

Program semináře:

Pátek 28. března

16:00 až 16:30

Příjezd účastníků – prezence

16:30 až 17:15

VZPOMÍNKA NA CHALLENGER

Přednáší Libor Lenža

17:30 až 19:00

KOSMICKÉ LODĚ PRO ZÁCHRANU KOSMONAUTŮ

Přednáší František Martinek

Sobota 29. března

08:00 až 10:00

PRŮBĚH LETU RAKETOPLÁNU COLUMBIA

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

10:15 až 12:00

**AERODYNAMICKÉ A KONSTRUKČNÍ ASPEKTY
SOUISEJÍCÍ S TRAJEKTORIÍ SESTUPU RAKETOPLÁNU
COLUMBIA Z OBĚŽNÉ DRÁHY**

Přednáší Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

14:00 až 15:30

MIMOŘÁDNÁ SITUACE NA PALUBĚ

Přednáší Ing. Tomáš Příbyl

15:45 až 18:00

**DŮSLEDKY HAVÁRIE RAKETOPLÁNU COLUMBIA PRO
PILOTOVANÉ LETY**

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

ZMĚNA PROGRAMU VYHRAZENA!

Sylaby přednášek

SVĚTOVÁ KOSMONAUTIKA

– DRAMATICKÉ OKAMŽIKY

28. až 29. března 2003



Hvězdárna Valašské Meziříčí

HLAVNÍ AKCE HVEZDÁRNY VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

V ROCE 2003

Na uspořádání semináře se podílejí:

**Hvězdárna Valašské Meziříčí
Valašská astronomická společnost
Město Valašské Meziříčí**



Hvězdárna Valašské Meziříčí
Vsetínská 78
757 01 Valašské Meziříčí
Telefon/fax: 571 611 928
e-mail: info@astrovm.cz
<http://www.astrovm.cz>

K tisku připravil: František Martinek
fmartinek@astrovm.cz
Tisk: Hvězdárna Valašské Meziříčí

- | | |
|---------------------|--|
| 3. dubna | Základy využití výpočetní techniky – technika přípravy prezentací
(seminář pořádaný ve spolupráci s Regionálním energetickým centrem, o.s.) |
| 17. dubna | Rodinný domek, stavba a rekonstrukce – moderně, úsporně a bez chyb
(seminář pořádaný ve spolupráci s Regionálním energetickým centrem, o. s.) |
| 25. - 27. dubna | Nové objevy ve výzkumu vesmíru
(astronomický seminář – určeno široké veřejnosti) |
| 7. května | Pozorování přechodu planety Merkur přes sluneční kotouč
(v ranních a dopoledních hodinách – určeno široké veřejnosti) |
| 16. května | Pozorování částečného zatmění Měsíce
(v časných ranních hodinách – určeno široké veřejnosti) |
| 23. - 25. května | Setkání pozorovatelů proměnných hvězd
(setkání pozorovatelů z České a Slovenské republiky) |
| 31. května | Pozorování částečného zatmění Slunce
(v ranních hodinách – určeno široké veřejnosti) |
| červen | Ženy ve vesmíru
(putovní výstava ke 40. výročí startu první kosmonautky světa) |
| 4. - 13. července | Letní astronomický tábor
(určeno zájemcům o astronomii ve věku od 11 do 18 let) |
| 20. září | Podzimní putování Valašskem
(dálkový pochod pořádaný ve spolupráci s KČT Valašské Meziříčí a Valašskou astronomickou společností – určeno milovníkům astronomie a turistiky; start a cíl na Hvězdárně Valašské Meziříčí) |
| 4. - 10. října | Světový kosmický týden (World Space Week)
(program bude upřesněn dodatečně) |
| 9. listopadu | Pozorování úplného zatmění Měsíce
(v časných ranních hodinách – určeno široké veřejnosti) |
| 20. listopadu | Výpočty a návrhy alternativních zdrojů
(odborný seminář ve spolupráci s Regionálním energetickým centrem, o. s.) |
| 28. - 30. listopadu | Kosmonautika
(seminář určený všem zájemcům o novinky ze světa kosmonautiky, raketové techniky a výzkumu vesmíru) |

VZPOMÍNKA NA CHALLENGER

Libor Lenža

Výzkum vesmíru spojený s vývojem nových materiálů, technologií a postupů je činnost nebezpečná. I přes všechna bezpečnostní opatření je nutné počítat s obětmi na životech. Tragédie na počátku roku 1986 otřásla celým světem a nasměrovala vývoj světové kosmonautiky jiným směrem.

Předehra

Raketoplán měl původně startovat dne 24. ledna 1986, avšak špatné počasí zavinilo odklady startu. Raketoplán nakonec vzlétl 28. ledna 1986. Jednalo se o 25. let raketoplánu a 10. let Challengeru (STS-51 L). Start se uskutečnil z Kennedyho kosmického střediska z rampy 39B v 16:38 UT.

Připomeňme si stručně události před startem. Velmi podstatným - ne-li hlavním - činitelem byla velmi nízká teplota, která panovala v noci před startem v oblasti kosmodromu. Byly naměřeny teploty od -4 °C do -14 °C. Nejnižší teplota byla naměřena pomocí infračerveného bolometru v okolí pravého motoru SRB. Motory SRB (Solid Rocket Booster - pomocná raketa na tuhé pohonné látce) můžeme při startu raketoplánů spatřit jako dva dlouhé štíhlé „doutníky“ po stranách hlavní nádrže. Po kalibraci bolometru se zjistilo, že skutečná teplota byla ještě o 3 °C nižší. Na rampu byl dokonce poslán speciální tým, jehož úkolem bylo odstranit rampouchy, které tam v průběhu noci vznikly. Nutno ještě podotknout, že hlavní nádrž raketoplánu byla naplněna kryogenními pohonnými látkami, které mají velmi nízkou teplotu (jedná se o kapalný vodík a kyslík).

Odpočítávání startu probíhalo v pořádku až na drobné problémy na pozemním řídicím počítači. Před startem přišlo upozornění od pracovníků firmy Northon Thiohol, že by mráz mohl nepříznivě ovlivnit vlastnosti teflonového těsnění, které bylo použito na spojích jednotlivých segmentů raket SRB. Těsnění nikdy nebylo zkoušeno při tak nízkých teplotách a technici si nebyli jisti, jak se zachová.

Nejdůležitější okamžiky startu tak, jak byly sestaveny vyšetřující komisí:

- v čase **T - 31 s** (tzn. 31 sekund před zážehem motorů SRB) přebírají řízení startu palubní počítače (do té doby byly předstartovní operace řízeny pozemními počítači)
- motory raketoplánu SSME (motory SSME se zažehují postupně, aby se snížilo dynamické namáhání sestavy a snížily vibrace)

- v **T - 2 s** se zvyšuje tah motorů SSME na 90 % nominálního tahu
- v **T 0 s** jsou zažehnuty oba motory SRB a raketoplán se odpoutává od startovní rampy
- již v **T + 0,445 s** je na filmových a video záznamech startu patrný obláček černého kouře z netěsného spoje pravého motoru SRB; obláček zmizel v **T + 12 s** (došlo k dočasnému zacelení spáry)
- v **T + 20,08 s** je výkon motorů SSME podle plánu zvýšen na 94 % nominálu
- v **T + 36,084 s** se snižuje výkon SSME na 65 % (raketoplán se blíží k okamžiku překonání zvukové bariéry)
- v **T + 40 s** byl registrován silný boční náraz větru, který byl automaticky vyrovnán, avšak došlo k rozkmitání konstrukce
- v **T + 58,762 s** došlo k opětovnému porušení těsnosti spoje, znovu se objevuje černý kouř
- v **T + 59,237 s** se objevuje v místě netěsného spoje zvětšující se plamen
- v **T + 62 s** se raketoplán dostává do fáze maximálního dynamického namáhání a navíc se pohybuje v oblasti silné turbulence
- v **T + 64,664 s** dochází k prvotnímu poškození hlavní nádrže (ET), z malého otvoru uniká vodík, který se vzňal
- v **T + 72,141 s** je celá startovní sestava díky nerovnoměrnosti tahu motorů tažena doprava, začíná vlastní destrukce sestavy
- v **T + 72,201 s** palubní gyroskopy registrují nečekaný pohyb, ve skutečnosti se špička pravého motoru SRB přibližuje k hlavní nádrži a proráží ji
- v **T + 72,281 s** se pravý motor SRB vychyluje směrem ke křídlu raketoplánu; gyroskopy registrují silné vybočení z kursu a autopilot s tímto vychýlením urputně bojuje - marně
- v **T + 73,137 s** se kolem přední části hlavní nádrže vytváří oblak mlhy z kapalného vodíku a kyslíku, aerodynamické síly začínají trhat hlavní nádrž
- v **T + 73,162 s** se vytváří oblak kapalného vodíku a kyslíku podél celé nádrže
- v **T + 73,191 s** dochází k zapálení vodíku mezi hlavní nádrží a raketoplánem (orbiterem), požár se velmi rychle rozšiřuje
- v **T + 73,282 s** oheň se dostává k poškozenému místu
- v **T + 73,304 s** dochází k explozi hlavní nádrže; v té chvíli je v nádrži ještě 82 tun tekutého vodíku
- v **T + 73,534 s** i přesto, že došlo k výbuchu, do řídicího střediska stále plynou údaje o funkci systémů raketoplánu; vypíná se první hlavní motor SSME pro nedostatek paliva; sestava pokračuje v neřízeném letu a působením aerodynamických sil dochází k celkovému rozpadání raketoplánu (ulomila se křídla, kabina se oddělila od nákladového prostoru)

- v **T + 73,631 s** končí vysílání telemetrických dat z raketoplánu do řídicího střediska; pomocné motory SRB se při výbuchu oddělily od sestavy a pokračují v neřízeném letu
- v **T + 110 s** nařizuje bezpečnostní technik letu pyrotechnickou likvidaci (autodestrukci) pomocných motorů SRB, které v neřízeném režimu letu zamířily k obydlým oblastem pobřeží

Trosky celé startovní sestavy se dostaly do výšky asi 20 kilometrů a dopadaly asi 36 kilometrů od pobřeží. Některé trosky padaly k zemi téměř hodinu. Samotná kabina padala asi 3 minuty. Během několika hodin bylo do pátracích a záchranných akcí nasazeno množství záchranných týmů s technikou. Pátracích akcí a vylovování trosek se zúčastnilo 28 lodí, 13 letadel a 3 ponorky.

Všech 7 astronautů na palubě raketoplánu zahynulo.

K čemu vlastně došlo?

Jako hlavní viník byla označena nedomyšlená konstrukce spoje jednotlivých segmentů pomocného motoru SRB a jeho těsnění. Těsnění dosedalo až v okamžiku zážehu motoru díky zvýšení tlaku v motoru. Velkou měrou se na katastrofě podílely i nepříznivé meteorologické podmínky. Svůj podíl má i vedení NASA a někteří činovníci z firmy vyrábějící motory SRB. Ukázalo se, že NASA i výrobci SRB motorů si byli některých nedostatků vědomi, a přesto byly dál starty raketoplánů povolovány. Na lety raketoplánů však byl vyvíjen tlak hospodářský i vojensko-politický.

Díky netěsnosti jednoho ze spojů mezi segmenty došlo k úniku spalín ze spalovací komory motoru SRB. Spaliny o vysoké teplotě narušily spoj a plamen „upálil“ spojovací prvek mezi hlavní nádrží a pomocným motorem SRB. Motor visel jen na předním závěsu, kolem kterého se postupně otáčel. Špicí narazil do hlavní nádrže a prorazil ji v místě mezi nádržemi kapalného vodíku a kyslíku. Unikající vodík explodoval a zanedlouho explodovala celá vnější nádrž s palivem. Došlo k destrukci vnější nádrže i raketoplánu. Pomocné motory SRB pokračovaly v neřízeném letu do doby, než byly povelům bezpečnostního technika zlikvidovány.

NASA okamžitě ustavila vyšetřující komisi. I tehdejší prezident Ronald Reagan ustavuje k vyšetření příčin katastrofy, která otřásla celým světem, především však samotnou Amerikou, dvanáctičlennou nezávislou tzv. Rogersovu komisi. Předsedou komise, po němž byla pojmenována, byl bývalý ministr zahraničí W. Rogers, náměstkem Neil Armstrong, členy brig. gen. Ch. Yeager, který jako první člověk překonal rychlost zvuku, kosmonautka S. Rideová atd.

