

Mars v přímém přenosu

Podle zdrojů NASA na INTERNETU
Václav Procházka

Po více než dvaceti letech se opět dotklo pozemské těleso Marsu - 5. července na jeho červenavém povrchu přistála sonda nové generace - Mars Pathfinder.

Hlavním cílem mise této sondy bylo předvést nový způsob dopravy na Mars. Mars Pathfinder je zařazen do rozsáhlejšího programu NASA - Discovery. Jedná se o program, v němž se konstruktéři snaží vyvíjet jednoduché sondy s co nejnižšími výrobními náklady. Ty jsou limitovány částkou 150 mil \$. Tato nová filosofie NASA samozřejmě souvisí s úspornými opatřeními americké vlády a navíc, jak zřetelně ukázal nešťastný Mars 96, je výhodnější nejen při samotné konstrukci, ale i v případě neúspěšnosti mise.

Mars Pathfinder - jak vlastně vypadá
Při startu vážila celá sonda, včetně pohonného stupně pro korekce dráhy, tepelného štítu a dalších podpůrných zařízení, 890 kg. Rozměry celé sondy v době jejího putování k Marsu byly 1,5 m na výšku a 2,65 m v průměru.

Před vstupem do atmosféry došlo k odhození pohonného stupně a poklesu hmotnosti na 570 kg. V aerodynamickém krytu, který začal klesat k povrchu, byl kromě samotného přistávacího modulu ukryt i padák, přistávací raketové motory a systém dopadových vaků.



Samotný přistávací modul má tvar čtyř-stěnu o hmotnosti kolem 360kg a výšce 90 cm. Na základnu jsou připevněny tři panely, které připomínají okvětní listy květin. Z vnitřní strany jsou pokryty solárními články, a na jednom z nich je připevněn i Sojourner - malý pohyblivý robot.

Nedlouho po přistání se vysunula do výšky kolem 1,5 m nad okolní terén stereoskopická kamera (umožňuje prostorové snímání obrazu), která má zorné pole 14x14° a je schopná pořídit jeden snímek (256x256 pixelů) každé dvě sekundy. Kromě kamery z modulu ční také meteorologická čidla a dvě antény - vysokozisková a nízkozisková.

Řízení modulu obstarává komerčně do-stupný počítač - IBM RAD6000, který je příbuzný s osobním počítačem PowerPC, ale je odolný proti radiaci. Procesor má 32-bitovou architekturu a provádí více jak 22MIPS (22 milionů operací za sekundu - to je o něco méně než moderní PC), do paměti o velikosti 128MB je ukládán řídicí software a získané snímky a data.

Pokud jde o energetické nároky, nejsou příliš velké. V době putování vesmírem nebyla spotřeba větší než 178W (to je o něco více než silná žárovka), tuto energii spolehlivě zajišťovaly solární panely z arsenidu galia o rozloze 2,5m², umístěné na pohonném stupni, a stříbro-zinkový akumulátor s kapacitou 40Ah. Po přistání začal být modul zásobován solárními panely na vnitřní straně svých „okvětních listů“ o větší ploše - 3,3m². Tyto panely dokáží za jasného dne produkovat 850Wh a za nepříznivé počasí polovinu tohoto množství, ale pro modul je to více jak dostatečné.

Technicky je velmi zajímavý i Sojourner. Tento robotek je konstruován jako nezávislý průzkumník.



Přistávací modul mu pouze zprostředkovává spojení se Zemí. Příkazy ze Země jsou uchovávány v paměti modulu a robot o ně v pravidelných intervalech žádá. Pro usnadnění navigace jsou také využívány snímky ze stereoskopické kamery modulu.

Sojourner je nevelké vozítko o délce 65 cm, šířce 48 cm a výšce 30 cm. Jeho hmotnost je kolem 10,5 kg. Šestikolový vahadlový podvozek mu umožňuje překonávat překážky až do velikosti jeho kola, tj. 13 cm. Kola jsou poháněna nezávisle a velký převodový stupeň (2000:1) zajišťuje velkou stoupací schopnost. Řízení předních i zadních kol je také nezávislé, umožňuje otočení na místě. Nejvyšší dosažitelná rychlost je 0,4 m/min, avšak běžně používaná „cestovní“ kolem 1cm/min.

