

Hogyan (és miért) legyünk csillagászok?

Kiss László akadémikus, főigazgató
CSFK (KTM CSI)



ELTE Bevezetés a csillagászatba IV
2020. február 13.



“Miről lesz szó?”

- Bemutatkozik az előadó
- Egy tudós munkája
- Út a katedráig itthon és külföldön
- Aktuális témáink: exobolygók

Kiss (L.) László

- 1991-1996: JATE, fizikus
- 1996-1999: SZTE, PhD-hallgató
- 1999-2002: SZTE, tud. sgmts, egy. tsg, egy adj.
- **2000: SZTE, PhD (28)**
- 2002-2009: Univ. of Sydney, Level A, B, C
- **2007: MTA doktora (35)**
- 2009-2014 : MTA KTM CSKI, Lendület
- **2013: MTA levelező tagja (41); 2019: MTA levelező tagja (47)**
- 2016: MTA CSFK KTM CSI, igazgató
- 2019: (MTA) CSFK, főigazgató **(47)**





Takács - Kiss (Uni. Sydney) - Szabó (Uni. Szeged)

Egy tudós munkája: stratégia

- Új ismeretek szerzése a kutatómunka eszközeivel
- A megszerzett információk átadása, újabb ismeretszerzés elősegítése
- Mindeközben megteremteni a folyamat fenntarthatóságát

Egy tudós munkája: stratégia

- Új ismeretek szerzése a kutatómunka eszközeivel
 - A megszerzett információk átadása, újabb ismeretszerzés elősegítése
- Mindeközben megteremteni a folyamat fenntarthatóságát

Egy tudós munkája: napi gyakorlat

A tudományos munka három fő portfóliója

1. Kutatás (Research)
2. Oktatás/Témavezetés (Teaching/Supervision)
3. A közösség szolgálata (Service to the community)

1. **Kutatás**

konkrét kutatómunka: számítás, elméletalkotás, mérés, adatfeldolgozás, “felfedezés”

publikálás: ábrakészítés, cikkírás, előadástartás, poszterkészítés

kutatások lehetővé tétele: pályázatírás, adminisztráció

2. Oktatás/témavezetés

egyetemi óratartás

tudományos diákkör (HU), student project

(angolszász világ)

diplomamunka

PhD témavezetés

3. **A közösség szolgálata**

peer review (referálás)

PhD opponens

kutatási pályázat bírálata

előléptetési pályázat bírálata

szakfolyóirat szerkesztőbizottság

egyéb bizottságok: akadémiai, egyetemi,

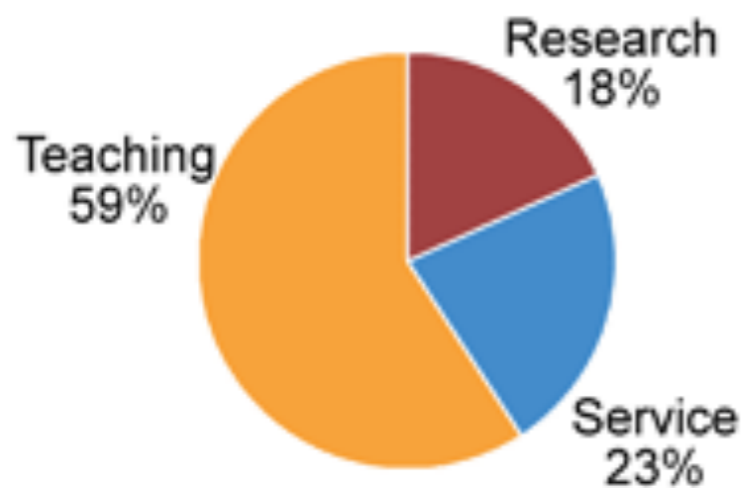
obszervatóriumi (TAC!)

tudománykommunikáció: ismeretterjesztő cikkek,

előadások, sajtómegjelenések

HOW PROFESSORS SPEND THEIR TIME

How they actually spend their time:



Source: Higher Education Research Institute Survey (1999)

How departments expect them to spend their time:



How Professors would like to spend their time:

Don't tell me what to do

WWW.PHDCOMICS.COM

Ideális esetben a három portfólió nagyjából egyenletesen tölti ki a munkaidőt.

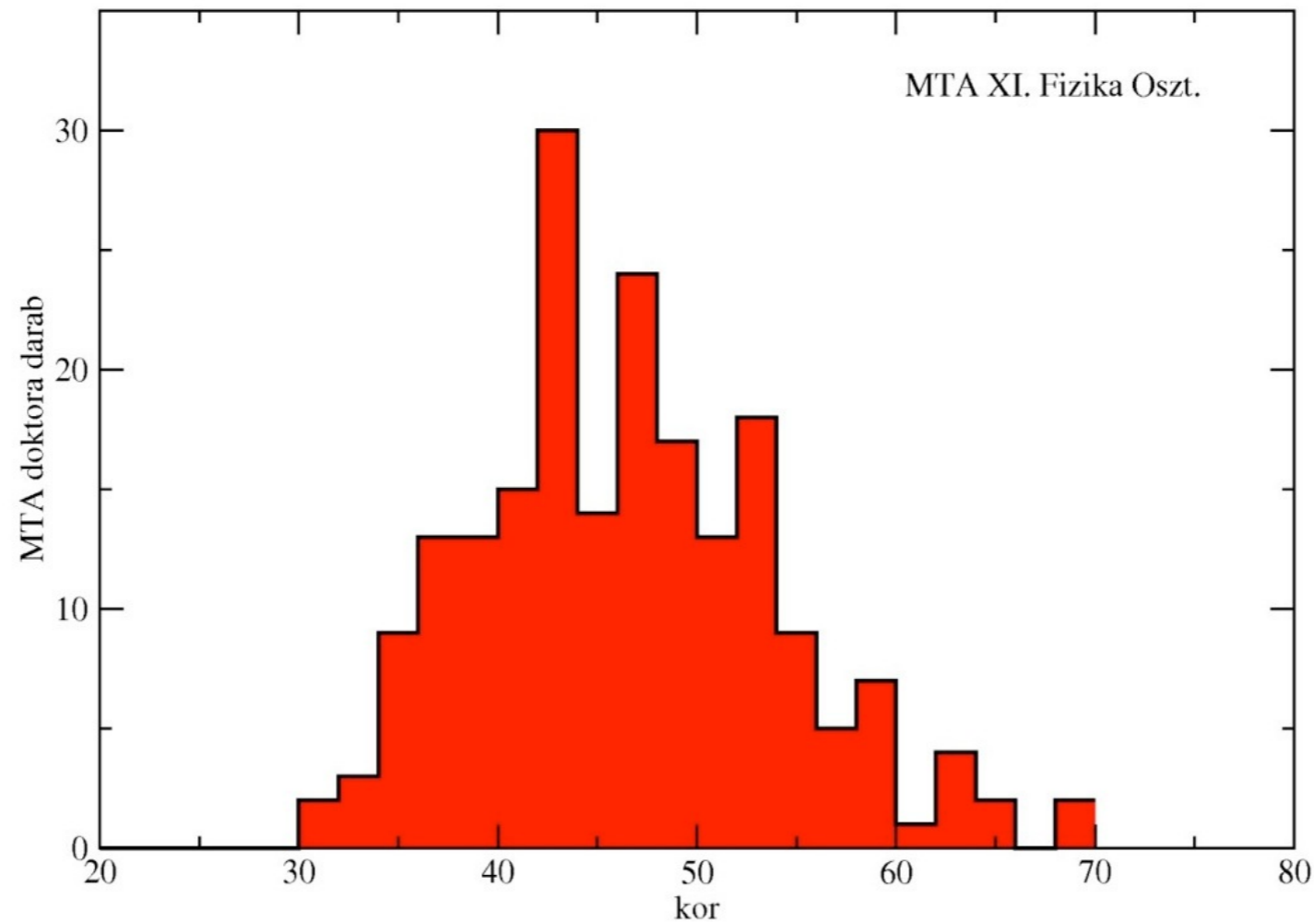
Az élet soha nem követi az ideális esetet. A megoszlás egyébként is erősen változik a kutató junior-szenior fejlődésével.

A tudományos karrier

- egyetemi oklevél
- tudományos minősítés: PhD (egyetem)
- magyar specialitás: MTA doktora (egyfajta tudományos minősítés az MTA által, habár formálisan csak “cím”)
- posztdoktori állás(ok)
- permanens pozíció
- professzor, akadémikus

- Egyetemi oklevél: szinte soha és sehol nem érdekesek a hozzá vezető érdemjegyek, az oklevél minősítése
20-as évek közepe
- PhD (Philosophiae Doctor, Doctor of Philosophy): belépő a tudományos életbe. A formális minősítése hasonló jelentőségű, mint az oklevélé.
20-as/30-as fordulója

- MTA doktora: szenior kutatók egyfajta minősítése (l. mta.hu).