První jednání komise proběhlo již 6. února a svou činnost ukončila v průběhu května. Klíčové pro vyšetření celé události bylo nalezení co

největšího počtu trosek a pozůstatků posádky. Z moře bylo v průběhu pátracích akcí vyloveno kolem 12 tun úlomků a 7. března byly nalezeny zbytky přetlakové kabiny s ostatky posádky.

Posádka

Posledním záznamem v hlasové komunikaci mezi řídicím střediskem a raketoplánem byl výkřik M. Smitha. Pak bylo spojení přerušeno.

Vyšetřováním příčiny smrti posádky byl pověřen lékař-kosmonout Dr. Kerwin. Vyšetřování ukázalo, že při explozi došlo k velkému zrychlení, díky kterému byla posádka vystavena přetížení 12 až 20 G. Zrychlení bylo natolik velké, že urvalo blok řídicích RCS motorků i s nádržemi. Toto extrémní přetížení, které podle lékařů lze přežít, působilo jen 2 sekundy. Pak došlo k poklesu na 2 G.

Kabina byla nejvíce zdemolována dopadem na vodní hladinu rychlostí kolem 320 km/h. Touto rychlostí trval pád 2 minuty a 45 sekund. Míra destrukce při nárazu znemožnila určit rozsah poškození způsobených výbuchem. Podle některých skutečností se lze domnívat, že přetlaková kabina výbuch vnější nádrže přečkala. Jediné místo, kde mohla být poškozena, jsou okna, a to jen přímou srážkou s troskami konstrukce. V případě proražení okna by došlo k explosivní dekompresi, která by mohla přivodit na 6 - 15 sekund ztrátu vědomí.

Závažným faktem bylo nalezení 4 nouzových dýchacích přístrojů, z nichž 3 byly aktivovány a 2 z nich měly vypotřebovaný vzduch ze 75 - 90 %. Tato hodnota odpovídá délce pádu.

Až do odvolání byly pozastaveny lety STS. Snahou bylo v maximální míře zvýšit bezpečnost provozu.

Astronauti, kteří při letu STS - 51 L položili svůj život:

Francis R. Scobee - velitel letu

Michael J. Smith - pilot letu

Judith A. Resnik[ová] - letová specialista

Ronald E. McNair - letový specialista

Ellison S. Onizuka - letový specialista

Gregory B. Jarvis - specialista pro užitečné zatížení

Sharon Christa Corrigan McAuliffe[ová] - nebyla členem týmu kosmonautů, byla vybrána z více jak 11 000 uchazečů v rámci projektu „Učitel ve vesmíru“

Kosmonautika po havárii Challengeru

Došlo k obligátní výměně ředitelů. Z čelního místa NASA odešel James Fletcher a byl jmenován 48 letý Richard Truly. Na raketoplánu bylo provedeno přes 220 změn, které vedly k růstu jeho hmotnosti, a tím k poklesu nejvyšší

možné hmotnosti užitečného zatížení na 22 700 kg. Startovní komplexy doznaly 105 změn a byla velmi zpřísněna bezpečnostní opatření pro přípravu a provoz kosmické flotily. Astronauti jsou při startu i přistání oděni do vylepšených, odolnější skafandrů. Mezi nejmarkantnější změny na raketoplánech patří: úprava podvozku (přední kolo je říditelné), nový nouzový východ a lepší uložení hlavních motorů SSME. Od roku 1992 jsou raketoplány vybaveny i brzdícími padáky. Vnější nádrž prodělala 8 konstrukčních změn, především na přívodním potrubí pohonných hmot z nádrže k hlavním motorům (SSME) raketoplánu.

Pomocné motory SRB, které se staly pro Challenger osudné, prodělaly 155 změn. Byla vylepšena konstrukce zápalníku, zpevněna konstrukce trysky, ale nejradikálnější změny byly provedeny ve spojích jednotlivých segmentů. Mezi odborníky probíhaly i velké diskuse o tom, zda vůbec motory SRB dále používat, či je nahradit jiným systémem. Spoje segmentů SRB byly zesíleny dalším prstencem a spoj byl vybaven třemi těsnícími kroužky. Změnil se i tvar vnitřní tepelné izolace spoje a byla provedena celá řada testů a zkoušek.

Bylo také zakázáno vynášení urychlovacího stupně CENTAUR na oběžnou dráhu v nákladovém prostoru raketoplánu. Panovala obava z možného úniku vodíku. CENTAUR je urychlovací jednotkou používanou pro urychlování družic a sond na energeticky náročnější dráhy. Je vybaven kyslíko-vodíkovým motorem.

Z důvodů soukromí byla vybudována nová tribuna pro rodinné příslušníky a přátele astronautů.

V době katastrofy Challengeru byla americká kosmonautika jednostranně orientována jen na raketoplány. Jednorázově použitelné klasické rakety byly podceňovány a byla téměř zastavena jejich výroba. Tento postoj sklídl obrovskou kritiku, která vyústila v renesanci klasických nosných raket, včetně obnovení výroby a technologií. Jedinou fungující linku na výrobu a montáž klasických nosných raket měla k dispozici firma Martin Marietta (Titan 3). Oživila se i výroba raket Atlas a Delta. Vystřízlivěli i největší optimisté a příznivci raketoplánů. Bez klasických nosných raket nebude další rozvoj kosmonautiky možný. Zvýšila se poptávka po těchto typech nosných prostředků.

1. října 1986 byla zahájena stavba pátého letového kusu raketoplánu v hodnotě 2,8 miliardy dolarů. Po svém dokončení tak Endeavour doplnil flotilu amerických raketoplánů.

KOSMICKÉ LODĚ PRO ZÁCHRANU KOSMONAUTŮ

František Martinek

Přesto, že se vývoji kosmických lodí a problematice bezpečnosti pilotovaných letů do vesmíru věnuje velká pozornost, tragickým událostem nelze zcela zabránit (Apollo 1, Sojuz 1, Sojuz 11, Challenger, Columbia). Velké množství důležitých systémů kosmických lodí je několikanásobně jištěno, kosmické lodě jsou opatřeny záchrannými systémy pro počáteční fáze letu apod. Jakou ale mají kosmonauti šanci na bezpečný návrat v případě, že jejich kosmická loď není schopna přistát na Zemi nebo je jejich pobyt ve vesmíru jinak ohrožen?

Začneme u posádek Mezinárodní kosmické stanice ISS a postupně se vydejme do historie pilotovaných letů. Stálé posádky ISS jsou dopravovány na stanici a zpět na palubě amerického raketoplánu (s výjimkou první posádky). Asi po 10 dnech se však raketoplán vrací zpět na Zemi. Úlohu záchranného člunu pro případ vážného onemocnění některého člena posádky či havarijní situace na palubě zajišťuje ruská kosmická loď Sojuz TM (Sojuz TMA), na jejíž palubě by se posádka vrátila na Zemi. Vzhledem k tomu, že ke stanici je dlouhodobě připojena pouze jedna loď typu Sojuz a na jejíž palubě se mohou nacházet maximálně tři kosmonauti, je to limitující faktor i pro počet členů dlouhodobé posádky kosmické stanice ISS.

Podle původních plánů měla být od konce roku 2004 připojena ke stanici ISS americká záchranná kosmická loď CRV (Crew Return Vehicle), jejíž vývoj zajišťovala NASA. Jednalo se v podstatě o malý raketoplán, vynášený na oběžnou dráhu pomocí klasické nosné rakety, který by byl trvale připojen ke stanici. Vzhledem k plánované kapacitě tohoto raketoplánu by posádku stanice mohlo tvořit 6 až 7 kosmonautů.

Vývoj raketoplánu byl zahájen v roce 1995, zkoušky jeho modelu probíhaly od roku 1998. Do výšky přibližně 11 km byl raketoplán s označením X-38 vynášen pomocí letounu B-52. Po odhození a klouzavém letu raketoplán přistál na padáku. Celkem se uskutečnilo 7 zkušebních startů. V roce 2002 byl však vývoj tohoto záchranného prostředku zrušen.

Počátkem 90. let připravovala ESA jako svůj příspěvek k eventuelní záchrance posádky stanice kosmickou loď ACRV (Assured Crew Return Vehicle). Studijní fáze vývoje byla zahájena v říjnu 1992. Pod označením ARD (Atmospheric Re-entry Demonstrator) se v roce 1998 uskutečnila balistická zkouška modelu kabiny. Uvažovalo se o třech variantách (zvětšená kabina Apollo, kabina tvaru dvojitého kužele a kabina podobná přistávacímu pouzdru sondy Viking).

V současné době ESA připravuje pro dopravu nejrůznějších materiálů (vědecké přístroje, zásoby vody, vzduchu, pohonných hmot apod.) na palubu ISS zásobovací loď ATV (Automated Transfer Vehicle) o celkové hmotnosti 20,5 tuny. Start bude zajišťovat nosná raketa Ariane 5. První exemplář s názvem „Jules Verne“ by mohl odstartovat koncem roku 2004 a připojit se k ruskému segmentu stanice. Před časem se objevily úvahy, že by se tato část ISS mohla stát jakýmsi útočištěm pro posádku v případě nouze.

Zajímavý je společný návrh záchrany početné posádky stanice ISS od skupiny firem Eněrgija-Rockwell-Chrunichev, vypracovaný v roce 1995. Předpokládají stavbu velkého záchranného člunu ALFA, opatřeného raketovým motorem na TPL. Záchranný člun tvaru velkého „Sojuzu“ (délka 7,2 m; průměr 3,7 m) by mohl být ke stanici připojen až 5 let a v případě potřeby měl být schopen dopravit na Zemi až 8 kosmonautů.

Tento návrh vycházel z mnohonásobně použitelné kosmické lodi ZARJA, připravované od roku 1987 pro dopravu 2 až 8 kosmonautů a nákladu na orbitální stanice typu MIR, jako záchranný prostředek pro posádky orbitálních stanic (životnost 195 dnů, později prodloužena na 270 dnů). Uvožovalo se i letech v automatickém režimu a s plněním úkolů pro armádu. Start měla zajišťovat raketa Zenit. ZARJA se skládala z vlastní kabiny pro mnohonásobné použití (30 až 50 startů) se spojovacím uzlem a z odhazovatelného přístrojového úseku. Tepelná ochrana byla převzata z raketoplánu Buran.

V první etapě letů měli být kosmonauti vybaveni katapultovacími křesly pro zvýšení bezpečnosti v počátečních fázích startu a při návratu na Zemi (v tomto případě mohla startovat maximálně čtyřčlenná posádka). Při návratu z vesmíru měla být posádka vystavena přetížení až 10 G. Velkým zastáncem projektu byl kosmonaut Konstantin P. Feoktistov. Pro nedostatek finančních prostředků byl projekt v roce 1989 zastaven.

Problém záchrany posádky musela NASA řešit již dříve. V rámci vývoje americké kosmické stanice **FREEDOM**, jejíž výstavba měla být zahájena v roce 1992 a místo níž byla nakonec realizována mezinárodní stanice, bylo navrženo několik variant záchranných lodí. Nejvíce šancí na realizaci měl malý raketoplán s označením HL-20. Jeho start ke kosmické stanici měla zajišťovat nosná raketa Titan 4, posádku raketoplánu mohlo tvořit až 10 kosmonautů. Startovní hmotnost raketoplánu měla dosahovat 11 tun.

Dlouhodobé pobyty sovětských (ruských) kosmonautů na orbitálních stanicích **MIR** a **SALJUT** (Saljut 1 a Saljut 3 až 7) byly zabezpečovány pomocí dopravních kosmických lodí Sojuz, Sojuz T a Sojuz TM, schopných přepravovat dvou až tříčlennou posádku. Po celou dobu pobytu posádky na palubě byla ke stanici připojena kosmická loď, která by v případě nemoci či havarijní situace dopravila posádku zpět na Zemi. Takové případy byly zaznamenány dva.

Na palubě lodi Sojuz 33 odstartovala 10. 4. 1979 mezinárodní sovětsko-bulharská posádka Nikolaj N. Rukavišnikov a Georgij Ivanov. Při setkávacím manévru se stanicí Saljut 6 se objevily nepravidelnosti v činnosti hlavního raketového motoru kosmické lodě (předčasné vypnutí, „škubnutí“ s lodí při zážehu motoru); opakovaný zážeh byl ještě kratší. Kosmonaut Rjumin pozoroval z průzoru stanice neobvyklý tvar a barvu plamene z raketového motoru. Místo spojení se stanicí se posádka předčasně vrátila na Zemi – pro navedení na sestupnou dráhu byl použit záložní raketový motor. Pro základní posádku stanice byla vyslána náhradní kosmická loď Sojuz 34, Sojuz 32 přistál v automatickém režimu.

