

Sylaby přednášek ze semináře

# KOSMONAUTIKA A RAKETOVÁ TECHNIKA



Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.  
27. až 29. listopadu 2009



## Program semináře:

### Pátek 27. listopadu

16:00 až 16:30

**Příjezd účastníků – prezence**

16:30 až 18:00

**ZÁCHRANNÉ SYSTÉMY KOSMICKÝCH LODÍ (historie, současnost, budoucnost)**

Přednáší Mgr. Jiří Kroulík

18:15 až 19:45

**NEZNÁMÉ KOSMICKÉ KORÁBY (projekty kosmických lodí, které se nedočkal realizace)**

Přednáší Ing. Tomáš Příbyl

### Sobota 28. listopadu

08:30 až 10:00

**MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2008-2009 – I. část**

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

10:30 až 12:00

**PŘÍSPĚJÍ HYBRIDNÍ RAKETOVÉ MOTORY K DALŠÍMU ROZVOJI KOSMONAUTIKY?**

Přednáší prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

12:00 až 13:30

**Přestávka na oběd**

13:30 až 15:00

**KOSMICKÁ TECHNIKA K OBJEVOVÁNÍ EXOPLANET**

Přednáší František Martinek

15:15 až 16:45

**MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2008-2009 – II. část**

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

17:00 až 18:30

**TAJEMSTVÍ PRVNÍ PLANETY ODHALENA**

Přednáší Michal Václavík

### Neděle 29. listopadu

08:30 až 10:00

**PO STOPÁCH PROGRAMU APOLLO**

Přednáší Ing. Tomáš Příbyl

10:15 až 11:30

**SLUNEČNÍ SOUSTAVA POD DOHLEDEM aneb ROBOTI VE STŘEHU**

Přednáší Jiří Srba

**Změna programu vyhrazena.**

# ZÁCHRANNÉ SYSTÉMY PILOTOVANÝCH KOSMICKÝCH LODÍ

*Mgr. Jiří Kroulík*

Žádný stroj není stoprocentně spolehlivý. Platí to i o nosných raketách. I u těch nejspolehlivějších se spolehlivost pohybuje kolem 98-99 %. Pilotované kosmické lodě proto zpravidla mívají pro případ havárie rakety jako pojistku nezávislý záchranný systém. U jedno- nebo dvočlenných posádek se zpočátku uplatnila raketová vystřelovací sedadla, pro vícečlenné kosmické lodě se projektují speciální systémy pro záchranu celé kosmické lodě.

Záchranné raketové systémy ruských kosmických lodí navrhovala a vyráběla především konstrukční kancelář závodu Iskra MAP pod vedením I. I. Kartukova (nyní pobočka akciové společnosti OAO „Strojírenská konstrukční kancelář Iskra im. Ivana Ivanoviče Kartukova“ v Moskvě na Leningradském prospektu, specializované na raketové motory na TPL a plynové generátory na TPL, která je součástí Korporace Taktická raketová výzbroj). Pro kosmický výzkum projektovala i malé raketové motory na TPL k oddělování raketových stupňů, krytů a také raketové motory pro měkké přistání (Voschod, Sojuz).

K vývoji záchranného systému pro kosmickou loď Sojuz se přistoupilo v roce 1961. Cílem bylo zajistit v případě potřeby záchranu posádky na celé vzestupné části dráhy rakety, přičemž v atmosféře mělo být k oddělení kabiny s kosmonauty použito speciálního raketového systému, za hranicemi atmosféry se měla podle havarijního plánu předčasně oddělit kosmická loď a přistát v trase dráhy standardním postupem.

Zkoušky prototypu raketového záchranného systému nazývaného SAS se uskutečnily v letech 1963-1964. Záchranný systém SAS prvních kosmických lodí Sojuz se uváděl do činnosti 15 minut před plánovaným vzletem rakety; měl zabezpečit záchranu posádky kosmické lodě v případě havárie nosné rakety na vypouštěcím stole či na aktivní části dráhy do 157. sekundy letu a v dalších fázích letu (výjimkou byly 4 sekundy mezi oddělením záchranné věžičky ve 157. s letu a odhozením aerodynamického krytu ve 161. s letu).

Záchranný systém SAS představoval oddělovací hlavový blok (OGB), tvořený vzdalovanými částmi kosmické lodě (návrátová kabina a orbitální sekce), aerodynamickým krytem a raketovou pohonnou jednotkou. Tu tvořily dva bloky motorů na TPL s věnci trysek a 4 nevelké řídicí motory na TPL. Ke zvýšení stability odděleného bloku za letu byly na oddělovací hlavový blok doplněny 4 roštové stabilizátory.

Při havárii prvního (druhého) stupně nosné rakety se zažehly motory systému SAS určené k oddělení a vzdálení hlavového bloku, které sestavu vynesly do výšky nejméně 850 m a vzdálenosti nejméně 110 m. Poté následovalo oddělení návratové kabiny a její přistání na padácích (jestliže k havárii došlo v prvních 26 sekundách letu, pak na záložním, po 26. sekundě letu na hlavním). Tah hlavního motoru dosahoval 76 t a doba chodu méně než 2 sekundy. Na posádku přitom působilo přetížení až 10g. Metr nad zemí, těsně před dosednutím, návratovou kabinu zbrzdil raketový motor pro měkké přistání, rovněž navržený konstrukční kancelář I. I. Kartukova. Byl to kompaktní motor na TPL s tryskovým dnem opatřeným 22 tryskami (na návratové kabině Sojuz jsou čtyři).

Na 14. prosinec 1966 bylo plánováno zkušební vypuštění druhé bezpilotní kosmické lodě typu Sojuz (11F615 N1), které bylo v okamžiku zážehu motorů prvního a druhého stupně nosné rakety automatikou přerušeno. V následujících krocích bylo odpojeno elektrické napájení rakety a začalo odčerpávání pohonných látek. Po 27 minutách od přerušení startovní sekvence náhle došlo k aktivaci systému SAS, po němž následovala exploze nosné rakety. Ta zničila vypouštěcí rampu komplexu č. 31 a vyžádala si i několik lidských obětí.

Mimořádnou událost měl na svědomí stále spuštěný a nezaaretovaný inerciální systém záchranného systému SAS, který se na stojící raketě vlivem rotace Země dostal do mezní polohy a jeho koncové spínače systém aktivovaly.

K jedinému známému nouzovému použití systému SAS s posádkou došlo v ruském kosmickém programu 26. 9. 1983. Tehdy na vypouštěcí rampě N1 kosmodromu Bajkonur stála nosná raketa Sojuz 11A511U (č. IO15000-363) s pilotovanou kosmickou lodí Sojuz T-10 (typové označení 11F732, model 7K-ST, výr. č. 16L) s kosmonauty V. Titovem a G. Strekalovem, která měla vystřídat posádku Sojuzu T-9 na Saljutu 7.

Krátce před plánovaným zážehem motorů, v T-48 s, došlo ve spodní části rakety k požáru. Řídicí středisko sice vydalo povel k aktivaci systému SAS, avšak plameny poškozená kabeláž neumožnila aktivaci ani posádce lodě. Teprve 20 sekund poté, v 19.37.49 UT, to už byla raketa v plamenech, byl SAS spuštěn radiopovelovým systémem. Ten pracoval spolehlivě a vzdálil hlavovou část od hořící rakety. Dvě sekundy poté raketa na rampě explodovala.

Povel k aktivaci systému vydali prakticky současně velitel jednotky obsluhy a současně „střílejší“ genmjr. A. A. Šumilin a technický vedoucí startu A. M. Soldatěnkov, zástupce generálního ředitele CSKB Foton.

Ve výšce asi 650 m se od systému oddělila návratová kabina a setrvačností vystoupala až do výšky 950 m, kde došlo k otevření padáku. Kabina přistála asi 4 km od rampy po 5 min a 13 sekundách. Na posádku působilo během čtyř sekund chodu hlavního motoru systému SAS přetížení 14 až 17 g.

Příčinou havárie byla závada na ventilu VP-5, zabezpečujícím mazání čerpadla pro dodávku paliva do plynového generátoru turbočerpadel návěsného bloku V prvního stupně nosné rakety. Závada způsobila přehřátí a následně destrukci čerpadla a požár. Ačkoliv nebyl vydán povel k zážehu, z pohledu řídicího střediska situace vypadala jako zážeh motorů. Protože současně při destrukci čerpadla došlo k poškození kabelů, přenášejících informace o stavu rakety do střediska, zjistil personál střediska požár se zpožděním 20 sekund od vzniku události. Po destrukci rakety na vypouštěcí rampě trvalo 20 hodin, než se podařilo hasičům požár zlikvidovat.

V létech 1968-1972 byla pro kosmickou loď Sojuz T vyvinuta nová verze systému SAS, který byl schopen dopravit kosmickou loď dále od havarující rakety než systém předcházející. Novinkou bylo instalování druhého, dodatečného motoru pro vzdálení bloku, nad motor hlavní. Pokud by došlo k havárii na startu, měl pracovat současně s hlavním motorem a zvyšovat výšku dráhy systému. Při havárii ve větších výškách, kde se stabilita sestavy snižovala, měl působit jako vyrovnávací zátěž. Jeho instalace navíc umožňovala použít při sestupu kabiny hlavního padáku místo záložního. Modernizována byla rovněž automatika systému.

Úpravy sice zvýšily hmotnost systému, avšak tento nárůst byl kompenzován posunutím okamžiku odhození celého SAS ze 160. sekundy letu na 123. sekundu. Navíc byl doplněním malých raketových motorů na TPL ke vzdálení aerodynamického krytu umožněn havarijní sestup návratové kabiny v dosud nezabezpečené fázi letu po odhození systému SAS.

Ke zvýšení bezpečnosti pilotovaného letu v rámci mezinárodního programu Sojuz-Apollo (Sojuzy 16 a 19) byl systém SAS znovu opatřen novým výkonnějším hlavním motorem (kosmická loď pro tento let byla těžší a rovněž se posunulo její těžiště), na aerodynamický kryt byly připojeny 4 motory na TPL ke vzdalování aerodynamického krytu po odhození systému SAS. Tím se rozšířilo časové rozmezí možného havarijního sestupu návratové kabiny i na 10 s v čase mezi odhozením systému SAS a řádným odhozením aerodynamického krytu.

K dalšímu zásahu do konstrukce záchranného systému SAS došlo při zvyšování hmotnosti kosmické lodě v rámci její modernizace na typ Sojuz TM (nosná raketa 11A511U-2). Tehdy konstrukční kancelář Iskra změnila nejen rozměrové a hmotnostní parametry hlavního motoru SAS (zmenšen průměr, prodloužena délka), ale nahradila rovněž dva původní motory určené k oddělování a vzdalování systému jedním dvoukomorovým motorem se společnými tryskami. Tato řešení zlepšila aerodynamiku bloku SAS, umožnila snížit hmotnost vyvažovací zátěže a dovolila rovněž přenést okamžik odhození pohonné jednotky systému SAS ze 123. sekundy na 116. Tím bylo dosaženo zvýšení nosné kapacity a sloučení původně rozdělených dopadových oblastí pro bloky prvního stupně a pohonné jednotky SAS.

Pro kosmické lodě Sojuz TMA se uvádí, že SAS o hmotnosti 1975 kg se odhazuje ve 113,38 s letu ve výšce 41,44 km. Místo dopadu leží ve vzdálenosti 336 km od startu a má tvar elipsy o velikosti 50 x 30 km. Jde o dopadovou oblast č. 16, ležící v Kazachstánu, v Karagandské oblasti (47° 18'00" s. š. a 67° 14'00" v.d.). Bloky prvního stupně dopadají zhruba o 12 km dále.

#### Jednotlivé typy SAS pro kosmické lodě Sojuz měly údajně následující indexy GUKOS:

- 11D828 pro kosmické lodě Sojuz 1 až 11;
- 11D828M pro kosmické lodě Sojuz 12 až 40;
- 11D855 pro kosmické lodě Sojuz T;
- 11D855M pro kosmické lodě Sojuz TM.

#### Kódové označení motorů a dalších prvků systému SAS (podle indexů GUKOS):

- Hlavní motor – 11D838M

- Řídicí motor 1 – 11D861M-01
- Řídicí motor 2 – 11D861M-01
- Řídicí motor 3 – 11D861M-01-01
- Řídicí motor 4 – 11D861M-01
- Zařízení k rušení tahu (řídicí motor 2) – 11D855M00
- Oddělovací motor – 11D856M
- Oddělovací motory (4 kusy na dílech aerodynamického krytu) – 11D860M
- Motory pro odhození částí krytu (2 kusy) – 11D834

#### Hlavní parametry používaných systémů SAS byly následující:

Sojuz (1-11): délka 4200 mm, průměr 1915 mm, hmotnost 1475 kg

Sojuz (12-40): délka 4185 mm, průměr 1915 mm, hmotnost 1580 kg

Sojuz M (ASTP/EPAS): délka 5195 mm, průměr 1915 mm, hmotnost 1889 kg

Zond: délka 5940 mm, průměr 1400 mm, hmotnost 2070 kg

Sojuz T: délka 6040 mm, průměr 1400 mm, hmotnost 2197 kg

Sojuz TM: délka 6680 mm, průměr 1415, hmotnost 1971 kg

#### V současné době je používán následující postup předletové přípravy záchranného systému SAS kosmických lodí Sojuz:

- Podle výsledku sondáže atmosféry určí meteorologická služba azimut a velikost větru a pozemní středisko vloží do řídicího systému SAS algoritmy zážehu řídicích motorů.
- Čtyřicet minut před plánovaným okamžikem vzletu nosné rakety se spouštějí gyroskopy řídicího systému.
- Na povel „Zapojení SAS“ se připojují bloky napájení SAS.
- Zapojuje se zákaz vydání povelu „Havárie“ z řídicího systému rakety platný až do okamžiku oddělení rakety od vypouštěcího stolu.
- Deset sekund před vzletem rakety se dává povel k odaretování gyroskopů řídicího systému SAS.

#### Signál „Havárie“ vydává řídicí systém nosné rakety Sojuz:

- Jestliže dojde ke ztrátě ovladatelnosti rakety v klopení a bočení (na bloku A 1. stupně se kontroluje úhel 7° a na druhém stupni úhel 10°).
- Při předčasném oddělení bloků prvního stupně.
- Při nestandardní činnosti motorů bloků A až D.
- Při sníženém tahu motoru druhého stupně (blok I).

V 70. letech minulého století přišla se zajímavým řešením havarijního systému Čelomejova konstrukční kancelář u nákladní lodě TKS, součásti orbitálního komplexu Almaz (toto řešení si také NPOMAš patentoval). U tohoto řešení bylo možné v případě havárie použít k oddělení návratové kabiny jak motoru záchranného systému (ADU), tak brzdícího motoru pro sestup z oběžné dráhy (TDU). Umožnilo to snížit hmotnost záchranného systému a současně poskytovalo tři možné varianty nouzového použití se třemi úrovněmi přetížení – společný zážeh motorů ADU a TDU, samostatná funkce motoru ADU a samostatná funkce motoru TDU (mohl být použit po odhození motoru ADU).

Vlastnosti návratových kabin TKS při sestupu z oběžné dráhy se měly testovat při pěti letových zkouškách prostředků s kódovým označením 82LB72, vynášených raketami Proton (realizovány pouze 4 experimenty). Při těchto zkouškách se na hmotnostní a rozměrovou maketu nákladní lodě TKS upevňovaly vždy dvě návratové kabiny, přičemž horní byla opatřena motory ADU a TDU, spodní pak pouze motorem TDU. Na oběžné dráze se kabiny po oddělení zorientovaly, vykonaly jeden oběh Země a 15 minut před plánovaným sestupem z oběžné dráhy byl zažehnut jejich brzdící motor (TDU).

