

# Příprava follow-up pozorování kandidátů na exoplanety objevených vesmírnou misí TESS

Barbora Nováčková\*, Michal Mikeska\*\*

\*Gymnázium Českolipská, Praha, \*\*Gymnázium Ostrava Zábřeh, Ostrava

\*[barca.novackova@seznam.cz](mailto:barca.novackova@seznam.cz), \*\*[michalmikesak@gmail.com](mailto:michalmikesak@gmail.com)

## Abstrakt

18. dubna 2018 byl na oběžnou dráhu Země vynesena satelit TESS, jehož úkolem je zaznamenávat a zkoumat nové exoplanety. Objevené kandidáty budou přezkoumávat dalekohledy ze Země (tzv. follow-up pozorování), které kandidáty buď potvrdí nebo vyvrátí. My jsme si vyzkoušeli metody tohoto pozorování na kandidátech objevených misí Kepler K2.

## 1. Úvod

V dnešní době často slycháváme o tzv. exoplanetách. Přitom se nejedná o novou záležitost. Exoplaneta je planeta, která obíhá okolo jiné hvězdy než kolem Slunce. První myšlenky, že ve vesmíru existují jiné planety než ty obíhající kolem Slunce, pochází již z Antiky, kdy starořecký filosof Epikúros vyslovil myšlenku, že *“existuje nekonečně mnoho světů, podobných tomu našemu, i naprosto odlišných”*. Tato domněnka nebyla veřejností uznávána a převahu měl Aristotelův názor, že existuje jen jediný svět a to ten náš. V 16. století navázal italský filosof Giordano Bruno na Koperníkovu myšlenku o heliocentrismu a posunul ji ještě dál. Prohlásil, že Slunce je jednou z mnoha hvězd a že tyto hvězdy mají také své planety.

První potvrzená exoplaneta byla objevena roku 1992. Do 1. dubna 2018 bylo objeveno 3758 exoplanet. Nejvíce z nich objevil vesmírný teleskop Kepler - přes 2000 potvrzených exoplanet a několik tisíc planetárních kandidátů. Exoplanety pro nás znamenají nová místa ve vesmíru, kde by se mohl vyskytovat život.

## Mise Kepler

Sonda Kepler, pojmenována na počest německého astronoma Johanneses Kepplera, byla vynesena na oběžnou dráhu Slunce 7. března 2009, kde obíhá s oběžnou dobou 372,5 dne. Mise je součástí NASA programu Discovery a její původní plánovaná délka byla 3,5 roku, avšak sonda je funkční dodnes. Jejím primárním cílem je hledat exoplanety podobné Zemi.

Již počátkem roku 2010 bylo oznámeno 5 Keplerem objevených exoplanet, během následujících tří let objevil přes několik tisíc dalších kandidátů. V květnu 2013 se Keplerovi pokazil druhý ze čtyř gyroskopů, které slouží k jeho stabilizaci ve vesmírném prostoru. Roku 2014 byla tedy spuštěna mise K2, kdy sonda využívá ke stabilizaci tlaku slunečního záření.

Jednou za tři měsíce musí však přeměřovat zorné pole svého dalekohledu, čímž dochází k úbytku paliva.

Kepler překonal veškerá očekávání a objevil 2619 potvrzených exoplanet a 2724 planetárních kandidátů. Během několika měsíců však jeho mise skončí, protože mu dojde palivo.