Ke druhému případu došlo v roce 1985. Dne 17. září odstartovala na palubě kosmické lodě Sojuz T-14 tříčlenná posádka ve složení V. V. Vasjutin, G. M. Grečko a A. A. Volkov. Grečko se zhruba o týden později vrátil na Zemi s předcházející posádkou, z níž na stanici dále zůstal V. P. Savinych (ten tvořil společně s Džanibekovem záchrannou expedici na stanici Saljut 7, která se odmlčela). Nová posádka však musela svůj pobyt na stanici zkrátit na pouhých 65 dnů v důsledku vážného onemocnění kosmonauta Vasjutina.

Start záchranné kosmické lodě se zvažoval během letu druhé dlouhodobé posádky, pracující na palubě americké kosmické stanice **SKYLAB**. Po navedení na oběžnou dráhu vznikl problém: v blízkosti kosmické lodě se objevily poletující „sněhové vločky“. Vysvětlení: únik oxidu dusičitého z jedné nádrže pro manévrovací motorky – v kosmickém prostředí oxid dusičitý vytvářel sněhovou metelici. Po uzavření hlavních ventilů paliva a okysličovačla v kvadrantu B „sněžení“ ustalo. Objevila se otázka, zda bude kosmická loď Apollo schopna bezpečně dopravit posádku zpět na Zemi. Pro jistotu byly zahájeny práce na přípravě záchranné mise. Kabina měla být upravena tak, aby byla schopna dopravit na Zemi posádku čítající 5 kosmonautů – tříčlennou posádku stanice a 2 „záchrannáře“. V roli záchrannářů měli odstartovat kosmonauti Vance Brand a Don Lind. Nakonec bylo rozhodnuto záchrannou expedici zrušit.

Po odletu poslední posádky v únoru 1974 byla stanice ponechána na oběžné dráze s cílem dalšího využití po zavedení raketoplánů do plného provozu. Zvýšená sluneční aktivita a protahující se příprava amerického raketoplánu způsobily, že stanice SKYLAB zanikla v červenci 1979 v husté zemské atmosféře. Ve snaze zabránit zániku stanice se uvažovalo o vypuštění urychlovacího stupně, který by po připojení „vynesl“ stanici na vyšší oběžnou dráhu. Vzhledem k opožděnému nasazení raketoplánu do provozu se tato záchranná mise ke Skylabu neuskutečnila.

Před letem amerických astronautů na Měsíc v rámci projektu **APOLLO** se uskutečnil velký počet startů kosmických lodí Gemini. Uvažovalo se také o různých modifikacích této kosmické lodě například pro návrat posádky

pilotované orbitální laboratoře MOL (Manned Orbiting Laboratory). Vznikly však také návrhy na realizaci záchranné lodě (autonomní – bezpilotní) pro záchranu kosmonautů, kteří by zůstali na oběžné dráze kolem Měsíce či dokonce na jeho povrchu. Varianta kosmické lodě Gemini pro záchranu kosmonautů z povrchu měla označení LSRS (Lunar Surface Rescue Spacecraft). Záchranná loď podle návrhu firmy McDonnell Douglas měla být k Měsíci vyslána pomocí nosné rakety Saturn 5. Na Měsíci měla přistát v blízkosti havarované kosmické lodě Apollo. Posádka měla přestoupit na její palubu a vydat se směrem k Zemi.

Když se blížil první zkušební let amerického raketoplánu **Space Shuttle**, objevily se rovněž úvahy, jak zachránit jeho posádku v případě, že raketoplán nebude schopen přistát zpět na Zemi. Kromě úvah o vybavení „montážní brašnou“, umožňující opravu poškozené tepelné ochrany orbitálního stupně, se objevil i následující návrh: na palubě raketoplánu měly být k dispozici jakési přepravní vaky (Personal Rescue Enclosure Ball) o průměru 86 cm, umožňující přepravu kosmonauta z porouchaného raketoplánu na palubu záchranného prostředku. Vzhledem ke zdoluhavým a komplikovaným přípravám raketoplánu ke startu toto zařízení nenašlo uplatnění.

Rovněž při vývoji sovětského raketoplánu **BURAN** se uvažovalo o záchraně kosmonautů. Pokud by raketoplán nemohl přistát, měla k raketoplánu odstartovat kosmická loď Sojuz TM s jedním kosmonautem – záchranářem. Mj. z tohoto důvodu měly sovětský raketoplán zalétávat pouze dvoučlenné posádky. Pro tyto účely byl vycvičen tým kosmonautů – záchranářů.

Dalším připravovaným záchranným prostředkem pro posádku raketoplánu byla mnohonásobně použitelná kosmická loď ZARJA (viz výše).

Počátkem 60. let se v USA vedly diskuse nad možností záchranu posádek velkých orbitálních stanic na oběžné dráze kolem Země, o jejich vývoji se vážně uvažovalo. Řada návrhů záchranných prostředků byla navrhována jako individuální – kosmonaut ve skafandru a „katapultovacím“ křesle měl opustit palubu stanice, zorientovat svoji polohu a pomocí brzdícího raketového motoru zahájit sestup k zemskému povrchu. Po ukončení činnosti raketového motoru se měl rozvinout brzdící tepelný štít, zajišťující bezpečný dopad kosmonauta na rodnou hroudu. Některé návrhy vypracovaly například společnosti McDonnell Douglas, General Electric, Martin Marietta a Lockheed.

Například projekt záchranného zařízení PARACONE firmy McDonnell Douglas předpokládal křeslo pro kosmonauta, opatřené brzdícím raketovým motorem na tuhou pohonnou látku (TPL). Následovalo rozložení brzdícího štítu o průměru 2 m. Maximální přetížení dosahovalo 9,6 G. Padák nebyl nutný, dopadová rychlost 42 km/h byla absorbována deformací konstrukce křesla.

Na obdobném principu měly pracovat například záchranné prostředky ENCAP, GELR, EEOED, EGRESS apod. Některé umožňovaly záchranu až tří kosmonautů najednou. Nikdy však nebyly připraveny k použití při skutečném letu.

PRŮBĚH LETU STS-107 RAKETOPLÁNU COLUMBIA

Mgr. Antonín Vítek, CSc.

Základní údaje o letu

COSPAR	2003-003A
Název objektu	STS 107 Columbia F-28 Shuttle Mission 113
SSC	27647
Start	2003-01-16 15:39:00.050 UT, Kennedy Space Center, LC-39A/MLP-1, Columbia
Stav objektu	havaroval v průběhu přistání
Zánik	2003-02-01 13:59:22 UT
Životnost	15.9308 dne, tj. 0.0436 roku
Hmotnost	vzletová 2 055 902 kg vzletová družicového stupně 119 613 kg na dráze 113 524 kg přistávací 105 591 kg

Osádka

Příjmení a jméno	Narozen	Státní přísl.	Funkce	Let
Husband, Rick D.	1957-07-12, Amarillo, TX [USA]	USA	CDR	2
McCool, William C.	1961-09-23, San Diego, CA [USA]	USA	PLT	1
Anderson, Michael P.	1959-12-25, Plattsburgh, NY [USA]	USA	MS1	2
Brown, David M.	1956-04-16, Arlington, VA [USA]	USA	MS2	1
Chawla[ová], Kalpana	1961-07-01, Karnal [Indie]	USA	MS3	2
Clark[ová], Laurel B. S.	1961-03-10, Ames, IA [USA]	USA	MS4	1
Ramon, Ilan	1954-06-20, Tel Aviv [Izrael]	Izrael	PS	1

Průběh letu

(Uvedeny jen události, související s havárií. Průběh havárie odpovídá revizi 15. časové řady, zpracované komisí CAIB a zveřejněné 2003-03-15. Novější nebyla k datu zpracování sylabu tj. 2003-03-22 k dispozici.)

2003-01-16

15:39:00.050 UT: Vzlet.

15:40:21 UT: Dálkové kamery zjistily utržení 0.5 m části tepelné izolace nádrže ET z oblasti jejího předního závěsu, který zasáhl levé křídlo družicového stupně blízko jeho náběžné hrany. Podle prvotního úsudku techniků to nemohlo přivodit vážnější poškození konstrukce křídla, ani jeho tepelné ochrany. Podle pozdějších výpočtů mohly být rozměry utrženého kusu přibližně 500×400×150 mm a jeho hmotnost přibližně 1.2 kg. Kromě toho se oddělily další 2 menší kusy.

2003-01-17

Radiolokátory USAF zaregistrovaly přibližně 24 hodin po vzletu raketoplánu neznámý objekt, vzdalující se rychlostí asi 5 m/s od družicového stupně. Objekt o rozměrech asi 0.3×0.3 m pomalu rotoval a zanikl 2003-01-20 nad jižním Pacifikem. Existence objektu byla zjištěna až 2003-02-06; proto nebyl katalogizován a nebylo mu přiděleno mezinárodní označení.

2003-02-01

08:49 UT: Zahájeny přípravy k přistávacímu manévru.

13:10:39 UT: Spuštěno čerpadlo hydrauliky APU [=Auxiliary Power Unit] č.2.

13:15:30 UT: Brzdící manévr ($t=158$ s, $\Delta v=78.6$ m/s, nad bodem o souřadnicích 33.58° j. š., 98.17° v. d.).

13:26:09 UT: Zahájeno vypouštění pohonných látek z předního modulu motorů RCS.

13:27:12 UT: Ukončeno vypouštění pohonných látek z předního modulu motorů RCS.

13:31:25 UT: Spuštěno čerpadlo hydrauliky APU č. 1.

13:31:29 UT: Spuštěno čerpadlo hydrauliky APU č. 3.

13:31:57 UT: Čerpadlo hydrauliky APU č. 1 dosáhlo plného výkonu.

13:31:59 UT: Čerpadlo hydrauliky APU č. 2 dosáhlo plného výkonu.

13:32:01 UT: Čerpadlo hydrauliky APU č. 3 dosáhlo plného výkonu.

13:32:29 UT: Zahájena příprava motorů SSME pro vstup do atmosféry.

13:33:30 UT: Ukončena příprava motorů SSME pro vstup do atmosféry.

13:39:11 UT: Aerodynamická brzda a směrové kormidlo do neutrální polohy.

13:44:09 UT: Vstup do atmosféry (30.83313° s. š., 167.5564° z. d., rychlost 7.50 km/s, tj. $Ma=24.56$, výška 120.4 km, vzdálenost k místu přistání 8228 km).

13:45:20 UT: Raketoplán se nacházel ve výši 114 km a letěl rychlostí 7.60 km/s.

13:46:48 UT: Rychlost $Ma=24.66$, dynamický tlak atmosféry 24 Pa.

13:47:52 UT: Aktivovány elevony a trupová klapka (výška 88.1 km, rychlost $Ma=24.67$, dynamický tlak atmosféry 96 Pa).

13:49:07 UT: Zahájeno iterativní řízení (výška 79.2 km, rychlost $Ma=24.58$).

13:49:16 UT: Vypojeny motory pro řízení klopení (dynamický tlak atmosféry 480 Pa, $Ma=24.57$).

13:49:32 UT: Zahájen plánovaný náklon doprava (rychlost 7.47 km/s, tj. $Ma=24.51$).

13:50:00 až 13:50:43 UT: Pět nevysvětlitelných přerušení komunikace s družicí TDRS-W.

13:50:30 UT: První známky normálního aerodynamického ohřevu na zádi spodku trupu (měřicí bod V09T1702A).

13:50:53 UT: Začátek období maximálního aerodynamického ohřevu (výška 74.1 km, rychlost $M=24.12$).

13:50:56 UT: Raketoplán se nacházel v pravotočivé zatáčce (výška 75.6 km, rychlost 7.33 km/s).

13:51:19 až 13:52:49 UT: První nečekané údaje pořízené senzory ministerstva obrany. Mohou souviset se zážehy motorů RCS.

13:51:45.68 až 13:51:45.62 UT: Pravděpodobný zážeh motoru RCS L2L.

13:51:45.36 až 13:51:45.62 UT: Pravděpodobný zážeh motoru RCS L3L.

Mezi 13:52:09 a 13:52:15 UT: Pravděpodobný zážeh motorů RCS R2R a R3R v době přerušení spojení.

13:52:05 UT: První náznaky nerovnoměrného aerodynamického odporu, natáčejícího raketoplán vlevo.

Mezi 13:52 a 13:53 UT: Reportér Los Angeles Daily News, J. Blevins, pořídil snímky přelétajícího raketoplánu. Přitom pozoroval nejméně dva žhnoucí úlomky v plazmové stopě za raketoplánem.

