



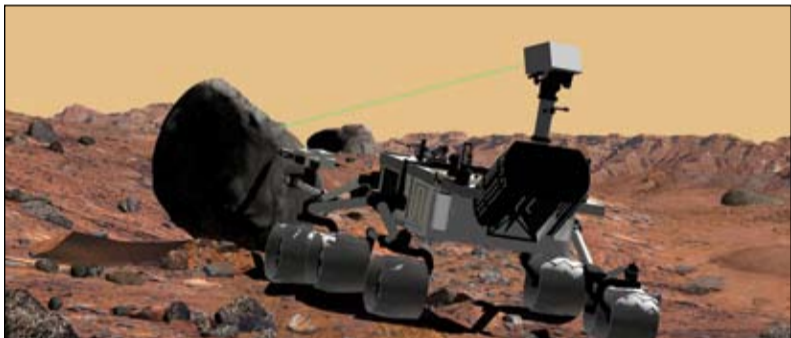
Jedním z nejzajímavějších nebeských těles je bezesporu Mars, čtvrtá planeta naší sluneční soustavy. Ze všech planet je nejvíce podobná Zemi. Snad právě proto nás tak zajímá. O mimořádném zájmu svědčí i počet automatických sond, které Mars zkoumají nebo jej v dohledné době zkoumat začnou.

SOUČASNÝ STAV

Pokud bychom chtěli jedním slovem vyjádřit jak to dnes vypadá u planety Mars, pak bychom museli použít slovo „přesondováno“. Celkem pět automatů zkoumá planetu z oběžné dráhy nebo přímo z jejího povrchu. Toto vysoké číslo je dáno jednou poměrně jednoduchou skutečností: dnešní sondy jsou již natolik kvalitní, že vydrží výrazně více, než se od nich očekává. Z pěti totiž čtyři pracují „přesčas“, tedy delší dobu, než činila jejich technická záruka.

Ještě před rokem jich přitom bylo šest. V listopadu 2006 se ale vinou softwarové chyby po téměř desetileté práci odmlčela stanice Mars Global Surveyor. Podle původních plánů měla fungovat dva roky, nakonec to bylo téměř pětinašobně déle. Tato „práce přes čas“ ovšem měla jeden velmi pozitivní přínos. Sonda mohla sledovat povrch planety několik místních roků po sobě, a to pomocí stejných přístrojů. Přitom jeden rok na Marsu trvá zhruba dva roky pozemské. Díky tomu sonda odhalila útvary, které zůstaly jiným stanicím skryté. Namátkou jmenujme třeba nalezení stop po vodních gejzírech, které zřejmě čas od času vytrysknou zpod povrchu planety na povrch, aby se zde voda ihned odpařila, neboť v atmosféře o nízkém tlaku odpovídajícím tomu pozemskému ve výšce 30 km nemůže setrvat v kapalném stavu.

Z aktivních sond na oběžné dráze Marsu je nutné zmínit americké



Mars Odyssey se startem roce 2001 a Mars Reconnaissance Orbiter, MRO se startem roku 2005. Kromě toho je doplňuje ještě úspěšný evropský automat Mars Express se startem 2003, schopný se díky unikátní radarové aparatuře „podívat“ až několik kilometrů pod povrch planety. Zde přitom našel stopy po oblastech s věčně zmrzlou vodou. Ta sice není pro život nejpříhodnějším prostředím, ale na druhé straně je důležité, že voda na Marsu v nějaké podobě vůbec je.

Nesmíme zapomenout také na dvojici „nesmrtelných“ robotů Spirit a Opportunity, kteří byli na povrch Marsu vysazeni v lednu 2004. Jejich činnost je největším překvapením. V drsných podmínkách Marsu s výkyvy teplot, prachem, terénními nástrahami, měly přežít tři měsíce. NASA doufala, že alespoň jeden z nich urazí vzdálenost 600 metrů. Fungují dodnes, alespoň v době psaní tohoto článku. Svoji životnost překonaly dvanáctinásobně, bráno jak časem, tak ujetou vzdáleností.

