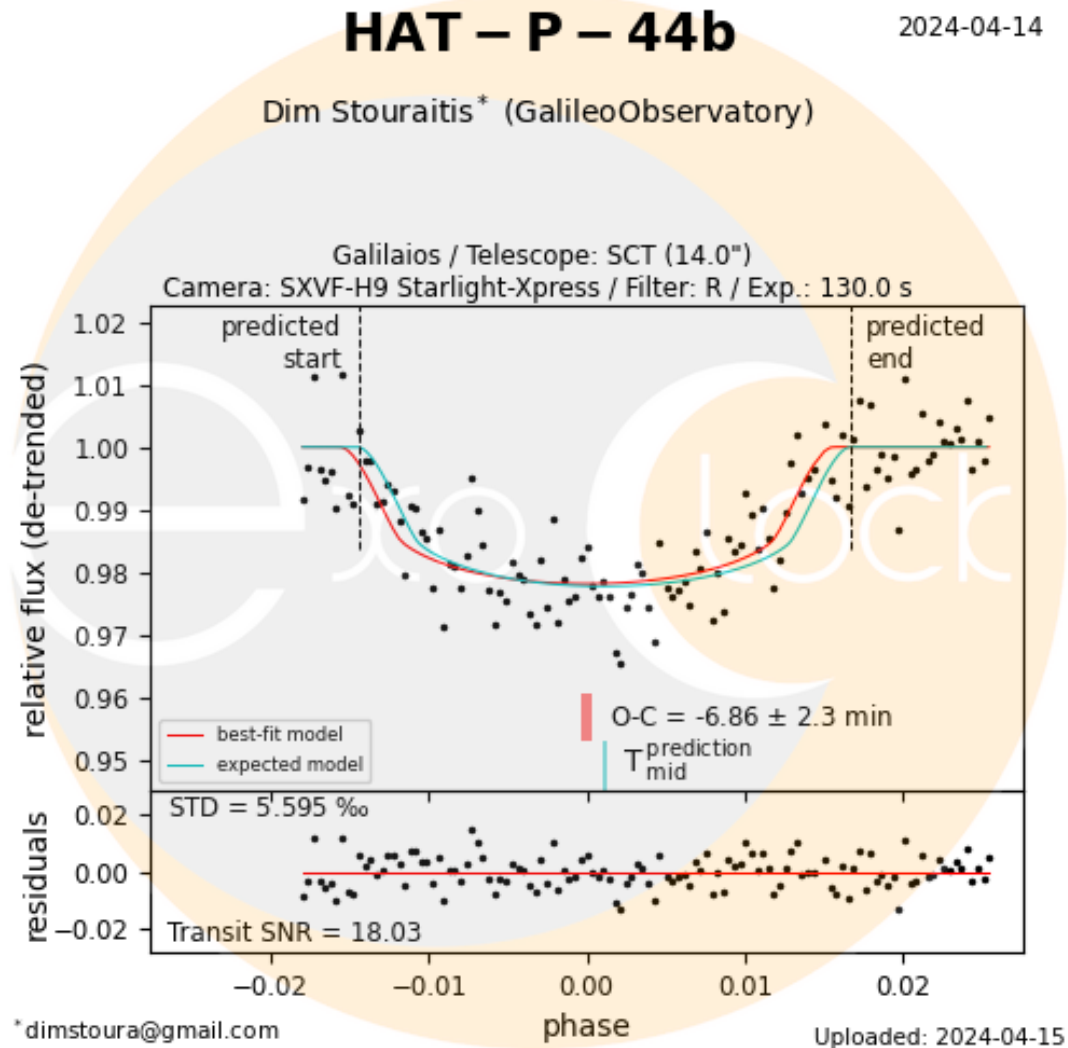
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

1. Αέριοι Γίγαντες



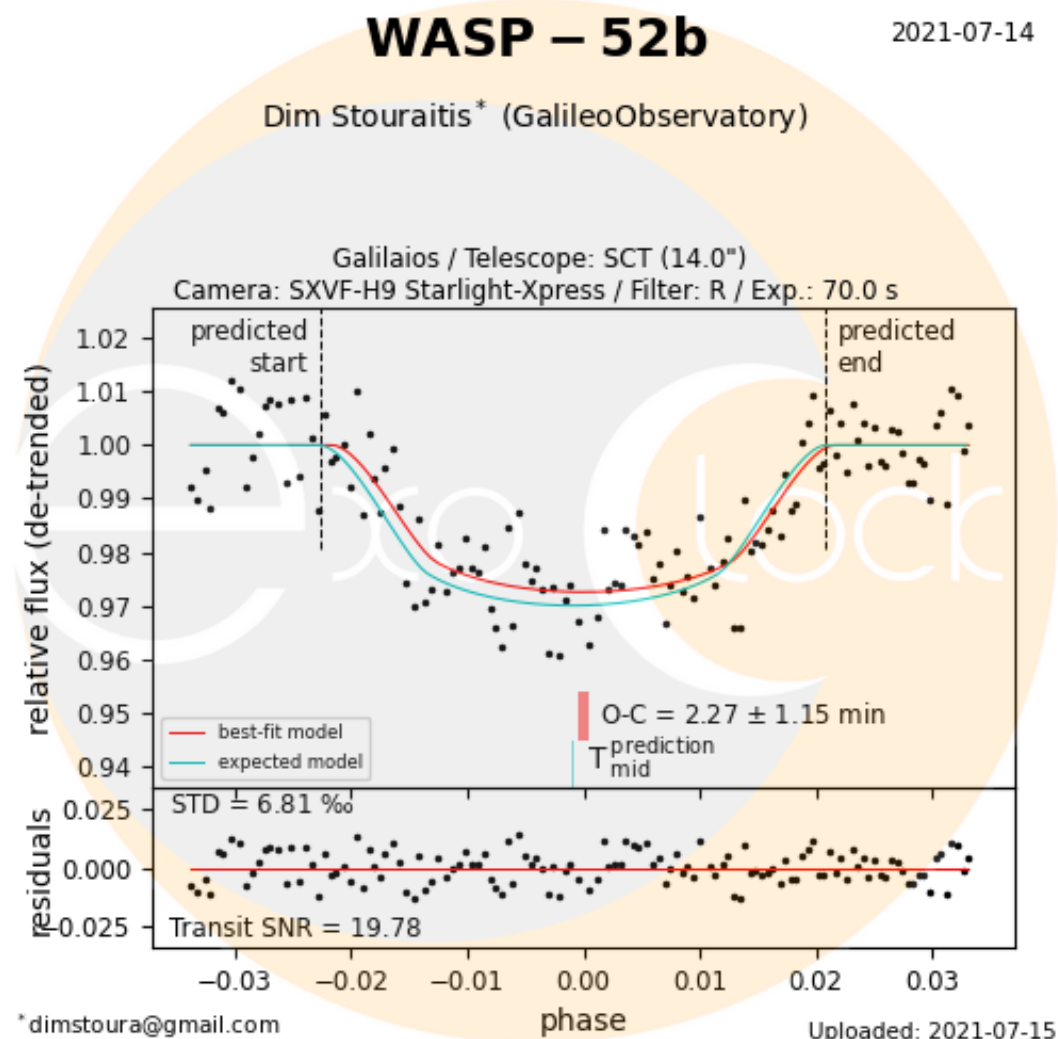
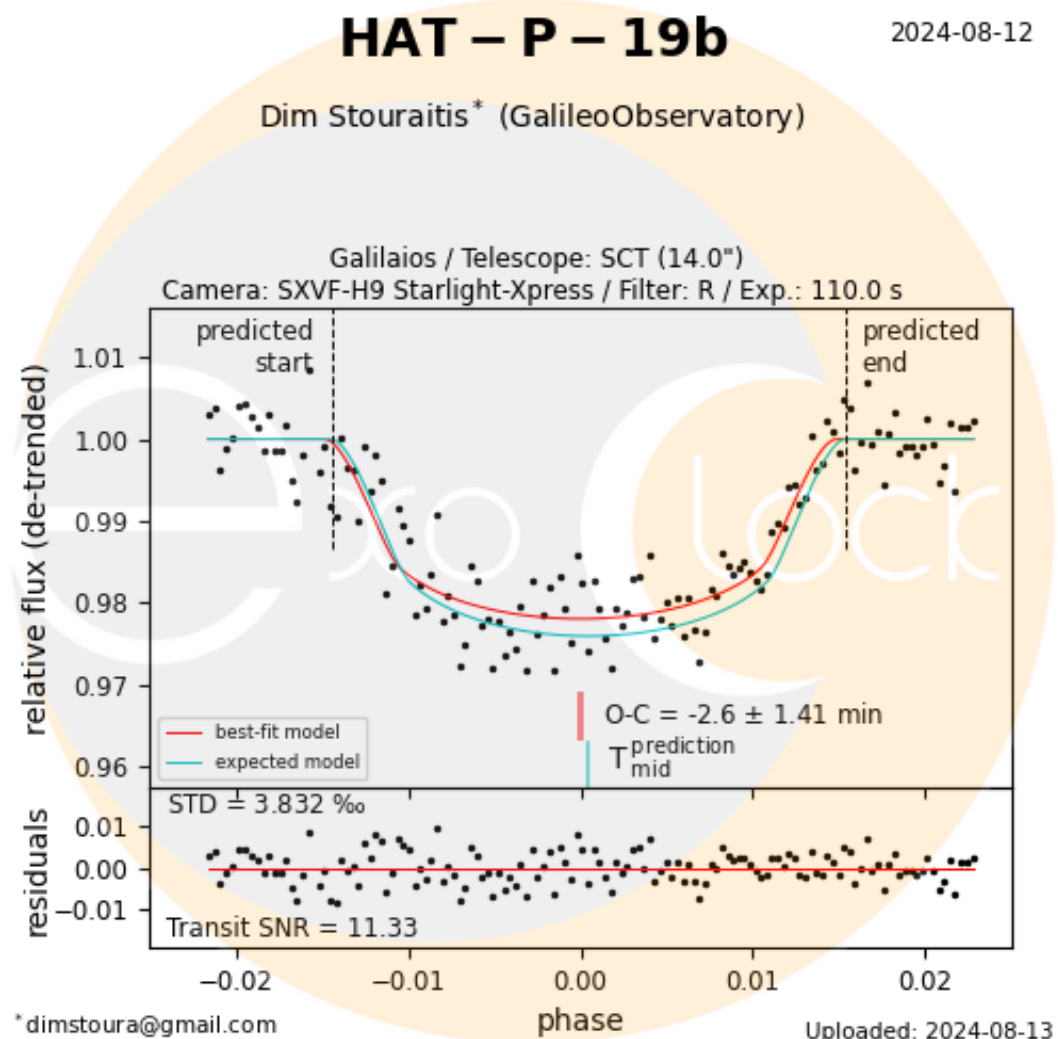
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

