

# KOSMICKÉ ROZHLEDY

VĚSTNÍK ČESKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI

Číslo 2 / 2022

Ročník 60



[www.astro.cz](http://www.astro.cz)

*Samostatně neprodejná příloha časopisu Astropis*

## Obsah

Cena Littera Astronomica pro Janu Žďárskou .....	3
Kvízova cena pro Martina Maška .....	4
V atmosféře exoplanety byl objeven dosud nejtěžší prvek .....	5
NASA a SpaceX studují, jak prodloužit životnost HST .....	6
Dva nově odhalené průvodci vyvinutých obřích hvězd .....	7
Po 50 letech k Měsíci .....	9
Konference o světelném znečištění .....	12

### V období listopadu a prosince 2022 slaví významná životní jubilea tito členové ČAS:

- |    |   |
|----|---|
| 50 | Vladimír Dvořák, Hodkovice n. Mohelkou<br>Ing. Darina Černá, Chomutov<br>Ing. Josef Vrba, Třebíč<br>Kamil Hornoch, Tišnov<br>Ing. Richard Sysala, Praha |
| 55 | Mgr. Lenka Soumarová, Praha   |
| 65 | Ing. Vladimír Tomša, Praha<br>Dr. Ing. Jan Soldán, Ondřejov   |
| 70 | RNDr. Peter Zamarovský CSc., Praha  |
| 75 | Gloria Dillingerová, Hostivice<br>Ing. Václav Šiman, Spálené Poříčí   |
| 76 | RNDr. Karel Drdla, Brno   |
| 77 | Pavel Vála, Liberec   |
| 78 | RNDr. Jan Laštovička DrSc, Praha<br>František Lomoz, Sedlčany   |
| 81 | Ing. Bohuslav Knesl, Trhový Štěpánov  |
| 85 | Jindřiška Příhodová, Praha  |
| 88 | RNDr. Oldřich Hlad, Praha   |
| 90 | Josef Pozdníček, Turnov   |
| 98 | Ing. Václav Grim, Praha   |

**ČAS přeje jubilantům vše nejlepší!**

**Na titulní straně:** Start rakety SLS 16. 11. 2022  
mise Artemis I

Autor: NASA

## KOSMICKÉ ROZHLEDY

Věstník České  
astronomické společnosti

**Ročník 60**  
Číslo 2/2022

**Vydává**  
Česká astronomická  
společnost  
IČO 00444537

### Redakční rada

Petr Sobotka  
Petr Heinzl  
Pavel Suchan  
Lenka Soumarová  
Lumír Honzík  
Petr Scheirich  
Radek Dřevěný  
Marcel Bělík  
Miloš Podařil  
Vladislav Slezák

### Adresa redakce

Kosmické rozhledy  
Sekretariát ČAS  
Astronomický ústav AV ČR  
Fričova 298  
251 65 Ondřejov  
e-mail: cas@astro.cz

**Grafická úprava  
a jazykové korektury**  
redakce Astropisu

**Tisk**  
GRAFOTECHNA PLUS, s r. o.

**Distribuce**  
ADLEX, spol. s r. o.

ISSN 0231-8156

*Samostatně neprodejná  
příloha časopisu Astropis*

*Vydáno s finanční podporou  
Akademie věd ČR*

## Cena Littera Astronomica pro Janu Žďárskou

Jan Vondrák, Pavel Suchan

Česká astronomická společnost ocenila cenou Littera Astronomica za rok 2022 Mgr. Janu Žďárskou z Fyzikálního ústavu AV ČR.

Slavnostní předání ceny proběhlo v pátek 14. října 2022 v 17:00 na 32. Podzimním knižním veletrhu v Kulturním domě Ostrov v Havlíčkově Brodě. Po předání ceny od 17:15 laureátka přednesla přednášku na téma „Jak se rodí rozhovory“. Laureátka převzala cenu z rukou knihkupce Jana Kanzelsbergera, spisovatelky a ředitelky 32. Podzimního knižního veletrhu v Havlíčkově Brodě PhDr. Markéty Hejkalové a předsedy České astronomické společnosti profesora Petra Heinzela.

Mgr. Jana Žďárská (\*1969) pracuje ve Fyzikálním ústavu Akademie věd ČR jako výkonná redaktorka Československého časopisu pro fyziku. K zájmu o vědu ji v dětství přivedl otec. Jako autorka se v rámci popularizace vědy věnuje především rozhovorům s vědci a reportážím z vědeckého prostředí. V rámci popularizace vědy publikuje v Československém časopisu pro fyziku, slovenském Kozmosu či populárně naučném časopisu Tajemství vesmíru. Je členkou České astronomické společnosti (ČAS), její Kosmologické sekce (dodávána jako její místopředsedkyně) a také Astronautické sekce ČAS, Jednoty českých matematiků a fyziků (JČMF), porotkyně České astrofotografie měsíce (ČAM) a členkou Kosmo klubu z. s. Miluje děti, přírodu, zachraňuje psy z útulků, ráda fotografuje a píše básně.

