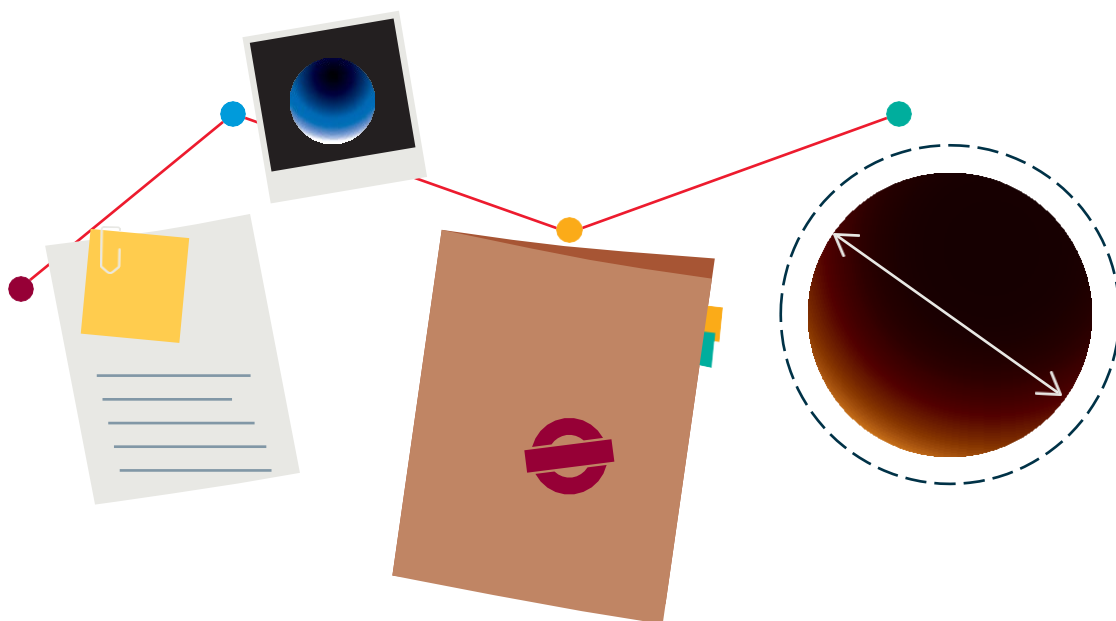


tanítson a térrel

→ EGY EXOBOLYGÓ MEGHEKKELÉSE

Űrdetektívvé válás





TANÁRI ÚTMUTATÓ

<i>Gyors tények</i>	03
<i>Bevezetés</i>	04
<i>Tevékenység</i>	05
<i>Kihívás 1: A KELT-3b adatainak elemzése</i>	07
<i>Kihívás 2: A TOI-560c adatok elemzése</i>	13
<i>Linkek</i>	14
<i>Mellékletek</i>	15

taníts az űrrel - hackelj meg egy exobolygót | P39
www.esa.int/education

Az ESA Oktatási Iroda örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket
teachers@esa.int

Az ESA Education produkciója az ESA Science-szel együttműködésben
Szerzői jog 2023 © Európai Űrügynökség

→ EGY EXOBOLYGÓ MEGHEKKEKELÉSE

Úrdetektívvé válás

Gyors tények

Téma: A téma a következő: Fizika, Matematika, Csillagászat

Korosztály: 14 - 19 éves korig

Típus: hallgatói tevékenység és/vagy hackathon

Komplexitás: közepes

A tanár felkészülési ideje: 1 óra

A tanításhoz szükséges idő: 90 perc kihívásonként (összesen 3 óra)

Költség: alacsony (0-10 euró)

Helyszín: tanterem

Használja: számítógép (ha nem lehetséges, alternatívát javasolunk)

Kulcsszavak: Fizika, Matematika, Csillagászat
Exobolygó, Tranzit

Rövid leírás

Ebben a tevékenységben a diákok két exobolygót fognak jellemezni az ESA Cheops műholdja által gyűjtött adatok elemzésével. A diákok valódi tudósként fognak dolgozni, és egy modellt illesztnek az adatokhoz, hogy megtalálják a legjobban illeszkedő paramétereket.

A tevékenységet irányított formában vagy projektalapú tanulási formában, például egy hackathon keretében lehet elvégezni. A tanári útmutató mindkét lehetőséget bemutatja.

A tevékenységeket exobolygó-szakértők által készített videós magyarázatok egészítik ki.

Tanulási célok

- Tudományos munka valódi műholdas adatokkal.
- Alkalmazza a matematikai adatelemzési technikákat egy modell valós adatokra való illesztésével.
- Ismerje meg Kepler harmadik törvényét és a keringési mechanikát.
- Értse meg, mi az exobolygó-átvonulás.
- Csapatmunkára való készségfejlesztés időkorlátok között.

Szükséged van továbbá

Támogató videoanyagok. Lásd a Linkek részt.

- Bevezetés a Hack an Exoplanet - válj exobolygó detektívvé
- *Allesfitter* mini bemutató - lépésről-lépésre útmutató a legjobb modell adatokhoz való illesztéséhez
- Hogyan határozzuk meg egy exobolygó méretét?
- Egy exobolygó keringési ideje és távolsága Kepler harmadik törvénye alapján
- Lehetnek-e lakható exobolygók?
- Miből állnak az exobolygók?

→ Bevezetés

Ez az oktatási tevékenység az ESA első, középiskolásoknak szóló oktatási hackathonjának keretében jött létre: "Hack an Exoplanet". Ezek a kihívások lehetővé teszik a diákok számára, hogy valódi műholdas adatok segítségével idegen világokat vizsgáljanak meg, és egy napra exobolygó-nyomozókká váljanak.

2023 januárjában az ESA Cheops (CHaracterising ExOPlanet Satellite) nevű műholdja két exobolygót, a KELT-3b-t és a TOI-560c-t figyelte meg, kifejezetten e tevékenység céljából. A Cheops adatainak elemzésével a diákok csatlakozhatnak az ESA tudósaihoz a válaszok keresésében, és segíthetnek megérteni ezt a két rejtélyes idegen világot.



1. ábra

↑ Kheopsz művészi lenyomata.

A kihívások gyakorlatias tevékenységek, amelyek során a diákoknak az ESA Cheops műholdjáról származó adatokat kell elemezniük. A diákoknak az exobolygók főbb tulajdonságait kell jellemezniük, felhasználva a segédanyagokat és a kifejezetten ezekhez az adatsorokhoz készített *allesfitter* nevű illesztőeszköz oktatási változatát. A tevékenységeket írásbeli és videós magyarázatok és példák kísérik, amelyeket exobolygó-szakértők készítettek.

