

NÁVRAT V PLAMENECH

TRAGICKÁ CESTA POSÁDKY RAKETOPLÁNU COLUMBIA



Milan HALOUSEK
Česká kosmická kancelář

Raketoplán Columbia

Nejstarší stroj americké vesmírné flotily, OV-102

Pojmenování podle lodi Columbia, která jako první americká loď obeplula svět
(Robert Gray, 1792)

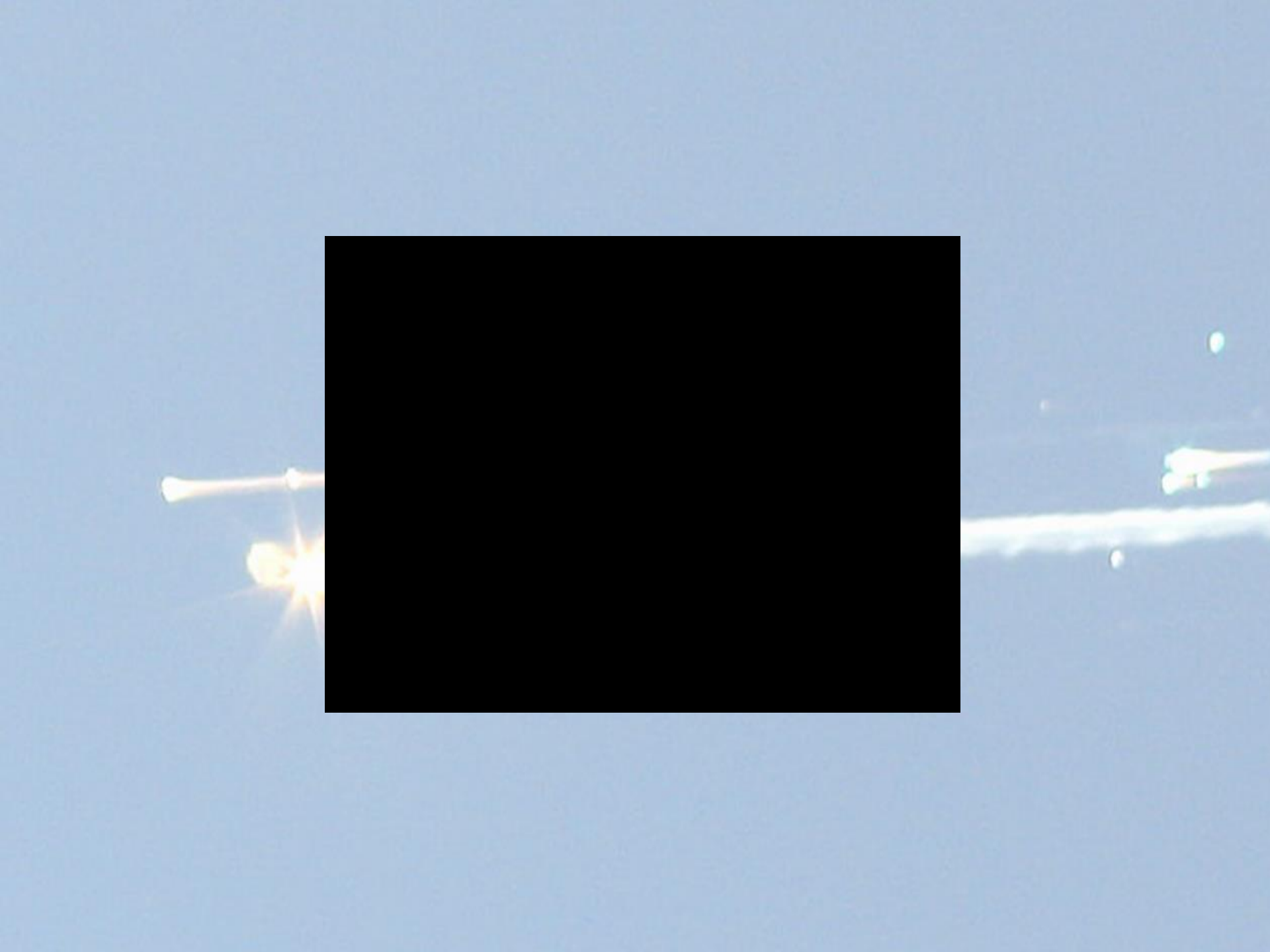


Raketoplán Columbia

První start: 12. dubna 1981

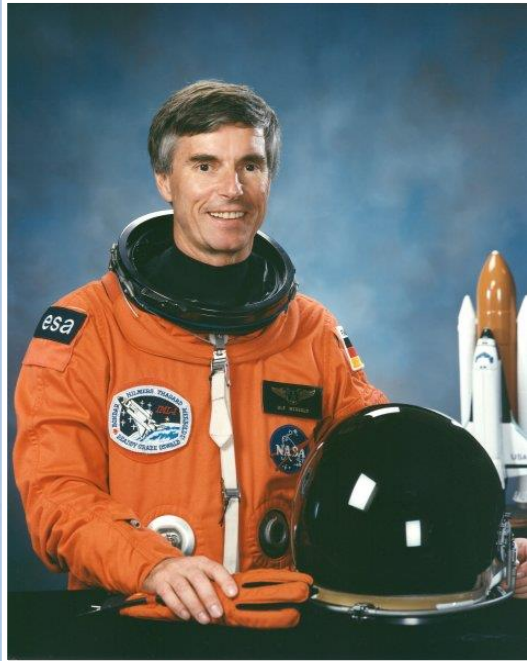
Columbia STS-1 (John Young, Robert Crippen), 2dny 6hodin 21minut





Raketoplán Columbia

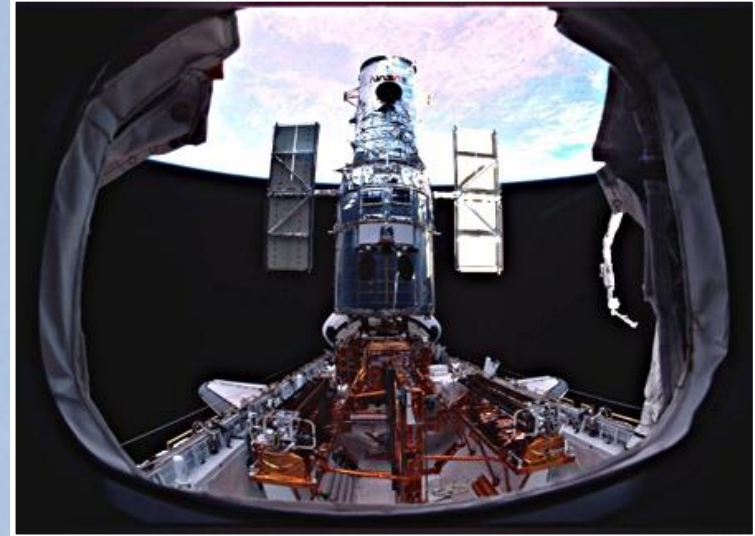
Celkem 28 misí, ve vesmíru 300 dní, 4 808 obletů Země, 201,5 milionů km



Ulf Merbold, první cizinec
(28.11.1983, STS-6)



Eileen Collinsonová, první
velitelka (23.7.1999, STS-93)



Hubble Space Telescope
4.servisní let (1.3.2002, STS-109)
*poslední start
před STS-107*



**Rentgenová observatoř
Chandra**
(23.7.1999, STS-93)

Přísně tajná vojenská mise
(8.8.1989, STS-28)



Columbia STS-107

STS-107 byla jediná vědecká mise, která „přežila“ škrty v rozpočtu NASA po roce 2000

Columbia od roku 1999 prošla generální opravou, údržbou, kontrolou a modernizací

Původní termín startu: 11.1.2001

Následně dalších 13 odkladů startu

Mise, která neletěla k ISS

Plánována řada vědeckých experimentů v mikrogravitaci - lékařské experimenty, technologický a materiálový výzkum

Laboratoř Spacehab (v nákladovém prostoru)



Columbia STS-107

15dní 22hodin 21minut



Rick Husband

Velitel, 45 roků

Plukovník vojenského letectva
Discovery STS-96 (1999), pilot



William McCool

Pilot, 41 roků

Fregatní kapitán námořního letectva
1. start



David Brown

Letový specialista, 46 roků

Vojenský lékař, 1. start



Kalpana Chawla

Letová specialistka, 41 roků

Inženýrka indického původu,
pracovnice Ames Space Center
NASA (aerodynamika)

Columbia STS-87 (1997)

*(hrubá chyba při zachycení družice
Spartan manipulátorem RMS)*

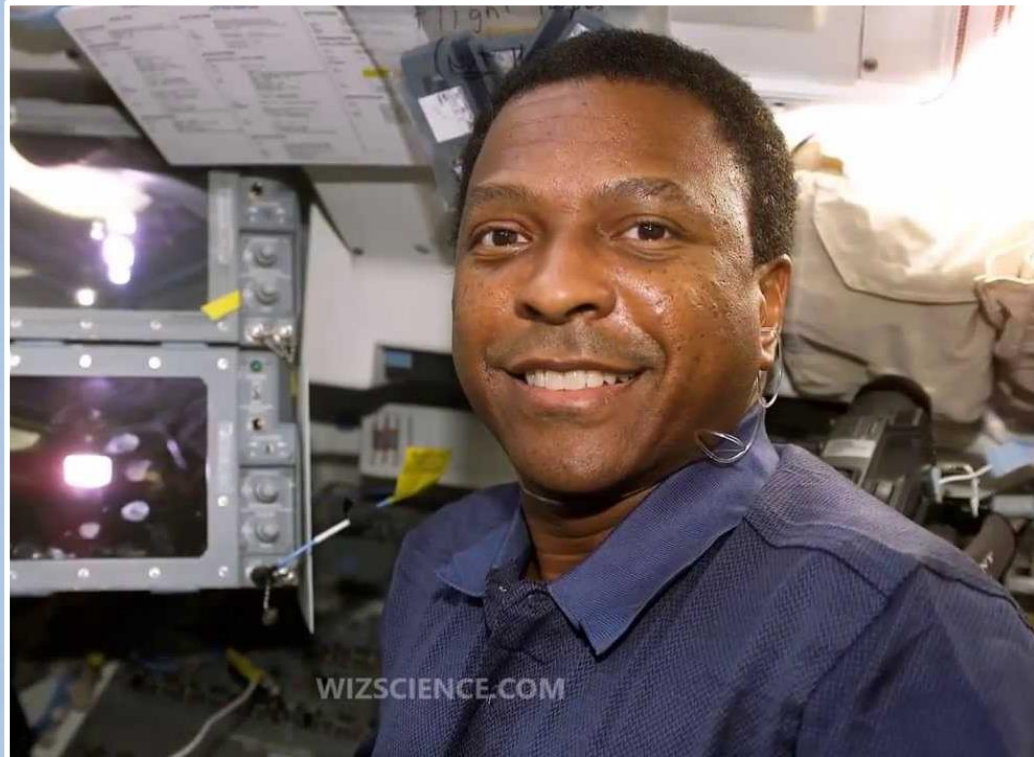


Michael Anderson

Letový specialista, 43 roků

Fyzik, astronom a vojenský letec

Endeavour STS-89 (1998)



Laurel Clarková

Letová specialistka, 41 roků

Vojenská lékařka
(lékařka na základně atomových
ponorek ve Skotsku)

První start do vesmíru



Ilan Ramon



Palubní specialista
48 roků

Bojový pilot Izraelského vojenského
letectva, první izraelský kosmonaut
a izraelský národní hrdina

V r.1981 nejmladší pilot náletu na
irácký jaderný reaktor Osirak



Petr Ginz



Čísla...