Jana Žďárská se s nevšedním zápalem věnuje popularizaci vědy, zejména fyzikálních oborů. Podstatná část jejich rozhovorů s významnými vědeckými pracovníky je přitom věnována astronomii a astrofyzice. V nich přibližuje populární formou poučenému čtenáři výsledky jejich výzkumu, ale také jejich životní běh a názory. Rozhovory se snaží pojmut jako životopisné, věnuje tedy pozornost i důležitým životním situacím, které formovaly vědeckou dráhu dotazovaných. Nepopisuje jenom jejich vědecké úspěchy, snaží se nabídnout komplexní pohled na jejich vědeckou práci i život. Jak sama říká, „Specializuji se především na rozhovory s vědci. Možná se zeptáte proč? Vždyť oni své výsledky v médiích publikují sami. To určitě ano, ale já bych moc ráda přiblížila jejich práci a výsledky nám všem, protože považuji za důležité, aby se každý člověk mohl dozvědět, jakými úkoly se vědci zabývají a co nám to může přinést.“



Laureátka ceny Littera Astronomica za rok 2022 Jana Žďárská

Na svém kontě má k dnešnímu dni celkem již 125 takových rozhovorů. V nakladatelství Academia jí v roce 2022 vyšla kniha **Slasti a strasti vědců naší vlasti, obsahující 15 vybraných rozhovorů**. A chystá další. Loňský laureát ceny Jan Vondrák letošní nominaci shrnuje: „Jsem hluboce přesvědčen, že za tuto svou perfektně odvedenou popularizační práci si Jana Žďárská od České astronomické společnosti ocenění Littera Astronomica plně zaslouží“.

## Kvízova cena pro Martina Maška

*Jakub Černý, Pavel Suchan*



*Laureát Kvízovy ceny za rok 2022 Martin Mašek*

kamerou proměnné hvězdy, komety a planety a provádí u nich měření jasností a polohy. V podobném čase se začal intenzivně zajímat o problematiku světelného znečištění, které rovněž aktivně měří. Je členem výboru SMPH a SPHE. Od roku 2012 je členem týmu dalekohledu FRAM na Fyzikálním ústavu AV ČR. Vystudoval obor Aplikovaná geografie na Technické univerzitě v Liberci.

Do mezinárodních databází pozorování komet doposud přispěl více než 2 300 měřeními/odhady jasností komet. V letech 2019 a 2020 byl dokonce na první příčce pozorovatelů komet celosvětově (počet měření jasností za daný rok). Pomocí robotických dalekohledů potvrzuje objevy nových komet a blízkozemních planetek, jeho jméno se objevuje v elektronických cirkulářích MPC, které oznamují objevy nových komet a planetek. Je aktivním

Česká astronomická společnost ocenila Kvízovou cenou za rok 2022 Bc. Martina Maška z Fyzikálního ústavu AV ČR. Slavnostní předání ceny proběhlo v sobotu 22. října 2022 v Planetáriu Praha. Laureát přednesl přednášku na téma **Proměnné hvězdy, komety a planety**.

**Martin Mašek** je členem Klubu astronomů Liberecká – pobočky České astronomické společnosti, Sekce proměnných hvězd a exoplanet ČAS a také Společnosti pro meziplanetární hmotu.

Martin Mašek je vytrvalým pozorovatelem komet, blízkozemních planetek a proměnných hvězd. Jeho aktivity se dále zaměřují na problematiku světelného znečištění a popularizaci astronomie. Je po něm pojmenována planetka (9841).

Stručný životopis: O astronomii se zajímá od velkého zatmění Slunce v roce 1999. Nejprve začal pozorovat vizuálně deep-sky objekty, planety, komety. Později začal i fotit, od roku 2008 pozoruje CCD

pozorovatelem proměnných hvězd, je spoluautorem řady publikací, které se objevují v impaktovaných časopisech, během pozorování objevil či spoluobjevil přes 500 nových proměnných hvězd. Dlouhodobě a aktivně měří jas noční oblohy a mapuje světelné znečištění na Liberecku. Přispívá články pro [astro.cz](http://astro.cz), je vedoucím na Astronomické expedici.