Felsőoktatási oktatói/tudományos kutatói bértábla 2019

Egyetem

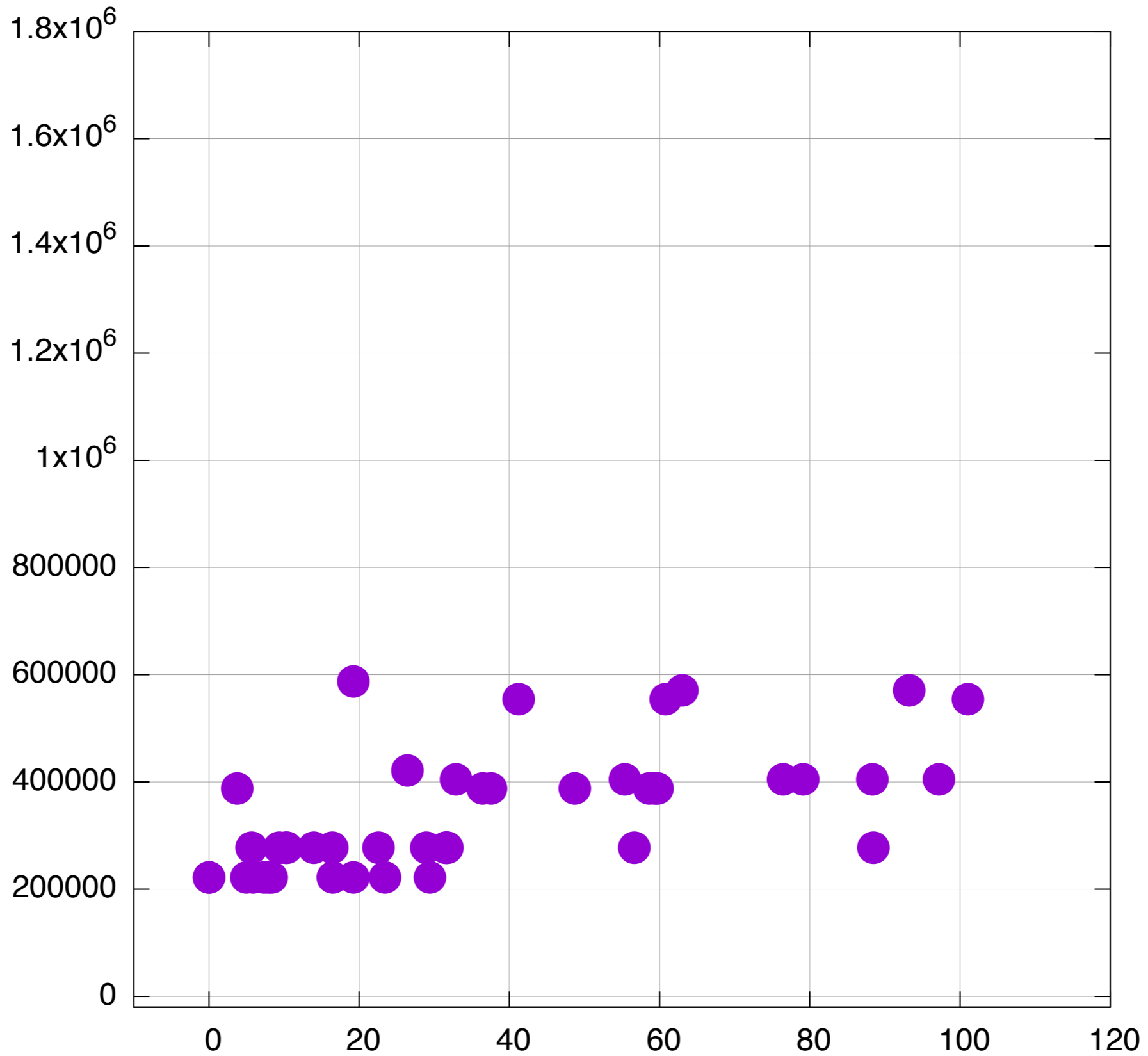
Akadémia

Munkakör	Fizetési fokozatok			
	0	1	2	3
Egyetemi tanár		554 400	571 000	587 700
Egyetemi docens		388 100	404 700	421 300
Egyetemi adjunktus		277 200	288 300	299 400
Egyetemi tanársegéd	221 800			
Kutatóprofesszor		554 400	571 000	587 700
Tudományos tanácsadó		554 400	571 000	587 700
Tudományos főmunkatárs		388 100	404 700	421 300
Tudományos munkatárs	277 200			
Tudományos segédmunkatárs	221 800			

Nota bene: pályázati forrásokkal lehet növelni

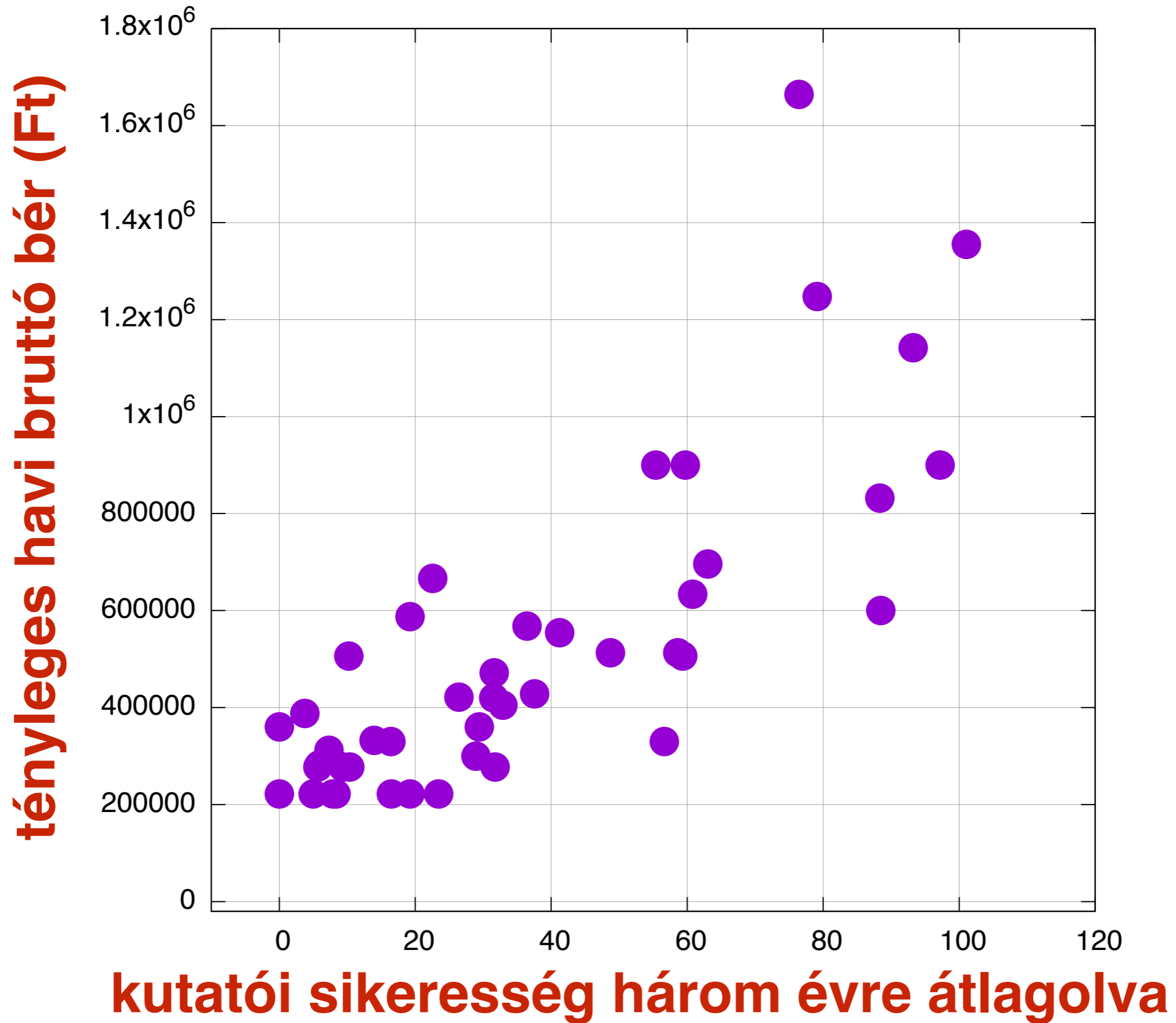
Kutatói bérek, CSFK KTM CSI (2018)

havi alapbér a bértábla alapján (Ft)



kutatói sikeresség három évre átlagolva

Kutatói bérek, CSFK KTM CSI (2018)



Csillagászokat, asztrofizikusokat alkalmazó intézmények

- CSFK
- ELTE (Csill. Tanszék, Atomfizika, Komplex Rendszerek, Gothard - Szombathely, Geológia-planetológia)
- SZTE (Szeged, Baja)
- Debrecen (DE, ATOMKI)
- Wigner FKK (űrfizika, Budapest)
- felsőoktatási intézmények szórványban (pl. NKE, PTE, stb.)
Összesen kb. 110-120 kutatói-oktatói főállás.

Külföldi munkavállalás

Kulcsszavak:

- posztdoktori ösztöndíj (Postdoctoral Fellowship, Postdoc)
- kutatói ösztöndíj (Fellowship, általában saját finanszírozású kutatói pénzből)
- “tenure track” pozíció (Assistant Professor, Associate Professor, Full Professor)



Mindenkori emberi életünk nem egyik, hanem egyetemlegesen középponti fogalma. Egyetemlegesen, ronda szó, de így van.

Kenyőcs –

Óriási! Kenyőcs! Így még sokkal jobb. Hálás vagyok önnek –
Ismét ittunk.

