

Curiosity, voda a život

Rover – automatické vozítko schopné vlastního pohybu určené k výzkumu těles sluneční soustavy. Rovery využívá především americká NASA k výzkumu Marsu.

Sol – marťanský den, je o 39 minut delší než den pozemský. U vozítek Spirit a Opportunity mise Mars Exploration se marťanské soly začaly počítat v okamžiku přistání Spiritu.

Kosmický jeřáb – přistávací manévry, při kterém visí přístroj na laněch pod raketovou pohonnou jednotkou a pomalu je spouštěn na povrch tělesa.

Závěrečná fáze přistání laboratoře MSL Curiosity. Let byl nejprve zbrzděn padákem, poté reaktivními tryskami. V poslední fázi visel rover na třech laněch pod pohonnou jednotkou (tzv. raketový jeřáb). Zdroj: NASA.



Planeta Mars je jedinou planetou, na jejíž povrch se můžeme dalekohledem přímo podívat. Je tak v průběhu jedné noci patrné, že Mars rotuje téměř stejnou rychlostí jako Země. Již po hodině je i malým dalekohledem zřejmé, že se tmavá a světlá místa na kotoučku Marsu vlivem otáčení posunula. Je to tak nápadné a pohled není za jasné pozemské noci už ničím jiným rušen, že velmi dlouho, téměř až do poloviny dvacátého století, astronomové spekulovali, zda má Mars vůbec atmosféru. Parametry dráhy Marsu způsobují podobné sezónní změny, jaké pozorujeme na Zemi. Na Marsu jsou, již jen podle velikosti polárních čepiček a zbarvení povrchu oblastí na ně bezprostředně navazujících, viditelné změny jako důsledek probíhajících ročních období.

Výzkum Marsu

Gigantická technická díla realizovaná v devatenáctém století, jako třeba Suezský průplav, spolu s úspěchy při konstruování velkých refraktorů, dala vzniknout romantickým snům o obyvatelích Marsu. Téměř v každé populární knize, která popisuje historii objevování Marsu, jsou zmíněny Schiaparelliho kanály. Ve své době mělo jít o gigantická vodní díla inteligentních Marťanů, kteří jimi přivádějí vodu z polárních oblastí do vyprahlých pouští kolem rovníku, a přizpůsobují si tak tvář planety k obrazu svému. S postupujícím planetárním výzkumem založeným na rozvoji kosmonautiky zůstali lidem podobní Marťani schopní teraformovat planetu dnes už jen ve fantastické literatuře.

Technické možnosti automatizovaných robotů, které byly postupně na Mars vysílány, se každou jejich novou generací zvyšují. První meziplanetární pouzdra, která na planetě přistála, změřila jen několik fyzikálních charakteristik a orbitální moduly snímkovaly povrch Marsu s neustále se zvyšujícími podrobnostmi. Dnešní kosmické stroje jsou schopné z oběžné dráhy změřit koncentraci nejen vody v podpovrchových horninách, ale i mnoha dalších chemických sloučenin a určit tak pravděpodobnost výskytu mnoha minerálů. Jsou známy globální údaje o atmosféře, jejíž převládající složkou je oxid uhličitý. Stále se však nepodařilo rozhodnout, zda na Marsu jsou, nebo alespoň někdy v minulosti byly podmínky, které považujeme za klíčové pro existenci života, jaký známe na Zemi. Přitom odpověď na tuto otázku byla hna-

cím motorem všech projektů, které pro výzkum Marsu prozatím lidé připravovali a ještě jistě připravovat budou.