## V atmosféře exoplanety byl objeven dosud nejtěžší chemický prvek

Jiří Srba

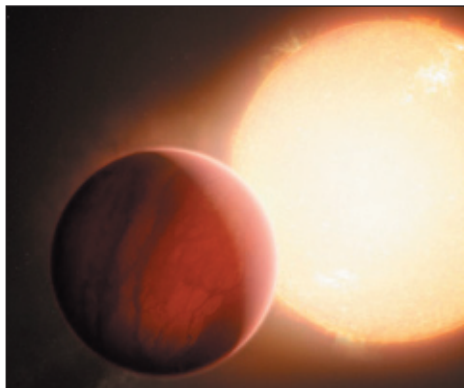
Astronomové využívající dalekohled ESO/VLT objevili v atmosféře extrasolární planety baryum – dosud nejtěžší chemický prvek, jaký byl tímto způsobem zaznamenán. Nalezení barya ve vysokých vrstvách atmosféry hned u dvojice mimořádně horkých plyných obrů WASP–76 b a WASP–121 b – planet obíhajících kolem dvou různých hvězd ležících mimo Sluneční soustavu – bylo pro vědce překvapením. Nečekaný objev přináší řadu otázek týkajících se vlastností takto exotických atmosfér.

„Záhadou je, proč se tak těžký chemický prvek nachází v horních vrstvách atmosfér těchto planet,“ říká Tomás Azevedo Silva (PhD student, University of Porto; Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço; Portugalsko), hlavní autor studie publikované ve vědeckém časopise *Astronomy & Astrophysics*.

**WASP–76 b a WASP–121 b** nejsou – v měřítkách Sluneční soustavy – obyčejné planety. Jedná se o objekty, které bychom mohli popsat jako „extrémně horký Jupiter“ (*ultra-hot Jupiter*) – svojí velikostí jsou srovnatelné s planetou Jupiter, ale mají mimořádně vysokou povrchovou teplotu přesahující 1 000 °C. Příčinou je malá vzdálenost od mateřské hvězdy, což také znamená, že perioda oběhu je v obou případech jen několik dní. Díky tomu mají planety neobvyklé vlastnosti – u WASP–76 b vědci například předpokládají, že v její atmosféře prší železo.

Přesto byli vědci překvapeni, že **v horních vrstvách obou planet WASP–76 b i WASP–121 b našli baryum**, které je dokonce 2,5× těžší než železo. „Vzhledem k silné gravitaci obou planet bychom očekávali, že těžké prvky, jako je baryum, rychle klesnou do nižších vrstev atmosféry,“ vysvětluje spoluautor práce Olivier Demangeon (University of Porto; Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço; Portugalsko).

„Byl to v mnoha ohledech náhodný objev,“ popisuje Azevedo Silva. „Neočekávali jsme baryum a ani jsme ho cíleně nehledali. Museli jsme proto pečlivě zkontrolovat, jestli signál skutečně přichází z planet, protože baryum dosud nebylo ve spektru žádné exoplanety pozorováno.“



Ilustrace exoplanety typu „extrémně horký Jupiter“ při přechodu přes disk mateřské hvězdy

Fakt, že baryum bylo detekováno v atmosférách obou těchto mimořádně horkých těles naznačuje, že tato kategorie exoplanet by mohla být ještě zajímavější, než se doposud myslelo. I když občas můžeme známky barya pozorovat i na obloze planety Země – v podobě jasně zelené barvy ohňostrojí – je pro vědce otázkou, jaký přírodní proces by mohl způsobit, že se tento těžký chemický prvek dostal do tak velké výšky v případě těchto extrasolárních planet. „*V tomto okamžiku si nejsme jistí, jaký mechanismus to způsobuje,*“ přiznává Olivier Demangeon.

Při studiu exoplanetárních atmosfér jsou tyto extrémně horké planety mimořádně užitečné. „*Jelikož se jedná o horká plynná tělesa, jsou jejich atmosféry velmi rozsáhlé. Proto se snadněji pozorují a zkoumají ve srovnání s atmosférami malých chladných planet,*“ vysvětluje Olivier Demangeon.

Určení složení exoplanetární atmosféry vyžaduje specializované vybavení. K analýze světla, které bylo přefiltrováno atmosférami planet WASP-76 b a WASP-121 b, vědci použili přístroj ESPRESSO pracující ve spojení s dalekohledem VLT. Díky tomu bylo možné v atmosférách spolehlivě detekovat několik různých chemických prvků, včetně barya.

Tyto nové výsledky ukazují, že jsme dosud zahlédli pouze odlesk toho, jaká tajemství exoplanety ve skutečnosti skrývají. S pomocí budoucích přístrojů, jakým bude například ešeletový spektrograf s vysokou disperzí ANDES, který se stane jedním z přístrojů pro budovaný velký dalekohled ELT, budou astronomové schopni zkoumat atmosféry malých i velkých exoplanet, včetně kamenných těles podobných Zemi, a to vše v mnohem větších detailech, aby mohli získat poznatky o skutečné povaze těchto podivných světů.