13:52:15 UT: Na dalších dvou místech na spodku trupu začala normálním způsobem stoupat teplota (měřicí body V34T1110A a V34T1112A).

13:52:17 UT: Začala růst rychlostí 2 °C/min teplota hydraulického brzdového okruhu levého podvozku, čidlo D (měřicí bod V58T1703). Raketoplán se nacházel nad Tichým oceánem asi 450 km západně od pobřeží Kalifornie (přibližné souřadnice 39.0° s. š., 129.2° z. d., rychlost $Ma=23.6$).

13:52:25 až 13:52:31 UT: Další nečekané přerušení spojení.

13:52:32 až 13:52:47 UT: Krátkodobý rychlý nárůst teploty výpusti vody z trupu (měřicí body V62T0440A a V62T0439A).

13:52:32 až 13:52:55 UT: Rychlý krátkodobý nárůst teploty vakuového odvětrávání trupu (měřicí bod V62T0551A).

- 13:52:41 UT: Začala růst rychlostí 3.5 °C/min teplota hydraulického brzdového okruhu levého podvozku, čidlo A (měřicí bod V58T1700) a čidlo C (měřicí bod V58T1702).
- 13:52:49 až 13:52:55 UT: Další nečekané přerušení spojení.
- 13:52:56 UT: Nečekaný pokles teploty na levém vnitřním elevonu (měřicí bod V09T1006).
- 13:52:59 UT: Přestalo pracovat tepelné čidlo ve středu spodní strany levého vnitřního elevonu (měřicí bod V09T1006).
- 13:53:01 UT: První průkazné údaje o růstu klopícího momentu.
- 13:53:02 UT: Začala nečekaně klesat teplota ve zpětné větvi hydraulického systému č. 1 ovladače levého vnitřního elevonu (měřicí bod V58T0157) a č. 3 levého vnějšího elevonu (V58T0394).
- 13:53:10 UT: Přestalo pracovat tepelné čidlo na zpětné větvi hydraulického systému č. 3 ovládání levého vnějšího elevonu (měřicí bod V58T0394).
- 13:53:11 UT: Přestalo pracovat tepelné čidlo na zpětné větvi hydraulického systému č. 1 ovládání levého vnitřního elevonu (měřicí bod V58T0157).
- 13:53:24 UT: Podle plánu začalo řízení úhlu náběhu.
- 13:53:26 UT: Raketoplán přeletěl pobřeží Kalifornie nad městečkem Gualara severně od San Francisca (souřadnice 38.7° s. š., 123.5° z. d., výška 70 592 m, Ma=23.0).
- 13:53:30 UT: Raketoplán v pravotočivé zatáčce v náklonu 70°, výška 72 km, rychlost 7.06 km/s.
- 13:53:32 až 13:53:34 UT: Třísekundový výpadek telemetrie. Přestalo pracovat tepelné čidlo na zpětné větvi hydraulického systému č. 1 ovládání levého vnějšího elevonu (měřicí bod V58T0193).
- 13:53:34 UT: Začala klesat teplota ve zpětné větvi hydraulického systému č. 2 ovládání levého vnitřního elevonu (měřicí bod V58T0257).
- 13:53:36 UT: Přestalo pracovat tepelné čidlo na zpětné větvi hydraulického systému č. 2 ovládání levého vnitřního elevonu (měřicí bod V58T0257).
- Mezi 13:53:44 a 13:53:48 UT: První vizuálně ze Země pozorovaný úlomek. Na videozáběrech raketoplánu letícího nad Kalifornií, které pořídil R. Baldrige v areálu Lickovy observatoře na Mt. Hamilton, CA (37.34° s. š., 121.64° z. d.), byl zaznamenán žhnoucí drobný úlomek doprovázející raketoplán. Pravděpodobně v té době již probíhala destrukce tepelné ochrany raketoplánu.
- 13:53:46 UT: Rychlost růstu teploty hydraulického brzdového okruhu levého podvozku, čidlo A (měřicí bod V58T1700) vzrostla z 0.8 °C/min na 3 °C/min (výška 70.2 km, rychlost Ma=22.86).
- Mezi 13:53:46 a 13:53:50 UT: Druhý ze Země pozorovaný úlomek.
- 13:53:53 UT: Raketoplán se nacházel nad městem Sacramento, CA (USA).
- Mezi 13:53:54 až 13:53:58 UT: Třetí pozorovaný úlomek.
- Mezi 13:54:00 a 13:54:04 UT: Čtvrtý pozorovaný úlomek.

- Mezi 13:54:07 a 13:54:11 UT: Pátý pozorovaný úlomek.
- 13:54:10 UT: Začala růst teplota hydraulického brzdového okruhu levého podvozku, čidlo B (měřicí bod V58T1701).
- 13:54:14 až 13:54:22 UT: Další přerušení telemetrie.
- Kolem 13:54:20 UT (± 10 s): Začátek kompenzace nesymetrického aerodynamického odporu nastavováním křidélek (měřicí bod V90H1500C). Pozorována změna momentu klopení.
- 13:54:22 UT: Začala růst rychlostí 4.2 °C/min teplota pod dlaždicemi na levé střední části trupu nad křídlem (měřicí bod V34T1106, normální nárůst 0.5 °C/min) a na dalším místě nad křídlem o 3.1 °C/min (normální hodnota 1.5 °C/min, měřicí bod V09T1724A); teplota na opačné straně trupu vzrostla pouze o očekávaných 8 °C za 5 minut. Teplota nádrží s kapalným kyslíkem a vodíkem uvnitř nákladového prostoru zůstávala normální.
- 13:54:24 UT: Začala růst teplota systému hydrauliky č. 3 vysunování levého hlavního podvozku rychlostí 7 °C/min (měřicí bod V58T0405; výška 69.3 km, rychlost Ma=22.51).
- 13:54:25 UT: Raketoplán přeletěl hranice mezi Kalifornií a Nevadou (souřadnice 38.3° s. š., 119.0° z. d., výška 69 312 m, Ma=22.5).
- 13:54:26 UT: Podle plánu došlo k přepojení komunikačního systému raketoplánu z horní levé na horní pravou anténu.
- 13:54:33.3 až 13:54:33.9 UT: První náhlé zjasnění plazmové stopy. Pravděpodobně souvisí se zážehem motorů RCS R3R a R2R.
- Mezi 13:54:35 a 13:54:37 UT: Pozorován šestý velmi jasný úlomek.
- 13:54:53 UT: Nečekaný pokles teploty vnější pneumatiky levého podvozku (měřicí bod V51T0574), doprovázený poruchami v datech.
- Mezi 13:55:04 a 13:55:10 UT: Pozorován sedmý úlomek.
- 13:55:12 UT: Začala stoupat teplota zpětného ventilu brzdového hydraulického systému č. 3 (měřicí bod V58T0842A).
- 13:55:21 UT: Brzdění dosáhlo hodnoty 3.35 m/s² (0.34 g), výška 68.3 km, rychlost Ma=21.92.
- Mezi 13:55:21 a 13:55:27 UT: Pozorován osmý úlomek. Následovalo opět zjasnění plazmové stopy.
- Mezi 13:55:25 a 13:55:29 UT: Pozorován devátý úlomek a současně několik paralelních plazmových stop.
- Mezi 13:55:26 a 13:55:30 UT: Pozorován desátý úlomek z města Ivins, UT.
- 13:55:33 až 13:55:35 UT: Další výpadek telemetrie.
- Mezi 13:55:36 a 13:55:42 UT: Pozorován jedenáctý úlomek.
- 13:55:41 UT: Další měřicí bod (V34T1118A) na trupu nad levým křídlem vykázal zvýšení růstu teploty z 0 °C/min na 1.4 °C/min.
- Mezi 13:55:45 a 13:55:49 UT: Pozorován dvanáctý úlomek. Předtím a potom byly pozorovány paralelní plazmové stopy.
- 13:55:49 UT: Raketoplán vylétl ze stínu Země.

- 13:55:55 UT: Raketoplán přelétl hranice mezi Utahem a Arizonou (souřadnice 37.0° s. š., 112.4° z. d., výška 67 696 m, Ma=21.5).
- Mezi 13:55:55 a 13:55:59 UT: Pozorován třináctý úlomek. Následoval po zjasnění plazmové stopy.
- Mezi 13:55:58 a 13:56:00 UT: Pozorován velmi jasný čtrnáctý úlomek.
- 13:56:02 UT: Odpojeny zadní motory RCS pro řízení klopení. Aerodynamické síly vzrostly na 1.9 kPa.
- Mezi 13:56:00 až 13:59:00 UT: Pořízeny vysokorozlišující snímky raketoplánu dalekohledem Starfire Optical Range, Kirtland AFB, Albuquerque, NM (USA), pravděpodobně poukazující na poškození náběžné hrany levého křídla poblíže jeho kořene.
- 13:56:03 UT: Pravděpodobně poškozeno teplotní čidlo ve středu horní strany levého křídla (měřicí bod V09T1024) nebo kabel k němu.
- Mezi 13:56:09 a 13:56:13 UT: Pozorován patnáctý úlomek.
- 13:56:17.28 až 13:56:17.52 UT: Zážeh motoru RCS R3R.
- 13:56:17.30 až 13:56:17.54 UT: Zážeh motoru RCS R2R.
- 13:56:16 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky č. 1 ovládání zámku vysunování levého podvozku z 0.4 °C/min na 2.2 °C/min (měřicí bod V58T0125).
- 13:56:17 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky zpětného ventilu hydrauliky zadní brzdové čelisti levého kola levého hlavního podvozku z 0.8 °C/min na 4.9 °C/min (měřicí bod V58T0842).
- 13:56:20 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky brzdícího okruhu C levého podvozku z 0.7 °C/min na 5.5 °C/min (měřicí bod V58T1702).
- 13:56:22 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky brzdícího okruhu B levého podvozku z 1.2 °C/min na 5.1 °C/min (měřicí bod V58T1701).
- 13:56:24 UT: Pravděpodobně poškozeno teplotní čidlo ve středu spodní strany levého křídla (měřicí bod V09T1002).
- 13:56:30 UT: Zahájen plánovaný přechod do levého náklonu pro zahájení levotočivé zatáčky (výška 67.0 km, rychlost Ma=21.13).
- 13:56:45 UT: Raketoplán přelétl hranice mezi Arizonou a Novým Mexikem (souřadnice 36.1° s. š., 109.0° z. d., výška 66 751 m, Ma=20.9).
- 13:56:53 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky č. 3 vysouvání levého podvozku z 0.9 °C/min na 7.2 °C/min (měřicí bod V58T0405).
- 13:56:55 UT: Ukončen přechod do levého náklonu (výška 66.7 km, rychlost Ma=20.76).
- 13:56:55 až 13:56:57 UT: Další přerušení spojení, které však mohlo souviset se změnou orientace během plánovaného manévru.
- 13:56:58 UT: Inerciální plošina zaznamenala očekávaný růst rychlosti způsobený přechodem do opačného náklonu.
- 13:57:06 UT: Raketoplán v levé zatáčce, náklon 75° vlevo. Plánované přestavení trupové klapky.