PHOENIX VSTÁVÁ Z POPELA

Čtvrtého srpna 2007 se do vesmíru vydala sonda Phoenix, která by měla v květnu 2008 lidské zastoupení u Marsu rozšířit. Její cesta na start přitom nebyla vůbec jednoduchá. Nešlo vůbec o to, že vzlet raket

ty Delta-II bylo nutné kvůli nepřízní počasí o jeden den odložit. Skutečné peripetie sondy mají mnohem hlubší kořeny.

NASA v 90. letech zažívala velkou vlnu zájmu o Mars. Američtí pláničtí počítali s tím, že každých 26 měsíců, kdy se otevírají startovací okna pro let mezi Zemí a Marsem, bude vypuštěna dvojice sond. Jedna s cílem dlouhodobě zkoumat planetu z oběžné dráhy, druhá s cílem krátkodobě zkoumat Mars přímo z povrchu. Vodou na mlýn těmto plánům byla úspěšná dvojice sond z přelomu let 1996 a 97, orbitální Mars Global Surveyor a přistávací Pathfinder.

Jenomže brzy přišlo vystřízlivění. V roce 1999 NASA ztratila vinou naprosto banálních chyb u Marsu dva automaty. Nejprve v hustých vrstvách atmosféry shořela stanice Climate Orbiter poté, co vinou komunikační chyby NASA počítala technické parametry v jiných měrných jednotkách než výrobce sondy. A o několik málo měsíců později špatně navržené a nedostatečně otestované spínače na modulu Polar Lander vypuly brzdicí motory v okamžiku, kdy motory měly začít pracovat. Nebrzděná sonda pak tvrdě dopadla na povrch planety, kde se roztránila.

Za krachem programu bylo několik faktorů. Jednak šlo o podfinancování, podle interního šetření NASA o 20 až 30 procent. Podfinancování vedlo k omezení nebo úplnému vynechávání zkoušek a prověrek. Finanční koláč zkrátka nebyl kdovíjak velký, a pokud z něj měly být připraveny dvě sondy každé dva roky, muselo se šetřit, kde se dalo. Jednak šlo o to, že vysoká frekvence startů neumožnila poučit se z toho dobrého i špatného při předchozích výpravách. Neb zatímco jedna sonda teprve přilétala k Marsu, její následnice už byla dokončovaná a procházela předletovými testy na Zemi.

NASA proto musela celý svůj program průzkumu čtvrté planety sluneční soustavy přepracovat.

Vysoká frekvence vypouštění dvou sond v každém startovacím okně byla zvolněna na jeden start v každém okně s tím, že družicové a přistávací sondy se měly pravidelně střídát. Proto byla zrušena přistávací sonda plánovaná na rok 2001. Ušetřené finance a lidské zdroje byly převedené do sondy Mars Odyssey.

Na rok 2003 pak NASA nachystala start dvou robotů Spirit a Opportunity, kteří využili stejnou technologii přistávání, dosednutí do nafukovacích vaků, jako úspěšná mise Pathfinder. V roce 2005 přišla na řadu družicová výprava MRO. Nyní tedy byla na řadě přistávací sonda. Jméno Phoenix přitom nedostala náhodou, protože obrazně i fyzicky „vstala z popela“ výpravy, plánované na rok 2001, ovšem zrušené. Využívá z ní konstrukci a část přístrojového vybavení. S nápadem „resuscitovat“ tuto zrušenou expedici přišla University of Arizona. A protože se zástupcem NASA líbil, uvolnili na něj potřebné finanční prostředky ve výši 325 mil. USD. To je relativně nízká suma na meziplanetární výpravu, nicméně nesmíme zapomenout, že sonda využívá již hotového hardware a že část nákladů nesou mezinárodní partneři, kteří pro ni dodávají přístrojové vybavení.