## NASA a SpaceX studují, jak prodloužit životnost HST

František Martinek

NASA a SpaceX podepsaly 22. září 2022 nefinancovanou dohodu, tzv. Space Act Agreement, která by měla zkoumat proveditelnost myšlenky společnosti SpaceX a programu Polariss k vynesení Hubbleova vesmírného teleskopu HST na vyšší oběžnou dráhu pomocí kosmické lodi Dragon, a to bez jakýchkoliv finančních nákladů pro americkou vládu. Tato proslulá kosmická observatoř funguje od dubna 1990 (více než 32 let), kdy byla navedena na dráhu ve výšce 540 kilometrů nad zemským povrchem. Tato dráha se však v důsledku odporu řídké atmosféry postupně snižuje a nakonec hrozí zánik dalekohledu v hustých vrstvách zemského ovzduší.

HST nemá na palubě žádný pohonný systém, kterým by korigoval malý, ale stále působící odpor řídké atmosféry v této oblasti kosmického prostoru. Jeho oběžná dráha byla zvyšována pouze při opravárenských misích pomocí raketoplánu Space Shuttle. Navrhované nové úsilí by zahrnovalo kosmickou loď Dragon od společnosti SpaceX Elona Muska.

„*Před několika měsíci se společnost SpaceX obrátila na NASA s myšlenkou na studii, zda by komerční posádka mohla pomoci zvýšit oběžnou dráhu Hubbleova teleskopu,*“ prohlásil vedoucí vědecký pracovník NASA Thomas Zurbuchen. Dodal, že agentura souhlasila se studiem uvedeného problému a zdůraznil, že v současné době zatím nejsou žádné konkrétní plány na provedení a financování takové mise, dokud nebude technické řešení lépe prostudováno.

Jednou z hlavních překážek by bylo, že kosmická loď Dragon, na rozdíl od raketoplánu Space Shuttle, není vybavena robotickým ramenem a byla by nutná její modifikace pro takovou misi.



SpaceX – ve spolupráci s programem Polaris – navrhuje tuto studii k lepšímu porozumění technickým výzvám spojeným s takovými servisními misemi. Tato studie není uzavřená a další společnosti se mohou ucházet podobnými studiemi se svými zajímavými projekty.

Tým předpokládá, že studie potrvá zhruba šest měsíců a bude shromažďovat technická data z Hubbleova teleskopu a kosmické lodi Dragon společnosti SpaceX. Tato data pomůžou rozhodnout, jestli by bylo možné bezpečně uskutečnit setkání, spojení a vynesení dalekohledu na vyšší, mnohem stabilnější dráhu.

„Tato studie je vzrušujícím příkladem toho, jak průkopnický přístupuje NASA při výzkumu prostřednictvím soukromo–veřejné spolupráce,“ říká Thomas Zurbuchen, zástupce administrátora při Science Mission Directorate at NASA Headquarters in Washington. „Jak naše flotila roste, máme potřebu zkoumat široký rozsah možností, jak podpořit co nejsilnější a nejkvalitnější vědecké mise.“

Zatímco HST a Dragon budou sloužit jako zkušební modely pro tuto studii, části konceptu mise mohou být aplikovatelné i na jiné kosmické lodě, zejména na nízkých oběžných drahách kolem Země.

SpaceX navrhuje tuto myšlenku v rámci spolupráce s programem Polaris, což je soukromý pilotovaný program pod vedením miliardáře Jareda Isaacmana, který v minulém roce uskutečnil pilotovaný let na oběžnou dráhu v kosmické lodi Dragon společně se třemi dalšími soukromými astronauty. Na další kosmický let se nyní připravuje, měl by se uskutečnit v roce 2023.

Navedení HST na vyšší, mnohem stabilnější oběžnou dráhu může o mnoho let prodloužit životnost tohoto kosmického dalekohledu. Na konci životnosti HST plánuje NASA jeho stažení z oběžné dráhy nebo bezpečné zničení.

„V současné době se předpokládá, že Hubble zůstane v provozu po celou tuto dekádu, s 50procentní šancí na jeho stažení v roce 2037“, řekl Patrick Crouse, projektový manažer Hubbleova vesmírného teleskopu.

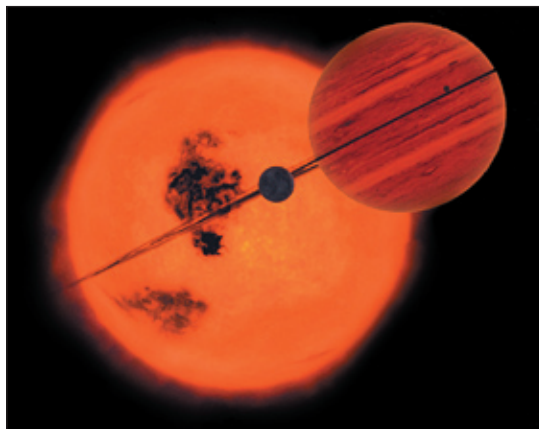
HST, patřící pravděpodobně k nejcennějším v historii vědy, pokračuje v realizaci důležitých pozorování včetně toho, při kterém letos detekoval nejvzdálenější doposud spatřenou osamělou hvězdu – **Earendel**, jejímuž světlu trvalo **12,9 miliardy roků**, než k nám doputovalo.

