

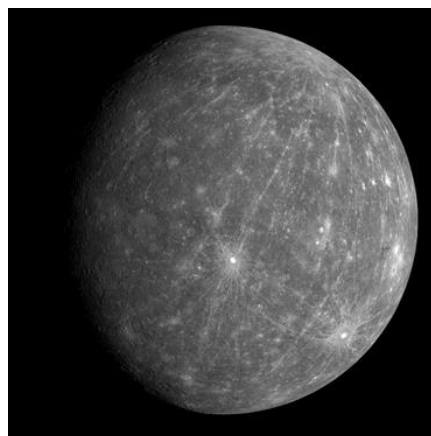
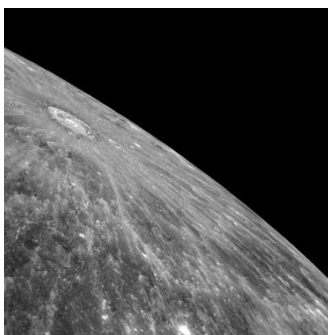


sopečným materiálem s nízkým obsahem železa. Bílé šipky vyznačují polohy mladých hladkých planin, jejichž složení zhruba odpovídá pánvi Caloris. Na vnějším okraji pánve Caloris i jinde se nacházejí malá sopečná centra (viz černé šipky). Tmavě modré oblasti představují starý kamenitý terén, který může být bohatý na minerál ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ).

„Nyní máme zmapovanou polovinu povrchu planety Merkur, která nebyla fotografována sondou Mariner 10,“ informoval Mark S. Robinson (Arizona State University), vedoucí výzkumného týmu. V letech 1974-75 sonda Mariner 10 prolétla 3krát kolem Merkuru po dráze, která ji umožnila fotografovat méně než jednu polovinu povrchu planety. Zbývající část nebyla doposud známa a teprve přiletem sondy MESSENGER bude tato mezera v našich znalostech zaplněna.

### ***První průlet sondy Messenger***

Sonda Messenger proletěla 6. října 2008 kolem Merkuru ve vzdálenosti 200 kilometrů. Během tohoto průletu se podařilo získat snímky dosud neznámé oblasti povrchu planety. Messenger prováděl



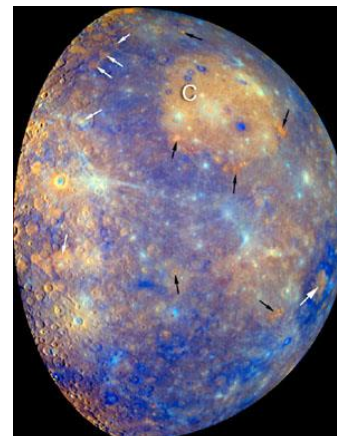
rovněž měření magnetického pole a exosféry planety, jejího sodíkového ohonu, pořizoval barevné snímky a zjišťoval složení povrchu. Na snímcích vidíme dosud neznámé krátery s velmi jasnými paprsky, takže nám povrch připomíná oloupanou mandarinku. Sonda Messenger se nacházela více než 81 milionů kilometrů daleko od Země, pohybovala se rychlostí 136 383 kilometrů za hodinu a signál z ní letěl k Zemi více než 7 minut.

### ***Lávové planiny***

Na základě studia fotografií planety pořízených sondou MESSENGER bylo zjištěno, že zde hrál významnou roli vulkanismus. Impaktní krátery jsou na Merkuru také běžné, na první

pohled planeta připomíná svým vzhledem Měsíc. Povrchy mnoha planet prošly v minulosti značnými změnami až v důsledku vulkanické aktivity.

„Například podle naší barevné mapy je impaktní pánev Caloris zcela vyplněna hladkými pláněmi, které mají vulkanický původ,“ vysvětluje Robinson. „Ve svém tvaru a podobě jsou tyto depozity velmi podobné bazaltům v oblasti tzv. moří na povrchu Měsíce. Avšak na rozdíl od Měsíce obsahují hladké planiny na Merkuru velmi málo železa a tak představují poměrně nezvyklý typ kamenitého materiálu.“



Pánev Caloris má rozlohu přinejmenším jeden milión kilometrů čtverečních. Rozloha tohoto útvaru na Merkuru naznačuje, že v horním plášti planety existují obrovské zdroje magmatu. Snímkování v různých spektrálních oborech také ukázalo, že kromě lávových proudů se v pánvi Caloris nacházejí „červené skvrny“, které pravděpodobně rovněž ukazují na vulkanickou aktivitu. „Červené skvrny nemají ostré okraje a někdy se nacházejí uprostřed proláclin, které nejsou obklopeny kruhovými valy,“ sdělil Robinson.