Na Mars bylo dosud vysláno 39 sond a z nich bylo jen 15 úspěšných. Úspěch zde znamená, že se podařilo navést sondu na oběžnou dráhu, nebo bezpečně přistát a získat očekávaná data. Od doby Vikingů, které byly v polovině sedmdesátých let vůbec prvními úspěšnými laboratořemi schopnými přímého povrchového průzkumu, se technika v mnohém zdokonalila. Dosud však stále zůstává nerozhodnuto, zda na Marsu živé organismy jsou, nebo alespoň kdysi v minulosti byly, či zda je to planeta bez života. Současný přímý terénní průzkum je prováděn zejména terénními vozítky, která jsou schopna samostatného pohybu po planetě a mohou si vybrat, jaké části povrchu budou zkoumat. Způsob, jakým to dělají, je tedy omezen jejich pohybovými možnostmi a přístrojovým vybavením, které si s sebou na Mars přivezly. Na Marsu dnes pracují dvě takové pojízdné aparatury. Z předchozí generace dvojice roverů je ještě stále aktivní Opportunity, který přistál na povrchu 25. ledna 2004 a po deseti letech činnosti překročil

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*, americký Národní úřad pro letectví a kosmonautiku, byl založen v roce 1958. Jde o instituci zodpovědnou za kosmický program USA a dlouhodobý civilní i vojenský výzkum vesmíru. K nejznámějším projektům patří mise Apollo, která v roce 1969 vyvrcholila přistáním člověka na Měsíci, mise Pioneer, Voyager, Mars Global Surveyor, Mars Science Laboratory a dlouhá řada dalších.

Curiosity – pojízdná laboratoř, která na Marsu přistála 6. srpna 2012 v kráteru Gale. Hmotnost roveru je 899 kg, délka 2,9 metru a výška 2,2 metru. Na palubě je mnoho přístrojů o celkové hmotnosti 80 kg, včetně pece, vrtné soupravy, spektrografu a různých analyzátorů. Jde o největší laboratoř dosud dopravenou na povrch Marsu.

Umělecká vize laboratoře MSL Curiosity. Zdroj: NASA.





Detailní záběr místa přistání. Zdroj: NASA.

Přistávací oblast. Na fotografii je kráter Gale. Místo přistání rovertu je vyznačeno bílou elipsou. Zdroj: NASA.



plánovanou životnost čtyřicetkrát. Dnes se nachází v blízkosti kráteru Endeavour. Dvojice identických vozítek Spirit a Opportunity byla vybavena zejména kamerami a spektrometry. Rovy byly navrženy pro průzkum klimatických podmínek, mikroskopický a spektroskopický průzkum minerálů a hornin a samozřejmě pro hledání čehokoliv, co by mohlo být vysvětleno jako projevy živých struktur. Výsledkem byla průkazná přítomnost vody na Marsu, jejíž vliv byl rozpoznán v erodovaných povrchových horninách. Rovy současně našly minerály a horniny, jejichž původ je na Zemi přítomností vody podmíněn. Druhým aktivním vozítkem je nejnovější projekt MSL (*Mars Science Laboratory*) pojmenovaný Curiosity (Zvědavost).

Curiosity

Curiosity je pojízdná laboratoř již třetí generace, která je mnohem větší než všichni předchůdci. Laboratoř nese také mnohem složitější vybavení a je schopná přímého průzkumu hornin a zemín, který provádí několika rozdílnými metodami v uzavřeném prostředí za přesně definovaných podmínek. MSL Curiosity je vybavena 17 kamerami,

z nichž klíčové jsou tři systémy – MastCam s vysokým rozlišením na stožáru, MAHLI na robotickém rameni schopný snímat detaily velké jen 12,5 μm a MARDI určený pro detailní záznam povrchu při přistávacím manévru. Dalším typem vybavy jsou čtyři analytické experimenty, jejichž klíčovými přístroji jsou zejména spektrometry. Tyto experimenty jsou navrženy k detailnímu geologickému a atmosférickému průzkumu. ChemCam ostřeluje laserem horniny a analyzuje odpařený materiál. APXS analyzuje složení hornin pomocí rentgenové spektroskopie a ostřelováním hornin částicemi alfa. Prostřednictvím experimentu ChemMin je možné určit detailní che-