## Dva nově odhalené průvodce vyvinutých obřích hvězd

Michal Švanda

Astronomové Stelárního oddělení ASU se podílejí na dlouhodobém sledování rudých obrů a hledají u nich průvodce. Práce má první výsledky, astronomové oznamují u dvou ze sledovaných hvězd přítomnost hnědého trpaslíka a menší hvězdy.

Když byla v roce 1995 objevena první extrasolární planeta u hvězdy podobné Slunci, nikdo asi netušil, jaké důsledky tento objev bude mít. Vznikla zcela nová astronomická disciplína, dedikované přístroje vznikaly na běžícím páse, hledání extrasolárních planet mělo obrovskou podporu grantových agentur. Výsledky na sebe nenechaly čekat, a tak dnes známe přes pět tisíc planet kolem cizích hvězd. Dlužno podotknout, že tento vzorek ani zdaleka nepokrývá všechny spektrální typy hvězd. Dvě nejpoužívanější metody, metoda analýzy radiálních rychlostí a metoda tranzitní, totiž mnohem lépe fungují pro hvězdy podobné Slunci. Pro hvězdy hmotnější se objevují komplikace snižující citlivost obou metod,



*Malířova představa obří plynné planety obíhající rudého obra v pozdním stádiu vývoje*

kteří vyplývají jednak z obecně většího rozměru hvězdy, což snižuje citlivost tranzitní metody, a také z toho, že tyto hvězdy typicky rychleji rotují, což snižuje citlivost metody radiálních rychlostí. Bez ohledu na to, že hmotnější hvězdy mají typicky významně menší množství tenkých spektrálních čar vhodných pro spektroskopickou metodu.

Naproti tomu vyvinuté hvězdy středních hmotností některými z těchto problémů netrpí. Díky tomu, že jsou pozdním vývojovým stádiem a jejich těleso je rozepnuto, obvykle rotují pomaleji. Současně jsou typicky chladnější, takže u nich najdeme množství spektrálních čar, vhodných pro měření radiálních

rychlostí a odhalování dosud skrytých souputníků.

U obřů spektrální třídy K bylo doposud objeveno jen asi 150 extrasolárních planet, což jsou zhruba tři procenta celkového počtu. Obří hvězdy nejsou v obvyklém hledáčku extrasolárních hledáčů, a přitom jsou pro pochopení formace planetárních soustav ve vesmíru úplně stejně důležité jako hvězdy slunečního typu. V zásadě dnes odborníci preferují dva scénáře vzniku planetárních systémů. Jednak model diskové nestability, podle něž by vznik exoplanet neměl příliš záviset na typu hvězdy. Na druhé straně je zde model jádrové akrece, který předpovídá, že počet obřích planet by měl růst se zvětšující se hmotností hvězdy. Současná pozorování lehce preferují druhou možnost, ale ani ta první není zdaleka vyloučena.

Marie a Raine Karjalainen ze Stelárního oddělení ASU v roce 2010 začali s hledáním průvodců obřích hvězd mezi stálými pozorovanými družicí Kepler. U těchto hvězd prováděli pozemní spektroskopická pozorování s cílem pokrýt je co možná nejhustěji po co nejdéle dobu. Systematicky se tým zabývá asi stovkou hvězd a k pozorování využívá hned několik dalekohledů na světě, včetně Perkova dalekohledu ASU v Ondřejově. Objev prvního souputníka u sledovaných hvězd byl oznámen v roce 2017, další následují nyní. Pozorování Perkovým dalekohledem v Ondřejově byla kalibrována s pomocí jodové cely, díky níž jsou získaná měření přesnější a mají menší systematické chyby. Kromě popisu hvězdných systémů je tak představovaná práce vůbec první publikací, v níž byla použita měření provedená v Ondřejově s pomocí jodové cely.

První objev se týká hvězdy s označením KIC 3526061. Tento rudý obr s hmotností přesahující 1,3 hmotnosti Slunce a rozměrem 5,8 průměrů Slunce se nachází ve vzdálenosti asi 1 300 světelných let. V rámci projektu byla tato hvězda sledována systematicky od roku 2012 s pomocí čtyř teleskopů. Spektroskopická pozorování s vysokým rozlišením umožnila týmu astronomů znovu odvodit základní parametry hvězdy, které byly v souladu s údaji uvedenými v literatuře jinými autory. Oproti Slunci má hvězda poněkud vyšší metalicitu. V křivce radiálních rychlostí byly nalezeny známky souputníka „cloumajícího“ primární



složkou, jehož projektovaná hmotnost odpovídala 18,15 hmotnosti Jupitera. Druhá složka oběhne tu první za 3 552 dní po trajektorii s vysokou excentricitou 0,85. Takto výstředná dráha s velkou poloosou je velmi neobvyklá, mezi známými oběžnicemi obřích hvězd je druhá nejvyšší. Původ vysoké výstřednosti je v současnosti ne zcela jasný, neboť podle modelů by měly planety vznikat spíše na kruhových drahách a na výstředné přejít až v důsledku následných dynamických procesů. Ty obvykle vyžadují přítomnost více těles v systému, pro něž však u KIC 3526061 nejsou důkazy.

