

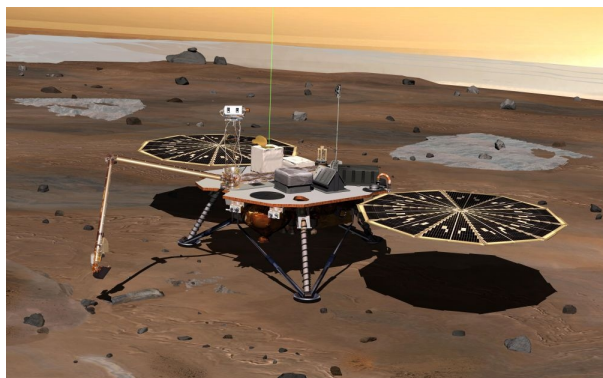
Kosmická sonda Phoenix přistane na Marsu

Informační leták serveru astro.cz

V noci z 25. na 26. května našeho času dosedne na povrchu Marsu kosmická sonda *Phoenix*. Ta je součástí programu *Mars Scout*, jehož cílem je výzkum Marsu pomocí levnějších kosmických sond, které mají doplnit poznatky, získané většími laboratořemi.

Název dostal *Phoenix* podle bájného ptáka, který umírá spálením sama sebe a následně se z popela opět zrodí. Jeho jméno nese také souhvězdí jižní oblohy. Provozovatelem sondy je Arizonská univerzita.