„Zmapovali jsme dosud neznámou polokouli s průměrným rozlišením snímků 5 km/pixel,“ dodal Robinson. „Objevíme zde tři různé typy terénu, definované na mapě rozdílnými barvami: jedná se o relativně hladký terén s vysokou odrazivostí, se střední koncentrací kráterů a materiál s nízkou odrazivostí.“

## Kde je železo?

„Materiál s nízkou odrazivostí je obzvlášť záhadný,“ konstatuje Robinson. „Jedná se o významnou a široce rozšířenou horninu, která se vyskytuje hluboko v kůře, stejně tak i na povrchu, avšak obsahuje velmi malé množství železa v silikátových minerálech. To je velmi nezvyklé.“ „Vědci očekávají objev vulkanické horniny s nízkou odrazivostí, která bude obsahovat vysoké množství železo-nosných silikátových minerálů, avšak to zatím není tento případ.“ Jedno možné vysvětlení spočívá v tom, že železo je ve skutečnosti přítomno, ale v „nepozorovatelné“ formě pro spektrometr na sondě MESSENGER, protože je ukryto v chemické struktuře minerálů, jako je Ilmenit. Vyřešení paradoxu pomůže rozluštit historii

planety Merkur. „Jestliže chceme porozumět tomu, jak se planeta Merkur vyvíjela, musíme zjistit, jaké minerály se skrývají v její kůře a plášti. Bohužel, zatím nejsme schopni odebírat vzorky pod povrchem Merkuru. Můžeme však detailně studovat vulkanické horniny na povrchu planety. Ty nám poskytnou první pohled do pláště planety Merkur,“ shrnul Robinson.

## 2 Venuše

Nejvýkonnější průzkumník atmosféry, jaký kdy byl k Venuši vyslán, byla evropská sonda **Venus Express**, která využila výhodnou oběžnou dráhu kolem planety a unikátní vědecké přístroje na své palubě. Byla schopná zkoumat skrz husté atmosférické vrstvy a pořídit kvalitní komplexní snímky. Sonda průběžně monitorovala planetu od zahájení výzkumu v roce 2006, takže astronomové nyní mají dostatek informací k sestavování komplexního obrazu jevů v atmosféře Venuše, včetně vanoucích silných větrů. Poprvé jsou k dispozici 3D snímky oblačnosti s rozložením větrů v atmosféře Venuše pro jednu polokouli planety. Přístroj **VIRTIS** (*Visual and Infrared Thermal Imaging Spectrometer*) zkoumal atmosféru Venuše včetně její oblačnosti, shromažďoval data o rychlosti větrů v různých vrstvách. Oblast výzkumu zahrnovala výšky v rozmezí (45 - 70) km nad povrchem planety na celé jižní polokouli až po rovník. Výzkum byl prováděn nad jižní polokoulí proto, že zde sonda Venus Express dosahovala největší vzdálenosti od povrchu planety, přibližně 66 000 km. To umožnilo sondě globální pohled na celou jižní polokouli planety.

Augustin Sanchez-Lavega byl vedoucím týmu, který zpracovával data v průběhu prvního roku činnosti sondy Venus Express. Cíle formuloval takto: „Zaměřili jsme se na oblaka a jejich pohyb. Jejich sledování po dlouhou dobu nám poskytlo velmi přesné údaje o rychlosti větru, který způsobuje pohyb oblačnosti, a také o změnách jeho rychlosti“.

Sledování oblačnosti v různých výškách nad povrchem je možné pouze v případě, že použité přístroje jsou schopné proniknout skrz hustou oponu oblačnosti. „VIRTIS využívá záření na různých vlnových délkách, které je schopno proniknout vrstvami oblačnosti v různých vrstvách,“ konstatoval Ricardo Hueso, rovněž z Universidad del Pais Vasco v Bilbao, spoluautor vědecké studie. „Studovali jsme tři atmosférické vrstvy a sledovali jsme pohyby

*stovek oblaků v každé vrstvě. Takový výzkum doposud nebyl prováděn v tak velkém časovém a prostorovém měřítku, stejně tak na širokém rozsahu vlnových délek.“ Celkem vědecký tým zkoumal 625 oblaků ve výšce kolem 66 km, 662 oblaků ve výšce zhruba 61 km a 932 oblaků v rozsahu výšek 45 až 47 km nad povrchem planety, a to jak na denní, tak i na noční polokouli. Jednotlivé vrstvy oblačnosti byly pozorovány v průběhu několika měsíců, vždy několik hodin. „Zjistili jsme, že mezi rovníkem a 50. až 55. stupněm jižní šířky rychlost větru značně kolísá: z 370 km/hod ve výšce 66 km klesá na 210 km/hod ve výšce 45 až 47 km,“ upřesnil Augustin Sanchez-Lavega. „V planetárních šířkách větších než 65° se situace dramaticky mění – obrovský hurikánu podobný vír se rozkládá nad polární oblastí. Všechny vrstvy oblačnosti jsou hnány v průměru stejnou rychlostí větru nezávisle na výšce a jejich rychlost klesá téměř k nule uprostřed vzdušného víru.“*

Analýza zjistila, že rychlost zonálního proudění, které směřuje podél rovnoběžek, silně závisí na místním čase. Rozdíl v množství slunečního záření, které dopadá na Venuši v ranních či večerních hodinách - tzv. sluneční přílivový efekt, značně ovlivňuje dynamiku atmosféry, čímž vznikají silné větry právě ve večerních hodinách.

