PROGRAM CEZHRANIČNEJ SPOLUPRÁCE
2007 2013
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Projekt podpořený Operačním programem
Přeshraniční spolupráce Slovenská republika – Česká republika 2007-2013

OBLOHA NA DLANI
Hvezdáreň v Partizánskom
Hvězdárna Valašské Meziříčí

TRENČIANSKY SAMOSPRÁVNY K • R • A • J

Zlínský kraj
Tato akce je realizována s finanční výpomocí Zlínského kraje

Plány ESA na budoucí výzkum blízkého i vzdáleného vesmíru

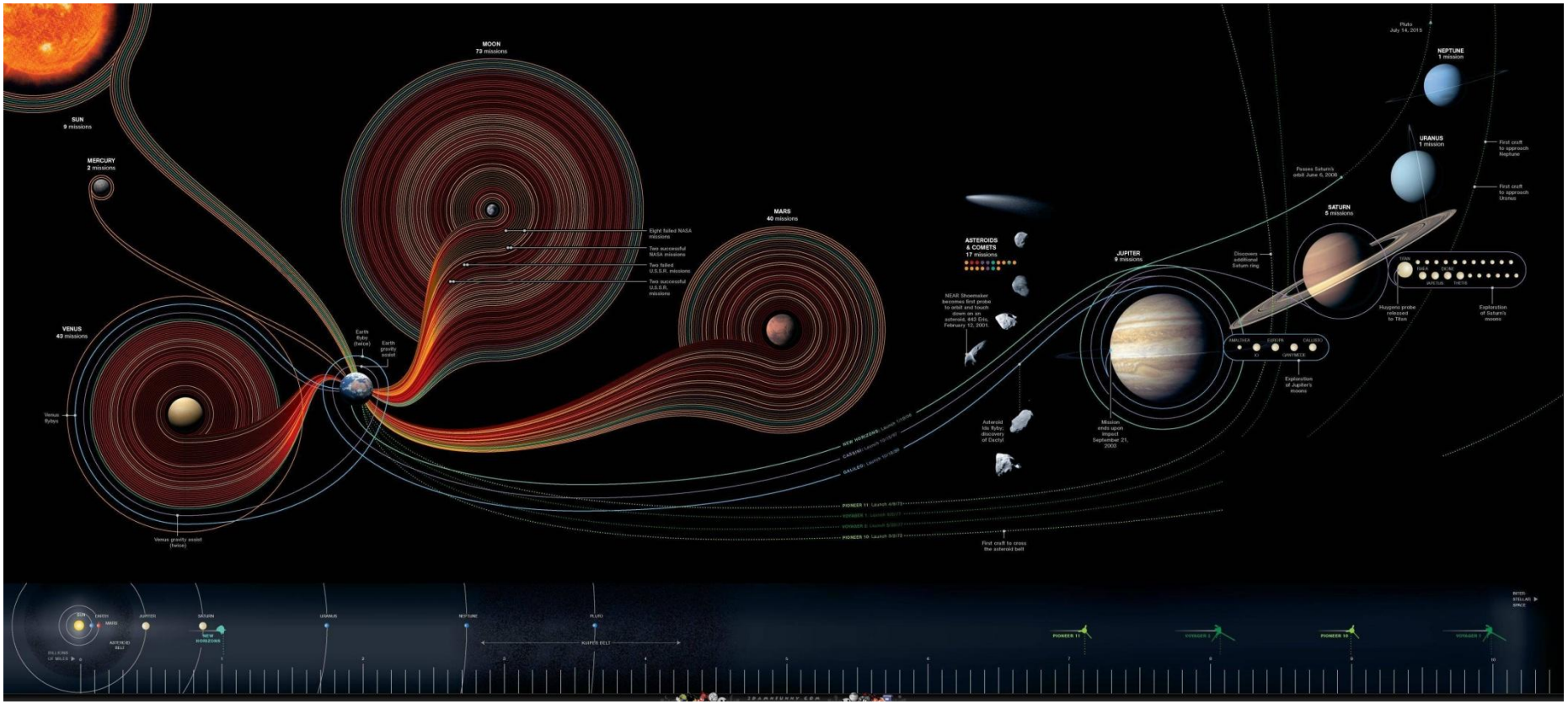
Michal Václavík

KOSMO KLUB

ČSO CZECH SPACE OFFICE

esa

Historie průzkumu sluneční soustavy

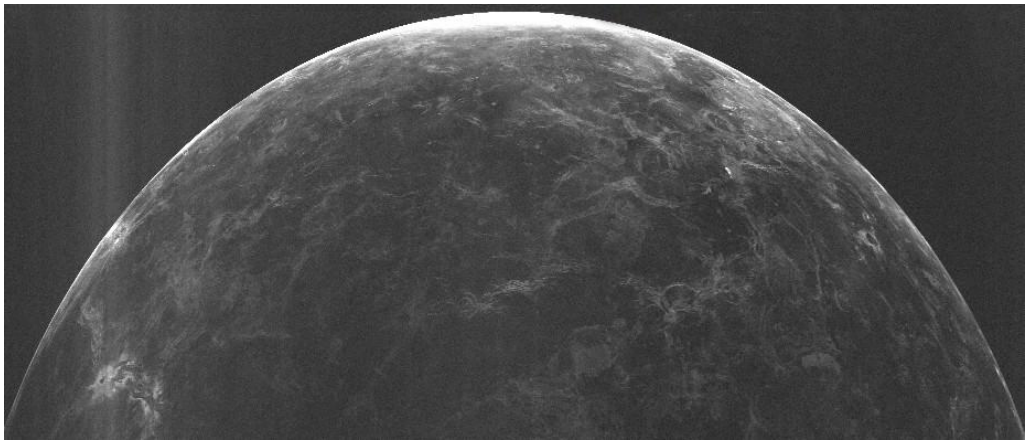


Způsoby průzkumu sluneční soustavy

- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
- Průzkum z povrchu cílového tělesa

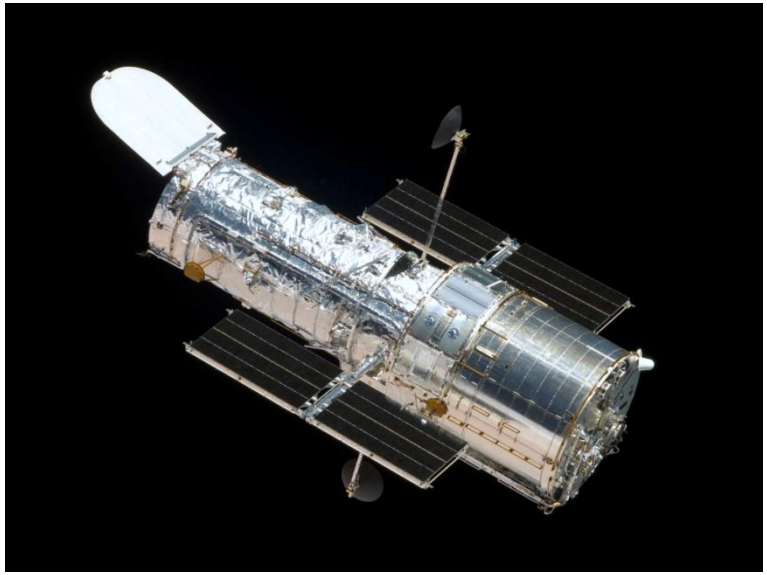
Způsoby průzkumu sluneční soustavy

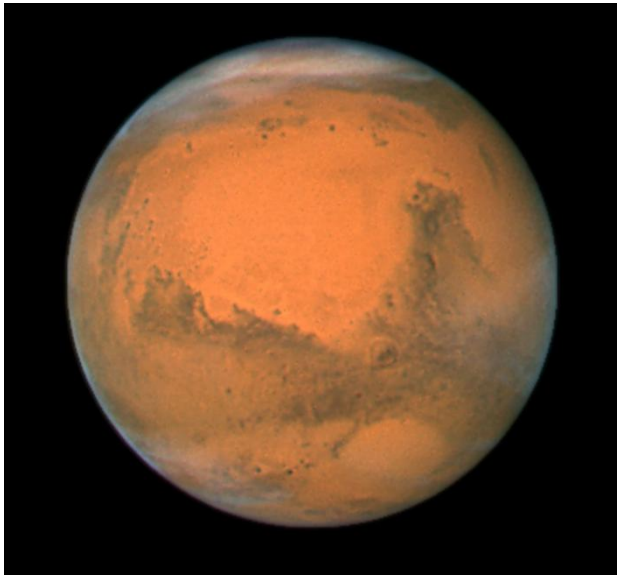
- Sledování ze/od Země
  - Pozemní dalekohledy a radioteleskopy
  - Kosmické dalekohledy
- Průzkum u cílového tělesa
- Průzkum z povrchu cílového tělesa



Způsoby průzkumu sluneční soustavy

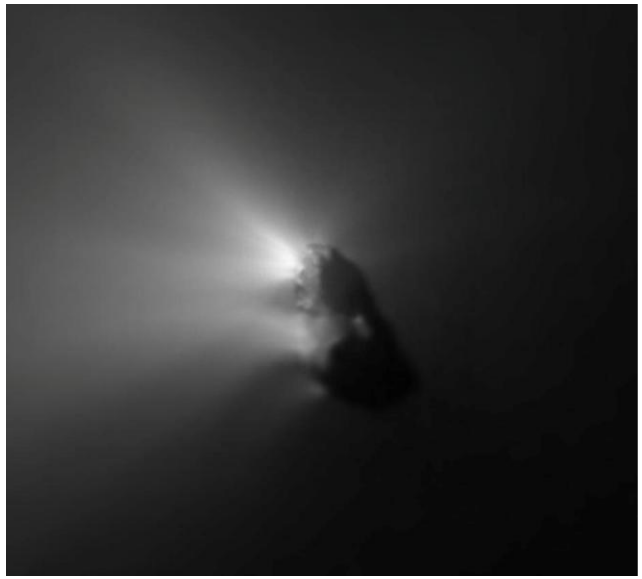
- Sledování ze/od Země
  - Pozemní dalekohledy a radioteleskopy
  - Kosmické dalekohledy
- Průzkum u cílového tělesa
- Průzkum z povrchu cílového tělesa

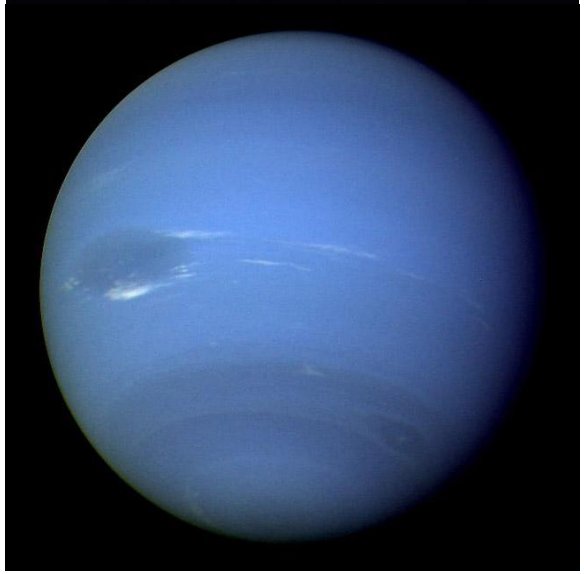




Způsoby průzkumu sluneční soustavy

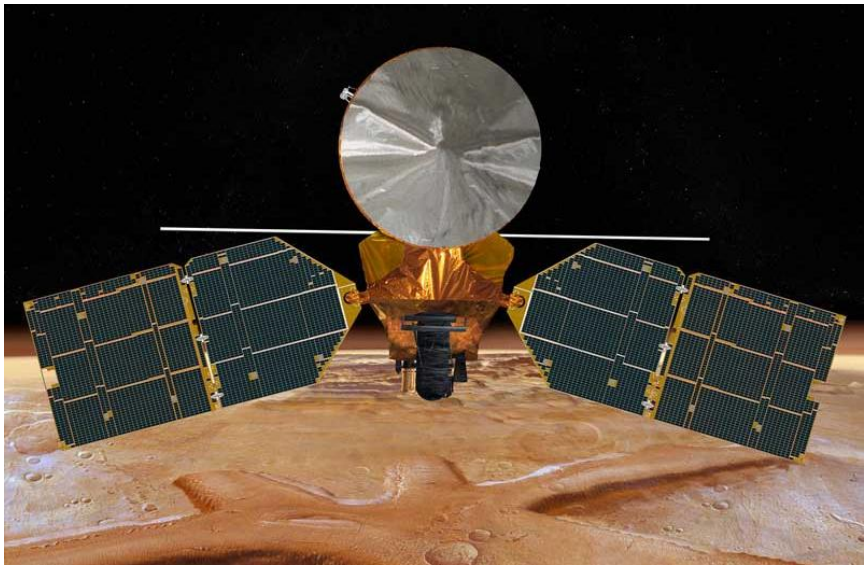
- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
  - Průlet
  - Navedení na oběžnou dráhu
- Průzkum z povrchu cílového tělesa





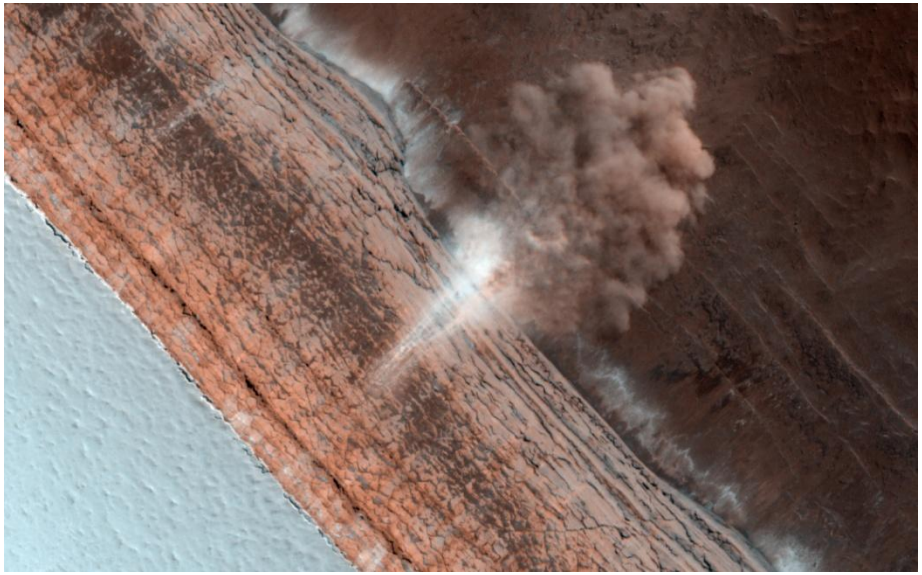
Způsoby průzkumu sluneční soustavy

- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
  - Průlet
  - Navedení na oběžnou dráhu
- Průzkum z povrchu cílového tělesa



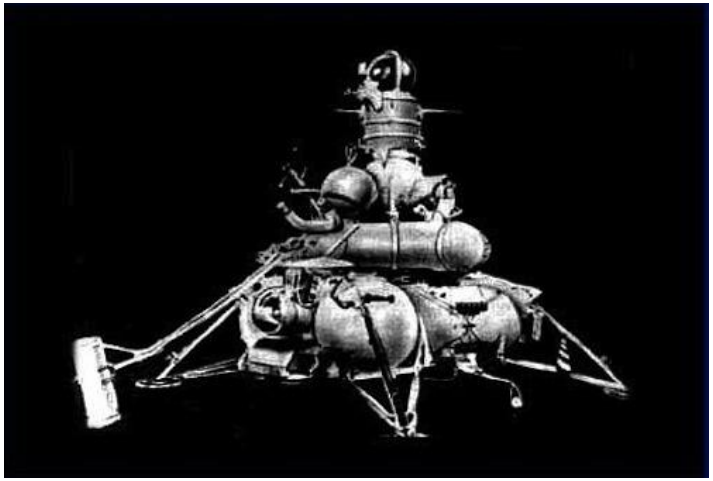
Způsoby průzkumu sluneční soustavy

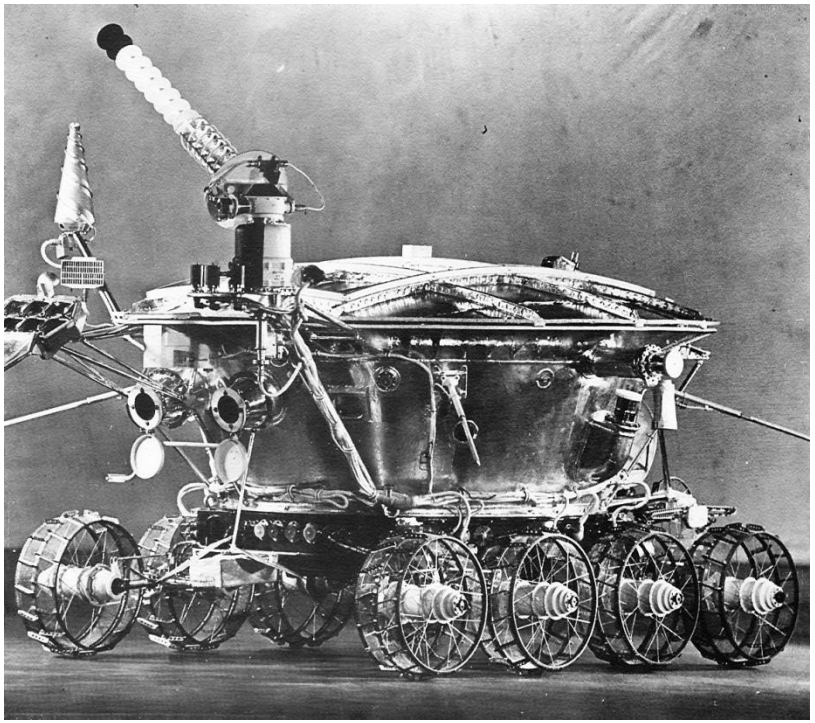
- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
  - Průlet
  - Navedení na oběžnou dráhu
- Průzkum z povrchu cílového tělesa



Způsoby průzkumu sluneční soustavy

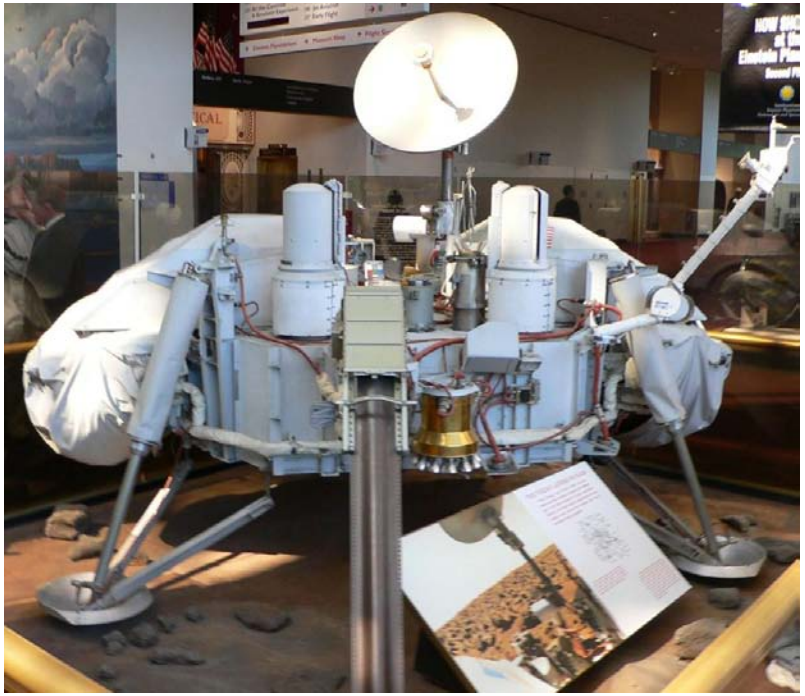
- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
- Průzkum z povrchu cílového tělesa
  - Stacionární
  - Mobilní
  - Atmosférický





Způsoby průzkumu sluneční soustavy

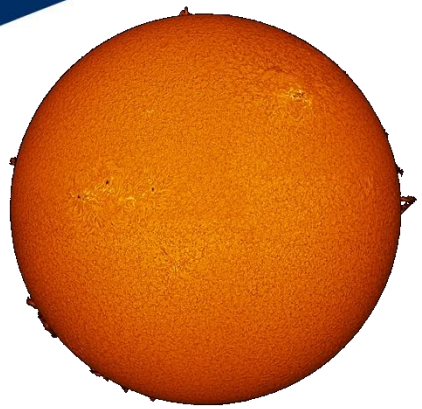
- Sledování ze/od Země
- Průzkum u cílového tělesa
- Průzkum z povrchu cílového tělesa
  - Stacionární
  - Mobilní
  - Atmosférický



Přehled plánovaných misí ESA

- Sluneční soustava
  - BepiColombo (2015)
  - Solar Orbiter (2017)
  - ExoMars 2016 (2016)
  - Proba-3 (2017)
  - Lunar Lander (2018)
  - ExoMars 2018 (2018)
  - MarcoPolo-R (2021 – 2023)
  - JUICE (2022)
  - PHOOTPRINT (2022/2024)
  - INSPIRE (2022/2024/2026)
  - MSR (2030)
- Vzdálený vesmír
  - Gaia (2013)
  - CHEOPS (2017)
  - JWST (2018)
  - Euclid (2020)
  - EChO (2021)
  - PLATO (2021)
  - LOFT (2021)