Mars

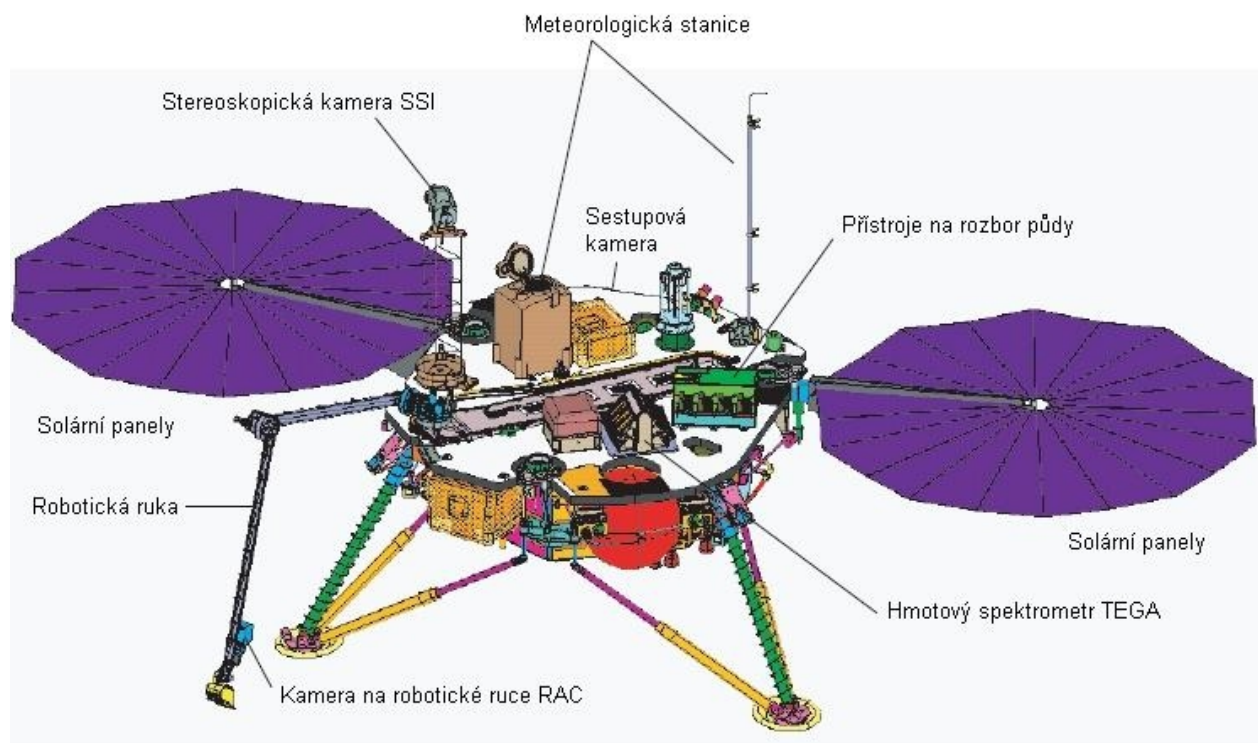


Několik stovek milionů kilometrů daleko od naší rodné planety Země vrcholí vesmírná cesta americké meziplanetární sondy *Phoenix*. Cílem mise v hodnotě 420 milionů dolarů (cena zahrnuje vývoj, vědecké vybavení, start a náklady na provoz) [1] je druhá nejmenší planeta sluneční soustavy – Mars.

Planeta Mars má průměr 6 804,9 km (což je přibližně polovina průměru Země) a nachází se ve vzdálenosti 228 milionů kilometrů od Slunce. Průměrná teplota na povrchu Marsu dosahuje hodnoty -63°C , ale v období marsovského léta může na rovníku vystoupat až do kladných hodnot. Naopak na pólech klesá teplota běžně pod -100°C . Ale přestože je Mars menší, v mnoha ohledech překonává naši rodnou planetu. Nejvyšší pozemskou sopkou je *Mauna Loa* na Havaji s výškou 10,5 km (měřeno od mořského dna), její marsovský protějšek *Olympus Mons* však ční do neuvěřitelné výše 26 km a jeho základna má průměr 602 km. Znamý arizonský *Grant Canyon*, vyhloubený řekou Colorado, má největší hloubku kolem 1,6 km a délku téměř 450 km. Na Marsu se však nachází mnohem větší kaňon s hloubkou 7 km a délkou přes 4 000 km. Jeho název je *Valles Marineris* – Údolí Marineru (na počest sondy *Mariner 9*) [2]. Vraťme se ale zpátky k misi *Phoenix*.

Popis sondy

Sonda opravdu „povstala z popelu“ stejně jako bájný pták Fénix. Využívá totiž mnoho přístrojů a konstrukčních prvků z neúspěšné sondy *Mars Polar Lander* [3] a neuskutečněné mise *Mars Surveyor 2001 Lander* [4]. Celá sonda váží při startu 670 kg, z čehož na přistávací modul připadne 350 kg. Při přeletu dodává elektrickou energii dvojice panelů slunečních baterií, o orientaci sondy a korekce dráhy se stará osm hydrazinových motorků. Na palubě sondy najdeme i jednu netypickou věc – DVD nosič s desítkami tisíc jmen běžných lidí, kteří se rozhodli poslat svoje jméno na povrch Marsu. Dále je na něm umístěn román Herberta G. Wellse *Válka světů* a soubor povídek *Marťanská kronika* od Raye D. Bradburyho. Zajímavý je i text knihy *Mars jako domov života*, jehož autorem je Percival Lowell. Ten se velmi intenzivně zajímal o Mars na přelomu 19. a 20. století a snažil se dokázat umělý původ pravidelných kanálů, které na povrchu Marsu pozoroval. Jeho kresby taktéž obsahuje datový nosič vyslaný k rudé planetě. To nejdůležitější na sondě *Phoenix* ale tvoří vědecké vybavení o celkové hmotnosti 55 kg, které představuje sedm zařízení [dle 5 a 6]:



© NASA, Česká astronomická společnost (www.astro.cz)

Obr.2.: Popis přistávacího modulu sondy *Phoenix*

RA (Robotic Arm)

Vývoj: *Jet Propulsion Laboratory*

Robotické rameno o délce 2,35 m se čtyřmi stupni volnosti – nahoru a dolů, do stran, dopředu a dozadu a kolem své osy. Na jeho konci je malá radlice, která umožní odebrání vzorků regolitu až do hloubky 50 cm. Vyhodnocení vzorků proběhne v analyzátoch *TEGA* a *MECA*. Rameno *RA* je tak jedno z nejdůležitějších zařízení na sondě *Phoenix*, protože je právě jedinou možností, jak odebrat regolit pro výše zmíněné analyzátoy.