2. Γεώδεις πλανήτες



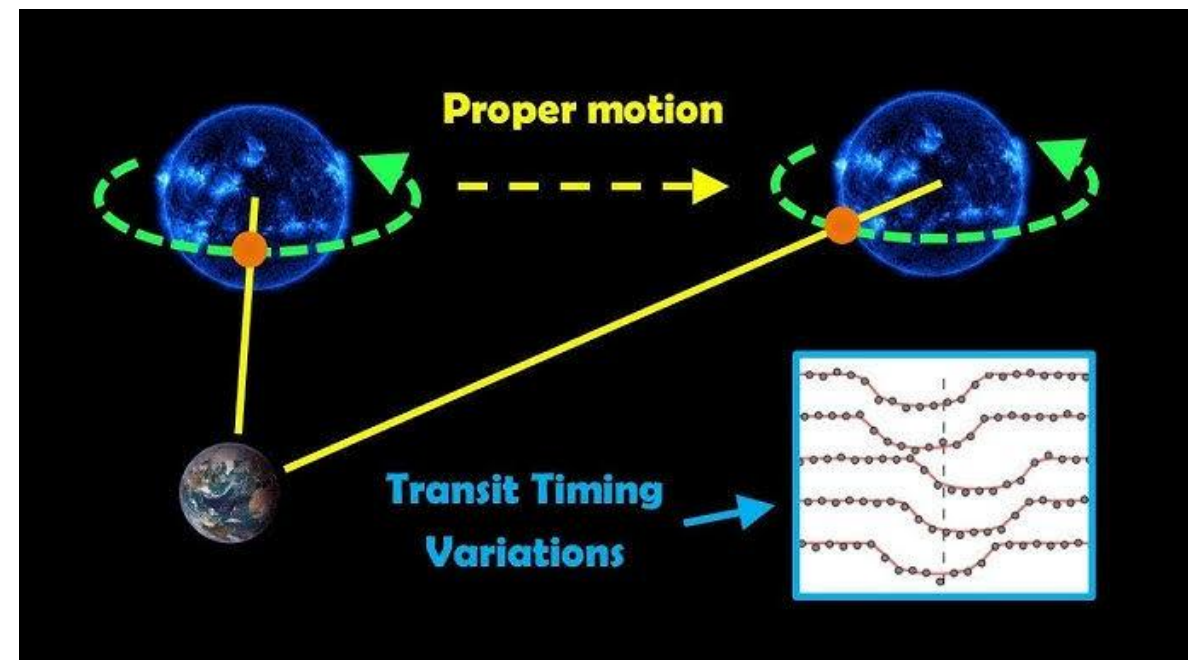
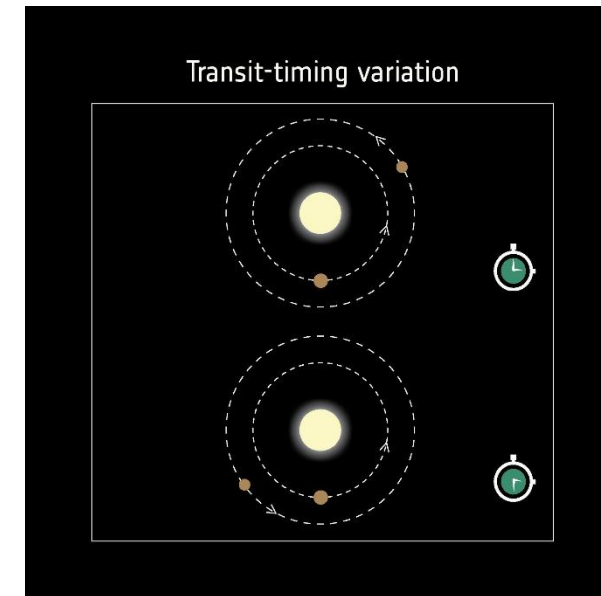
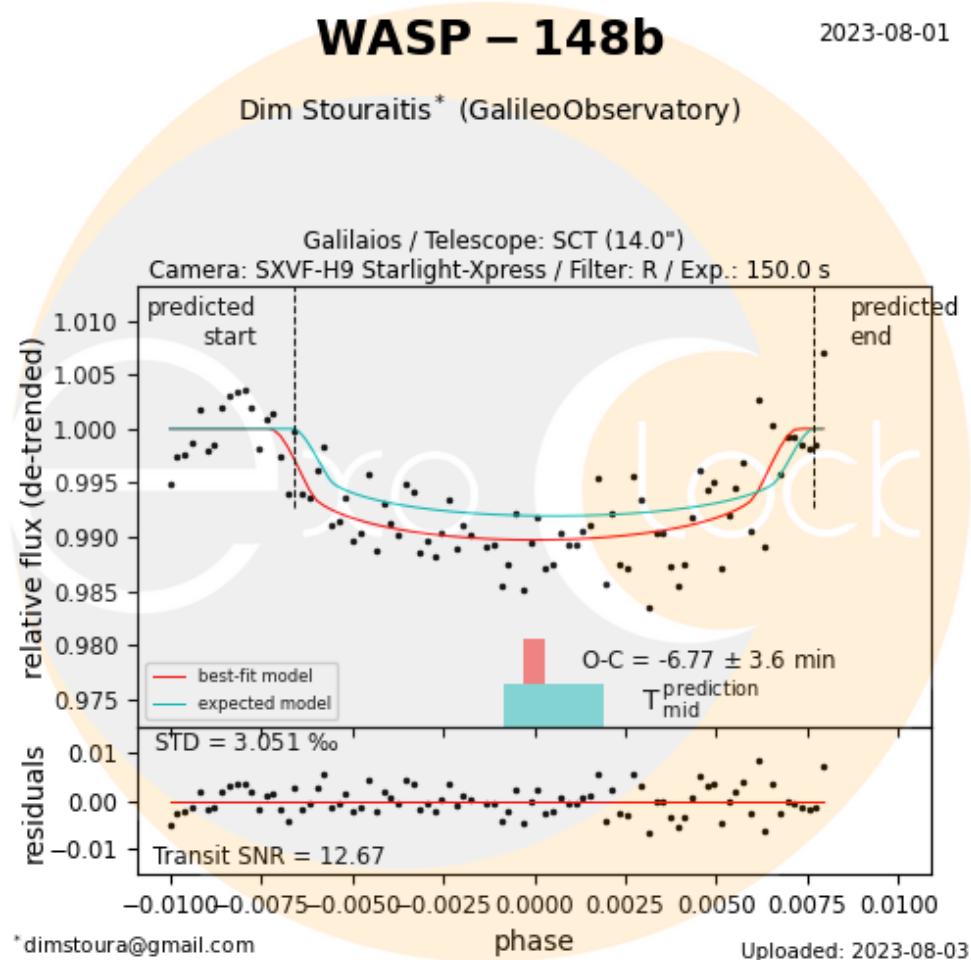
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