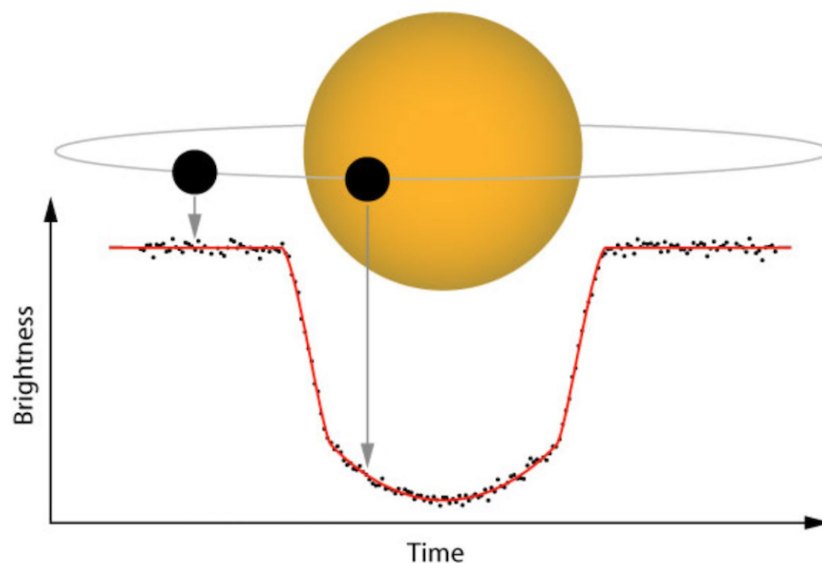
## Mise TESS

Na misi Kepler navazuje nová mise NASA v programu Explorer - mise TESS. Sonda TESS byla vynesena 18. dubna 2018 na oběžnou dráhu Země a jejím cílem je zkoumat planety okolo jasných hvězd (se zdánlivou magnitudou méně než 12), které lze pozorovat ze Země. Během dvou let prozkoumá 26 sektorů, každý z nich bude pozorovat 13,7 dnů. Během prvního roku prozkoumá severní oblohu, poté se přetočí a bude zkoumat oblohu jižní. Sonda TESS pokryje 400x větší plochu než sonda Kepler. Mise je optimalizována pro následující follow-up pozorování planetárních kandidátů ze Země.

## 2. Metody výzkumu exoplanet

Exoplanety lze zkoumat přímým pozorováním, výrazně však převládá uplatnění nepřímých metod. V rámci našeho miniprojektu jsme se soustředili na měření radiální rychlosti a tranzitní metodu, které se používají nejčastěji.

Při změně radiální rychlosti dochází k tomu, že vlnová délka objektu, který se od nás vzdaluje, se pro pozorovatele na Zemi zvětšuje. Takto zkoumáme mateřskou hvězdu a exoplanetu, které obíhají okolo společného těžiště. Pokud se k nám přiblíží exoplaneta, vzdálí se od nás mateřská hvězda a její vlnová délka se zkrátí, což zkoumáme pomocí spektra hvězd. Tranzitní metoda zkoumá pokles jasnosti mateřské hvězdy, když přes ní z pohledu pozorovatele na Zemi přechází exoplaneta. Tento zkoumaný přechod nazýváme tranzitem. Sonda TESS bude při svém zkoumání používat metodu tranzitní.



Tranzitní metoda, zdroj: NASA

### 3. Příprava follow-up pozorování

Naším úkolem bylo zvolit vhodné kandidáty exoplanet objevených misí Kepler K2 k follow-up pozorování z Observatoře Astronomického ústavu Akademie věd ČR v Ondřejově. Z databáze NASA Exoplanet Archive jsme vybrali takové kandidáty, kteří splňovali dostatečnou jasnost pro pozorování z Ondřejova, tedy méně než 11 magnitud, a jejich hloubka tranzitu je méně než 5%. Pokud je hloubka tranzitu vyšší, zvyšuje se šance, že se jedná o dvojhvězdu. Dále jsme museli zjistit, zda-li jsou naši kandidáti pozorovatelní alespoň 3 měsíce v roce, pro získání dostatečného počtu dat. K tomu jsme využili aplikaci Stellarium, z níž jsme mohli dané hvězdy “pozorovat” přímo z Ondřejova. Námi nalezené kandidáty jsme zaznamenali do tabulky č. 1.

