

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**

---



**Trpasličí planety sluneční soustavy**  
Seminární práce z předmětu Záhady vesmíru

*Semestr:*

ZS 2021/2022

*Obor:*

Molekulární biologie a biotechnologie živočichů

*Vypracovala:*

Bc. Jana Kurcová

## ***Co jsou trpasličí planety?***

Naše sluneční soustava je plná rozmanitých těles různých rozměrů a se zdokonalením techniky a možností, jak tato tělesa zkoumat, se počet nově objevených vesmírných těles neustále zvyšuje. Proto bylo zapotřebí nově definovat pojem planeta a s tím související termín trpasličí planeta, a tedy nové rozřazení objektů na obloze.

Stalo se tak roku 2006 v Praze na 26. shromáždění Mezinárodní astronomické unie (IAU), kde byla trpasličí planeta definována jako: „*nebeský objekt, který:*

- a) obíhá okolo Slunce;*
- b) má dostatečnou hmotnost, aby jeho vlastní gravitace překonala vnitřní síly pevného tělesa, a dosáhl tak hydrostatického rovnováhy a (téměř) kulatého tvaru;*
- c) nevyčistil okolí své oběžné dráhy, tedy nebyl na své dráze dominantní;*
- d) není satelitem.“ (přeloženo z [1]).*

Tímto usnesením bylo Pluto vyřazeno ze seznamu planet a společně s Eridou a Cererou bylo zařazeno na seznam trpasličích planet. Rozhodujícím byl bod c), v definici zní, že planety jsou tělesa, která svou oběžnou dráhu od cizích těles vyčistily [1].

Ke dnešnímu dni mezi trpasličí planety patří podle IAU pět vesmírných těles: Pluto, Eris, Makemake, Haumea a Ceres. První čtyři z nich se řadí mezi tzv. transneptunická tělesa (nebo také plutoidy), jelikož se nachází až za oběžnou dráhou Neptunu, v tzv. Kuiperově pásu [2].



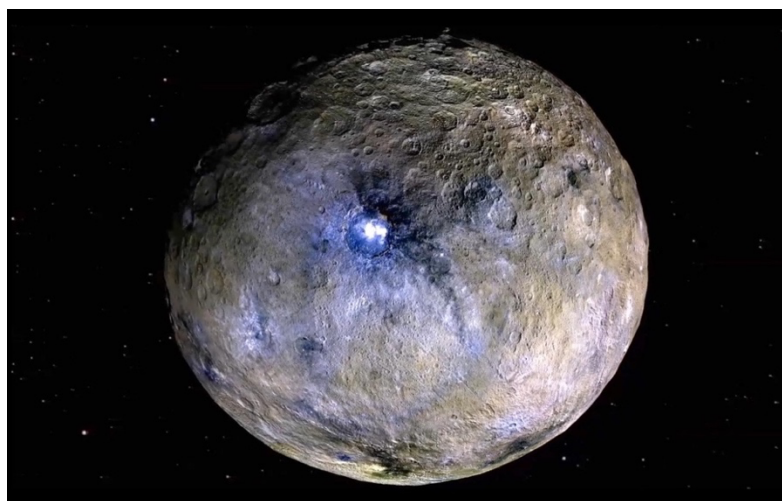
Obr. 1: Srovnání velikosti pěti trpasličích planet sluneční soustavy. Převzato a upraveno dle: <https://brainycounty.com/dwarf-planets-facts>

### ***Ceres***

Ceres se jako jediná z pěti trpasličích planet nachází v hlavním pásu planetek (zvaný také hlavní pás asteroidů), který můžeme najít mezi oběžnými drahami Marsu a Jupiteru. Ceres má mezi trpasličími planetami své prvenství: byla objevena jako první, a to již v roce 1801 italským astronomem Guiseppe Piazzim. Název Ceres pochází z římské mytologie, kde byla považována Cerera za bohyni hojnosti úrody a plodnosti země [2].

Ceres je vzdálena od Sluce 2, 676 AU (astronomických jednotek<sup>1</sup>) a její oběžná dráha trvá dlouhých 4,6 pozemských let. Oproti tomu je den na Cereře jedním z nejkratších ve sluneční soustavě, trvá pouze něco málo přes 9 hodin [3]. Jedná se o nejmenší trpasličí planetu s průměrem  $952 \pm 15$  km, ve srovnání se Zemí je tedy asi 13x menší, ale přesto tvoří třetinu celkové hmotnosti hlavního pásu planetek [2].

