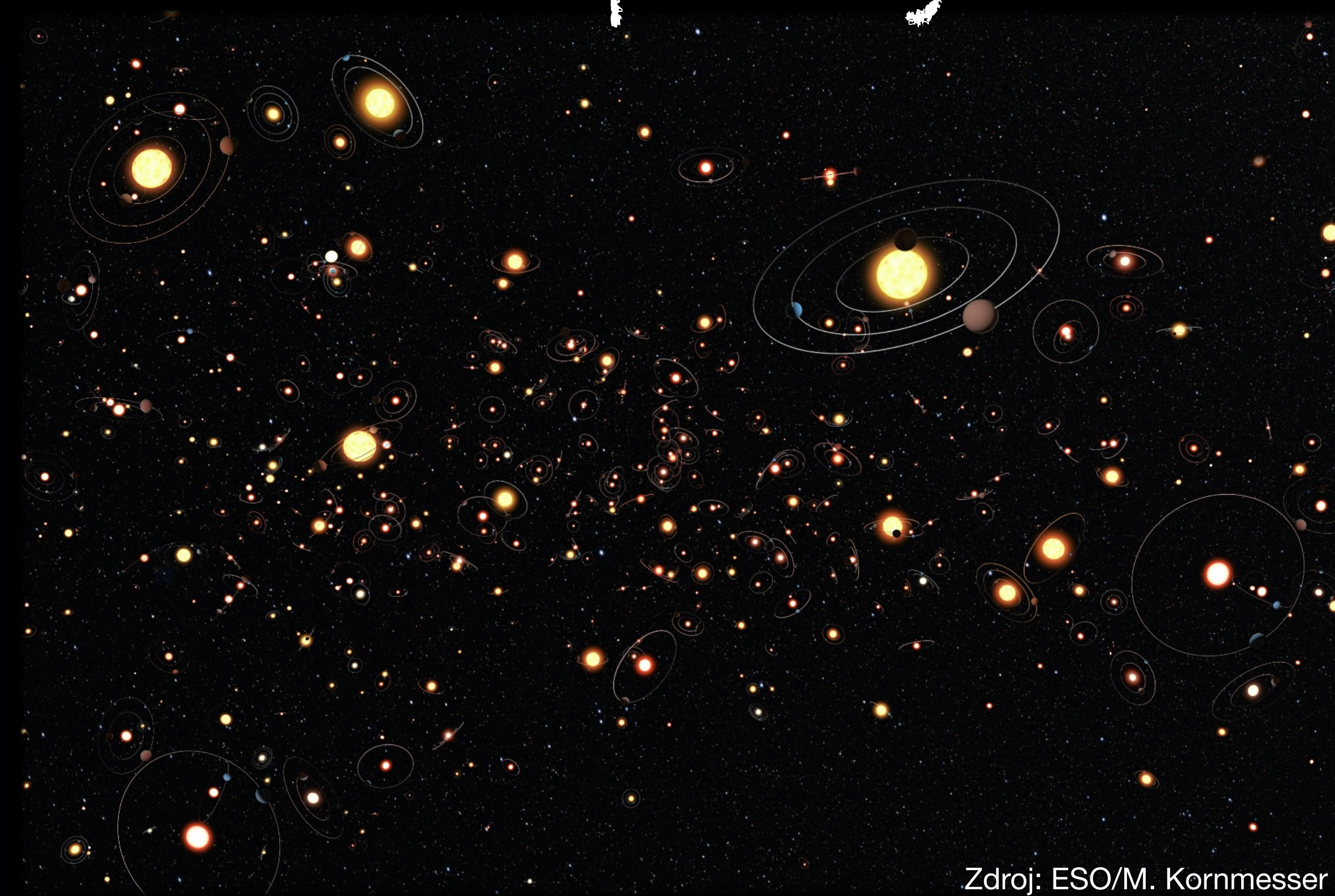
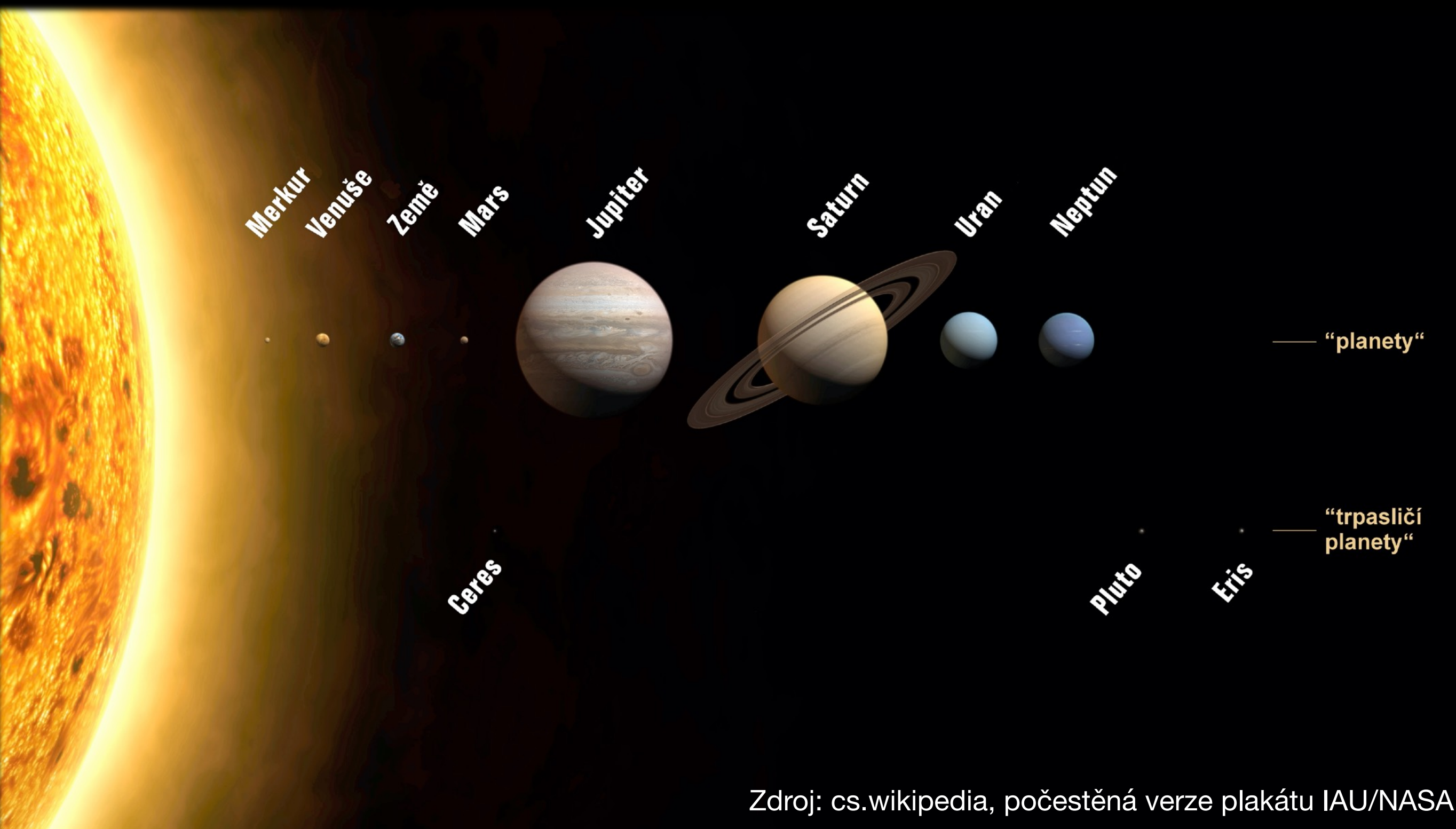
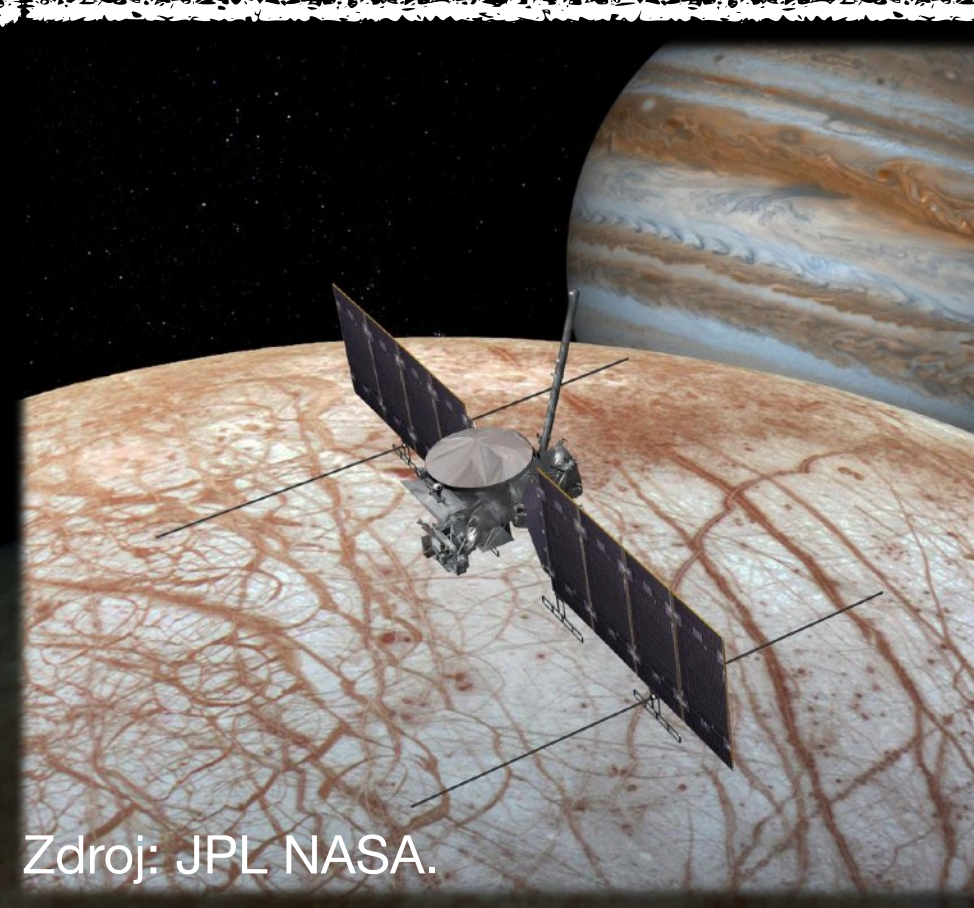