Slunce

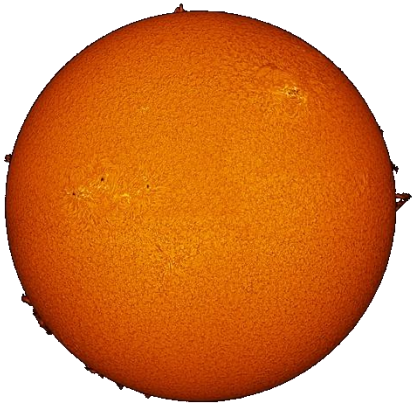


Orbiter 11. března 1960 – Pioneer 5

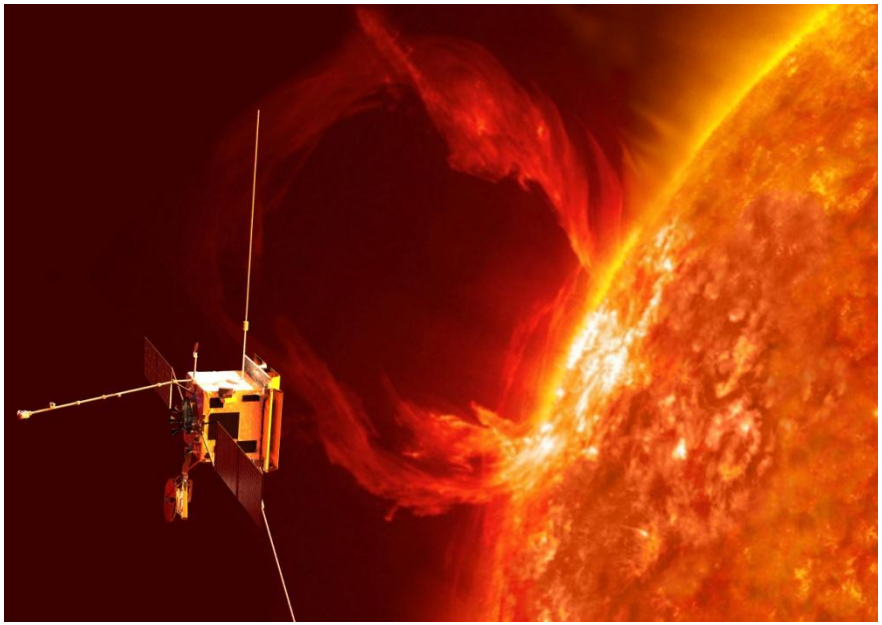
Návrat vzorků 8. září 2004 – Genesis

- Aktuální mise ESA
  - SOHO (1995)
  - Proba-2 (2009)
- Plánované mise ESA
  - Solar Orbiter (2017)
  - Proba-3 (2017)

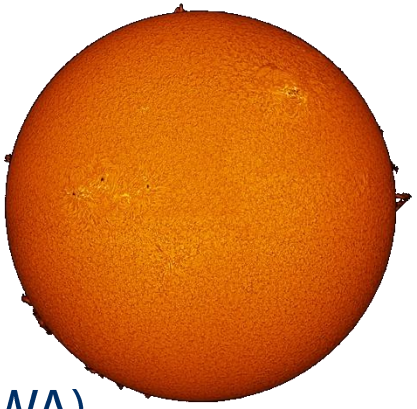
Solar Orbiter



- Hmotnost ? kg
- Startovací okno v lednu 2017
- Operační fáze 2020
- Blízké navedení ke Slunci – 42,5 milionů km



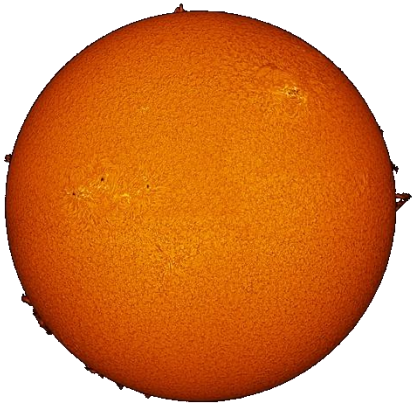
Solar Orbiter



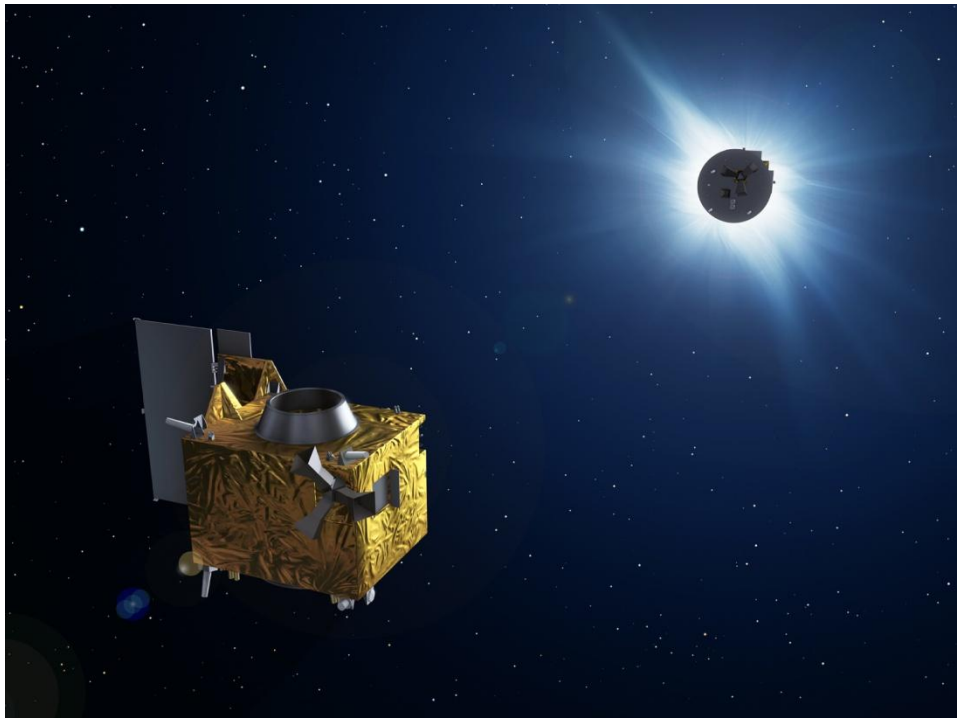
- Přístrojové vybavení
  - Analyzátor slunečního větru (SWA)
  - Detektor energetických částic (EPD)
  - Magnetometr (MAG)
  - Analyzátor magnetických a elektrických polí (RPW)
  - Soubor ultrafialových kamer (PHI + EUI + SPICE)
  - Rentgenový spektrometr/dalekohled (STIX)
  - Koronograf (METIS)
  - Kamera pro snímkování koronálních výronů hmoty (SoloHI)

Solar Orbiter

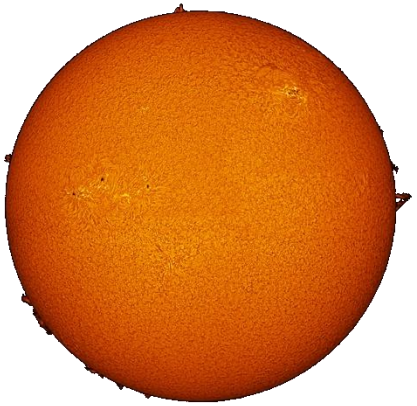
Proba-3



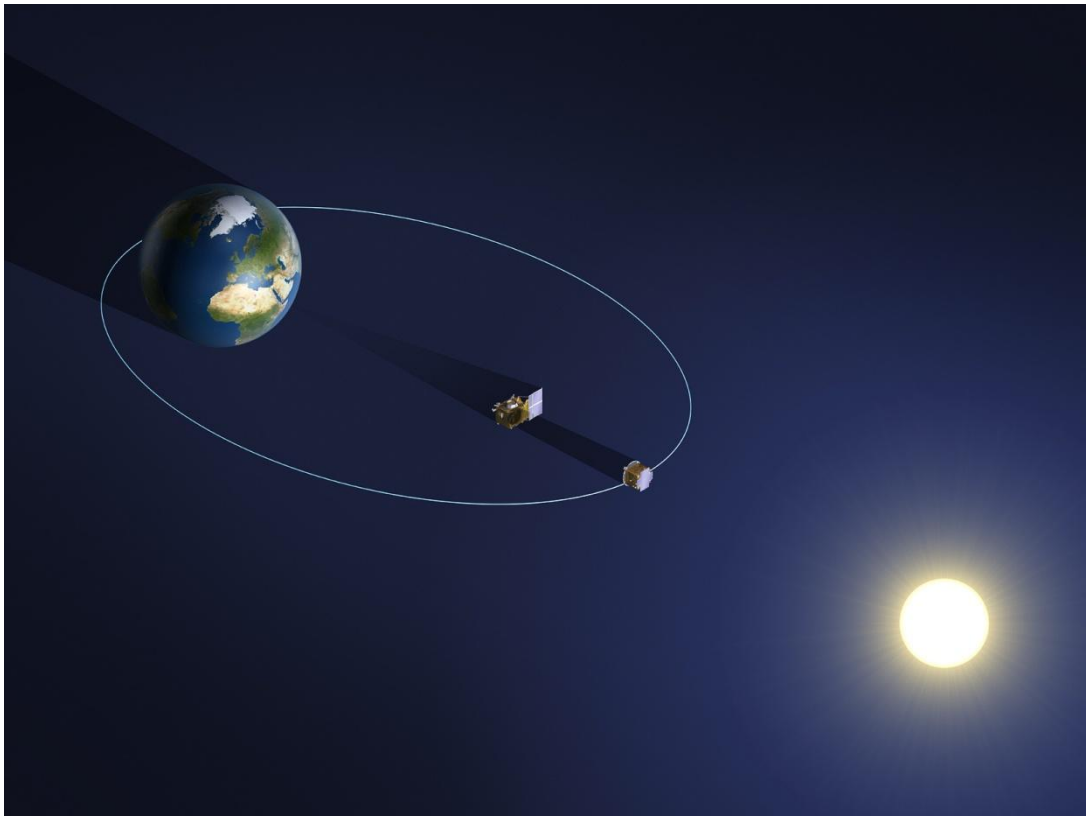
- Hmotnost 340 + 200 kg
- Start v 2017
- Operační fáze 2017 (600 × 60 530 km)



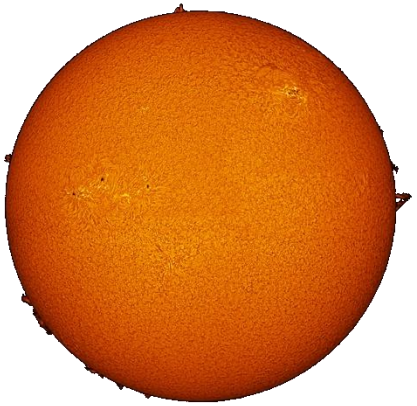
Proba-3

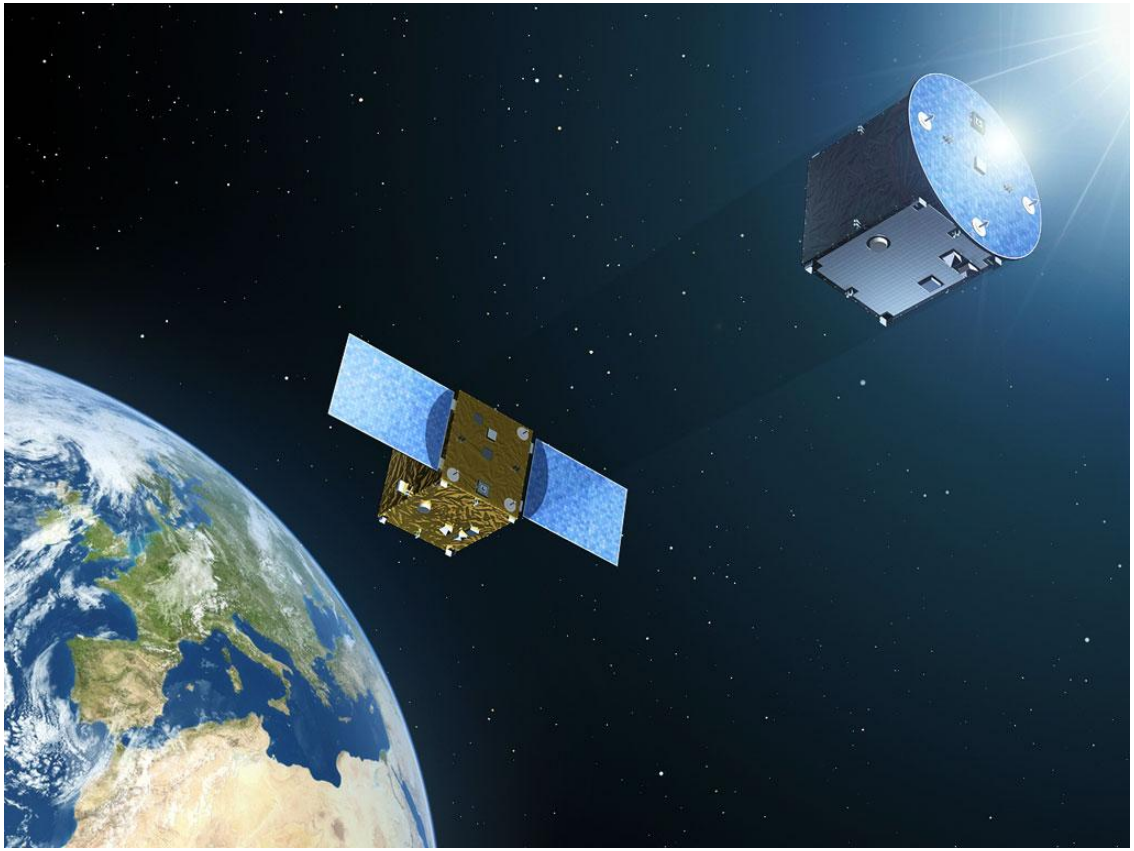


- Přístrojové vybavení
  - Koronograf (ASPIICS)

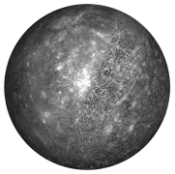


Proba-3





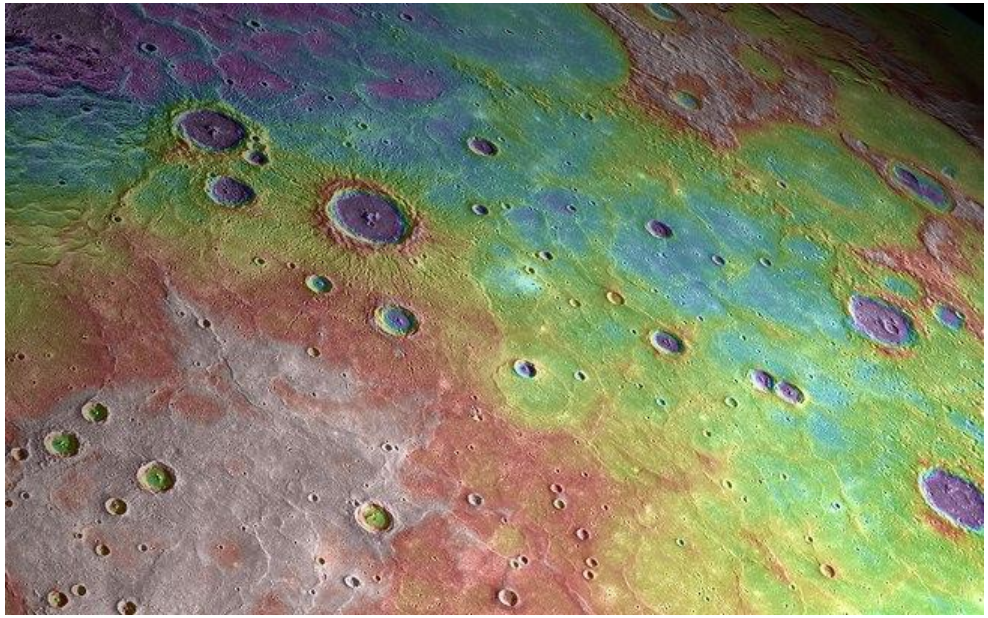
Merkur

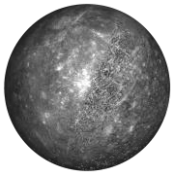


Průlet 29. března 1974 – Mariner 10

Orbiter 18. března 2011 – MESSENGER

- Aktuální mise ESA
  - -
- Plánované mise ESA
  - BepiColombo (2015)

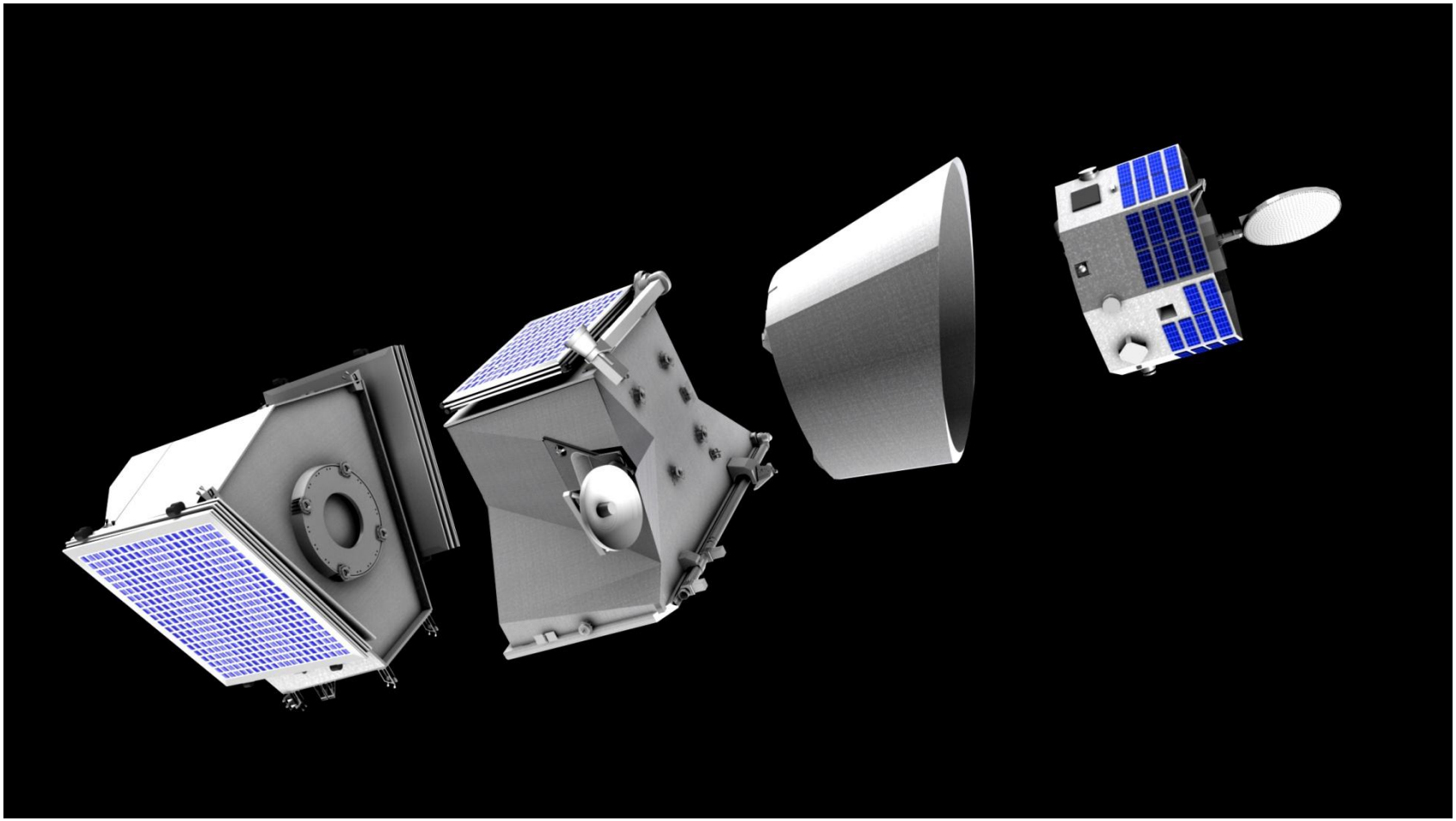


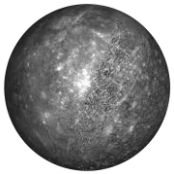


BepiColombo

- Hmotnost 4 100 kg
- Startovací okno 15. srpna – 14. září 2015
- Operační fáze 2022
- Dvě části dony
  - Mercury Planetary Orbiter (MPO) – 400 × 1 508 km
  - Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) – 400 × 11 824 km