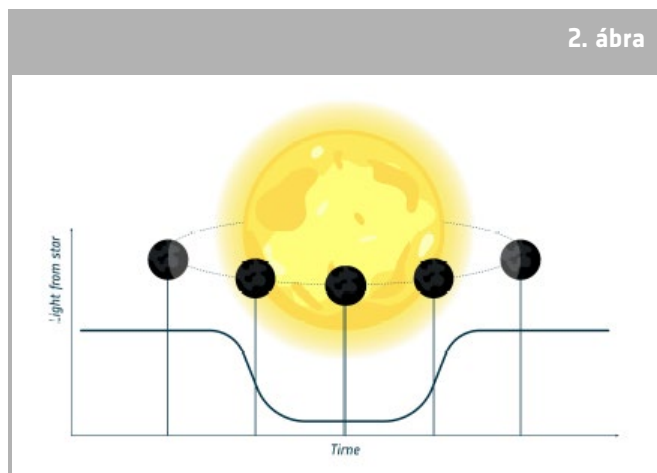
A tevékenységek bemutatása történhet irányított formában vagy projektalapú tanulási formában, például egy hackathon keretében. A tanári útmutató mindkét lehetőséget bemutatja.

Mi az az exobolygó?

Az exobolygók vagy extrasoláris bolygók a Naprendszeren kívüli bolygók, amelyek a Napunktól eltérő csillag körül keringenek.

Hogyan tanulmányozzuk az exobolygókat?

Jelenleg több mint 5000 megerősített exobolygó van, körülbelül 4000 csillagrendszerben, de az exobolygókat nehéz kimutatni. Az exobolygókról érkező jel nagyon kicsi a nagyobb, fényesebb gazdatestcsillagoktól érkező sokkal nagyobb jelhez képest, jellemzően sokkal kevesebb, mint 1%.



2. ábra

↑ A tranzitfotometriás módszer ábrázolása.

Az exobolygók észlelésére és jellemzésére különböző módszerek léteznek, ebben a tevékenységben a **tranzitfotometriás módszert** fogjuk használni. Ez a legelterjedtebb módszer az exobolygók megtalálására.

Fotometria - a fotometria szó a görög photo "fény" és metry "mérés" szavakból származik. A csillagászatban használt technika, amely a csillagok fényének mennyiségi mérésére szolgál.

Tranzit - az exobolygót a csillagból érkező fény elhalványulásának mérésével észlelik.

→ Tevékenység

A *Hack an Exoplanet* tevékenység két kihívásból áll. Az első kihívás a KELT-3b óriás exobolygó tranzitfénygörbéjének elemzése. A segédanyagban található utasításokat és/vagy az oktatóvideókban található információkat követve a diákok képesek lesznek levezetni a KELT-3b tulajdonságait.

A második kihívás a TOI-560c mini-Neptunusz exobolygó tranzitfénygörbéjének elemzése. A KELT-3b folyamatának elvégzése után a hallgatóknak képesnek kell lenniük a TOI-560c adatelemzését önállóan elvégezniük, hasonló folyamatot követve.

Berendezések

- Internet-hozzáféréssel rendelkező számítógép az *allesfitter* böngésző szoftver eszközének eléréséhez. Ha ez a lépés nem lehetséges, a csapatok használhatják az **1. mellékletben** - A KELT-3b exobolygó tranzitfénygörbéje és a **2. mellékletben** - A TOI-560c exobolygó tranzitfénygörbéje megadott legjobb illeszkedési paramétereket.
- Minden csoport számára kinyomtatott tanulói feladatlap, amely a következőket tartalmazza:
 - Exobolygó-vizsgálati térkép
 - KELT-3b és TOI-560c ügyiratok
 - Információk a Naprendszer bolygóiról
 - Lépésről lépésre *allesfitter* útmutató
- Számológép (opcionális)
- Ehhez a tevékenységhez hat támogató videó is tartozik, amelyek a csapatok munkáját segítik (lásd a Linkek részt):
 - Bevezetés a Hack an Exoplanet - válj exobolygó detektívvé
 - *Allesfitter* mini bemutató - lépésről-lépésre útmutató a legjobb modell adatokhoz való illesztéséhez
 - Hogyan határozzuk meg egy exobolygó méretét?
 - Egy exobolygó keringési ideje és távolsága Kepler harmadik törvénye alapján
 - Lehetnek-e lakható exobolygók?
 - Miből állnak az exobolygók?

A videóban szereplő információk ebben a tanári útmutatóban is szerepelnek.

Gyakorlat:

A két célpontra vonatkozó adatsorokat az ESA Cheops műholdja 2023. január 22-én és 23-án, kifejezetten ehhez az oktatási tevékenységhez szerezte. Az adatokat az ESA szakértői feldolgozták, és készen állnak arra, hogy a diákok felhasználhassák.

Ez a tevékenység bemutatására irányított formában vagy projektalapú tanulási formában, például egy hackathon keretében kerülhet sor. A tanári útmutató mindkét lehetőséget bemutatja.

Javasoljuk, hogy ezt a tevékenységet 3-4 fős csapatokban végezzék el. Ez lehetővé teszi a tanulók számára, hogy megvitassák az egyes feladatok megoldásának legjobb megközelítését, és megvitassák az eredményeket.

Megjegyzés: ha az adatok elemzése túl bonyolult, a csapatok az online kereséssel is kiegészíthetik az ügyiratot.

Irányított formátum

- Kezdjük azzal, hogy bemutatjuk az osztálynak az exobolygók témáját. Javasoljuk ennek a bevezető videónak a használatát: *Bevezetés az exobolygó meghekkelésébe*.
- Osszuk az osztályt 3-4 fős csapatokra.
- Mutassa be a kihívást a diákoknak. Minden csapatnak jellemeznie kell a KELT-3b exobolygó főbb tulajdonságait a diákmunkalapokon található eseteírás kitöltésével. A csapatoknak meg kell határozniuk a KELT-3b méretét, keringési idejét, keringési távolságát, hőmérsékletét és összetételét, és össze kell hasonlítaniuk tulajdonságait a Naprendszerünk bolygóival. Az exobolygó-vizsgálati térkép minden egyes említett tulajdonságról bővebb információt nyújt.
- Ossa ki a csapatoknak az alátámasztó dokumentációt, és adjon nekik néhány percet az elemzésre.
- Határozzatok meg egy időpontot, amikor a csapatoknak meg kell határozniuk az egyes exobolygók tulajdonságait. **Mielőtt** a csapatok elkezdenék az egyes tulajdonságok meghatározását, mutassa be nekik a megfelelő támogató videót. A segítő videók tartalmazzák az egyes tulajdonságok meghatározásának módját és a KELT-3b megoldását.
- Győződjön meg róla, hogy a csapatok megértették, hogyan kell meghatározni az egyes paramétereket, mielőtt a következőre lépnének.
- Az összes paraméter meghatározása után a csapatoknak be kell mutatniuk és meg kell vitatniuk következtetéseiket az osztállyal.
- Következő lépésként javasolhatja a 2. kihívás teljesítését és a TOI-560c exobolygó jellemzőinek meghatározását.