Óriási! Kenyőcs! Ezek szerint ön máris érti, és nem kell magyaráznom –
Csak magyarázza meg, Mr. Van Hoop, önt élvezet hallgatni –
Megmagyarázom. Önnek élvezet beszélni. (Steward, még egy üveg brandyt és szódát.) Tervbe vettem, hogy néhány évre visszavonulok, a Himalájába vagy Tibetbe, és magányomban teóriámról elmélkedni fogok. Én ugyanis észrevettem (igyon, Mr. Winemaster, ez a brandy egyre jobb), hogy az emberiség egész története folyamán, márpedig én az emberiség történetének beható tanulmányozásával igen hosszú időt töltöttem el, mondom, a történet folyamán tulajdonképpen az égvilágon semmi sem változott, csak a kenyőcs, vagy, ahogy ön mondja, kétségtelenül tökéletesebben, a kenyőcs –

Nem született gondolkozó ön, Mr. Van Hoop? Már úgy értem, filozófus –



Már gondoltam rá. Mr. Pen azt mondja, írjak könyveket. Tudja, semmi az égvilágon nem változott, a mi emberiségünk sok-sok ezer év óta nem változott, fölkelünk, eszünk, lefekszünk, iszunk, veszekszünk, nőikkel alszunk, részegek vagyunk, beszélünk, betegek vagyunk, káromkodunk, imádkozunk, gyilkolunk, a meggyilkoltakat siratjuk, egymást sanyargatjuk, komédiázunk, hazudunk, ez már sok ezer év óta így tart, és semmit sem változik. De valami mégis változik (igyon, Mr. Winemaster, ez a brandy ragyogó), a kenyőcs változik, tudja, az, amivel az egészséget üzemből tartják. Hasonlítsa csak össze az egyiptomiak kenyőcsét azzal az Isisszel és Osirisszel és a piramisokkal és a fáraókkal, hasonlítsa csak össze a héberekével, amiről Mózes könyveiben olvashat, én olvastam ezeket a könyveket, és kénytelen voltam megállapítani, ez a Mózes igen tehetséges ember volt. Vagy hasonlítsa össze a kínaiakat az ő Konfuciuszokkal és a taóval, a görögökkel, a mítoszokkal és Platónnal. Micsoda különbségek! Ugyanaz. Enni-inni, párizni, aludni, gyilkolni, a meggyilkoltakat siratni, börtön, akasztófa, szónoklat. Ugyanaz. De a kenyőcs más. Higgycs el, Mr. Winemaster, a kenyőcs tökéletesen más. Mialatt az üzemből állandóan ugyanaz marad, a kenyőcs folyton változik, egyre újabbat és újabbat találnak fel, igyon, Mr. Winemaster, ez a brandy pompás –

Eszméinek gazdagságával, mondom, egészen zavarba ejt –

Hamvas Béla: Karnevál



A tudományos élet “kenyőcse” a publikáció (pontosabban a track record)

- PhD (HU, fizika): 3-5 referált szakcikk, legalább egy elsőszerzős
- MTA doktora (fizika): releváns publikációs aktivitás, legalább 200 független (ekvivalens) idézés
- Kutatási pályázatok: részletes bibliográfiai statisztikák. Az értékelésben általában legalább 40% a track record súlya.
- Posztdoktori állások: CV, ajánlólevelek, publikációs lista (esetleg hivatkozáslista). Sok pályázó esetén egyetlen kapaszkodó a track record.
- Tenure track: publikációk, hivatkozások, kutatási pályázati sikerek

Kiss L. László: Így dolgozik egy XXI. századi csillagász (Természet Világa, 2009/I. különszám)



A kutatómunka nagyon szép, de nem könnyű életpálya.

Egy szexi topik, amiben
biztosan lesz munka

Exobolygók: 51 Pegasi (1995)

ARTICLES

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.



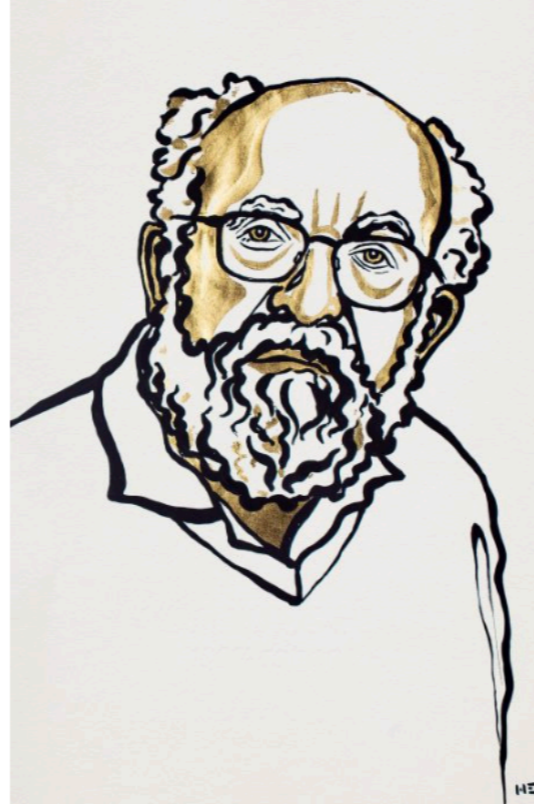
The Nobel Prize in Physics 2019



Ill. Niklas Elmedhed. © Nobel Media.

James Peebles

Prize share: 1/2



Ill. Niklas Elmedhed. © Nobel Media.

Michel Mayor

Prize share: 1/4



Ill. Niklas Elmedhed. © Nobel Media.

Didier Queloz

Prize share: 1/4

The Nobel Prize in Physics 2019 was awarded "for contributions to our understanding of the evolution of the universe and Earth's place in the cosmos" with one half to James Peebles "for theoretical discoveries in physical cosmology", the other half jointly to Michel Mayor and Didier Queloz "for the discovery of an exoplanet orbiting a solar-type star."

Exoplanet Detection Methods Visualized

Simple Telescope



A twinkling star caused by atmospheric effects

Stars appear to twinkle with many colors as observed by the naked eye or simple telescopes.

Precise instruments were required to remove this atmospheric effect and reveal planets.

Since 1992 we know of over 1,800 planets around other stars detected by six main methods.

Pulsar Timing

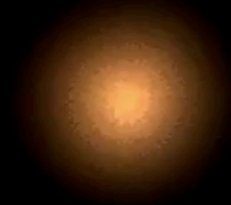
[5]



Pulsar Frequency by Radio
[orbit • mass]

Radial Velocity

[511]



Star Motion by Doppler Effect
[orbit • mass]

Transit

[1,137]



Star Brightness by Eclipse
[orbit • radius • atmosphere]

Astrometry

[1]



Star Motion by Imaging
[orbit • mass]

Microlensing

[26]



Star Brightness by Lensing
[orbit • mass]

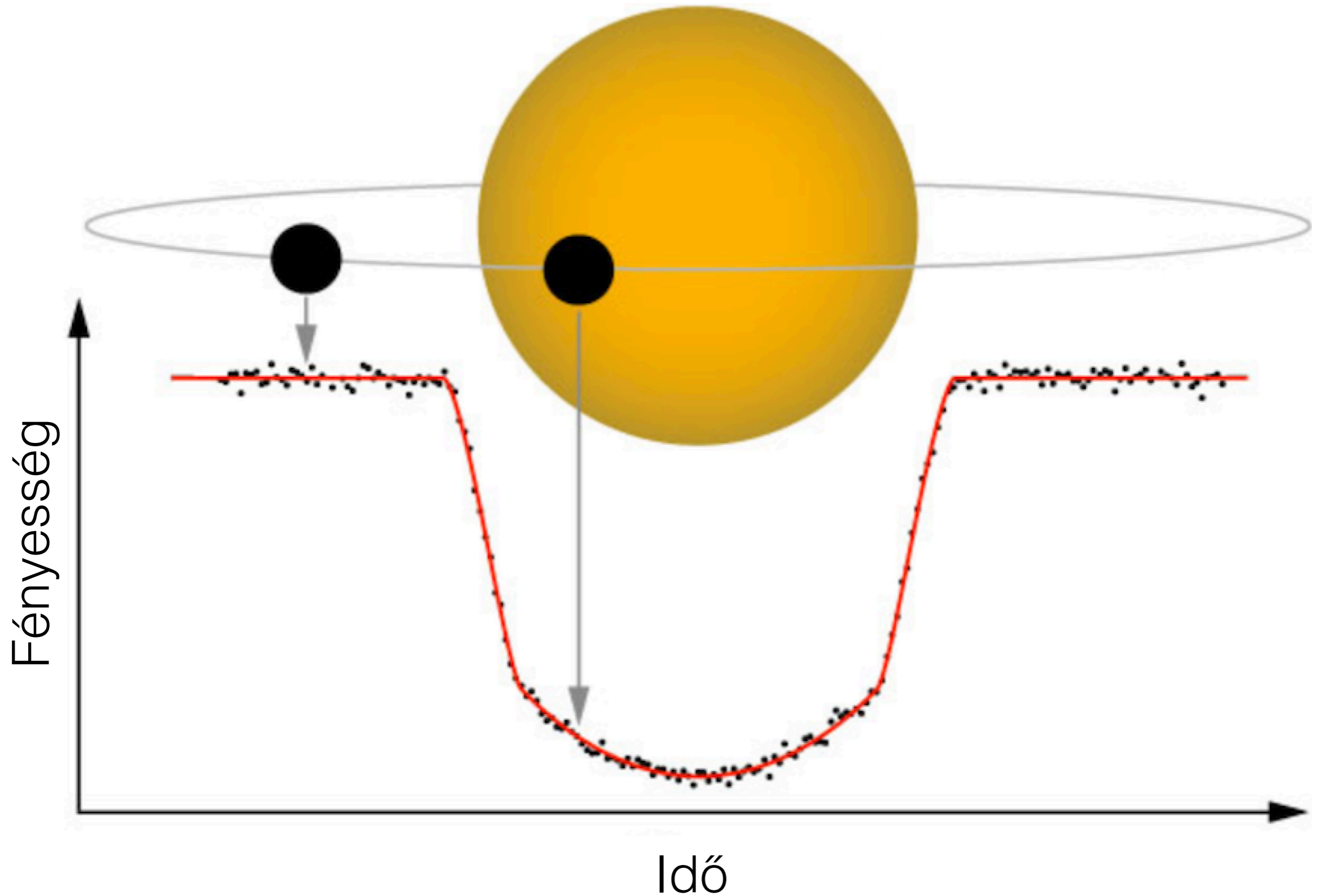
Direct Imaging

[35]



