



Sylaby přednášek ze semináře

# KOSMONAUTIKA A RAKETOVÁ TECHNIKA

22. - 24. listopadu 2013



S127E011192



# Program semináře:

## Pátek 23. listopadu

6:00 až 16:30 - příjezd účastníků - prezence

16:30 až 18:00 - **KALENDÁŘ PILOTOVANÉ KOSMONAUTIKY 2012-2013**  
- Milan Halousek

18:15 až 19:30 - **AKO SA STAŤ AMATÉRSKÝM ASTRONAUTOM** - Jakub  
Kapuš

## Sobota 23. listopadu

08:30 až 10:00 - **CO SE DĚJE NA ISS - VYUŽÍVÁNÍ NEJVĚTŠÍ KOSMICKÉ  
LABORATOŘE** - Michal Václavík

10:15 až 11:30 - **MOŽNOST VÝUKY RAKETOVÉ TECHNIKY A KOSMICKÝCH  
TECHNOLOGIÍ** - prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

11:30 až 13:30 - Přestávka na oběd

13:30 až 14:30 - **RAKETA FALCON A SOUČASNÉ POTŘEBY  
KOSMONAUTIKY** - prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

14:45 až 16:15 - **PROJEKT HYDRONAUT - AŽ NA DNO LIDSKÝCH  
MOŽNOSTÍ** - Pavel Boháček

16:30 až 18:00 - **KENNEDYHO KOSMICKÉ STŘEDISKO VČERA, DNES  
A ZÍTRA** - Ing. Tomáš Příbyl

## Neděle 24. listopadu

08:30 až 10:00 - **SKYLAB: BYLO, NEBYLO** - Ing. Tomáš Příbyl

10:15 až 11:45 - **SOUČASNÝ I BUDOUCÍ VÝZKUM SLUNEČNÍ SOUSTAVY**  
- František Martinek

Změna programu vyhrazena.

# KALENDÁŘ PILOTOVANÉ KOSMONAUTIKY 2012-2013

*Milan Halousek, Česká kosmická kancelář*

od 1. 11. 2012 do 22. 11. 2013 (uzávěrka textové části k 11. 11. 2013)

## Pilotované lety:

**Sojuz TMA-05M:** Jurij Malenčenko (5, velitel, Rusko), Sunita Williams[ová] (2, USA), Akihiko Hoshide (2, Japonsko) - start 15.7.2012, připojení k ISS 17.7.2012, přistání 19.11.2012, délka letu 126d 23h 16m

**Sojuz TMA-06M:** Oleg Novickij (1, velitel, Rusko), Kevin Ford (2, USA), Jevgenij Tarelkin (1, Rusko) - start 23.10.2012, připojení k ISS 25.10.2012, přistání 16.3.2013, délka letu 143d 16h 17m

**Sojuz TMA-07M:** Roman Romaněnko (2, velitel, Rusko), Christopher Hadfield (3, Kanada), Thomas Marshburn (2, USA) - start 19.12.2012, připojení k ISS 21.12.2012, přistání 14.5.2013, délka letu 145d 14h 18m

**Sojuz TMA-08M:** Pavel Vinogradov (3, velitel, Rusko), Alexandr Misurkin (1, Rusko), Christopher Cassidy (2, USA) - start 28.3.2013, připojení k ISS 29.3.2013, přistání 11.9.2013, délka letu 166d 06h 15m

**Sojuz TMA-09M:** Fjodor Jurčichin (4, velitel, Rusko), Luca Parmitano (1, Itálie), Karen Nyberg[ová] (2, USA) - start 28.5.2013, připojení k ISS 29.5.2013, přistání 11.11.2013, délka letu 166d 06h 18m

**Shenzhou-10:** Haisheng Nie (2, velitel, Čína), Xiaoguang Zhang (1, Čína), Yaping Wang[ová] (1, Čína) - start 11.6.2013, připojení k Tiangong-1 13.6.2013, přistání 26.6.2013, délka letu 14d 14h 28m

**Sojuz TMA-10M:** Oleg Kotov (3, velitel, Rusko), Sergej Rjazanskij (1, Rusko), Michael Hopkins (1, USA) - start 25.9.2013, připojení k ISS 26.9.2013, plánované přistání 12.3.2014, plánovaná délka letu 168 dnů

**Sojuz TMA-11M:** Michail Tjurin (3, velitel, Rusko), Richard Mastracchio (4, USA), Koiči Wakata (4, Japonsko) - start 7.11.2013, připojení k ISS 7.11.2013, plánované přistání 14.5.2014, plánovaná délka letu 170 dnů

## Posádky ISS (od 1.11.2012 do 11.11.2013)

**Exp.33:** Williams[ová], Malenčenko, Hoshide, Ford, Novickij, Tarjelkin (25.10.2012 - 18.11.2012)

**Exp.34:** Ford, Novickij, Tarjelkin (18.11.2012 - 21.12.2012)

Ford, Novickij, Tarjelkin, Hadfield, Romaněnko, Marshburn (21.12.2012 - 15.3.2013)

**Exp.35:** Hadfield, Romaněnko, Marshburn (15.3.2013 - 29.3.2013)

Hadfield, Romaněnko, Marshburn, Vinogradov, Misurkin, Cassidy (29.3.2013 - 14.5.2013)

**Exp.36:** Vinogradov, Misurkin, Cassidy (14.5.2013 - 29.5.2013)

Vinogradov, Misurkin, Cassidy, Jurčichin, Parmitano, Nyberg[ová] (29.5.2013 - 10.9.2013)

**Exp.37:** Jurčichin, Parmitano, Nyberg[ová] (10.9.2013 - 26.9.2013)

Jurčichin, Parmitano, Nyberg[ová], Kotov, Rjazanskij, Hopkins (26.9.2013 - 7.11.2013)

**Exp.37/38:** Jurčichin, Parmitano, Nyberg[ová], Kotov, Rjazanskij, Hopkins, Tjurin, Mastracchio, Wakata (7.11.2013 - 11.11.2013)

**Exp.38:** Kotov, Rjazanskij, Hopkins, Tjurin, Mastracchio, Wakata (7.11.2013 - 03/2014)



Start Sojuz TMA-11M - 7. 11. 2013.

## Zásobovací lety k ISS:

**Progress M-16M:** start 1.8.2012, připojení k ISS 2.8.2012, odpojení od ISS 9.2.2013, zánik 9.2.2013

- Progress M-17M:** start 31.10.2012, připojení k ISS 31.10.2012, odpojení od ISS 15.4.2013, zánik 21.4.2013
- Progress M-18M:** start 11.2.2013 (jubilejní 50 start Progressu), připojení k ISS 11.2.2012, odpojení od ISS 26.7.2013, zánik 27.7.2013
- Dragon (SPX-2):** start 1.3.2013, připojení k ISS (Ford, Marshburn) 3.3.2013, uvolnění od ISS 26.3.2013, přistání 26.3.2013 (Tichý oceán), délka letu 22d 18h 14m
- Progress M-19M:** start 24.4.2013, připojení k ISS 26.4.2013 (2denní trajektorie letu), odpojení od ISS 11.6.2013, zánik 19.6.2013
- ATV-4 Albert Einstein:** start 5.6.2013, připojení k ISS 15.6.2013 (Parmitano, Misurkin), odpojení od ISS 28.10.2013, zánik 2.11.2013
- Progress M-20M:** start 27.7.2013, připojení k ISS 28.7.2013, doposud připojen u ISS
- HTV-4 Kounotori:** start 3.8.2013, připojení k ISS 9.8.2013 (Nybergová, Cassidy), odpojení od ISS 4.9.2013, zánik 7.9.2013
- Cygnus (COTS Orb-D1):** start 18.9.2013, připojení k ISS 29.9.2013 (Nybergová, Parmitano), odpojení od ISS 22.10.2013, zánik 23.10.2013

## Události na ISS:

- 1.1.2013:** Nový rok na ISS prožila posádka celkem 15x - od 12:50 UT (Nový Zéland) do 10:29 UT (Tichý oceán)
- 19.4.2013:** Výstup do kosmu č.357/VKD-32 - Pavel Vinogradov (7.výstup), Roman Romaněnko (1.výstup), délka výstupu 6:38 hod - výměna vadné části laserového odražeče navigačního systému pro ATV, obsluha tří experimentů (Obstanovka, Biorisk, Vynoslivost), ztráta platformy experimentu Vynoslivost'
- 11.5.2013:** Výstup do kosmu č.358/EVA-21 - Christopher Cassidy (4), Thomas Marsburn (4), délka výstupu 5:30 hod. - mimořádný výstup, únik chladicí kapaliny (amoniaku), výměna čerpadla v chladicím okruhu)
- 24.6.2013:** Výstup do kosmu č.359/VKD-33 - Fjodor Jurčichin (6), Alexandr Misurkin (1), délka výstupu 6:34 hod. - výměna bloku ventilů na modulu Zarja, instalace kabelové svorky a madel na modul Zarja, montáž zařízení „Indikator-MKS“ na modul Poisk, sejmutí panelu experimentu „Vynoslivost“ z modulu Poisk, sejmutí zařízení „Foton-Gamma“ z modulu Zvezda
- 9.7.2013:** Výstup do kosmu č.360/EVA-22 - Christopher Cassidy (5), Luca Parmitano (1), délka výstupu 6:07 hod. - výměna zařízení pro přenos videosignálu, montáž svorky pro radiátory, sejmutí dvou materiálových experimentů, demontáž vadné kamery, příprava kabeláže pro připojení modulu MLM, montáž ochranného krytu na přední stykovací uzel PMA-2
- 16.7.2013:** Výstup do kosmu č.361/EVA-23 - Christopher Cassidy (6), Luca Parmitano

tano (2), délka výstupu 1:32 hod. - výstup předčasně ukončen pro únik vody do skafandru Luca Parmitana, úkoly nesplněny (instalace kabeláže nového modulu MLM, demontáž experimentů)

- 16.8.2013:** Výstup do kosmu č.362/VKD-34 - Fjodor Jurčichin (7), Alexandr Misurkin (2), délka výstupu 7:29 hod. (ruský rekord v délce výstupu) - instalace madel mezi moduly Zvezda a Poisk a mezi moduly Zarja a Poisk, instalace experimentu „Vynoslivost2“ na Poisk, příprava kabeláže pro budoucí modul MLM
- 22.8.2013:** Výstup do kosmu č.363/VKD-35 - Fjodor Jurčichin (8), Alexandr Misurkin (3), délka výstupu 5:58 hod. - demontování laserového komunikátor z modulu Zvezda, montáž kamerového stojanu, sejmutí vzorků experimentu Test, inspekce antén a tepelných krytů
- 9.11.2013:** Výstup do kosmu č.364/VKD-36 - Oleg Kotov (4), Sergej Rjazanskij (1), délka výstupu 5:50 hod - olympijská pochodeň ve volném kosmu, demontáž plošiny Jakor z modulu Zvezda, montáž madla, demontáž experimentu Radiometrija, fotodokumentace vnější tepelné izolace