Projekt alapú formátum - hackathon

- Osszuk az osztályt 3-4 fős csapatokra.
- Kezdje azzal, hogy bemutatja a hackathon koncepcióját a diákoknak ezzel a bevezető videóval: *Hack an Exoplanet bevezetése*
- Lehet, hogy a csapatok önállóan (például házi feladatként vagy osztálytermi projektként), vagy közös osztálytermi vagy iskolai rendezvényen hajtják végre a kihívásokat.
- Ha szükséges, erősítse meg a tanulók számára a kihívás koncepcióját. Minden csapatnak jellemeznie kell a KELT-3b exobolygó főbb tulajdonságait a tanulói feladatlapokon elérhető esetfájl kitöltésével. A csapatoknak meg kell határozniuk a KELT-3b méretét, keringési idejét, keringési távolságát, hőmérsékletét és összetételét, és össze kell hasonlítaniuk tulajdonságait a Naprendszerünk bolygóival. Az exobolygó-vizsgálati térkép minden egyes említett tulajdonságról bővebb információt nyújt.
- Ossa ki a csapatoknak az alátámasztó dokumentációt, és adjon nekik egy időkeretet a teljes feladat elvégzésére: a KELT-3b elemzéséhez körülbelül 90 percet javasolunk.
- Annak érdekében, hogy a csapatok folyamatosan haladjanak, meghatározhat egy időkeretet az egyes jellemzők meghatározására, vagy megmutathatja a vonatkozó támogató videót, és adott pillanatokban tippet adhat. A segítő videók tartalmazzák az egyes tulajdonságok meghatározásának módját és a KELT-3b megoldását.
- Az összes paraméter meghatározása után a csapatoknak be kell mutatniuk és meg kell vitatniuk következtetéseiket az egész csoporttal.
- Következő lépésként javasolhatja a 2. kihívás teljesítését és a TOI-560c exobolygó jellemzőinek meghatározását.

→ 1. kihívás - A KELT-3b adatok elemzése

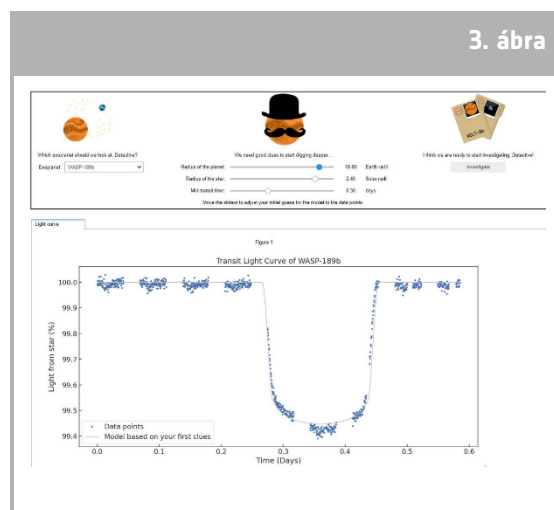
A műholdas adatokhoz való hozzáférés és azok illesztése

Az adatokat ezen a linken lehet elérni: hackanexoplanet.esa.int/allesfitter

Az *allesfitter* ezen verziója egy online alkalmazás, amely egyszerű és ingyenes hozzáférést biztosít a Cheops műholdak adataihoz, lehetővé téve több exobolygó modellezését tranzitmérésekből. Az alkalmazás asztali böngészőből érhető el.

Az adatok legjobban illeszkedő paramétereinek lekérdezéséhez a tanulóknak követniük kell az *allesfitter* lépésről-lépésre útmutatót a tanulói feladatlapon, vagy kövessék a videós oktatóanyagot. Ez az útmutató útmutatót ad az *allesfitter* eszköz böngészőalapú oktatási változatának használatához. Az eszköz ezen verziójához már feltöltötték az adatkészleteket, és csak bizonyos paraméterek vizsgálatát teszi lehetővé: a bolygó sugara, a csillag sugara és a közepes átvonulási idő.

Megjegyzés: Ha ez a lépés nem lehetséges, a csapatok használhatják az **1. mellékletben** - A KELT-3b exobolygó tranzitfénygörbéje és a **2. mellékletben** - A TOI-560c exobolygó tranzitfénygörbéje megadott legjobb illeszkedési paramétereket.



↑ [Allesfitter interfész.](#)

Hogyan határozzuk meg egy exobolygó méretét?

A tranzitfotometriás módszer alkalmazásakor a távcső a csillagok fényének mennyiségét méri egy adott időszak alatt. A tudósok modelleket illesztenek az adatokhoz, hogy megpróbálják kimutatni a csillag fényének olyan változásait, amelyeket egy exobolygó okozhat.

A tranzitfotometriás módszer alkalmazásakor nem detektáljuk közvetlenül az exobolygót (kivéve nagyon speciális esetekben). Ehelyett azt mérjük, hogy az exobolygó mennyi csillagfényt takar el, amikor a csillag és a távcső között halad át.

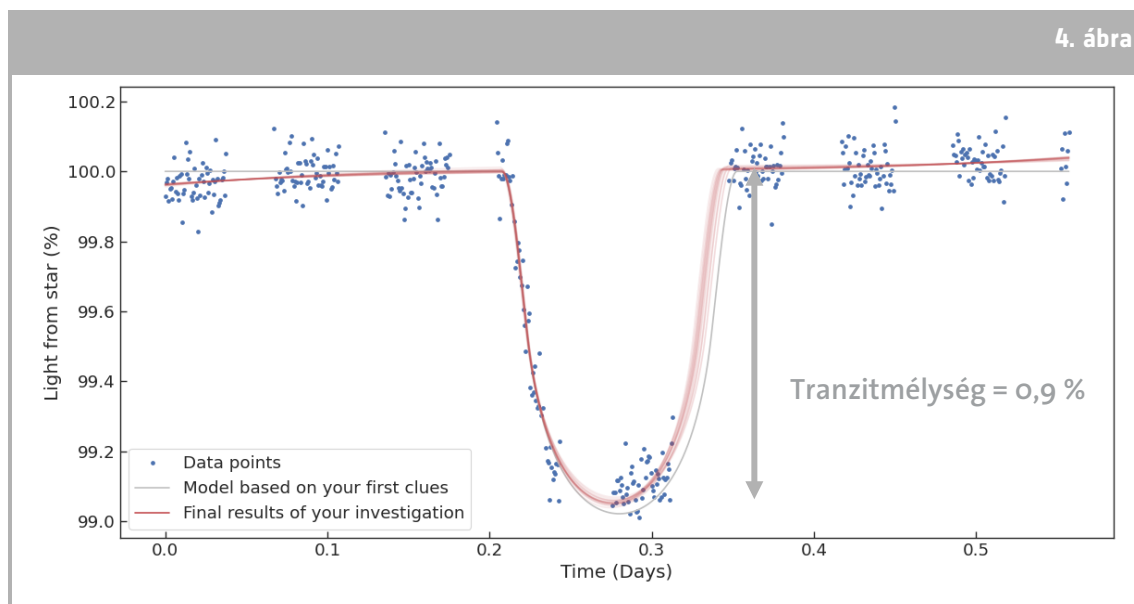
Az exobolygó által blokkolt csillagfény mennyiségét általában tranzitmélységnek nevezik. Ez az érték pedig arányos az exobolygó vetített területével.