Při letové zkoušce označené LVI-2 došlo také k neplánované prověrce systému SAS. Dne 5. 8. 1977 selhal ve 49. sekundě po startu řídicí systém rakety a nádrže pohonných látek 1. stupně přestaly být tlakovány. Byl aktivován systém SAS a horní návratová kabina (označená „výrobek 009A/P“) byla oddělena od havarující rakety a úspěšně přistála na padáku. Spodní návratová kabina (výrobek 009/P) byla zničena při výbuchu rakety na zemi. Při funkci systému SAS dosahovalo podélné přetížení 10,5 g a příčné mezi 4,3 a 6 g. Z celkem čtyř realizovaných experimentů byly úspěšné pouze dva.

Meziodvětvová komise dala souhlas s použitím těchto návratových kabin pro pilotované lety až krátce před zrušením celého programu Almaz.

Pro mnohonásobně použitelné kosmické prostředky typu kosmoplánu Buran byly v SSSR zpočátku vyvíjeny mohutné záchranné motory na TPL, později se přikročilo k vývoji speciálních vystřelovacích sedadel. Prototypy těchto sedadel byly testovány při pěti startech nákladních lodí Progress v letech 1988 až 1990 (Progressy 38 až 42, typ 11F615A15 výrobních čísel 146 až 150).

Záchranné systémy různých kosmických lodí se mohou lišit, ale základní princip zůstává stejný. Dokládá to americký záchranný systém LES (Launch Escape System), používaný v programu Apollo. Díky vysoké spolehlivosti nosných raket Saturn nebyl nikdy při pilotovaných letech použit. Systém měl podobu záchranné věžičky, připojené k velitelské sekci kosmické lodě Apollo. Dominantním prvkem systému byla čtyřhranná příhradová konstrukce o délce 3 m, svařená z titanových trubek a dole výbušnými šrouby spojená s dvojdielným ochranným krytem (horní a dolní část) velitelské sekce. Ten bránil možnému poškození sekce spaliny hlavního motoru. Na vrcholu věže byly ve válcovém pouzdře o délce 4700 mm a průměru 650 mm tři raketové motory na TPL. Hlavní záchranný motor se čtyřmi tryskami skloněnými o 35° k ose dával po dobu 8 s tah přibližně 700 t. Systém obsahoval ještě další dva typy motorů umístěné nad hlavním motorem – motor pro odhození věže a náklonový motor. Za normálního letu se zažehovaly pouze tyto motory. Doba jejich hoření byla velmi krátká – u odhazovacího motoru se dvěma tryskami 1,2 s (tah 14,33 t), u náklonového motoru 0,5 s (tah 1,13 t). Náklonový byl aktivován pouze v případě odpálení v malé výšce nebo při odpálení systému přímo na rampě (nulová výška a rychlost). Jeho úkolem bylo provést manévry, při němž byl modul směřován na oceán. Při záchrane z výšek nad 37 km orientaci zajišťovala posádka řídicím systémem RCS. Odhazovací motor měl za úkol vyvinout dostatečný tah k odhození věže, zažehoval se 35 s po spuštění motoru 2. stupně.

Na vrchu věžičky LES se nacházely dvě aerodynamické ovládací plošky. Za normálních okolností byly sklopené, při aktivaci systému se vyklápěly a orientovaly kabinu do pozice potřebné pro vypuštění padáků. Ve špičce bylo zařízení pro měření tlaku Q-Ball, které na základě vyhodnocení hodnot v několika místech určovalo pozici a směr letu. Řídicí plošky se vyklápěly 11 s po oddělení velitelské sekce od rakety a orientovaly velitelskou sekce dnem ve směru pádu.

Systém mohl být v případě potřeby aktivován automaticky nebo manuálně. Automatické spuštění následovalo po zjištění závažné poruchy (výrazný pokles tahu /tlaku ve spalovací komoře, výpadek motoru). Systém pracoval v automatickém módu po dobu 100 sekund od startu, ale manuálně jej bylo možné spustit prakticky kdykoliv. Po aktivaci systému docházelo k následujícím úkonům:

1. Vyslání signálu k zastavení motorů.
2. Resetování hodin ve velitelském modulu.
3. Přerušování vedení mezi servisní a velitelskou sekcí.
4. Natlakování systému stabilizace a orientace (RCS) velitelské sekce.
5. Převod ovládacího systému RCS ze servisní sekce na RCS velitelské sekce.
6. Převod napájení na baterie velitelské sekce.
7. Oddělení velitelské sekce od servisní sekce.
8. Zážeh záchranného a řídicího motoru.
9. Rychlé vypouštění pohonných látek z RCS.
10. Vyklopení aerodynamických plošek.
11. Aktivace přistávacích subsystémů.
12. Odhození věže záchranného systému.
13. Odhození spojovacího prstence.
14. Odhození předního aerodynamického krytu.
15. Vypuštění padáku aerodynamického krytu.
16. Vypuštění stabilizačních padáků.
17. Propláchnutí systému RCS.
18. Uvolnění stabilizačních padáků.
19. Vypuštění hlavních padáků.
20. Vysunutí krátkovlnných antén a světelného majáku.
21. Po dosednutí na vodu je uvolněn hlavní padák (při některých misích byla do vody vypuštěna signální kapalina).

Pro vyvíjené kosmické lodě jsou v USA, Rusku, Indii, Japonsku i v Evropské kosmické agentuře připravovány a testovány záchranné systémy obdobné konstrukce – s výjimkou vystřelovacích sedadel.



Ruský záchranný systém SAS

# NEZNÁMÉ KOSMICKÉ KORÁBY

Ing. Tomáš Příbyl



Kluzák Dyna Soar startuje

Mnoho povolanych, málo vyvolených. Staré biblické úsloví platí i v oblasti pilotovaných kosmických lodí: plánů je hodně, ale do závěrečné fáze realizace se podaří dovést jen velmi málo z nich. Na ty zbývající pak historie často zapomíná. Pojďme si některé nyní alespoň ve stručnosti připomenout...

Civilní (i když kritikové ji od počátku vyčítali úzké propojení s armádou a odčerpávání zdrojů: např. v rámci programu Mercury rakety Redstone i Atlas, pozemní komplexy, zkušený personál, astronauty...) kosmická agentura NASA byla některým vojenským kruhům v USA trnem v oku, a tyto chtěly disponovat vlastní pilotovanou dopravní kapacitou.

Ostatně, v té době to byla nutnost, nejen přepych (jak by se mohlo dnešní optikou zdát). Uvědomme si, že v té době byla automatizace v plenkách a nejlepším způsobem, jak zajistit obsluhu přístrojů či systémů, bylo umístit do kabiny člověka (i se všemi nevýhodami z toho plynoucími). Proto armáda pro své aplikace pilotovaný program potřebovala.

Jedním z vážných pokusů byl projekt kosmického kluzáku Dyna Soar X-20: ten měl najít uplatnění v široké škále misí od průzkumných přes údržbářské až po sabotážní či dokonce útočné (proti kosmickým i pozemním cílům). Program probíhal od října 1957 do prosince 1963 a stál 660 mil. tehdejších dolarů (v přepočtu na dnešní úroveň je to cca 4,6 mld. USD).

Při zahájení vývoje se počítalo se třemi etapami: Dyna Soar-I měl představovat výzkumný stroj (první start 1963, o rok později dosažení rychlosti 18 M), Dyna Soar-II měl být průzkumným strojem schopným dosáhnout oběžné dráhy a Dyna Soar-III (první start 1968, plné operační nasazení 1974) měl představovat strategický bombardovací systém.

V roce 1962 se nad programem začala stahovat mračna. Jednak měl skluz (s premiérovým letem se nyní počítalo až v roce 1966), jednak měl výrazně překročený rozpočet – a jednak přišla na přetřes i otázka jeho potřebnosti. Na závěr roku 1963 tak byl zrušený.

Skutečnou bonanzou nenaplněných přání a záměrů byl program Gemini. V letech 1965 a 66 při deseti kosmických výpravách prokázala tato kabina svoji robustnost a víceúčelovost, a tak není divu, že se její výrobce (McDonnell) nechtěl s koncem programu smířit a přepustit pole pilotované kosmonautiky konkurenční firmě (North American).

Vzniklo tak několik velmi zajímavých námětů, které ale nakonec nikdy neopustily rýsovací prkna konstruktérů. Třeba v roce 1961 spatřil světlo světa návrh přímého letu na Měsíc s upravenou lodí Gemini, který by vyžadoval jediný start rakety Saturn-5. Podotýkáme, že v té době se o scénáři dvou kosmických lodí (mateřská plus výsadkový modul) příliš neuvažovalo a že na pořadu dne byl scénář přímého letu („všechno v jednom“). Ten ale vyžadoval superraketu Nova nebo dva starty nosičů velikosti Saturnu-5. Právě lunární Gemini nabízelo možnost omezit se na jediný Saturn-5.

Později se objevily plány na pasivní oblet Měsíce s pomocí Gemini: nosná raketa (Titan-2?, Saturn-1 či 1B?) by vynesla do vesmíru urychlovací stupeň Centaur, s jehož pomocí by se Gemini vydalo na pasivní oblet Měsíce. Ten by bylo možné realizovat dříve, než se syrovou lodí Apollo: což by bylo vítězství jak na poli konkurenčního boje, tak na poli kosmických závodů se Sovětským svazem. Objevily se i návrhy o rychlé dobytí Měsíce s pomocí lodí Gemini: ta by byla vybavena jednoduchým přistávacím modulem (nebyl by hermetizovaný, mělo jít jen o jakousi otevřenou plošinu) pro jednoho astronauta. Plošina měla umožnit krátkodobý výsadek na Měsíci. Riziko by pochopitelně bylo vysoké, ale cíl by byl splněn – a Měsíc dobyt.

Ještě v roce 1967 (rok po skončení programu) předložila firma McDonnell nabídku na loď Big G (jako Gemini), která by měla kapacitu sedmi astronautů. Její role by byla v dopravě posádek na kosmické stanice. Návrh byl ale jen labutí písní celého projektu.

Podobně košatý strom různých verzí představovaly i sovětské kosmické lodi Vostok a Sojuz. V roce 1962 byl například rozpracován projekt lodi Vostok-Ž. Mělo jít o – dnešním pohledem bráno – komplikovanou sestavu pilotované lodi, několika samostatných raketových bloků a modulu s blíže nespecifikovaným nákladem.

První den by odstartovala pilotovaná kabina Vostok-Ž, druhý den první raketový modul. Vostok-Ž by se k němu připojil (na rozdíl od klasického Vostoku měl mít možnost manévrování). Postupně by takto vznikl (slovy Koroljova) „kosmický vlak“, k němuž by na jedné straně byl připojen Vostok-Ž a na straně druhé by se na závěr připojil modul s nákladem. Sestava by měla hmotnost 15 tun (bez Vostoku-Ž). Počítalo se s ní pro vynášení stacionárních družic, meziplanetárních sond – ve smělejších představách i pro pilotovaný oblet Měsíce. Všimněte si, že také Sovětský svaz (stejně jako Spojené státy s projektem Dyna Soar) počítal s tím, že kritické operace musí zajišťovat člověk na palubě kabiny.

Projekt Vostok-Ž byl ale coby zbytečně komplikovaný záhy zrušen ve prospěch vyspělejšího systému Sever. Ten se následně transformoval do podoby lodi Sojuz, která se následně dočkala různých verzí. Alespoň ve stádiu úvah. Namátkou jmenujme Sojuz-A (měl plnit podobné úkoly jako Vostok-Ž), Sojuz-B (bezpilotní raketový blok), Sojuz-P či -R (Přechvatčik a Razvedki, obranný a zpravodajský) a mnoho dalších.

Historie sovětské/ruské kosmonautiky je neodmyslitelně spjata s lodí Sojuz, která ovšem v sedmdesátých letech mohla dostat konkurenci v podobě kabiny TKS (Transportnij Korabl Snabženija, někdy nepřesně označované jako Merkur). Tu vyvíjela Čelomejova konstrukční kancelář jako dopravní prostředek pro orbitální stanice Almaz: bylo to v době, kdy Koroljovova kancelář zoufale nestíhala práci na svých projektech (plně ji saturoval vývoj lodi Sojuz a pilotovaný lunární program). Čelomej tak vycítil mezeru na trhu a zároveň se pokusil rozbít monopol Koroljovovy kanceláře (která pak pro své orbitální stanice beztak „ukradla“ koncepty z programu Almaz a zákulisními intrikami nepřípustila pilotovaný start kabiny TKS).

TKS byla třímístná kosmická loď vynášená raketou Proton. Její hmotnost byla 13,2 tuny, mohla nést dalších pět tun nákladu. Tím by plně kompenzovala cenu drahé rakety Proton, protože posádka by na dlouhodobý pobyt vezla veškeré zásoby s sebou. Odpadlo by tak riziko opakovaných startů a havárie plynoucí z několika setkávacích manévřů (byť musíme připomenout, že v rámci programu Progress Sovětský svaz nikdy neztratil žádnou loď!).

Loď TKS se dočkala několika bezpilotních startů (Kosmos-929/1977, Kosmos-1267/1981, Kosmos-1443/1983 a Kosmos-1686/1985 – dvě poslední lodě se připojily ke stanicím typu Saljut).

Bez zajímavosti jistě není fakt, že firma Excalibur Almaz nyní plánuje využít několika postavených, leč nepoužitých kabin TKS pro krátkodobé turistické výpravy do vesmíru. S premiérovým startem na palubě rakety Dněpr počítá v roce 2012.

Nerealizovaných programů pilotovaných kosmických lodí jsou desítky: kromě amerických a sovětských představme i jeden evropský. V osmdesátých letech přišla Francie s projektem miniraketoplánu Hermés, který byl v listopadu 1987 přijatý za oficiální projekt ESA.

Byl „dítětem“ své doby, kdy se americká kosmonautika upřela výhradně k raketoplánům – a i sovětská s nimi začala v podobě nakonec nedotaženého programu Buran koketovat. Evropský Hermés měl mít schopnost létat se šesti astronauty a nákladem až 4550 kg. Jeho hmotnost se měla pohybovat kolem dvaceti tun.

Postupem času ale jeho technické parametry klesaly. Již po dvou letech vývoje se počet členů posádky snížil na tři osoby a náklad na 3000 kg. Další redukce přišla s tím, že zmizel hermetizovaný nákladový prostor a veškerá vynášená zařízení měla být umístěna uvnitř raketoplánu. Když projekt končil, počítalo se pouze s dvoučlennou posádkou a nákladem o hmotnosti několika set kilogramů.

Za těmito změnami musíme hledat narůstající technické potíže, když Hermés opakovaně překračoval možnosti nosné rakety Ariane-5. Hledaly se tedy cesty, jak „ušetřit“: jednak to bylo výše uvedenou redukcí výkonu raketoplánu, jednak zvyšováním nosnosti rakety Ariane-5 a jednak třeba doplněním raketoplánu o speciální stupeň Resource Module, který by posloužil napůl k navedení na oběžnou dráhu a napůl k manévřům na ní. Mělo jít o jednorázově použitelný stupeň, který by bylo zapotřebí pro každou misi vytvořit znovu.

