

# Interpretace dat z pozorování tranzitu exoplanety

E. Bednářová, E. Švarcová, D. Menšík, A. Podmanická

MFF UK, V Holešovičkách 2, Praha 8

[bednarovaeliska236@gmail.com](mailto:bednarovaeliska236@gmail.com), [podmanickaana@gmail.com](mailto:podmanickaana@gmail.com),  
[evelisvarcova@gmail.com](mailto:evelisvarcova@gmail.com), [davca@mensikovi.com](mailto:davca@mensikovi.com)

## Abstrakt:

V rámci miniprojektu jsme interpretovali získaná a zpracovaná fotometrická data tranzitu exoplanety. Cílem bylo určit, co nejvíce parametrů a charakterizovat zkoumanou planetu.

## 1 Úvod

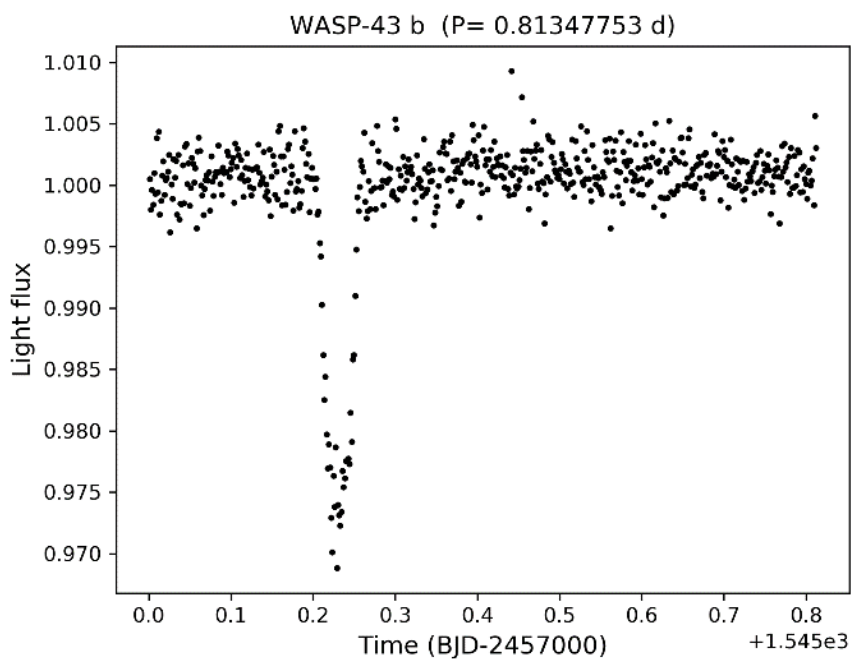
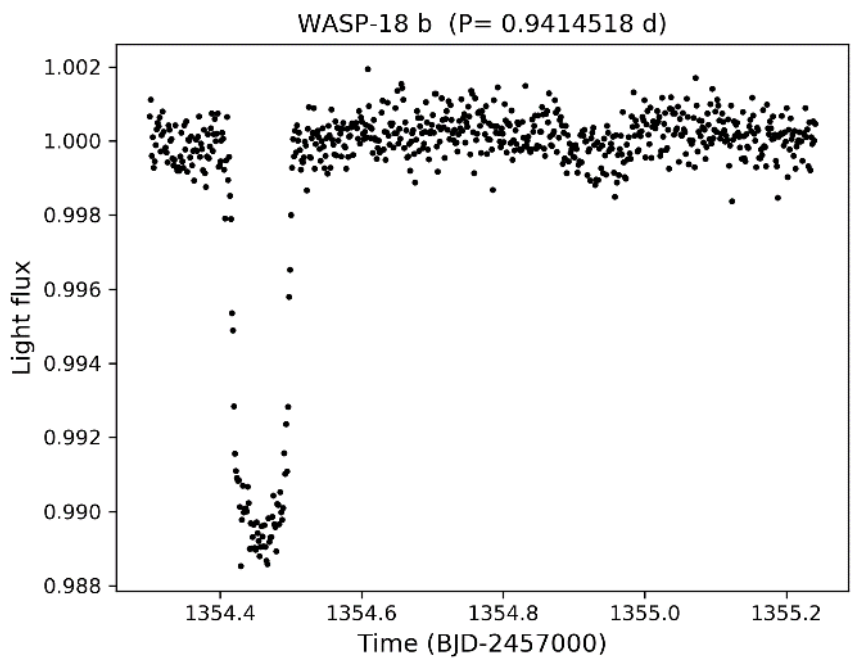
Exoplaneta (extrasolární planeta) je planeta obíhající jinou hvězdu než Slunce. Zkoumání exoplanet nám pomáhá určit, zda může existovat život jinde než na Zemi. Zjišťujeme, zda se exoplanety nachází v obyvatelné zóně, která je definována jako oblast, ve které se voda může nacházet v kapalném skupenství. V dnešní době mnoho informací získáváme z vesmírných sond. V roce 2009 byla vyslána sonda Kepler za účelem detekce exoplanet a později sonda TESS v roce 2018. K detekci exoplanet je používáno mnoho metod, mezi nejpoužívanější patří tranzit a metoda radiálních rychlostí, pomocí které byla objevena první exoplaneta při hvězdě podobné Slunci 51 Pegasi b v roce 1995. K tranzitu dochází, když exoplaneta prochází z pohledu pozorovatele před svou mateřskou hvězdou.