Az exobolygó sugarát (R_p) akkor lehet meghatározni, ha ismerjük a csillag sugarát (R_s) és a tranzitmélységet:

$$\text{transit depth (\%)} \approx \frac{\pi \cdot R_p^2}{\pi \cdot R_s^2} \times 100$$

KELT-3b példa:

Elemezzük most példaként a KELT-3b adatait.



↑ A Cheops KELT-3b adatai az *allesfitter* tranzitfénygörbe legjobb illeszkedési modelljével.

A KELT-3 csillag sugara ismert és szerepel az ügyszerben: $R_s = 1,70 R_{Sun}$

A Cheops-adatok elemzésével a tranzitmélységet körülbelül 0,9 %-ban mérhetjük (4. ábra).

A fenti egyenletet használva: $R_p = \sqrt{R_s^2 \times \frac{\text{transit depth}}{100}} = \sqrt{1,70^2 \times \frac{0,9}{100}} = 0,161 R_{Sun}$

Átváltás a Föld sugarának mértékegységére: $R_p = 0,161 \times 109 = 17,5 R_{Earth}$

Amikor a tanulók lefuttatják az *allesfitter* szoftvert, a sugarakra a legjobb illeszkedési értéket kapják meg. Ez az érték jelentősen eltérhet ettől az egyszerű becsléstől. A felületen a tanulók csak három paramétert változtathatnak, de az *allesfitter* szoftver egy összetett modellel illeszti az adatokat, amely több rejtett paramétert tartalmaz, és amely teljesebb illeszkedést biztosíthat az adatokhoz.

Hogyan határozzuk meg a keringési időt és a távolságot Kepler harmadik törvényének segítségével?

Egy bolygó keringési ideje, T , az az idő, amely alatt a bolygó egy teljes keringést tesz meg a csillaga körül. Ez úgy mérhető, hogy megkeressük ugyanazon exobolygó két egymást követő átvonulásának középső átvonulási idejét (az átvonulás közepét), és megmérjük a köztük lévő időintervallumot.

Ezekről a megfigyelésekről csak egy tranzit áll rendelkezésünkre, de a jelenlegi megfigyelési adatoknak az adatarhívumban található korábbi megfigyelési adatokkal való összehasonlításával extrapolálni tudjuk a keringési periódust.

Miután ismerjük az exobolygó keringési idejét, Kepler harmadik törvénye alapján kiszámíthatjuk a bolygó és a csillag közötti átlagos keringési távolságot (d).

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_s} \right) d^3$$

Ahol G a gravitációs állandó és M_s a csillag tömege.

KELT-3b példa:

Elemezzük most példaként a KELT-3b adatait. Ebben a feladatban a tanulóknak nagyon kell figyelniük az egységekre.

- A gravitációs állandó SI-egységben a következő $G = 6,67430 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
- A KELT-3 csillag tömege ismert: $M_s = 1,96 M_{Sun}$
- Át kell számolnunk a tömegét SI-egységre: $M_s = 3,90 \times 10^{30} \text{ kg}$
- A modellillesztésből megtudtuk, hogy a keringési idő $T = 2,70339 \text{ nap}$. A keringési periódust átváltjuk másodpercekre: $T = 233\,573 \text{ s}$

Most már minden szükséges információval rendelkezünk ahhoz, hogy meghatározzuk a csillag és az exobolygó közötti távolságot.

$$d = \sqrt[3]{\frac{GM_s}{4\pi^2} T^2} = \sqrt[3]{\frac{6,67430 \times 10^{-11} \times 3,90 \times 10^{30}}{4\pi^2} 233\,573^2} = 7,112 \times 10^9 \text{ m} = \mathbf{0,048 \text{ au}}$$

Most hasonlítsuk össze a KELT-3b periódusát és átlagos keringési távolságát a Naprendszerünk bolygóival:

1. táblázat		
Planet	Időszak (napok)	Átlagos keringési távolság (au)
KELT-3b	2,70339	0,048
Merkúr	87,97	0,4
Föld	365,25	1
Neptunusz	60 266,25	30

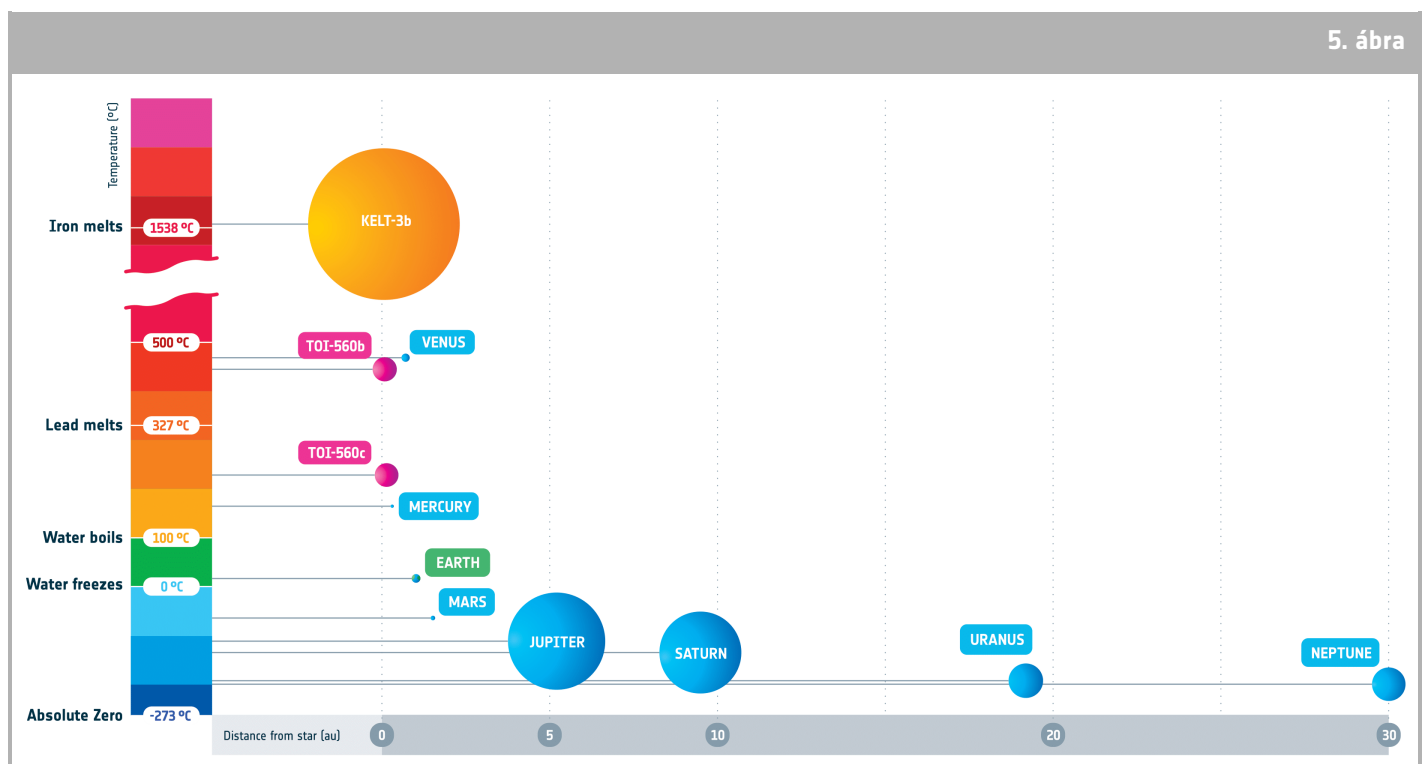
↑ A KELT-3b és a Naprendszer bolygóinak periódusának és átlagos keringési távolságának összehasonlítása a Naprendszerben.

