

Projekt **SPOLEČNÉ VZDĚLÁVÁNÍ PRO SPOLEČNOU BUDOUCNOST**

Současná kosmonautika a kosmické technologie 2014



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC



FOND MIKROPROJEKTŮ



SPOLEČNĚ
DO
STRATOSFÉRY



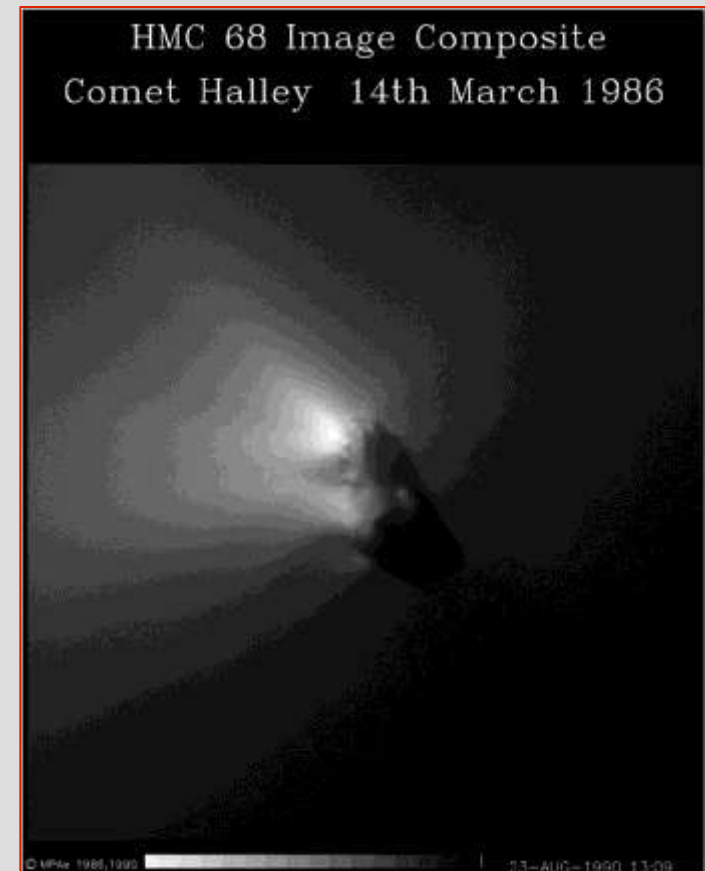
2014: Na kometě

Ke kometám

- 1978 - **ISEE - ICE** (International Cometary Explorer)
- 1984 - **Vega 1 a 2**
- 1985 - **Sakigake, Suisei, Giotto**
- 1998 - **Deep Space 1** (New Millennium DS1)
- 1999 - **Stardust** (Stardust Sample Return) (+ **NEXT**)
- 2002 - **CONTOUR** (Comet Nucleus Tour)
- 2004 - **Rosetta**
- 2005 - **Deep Impact** (+ **DIXI**)

GIOTTO (1986)

- první evropská sonda neobíhající kolem Země
- první sonda zblízka zkoumající kometární jádro
- první sonda, která prozkoumala zblízka dvě komety
- první těleso, které se vrátilo k Zemi, aby pro navedení novou dráhu použilo gravitačního praku



ROSETTA – historické ohlédnutí

- **Rosetta:** Astrium (Německo, VB, Francie)
a Alenia Spazio (Itálie)
- **Philae:** German Aerospace Research Institute
DLR (Philae)
- **1,4 mld. Euro**



ROSETTA – historické ohlédnutí

- první evropská sonda fotografující planetky
- první sonda letící paralelně s kometou a obíhající kolem komety
- první dlouhodobé sledování aktivity z blízkosti jádra
- přistání na povrchu kometárního jádra (+ snímky)