Flotila meziplanetárních sond zkoumá rudou planetu Mars nepřestává lákat

KLÍČEM BUDE PŘÍSTÁNÍ

Přistání je v letectví považováno za nejobtížnější manévry. V případě letu sondy na jinou planetu to platí dvojnásob. Může se vyskytnout mnoho nečekaných situací, přičemž ale není čas na ně reagovat. Sonda musí postupovat podle předem zadaného algoritmu, protože přistávací manévry bude v reálném čase trvat zhruba



sedm minut. Je to doba od chvíle prvního kontaktu s atmosférou do okamžiku kontaktu s povrchem planety. Signál k Zemi poletí podstatně déle, patnáct minut. A dalších patnáct minut by letěla k sondě naše odpověď, pokud bychom byli schopni rozhodnout se rychlostí blesku...

Přistávací manévry zahájí odhození meziplanetárního stupně. Sonda Phoenix je po celých devět měsíců cesty mezi Zemí a Marsem uzavřena v pouzdře meziplanetárního stupně, ve kterém má přežít i průlet atmosférou Marsu. Veškeré potřebné manévry a komunikaci zajišťuje tento speciální stupeň. Sonda se vnoří do atmosféry rychlostí 5,6 km/s, přičemž ji bude brzdit tepelný štít. Ten se rozpálí až na několik tisíc stupňů Celsia.

V okamžiku, kdy rychlost přistávací sondy klesne na podzvukovou, dojde k rozložení hlavního padáku. Následovat bude odhození tepelného štítu. Sonda Phoenix v tom okamžiku rozloží svůj podvozek a bude asi tři minuty klesat vstříc planetě. Atmosféra Marsu je příliš řídká na to, aby padák zajistil hladké přistání, sníží jen rychlost sestupu na 55 m/s, což je dost na to, aby byl automat při kontaktu s povrchem zničen.

V devíti stech metrech výšky bude od sondy odhozen padák s horní částí schránky, která ji od dosud chránila. Po třísekundové prodlevě se zapálí šest hydrazinových motorů, které zajistí hladké přistání. Dvacet sekund má probíhat brzdicí fáze, posledních deset sekund bude Phoenix klesat konstantní rychlostí. V okamžiku kontaktu s povrchem dojde k vypojení motorů. Sonda pak bude patnáct minut v klidu. Předpokládá se usazování zvrženého prachu. Poté sonda rozloží své sluneční baterie a naváže kontakt se Zemí.

Jen pro zajímavost. Sonda bude komunikovat i v průběhu celého přistání. Ale díky rychlému sledu událostí, drsným podmínkám při průletem atmosférou a především absenci orientované antény bude vysílat pomocí tónů. Takovýto „smluvný signál“ je přes 120: sonda jimi bude oznamovat plnění jednotlivých úkolů, svůj stav nebo případné poru-



chy. Orientovaná anténa bude vykloupena až patnáct minut po přistání.

Po přistání má být zahájena výzkumná fáze mise, která bude trvat nejméně tři měsíce. Ale všech-

ny hlavní úkoly mají být splněny do sedmi dnů po přistání. Nejdůležitějším cílem je přitom pátrání po vodě, minulé i současné. Stejně tak má sonda zjistit, zdali je místní hornina příhodná pro život. Upozorníme jen, že přímo po životě Phoenix pátrat nebude, pouze bude studovat vhodné či nevhodné podmínky pro jeho existenci. Za tímto účelem má



sonda soubor přístrojů, jímž vévodí 2,35 m dlouhá mechanická „ruka“, schopná odebírat vzorky z povrchu a umístit je do palubní laboratoře Phoenixu.

BUDOUCÍ PRŮZKUMNÉ MISE

Příští startovací okno pro let k Marsu se „otevírá“ na podzim 2009. V jeho rámci by měla vzlétnout ruská sonda Fobos/Grunt, která se má pokusit o unikátní výpravu. Má se pokusit o odběr vzorů z Martova měsíce Phoebu a o jejich návrat zpět na Zemi. K výpravě nemusí dojít vinou rozpočtových a technických problémů, o nichž se ve vědecké komunitě již delší dobu šušká.