Informace zveřejněné NASA krátce před startem mise STS-107:

Pravděpodobnost katastrofy během letu 1:145
(podle metodiky 1:76 až 1:230)

Riziko nehody při startu: 1:248

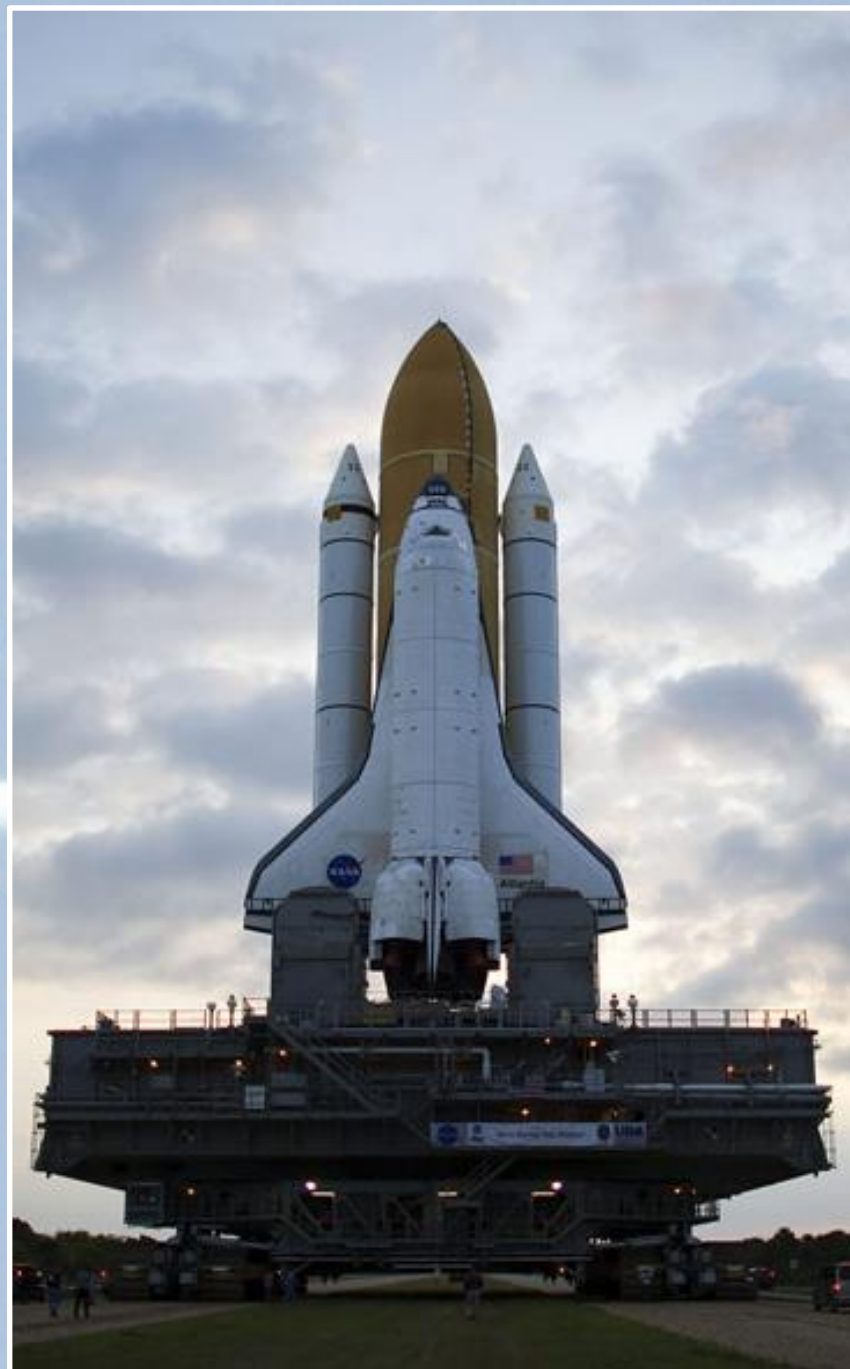
- * hlavní motory 1:410
- * motory SRB 1:1152
- * nádrž ET 1:11223
- * řídicí systémy 1:4700

Během letu – selhání hydraulického systému nebo tepelného štítu 1:397

Havárie při přistání způsobená pilotní nebo mechanickou chybou 1:9000

Počet vážných závad během letu jedné mise poklesl z průměrných 14,3 (rok 1992) na 5,5 (rok 2002)

(Tomáš Příbyl: Den, kdy se nevrátila Columbia, str.83)



Columbia STS-107

Start ve čtvrtek 16. ledna 2003 v 15:39:00 UT

113. start v rámci programu Space Shuttle
třetí kosmický start v roce 2003

Dráha 273 x 290 km, oběh 90,14 min
startovací hmotnost 2 055 902 kg



Čas T +81,7 sekundy



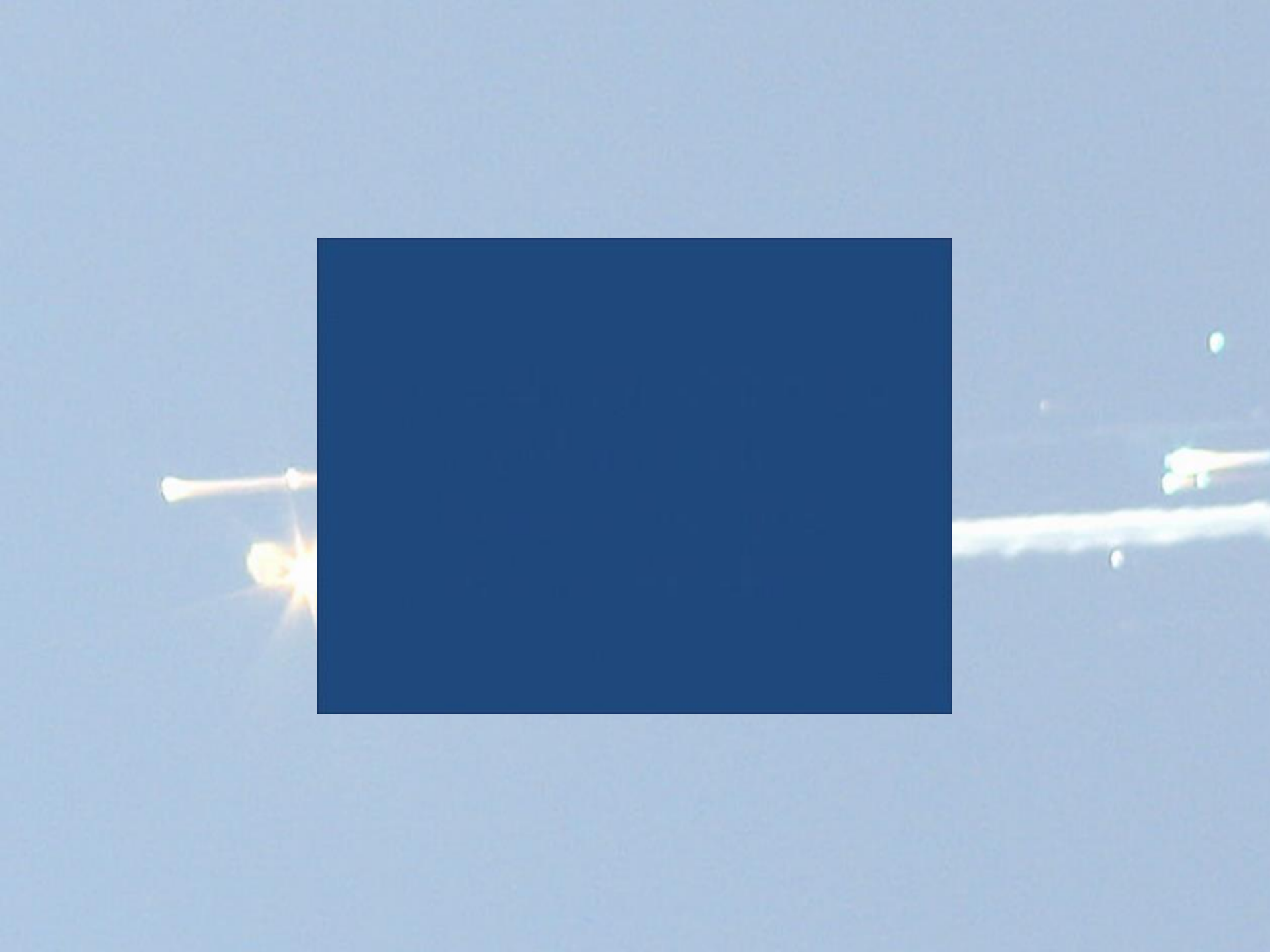
Zaznamenán úlomek pěnové izolace z nádrže ET o velikosti cca 60 x 38 x 10 cm, odhadovaná hmotnost 1,2 kg při rychlosti 2.520 km/hod.

Náraz do levého křídla raketoplánu relativní rychlostí 185 až 255 m/s (665 až 920 km/hod)

Doba trvání události 0,161 sekundy (událost byla zjištěna až druhý den po startu, při podrobné analýze záběrů ze startu) – úder mezi RCC panely 6-9 a podvozkovou šachtu.