## **Další vybrané události v kosmonautice:**

- 7. 12. 2012:** 40. výročí startu expedice posledních lidí na Měsíc - Apollo 17 (7.-19.12.1972)
- 11. 12. 2012:** Třetí start miniraketoplánu Boeing X-37B OTV-3
- 1. 2. 2013:** 10.výročí havárie amerického raketoplánu Columbia STS-107
- 2. 3. 2013:** 35.výročí kosmického letu prvního československého kosmonauta Vladimíra Remka (Sojuz 28)
- 19. 4. 2013:** Start biologické družice Bion-M1, přistání 19.5.2013, délka letu 30 dní, výška dráhy 500 km
- 20. 4. 2013:** Do Síně slávy americké kosmonautiky (Hall of Fame) byli uvedeni Curtis L. Brown (6 kosmických letů), Eileen Collinsová (4 kosmické lety) a Bonnie Dunbarová (5 kosmických letů)
- 21.4.2013:** Antares/Cygnus Demo: testovací start rakety Antares a kvalifikační orbitální let hmotnostního simulátoru lodi Cygnus
- 26. 4. 2013:** V Pardubicích byl zahájen 13. ročník největšího středoevropského setkání zájemců o kosmonautiku KOSMOS-NEWS PARTY 2013
- 29. 4. 2013:** SpaceShip Two - První motorický let - běh motoru: 16 sekund, výška - start: 14,1 km, dosažená: 16,5 km, dosažená rychlost 1,2 Mach
- 20. 5. 2013:** První Američance v kosmu Sally Rideové bylo in memoriam uděleno nejvyšší civilní vyznamenání USA - Prezidentská medaile svobody
- 16. 6. 2013:** 50.výročí kosmického letu první ženy - Valentina Těreškovová (Vostok-6, 16.-19.6.1963)

- 2. 7. 2013: Proton-M (družice Glonass-M 748, 749, 750), havárie nosné rakety medzi 10. až 15. vteřinou letu, škoda 135 mil.USD
- 20. 8. 2013: Jmenován nový 21. oddíl astronautů NASA - 4 ženy, 4 muži, výcvik pro mise mimo nízkou oběžnou dráhu - k asteroidům a k Marsu. Přihlášeno celkem 6372 zájemců.
- 21. 8. 2013: Zemřel Gordon Fullerton (nar. 1936), 106. člověk ve vesmíru - pilot raketoplánu Columbia STS-3 (1982), velitel mise Challenger STS-51F (1985), pilot tří volných letů raketoplánu Enterprise, člen podpůrných posádek expedic Apollo-14, -15, -16 a -17.
- 28. 9. 2013: 60.výročí úmrtí amerického astronoma Edwina Powella Hubbleho (1889-1953)
- 10. 10. 2013: Zemřel Malcom Scott Carpenter (nar. 1925), 4. člověk ve vesmíru - Mercury-Atlas 7 (MA-7) / Aurora 7, 24.5.1962, 3 oblety, 4 hod 56 min, 2. Američan na oběžné dráze
- 2. 11. 2013: 70. narozeniny oslavil Oldřich Pelčák, náhradní československý kosmonaut programu Interkosmos



## AKO SA STAŤ AMATÉRSKYM ASTRONAUTOM

*Jakub Kapuš, SOSA*

Cesta ku hviezdám nie je ľahká. Rovnako ani cesta malej krajiny, akou je Slovenská republika, do Európskej vesmírnej agentúry. Pre úspešný vstup a zotrvanie v tomto prestížnom klube je potrebné dlhodobo pracovať na vytváraní podmienok pre kozmický priemysel a kozmickú vedu na Slovensku. **Slovenská organizácia pre vesmírne aktivity (SOSA)** sa týmto aktivitám venuje už takmer 5 rokov. Začalo to nadšením a túžbou ukázať, že slovenský vesmírny výskum nie je sci-fi. Že je tu dostatok skúsených vedcov a technologických firiem, vďaka ktorým môžeme prispieť k medzinárodnému úsiliu dobývať vesmír a budovať svoj budúci domov v ňom. Vďaka tomuto nadšeniu a nadšeniu pre objavovanie vesmíru dnes v SOSA pracujeme na projektoch ako 1. slovenská družica, alebo rozvíjame mládež vďaka medzinárodným projektom, akým je napríklad aj projekt “Společně do stratosféry”.

Na začiatku minulého storočia, keď vznikalo Československo, náš diplomat, generál a najmä astronóm Milan Rastislav Štefánik bojoval za to, aby sme mali koridor až do Jadranského mora. Prístup k moru bol vtedy všetkým. Známkou moci, bohatstva, možnosti dobývať a objavovať. Nakoniec, boli to plavby odvážnych Európanov, ktoré objavili nové kontinenty, rozšírili obchod a priniesli pokrok pre celé ľudstvo. Dnešným morom, ba oceánom je vesmír a my sa v ňom musíme čo najskôr naučiť plávať. Inak hrozí, že sa utopíme.

Vráťme sa preto k projektom našej organizácie. Hlavnou ideou projektu **skCube** nie je ani tak fakt, že bude prvou slovenskou družicou, ale ten, že mladí



Druhý start JULO 2.

Ľudia sa dotknú vesmíru. Je to také pomyselné hodenie do spomínaného oceánu. Na študentoch, ktorí sa na vývoji tejto družice budú podieľať, bude stáť budúci kozmický výskum na Slovensku. Skúsenosti, ktoré získajú pri návrhu, vývoji, výrobe, testovaní a nakoniec dennej obsluhu družice sa stanú nenahraditeľnými. Spin-off firmy, ktoré, dúfajme následkom tohto vzniknú, budú kostrou vzdelanostnej ekonomiky Slovenska.

Sme veľmi radi, že záštitu nad týmto projektom mohla prevziať Žilinská univerzita v Žiline spolu s ďalšími partnermi - fakultou elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a našou organizáciou. Palubný experiment realizujeme v spolupráci s Ústavom experimentálnej fyziky pri Slovenskej akadémii vied v Košiciach (ÚEF-SAV). V roku 2013 projekt získal finančnú podporu od Ministerstva školstva, vedy a výskumu SR ako aj Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR. Veríme, že už tak 1. slovenskej družici nič nestojí v ceste a bude vypustená v plánovanom termíne v roku 2016.

Podobné zámery máme aj s projektom „Společně do stratosféry“, ktorý vznikol na hviezdárni vo Valašskom Meziříčí. Zahraničným partnerom sa stala práve SOSA, ktorá má s vypúšťaním stratosférických balónov už niekoľkoročné skúsenosti. V rámci projektu sú plánované štyri štarty. Prvé dva poletia s vedeckými experimentami na palube a majú poslúžiť aj ako overenie novej platformy pre stratosférické lety - JULO-X. V roku 2014 sú plánované dva lety s experimentami, ktoré budú vybrané v rámci študentskej súťaže, do ktorej sa budú môcť zapojiť žiaci vyšších ročníkov základných škôl, študenti stredných a vysokých škôl z Českej a Slovenskej republiky.

Prvý let sondy JULO1 bol uskutočnený v roku 2010 a odvtedy SOSA zaznamenala ďalších 7 úspešných štartov zdokonalenej platformy JULO2. Jednalo sa prevažne o lety s komerčnými payloadmi pre rôzne mediálne a produkčné spoločnosti. Na základe týchto úspechov vznikla aj prvá Spin-off firma GoSpace s.r.o., ktorá naďalej realizuje lety s komerčnými nákladmi do stratosféry.

Prvý let sondy JULO1 bol uskutočnený v roku 2010 a odvtedy SOSA zaznamenala ďalších 7 úspešných štartov zdokonalenej platformy JULO2. Jednalo sa prevažne o lety s komerčnými payloadmi pre rôzne mediálne a produkčné spoločnosti. Na základe týchto úspechov vznikla aj prvá Spin-off firma GoSpace s.r.o., ktorá naďalej realizuje lety s komerčnými nákladmi do stratosféry.

## Plánované experimenty v prvých dvoch letoch projektu SDS

### SDS-1 TONDA

#### 1. CRD2

Cieľ experimentu: Měření změny intenzity kosmického záření s výškou.

Pokus o detekovanie smeru letu vysokoenergetických častíc pomocou sústavy 4 Geiger-Müller trubíc a magnetometru.

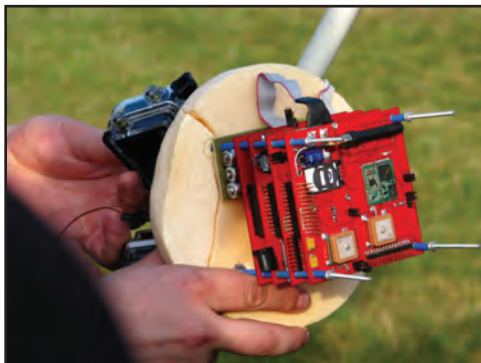


## 2. SOLAR PANELS

Meranie výkonu vybraných typov solárnych panelov s výškou (vplyv atmosféry). Testovanie solárneho článku pre použitie na 1. slovenskej družici skCube.

## 3. SUN SENSOR

Otestovať senzor, ktorý má byť použitý na 1. slovenskej družici skCube. Tento senzor má určiť polohu Slnka s presnosťou na 2 stupne a má slúžiť na určenie orientácie a rotácie satelitu spolu s niektorými ostatnými senzormi na družici.



Sonda JULO 2 po pristání.

## 4. ACCELEROMETERS

Měření pohybu balónu pomocí víceosých akcelerometrů

## 5. CCT (Cubesat Communication Test)

Vyskúšať transciever, ktorý má byť v budúcnosti použitý na 1. slovenskej družici skCube. Príjem signálu a vysielanie príkazov na sondu v stratosfére pomocou automatickej stanice na Žilinskej univerzite v Žiline.

## 6. DSA (Dielectric Strength of Air)

Meranie elektrickej pevnosti vzduchu. Výškový profil.

## SDS-2

### 1. METEORCAM

Nasnímanie meteorov zo stratosféry pomocou kamery a ich následné spracovanie. Rovnako pokus o zachytenie viacstaničných meteorov spolu s pozemnými stanicami siete CEMENT.

### 2. LPE - Light Pollution Experiment

Snímkovanie svetelného znečistenia zo stratosféry pomocou vybranej kamery.

### 3. LED

Umiestniť na sondu vysokosvietivú LED-ku, počas nočného letu pozorovať let sondy vizuálne a pomocou kamier siete CEMENT. Následná rekonštrukcia dráhy letu pomocou nasnímaných videí z kamier a porovnanie s presnou dráhou z GPS.