ROSETTA – historické ohlédnutí



ROSETTA – historické ohlédnutí



ROSETTA – historické ohlédnutí

- připravena k vypuštění 12. ledna 2003
- cílem 'měla být' kometa 46P/Wirtanen
- **necelý měsíc před startem (v prosinci 2002) – havárie rakety Ariane 5 ESC-A**
- **ODKLAD STARTU!**



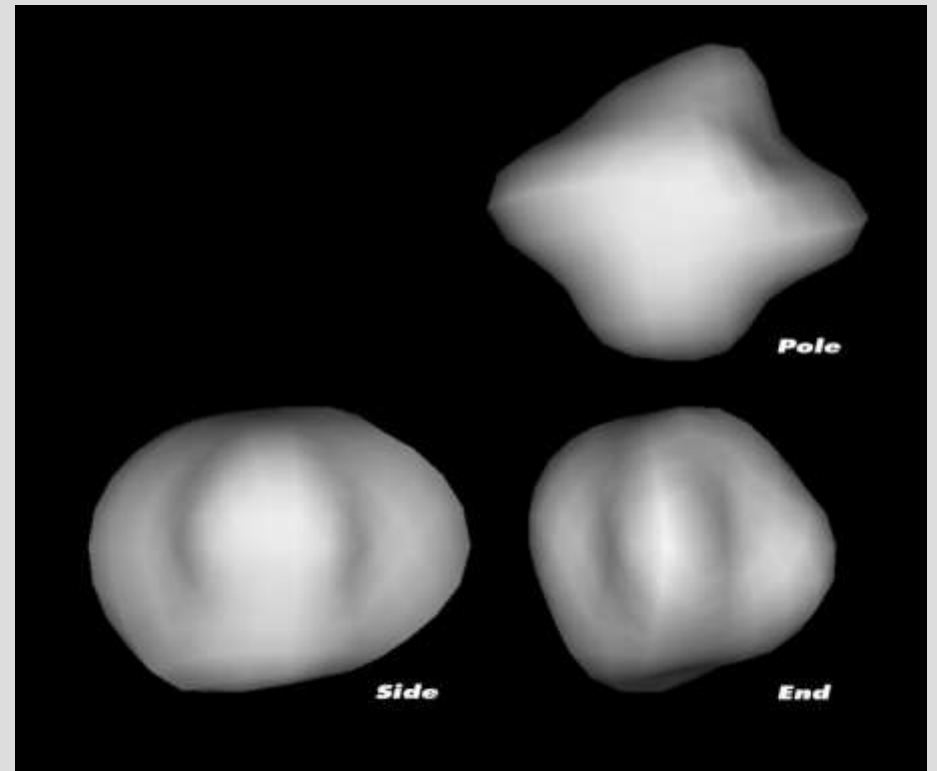
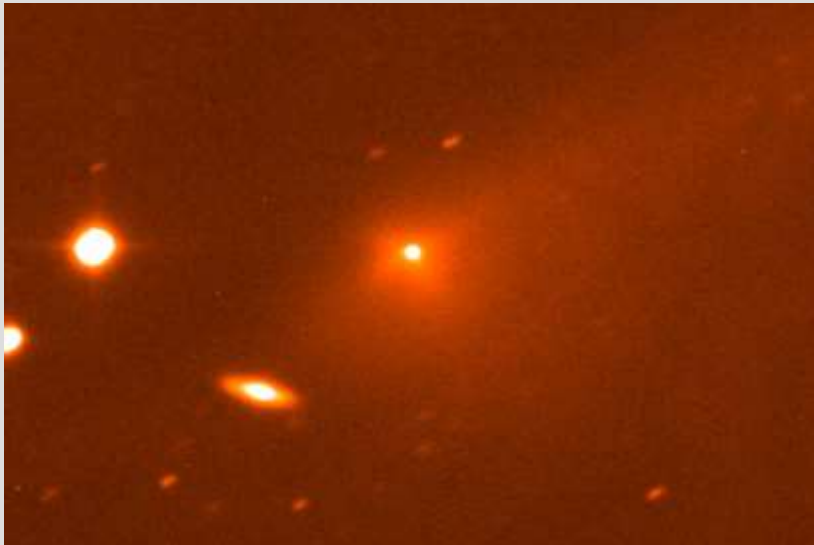
ROSETTA – historické ohlédnutí