BepiColombo

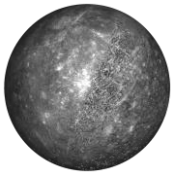




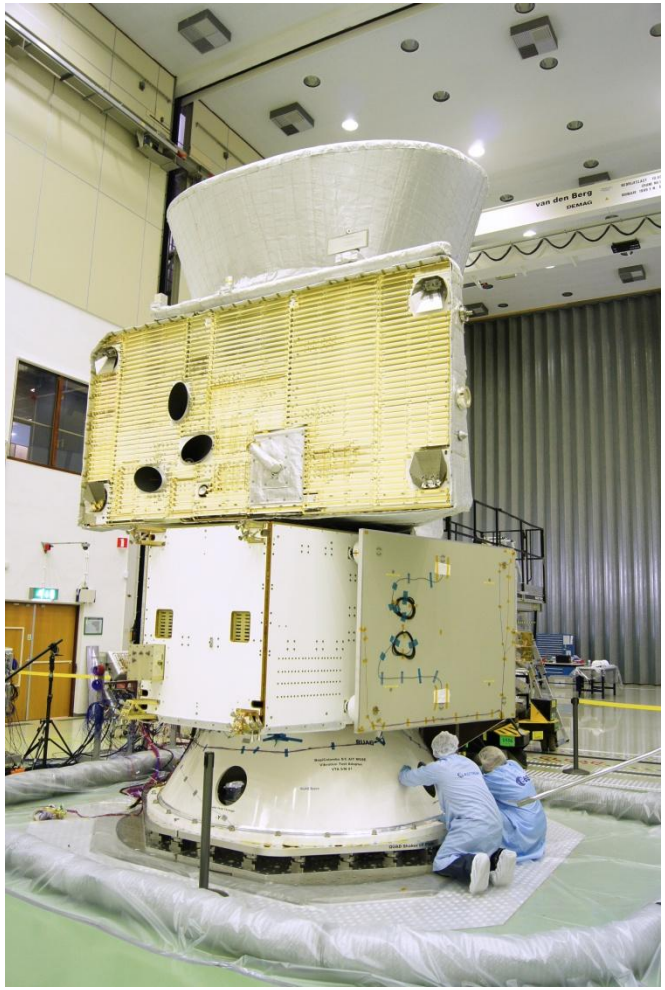
BepiColombo

- Přístrojové vybavení MPO
  - Laserový výškoměr (BELA)
  - Akcelerometr (ISA)
  - Magnetometr (MERMAG)
  - Infračervený spektrometr (MERTIS-TIS)
  - Gama a neutronový spektrometr (MGNS)
  - Rentgenový spektrometr (MIXS)
  - Radiový experiment (MORE)
  - Analyzátor částic (SERENA)
  - Ultrafialový spektrometr (PHEBUS)
  - Kamerový systém (SIMBIO-SYS)

BepiColombo



BepiColombo



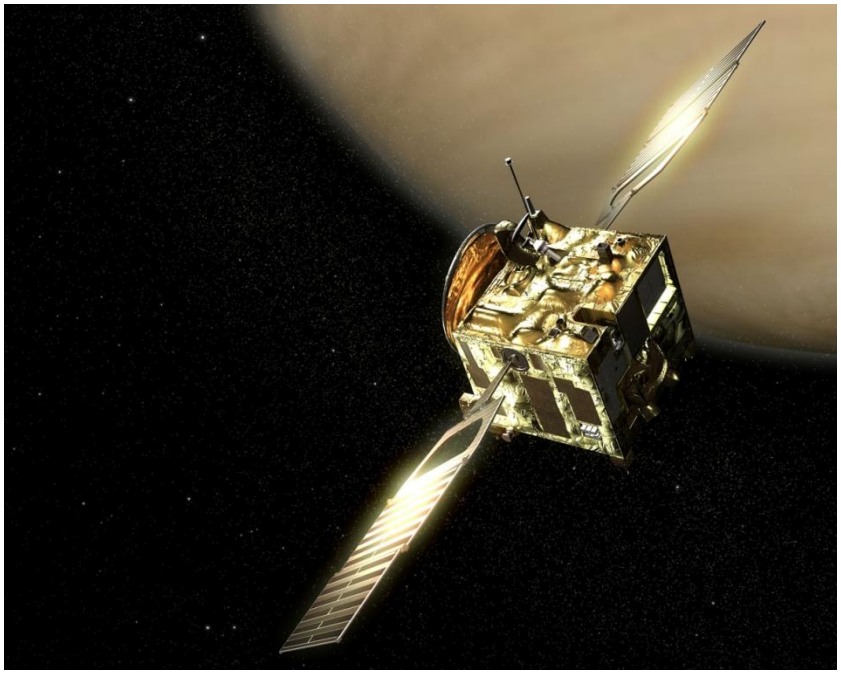
Venuše

Průlet 14. prosince 1962 – Mariner 2

Přistání 15. prosince 1970 – Veněra 7

Orbiter 23. října 1975 – Veněra 10

- Aktuální mise ESA
  - Venus Express (2005)
- Plánované mise ESA
  - -



Měsíc

Průlet 4. ledna 1959 – Luna 1

Dopad 14. září 1959 – Luna 2

Přistání 3. února 1966 – Luna 9

Orbiter 3. dubna 1966 – Luna 10

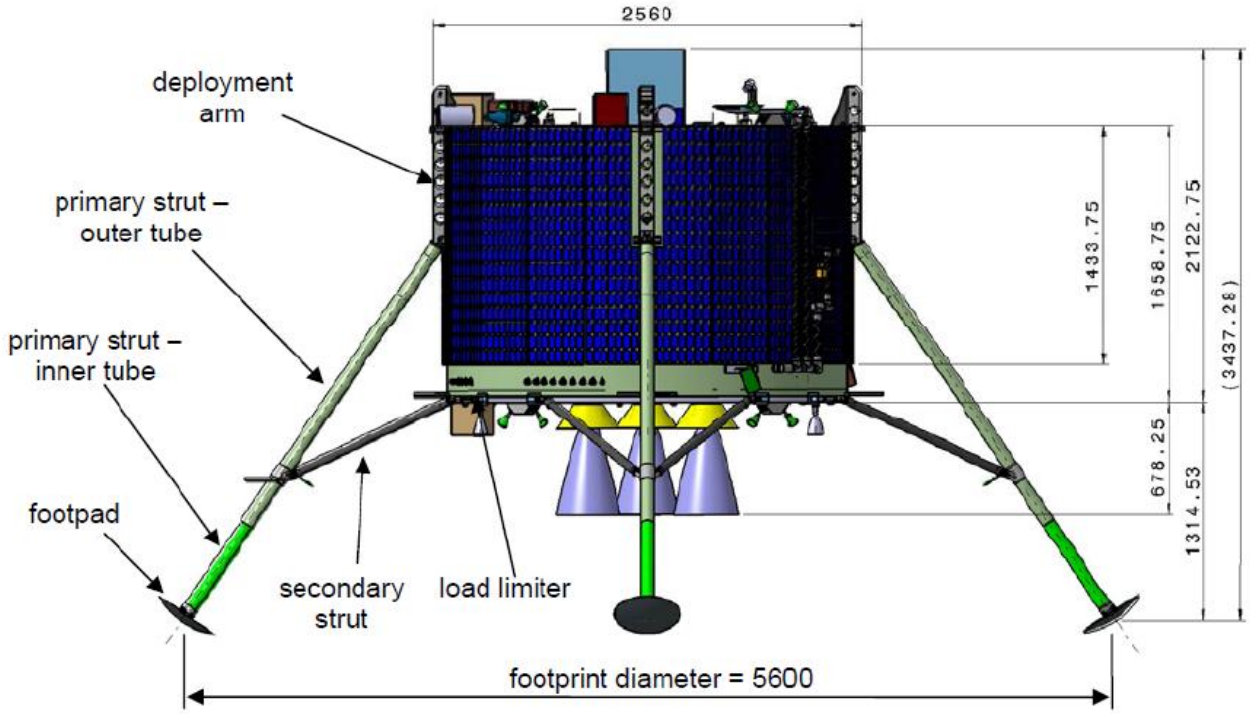
Návrat vzorků 15. září 1970 – Luna 16

Rover 14. listopadu 1970 – Luna 17/Lunochod 1

- Aktuální mise ESA
  - -
- Plánované mise ESA
  - *Lunar Lander (2018) – DLR?*

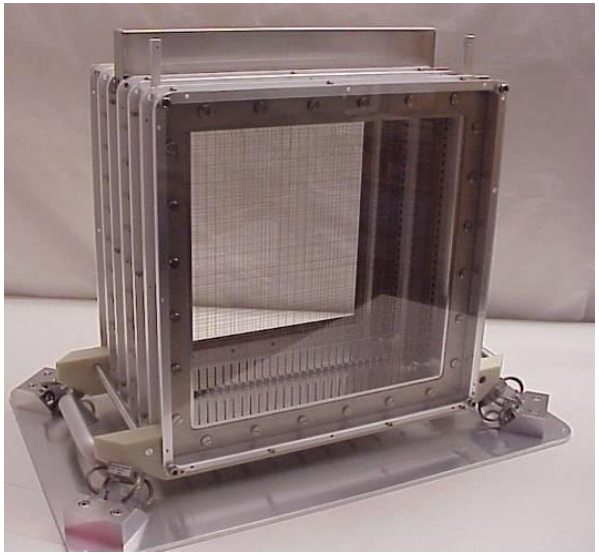
Lunar Lander

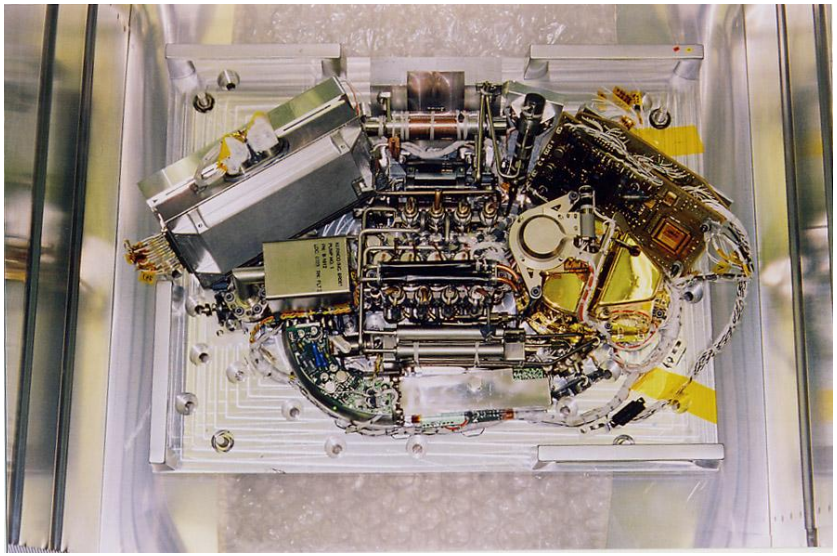
- Hmotnost 2 300 kg
- Start v roce 2018
- Operační fáze 2019



Lunar Lander

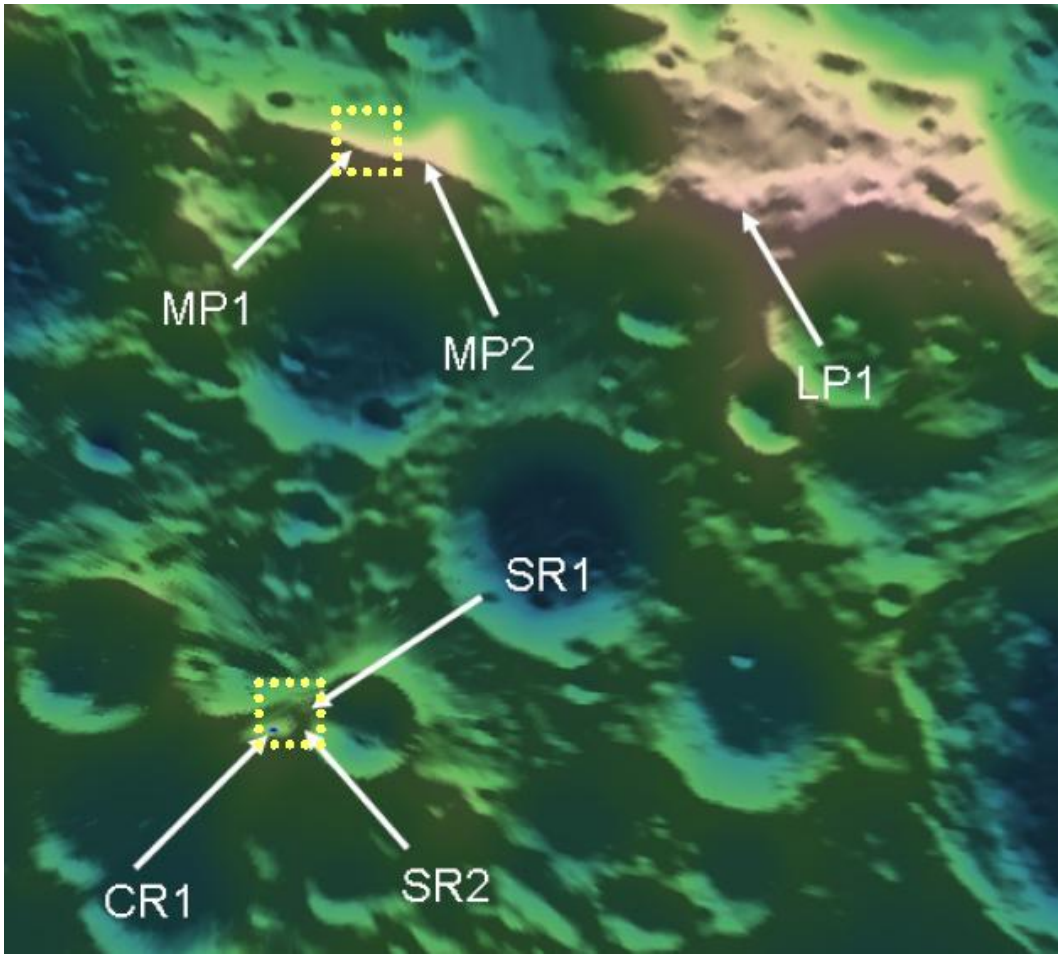
- Přístrojové vybavení
  - Sada pro sledování vlivu záření (AMARE)
  - Sada pro analýzu prachu (L-DAP)
  - Sada pro měření plazmatu (L-DEPP)
  - Sada pro analýzu povrchu (L-VRAP)



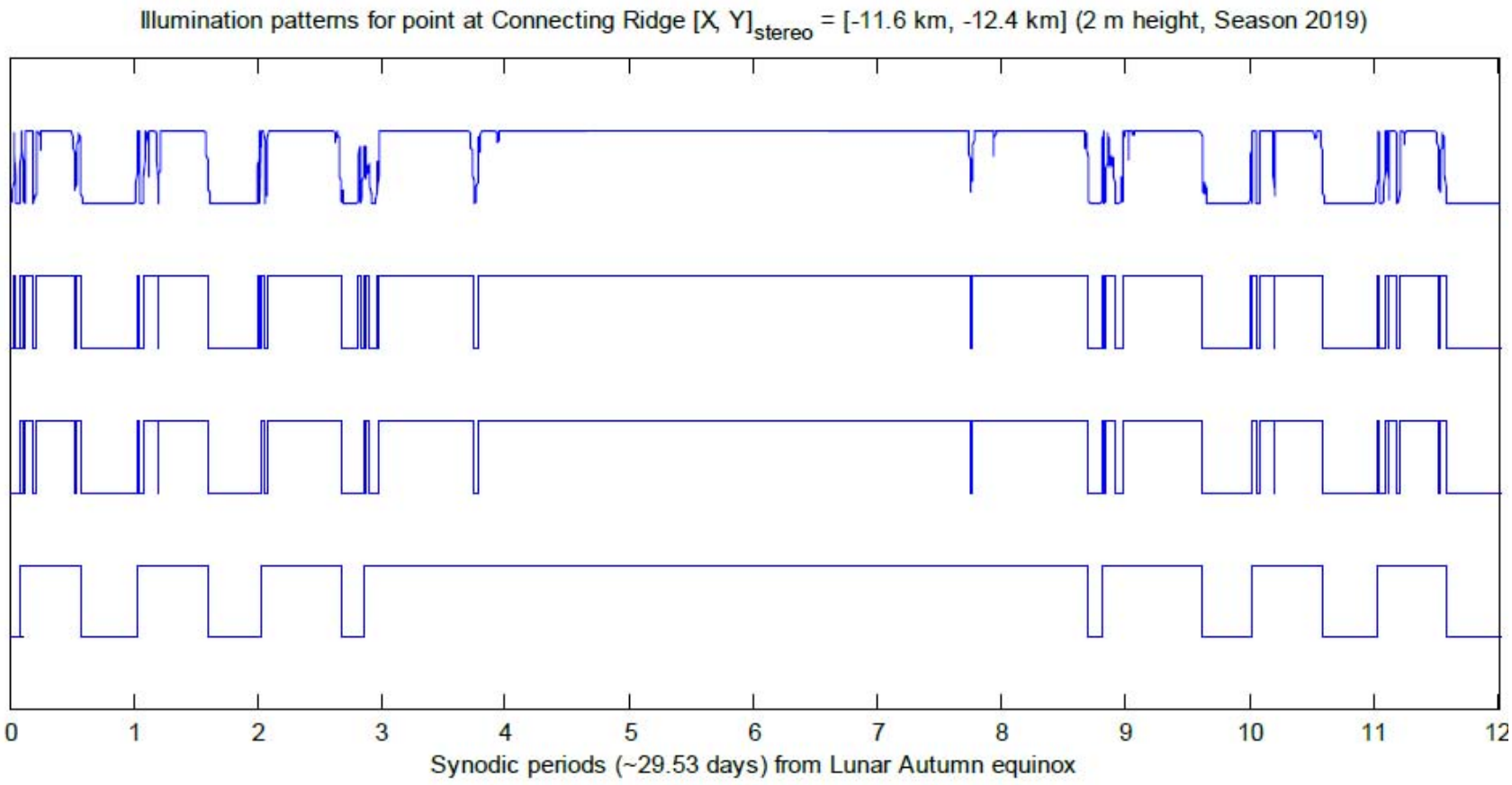


Lunar Lander

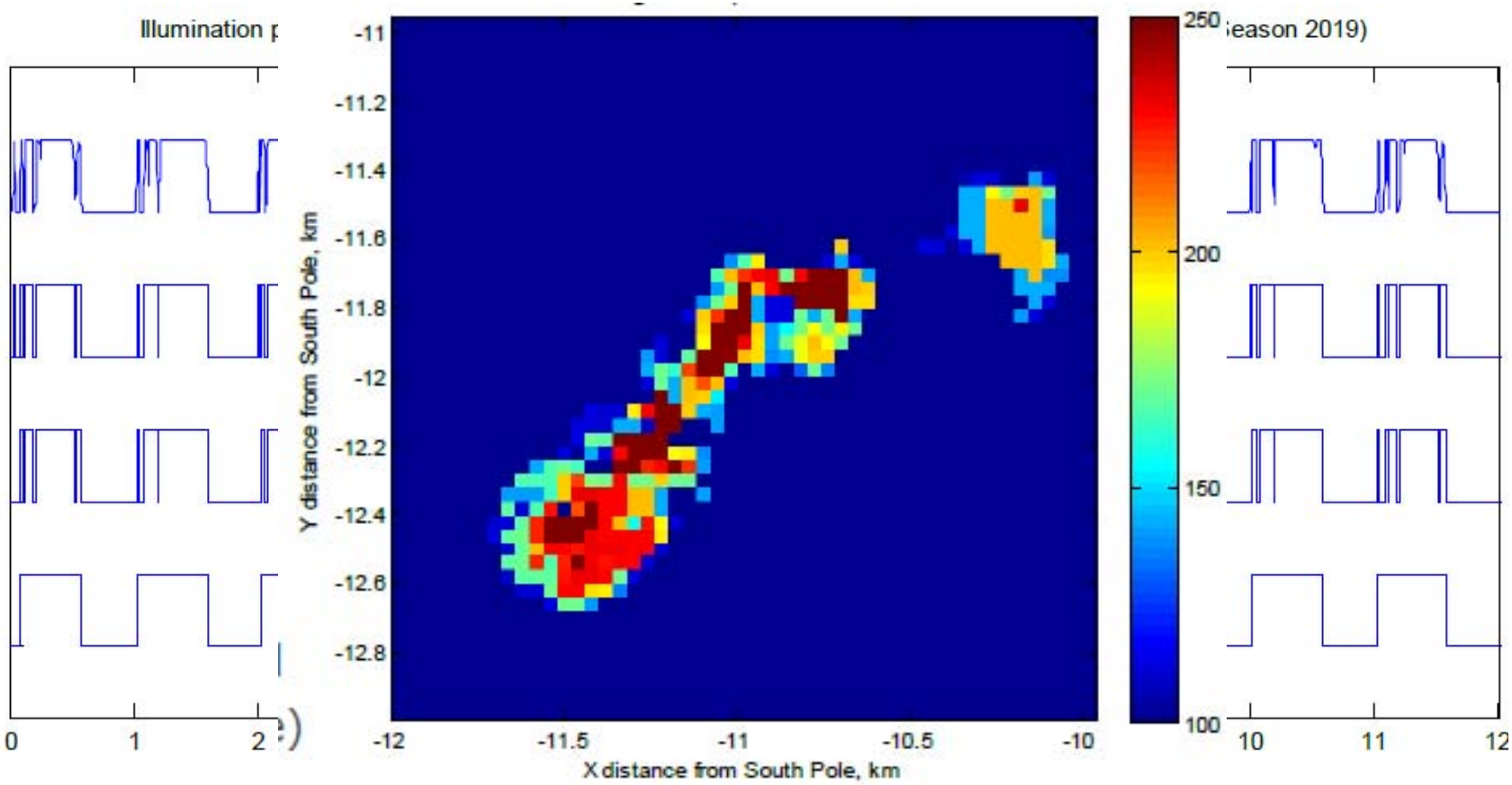
- Přistávací oblast
  - Shackleton
  - De Gerlache
  - Malapert