## DUST EXPERIMENT (SBFS)

Zozbierať pevné častice mimozemského pôvodu v stratosfére. V prípade úspešného zberu častice mineralogicky analyzovať. Tento experiment sa mal uskutočniť v rámci nočného letu SDS-2, avšak kvôli vysokým nárokom na technické prevedenie a sterilitu substrátu bude experiment presunutý na jeden z budúročných štartov.

Plány postupne meníme na skutočnosť a pomáhame vytvárať podhubie pre budúcnosť kozmických aktivít na Slovensku a aspoň týmto málom prispieť ku kozmickej budúcnosti ľudstva.

Niekedy vtipne označovaní aj ako „amatérski astronauti“ veríme, že sa nám čoskoro podarí naplniť všetky naše sny, byť platnými členmi Európskej vesmírnej agentúry a pri pohľade na oblohu vedieť, že tam niekde lieta naša malá kocka.



## CO SE DĚJE NA ISS - VYUŽÍVÁNÍ NEJVĚTŠÍ KOSMICKÉ LABORATOŘE

*Michal Václavík, Česká kosmická kancelář*

Výstavba, provoz a využívání Mezinárodní kosmické stanice (ISS) je příkladnou ukázkou mezinárodní spolupráce v kosmickém výzkumu. Budování stanice je závazkem pěti kosmických agentur - NASA, Roskosmosu, JAXA, ESA (11 členských států z 20) a CSA. Přípravy a přímého vyhodnocování experimentů prováděných na ISS se však účastní vědci z téměř sedmi desítek států po celém světě. ISS neslouží jenom pro potřeby základního a experimentálního výzkumu. Kosmické agentury se snaží převést co nejvíce poznatků z oblasti lidské fyziologie, biologie, materiálových a fyzikálních věd do běžného života ve prospěch lidské společnosti. ISS je využívána také jako platforma pro podporu, inspiraci a motivování mládeže k pěstování přírodních i technických věd. Asi nejvhodnější ukázkou je nedávná mise kanadského astronauta Chrise Hadfielda, který svými vzdělávacími a popularizačními aktivitami učaroval doslova celému světu.

První modul ISS, Zarja, byl vypuštěný v roce 1998, k plnému dostavení a vybavení stanice bylo potřeba dalších několika desítek letů amerických raketoplánů, dopravních lodí Sojuz a nákladních lodí Progress, HTV, ATV, Dragon a Cygnus. I když je stanice od roku 2011 fakticky prohlášena za dostavěnou, zbývá ještě v příštím roce vypustit ruský vědecký modul Nauka spolu s evropským manipulátorem ERA. První posádky se na ISS dlouho nezdržely a jejich úkoly byly podřízeny potřebě budování stanice. I první dlouhodobé posádky (Expedice) se spíše věnovaly samotnému komplexu stanice, než vědecké činnosti. Změna nastala zejména s připojením laboratorních modulů **Destiny** (2001), **Columbus** (2008) a **Kibo** (2008) a zvýšením počtu členů trvalé posádky na šest. Experimenty se na ISS neprovádí pouze ve výše zmíněných modulech, ale doslova kde to jde uvnitř jiných modulů i vně stanice.



- Fundamentální fyzika
- Fyzika kapalin
- Metalurgie a krystalizace
- Sluneční fyzika
- Astrofyzika
- Pozorování Země
- Technologický výzkum

Experimenty na ISS se provádějí na stálých laboratorních přístrojích a vybavení k tomu určeném, které je definováno jako zařízení k dispozici na palubě ISS nebo vně ISS po dobu delší než je jedna Expedice a jenž může být využito k vlastnímu experimentu nebo poskytuje rozhraní k připojení experimentu k ISS či umožňující přístup k unikátnímu prostředí na ISS v případě, že řešitel experimentu není vlastníkem/provozovatelem vybavení. Tato krkolomná definice se dá shrnout do snad srozumitelnější podoby následovně. Vědecké vybavení ISS tvoří přístroje dlouhodobě umístěné uvnitř či vně jednotlivých modulů stanice. Tyto přístroje umožňují provádění experimentu samy o sobě, případně k nim lze připojit jiné zařízení, jenž experiment umožňuje.

Většina vybavení je umístěna ve standardizovaných přístrojových/vědeckých skříních ISPR (International Standard Payload Rack), které jsou umístěny po obvodu modulu a jejichž čelní panely tvoří stěny vnitřního volného prostoru každého modulu. Základní charakteristika ISPR je následující:

- Základní informace
  - Hmotnost až 100 + 704 kg
  - Rozměry 1046 × 2013,4 × 858 mm
  - Vnitřní objem 1,35 m<sup>3</sup>
- Elektrická energie
  - 3, 6 nebo 12 kW (114,5 - 126 V ss)
- Prostředí
  - Průměrná teplota 16,1-18,3 °C
  - Nízká teplota 3,3-5,6 °C
  - Dostupné plyny (N, Ar, He, CO<sub>2</sub>)
- Komunikace
  - MIL-STD- 1553 bus (1 Mbps)
  - Vysokorychlostní ethernet až 100 Mbps

Tyto skříně mohou být jednoúčelové, případně modulární víceúčelové. Druhé

jmenované obsahují pouze šasi a přípojky elektrické energie, kapalin a plynů (ty jsou navíc vyvedeny na čelní panel). Takováto skříň slouží k umístění drobnějších standardizovaných přístrojových nebo experimentálních kontejnerů určených pro jeden, výjimečně i více pokusů. Většinou se po několika Expedicích demontuje k vrácení na Zemi nebo likvidaci. Na ISS je následující přístrojové vědecké vybavení:

- Víceúčelové vybavení

- Uvnitř modulů

- European Drawer Rack (EDR) [ESA]
- Expedite the Processing of Experiments to Space Station (EXPRESS) Racks [NASA]
- General Laboratory Active Cryogenic ISS Equipment Refrigerator (GLACIER) [NASA]
- Light Microscopy Module (LMM) [NASA]
- Microgravity Experiment Research Locker/Incubator (MERLIN) [NASA]
- Microgravity Science Glovebox (MSG) [ESA, NASA]
- Minus Eighty-Degree Laboratory Freezer for ISS (MELFI) [ESA, NASA]
- Multi-purpose Small Payload Rack (MSPR) [JAXA]
- Synchronized Position Hold, Engage, Reorient, Experimental Satellites (SPHERES) [NASA]

- Vně modulů

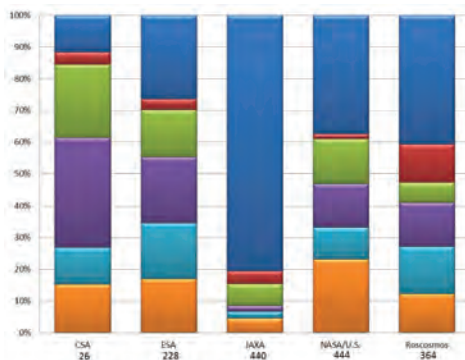
- Columbus-External Payload Facility (Columbus-EPF) [ESA]
- Expedite the Processing of Experiments to the Space Station (EXPRESS) Logistics Carrier (ELC) [NASA]
- JEM External Facility (JEM-EF) [JAXA]
- JEM Small Satellite Orbital Deployer (J-SSOD) [JAXA]
- URM-D multipurpose workstations [Roskosmos]

- Vybavení pro biologický výzkum

- Uvnitř modulů

- Advanced Biological Research System (ABRS) [NASA]
- Aquatic Habitat (AQH) [JAXA, Roskosmos]
- BioLab [ESA]
- Biomass Production System (BPS) [NASA]
- Biorisk [Roskosmos]
- Biotechnology Specimen Temperature Controller (BSTC) [NASA]
- Cell Biology Experiment Facility (CBEF) [JAXA]
- Clean Bench (CB) [JAXA]
- Commercial Generic Bioprocessing Apparatus (CGBA) [NASA]
- EOSTEO Bone Culture System [CSA]
- European Modular Cultivation System (EMCS) [ESA, NASA]

- Kriogem-3M [Roskosmos]
  - KUBIK (KUBIK) - European Space Agency (ESA)
  - LADA [Roskosmos]
  - Mouse Drawer System (MDS) [ASI]
  - Rodent Habitat (RH) [NASA]
  - Saibo Rack (Saibo) [JAXA]
  - TBU-N Low-temperature incubator [Roskosmos]
  - TBU-V High-temperature incubator [Roskosmos]
  - VEGGIE (VEGGIE) [NASA]
- Vně modulů
    - Expose Experiment (Expose) [ESA]
- Vybavení pro výzkum lidské fyziologie
    - Uvnitř modulů
      - Advanced Resistive Exercise Device (ARED) [NASA]
      - Anomalous Long Term Effects in Astronaut's Central Nervous System (ALTEA) [ESA, NASA, ASI]
      - Combined Operational Load Bearing External Resistive Exercise Treadmill (COLBERT) [NASA]
      - Cycle Ergometer with Vibration Isolation System (CEVIS) [NASA]
      - European Physiology Module (EPM) [ESA]
      - Hand Posture Analyser (HPA) [ASI]
      - Human Life Research Complex [Roskosmos]
      - Human Research Facility (HRF-1 and HRF-2) [NASA]
      - Human Research Hardware [CSA]
      - Human Research Hardware [JAXA]



Počet experimentů uskutečněných jednotlivými agenturami na ISS. Legenda grafu shora dolů: biologie a biotechnologie; pozorování Země a astrofyzika; vzdělávací aktivity; lidská fyziologie; fyzikální vědy; technologie.