Energii získává 0,22 m² solárních panelů z GaAs (stejně jako u modulu). Panel je zálohován 9-ti lithiovými články o kapacitě 150Wh. Kombinovaný systém baterií a fotovoltaických článků umožňuje dodávat v případě potřeby až 30W (špičkový výkon článků je 16W). Pro pohon za normálních podmínek však postačuje pouhých 10W. Vozítko je tedy provozuschopné i v nejhorších prachových bouřích.

Některé části Sojourneru, jako například baterie, nejsou odolné vůči mrazivým nočním teplotám (až -110°C), jsou proto umístěny ve speciální vyhřívané schránce. Izolace je provedena speciálním silikonovým gelem a vyhřívání zajišťují topná tělíska o příkonu 3W. Vyhřívání se zapíná, pokud je teplota okolí nižší než -40°C.

Sojourner je řízen počítačem, který není zdaleka tak výkonný, jako počítač modulu. Jádrem je procesor Intel

80C85, který byl vybrán pro svou nízkou cenu a odolnost proti radiaci. Je to 8-bitový procesor, který pracuje rychlostí 0,1 MIPS (což je asi 100x méně než současný PC). Paměť počítače se skládá ze 176kB PROM (programovatelná pevná paměť) a 576kB RAM (operační paměť, dnes u PC řádově desetkrát větší). Dokáže vykonávat vstupní/ výstupní operace na 70 senzorových kanálech a obsluhuje jimi všechny přístroje jako kamery, modem, motory...

Je vybavený celkem třemi kamerami. Zepředu má umístěný stereoskopický zobrazovací systém. Kamera vzadu slouží jen pro obyčejné snímkování. Nejdůležitějším přístrojem je alfa-protonový spektrometr, který dokáže detekovat alfa částice, protony a emise Roentgenova záření, musí být ale s měřeným objektem v kontaktu.

Průběh mise -přistání

Mars Pathfinder byl vyneseno do vesmíru raketou Delta II. Start byl očekáván 2. prosince, ale musel být o den odložen pro špatné počasí. V průběhu sed-

miměsíční cesty probíhalo testování všech systémů a zdokonaloval se řídicí software. Celá cesta proběhla takřka bez problémů.

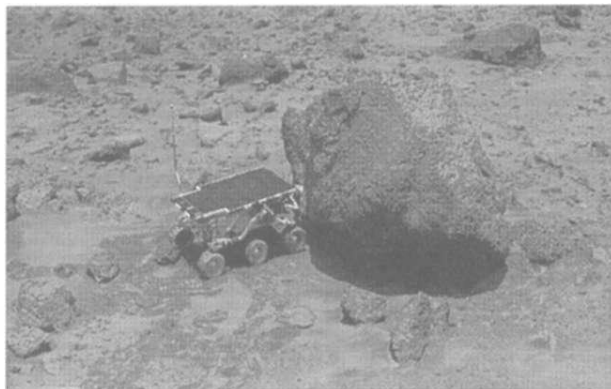
Poslední korekční manévr před vstupem do atmosféry 4.7. nebyl nutný, protože se ukázalo, že sonda míří přesně do středu oblasti určené pro přistání, i když úhel vstupu do atmosféry byl 13,9° - o 3 desetiny stupně méně než se původně předpokládalo. Přistávací oblast měla tvar elipsy o rozměrech 60x120 mil a nachází se v Ares Vallis, což je starodávný kaňon, který byl podle názoru některých vědců vytvořen v dávných dobách proudící vodou. Průtok měl být 1000x větší než v současné době v Amazonce.

Sonda vstoupila do atmosféry Marsu přímo z meziplanetárního prostoru, bez navedení na oběžnou dráhu, rychlostí kolem 7600m/s. (Právě to je onen nový krok, který umožňuje výrazně snížit výrobní náklady). Protí žáru byla ochráněna tepelným štítem odvozeným od toho, jenž byl použit u sond Viking. Ten sondu zpomalil za dvě minuty na 400 m/s. K maximálnímu zpomalení došlo ve výšce 32 km nad povrchem a dosáhlo 25G (G je jednotka, která udává, kolikrát větší síla působí na těleso v dané soustavě než na povrchu Země).

Několik kilometrů nad zemí se otevřel padák o průměru 12,5 m. Jeho ekvivalent by vzhledem k řídké atmosféře Marsu měl na Zemi jen pouhé dva metry. Padák zpzdil pád sondy až na rychlost 61,5 m/s. Zajímavé může být to, že nebyl připevněn přímo k přistávacímu modulu, ale k vrchní části sondy, ke které té byl modul připojen lanem.