mické složení minerálů, které v sobě váží vodu. Je tak možné usuzovat na její přítomnost v době, kdy horniny vznikaly. Klíčovým fyzikálně chemickým experimentem je SAM, cca 40 kg velký komplex velikosti mikrovlnné trouby vybavený plynovým chromatografem a dvěma spektrometry. SAM obsahuje pec, ve které jsou vybrané vzorky půdy vyžehány při teplotě 1 000 °C a následně jsou analyzovány výsledky tohoto děje. Experiment je určen zejména pro vyhledávání organických uhlíkatých molekul a sloučenin. Curiosity je dále vybavena dvěma detektory záření DAN a RAD, přístrojem MEDLI pro průzkum atmosféry při sestupném manévru a analyzátořem REMS měřícím fyzikální charakteristiky prostředí, ve kterém se laboratoř nachází. Curiosity je tedy komplexní pojízdná laboratoř schopná shromažďovat detailní poznatky o povrchovém složení a atmosféře Marsu v místech, kde se právě pohybuje.

Laboratoř Curiosity přistála na Marsu 6. srpna 2012. Za místo přistání byla vybrána vnitřní část kráteru Gale. Zde je, podle předchozích průzkumů, terén tvarován zejména naplaveninami sesutými z centrálního pohoří uvnitř kráteru. Je zde mnoho nejrůznějších hornin, které mohly vzniknout přeměnou dřívějších souvrství. Samotné místo, do kterého bylo vozítko raketovým jeřábem spuštěno, bylo zvoleno na relativně rovném dně kráteru, kde byly podmínky pro bezpečné přistání velmi výhodné. Jelikož je Curiosity již dosti velkým zařízením a přístrojové vybavení je oproti předchozím automatům také energeticky mnohem náročnější, panely slunečních baterií by byly příliš velké a pro jeho provoz nepraktické. Celá aparatura je tedy poháněna radioizotopovým termoelektrickým generátorem. Životnost mise je tak závislá na „vybití baterií“. Napájení by mělo vydržet alespoň jeden marťanský rok, tedy zhruba dva roky pozemské.

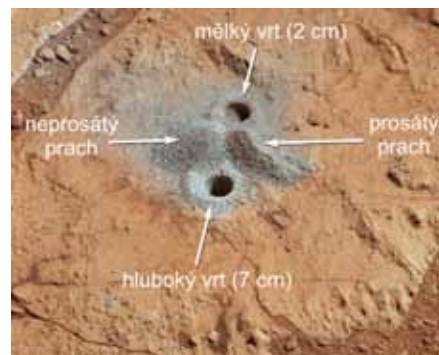
Geologický průzkum

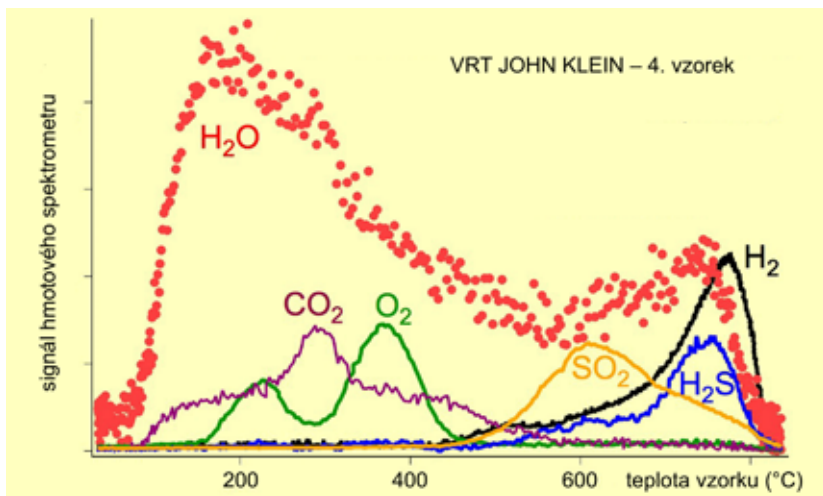
Geologický průzkum byl prováděn v oblastech Rocknest a Yellowknife Bay, které jsou v kráteru Gale, kde rover Curiosity přistál. Robot zde pomocí aparatury SAM, umístěné v těle vozidla, a aparaturou CHIMRA, umístěnou na předním pohyblivém rameni, analyzoval drť jemného prachu a kamínků jednak shrábnutou z povrchu a také vybranou z podpovrchových vrtů. Rozborem výsledků mnoha takových vzorků bylo zjištěno, že se v hornině nachází voda, které je zde, co se objemu týče, zhruba 2 %. Drť prachu a pískových zrn shrábnutá z povrchu byla