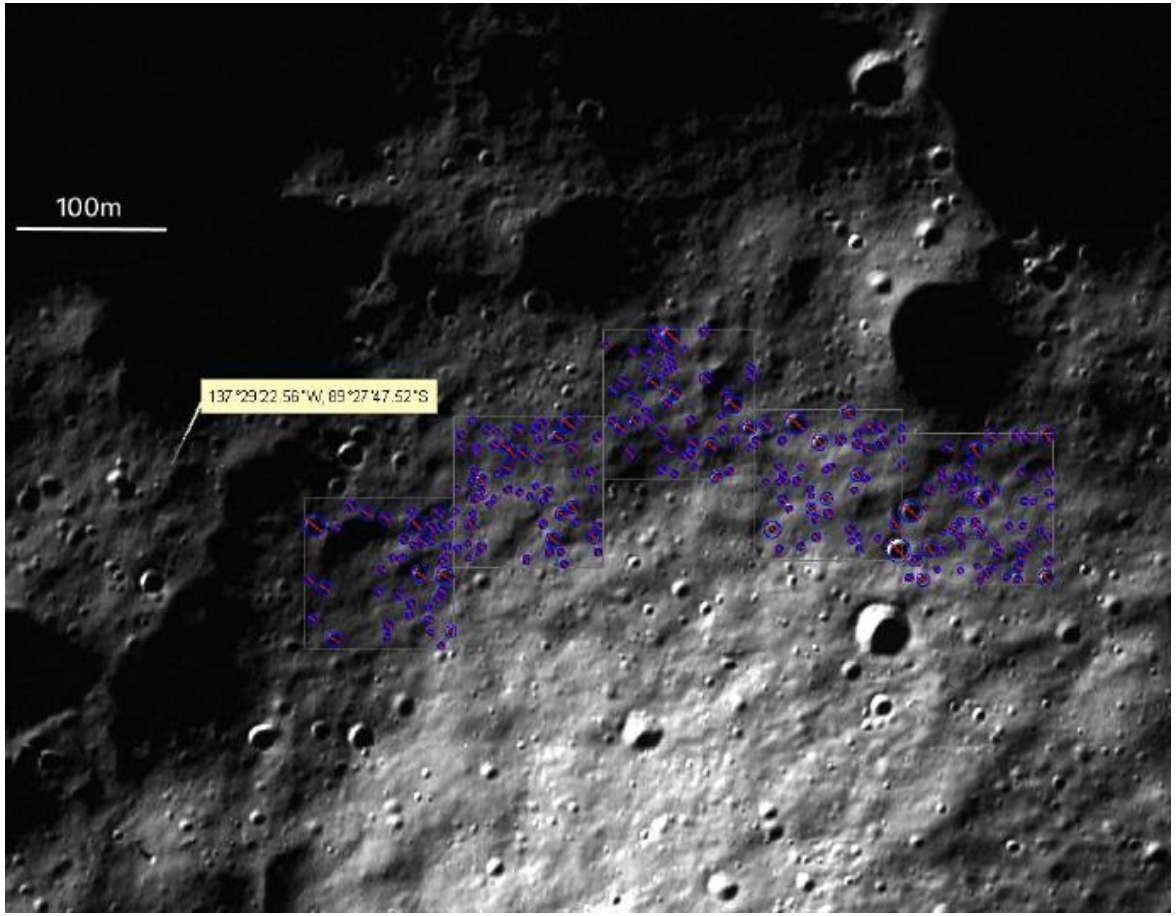
Lunar Lander



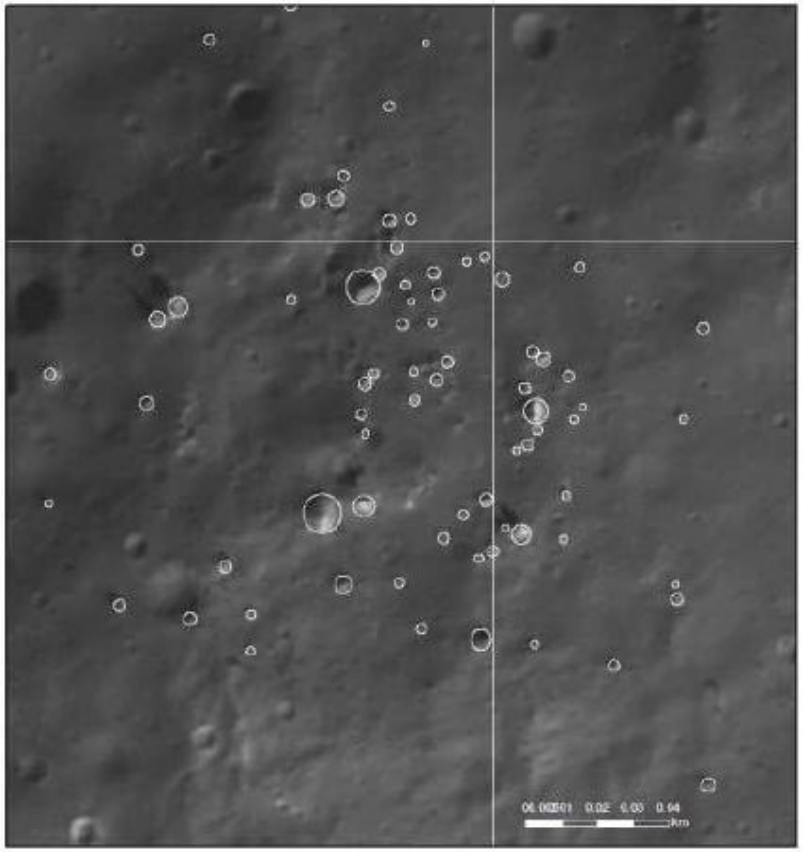
Lunar Lander

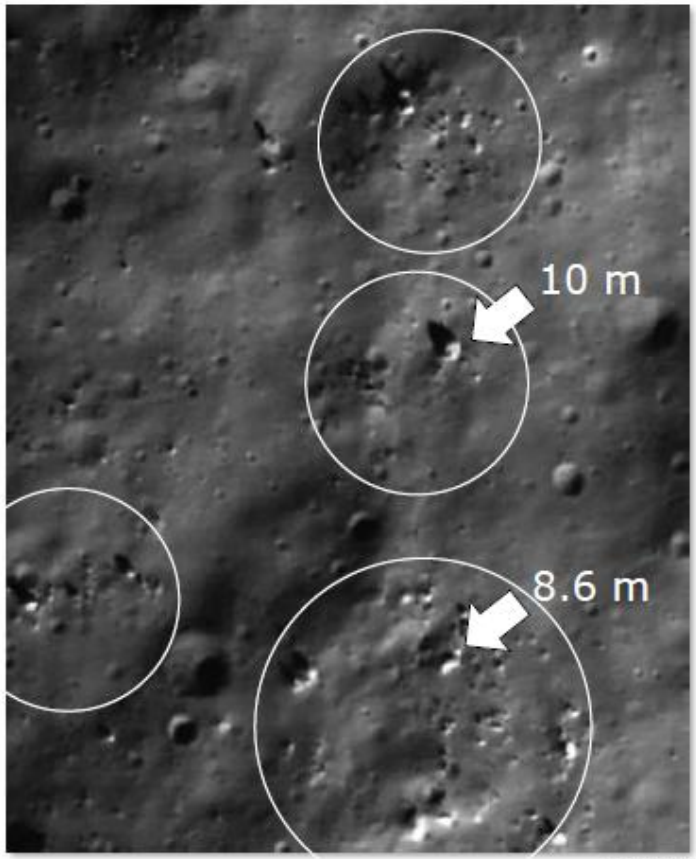


Lunar Lander



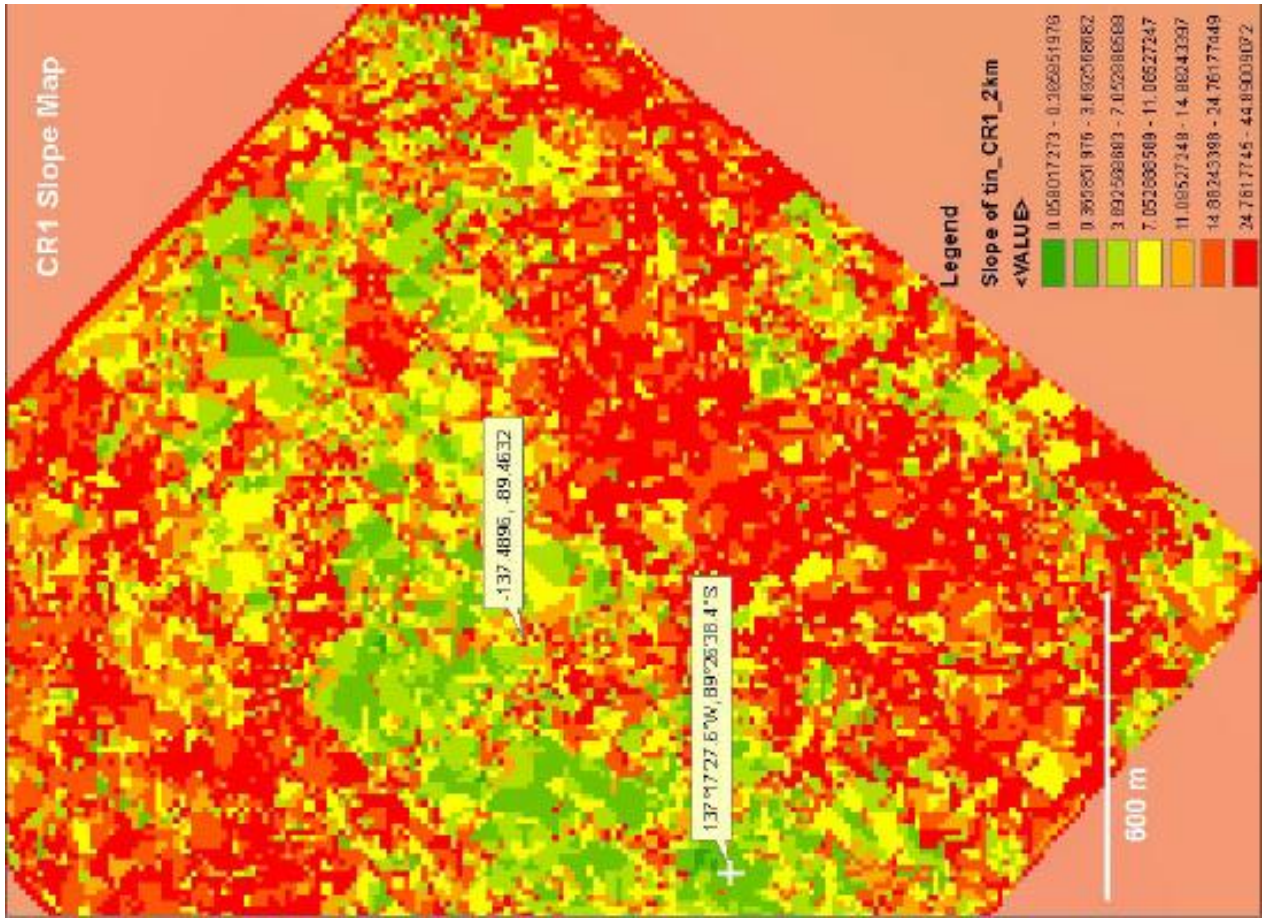
Lunar Lander



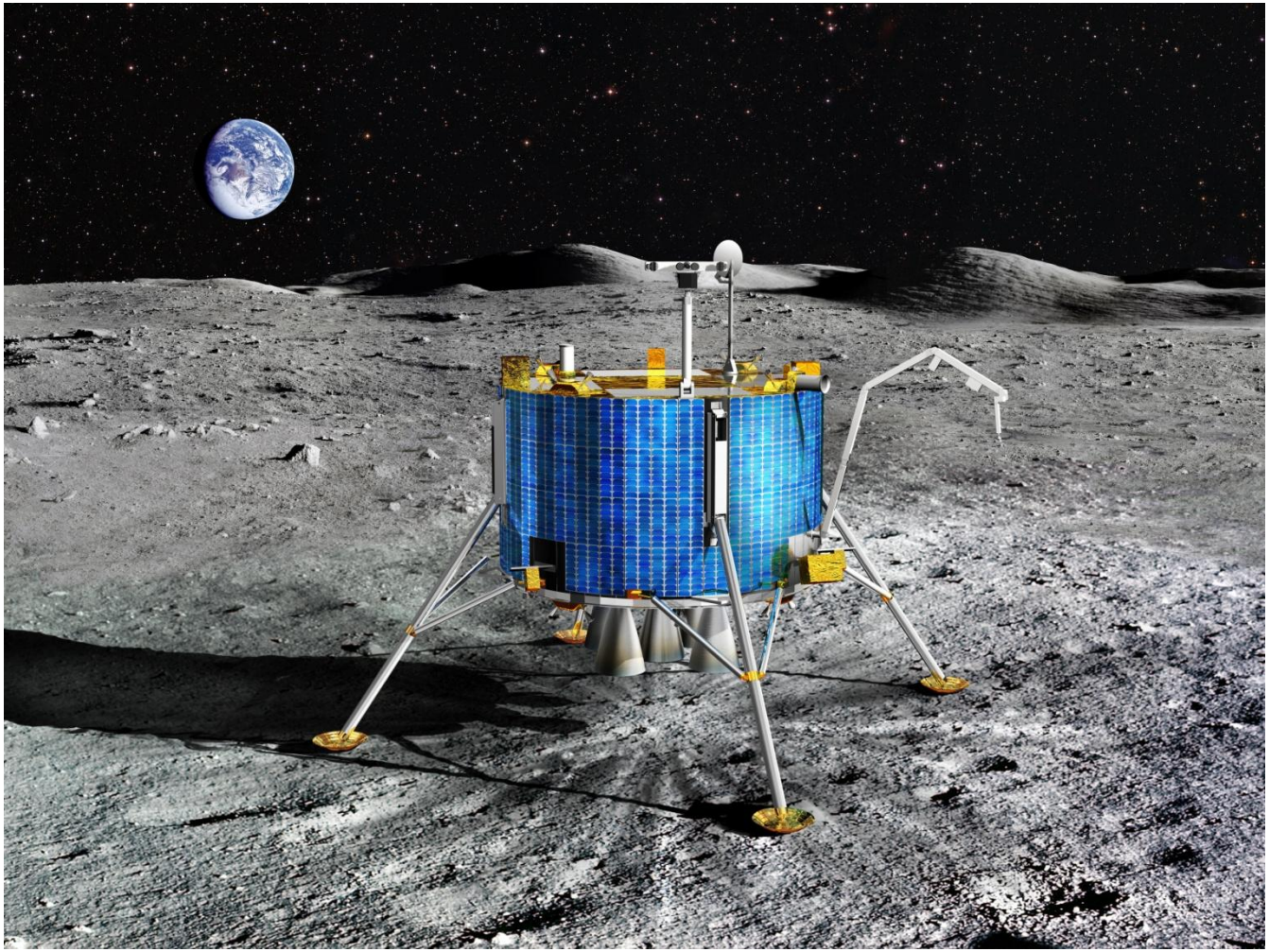


European Space Agency

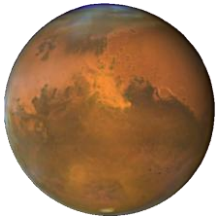
Lunar Lander



Lunar Lander



Mars



Průlet 15. července 1965 – Mariner 4

Orbiter 14. listopadu 1971 – Mariner 9

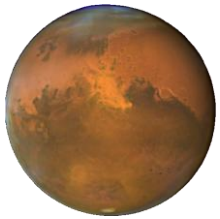
Dopad 27. listopadu 1971 – Mars 2

Přistání 20. července 1976 – Viking 1

Rover 6. července 1997 – Sojourner

Návrat vzorků 2030 – MSR

- Aktuální mise ESA
  - Mars Express (2003)
- Plánované mise ESA
  - ExoMars (2016 a 2018), PHOOTPRINT a INSPIRE (2022/2024/2026)

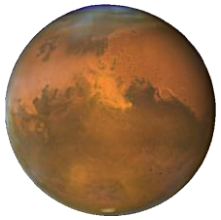


ExoMars

- Mise 2016
  - TGO
  - EDM
- Mise 2018
  - Rover NASA
  - Rover ESA

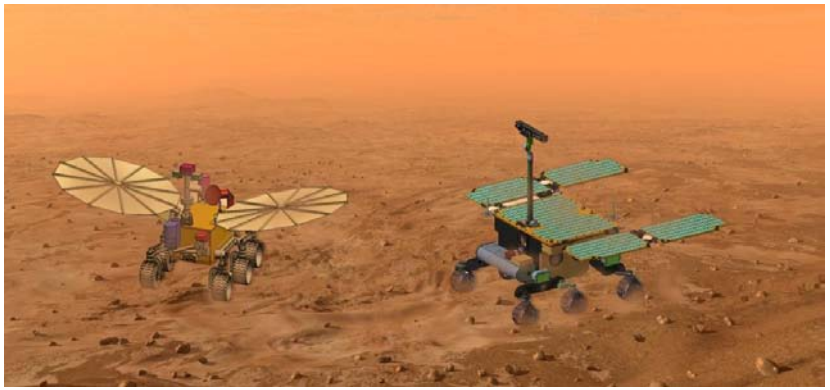
ExoMars

- Mise 2016
  - TGO
  - EDM
- Mise 2018
  - Rover NASA
  - Rover ESA

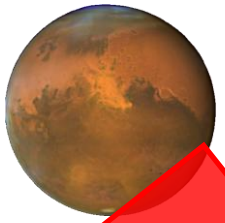


ExoMars

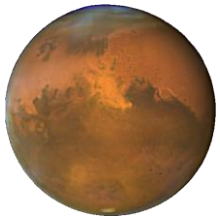
- Mise 2016
  - TGO
  - EDM
- Mise 2018
  - Společný rover NASA a ESA



ExoMars



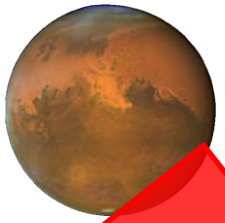
- Mise 2016
  - TGO
  - EDM
- Mise 2018
  - Společný rover NASA a ESA



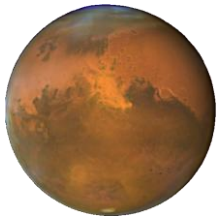
ExoMars

	Baseline	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
2016	Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM	Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM			Orbiter with Relay, TBD Payload (Minor launcher reduction)	
2018	Joint Rover + Cruise & EDL		Joint Rover + EDL, Carrier + Relay	Joint Rover + Cruise & EDL	Joint Rover + Cruise & EDL	
2020		Joint Rover + Cruise & EDL		Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM		

ExoMars



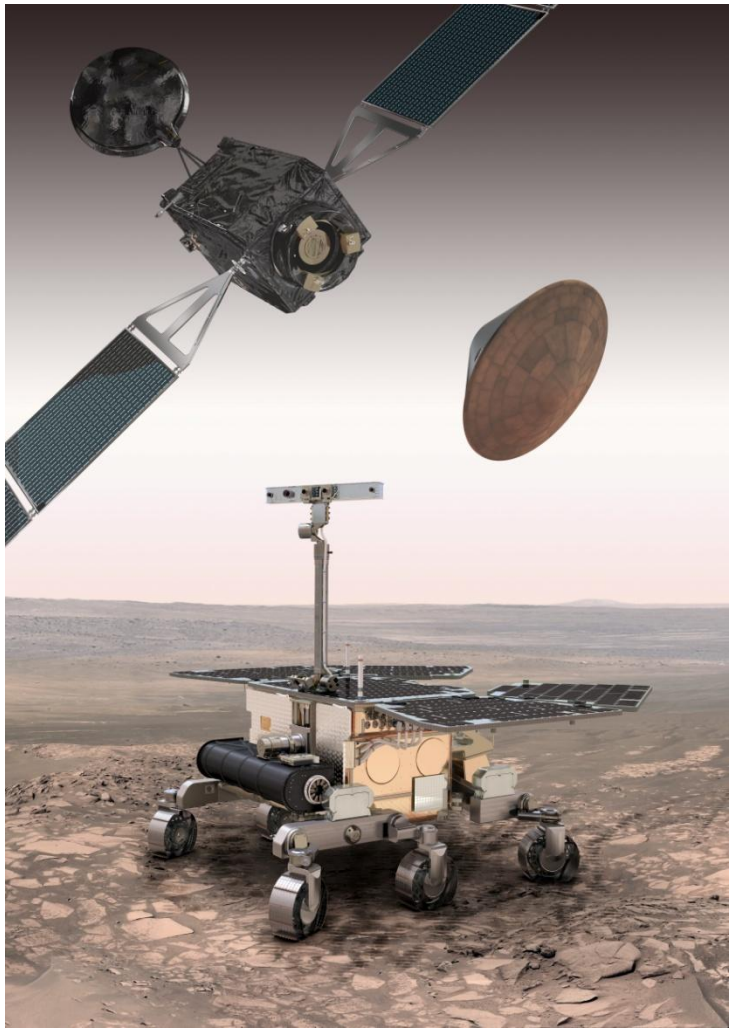
Baseline
Scenario 1
Scenario 2
Scenario 3
Scenario 4
Scenario 5
2016
Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM
Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM
Orbiter with Relay, TBD Payload
(minor launcher reduction)
2018
Joint Rover + Cruise & EDL
Joint Rover + EDL, Carrier + Relay
Joint Rover + Cruise & EDL
Joint Rover + Cruise & EDL
2020
Joint Rover + Cruise & EDL
Orbiter with Relay, TGO Payload & EDM