- Intra-Vehicular Tissue Equivalent Proportional Counter (IV-TEPC) [NASA]
  - Measuring Radiation Hazards in Space (Matryoshka) [Roskosmos]
  - Muscle Atrophy Research Exercise System (MARES) [ESA]
  - Onboard Diagnostic Kit (ODK) [JAXA]
  - Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space (PADLES) [JAXA]
  - Percutaneous Electrical Muscle Stimulator (PEMS) [ESA]
  - Pulmonary Function System (PFS) [ESA, NASA]
  - Space Linear Acceleration Mass Measurement Device (SLAMMD) [NASA]
  - Ultrasound 2 [NASA]
- Vybavení pro fyzikální výzkum
    - Uvnitř modulů
      - Chamber for Combustion Experiment (CCE) [JAXA]
      - Combustion Integrated Rack (CIR) [NASA]
      - Device for the study of Critical Liquids and Crystallization (DECLIC) [ESA, NASA]
      - Fluid Science Laboratory (FSL) [ESA]
      - Fluid Physics Experiment Facility (FPEF) [JAXA]
      - Fluids Integrated Rack (FIR) [NASA]
      - Gradient Heating Furnace (GHF) [JAXA]
      - Kobairo Rack (Kobairo) [JAXA]
      - Light Microscopy Module (LMM) [NASA]
      - Materials Science Laboratory (MSL) [ESA, NASA]
      - Materials Science Research Rack (MSRR-1) [ESA, NASA]
      - Plasma Crystal 3 Plus (PK-3 Plus) [Roskosmos, ESA]
      - Ryutai Rack (Ryutai) [JAXA]
      - Solution Crystallization Observation Facility (SCOF) [JAXA]
      - Protein Crystallization Research Facility (PCRf) [JAXA]
      - Space Dynamically Responding Ultrasonic Matrix System (Space-DRUMS) [NASA]
    - Vně modulů
      - Materials International Space Station Experiment (MISSE) [NASA]
      - Replaceable Cassette-Container (SKK or CKK) [Roskosmos]
      - Vynoslivost Experiment Facility (Endurance) [Roskosmos]
  - Vybavení pro dálkový průzkum Země
    - Uvnitř modulů
      - Earth Resources Sensing and Geophysics Instruments [Roskosmos]
      - ISS SERVIR Environmental Research and Visualization System (ISERV) [NASA]
      - Window Observational Research Facility (WORF) [NASA]

- Vně modulů
  - Cosmic Ray Detectors and Ionosphere Probes [Roskosmos]
  - Seiner [Roskosmos]
  - Solar Facility [ESA]
- Vybavení pro testování technologií
  - Vně modulů
    - Bar [Roskosmos]
    - Global Transmission Services (GTS) [ESA, Roskosmos]
    - Laser Communication System (SLS) [Roskosmos]
    - RK-21-8 Microwave Radiometer [Roskosmos]
    - Space Communications and Navigation Testbed (SCAN Testbed) [NASA]
    - Vessel Identification System (VIS) [ESA]

Mezinárodní kosmická stanice nepatří žádnému z partnerů programu, ani není určeno procentuální rozdělení vlastnictví. Části stanice i jejich vybavení včetně experimentů vždy patří tomu, kdo je postavil, resp. zaplatil. Na druhou stranu to neznamená, že má právo toto zařízení plně či částečně využívat. Kosmická agentury tzv. amerického segmentu ISS (NASA, JAXA, ESA a CSA) se dohodly na rozdělení zdrojů (doprava, práce kosmonautů, elektrická energie, přenosová kapacita) následovně: 76,6 % NASA, 12,8 % JAXA, 8,3 % ESA a 2,3 % CSA. Využívání vědeckých modulů je rozděleno následovně:

- Destiny (97,7 % NASA, 2,3 % CSA)
- Columbus (51 % ESA, 46,7 % NASA, 2,3 % CSA)
- Kibo (51 % JAXA, 46,7 % NASA, 2,3 % CSA)

Toto rozdělení je smluvně ujednáno tak, aby si agentury své požadavky a nároky vyrovnaly poskytnutím služeb a prostředků, protože není možné, aby si vzájemně platily. V případě ruského segmentu stanice je každý konkrétní případ řešen dvou- či více-stranou dohodou s Roskosmosem.

O vybraných experimentech a vybavení na ISS bude pojednáno v přednášce.



Vyznačení států, které se podílejí na využívání ISS.



# MOŽNOSTI VÝUKY RAKETOVÉ TECHNIKY A KOSMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

Tento příspěvek je věnován pracovníkům Hvězdárny ve Valašském Meziříčí, kteří v letech 1965 až 1996 spolu s řadou externích pracovníků zabezpečovali dvouleté Pomaturitní studium astronomie (PMSA), v rámci kterého byly mj. přednášeny i dva předměty: *Základy raketové techniky* (rozsah 45 hodin) [1] a *Základy kosmonautiky* (rozsah 65 hodin). Na pravidelných seminářích, které byly od roku 1995 dokumentovány ve Sbornících [2], hvězdárna pokračovala ve svých aktivitách v této oblasti. V roce 1998 byla péčí Hvězdárny Valašské Meziříčí vydána publikace *Kosmické rakety dneška*.

## 1. Úvod

Sborník [3] dokumentoval české a slovenské příspěvky v kosmonautice za období od vypuštění první umělé družice Země v roce 1957 do roku 2007 (Sborník byl vydán v roce 2008). Zvláštní pozornost při výuce a přípravě mladé generace i odborných pracovníků byla věnována Hvězdárně Valašské Meziříčí.

## 2. Opatření navrhovaná v roce 2007

V závěru mého vystoupení na konferenci - viz Sborník [3], str. 51 a 52, byla navržena čtyři opatření:

- Zpracovat ucelenou celostátní koncepci výchovně-vzdělávacích aktivit se zaměřením na podporu oblasti kosmonautiky. Koncepci vypracovat na úrovni Ministerstva školství, zvážit uplatnění spolupráce s Ministerstvem kultury.
- Připravit legislativní kroky k realizaci této celostátní koncepce.
- Využít vybrané formy výuky, semináře a další aktivity, které se v minulosti osvědčily, uplatnit dobré poznatky z PSMA.
- Oslovit odborníky pracující v dané oblasti a připravit srozumitelnou publikaci pro nejmladší generaci, a dále publikaci obdobného odborného zaměření, jako byla *Malá encyklopedie kosmonautiky* od autorů Lála - Vítek, která byla vydána v roce 1982.

## 3. Období 2007-2013

V uvedeném období lze považovat za významné následující aktivity:

- Pravidelné *Semináře Kosmonautika a raketová technika* pořádané každoročně na HVM. Projekty řešené na HVM.
- Výuka na vysokoškolské (univerzitní) úrovni se zaměřením přírodovědným a technickým, zejména [5], [6].

- Výuka předmětů Raketová technika, Balistika, Naváděcí a řídicí systémy a dalších na UO Brno.
- Činnost České kosmické kanceláře.
- Návrh studijního oboru pro civilní studenty Raketová technika a kosmické technologie [7], [9].
- Vydávání informačního bulletinu KOSMOS NEWS panem Milanem Halouskerm a pravidelná setkání Kosmos News Party.

## 4. Závěr

- Je zapotřebí vrátit se k opatřením, které byly navrhovány v roce 2007.
- Zvážit možnosti spolupráce v oblasti kosmonautiky a raketové techniky s Univerzitou obrany, FVT, katedrou letecké a raketové techniky.
- Zlepšit koordinaci činností v oblasti kosmonautiky.

## Použitá literatura

- [1] Kusák, J. Základy raketové techniky I. HVM 1976, 81 s
- [2] Sborníky HVM 1995-2012
- [3] Sborník z konference k padesátému výročí startu první umělé družice Země. Národní technické muzeum. Praha 2008, ISBN 978-80-7037-180-0, 192 s. Část Jan Kusák. *Možnosti zkvalitnění znalostí o kosmonautice a raketové technice při výuce a přípravě mladé generace i odborných pracovníků.* Str. 49 až 52.
- [4] Pacner, K., Vitek, A. Půlstoletí kosmonautiky. Nakladatelství EPOCHA. Praha 2008, 471s, ISBN 978-80-87027-71-4
- [5] Základy kosmonautiky. Soubor přenášek. ČVUT Praha. 2007-2008
- [6] 1st Space Technology Course. Fakulta dopravní ČVUT v Praze. 11-12/2010
- [7] Petrásek, M. Raketová technika a kosmické technologie. Předběžný návrh předmětů pro civilní studium oboru. Univerzita obrany Brno. 9/2013
- [8] Martínek, F. PMSA - stručné informace. HVM, 10/2013
- [9] Petrásek, M. Raketová technika a kosmické technologie. Návrh studijního oboru pro civilní studenty. Univerzita obrany Brno. 10/2013
- [10] Petrásek, M. Umělé družice. Univerzita obrany Brno, FVT. Katedra letecké a raketové techniky. Brno, 2013, 125 s



# RAKETA FALCON A SOUČASNÉ POTŘEBY KOSMONAUTIKY

*Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.*

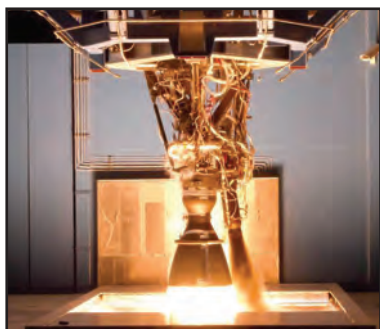
## 1. Úvod

V posledních letech se velká pozornost věnuje americkým nosným raketám FALCON a ANTARES. Na internetových stránkách a v časopisecké literatuře nalézáme nejen odkazy na zdroje pocházející ze společnosti SpaceX (založena v roce 2002),

ale i úvahy, které jsou poněkud tendenční. V roce 2004 se společnost zapojila do programu COTS (Commercial Orbital Transportation Services). Po třech neúspěšných startech rakety Falcon 1 se dočkala úspěšné premiéry v září 2008. **Čím lze vysvětlit, že v tak krátké době společnost, která se provozem kosmických raket nezabývala, dosáhla takového výsledku?** O popularizaci rakety Falcon se zasloužil celou řadou příspěvků zejména Ing. Tomáš Příbyl na stránkách časopisu Letectví a kosmonautika [4]. **Předložený příspěvek si klade za cíl doplnit vybrané technické údaje, realnost těchto údajů a pokusit se o dílčí stanovisko k problematice, jak bude kosmická raketa Falcon vyhovovat současným potřebám kosmonautiky.**

## 2. Raketa Falcon 1

Dvoustupňová raketa Falcon 1 byla poprvé neúspěšně vypuštěna v březnu 2006, následovaly dva další neúspěšné starty v letech 2007 a 2008. Z celkových 6 startů byly dva poslední lety - 4. (28. 9. 2008) a 5. (14. 7. 2009) úspěšné. Kosmická raketa Falcon 1 je spjata s vývojem několika variant (1A, 1B, 1C a 1D) raketového motoru Merlin pracujícího s kombinací složek KPH LOX/RP-1. Pro nosné rakety Falcon 9 byly použity raketové motory Merlin 1C.



Obr. 1 Raketový motor Merlin 1D.  
Zdroj: SpaceX (Wikipedia)



Obr. 2 Příprava kosmické rakety Falcon 1 s raketovým motorem Merlin. Zdroj: Space X (Wikipedia)



Obr. 3 Test motorů rakety Falcon 1. Zdroj: Space X (Wikipedia)

U rakety Falcon 1 se proto setkáme s poměrně značně rozdílnými údaji zejména u hmotnosti užitečného zatížení, celkové hmotnosti a délky rakety.

Pro porovnání raket Falcon lze brát do úvahy následující parametry:

- startovací hmotnost 38,6 t
- celková délka (včetně délky schránky pro užitečné zatížení) 21,3 m
- průměr těla u obou stupňů 1,7 m
- uváděná hmotnost užitečného zatížení na LEO do 0,45 t (zaokrouhlo) - prokázána letovými zkouškami přibližně polovina
- v obou stupních 1 x Merlin 1C

### 3. Raketa Falcon 9

Raketa Falcon 9, která byla navržena především jako prostředek pro zásobování ISS, startovala poprvé (zkušební let s maketou KL Dragon) 4. června 2010, do konce září letošního roku měla na svém kontě celkem 6 letů. Za tu dobu stihla dva zásobovací lety k ISS (22. 5. 2012 a 1. 3. 2013) a úspěšný let novější verze Falcon 9 v.1.1. Pouze při čtvrtém letu starší verze Falcon 9 v.1.0 byl let hodnocen jako částečně úspěšný. Zajímavostí zůstává, že v roce 2011 společnost nepustila na OD žádnou raketu.