Co se týká Ariane-5, nynější jediné evropské kosmické rakety (a historicky nejsilnější), její vývoj byl iniciovaný zásluhou Francie právě pro raketoplán Hermés. A i její současná podoba je dána právě jeho požadavky: původně měla mít pomocné motory se 190 t paliva, později došlo k jeho nárůstu na 230 t. Také hlavní stupeň měl původně nést 140 t pohonných látek, nyní je to 155 t.

Černé mraky se nad programem Hermés začaly stahovat počátkem devadesátých let. Pro (západo)evropské kosmonauty se po pádu železné opony uvolnila možnost létat za relativně nízké částky na ruských lodích Sojuz, čímž Hermés ztratil hodně ze svého kouzla. Navíc je začaly pronásledovat finanční potíže, když se v roce 1992 ukázalo, že jeho vývoj by měl přijít na 12 mld. marek (původní odhady přitom byly třetinové). A že pravděpodobně nejde o konečnou sumu... Operačního provozu přitom mělo být dosaženo až někdy v roce 2005.

V roce 1993 tak byl celý program Hermés (již o rok dříve přeměněný na bezpilotní stroj) ukončený poté, co do něj během šesti let byly investovány zhruba dvě miliardy dolarů.

Pro úplnost dodáváme, že v osmdesátých letech přišlo i Německo s projektem dvoustupňového raketoplánu Sänger a Velká Británie s konceptem kosmického letounu Hotol. Na rozdíl od Francie se jim ale pro tyto plány nepodařilo získat záštitu ESA.



Projekt firmy Excalibur Almaz na resuscitaci kabiny TKS



Evropský raketoplán Hermés

# MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2008-2009

*Mgr. Antonín Vítek, CSc.*

**V průběhu roku 2009 pokračovalo vybavování stanice ISS. Byla dokončena výstavba japonského laboratorního komplexu připojením externí přístrojové plošiny Kibo JEF. Od května 2009 byla rozšířena stálá posádka stanice na 6 osob. V roce 2009 bylo ukončeno vyměňování jednoho člena dlouhodobé posádky stanice při letech raketoplánů.**

## Sestava stanice ke dni 2008-11-30:

**Hmotnost: 284 262 kg**

### Moduly:

- Zarja (FGB [=Funkcional'nyj gruzovoj blok]);
- PMA-1 [=Pressurized Mating Adapter One];
- Unity (Node-1);
- PMA-2 [=Pressurized Mating Adapter Two];
- Zvezda (SM [=Servisnyj modul]);
- příhradová konstrukce ITS-Z1 [=Integrated Truss Structure - Zenith One];
- příhradová konstrukce ITS-P6 [=Integrated Truss Structure - Port Six], kterou tč. tvoří:
- ITS-P6 LS [=Integrated Truss Structure - Port Six Long Spacer];
- ITS-P6 IEA [=Integrated Truss Structure - Port Six Integrated Electronic Assembly];
- ITS-P6 PVAA [=Integrated Truss Structure - Port Six Photovoltaic Array Assembly];
- PVR-P6 [=Photovoltaic Radiator Port Six];
- PVR-S6 [=Photovoltaic Radiator Starboard Six];
- PVR-S4 [=Photovoltaic Radiator Starboard Four];
- PMA-3 [=Pressurized Mating Adapter Three];
- laboratorní modul Destiny;
- společná přechodová komora Quest alias JAL [=Joint Airlock];
- stykací modul a přechodová komora Pirs alias SO-1 [=Stykovočnyj otsek] alias DC-1 [=Docking Compartment];
- příhradová konstrukce ITS-S0 [=Integrated Truss Structure - Starboard Zero];
- příhradová konstrukce ITS-S1 [=Integrated Truss Structure - Starboard One], kterou tč. tvoří:
- vlastní příhradová konstrukce ITS-S1 [=Integrated Truss Structure - Starboard One];
- radiátor ATCSR-S1 [=Active Thermal Control System Radiator - Starboard One];
- příhradová konstrukce ITS-P1 [=Integrated Truss Structure - Port One], kterou tč. tvoří:
- vlastní příhradová konstrukce ITS-P1 [=Integrated Truss Structure - Port One];
- radiátor ATCSR-P1 [=Active Thermal Control System Radiator - Port One].
- příhradová konstrukce ITS-P3 [=Integrated Truss Structure - Port Three]
- otočný spoj SARJ [=Solar Alpha Rotary Joint]
- příhradová konstrukce ITS-P4 [=Integrated Truss Structure - Port Four], kterou tč. tvoří:
- ITS-P4 IEA [=Integrated Truss Structure - Port Six Integrated Electronic Assembly];
- ITS-P4 PVAA [=Integrated Truss Structure - Port Six Photovoltaic Array Assembly];
- PVR-P4 [=Photovoltaic Radiator - Port Four];
- příhradová konstrukce ITS-P5 [=Integrated Truss Structure - Port Five]

- příhradová konstrukce ITS-S3 [=Integrated Truss Structure - Starboard Three]
- otočný spoj SARJ [=Solar Alpha Rotary Joint]
- příhradová konstrukce ITS-S4 [=Integrated Truss Structure - Starboard Four], kterou tč. tvoří:
- ITS-S4 IEA [=Integrated Truss Structure - Starboard Six Integrated Electronic Assembly];
- ITS-S4 PVAA [=Integrated Truss Structure - Starboard Six Photovoltaic Array Assembly];
- PVR-S4 [=Photovoltaic Radiator - Starboard Four];
- příhradová konstrukce ITS-S5 [=Integrated Truss Structure - Starboard Five]
- propojovací modul Harmony (Node-2)
- evropský laboratorní modul Columbus
- speciální kanadský manipulátor SPDM Dextre
- japonský laboratorní manipulátor
- japonský logistický modul Kibo ELM-PS
- japonský laboratorní modul Kibo PS

### Logistické operace listopad 2008-listopad 2009:

- 2008-11-14 Odpojení nákladní lodi Progress-M 65
- 2008-11-16 Připojení raketoplánu Endeavour
- 2008-11-17 Připojení modulu MPLM Leonardo
- 2008-11-26 Odpojení modulu MPLM Leonardo
- 2008-11-28 Odpojení raketoplánu Endeavour
- 2008-11-30 Připojení nákladní lodi Progress M-01M
- 2009-02-06 Odpojení nákladní lodi Progress M-01M
- 2009-02-13 Připojení nákladní lodi Progress-M 66
- 2009-03-17 Připojení raketoplánu Discovery
- 2009-03-19 Připojení příhradové konstrukce ITS-S6
- 2009-03-25 Odpojení raketoplánu Discovery
- 2009-03-28 Připojení transportní lodi Sojuz-TMA 14
- 2009-04-08 Odpojení transportní lodi Sojuz-TMA 13
- 2009-05-06 Odpojení nákladní lodi Progress-M 66
- 2009-05-12 Připojení nákladní lodi Progress M-02M
- 2009-05-29 Připojení transportní lodi Sojuz-TMA 15
- 2009-06-30 Odpojení nákladní lodi Progress M-02M
- 2009-07-02 Přemístění transportní lodi Sojuz-TMA 14
- 2009-07-17 Připojení raketoplánu Endeavour
- 2009-07-18 Připojení externí plošiny JEF
- 2009-07-28 Odpojení raketoplánu Endeavour
- 2009-07-29 Připojení nákladní lodi Progress-M 67
- 2009-08-07 Přemístění tunelu PMA-3
- 2009-08-31 Připojení modulu MPLM Leonardo
- 2009-08-31 Připojení raketoplánu Discovery
- 2009-09-07 Odpojení modulu MPLM Leonardo
- 2009-09-08 Odpojení raketoplánu Discovery
- 2009-09-17 Připojení nákladního modulu HTV-1
- 2009-09-21 Odpojení nákladní lodi Progress-M 67
- 2009-10-02 Připojení transportní lodi Sojuz-TMA 16
- 2009-10-11 Odpojení transportní lodi Sojuz-TMA 14
- 2009-10-18 Připojení nákladní lodi Progress M-03M

2009-10-30 Odpojení nákladního modulu HTV-1  
 2009-11-12 Připojení modulu Poisk s tahačem Progress M-MIM2

**Průběh letu:****Mise: ISS-30P – Progress-M 65**

COSPAR: 2008-043A  
 SPTRK: 33340  
 Start: 2008-09-10 19:50:02 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2008-09-17 18:43:08 UTC, Zvezda  
 Odpojení: 2008-11-14 16:19:54 UTC, Zvezda  
 Řízený zánik: 2008-12-07, 08:48:47 UTC, jižní Tichý oceán

**Mise: ISS-17S – Sojuz-TMA 13**

COSPAR: 2008-050A  
 SPTRK: 33399  
 Start: 2008-10-12 07:01:33 UT, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-FG, PU-1/5  
 Posádka: Jurij V. Lončakov (Юрий В. Лончаков) RUS (3) KK  
 E. Michael Fincke USA (2) BI  
 Nahoru: Richard A. Garriott USA (1) UKP  
 Dolů: Charles Simonyi USA (2) UKP  
 Připojení: 2008-10-14 08:26:14 UTC, Zarja  
 Odpojení: 2009-04-08 03:55:25 UTC, Zarja  
 Přistání: 2009-04-08 07:16:24 UTC /vypočtený čas/ Kazachstán, 136 km SV od Džezkazganu

**Mise: ISS-ULF-2 – STS-126 – Endeavour F-22**

COSPAR: 2008-059A  
 SPTRK: 33441  
 Start: 2008-11-15 00:55:39 UTC, Kennedy Space Center, LC-39A  
 Posádka: Christopher J. Ferguson USA (2) CDR  
 Eric A. Boe USA (1) PLT  
 Donald R. Pettit USA (2) MS1  
 Stephen G. Bowen USA (1) MS2  
 Haidemarie M. Stefanyshyn-Piper[ová] USA (2) MS3  
 R. Shane Kimbrough USA (1) MS4  
 Nahoru: Sandra H. Magnus[ová] USA (2) MS5  
 Dolů: Gregory E. Chamitoff USA (1) MS5  
 Náklad: transportní modul MPLM „Leonardo“  
 Připojení: 2008-11-16 22:01 UTC, PMA-2  
 Odpojení: 2008-11-28 14:47 UTC, PMA-2  
 Přistání: 2008-11-30 21:25:06 UTC, Edwards AFB, Rwy 04L

**Mise: ISS-31P – Progress-M 01M**

COSPAR:2008-060A  
 SPTRK: 33443  
 Start: 2008-11-26 12:38:38 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2008-11-30 12:28:10 UTC, Pirs  
 Odpojení: 2009-02-06 04:10:44 UTC, Pirs

Řízený zánik: 2009-02-08 08:19:27 UTC, jižní Tichý oceán

**Mise: ISS-32P – Progress-M 66**

COSPAR: 2009-006A  
 SPTRK: 33593  
 Start: 2009-02-10 05:49:46 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2009-02-13 07:18:13 UTC, Pirs  
 Odpojení: 2009-05-06 15:17:58 UTC, Pirs  
 Řízený zánik: 2009-05-18 15:14:45 UTC, jižní Tichý oceán

**Mise: ISS-15A – STS-119 – Discovery F-36**

COSPAR: 2009-012A  
 SPTRK: 34541  
 Start: 2009-03-15 23:43:44 UTC, Kennedy Space Center, LC-39A  
 Posádka: Lee J. Archambault USA (2) CDR  
 Dominic A. Antonelli USA (1) PLT  
 Joseph M. Acaba USA (1) MS1  
 Steven R. Swanson USA (2) MS2  
 John L. Phillips USA (3) MS3  
 Richard R. Arnold, II USA (1) MS4  
 Nahoru: Koichi Wakata JPN (3) MS5  
 Dolů: Sandra H. Magnus[ová] USA (2) MS5  
 Připojení: 2009-03-17 21:19:53 UTC, PMA-2  
 Odpojení: 2009-03-25 19:53:44 UTC, PMA-2  
 Přistání: 2009-03-28 19:13:17, Kennedy Space Center, SLF Rwy 15

**Mise: ISS-18S – Sojuz-TMA 14**

COSPAR: 2009-015A  
 SPTRK: 34669  
 Start: 2009-03-26 11:49:18 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-FG, PU-1/5  
 Posádka: Gennadij I. Padalka (Геннадий И. Падалка) RUS (3) KK  
 Michael R. Barratt USA (1) BI  
 Nahoru: Charles Simonyi USA (2) UKP  
 Dolů: Guy Laliberté CAN (1) UKP  
 Připojení: 2009-03-28 13:04:49 UTC, Zvezda  
 Přemístění: 2009-07-02 21:29 až 21:55 UTC, Zvezda Pirs  
 Odpojení: 2009-10-11 01:04:00 UTC, Pirs  
 Přistání: 2009-10-11 04:31:40 UTC, Kazachstán

**Mise: ISS-33P – Progress M-02M**

COSPAR: 2009-024A  
 SPTRK: 34905  
 Start: 2009-05-07 18:37:09 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2009-05-12 19:24:23 UTC, Pirs  
 Odpojení: 2009-06-30 :29:43 UTC, Pirs  
 Řízený zánik: 2009-07-13 16:28:47 UTC, jižní Tichý oceán

**(2009-025A – STS 125 – HST-SM4 – 2009-05-11 až 2009-05-24)**



**Mise: ISS-19S – Sojuz-TMA 15**

COSPAR: 2009-030A  
 SPTRK: 35010  
 Start: 2009-05-27 10:34:53 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-FG, PU-1/5  
 Posádka: Roman Ju. Romanenko (Роман Ю. Романенко) RUS (1) KK  
 Frank de Winne BEL (2) BI  
 Robert B. Thirsk CAN (2) BI  
 Připojení: 2009-05-29 12:34:29 UTC, Zarja

**ZAHÁJENÍ VYUŽÍVÁNÍ ISS ŠESTIČLENNOU POSÁDKOU**

Odpojení: 2009-11-23, Zarja  
 Přistání: 2009-11-23, Kazachstán

**Mise: ISS-2J/A – STS 127 – Endeavour F-23**

COSPAR: 2009-038A  
 SPTRK: 35633  
 Start: 2009-07-15 22:03:10 UTC, Kennedy Space Center, LC-39A  
 Posádka: Mark L. Polansky USA (3) CDR  
 Douglas G. Hurley USA (1) PLT  
 David A. Wolf USA (4) MS1  
 Christopher J. Cassidy USA (1) MS2  
 Julie Payette[ová] CAN (2) MS3  
 Thomas H. Marshburn USA (1) MS4  
 Nahoru: Timothy L. Kopra USA (1) MS5  
 Dolů: Koichi Wakata JPN (3) MS5  
 Připojení: 2009-07-17 15:48 UTC, PMA-2  
 Odpojení: 2009-07-28 17:26 UTC, PMA-2  
 Přistání: 2009-07-31 14:48:08 UT, Kennedy Space Center, SLF Rwy 15

**Mise: ISS-34P – Progress-M 67**

COSPAR: 2009-040A  
 SPTRK: 35641  
 Start: 2009-07-24 10:56:56 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2009-07-29 11:12:10 UTC, Zvezda  
 Odpojení: 2009-09-21 07:25 UTC, Zvezda  
 Řízený zánik: 2009-09-27 10:19:11 UTC, jižní Tichý oceán

**Mise: HTV-1**

COSPAR: 2009-048A  
 SPTRK: 35817  
 Start: 2009-09-10 17:01:46 UT, Tanegashima Uchu Senta, H-2B Model 304  
 Připojení: 2009-09-17 19:47 až 22:12 UTC, Harmony  
 Odpojení: 2009-10-30 15:02 až 17:32 UTC, Harmony  
 Řízený zánik: 2009-11-01 21:38 až 21:58 UTC, jižní Tichý oceán