- Kolem 13:57 UT (přesný čas nestanoven): Trupová klapka nastavena podle plánu na polohu 3°.
- 13:57:19 UT: Začal se měnit tlak ve vnější pneumatice levého podvozku (čidlo 1, měřicí bod V51P0570A).
- Mezi 13:57:19 a 13:57:29: Z Kirtland AFB pozorován šestnáctý málo výrazný objekt, který se oddělil od raketoplánu. Podle měření teploty trysek několik motorků RCS bylo v tomto časovém intervalu krátkodobě zapáleno.
- 13:57:23 UT: Raketoplán přeletěl město Albuquerque, NM (výška 66.3 km, rychlost Ma=20.34).
- 13:57:24 UT: Začal se měnit tlak ve vnější pneumatice levého podvozku (čidlo 2, měřicí bod V51P0572A).
- 13:57:28 UT: Selhalo teplotní čidlo ve středu dolního povrchu levého křídla (měřicí bod V09T1002).
- 13:57:43 UT: Selhalo teplotní čidlo ve středu horního povrchu levého křídla (měřicí bod V09T1024).
- 13:57:53.7 UT: Z Kirtland AFB pozorováno asymetrické zjasnění družicového stupně. Řada zážehů motorků RCS.
- 13:57:54 UT: Začala růst teplota hydrauliky zpětného ventilu hydrauliky zadní brzdové čelisti levého kola levého hlavního podvozku rychlostí 7.8 °C/min (měřicí bod V58T0841).
- 13:57:59.5 až 13:58:01.5 UT: Z Kirtland AFB pozorováno další asymetrické zjasnění družicového stupně. Řada zážehů motorků RCS.
- Přibližně 13:58:03 UT (±10 s): Začátek silné kompenzace aerodynamické nestability křídélky.
- 13:58:09 UT: Vzrůst krouticích momentů v klonění a zatáčení.
- 13:58:16 UT: Zvýšila se rychlost růstu teploty hydrauliky brzdového okruhu D z 0.5 °C/min na 6.5 °C/min (měřicí bod V58T1703).
- 13:58:20 UT: Raketoplán přelétl hranice mezi Novým Mexikem a Texasem (souřadnice 34.2° s. š., 103.1° z. d., výška 63 947 m, Ma=19.5).
- Mezi 13:58:32 až 13:59:22 UT: Registrován postupný pokles tlaku v obou pneumatikách levého podvozku (měřicí body V51P0571A a V51P0570A) a začala klesat teplota vnějšího (levého) kola levého podvozku (V51T0574). Současně se zvýšila rychlost růstu teploty zpětného ventilu hydrauliky č. 2 brzdového okruhu z 1.4 °C/min na 22 °C/min (V58T0841A).
- 13:58:36 UT: Zaregistrován pokles teploty vnitřního (pravého) kola levého podvozku (měřicí bod V51T0575).
- 13:58:38 UT: Přestalo pracovat čidlo č. 1 měření tlaku levé (vnější) pneumatiky levého hlavního podvozku (měřicí bod V51P0571A) a čidlo č. 2 (V51P0573A) začalo registrovat postupný pokles tlaku.
- 13:58:39 UT: Přestalo pracovat teplotní čidlo vnějšího kola (V51T0574) levého podvozku.

- 13:58:40 UT: Přestalo pracovat čidlo č. 1 měření tlaku pravé (vnitřní) pneumatiky levého hlavního podvozku (měřicí bod V51P0571A). Záložní výpočetní systém vyhlásil první poplach.
- 13:58:41 UT: Čidlo č. 2 měření tlaku pravé (vnitřní) pneumatiky levého hlavního podvozku (měřicí bod V51P0573A) registrovalo vzrůst tlaku skokem o 24 kPa během 2 sekund.
- 13:58:43 UT: Tlak v pravé pneumatice levého podvozku začal klesat (měřicí bod V51P0573A).
- 13:58:48 UT: Přestalo pracovat čidlo teploty (měřicí bod V51T0575) a čidlo č. 2 tlaku (V51P0573A) u pravé pneumatiky levého podvozku.
- 13:58:54 UT: Selhalo čidlo tlaku č. 2 u levé pneumatiky levého podvozku (měřicí bod V51P0572A).
- 13:58:56 UT: Záložní výpočetní systém vyhlásil poslední známý poplach.
- Kolem 13:59:00 UT: Dráha raketoplánu v té době odpovídala stále předpokládané, pouze počítače dále kompenzovaly nastavováním elevonů zvyšující se aerodynamický odpor levého křídla.
- 13:59:06 UT: Spínač V51X0125E indikoval vysunutí levého podvozku. Pravděpodobně šlo o chybné hlášení, protože jiný mikrospínač stále hlásil, že podvozek je zatažený a zajištěný v zatažené poloze.
- 13:59:22 UT: Registrován začátek prudkého poklesu teploty ventilů ovládání brzdové hydrauliky č. 2 u levého podvozku (měřicí bod V58T0841).
- 13:59:23 UT: Řídicí středisko přestalo dostávat data na displeje.
- 13:59:30.66 UT: Zažehnut motor RCS R2R pro zatáčení snažící se pomoci kompenzovat asymetrický aerodynamický odpor. Raketoplán se nacházel nad Texasem na bodem se souřadnicemi 32.95608° s. š., 99.04132° z. d. (výška 61.2 km, rychlost Ma=18.16).
- 13:59:30.68 UT: Zažehnut další motor RCS R3R pro zatáčení.
- 13:59:31 UT: Největší naměřené vychýlení elevonů (levý -8.11°, pravý -1.15°, měřicí body V90H7505C a V90H7555C).
- 13:59:31.400 UT: Řídicí systém FCS [=Flight Control System] začal dostávat zmatená data.
- 13:59:31.478 UT: Řídicí systém FCS se snažil zvýšit tlak v ovládání aileronů.
- 13:59:31.7 UT: Měřicí kanál č. 4 indikoval postupné otevírání aerodynamické brzdy.
- 13:59:32.130 UT: Řídicí systém FCS oznámil chybový stav všech hydraulických ovladačů řídicích ploch (aileronů a kormidla, měřicí body V79X3263X, V79X3268X, V79X3273X, V79X3278X, V79X3334X a V79X3339X).
- 13:59:32 UT: Poslední analyzovaná data uvádějí nejvyšší naměřenou teplotu u brzdového okruhu A levého podvozku, a to 77.9 °C (měřicí bod V58T1700). Poslední hlasové spojení s palubou raketoplánu.

- 13:59:32.136 UT: Řídicí středisko přijalo poslední kompletní blok dat a poté ztratilo s raketoplánem datové spojení. V té době se nacházel západně od Forth Worth, TX a severovýchodně od Abilene, TX (souřadnice 32.9° s. š., 99.0° z. d., výška 61.2 km, Ma=18.1) a tepelné i aerodynamické namáhání dosahovalo maxima. Pokračoval sice příjem telemetrie, ale pro šum nevyhodnotitelné v reálném čase.
- 13:59:32 až 13:59:37 UT: Příjem telemetrie s vysokou hladinou šumu, dodatečně částečně rozluštěné.
- 13:59:32.195 UT: Indikován pravděpodobný elektrický zkrat.
- 13:59:33.560 UT: Další poplašná signalizace.
- 13:59:32.598 UT: Pravděpodobný zkrat v ovládání ventilů hydrauliky nastavování levého vnějšího elevonu způsobil „přetahování“ mezi ovládacími prvky.
- 13:59:33.680 UT: Chybové hlášení z hydraulického systému.
- 13:59:33.863 UT: Další poplašná signalizace primárního řídicího systému.
- 13:59:33.976 UT: Vyhlášen všeobecný poplach na palubě raketoplánu. Příčina zatím neznámá.
- 13:59:34.518 UT: Hydraulické ovladače levého vnějšího aileronu odpojeny, protože dosáhly koncových poloh.
- 13:59:34.561 UT: Začalo „přetahování“ hydraulických ovladačů aerodynamické brzdy.
- Mezi 13:59:35 a 13:59:36 UT: Pozorován pohyb raketoplánu do boku.
- 13:59:36 UT: Autopilot dal příkaz k většímu náklonu vlevo, aby kompenzoval stále rostoucí aerodynamický odpor levého křídla.
- 13:59:37.3 UT: Digitální autopilot DAP [=Digital Autopilot] dal příkaz k zapojení motoru RCS R1R ve snaze odvrátit ztrátu orientace družicového stupně.
- 13:59:37.396 UT: Přerušeni příjmu telemetrie na dobu 25 s.
- 13:59:46.347 UT: Palubní počítače vydaly hlášení o chybné orientaci v náklonu.
- 13:59:52.114 UT: První hlášení o chybách v měření z levého modulu manévrovacího motoru OMS (únik pohonných látek z nádrží RCS).
- 13:59:59 až 14:01:19 UT: Při přeletu nad Texasem byly pozorovány žhnoucí úlomky v plazmové stopě za hlavní částí raketoplánu. Rozbor videozáznamů pořízených z Duncanville, TX, Arlington, TX, Camp Swift, TX a Fort Hood, TX potvrzuje předpoklad, že jako první se odlomilo levé křídlo družicového stupně.
- 14:00:01.540 UT (čas nejistý): Další hlášení o úniku pohonných látek z nádrží RCS v levém modulu OMS.
- 14:00:01.900 UT (čas nejistý): Další hlášení o úniku pohonných látek z nádrží RCS v levém modulu OMS (údaj o čase byl v datech zkomolený).

Mezi 14:00:01.717 a 14:00:03.637 UT: Pravděpodobný okamžik náhodné či úmyslné aktivace jednoho ze dvou ručních ovladačů RHC [=Rotational Hand Controller] orientace raketoplánu. Zůstával však stále v neutrální poloze a raketoplán byl stále řízen autopilotem DAP.

Mezi 14:00:02 a 14:00:06 UT: Ze Země byl vizuálně zaznamenán první velký kus, který se oddělil od družicového stupně (pravděpodobně část levého křídla).

14:00:02.660 až 14:00:04.826 UT: Poslední zachycená telemetrie z raketoplánu přes družice systému TDRSS. Vzhledem k velmi silnému šumu je interpretace dat obtížná a málo spolehlivá. Indikace, že hydraulický systém je prázdný a na nulovém tlaku, přestože čerpadla APU dosud pracovala včetně jejich chladicího systému WSB [=Water Spray Boiler], ukazuje na destrukci levého křídla nebo přerušení hydraulických rozvodů v něm. Vypojen byl také výparník chlazení klimatizace. Měřicí systém indikoval rozevření aerodynamické brzdy na 24° (letový plán předpokládal 0°). Palivové baterie, navigační systém, autopilot a počítače dosud pracovaly. Rychlost rotace kolem vertikální osy přesáhla nejvyšší měřitelnou hodnotu 20°/s. Údaje z levého modulu manévrovacích motorů OMS buď též chyběly nebo vykazovaly nesmyslné hodnoty, což naznačuje též destrukci této části družicového stupně. Indikován byl též pravděpodobný elektrický zkrat v levém modulu OMS. Naproti tomu pravé křídlo, pravý modul OMS a vlastní trup včetně motorového prostoru byly zřejmě dosud nepoškozené. V průběhu analyzované doby bylo vyhlášeno několik poplachů na různých systémech družicového stupně.

Mezi 14:00:17 a 14:00:21 UT: Pozorován druhý velký kus oddělený od raketoplánu.

Mezi 14:00:18 a 14:00:22 UT: Pozorován třetí velký kus.

Mezi 14:00:21 a 14:00:25 UT: Začátek rozpadu trupu raketoplánu.

14:00:30 UT: Videozáznam pořízený z vrtulníku Apache, letícího poblíž Fort Hood, TX (USA), zaznamenal větší počet úlomků, pohybujících se ve stopě raketoplánu.

14:03:34 UT: Vypočtený okamžik dopadu hlavní části troskek družicového stupně.

Podle meteorologického radiolokátoru pracujícího u města Shreveport, LA, trosky raketoplánu dopadly v eliptické oblasti o rozměrech přibližně 500×100 km jihovýchodně od Dallasu, TX (střed oblasti přibližně 31.8° s. š., 95.0° z. d.) mezi městy Dallas, TX, Tyler, TX, Shreveport, LA, McComb, MS, Alexandria, LA, Lufkin, TX a Palestine TX. Velké množství troskek bylo později nalezeno zejména v okrese Nacogdoches ve východním Texasu, včetně zbytků těl členů osádky.

14:12:55 UT: Ředitel letu L. Cain dal příkaz k uzamčení řídicího střediska. Vyhlášen přechod na havarijní režim.

14:15 UT: Bylo oznámeno, že není ani radiolokační kontakt s raketoplánem.

14:16 UT: Předpokládáný okamžik přistání na KSC.

AERODYNAMICKÉ A KONSTRUKČNÍ ASPEKTY SOUVISEJÍCÍ S TRAJEKTORIÍ SESTUPU RAKETOPLÁNU COLUMBIA Z OBĚŽNÉ DRÁHY

Prof. Ing. Jan Kusák, CSc

Obsah : 1) Úvod
2) Balistická (aerodynamická) rizika při sestupu
3) Konstrukční rizika
4) Co mohlo být pravděpodobnou příčinou selhání
5) Závěr

1) Ú v o d

Od katastrofy raketoplánu Columbia byla publikována celá řada informací. Ne každá informace byla technicky přijatelná, některé pak byly zcela nesprávné. Z celé plejády autorů zveřejněných zpráv a informací považuji Mgr. Antonína Vítka, CSc, za skutečnou autoritu při hodnocení události a za odborníka, který se pokusil o možné vysvětlení počátečního impulsu k rozběhu havárie z aerodynamického pohledu. Ocenění si zaslouží i pan Milan Halousek, vydavatel Kosmos News z Pardubic, a nedávno Cenou města Brna za rok 2002 v oboru žurnalistika a publicistika oceněný Ing. Tomáš Příbýl z Brna.