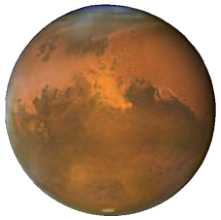


ExoMars

- Mise 2016
  - TGO
  - EDM
- Mise 2018
  - Rover ESA

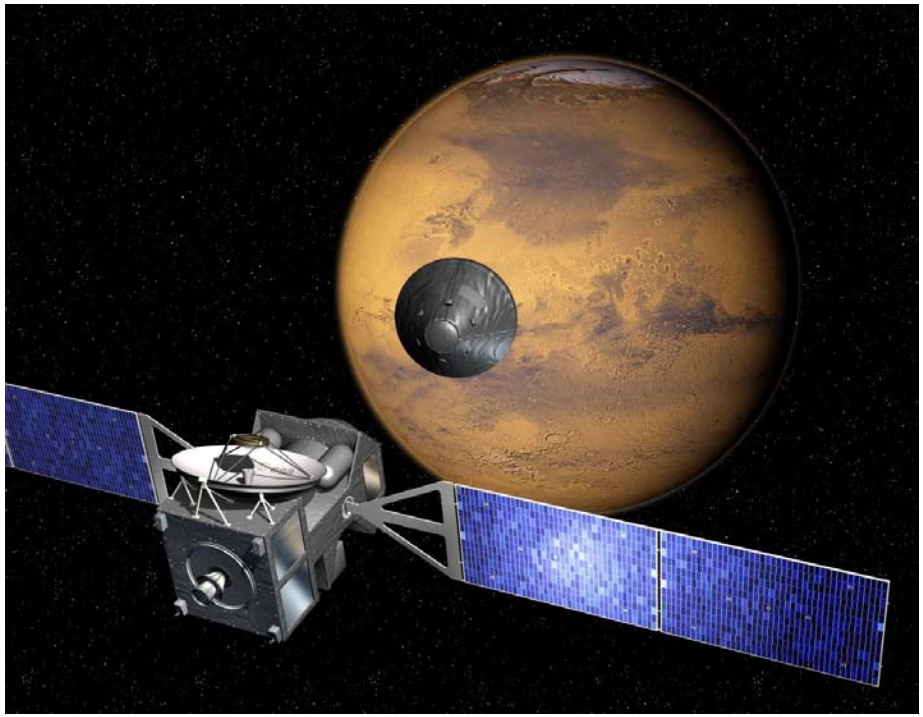
- Obě mise ve spolupráci s Roskosmosem

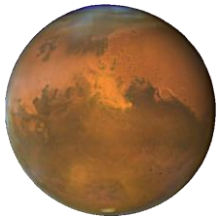




ExoMars 2016

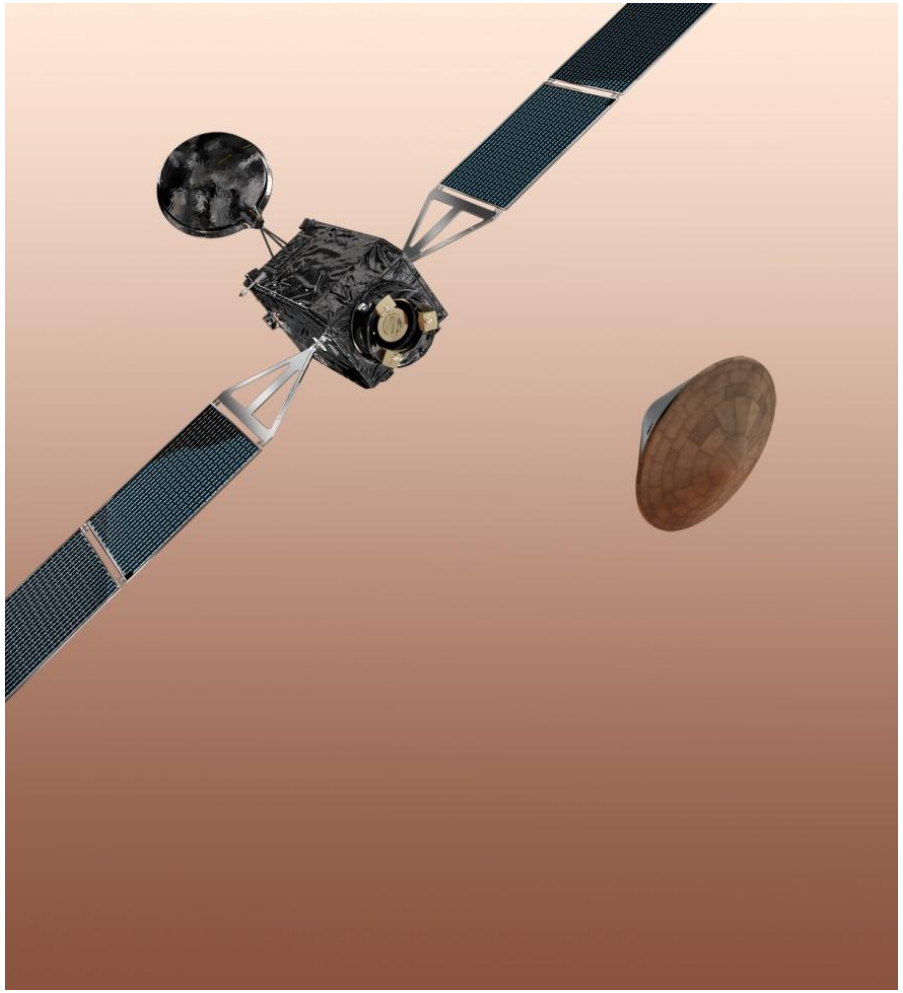
- ESA
  - TGO + 1 vědecký přístroj
  - EDM + sada přístrojů
  - Řízení mise
- Roskosmos
  - 2 vědecké přístroje na TGO
  - Nosná raketa
  - Podpora komunikace

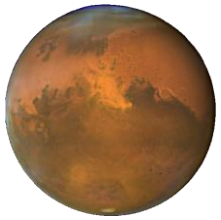




ExoMars 2016

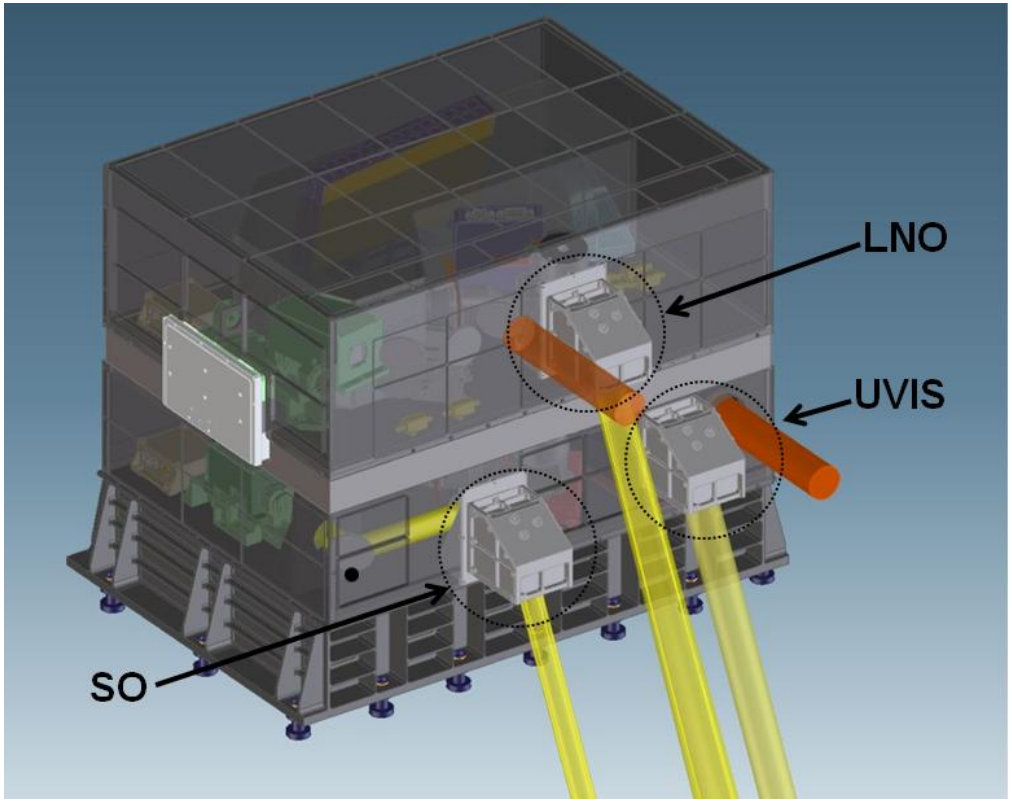
- TGO + EDM
  - Start v lednu 2016
  - Hmotnost 4331,8 kg
  - Až 135,6 kg přístrojů
  - Přistání EDM v říjnu 2016
  - Délka vědecké mise 687 dní
  - Retranslace do roku 2022

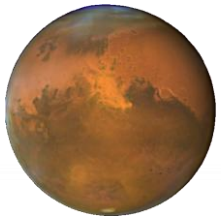




ExoMars 2016

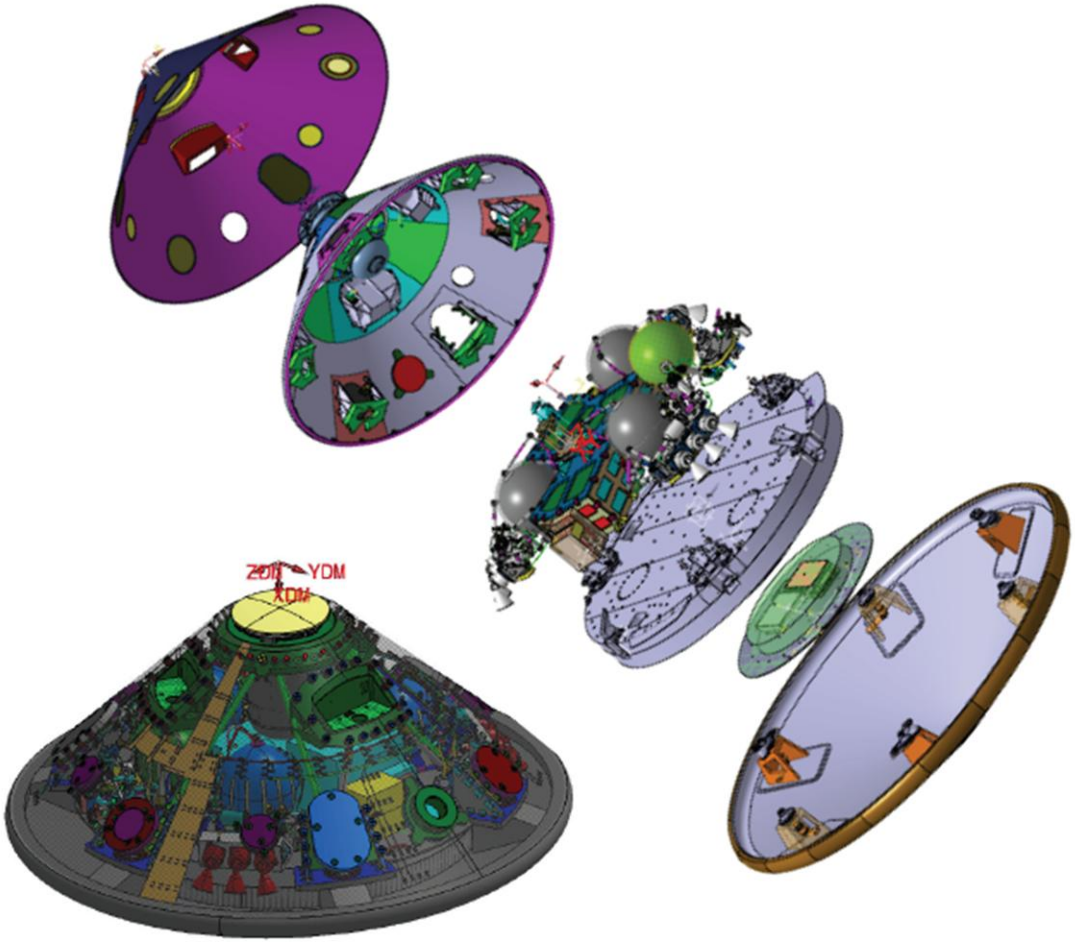
- Vědecké vybavení TGO
  - NOMAD
  - CASSIS
  - FREND
  - ACS

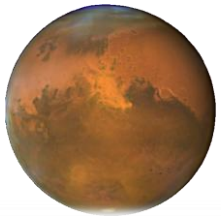




ExoMars 2016

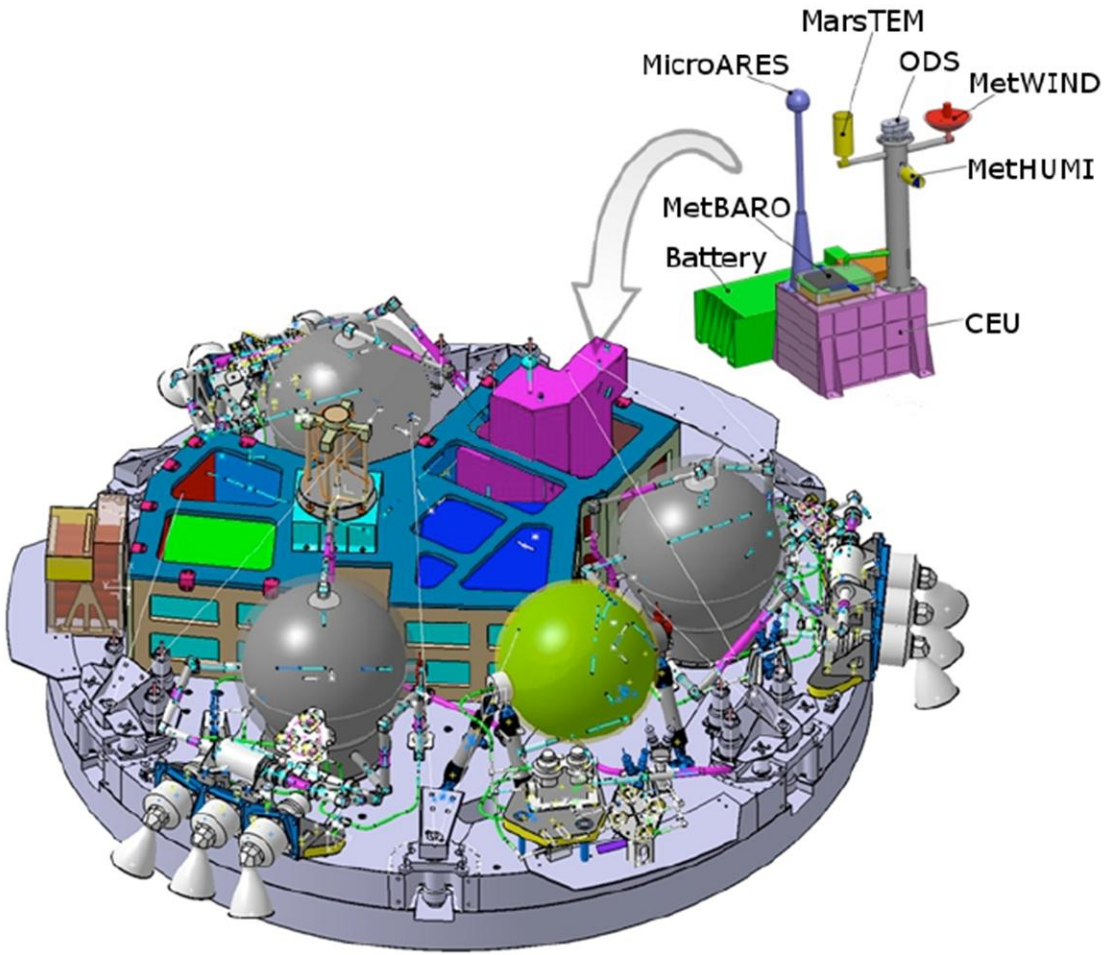
- EDM
  - Průměr 2 400 mm
  - Hmotnost 600 kg
  - Primární baterie
  - Meridiani Planum

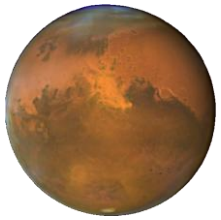




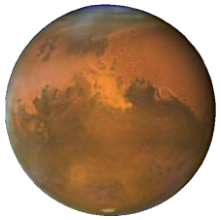
ExoMars 2016

- Vědecké vybavení ED
  - MetWind
  - MetHumi
  - MetBaro
  - MarsTem
  - ODS
  - MicroARES