**Mise: ISS-20S – Sojuz-TMA 16**

COSPAR: 2009-053A  
 SPTRK: 35940

Start: 2009-09-30 07:14:42 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-FG, PU-1/5  
 Posádka: Maksim V. Surajev (Максим В. Сураев) RUS (1) CDR  
 Jeffrey N. Williams USA (3) BI  
 Nahoru: Guy Laliberté CAN (1) UKP  
 Připojení: 2009-10-02 08:35:07 UTC, Zvezda  
 Přemístění: 2010-leden, Zvezda Poisk  
 Odpojení: 2010-03-18, Poisk  
 Přistání: 2010-03-18, Kazachstán

**Mise: ISS-35P – Progress-M 03M**

COSPAR: 2009-056A  
 SPTRK: 35948  
 Start: 2009-10-15 01:14:37 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2009-10-18 01:40:39 UTC, Pirs  
 Odpojení: 2010-04-27, Pirs  
 Řízený zánik: 2010-04-27, jižní Tichý oceán

**Mise: ISS-5R – Progress M-MIM2 – Poisk**

COSPAR: 2009-060A  
 SPTRK: 36086  
 Start: 2009-11-10 14:22:04 UTC, Bajkonur (GIK-5), Sojuz-U, PU-1/5  
 Připojení: 2009-11-12 15:41:43 UTC, Zvezda  
 Odpojení tahače: 2009-12-08, Poisk  
 Řízený zánik tahače: 2009-12-08, jižní Tichý oceán

*Mise: ISS-ULF-3 – STS-129 – Atlantis F-31*

COSPAR:  
 SPTRK:  
 Start: 2009-11-16 19:33:55 UTC, Kennedy Space Center, LC-39A  
 Připojení: 2009-11-18, PMA-2  
 Odpojení: 2009-11-25, PMA-2  
 Přistání: 2009-11-27, Kennedy Space Center, SLF

**Výstupy do volného prostoru**

Datum	Výstup	Komora	Astronauti	Trvání
2008-12-23	VKD-21	Pirs	Lončakov, Fincke	5:37
2009-03-10	VKD-21a	Pirs	Lončakov, Fincke	4:48
2009-03-19	STS-119/EVA-1	Quest	Swanson, Arnold	6:07
2009-03-21	STS-119/EVA-2	Quest	Swanson, Acaba	6:30
2009-03-23	STS-119/EVA-3	Quest	Swanson, Arnold	6:27
2009-06-05	VKD-22	Pirs	Padalka, Barratt	4:54
2009-06-10	VKD-23*	Zvezda	PChO Padalka, Barratt	0:12
2009-07-18	STS-127/EVA-1	Quest	Wolf, Kopra	5:32
2009-07-20	STS-127/EVA-2	Quest	Marshburn, Wolf	6:53
2009-07-22	STS-127/EVA-3	Quest	Wolf, Cassidy	5:59
2009-07-24	STS-127/EVA-4	Quest	Cassidy, Marshburn	7:12
2009-07-27	STS-127/EVA-5	Quest	Cassidy, Marshburn	4:54
2009-09-01	STS-128/EVA-1	Quest	Olivas, Stott[ová]	6:35

Datum	Výstup	Komora	Astronauti	Trvání
2009-09-03	STS-128/EVA-2	Quest	Olivas, Fuglesang	6:39
2009-09-05	STS-128/EVA-3	Quest	Olivas, Fuglesang	7:01
2009-09-01	STS-128/EVA-1	Quest	Olivas, Stott[ová]	6:35
	STS-129/EVA-1	Quest	Foreman, Satcher	
	STS-129/EVA-2	Quest	Foreman, Bresnik	
	STS-129/EVA-3	Quest	Satcher, Bresnik	

\* Činnost ve skafandrech uvnitř stanice.

**Sestava stanice ke dni 2009-11-14:**

**Hmotnost: 331 938 kg**

**Moduly:**

Jako k 2008-11-30, navíc:

- externí plošina Kibo JEF [=Japan Exposed Facility];
- kombinovaný výzkumný modul, stykací místo a přechodová komora Poisk alias MIM-2 [=Malý ispytatel'nyj modul].



Japonská zásobovací loď HTV-1

# PŘISPĚJÍ HYBRIDNÍ RAKETOVÉ MOTORY (HRM) K DALŠÍMU ROZVOJI KOSMONAUTIKY?

Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

**Obsah:**

1. Úvod
2. Popis a princip funkce HRM
3. Základní vlastnosti HRM
4. Současný stav a možnosti uplatnění v dalším období
5. Závěr
6. Použitá literatura

**1. Úvod**

Raketové motory (RM) se člení podle zdroje energie (druhu pohonných hmot) na:

- fyzikální RM
- chemické RM, které členíme podle skupenství pohonných hmot (PH) na
  - + RM na tuhou PH (RM TPH)
  - + RM na kapalné PH (RM KPH)
  - + RM na hybridní PH (HRM)

Problematika HRM byla řešena ve světě déle jak půlstoletí, v domácích podmínkách od 70. let.

Raketové motory se obecně vyznačují, díky své dynamické složce tahu  $F_D$ , svou nezávislostí na okolním prostředí.

Tah RM lze vyjádřit vztahem

$$F(t, y) = F_D + F_S = Q_m \cdot w_v + A_v \cdot (p_v - p_{atm}) = i_{sp} \cdot Q_m \quad (N)$$

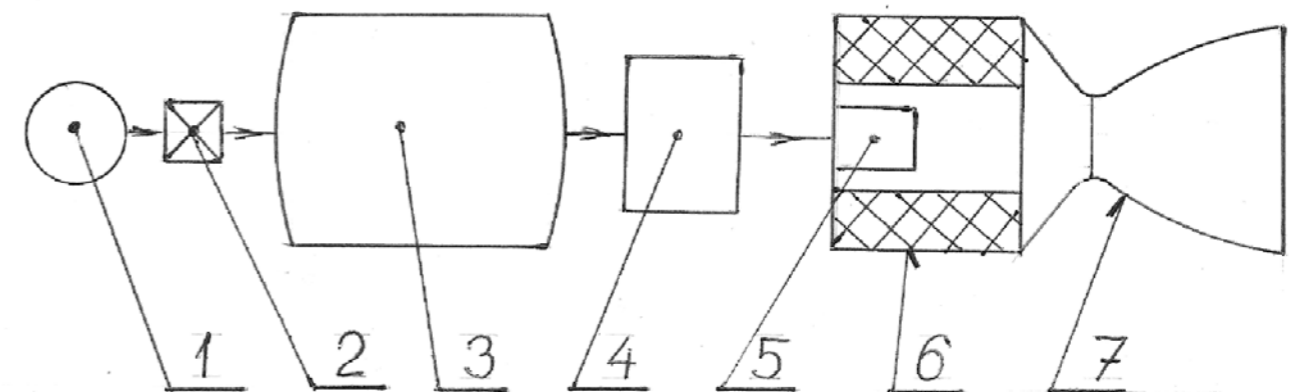
- kde je
- $Q_m$  hmotnostní průtok plynů tryskou RM ( $kg \cdot s^{-1}$ );
  - $w_v$  výtoková rychlost plynů z trysky RM ( $m \cdot s^{-1}$ );
  - $A_v$  plocha výstupního volného příčného průřezu trysky ( $m^2$ );
  - $p_v$  statický tlak plynů ve výstupním průřezu trysky (Pa), platí  $p_v/p_{sk} =$  tlakový spád;
  - $p_{atm}$  tlak okolní atmosféry (u Země je závislý na výšce dráhy) (Pa);
  - $i_{sp}$  specifický (měrný) impuls RM ( $N \cdot s \cdot kg^{-1}$ ).

**2. Popis a princip funkce HRM**

Zjednodušené schéma HRM je na Obr. 1, ve kterém značí:

1. Plynový tlakový akumulátor (PTA) s inertním plynem
2. Ovládací ventil
3. Nádrž s oksyličovadlem
4. Systém automatické regulace dodávky oksyličovadla (O) do spalovací komory (SK) HRM (prostřednictvím vstřikovacího zařízení)
5. Vstřikovací zařízení O do SK
6. SK s náplní paliva (P)
7. Nadzvuková (geometrická) tryska

Poznámka: Při nízkých tlacích ve SK a krátkých dobách funkce může být schéma na Obr. 1 poněkud zjednodušeno.



Obr. 1: Zjednodušené schéma HRM

### 3. Základní vlastnosti HRM

Základní vlastnosti (parametry) porovnáváme s RM TPH a RM KPH. Zatímco bezpečnost manipulace a funkce HRM je až na malé výjimky vyšší oproti RM TPH a RM KPH, základními nedostatky HRM je jeho vyšší prázdná hmotnost (cca o 25 % vyšší oproti RM TPH) a nižší specifický impuls (o více jak 20 % nižší oproti RM KPH). Z těchto dvou parametrů vyplývají i omezení v uplatnění HRM v kosmonautice, ale i hlavní cesty k jejich dalšímu vývoji.

#### 3.1 Bezpečnost funkce (tab. 1)

Typ RM	Základní vlastnosti
RM TPH	Při prasknutí náplně TPH (větší trhlině) nebezpečí havárie, tlak plynů ve SK pro danou klidovou teplotu náplně TPH $p_{sk} = f$ (poměrného ohořívajícího povrchu), a to exponenciálně. Kapacitní chlazení omezuje dobu funkce.
RM KPH	Při netěsnostech konstrukce nebezpečí havárie zejména u samozápalných složek KPH. Regenerativní chlazení trysky a SK umožňuje prakticky neomezenou dobu funkce.
HRM	Výrazně vyšší bezpečnost při skladování a manipulaci – různá skupenství O a P, oddělení obou složek. Prasklá náplň (trhlina) prakticky nemá vliv na tlak ve spalovací komoře.

#### 3.2 Velikost specifického impulsu $i_{sp}$

Maximální rychlost rakety je přímo úměrná velikosti specifického impulsu podle vztahu [2],[3]

$$v_{KTH} \equiv \sum_{i=1}^{i=n} i_{spi} \cdot \ln c_i$$

kde je  $i_{spi}$  specifický impuls i-tého stupně  
 $c_i$  rychlostní číslo subrakety při práci i-tého stupně  
 $v_{KTH}$  maximální teoretická rychlost vícestupňové rakety.

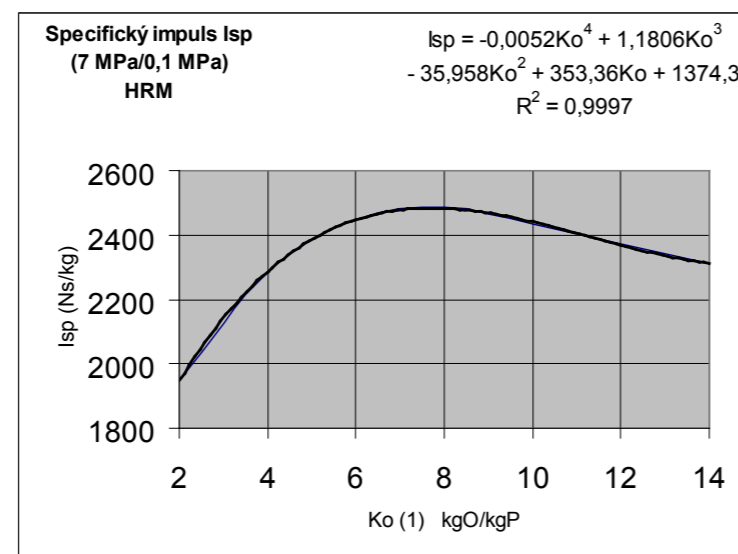
Při výpočtu jednostupňové rakety (úloha SSTO – Single Stage to Orbit) snadno zjistíme, že s HRM se na oběžnou dráhu nedostaneme – viz úvodní část kapitoly 3 a následující Tab. 2 [2].

Typ RM	Velikost $i_{sp}$ (N.s.kg <sup>-1</sup> )
RM TPH	Přibližně do 2500 při hladině moře
RM KPH	Do 4600 ve vakuu
HRM	Obvykle do 3000 při hladině moře, u kombinace s LOX ve vakuu kolem 3500

Jako příklad uvedme na Obr. 2 průběh závislosti  $i_{sp}$  u kombinace vosk (P) a oxidu dusného (O) pro tlak ve SK  $p_{sk} = 7$  MPa a  $p_v = 0,1$  MPa [4], [6].

Obr. 2:  $i_{sp} = f(K_o)$ , kde  $K_o$  je reálný směšovací poměr okysličovačla (O) a paliva (P)

Poznámka: Pro maximální velikost specifického impulsu dle Obr. 2 vychází teplota zplodin hoření (výbušová teplota) cca 3500 K.



#### 3.3 Další vlastnosti HRM

- složitější konstrukce oproti RM TPH
- relativně delší doba funkce (možnost regenerativního chlazení)
- snadná změna tahu v širokém rozmezí hodnot
- prakticky nezávislý na okolní teplotě
- restartovatelný
- netoxický
- vyšší hustota paliva, část paliva ale nevyhoří
- relativně nízká rychlost hoření
- nízká cena

#### 4. Současný stav a možnosti uplatnění v dalším období [5], [6]

- značný rozsah prací v oblasti experimentální i teoretické oblasti (celá řada zkušebních HRM);
- zkoumány možnosti uplatnění u vojenských i civilních aplikací;
- dnes – sondážní rakety, suborbitální nosiče (Space Ship One), vývoj PJ pro větší korekce dráhy malých kosmických těles... (v průběhu přednášky budou uvedeny další vybrané informace);
- možnostem dalšího uplatnění brání dosud vysoká prázdná hmotnost HRM (včetně nevyhořelého paliva) a nízká velikost specifického impulsu;
- k zajímavým návrhům z posledního období (2007, 2008), patří návrhy spalitelných multifunkčních struktur Ing. Csaba Borose, SVK, které uvedl mj. i ve své doktorské disertační práci v letošním roce [5].

#### 5. Závěr

Odpověď na otázku, zda HRM přispějí k dalšímu rozvoji kosmonautiky, můžeme formulovat jedním slovem ANO, přispějí! K tomu, aby HRM mohly být bezpečně a spolehlivě uplatněny, čeká pracovníky ve výzkumných laboratořích a specializovaných vývojových institucích ještě hodně práce – přenos dosažených poznatků z laboratoří (testování zařízení v určitém měřítku) do pohonných jednotek s HRM ve skutečné velikosti si vyžádá další propracování teorie vnitřní balistiky těchto motorů (např. omezení oscilačního hoření uplatněním speciálních vstříkovačích systémů okysličovačla do SK, aj.), uplatnění progresivních technologií výroby nádrží okysličovačla a SK, zajištění moderní technologie rotačního odlévání náplní paliva do SK.

Vše je samozřejmě podmíněno zvyšováním specifického impulsu a prodloužením doby funkce HRM k dosažení požadovaných celkových impulsů (přibližně součin průměrného tahu HRM a doby jeho funkce). Stručně řečeno, jde o běh na dlouhou trať.