## 2 Materiály a metody

Pracovali jsme s normovanými daty získanými z pozorování tranzitů 2 různých exoplanet sondou TESS. Data ukazují změnu intenzity světelného záření hvězdy v závislosti na čase. Pracovali jsme s daty zpracovanými v grafech, ze kterých jsme vyčítali údaje (např. doba trvání tranzitu exoplanety, maximální pokles jasnosti v průběhu tranzitu, přítomnost okrajového ztemnění). Po dohledání hmotnosti a poloměru mateřské hvězdy jsme byli schopni určit poloměr exoplanety, vzdálenost exoplanety od její mateřské hvězdy a zda se exoplaneta nachází v obyvatelné zóně.

V zpracovaných fotometrických datech můžeme vidět linii konstantní svítivosti a následný pokles způsobený tranzitem exoplanety. Začátek a konec tohoto poklesu svítivosti indikuje první a poslední kontakt a porovnáním časů, kdy tyto události nastaly, můžeme zjistit délku trvání celého tranzitu exoplanety. Další zajímavý jev, který jsme mohli z dat vypožorovat je efekt okrajového ztemnění. Tento efekt nastává v důsledku toho, že hvězda nesvítí rovnoměrně jasně na celém svém disku, ale její jasnost mírně klesá od středu směrem ke krajům hvězdy. V grafu se tento efekt projevuje mírným prohloubením ve světelné křivce. Když zjistíme maximální pokles jasnosti, tak pomocí vztahu  $I_{max} - I_{min} = \frac{R_p^2}{R_h^2}$  můžeme zjistit poměr

poloměru exoplanety a poloměru hvězdy. Po dohledání poloměru mateřské hvězdy můžeme určit poloměr exoplanety. Když dohledáme hmotnost mateřské hvězdy, můžeme pomocí vztahu  $r^3 = \frac{GM_h}{4\pi^2} \cdot P_p^2$  určit vzdálenost exoplanety od své mateřské hvězdy, kde  $G$  je gravitační konstanta,  $M_h$  je hmotnost mateřské hvězdy a  $P_p$  je perioda oběhu exoplanety. Pro zjednodušení dalších úvah předpokládáme, že mateřská hvězda zkoumané exoplanety má stejný zářivý výkon jako Slunce. Díky tomu můžeme určit, že hranice obyvatelné zóny jsou 0,95 AU – 1,37 AU. Porovnáním vypočítané vzdálenosti s těmito hraničními hodnotami zjistíme, že ani jedna ze zkoumaných exoplanet se nenachází v obyvatelné zóně.



### 3 Výsledky

Název exoplanety	WASP-43 b	WASP-18 b
Mateřská hvězda	WASP-43	WASP-18
Souhvězdí	Fénix	Sextant
Délka tranzitu [h]	$1,8 \pm 0,6$	$2,4 \pm 1,2$
Perioda [den]	0,81347753	0,9414518
Maximální pokles svítivosti	$0,032 \pm 0,003$	$0,011 \pm 0,001$
Efekt okrajového ztemnění	ANO	ANO
Poloměr mateřské hvězdy [km]	464 000	856 000
Poloměr exoplanety [km]	$84\,000 \pm 3\,890$	$89\,800 \pm 4\,080$
Hmotnost hvězdy [ $M_{\odot}$ ]	$0,717 M_{\odot}$	$1,24 M_{\odot}$
Vzdálenost od mateřské hvězdy [AU]	0,015	0,021
V obyvatelné zóně	NE	NE

Porovnání vypočítaných hodnot s oficiálními údaji:

Exoplaneta	WASP-43 b		WASP-18 b	
	Náš výpočet	Exoplanet.eu	Náš výpočet	Exoplanet.eu
Poloměr exoplanety[km]	$84\,000 \pm 3\,890$	$72\,400 \pm 1\,320$	$89\,800 \pm 4\,080$	$81\,400 \pm 5\,380$
Vzdálenost exoplanety od mateřské hvězdy[AU]	0,015	0,015	0,021	0,021

### 4 Shrnutí

Vypočítané vzdálenosti exoplanet od mateřských hvězd se shodují s oficiálními údaji, ale vypočítané poloměry exoplanet mají jisté odchylky od oficiálních údajů nejpravděpodobněji v důsledku nepřesného odhadu hodnot z grafu. Z normovaných fotometrických dat se nám povedlo dané exoplanety poměrně přesně charakterizovat.

Většina doposud zkoumaných exoplanet má krátkou periodu oběhu, tudíž jsou ve většině případů blízko své hvězdy, a proto se nenachází v obyvatelné zóně. Budoucí pozorování planet mimo naši Sluneční soustavu může přispět k hledání mimozemského života. Pohled na vzdálené hvězdné soustavy nám přináší pochopení historie formování naší Sluneční soustavy a naší planety Země.

## Poděkování

Děkujeme našemu vedoucímu miniprojektu Mgr. Danielovi Dupkalovi za provedení na cestě objevování exoplanet a ukázaní nekonečného světa astronomie. Naše díky patří taktéž organizátorům Týdne vědy za možnost zúčastnit se této unikátní akce.

## Reference

- [1] [http://exoplanet.eu/catalog/wasp-18\\_b/](http://exoplanet.eu/catalog/wasp-18_b/)
- [2] [http://exoplanet.eu/catalog/wasp-43\\_b/](http://exoplanet.eu/catalog/wasp-43_b/)
- [3] M. Blažek a spol. *Pozorování, popis a charakterizace exoplanet pomocí 2M Perkoval dalekohledu na hvězdárně v Ondřejově.*
- [4] [https://sk.wikipedia.org/wiki/Ob%C3%BDvate%C4%BEn%C3%A1\\_z%C3%B3na](https://sk.wikipedia.org/wiki/Ob%C3%BDvate%C4%BEn%C3%A1_z%C3%B3na)