Planet Brightness by Imaging
[orbit • radius • atmosphere]

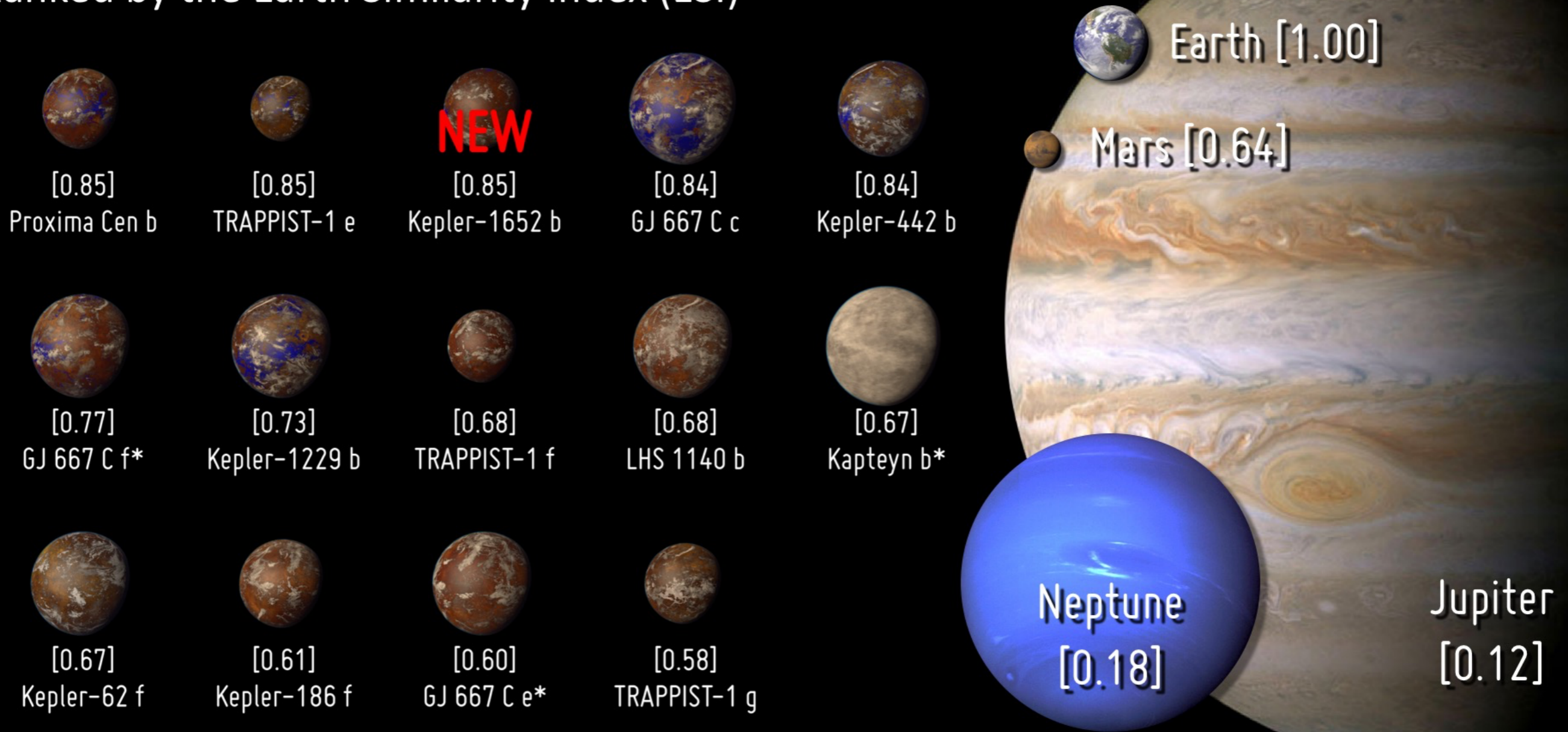
Más csillagok napfogyatkozásai: a fedési exobolygók



Potentially Habitable Exoplanets



Ranked by the Earth Similarity Index (ESI)

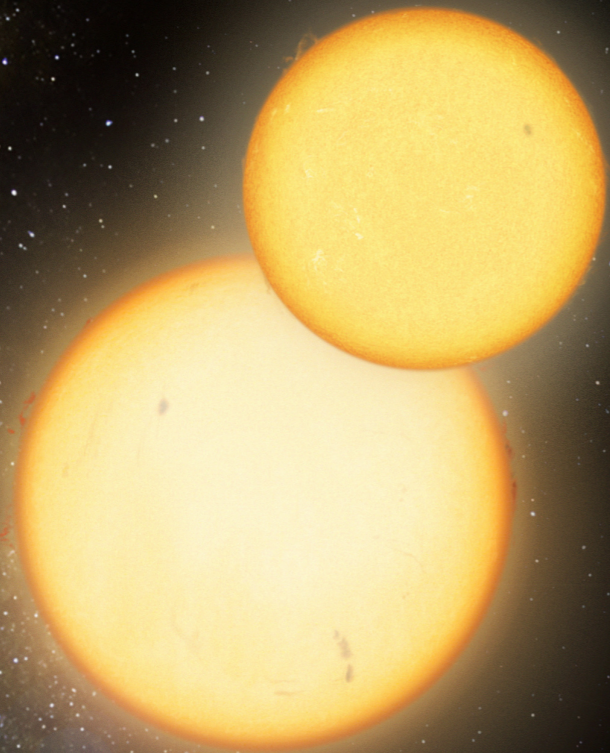


Artistic representations. Earth, Mars, Jupiter, and Neptune for scale. ESI measures similarity to Earth size and insolation. Planet candidates indicated with asterisks.

CREDIT: PHL @ UPR Arcibo (phl.upr.edu) Jul 2, 2018

Kettőscsillagok körüli bolygók

Kepler-16b, Kepler-34b, Kepler-35b, ...



Több millió ilyen rendszer lehet a Tejútrendszerben !

Welsh és mtsai, Nature, **481**, 475, 2012

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

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"

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

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: 20 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

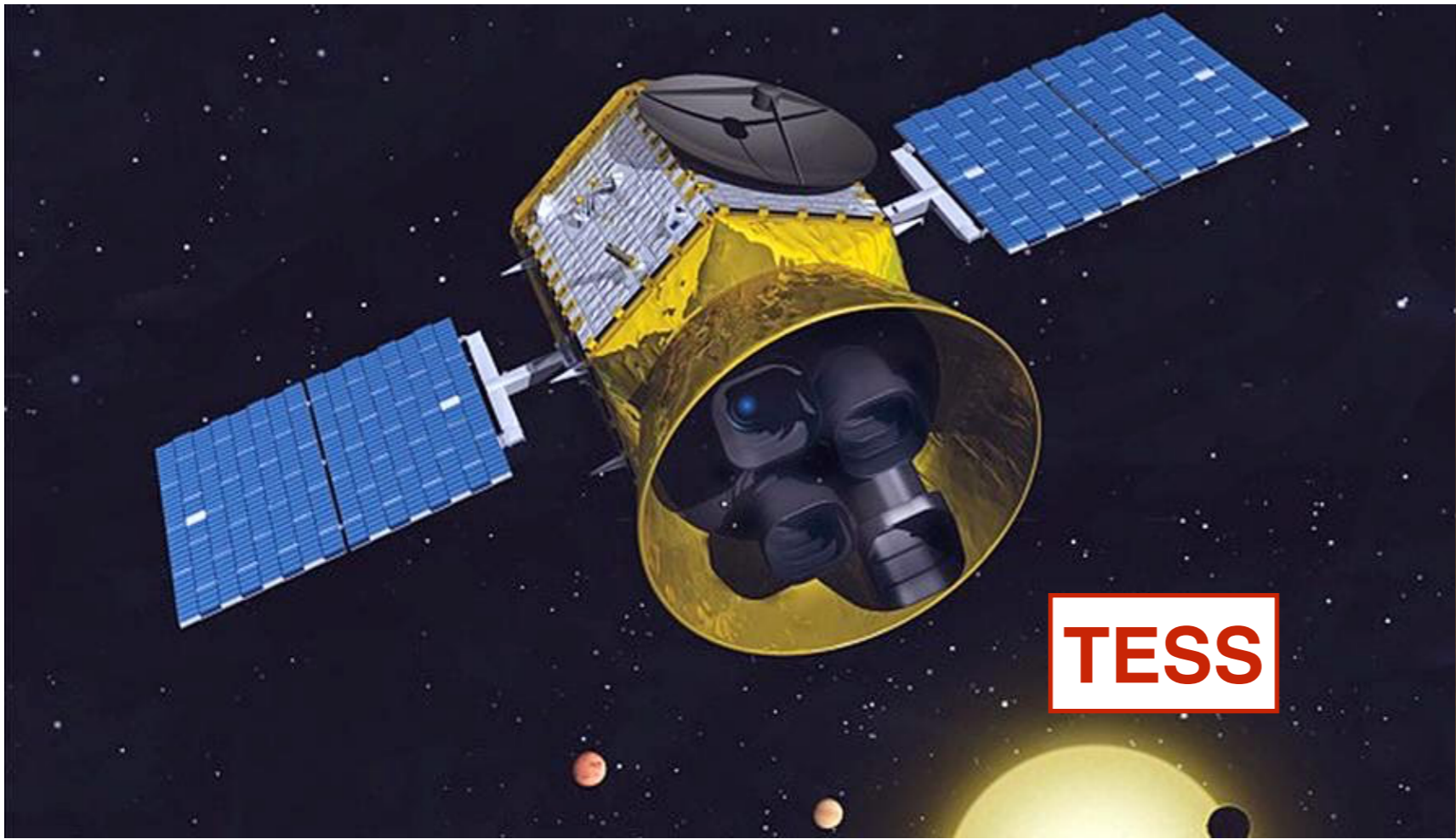
Exo-Earth search radius: 1,500 light-years