#### 6. Použitá literatura

[1] Kusák, J. Soubor sylabů Základy raketové techniky. Vybrané kapitoly. HVM 1976.  
 [2] Kusák, J. Kosmické rakety dneška. HVM 1998.  
 [3] Růžička, B., Popelínský, L. Rakety a kosmodromy. NV Praha 1986.  
 [4] Boros, C., Konečný, P. Development of Wax Fuel Grain for Hybrid Rocket Motor. AiMT 2009.  
 [5] Boros, C. Příspěvek k řešení hybridního raketového motoru. Doktorská disertační práce. UO, FVT Brno 2009.  
 [6] Kusák, J. Nепublikované výpočty. Brno 2009.

# KOSMICKÁ TECHNIKA K OBJEVOVÁNÍ EXOPLANET

František Martinek

Velmi dlouho snili astronomové o tom, že se jim podaří objevit planety, obíhající kolem jiných hvězd, než je Slunce. Snažili se objevit planety mimo Sluneční soustavu, tzv. extrasolární planety (zkráceně exoplanety). Dlouho jejich snahy vycházely na prázdno. Až nakonec dozrála doba (a hlavně pozorovací technika) a exoplanety jsou objevovány takřka na běžícím pásu. K 16. 11. 2009 uvádějí seznamy 405 známých exoplanet (včetně několika desítek planetárních soustav – tj. hvězd s více planetami).

Zásluhu na tom má několik pozorovacích týmů, které využívají výkonné pozemní dalekohledy, ale především dokonalá přídatná zařízení (například spektrografy). Své první úspěchy si připsala i kosmická technika při pozorování z oběžné dráhy.

## Kosmická technika

Do pátrání po exoplanetách se zapojily i astronomické družice či kosmické sondy. V následujícím textu je přehled nejdůležitějších z nich:

**HST** (Hubblův kosmický dalekohled, start 1990) – díky svým parametrům umožňuje například zjišťovat složení atmosfér exoplanet (HD 209458), vyfotografovat protoplanetární disky v okolí mladých hvězd (HD 141569), v některých případech i samotné exoplanety (Fomalhaut).

**MOST** (Microvariability and Oscillations of Stars, start 2003) – kanadská družice k výzkumu hvězdných oscilací. Vzhledem k vybavení malým dalekohledem o průměru 15 cm může studovat pouze jasné hvězdy (včetně zjišťování přítomnosti exoplanet).

**Spitzer Space Telescope** (start 2003) – pozorování vesmíru v oboru infračerveného záření; objev především prvotních protoplanetárních disků, event. obdoby hlavního pásu planetek, Kuiperova pásu či zodiakálního světla u blízkých hvězd.

**Deep Impakt** (start 2005) – sonda k výzkumu komety Tempel 1. V rámci prodloužené mise DIXI bude zkoumat kometu Hartley 2, před přiletem ke kometě v rámci mise **EPOCh** se zaměří na pozorování jasností vybraných hvězd za účelem potvrzení přítomnosti exoplanet.

**COROT** (CONvection ROTation and planetary Transits, start 2006) – evropská fotometrická družice ke studiu hvězdných oscilací a k pátrání po exoplanetách na základě poklesu jasnosti při přechodu planety před kotoučkem hvězdy. Zatím ohlášen objev 7 exoplanet. Činnost prodloužena do 31. 3. 2013.

Kepler (start 2009) – fotometrická družice NASA. Současné sledování změn jasnosti u 100 000 hvězd v souhvězdí Labutě. Předpoklad objevu exoplanet velikosti Země.

## Připravované projekty

**GAIA** (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics, start 2011) – evropská astrometrická družice. Měření poloh, rychlostí a jasností hvězd s nebyvalou přesností – získání informací o 1 miliardě hvězd v naší Galaxii.

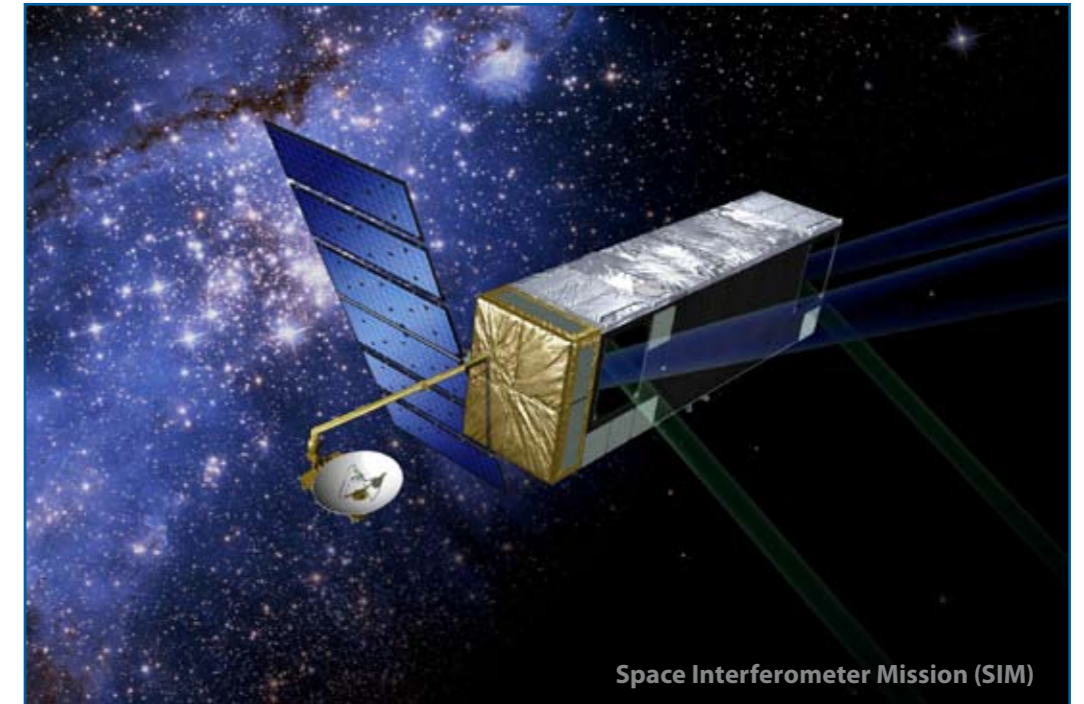
**JWST** (James Webb Space Telescope, start 2014) – kosmický dalekohled NASA s objektivem o průměru 6,5 m, nástupce HST. Pozorování v oboru infračerveného záření.

**Darwin** (start 2015) – kosmický interferometr – flotila několika samostatných družic, které budou současně pozorovat stejný objekt. Projekt ESA. Pátrání po planetách podobných Zemi, analýza jejich atmosfér. Bude rovněž pořizovat snímky stelárních objektů s nevídaným rozlišením.

**PLATO** (PLANetary Transits and Oscillations of stars, start 2018) – evropská kosmická observatoř, která bude na základě opakujících se poklesů jasnosti hvězdy při tzv. tranzitech pátrat po planetách velikosti Země. Ponese velmi přesný fotometr s vysokým časovým rozlišením.

**SIM** (Space Interferometry Mission, start 2017). Projekt NASA, který bude astrometrickou metodou pátrat po přítomnosti planet velikosti Země u blízkých hvězd.

**TPF** (Terrestrial Planet Finder, start 2022?) – dvojice družic NASA k objevování exoplanet a ke studiu jejich atmosfér. Připravují se dvě varianty mise: TPF-Coronagraph s eliptickým zrcadlem 3,5 x 8,0 m a TPF-Interferometer (4 dalekohledy o průměru 4 m plující ve formaci – obdoba evropského projektu Darwin).



Space Interferometer Mission (SIM)



Terrestrial Planet Finder

## Navrhované projekty

**SAFIR** (Single Aperture Far-infrared Observatory) – nástupce observatoře Spitzer Space Telescope.

**TESS** (Transiting Exoplanet Survey Satellite) – sledování jasností 100 000 hvězd. NASA jej zatím k realizaci nevybrala.

**SPIRIT** (Space Infrared Interferometric Telescope) – návrh projektu předložený již v roce 2004. Kosmický interferometr pracující v oboru infračerveného záření. Dva dalekohledy na základně 40 m – obdoba projektu SIM. Zatím nebyl vybrán k realizaci.

**ACCESS** (Actively-Corrected Coronagraphs for Exoplanet System Studies) – průměr dalekohledu 1,5 m. Za zpracování návrhu zodpovídá John Trauger, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.

**ATLAST** (Advanced Technology Large Aperture Space Telescope) – velký kosmický dalekohled (navrhované průměry hlavního zrcadla v rozmezí 8 až 16,8 m – v závislosti na použité nosné raketě).

**DAVINCI** (Dilute Aperture Visible Nulling Coronagraph Imager) – kosmická observatoř složená ze čtyř dalekohledů, každý o průměru 1,1 m. Za zpracování návrhu zodpovídá Michael Shao, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.

**EPIC** (Extrasolar Planetary Imaging Coronagraph) – kosmická observatoř umožňující přímé zobrazení planet typu Jupitera ve vzdálenosti 2 až 20 AU od mateřské hvězdy. Za zpracování návrhu zodpovídá Mark Clampin, NASA Goddard Space Flight Center.

**NWO** (New Worlds Observer) – projekt využívající možnosti velkého dalekohledu a samostatně letící clony, nacházející se ve velké vzdálenosti od dalekohledu (princip koronografu). Vzdálená clona umožní zakrýt hvězdu a pozorovat tak případné

obíhající planety. Několik variant projektu. Za zpracování návrhu zodpovídá Webster Cash, University of Colorado.

**PECO** (Pupil-mapping Exoplanet Coronagraphic Observer). Zobrazení a určování charakteristik exoplanet a zodiakálního prachu v oblasti zóny života u blízkých hvězd. Za zpracování návrhu zodpovídá Olivier Guyon, University of Arizona.

**PLANET HUNTER** – Astrometrický interferometr se základnou 6 m (využití nejlepších technologií a poznatků z projektu SIM). Za zpracování návrhu zodpovídá Geoffrey Marcy, U. C. Berkeley.

**THEIA** (Telescope for Habitable Earths and Interstellar/Intergalactic Astronomy) – dalekohled o průměru 4 m ke hledání a určování charakteristik exoplanet podobných Zemi (dvě sondy v libračním bodě L2 plující ve formaci – dalekohled a „stínítko“ zakrývající hvězdu); varianta projektu NWO.



## TAJEMSTVÍ PRVNÍ PLANETY ODHALENA

*Michal Václavík*

Merkur – nejmenší planeta Sluneční soustavy má rovníkový průměr 4 879 km a střední vzdálenost od Slunce je přibližně 58 milionů km. Jedná se tedy i o planetu, která je naší mateřské hvězdě nejbližší. Z toho lze usuzovat, že podmínky, jenž panují na povrchu Merkuru, jsou pro člověka velmi nehostinné. Na potvrzení těchto domněnek si však lidstvo muselo počkat do období bouřlivého rozvoje astronomie, a zejména pak kosmonautiky, v průběhu minulého století.

První zmínka o Merkuru je stará bezmála 5 000 let, kdy o její existenci věděli Sumerové a najdeme jej i ve slavném Eposu o Gilgamešovi. Svě dnešní jméno ale Merkur dostal až později, kdy byl Římany pojmenován podle boha obchodu Merkura. Přesto se i dnes setkáváme s jiným označením první planety Sluneční soustavy, a to zejména u národů, jejichž jazyk nebyl ovlivněn latinou. V Irsku tak potkáme Mearcair, v persky mluvících zemích Tir a v arabských státech Otaared. Dokonce i staročestina měla pro Merkur svůj výraz – Dobropán.

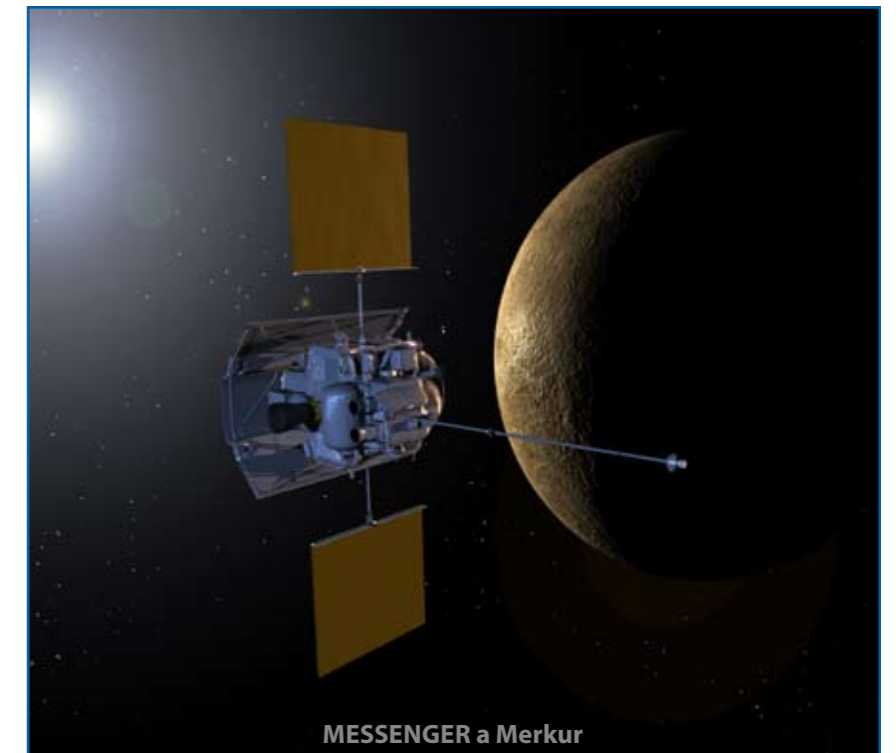
Po dlouhou dobu od svého objevení byl Merkur pozorován pouze prostým zrakem, a i to byl nelehký úkol. Na obloze se Merkur od Slunce příliš nevzdaluje (maximální elongace je v rozmezí 18° až 28°) a je tedy po většinu doby přezářen Sluncem. První pozorování Merkuru pomocí dalekohledu provedl na začátku 17. století slavný astronom Galileo Galilei a po něm jej následovaly celé zástupy dalších astronomů. Za zmínku ještě stojí první pozorování přechodu Merkuru přes sluneční disk, provedené v roce 1631 francouzským vzdělavcem Pierrem Gassendim, a také o osm let později pozorování Giovanni Zupi. Ten objevil, že Merkur podobně jako Měsíc nebo Venuše mění při svém oběhu kolem Slunce fáze. Další významnější posun v poznání Merkuru nastal na přelomu 19. a 20. století, kdy Giovanni Schiaparelli vyhotovil první, samozřejmě velmi hrubou a nepřesnou, mapu povrchu Merkuru. Znalost o Merkuru se zlepšovala s tím, jak se zdokonalovaly pozorovací přístroje a metody, a také s příchodem nového oboru v astronomii, tzv. radioastronomie.

K opravdu výraznému nárůstu znalostí, ale také nových otázek a domněnek o Merkur, došlo s rozvojem kosmonautiky. I když člověk vysílá do vesmíru své družice a sondy již více než půl století, k Merkur se vydaly zatím pouze dvě. V letech 1974 a 1975 zkoumala Merkur americká meziplanetární sonda Mariner 10 a na rok 2011 je naplánováno navedení sondy MESSENGER (MErcury Surface, Space ENvironment, GEOchemistry and Ranging) na oběžnou dráhu okolo Merkuru.