Planetologie na Katedře Geofyziky

Sluneční soustava

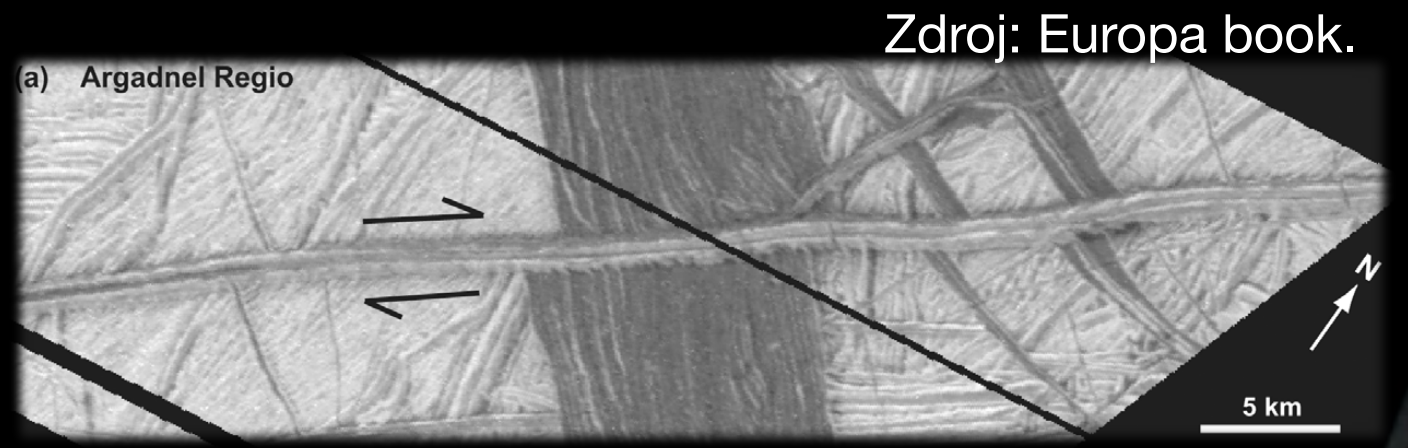
Exoplanety





Zdroj: JPL NASA.

- jeden z nejvhodnějších kandidátů pro vznik života
- ➔ primární cíl misí ESA a NASA (*JUICE*, start 2022, *Europa Clipper*, start 2024)
- ➔ numerický model útlumu radiových vln při průchodu ledovou slupkou pro různé teplotní profily (*Kalousová a kol., 2017*)

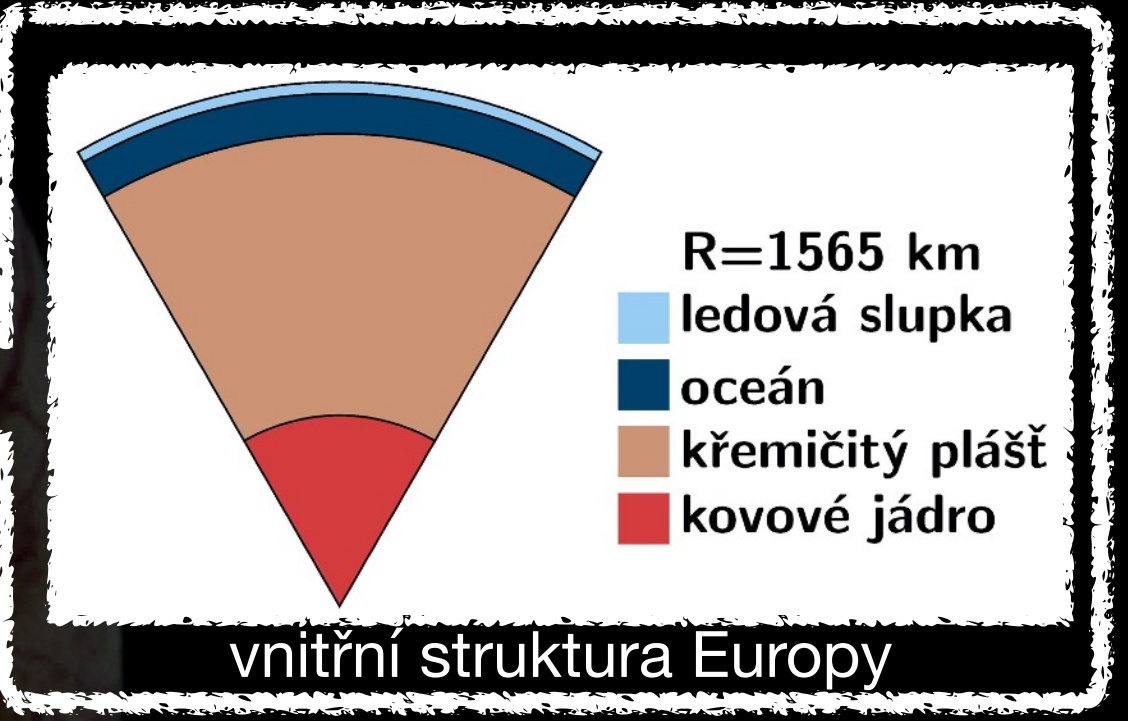


Zdroj: Europa book.