RAC (Robotic Arm Camera)

Vývoj: *University of Arizona* a *Max Planck Institute*

Kamera umístěna na robotickém rameni *RA*. Hlavním úkolem je pořizovat barevný obrazový materiál odebráných vzorků, místa odběru a okolí přistávacího modulu. K osvětlení snímané oblasti slouží dva bloky LED diod – horní jich obsahuje 36 modrých, 18 zelených a 18 červených, spodní 16 modrých, 8 zelených a 8 červených. Přesně definovaná vlnová délka světla emitovaného LED diodou bude využita ke zkoumání složení povrchu a odkrytých podpovrchových vrstev se zaměřením na detekci vody a vodního ledu. CCD snímací prvek bude pořizovat snímky ve velmi vysokém rozlišení až 23 µm na pixel.

SSI (Surface Stereoscopic Imager)

Vývoj: *University of Arizona*

Panoramatická stereoskopická kamera s vysokým rozlišením. Využívá pokročilý optický systém s 12 filtry, které umožňují multispektrální snímání jak ve viditelné, tak infračervené oblasti. Výsledná data budou využita k získání informací o prostorovém uspořádání krajiny kolem přistávacího modulu, měření koncentrace prachu a přítomnosti mraků v atmosféře. Samozřejmostí je vytváření, v dnešní době populárních, virtuálních 3D snímků.

TEGA (Thermal and Evolved Gas Analyzer)

Vývoj: *University of Arizona* a *University of Texas*

Kombinuje vysokoteplotní pec a hmotnostní spektrometr. Vzorky regolitu odebrané robotickým ramenem *RA* budou dopraveny do úzké komory velké asi jako náplň kuličkového pera, kde se vzorek postupně zahřeje až na teplotu 1 000°C. Odpařené látky jsou pak odvedeny do hmotnostního spektrometru, kde jsou podrobeny analýze. Rozlišovací schopnost měření koncentrace vybraných molekul a atomů je až neuvěřitelná – 10 částic z miliardy.

MECA (Microscopy, Electrochemistry and Conductivity Analyzer)

Vývoj: *Jet Propulsion Laboratory*, *University of Arizona* a *University of Neuchatel*

Jedná se o soubor několika vědeckých přístrojů pro analýzu odebraných vzorků marsovského regolitu. Vyhodnocení vzorku bude zajištěno na základě jeho elektrochemických a vodivostních charakteristik. Pomocí mikroskopu budou pozorovány částičky regolitu pro určení způsobu jejich vzniku a složení.

MARDI (Mars Descent Imager)