Vraťme se tedy nejprve do historie, konkrétně do 60. a první poloviny 70. let minulého století. V tuto dobu probíhal v USA program Mariner zaměřený na výzkum Marsu a Venuše pomocí meziplanetárních sond. Celkem devět misí zvolilo za svůj cíl tyto planety, ale poslední Mariner 10 se vydal jako vůbec první uměle vytvořené těleso k Merkur. Mariner 10 byl na dnešní poměry malá sonda o hmotnosti 534 kg a její vědecké vybavení zahrnovalo dvě televizní kamery, magnetometr, analyzátor plazmy, radiometr, ultrafialový spektrometr a detektory nabitých částic. Jenom pro úplnost je potřeba dodat, že SSSR nikdy vážně neuvažoval o vyslání své vlastní sondy k Merkur.

Mariner 10 odstartoval 3. listopadu 1973 z floridského kosmodromu Cape Canaveral pomocí nosné rakety Atlas Centaur. Jeho cesta Sluneční soustavou ho nejprve navedla k Venuši, kde Mariner 10 provedl jako první sonda v historii tzv. gravitační manévru – využil blízkosti planety a urychlil svůj pohyb vzhledem ke Slunci o část oběžné rychlosti Venuše. Zajímavostí je, že ještě před příletem k Venuši byla pozorována kometa C/1973 E1 Kohoutek, kterou, jak již název napovídá, objevil československý astronom Luboš Kohoutek, který v té době pobýval na observatoři v Hamburku. Ale zpět k Marineru 10. Parametry jeho letu nepočítaly s navedením na oběžnou dráhu kolem Merkuru, ale pouze se sérií tří blízkých průletů. K prvnímu z nich došlo 29. března 1974 na vzdálenost 704 kilometrů od povrchu. O půl roku později, 21. září 1974, proběhl další průlet, tentokrát však na poměrně velkou vzdálenost téměř 50 000 kilometrů. Naposledy Mariner 10 proletěl kolem Merkuru téměř na den přesně rok (16. března 1975) po prvním přiblížení a sonda se dostala do vzdálenosti pouhých 327 km. Po posledním průletu kolem Merkuru došlo velmi rychle k vypotřebování dusíku pro systém orientačních trysek a sonda Mariner 10 ukončila 24. března 1975 svoji misi.

Při všech třech průletech se Mariner 10 zaměřil zejména na zjištění složení a struktury povrchu či hledání přítomnosti atmosféry. Již z prvních snímků Merkuru, kterých sonda pořídila několik tisíc, bylo jasné, že povrch se velmi nápadně podobá



MESSENGER a Merkur

Měsíci. Merkur je pokryt nesčítelným množstvím kráterů, ale chybí mu moře, která dominují našemu souputníku. Největší z nich, pojmenovaný Caloris Basin, má průměr 1 550 km (na základě snímků z Marineru 10 byl ale určen pouze na 1 350 km) a řadí se tak k největším obdobným útvarům ve Sluneční soustavě. Celkem bylo kamerami sondy Mariner 10 zmapováno 45 % povrchu Merkuru, což bylo zapříčiněno osvětlením vždy stejné polokoule při každém z průletů. O zbývajících 55 % povrchu máme buď žádné a nebo pouze nepřesné údaje z radarových pozorování.

Přítomnost atmosféry u Merkuru nikdo neočekával, přesto Mariner 10 objevil velmi tenkou plynnou obálku obsahující zejména helium. V pozdějších letech se zdokonalením pozemských metod zpřesnily informace o složení Merkurovy atmosféry, kterou podle posledních výsledků z více než poloviny tvoří draslík a sodík. Zbývající prvky jako kyslík, argon, helium, vodík a další jsou zastoupeny v jednotkách procent. Největším překvapením byl objev magnetického pole u Merkuru. Předpokládalo se, že jeho jádro je již dávno chladné a neprobíhají tam obdobné procesy jako na Zemi, generující ochranné magnetické pole. Při měření Marineru 10 byla zjištěna přítomnost asi stokrát slabšího magnetického pole než má Země. Z toho lze usuzovat, že Merkur má tekuté nebo polotekuté železné jádro. Příčina vzniku magnetického pole ale není dosud vyřešena.

Mariner 10 se stal na dlouhá desetiletí posledním kosmickým návštěvníkem u Merkuru. I přesto však výzkum první planety Sluneční soustavy neustal. Například v 90. letech 20. století byly detekovány silné radarové odrazy v polárních oblastech Merkuru. I když to nelze říct zcela jednoznačně, může to být vykládáno jako důkaz přítomnosti vodního ledu, který se dostal na povrch při srážkách s kometami.

Dne 3. srpna 2004 odstartovala z kosmodromu Cape Canaveral, pomocí nosné rakety Delta 7925H, americká sonda MESSENGER, která tak navázala na výzkum Merkuru započatý Marinerem 10. Sonda MESSENGER má hmotnost 1 066 kilogramů a na své palubě nese následující vědecké přístroje:

- MDIS (Mercury Dual Imaging System) – Obsahuje dvě CCD kamery, jednu širokoúhlu se zorným polem 10,5° a jednu teleskopickou se zorným polem 1,5°. Širokoúhlá kamera obsahuje 12 filtrů, přes které lze pozorovat povrch Merkuru ve vlnových délkách od 400 po 1 100 nm (viditelná a blízká infračervená oblast). Multispektrální snímky z této kamery pomohou vědcům určit různé druhy hornin na povrchu Merkuru. Teleskopická kamera bude schopna pořizovat detailní černobílé snímky povrchu s maximálním rozlišením 18 m.

- GRNS (Gamma-Ray and Neutron Spectrometer) – Obsahuje dva spektrometry – gama a neutronový, s jejichž pomocí se budou získávat informace o chemickém složení Merkurovy kůry. První spektrometr detekuje gama záření, které vyzařují jádra atomů na povrchu Merkuru při dopadu kosmického záření. Umožňuje zjistit přítomnost vodíku, hořčíku, křemíku, kyslíku, železa, titanu, sodíku a vápníku, dále pak přirozených radioaktivních prvků jako je draslík, thorium a uran. Neutronový spektrometr detekuje rychlé, termální a epitermální neutrony, slouží k detekci vodíku a jiných prvků s nízkým protonovým číslem.

- XRS (X-Ray Spectrometer) – Rentgenový spektrometr detekuje záření vyvolané dopadem rentgenového záření ze Slunce na povrch Merkuru. Energetický rozsah XRS je 1 – 10 eV a je schopen registrovat přítomnost hořčíku, hliníku, křemíku, síry, vápníku, titanu a železa. Úzké zorné pole (12°) eliminuje možnost ovlivnění detekce rentgenovým zářením hvězdného pozadí.

- MAG (MAGnetometer) – Magnetometr bude podrobně zkoumat magnetické pole Merkuru, jeho sílu a rozložení v prostoru jak plošně, tak i výškově. MAG je umístěn na 3,6 m dlouhém ramenu, aby se zabránilo ovlivňování senzoru magnetickým polem sondy. Měření se budou provádět po dobu 50 ms každou sekundu s výrazným nárůstem počtu provedených měření v okrajových oblastech magnetosféry.

- MLA (Mercury Laser Altimeter) – Laserový výškoměr bude mapovat povrch Merkuru pomocí infračerveného laseru (pracuje na vlnové délce 1 064 nm) s přesností na 30 cm. Společně s RS (Radio Science) pomůže ke studiu gravitačního pole a jádra planety.

- MASCS (Mercury Atmospheric and Surface Composition Spectrometer) – Obsahuje dva přístroje – spektrometr pracující v ultrafialové a viditelné oblasti (Ultraviolet Visible Spectrometer) a spektrograf pro viditelnou a blízkou infračervenou oblast (Visible-Infrared Spectrograph). První z nich bude zkoumat chemické složení a vlastnosti atmosféry s rozlišením 25 km. Druhý bude na povrchu zjišťovat přítomnost minerálů obsahujících železo a titan, a to s rozlišením 3 km.

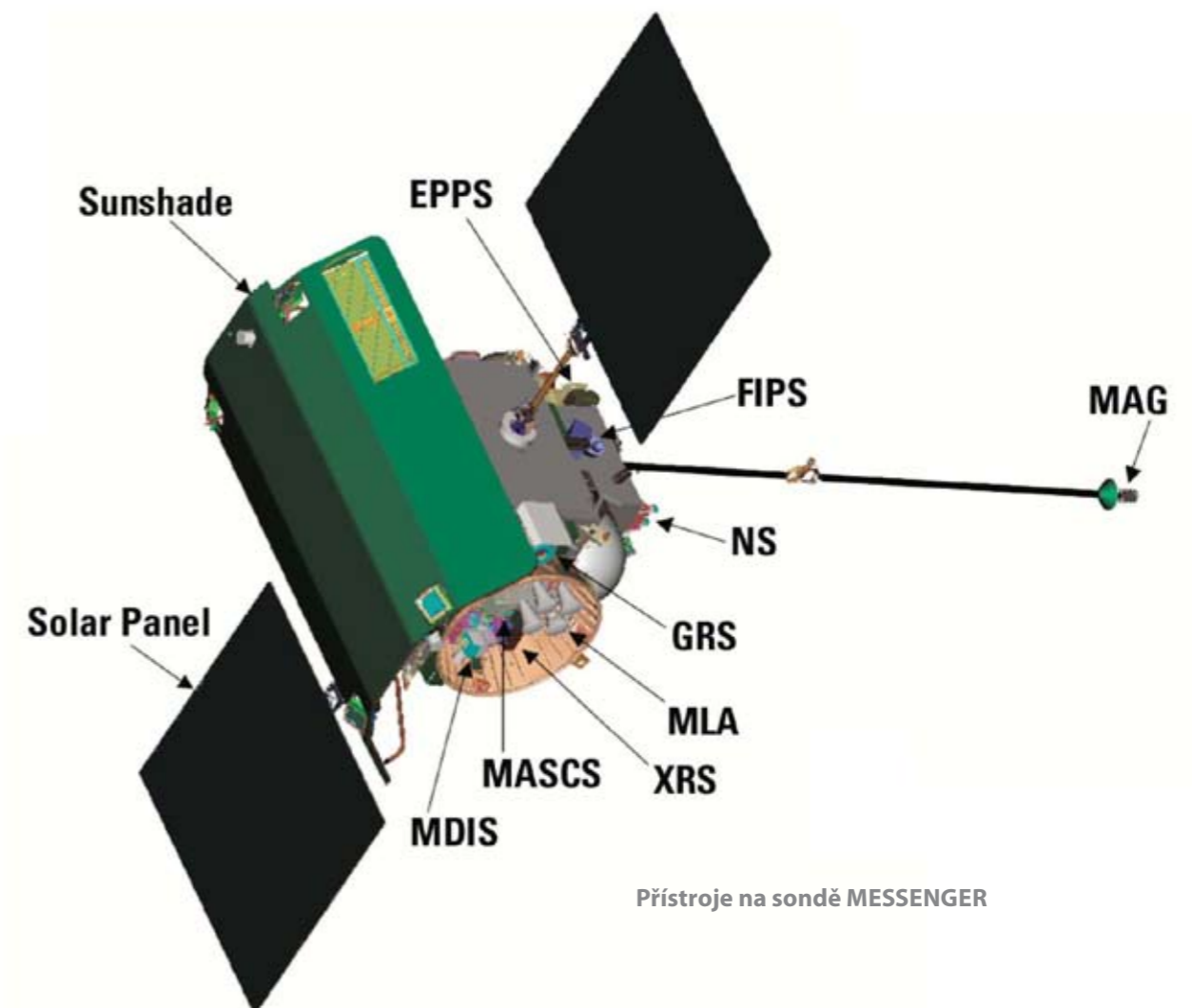
- EPPS (Energetic Particle and Plasma Spectrometer) – Spektrometr EPS (Energetic Particle Spectrometer) poslouží k detekci částic urychlených v Merkurově magnetosféře. Druhý spektrometr FIPS (Fast Imaging Plasma Spectrometer) ke sledování nízkoenergetických částic přicházejících od povrchu a atmosféry, ionizované atomy unášené slunečním větrem apod.

- RS (Radio Science) – Využívá komunikačního systému sondy pro měření její rychlosti a vzdálenosti od Země. Tyto údaje poslouží k měření gravitačního pole a společně s laserovým výškoměrem LSA k určení velikosti a skupenství Merkurova jádra.

Po startu v srpnu 2004 se MESSENGER vydal po velmi složité dráze ke svému cíli. Celkem 15krát obkrouží kolem Slunce a využije šesti gravitačních manévru – jeden u Země, dva u Venuše a tři u Merkuru. Poté, po 7,9 miliardách km dlouhé cestě, bude sonda definitivně navedena na oběžnou dráhu kolem Merkuru a mise vstoupí do své operační fáze.

První gravitační manévru proběhl 2. srpna 2005 u Země, která byla v jeho průběhu snímkována pomocí aparatury umístěné na sondě. Dne 24. října 2006 provedla sonda gravitační manévru u Venuše a ke stejné planetě se přiblížila ještě 5. června 2007. Při obou návštěvách Venuše byly zkoušeny kamerové systémy a pořízeno několik stovek fotografií s vysokým rozlišením. Poprvé se MESSENGER setkal s Merkurkem 14. ledna 2008 na vzdálenost 203 km. Bohužel v době největšího přiblížení k planetě byla sonda v jejím stínu a nemohla pořídit fotografie povrchu, ale i přesto se podařilo nasnímat poměrně velkou část povrchu, kterou nesledoval Mariner 10. Druhý průlet kolem Merkuru proběhl 26. října 2006 a třetí 29. září 2009 ve vzdálenosti okolo 200 km. I při těchto dvou průletech byly pozorovány nové oblasti povrchu.

Na snímcích jsou velmi detailně vidět povrchové útvary, jako jsou krátery, útesy, hory a brázdy. Celkem je nyní zmapováno 98 % Merkurova povrchu. Již první výsledky byly velmi překvapivé – objevené lávové výlevy dokazují, že vulkanická činnost hrála při formování Merkuru důležitější roli, než se původně předpokládalo. Ověřena byla také přítomnost magnetického pole, které bylo detekováno již při misi sondy Mariner 10. Magnetické pole je velmi výrazně ovlivňováno sluneční činností a jeho podrobné studium bude významným úkolem operační fáze mise. Potvrzeno bylo také složení povrchu a atmosféry Merkuru korespondující s měřeními Marineru 10. Na podrobné výsledky si budeme muset počkat až na konečné navedení na oběžnou dráhu kolem Merkuru. To má proběhnout 18. března 2011, ale i přesto již mají vědci a odborníci dostatek dat, které již nyní odhalují mnohá tajemství Merkuru.



## PO STOPÁCH PROGRAMU APOLLO

Ing. Tomáš Příbyl

Dávno tomu již, co jsme létali na Měsíc – a přesto lze stopy po programu Apollo nalézt po celém světě dodnes. Ať v podobě muzeálních exponátů nebo třeba i ve formě dodnes používaných zařízení. Pojdme se vydat na malou exkurzi po stopách tohoto největšího technického dobrodružství v historii.

### Lunární hornina

Američané dopravili do pozemských laboratoří 380,2 kg vzorků. Většina z tohoto množství je uložena v netečné dusíkové atmosféře v texaském Houstonu, kde pro ně byla vybudována laboratoř č. 31 pro mimozemské vzorky. Uvádí se, že více než

tří čtvrtin lunární horniny se dosud nedotkla lidská ruka!

Ze vzorků probádaných a podrobně prozkoumaných americká NASA dlouhodobě zapůjčila desítky exemplářům muzeím a institucím na celém světě. Devatenáct kusů lunární horniny přitom stále „putuje“ po světě po rozličných příležitostných výstavách.