Několik dní zkoumání možných následků, konečné rozhodnutí: Incident nebyl nebezpečný, náraz mohl maximálně způsobit poškození náběžné hrany o velikosti cca 20 x 75 cm, což nemělo na bezpečnost stroje vliv ani v případě, že by bylo zničeno několik destiček tepelné ochrany! Použit simulační program „Crater“, (chybná data, 700x větší úlomek, než program simuloval!)





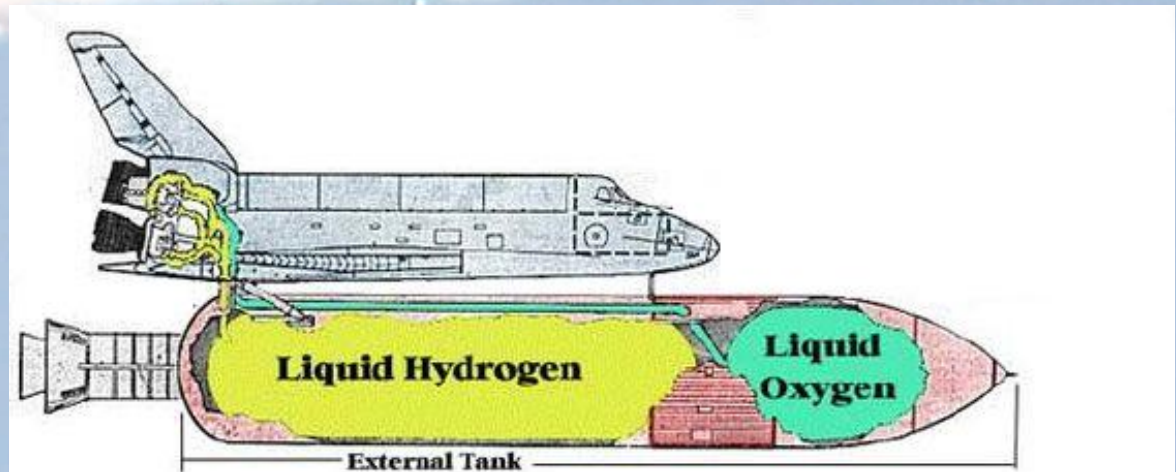
External tank

slitina hliník-lithium
délka 47 m, prům. 8,4 m
prázdná hmotnost 30 tun

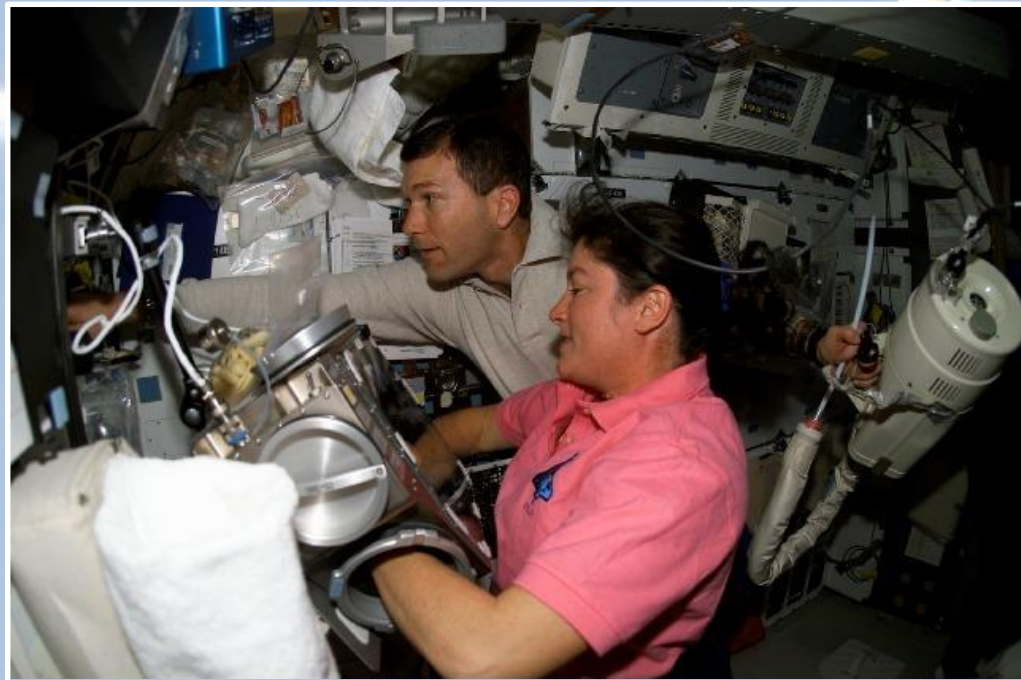
Kapalný vodík
objem 1515 m³
102,5 tun, -253 st.C

Kapalný kyslík
objem 554 m³
616,5 tun, -183 st.C

Tepelná izolace:
pěnový polyuretan
plněný drceným korkem
(strojně stříkaná + ručně nanášená)



Věda: Spacehab-RDM



Přes 80 různých experimentů

Spacehab-RDM



RDM - Double Research Module (dvojitý výzkumný modul)

Válec, délka 2x3 m, průměr 4,2 m, vnitřní výška 3,3 m, objem 60 m³

biologické experimenty
studium kardiovaskulárního systému
vliv beztlíže na srdeční tep a krevní tlak
studium kosterního a svalového ústrojí
metabolismus bílkovin během kosmického letu
studium osteoporózy v mikrogravitaci
studium chování mravenců, pavouků, včel, jiker a embryí ryb, bource morušového (student.experim.)
studium rizika tvorby ledvinových kamenů během kosmického letu

změny imunitního systému vyvolané kosm. letem
vliv osvětlení na hloubku spánku astronautů
vliv kosm. letu na vlastnosti mozkomíšního moku
opravy molekul DNA v beztlíži
stres působící na kvasinky v beztlíži
ergometr a systém pro monitorování dechu
studium atmosféry Země
příprava krystalů bílkovin
výroba mikrokapslí s léčivy
sledování růstu rostlin



29.1.2003

Hlavní tisková
konference posádky

Připomenutí havárie
Challengeru (28.1.1986)

Ilan Ramon:
Svět odtud vypadá tak
úžasně, tak mírumilovně,
tak báječně...



255. oběh planety



Sobota 1. února 2003

přistání v 15:16 SEČ (09:16 místního času)

Kennedy Space Center, dráha 33

záložní čas 16:50 / 256. oběh

14:03 - posádka ve skafandrech ve svých křeslech (*otočení raketoplánu motory vpřed*)

14:15:30 - zapálení brzdících motorů OME (158 sekund, snížení rychlosti o 78,6 m/s)

14:23 - otočení raketoplánu čelem vpřed

14:31 - start hydraulických jednotek APU

Raketoplán se začíná setkávat s prvními řídkými zbytky atmosféry

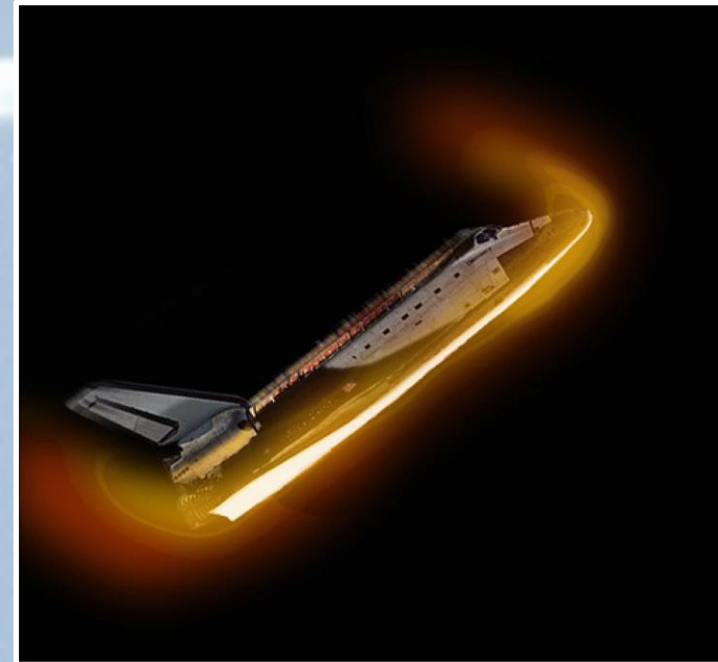
14:44:09 - oficiální čas vstupu do atmosféry (Entry interface, dopředná rychl. 7,5 km/s, vzdál.od KSC 8.228 km, M24,5)

14:46 - přístroje registrují první nárůst přetížení (0,01G)