O průběhu letu raketoplánu Columbia jsme si vyslechli zasvěcenou přednášku, nemusíme se tedy průběhem detailněji zabývat.

Cílem této přednášky je shrnout vybraná aerodynamická a konstrukční rizika a pokusit se vyvodit určité závěry k pravděpodobné prvotní příčině selhání.

2) Balistická (aerodynamická) rizika při sestupu

Při sestupu raketoplánu z oběžné dráhy se setkáváme s těmito potenciálními riziky :

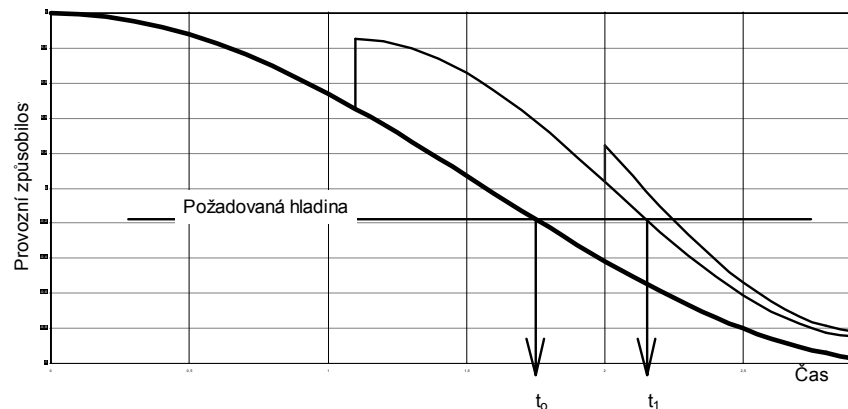
- nepřesné natočení raketoplánu zádí proti směru letu (zabezpečuje systém orientačních motorů)
- nesprávná funkce motorů OMS při snížení rychlosti družicového stupně

- ❑ nesprávné natočení raketoplánu přední částí ve směru letu (zabezpečuje opět systém korekčních motorů) a nastavení sklonu podélné osy (úhlu náběhu)
- ❑ významné vyosení výsledné aerodynamické síly při horizontální poloze křídel
- ❑ zvýšený ohřev exponovaných částí raketoplánu
- ❑ neúčinné brzdění při sérii levých a pravých zatáčkách raketoplánu
- ❑ profil trajektorie neumožní v případě nezbytnosti manuální režim přistávání
- ❑ nároky na řídicí a ovládací techniku jsou vysoké; značné rozdíly mohou být např. ve výškovém profilu teploty atmosféry a z toho vyplývají i korekce s ohledem na změnu měrné hustoty atmosféry v závislosti na výšce letu (rozdíly ve velikosti dynamického tlaku atmosféry za supersonického letu) – obrázek bude promítnut v průběhu přednášky.

Potenciální rizika budou v průběhu přednášky podrobněji rozebrána.

3) Konstrukční rizika

- ❑ Obecně - provozní způsobilost je nějakou funkcí času – viz následující obrázek
- ❑ Konkrétní data :
Columbia – první americký raketoplán, vývoj od r. 1972, první zkušební start 12. 4. 1981, další tři zkušební lety v roce 1982, 11. 11. 1982 první



řádný let

- únor 1992 – úpravy pro umožnění delšího pobytu na oběžné dráze
- září 1999 – několik desítek úprav, posílena i termoizolace na křídlech
- červenec 2002 – důkladná prohlídka všech čtyř raketoplánů, objeveny trhlinky na palivovém potrubí u všech raketoplánů

- poslední 28. start 16. ledna 2003, havárie při sestupu z oběžné dráhy 1. února 2003

Obecná závislost provozní způsobilosti na čase

Poznámky k vlivům obecně ovlivňujících provozní způsobilost:

- ♦ obvykle při bezporuchovém provozu a nárůstu cen za materiál a zařízení se šetří na spolehlivosti, např. uplatňování jen namátkových kontrol (standardní rutina)
- ♦ na provoz jsou často omezené prostředky

Raketoplán – velmi složitý systém: značný počet dílů, stovky km kabeláže, více jak 27 000 termoizolačních dlaždic a vložek.

Columbia – důkladné kontroly po každém letu, kontroly stavu termoizolačních dlaždic a vložek (všechny díly termoizolace není asi šance důkladně prohlédnout a prověřit). Starší provedení izolace pokrývající povrch odhazovací nádrže ET. Při svém posledním letu nebyl vybaven manipulátorem RMS.

4) Co mohlo být pravděpodobnou příčinou selhání

Dosud se diskutovaly vážněji následující možnosti:

- Náraz tělesa, například kusu izolace při startu
- Srážka s malým meteoritem během mise
- Srážka s kosmickým smetím
- Technická závada v konstrukci raketoplánu
- Elektromagnetická bouře
- Plstnatá pružná podložka – přechod mezi dlaždicemi a kovovým potahem družicového stupně
- Vytržení izolační ucpávky při turbulencích

Nikdo dnes asi nezpochybňuje, že příčinou havárie bylo selhání – kolaps tepelné ochrany levé poloviny křídla.

Osobně se domnívám, že pracovní hypotéza kolegy Vítka je velmi pravděpodobná jako jedna z prvotních příčin rozběhu havárie, nemohla však působit osamocena. Při haváriích se obvykle sejde více prvotních příčin (někdy je nazýváme náhodnými ději působícími prakticky současně – důsledky jsou obvykle fatální). Domnívám se, že některé by mohly mít svůj zdroj ve výše naznačených bodech přednášky.

5) Závěr

K dnešnímu dni bylo zveřejněno hodně a přesto dosud málo údajů. Tými vyšetřovateli nemají před sebou jednoduchou práci s přihlédnutím k tomu, že řada dílů raketoplánu byla exponována vysokými teplotami a tlaky a doznala rozsáhlé deformace, bude jen velmi obtížné přesněji stanovit prvotní příčinu havárie, a to zejména za předpokladu působení několika pravděpodobně náhodných vlivů.

V každém případě se zdá, že problematice provozní způsobilosti asi bude v budoucnu věnována zvýšená pozornost a lze předpokládat i zařazení některých projektů, které by perspektivně měly být následovníkem stávajících raketoplánů.

Použitá literatura :

[1] Kosmos News č. 39 a 40, 2003-03-24

[2] Zpravodaj březen 2003, Hvězdárna a planetárium Plzeň

[3] Vitek, A.: Co se stalo s Columbií, L+K č. 4/2003, str. 4 až 10

[4] Kusák, J.: Nepublikované rukopisy, Brno, 2000 až 2003

MIMOŘÁDNÁ SITUACE NA PALUBĚ!

Ing. Tomáš Příbyl

Už mnohokrát jsme byli svědky – a bezesporu ještě mnohokrát budeme – faktu, že dobývání vesmíru není jednoduchou záležitostí. A že si mnohdy žádá i daň nejvyšší, a to lidský život. Cílem této přednášky není posluchače seznámit s haváriemi, kdy umírali lidé, ale naopak – kdy dokázali z různých mimořádných situací vyváznout.

K mimořádným situacím může dojít prakticky v jakékoliv fázi letu: při výcviku, startu, vlastním letu vesmírem a třeba i při přistání. Ne nadarmo proto věnují kosmonauti více než osmdesát procent svého výcvikového času návratu mimořádným situacím. Neb, jak praví jedno staré české pořekadlo: „Štěstí přeje připraveným.“

- **Vostok** – S vážnými problémy se potýkal už první kosmonaut světa, Jurij Gagarin, při přistávacím manévru se svou kabinou Vostok (nikoliv Vostok-1 – SSSR neměl ve zvyku číslovat první lodě nových sérií, toto pravidlo ukončil vlastně až Sojuz-1). Při rozdělování Vostoku na kabinu s kosmonautem a motorový blok nedošlo k pyrotechnickému přetržení spojovacího kabelu.

Šlo o jakousi „pupeční šňůru“, která zajišťovala propojení systémů obou částí lodi k sobě. Asi deset minut oba kusy Vostoku neplánovaně rotovaly, než došlo k přetržení kabelu vlivem vzniklého kroucení. Návratový modul se pak samočinně stabilizoval. Ale co kdyby k přetržení nedošlo? Kabel by se nejspíše přepálil při prvotním kontaktu s atmosférou, čímž by se obě tělesa oddělila. Horší situace mohla vzniknout v případě, že by do sebe části kabiny narazily... Naštěstí k tomu nedošlo.

- **Sojuz-10** – Kosmická loď se den po startu (22. dubna 1971) přiblížila ke stanici Saljut a ve vzdálenosti sto osmdesáti metrů převzal velitel Šatalov ruční řízení. Setkání se vydařilo, ale došlo k jiné závadě. Kontakt totiž nebyl tak pevný, jak se očekávalo, takže osádka nemohla přestoupit na palubu stanice. Šatalov tedy loď odpojil a znovu provedl celý setkávací manévr – ovšem opět bezúspěšně. Proto byl vydán příkaz k předčasnému návratu. Problémům ale neměl být konec. Stejně tvrdohlavě, jako se původně Sojuz-10 nechtěl k Saljutu připojit, tak se ani nechtěl od stanice odpoutat. Po několika hodinách marných pokusů o oddělení začala být situace na pováženou. Loď Sojuz byla totiž konstruovaná tak, že se orbitální sekce odhazovala až po dokončení brzděného manévru společně s motorickou sekcí. Nebylo tedy možné oddělit od stanice pouze návratový modul a motorickou sekcí. Zásoby na palubě Sojuzu byly velmi omezené, řídicí středisko proto vydalo příkaz k odpočinku a horečně řešilo vzniklou situaci. Sojuz-10 se ale zcela nečekaně „umoudřil“ a od stanice „odplul“.
- **Sojuz-18A** – Start uskutečněný 5. dubna 1975 s Olegem Makarovem a Vasilem Lazarevem, loď se ale nepodařilo navést na stanovenou dráhu: došlo k poruše, když selhaly pyropatrony oddělující druhý a třetí stupeň. Řídicí počítač to však nevzal na vědomí a podle normálního programu zažehl motor třetího stupně. Raketa začala ztrácet stabilitu, proto kosmonauti bleskově zahájili nouzový návrat. Automatika záchranného systému oddělila kabinu od nosiče, kosmonauti ji otočili proti směru letu a zapálili brzdící motor.
- **Sojuz-33** – Při setkávacím manévru se stanicí Saljut-6 měl hlavní motor Sojuzu-33 pracovat šest sekund, ale vypnul se už po třech. A navíc byla jeho činnost zahájena prudkým nárazem, skoro až explozí. Kosmonauty toto „škubnutí“ mrštilo na řídicí panel. Ani podruhé nebyl jeho chod o nic lepší a citlivé čidlo jej vypořadlo prakticky již v okamžiku zážehu. Kosmonaut Valerij Rjumin, pozorující manévry Sojuzu z paluby orbitální stanice, pak řídicímu středisku oznámil, že plamen z motoru má velmi neobvyklý tvar i barvu. Automatický senzor stále tvrdošjně při pokusech o zážeh vypínal motor, když zjistil nesrovnalosti v hoření.

Tím zabránil přítoku paliva, neboť by mohlo dojít k poškození nebo dokonce k explozi celého Sojuzu. Sojuz-33, u něž byly obavy z možnosti poškození i záložního motoru, nakonec přistál po zkráceném dvoudenním letu. Selhání hlavního motoru Sojuzu-33 je dodnes záhadou.