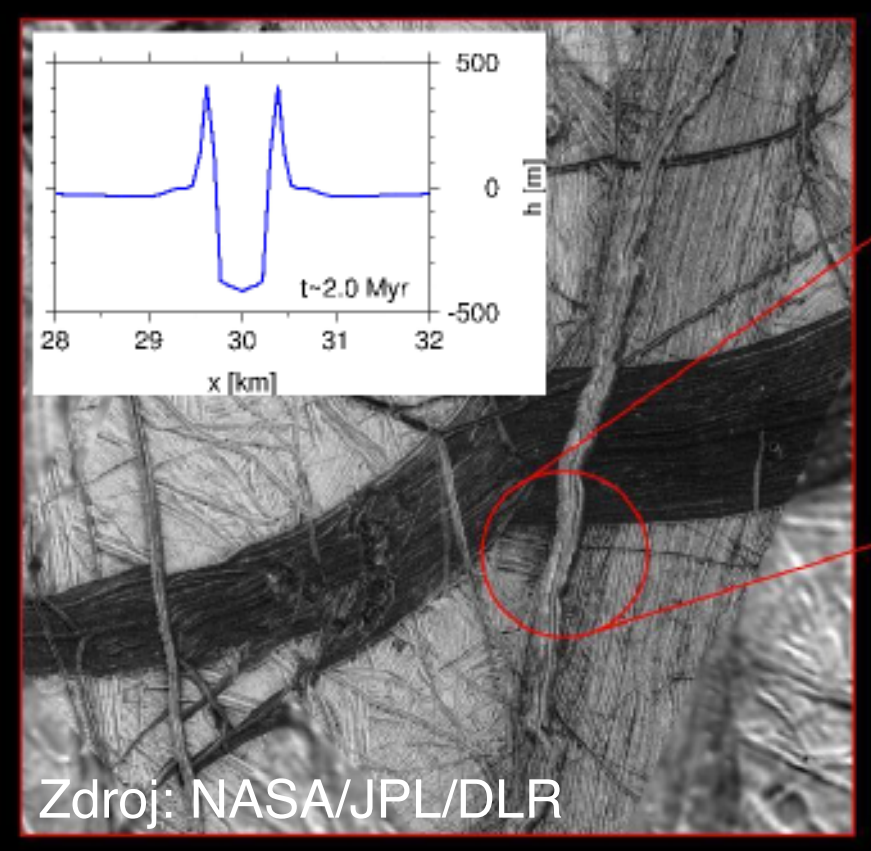
- na některých zlomech Europy je patrný posun jedné strany zlomu vůči druhé
- teoretický model vzniku: "slapová chůze" (otvírání/zavírání zlomu střídané s posunem jedné strany vůči druhé)
- ➔ teplotně-mechanický numerický model okolí zlomu => slapová chůze je za určitých podmínek možná (*Sládková a kol., 2020*)

Europa

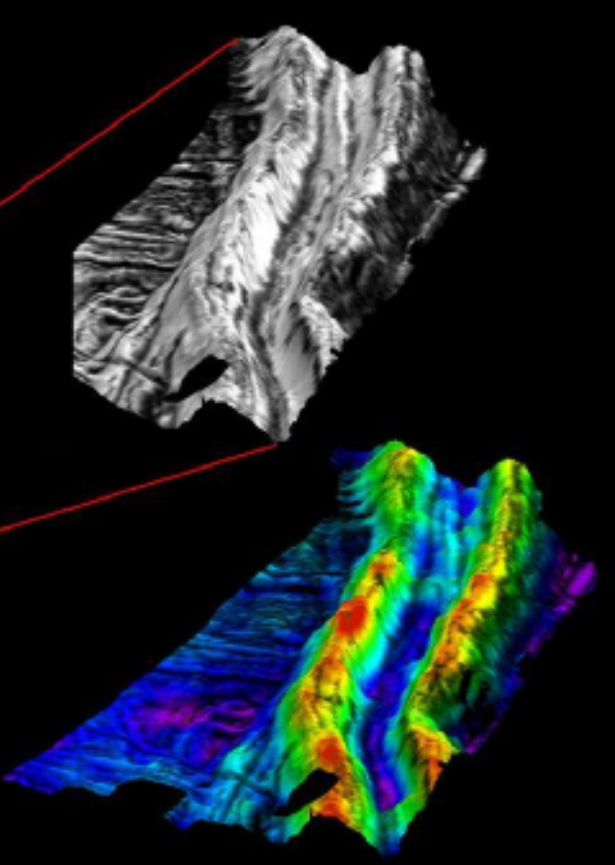
✉ [Kalousová](#)



- ✉ [Sládková](#)
- ✉ [Kalousová](#)
- ✉ [Souček](#)
- ✉ [Běhounková](#)

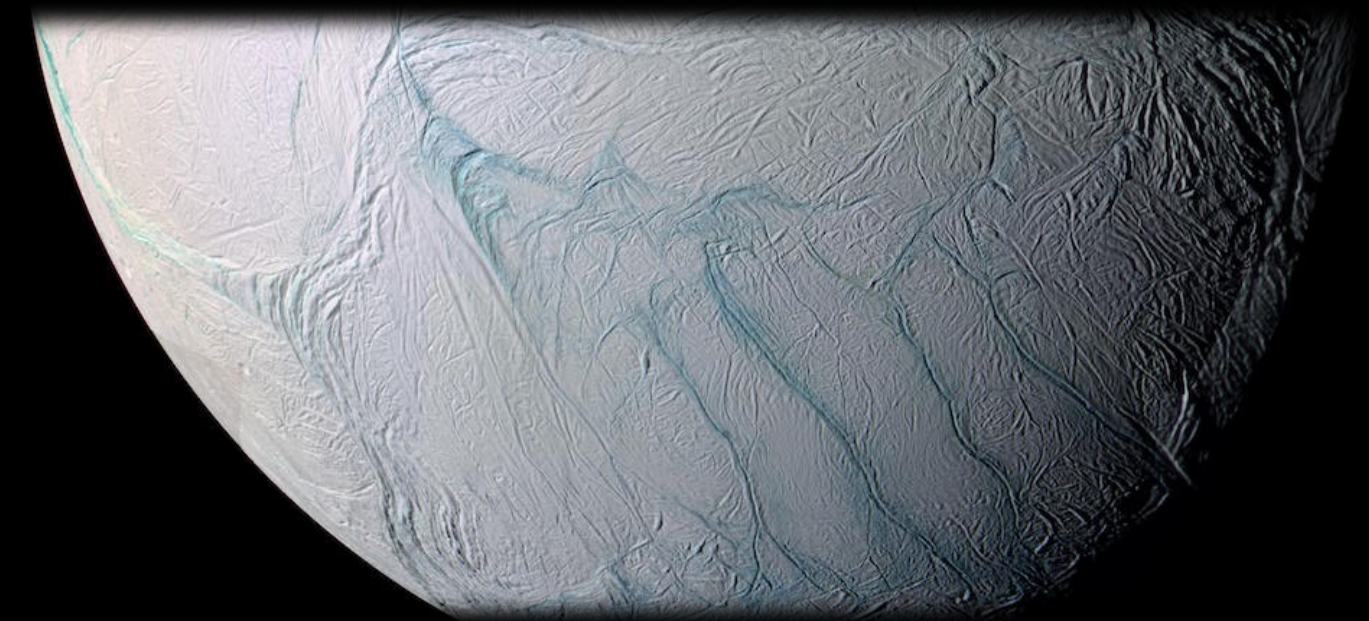
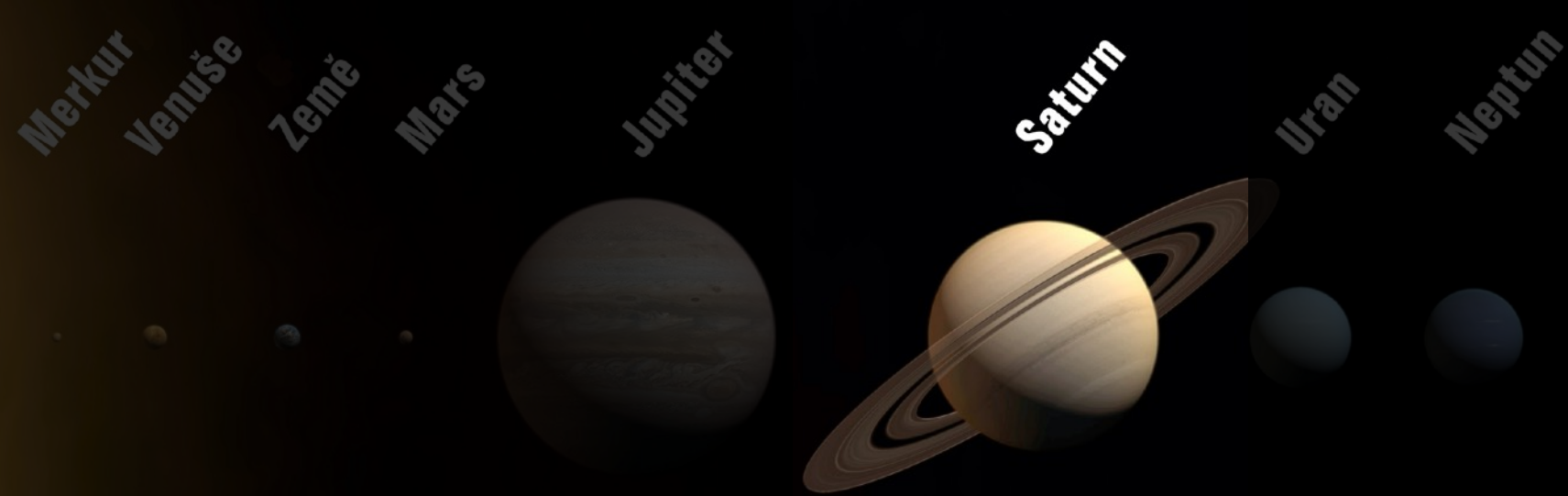