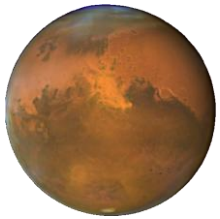




ExoMars 2016



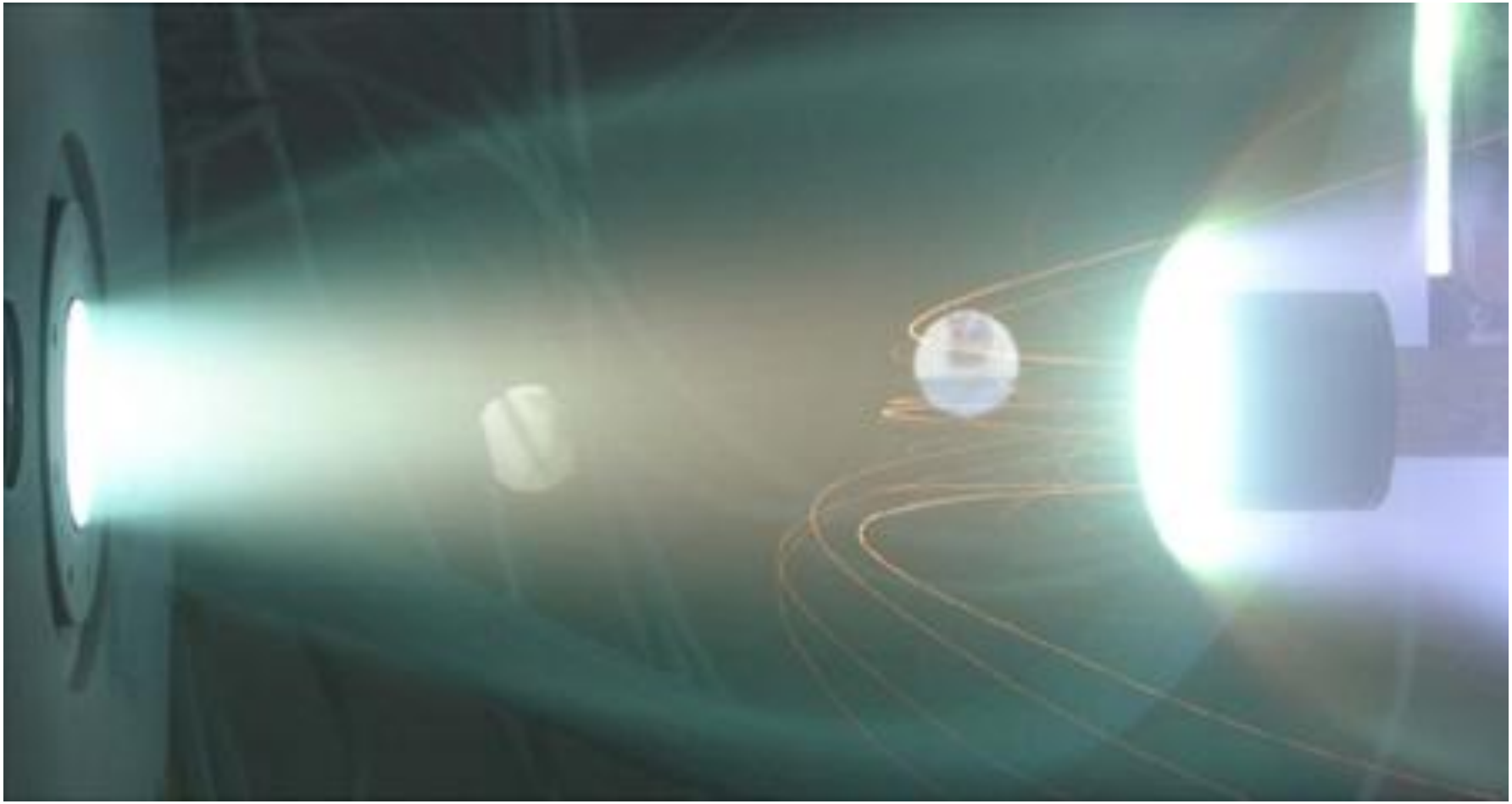
ExoMars 2016

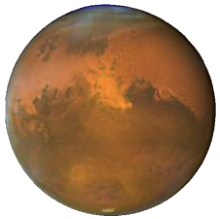


ExoMars 2016

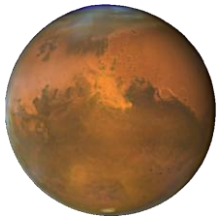
ExoMars 2016

ExoMars 2016

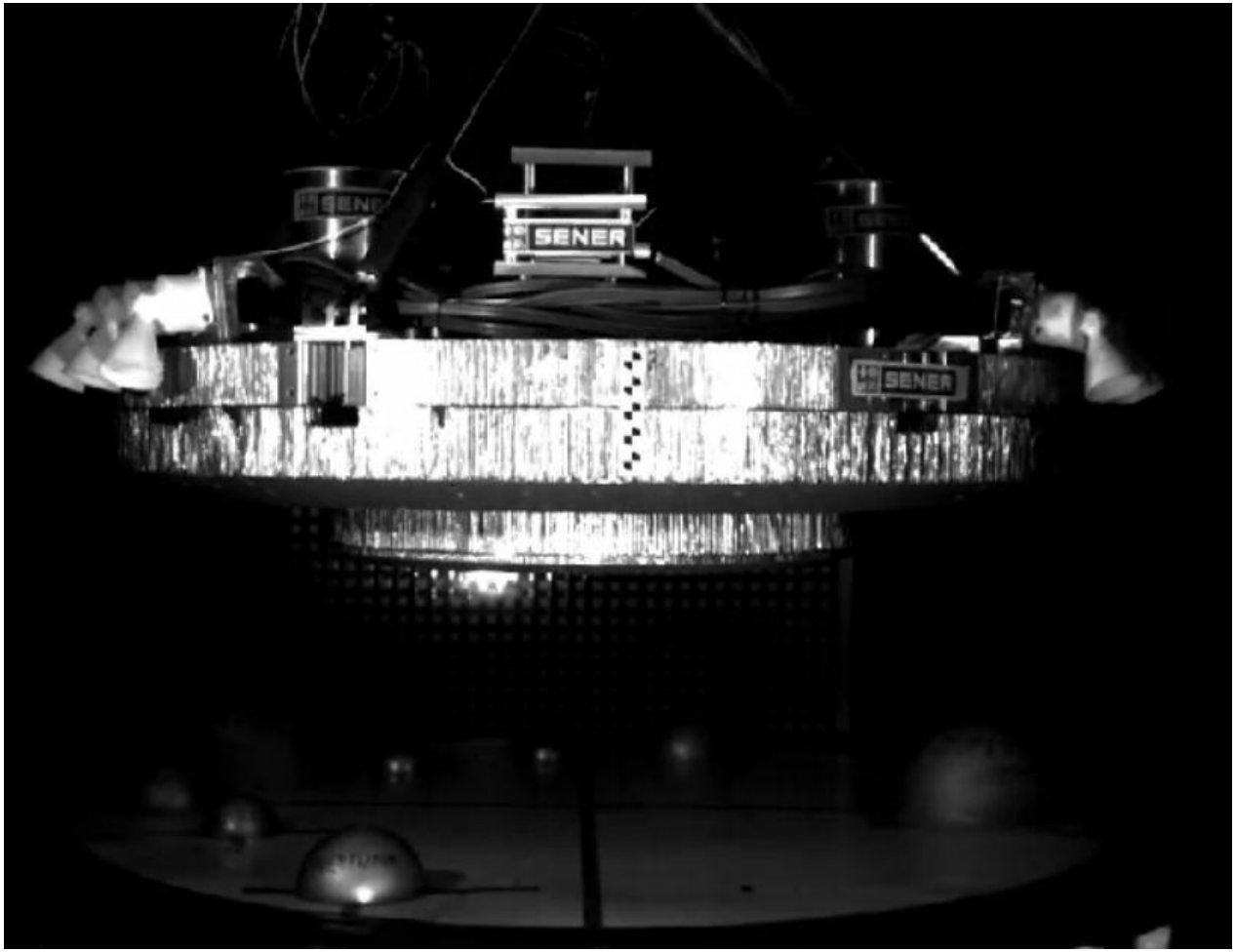


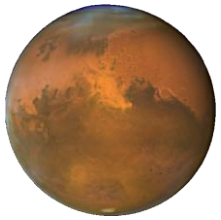


ExoMars 2016



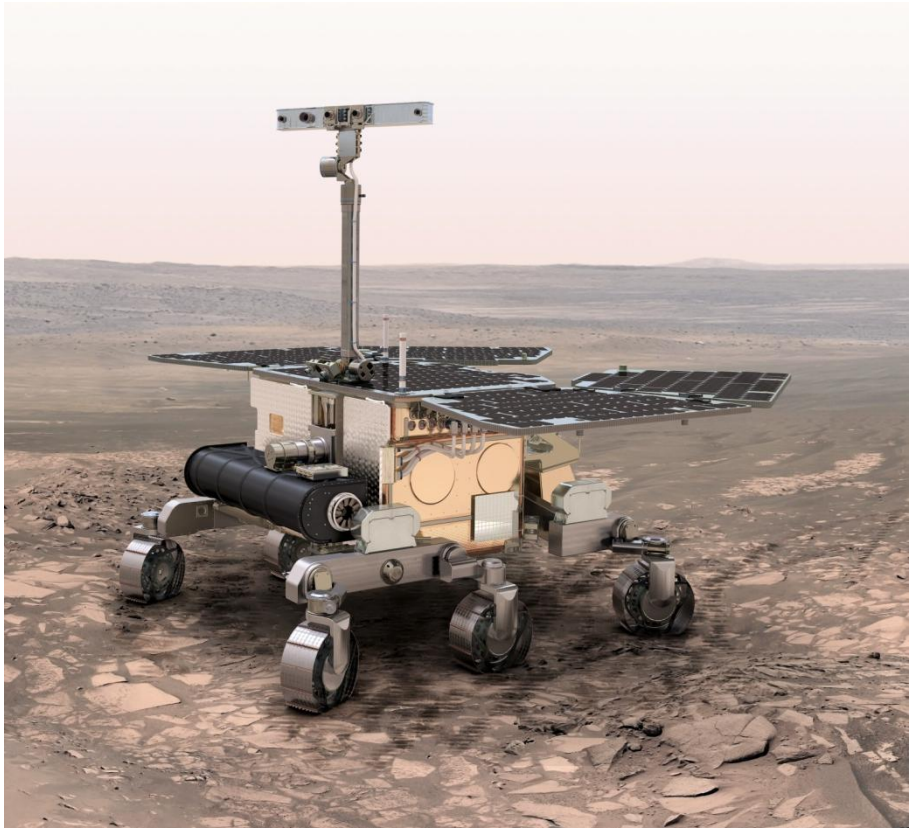
ExoMars 2016

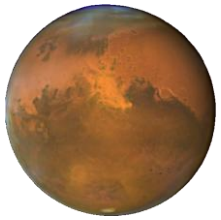




ExoMars 2018

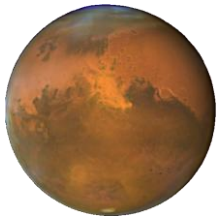
- ESA
  - Rover
  - 9 vědeckých přístrojů
  - Řízení mise
- Roskosmos
  - Nosná raketa
  - Přeletový a přistávací modul
  - RHU
  - 2 přístroje na rover
  - Podpora komunikace
- NASA
  - Spoluúčast na 1 přístroji





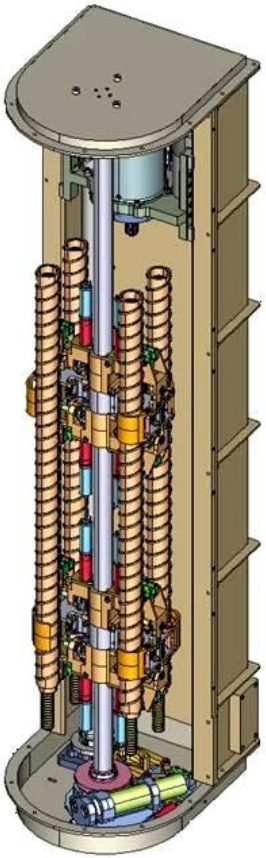
ExoMars 2018

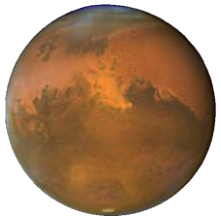
- Vědecké vybavení roveru
  - PanCam
  - MOMA
  - MicrOmega
  - Mars-XRD
  - Raman
  - WISDOM
  - Ma-MISS
  - CLUPI
  - LMC
  - 2 ruské přístroje (IR spektrometr a neutronový detektor)



ExoMars 2018

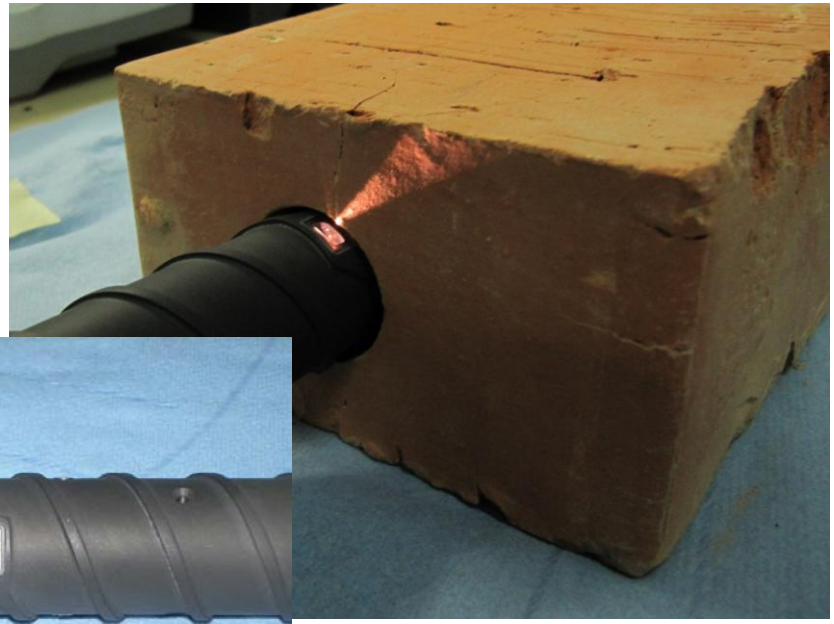
- Vědecké vybavení roveru
  - PanCam
  - MOMA
  - MicrOmega
  - Mars-XRD
  - Raman
  - WISDOM
  - Ma-MISS
  - CLUPI
  - LMC
  - 2 ruské přístroje (IR spektrometr a neutronový detektor)

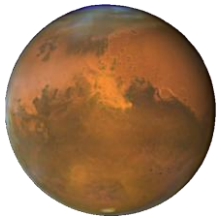




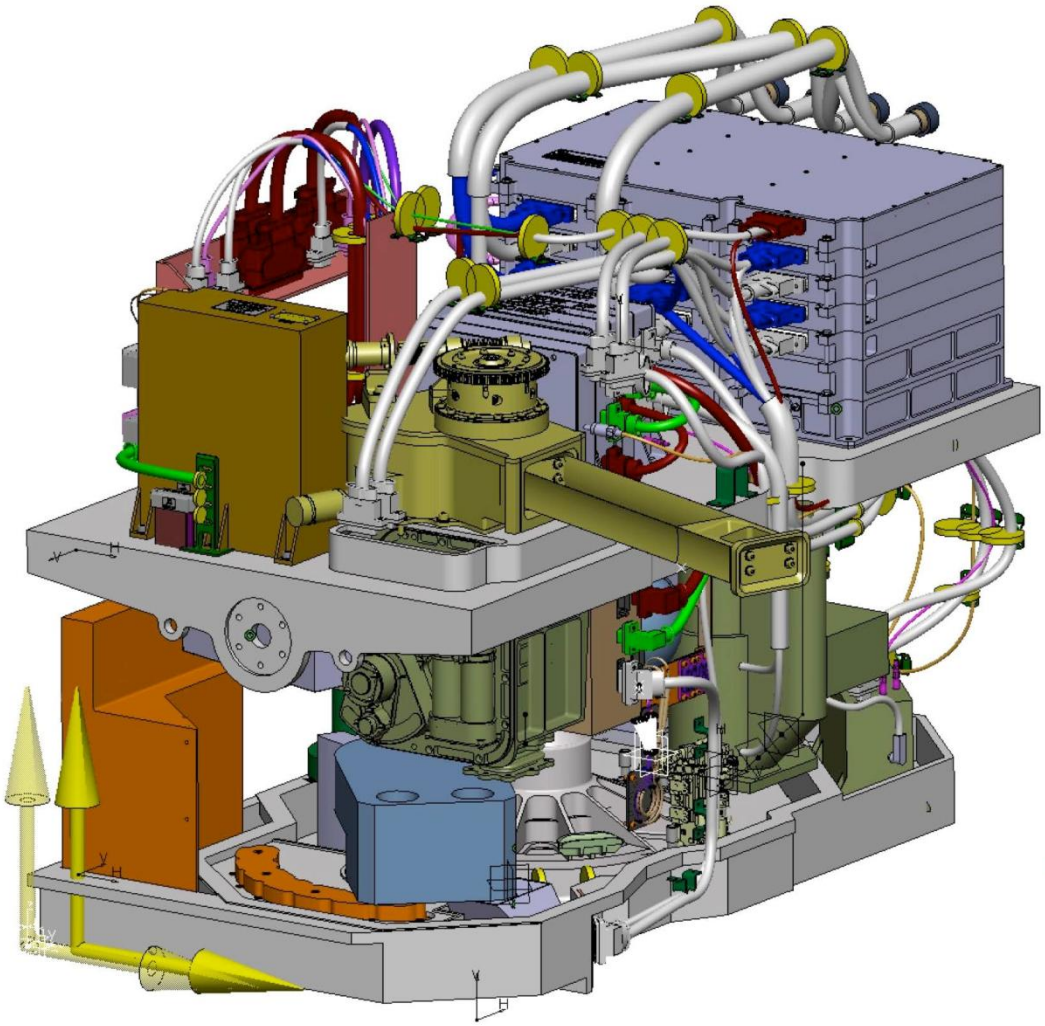
ExoMars 2018

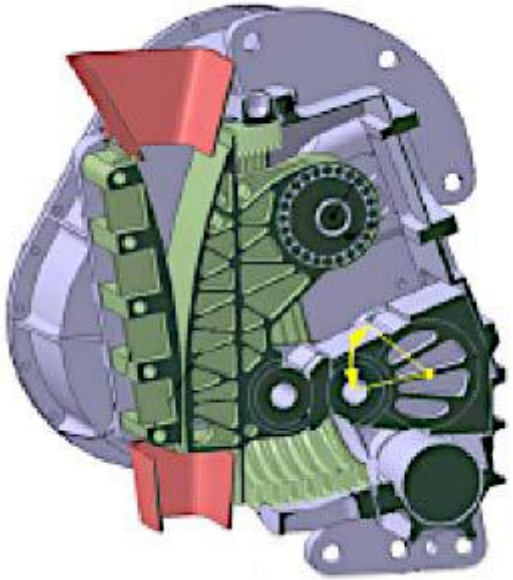
- Vědecké vybavení roveru
  - PanCam
  - MOMA
  - MicrOmega
  - Mars-XRD
  - Raman
  - WISDOM
  - Ma-MISS
  - CLUPI
  - LMC
  - 2 ruské přístroje (IR spektrometr a neutronový detektor)

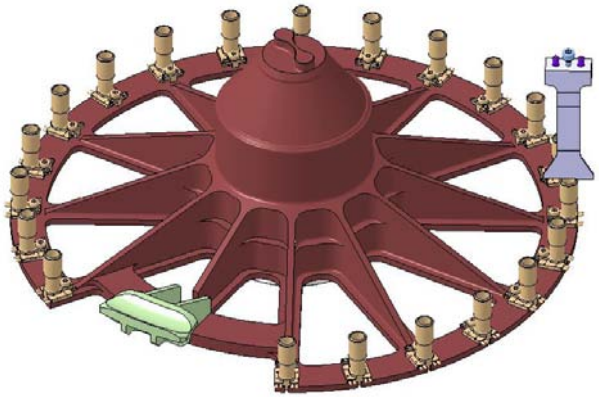


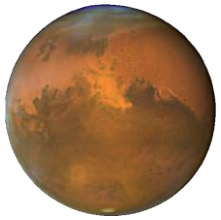


ExoMars 2018



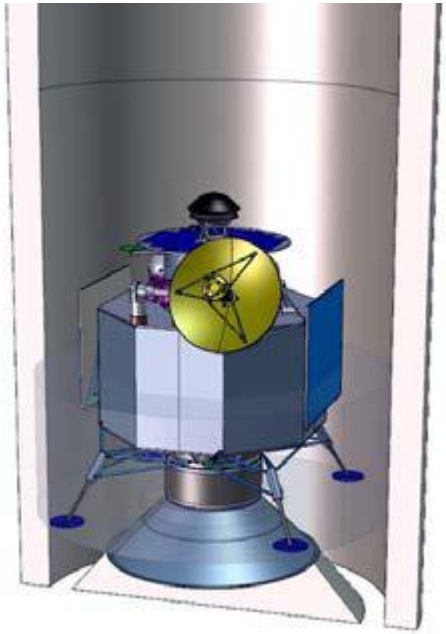






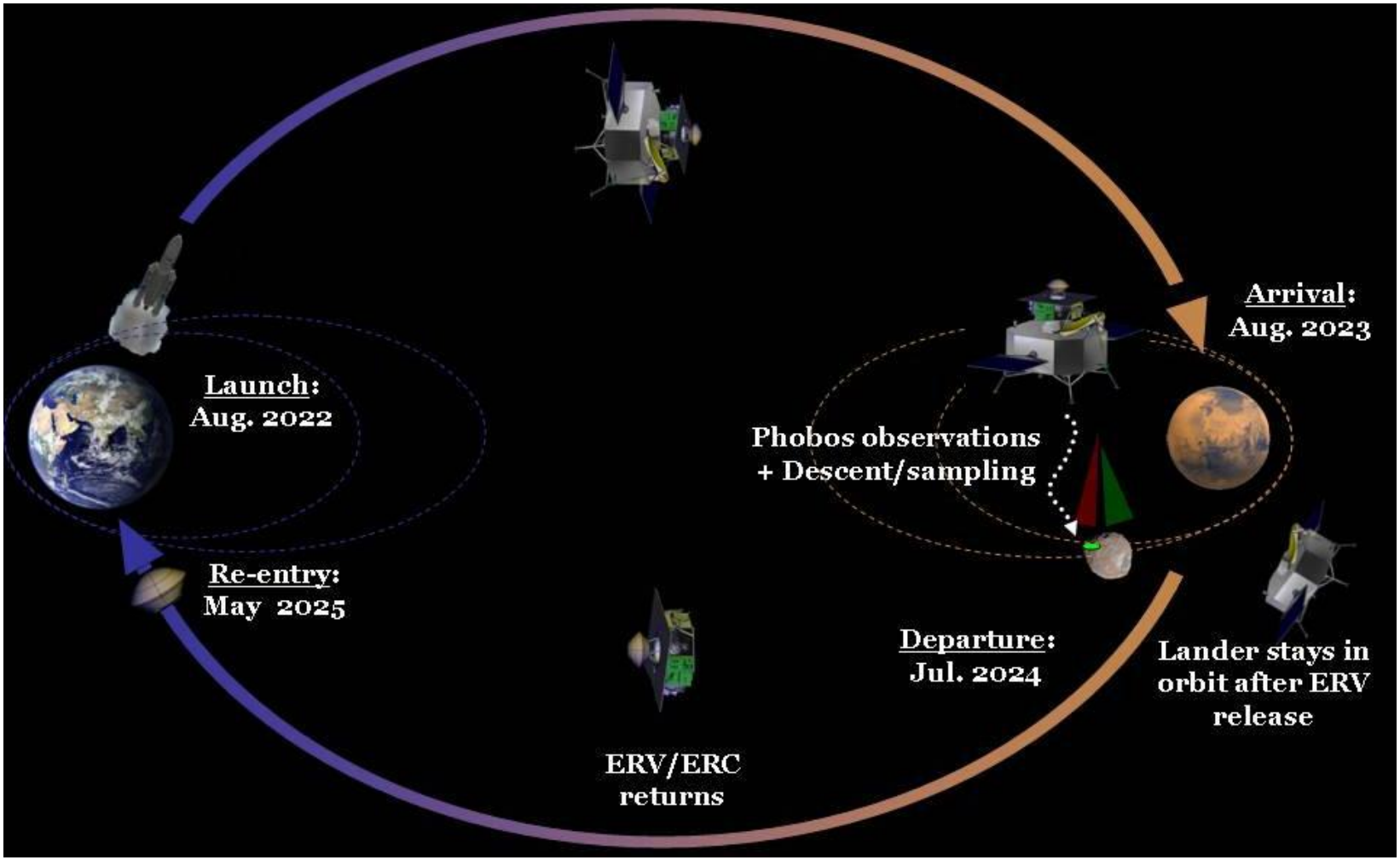
PHOOTPRINT

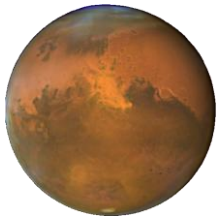
- Hmotnost 3 720 kg
  - Hmotnost u Fobosu 1 450 kg (lander+ERV+ERC)
  - Hmotnost při návratu k Zemi 260 kg (ERV+ERC)
- Rychlost vstupu do atmosféry 11,5 km/s
- Zásoba Δv 4500 m/s