- **Sojuz T-8** – Kosmická loď s trojicí Vladimir Titov, Gennadij Strekalov a Alexander Serebrov se vydala na svou hvězdnou odyseu 20. dubna 1983. Start byl několikrát odložen: 11. a posléze i 14. dubna pro technické závady na nosné raketě. Při startu a navádění do vesmíru zavádil odhazovaný aerodynamický kryt o anténu přibližovacího a setkávacího radaru, o čemž ovšem v tomto okamžiku ještě nikdo nevěděl. Kosmonauti na závadu přišli až při pokusu o přiblížení ke stanici. Když jim nepracovala automatika, rozhodli se pro manuální přiblížení ze vzdálenosti deseti kilometrů. Vůbec přitom neměli představu o tom, jaká je vzdálenost mezi jejich lodí a cílovou stanicí. Tuto informaci jim zprostředkovávaly jen pozemní sledovací střediska. Jejich přesnost a aktuálnost ale při manévrech, kdy šlo o centimetry a vteřiny, nebyla ani zdaleka dostačující. Celá operace měla jen malou šanci na úspěch. Titov si ale vedl fantasticky (přestože, jak později po letu přiznal, nikdy před tímto letem netrénoval manuální spojení) a přivedl Sojuz T-8 až na 330 metrů ke stanici. V tomto okamžiku ovšem obě tělesa vstoupila do zemského stínu, v důsledku čehož přišla posádka o momentálně veledůležitý zdroj vizuálních informací. Titov ještě chvíli postupoval s lodí až na vzdálenost 175 metrů. Když viděl, že zakotvit u stanice už nedokáže, zařadil „zpátečku“ a odeslal Sojuz na vyšší dráhu. Misi tak zrušil. Let plánovaný na osm až devět měsíců byl ukončen po pouhých dvou dnech letu hladkým přistáním. To se vydařilo i přesto, že na palubě lodi bylo před zahájením návratového manévru kriticky málo paliva.
- **Challenger STS-8** – Vážný problém potkal raketoplán Challenger při misi STS-8. Přesněji – o problému nikdo neměl ani tušení až do okamžiku, kdy došlo k poletové prohlídce dvojice pomocných startovacích motorů SRB. Bylo zjištěno, že na jednom z nich došlo k výraznému poškození trysky. Ta je před žhavými spaliny chráněna z vnitřní strany ablativní vrstvou. Tato vrstva je za normálních okolností tlustá 7,5 cm, přičemž v průběhu dvou minut činnosti motoru dojde k jejímu odpaření zhruba z poloviny. Jenomže při startu STS-8 byla na některých místech ztenčena na pouhých pět milimetrů! Jinými slovy: kdyby motory pracovaly o nějakých 13 až 15 sekund déle, došlo by k úplné ztrátě ochranné ablativní vrstvy a vzápětí k prohoření trysky SRB. To by mělo za následek nerovnoměrný tah motoru, prudké vybočení raketoplánu ze směru letu, pravděpodobně překročení jeho dynamických možností a následnou destrukci.

Jako hlavní viník této příhody byla označena špatná pryskyřice použitá při výrobě ablativní vrstvy v motorech SRB.

- **Sojuz T-10A** – Šestadvacátého září 1983 stála na Bajkonuru připravená další raketa s kabinou Sojuz T, do níž dvě hodiny před startem usedli Vladimir Titov a Gennadij Strekalov. Do plánovaného okamžiku vzletu zbývalo devadesát sekund, když na raketě došlo k vážné závadě – začalo z ní unikat palivo a vylévat se na rampu. Minutu před startem se pak u paty nosiče objevil kouř a plameny. Zodpovědní pracovníci neváhali ani sekundu a vydali povel k okamžité katapultáži kabiny s kosmonauty pomocí záchranného systému SAS. Elektroinstalace v raketě už ale prohořela, takže systém nereagoval. Až po předlouhých sekundách se podařilo systém SAS aktivovat rádiem a loď byla katapultována. V té chvíli už kouř a plameny pohltily celou raketu až po kabinu s Titovem a Strekalovem, na něž v okamžiku katapultáže zapůsobilo přetížení 17 G. Šest sekund nato raketa explodovala. Titov celou situaci dodatečně popsal tak, že slyšel tupou detonaci pyropatron a následný šílený řev – to jak bily plameny z trysek SAS do pláště kabiny. Pět sekund jejich činnosti postačilo k tomu, aby se loď dostala do bezpečí. Ve výšce 650 metrů se kabina rozdělila, od návratového modulu se oddělil tepelný štít a vzápětí došlo k hladkému nouzovému přistání čtyři kilometry od vybuchující rakety. V průběhu celé dramatické události kosmonauti na nic nesáhli, vše zařídila automatika. Oba piloti byli nezraněni, ale šokováni. Vzhledem k tomu, že při tomto startu nebyli ve vesmíru, neměli podle platných regulí nárok ani na vyznamenání, ani na odměnu za let. Ta mimochodem činila 3000 rublů. Aby jim mohla být proplacena částka alespoň za odzkoušení systému SAS v praxi, dostal se celý případ na stůl až samotnému Brežněvovi.
- **Columbia STS-9** – Mise s laboratoří Spacelab-1 se blížila k závěru, astronauti seděli na svých místech a velitel Young se chystal Columbií natočit zadní částí proti směru letu, aby bylo možné provést brzdicí manév. Jenomže v okamžiku, kdy vydal příkaz k zážehu předových orientačních motorů systému RCS, vypadl jeden ze čtyř hlavních počítačů raketoplánu. Young se pokusil celý manév zopakovat – Columbia vzápětí ztratila druhý počítač. Řídící středisko se rozhodlo neriskovat a přistání odvolalo. Vzápětí selhala také jednotka IMU. Až po osmi hodinách odstraňování závad a analýze problému bylo vydáno povolení k zopakování pokusu o přistání. To už se podařilo jeden ze dvou ztracených počítačů nahodit, ale zároveň bylo nutné, aby Young otočil raketoplán bez pomoci předových motorů RCS. Manév se nakonec vydařil, 156 sekund činnosti motorů OMS zbrzdilo stroj natolik, že opustil oběžnou dráhu a začal klesat směrem k Edwardsově základně v Kalifornii.

Problémům ale neměl být konec. Zhruba dvě minuty před přistáním došlo k selhání těsnění a k úniku hydrazinu ve dvou ze tří čerpadel APU. Toto mělo za následek vznik požáru v motorové sekci, který ovšem nikdo nezaregistroval – navíc k bezpečnému přistání postačuje jediná fungující jednotka APU. Nicméně požár se několik minut po přistání projevil výbuchem v motorové sekci, která byla značně poškozena. Kdyby k požáru nebo následnému výbuchu došlo o několik minut dříve, tedy ještě za letu Columbie, stala by se tato neovladatelnou a následoval by neodvratný pád. Bez čerpadel APU není možné řídit hydraulické systémy stroje – a tudíž není možné let jakkoliv usměrňovat.

- **Challenger STS-51F** – Dramatický start se šťastným koncem představoval let STS-51F raketoplánu Challenger. Devatenáctý start raketoplánů USA se uskutečnil 29. července 1985. Stroj letěl přesně 3 minuty a 30 sekund, když se objevily problémy. Jedno ze dvou teplotních čidel vysokotlakého čerpadla v motoru číslo 1 selhalo. To je poměrně závažná závada – motor je zapotřebí vypnout v okamžiku, kdy selžou obě teplotní čidla. Z bezpečnostních důvodů není možné pokračovat v letu s motorem, o jehož technickém stavu nejsou podrobné informace. Přesně 73 sekund po ztrátě čidla prošel raketoplán bodem, kdy už nebylo možno provést manévr RTLS s nouzovým přistáním zpět na Floridě. K provedení takového úkonu měl totiž příliš velkou dopřednou rychlost. Let probíhal právě 5 minut a 12 sekund, když dopředná rychlost stroje byla natolik velká, že v případě selhání jednoho z motorů bylo možné uvažovat o nouzovém navedení na oběžnou dráhu. A skutečně – v T + 5 minut 45 sekund selhalo i druhé teplotní čidlo a motor SSME byl automaticky odpojený. Velitel raketoplánu Charles Fullerton hlásil: „Přišli jsme o prostřední motor.“ Řídící středisko mu situaci potvrdilo: „Rozumím. Potvrzujeme, zůstaňte na příjmu. Přejít do režimu ATO. Přejít do režimu ATO.“ ATO by se dalo přeložit jako „nouzové navedení na oběžnou dráhu“. Skutečný význam manévru ATO ale spočívá v navedení kosmické lodi na nižší než plánovanou oběžnou dráhu. Manévr ATO znamenal, že ještě v průběhu hoření zbývajících dvou motorů SSME došlo k zážehu manévrovacích motorů OMS, které spálily 1995 kg paliva a okysličovačla. Tento manévr měl několik významů: jednak snížil hmotnost raketoplánu, jednak zážeh motorů OMS pomohl zvýšit rychlost Challengeru a jednak zajistil, že nádrž ET bude pokračovat po dráze, kdy shoří v atmosféře nad řídké obydlenými oblastmi. Zbývajících dva motory SSME pracovaly déle, než bylo plánováno a k jejich vypojení došlo 9 minut a 42 sekund po startu. Nádrž ET byla odhozena a shořela místo nad Indickým oceánem nad Saúdskou Arábií.

Nejpříjemnější ovšem bylo zjištění, že rychlost raketoplánu je jen o 28,5 metru za sekundu nižší, než se plánovalo v případě normálního průběhu letu. To umožnilo navedení Challengeru na stabilní oběžnou dráhu. První den ve vesmíru byly provedeny čtyři korekční zážehy pomocí motorů OMS, které oběžnou dráhu patřičným způsobem upravily. Ta byla o 70 km nižší než předpokládaná, ale přesto dostatečná. Challenger nakonec mohl strávit ve vesmíru nikoliv plánovaných sedm, ale hned osm dní, díky čemuž bylo provedeno více vědeckých pozorování. Posádka později na situaci na palubě v průběhu nouzového navádění na oběžnou dráhu vzpomínala s úsměvem. Velitel Fullerton situaci komentoval slovy: „Kdybychom o motor přišli o chvíli dříve, museli bychom nouzově přistát na španělském letišti Zaragoza. Asi bychom vytvořili nový rekord v přeletu Atlantiku, ale – po pravdě řečeno – moc jsme o něj nestáli.“

- **Columbia STS-83/94** – Poměrně dramaticky se vyvíjela mise Columbia, která bez větších potíží odstartovala 4. dubna 1997. Jenomže už po několika hodinách pobytu ve vesmíru začala jedna ze tří energetických kyslíko-vodíkových baterií vykazovat anomálie. Posádka se ve spolupráci s techniky na zemi pokoušela baterii „umoudřit“, ale veškerá snaha byla marná, nakonec ji bylo nutné nenávratně vypnout. To mělo vážné důsledky pro celý let, plánovaný na šestnáct dní – nedostávalo se energie na uskutečnění celé mise, nedostávalo se energie ani na provedení vědeckých pokusů v rámci zkrácené mise, bezpečnostní předpisy požadovaly předčasný návrat Columbie. Toto rozhodnutí bylo podloženo i obavou z možnosti výbuchu poškozené baterie. A tak se zklamaná sedmičlenná posádka vrátila už po čtyřech dnech letu vesmírem. Vzhledem k tomu, že žádný z cílů mise nebyl splněn, přistoupila NASA k bezprecedentnímu rozhodnutí: let raketoplánu bude po odstranění závady zopakovaný. A skutečně, se stejnou posádkou i stejným nákladem odstartovala Columbia k misi STS-94 už 1. července 1997. Tentokrát vše dopadlo na výtečnou a všechny stanovené úkoly byly splněny.

(V tomto textu je jen víceméně náhodný výběr několika mimořádných situací na palubách kosmických lodí. V žádném případě nejde o výčet úplný nebo seznam nejzávažnějších incidentů, k nimž v historii kosmonautiky došlo.)

DŮSLEDKY HAVÁRIE RAKETOPLÁNU COLUMBIA PRO PILOTOVANÉ LETY

Mgr. Antonín Vítek, CSc.

Původní plány na rok 2003

2003-02-02 - Progress-M 47 (výr. č. 247, let ISS-10P) – splněno

2003-03-01 - Atlantis (let STS 114 alias ISS-ULF-1 [=Utility and Logistics Flight]).

Osádka:

CDR: Eileen M. Collins[ová]

PLT: James M. Kelly

MS1: Soichi Noguchi (Japonsko)

MS2: Stephen K. Robinson

Pasažéři nahoru (ISS-7):

MS-3: Jurij I. Malenčenko

MS-4: Aleksander J. Kaleri

MS-5: Edward T. Lu

Pasažéři dolů (ISS-6):

MS-3 - Kenneth D. Bowersox

MS-4 - Donald R. Pettit

MS-5 - Nikolaj M. Budarin

Záloha ISS-7:

MS-3: Sergej K. Krikaljov

MS-4: Sergej A. Volkov

MS-5: Paul W. Richards

Náklad: Zásoby pro osádku ISS, vědecké vybavení, náhradní silový setrvačnický CMG [=Control Moment Gyroscope]

2003-04-26 - Sojuz-TMA 2 (výr. č. 212, let ISS-6S)

Letová osádka REP-5

KK: Gennadij I. Padalka

BI: Pedro F. Duque

Záložní osádka:

KK: Pavel V. Vinogradov

BI: Oleg V. Kotov

Náklad: Zásoby pro osádku, vědecké experimenty

2003-05-23 - Endeavour (let STS 115 alias ISS-12A)

Osádka:

CDR: Brent W. Jett, Jr.