EARTH

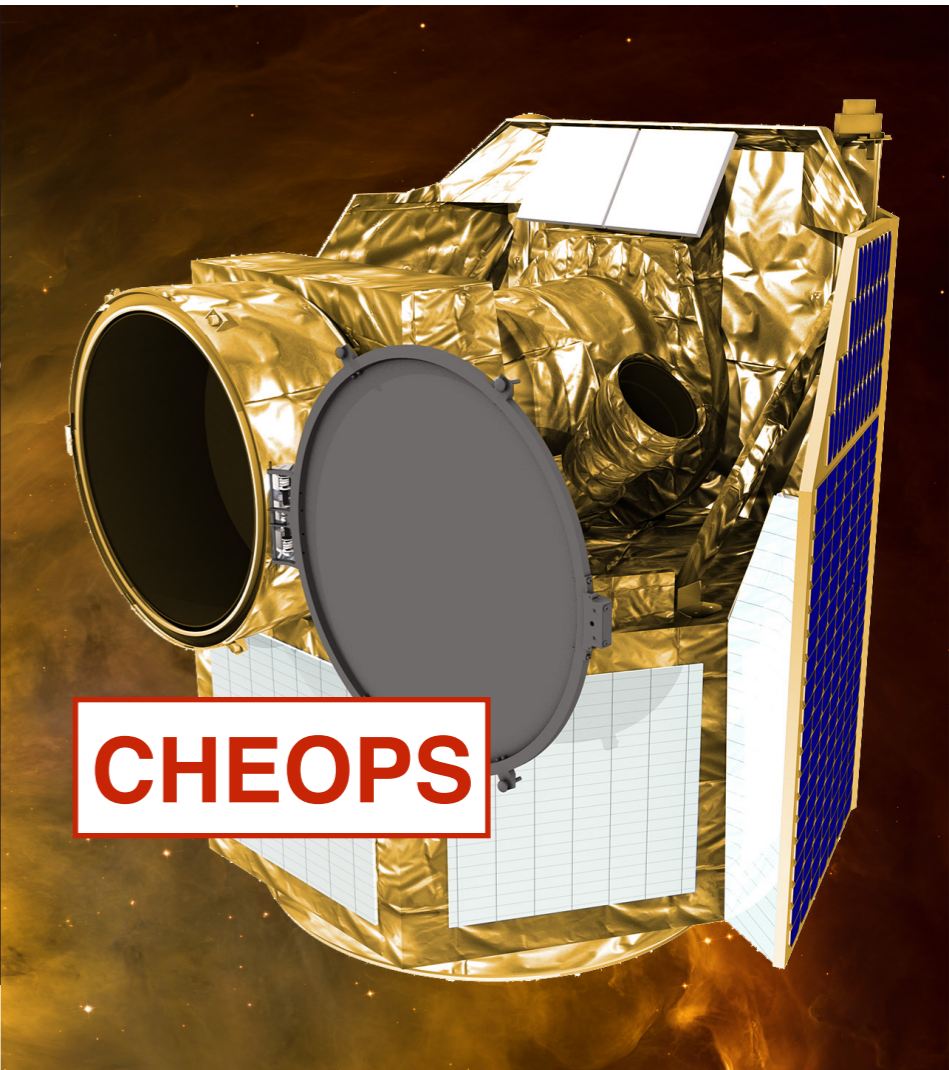
Exobolygó kutatás 2030-ig: dedikált űrtávcsövek

(Várható) indítás sorrendje szerint:

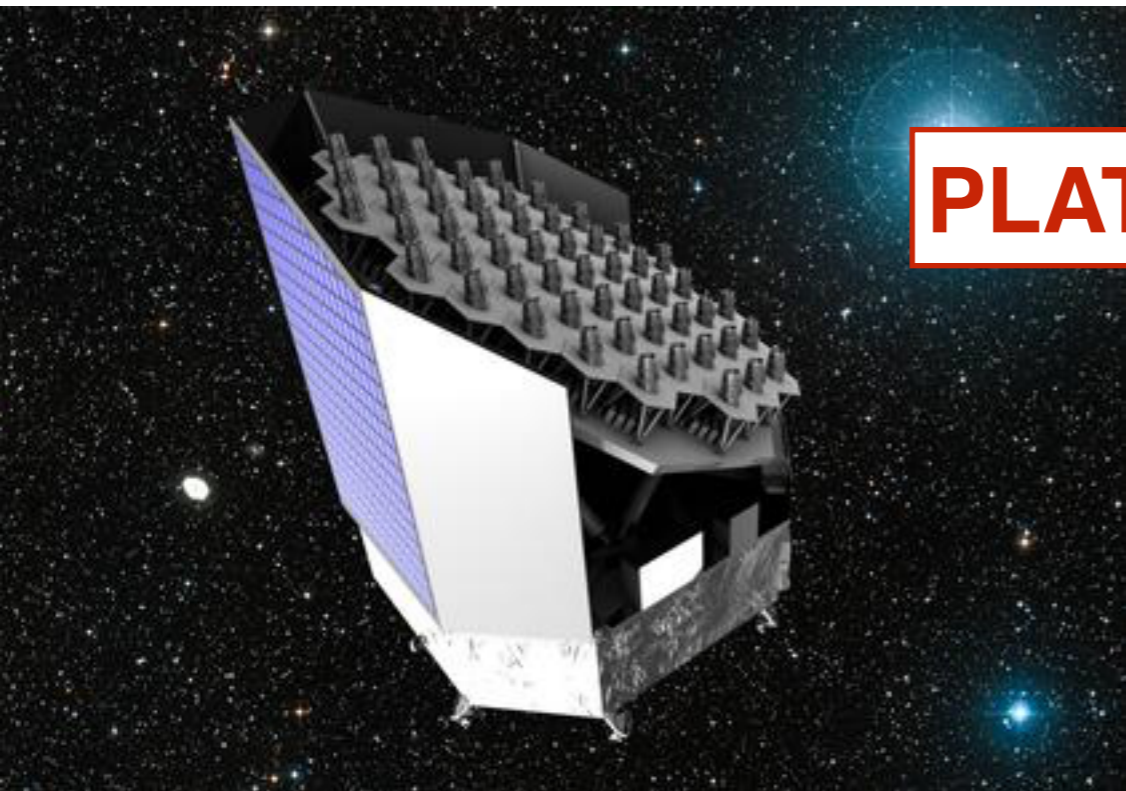
- 2018. június: **TESS** (NASA)
- 2019 dec. 18.: **CHEOPS** (ESA S1)
- 2026/27: **PLATO** (ESA M3)
- 2028: **ARIEL** (ESA M4)



TESS

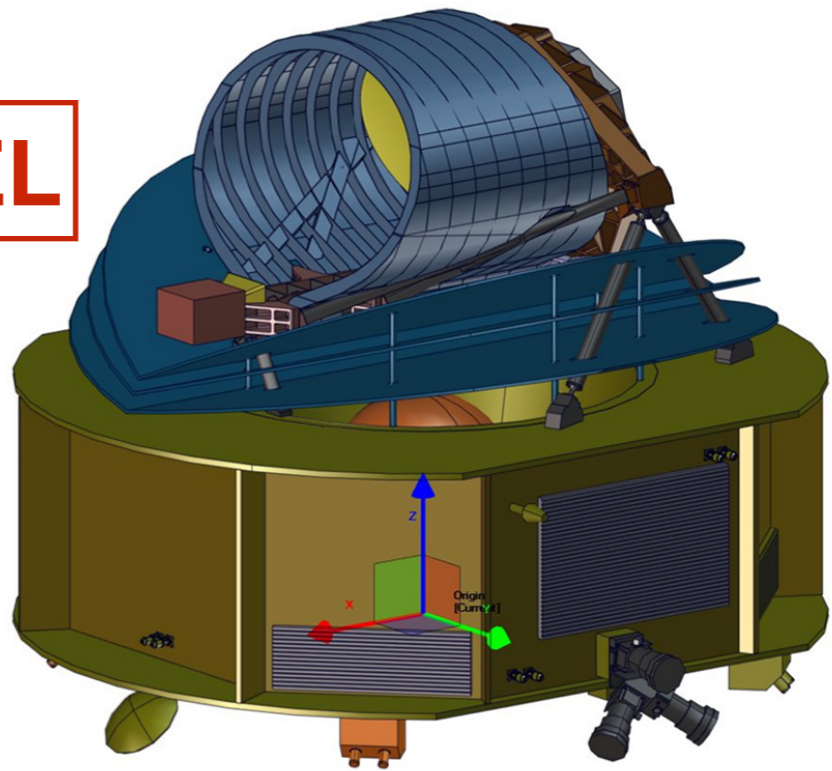


CHEOPS



PLATO

ARIEL



2018 első fele: **TESS**

- **T**ransiting **E**xoplanet **S**urvey **S**atellite
 - Fényes csillagok ($< \sim 10$ magn.) két év alatt a teljes égen
 - Négy 10,5 cm-es kamera, egyszerre az égbolt 1/24-ed részét rögzíti CCD kamerákkal (24 x 96 fokos LM)
 - (Rövidperiódusú) fedési exobolygók tranzitjainak felfedezése
 - Sok járulékos tudomány
 - NASA misszió, PI George Ricker (MIT)