Při příležitosti 35. výročí prvního přistání na Měsíci v roce 2004 také vyhlásila NASA projekt Lunar Ambassador. V jeho rámci získává první generace amerických astronautů plus několik dalších významných osobností (Walter Cronkite, Gene Kranz, John Kennedy...) právo disponovat částí vzorků lunárních hornin, které na Zemi dopravily posádky lodí Apollo.

Toto dispoziční právo je ovšem dosti výrazně omezeno: oceněné osobnosti spojené s programem Apollo získají plakety



Nepoužitý nosič Saturn-1B vystavovaný v Kennedyho kosmickém středisku (Florida)

se vzorkem lunární horniny, ale tuto si nesmí ponechat, nýbrž ji musí zapůjčit vybrané muzeální instituci kdekoli na světě. Ta má následně povinnost vzorek vystavit pro veřejnost.

Vybraný astronaut či osobnost, pyšníčí se nově i titulem Lunar Ambassador (Měsíční velvyslanec) přitom formálně zůstává majitelem vzorku horniny a může kdykoliv rozhodnout o jeho přemístění do jiné muzeální instituce. Tato práva přecházejí i na rodinné příslušníky či dědice dotyčné osoby – mnoho osobností totiž titul získalo in memoriam.

Na celém světě jsou také tři místa, kde má člověk možnost dotknout se pravého a nefalšovaného lunárního kamene, který byl na Zemi dopraven z Měsíce v rámci programu Apollo. Jednak je to v Národním muzeu letectví a kosmonautiky ve Washingtonu D.C., jednak v Johnsonově kosmickém středisku v Houstonu (stát Texas) a jednak v Apollo/Saturn Center v Kennedyho kosmickém středisku na Floridě.

Čedičový kámen získaný v rámci první měsíční mise Apollo-11 dnes zdobí vitráž v okně washingtonské Národní katedrály.

### Nosné rakety

Celkem spatřila světlo světa patnáctikusová série obřích raket Saturn-5, z nichž se ovšem startu dočkalo jen třináct kusů. Saturn-5 výrobního čísla 14 skončil v muzeu: první stupeň v Johnsonově kosmickém středisku (Texas), druhý a třetí v Kennedyho kosmickém středisku (Florida). Podobně dopadl i nosič s výrobním číslem 15: první stupeň je před tovární halou Mi-

choud Assembly Facility (stát Louisiana), druhý v Houstonu a třetí byl přeměněný na záložní exemplář Skylabu (dnes k vidění v Národním muzeu letectví a kosmonautiky ve Washingtonu, D.C.).



Saturn-5 v Johnsonově kosmickém středisku (Texas): na špičce nese i letuschopnou (kdysi) loď Apollo

Jinými slovy: z těchto různých stupňů (plus několika dalších technologických) jsou poskládané kompletní sestavy Saturn-5 v Kennedyho kosmickém středisku (Florida) a v Johnsonově kosmickém středisku (Texas). Samotný první stupeň je pak k vidění v továrně Michoud. A pokud už hovoříme o Saturnech-5, další je k vidění v prostorách Marshallova kosmického střediska (stát Alabama). Nejde o letuschopný model, ale o exemplář, jenž byl použit k dynamickým testům.

Kromě těchto obřích raket zůstaly dva nepoužité menší nosiče Saturn-1B: jeden je v návštěvnickém středisku Kennedyho kosmického střediska, druhý na odpočívadle dálnice Interstate-65 jižně od Huntsville. Jeden druhý stupeň Saturnu-1B byl přebudovaný na trenažér stanice Skylab a dnes je k vidění v Marshallově kosmickém středisku (Alabama). Krom toho byly údajně vyrobené ještě tři další první stupně Saturnu-1B, ale místo jejich uložení není známo. Je možné, že byly sešrotovány.

### Kabiny použité i nepoužité

Jedna kompletní nepoužitá loď Apollo (výrobní číslo 115A) je dnes k vidění na špičce rakety Saturnu-5 vystavené v Houstonu. Další loď byla připravená jako záchranné a záložní plavidlo při letech Skylab a Apollo-Sojuz (119), nyní je k vidění v muzeu Apollo/Saturn Center na Floridě.

Kompletní lunární modul určený původně pro Apollo-15 (ale protože šlo o typ z „lehké“ řady, nahradil jej při aktuální misi „těžký“ sourozenec) je vystavený v Apollo/Saturn Center (Florida). Firma Grumman dokončila také jeden „těžký“ lunární modul, ale současné místo jeho uložení je neznámé (pokud nebyl sešrotován).

**Aktuální místa uložení pilotovaných lodí Apollo jsou následující:**

- Apollo-7: Frontiers of Flight Museum (Dallas, stát Texas).
- Apollo-8: Chicago Museum of Science and Industry (stát Illinois).
- Apollo-9: San Diego Aerospace Museum (San Diego, stát Kalifornie).
- Apollo-10: Science Museum (Londýn, Velká Británie).
- Apollo-11: National Air and Space Museum (Washington D.C.).
- Apollo-12: Virginia Air and Space Center (Hampton, stát Virginia).
- Apollo-13: Kansas Cosmosphere and Space Center (Hutchinson, stát Kansas).
- Apollo-14: Astronaut Hall of Fame (Titusville, stát Florida).
- Apollo-15: National Museum of the United States Air Force (letecká základna Wright-Patterson AFB, Dayton, stát Ohio).
- Apollo-16: U.S. Space & Rocket Center (Huntsville, stát Alabama).
- Apollo-17: Johnson Space Center (Houston, stát Texas).
- Apollo-ASTP (z letu Apollo-Sojuz): California Science Center (Los Angeles, stát Kalifornie).
- Apollo Skylab SL-2: National Museum of Naval Aviation (Pensacola, stát Florida).
- Apollo Skylab SL-3: NASA Glenn Research Center (Cleveland, stát Ohio).
- Apollo Skylab SL-4: National Air and Space Museum (Washington D.C.).

**Zařízení dodnes používaná**

Z dodnes využívané infrastruktury jsou to třeba zkušební testovací stavy raketových motorů ve Stennisově kosmickém středisku (stát Mississippi) a výcvikové budovy astronautů v Johnsonově kosmickém středisku (stát Texas). Montážní hala prvních stupňů rakety Saturn-5 (Michoud, stát Louisiana) se nyní používá na výrobu hlavních nádrží raketoplánů a především je to Kennedyho kosmické středisko (stát Florida), kde se prakticky celý program raketoplánů postavil na infrastrukturu z programu Apollo. Ať jde o obří montážní budovu VAB, dvojici startovacích komplexů 39A a 39B, 2700 tun těžké transportéry Crawler, které kdysi převážely z montážní haly na rampy obří rakety Saturn-5 a nyní vozí právě raketoplány, startovací plošiny MLP (hmotnost 3700 tun: na nich se v hangáru sestavovaly rakety Saturn-5 a z nich byly vypouštěny; v programu raketoplánů mají stejnou funkci). A do budoucna se s nimi počítá pro program Constellation.



Lunární modul, který se chystal na výpravu Apollo-15, ale nakonec zůstal na Zemi

# SLUNEČNÍ SOUSTAVA POD DOHLEDEM aneb ROBOTI VE STŘEHU

*Jiří Srba*

Sluneční soustavu v současnosti zkoumá řada automatických zařízení – kosmických sond. S rozvojem robotického výzkumu se v posledních letech opět podařilo realizovat řadu úspěšných misí, které vzhledem k technickým zkušenostem jsou mnohdy dlouhodobé až nesmrtelné. Přednáška je tedy jakýmsi výběrovým přehledem v současnosti aktivních objektů, u nichž primární mise teprve přijde, právě probíhá a nebo byla prodloužena. V úvahu jsou brány jen sondy, tedy tělesa, která musela proletět alespoň minimální meziplanetární dráhu.

**Slunce: SOHO (vypuštěna 1995, NASA, ESA)  
STEREO A a B (vypuštěny 2006, NASA)**

Naše Slunce je v současnosti pod dohledem řady zařízení, většina z nich je na oběžné dráze kolem Země, až na dvě výjimky. Jsou jimi dlouholetá úspěšná sluneční observatoř SOHO a dvojice speciálních sond STEREO na heliocentrické dráze.

SOHO obíhá kolem Lagrangeova bodu L1 soustavy Země-Slunce 1,5 mil. km od Země směrem ke Slunci a má tedy nerušený trvalý výhled na objekt svého zájmu. Původní mise měla trvat minimálně 2 roky. Na palubě je řada zařízení sledujících Slunce ve viditelném, UV a EUV záření, dvojice koronografů a další analyzátoři plazmatu, slunečního větru a magnetického pole. Díky životnosti zařízení je v současnosti stejnými přístroji napozorován celý sluneční cyklus, což představuje unikátní soubor dat.

Dvojice téměř identických zařízení STEREO A(head) a B(ehind) je určena k prvnímu komplexnímu studiu Slunce a vztahů Země-Slunce v 3D. Díky oběžné dráze podobné zemské s mírně odlišnou periodou (345 resp. 385 dní) sondy po roce od zahájení mise získaly vhodný zorný úhel pro trojrozměrné zobrazování CME, a to jak na počátku v chromosféře, tak na jejich šíření mezi Sluncem a Zemí. V současnosti (takřka po 4 letech od vypuštění) nám tato zařízení poprvé v historii umožňují pohled na celé Slunce najednou.

**Merkur: MESSENGER (vypuštěn 2004, NASA)**

Sonda Messenger je po 30 letech (1973, Mariner 10) prvním zařízením určeným pro průzkum Merkuru. Cesta do vnitřních částí Sluneční soustavy je pro přebytek potenciální energie velmi nesnadným úkolem. Sondu, která má takovou cestu podniknout, je potřeba brzdit gravitačními manévry, což výrazně prodlužuje dobu letu k cíli. V případě Messengeru bylo naplánováno manévru hned 6 (Země, Venuše 2x, Merkur 3x). K tomu je potřeba přičíst navedení na oběžnou dráhu 18. 3. 2011. Poslední manévr u Merkuru se odehrál 29. 9. 2009. Již při průletech kolem planety sonda zaznamenala řadu nových informací. Kromě jiného nafotografovala většinu z dosud neznámých 60 % povrchu.

**Venuše: Venus Express (vypuštěn 2005, ESA)**

Jediným zařízením v současnosti, zkoumajícím planetu Venuši, je evropská sonda Venus Express (ESA), kterou lze také již zařadit k přesluhujícím. Její primární mise skončila po 4 letech a i její prodloužená část se chýlí ke konci v prosinci 2009. Podle posledních zpráv však mise bude prodloužena až do roku 2012 (v závislosti na stavu zařízení). Sami odborníci pracující s daty ze sondy dosud považují za největší úspěch získání nových poznatků o dynamice horní atmosféry, úniku specifických molekul včetně fragmentů původně tvořících vodu, detekce dosud neznámých sloučenin v atmosféře, studium magnetického pole planety či termálních vlastností povrchu s ohledem na výskyt vulkanismu.



**Měsíc: Lunar Reconnaissance Orbiter + LCROSS (vypuštěn 2009, NASA)**

Sonda LRO měla být začátkem amerického „návratu na Měsíc“ s cílem mapování povrchu a hledání zdrojů, především pak ložisek vody v neosvětlených kráterech v okolí jižního pólu Měsíce. Pro využití nosné kapacity nosiče (Atlas) byla na horní stupeň rakety přichycena řídicí jednotka LCROSS s korekčními motory a kamerami, určená k dalšímu impaktnímu experimentu (s odstupem 4 min dopadly na povrch nejprve třetí stupeň Centaur a poté sonda LCROSS). K dopadu do kráteru Cabeus došlo 9. 10. 2009 s poněkud rozpačitými prvními výsledky, ale další analýzy poskytly důkazy o přítomnosti vody.

- Mars: Mars Odyssey (vypuštěn 2001, NASA)**
- Mars Express (vypuštěn 2003, ESA)**
- MER: Spirit, Opportunity (vypuštěn 2003, NASA)**
- MRO (vypuštěn 2005, NASA)**

Slušná flotila zařízení již prakticky trvale zkoumá planetu Mars. Služebně nejstarším funkčním (i když ne plně využívaným) zařízením je Mars Odyssey. Primární mise sondy skončila již v roce 2004, ale od té doby zařízení funguje jako retranslační stanice. Mimo to spolupracuje na pořizování dat k výběru přistávacího místa pro budoucí povrchové zařízení MSL (Mars Science Laboratory).

Evropským zástupcem na oběžné dráze kolem Marsu je Mars Express (2003) proslulý především 3D zobrazováním povrchových struktur ve vysokém rozlišení (ale také objevem výskytu metanu v atmosféře, objevem současných ledovců i mimo polární oblasti Marsu, potvrzením aktuálních geologických procesů a pod.). Sonda je považována za obrovský úspěch a její operace byly (přes problémy s účinností solárních panelů) prodlouženy do roku 2012.

Zatím posledním zařízením, uvedeným na oběžnou dráhu kolem planety, je MRO (Mars Reconnaissance Orbiter), sonda s řadou technických novinek (retranslační zařízení, navigační systém, kamery poskytující dosud nejvyšší rozlišení v mnoha spektrálních oborech, atd.).

Při výčtu zařízení zkoumajících Mars nesmíme zapomenout ani na nesmrtelná (nicméně dosluhující) marsovská vozítka MER (Mars Exploration Rovers) – Spirit a Opportunity. Tato robotická zařízení byla v roce 2004 vysazena na různá místa povrchu s cílem získat nové detailní informace především o složení, vlastnostech a vzhledu povrchu (s ohledem na jeho formování tekutou vodou v minulosti). Mise měla původně trvat 90 marsovských dní (solů). Obě vozítka mají nyní za sebou kolem 2 000 solů (Spirit 2100 a Opportunity 2080 solů, k 29. 11. 2009) a potýkají se s řadou technických problémů. Hůře je na tom Spirit, který krátce po solu 1900 uvázl v sypkém nesoudržném terénu, navíc patrně zavěšen na skaním výběžku, a dodnes se jej přes enormní úsilí nepodařilo vyprostit. Opportunity je stále v pohybu a zatím posledním velmi zajímavým objevem je nález dvojice meteoritů, patrně pocházejících z jednoho kusu původního tělesa.

- Asteroidy a komety: Stardust-NEXT (vypuštěn 1999, NASA, původně Stardust)**
- Hayabusa (vypuštěn 2003, JAXA)**
- Rosetta (vypuštěn 2004, ESA)**
- EPOXI (vypuštěn 2005, NASA, původně Deep Impact)**
- Dawn (vypuštěn 2006, NASA)**



Na první pohled paradoxně připadl největší počet v současnosti aktivních sond do kategorie „asteroidy a komety“, i když při hlubším pohledu jde o fakt daný zvýšeným zájmem o tato tělesa v druhé polovině 90. let 20. století, a za druhé kvalitní konstrukcí ‚vysloužilých‘ sond, které ve své době musely znamenat absolutní špičku, aby byly schopny obstát při plnění náročných úkolů v meziplanetárním prostoru.

Nejstarší sondou v této kategorii je stále funkční hlavní těleso sondy Stardust, které v rámci své rozšířené mise Stardust-NEXT dostalo nový cíl. Po návštěvě komety 81P/Wild v roce 2004 a návratu zachyceného kometárního a mezihvězdného prachu na Zemi v roce 2006 byla za další cíl sondy vybrána opět kometa 9P/Tempel. Důvod je pragmatický: po úspěšném zásahu jejího jádra impaktním pouzdem sondy Deep Impact 4. července 2005, se pro vysoký obsah prachu nepodařilo pozorovat vzniklý kráter, což byl jeden z cílů mise. Stardust-NEXT by to měla napravit.