A KELT-3b keringési ideje sokkal rövidebb, mint a Merkúré, a Naprendszerünk Naphoz legközelebbi bolygójáé, ami annak köszönhető, hogy az exobolygó kis távolságra van a gazdatest csillagától. A tranzitfotometriás módszer könnyebben azonosítja az ilyen típusú pályán keringő bolygókat, mint a Naprendszerünkhöz hasonló bolygókat.

Honnan tudjuk, hogy egy exobolygó lakható lehet-e?

A mai napig a Föld az egyetlen olyan hely a világegyetemben, amelyről tudjuk, hogy életnek ad otthont. Az sem ismert, hogy az élet kialakulhatna-e és létezhetne-e a mi bolygónkon uralkodó körülményektől nagyon eltérő körülmények között. Az exobolygók vizsgálatakor és a lakhatóság lehetséges feltételeinek meghatározásakor a tudósok a Földhöz hasonló körülményeket, például a hőmérsékletet próbálják azonosítani.

A lakhatóság szempontjából fontos tényező a hőmérséklet. Egy bolygó hőmérsékletét leginkább a gazdatesttől való távolsága határozza meg. Ha egy bolygó olyan távolságban kering egy csillag körül, hogy a felszínén **folyékony víz** lehet jelen, akkor a bolygó a gazdatest csillagának **lakhatósági zónájában** van.



↑ A bolygók méretét és hőmérsékletét a gazdatesttől való távolság függvényében ábrázoló ↑ diagram.

A bolygók méretét és távolságát két különböző skálán ábrázoljuk.

Vénusz: a kivétel a Naprendszerben

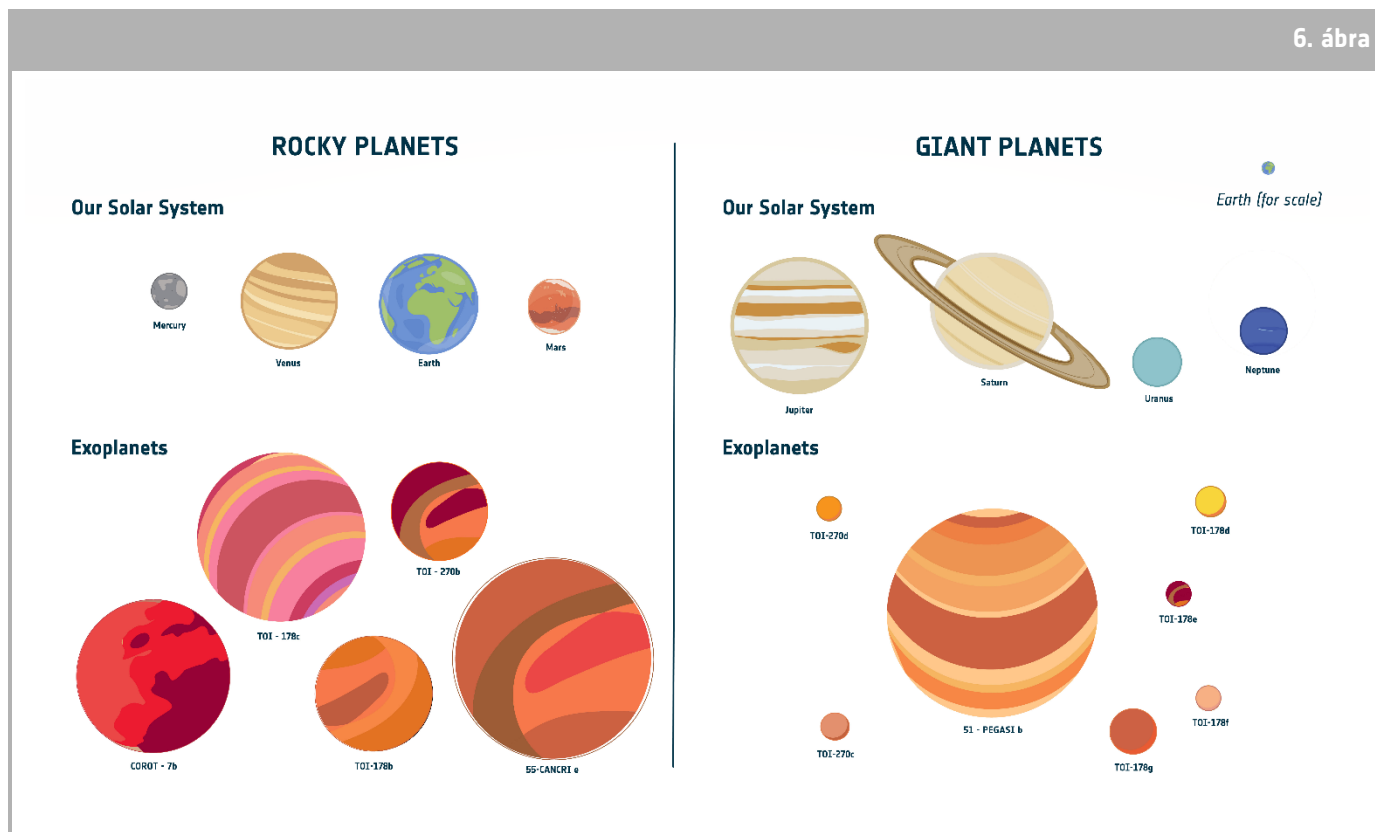
A bolygó felszínén mért hőmérsékletet a légkör is befolyásolja. A Naprendszerben a Vénusz extrém példa erre. Sűrű légköre üvegházként működik, és a felszínt az ólom olvadáspontja fölé melegíti, így melegebb bolygó, mint a Merkúr, annak ellenére, hogy távolabb van a Naptól.