Sekundární složka je nejspíše hnědým trpaslíkem. Hmotový poměr i neobvyklá dráha z hlediska vzniku svědčí spíše pro vznik gravitační nestabilitou v disku, podobně jako vznikají hvězdy. U hvězdy nebyla zaznamenána žádná významná hvězdná aktivita. Některé z možných indikátorů aktivity poukazují na možný cyklus s délkou kolem 180–190 dní, tuto hodnotu je však nutno posuzovat velmi opatrně, neboť je blízká délce poloviny roku, což může znamenat falešnou periodu související s pozorováním hvězdy ze Země.

Druhý objev byl učiněn u hvězdy HD 187878. Hvězda s 2,6 hmotnosti Slunce a rozměrem 11,2× větším než Slunce je ve vzdálenosti 194 parseků. Oproti předchozí má sluneční metalicitu a podezření na souputníka odhalily již první výsledky z astrometrické družice Gaia, když vědci porovnali její astrometrická měření s těmi z devadesátých let minulého století z družice Hipparcos. To se nyní potvrdilo z dvanácti let spektroskopických pozorování. Sekundární složka obíhá primární po mírně výstředné trajektorii s oběžnou dobou 1 452 dní. Projektovaná hmotnost určená z metody radiálních rychlostí odpovídá hodnotě 78,4 hmotnosti Jupitera. Díky astrometrickým údajům z již zmíněných družic Hipparcos a Gaia je však možné určit sklon oběžné dráhy a skutečná hmotnost oběžnice je tak 535 hmotností Jupitera, tedy přes půl hmotnosti Slunce.

Tato oběžnice je tedy nejspíše málo hmotnou hvězdou. Autoři článku u primární složky nenalezli žádné známky stelární aktivity.

Tíha výsledků práce tak spočívá především v prvním z oznámených objevů. Přítomnost hnědého trpaslíka obíhajícího vyvinutou hvězdou po vysoce excentrické dráze s velkou poloosou je značně neobvyklá. Tento cíl si jistě zaslouží následná pozorování. Dodatečné studium by totiž mohlo přinést důležité indicie směřující k odpovědi na otázku, jakým mechanismem se planety v okolí hvězd vlastně formují, a tedy i jak se v minulosti zformovala Sluneční soustava.

## Po 50 letech k Měsíci

*Jan Herzig*

Jsme svědky velkého milníku v historii kosmonautiky. Došlo k prvnímu startu kosmické lodi k Měsíci od 7. prosince 1972, kdy odstartovalo Apollo 17. Mise Artemis I má především vyzkoušet, zda neexistují technické překážky k návratu člověka k Měsíci. Zde uvádíme chronologický průběh několikrát odloženého startu. Bylo to velmi napínavé.



**29. srpna**

**11:45:** Centrální stupeň rakety byl natankován. Probíhá tankování horního stupně ICPS.

**12:52:** Při přípravách startu se vyskytlo několik problémů. Při testu chlazení motoru došlo k problému, který teď technici kontrolují. Vedle toho kontrolují možnou prasklou přírubu na mezistupni a loď Orion má problémy s komunikací. Začátek živého přenosu NASA byl přesunut z 12:30 na 12:45 a později na 13:00.

**13:01:** Začátek přenosu NASA opět posunut o 15 minut, na 13:15.

**13:29:** NASA opět dvakrát odložila začátek živého přenosu, nejprve na 13:30 a nyní rovnou o půl hodinu na 14:00. Mezitím došlo k plánovanému pozastavení odpočtu v čase T-40 min. Zůstává problém s chlazením motoru, motor číslo 3 stále nemá teplotu vhodnou ke startu.

**13:46:** Přišla dobrá zpráva, technici vyloučili prasknutí příruby na mezistupni.

**14:01:** NASA opět posunula začátek přenosu na 14:30. Na vině je stále teplota motoru číslo 3.

**14:39:** Další odklad přenosu na 15:00. Problém motoru souvisí i s tím, že nikdy předtím nebylo chlazení motorů na SLS testováno. Mělo k tomu dojít během testu WDR (*Wet Dress Rehearsal*, test obsahující tankování paliva), kdy však unikl vodík a NASA musela od testu chlazení motorů ustoupit. Přibyly navíc i problémy s počasím.