- Start pomocí Ariane 5 v srpnu 2022
- Jeden rok u Fobosu/Marsu
- Odlet v červenci 2024
- Návrat v květnu 2025

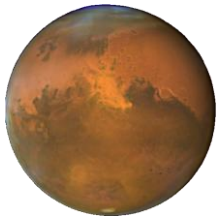
PHOOTPRINT


Launch:
Aug. 2022
Arrival:
Aug. 2023
Phobos observations
+ Descent/sampling
Re-entry:
May 2025
Departure:
Jul. 2024
Lander stays in
orbit after ERV
release
ERV/ERC
returns



PHOOTPRINT

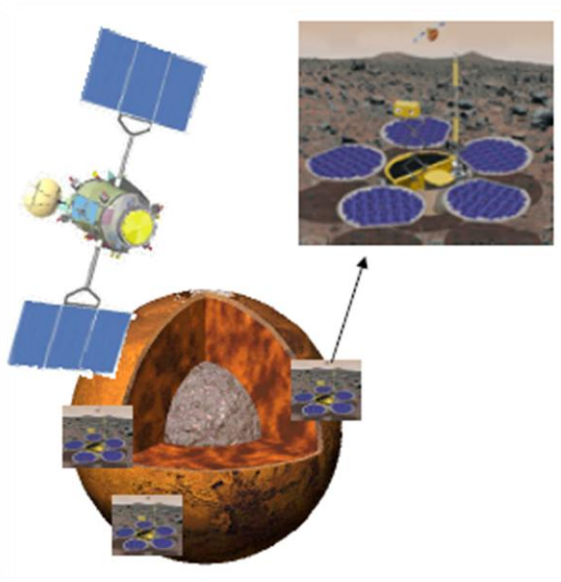
- Lander
  - Hmotnost 3220 kg (suchá 980 kg)
  - Příkon 580 W
  - 25 kg vědeckého vybavení
- ERV
  - Hmotnost 470 kg (suchá 230 kg)
  - Příkon 181 W
- ERC
  - Hmotnost 30 kg
  - Příkon 6 W

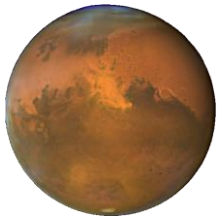


INSPIRE

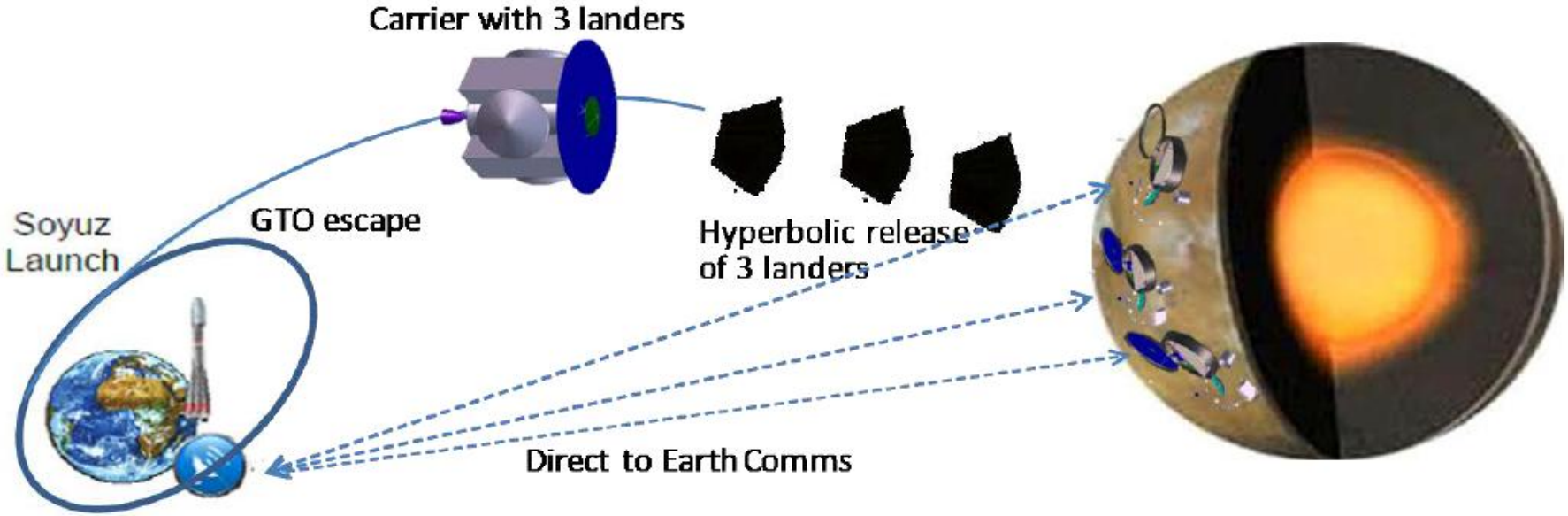
- Hmotnost 3180 kg
  - Hmotnost povrchové platformy 119 kg
  - Hmotnost vědeckého vybavení 15 + 6 kg

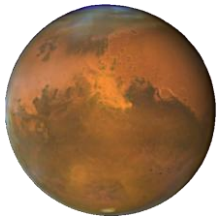
- Start pomocí Sojuz-Fregat v 2022/2024/2026
- Cesta 7 – 12 měsíců k Marsu
- Práce na povrchu déle než 1 rok
- RHU při misi 2022+





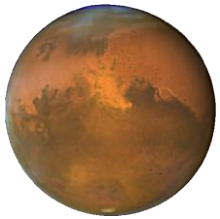
INSPIRE


Carrier with 3 landers
Soyuz
Launch
GTO escape
Hyperbolic release
of 3 landers
Direct to Earth Comms



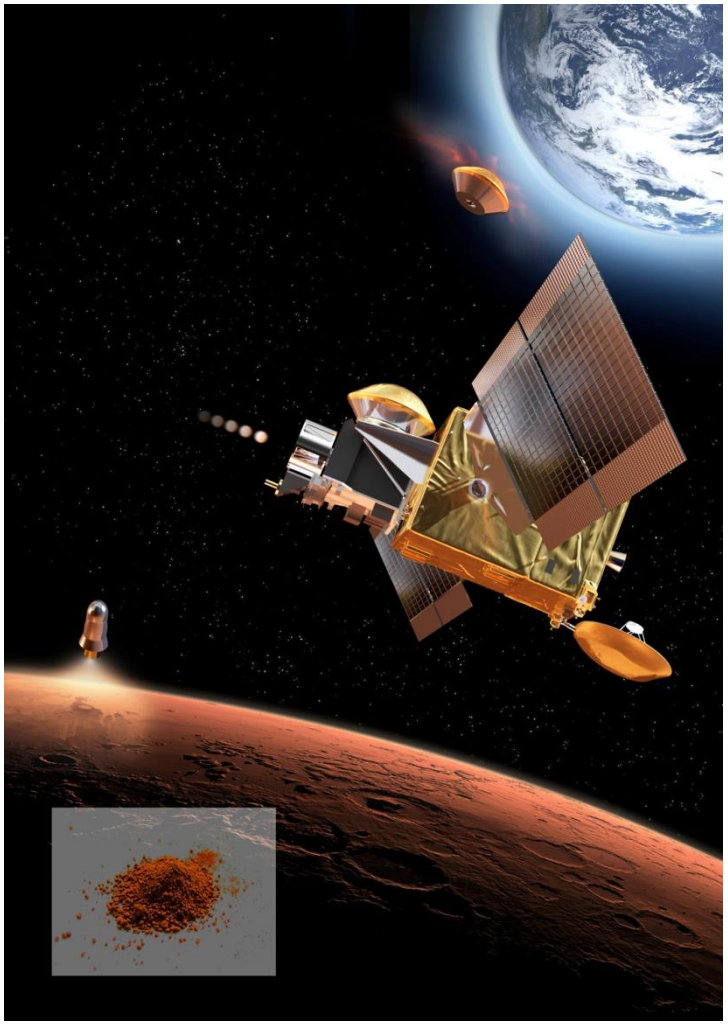
INSPIRE

- Startovací okno září 2022
  - Přílet k Marsu srpen 2023
  - Maximální hmotnost přistávacího pouzdra 384 kg
- Startovací okno říjen 2024
  - Přílet k Marsu srpen 2025
  - Maximální hmotnost přistávacího pouzdra 413 kg
- Startovací okno listopad 2026
  - Přílet k Marsu červenec 2027
  - Maximální hmotnost přistávacího pouzdra 440 kg



MSR

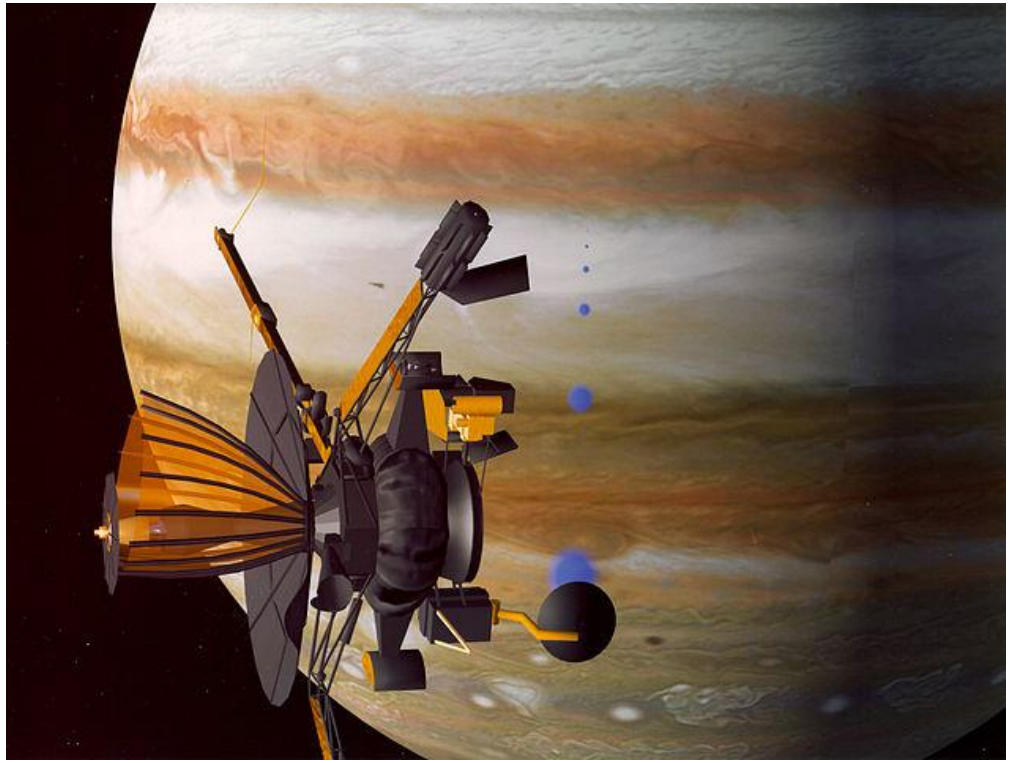
- Současný plán NASA/ESA počítá s následujícími částmi mise
  - Rover k získání vzorku (MSR-C)
  - Vypuštění vzorku na LEO Marsu (MSR-R)
  - Orbitální část, návrat k Zemi (MSR-O)
  - Pozemní vybavení pro příjem vzorků (MSR-H)
- Návrat 500 g vzorků z Marsu



Jupiter

Průlet 3. prosince 1973 – Pioneer 10

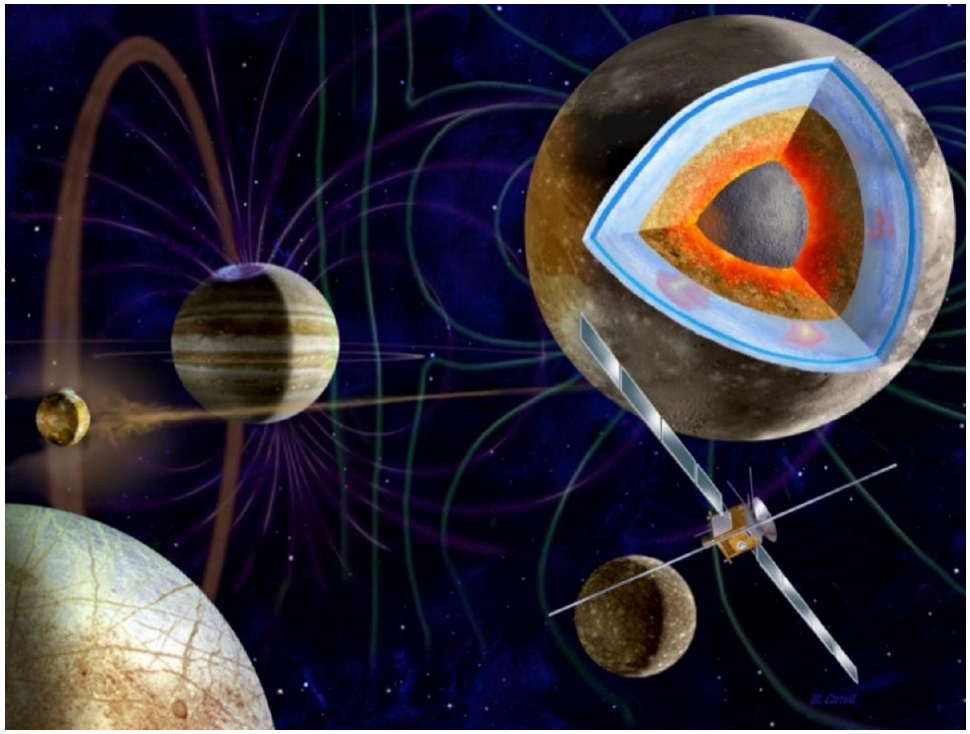
Orbiter 7. prosince 1995 – Galileo



- Aktuální mise ESA
  - -
- Plánované mise ESA
  - JUICE (2022)

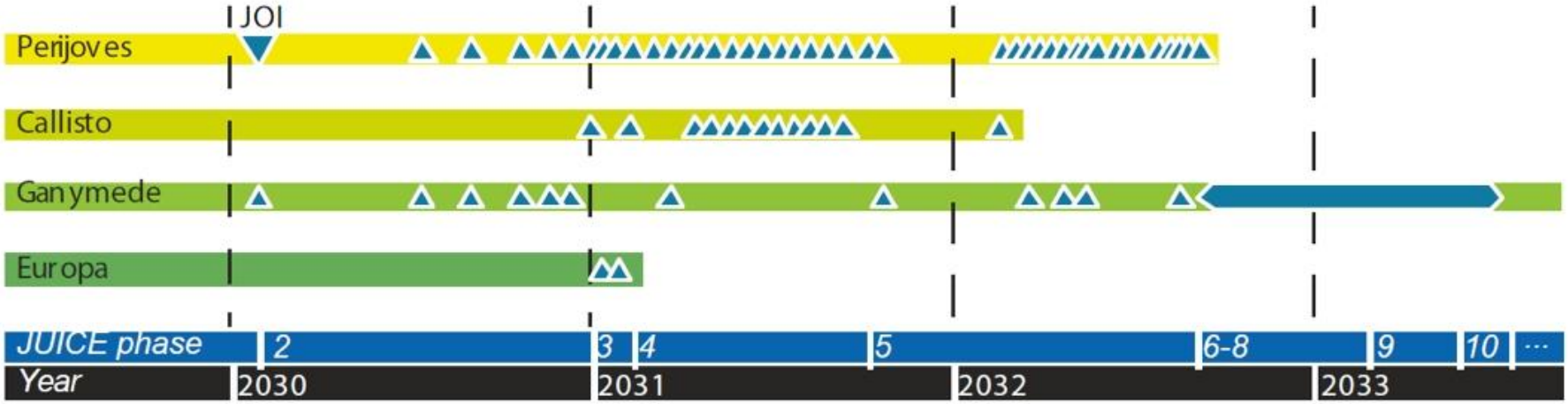
JUICE

- Hmotnost 1 800 kg + palivo ?
- Startovací okno v červnu 2022
- Operační fáze 2030 (Jupiter), 2032 (Ganymed)



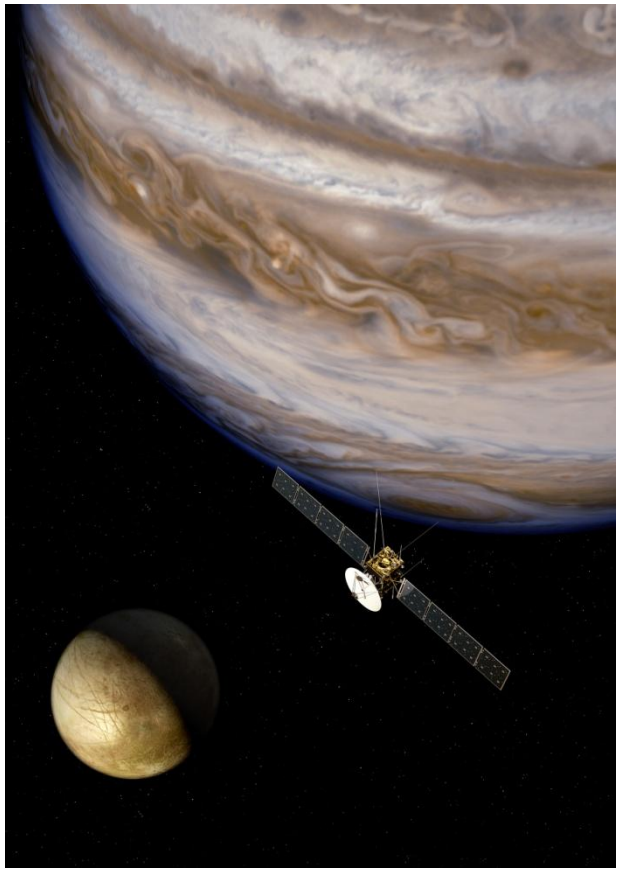
JUICE

- Hmotnost 4 000 – 4 900 kg
- Startovací okno v červnu 2022
- Operační fáze 2030 (Jupiter), 2032 (Ganymed)

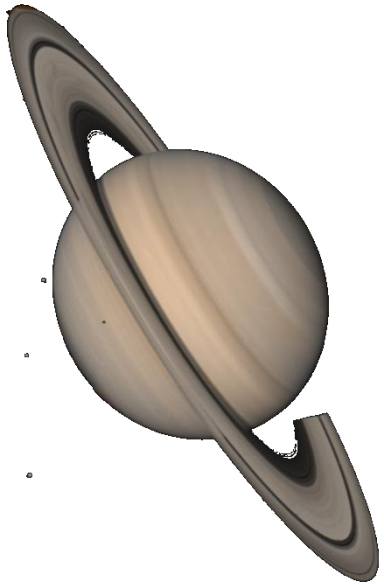


JUICE

- Přístrojové vybavení
  - Sada kamer (NAC a WAC)
  - Infračervený spektrometr (VIHROS)
  - Ultrafialový spektrometr (UVIS)
  - Laserový výškoměr (LA)
  - Radar (IPR)
  - Magnetometr (MAG)
  - Analyzátor elektrických a magnetických polí (RPWI)
  - Sada pro detekci částic (PP-INMS)