3. Καυτοί Δίες



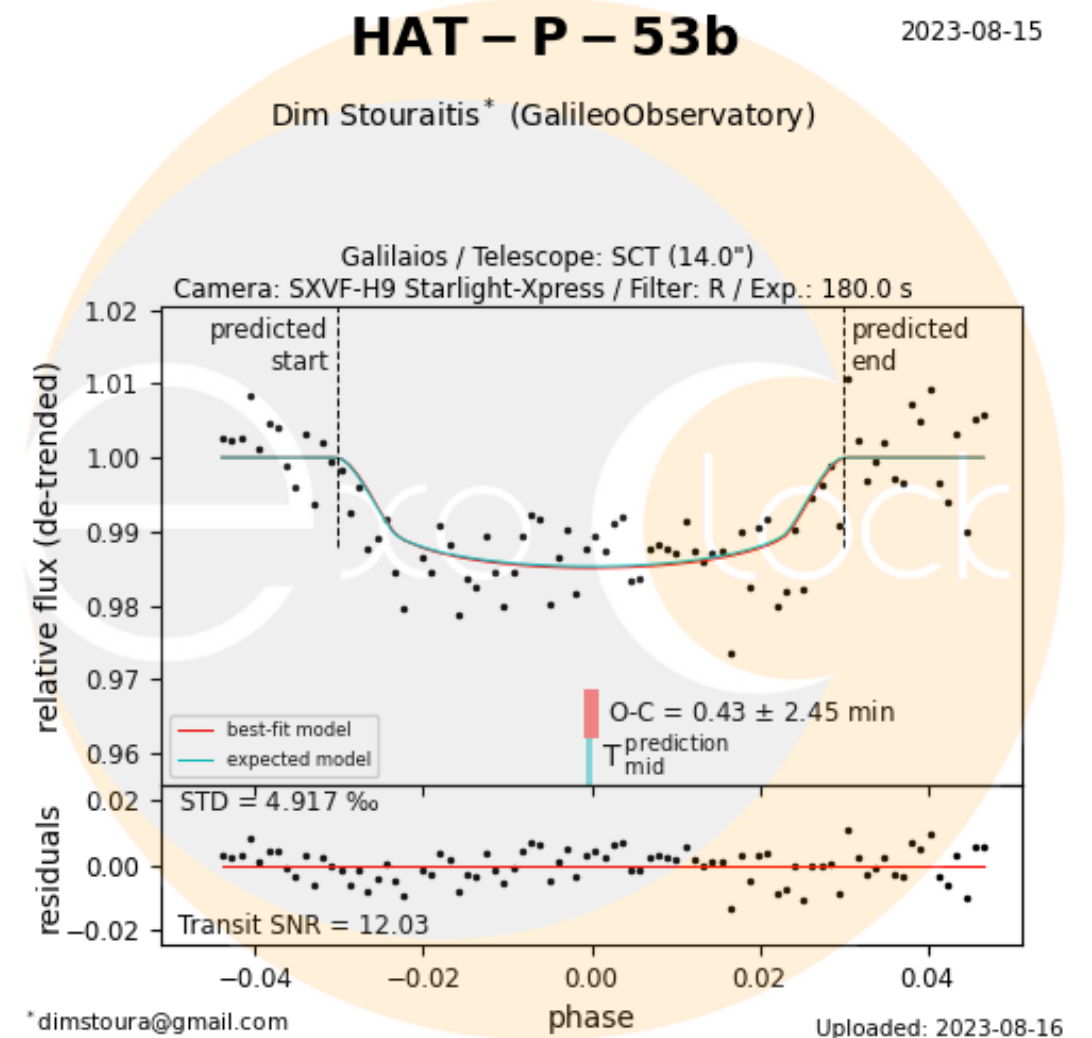
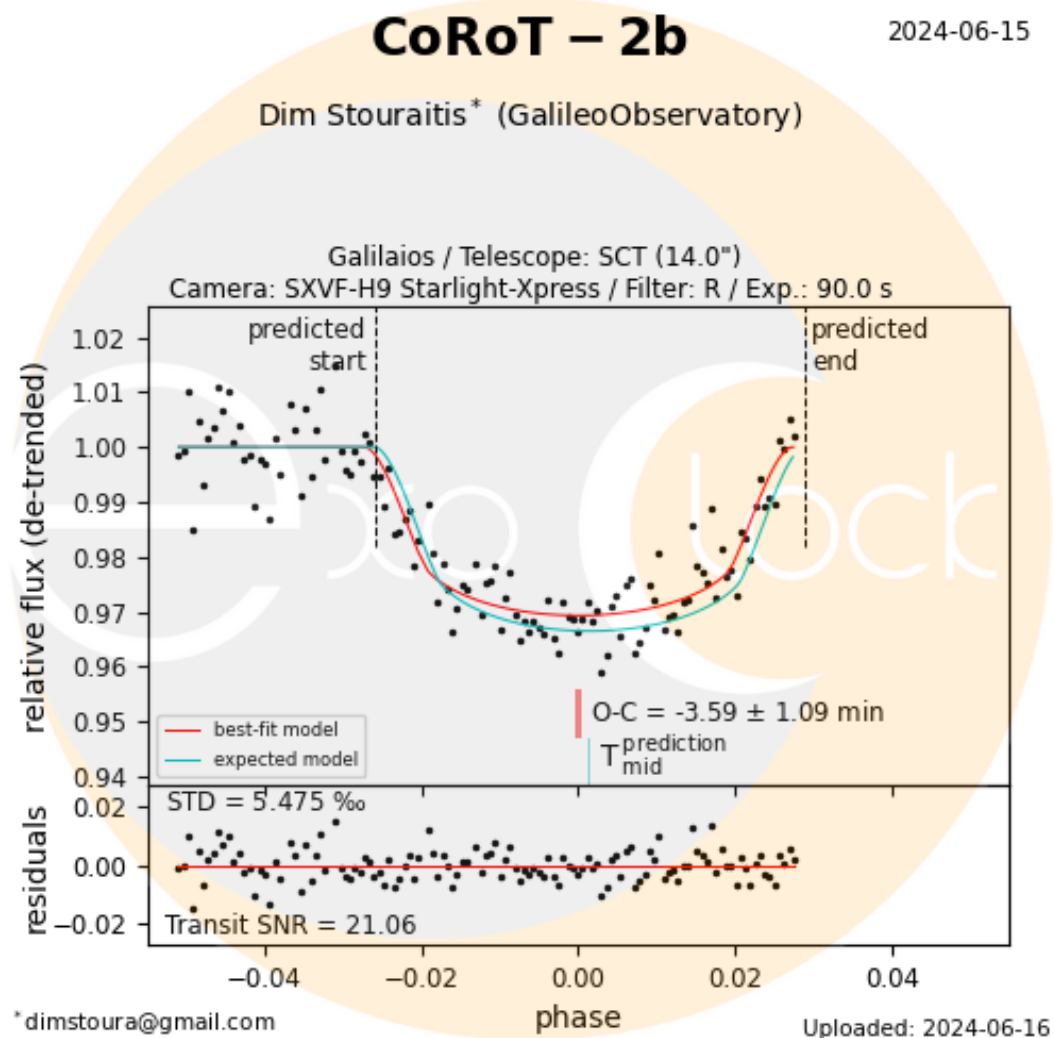
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