V průměru vítr znovu nabývá svoji původní hodnotu každých 5 dnů, avšak mechanismus, který způsobuje tuto periodicitu, vyžaduje další zkoumání. „Aparatura VIRTIS průběžně pokračuje ve výzkumu a během příštích několika let očekáváme, že se nám podaří porozumět mnohem detailněji, jak stabilní či proměnlivé je proudění v atmosféře Venuše, a to jak v horních, tak i ve spodních vrstvách oblačnosti,“ uzavřel Giuseppe Piccioni z Říma.

Následující komentovaná data byla zjištěna na základě pozorování pomocí přístroje VIRTIS v období od dubna 2006 do června 2007. Využitím tří rozdílných vlnových délek záření byla získána „okna“ k pozorování tří rozdílných atmosférických vrstev. Aparatura VIRTIS sledovala pohyb oblaků a z jejich pohybu byla určena rychlost proudění. Pozorováním infračerveného záření na vlnové délce 1,74 mikrometru na noční polokouli planety dohlédla aparatura VIRTIS do vrstvy (45 – 47) km nad povrchem planety. Zdejší oblaka jsou pozorovatelná díky tomu, že absorbují infračervené světlo, přicházející ze žhavého povrchu planety a ze spodních vrstev atmosféry, a toto záření následně vyzařují. V této výšce, jak už bylo uvedeno, je průměrná rychlost větrů 210 km/hod.

Pozorování v oboru blízkého infračerveného záření  $\lambda \approx 980$  nm a v oblasti ultrafialového záření  $\lambda \approx 350$  nm aparatura VIRTIS mohla na denní polokouli planety proniknout svým „pohledem“ do vrstev atmosféry ve výšce 61 a 66 km nad povrchem (respektive pozorovat vyšší vrstvy oblačnosti). Sluneční světlo, odražené v oboru infračerveného a ultrafialového záření od oblačnosti ve dvou odlišných vrstvách, umožnilo sledování pohybu mraků v těchto výškách. Zjištěné hodnoty vanoucích větrů v uvedených výškách jsou 220 km/hod respektive 370 km/hod.

### 3 Mars

Kanadská meteorologická stanice, která je součástí vědeckého vybavení americké kosmické sondy **Phoenix**, vystopovala některé zákonitosti ve změnách denního chodu počasí za prvních 61 solů (marťanských dnů) během trvání mise (26. 5. až 22. 7. 2008). Toto období pokrývá pozdní jaro až počátek léta na severní polokouli. Meteorologickou stanicí dodala Kanadská kosmická agentura **CSA** (Canada Space Agency).

Souhrnné zprávy o počasí vedou k závěru, že průměrná denní teplota na Marsu stoupla o 4 °C od zahájení mise. Naměřené maximální hodnoty teploty se v průběhu dne pohybovaly v rozpětí -24 °C až -35 °C. Nejnižší naměřené hodnoty nočních teplot jsou v rozmezí -70 °C až -83 °C. Průměrná maximální teplota na Marsu v oblasti přistání sondy Phoenix dosáhla za uvedené období -30 °C, průměrná minimální teplota -79 °C.

V průběhu mise byly shromážděny informace o rychlosti větru k rozpoznání denních zákonitostí, jako jsou například změny směru mezi dnem a nocí. Byly zahájeny analýzy, zda jde o zákonitosti způsobované lokálními faktory či přesuny atmosféry ve velkých měřítcích.

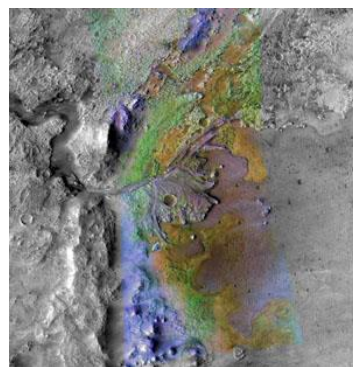
Atmosférický tlak vykazoval neustálý pokles. Vědecké zdůvodnění tohoto jevu na Marsu není stejné jako na Zemi. Jižní polární čepička Marsu, obsahující zmrzlý oxid uhličitý, vzniklý během zimy na jižní polokouli, odstraňuje tento plyn z řídké atmosféry, což způsobuje jeho sezónní pokles v ovzduší Marsu. Marťanská atmosféra je z 96 % tvořena oxidem uhličitým. Zmiňovaný měřitelný pokles atmosférického tlaku, dokonce v blízkosti opačného pólu planety

je důkazem, že velké množství oxidu uhličitého je odstraňováno z atmosféry a jako suchý led je akumulováno v oblasti jižního pólu.

Z provedených měření dále vyplývá, že v místě přistání sondy Phoenix převládá ve dne jižní vítr, v noci zase východní. Průměrná rychlost větru činí 14,4 km/hod (tj. 4 m/s). Hodnota atmosférického tlaku poklesla v uvedeném období z 8,5 hPa na 7,85 hPa, pro porovnání průměrná hodnota atmosférického tlaku na Zemi je 1013 hPa.