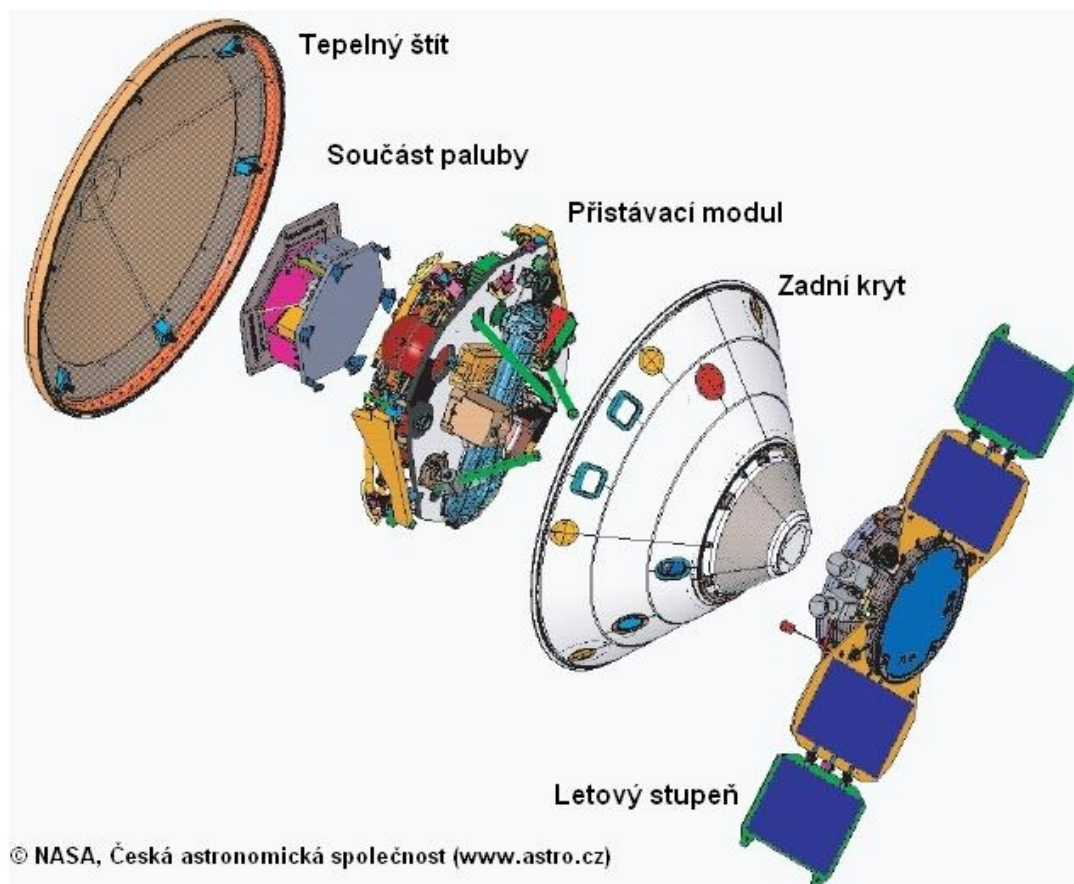
Vývoj: *Malin Space Science System*

Širokoúhlá kamera pro snímání povrchu Marsu při přistání. Po odhození tepelného štítu, ve výšce kolem 8 km, začne snímkování přistávací oblasti sondy *Phoenix*. Snímky budou sloužit ke zkoumání polární oblasti Marsu a hlavně k přesnému geografickému zařazení místa přistání. Kamera bude mít možnost pořídit snímek každé 4 ms a její součástí bude i mikrofón. Po přistání bude sestupová kamera *MARDI* vypnuta.

MET (Meteorological Station)

Vývoj: *Canadian Space Agency*

Jak již název napovídá, bude náplní tohoto zařízení měření a zaznamenávání základních meteorologických prvků jako je teplota, vlhkost a tlak pomocí konvenčních čidel. Mimoto bude použita technologie *LIDAR (Light Detection and Ranging)* pro zkoumání zejména vlastností atmosféry. *LIDAR* funguje na obdobném principu jako radar s tím rozdílem že místo rádiových vln se využívá světelného (laserového) paprsku.