**Falcon 9 - vybrané parametry** (složky KPH v obou stupních LOX/RP-1, turbočerpákový systém (otevřený systém) dodávky složek KPH z nádrží do SK, regenerativní chlazení SK a trysky RM)

Verze	1.0	1.1
Celková hmotnost rakety (t), zaokrouhleno	333	506
Hmotnost nákladu na LEO (t)	10,4	13,1
Délka rakety (včetně užitečného nákladu) (m)	54,9	68,4
Průměr stupňů (m)	3,6	3,6
Počet stupňů	2	2
1. stupeň RM	9 x Merlin 1C	9 x Merlin 1D
výtoková rychlost plynů z trysky RM (m/s) <sup>1)</sup>	2697	2765
2. stupeň RM	1 x Merlin 1C	1 x Merlin 1D
výtoková rychlost plynů z trysky RM (m/s) <sup>2)</sup>	2981	3050

1) při hladině moře (sea level), 2) ve vakuu, vakuová modifikace

#### Poznámky ke konstrukci:

- uplatnění složek KPH LOX/RP-1 omezuje poněkud celkový impuls tahu při dané hmotnosti KPH ve srovnání s kombinací LOX/LH2
- kombinace LOX/RP-1 není samozápalná, pro zajištění restartů na OD určitá komplikace konstrukce pro zajištění restartu
- oddělování stupňů je prováděno speciálním pneumatickým (nikoliv pyrotechnickým) zařízením
- s ohledem na zjevnou snahu snižovat náklady na vynášení užitečného zatížení, je řešena problematika znovupoužití konstrukce 1. stupně (projekt GRASSHOPPER); ta se podepíše na zvýšení hmotnosti rakety nebo snížení hmotnosti vynášeného

nákladu. Pokud se v médiích objevila poznámka, že lze takto zachráněnou konstrukci použít až tisíckrát, jde o zcela nereálné tvrzení.

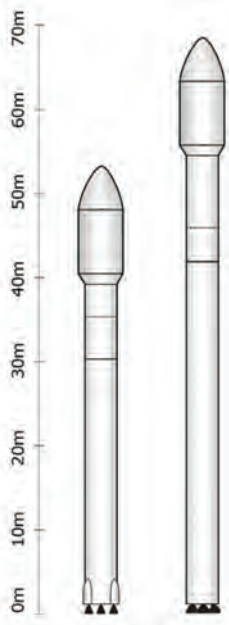
Přepočítal jsem publikované údaje rakety Falcon 9 v. 1.0 se závěrem, že se mi nepodařilo s přijatelnou chybou přiblížit se k uváděné hmotnosti užitečného zatížení.

## Několik poznámek ke kosmické lodi DRAGON

Dragon je v dostupných pramenech uváděna v několika variantách. Uvedeme zde proto jen pár poznámek a údajů spojených s variantou, se kterou probíhaly první dva zásobovací lety na ISS (7. 10. 2012 a 1. 3. 2013). Před ostrými starty proběhly následující lety: zkušební let s maketou KL Dragon 4. 6. 2010, zkušební let s návratem KL na Zemi 8. 12. 2010 a první spojení s ISS 22. 5. 2012. Dosud uvedené lety Dragonu se uskutečnily na raketě Falcon 9, v. 1.0.

Vybrané údaje o KL DRAGON (nákladová varianta):

- celková hmotnost s vynášeným nákladem až 6,0 (8) t,
- hmotnost nákladu až 3,3 t,
- objem nákladového prostoru 14 (25) m<sup>3</sup> s párem solárních panelů, těsně před vstupem do atmosféry se tento blok odhazuje,
- celková (startovací) délka 7,2 (7,5) m,
- průměr 3,7 m,
- objem přetlakovaného prostoru návratové kapsle při sestupu z OD 11 (10) m<sup>3</sup>,



Obr. 5 Vnější konfigurace raket Falcon 9 v.1.0 a Falcon 9 v.1.1. Kresba Ing. Pěchouček



Obr. 4 Start rakety Falcon 1. Zdroj: Space X

- návratová část obsahuje naváděcí a ovládací systém, 18 korekčních RM Draco a je vybavena pro sestup tepelně izolačním štítem a padákovým systémem (2 výtažné a 3 hlavní padáky) - měkké přistání.



Obr. 6 Kosmická loď Dragon. Zdroj: SpaceX

#### 4. Perspektivy dalšího vývoje

Již v roce 2014 se předpokládá start rakety Falcon 9 Heavy s dvěma bočními (návesními) boostery (2,5 stupně) s raketovými motory Merlin 1D. Celková hmotnost rakety překračuje 1 400 t, šířka rakety u základny se uvádí 11,6 m a celková délka kolem 69 m. Nejsilnější verze by mohla mít nosnost až 53 t/LEO. Optimisticky laděné předpovědi hovoří o 13,2 t/Mars.

Úsilí vývojářů povede ke snižování kilogramové ceny za vynášený náklad, a to i cestou řešení projektu Grasshopper (Kobylka) a uplatněním výkonnějších raketových motorů.

#### Použitá literatura

- [1] Kusák, J. *Základy raketové techniky I*. HVM 1976. Kapitola X Raketové nosiče kosmických těles.
- [2] Kusák, J. *Kosmické rakety dneška*. HVM 1998. Podkapitola 2.3 Raketové motory (str. 53 až 59). ISBN 80-902445-3-X, 83 s.
- [3] Kusák, J. *Určení hmotnosti a rozměrů nosné rakety z dílčích údajů o oběžné dráze s hmotností užitečného zatížení*. Sylaby přednášek ze semináře KOSMONAUTIKA A RAKETOVÁ TECHNIKA. HVM 23. až 25. listopadu 2007
- [4] Příbyl, T. L+K č.7/2010, str. 55 *Falcon 9. Premiéra na jedničku*; L+K č.10/2010, str. 79 *Dragon se (také) učí létat*; L+K č.11/2010, str. 61 *Falcon se chystá růst*; L+K č. 1/2011, str. 95 *Triumf Draka*; L+K č. 6/2011, str. 44-45 *Falcon Heavy. Čeká kosmonautiku revoluce?*; L+K č. 2/2012, str. 36-37 *SpaceX míří stále výše. Nové projekty ambiciózní kosmické firmy*; L+K č. 4/2012, str. 36-37 *Merlin 1C - srdce rakety Falcon 9*; L+K č. 6/2012 str. 52-54 *DRAGONický úspěch. První soukromá loď úspěšně dorazila na ISS*; L+K č. 12/2012, str. 22-23 *Dragon poprvé naostro. Problémům navzdory se komerční lety na ISS úspěšně rozjely*; L+K č. 2/2013, str. 18-19 *Grasshopper se učí létat. Zařízení pro testování znovupoužitelnosti raket má za sebou premiéru*; L+K č. 5/2013 str.18-19 *O drakovi, který vstal z mrtvých*.
- [5] Foto SpaceX

# PROJEKT HYDRONAUT - AŽ NA DNO LIDSKÝCH MOŽNOSTÍ

Pavel Boháček, RN

Ústřední vojenská nemocnice - Vojenská fakultní nemocnice Praha  
Hydronaut - Centrum kosmického výzkumu, o. s.

Podvodní modul **Hydronaut H3** slouží jako výzkumné zařízení, díky kterému je možné realizovat širokou škálu vědeckých projektů, zaměřených zejména na problematiku fyziologických reakcí a adaptace lidského organismu na extrémní, omezené a izolované prostředí. Zařízení, umístěné například na dně Slapské přehrady (modul je mobilní), umožní výzkum v oblasti hyperbarické medicíny a fyziologie. Díky dlouhodobým pobytům pod hladinou bude možno zrealizovat například výzkum spánku a cirkadiánního rytmu. Během simulovaných vesmírných misí lze na zařízení vyvíjet a testovat nové postupy a vybavení, které budou využívány například na palubě ISS nebo při letu k asteroidu nebo na Mars, a nejen tam. Extrémní povaha prostředí, téměř 30 m pod vodní hladinou je vhodná pro výzkum v oblasti kosmické operativní medicíny, tedy oboru, který se zabývá problematikou zdravotnického zajištění kosmických misí. Modul Hydronaut je také vhodný pro nácvik některých specifických procedur tzv. taktické medicíny neboli Tactical Emergency Casualty Care (TECC). TECC se zabývá problematikou poskytování neodkladné přednemocniční péče ve stížených podmínkách či rizikových situacích. Tím rozumíme například místa různých druhů katastrof. Zařízení je vhodné pro nácvik ošetřování a vyprošťování osob v zatopených prostorách. Svými rozměry, možnostmi a umístěním je modul Hydronaut H3 výborně uzpůsoben pro výzkum v oblasti lidského faktoru při zvládání havarijních a nouzových situací a k vývoji a nácviku nouzových postupů v rámci výcviku posádek kosmických lodí a nejen jich. Hydronaut H3 je vhodný pro výcvik potápěčů-zá-



chranářů, hasičů, pro výcvik vojáků, zejména ženistů a příslušníků speciálních sil, speciálních týmů policie či báňské záchranné služby. Projekt Hydronaut nabízí také mnoho možností pro výcvik a certifikaci pracovních potápěčů.

Již samotná povaha prostředí desítky metrů pod vodní hladinou a možnost dlouhodobého pobytu tříčlenné posádky skýtá také ideální podmínky pro základní výzkum v oblasti psychologického výzkumu - zejména tedy výzkumu účinku stresu na člověka. Zvláště ve výzkumu psychofyziologie stresové zátěže má česká věda bohatou tradici. Projekt Hydronaut tak v podstatě navazuje na výzkumy českých vědců, za všechny jmenujme Dr. Jaroslava Sýkoru, kteří se účastnili mezinárodních projektů, zaměřených na výzkum v oblasti sociologie - dynamiky malých skupin, v rámci projektů jako byla Štola 88, SFINCSS, MARS 500 a mnoho dalších.

Již při samotném návrhu a konstrukci modulů Hydronaut získáváme celou řadu cenných poznatků například v oblasti ergonomie a designu. Posádce je třeba zajistit dlouhodobé přežití v extrémních podmínkách, kde budou jíst, pracovat, chodit na toaletu, odpočívat, spát. A za tím účelem je realizační tým projektu nucen vyvíjet systémy podpory života, které umožní dlouhodobou obyvatelnost modulu. Asi není třeba dodávat, že tak získáváme mnoho cenných poznatků nejen pro oblast kosmonautiky.



