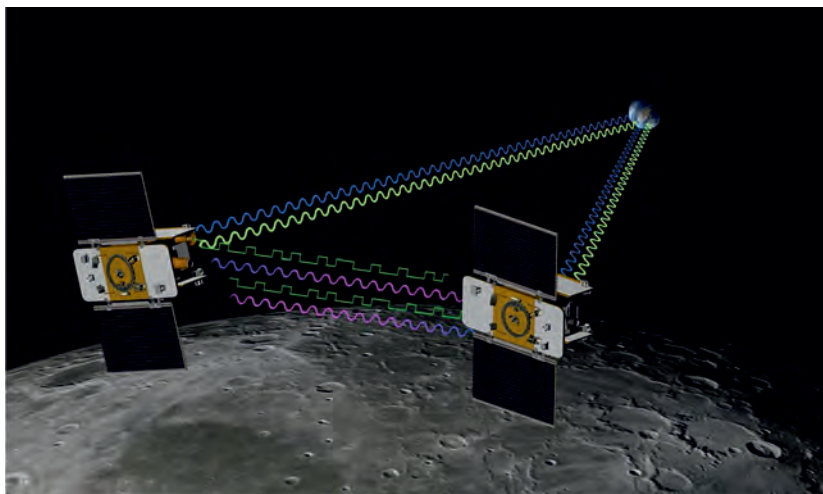
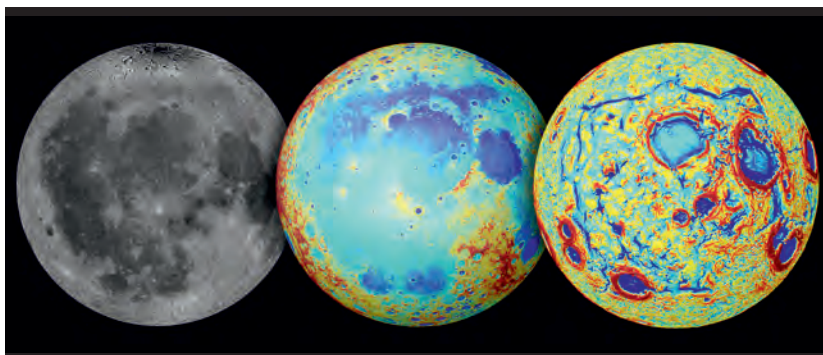


Záhada Oceánu bouří



Dvojice amerických sond GRail sloužila k gravimetrickému mapování Měsíce. Zdroj: NASA.

Měsíc ve viditelném spektru (vlevo), jeho topografie (uprostřed) a naměřené gravitační gradienty při misi GRail (napravo). Oceán bouří je oblast pokrývající většinu Měsíce z tohoto pohledu. Na topografické mapě má modrou barvu. Nově objevené rifty jsou zřetelné na obrázku vpravo, kde vytvářejí přibližně tvar kvaziobdélníku. Zdroj: NASA/GSFC/JPL/CSM/MIT.



Oceán bouří je dominantní útvar na přivrácené straně našeho Měsíce a jako jiná měsíční moře je vyplněn bazalty (čedičem). Dosud nebylo jasné, jak toto moře, které na délku měří až 2 500 km, vzniklo. Ostatní moře jsou vyplněnými impaktními krátery. Oceán bouří by ale musel být zdaleka největší a také nejstarší. Musel by vzniknout na konci období, kdy Měsíc byl pokryt ještě magmatickým oceánem, nebo velmi krátce po něm.

Tohoto tajemství byl Měsíc zbaven po prostudování dat z dvojice sond GRail, které v roce

2012 gravimetricky zmapovaly jeho povrch. Samotné měření nebylo vůbec snadné, dvojice sond musela kroužit okolo Měsíce po téměř polárních drahách ve velmi malé výšce, pouhých 55 km nad povrchem. Jednoduché však nebylo ani zpracování naměřených dat. Ta se musela očistit o příspěvky povrchové topografie. Výsledná, tzv. Bouguerova gravitační data tak nejsou ovlivněna horami a údolími, které můžeme pozorovat na povrchu. Tato data se pak používají pro další matematické zpracování, zejména k výpočtu gravitačních gradientů.