Obr.3.: Popis sondy Phoenix

Průběh letu

Start sondy *Phoenix* byl původně naplánován na 3. srpna 2007, ale z důvodu špatného počasí na floridském kosmodromu byl odložen na sobotu 4. srpna. Startovací okno pro tento den začínalo v 11:26:31 a končilo ve 12:02:55 SELČ [7]. Jako nosná raketa byl vybrán osvědčený třístupeňový nosič *Delta II 7925* s devíti pomocnými startovacími motory *GEM* (*Graphite Epoxy Motor*). Raketa se sondou *Phoenix* odstartovala v čase 9:26:34,596 UT. Potřebný tah dodal hlavní motor *RS-27A* v prvním stupni společně se šesti motory *GEM*. Asi minutu po startu vyhořela tuhá pohonná látka v těchto motorech, přičemž se zažehují zbývající tři motory. Šest již nepotřebných *GEM*ů se odhazuje. Po další minutě se situace opakuje a dohořelo palivo i ve zbývajících trojici motorů *GEM*, které jsou následně taktéž odhozeny. V čase $T + 4:23,3$ ukončil motor *RS-27A* svoji činnost a první stupeň rakety je odpojen. Na řadu přichází druhý stupeň s raketovým motorem *AJ10-118K* a přibližně v páté minutě letu je odhozen aerodynamický kryt, který chránil sondu *Phoenix* při průletu hustými vrstvami atmosféry. Následujícím důležitým okamžikem je vypnutí motoru druhého stupně v čase $T + 9:20,5$. Sonda se společně se zbytkem rakety nachází na tzv. vyčkávací oběžné dráze s perigeem ve výšce 166 km a apogeem ve výšce 167 km. Při restartu motoru druhého stupně bylo zvýšeno apogeum na hodnotu 5 651 km a stupeň odhozen. Osvědčený motor *Star 48B*, který tvoří pohonnou jednotku třetího stupně rakety, udělil sondě *Phoenix* potřebnou rychlost k opuštění gravitačního vlivu Země. V čase $T + 84:10,3$ došlo k oddělení sondy od posledního stupně a její let již pokračoval samostatně směrem k Marsu [8 a 9].



Obr.4.: Start sondy *Phoenix*

Devítiměsíční meziplanetární let přečkala sonda po většinu doby v hibernovaném stavu a palubní přístroje se probouzely k činnosti pouze v případě, kdy je bylo potřeba. Dobrým příkladem jsou korekční manévry, kterých bylo naplánováno celkem šest a měly udržet sondu ve správném kurzu. V průběhu cesty k Marsu byla ověřena také činnost vybraných vědeckých aparatur. Velmi zajímavá zpráva dorazila k Zemi měsíc po startu, přesněji 6. září 2007. Jednalo se o první obrázek zasláný sondou *Phoenix*, a ten kdo by čekal nádherný pohled na Zemi nebo Měsíc bude asi zklamán. Fotografie pořídila kamera *RAC* a je na ni vidět lopatka pro odběr marsovského regolitu.

Na neděli 25. května 2008 je naplánováno přistání sondy *Phoenix*, jejímž hlavním cílem je určení možnosti přítomnosti života na Marsu v období geologické minulosti. Dále se potom jedná o vytvoření „mapy“ historie přítomnosti vody a sledování počasí v polární oblasti Marsu. Doufejme, že sonda v pořádku přistane do polární oblasti Marsu a bude pracovat minimálně ony plánované dva měsíce, které ji předurčil vědecký tým.

Michal Václavík, Hvězdárna Vsetín (www.hvezdarna-vsetin.inext.cz/)

Použitá a doporučená literatura:

- [1] Phoenix Press Kit/August 2007. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/181835main_phoenix-launch-presskit.pdf.
- [2] Mars/Earth Comparison Table. Dostupné z: <http://phoenix.lpl.arizona.edu/mars111.php>.
- [3] Mars Polar Lander. Dostupné z: <http://mars.jpl.nasa.gov/missions/past/polarlander.html>.
- [4] Mars Surveyor 2001 Lander. Dostupné z: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/database/MasterCatalog?sc=MS2001L>.
- [5] Phoenix Mars Mission. Dostupné z: http://phoenix.lpl.arizona.edu/pdf/fact_sheet.pdf.
- [6] Spacecraft and Science Instruments. Dostupné z: <http://phoenix.lpl.arizona.edu/science05.php>.
- [7] Launch windows chart. Dostupné z: <http://spaceflightnow.com/mars/phoenix/070716windows.html>.
- [8] Phoenix launch timeline. Dostupné z: <http://spaceflightnow.com/mars/phoenix/070725launchtimeline.html>.
- [9] Space 40, 2007-034A – Phoenix. Dostupné z: <http://www.lib.cas.cz/space.40/2007/I034A.HTM>.