14:49 - zahájena první pravotočivá zatáčka

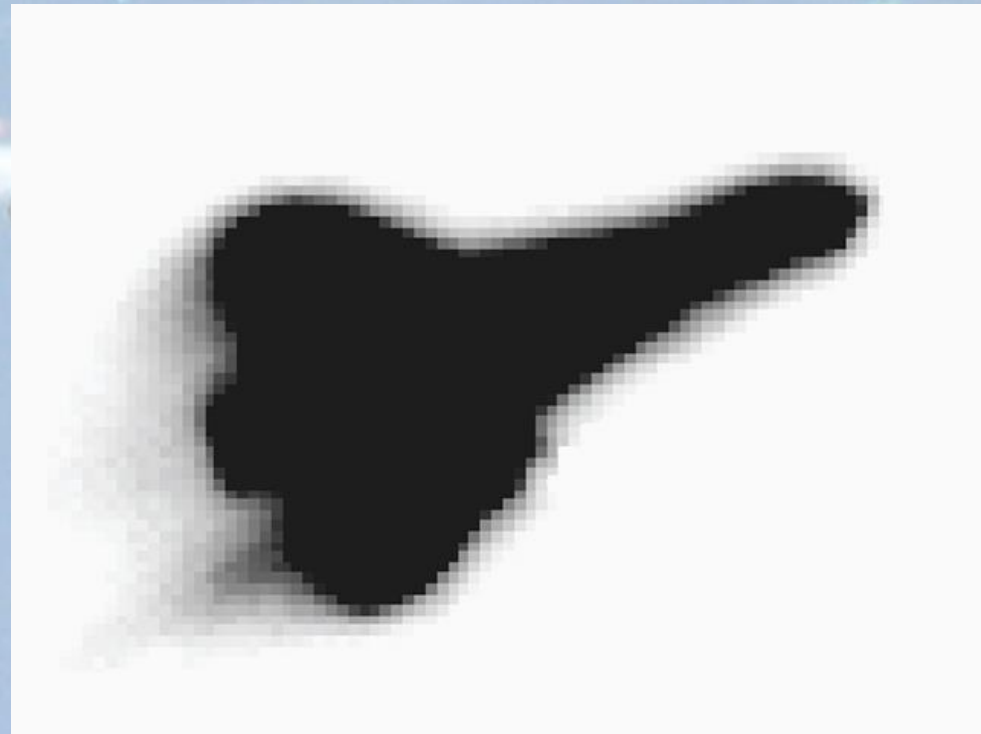
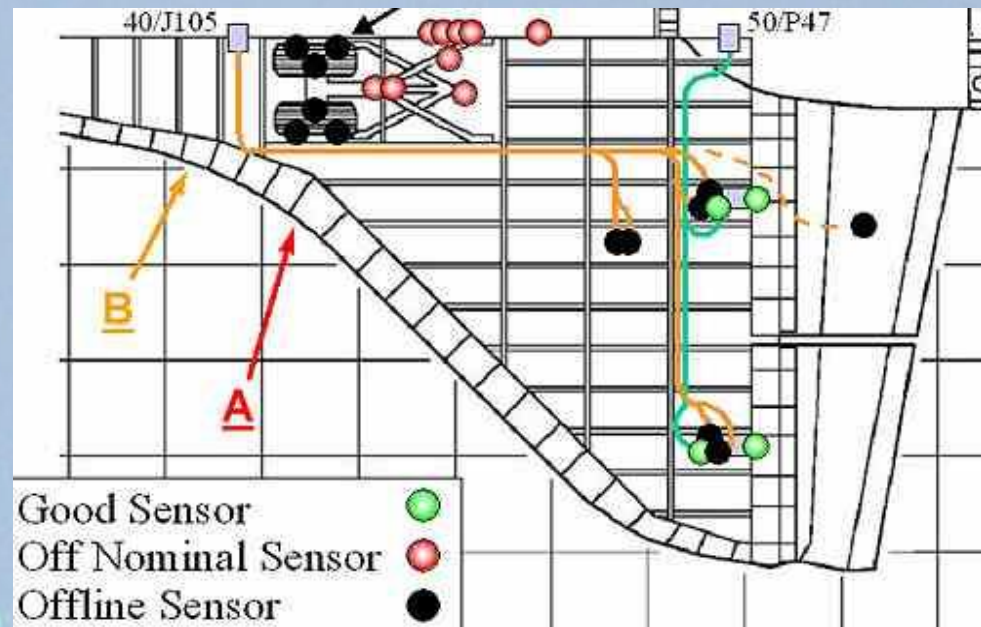
14:50:30 - teplotní čidla registrují první nárůst teploty na destičkách tepelné ochrany raketoplánu

O pár okamžiků později začíná prvních několik čidel v trupu Columbie registrovat vyšší, než plánovanou teplotu
Následně první čidla ztrácejí data úplně...



Vteřiny před katastrofou

14:52:17 – Nárůst teploty o 2 st.C/min. v hydraulickém systému brzd L podvozku (71km, Mach 23,58, 450 km od pobřeží)
14:52:59 – Ztráta dat teploty L vnitřn. elevonu
14:53:26 – Columbia přelétá pobřeží Kalifornie (69,5 km, M 23)
14:53:44 – na amatérském videozáznamu první hořící úlomky, následují další
14:54:22 – nárůst teploty ve vnitřním prostoru L křídla o cca 30 st.C než nominální
14:54:30 – prudké zjasnění siluety raketoplánu
14:54:33 - stáčení raketoplánu doleva kompenzováno 2 zážehy motorů OMS
14:56:09 – zaznamenán již 15. úlomek
14:57:19 – ztráta čidla tlaku v L podvozku (65,3 km, M 20,45)
14:57:23 – snímek z Albuquerque, NM
14:57:35 – kompenzace stáčení elevony
14:58:39 – posádka je poprvé na monitorech informována o problémech s čidly (62,2 km, M 19,1)
14:58:41 – prasknutí P pneu L podvozku
14:59:28 – poslední hlasové spojení s posádkou raketoplánu



Rozumím, uuuh...

14:59:28, Houston: „Columbie, díváme se na vaše údaje o tlaku na výškové klapky a nemáme poslední...“. Husband, Columbia: „Rozumím, uuuh...!“



14:59:32 - data s vysokou úrovní šumu

14:59:32,195 - elektrický zkrat na palubě

14:59:33,8 - autopilot zapojuje další motor RCS
15:00:01,717 - aktivováno ruční řízení orientace raketoplánu (nestihnou to...)

15:00:02,66 - přes TDRS zachycen neúplný blok dat (PC-OK, paliv.články-OK, APU-OK, hydraulika-0)

Trup stroje je pravděpodobně ještě nepoškozený, levé křídlo je nejspíše ztraceno, pravé křídlo v pořádku

Začíná prudká rotace raketoplánu, ztráta aerodynamické stability, rozpad stroje, ...

Do přistání zbývá 16 minut, obyvatelé Texasu, Arkansasu a Louisiany informují, že zaslechli „velkou ránu“ a zahlédli plameny na nebi. K zemi padá sprška „meteoritů“

15:16 - plánovaný čas přistání Columbie...

Okamžik tragédie

Dopředná rychlost 5,5 km/s (20.000 km/hod), cca Mach 18

Výška nad terénem 63 kilometrů

Fáze nejvyššího aerodynamického ohřevu

15:00:20 - svědky na zemi pozorován rozpad trupu orbiteru, pravděpodobně i moment oddělení kabiny od zbytku trupu.

Narušení konstrukční celistvosti kabiny až přibližně za dalších 30 sekund (simulace!)

Vyhlášen výjimečný stav (místo katastrofy) na území Texasu a Louisiany

Dopadová oblast trosek – elipsa 500 x 100 km



První okamžiky po ztrátě Columbie

15:16 – Informován president George Bush ml.

15:29 – NASA vyhláší stav nouze a spouští systémy podle naplánovaného havarijního protokolu

15:29 – Z běžného hlídkového letu jsou odkloněny dvě stíhačky F-15 a míří do oblasti havárie

17:00 - Kennedy Space Center spouští vlajky na půl žerdi.

Večer 1.2.2003
se rodinní příslušníci
posádky přesouvají
z Floridy zpět
do Houstonu



Columbia je ztracena. Nikdo nepřežil!



Prezident George Bush ml., 1.2.2003, večer



Letový ředitel LeRoy Cain



Dohady a spekulace...

Selhání počítačů

chybný sklon stroje při sestupu
atmosférou

Výbuch v motorové sekci

porušení celistvosti korpusu orbiteru

Porušení tepelné ochrany

prohoření, únava materiálu, konstrukční
vada

Zborcení konstrukce

nejstarší stroj americké vesmírné flotily,
únava materiálu

Teroristický útok

na palubě byl izraelský astronaut,
sestřelení raketoplánu (rychlost 5,5 km/s,
výška 63 km)

Srážka s jiným tělesem

ve výšce 63 km krajně nepravděpodobné,
možnost kosmického smetí



Sběr trosek

V první fázi
desetitisíce hasičů,
vojáků a policistů
později cca 2500

Trosky kabiny
nalezeny již
2.2.2003, největší
kus 2 x 2,5 m
(Lafayette
Country, Texas)



2.2.2003 - Hlášeno 6 nálezů velice poškozených
ostatků těl astronautů

5.2.2003 - Identifikovány ostatky Ilana Ramona

12.2.2003 - NASA oznamuje, že již identifikovala
ostatky všech astronautů

Hledání trosek

Celkem nalezeno 84.200 kusů trosek, celkem 38,5 tuny
(cca 38% hmotnosti Columbie)

Předpoklad NASA: Na Zem dopadlo cca 35-50%
původní hmotnosti raketoplánu (původně 80,7 tuny)

27.3.2003 – havaroval
vrtulník Bell 407
(2 mrtví, 3 zranění)



Laurel Clarková – poslední okamžiky

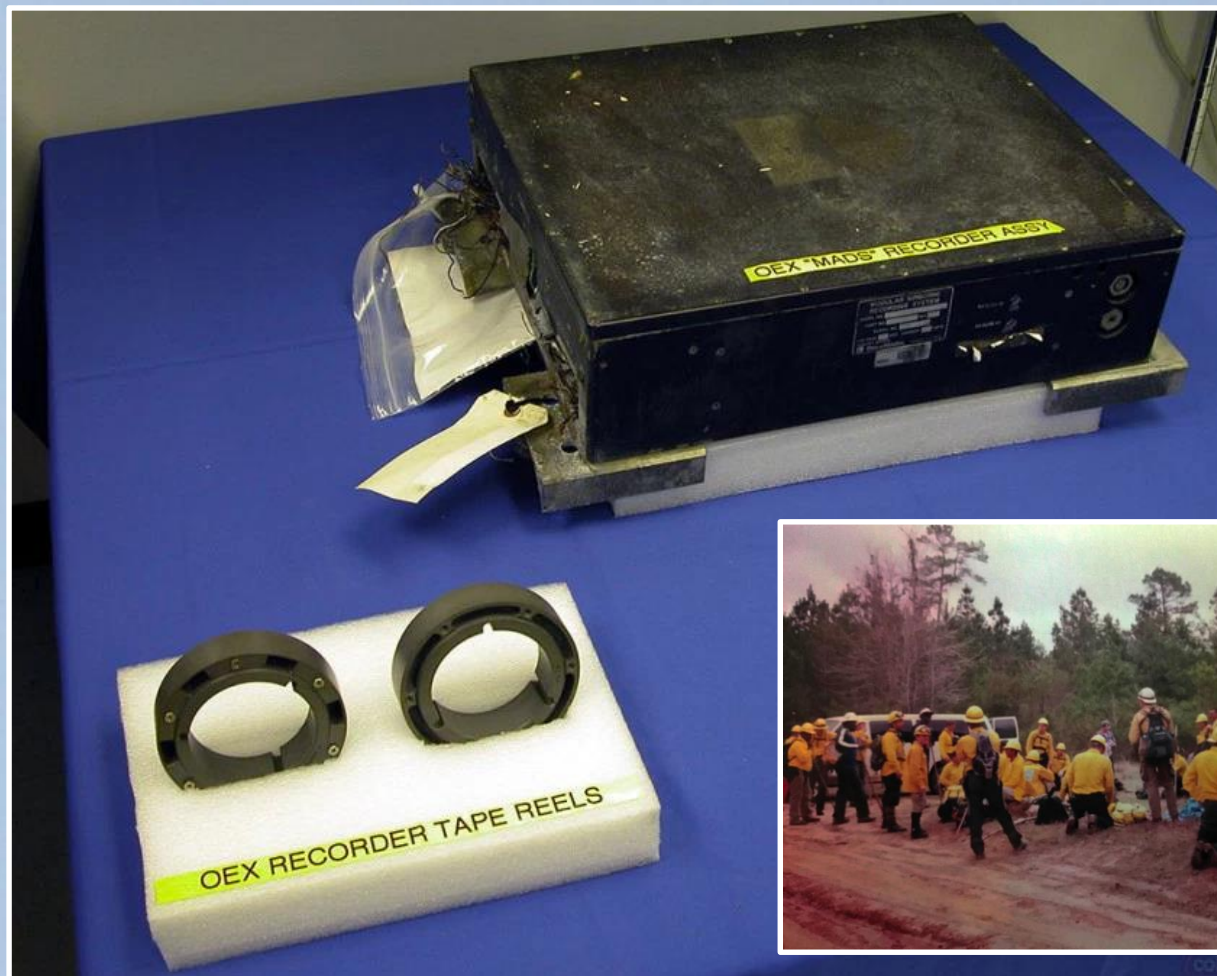
Začátek nahrávky v 14:35
konec v 14:48 - cca 4 minuty před
prvními problémy, následující část
nahrávky nevratně poškozena