### *Voda v dávné minulosti*

Dvě vědecké studie na základě dat z americké sondy **MRO** (**Mars Reconnaissance Orbiter**) odhalily, že rudá planeta byla kdysi dávno pokryta rozsáhlými jezery, tekoucími řekami a dalšími rozmanitými variantami vlhkého prostředí, které mohlo posloužit jako vhodné útočiště případnému životu. Barevně zvýrazněný obrázek představuje deltu řeky, vtékající zleva do kráteru, pojmenovaného jezero Crater, který kdysi byl velkým jezerem. Vědci oznámili, že pradávné řeky, které přinášely jílovité minerály (zelená barva) do jezera, vytvářely tzv. deltu. Jíly mají tendenci zachytávat a uchovávat (konzervovat) organický materiál. Pozorované delty jsou tedy vhodnými místy ke hledání stop dávného života na Marsu.



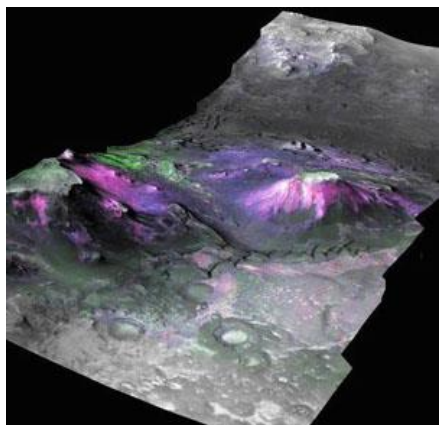
První studie, publikovaná 17. 7. 2008 v časopise *Nature*, ukazuje, že rozsáhlé oblasti dávných vyvýšenin na povrchu Marsu, které pokrývají přibližně polovinu planety, obsahují jílovité minerály, které se mohly vytvořit pouze za přítomnosti vody. Vulkanické lávy pohřbily oblasti bohaté na jílovité minerály během následujícího suššího období v historii planety, avšak impaktní krátery je později zase odkryly na tisíci místech napříč celým povrchem Marsu. Data k tomuto výzkumu pocházejí ze snímků, pořízených **spektrometrem CRISM** (**Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars**) a dalšími vědeckými přístroji na palubě sondy MRO.

*„Velkým překvapením z těchto nových výsledků výzkumu je, jak vše prostupující a dlouhou dobu přetrvávající voda byla na Marsu přítomna a jak různorodé vlhké prostředí zde*

*existovalo*," sdělil Scott Murchie (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory in Laurel, Maryland), vedoucí vědecký pracovník spektrometru CRISM.

Jílovité minerály, tzv. fylosilikáty, zakonzervovaly záznamy o vzájemném působení vody a horniny, datované do dávného období historie Marsu, zvaného Noachian. Etapa se vztahuje na období přibližně před 4,6 až 3,8 miliardami let (tj. na prvních 800 milionů roků po vzniku Marsu). Odpovídá to nejranější historii existence sluneční soustavy, kdy povrchy Země, Měsíce a Marsu byly trvale bombardovány kometami a asteroidy. Horniny z tohoto období byly na Zemi do značné míry zničeny v důsledku působení deskové tektoniky. Jsou zachovány na Měsíci, avšak zde nebyly vystaveny působení tekuté vody. Tyto horniny obsahující fylosilikáty uchovaly až do dnešních dnů unikátní záznamy o existenci vodního prostředí v mladé sluneční soustavě, které možná bylo vhodné pro život. „*Minerály, přítomné v pradávné martánské kůře, naznačují pestrost vlhkého prostředí*," řekl John Mustard (Brown University), člen vědeckého týmu spektrometru CRISM a hlavní autor článku v časopise *Nature*. „*Ve většině oblastí je hornina mírně pozměněna působením kapalné vody, avšak v několika lokalitách je tak poznamenána, že zde muselo po povrchu Marsu téci velké množství vody. Objevili jsme desítky míst, kde mohou v budoucnu přistát kosmické sondy a definitivně tak zjistit, zda byl Mars někdy obyvatelný a pokud ano, pak zde mohou hledat stopy dávného života*." Druhá studie publikovaná již 2. června 2008 v časopise *Nature Geosciences* uváděla, že vlhké prostředí přetrvávalo na Marsu velmi dlouho. Tisíce až milióny roků po vzniku jílů docházelo k erozi povrchu v důsledku soustavy říčních koryt, kdy tekoucí voda odnášela materiál z vyvýšených míst a ukládala jej v místě delty, kde řeka vtékala do kráteru, nepatrně většího než kalifornské jezero Lake Tahoe, jehož průměr je přibližně 40 km. „*Rozložení jílů uvnitř pradávných jezer ukazuje, že zde stojící voda musela přetrvávat tisíce let. Jíly jsou důležité pro zachytávání a konzervaci organických látek. Pokud v těchto oblastech život existoval, pak je naděje, že jeho pozůstatky byly uchovány v deltě starodávnej řeky*," uvedl Bethany Ehlmann, další člen týmu CRISM z Brown University, který byl hlavním autorem studie o prastarém jezeře uvnitř impaktní pánve na severní polokouli Marsu, pojmenované jezero Crater. Vysoké prostorové a spektrální rozlišení spektrometru CRISM je podstatně lepší v porovnání s obdobnými dříve použitými přístroji, vyslanými k Marsu, takže může odhalovat rozmanité typy a složení fylosilikátových minerálů. Kombinací dat ze spektrometru CRISM s daty z dalších přístrojů na

sondě MRO, jako je **CTX** (Context Camera) a **HiRISE** (High Resolution Imaging Science Experiment), vědecký tým identifikoval tři základní druhy minerálů, související s vodním prostředím, datovaných do období začátku periody Noachian. Tyto druhy jsou aluminium-fylosilikáty, hydratované silikáty či opál a běžně rozšířené železo-magnéziové fylosilikáty.