Objev kvaziobdélníku

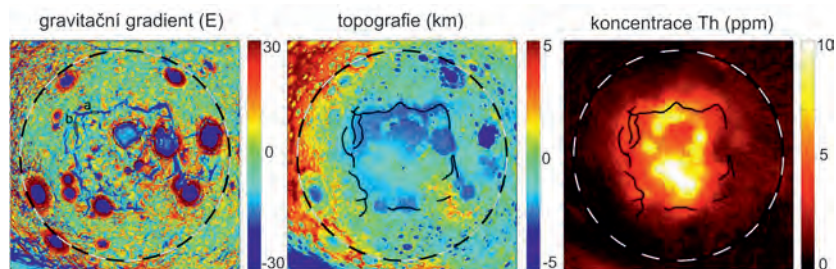
Při vizualizaci zpracovaných dat se na mapě objevily dosud neznámé deprese široké asi 150 km a hluboké 2 až 6 km. Autoři studie navrhli vysvětlení, že tyto deprese by mohly být analogiemi k pozemským riftům (příkopovým propadlinám), které jsou často doprovodem jevem ztenčování kůry a které často doprovází rozsáhlá vulkanická čin-

nost. V dnešní době jsou objevené deprese zcela překryty a zaplněny lávou, která se nejspíše vylévala na povrch Měsíce z přivodných žil postupujících měsíční kůru. Soustava těchto objevených depresí je obdivuhodná zejména jako celek. Tvoří totiž přibližně kvaziobdélník na povrchu koule, jehož strany svírají úhel 120°. Tento tvar vyvrací domněnku, že by Oceán bouří mohl být pozůstatkem dopadu obřího tělesa. Krátery jsou totiž kruhové, nebo nanejvýš eliptické. Dalším důkazem proti obrovskému kráteru je gravitační pole v okolí těchto depresí. To neodpovídá gravitačním anomáliím z okrajů známých impaktních pánví. Naopak nalezené deprese (sníženiny) svými vlastnostmi odpovídají riftům pozorovaným i na jiných tělesech Sluneční soustavy.

Vulkanismus na scéně

Zbývá tedy vysvětlit, kde se na Měsíci taková struktura vzala. K tomu velmi dobře posloužilo starší měření koncentrace thoria v kůře Měsíce sondou Lunar Prospector. Její gamaspektrometr totiž v oblasti Oceánu bouří našel rozsáhlé území, které obsahuje zvýšené množství horniny nazvané KREEP. Ta obsahuje hodně draslíku (K), vzácných zemin (REE – *Rare Earth Elements*) a fosforu (P). Kromě nich obsahuje také vysoké koncentrace uranu a thoria. Vznik KREEPu sahá až do období formování Měsíce, kdy vychládal prvotní magmatický oceán, kterým byl povrch mladého Měsíce pokrytý. Kvůli svému složení při tuhnutí prvotního magmatického oceánu nemohl KREEP krystalizovat a díky své nízké hustotě zůstal u povrchu.

Vysoký obsah radioaktivních prvků, které vyvíjely teplo, měl za následek částečné roztání pláště ležícího pod kůrou. To vedlo k tektonickým pohybům kůry a vulkanismu. Ten pak byl zdrojem magmatu, které zaplnilo přilehlá moře. Při následném ochlazování litosféry došlo ke vzniku riftů na okraji území bohatého na KREEP. Jejich tvorbu doprovázel další vulkanismus, který nová hluboká údolí vyplnil lávou, tak jak bylo zmíněno výše.



Gravitační gradient, topografie a koncentrace thoria. Na-levo je Bouguerův gravitační gradient v polární projekci vystředěné na Oceán bouří. Písmeny a, b jsou označena místa, která byla dále analyzována. Černobilá kružnice rozděluje plný úhel po deseti stupních. Uprostřed je topografie Oceánu bouří v polární projekci. Černými čarami jsou naznačeny polohy nalezených riftů. Napravo je koncentrace thoria v Oceánu bouří zobrazená opět v polární projekci. Zdroj: Zdroj: 45th Lunar and Planetary Science Conference (2014).

Měsíc – přirozený satelit Země, rotuje tzv. vázanou rotací (doba oběhu a rotace je shodná). Díky tomu stále vidíme přibližně jen přivrácenou polokouli Měsíce. Měsíc je prvním cizím tělesem, na kterém stanul člověk (Neil Armstrong, 1969, Apollo 11). Voda na Měsíci byla objevena v stinných částech kráterů a pod povrchem (Lunar Prospektor, 1998). Povrch Měsíce je pokryt regolitem (drobná drť s vysokým obsahem skla). Malé pevné jádro je obklopené plastickou vrstvou (v hloubce 1 000 km pod povrchem). Velké množství kráterů má rozměry od milimetrů po stovky kilometrů. Několik z nich je pojmenováno i po českých osobnostech (například kráter Anděl).

Oceán bouří – Oceanus Procellarum, největší z měsíčních moří, největší útvar na přivrácené straně Měsíce. Oceán bouří je patrný i pouhým okem.

Bazalt – čedič, zdaleka nejrozšířenější vyvřelá hornina. Skládá se především z bazického plagioklasu a pyroxenu, může obsahovat olivín a foidy nebo obyčejný křemen.

■ Jiří Hofman, 10. 10. 2014, AB 32/2014