- zastavení startů Ariane 5 = promeškání startovacího okna
- během 1 roku bylo potřeba celý projekt přepracovat
- nový cíl – kometa

67P/Churyumov-Gerasimenko

ROSETTA – historické ohlédnutí

- nový cíl – kometa
67P/Churyumov-Gerasimenko



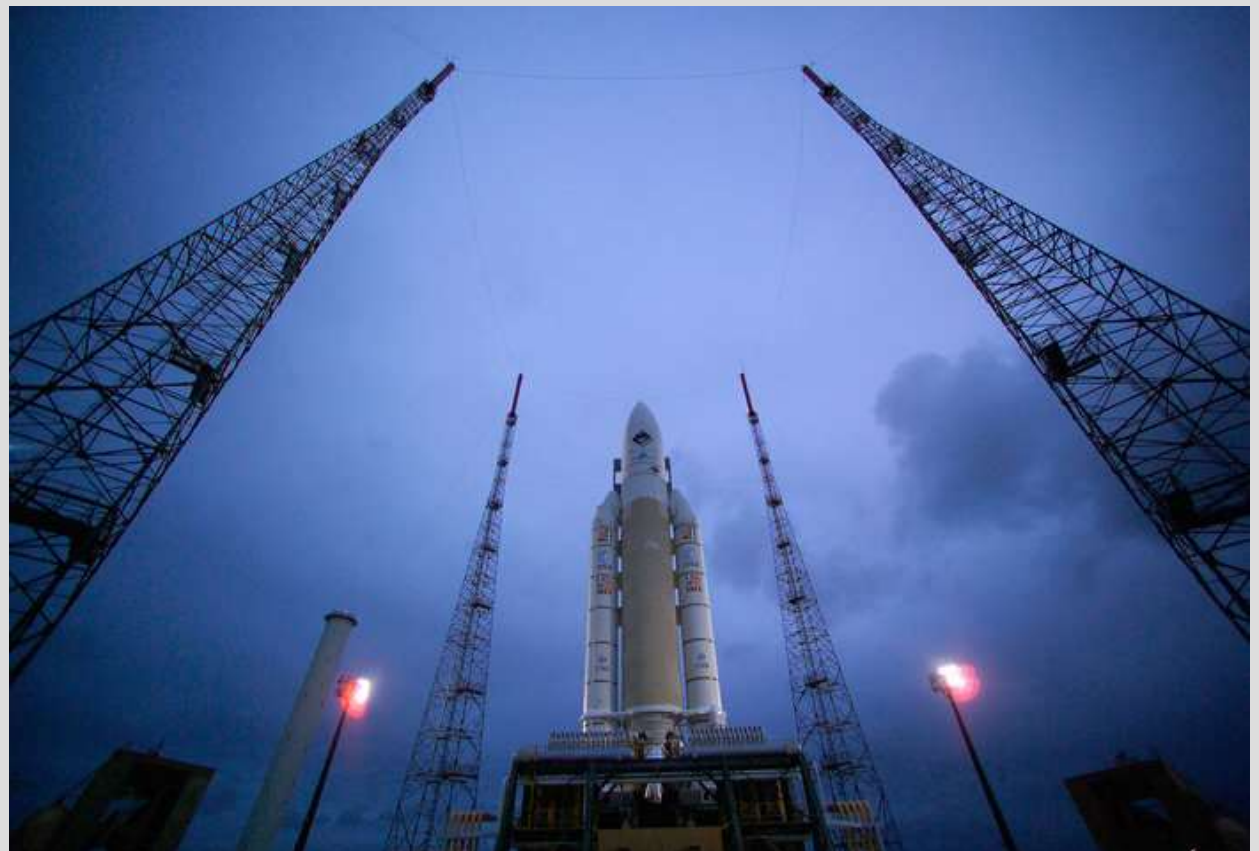
ROSETTA – historické ohlédnutí

- nový cíl – kometa
67P/Churyumov-Gerasimenko
- kometa je o něco větší a těžší ~ problém při přistání
- úpravy na modulu
(bez sejmutí z nosiče)