4. TTVs (Transit Timing Variations)



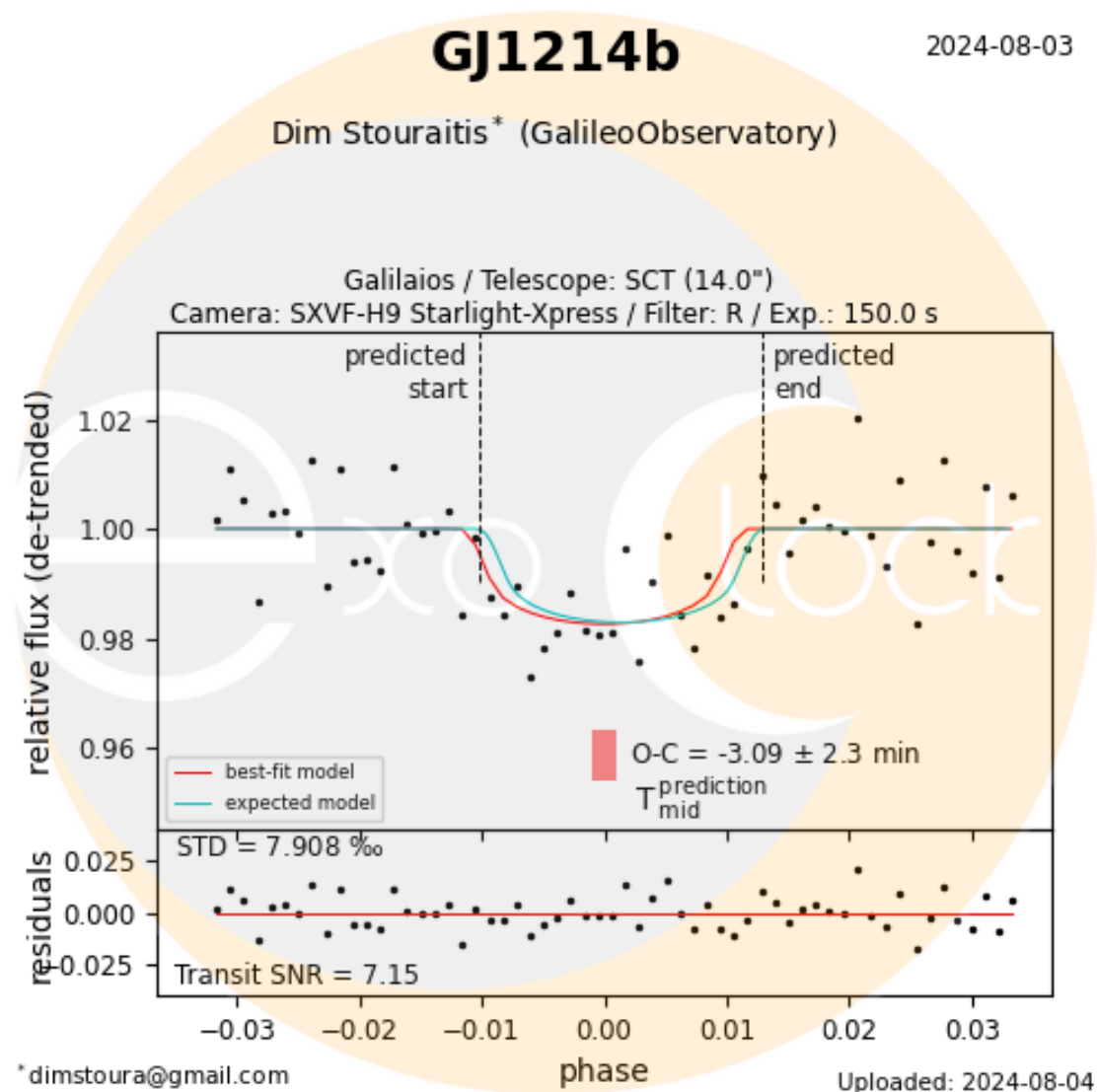
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

5. Μίνι Ποσειδώνιοι



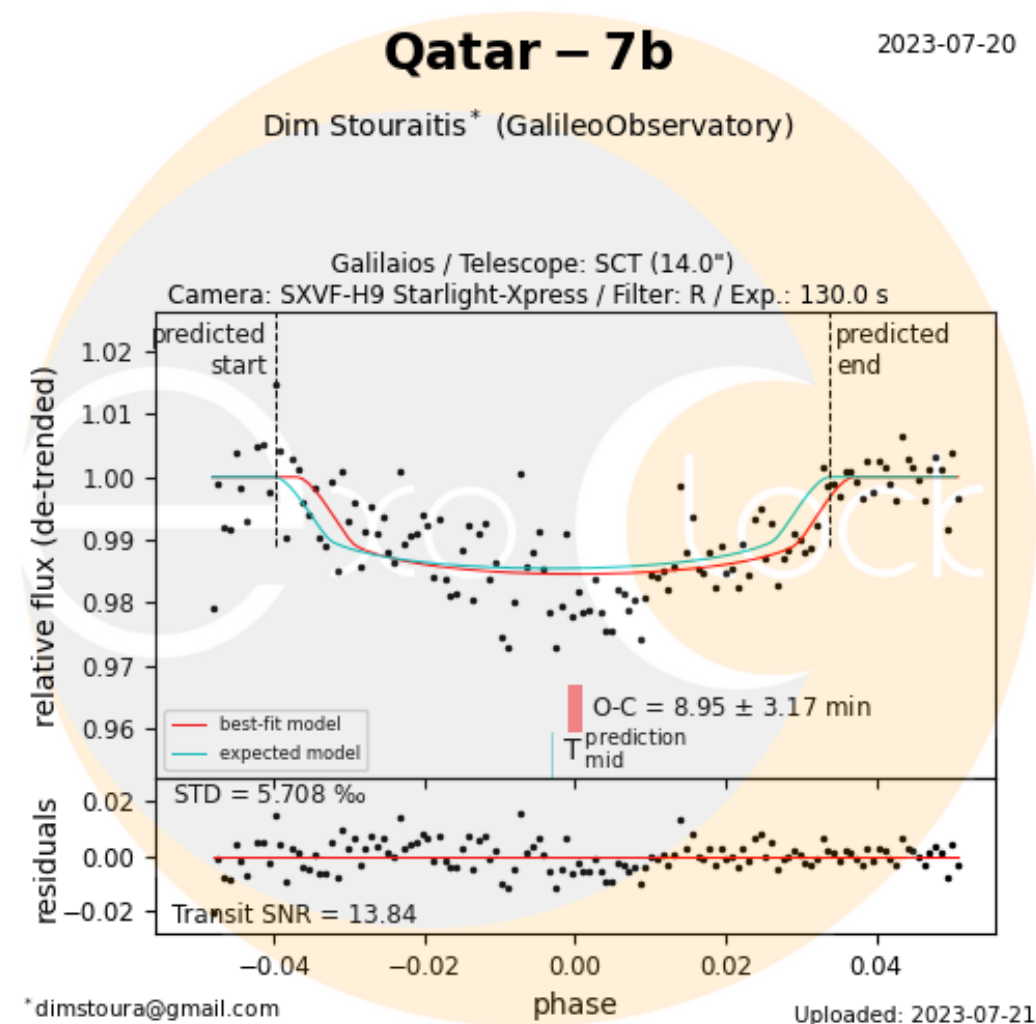
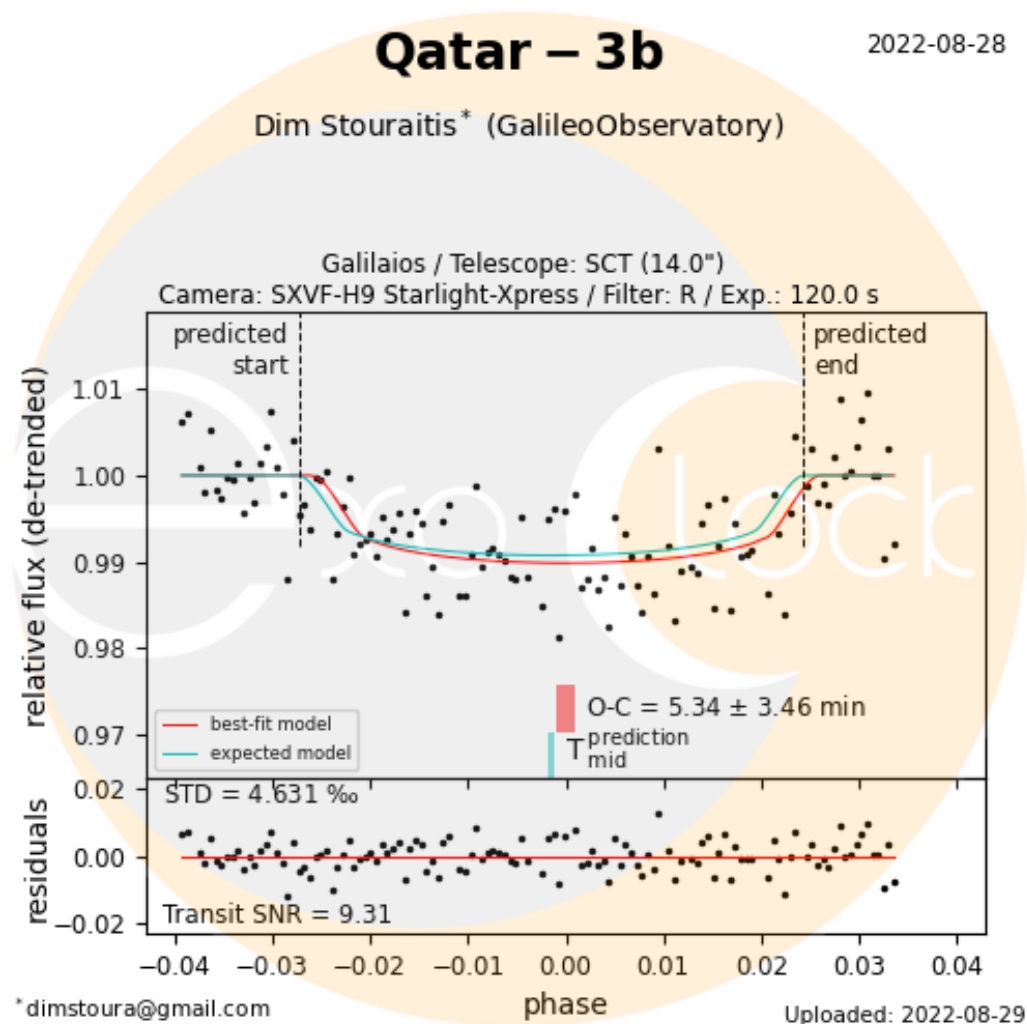
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