EPIC označení	Viditelnost (měsíc)	Pozorování	Doba oběhu ve dnech	hloubka tranzitu	Vmag	Délka expozice	HD název
EPIC 204763194	-	ne	2.32	0,54	9.973	2x 1800s	HD 143191
EPIC 201705526	1.-3.	ano	18.10	0,78	9.938	2x 800s	
EPIC 201270464	1.-4.	ano	1.58	0,86	9.392	2x 1800s	HD 98575
EPIC 201534540	-	ne	2.72	1,49	8.197	2x 1200s	HD 99458
EPIC 202059377	jaro	ano	1.58	2,49	8.700	2x 1200s	HD 46882
EPIC 205050711	-	ne	4.30	2,61	10.588	2x 1800s	
EPIC 210925707	10.-12.	ano	1.69	4,59	9.519	2x 1800s	HD 23765
EPIC 211993818	1.-3.	ano	8.99	4,86	7.218	2x 1200s	HD 70826

Tabulka č. 1: Vybraní kandidáti z mise Kepler K2 pro follow-up pozorování

Samotné pozorování se skládá z pořízení korekčních snímků (tzv. zero, flat a domeflat snímků), srovnávacích snímků (snímky spektra thorium-argonové lampy a snímky “rv-standardní” hvězdy) a následného pozorování samotných cílů - kandidátů, kteří jsou v dané chvíli pozorovatelní (v našem případě cíle uvedené v tabulce č. 1).

### 4. Závěr

Vyzkoušeli jsme si připravit follow-up pozorování z observatoře v Ondřejově. Pro sondu TESS by se některé podmínky lišily. Narozdíl od Keplera se soustředí pouze na jasnější hvězdy s magnitudou menší než 12, což by při pozorování ze stejného místa kandidáty neovlivnilo, neboť již naši zvolení kandidáti mají méně než 11 mag.. Délka tranzitu by musela být taková, aby ji sonda TESS byla schopna během 13,7 dnů pozorování daného sektoru zaznamenat. Mise TESS nalezne více kandidátů, kteří budou splňovat výše zmíněné parametry a kteří budou z Ondřejova viditelní po celý rok.

Pro lidstvo tímto velkým krokem začíná nová éra bádání v oblasti exoplanet. Pokud se následně potvrdí existence dalších exoplanet, budeme moci lépe pochopit vznik planet obecně a tedy i naši modré planety Země. A kdo ví, možná jednou bude právě mise TESS označována jako klíč k velkým úspěchům.

## Poděkování

Tímto bychom rádi poděkovali garantovi našeho miniprojektu Danielovi Dupkalovi za uvedení do problematiky exoplanet a za ochotu nám poradit a leccos vysvětlit. Dále bychom rádi poděkovali organizátorům letošního ročníku Týdne vědy na Jaderce za možnost vzdělávat se a vyzkoušet si vědeckou práci na vlastní kůži.

## Reference

- Bozza V., Mancini L., Sozzetti A.: *Methods of Detecting Exoplanets*, Springer, 1st ed. 2016 edition, B01E6O29RM
- ONLINE: Aldebaran homepage, Exoplanety, (19.6.2018)  
<https://www.aldebaran.cz/astrofyzika/hvezdy/exoplanets.php>
- Borucki W. J., *Rep. Prog. Phys.* 79 (2016) 036901 (49pp)
- ONLINE: Petr Kubala, Kepler našel první planetu v rámci nové mise K2 (19.6.2018),  
<https://www.exoplanety.cz/2014/12/18/kepler-je-definitivne-zpet-nasel-prvni-planetu-v-ramci-nove-mise-k2/>
- ONLINE: Petr Kubala, Kolik exoplanet je v Galaxii? (19.6.2018),  
<https://www.exoplanety.cz/2012/01/13/kolik-exoplanet-je-v-galaxii/>
- ONLINE: NASA, *Spacecraft and Instrument*, 2011 (cit. 19.06.2018)  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/kepler/spacecraft/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/spacecraft/index.html)
- ONLINE: NASA Exoplanet Archive, K2 Candidates (19.6.2018)  
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/cgi-bin/TblView/nph-tblView?app=ExoTbls&config=k2candidates>
- ONLINE: WIKIPEDIA contributors (2018, June 13), *Transiting Exoplanet Survey Satellite* (June 19, 2018)  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Transiting\\_Exoplanet\\_Survey\\_Satellite&oldid=845745600](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Transiting_Exoplanet_Survey_Satellite&oldid=845745600)
- ONLINE: astro.cz; Mise TESS odstartovala na oběžnou dráhu. (19.6.2018)  
<http://www.astro.cz/clanky/exoplanety/novy-lovec-exoplanet-tess-odstartoval-na-obeznou-drahu.htm>