Zdroj: NASA/JPL/DLR



- mise Galileo objevila tzv. dvojité hřebeny na povrchu měsíce Europa
- pod nimi se mohou nacházet vodní čočky
- ➔ numerický model chování směsi ledu a vody v ledové slupce Europy
- ➔ voda je z čočky rychle extrahována (*Kalousová a kol., 2014*)
- ➔ možný mechanismus pro vznik dvojitých hřebenů (*Kalousová a kol., 2016*)

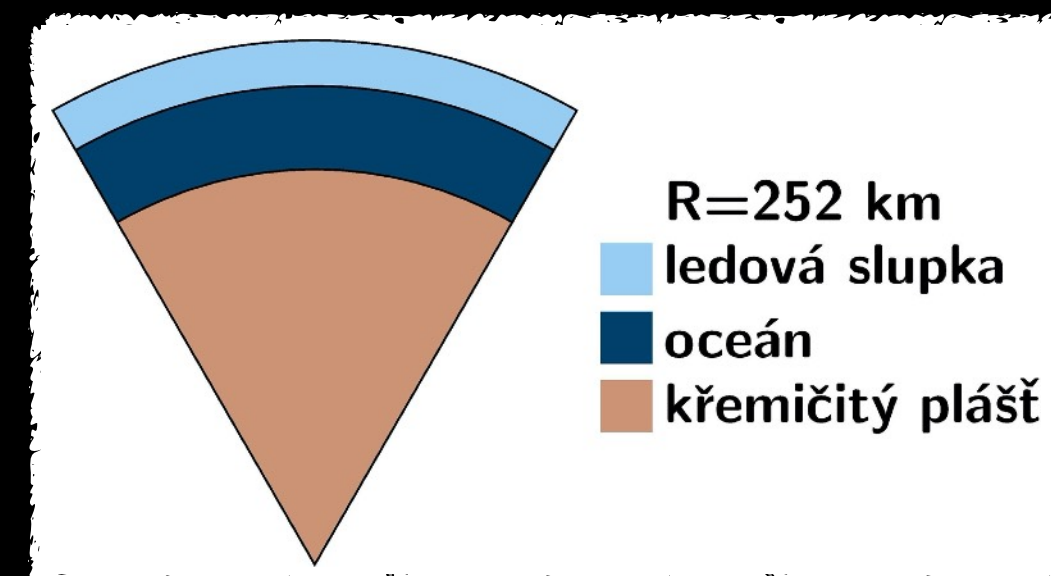
✉ [Kalousová](#)



Zdroj: NASA/ESA/JPL/SSI/Cassini Imaging Team

- aktivní gejzíry tryskající ze zlomů na jižním pólu, tzv. Tygřích pruhů
- jejich aktivita se mění na několika časových škálách
- nejkratší odpovídá eliptické dráze Enceladu okolo Saturnu