Různorodost minerálů napovídá, že je vytvořily rozdílné procesy a typy prostředí. „*Náš tým sestavil seznam míst na Marsu, kde by měly v budoucnu přistát automatické laboratoře s cílem pátrat zde po přítomnosti organických látek a snad budou schopny určit, zda mohl na Marsu existovat život,*“ komentoval Murchie. Trojrozměrný obrázek části oblasti na Marsu s názvem Nili Fossae znázorňuje výskyt různých minerálů typu fylosilikátů

(fialové a modré odstíny barvy), koncentrované na svazích stolových hor a podél stěn kráterů. Hojnost fylosilikátů naznačila, že voda hrála významnou roli při přemísťování minerálů v rozmanitém terénu v rané historii Marsu.

### ***Přistání Phoenixe na povrchu***

Americká kosmická sonda **Phoenix** (start 4. 8. 2007) úspěšně přistála v noci z 25/26. května 2008 v blízkosti severní polární čepičky Marsu. Krátce po přistání vyslala na Zemi první snímky, zachycující vzhled terénu v blízkosti sondy, jejíž přistávací hmotnost je 350 kg (včetně 25 kg vědeckých přístrojů). Sonda úspěšně provedla aerodynamické brzdění odporem atmosféry, následoval sestup na padácích a v závěrečné fázi přistávacího manévru pracovaly brzdící raketové motory. Celý manévr trval zhruba 7 minut, během kterých byla rychlost sondy 20 400 km/hod snížena na bezpečnou hodnotu pro uskutečnění měkkého přistání na třech přistávacích nohách.



Kosmická sonda Phoenix měla za úkol získat informace, které by pomohly vědcům odpovědět na otázku, zda v polárních oblastech Marsu existují podmínky příznivé pro přítomnost mikrobiálního života. Po přistání sonda úspěšně rozvinula dva panely slunečních baterií

kruhového tvaru, které veškerou aparaturu zásobovaly potřebnou elektrickou energií. Výkon solárních panelů však postupně klesal se snižující se výškou Slunce nad obzorem a také se zvyšujícím se stupněm zaprášení - pokrytím povrchu panelů usazeným prachem. V první fázi výzkumů se sonda Phoenix věnovala především pořizování snímků povrchu v okolí místa přistání, odběru vzorků horniny a jejich následnému rozboru. V pozdějším období se zaměřila na sledování meteorologických podmínek na Marsu. Životnost sondy byla plánována na 90 solů, při prodloužení až na 150 solů.



Připojený snímek zachycuje část okolí v místě přistání, tj. v oblasti Vastitas Borealis (68° s. š., 234° v. d.). Terén zde je poměrně rovný, o čemž svědčí i fakt, že sonda přistála téměř ve vodorovné poloze, se sklonem asi čtvrt stupně. Barevné podání snímku se blíží skutečnému vzhledu povrchu. Fotografie byla pořízena přes dva filtry, propouštějící záření o vlnové délce  $\lambda = 450 \text{ nm}$  a  $\lambda = 750 \text{ nm}$ .

## 4 Phobos

Americká kosmická sonda **MRO** (**Mars Reconnaissance Orbiter**) pořídila nové detailní fotografie Phobosu – většího z měsíců planety Mars. Kamera HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment) na palubě sondy MRO pořídila dva snímky Phobosu v rozmezí 10 minut dne 23. 3. 2008. Vědci obě fotografie zkombinovali za účelem vytvoření stereo-snímku (3D). „*Phobos je velmi zajímavý objekt, protože může obsahovat velké množství vody a materiálu, bohatého na uhlík,*“ informoval Alfred McEwen (Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona, Tucson). Dřívější sondy, především **Mars Global Surveyor**, rovněž pořizovaly snímky měsíce Phobos s vysokým rozlišením. Další informace podal Nathan

Bridges (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California) „Avšak snímky, pořízené kamerou HiRISE mají mnohem vyšší kvalitu a poskytují nejlepší data, jaká kdy byla o Phobosu získána. Nové fotografie pomohou zjistit původ a vývoj tohoto malého měsíčku.“

Syntézou informací získaných kamerou přes modrozelený a červený filtr a včetně filtru pro blízkou infračervenou oblast astronomové potvrdili, že materiál poblíž okraje největšího povrchového útvaru na povrchu měsíce Phobos – kráteru Stickney (na snímku vpravo) – se zdá být „modřejší“ než zbývající část povrchu. Impakt, při kterém byl vyhlouben kráter o průměru 9 km (což je přibližně polovina průměru měsíce), musel být tak silný, že málem došlo k roztržení měsíce Phobos.