TESS magyar vonatkozások

- Pál András (MTA CSFK CSI): adatelemző szoftver fejlesztése (hasonlóságok a Légyszem-kamerával)
- TESS Asteroseismic Science Consortium (TASC): asztroszeizmológiai vizsgálatok a TESS adatai alapján (Szabó Róbert, Molnár László, Plachy Emese, Bognár Zsófia, Derekas Aliz...)
- Bakos Gáspár (Princeton): TESS definiálás
- Fűrész Gábor (MIT): TESS műszerfejlesztés



A man with glasses and a goatee, wearing a black t-shirt, sits on the left side of the table with his arms crossed, looking towards the camera.

A young boy in a grey t-shirt and red vest sits next to him, looking towards the camera with his hand near his chin.

Another young boy in a blue t-shirt and red vest sits further down the table, waving his hand.

A clear glass bottle of water and a wine glass are on the table in the foreground.

A wine glass and a silver fork are on the table.

A silver fork is on the table.

A woman with long dark hair, wearing a black t-shirt, sits on the right side of the table.

A man in a light-colored short-sleeved shirt sits on the far right of the table, looking towards the camera.

A man in a dark suit and light blue shirt sits on the right side of the table.

A woman in a brown jacket sits on the right side of the table.

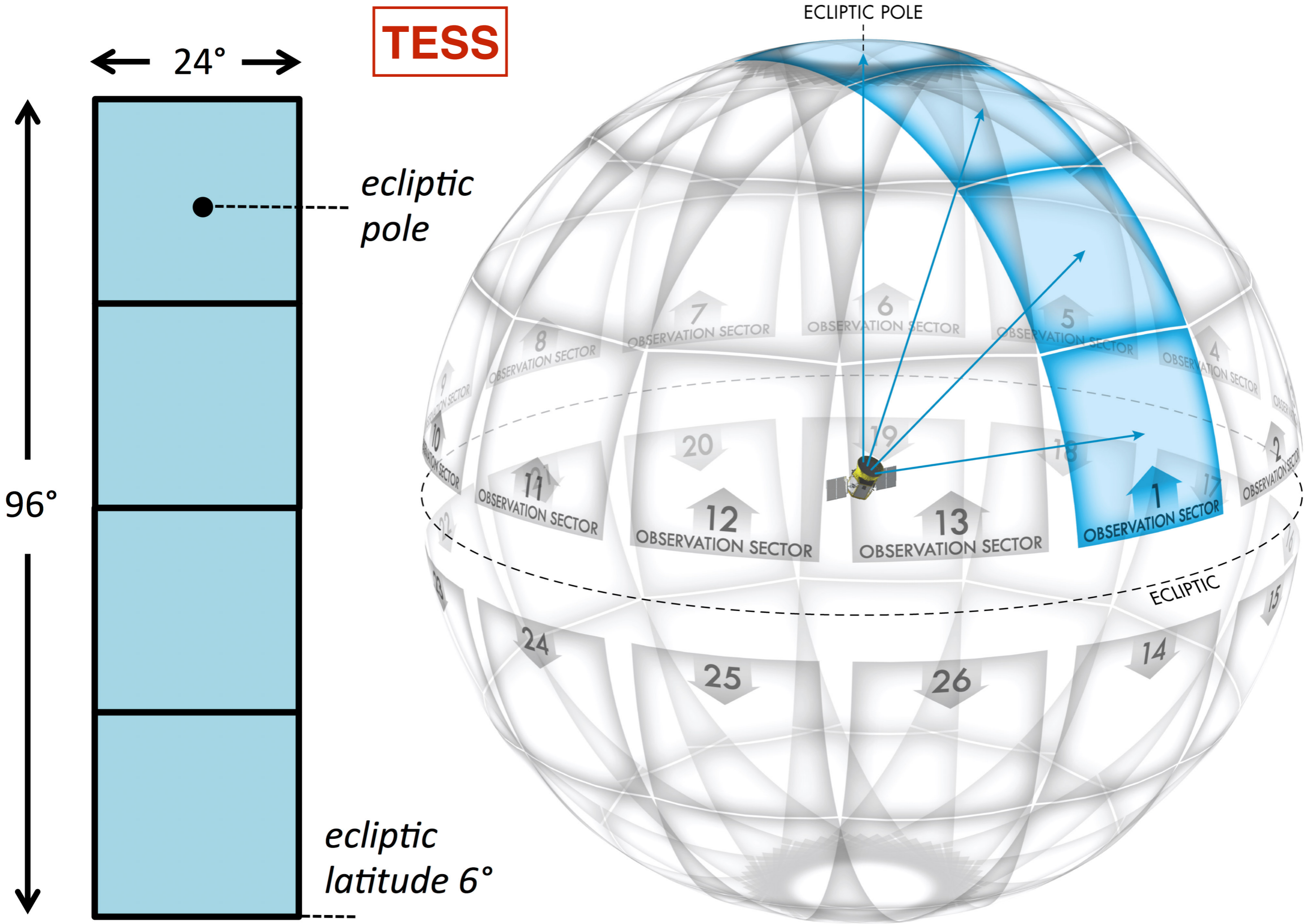
A man in a dark polo shirt sits on the left side of the table.

G. Ricker (MIT, TESS PI)

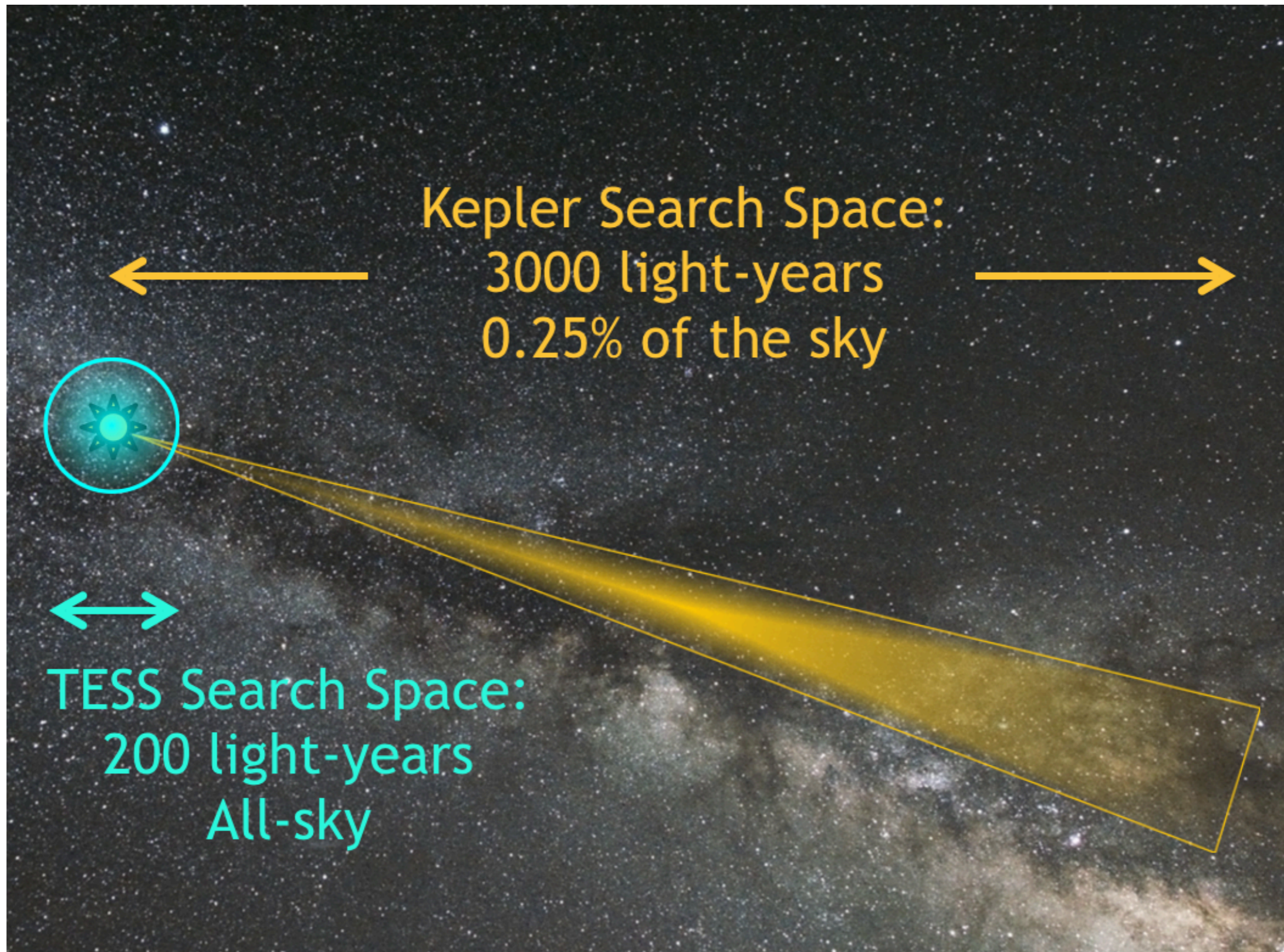
Pál András (CSI)



TESS



TESS vs. Kepler: a vizsgált térrész



CHEOPS

Partner institutions in eleven European countries contribute to the realisation of the space mission CHEOPS under co-leadership between Switzerland and the European Space Agency (ESA).