Průběh přistání aneb 7 minut, které rozhodnou

Phoenix přistane na Marsu přímo, bez prvotního navedení na oběžnou dráhu. Pouhých 22 hodin před plánovaným přistáním provede *Phoenix* šestou a poslední korekci své dráhy. V případě, že by tato korekce nebyla vyhovující, může dát řídicí středisko povel k mimořádné změně dráhy asi 8 hodin před přistáním.

Fáze 1 – příprava na vstup do atmosféry

- T -10 minut před vstupem do atmosféry – bude zahájen sestupný manévr
- T -7 minut – od kosmického plavidla se oddělí letová část, která zajišťovala potřebné funkce a dodávku energie během letu k Marsu.
- T -6,5 minut – zahájení orientace tepelného štítu pro vstup do atmosféry.
- T -5 minut před vstupem do atmosféry – orientace tepelného štítu bude dokončena.

Fáze 2 – průlet atmosférou

Phoenix vstoupí do atmosféry ve výšce 125 km nad povrchem Marsu v rychlosti asi 5,7 km/s. V tu chvíli bude do přistání zbývat asi 422 sekund. Atmosféra Marsu je sice řidší než ta pozemská, přesto má ale dostatečnou hustotu na to, aby zbavila sondu nadbytečné kinetické energie. O snížení rychlosti se také postará brzdící padák o průměru 9 metrů a v konečné fázi 12 hydrazinových motorků.

- T -7 minuty a 2 sekundy do přistání – vstup do atmosféry
- T -3 minuty a 23 sekund (výška 12,3 km) – otevření padáku
- T -3 minuty a 08 sekund (výška 11,0 km) - odhození tepelného štítu, rychlost 119 m/s (428 km/h). Krátce na to bude aktivována kamera MARDI (Mars Descent Imager), která je vybavena také mikrofonom. Hlavním úkolem kamery je získání detailních snímků okolí místa přistání. Činnost kamery bude zahájena ve výšce asi 8 km nad povrchem.