Povrch této trpasličí planety je bohatý na různé geologické útvary, jako například vulkány či krátery, z nichž nejvíce pozornosti se dostává jejímu největšímu kráteru Occator, který byl před pár lety velmi detailně prozkoumán vesmírnou sondou Dawn, jež mezi lety 2015 a 2018 sbírala data z této trpasličí planety. Na jinak šedé planetě lze pozorovat značné množství světlých skvrn vytvořené uhličitánem sodným a chloridem amonným, které jsou důsledkem vyvěrání a vypařování podpovrchové kapaliny. Díky záznamům ze sondy Dawn a následným analýzám se potvrdilo, že pod povrchem Cerery se nachází velké nádrže slané vody, tedy tzv. podpovrchový oceán [4], tedy je to jedna z mála planet, kde se vyskytuje značné množství vody. Právě díky tomuto faktu je možné, že by se zde mohla vyskytovat nějaká forma života (to je ale zatím pouhá spekulace). Dalším neméně významným objevem je odhalení vnitřní struktury. Můžeme zde najít podobnost se složením terestrických planet, jelikož Ceres je rozdělena do 3 vrstev – (1) pevného jádra tvořeného horninami, (2) střední vrstvu (plášť), která je heterogenním slupkou tvořenou horninami a již zmíněnou slanou vodou, a (3) vnější vrstvu (kůru) složenou z ledu, uhlovodíků, minerálů a solí [2].



Obr. 2: Trpasličí planeta Ceres s pohledem na kráter Occator. Převzato z: [https://solarsystem.nasa.gov/resources/846/ceres-rotation-and-occator-crater/?category=planets/dwarf-planets\\_ceres](https://solarsystem.nasa.gov/resources/846/ceres-rotation-and-occator-crater/?category=planets/dwarf-planets_ceres)

---

<sup>1</sup> 1 astronomická jednotka (1 AU) = vzdálenost mezi Sluncem a Zemí

## **Pluto**

Pluto je s průměrem  $2376,6 \pm 3,2$  km největší trpasličí planetou [5] a ještě před 16 lety byla devátou planetou naší sluneční soustavy. Za objev roku 1930 vděčíme astronomovi Clyde Tombaughovi. Průměrná vzdálenost od Slunce této trpasličí planety je 39 AU a rotace kolem vlastní osy, tedy den na Plutu trvá 153 hodin. Mezi další nej Pluta se řadí největší počet měsíců – obíhá jich kolem něj celkem 5 (Charon, Hydra, Kerberos, Nix a Styx) [2]. Charon je z nich největší (průměr  $1212 \pm 2$  km) [5] a také má jako jediný přibližně sférický tvar, a vzhledem k této velikosti a také vzdálenosti od Pluta (pouze 19640 km) jsou tato dvě tělesa někdy považována za dvojplanetu [2]. V roce 2015 probíhalo podrobné snímkování Pluta pomocí sondy New Horizons, což vedlo k mnoha novým poznatkům o této trpasličí planetě. Jedním z nejzajímavějších rysů Pluta je obrovský dusíkový ledovec Sputnik Platania tvarem připomínající srdce o tloušťce asi 40 km a rozloze milionů kilometrů čtverečních. Pluto má kamenné jádro a obal tvořený metanovým a dusíkovým ledem [2], avšak pod povrchem se podle nejnovějších výzkumů může nacházet podpovrchový oceán, díky čemuž je pravděpodobné, že na Plutu stále existuje tektonická aktivita [6]. Pluto má tenkou atmosféru tvořenou dusíkem, metanem a oxidem uhelnatým, ale její tloušťka je proměnlivá podle polohy na oběžné dráze. S kratší vzdáleností ke Slunci sublimuje povrch Pluta a vytváří tenkou vrstvu atmosféry, jakmile se Pluto vzdaluje, ochlazuje se a většina atmosféry zamrzá a vrací se zpět na povrch ve formě sněhu. Povrch Pluta je členěn na rozmanité geologické útvary v podobě hor, kráterů a údolí [2].

Vzhledem k poloze Pluta nedosahují sluneční paprsky takové intenzity jako na Zemi a pro zajímavost lze na stránkách NASA najít aplikaci „Pluto Time“, která nám přesně na minuty předpoví, v kolik hodin v naší lokalitě budou světelné podmínky stejné, jako v nejjasnější hodině na Plutu. Dnes – tedy 26.1.2022 – je to v Brně přesně v 16:45.