Enceladus

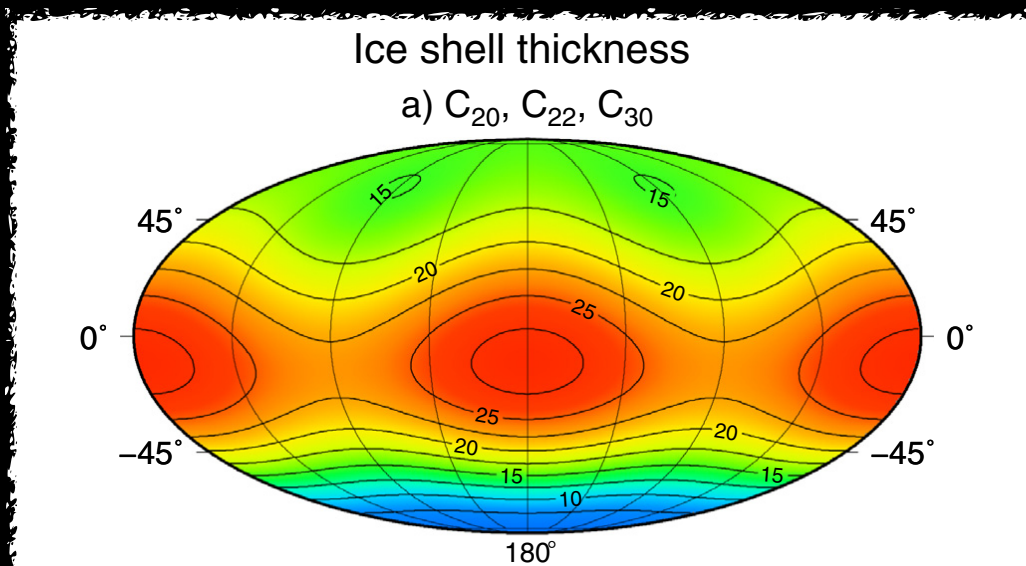


vnitřní struktura Enceladu

Zdroj: NASA/JPL-Caltech

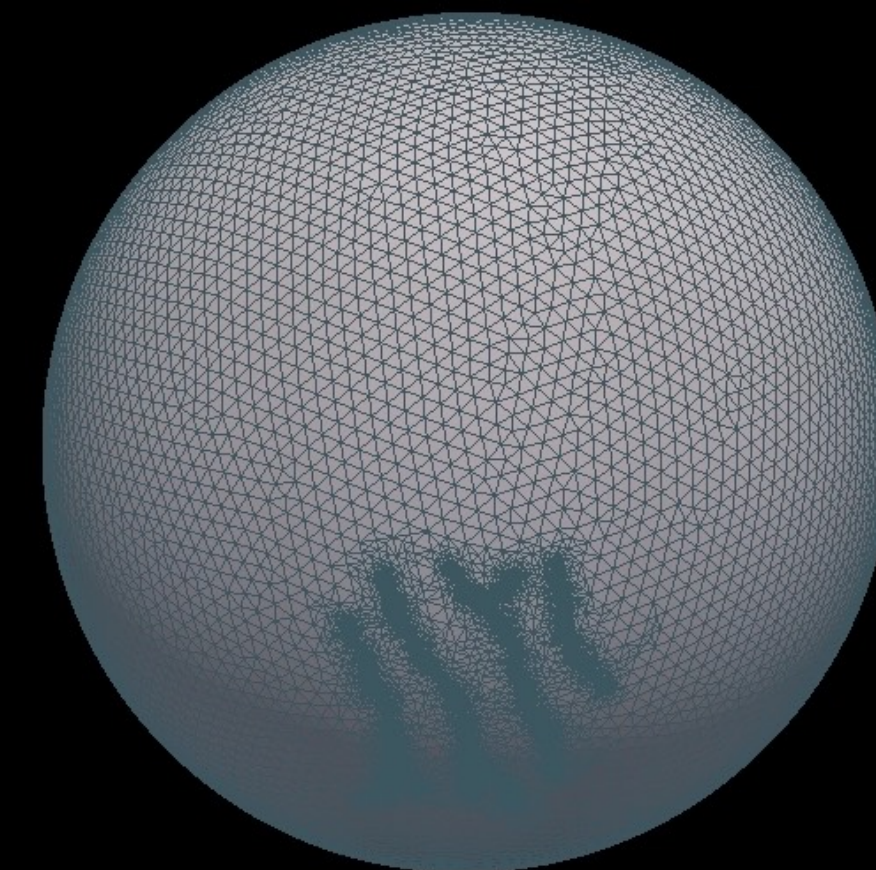
- tloušťka ledové slupky Enceladu je proměnlivá
- model vnitřní struktury Enceladu na základě modelu tvaru a gravitačních dat (Čadek a kol., 2019)

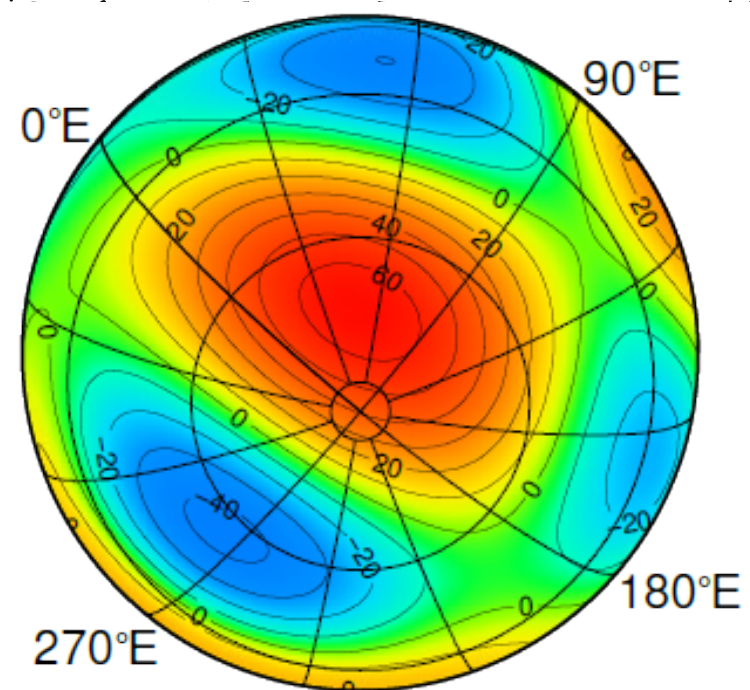
→ např. model tloušťky ledové slupky



• 3D model ledové slupky

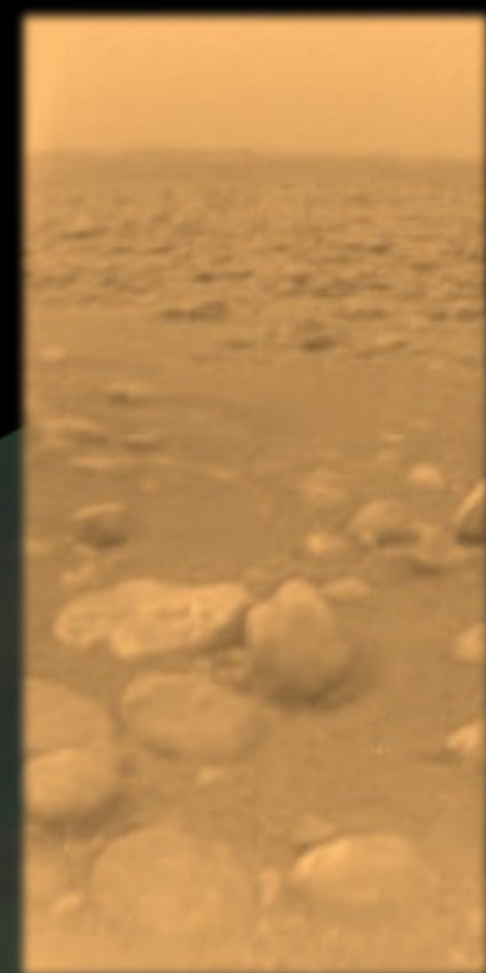
- slupka je namáhána slapovými silami (eliptická dráha okolo Saturnu)
- série článků popisující vylepšení modelu: Souček a kol., 2016, Běhounková a kol., 2017, Souček a kol., 2019
- žádný dosud publikovaný model nevystihl realitu přesně
- připravujeme vylepšení modelu zahrnující tření na zlomech (Tygřích pruzích)





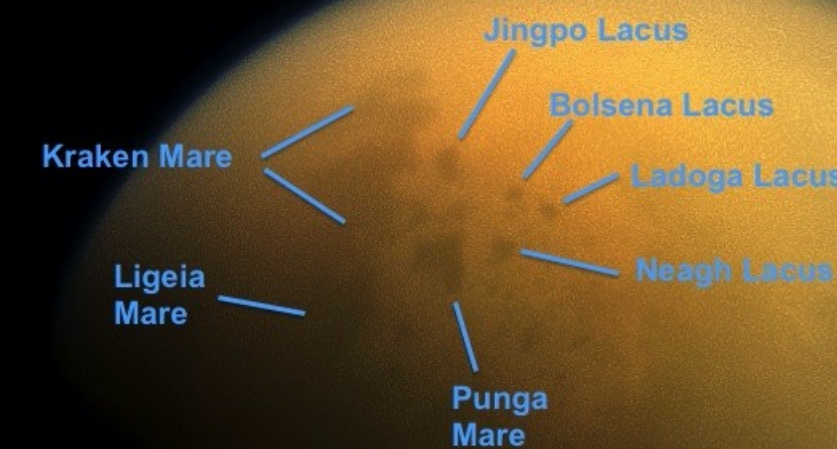
hustotní anomálie na Titanu

- Titan je na pólech zploštělejší, než odpovídá jeho rotaci
- Možné příčiny:
 - důsledek atmosférických procesů – slupka v polárních oblastech je nasáklá etanovými srážkami (Choukroun a Sotin, 2002, Čadek a kol. - v revizi)
 - variace tepelného toku z oceánu (Kvorka a kol., 2017)