V poslední etapě přistání ochránil modul zámetek ze vzduchových vaků o průměru 5,8m. To je další novinka, kterou měl Pathfinder otestovat. Airbag se





nafoukl ve výšce kolem 100 metrů. Asi sekundu po jeho nafouknutí došlo k zapálení tří motorů na tuhá paliva ve vrchním dílu sondy a asi po dvou dalších sekundách se pád téměř zastavil. Vrchní díl byl odhozen a sonda padala volně k povrchu z výšky 4-patrového domu. Rychlost nárazu na povrch byla 18 m/s. Po dopadu mohl modul částečně připomínat větší tenisový míč. Od povrchu se odrazil a odskočil celkem 16-krát.

Přistání bylo velice přesné. Střed přistávací oblasti byl minut Pathfinderem jen o 12mil, jihovýchodním směrem.

-po přistání

Po přistání se airbag vypustil a sonda se rozevřela. Úkol měla značně zjednodušený, protože dosedla na svou základnu v náklonu jen kolem 2,5°.

První přenos snímků a dat se uskutečnil ve 16.28 PDT. Přistávací modul, který byl později přejmenován na „Pamětní stanici Carla Sagana“ pořídil na 120 snímků svého okolí stereoskopickou kamerou, ještě před tím, než byla vyzdvižena do své „provozní výšky“ 1 m nad sondu, a ty byly hned v 18:30 PDT předvedeny na tiskové konferenci, kde sklidily nadšený potlesk.

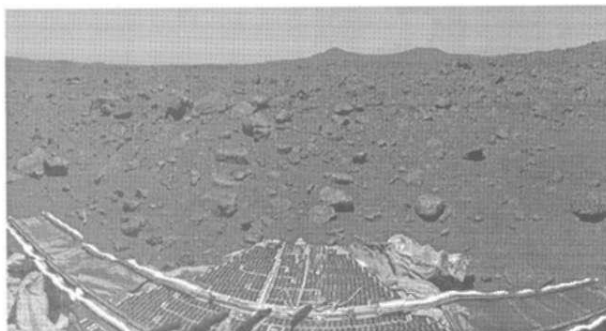
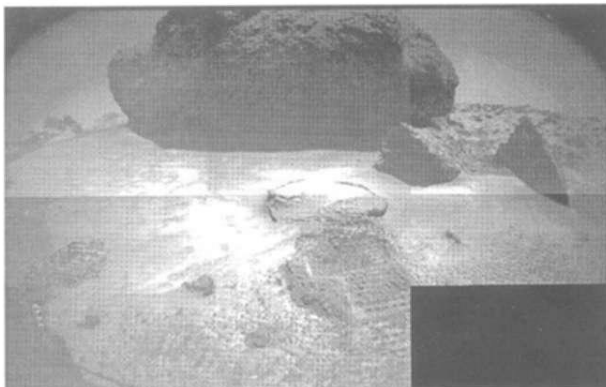
„Malou“ nepřijemností, kterou snímky odhalily, bylo to, že se jeden z vaků zcela nevyprázdnil a zčásti zakrýval panel modulu, na němž byl umístěn Sojourner. Po řadě úvah bylo rozhodnuto, že se modulu vyšle příkaz, aby tento list zvedl o 45° a zase položil. Operátoři doufali, že se tímto způsobem vak z panelu odstraní, což se nakonec také splnilo.

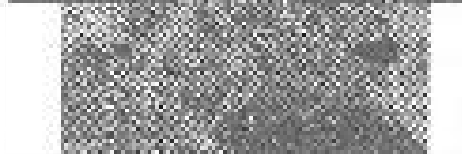
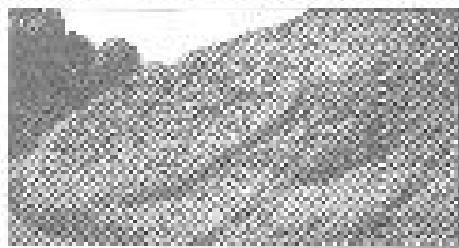
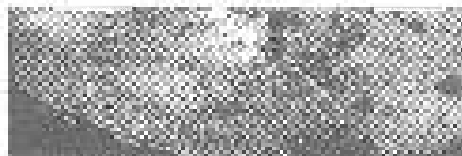
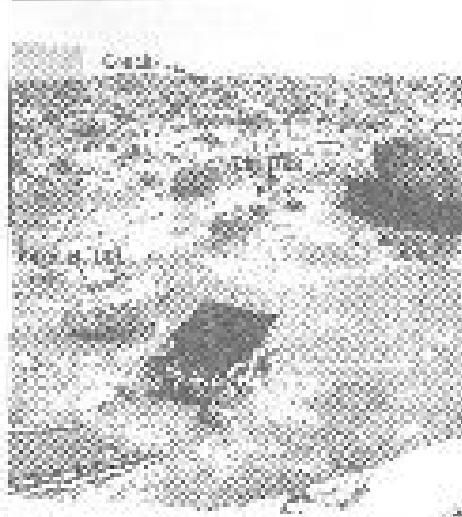
Druhý den se objevil problém v komunikaci mezi Sojournerem a modulem. Vedoucí týmu robota Dr. Jacob Matijevic oznámil na tiskové konferenci, že jde pravděpodobně o problém v softwarové synchronizaci modulu a Sojourneru. Po provedení rekonfigurace některých nastavení se vše napravilo a