Zajímavým experimentem je také japonská Hayabusa, která se v roce 2005 pokusila



Japonská sonda Hayabusa

o první odběr vzorků z blízkozemního asteroidu Itokawa. Mise je však doprovázena celou řadou technických problémů a není zdaleka jisté, že se vzorky podařilo odebrat, a pokud ano, zda je podaří dostat na Zemi (2010).

Velmi ambiciózní misí je evropská Rosetta, zařízení určené k detailnímu průzkumu jádra komety 67P/Churyumov-Gerasimenko. Vzhledem k dlouhé meziplanetární cestě je mise rozdělena na několik úseků, kdy je sonda oživena nebo naopak hibernována. Ke kometě by měla dorazit v roce 2014. Na palubě sondy je také malé přistávací pouzdro, které se pokusí uchytit na povrchu jádra. Jak orbitální tak povrchová mise pak prolétnou periheliem společně s jádrem komety v srpnu 2015, poté by primární mise měla být ukončena.

Stejně jako v případě Stardust, bylo i mateřské těleso sondy Deep Impact po splnění primární mise ve velmi dobrém stavu, a zvažovalo se ‚co s ním‘. Tak vznikla mise EPOXI. Po pečlivém výběru (a nenalezení prvního kandidáta komety 85P/Boethin) míří nakonec sonda v rámci mise DIXI (Deep Impact Extended Investigation) k jádru komety 103P/Hartley, kolem kterého by měla prolétnout již v roce 2010. Navíc dostala dlouhodobý úkol využít svůj spektrometr v rámci programu EPOCh (Extrasolar Planet Observation) k hledání extrasolárních planet.

Největšími tělesy v centrální Sluneční soustavě, která dosud nebyla navštívena žádným kosmickým zařízením, jsou velké asteroidy Ceres a Vesta. K jejich průzkumu je určena sonda DAWN, která by je měla sledovat i z oběžné dráhy (Vestu v roce 2011, Ceres v roce 2015).

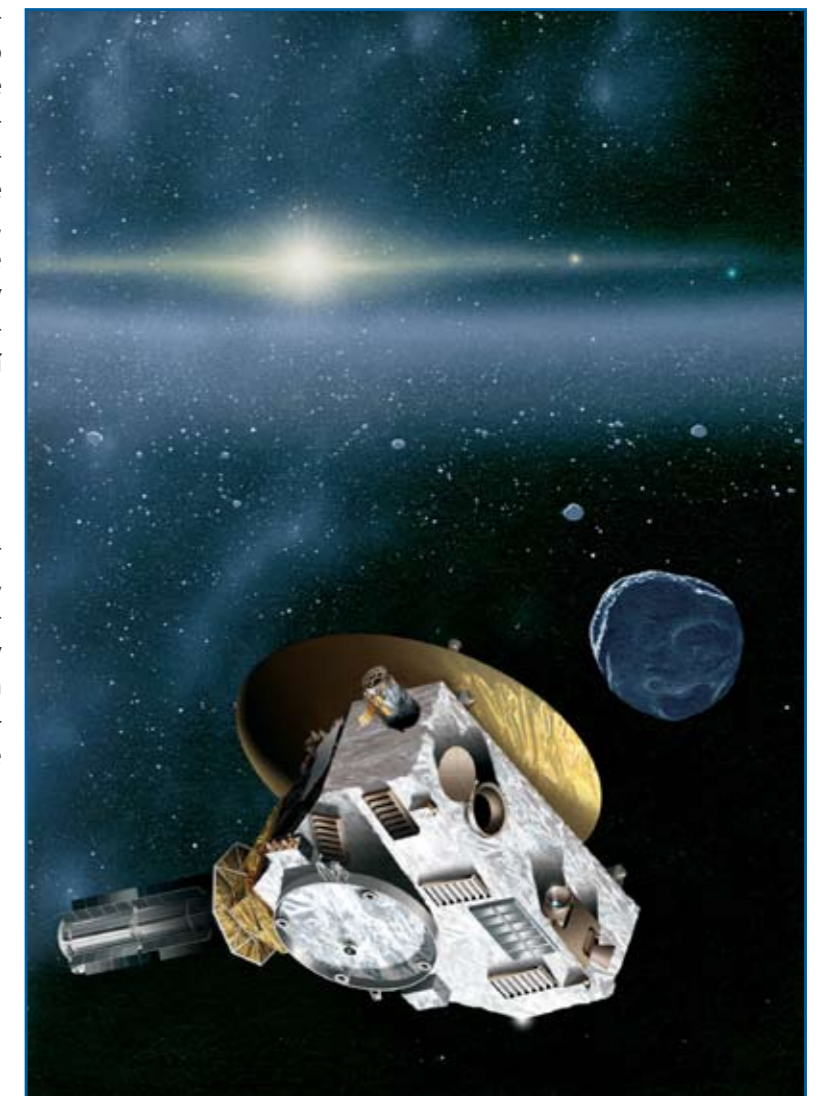
**Saturn: Cassini (vypuštěna 1997, NASA, ESA a dal.)**

Asi nejsledovanější dlouhodobou misí současnosti je Cassini, která od roku 2004 nepřetržitě zkoumá planetu Saturn a jeho prstence i početnou rodinu měsíců. Přestože primární mise byla i v případě tohoto zařízení ukončena (v polovině roku 2008), sonda byla v tak dobrém stavu, že její operační činnost si o prodloužení doslova říkala. Prozatím do září 2010 byla naplánována nadstavbová část mise s názvem Cassini Equinox Mission, určená k průzkumu velkých měsíců (Titan, Enceladus) i vzdálených ledových těles. Pozornost je věnována také prstencům a jejich vzhledu v době rovnodennosti, kdy dochází k záměně osvětlované strany, což je unikátní příležitost k detailnímu studiu struktury a k objevování nových těles. Dále budou pokračovat také dlouhodobé programy monitorování magnetického pole Saturnu.

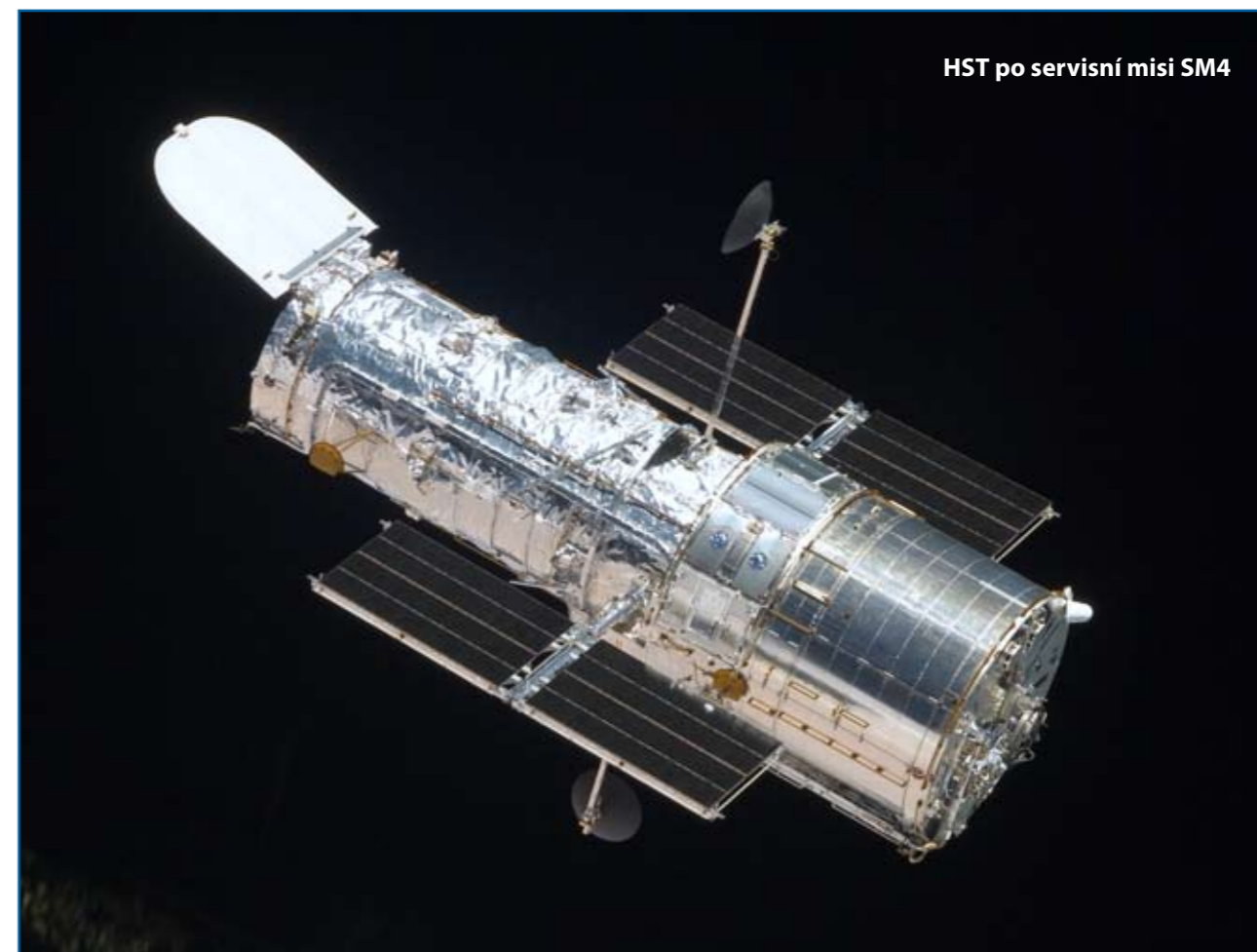
**Pluto a TNO: New Horizons (vypuštěna 2006, NASA)**

Úplnou neznámou, pokud jde o kosmický výzkum, jsou pak objekty za drahou planety Neptun, jejichž prototypem je pro nás dnes již ‚jen‘ trpasličí planeta Pluto. K ní míří misí New Horizons by mezi Plutem a jeho velkým měsícem Charonem měla prolétnout v roce 2015. V plánu je též průzkum dalších transneptunických těles, ale přesné cíle dosud vybrány nebyly.

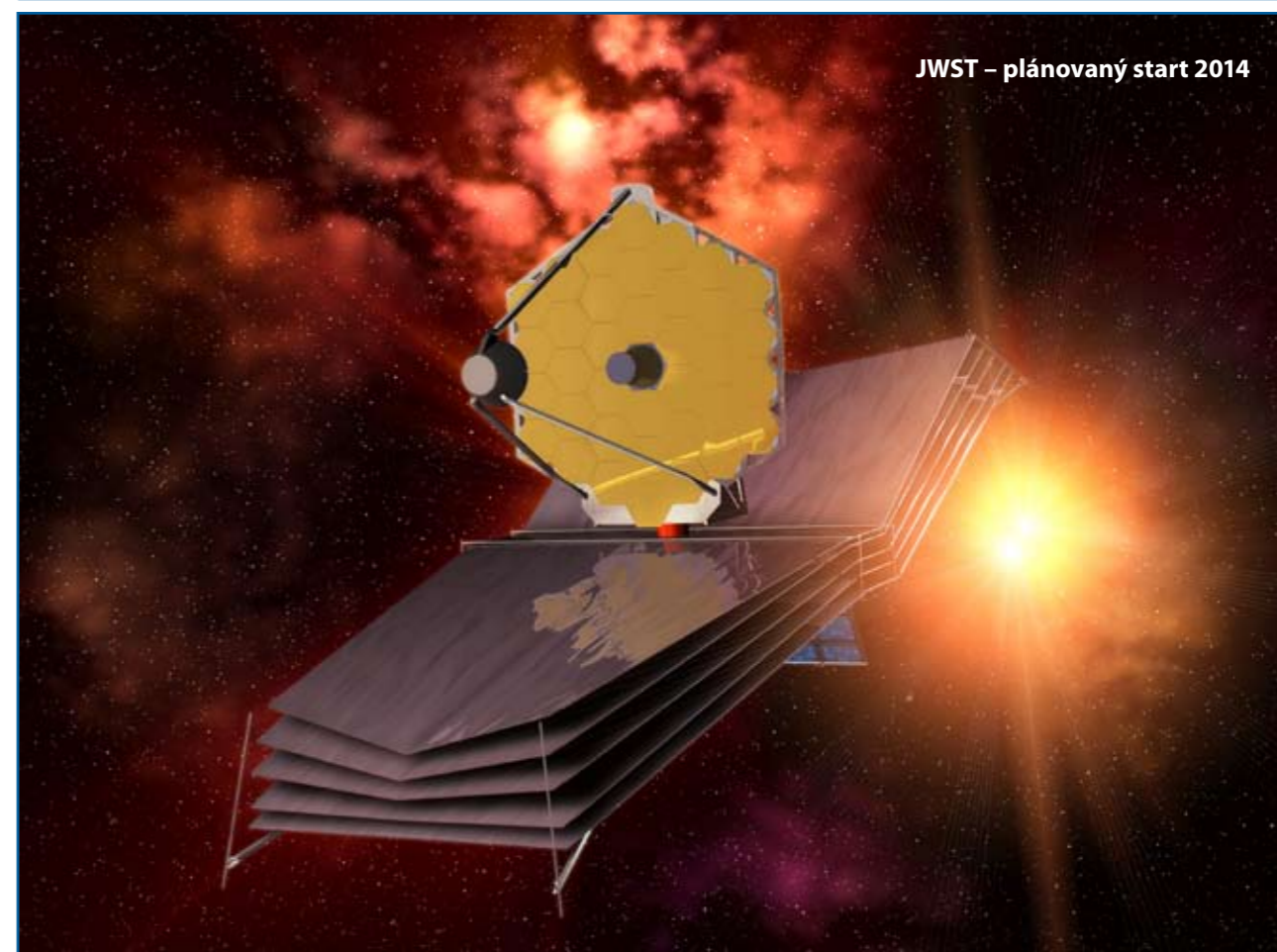
New Horizons v Kuiperově pásu (kresba)



POZNÁMKY:



HST po servisní misi SM4



JWST – plánovaný start 2014

**NWT Computer**  
www.nwt.cz ...společnost pro lidi...

**Umíme stavět  
elektrárny!**

[www.nwt.cz/solar](http://www.nwt.cz/solar)

**VOLEJTE ZDARMA  
800 560 560**

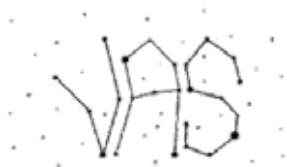
An advertisement for NWT Computer. The background shows a field of solar panels under a blue sky with white clouds. The text is overlaid on the image, including the company name, website, and a phone number.

# Na uspořádání semináře se podílejí:

Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.  
<http://www.astrovm.cz>



Valašská astronomická společnost  
<http://www.astrovm.cz/cz/o-nas/vas.html>



Kosmo Klub  
<http://klub.kosmo.cz>



NWT Computer, s. r. o.  
<http://www.nwt.cz>



**HVĚZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ**, příspěvková organizace Zlínského kraje

Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí

telefon/fax: 571 611 928

e-mail: [info@astrovm.cz](mailto:info@astrovm.cz) | internet: <http://www.astrovm.cz>

K tisku připravil František Martinek ([fmartinek@astrovm.cz](mailto:fmartinek@astrovm.cz))

Sazba Jakub Mráček ([jmracek@astrovm.cz](mailto:jmracek@astrovm.cz))