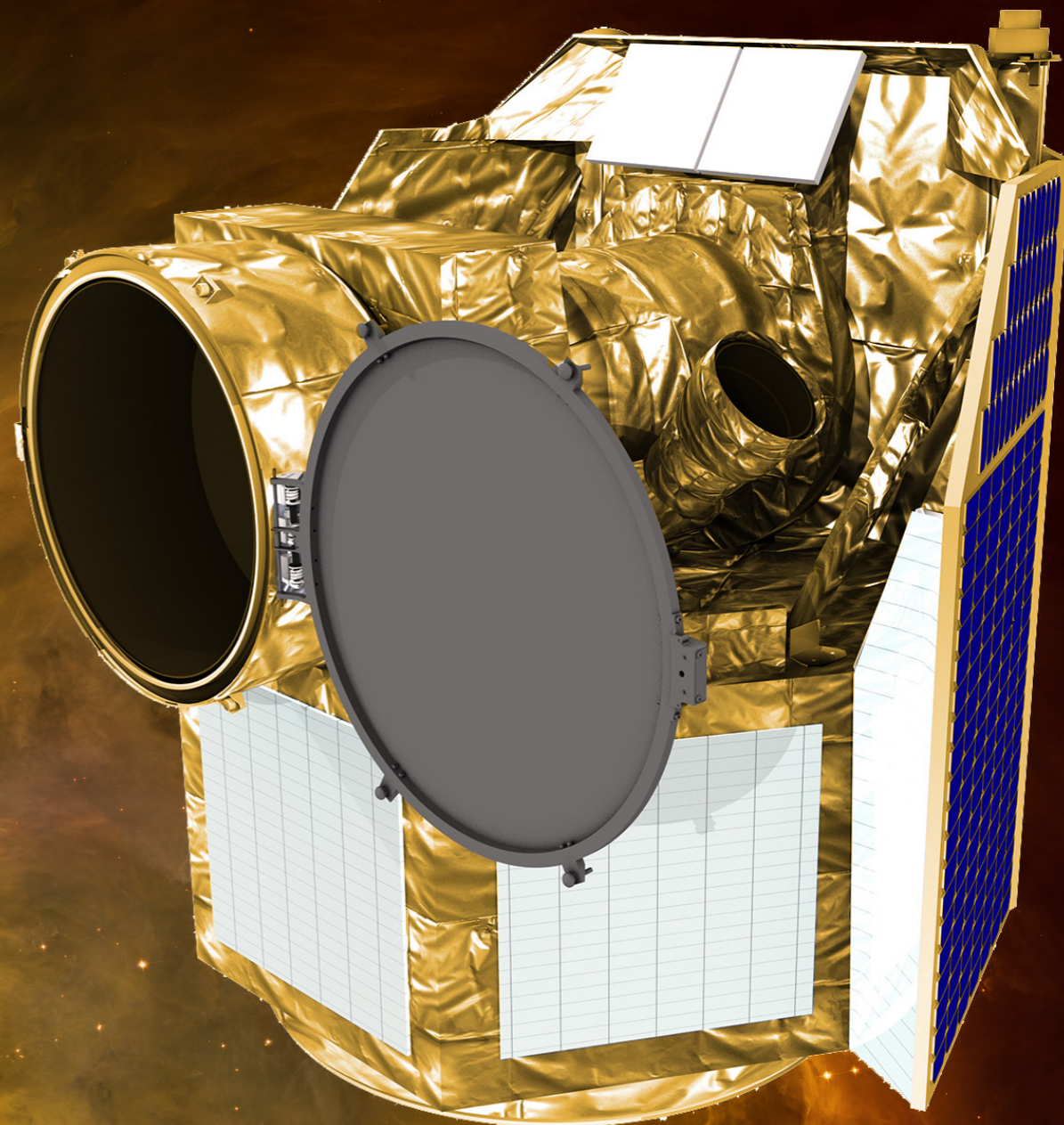


For Switzerland

Scientific institutions: CSH University of Bern, University of Geneva, Swiss Space Center, EPF Lausanne.

Industrial partners: Almatech/Connova, Pfeiffer Vakuum AG, P&P Software, RUAG Space, and other partners.

State Secretariat for Education, Research and Innovation SERI.