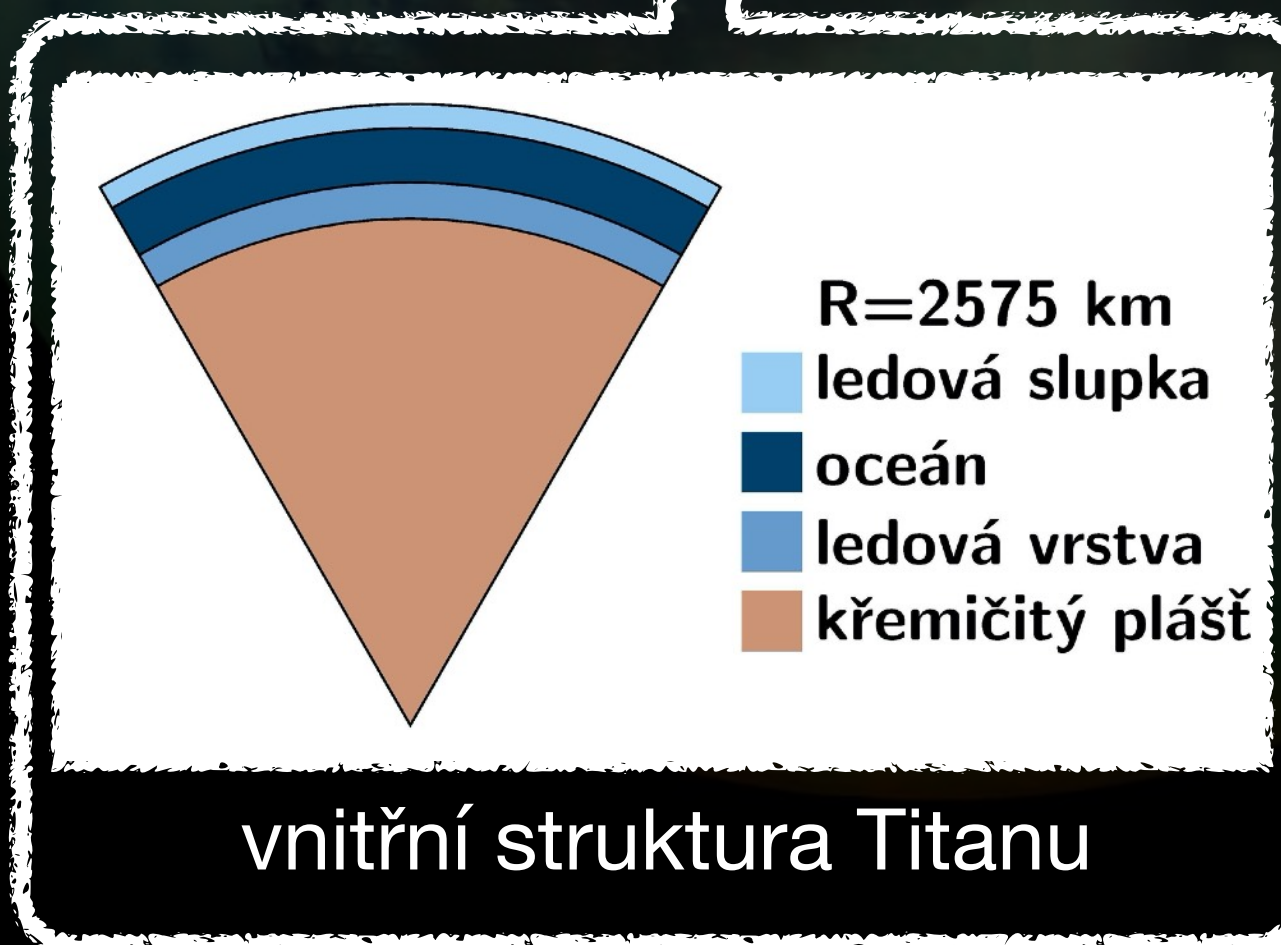
Zdroj:ESA/NASA/JPL/ University of Arizona.

- jediný měsíc s hustou atmosférou (dusík, metan) a kapalnými útvary na povrchu
- komplexní organické sloučeniny, přítomnost oceánu
- ➔ podmínka pro vznik života
- mise *Cassini-Huygens* (2004): přistání na povrchu, *Dragonfly* (start 2026)