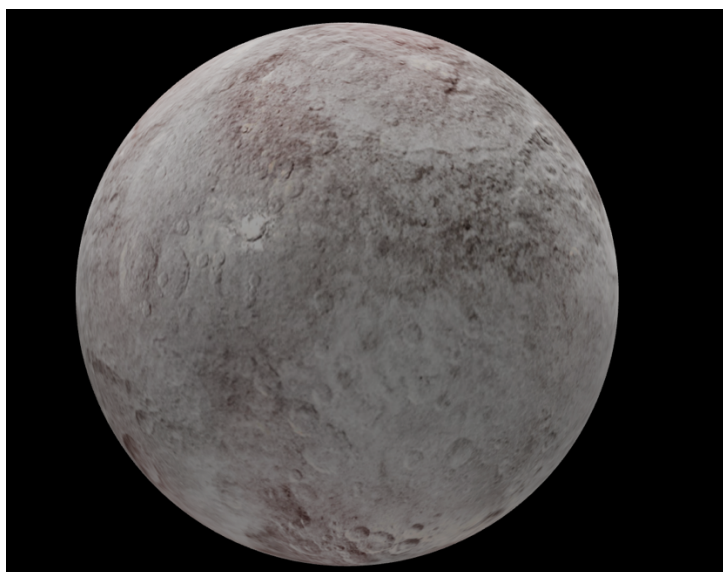


Obr. 3: Největší trpasličí planeta Pluto společně s jeho největším měsícem Charon. Převzato z: <https://solarsystem.nasa.gov/resources/697/pluto-and-charon-strikingly-different-worlds/>

## ***Eris***

Trpasličí planeta Eris byla objevena roku 2005 na základě dat z pozorování z roku 2003 [7] a právě ona je objektem, která vedla k redefinování pojmu planeta a zavedení nového typu vesmírných těles – trpasličí planety. Odtud také plyne její pojmenování po řecké bohyni sváru. S průměrem  $2326 \pm 12$  km [8] je po Plutu druhou největší trpasličí planetou (avšak rozdíl mezi jejich průměry je téměř zanedbatelný), ve srovnání se Zemí je tedy asi 5x menší. Přestože Pluto dosahuje větších rozměrů, Erida je 1,27x hmotnější ( $1,66 \cdot 10^{22}$  kg) [9].

Eris je nejvzdálenější trpasličí planetou od Slunce (68 AU) a také její oběžná dráha je nejdelší – celých 557 pozemských let. Den na Eridě je však podobný jako na Zemi, trvá cca 26 hodin. Kolem Eridy obíhá měsíc nesoucí název Dysnomia, který je ve srovnání asi 3x menší (průměr  $700 \pm 15$  km) [10]. Chemická struktura povrchu je velmi podobná jako u Pluta, skládá se zejména z dusíkového a metanového ledu, proto je někdy společně s Plutem a Makemake nazývána také ledová planetka (teplota povrchu v rozmezí  $-243$  °C až  $-217$  °C). Vzhledem ke vzdálenosti od slunce tato trpasličí planeta nemá téměř žádnou detekovatelnou atmosféru [2].