Nahrávka zveřejněna 28.2.2003





19.3.2003: Datový záznamník OEX



Orbiter Experiments recorder

Záznam hodnot z 570
(původně 720) pomocných
čidel a senzorů (teplota,
aerodynamický tlak, vibrace,
...) ukládaných na magnetický
pásek (údaje neodesílané v
reálném čase!)



Prudký nárůst teploty za
panely RCC č.9 a č.10
náběžné hrany levého
křídla mnohem dříve než
zaznamenaly sensory,
nárůst až o 180 st.C. a
náhlá ztráta dat!

Vstup do atmosféry 14:44, první anomálie (RCC9) již v 14:48:39 (online čidla teploty až 14:50:30)

14:49:53 – venkovní teplota levého bloku manévrovacího systému OMS – prudký nárůst teploty až na 650 st.C (více než o 300 st.C. než plánovaný nárůst) – oheň! Např. hoření hliníkového potahu křídla

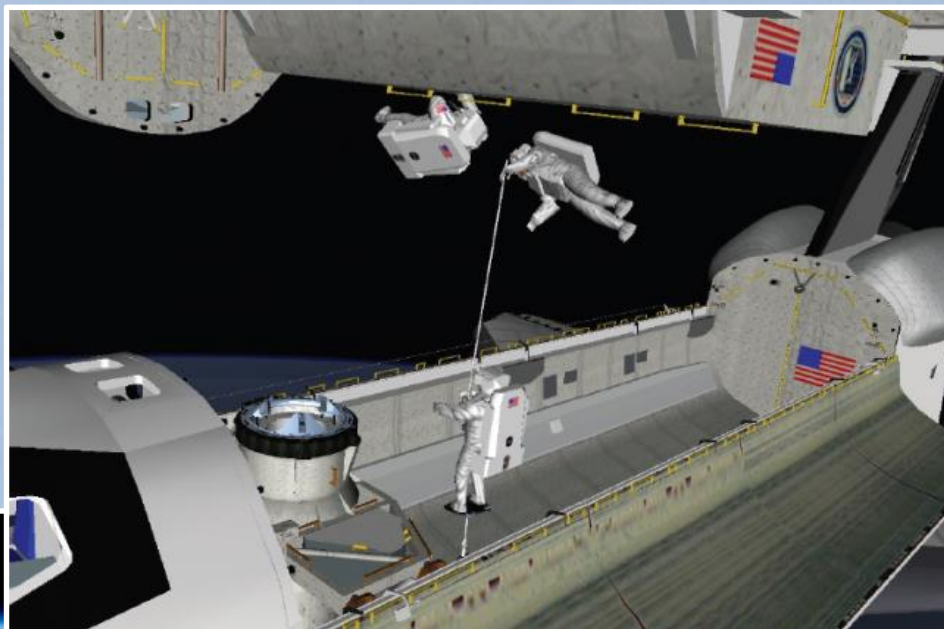
Ukončení zápisu dat - 15:00:18, do toho okamžiku kompletní data bez výpadků

Možnost záchrany posádky

Prohlídka povrchu raketoplánu – 2 skafandry, Anderson a Brown výcvik pro výstup

Kontrolní snímky Columbie – ze Země, z ISS

Záchrana vlastními silami – oprava poškození nebo přesun na ISS (Columbia sklon 39st., ISS 51,6 st. k rovníku, palivo jen na změnu o 3 st.)



Záchrana dalším strojem
(USA, Rusko, Čína)

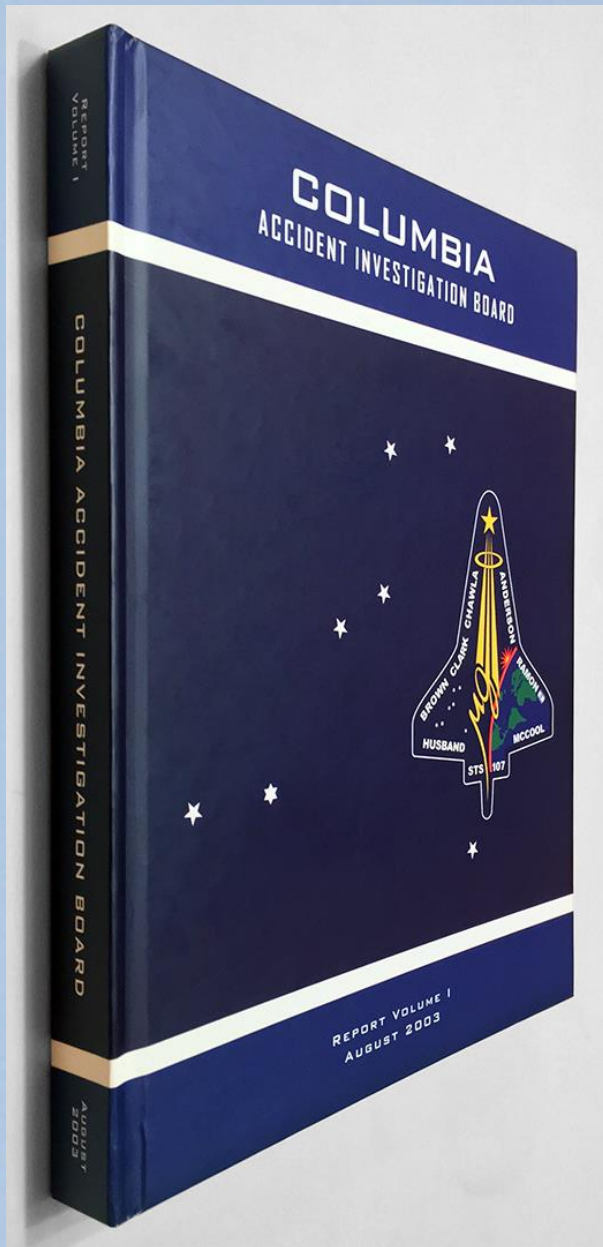
Discovery – dlouhodobá
údržba, Endeavour bez
hlavních motorů, Atlantis –
možnost startu 5.-10.2.2003
(STS-114, plán.start 1.3.2003,
Eileen Collinsová +3)

Zásoby energie a vzduchu na
Columbii jen do 3.února, v
režimu šetření o cca 4-6 dnů
déle

Smutná vzpomínka...



Columbia Accident Investigation Board



Dr. Sally Rideová
první americká astronautka
Bryan O'Connor
Michael Bloomfield



Doporučení vyšetřovací komise

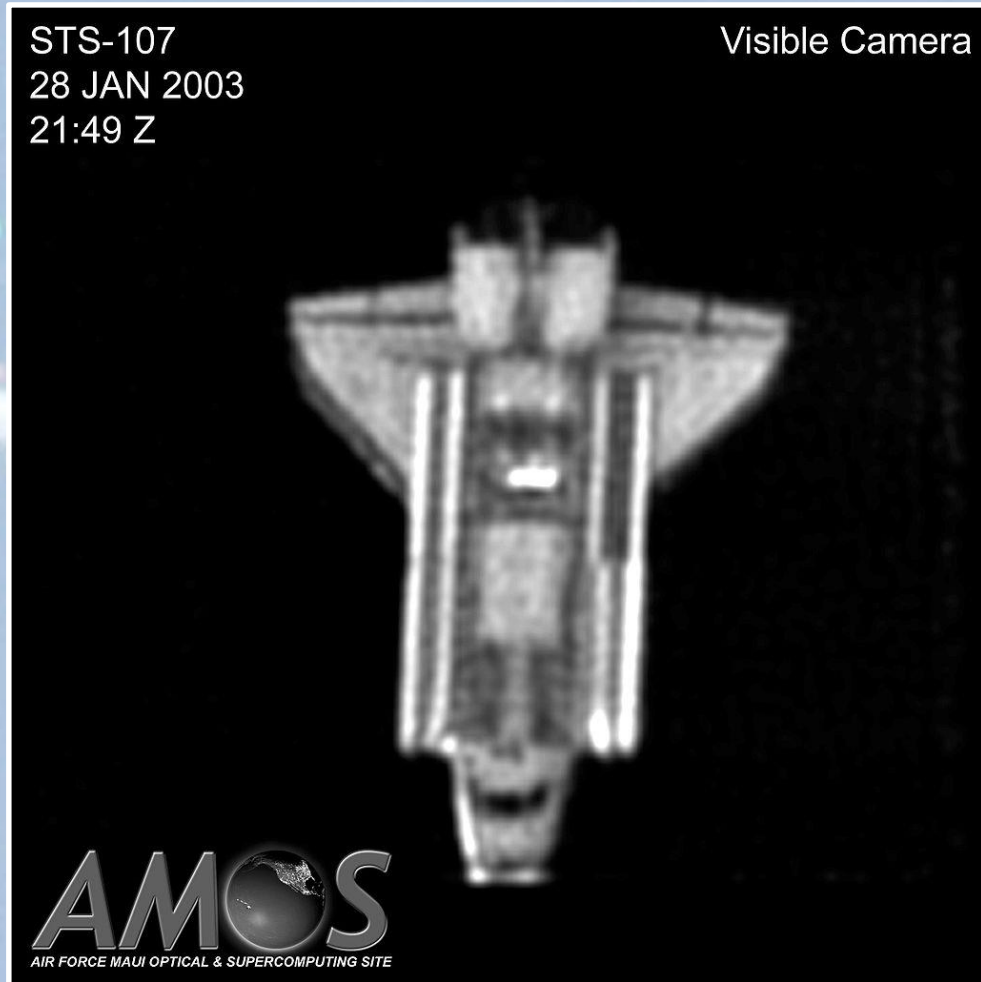
29 doporučení

Snímkování raketoplánu na oběžné dráze
– špionážní satelity, vizuální kontrola při
přiletu k ISS (+80kg paliva)