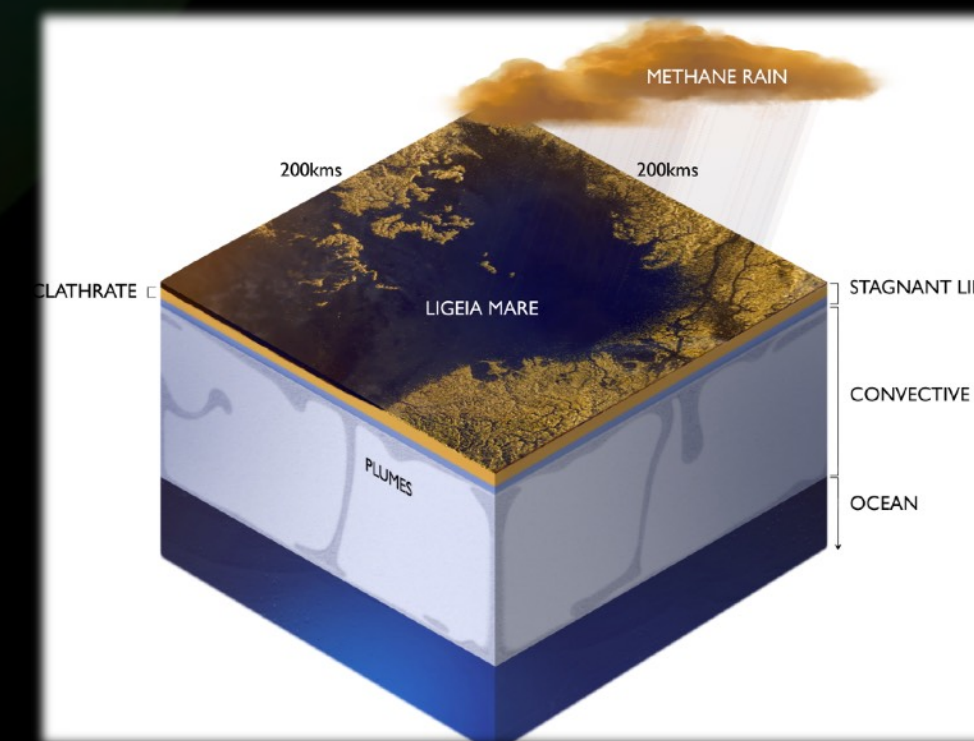


Zdroj: JPL NASA

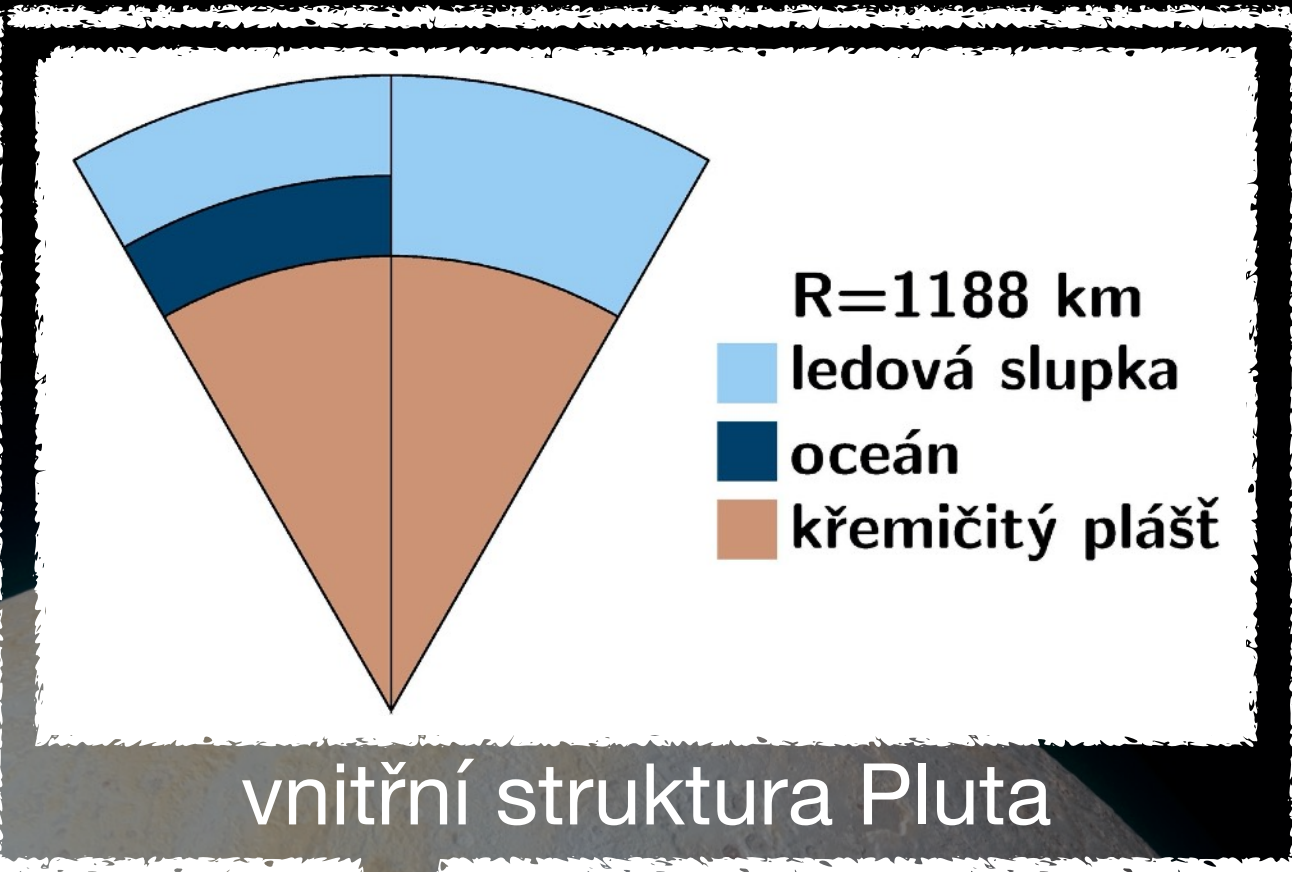
Titan



- Pod povrchem se může nacházet izolační vrstva z metanových klatrátů – vliv na konvekci v ledové slupce (Kalousová a Sotin, 2020a)
- Pod oceánem se nachází další vrstva ledu, která může na spodní hranici tát ➔ mechanismus transportu volatilních prvků z jádra (Kalousová a Sotin, 2020b)