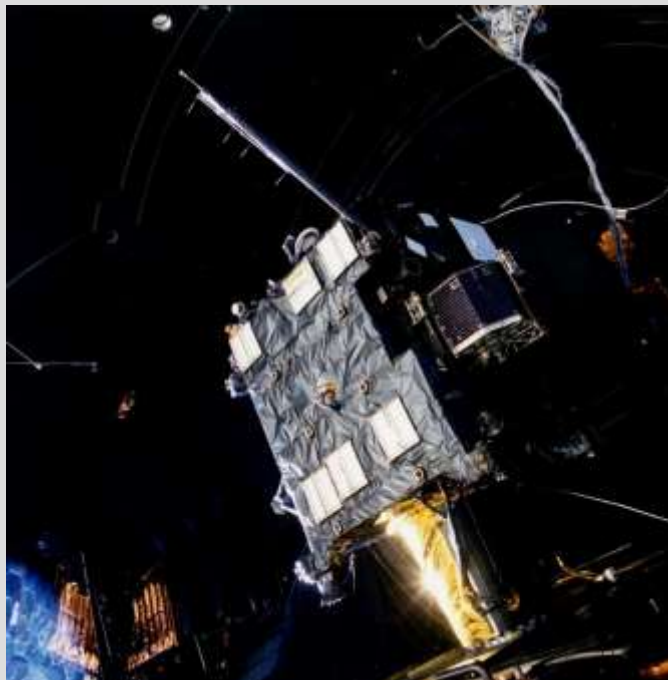
ROSETTA – historické ohlédnutí

- **Start v roce 2. března 2004, Ariane 5 G+,
Korou, Francouzská Guayana**



Rosetta – technické detaily

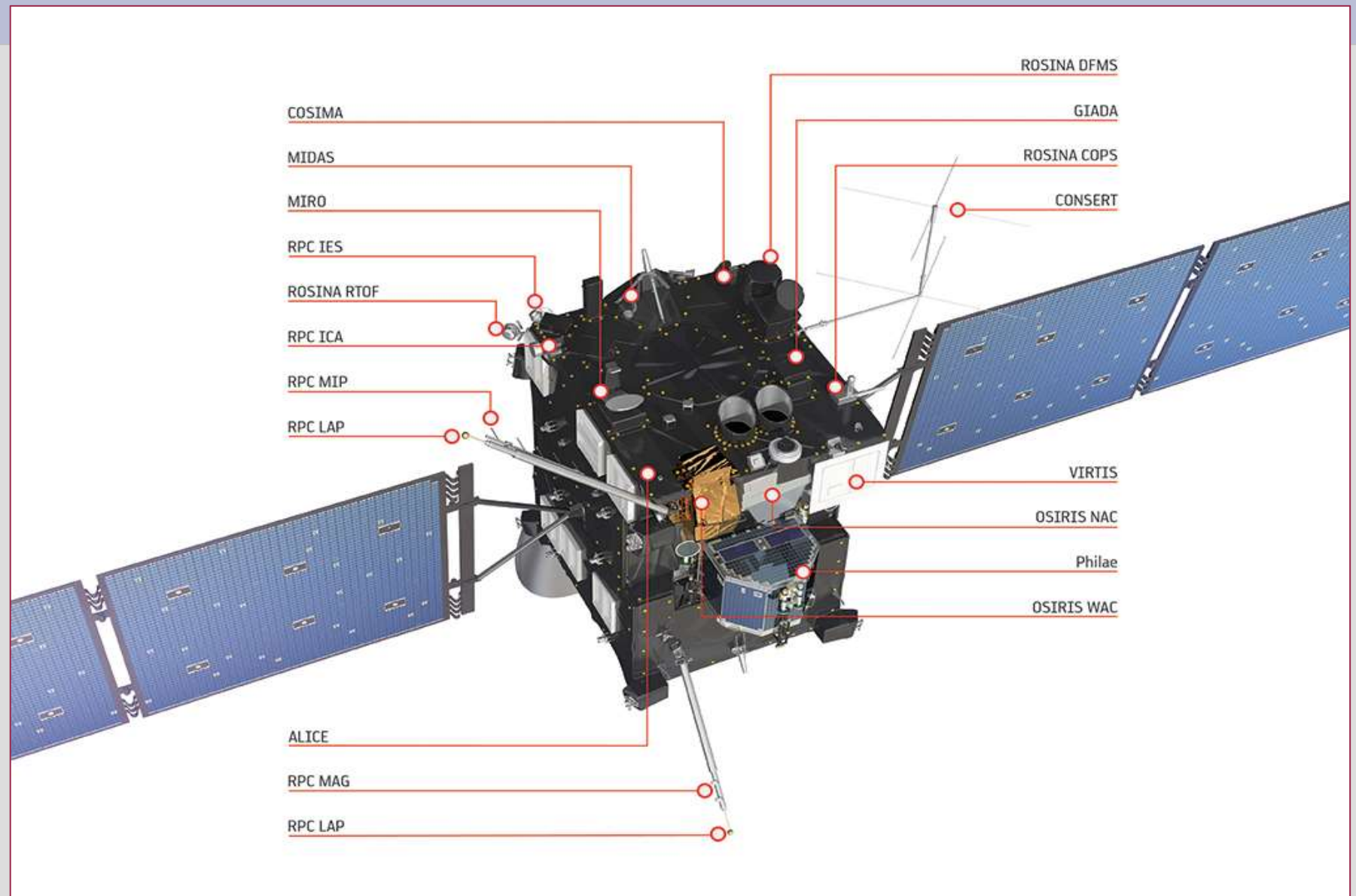
- 2 900 kg (1 670 kg paliva, 165 kg přístrojů)
- 2,8 x 2,1 x 2,0 m
solární panely 14 m



Rosetta – přístroje

- ALICE (Ultraviolet Imaging Spectrometer)
- CONSERT (Comet Nucleus Sounding)
- COSIMA (Cometary Secondary Ion Mass Analyser)
- GIADA (Grain Impact Analyser and Dust Accumulator)
- MIDAS (Micro-Imaging Analysis System)
- MIRO (Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter)
- OSIRIS (Rosetta Orbiter Imaging System)
- ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis)
- RPC (Rosetta Plasma Consortium)
- RSI (Radio Science Investigation)
- VIRTIS (Visible and Infrared Mapping Spectrometer)

Rosetta – technické detaily



Philae – technické detaily

- 100 kg (27,6 kg přístrojů)

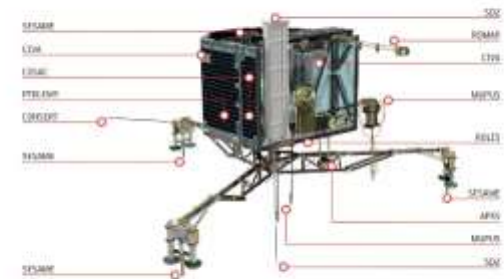
- 1 x 1 x 1 m

(před uvolněním podvozku)