6. Υδάτινοι κόσμοι



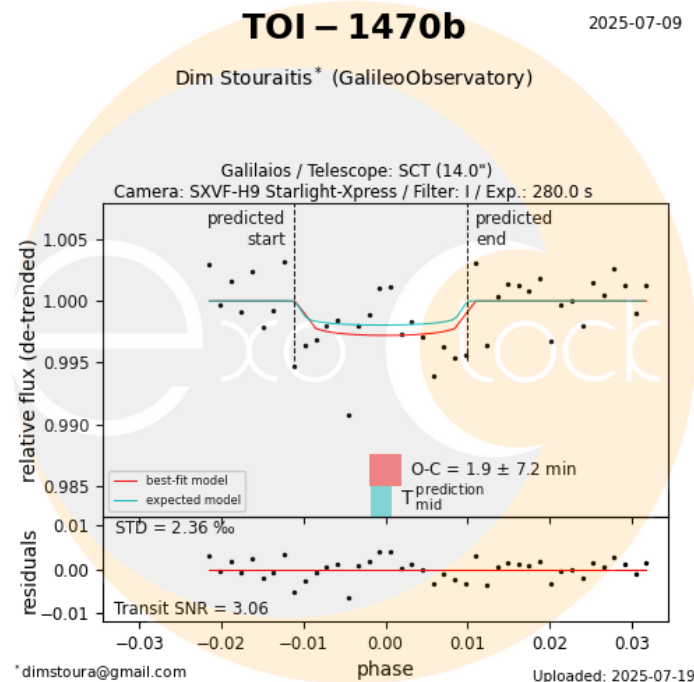
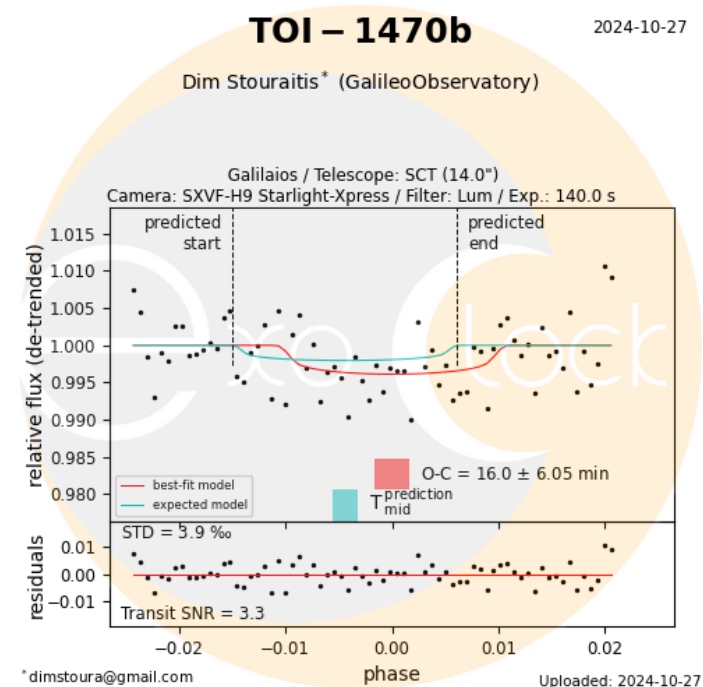
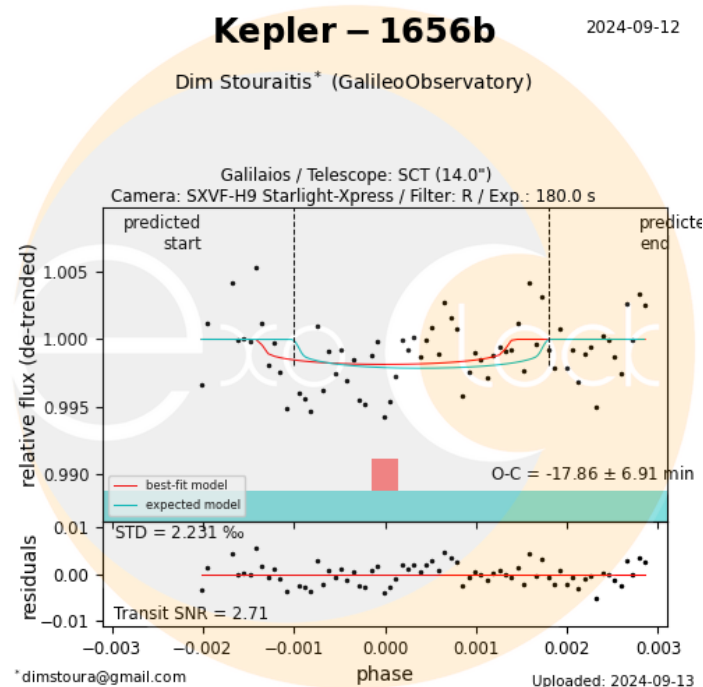
Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

7. Υπεργαίες



Παραδείγματα δεδομένων για διαφορετικούς τύπους εξωπλανητών:

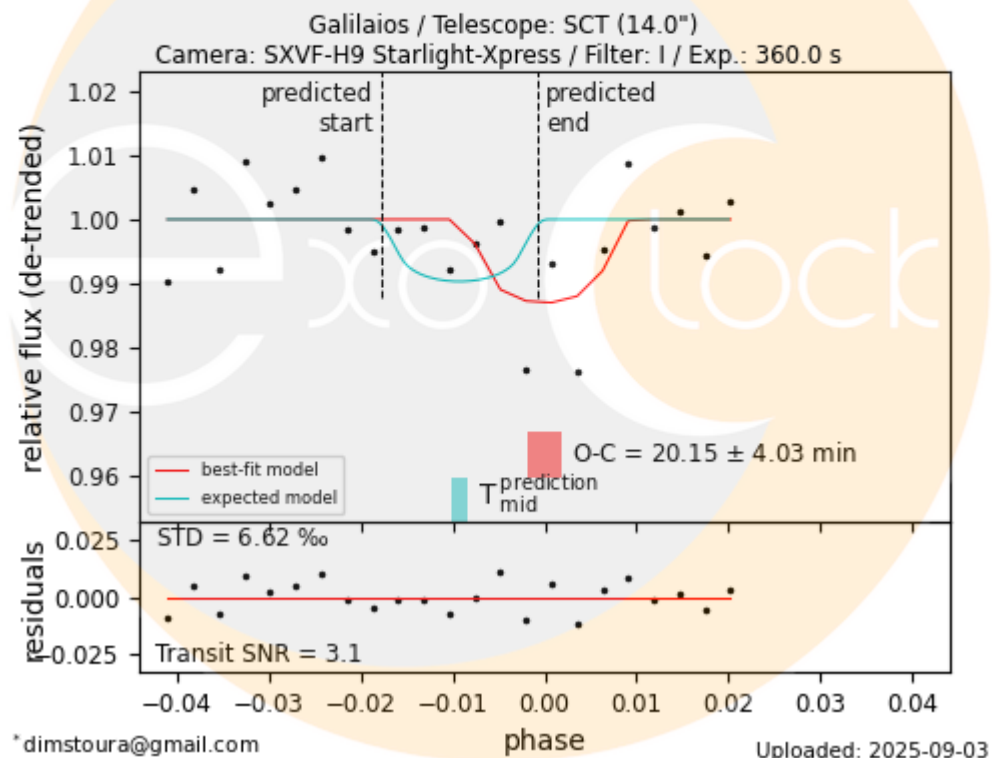
Alerts



TRAPPIST – 1b

2025-09-02

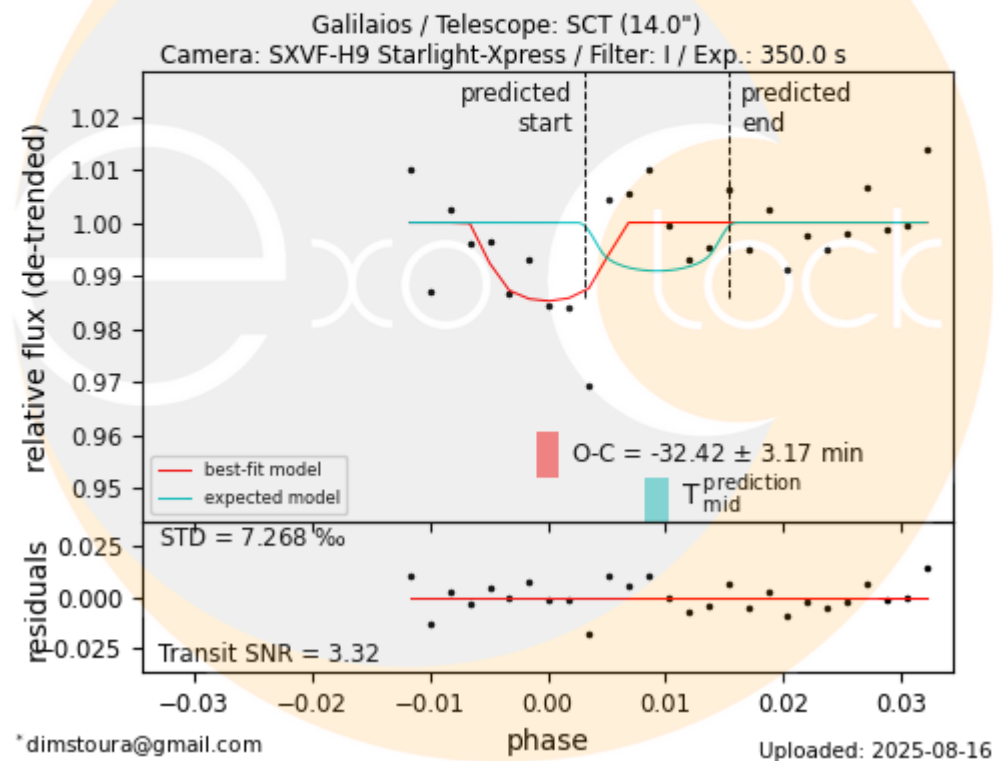
Dim Stouraitis* (GalileoObservatory)



TRAPPIST – 1c

2025-08-15

Dim Stouraitis* (GalileoObservatory)





My Observations

Planet	Obs. Date	O-C (min)	Observatory / Telescope / Camera / Filter / Exp [s]	
Inactive - will soon be deleted if no action is taken - 0				
Returned - require reanalysis - 0				
Uploaded - not submitted yet - 0				
Submitted - pending verification - 1				
Kepler-76b (LOW)	2022-06-26	9.74 ± 6.05	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
Observations on ExoClock - 118				
CoRoT-2b (LOW)	2024-06-15	-3.59 ± 1.09	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
G9-40b (HIGH)	2023-02-21	0.1 ± 4.46	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
GJ1214b (LOW)	2024-08-03	-3.09 ± 2.3	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
GJ1214b (LOW)	2022-05-20	1.56 ± 2.74	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
GPX-1b (LOW)	2022-09-18	-6.1 ± 4.32	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
HAT-P-3b (LOW)	2024-06-14	6.85 ± 2.3	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View
HAT-P-12b (LOW)	2024-06-23	0.02 ± 2.74	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
HAT-P-14b (MEDIUM)	2020-07-18	5.85 ± 4.32	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 15.0	View - Data available
HAT-P-18b (LOW - SPOTS)	2025-06-29	-1.5 ± 2.3	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 120.0	View
HAT-P-18b (LOW - SPOTS)	2024-07-06	0.82 ± 3.31	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
HAT-P-18b (LOW - SPOTS)	2022-07-21	1.86 ± 1.73	Galilaos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View

HAT-P-19b (LOW)	2025-09-21	-4.15 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
HAT-P-19b (LOW)	2024-08-12	-2.6 ± 1.41	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 110.0	View
HAT-P-23b (LOW)	2024-07-18	1.08 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
HAT-P-23b (LOW)	2020-06-28	-0.95 ± 1.15	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / Clear / 40.0	View - Data available
HAT-P-25b (LOW)	2021-09-15	-0.13 ± 2.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View - Data available
HAT-P-28b (LOW)	2020-08-26	0.12 ± 1.73	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 70.0	View - Data available
HAT-P-29b (LOW)	2025-08-21	-0.6 ± 4.9	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 220.0	View
HAT-P-29b (LOW)	2023-10-10	2.21 ± 4.03	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
HAT-P-29b (LOW)	2021-09-03	-3.87 ± 3.31	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View - Data available
HAT-P-37b (LOW)	2025-06-18	-4.23 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
HAT-P-37b (LOW)	2024-08-17	-1.01 ± 2.88	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
HAT-P-37b (LOW)	2021-07-11	-2.97 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 70.0	View - Data available
HAT-P-37b (LOW)	2019-06-28	-1.36 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View - Data available
HAT-P-41b (MEDIUM)	2020-08-11	-2.55 ± 2.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 20.0	View - Data available
HAT-P-44b (LOW)	2024-04-14	-6.86 ± 2.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
HAT-P-52b (LOW)	2023-12-28	-3.32 ± 4.61	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
HAT-P-53b (LOW)	2024-08-06	-11.4 ± 4.46	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 160.0	View
HAT-P-53b (LOW)	2023-08-15	0.43 ± 2.45	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
HAT-P-53b (LOW)	2021-08-31	-0.39 ± 2.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View - Data available
HAT-P-54b (LOW)	2020-01-30	-0.33 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
HAT-P-55b (LOW)	2024-07-28	4.79 ± 3.89	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
HAT-P-58b (LOW)	2022-09-11	3.73 ± 5.76	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
HAT-P-59b (LOW)	2022-05-24	-1.37 ± 2.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View
HAT-P-61b (LOW)	2024-10-29	-1.45 ± 3.02	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / Lum / 160.0	View
HAT-P-61b (LOW)	2022-09-09	2.72 ± 2.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
HAT-P-65b (HIGH)	2023-08-22	3.23 ± 3.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View

HAT-P-68b (LOW)	2024-02-04	2.93 ± 1.34	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
K2-29b (LOW)	2024-02-08	1.46 ± 1.09	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
K2-29b (LOW)	2021-11-12	-5.07 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
K2-30b (LOW)	2019-09-29	-0.87 ± 2.45	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
K2-295b (LOW)	2022-09-03	-0.57 ± 2.16	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
KELT-16b (LOW)	2024-06-30	3.04 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 70.0	View
KELT-16b (LOW)	2023-07-23	0.53 ± 1.87	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 140.0	View
KELT-16b (LOW)	2019-10-20	5.19 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 20.0	View - Data available
Kepler-6b (LOW)	2025-06-11	-0.42 ± 3.89	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
Kepler-17b (LOW)	2025-07-29	0.26 ± 2.02	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 270.0	View
Kepler-17b (LOW)	2024-06-02	-2.88 ± 3.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
Kepler-17b (LOW)	2023-09-19	-2.44 ± 2.45	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
Kepler-17b (LOW)	2023-06-04	-5.91 ± 2.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
Kepler-41b (LOW)	2023-08-12	1.9 ± 7.2	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
Kepler-76b (LOW)	2025-07-17	3.43 ± 4.32	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 220.0	View
Kepler-76b (LOW)	2023-10-01	-9.47 ± 7.06	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
Kepler-422b (MEDIUM)	2023-05-19	-6.77 ± 5.33	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
Kepler-422b (MEDIUM)	2022-05-21	4.26 ± 4.32	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
Kepler-447b (MEDIUM)	2023-07-27	7.18 ± 3.6	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
Kepler-447b (MEDIUM)	2022-07-18	1.2 ± 5.76	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View
Kepler-854b (LOW)	2023-10-03	-0.64 ± 6.91	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
Kepler-854b (LOW)	2022-07-31	8.19 ± 5.76	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
Kepler-1656b (HIGH)	2024-09-12	-17.86 ± 6.91	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
NGTS-5b (LOW)	2024-06-24	6.4 ± 2.02	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
Qatar-3b (LOW)	2022-08-28	5.34 ± 3.46	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
Qatar-3b (LOW)	2021-09-21	1.41 ± 7.2	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View - Data available