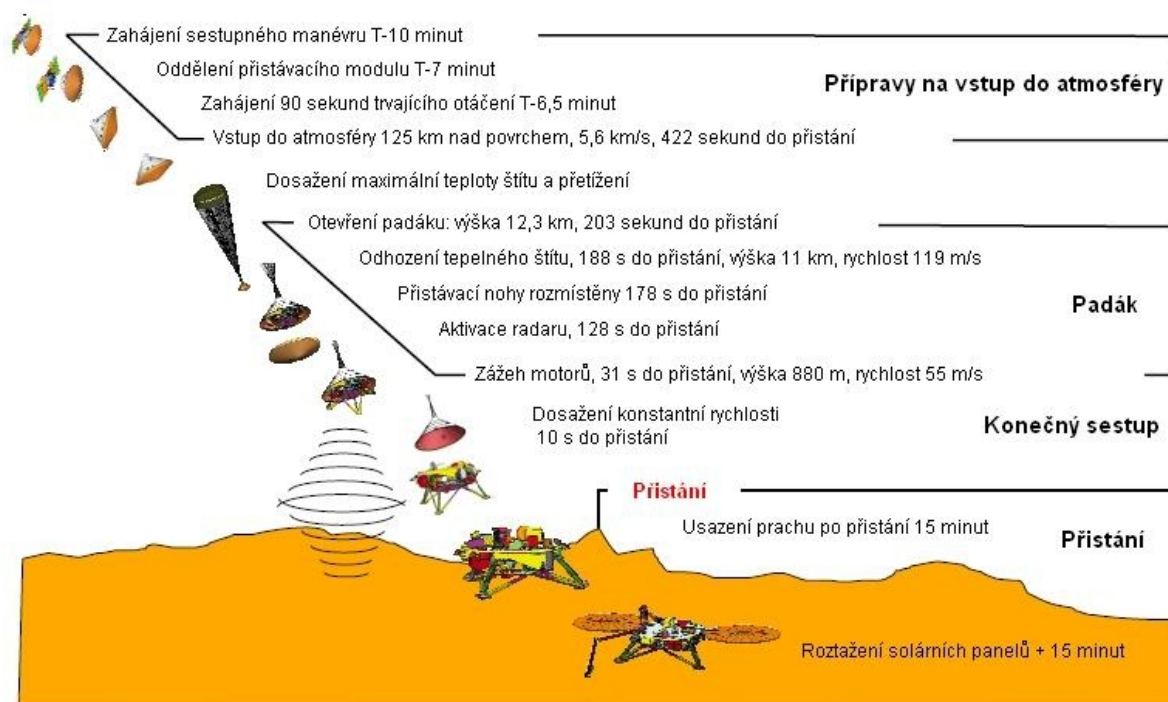
Fáze 3 - přistání

- T -2 minuty a 58 sekund – přistávací nohy rozmístěny a připraveny
- T -2 minuty a 08 sekund – aktivace přistávacího radaru
- T -31 sekund (výška 880 m) – odhození padáku
- T - 28 sekund – zážeh brzdících motorů
- T -5 sekund (výška 12 metrů) – srovnání rychlosti na 1,6 m/s (5,8 km/h)
- T -0 sekund – přistání

Fáze 4 – po přistání

Přibližně 15 minut bude sonda vyčkávat, než se v okolí místa přistání usadí prach, rozvířené motory. Poté dojde k rozvinutí slunečních panelů a postupné zahájení činností na povrchu.

Poznámka: časy jednotlivých operací při přistávání jsou pouze orientační a mohou se v reálu lišit o několik sekund v závislosti na aktuální hustotě atmosféry Marsu apod.



© NASA, Česká astronomická společnost (www.astro.cz)

Obr.5.: Schéma přistání sondy Phoenix na Marsu

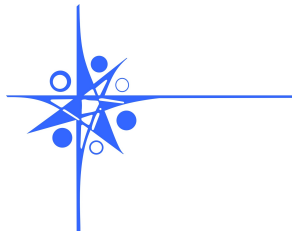
Fakta:

- **Start:** 4. srpna 2007 z Mysu Canaveral pomocí nosné rakety Delta II 7925
- **Přistání:** 26. května 2008 (v noci z 25. na 26. května) cca v 1:33 SELČ
- **Místo přistání:** Mars, oblast Vastitas Borealis (68,35° severní šířky)
- **Cena sondy:** 420 milionů dolarů
- **Na cestě** k Marsu urazil Phoenix 680 milionů kilometrů
- **Signál** od sondy poletí k Zemi ve chvíli přistání 15 minut a 20 sekund
- **Data** z přistání bude na Zemi přenášet z oběžné dráhy Marsu sonda Mars Odyssey. V pohotovosti bude také sonda Mars Reconnaissance Orbiter a evropský Mars Express.

Petr Kubala, astro.cz

Doporučené odkazy:

- www.astro.cz – web České astronomické společnosti připravuje aktuální informace a fotografie z přistání sondy Phoenix na Marsu.
- <http://phoenix.lpl.arizona.edu/news.php> - Phoenix na stránkách Arizonské univerzity
- http://www.nasa.gov/mission_pages/phoenix/main/index.html - Phoenix na webu NASA
- <http://www.jpl.nasa.gov/videos/phoenix/phx20080327/> - komentovaný film o přistání sondy (anglicky)
- <http://youtube.com/watch?v=UgnWr3j7TCw> – animace přistání (bez zvuku)



Tento dokument lze volně šířit

© 2008 www.astro.cz - Česká astronomická společnost

Email: info@astro.cz

Informace pro novináře: www.astro.cz/media

Odpovědný redaktor: Petr Kubala (kubala@astro.cz)