PLT: Christopher J. Ferguson

MS-1: Joseph R. Tanner

MS-2: Daniel C. Burbank

MS-3: Steven G. MacLean (Kanada)

MS-4: Heidemarie M. Stefanyshyn-Piper[ová]

Náklad: příhradové konstrukce ITS-P3 [=Integrated Truss Structure - Port Three], ITS-P4 [=Integrated Truss Structure - Port Four], panely fotovoltaických článků PVAA-P4 [=Photovoltaic Array Assembly - Port Four], zásoby pro ISS, vědecké vybavení

2003-06-15 - Progress-M1 10 (let ISS-11P)

Náklad: pohonné látky, voda, vzduch, potraviny, léky a zdravotnické potřeby, oblečení a prádlo.

2003-07-24 - Atlantis (let STS 116 alias ISS-12A.1)

Osádka:

CDR: Terrence W. Wilcutt

PLT: William A. Oefelein

MS-1: Robert E. L. Curbeam, Jr.

MS-2: A. Christer Fuglesang (ESA, Švédsko)

Pasažéři nahoru (ISS-8):

MS-3: Valerij I. Tokarev

MS-4: C. Michael Foale

MS-5: William S. McArthur, Jr.

Pasažéři dolů (ISS-7):

viz výše

Záloha ISS-8:

MS-3: Leroy Chiao

MS-4: Charles J. Camarda

MS-5: Michail Kornijenko

Náklad: příhradová konstrukce ITS-P5 [=Integrated Truss Structure - Port Five], zásoby pro ISS

2003-08-10 - Progress-M 48 (let ISS-12P).

Náklad: jako ISS-11P

2003-10-02 - Endeavour (let STS 117 alias ISS-13A)

Osádka:

CDR: Frederick W. Sturckow

PLT: Mark L. Polansky

MS-1: James F. Reilly, II.

MS-2: Richard A. Mastracchio

MS-3: Joan E. Higginbotham[ová]

MS-4: Patrick G. Forrester

Náklad: příhradové konstrukce ITS-S3 [=Integrated Truss Structure - Starboard Three], ITS-S4 [=Integrated Truss Structure - Starboard Four], panely fotovoltaických článků PVAA-S4 [=Photovoltaic Array Assembly - Starboard Four], zásoby, vědecké vybavení

2003-10-18 - Sojuz-TMA 3 (výr. č. 213, let ISS-7S)

Osádka REP-6:

KK: Pavel V. Vinogradov

BI: André Kuipers

Záložní osádka:

KK: Jurij I. Onufrijenko

BI: Oleg I. Skripočka

Náklad: vědecké experimenty.

2003-11-18 - Progress-M1 11 (let ISS-13P)

Náklad: jako ISS-11P

2003-11-13 - Columbia (let STS 118 alias ISS-13A.1)

Osádka:

CDR: Scott J. Kelly

PLT: Charles O. Hobaugh

MS-1: Scott E. Parazynski

MS-2: Dafydd R. Williams (CSA, Kanada)

MS-3: Lisa M. Nowak[ová]

TiS: Barbara R. Morgan[ová]

Náklad: příhradová konstrukce ITS-S5 [=Integrated Truss Structure - Starboard Five]

Bezprostřední důsledky havárie

Okamžité zastavení letů raketoplánů

Dočasné přerušování výstavby stanice

Prodloužení pobytu stávající dlouhodobé osádky stanice o 2 měsíce

Nejdůležitější problémy s udržením ISS v provozu**Logistické zabezpečení**

Úkoly:

výměna osádek

zásobování stanice spotřebním materiálem (voda, vzduch, potraviny, léky a zdravotnické potřeby, prádlo a oblečení atd.)

pohonné látky

náhradní díly

Řešení:

nutnost dodatečných letů ruských transportních lodí Sojuz-TMA

nutnost dodatečných letů ruských nákladních lodí Progress-M a Progress-M1

Problémy:

- nedostatek finančních prostředků v Rosaviakosmosu
- legislativní překážky v převodu finančních prostředků z USA do Ruska (tzv. Iránský zákon)
- dlouhá doba výroby těchto lodí (cca 18 měsíců)
- malá transportní kapacita (hmotnost i rozměry nákladu)

Provozní zabezpečení

Úkoly:

- zabezpečení kompenzace aerodynamického odporu (tč. pokles průměrné výšky dráhy 100 až 150 metrů/den)

- zabezpečení dýchacího ovzduší na stanici (dodávka kyslíku a odstraňování oxidu uhličitého a jiných škodlivin)

- zabezpečení osádky potravinami a pitnou vodou

- údržba a opravy systémů stanice

Řešení:

- zvyšování dráhy motory Progressů; předčasným zvýšením dráhy snížen aerodynamický odpor; optimalizace orientace stanice a panelů slunečních baterií; při současné sluneční aktivitě zajištěna životnost i bez zvýšení frekvence startů nejméně do konce roku 2004

- kyslík je vyráběn přístrojem Elektron; zásoba záložních patron KClO_4 na cca 180 osobdní; dva nezávislé systémy pro odstraňování CO_2 v provozu; záložní systémy s LiOH patronami; snížení počtu členů dlouhodobých osádek ze 3 na 2 osoby

- v současné době řešeno ekonomičtějším využíváním zásob; snížení počtu členů osádky

- většina systémů je zálohována; jisté množství náhradních dílů je na stanici k dispozici; drobné náhradní díly lze zařadit do nákladu ruských lodí, v delší perspektivě problematické

Problémy:

- úzkým profilem zásobování je voda; pro technickou vodu (na výrobu kyslíku) bude nutno zprovoznit zařízení na recyklaci vody z moče (zatím jen ověřovací prototyp)
- problémy se silovými setrvačníky CMG [=Control Moment Gyroscope]; jeden mimo provoz a u dalšího se projevují známky problémů s ložisky; nemožnost dopravit toto zařízení na Progressech
- při větším počtu nečekaných závad je zásobování Progressy náhradními díly nedostatečné a málo pružné

Revidovaný plán

Návštěvníké osádky REP-5 a REP-6 byly rozpuštěny a místo nich byly vybráni následující astronauti/kosmonauti pro nouzové udržovací osádky stanice ISS: Jurij I. Malenčenko, Aleksander J. Kaleri, Edward T. Lu a C. Michael Foale, kteří se připravují v CPKG ve Hvězdném městečku v rámci skupiny MKS-7. Letová osádka, složená z jednoho Rusa a jednoho Američana, měla být potvrzena na setkání představitelů NASA, Rosaviakosmosu a ESA v Holandsku tento týden (pravděpodobně 25. března).

Pro eventuální další nouzovou udržovací osádku se v rámci skupiny MKS-8 připravují astronauti Valerij I. Tokarev a William S. McArthur, Jr.

Ostatní dlouhodobé osádky pro ISS byly prozatím rozpuštěny a jejich členové se účastní pouze kondičního výcviku. Výjimku tvoří nově vytvořená osádka Krikaljov-Volkov-Phillips a jejich záložníci Padalka-Kononěnko-Fincke, kteří by měli startovat jako první osádka po obnovení letů raketoplánů a která zahájila v únoru přípravu k letu na ISS v rámci letu ISS-ULF-1 alias STS-114.

2003-05-05 (předběžné datum, závisí na rychlosti příprav kosmické lodi) - Sojuz-TMA 2 (výr. č. 212, let ISS-6S)

Osádka nahoru:

první udržovací osádka dosud oficiálně nestanovená, pravděpodobně:

Hlavní osádka:

KK: Malenčenko

BI: Lu

Záložní osádka:

KK: Kaleri

BI: Foale

2003-05-15 - odlet a přistání Sojuz-TMA-1

Osádka dolů (ISS-6):

viz výše

2003-06-15 (předběžné datum) - Progress-M1 10 (let ISS-11P)

Bude-li včas vyřešen problém s raketoplány, pak

2003-červen až srpen (nejdřívější možný start) - Atlantis (let STS 114 alias ISS-ULF-1 [=Utility and Logistics Flight]).

Osádka:

CDR: Eileen M. Collins[ová]

PLT: James M. Kelly

MS1: Soichi Noguchi (Japonsko)

MS2: Stephen K. Robinson

Pasažéři nahoru (ISS-8):

viz výše

Pasažéři dolů:

první udržovací osádka

Pokud problém s raketoplány nebude vyřešen do konce září, pak

2003-10-18 - Sojuz-TMA 3 (výr. č. 213, let ISS-7S)

Osádka nahoru:

druhá udržovací osádka dosud nestanovená, pravděpodobně

Hlavní osádka:

KK: Kaleri

BI: Foale

Záložní osádka:

KK: Tokarev

BI: McArthur

2003-10-26 - odlet a přistání Sojuz-TMA 2

Osádka dolů:

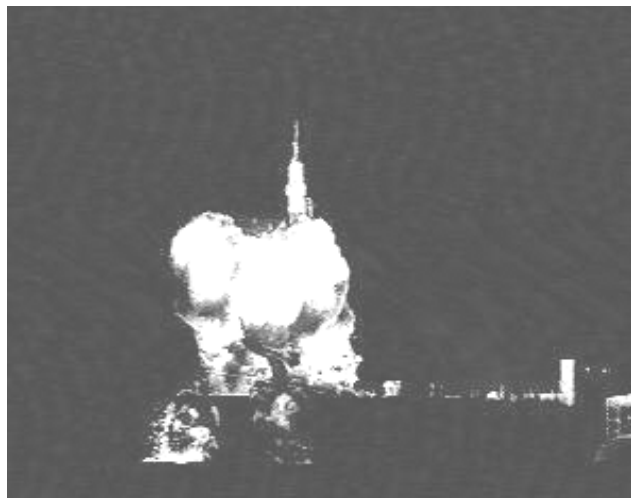
První udržovací osádka

2004-červen - podle současných představ nejzazší termín obnovení letů raketoplánů

Obrazová příloha:

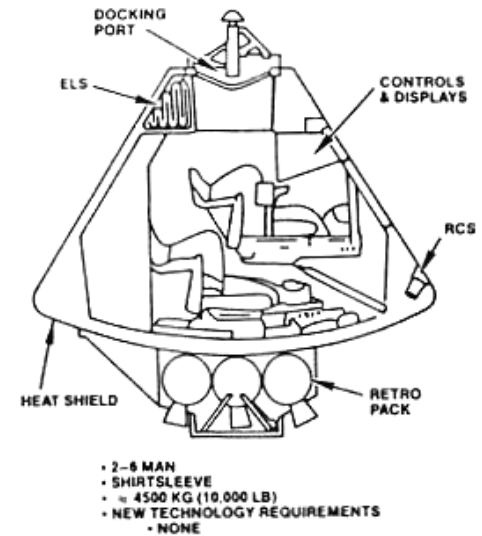


Havárie raketoplánu Challenger v lednu 1986

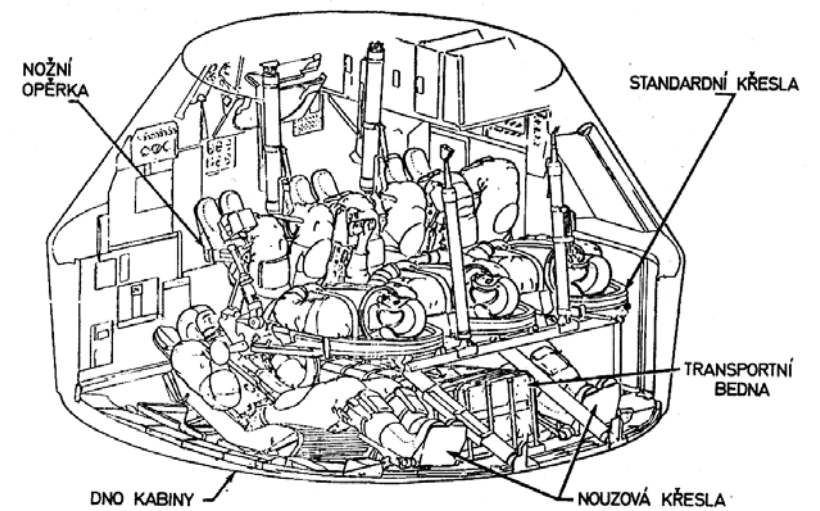


Sojuz 10A – požár, který zachvátil nosnou raketu Sojuz v září 1983

APOLLO CM ESCAPE CONCEPT
(ROCKWELL)



Navrhovaná úprava kabiny Apollo pro záchranu posádky raketoplánu



Předpokládaná úprava KL Apollo pro záchranu posádky Skylabu