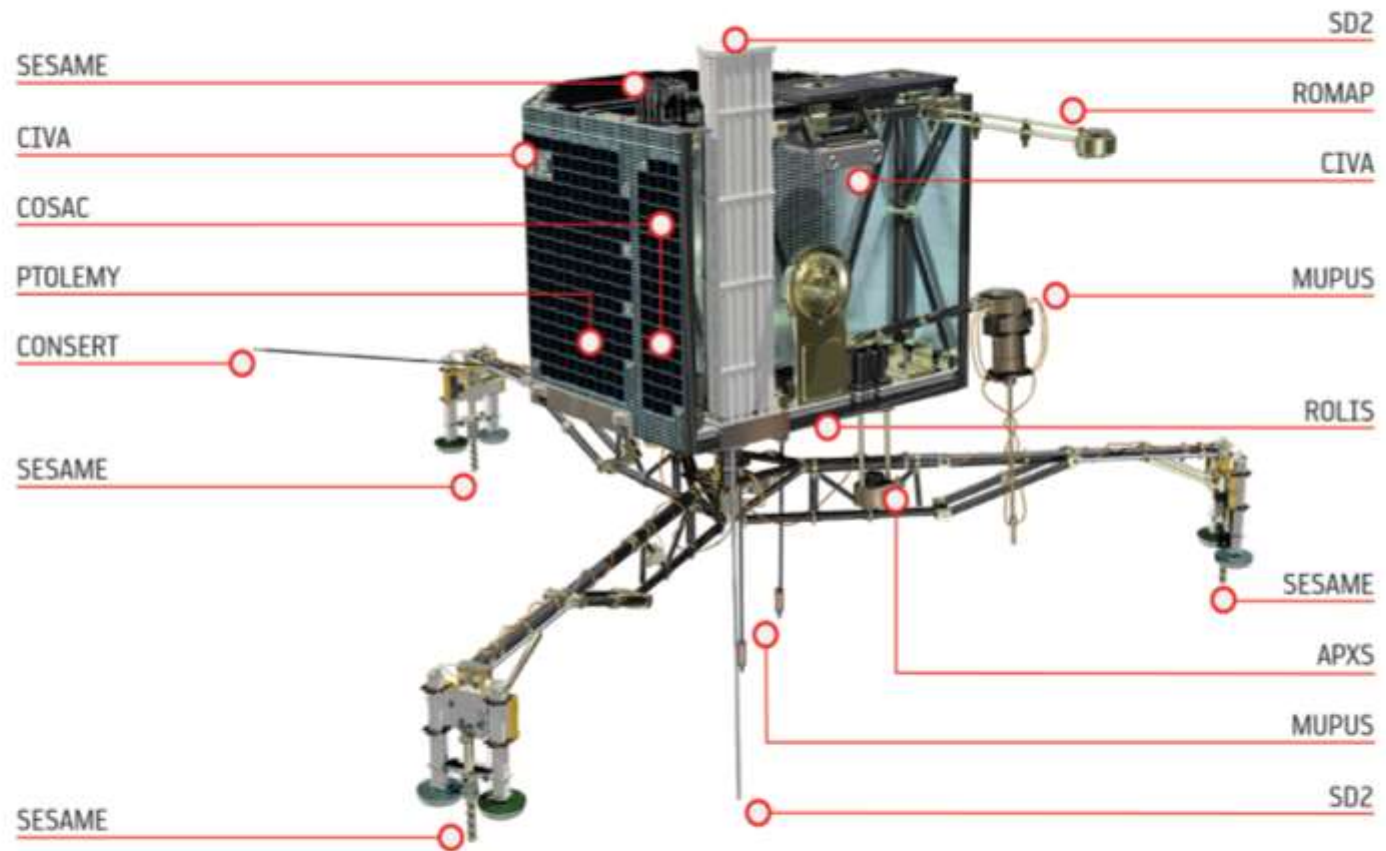


Philae – přístroje

- APXS (Alpha Proton X-ray Spectrometer)
- ČIVA / ROLIS (Rosetta Lander Imaging System)
- CONSERT (Comet Nucleus Sounding)
- COSAC (Cometary Sampling and Composition experiment)
- MODULUS PTOLEMY (Evolved Gas Analyser)
- MUPUS (Multi-Purpose Sensor for Surface and Subsurface Science)
- ROMAP (RoLand Magnetometer and Plasma Monitor)
- SD2 (Sample and Distribution Device)
- SESAME (Surface Electrical Sounding and Acoustic Monitoring Experiment)