**14:47:** NASA oficiálně oznámila, že dnes se start neuskuteční. Další startovací okno nastane v pátek 2. září a bude trvat 2 hodiny.

**31. srpna**

NASA na tiskové konferenci dnes krátce po půlnoci oznámila, že další pokus o start se neuskuteční, jak bylo původně plánováno, v pátek, nýbrž v sobotu 3. září. Startovací okno bude trvat 2 hodiny a otevře se ve 20:17. Meteorologové však zatím dávají jen 40% pravděpodobnost dobrého počasí. Další startovací okno je o 48 hodin později, v pondělí 5. září.

**3. září**

**15:14:** Probíhá plnění nádrží centrálního stupně pohonnými látkami. Kyslíková nádrž je plná ze 71 %. U vodíkové nádrže se objevily problémy s únikem paliva u rychlospojky mezi rampou a centrálním stupněm, kvůli čemuž bylo tankování vodíku na necelé dvě hodiny pozastaveno. Nyní by mělo dojít k jeho pomalému obnovení. Zatím je nádrž plná z 8 %.

**17:33:** Problém s netěsností rychlospojky přivádějící vodík se nepodařilo vyřešit, Inženýři opakovaně zastavili plnění vodíkové nádrže, aby zkusili rychlospojku utěsnit. Nejprve ji zkusili zahřát, poté tlakování heliem a následně opět její ohřívání. Ani jeden z těchto pokusů nevyšel, netěsnost zůstala. Tým následující hodinu vyhodnocoval další možnosti, ale poté NASA oficiálně potvrdila, že start se dnes neuskuteční. Další pokus je zatím v plánu v pondělí 5. září.

**4. září**

Start se uskuteční nejdříve na přelomu září a října. S největší pravděpodobností se bude raketa muset vrátit do haly VAB (*Vehicle Assembly Building*) pro výměnu netěsnící rychlospojky. Tam může strávit až několik týdnů, ale i v případě opravy na rampě již není možné aktuální startovní okno, kdy je Měsíc ve vhodné pozici, stihnout. Další okno nastane v termínu 19. září až 4. října, kdy se ale start SLS může krýt se startem mise *Crew 5*. S výraznějším odkladem startu také nastává problém s autodestrukčním systémem, který je certifikován na výdrž 25

dní, která by byla překročena, jestliže se v dalším okně neodstartuje. V průběhu týdne budou zveřejněny další informace o osudu mise.

### 21. září

Na obslužné plošině došlo k opravě těsnění přívodu kapalného vodíku. Při následném kryogenním testu plnění centrálního stupně vodíkem nejprve opět unikalo až 7 % vodíku, ale podařilo se najít způsob, jak plnění provádět a únik postupně klesal až k 0,5 %. Raketa je tedy způsobilá k dalšímu pokusu o start, který by mohl přijít 27. září.

### 27. září

S ohledem na blížící se tropickou bouři *Ian*, která ještě nad Kubou dosahuje síly hurikánu, byla raketa preventivně převezena zpět do VAB. Další možné termíny startu tedy sklouzly do října. Nejbližší termín startu spadá na 17. 10. NASA přesný termín teprve upřesní.

### 1. října

NASA nakonec neplánuje využít říjnová startovní okna, ačkoli infrastruktura kosmodromu přežila ničivý hurikán *Ian* v dobrém stavu. Raketa SLS zůstává ve VAB a další pokus o start mise Artemis I proběhne až v okně od 12. do 27. listopadu.

### 4. listopadu

Proběhl vývoz rakety SLS zpět na startovní komplex LC-39B. NASA oznámila, že první startovní okno se otevírá 14. 11. v 6:07 SEČ.

### 8. listopadu

Přerušení prací kvůli tropické bouři *Nicole* odkládá start rakety SLS na 16. 11., kdy se startovní okno otevírá v 7:04 SEČ.

### 15. listopadu

**19:45:** Raketa SLS byla po elektronické stránce plně oživena. Dnes v 7:54 SEČ se spustil odpočet, který stále podle plánu směřuje k zítřejším 7:04 našeho času, kdy se otevře dvouhodinové startovní okno.

**22:29** Letový ředitel vydal přibližně před hodinou povolení k zahájení tankování rakety.

### 16. listopadu

**6:43:** Přípravy startu stále běží, největším problémem se stal vadný prepínač na pozemní radarové stanici. Zpočátku také opět nastal únik vodíku, což se ale podařilo technikům přímo na rampě vyřešit. Nyní jsou všechny nádrže plně natankované, s výjimkou té vodíkové na horním stupni ICPS. Odpočet byl před 20 minutami plánovaně na minimálně 30 minut pozastaven v čase T-10. Vzhledem ke zdržením s dnešními problémy je pravděpodobné, že se start posune na pozdější čas v rámci dvouhodinového startovního okna. Nyní probíhá kontrola všech systémů, až bude dokončena, bude odpočet znovu spuštěn.