„Na základě analogie s materiálem na povrchu našeho Měsíce může modravý odstín znamenat, že se jedná o čerstvý materiál nebo že nebyl vystaven působení kosmického prostředí tak dlouho jako v případě zbývajících povrchu,“ dodává Bridges. Nové fotografie ukazují sesuvy půdy podél vnitřní stěny kráteru Stickney a dalších větších kráterů. Zachycují také zvláštní rýhy na povrchu měsíce, jejichž původ je zatím zahalen tajemstvím. Dále jsou patrné řetězky kráterů a krátery ukryté na noční straně měsíce, osvětlené pouze svitem planety Mars.

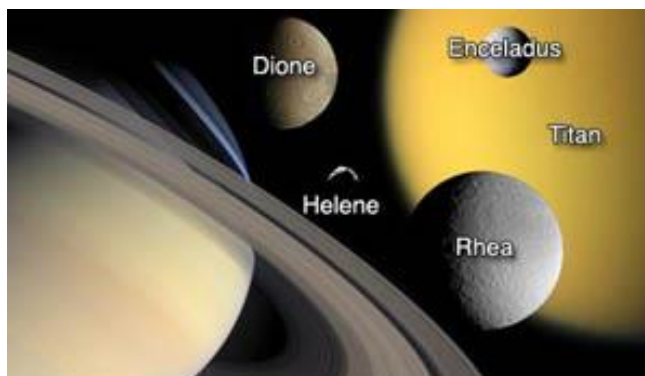
Sonda MRO prolétávala rychlostí zhruba 4800 km/hod ve výšce (250 až 316) km nad povrchem Marsu. Phobos se nacházel ve vzdálenosti 6800 km v okamžiku, kdy kamera HiRISE pořídila první snímek. Z této vzdálenosti je kamera schopna pořídit fotografie s rozlišením 6,8 m na pixel, tj. na snímcích lze rozlišit povrchové útvary menší než 20 m.

Gravitace na povrchu měsíce Phobos, jehož průměr je pouhých 22 km, je menší než jedna tisícina zemské gravitace. To znamená, že není schopna zformovat měsíc do kulového tvaru. Má proto nepravidelný protáhlý tvar. Druhý měsíc Marsu - Deimos je ještě menší, o průměru pouhých zhruba 12 km. Oba malé měsíce jsou s největší pravděpodobností zachycené asteroidy, pocházející z hlavního pásu planetek mezi Marsem a Jupiterem.

## 5 Saturn

### *Prodloužení mise sondy Cassini*

NASA prodloužila činnost kosmické sondy **Cassini** o další dva roky. Dosavadní objevy a detailní fotografie způsobily revoluci v našich znalostech o planetě Saturn a jejích měsících. Mise sondy Cassini byla původně plánována do konce července 2008. Ohlášené dvouleté prodloužení činnosti sondy zahrnuje 60 dalších oběhů kolem planety Saturn a další průlety kolem



exotických měsíců. Mimo jiné sonda 26krát prolétne kolem měsíce Titan, 7krát kolem měsíce Enceladus a jednou kolem měsíců Dione, Rhea a Helene. Prodloužení mise sondy bude rovněž využito k výzkumu prstenců planety, její rozsáhlé magnetosféry a planety samotné.

*„Toto prodloužení není důležité jen pro vědeckou komunitu, ale pro celou společnost při získávání nových informací v rámci odhalování doposud nerozřešených tajemství planety Saturn,“* uvedl Jim Green, ředitel Planetary Science Division, NASA Headquarters, Washington. Dále dodal: *„Nové objevy jsou známkou úspěchu sondy společně s úžasnými snímky, vyslanými zpět na Zemi, které jsou prostě impozantní.“*

Na základě informací ze sondy Cassini se astronomové domnívají, že pod povrchem Saturnova měsíce Enceladus může existovat voda v kapalném stavu. To je důvod, proč tento malý měsíc, 10krát menší než Titan a 7krát menší než náš Měsíc, je cílem prodloužené mise.

Sonda Cassini objevila gejzíry vody a ledových krystalků, tryskajících z povrchu měsíce Enceladus. Tyto gejzíry, které sahají do vzdálenosti 3krát větší, než je průměr měsíce, zásobují částicemi nejrozsáhlejší Saturnův prstenec E. Během prodloužené mise by se měla sonda Cassini těsně přiblížit k tomuto zajímavému měsíci a prolétnout ve vzdálenosti méně než 25 km od jeho povrchu.

Výzkum největšího měsíce - Titanu, realizovaný přístroji na palubě sondy Cassini, umožnil vědcům pohled na to, jak mohla vypadat Země před vznikem života a jeho rozvojem. Nyní se domnívají, že Titan má mnoho shodných vlastností se Zemí, jako jsou například přítomná jezera, řeky, kanály, duny, déšť, sníh, oblaka, pohoří a možná i sopky.

*„Když jsme plánovali původní trasu sondy, vůbec jsme nevěděli, co se nám podaří objevit – zejména na Titanu a Enceladu,“* zdůraznil Dennis Matson, pracovník JPL.