Zlepšení komunikace uvnitř NASA a mezi
NASA a dalšími organizacemi (urychlené
řešení možných problémů)

Řešení problémů s odpadávající izolační
pénou z hlavních nádrží ET

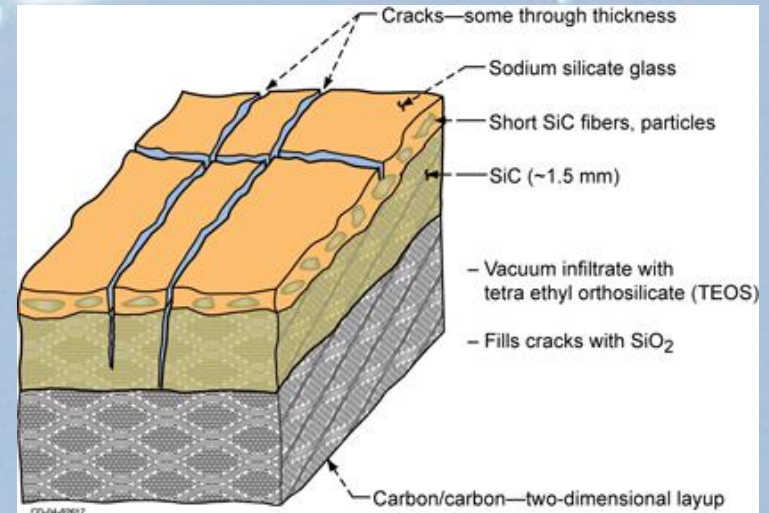
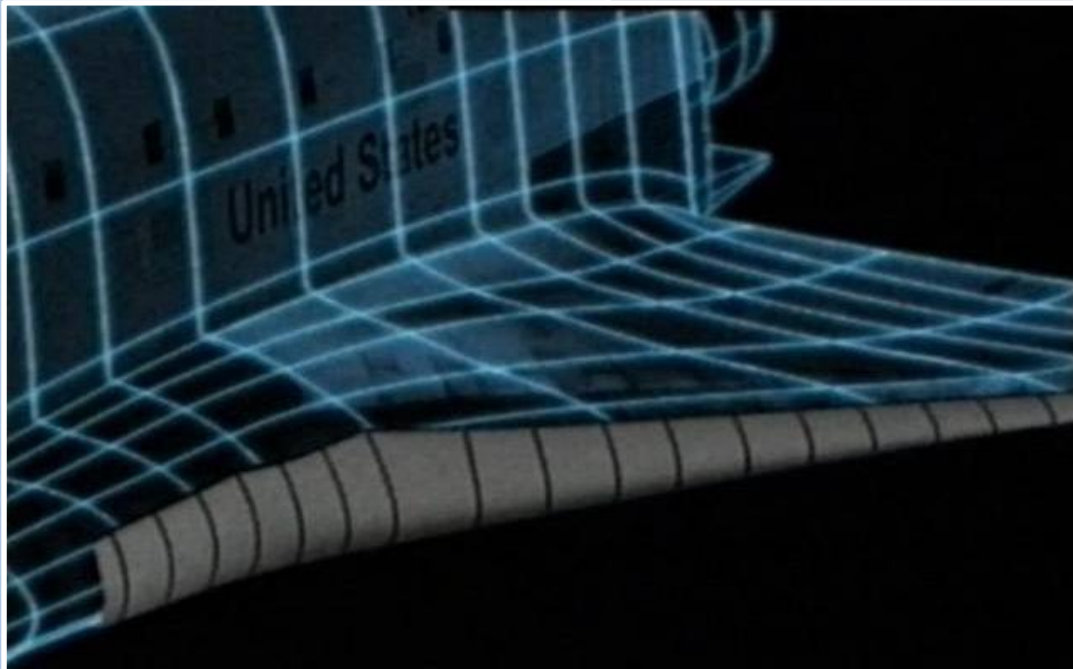
Nové způsoby detekce problémů s panely
RCC náběžných hran křídel (rentgen,
ultrazvuk, ...) + detailní kontrola úchyťů a
navazujících dílů (přechodové panely)



RCC panely

Uhlík-uhlíkový laminát
(Reinforced Carbon-Carbon)

Uhlíková vlákna, která tvoří
uhlíkovou matrici, pokrytá
vrstvičkou karbidu křemíku SiC
(chrání čistý uhlík před oxidací)
odolný vysokým teplotám, nízká
teplotní roztažnost,
nízká odolnost proti nárazu



RCC panel č.8

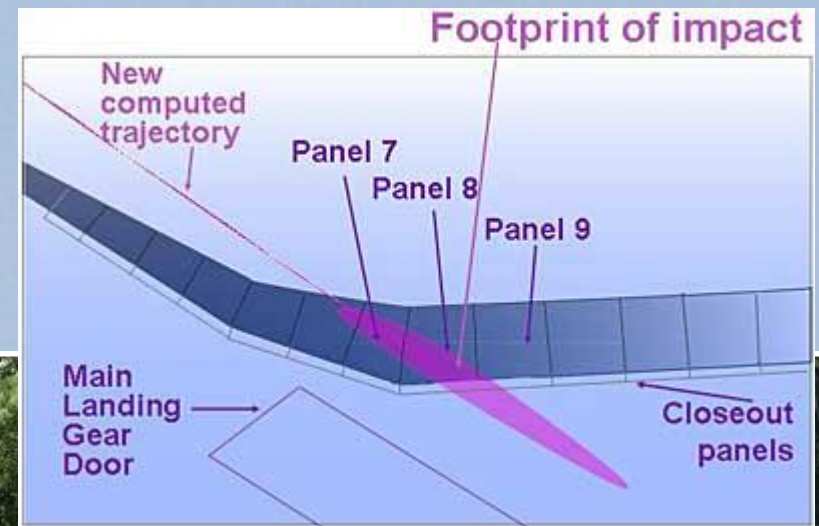
Southwest Research Institute (SwRI), San Antonio, TX

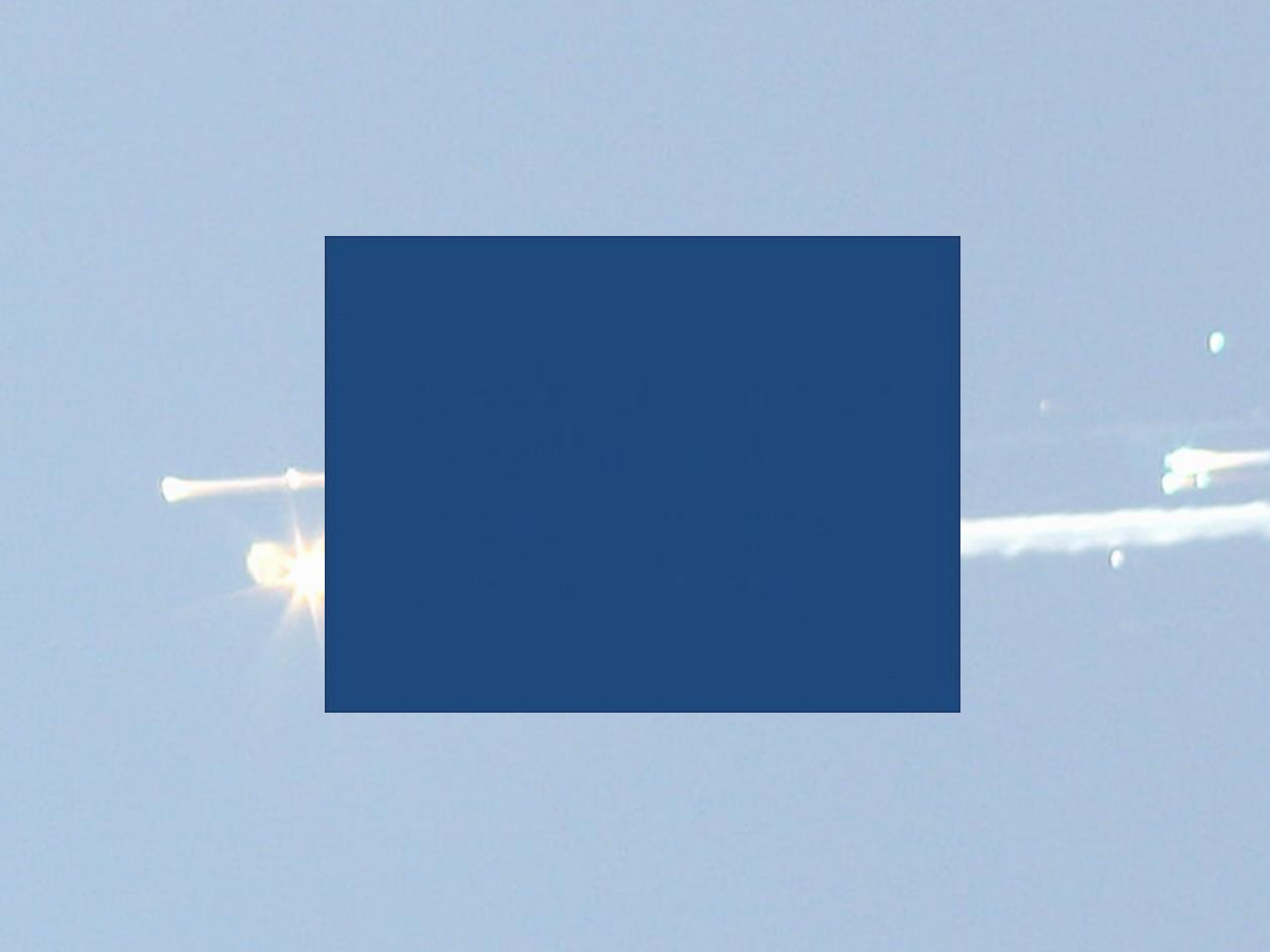
Hnací plyn – dusík
hlaveň 10 metrů

RCC panely
z Atlantisu
(26x v kosmu)