KELT-3b példa:

Vegyük most példaként a KELT-3b-t. A KELT-3b nem valószínű, hogy életnek adna otthont, mert túl közel van a gazdatest csillagához, így a felszíni hőmérséklete nagyon magas, a vas olvadáspontja fölött van. A legtöbb aminosav, az élet építőkövei, nem élnek túl ilyen szélsőséges hőmérsékletet. A bolygót emellett nagyfokú sugárzás is bombázza, mivel nagyon közel van a gazdatesthez.

Miből állnak az exobolygók?

Naprendszerünkben a bolygókat általában két kategóriába sorolják: sziklás és gáznemű bolygók. Az exobolygók azonban nagyon is különbözhetnek az általunk megszokott szomszédos bolygóktól.



↑ Példák a közeli csillagok körül keringő, már felfedezett valódi exobolygók művészi lenyomataiból.

Az exobolygó átlagos **sűrűségének** kiszámításával, ρ kiszámításával képet kaphatunk az exobolygó összetételéről.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Ahol M az exobolygó tömege és V az exobolygó térfogata.

Az exobolygó tömegét és térfogatát általában nagy hibával határozzák meg. Ezek a hibák aztán áttérjednek az exobolygó sűrűségének kiszámítására, ami a sűrűség értékében 10% és 30% közötti bizonytalanságot eredményez.

Az exobolygók tanulmányozására használt másik technika az úgynevezett spektroszkópia. Ezzel a technikával a csillagról vagy az exobolygóról érkező fényt különböző hullámhosszokra bontják, így meghatározható az exobolygó **léggöri összetétele** vagy felhőborítottsága.

KELT-3b példa:

Elemezzük most példaként a KELT-3b adatait. A KELT-3b tömege $617 M_{\text{Earth}}$. Ezt az értéket nem lehet meghatározni a tranzitfotometriából. Korábbi megfigyelésekből határozták meg egy másik technikával, az úgynevezett radiális sebességgel.

Az első feladatban már meghatároztuk a KELT-3b sugarát. A sugár ismeretében ki tudjuk számítani az

exobolygó térfogatát, feltételezve, hogy az egy tökéletes gömb: $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

$$M_p = 617 M_{\text{Earth}} = 3,685 \times 10^{30} \text{ g}$$

$$R_p^* = 17,5 R_{\text{Earth}} = 1,116 \times 10^{10} \text{ cm}$$

* Ezt a sugárértéket a tranzitmélység-számításból becsültük, a diákok használhatják az *allesfitter* legjobb illeszkedésű modell értékét is.

$$\rho = \frac{M}{V} = 0,63 \text{ g cm}^{-3}$$

Ez az érték sokkal kisebb, mint a Jupiter átlagos sűrűsége, és közelebb áll a WASP-189b (egy ismert forró Jupiter exobolygó) sűrűségéhez. A kis távolság a gazdatest csillagától és a magas hőmérséklet miatt az exobolygó "puffadt".

KELT-3b összefoglaló

A KELT-3b egy forró Jupiter, amely egy Naphoz hasonló csillag, a KELT-3 körül kering, mintegy 690 fényévre a Földtől.

A KELT-3b nagyon közel kering gazdatestéhez, több mint tízszer közelebb, mint a Föld kering a Nap körül. Az exobolygónak mindössze 2,7 napra van szüksége ahhoz, hogy teljes pályára álljon a KELT-3 körül.

A gazdatesthez való közelsége miatt az exobolygó átlaghőmérséklete nagyon magas, a vas olvadási hőmérséklete fölött van, ami teljesen lakhatóvá teszi.

A KELT-3b nagyrészt hidrogénből és héliumból áll, hasonlóan a Jupiterhez. Az exobolygó magas hőmérséklete és a csillaghoz való közelsége miatt légköre nagyon kiterjedt (puffadt), és átlagos sűrűsége nagyon alacsony.

2. táblázat

Exobolygó	KELT-3b
A bolygó típusa	Forró Jupiter
Sugár (R_{Earth})	16,81 (allesfittertől)
	17,5 (tranzitmélységből)
Tömeg (M_{Earth})	617 ± 105
keringési idő (napokban)	2,70339
Átlagos keringési távolság (au)	~0,048
Sűrűség (g/cm^3)	~0,63
Átlagos hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)	~1 543

↑ A KELT-3b tulajdonságainak becslésének összefoglalása

Küldje el projektjét

A csapatok a Hack an Exoplanet platformon nyújthatják be csapatuk Hack an Exoplanet projektjét, hogy részvételi tanúsítványt kapjanak. A projekt benyújtásához látogasson el a hackanexoplanet.esa.int/submit-your-project oldalra.

→ 2. kihívás - A TOI-560c adatok elemzése

A KELT-3b elemzésének befejezése után a csapatoknak ugyanezt az elemzési folyamatot kell követniük a TOI-560c adatai esetében.

Az összes szükséges információ megtalálható az ügyiratban, a tanulói feladatlapon, valamint a hackanexoplanet.esa.int/challenges oldalon.

A csapatok a Hack an Exoplanet platformon nyújthatják be Hack an Exoplanet projektjüket, és kaphatnak részvételi tanúsítványt. A csapat projektjének beküldéséhez látogasson el a hackanexoplanet.esa.int/submit-your-project oldalra.

A legjobb projekt díja:

A legjobb projekt díjának elnyerésére esélyes csapatoknak kell beküldeniük a TOI-560c-ről szóló vizsgálati naplójukat.

A csoportja által benyújtott pályázatnak tartalmaznia kell a TOI-560c-re vonatkozó Cheops-adatok elemzését, és egy tudományos cikk formátumát kell követnie, beleértve az összefoglalót, az elemzést és az eredményeket, valamint a következtetéseket.

A győztes csapatok ESA-ajándékokat kapnak, valamint lehetőséget kapnak arra, hogy 2023. július 17-én részt vegyenek egy webináriumon a fizikai Nobel-díjas Didier Queloz-szal. A pályázatok benyújtásának határideje 2023. június 14.

A projekt beküldéséhez látogasson el a hackanexoplanet.esa.int/submit-your-project oldalra.