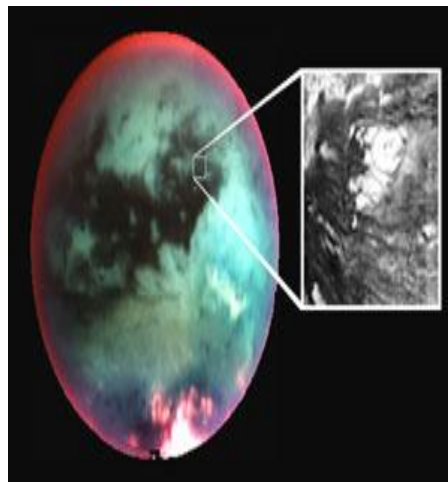
Na rozdíl od Země jsou jezera, řeky a déšť na Titanu založeny na kapalném metanu a etanu, teploty se zde pohybují kolem -180 °C. Ačkoliv hustá atmosféra kolem Titanu velmi limituje pozorování povrchu měsíce, detailní zobrazení pomocí radaru s vysokým rozlišením a snímky v infračerveném oboru, získané pomocí spektrometru, umožňují lepší pohled na povrch Titanu.

Sonda Cassini se při dalším výzkumu zaměří také na monitorování sezónních změn na Titanu a na Saturnu, na pozorování unikátních úkazů v Saturnových prstencích a na výzkum dalších oblastí uvnitř Saturnovy magnetosféry. Denně předávala na Zemi množství informací o systému planety Saturn po dobu čtyř let. Její obrázkové album obsahuje *téměř 140 000 fotografií* a mnoho dalších informací, shromážděných v průběhu 62 oběhů kolem Saturnu, 43 průletů kolem Titanu a 12 těsných přiblížení k ledovým měsícům planety.

Kosmická sonda Cassini byla vypuštěna 15. 10. 1997 z Cape Canaveral na Floridě. Při sedmiletém putování k Saturnu překonala vzdálenost 3,5 miliardy km. Řadí se mezi sondy, vybavené největším množstvím vědeckých přístrojů, jaké kdy byly vypuštěny. Na palubě se nacházelo 12 přístrojů, dalších 6 vědeckých přístrojů bylo umístěno na modulu Huygens, který vyrobila Evropská kosmická agentura ESA a který přistál na povrchu měsíce Titan. Zdrojem elektrické energie na sondě Cassini jsou 3 radioizotopové termoelektrické generátory, které využívají k výrobě elektrického proudu teplo, uvolněné při radioaktivním rozpadu plutonia. Sonda byla navedena na oběžnou dráhu kolem planety Saturn 1. 7. 2004.

### *Oceán na Titanu*

Nejen jezera kapalných uhlovodíků na povrchu, ale i oceán kapalné vody pod povrchem – to vše se ukrývá na Titanu – měsíci planety Saturn. Kosmická sonda Cassini, která od července 2004 zkoumala planetu Saturn, poskytla důkazy, které ukazují na přítomnost podpovrchového oceánu, tvořeného tekutou vodou a čpavkem, na Saturnově měsíci Titan. Tento objev, zjištěný pomocí radaru na palubě sondy, byl publikován 21. 3. 2008 v časopise *Science*.

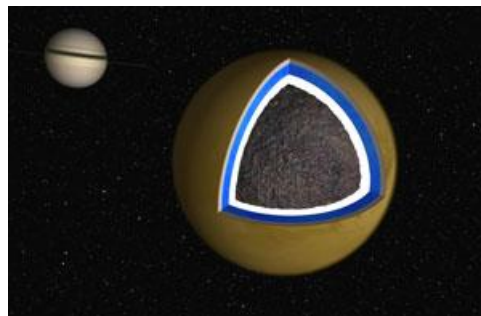


*„S dunami z organického materiálu, jezery, koryty a pohořími má Titan velmi rozmanitý a aktivní povrch, který se ze všech těles ve sluneční soustavě nejvíce podobá Zemi,“ uvedl Ralph Lorenz, Maryland, USA. „Nyní jsme objevili změny v rotaci měsíce Titan, které nám poskytují okno pro studium vnitřní podpovrchové struktury Titanu.“*

Členové vědeckého týmu využili palubní radar **SAR** (Synthetic Aperture Radar) sondy Cassini k získání informací o povrchu měsíce při devatenácti průletech kolem Titanu v období od října 2005 do května 2007. Radar byl schopen proniknout skrz hustou, v optickém oboru neprůhlednou mlhu, bohatou na metan a poskytnout tak detailní informace o vzhledu a složení vybraných oblastí na povrchu měsíce. Na základě zpracování dřívějších radarových měření určili astronomové polohy 50 významných bodů na povrchu měsíce. Následně hledali stejná jezera, kaňony a pohoří v množství dat z radaru, vyslaných na Zemi sondou Cassini při dalších průletech. Zjistili, že tyto povrchové útvary se posunuly ze svých původních poloh až o 30 km. Soustavné posouvání povrchových útvarů lze vysvětlit za předpokladu, že by ledová kůra

měsíce byla oddělena od pevného jádra podpovrchovou vrstvou kapalné látky, umožňující snadnější pohyb povrchových útvarů.