**7:02:** Můžeme již vyloučit, že start se stihne hned na začátku okna v 7:04. Nový termín zatím nemáme. Start je ale stále v plánu na dnešek.

**7:23:** Start neproběhne dříve než 7:45. Objeven problém s uvolněným materiálem kolem čidla na odhazovacích krytech lodi Orion, riziko s tím spojené je ale přijatelné.

**7:34:** Podle testového ředitele startu nic nebrání, probíhá oficiální hlasování letových operátorů.

**7:38:** Hlasování proběhlo úspěšně, odpočet byl opět spuštěn, start v plánu za méně než 10 min!

**7:45:** Loď Orion přešla na interní zdroj energie, autodestrukční systém SLS aktivní, odpočet běží.

**7:47:** Sny se staly realitou, raketa SLS v 7:47:44 odstartovala. Falcon Heavy už není nejsilnější raketou současnosti, lidstvo se vrací na Měsíc raketou SLS. Již byly odděleny urychlovací boostery na tuhé pohonné látky.

**7:59:** Centrální stupeň dohořel a oddělil se od horního stupně s lodí Orion. Tato sestava nyní pokračuje setrvačností do apogea své dráhy, které se nachází ve výšce 1 800 km nad Zemí, v něm provede zážeh, který zvýší perigeum dráhy ze 40 na 180 km. Tato trajektorie byla zvolena kvůli tomu, aby centrální stupeň shořel v atmosféře, v případě, že by již nyní byla sestava na stabilnější oběžné dráze, znamenalo by to, že stupeň, který je logicky na stejné dráze, ale na rozdíl od stupně horního nemůže provést žádný zážeh, by za několik dní nekontrolovaně a nebezpečně shořel v atmosféře s možností dopadu zbytků kamkoliv.

**8:18:** Před 10 min byly vyklopeny fotovoltaické panely. Na nich jsou umístěné kamery, které již začaly posílat první záběry.

**8:59:** Asi před 20 minutami se poprvé zažehl horní stupeň ICPS. Stalo se tak, aby zvýšil perigeum, jak již bylo zmíněno, čímž dosáhne tzv. parkovací oběžné dráhy. Tento zážeh se nazývá PRM (Perigee raise maneuver). Přibližně za deset minut můžeme očekávat začátek dalšího zážehu, TLI (Trans Lunar Injection), který má za úkol navést kosmickou loď na dráhu k Měsíci. Bude trvat 18 minut a 10 minut po něm je v plánu samotné oddělení Orionu od SLS. Kolem dvou hodin poté se také začne postupně uvolňovat všech 10 cubesatů, jež představují sekundární náklad.

**9:12:** Právě probíhá zážeh TLI, který loď navede k Měsíci. Tam dorazí za 5 dní, kdy proletí jen 100 km nad jeho povrchem. Poté začne obíhat po velmi protáhlé eliptické dráze a vzdálí se od Země až na 480 000 km. Vykona dva oběhy a 11. prosince přistane zpět na Zemi.

**10:00:** Kosmická loď Orion se oddělila od horního stupně ICPS a je na přeletové dráze k Měsíci. Mise Artemis I by měla trvat 25 dní, 11 hodin a 36 minut a ověřit se při ní většina palubních systémů před prvním pilotovaným letem Artemis II.

**20:43:** Mise Artemis I zatím pokračuje přesně podle plánu. Loď se v tuto chvíli nachází přibližně 120 000 km od Země, 315 000 km od Měsíce. Pohybuje se přitom rychlostí 7 500 kilometrů za hodinu. V 15:35 byl proveden, již motory samotného servisního modulu lodi Orion, první plánovaný zážeh pro korekci přeletové dráhy. Kamery na okrajích solárních panelů pořídily další působivé záběry Země z různých vzdáleností.

## Konference o světelném znečištění

Česká astronomická společnost zve k odborné mezioborové konferenci s názvem **Proměny noci**, věnované všemu spojenému s nocí, tmou, rušivým světlem apod. Přesahy tématu jsou od filozofie, přes astronomii, chronobiologii, zoologii, arboristiku až po veřejnou správu. Věříme, že široká škála témat nabízí výbornou možnost další mezioborové spolupráce. Konference se koná na ostravské hvězdárně dne **4. 3. 2023** v rámci oslav 10. výročí založení **Beskydské oblasti tmavé oblohy**. Aktuálně přijímáme odborné příspěvky do programu, prosíme pište na email [KondziolkaJan@seznam.cz](mailto:KondziolkaJan@seznam.cz). O programu budeme informovat na [astro.cz](http://astro.cz).