Výstřel rychlostí
850 km/hod

Cíle:
podvozk.šachta
RCC č.6
RCC č.8



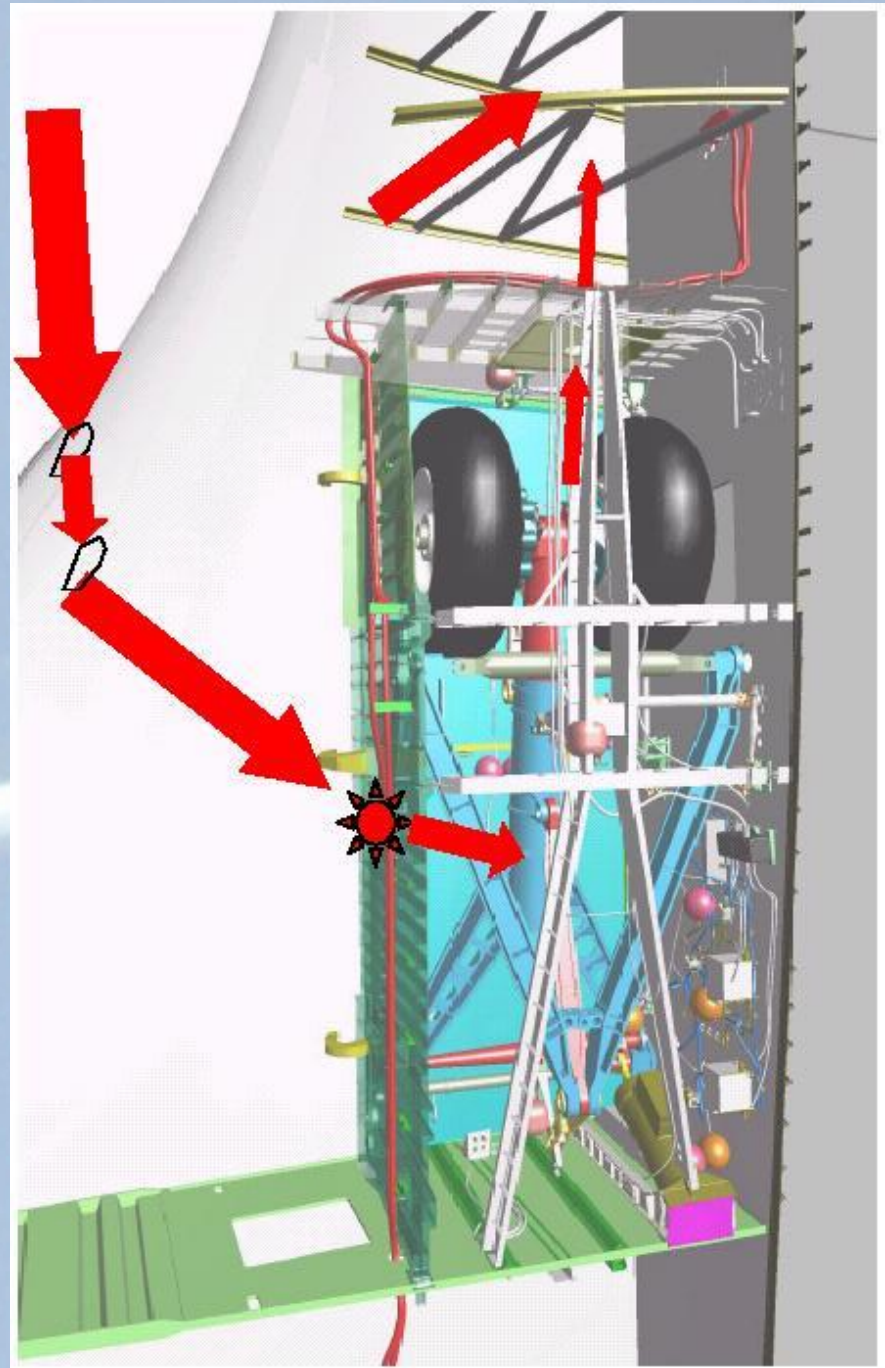
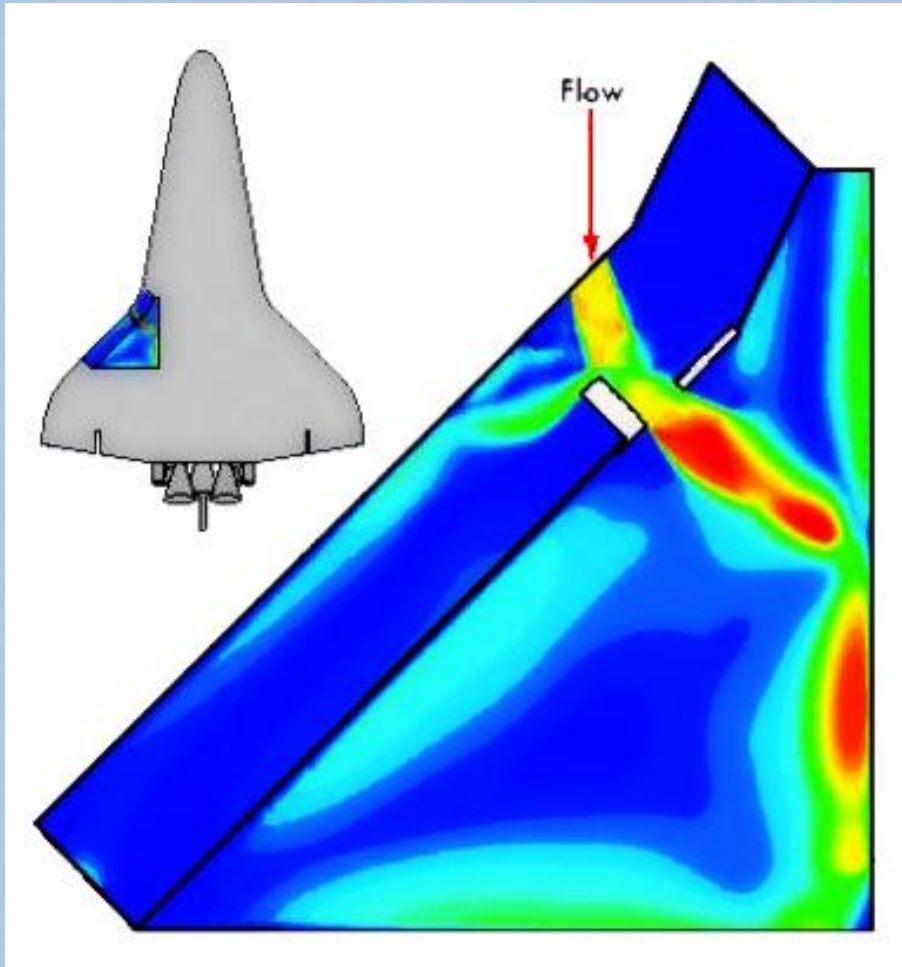


7.7.2003: RCC panel č.8



Otvor 40 x 43 cm

Destrukce levého křídla



Základní opatření pro obnovení startů

Eliminace odpadávání částic z nádrže ET při startu (ohřivače, vyšší kvalita izolační pěny)

Zpevnění tepelné ochrany družicového stupně (ochrana náběžné hrany, úprava krytu podvozku, předních RCS a bočních oken)

Dokonalejší zjišťování případného poškození (detailní sledování a snímkování při vzletu i na oběžné dráze)

Možnost opravy přímo na oběžné dráze

Využití ISS jako nouzového přístavu

Příprava druhého raketoplánu k případné záchranné operaci (do 6 až 9 týdnů)

Inspekce tepelné ochrany při startu - 50 rychloběž.

film.kamer (400 snímků/s) na st.rampě

nové HDTV digit.videokamery (60 snímků/s)

nové filmové kamery (35 mm, 100 snímků/s)

celkem 8 nových stanic pro sledování startu

dva letouny (výška 20 km) s HDTV kamerami

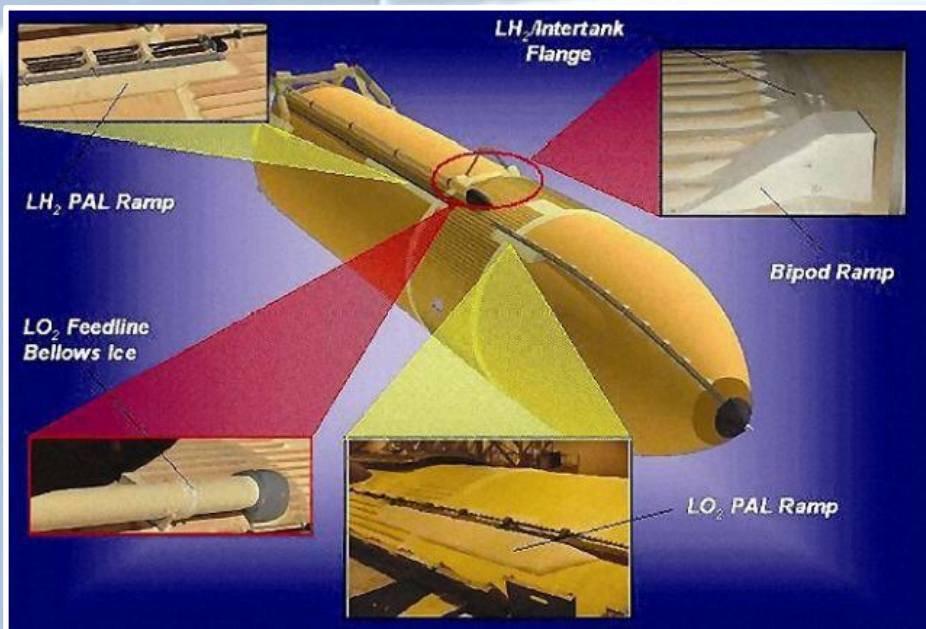
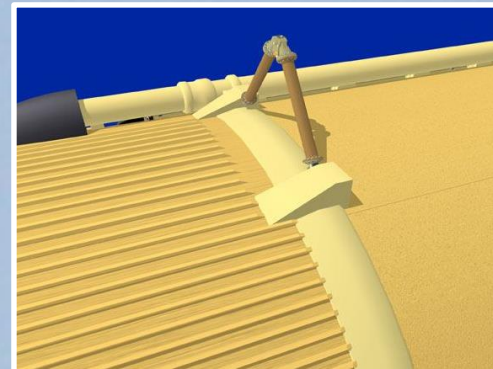
Nové digit. kamery na ET i SRB

Za každým RCC panelem detektory impaktů

(akcelerometry, měření 22000x za sekundu)

V každé náběžné hraně 22 nových teplotních čidel

Nástavec OBSS k RMS (15m) + TV kamera



Až za 2,5 roku!