→ LINKEK

Támogató források

Hack egy exobolygót:

hackanexoplanet.esa.int

Hack egy exobolygó oktatói útmutató a tevékenységhez

hackanexoplanet.esa.int/hu/educators-guide

AllesFitter szoftver oktatási verziója:

hackanexoplanet.esa.int/allesfitter

Bevezetés a Hack an Exoplanet - válj exobolygó detektívvé

hackanexoplanet.esa.int/hu/challenges

Allesfitter mini bemutató - lépcsről-lépésre útmutató a legjobb modell adatokhoz való illesztéséhez

hackanexoplanet.esa.int/hu/allesfitter-guide

Hogyan határozzuk meg egy exobolygó méretét?

hackanexoplanet.esa.int/hu/challenges-size

Egy exobolygó keringési ideje és távolsága Kepler harmadik törvénye alapján

hackanexoplanet.esa.int/hu/challenges-orbital-period-and-distance

Lehetnek-e lakható exobolygók?

hackanexoplanet.esa.int/hu/challenges-temperature-and-habitability

Miből állnak az exobolygók?

hackanexoplanet.esa.int/hu/challenges-composition

A KELT-3b tudományos referenciái

exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/KELT-3

ESA-források

ESA tantermi források

esa.int/Education/Classroom_resources

Tanítás exobolygókkal

esa.int/Education/Teach_with_Exoplanets

Ismerje meg a Cheopsot: az exobolygókat jellemző műhold

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Meet_Cheops_the_Characterising_Exoplanet_Satellite

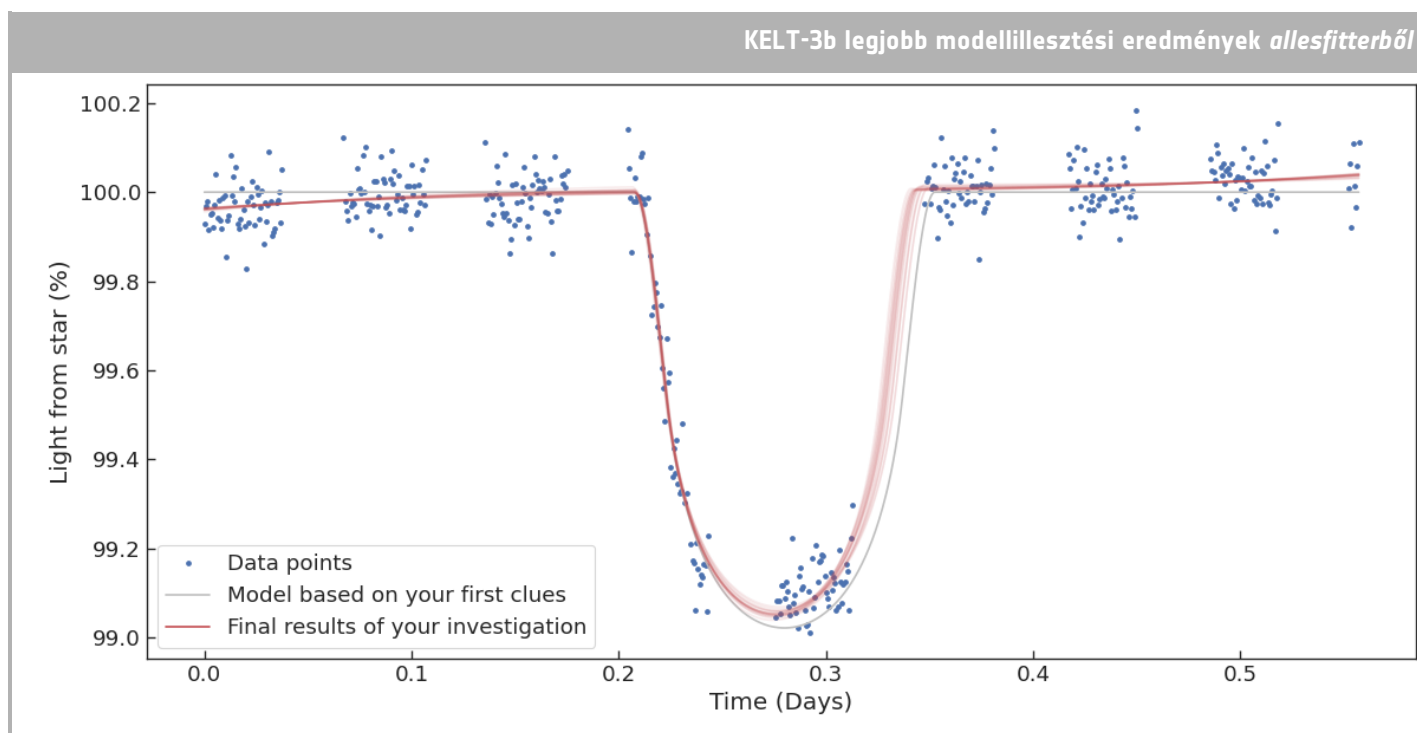
ESA űrprojektek

Cheops - CHaracterising ExOPlanet Satellite (Exobolygó műhold)

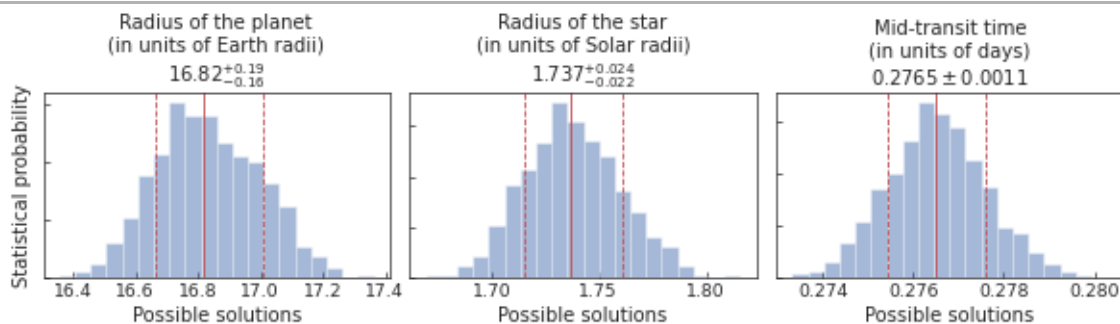
esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cheops

→ 1. melléklet

A KELT-3b exobolygó tranzit fénygörbéje



↑ [Tranzit fénygörbe legjobb illeszkedési modellje.](#)



- A hisztogramok azt mutatják, hogy az egyes paraméterek milyen valószínűséggel vesznek fel egy bizonyos értéket.
- A középső, folytonos vonal az egyes paraméterek mediánértékét mutatja.
- A tőle balra és jobbra lévő szaggatott vonalak az alsó és felső határokat jelzik.
- Ezeket nevezzük 1-szigmás bizonytalanságoknak. Ez azt jelenti, hogy statisztikailag 68%-ban biztosak lehetünk abban, hogy a valódi érték ezeken belül van.
- Megjegyzendő, hogy ez azt jelenti, hogy egy paraméter valódi értéke ezeken a határokon kívül esik; ezek csak statisztikai bizonytalanságok, nem pedig végleges határértékek.