Projekt Hydronaut vzbuzuje velký zájem u odborníků v oblastech, jakými jsou například biologie či ekologie. Ve vědeckém programu misí, které jsou pro unikátní laboratoř, umístěnou na dně Slapské přehrady plánovány, nechybí ani projekty, zaměřené na výzkum v oblasti umělých uzavřených ekosystémů, a na tzv. hydroponické pěstování rostlin. Výsledky těchto výzkumů pak poslouží nejen při výstavbě základen na

Měsíci nebo na Marsu, ale také při zúrodnění pouštních oblastí, jako je například Sinajský poloostrov, Negevská poušť a řada dalších. Modul Hydronaut H3 i další plánovaná zařízení budou sloužit také pro vývoj technologií, určených pro chování zvířat pro vědecké účely, které budou posléze využívány v rámci vesmírných misí. A v neposlední řadě je třeba zmínit plánovaný přínos projektu Hydronaut pro oblast výzkumu ekologie vod a mapování dna Slapské přehrad.

V současné době je rozpracovaná laboratoř Hydronaut dislokována ve strojnírenském areálu v Praze - Radotíně, v blízkosti vlakového nádraží, což po dokončení všech přípravných prací usnadní její dopravu. Z přípravných prací je hotový tzv. hardware - hrubá stavba bez vnitřního zařízení, systémů podpory života, vědeckého zařízení, komunikační a záznamové techniky. Po dokončení bude laboratoř převezena na místo určení pod vodní hladinou, kde bude krátce nato plně zprovozněna.

#### **Základní technické informace:**

Celková dispozice: 4,8 m, výška: 7 m

Váha: 30 t

Výtlak: 20 m<sup>3</sup>



# KENNEDYHO KOSMICKÉ STŘEDISKO VČERA, DNES A ZÍTRA

Ing. Tomáš Příbyl

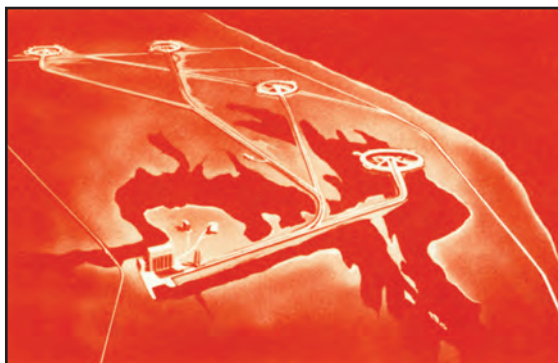
V pátek 22. listopadu 1963 - před padesáti lety - byl výstřely smrtelně raněn při návštěvě Dallasu (stát Texas) 35. prezident USA John Fitzgerald Kennedy. O týden později je rozkazem číslo 11129 přejmenována základna na ostrově Merritt na John F. Kennedy Space Center (Kosmické středisko Johna F. Kennedyho).

Oficiálně má floridská raketová základna v rodném listě datum 1. července 1962, ale její historie se začala psát už v roce 1958. Tehdy prezident Dwight Eisenhower autorizoval vytvoření střediska LOD (*Launch Operations Directorate*, ředitelství vypouštěcích operací). Formálně šlo o pobočku Marshall Space Flight Center (Marshallova střediska kosmických letů) v Huntsville (stát Alabama). Důvod tohoto kroku byl prozaický: stávající základna na mysu Canaveral přestávala kapacitně dostačovat. Není divu, protože ve své době se odtud uskutečňovalo přes sto startů ročně!

V roce 1962 pak začala NASA skupovat pozemky na ostrově Merritt, který s mysem Canaveral sousedí. Šlo o 340 kilometrů čtverečních, k nimž stát Florida věnoval dalších 230 km<sup>2</sup>. Prvního července 1962 pak základna „oficiálně“ vzniká, když dochází k jejímu přejmenování na LOC (*Launch Operations Center*) a především formálnímu osamostatnění od Marshallova kosmického střediska. Dostává se tak na úroveň ostatních středisek NASA.

## Měsíční přístav

V té době už na místě panuje velmi čilý stavební ruch: přípravy na program Apollo jsou v plném proudu a od listopadu 1962 tu roste nákladem 800 mil. dolarů startovací komplex číslo 39 s veškerou související infrastrukturou. Dominantu pochopitelně tvoří montážní hala VAB (*Vehicle Assembly Building*): ve své době největší budova na světě co se týká objemu (dnes zastává v této kategorii čestnou



Jedna z původních představ o podobě Kennedyho kosmického střediska.

čtvrtou pozici). Zajímavé je, že VAB má čtyři části umožňující zcela samostatnou přípravu čtyř raket: původní architektonický návrh přitom počítal s jejím rozšířením o další dvě části, takže souběžně by zde mohlo být připravováno až šest misí. Toto megalomanství si vyžadovaly tehdejší plány letu na Mars, který by potřeboval během relativně krátké doby vysokou frekvenci startů obřích raket.

Dále jsou tu legendární startovací rampy 39A a 39B. V jejich blízkosti se počítalo s pozdějším vybudováním rampy 39C a existovaly i plány na vybudování dalších dvou komplexů 39D a 39D West. Společným jmenovatelem byla opět pilotovaná výprava na Mars. Kromě montážní haly a startovacích ramp zde vyrostly také dva obří dopravníky Crawler pro transport raket na místo startu a tři mobilní vypouštěcí plošiny MLP, na kterých se nosiče převáží a ze kterých startují. Kromě toho byla vybudována celá řada podpůrných budov pro přípravu nákladů, servis motorů, řízení startů apod. Z nich stojí za zmínku trojice hangárů OPF (*Orbiter Processing Facility*), která sloužila k poletovému a předletovému servisu kosmických raketoplánů.

Dosud bylo z Kennedyho kosmického střediska vypuštěno třináct raket Saturn V (z toho deset s posádkou), tři pilotované Saturn IB, 135 raketoplánů a jedna suborbitální raketa Ares IX.

## Kdo přijde příště?

Zatímco minulost kosmodromu je velmi bohatá, budoucnost je lehce nejistá. Po skončení programu raketoplánů měl kontinuitu zajistit program Constellation s dvojicí raket Ares I a Ares V, ale ten byl zrušený. Na jejich místo má nastoupit nosič SLS (*Space Launch System*) s premiérovým startem v prosinci 2017. Je dost dobře možné, že z kosmodromu odstartuje nějaká raketa i dříve - několik komerčních provozovatelů (SpaceX, Blue Origin, ULA) projevilo o využití základny zájem.

Otazníky nad tím, která raketa bude „tou příští“ jsou ovšem nepodstatné ve světle faktu, že Kennedyho kosmické středisko beznadějně stárne. Ostatně, část si díky své historické roli vysloužila zápis do amerického Národního seznamu historických míst. Přes devadesát procent infrastruktury kosmodromu je totiž za hranicí své životnosti, část je dokonce v havarijním stavu.

## Předimenzovaný kosmodrom

V roce 2010 byl proto přijatý nový plán rozvoje (byl součástí federálního zákona známého jako NASA Authorization Act) počítající s rozvojem během příštích 75 let. Kritici mu ovšem zaslávají, že není příliš konkrétní a že pracuje pouze s obecnými termíny. Sami manažeři Kennedyho kosmického střediska pak připouštějí, že jejich zařízení jsou předimenzovaná: jediný projekt, který je skutečně potřebuje, je



Semafory připomínají, že se počítalo se stavbou tří vypouštěcích komplexů - nakonec vznikly jen dva.

právě superraketa SLS (s plánovanou frekvencí jednoho startu ročně - a to až v pokročilejší fázi; jinak s druhým startem se počítá čtyři roky po prvním). Komplex 39 je sice možné velmi jednoduše upravit pro jakoukoliv zvažovanou raketu (Delta, Atlas, Falcon...), ale tyto je stejně dobře možné vypouštět i odjinud.



Budoucnost? Raketa SLS by se měla představit již v roce 2017.

Situaci dobře ilustruje podpis dohody mezi NASA a Boeingem o využívání hangáru OPF-3 pro předstartovní přípravu pilotovaných lodí CST-100 (pokud tento projekt získá odpovídající financování z rozpočtu). Jenže startovat stejně nakonec mají z přilehlého mysu Canaveral, odkud je to technicky jednodušší. Podobně je na tom i dohoda s americkým letectvem, které hodlá v budoucnu jeden z hangárů OPF využívat pro přípravu svých miniraketoplánů X-37B: i ty se ale na oběžnou dráhu nakonec vydají z nedalekého mysu Canaveral.

Budoucnost ovšem nemusí být tak úplně černá. Kennedyho kosmickému středisku hraje do karet několik skutečností. Jednak jde o civilní základnu: vojenský charakter mysu Canaveral silně omezuje možný komerční provoz (i firma SpaceX si kvůli bezpečnostním omezením postavila řídicí středisko startů raket Falcon 9 mimo prostory základny). Jednak se mys Canaveral opět - stejně jako před padesáti lety - ukazuje kapacitně nedostačující. A jednak do Kennedyho kosmického střediska nyní ročně proudí stamilióny dolarů určených na modernizaci.

# SKYLAB: BYLO, NEBYLO

Ing. Tomáš Příbyl

Před čtyřiceti lety, v květnu 1973, se do vesmíru vydala orbitální stanice Skylab. Ta se zapsala do historie dobývání vesmíru jak svou hmotností (77 t), tak třeba vytvořením dobového rekordu v délce non-stop kosmického letu.

Pokud se podíváme na realizované mise ke stanici Skylab, tak se dle oficiální designace NASA uskutečnily čtyři. První (SL-1, *Skylab Laboratory*) představovalo vypuštění vlastní stanice na palubě superrakety Saturn V 14. května 1973.

Následovala první pilotovaná výprava (SL-2), kterou uskutečnila trojice Charles Conrad, Paul Weitz a Joseph Kerwin. Trvala od 25. května do 22. června 1973, tedy 28 dní. Druhá pilotovaná výprava SL-3 (59 dní) proběhla od 28. června do 25. září 1973 a absolvovali ji astronauti Alan Bean, Jack Lousma a Owen Garriott. Poslední posádkou, která Skylab navštívila (na rekordních 84 dní), byla trojice Gerald Carr, William Pogue a Edward Gibson alias SL-4.

## Skylab druhý



Stanice Skylab při předletové přípravě.

Stanice Skylab vznikla úpravou stupně S-IVB, který byl používaný jako druhý na raketách Saturn IB a jako třetí na Saturnech V. Exemplář, který se dostal do vesmíru, pocházel ze Saturnu IB SA-212. Kromě toho souběžně vznikla i identická záložní stanice (označovaná jako Skylab B) ze stupně Saturnu V SA-515. S tou se počítalo v případě, že by první byla při startu zničena, byla neobyvatelná nebo že by prostě

padlo rozhodnutí v programu pokračovat. Teoreticky mohla být nachystána ke startu do konce roku 1975.