Discovery STS-114

26.7. - 9.8.2005, 13d 21h 32m

Eileen Collinsová (4, velitel)

James Kelly (2, pilot)

Sóiči Noguči (1, Japonsko), Stephen

Robinson (3), Andrew Thomas (4), Wendy

Lawrenceová (4), Charles Camarda (1)



Incidenty:

T +2,5s náraz ptáka do špičky nádrže ET

T +70s oddělení části dlaždice na zadní straně krytu šachty předního podvozku.

Po odhození nádrže ET se z ní oddělil téměř 1m dlouhý kus izolační pěny.

Komplexní snímkování raketoplánu při příletu k ISS.

Kontrola stavu tepelné ochrany pomocí speciálního nástavce OBSS, připojeného k manipulátoru RMS.

V hale VAB připraven raketoplán Atlantis na případnou záchrannou misi STS-300.

Ženská posádka ???

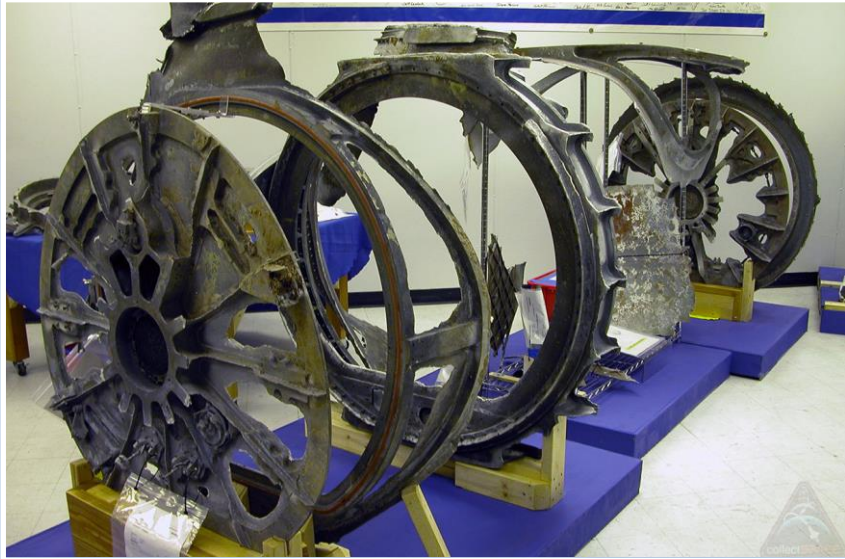
Velitelka: Susan Stillová (Columbia STS-83 a STS-94)



Pilotka: Pamela Melroy

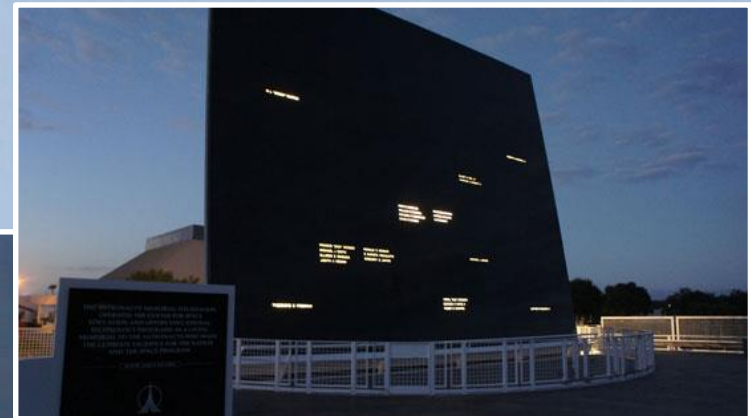


16. patro budovy VAB



Vzpomínky...

Astronaut Memorial KSC NASA



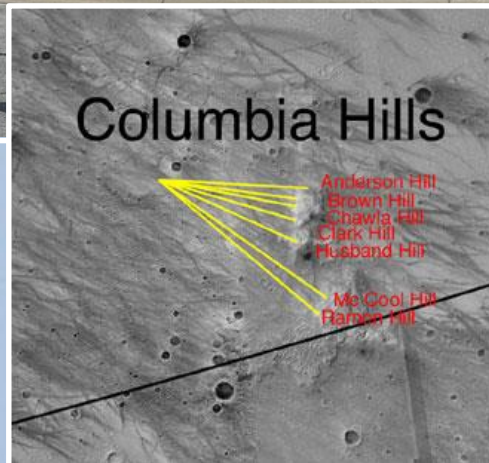
2015 Talia Landman

Vzpomínky...

William McCool Memorial



Kalpana Chawla Memorial Planetarium



Vzpomínky...



Michael P. Anderson Memorial



Poštovní známka



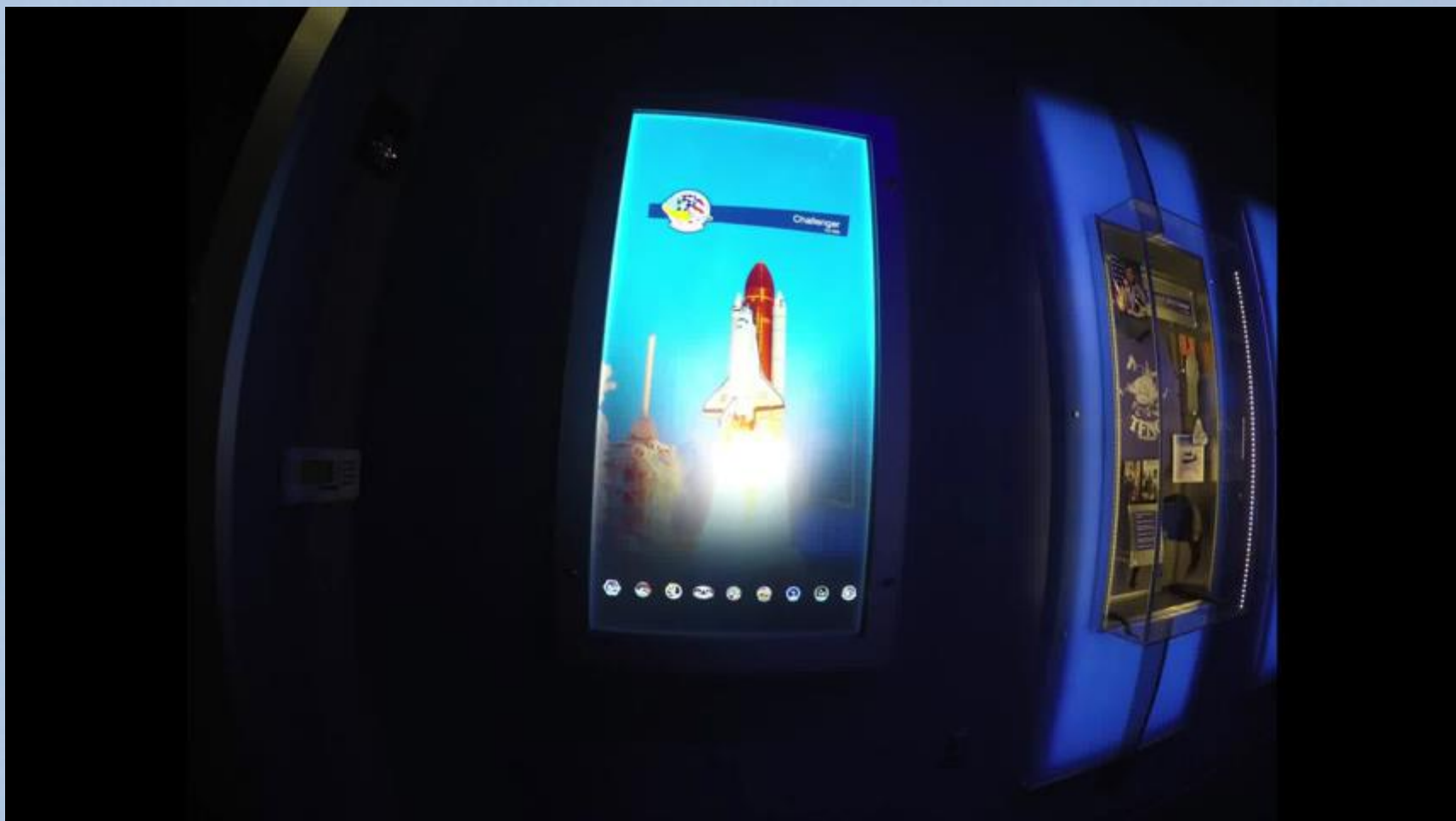
Andrew Feustel – Sojuz MS-08



Forever Remembered Memorial

Kennedy Space Center





Z deníku Ilana Ramona...

**Dnešek je prvním dnem, kdy cítím, že skutečně žiji ve vesmíru.
Stal jsem se člověkem, který žije a pracuje ve vesmíru.**



Zápis z posledního letového dne Columbie
v rekonstruovaném deníku **Ilana Ramona**

**„Jestliže zahyneme, ať se s tím lidé smíří.
Děláme riskantní povolání.
Dobývání vesmíru stojí za
to, aby člověk riskoval život.“**

Virgil GRISSOM

APOLLO 1 +27.1.1967

SOJUZ 1 +24.4.1967

SOJUZ 11 +30.6.1971

CHALLENGER STS 51L +28.1.1986

COLUMBIA STS-107 +1.2.2003



Děkuji Vám za pozornost!





Milan HALOUSEK

KOSMONAUTIKA PŘEDNÁŠKY

milan@halousek.eu

tel. 602 153 564

www.halousek.eu

www.facebook.com/milan.halousek

**KOSMOS
NEWS**
Z.S.

CSO
CZECH SPACE OFFICE



**EXPEDICE
MARS**