Sojourner mohl ke konci dne sjet na zem. Přesnou příčinu komunikačních problémů se zjistit nepodařilo, ale zřejmě došlo k tomu, že se letový počítač modulu z neznámých důvodů sám resetoval.

Robot sjížděl po rampě z pancle ve dvou etapách. V polovině cesty se zastavil a pořídil detailní snímek rampy. Celá cesta mu trvala 5 minut. Když byl na zemi, odjel ještě asi 10 cm dál a umístil na zem svůj spektrometr. Přes noc pak měřil složení marťanské půdy.

Třetí den byly na programu experimenty ke zjištění půdních charakteristik. Sojourner zastavil pět svých kol a šestým otočil na obě strany. Vědci tak mohli pozorovat hloubku stopy kola a pohyb vrchních vrstev jemně zrnitého povrchového materiálu. Tato pozorování umožnila nasbírat informace například o vnitřním tření a soudržnosti půdy. Ke konci dne se Sojourner vydal ke svému prvnímu kameni přezdívanému Barnarce Bill, aby provedl jeho spektrální analýzu.





Analýza dat ukázala, že tento kámen je velmi bohatý na křemík, který je spíše charakteristický pro pozemské horniny.

V následujících dnech pokračoval modul ve snímkování okolí a Sojourner prozkoumal několik dalších kamenů, které na snímcích zaujali vědce, například svým tvarem nebo barvou.

Misi se vyhýbaly významější komplikace až do 20. července, kdy bylo ztraceno spojení. Naštěstí v 22:38 se ho podařilo obnovit prostřednictvím nízkoziskové antény. Rychlost prvního přenosu byla nízká (40 bitů/s), ale ráno následujícího dne se jí podařilo více než ztrojnásobit. Pomocí této antény byla získána všechna základní data o stavu sondy, která potvrdila, že všechny její systémy pracují správně. Již večer se podařilo plně obnovit spojení vysokoziskovou anténou. Operátoři

získali všechny údaje o sondě a pak odeslali aktualizovaný software. V noci již Sojourner dále pokračoval v měření kamene s názvem Scooby Doo.

Problémy ve spojení se objevily také o deset dní později - 2. srpna. Tentokrát bylo spojení plně obnoveno již následující den. V ten se také rozhodlo o hybernaci modulu na dva dny, kvůli dobíjení baterií. Spotřeba modulu se omezila jen na několik obvodů, které zajišťovaly hybernaci a také opětovné uvedení do provozu.

Operátory spojení pozlobilo ještě 16. srpna, kdy se opět počítač modulu z neznámých příčin sám resetoval.

Pokud měl Sojourner nějaký problém, vpadstat vždy to vyřešili jeho kontrolní obvody a to dokonce s takovým „nadšením“, že některé kontrolní činnosti museli operátoři mírně utlumit.

Dosud se operátorům podařilo každý technický problém vyřešit. Mise je dosud neobvykle úspěšná, dosud se podařilo nashromáždit několik set milionů bytů informací a několik tisíc snímků.

Základní část mise skončila před více než měsícem a Sojourner byl dokonce konstruován pro „pouhý“ týden přežití na povrchu Marsu, přesto však stále všechny systémy plní své úkoly.

Díky meteorologickým čidlům se zpřesnily naše informace o klimatu planety, kamery zachytily podrobně okolí přistání, spektroskop na Sojourneru umožnil dozvědět se mnohem víc o geologickém složení povrchu, ale hlavně Pathfinder otestoval řadu novinek, které umožní další rozvoj kosmonautiky.

O výsledcích výzkumu přístě ...