*„Jsme přesvědčeni, že zhruba 100 km pod povrchem, pokrytým vrstvou ledu a materiálem bohatým na organické látky, se nachází oceán kapalné vody, smíchané s amoniakem,“* sdělil Bryan Stiles (**JPL - Jet Propulsion Laboratory, NASA**), který je spoluautorem zmiňovaného článku.



Hlavním cílem mise Cassini-Huygens byl výzkum měsíce Titan, protože může uchovávat díky povrchové teplotě kolem  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$  jako v mrazničce četné chemické sloučeniny, které mohly být základem pro vznik života na Zemi. Navíc Titan je jediným měsícem ve sluneční soustavě, který je obklopen hustou atmosférou, jejíž hustota 1,5krát převyšuje hustotu pozemské atmosféry. Titan je největším měsícem planety Saturn (druhým největším měsícem ve sluneční soustavě) - svým průměrem převyšuje velikost planety Merkur.

Kombinace prostředí bohatého na organické látky a kapalnou vodu je velmi přitažlivá pro astrobiology. Další výzkum rotace Titanu umožní lépe porozumět jeho vodnímu prostředí, a protože pohyb kůry a větry vanoucí v atmosféře jsou spolu spojeny, mohli bychom pozorovat sezónní změny v posunu povrchových útvarů již v příštích několika letech. Při průletu sondy kolem měsíce Titan v březnu 2008 ve výšce 1000 km nad jeho povrchem byl v činnosti hmotnostní spektrometr s názvem Ion and Neutral Mass Spectrometer, jehož úkolem bylo zkoumat horní vrstvy atmosféry Titanu. Po těsném přiblížení další přístroj na palubě sondy Cassini s názvem Visual and Infrared Mapping Spectrometer, tedy spektrometr pro vizuální a infračervené mapování, pořizoval fotografie s vysokým rozlišením, zachycující oblast jihovýchodního kvadrantu měsíce Titanu.

### *Saturnovy prstence mění svůj vzhled*

Mimořádně zajímavým objektem večerní oblohy je planeta Saturn. Jejím charakteristickým rysem jsou prstence měnící svůj vzhled. Astronomové z celého světa zaznamenali změnu ve vzhledu Saturnových prstenců: široce rozevřené prstence se rychle zužují do tenké linie. Publikovanou dvojici snímků pořídil Efrain Morales Rivera (Aguadilla, Puerto Rico) svým amatérským dalekohledem v období přeletu sondy Cassini k Saturnu.



„Prstence se podstatně zúžily během posledního roku,“ popsal Rivera. Tzv. Cassiniho dělení (tmavá mezera v prstencích) je stále obtížněji pozorovatelná.“

Tento jev se pravidelně opakuje - prodloužená rovina prstenců míří na Zemi dvakrát během oběhu planety Saturn kolem Slunce. Tato situace nastává jednou za 14 až 15 roků. Protože prstence jsou velmi tenké, mohou v tomto případě zcela „zmizet“, pokud se na ně díváme malým dalekohledem. V případě, že se Saturnovy prstence stále více a více „zavírají“ (budou stále tenčí a tenčí), nelze je pozorovat. To naposled nastalo 4. 9. 2009, kdy prodloužená rovina prstenců mířila přesně na naši Zemi. Stejný úkaz pozoroval v roce 1612 Galileo Galilei, který prstence poprvé spatřil v roce 1610, tedy téměř před 400 roky. Taková situace je výhodná pro pátrání po nových malých měsících. Dnes jich známe díky velkým dalekohledům a kosmickým sondám přes 60.

Galileo Galilei nerozpoznal pravou podstatu prstenců. Teprve v roce 1659 Christian Huygens správně vysvětlil změny viditelnosti a zmizení prstenců změnou sklonu jejich roviny vzhledem k Zemi. V roce 1660 přišel Jean Chapelain s názorem, že prstence nejsou pevným útvarem, ale že jsou tvořeny velkým množstvím malých částic samostatně kroužících kolem planety. Jeho intuitivní názor však byl vědecky dokázán až po téměř 200 letech Jamesem Clerkem Maxwellem. Od objevu prstenců bylo jejich „zmizení“ pozorováno celkem 27krát. Dokonce, i když se prstence zmenšují, je planeta Saturn úchvatná.

Literatura:

- [ 1 ] Murchie, S. L, Mustard, J. F, Pelkey, S. M., aj.: Hydrated silicate minerals on Mars observed by the Mars Reconnaissance Orbiter CRISM instrument. *Nature* **454** (2008), p. 305 - 309.
- [ 2 ] Ehlmann, B. L., Mustard, J. F., Fassett, C. I., a.j.: Clay minerals in delta deposits and organic preservation potential on Mars. *Nature Geosciences* **1** (2008), p. 355 - 358.
- [ 3 ] Lorenz, R. D., Stiles, B. W., Kirk, R. L. a.j.: Titan's rotation reveals an internal ocean and changing zonal winds. *Science* **319** (2008), p. 1649 - 1651.
- [ 4 ] [www.osel.cz](http://www.osel.cz)
- [ 5 ] [www.ta3.sk/zne/](http://www.ta3.sk/zne/)