Mars – rudá planeta se dvěma malými měsíci, Phobosem a Deimosem, je v pořadí čtvrtým tělesem sluneční soustavy. Povrch planety je pokryt načervenalým pískem a prachem. Barva je způsobena vysokým obsahem železa. Načervenalá barva celé planety jí dala jméno (Mars je bůh váleka). Na povrchu se nacházejí obrovské sopky, z nichž ta největší, Olympus Mons, je 24 km vysoká a její základna je 550 km široká. Na vrcholu je kráter o průměru 72 km. Pro Mars jsou charakteristické systémy kaňonů vzniklé pravděpodobně tekoucí vodou. Snímky ze sond ukazují místa, kudy dříve tekla voda. Zdá se, že Mars byl dříve vlhčí a teplejší, než je dnes. Rozpětí teplot, které na Marsu panují (zima ne větší než v Antarktidě) by bylo snesitelné pro některé primitivní formy života žijící na Zemi. Jejich existence se však dosud nepotvrdila.

Teraformace – přizpůsobení cizích planet pro možný pobyt lidí. Prozatím je teraformace zmiňována jen ve futurologických publikacích. Do různých podrobných kroků se promýšlí vytvoření biosféry na cizích planetách.

První vrty provedené do povrchových hornin v oblasti Yellowknife Bay. Prosátý prach vybraný z vrtů byl následně analyzován aparaturou CHIMRA. Zdroj: NASA.





Spektrum těkavých látek při zahřívání čtvrtého vzorku z vrtu John Klein. Výsledky prokazují přítomnost uhlíkatých, síranů a siričků. Odpar vodní páry prozrazuje jilové hominy. Zdroj: NASA.

sledky, které řídicí vědecký tým mise Curiosity nabídl, jsou dlouho očekávaným potvrzením existence vody v podzemních horninách a zeminách Marsu. Jde o shrnutí více než ročního pobytu a práce laboratoře na mnoha místech v geologicky velmi komplikované oblasti kráteru Gale. Místo, v němž experiment probíhá, bylo vybráno právě pro zřetelné známky vodní eroze, které jsou evidentní již ze satelitního průzkumu povrchu. Pojízdná laboratoř MSL Curiosity tak povrchovým průzkumem přímo potvrdila, že stále hledaná a očekávaná voda se v horninách i dnes nalézá a že interpretace geologické minulosti Marsu jako planety, na níž se voda vyskytovala, je oprávněná.

v aparatuře SAM zahřáta až na teplotu 835 °C a v průběhu zahřívání byly analyzovány uvolněné složky. Přítomnost vody v analyzované zemině je prokazatelně doložena a dle geologů by nemělo jít jen o vodu vázanou v minerálech. Hledání zemin a hornin, v nichž by se mohla nacházet voda, je prováděno také pomocí aparatury DAN. Jde o detekci odezvy na tok neutronů vystřelovaných aparaturou do podloží. Následné zachycení vodíku je interpretováno jako přítomnost hydroxyly nebo vody v podzemních vrstvách. Předložené vý-

■ Ivan Havlíček, 27. 9. 2013, AB 29/2013