Qatar-4b (LOW)	2023-07-28	-0.04 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 180.0	View
Qatar-4b (LOW)	2021-07-16	0.99 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View - Data available
Qatar-4b (LOW)	2019-08-21	-0.8 ± 1.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
Qatar-5b (LOW)	2024-08-18	-12.76 ± 3.46	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
Qatar-5b (LOW)	2023-08-27	-5.85 ± 3.46	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
Qatar-5b (LOW)	2022-09-04	-8.88 ± 3.17	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
Qatar-7b (LOW)	2023-07-20	8.95 ± 3.17	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
TOI-1470b (ALERT)	2025-07-09	1.9 ± 7.2	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 280.0	View
TOI-1470b (ALERT)	2024-10-27	16.0 ± 6.05	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / Lum / 140.0	View
TOI-1680b (HIGH)	2025-06-21	0.55 ± 5.47	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 220.0	View
TOI-1694b (LOW)	2023-12-12	-20.43 ± 3.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View
TOI-1728b (LOW)	2024-04-13	-4.68 ± 2.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
TOI-2136b (HIGH)	2025-06-12	4.76 ± 4.75	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 210.0	View
TOI-2583Ab (MEDIUM)	2024-04-18	-0.92 ± 11.23	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 110.0	View
TOI-3629b (LOW)	2025-07-21	2.26 ± 1.44	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 300.0	View
TOI-3629b (LOW)	2024-09-21	4.31 ± 2.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / Lum / 180.0	View
TOI-3693b (LOW)	2024-08-10	-7.75 ± 3.31	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 80.0	View
TOI-3714b (LOW)	2022-10-30	-0.21 ± 0.76	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
TOI-3785b (LOW)	2023-11-06	-2.95 ± 4.61	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
TOI-3884b (LOW - SPOTS)	2024-04-05	6.84 ± 1.58	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
TOI-4010d (MEDIUM)	2024-08-07	24.19 ± 9.94	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
TOI-4137b (LOW)	2023-11-07	-1.83 ± 6.05	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 80.0	View
TOI-4479b (ALERT)	2025-07-05	14.83 ± 2.74	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 280.0	View
TRAPPIST-1b (ALERT)	2025-09-02	20.15 ± 4.03	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 360.0	View
TRAPPIST-1c (ALERT)	2025-08-15	-32.42 ± 3.17	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / I / 350.0	View
TrES-1b (LOW)	2021-09-25	0.49 ± 1.3	Galilaios / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 40.0	View - Data available

TrES-3b (LOW - TTVs)	2024-08-25	-3.92 ± 1.44	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
TrES-3b (LOW - TTVs)	2020-07-24	1.54 ± 1.15	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 40.0	View - Data available
TrES-3b (LOW - TTVs)	2019-07-06	-2.22 ± 0.72	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 40.0	View - Data available
TrES-4b (LOW)	2024-08-05	6.12 ± 3.89	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
TrES-5b (LOW)	2024-10-26	0.66 ± 2.16	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / Lum / 150.0	View
TrES-5b (LOW)	2021-09-27	-1.11 ± 2.88	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View - Data available
TrES-5b (LOW)	2019-08-30	0.47 ± 1.15	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View - Data available
WASP-2b (LOW)	2020-07-20	-1.49 ± 1.3	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 40.0	View - Data available
WASP-10b (LOW)	2023-07-21	-1.52 ± 0.94	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
WASP-10b (LOW)	2020-08-18	-0.04 ± 0.86	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
WASP-48b (LOW)	2022-06-04	-0.14 ± 5.76	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 40.0	View
WASP-52b (LOW - SPOTS)	2024-10-02	-0.48 ± 1.21	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
WASP-52b (LOW - SPOTS)	2021-07-14	2.27 ± 1.15	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 70.0	View - Data available
WASP-58b (LOW)	2024-09-08	2.76 ± 2.16	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View
WASP-59b (LOW)	2024-10-22	-1.72 ± 2.02	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
WASP-60b (LOW)	2024-08-28	-4.17 ± 7.49	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 170.0	View
WASP-80b (LOW)	2019-06-24	0.2 ± 0.58	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 50.0	View - Data available
WASP-81b (MEDIUM)	2021-07-29	-0.21 ± 2.74	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View
WASP-92b (LOW)	2024-04-03	-3.33 ± 2.88	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 120.0	View
WASP-92b (LOW)	2021-07-12	-2.4 ± 1.87	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 60.0	View - Data available
WASP-114b (LOW)	2022-07-24	-2.82 ± 3.17	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 100.0	View
WASP-135b (LOW - TTVs)	2024-04-09	-3.31 ± 1.44	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 130.0	View
WASP-135b (LOW - TTVs)	2023-07-22	1.02 ± 1.44	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 140.0	View
WASP-135b (LOW - TTVs)	2022-05-29	-1.7 ± 1.01	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View
WASP-148b (ALERT - TTVs)	2023-08-01	-6.77 ± 3.6	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 150.0	View
WASP-151b (MEDIUM)	2023-08-18	6.21 ± 2.3	Galileos / SCT / SXVF-H9 Starlight-Xpress / R / 90.0	View

Astrophysics > Earth and Planetary Astrophysics

[Submitted on 20 Sep 2022]

ExoClock Project III: 450 new exoplanet ephemerides from ground and space observations

A. Kokori, A. Tsiaras, B. Edwards, A. Jones, G. Pantelidou, G. Tinetti, L. Bewersdorff, A. Iliadou, Y. Jongen, G. Lekkas, A. Nastasi, E. Poultoirtzidis, C. Sidiropoulos, F. Walter, A. Wünsche, R. Abraham, V. K. Agnihotri, R. Albanesi, E. Arce-Mansego, D. Arnot, M. Audejean, C. Aumasson, M. Bachschmidt, G. Baj, P. R. Barroy, A. A. Belinski, D. Bennett, P. Benni, K. Bernacki, L. Betti, A. Biagini, P. Bosch, P. Brandebourg, L. Brát, M. Bretton, S. M. Brincat, S. Brouillard, A. Bruzas, A. Bruzzone, R. A. Buckland, M. Caló, F. Campos, A. Carreno, J.-A. Carrion Rodrigo, R. Casali, G. Casalnuovo, M. Cataneo, C.-M. Chang, L. Changeat, V. Chowdhury, R. Ciantini, M. Cilluffo, J.-F. Coliac, G. Conzo, M. Correa, G. Coulon, N. Crouzet, M. V. Crow, I. Curtis, D. Daniel, S. Dawes, B. Dauchet, M. Deldem, D. Deligeorgopoulos, G. Dransfield, R. Dymock, T. Eenmäe, P. Evans, N. Esseiva, C. Falco, R. G. Farfán, E. Fernández-Lajús, S. Ferratfiat, S. L. Ferreira, A. Ferretti, J. Fiolka, M. Fowler, S. R. Futcher, D. Gabellini, T. Gainey, J. Gaitan, P. Gajdoš, A. García-Sánchez, J. Garlitz, C. Gillier, C. Gison, F. Grau Horta, G. Grivas, J. Gonzales, D. Gorshanov, P. Guerra, T. Guillot, C. A. Haswell, T. Haymes, V.-P. Hentunen, K. Hills, K. Hose, T. Humbert, F. Hurter, T. Hynek, M. Irzyk, J. Jacobsen, A. L. Jannetta, K. Johnson, P. Jóźwik-Wabik, A. E. Kaeouach, W. Kang, H. Kiiskinen, T. Kim, Ü. Kivila, B. Koch, U. Kolb, H. Kučáková, S.-P. Lai, D. Laloum, S. Lasota, L. A. Lewis, G.-I. Liakos, F. Libotte, C. Lopresti, F. Lomož, R. Majewski, A. Malcher, M. Mallonn, M. Mannucci, A. Marchini, J.-M. Mari, A. Marino, G. Marino, J.-C. Mario, J.-B. Marquette, F. A. Martínez-Bravo, M. Mašek, P. Matassa, P. Michel, J. Michelet, M. Miller, E. Miny, T. Mollier, D. Molina, B. Monteleone, N. Montigiani, M. Morales-Aimar, F. Mortari, M. Morvan, L. V. Mugnai, G. Murawski, L. Naponiello, R. Naves, J.-L. Naudin, D. Néel, R. Neito, S. Neveu, A. Noschese, Y. Ögmen, O. Ohshima, Z. Orbanic, E. P. Pace, C. Pantacchini, N. I. Paschalis, C. Pereira, I. Peretto, V. Perroud, M. Phillips, P. Pintr, J.-B. Pioppa, J. Plazas, A. J. Poelarends, A. Popowicz, J. Purcell, N. Quinn, M. Raetz, D. Rees, F. Regembal, M. Rocchetto, P.-F. Rocci, M. Rockenbauer, R. Roth, L. Rousselot, X. Rubia, N. Ruocco, E. Russo, M. Salisbury, F. Salvaggio, A. Santos, J. Savage, F. Scaggiante, D. Sedita, S. Shadick, A. F. Silva, N. Sioulas, V. Školník, M. Smith, M. Smolka, A. Solmaz, N. Stanbury, **D. Stouraitis**, T.-G. Tan, M. Theusner, G. Thurston, F.-P. Tifner, A. Tomacelli, A. Tomatis, J. Trnka, M. Tyřšar, P. Valeau, J.-P. Vignes, A. Villa, A. Vives Sureda, K. Vora, M. Vrašťák, D. Walliang, B. Wenzel, D. E. Wright, R. Zambelli, M. Zhang, M. Zibar (collapse list)

