

Jak Europa „dýchá“. V Science Advances vyšel článek doktoranda Matfyzu

4.7.2025 - | Matematicko-fyzikální fakulta UK

Český doktorand s konžskými kořeny v nové studii společně s dalšími kolegy vysvětluje, jakým způsobem se na ledovém měsíci Europa ztrácí povrchový materiál, a ukazuje, že tento proces může díky přenosu kyslíku pomoci vytvářet vhodné podmínky pro vznik mimozemského života.

Rozpínání a smršťování ledové slupky

Povrch Jupiterova měsíce pokrývá ledová slupka, pod níž se pravděpodobně nachází obrovské množství slané vody, která by potenciálně mohla být zdrojem života. Na Europu se proto v posledních letech obrací pozornost mnoha vědců včetně probíhajících vesmírných misí Europa Clipper (NASA) a Juice (Evropská kosmická agentura).

Martin Kihoulou zkoumal za pomoci numerického modelování proces, který připomíná subdukcii litosférických desek na Zemi (zasouvání jedné desky pod druhou). Geologicky mladý povrch Europy je protkaný extenzními pásy podobnými příkopovým propadlinám, které odhalují hlubší vrstvy ledové slupky. Oblasti, ve kterých se led naopak zanořuje pod povrch, sice nejsou přímo pozorovatelné, ale byly v omezeném rozsahu objeveny díky rekonstrukcím tektonických pohybů. Ve vědecké komunitě po dlouhou dobu převládal názor, že by se tyto extenzní a kompresní útvary mohly kompenzovat, a zachovávat tak celkovou rozlohu povrchu měsíce, podobně, jako je tomu na Zemi v případě středooceánských hřbetů a subdukčních zón. Zůstávalo však záhadou, jaké síly tuto tektonickou deformaci vyvolávají a proč jsou extenzní útvary početnější.

Pro vývoj Europy jsou klíčové její sousední měsíce Io a Ganymed, jejichž oběžné dráhy jsou úzce provázané tzv. Laplaceovou rezonancí (zatímco Ganymed oběhne Jupiter jednou, Europa jej oběhne dvakrát a Io čtyřikrát). Dnes již klasická studie německých autorů ukázala, že na dlouhých časových škálách (stovky milionů let) se může v důsledku vzájemného gravitačního působení měsíců měnit výstřednost jejich oběžných drah od takřka kruhových po eliptické. vysvětluje Martin Kihoulou.

Modelováním této fázové přeměny autoři určili, že již při pětinasobném nárůstu výstřednosti dráhy se ledová slupka může z původních 35 km ztenčit až na 5 km. Poloměr Europy se přitom smršťí o 2 km, což je doprovázeno kompresními napětími dosahujícími pevnosti meze ledu. Ledová slupka tedy v důsledku komprese popraská, což umožní zanořování svrchních vrstev. Při opětovném poklesu výstřednosti dráhy oceán zamrzá a ledová slupka se rozpíná, což by mohlo poskytnout vysvětlení pro momentální převahu extenzních útvarů. Výsledky studie tak naznačují, že tektonické útvary na globální úrovni nejsou důsledkem systému proudění v ledové slupce, ale jejího rozpínání a smršťování.

Vědci dále studovali dynamiku zanořování s pomocí regionálního modelu ledové slupky. Ukazují, že efektivita přenosu svrchních vrstev bohatých na kyslík záleží především na tloušťce ledové slupky. Pokud je v době komprese slupka tenčí než cca 10 km, může se „subdukovaná“ část ledové slupky dostat až do podpovrchového oceánu. A právě taková situace by měla nastat v okamžiku, kdy výstřednost oběžné dráhy Europy narůstá alespoň po několik desítek milionů let.

Podmínky vhodné pro život

Celý tento proces může výrazně zvýšit astrobiologický potenciál Jupiterova měsíce. Europa je kvůli své malé vzdálenosti od Jupiteru vystavena silnému ionizujícímu záření, které představuje nebezpečí jak pro vesmírné sondy, tak pro jakýkoliv život na povrchu. Zároveň však díky tomu dochází k pozvolnému rozkladu ledu na molekuly kyslíku a vodíku. Zatímco vodík z povrchu unikne, molekuly kyslíku mohou zůstat „uvězněny“ ve svrchní porézní vrstvě ledu.

Martin Kihoulou vystudoval geofyziku na Matematicko-fyzikální fakultě UK a zároveň také Konzervatoř Jaroslava Ježka. Od roku 2021 studuje v oboru Fyzika Země a planet pod dvojím vedením (režim) na Katedře geofyziky MFF UK a v Laboratoire de Planétologie et Géosciences na univerzitě v Nantes ve Francii.

<https://www.mff.cuni.cz/cs/verejnost/aktuality/jak-europa-dycha-v-science-advances-vysel-clanek-doktoranda-matfyzu>