Dne 13. srpna 1973 se ovšem NASA rozhodl definitivně zastavit přípravy k vypuštění. Přesto nebyly až do června 1974 podniknuty žádné nevratné kroky, které by ho znemožňovaly, takže Skylab B bylo možné v případě potřeby vyslat do vesmíru. Proti sobě stály v jeho případě dvě skupiny představitelů NASA: jedna chtěla překlenout

díru v americkém pilotovaném programu před raketoplánem, druhá se obávala přelití prostředků z raketoplánu.

Kdyby Skylab B letěl, uvažovalo se o dvou dlouhodobých a dvou krátkodobých misích na jeho palubu. Dlouhodobé by absolvovaly trojice, krátkodobé dvojice astronautů. Cílem krátkodobých měla být jen výměna lodi Apollo u stanice: tím by hlavní dlouhodobá posádka mohla strávit na oběžné dráze více času, než byla životnost lodi.

Jeden z rozpracovávaných scénářů počítal s misí SL-5 (alias Skylab II) v prosinci 1975. V tomtéž měsíci by na stanici startovala trojice astronautů, která by tu pracovala až do května 1976. V březnu by přitom krátkodobá výprava přivezla novou loď Apollo a odvezla starou. Stejný scénář by se opakoval s desetiměsíční výpravou od června 1976 do dubna 1977 a výměnou lodí v listopadu 1976. Jen pro zajímavost: v roce 1973 bylo během výcviku sděleno posádce Brand-Lind-Lenoir, že pokud druhá stanice poletí, oni jsou hlavní kandidáti na misi na její palubu.

Historie ale byla jiná a Skylab B je dnes exponátem v National Air and Space Museum ve Washingtonu D.C.

## Záchranná výprava

Lod' SL-3 potkala velká nepříjemnost, když první a pátý den po startu postupně přišla o dva bloky manévrovacích motorů RCS. Loď má celkem čtyři tyto bloky, přičemž slouží k udržování její orientace a provádění menších korekcí dráhy. Bez nich například není možný bezpečný návrat lodi z vesmíru. Proto se velmi vážně řešila možnost předčasného ukončení mise: dokonce už byly rozmístěny v cílové oblasti záchranná pravidla.

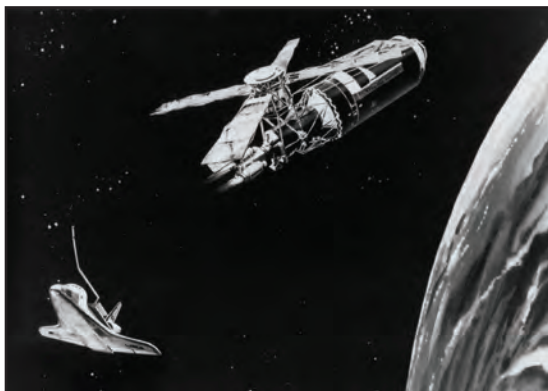
Nakonec bylo rozhodnuto v letu pokračovat dle plánu, ale na Zemi se začala cvičit dvojice astronautů Brand-Lind jako záchranná posádka. Loď Apollo totiž mohla v případě nouze létat až s pěti astronauty: v případě potřeby by tato dvojice doletěla na Skylab (ten měl dva stykací uzly), vyzvedla tříčlennou posádku a všichni společně by se vrátili na Zemi. K této záchranné výpravě ale nakonec dojít nemuselo, loď SL-3 dokončila misi jen se dvěma fungujícími bloky manévrovacích motorů.



Je 14. květen 1973, Skylab startuje.

## Čtvrtá posádka stanice

Byť program Skylab počítal se třemi hlavními posádkami, čas od času se objevily úvahy o realizaci ještě čtvrté nebo dokonce páté mise. Premiéra raketoplánu byla totiž v nedohlednu (střízlivě uvažujícím bylo jasné, že avizovaný termín 1977 je nesplnitelný) a program Apollo neodvolatelně končil. Přidat jednu či dvě mise znamenalo vytěžit ze stanice skutečně maximum a co nejvíce zmenšit nadcházející mezeru v pilotovaných letech. (Do ní se sice „vešla“ výprava Apollo-Sojuz, ale tady šlo především o politickou misi, a tudíž slepou uličku.)



Takto měla proběhnout záchrana stanice Skylab pomocí raketoplánu a pomocného bloku TRS.

Úvahy o přidání čtvrté a páté mise přitom nebyly prázdným tlacháním. Posádky byly k dispozici, stejně tak i hardware. Například plně vybavené a letuschopné lodě Apollo byly k dispozici dvě: výrobní číslo 115A (dnes k vidění v Johnsonově kosmickém středisku na špici rakety Saturn V) a 119 (v Kennedyho kosmickém středisku vedle Saturnu V). Stejně tak byly okamžitě k dispozici i nosné rakety Saturn IB (SA-209 a -11).

Čtvrtá mise byla velmi vážně zvažovaná a mohla být realizována poměrně jednoduše: stačilo by třetí zkrátit z 84 na 56 dní. Je pravděpodobné, že by ji realizovala trojice Brand, Lind a Lenoir.

## Znovuobydlený Skylab

Předtím, než Skylab definitivně 8. února 1974 opustila poslední posádka, zvýšil velitel Gerald Carr třiminutovým hořením manévrovacích motorků kosmické lodi Apollo CSM-118 oběžnou dráhu stanice o 11 kilometrů. Ta se tak nacházela na dráze s perigeem 433 a apogeem 455 km. Po odletu astronautů provedli kontrolori řídicí z Johnsonova kosmického střediska v Houstonu závěrečné testy systémů laboratoře, snížili tlak kyslíku na její palubě, stabilizovali ji (podélná osa směřovala kolmo k Zemi, přičemž přední stykovací uzel směřoval od Země) a vypnuli většinu přístrojů.

Výpočty ukazovaly, že stanice sníží své perigeum o 29 kilometrů do roku 1980. Pak se měl sestup zrychlit, takže během dvou let mělo dojít k poklesu o dalších sto kilometrů. Termín zániku v atmosféře by stanoven na březen roku 1983. To už ale měla být stanice dávno znovu osídlená a především navedená na vyšší dráhu. Pokud by snad k tomuto nedošlo, počítalo se každopádně s řízeným zánikem. Devítiletá doba se v roce 1974 zdála být dostatečně dlouhou.

NASA v té době měla jiné starosti, a to především s vývojem raketoplánu. Celou



Záložní exemplář stanice Skylab je dnes k vidění v Národním muzeu letectví a kosmonautiky (Washington D.C.).

se vyskytly vážné problémy s vyvíjenými kyslíko-vodíkovými hlavami motory SSME, které znamenaly další výrazný odklad zahájení provozu raketoplánů.

Patnáctého prosince 1978 osobně informoval zvláštní vyslanec administrátora NASA prezidenta Spojených států, že Skylab není možné zachránit.

## Pokus o řízenou likvidaci

Když začínalo být jasné, že se stanici znovu obydlet nepodaří a že se blíží její neodvratný zánik v atmosféře, objevily se obavy ohledně toho, kam mohutný Skylab dopadne. Pokud by totiž jeho trosky zamířily do hustě obydlené oblasti, mohly by na povrchu nadělat pořádnou paseku. O ohrožení životů civilistů ani nemluvě.

Proto se objevily plány na rychlou (byť obtížnou) resuscitaci hardware z programu Apollo a uskutečnění pilotované mise, která by stanici navedla k bezpečnému zániku nad neobydlenými oblastmi. Dokonce se na ni začala chystat dvojice astronautů Brand-Lind. Likvidační let ale vedení NASA nepodpořilo a Skylab tak nekontrolovaně vstoupil do hustých vrstev atmosféry 11. července 1979. Většina trosek skončila v Indickém oceánu, jen menší část dopadla na území západní Austrálie.

svou budoucnost vsadila právě na něj, takže Skylab bezpečně „uložený“ na oběžné dráze nebyl ve středu zájmu.

Jenže program vývoje raketoplánů se protahoval: původně se počítalo s premiérovým letem v roce 1977, ale nakonec se v tomto roce přikročilo teprve k plánování mise ke Skylabu (to už se počítalo s první misí raketoplánu v roce 1979). Jenže se objevily další problémy: v rámci jedenáctiletého slunečního cyklu byla naše mateřská hvězda výrazně aktivnější, zemská atmosféra se díky tomu „načechrala“ do větších výšek a Skylab začínal sestupovat rychleji. Přestože mnozí začali označovat misi za „nemožnou“, NASA zadala kontrakt na výrobu urychlovacího bloku TRS (*Tele-operated Reboost System*) pro navedení Skylabu na vyšší dráhu, a to v listopadu 1977 firmě Martin Marietta Corporation. Ten byl prakticky dokončený v prosinci 1978: jenže ve stejné době

# SOUČASNÝ A BUDOUCÍ VÝZKUM SLUNEČNÍ SOUSTAVY

*František Martinek, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.*

Ač je výzkum těles Sluneční soustavy pomocí kosmických sond provázen velmi častými odklady projektů, či dokonce jejich rušením, přece jen řada automatů poskytuje či poskytne astronomům zajímavé poznatky - počínaje Sluncem a konče tělesy Kuiperova pásu za drahou planety Neptun. V následujícím textu si připomeneme alespoň některé projekty, o dalších bude zmínka v prezentaci na semináři o kosmonautice.

## SLUNCE

je sledováno několika slunečními družicemi na oběžných drahách kolem Země či kosmickými dalekohledy na drahách kolem naší mateřské hvězdy (i když prozatím v uctivé vzdálenosti). Skutečným nezmarem je sonda **SOHO** (Solar and Heliospheric Observatory, 1995), která z libračního bodu L1 nepřetržitě sleduje „přivrácenou“ sluneční polokouli. Mezi novější kosmické dalekohledy k výzkumu Slunce patří japonská družice **Hinode** (2006), dvojice sond **STEREO** (NASA, 2006), **Solar Dynamics Observatory** (NASA, 2008) a nejnovější družice **IRIS** (Interface Region Imaging Spectrograph, NASA, 2013).

Slunce bude zkoumáno i z docela malé vzdálenosti. Evropská sonda **Solar Orbiter** (2017) by se měla po gravitačních manévrech u Země a Venuše přiblížit na 42 milióny km. Ruská sonda **Interheliozond** (2017) se má přiblížit až na vzdálenost 21 miliónu km. Start dlouho připravované sondy NASA s názvem **Solar Probe Plus** je naplánován na rok 2018. A možná se dočkáme i startu indické družice **Aditya-1** (ISRO), plánovaný start 2015/2016.