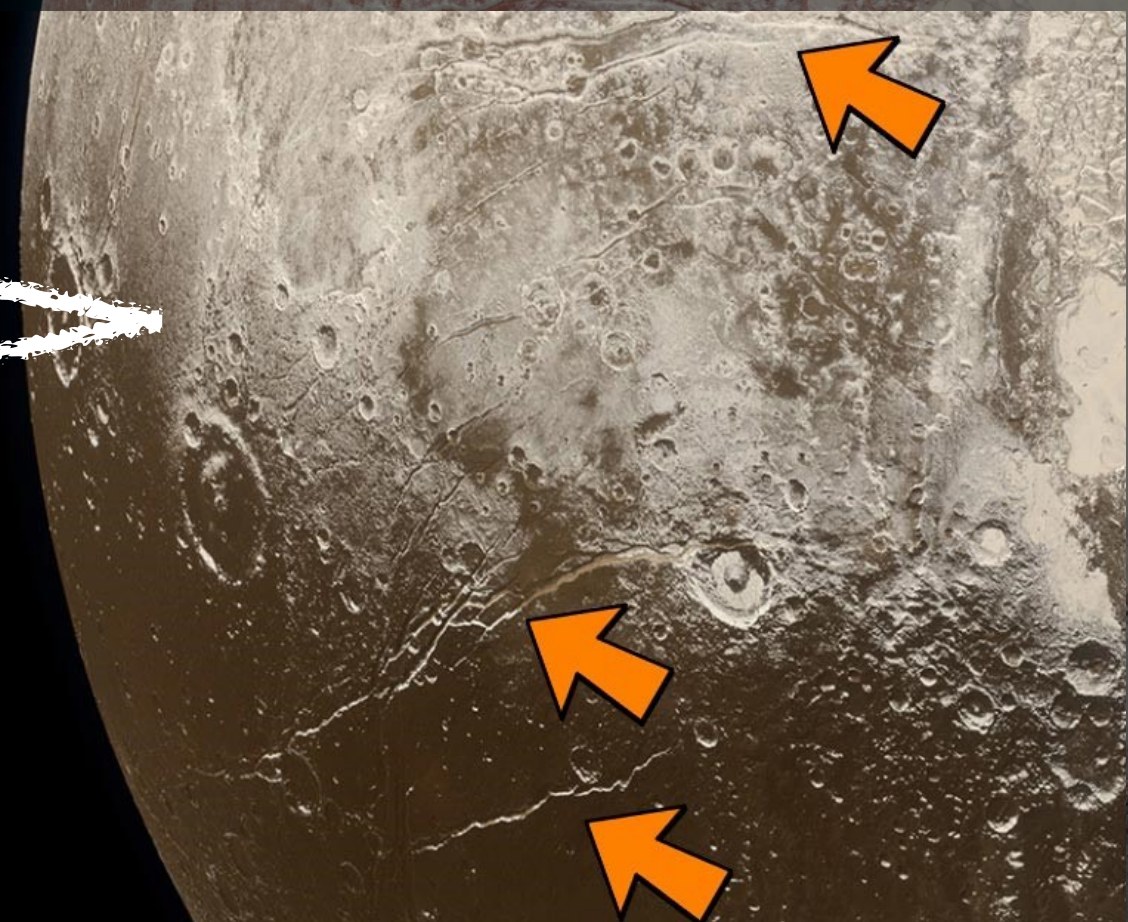


Merkur
Venuše
Země
Mars
Jupiter
Saturn
Uran
Neptun

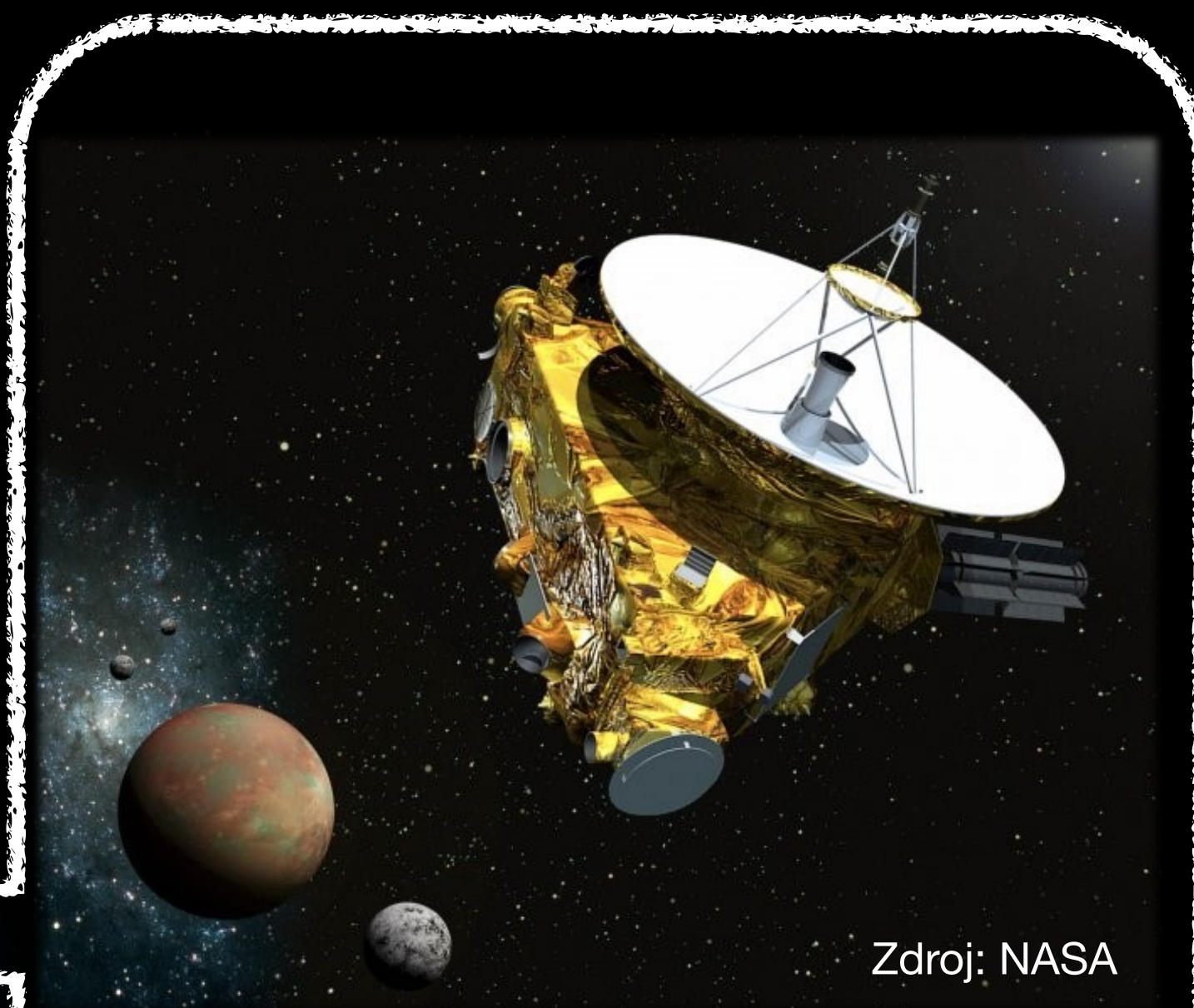


Otevřené otázky

- vnitřní struktura je stále nejasná (jádro – oceán(?) – ledová slupka)
- extenzní zlomy značí nárůst objemu
 - oceán, který zamrzá?
- kráter Sputnik Planitia: jak ovlivnil impakt vývoj tělesa?
- [více v bakalářské práci M. Kihoulou](#)
- jaké jsou zdroje tepla a jak Pluto chladne?
- téma pro novou bakalářskou práci!



Zdroj: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute/Alex Parker



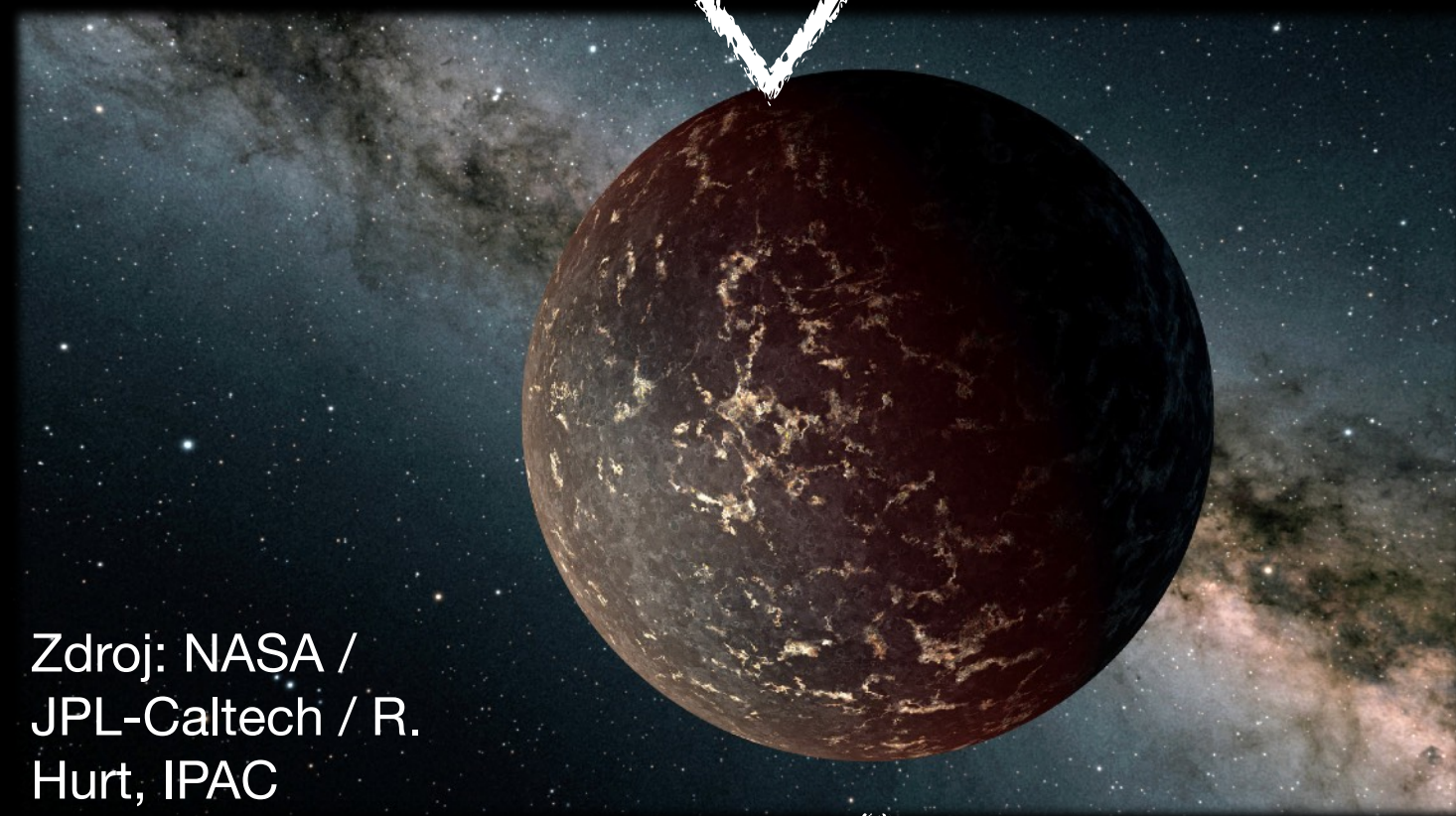
Zdroj: NASA

- dosud nejvzdálenější ledový svět, který máme možnost zkoumat
- primární cíl mise *New Horizons* (2015), první detailní fotografie povrchu
- plánovaná *Pluto Orbiter Mission* (start 2028, přilet 2046, do té doby nezbyvá než modelovat)
- množství geologických útvarů značí bohatou deformaci v historii

Exoplanety

= planety mimo sluneční soustavu

- doposud bylo objeveno **více než 4000 exoplanet** (viz *NASA Exoplanet Archive*)
- přibližně **150** jich je **terestrických** (podobně jako Země, Venuše, Merkur nebo Mars)



Zdroj: NASA / JPL-Caltech / R. Hurt, IPAC

- Důležité aspekty: povrchová teplota, střídání dne a noci, vnitřní zdroje tepla, složení atmosféry...
- Planety obíhající **v těsné blízkosti mateřské hvězdy** jsou pod silným vlivem **slapové interakce**:
 - ➔ slapové zahřívání (+ vulkanismus), slapové uzamčení (konec střídání dne a noci), vývoj oběžné dráhy (putování blíže ke hvězdě)

Modelování slapů na exoplanetách:

- *Běhounková a kol., 2010 a 2011*
- *Walterová a Běhounková, 2017 a 2020*

Modelování podmínek v nitru terestrických exoplanet:

- *Čížková a kol., 2017*



Zdroj: ESO/M.Kormmesser

- Jaké **exotické podmínky** na těchto světech panují?
- Najdeme někdy „druhou Zemi“, nebo je náš domov zcela jedinečný?
- Jsou některé z těchto planet **obyvatelné**?



[Běhounková](#)



[Walterová](#)



[Čížková](#)