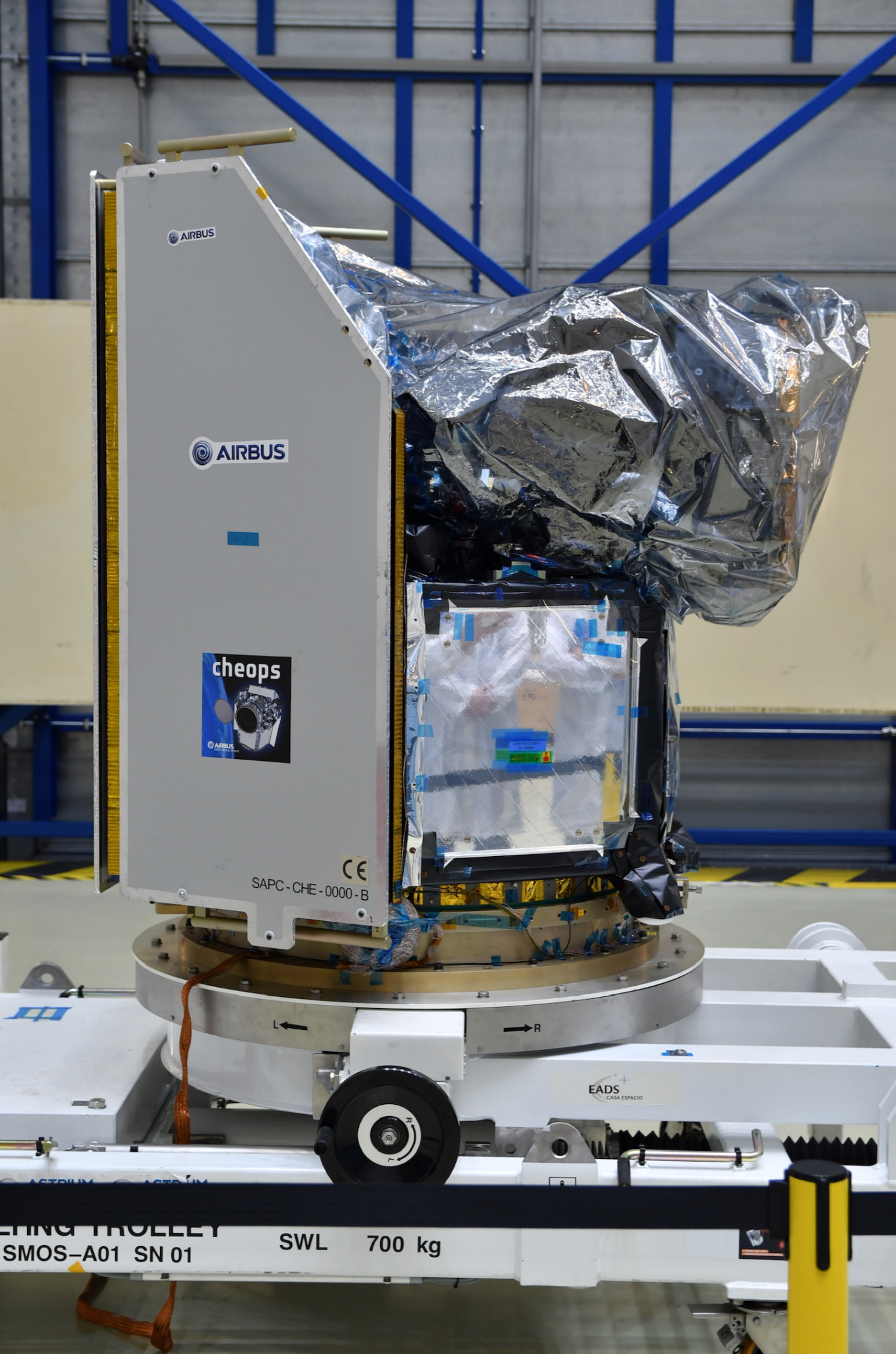


CHEOPS magyar vonatkozások

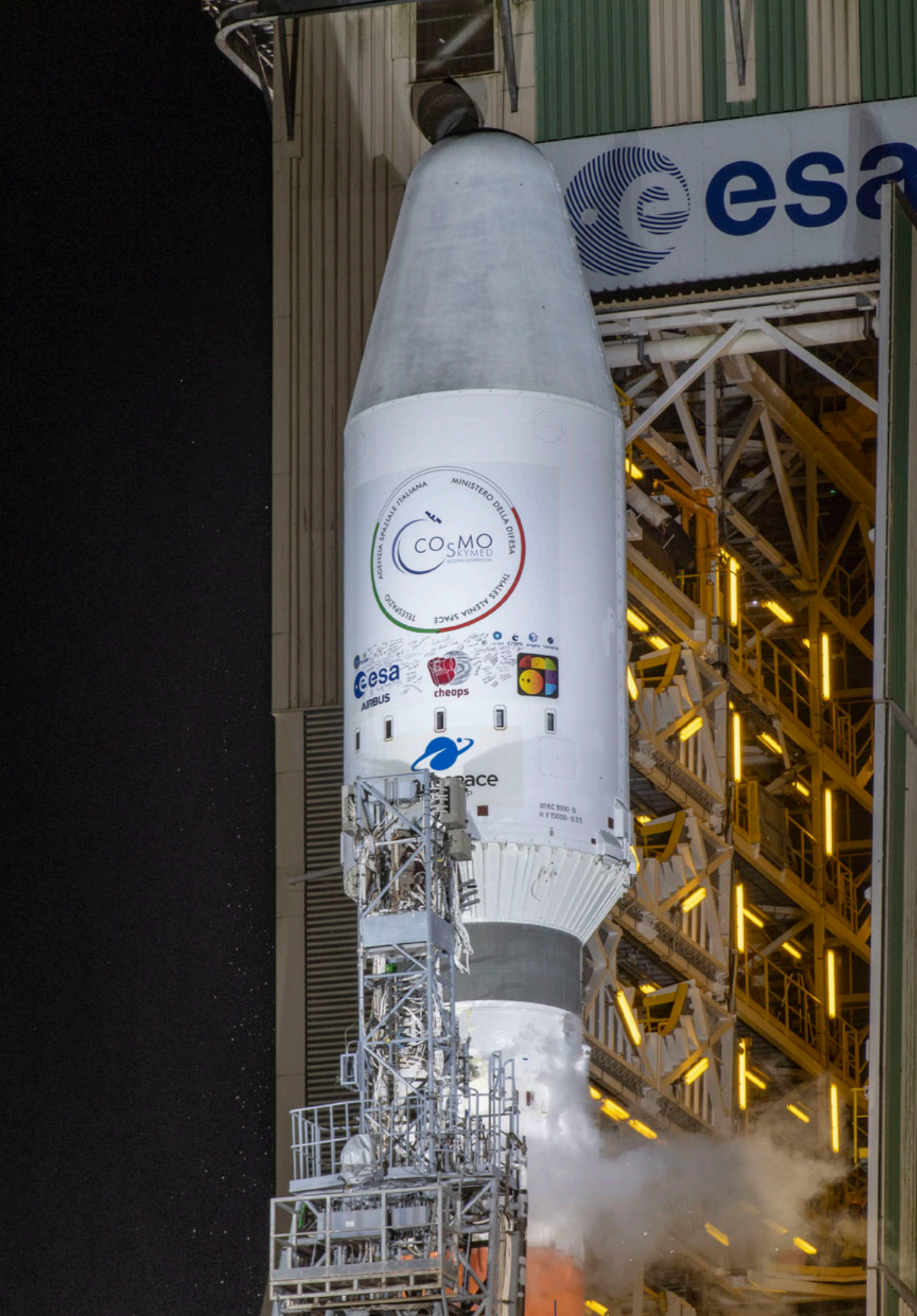
- CHEOPS Science Board magyar tag: Kiss László (MTA CSFK CSI)
- CHEOPS Science Team magyar tag: Szabó M. Gyula (ELTE GAO)
- Kapcsolódó munkatársak (MTA/ELTE): Dobos Vera, Bódi Attila, Derekas Aliz, Garai Zoltán, MTA fiatal kutató
- Simon Attila (Univ. Bern): CHEOPS Fellow + szoftverfejlesztés
- Ipari együttműködés: Admatis Kft. (Miskolc)





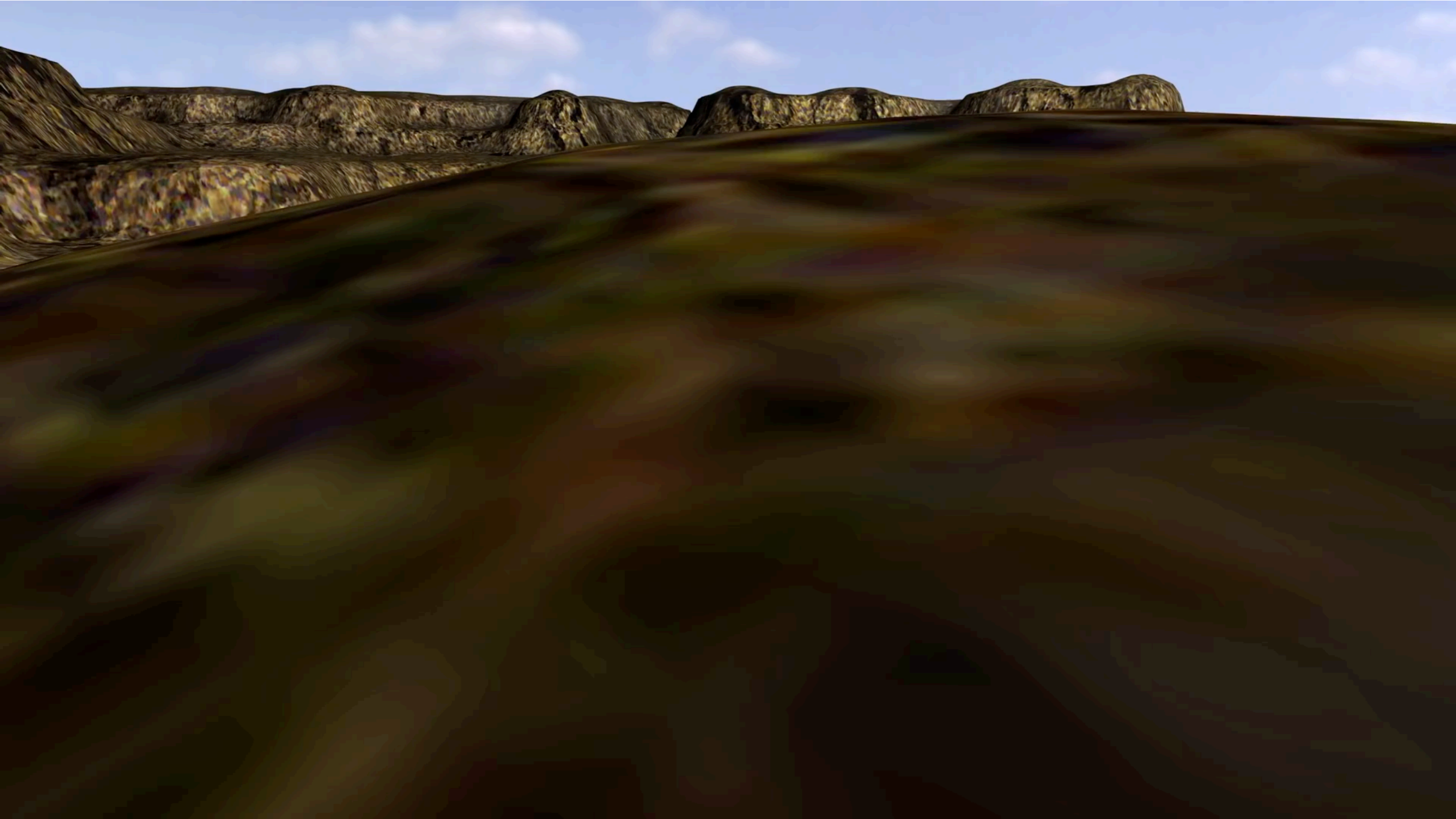








Egy kis álmodozás



Breakthrough Starshot

INTERSTELLAR VEHICLE PROPELLED BY TERRESTRIAL LASER BEAM

By PROF. G. MARX

Institute of Theoretical Physics, Roland Eötvös University, Budapest

THE extreme difficulties of interstellar space travel are well known¹. It is a commonly accepted view that, apart from the technical difficulties involved, the laws of conservation of energy and momentum forbid the visiting of other planetary systems in the human life-span¹. This article sets out to show that this is not necessarily the case. To arrive at the nearest stars in the life-span of the astronaut a relativistic velocity is needed. The kinetic energy, K , of vehicle of rest mass, M , moving at the velocity $c\beta$ is:

$$K = Mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right)$$

Here c is the velocity of light. To achieve a relativistic velocity the vehicle would need to have a propellant energy, W , that greatly exceeds the most optimistic estimates of the technical possibilities in the foreseeable future. The reason for this is the very low mechanical efficiency of rocket propulsion in the relativistic domain². A rocket can be accelerated only by the reaction of its exhaust gases. The greater part of the energy liberated from the propellant is lost in the form of the unavoidable recoil motion of the small masses of the exhausted gas particles. This is a direct consequence of the conservation of energy and momentum. To prevent wastage of energy, the only possibility seems to be to transfer the recoil momentum to the Earth. Because of the large mass of the Earth, its associated recoil energy is negligible, as in the case of a car, running on a solid road. As a possible realization of this principle, consider the following pro-

$$I' = -\frac{Mc^2}{2f} \frac{d}{dt} \left(\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \right) \quad (2)$$

If the incoming intensity, I , is constant in time, then, by integration, the terminal velocity:

$$\frac{v}{c} = \beta = \frac{(1+2\tau)^2 - 1}{(1+2\tau)^2 + 1} \quad (\beta=0, \text{ if } \tau=0) \quad (3)$$

Here τ is the ratio of the radiant energy, W , used up during the time t , to the rest energy of the vehicle:

$$\tau = \frac{Ift}{Mc^2} \equiv \frac{W}{Mc^2}$$

Citations/Publication Year for 1966Natur.211...22M