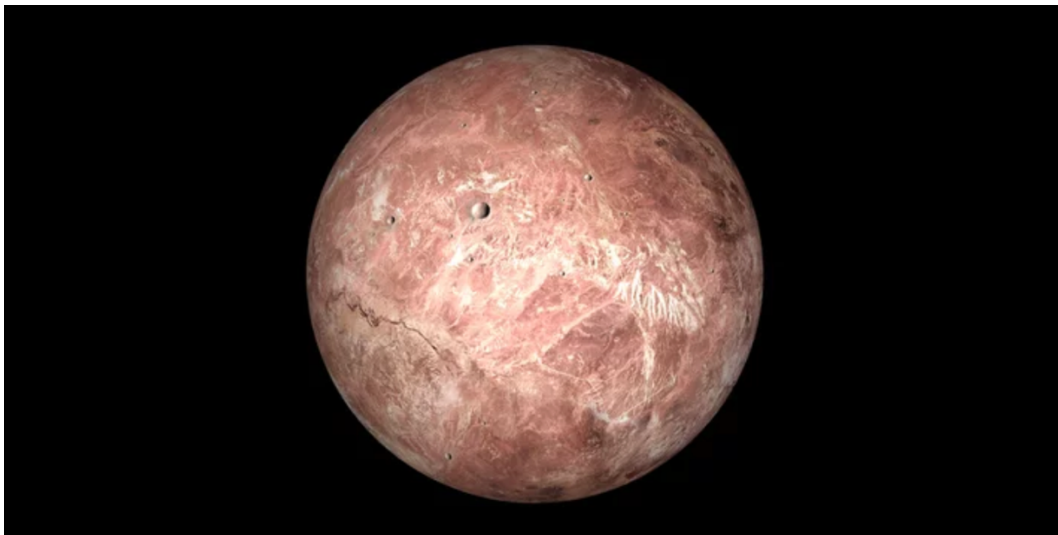


Obr. 4: 3D model trpasličí planety Eris. Převzato z:  
<https://solarsystem.nasa.gov/resources/2390/eris-3d-model/>

## ***Makemake***

Makemake byla objevena na jaře roku 2005 záhy po objevu Eridy stejným výzkumným týmem vedeným M.E. Brownem. Název pro tuto trpasličí planetu vychází z pověsti Velikonočního ostrova o bohu plodnosti Makemake. V roce 2016 byl objeven jeho jediný měsíc přezdívaný MK-2 vzdálený přibližně 21 000 km. Co se rozměrů týče, Makemake je třetí největší trpasličí planetou s průměrem 1430 km. Vzdálenost od Slunce je odhadována na 45,8 AU a Slunce oběhne tento plutoid za 305 pozemských let [2]. Je to druhé nejjasnější těleso

Kuipertova pásu, jeho povrch je světlý a velmi chladný (- 243 °C) a je pokrytý ledovým metanem a ethanem, a navíc také organickým polymerem tholinem, který je zodpovědný za jeho načervenalé zbarvení. V čem se od Pluta liší je absence dusíku a oxidu uhelnatého na povrchu [11] a také absencí atmosféry [12], podobně jako u Eridy.



Obr. 5: Grafická vizualizace trpasličí planety Makemake. Převzato z: [https://stock.adobe.com/mt/search?k=makemake&asset\\_id=271657225](https://stock.adobe.com/mt/search?k=makemake&asset_id=271657225)

### *Haumea*

Trpasličí planeta Haumea pojmenována podle havajské bohyně plodnosti a byla zařazena na seznam těchto těles roku 2008, tedy až o pět let později od jejího objevení roku 2003. Okolo této planetky obíhají dva malé měsíce – vnější měsíc Hi'iaka a vnitřní měsíc Namaka, pojmenované podle dcer oné havajské bohyně [2]. Toto těleso se od ostatních jmenovaných vymyká svým zploštělým tříosým elipsoidním tvarem o rozměrech 2322 x 1704 x 1026 km [13], který je způsoben jeho velmi rychlou rotací kolem své osy, která se pohybuje okolo 4 hodin – je to tedy jedno z nejrychleji rotujících těles sluneční soustavy [2]. Přestože je tento tvar ojedinělý a mohlo by se zdát, že nesplňuje bod b) z definice trpasličích planet, gravitační síly tohoto tělesa jsou dostatečné pro udržení hydrostaticky rovnovážného stavu. Dalším pozorování v roce 2017 byl objeven další ojedinělý rys této trpasličí planety – 70 km široký prstenec s průměrem asi 2287 km, který leží ve stejné rovině s oběžnou dráhou měsíce Hi'iaka [13], je to tedy jediná trpasličí planeta s prstencem. Haumea je vzdálena od Slunce v průměru 43 AU a oběhne tuto hvězdu za 285 pozemských let. O povrchu a vnitřním složení se toho zatím neví dostatečné množství informací vzhledem k její vzdálenosti od Země, ale je zřejmé, že tak jako ostatní tělesa v Kuipertově pásu je tvořena pevným kamenným jádrem a ledovým obalem

[2]. Na jejím povrchu byla zaznamenána tmavá skvrna, která je s největší pravděpodobností způsobena vyšším obsahem organických a minerálních látek [14].



Obr. 6: Grafická vizualizace trpasličí planety Haumea s jejími dvěma měsíci. Převzato z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haumea\\_black\\_background.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haumea_black_background.png)

Přestože podle IAU do seznamu trpasličích planet patří pouze 5 výše zmiňovaných těles, už dnes je jasné, že kritéria pro pojmenování trpasličí planeta splňují desítky dalších vesmírných těles a některé z nich již vědci nazývají trpasličími planetami, i když nejsou uznány oficiálně. Na stránkách Caltechu lze najít seznam vesmírných těles vnější sluneční soustavy rozřazených do několika skupin podle toho, zda jsou či mohou být považovány za trpasličí planety, který aktualizovaný americkým astronomem M.E. Brownem [15].