## MERKUR

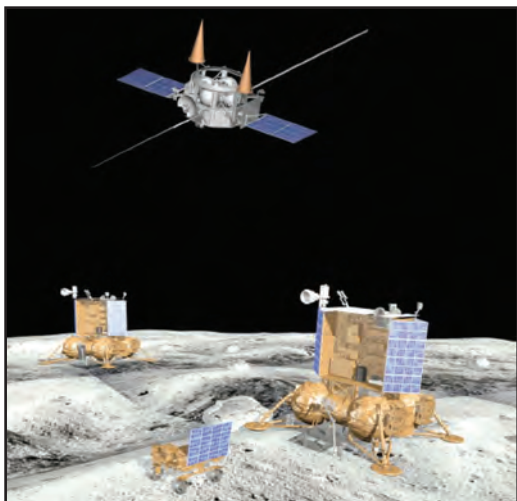
Kolem Merkuru krouží jediná sonda **MESSENGER** (NASA, start 2004). Na rok 2015 je naplánován start evropské sondy **BepiColombo**, která je připravována ve spolupráci s Japonskou kosmickou organizací JAXA. Bude se jednat o dvojici sond, z nichž každá bude mít jiné úkoly a kolem planety budou obíhat po odlišných drahách.

## VENUŠE

Od roku 2005 provádí výzkum Venuše evropská sonda **Venus Express**. V roce 2010 vyslala japonská organizace JAXA k Venuši sondu **Akatsuki**, kterou se však nepodařilo navést na oběžnou dráhu kolem planety. Další pokus o navedení na OD se uskuteční v roce 2016. Návrat na Venuši plánuje Rusko. Mělo by se jednat především o sondu **Veněra-D**, která podle původních plánů měla vydržet fungovat po přistání na povrchu více než 2 měsíce. Nyní se hovoří o době činnosti 2 hodiny, start se neustále odkládá.



## MĚSÍC



Rusko připravuje sondy Luna-Glob a Luna-Resurs k výzkumu Měsíce.

V posledních letech byl Měsíc pod dohledem kosmické sondy **Lunar Reconnaissance Orbiter** (NASA, 2008), dvojice sond **Gravity Recovery and Interior Laboratory** (NASA, 2011) a v roce 2013 zamířila k Měsíci zatím poslední sonda **Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer, LA-DEE** (NASA, 2013).

Do výzkumu Měsíce se zapojí rovněž Rusko, které plánuje vypuštění celé flotily kosmických sond: **Luna-Glob-1** (Luna 25), start 2016, přistání v oblasti jižního pólu; **Luna-Glob-2** (Luna 26), start 2018, průzkum z oběžné dráhy; **Luna-Resurs** (Luna 27), start 2019, rovněž přistání v blízkosti jižního pólu Měsíce.

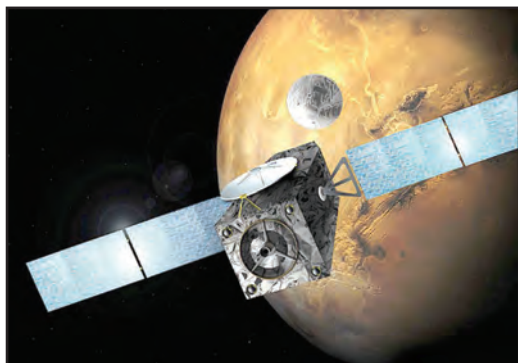
**Lunar Lander** (ESA, 2018) je připravovaná evropská sonda k výzkumu Měsíce s přistáním v oblasti jižního pólu, mj. k prověření techniky přistání a k pátrání po přítomnosti zmrzlé vody.

Pokračuje rovněž čínský výzkum Měsíce. Na sondy **Chang'e-1** a **2** (průzkum z oběžné dráhy) naváže vysazení pojízdné laboratoře (**Chang'e-3**) - start koncem roku 2013. V roce 2018 by měl následovat odběr měsíční horniny a její doprava na Zemi (**Chang'e-5**). Vyslání dalších sond k Měsíci plánují také Indie (**Chandrayaan-2**, start 2017) a Japonsko (**SELENE 2**, 2017).

## MARS

Po povrchu rudé planety se pohybují pojízdné laboratoře NASA: **Opportunity** (start 2003) a **Curiosity** (2011). Z oběžné dráhy studují planetu Mars především sondy **Mars Express** (ESA) a **Mars Reconnaissance Orbiter** (NASA).

V listopadu 2013 se k Marsu vydala další dvojice sond: **Mangalyaan**, kterou vyslala indická organizace ISRO a **MAVEN** (NASA), jejichž úko-



Trace Gas Orbiter TGO, (ESA).

lem je především výzkum atmosféry planety.

Na rok 2016 je naplánováno vypuštění sondy NASA s názvem **InSight** ke studiu vnitřní struktury planety. V letech 2016 a 2018 zamíří k Marsu dvě evropské sondy projektu **ExoMars**, kdy bude na povrch planety vysazen evropský „lunochod“ vybavený mj. vrtákem k odběru vzorků z hloubky až 2 m.

## JUPITER

K největší planetě Sluneční soustavy míří sonda NASA s názvem **JUNO** (start 5. 8. 2011). V srpnu 2016 bude navedena na polární oběžnou dráhu ve výšce 5 000 km nad horní vrstvou oblačnosti. Počítá se s výzkumem planety po dobu šesti let. Významným přínosem k výzkumu planety Jupiter a jejích měsíců by se měla stát mise **JUICE** (*JU*pter *IC*y *mo*ons *EX*plorer *MI*ssion), kterou na rok 2020 plánuje ESA ve spolupráci s Roskosmosem. Přílet k Jupiteru je naplánován na rok 2030. Kromě Jupiteru bude studovat rovněž 3 největší měsíce: Ganymeda, Kallisto a Europa. Pod ledovým povrchem těchto měsíců se nachází obrovské oceány vody, a tudíž se jedná o kandidáty na případný výskyt primitivního života. Předpokládaná životnost sondy je 3,5 roku.

Sonda bude vybavena panely slunečních baterií, které budou dodávat potřebnou elektrickou energii. Vzhledem ke vzdálenosti od Slunce budou mít plochu asi 70 m<sup>2</sup>. Na palubě sondy bude 11 vědeckých přístrojů navržených vědeckými týmy z 16 států Evropy, z USA a Japonska.

## SATURN

Mimořádně úspěšnou sondou při výzkumu planety Saturn je americká sonda **Cassini** (start 1997). Kolem Saturnu krouží od roku 2004. Její činnost bude ukončena v září 2017.

## PLUTO

K trpasličí planetě Pluto směřuje sonda NASA s názvem **New Horizons** (start 2006). Kolem Pluta a jeho rodiny měsíců prolétne v červenci 2015. Po průletu bude směřovat do oblasti Kuiperova pásu, který se rozkládá za drahou planety Neptun.

## PLANETKY

V oblasti hlavního pásu planetek se nyní pohybuje americká sonda **Dawn** (start 2007), která v období září 2011 až duben 2012 studovala z oběžné dráhy planetku Vesta. Od ní zamířila k největšímu tělesu pásu asteroidů - k trpasličí planetě Ceres (přílet v únoru 2015).

Po dramatickém (avšak úspěšném) letu japonské sondy **Hayabusa** (start 2003) k planetce Itokawa plánuje organizace JAXA zopakování mise k asteroidu s odběrem vzorků v rámci zdokonalené sondy **Hayabusa-2** (start 2014). Jejím cílem bude pla-



Japonská sonda Hayabusa 2.

netka (162173) 1999 JU3 a jejím úkolem bude odběr vzorků z povrchu a jejich doprava na Zemi.

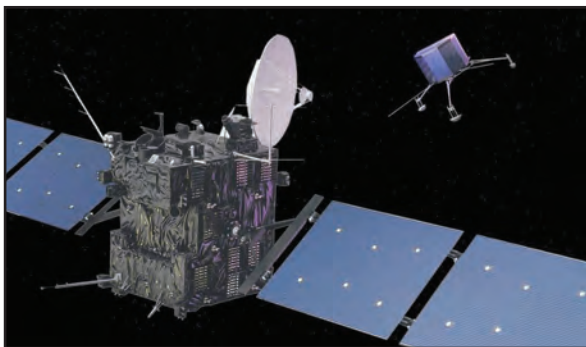
NASA plánuje vypustit v roce 2018 kosmickou sondu **OSIRIS-Rex** k planetce s označením **1999 RQ 36**. Jedním z hlavních cílů mise bude změření hodnoty tzv. Jarkovského efektu, tj. změny dráhy planetky v důsledku rozdílného záření osvětlené a neosvětlené strany asteroidu, zmapování povrchu planetky 1999 RQ 36, odběr vzorků horniny (cca 60 gramů) z po-

vrchu asteroidu a jejich doprava na Zemi.

Evropská kosmická agentura ESA připravila návrh nové kosmické mise s názvem **AIDA (Asteroid Impact and Deflection Assessment)**. Jejím cílem bude binární asteroid (tj. dvojsplanetka, resp. planetka a její měsíček) **Didymos**. Větší objekt má průměr asi 800 m, jeho průvodce je poněkud menší, s průměrem asi 150 m.

## KOMETY

Evropská sonda **ROSETTA** k výzkumu komety **67P/Churyumov-Gerasimenko** byla vypuštěna 2. 3. 2004. Po gravitačních manévrech při průletech kolem Země a Marsu sonda zkoumala asteroidy Šteins a Lutetia. V květnu 2014 se dostane do blízkosti jádra komety a zahájí její výzkum. V listopadu 2014 se od mateřské sondy oddělí výzkumný modul **Philae** a přistane na povrchu kometárního jádra. Po setkání sondy s kometou budou obě tělesa společně putovat po oběžné dráze komety kolem Slunce. Mise by měla být ukončena v prosinci 2015.



Evropská sonda ROSETTA

Robert Farquhar naznačuje, že existuje možnost nasměrovat sondu **ISEE-3** (start 12. 8. 1978, výzkum Slunce a Halleyovy komety) ještě k jedné kometě - ke kometě Wirtanen, která se přiblíží k Zemi v prosinci 2018. Na toto období plánuje Čína vypustit ke kometě vlastní kosmickou sondu a současné sledování plynné a prachové obálky - kómy - dvěma kosmickými přístroji by poskytlo astronomům velmi cenné údaje. Kromě toho existuje ještě jedna možnost: v srpnu 2022 namířit sondu ISEE-3 ke třetí kometě, konkrétně ke kometě Schwassmann-Wachmann 3-C.

**Poznámky:**





Staňte se členy Valašské astronomické společnosti a podpořte svým členstvím vzdělávací i odborné aktivity tohoto občanského sdružení.

Více informací na <http://www.astrovm.cz/cz/vas.html>

Hvězdárna Valašské Meziříčí, příspěvková organizace Zlínského kraje  
Valašské astronomická společnost

Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí

Telefon: 00 420 571 611 928 Fax: 00 420 517 611 528

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 a grafika Libor Lenža

© 2013 Hvězdárna Valašské Meziříčí



Takto vše začalo: stavba hangáru VAB.



Letecký pohled na nejdůležitější část Kennedyho kosmického střediska: vepředu průmyslový komplex s hangárem VAB, nahoře pak dvojice komplexů 39A (vpravo) a 39B (vlevo).