The ExoClock project has been created with the aim of increasing the efficiency of the Ariel mission. It will achieve this by continuously monitoring and updating the ephemerides of Ariel candidates over an extended period, in order to produce a consistent catalogue of reliable and precise ephemerides. This work presents a homogenous catalogue of updated ephemerides for 450 planets, generated by the integration of ~ 18000 data points from multiple sources. These sources include observations from ground-based telescopes (ExoClock network and ETD), mid-time values from the literature and light-curves from space telescopes (Kepler/K2 and TESS). With all the above, we manage to collect observations for half of the post-discovery years (median), with data that have a median uncertainty less than one minute. In comparison with literature, the ephemerides generated by the project are more precise and less biased. More than 40% of the initial literature ephemerides had to be updated to reach the goals of the project, as they were either of low precision or drifting. Moreover, the integrated approach of the project enables both the monitoring of the majority of the Ariel candidates (95%), and also the identification of missing data. The dedicated ExoClock network effectively supports this task by contributing additional observations when a gap in the data is identified. These results highlight the need for continuous monitoring to increase the observing coverage of the candidate planets. Finally, the extended observing coverage of planets allows us to detect trends (TTVs - Transit Timing Variations) for a sample of 19 planets. All products, data, and codes used in this work are open and accessible to the wider scientific community.

Comments: Recommended for publication to ApJS (reviewer's comments implemented). Main body: 13 pages, total: 77 pages, 7 figures, 7 tables. Data available at [this http URL](#).

Subjects: **Earth and Planetary Astrophysics (astro-ph.EP)**; Instrumentation and Methods for Astrophysics (astro-ph.IM); Solar and Stellar Astrophysics (astro-ph.SR)

Cite as: [arXiv:2209.09673 \[astro-ph.EP\]](#)
(or [arXiv:2209.09673v1 \[astro-ph.EP\]](#) for this version)
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.09673> 

Related DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4365/ac9da4> 

Submission history

From: Angelos Tsiaras [[view email](#)]
[v1] Tue, 20 Sep 2022 12:25:10 UTC (786 KB)

Access Paper:

[View PDF](#)
[TeX Source](#)
[Other Formats](#)

 [view license](#)

Current browse context:
astro-ph.EP
< prev | next >
[new](#) | [recent](#) | 2022-09

Change to browse by:
[astro-ph](#)
[astro-ph.IM](#)
[astro-ph.SR](#)

References & Citations

[NASA ADS](#)
[Google Scholar](#)
[Semantic Scholar](#)

[Export BibTeX Citation](#)

Bookmark

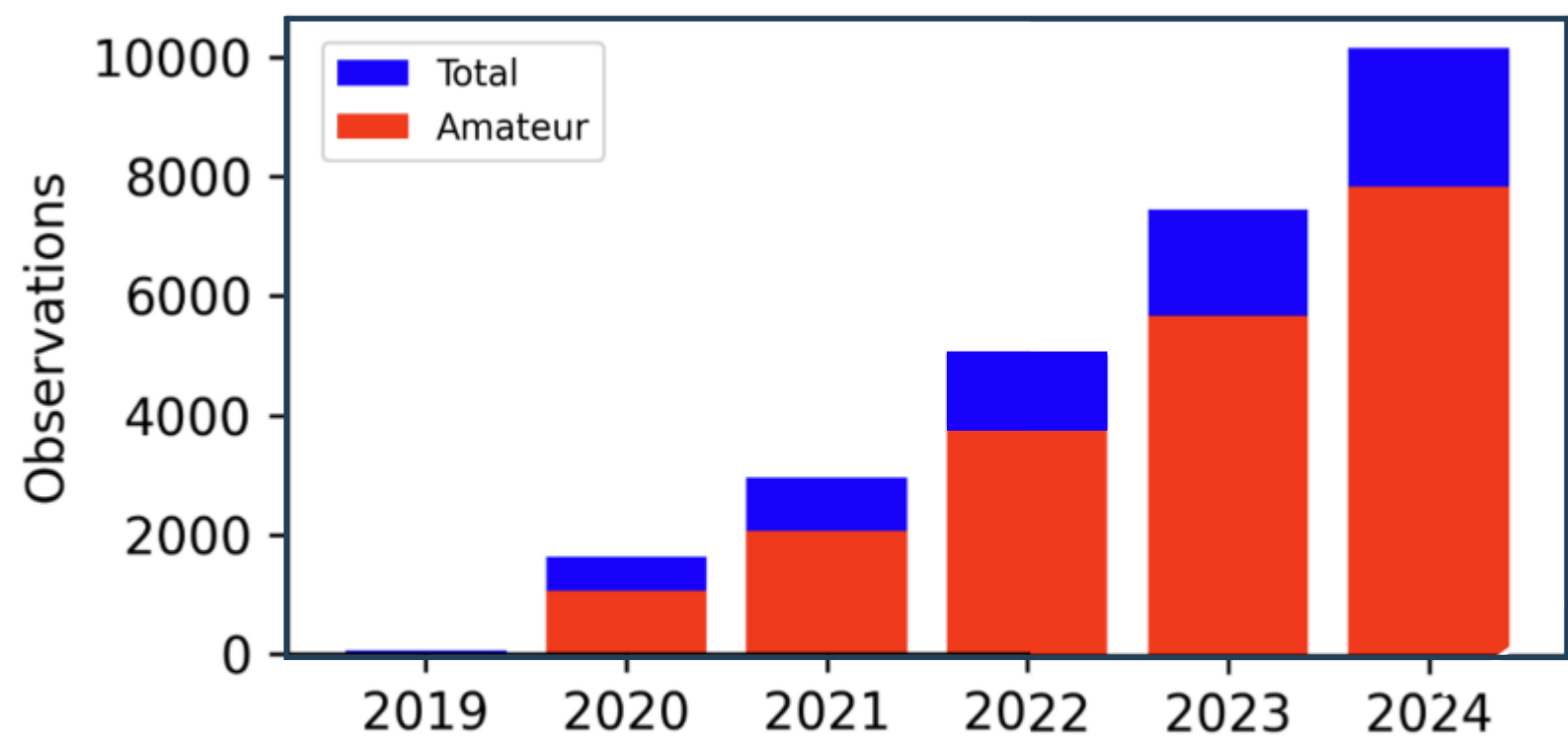


- Bibliographic Tools
- Code, Data, Media
- Demos
- Related Papers
- About arXivLabs

Bibliographic and Citation Tools

- ☐ Bibliographic Explorer ([What is the Explorer?](#))
- ☐ Connected Papers ([What is Connected Papers?](#))

Ποσοστά παρατηρήσεων από ερασιτέχνες του ExoClock project



Cumulative distribution of observations published by the ExoClock network.

Συμπεράσματα

1. Συνεργασία μεταξύ ερασιτεχνών και επαγγελματιών αστρονόμων προς ενίσχυση συλλογής δεδομένων
2. Τα δεδομένα από πολίτες παρατηρητές είναι εξαιρετικά χρήσιμα για την ανακάλυψη νέων εξωπλανητών και την επαλήθευση παρατηρήσεων
3. Το ExoClock project αλλά και άλλες πρωτοβουλίες όπως π.χ. το Exoplanet Watch της NASA και το Exoplanet Transit Database δείχνουν τη σημασία της συνεργασίας πολιτών και επαγγελματιών για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων



Ομάδα ExoClock

Δημήτρης Στουραΐτης

Dimstoura@gmail.com

Τηλ. 6970062075