Podle tohoto zdroje se s téměř 100% jistotou řadí k pěti uznávaným trpasličím planetám také planetky Gonggong, Quaoar, Sedna, Orcus, 2002 MS<sub>4</sub> a Salacia. Jejich oficiální uznání IAU je doufejme otázkou času.

## Literární zdroje:

- [1] "Definition of a Planet in the Solar System: Resolutions 5 and 6" (PDF). *IAU 2006 General Assembly*. International Astronomical Union. Retrieved January 26, 2008.
- [2] <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/our-solar-system/>
- [3] MCCORD, Thomas B. Ceres: Evolution and current state. *Journal of Geophysical Research*. 2005, 110(E5). ISSN 0148-0227.
- [4] RAYMOND, C. A., A. I. ERMAKOV, J. C. CASTILLO-ROGEZ, et al. Impact-driven mobilization of deep crustal brines on dwarf planet Ceres. *Nature Astronomy*. 2020, 4(8), 741-747. ISSN 2397-3366.
- [5] NIMMO, Francis, Orkan UMURHAN, Carey M. LISSE, et al. Mean radius and shape of Pluto and Charon from New Horizons images. *Icarus*. 2017, 287, 12-29. ISSN 00191035.
- [6] <https://www.nasa.gov/feature/five-years-after-new-horizons-historic-flyby-here-are-10-cool-things-we-learned-about-plut-0>
- [7] BROWN, M. E., C. A. TRUJILLO a D. L. RABINOWITZ. Discovery of a Planetary-sized Object in the Scattered Kuiper Belt. *The Astrophysical Journal*. 2005, 635(1), L97-L100. ISSN 0004-637X.
- [8] SICARDY, B., et al. Size, density, albedo and atmosphere limit of dwarf planet Eris from a stellar occultation. *EPSC Abstracts*, 2011, 137.
- [9] BROWN, Michael E.; SCHALLER, Emily L. The mass of dwarf planet Eris. *Science*, 2007, 316.5831: 1585-1585.
- [10] BROWN, Michael E. a Bryan J. BUTLER. Medium-sized Satellites of Large Kuiper Belt Objects. *The Astronomical Journal* [online]. 2018, 156(4). ISSN 1538-3881.
- [11] BROWN, M. E., K. M. BARKUME, G. A. BLAKE, E. L. SCHALLER, D. L. RABINOWITZ, H. G. ROE a C. A. TRUJILLO. Methane and Ethane on the Bright Kuiper Belt Object 2005 FY9. *The Astronomical Journal*. 2007, 133(1), 284-289. ISSN 0004-6256.
- [12] <https://www.astrovm.cz/cz/pro-navstevniky/aktuality-ak/trpaslici-planeta-makemake-nema-atmosferu.html?hledat=makemake>
- [13] ORTIZ, J. L., P. SANTOS-SANZ, B. SICARDY, et al. The size, shape, density and ring of the dwarf planet Haumea from a stellar occultation. *Nature*. 2017, 550(7675), 219-223 [. ISSN 0028-0836.



[14] <https://www.astrovm.cz/cz/pro-navstevniky/aktuality-ak/organicke-latky-na-trpaslici-planete-haumea.html>

[15] <http://web.gps.caltech.edu/~mbrown/dps.html#table>

### **Zdroje obrázků:**

Obr. 1: <https://brainycounty.com/dwarf-planets-facts>.

Obr. 2: [https://solarsystem.nasa.gov/resources/846/ceres-rotation-and-occator-crater/?category=planets/dwarf-planets\\_ceres](https://solarsystem.nasa.gov/resources/846/ceres-rotation-and-occator-crater/?category=planets/dwarf-planets_ceres)

Obr. 3: <https://solarsystem.nasa.gov/resources/697/pluto-and-charon-strikingly-different-worlds/>

Obr. 4: <https://solarsystem.nasa.gov/resources/2390/eris-3d-model/>

Obr. 5: [https://stock.adobe.com/mt/search?k=makemake&asset\\_id=271657225](https://stock.adobe.com/mt/search?k=makemake&asset_id=271657225)

Obr. 6: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haumea\\_black\\_background.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haumea_black_background.png)