↑ [A KELT-3b összes paraméterértékének statisztikai valószínűségének hisztogramja](#)

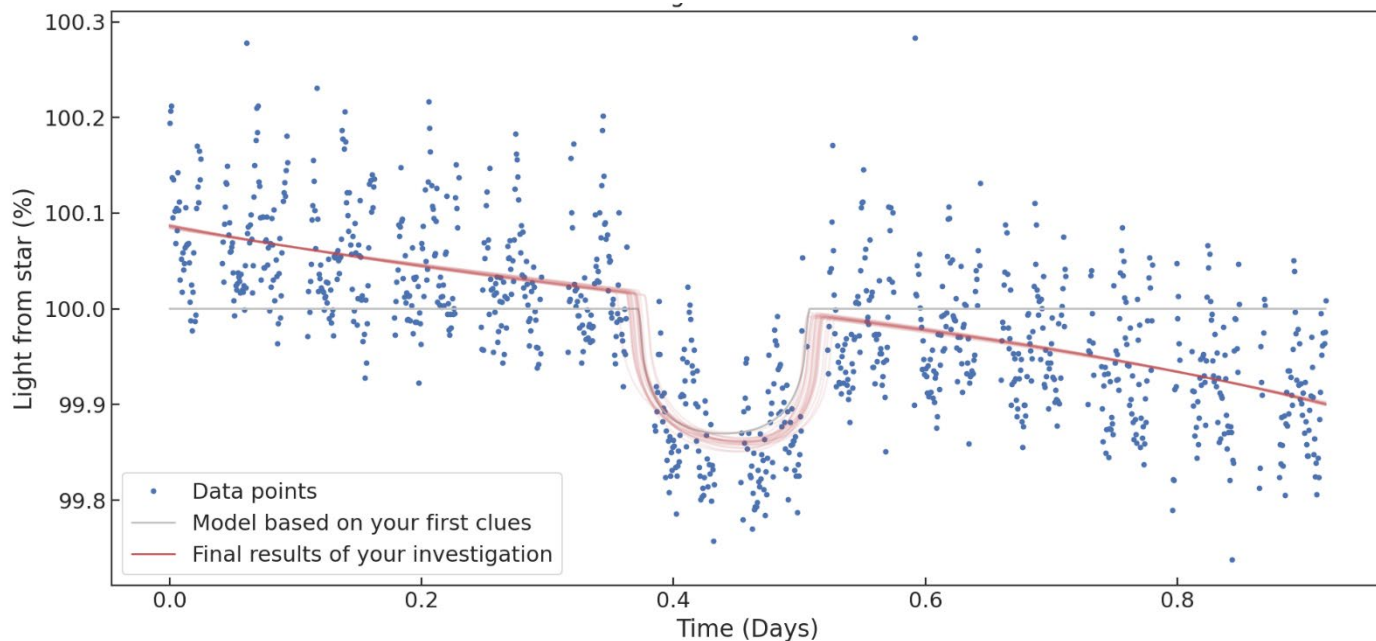
Név	Medián érték	Alacsonyabb hiba	Felső hiba	Eseti jegyzet
A bolygó sugara (a Föld sugarának mértékegységében)	16,82	0,16	0,19	Kheopsz megfigyelései
A csillag sugara (napsugár egységben)	1,737	0,022	0,024	Kheopsz megfigyelései
Közepes tranzitidő (napokban kifejezve)	0,2765	0,0011	0,0011	Kheopsz megfigyelései
keringési idő (napokban kifejezve)	2,70339			Egyéb észrevételek az archívumból

↑ [táblázat a legjobban illeszkedő modell paramétereivel.](#)

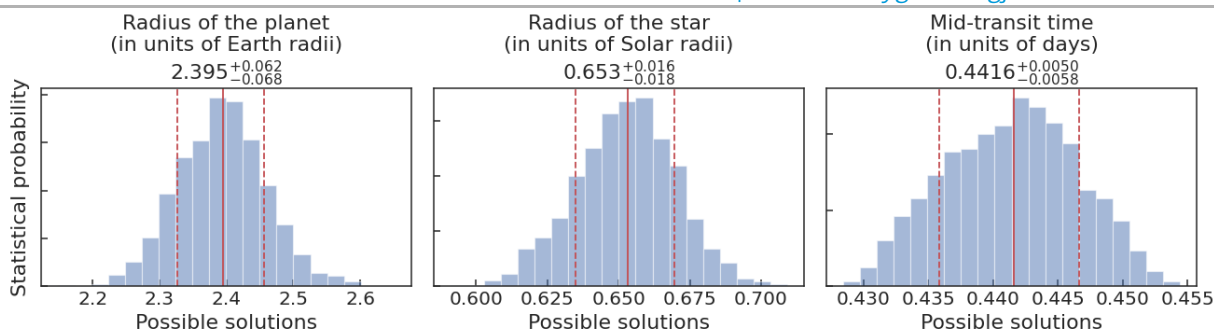
→ 2. melléklet

A TOI-560c exobolygó tranzit fénygörbéje

TOI-560c legjobb modellillesztési eredmények *allesfittertől*



↑ [Tranzit fénygörbe legjobb illeszkedési modellje.](#)



- A histogramok azt mutatják, hogy az egyes paraméterek milyen valószínűséggel vesznek fel egy bizonyos értéket.
- A középső, folytonos vonal az egyes paraméterek mediánértékét mutatja.
- A tőle balra és jobbra lévő szaggatott vonalak az alsó és felső határokat jelzik.
- Ezeket nevezzük 1-szigmás bizonytalanságoknak. Ez azt jelenti, hogy statisztikailag 68%-ban biztosak lehetünk abban, hogy a valódi érték ezeken belül van.
- Megjegyzendő, hogy ez azt jelenti, hogy lehetséges, hogy egy paraméter valódi értéke ezeken a határokon kívül esik; ezek csak statisztikai bizonytalanságok, nem pedig végleges határértékek.

↑ [A TOI-560c összes paraméterértékének statisztikai valószínűségének histogramja](#)

Név	Medián érték	Alacsonyabb hiba	Felső hiba	Eseti jegyzet
A bolygó sugara (a Föld sugarának mértékegységében)	2,395	0,068	0,062	Kheopsz megfigyelései
A csillag sugara (napsugár egységben)	0,653	0,018	0,016	Kheopsz megfigyelései
Közepes tranzitidő (napokban kifejezve)	0,4416	0,0058	0,0050	Kheopsz megfigyelései
keringési idő (napokban kifejezve)	18,8797			Egyéb észrevételek az archívumból

↑ [táblázat a legjobban illeszkedő modell paramétereivel.](#)