Na stejný rok se plánuje vypuštění pultunové americké stanice Mars Science Laboratory, MSL, která má po povrchu rudé planety naježdit přes



sto kilometrů. Nebude přitom limitována střídáním dne a noci nebo rozměry počasí jako je tomu v případě současných robotů Spirit a Opportunity, protože energii jí bude dodávat jaderný generátor. Pro vysazení MSL na Marsu má být použito unikátní zařízení SkyCrane, „nebeský jeřáb“. Plošina zařízení má pomocí raketových motorů zůstat „viset“ několik metrů nad povrchem, přičemž robot má být na povrch spuštěný pomocí lana. Plošina pak odletí stranou, aby na MSL nedopadla. Toto řešení je netypické, nicméně skýtá několik výhod. Jeřáb s lanem umožňuje šetrnější vysazení na povrch než stroj

vybavený raketovými motory a stejně tak je možné přesnější vysazení do těžko přístupného terénu, údolí, kopce apod. Pro srovnání uvádíme, že přesnost má být plus minus několik metrů, zatímco současná sonda Phoenix dosedá do cílové oblasti o průměru deset kilometrů. A roboti Spirit plus Opportunity dosedali do cílových oblastí tvaru elipsy dlouhých kolem sta kilometrů.

V roce 2011 chce svoji další sondu k Marsu vyslat NASA. V současné době probíhá finále konkurzu přihlášených projektů. Vítěz by měl být známý do konce letošního roku. Finalisté jsou dva. Sondy MAVEN zkoumající atmosféru planety včetně jejího historického vývoje a sonda Great Escape, Velký útěk, mající za cíl studovat nejvyšší vrstvy planety. Na rok 2013 plánuje vyslat na Mars své 200 kg vážící vozidlo pod názvem ExoMars také Evropa.

Další plány průzkumu Marsu jsou přinejmenším nejisté. NASA plánuje vyslat ještě nejméně jednu stanici MSL a společně s Evropou chystá ambiciózní misi směřující k odběru vzorků hornin z povrchu planety. Přesná data startu ani další podrobnosti zatím nebyly stanoveny.

ENERGIE A POHONY

Energii sondám, které na Marsu dosud operovaly, dodávaly sluneční panely. Napájení spotřebičů na sondách je tedy stejnosměrným proudem. Na napájecí síť jsou připojeny přístroje, kamery a motory na různých místech sondy. Motory slouží k otevření slunečních panelů a jejich natáčení za sluncem, ovládají robotická ramena, pohánějí kola mobilních sond a řídí směr jízdy. V misích NASA se tradičně uplatňují motory maxon, stejnosměrné komutátorové motory se speciální konstrukcí rotoru se samonásměrným vinutím. Maxon z rotorů svých motorů odstraní jádro z ocelových plechů a zmenšil tak rozměry motorů, snížil jejich váhu a omezil jiskření kartáčů. V motorech nevznikají ztráty v železe. To se projevuje ve vysoké účinnosti, která i převyšuje 90%. Motory jsou nejen přizpůsobeny bateriové síti, ale kladou na ni minimální požadavky. To jsou vlastnosti, které rozhodují o technické úrovni a o schopnostech kosmických pozemských robotů a mobilních zařízení.

Mobilní robot Sojourner z roku 1997 obsahoval 11 motorů maxon. Funkce a jízda každého ze dvou dalších mobilních robotů, Spirit a Opportunity, jsou už přes dva roky ovládané 39 motory maxon. 7 motorů maxon RE 25 bude nastavovat sluneční panely sondy Phoenix, která je dnes na cestě k Marsu. Používají se standardní motory s převodovkami s mazivem pro nízké teploty.

S pohony kosmických automatů se můžete seznámit na mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně, na stánku UZIMEX č. 110 v pavilonu V. Program firmy UZIMEX zahrnuje výrobky několika oborů, jak je patrné z informací na dvojstránce uvnitř tohoto čísla.

**Tomáš Příbly
Václav Brož
Foto NASA**