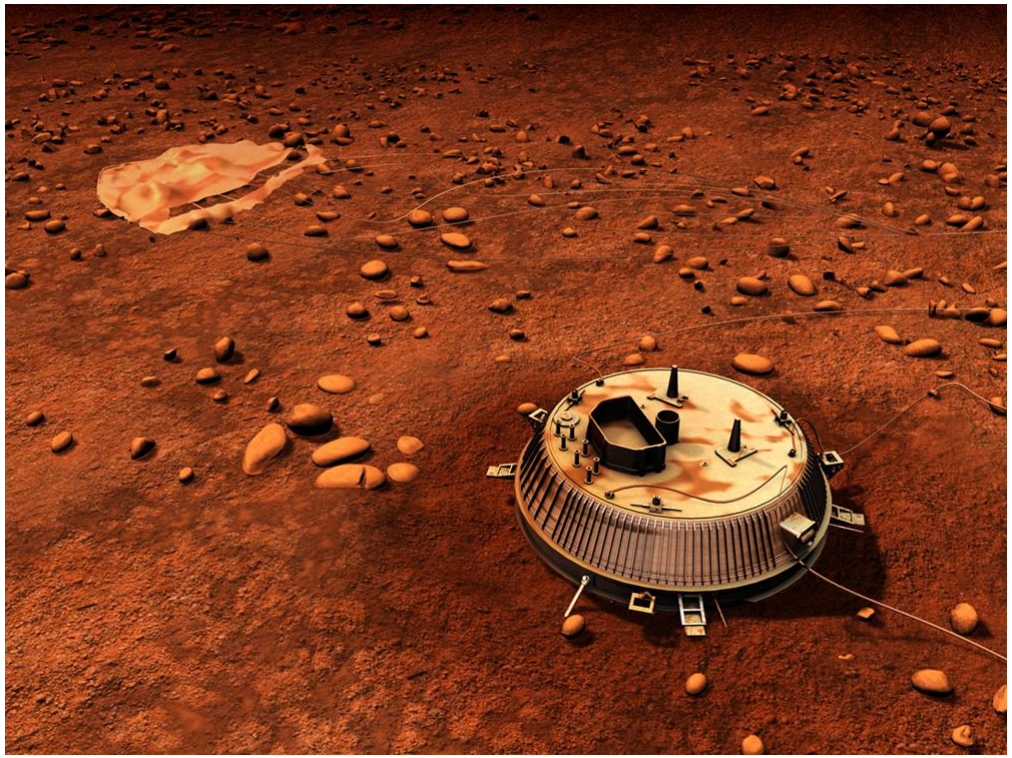


Saturn



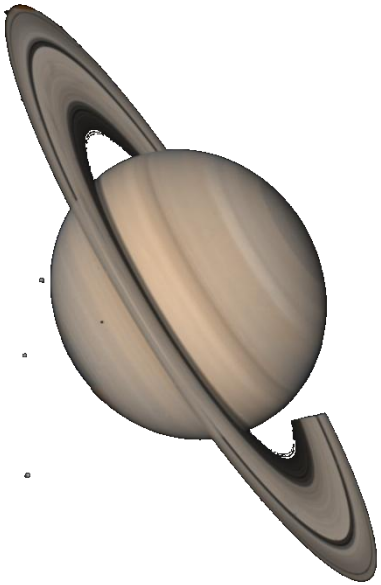
Průlet 1. září 1979 – Pioneer 11

Orbiter 1. července 2004 – Cassini



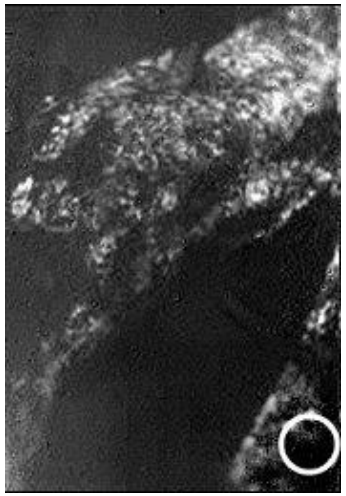
- Aktuální mise ESA
  - Cassini (1997)
- Plánované mise ESA
  - -

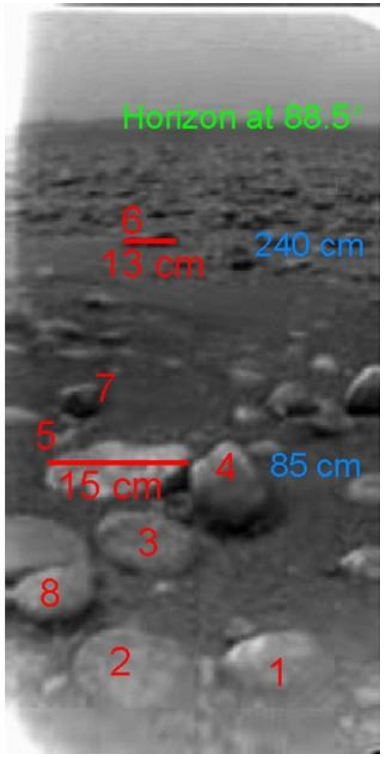
Saturn



Průlet 1. září 1979 – Pioneer 11

Orbiter 1. července 2004 – Cassini





- Aktuální mise ESA
  - Cassini (1997)
- Plánované mise ESA
  - -

Komety

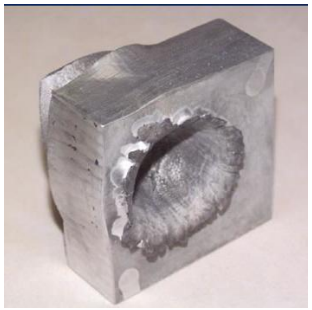
Průlet 11. září 1986 – ICE/ISEE3

Návrat vzorků 15. ledna 2006 – Stardust

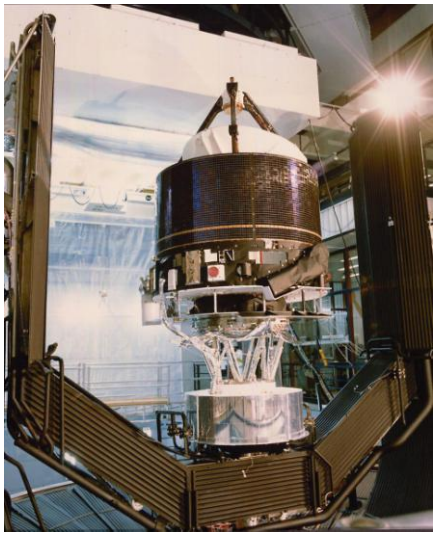
Dopad 4. července 2004 – Deep Impact

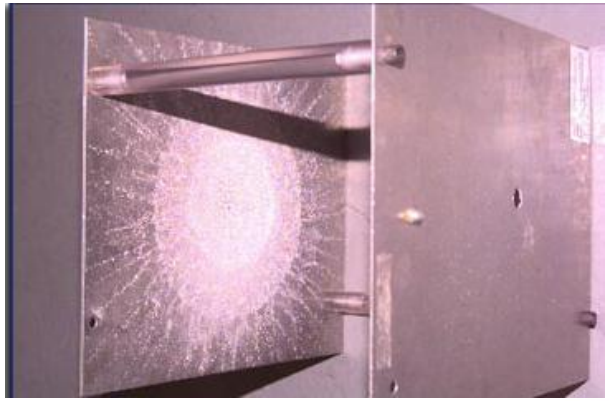
Orbiter 2014 – Rosetta

Přistání 2014 – Rosetta



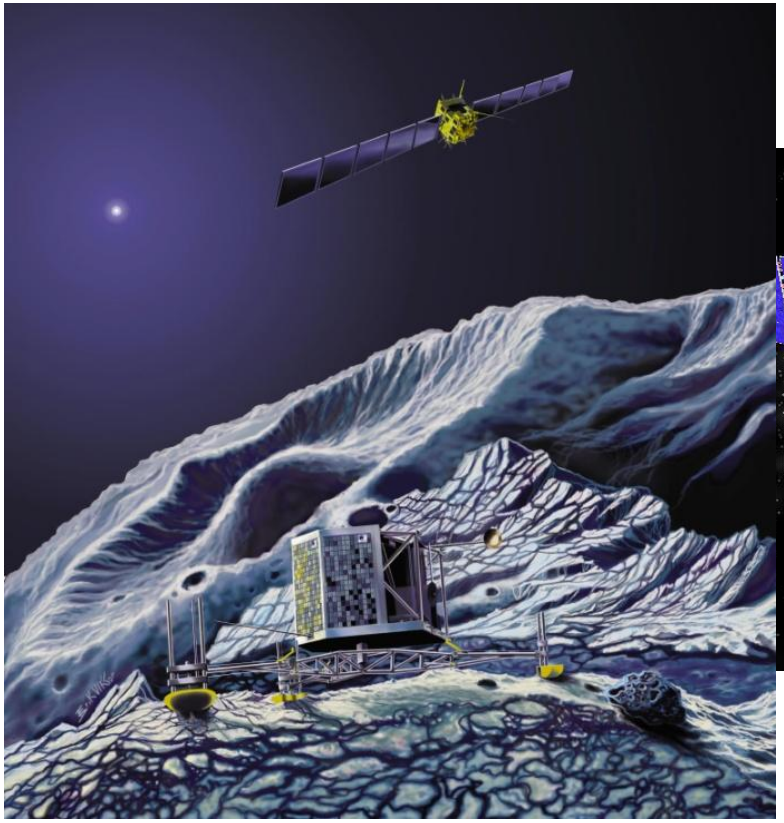
- Aktuální mise ESA
  - Rosetta (2004)
- Plánované mise ESA
  - -

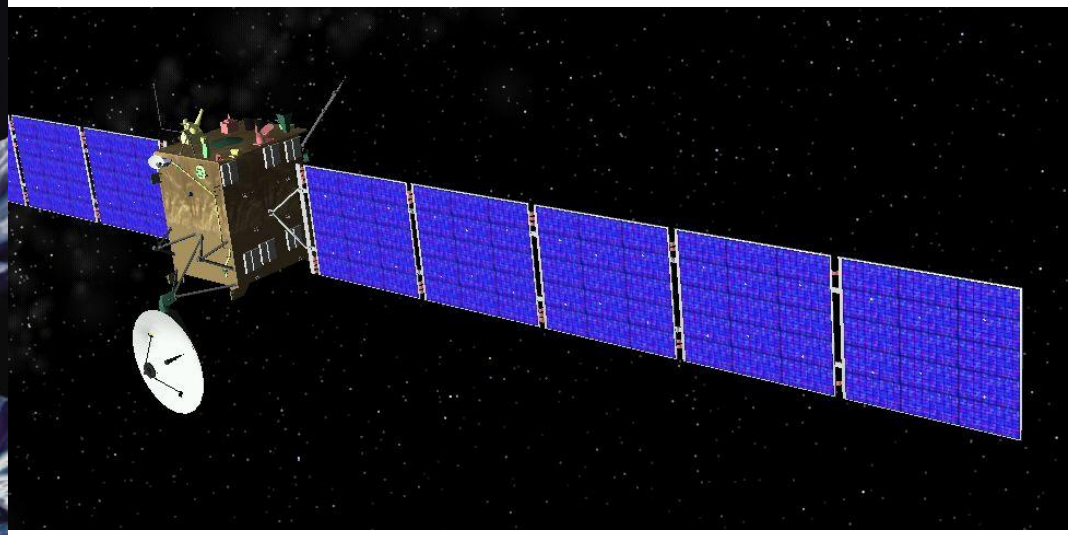




Rosetta

- Více v sobotu od 14:00 v přednášce Ing. Jána Baláže, PhD. s názvem **Kam letí vesmírná sonda Rosetta.**





Planetky

Průlet 29. října 1991 – Galileo

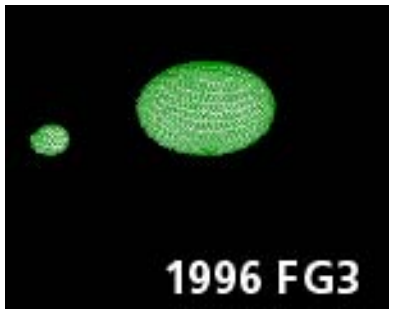
Orbiter 14. února 2000 – NEAR Shoemaker

Dopad 12. února 2000 – NEAR Shoemaker

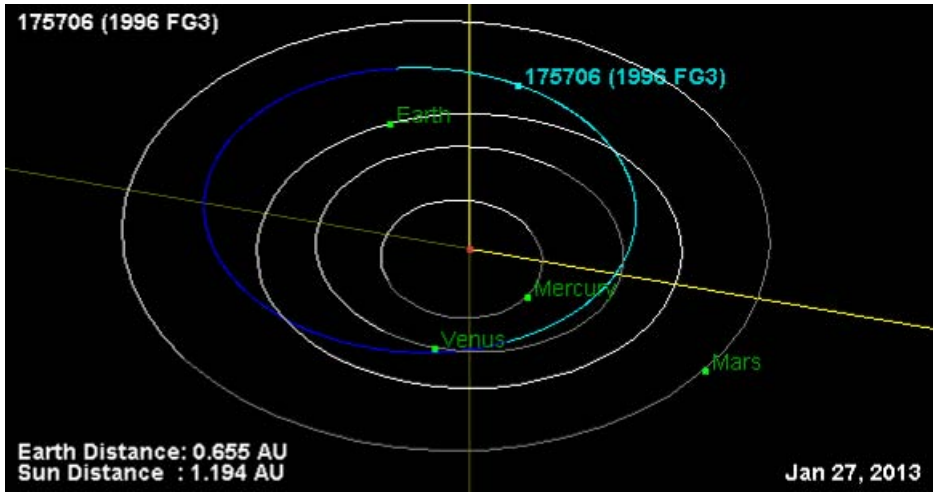
Návrat vzorků 13. června 2010 – Hayabusa

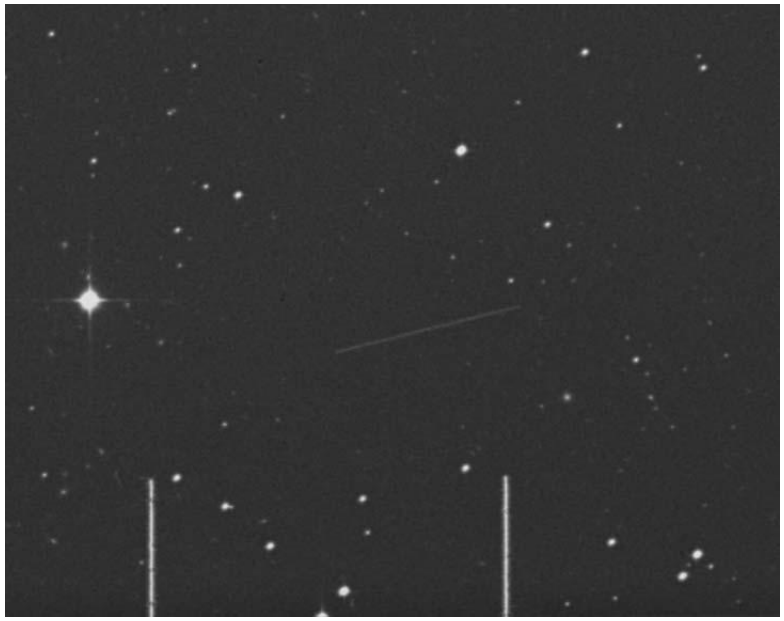
- Aktuální mise ESA
  - -
- Plánované mise ESA
  - MarcoPolo-R (2021 - 2023)

MarcoPolo-R

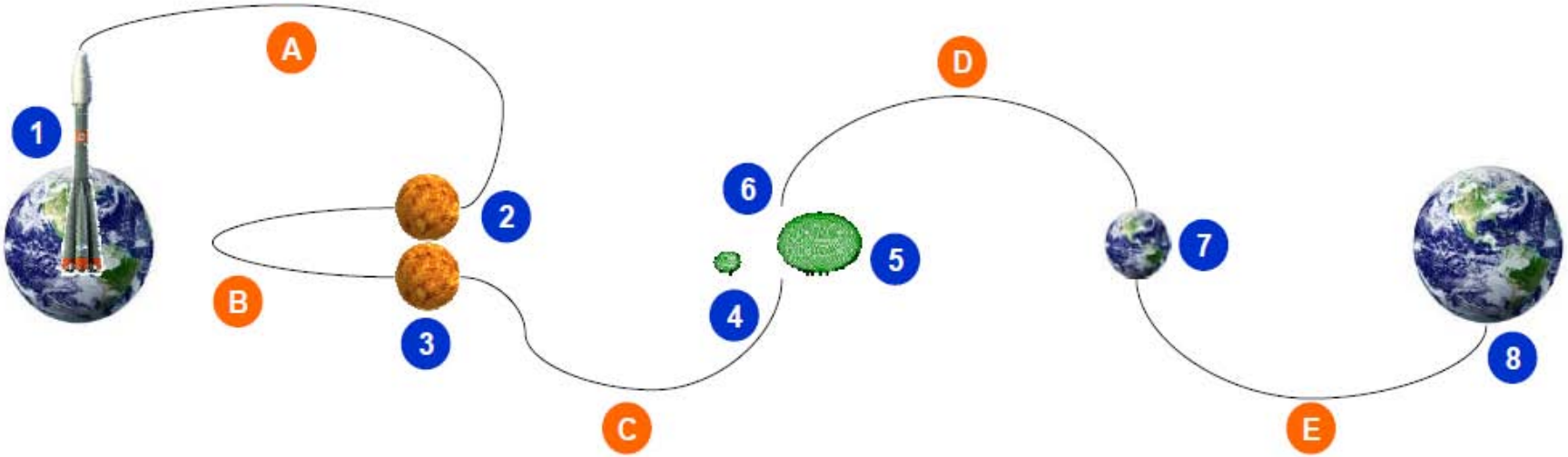


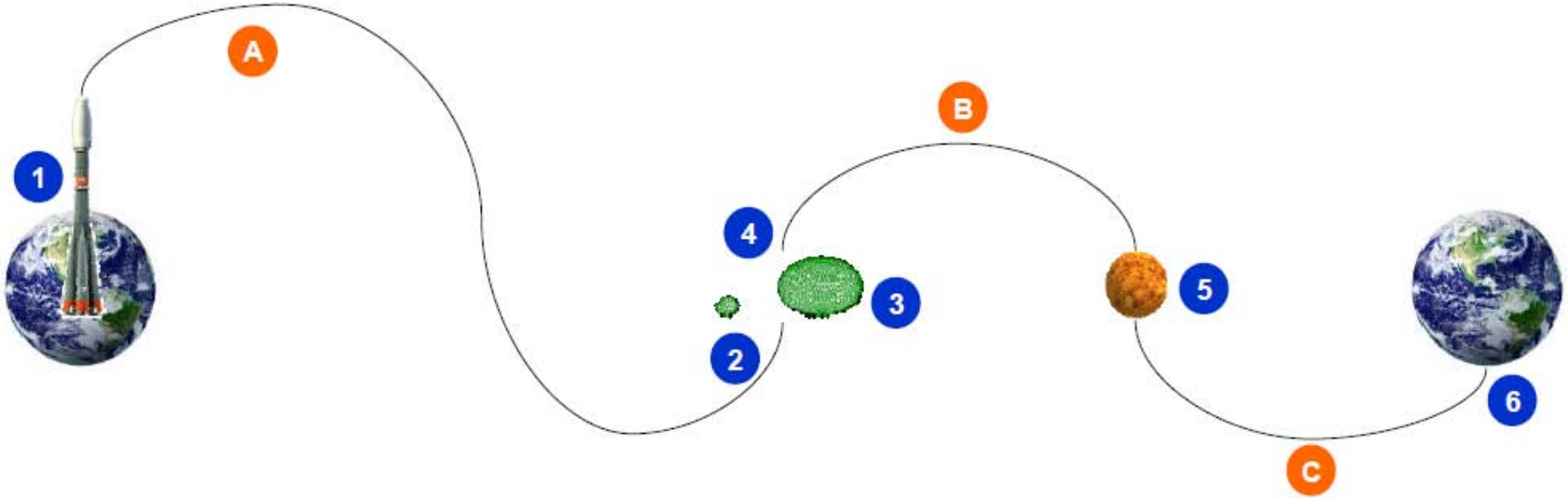
- Hmotnost 1 600 – 1 700 kg
- Startovací okno 2021 - 2023
- Operační fáze 2022
- Cíl 1996 FG3 (záloha 2001 SK162, 2004 BF68, 2001 TE2, …)





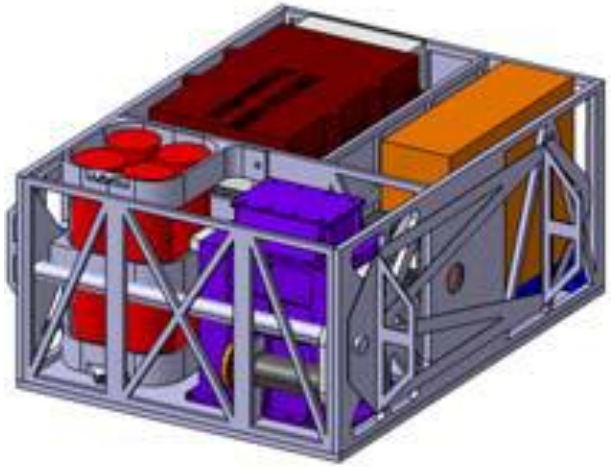
MarcoPolo-R

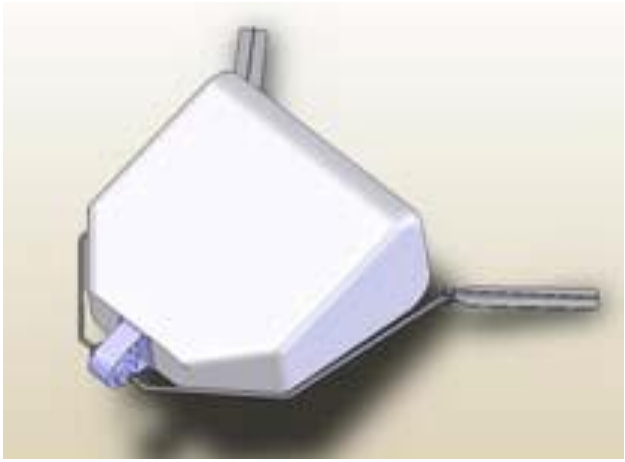




MarcoPolo-R

- Přístrojové vybavení
  - Soubor kamer (NAC, WAC, CUC)
  - Infračervený spektrometr (VisNIR)
  - Analyzátor částic (NPA)
  - Laserový výškoměr (LA)
  - Lander





Děkuji za pozornost

Michal Václavík
vaclavik@czechspace.cz
Mob.: +420 731 682 435

Česká kosmická kancelář, o.p.s.
Prvního pluku 17
186 00 Praha 8
Tel.: +420 224 918 288
http://www.czechspace.cz