Philae – přístroje



Rosetta – jízdní řád

- [start v březnu 2004](#) (video)
- gravitační asistence Země I 4. března 2005
- gravitační asistence Marsu 25. února 2007
- gravitační asistence Země II 13. listopadu 2007
- gravitační asistence Země III 13. listopadu 2009
- průlet kolem planety Steins 5. září 2008
- průlet kolem planety Lutetia 10. července 2010
- hibernace od 8. června 2011 do 20. ledna 2014
- setkávací manévry s 67P od května do srpna 2014
- přílet ke kometě 6. srpna 2014
- přistání Philae na povrchu 12. listopadu 2014
- Sonda s kometou prolétne přísluním 13. srpna 2015
a konec mise je stanoven na 31. prosince 2015.

■ gravitační asistence Marsu 25. února 2007



- průlet kolem planetky Steins 5. září 2008 (803 km)

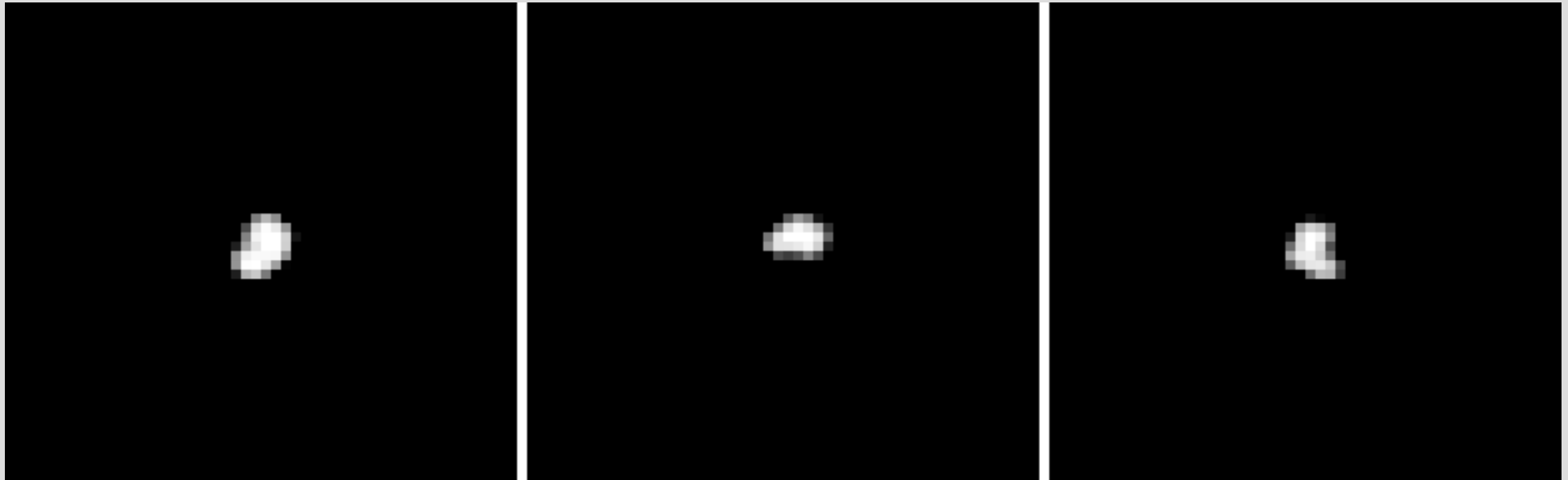




průlet kolem planety Lutetia 10. července 2010



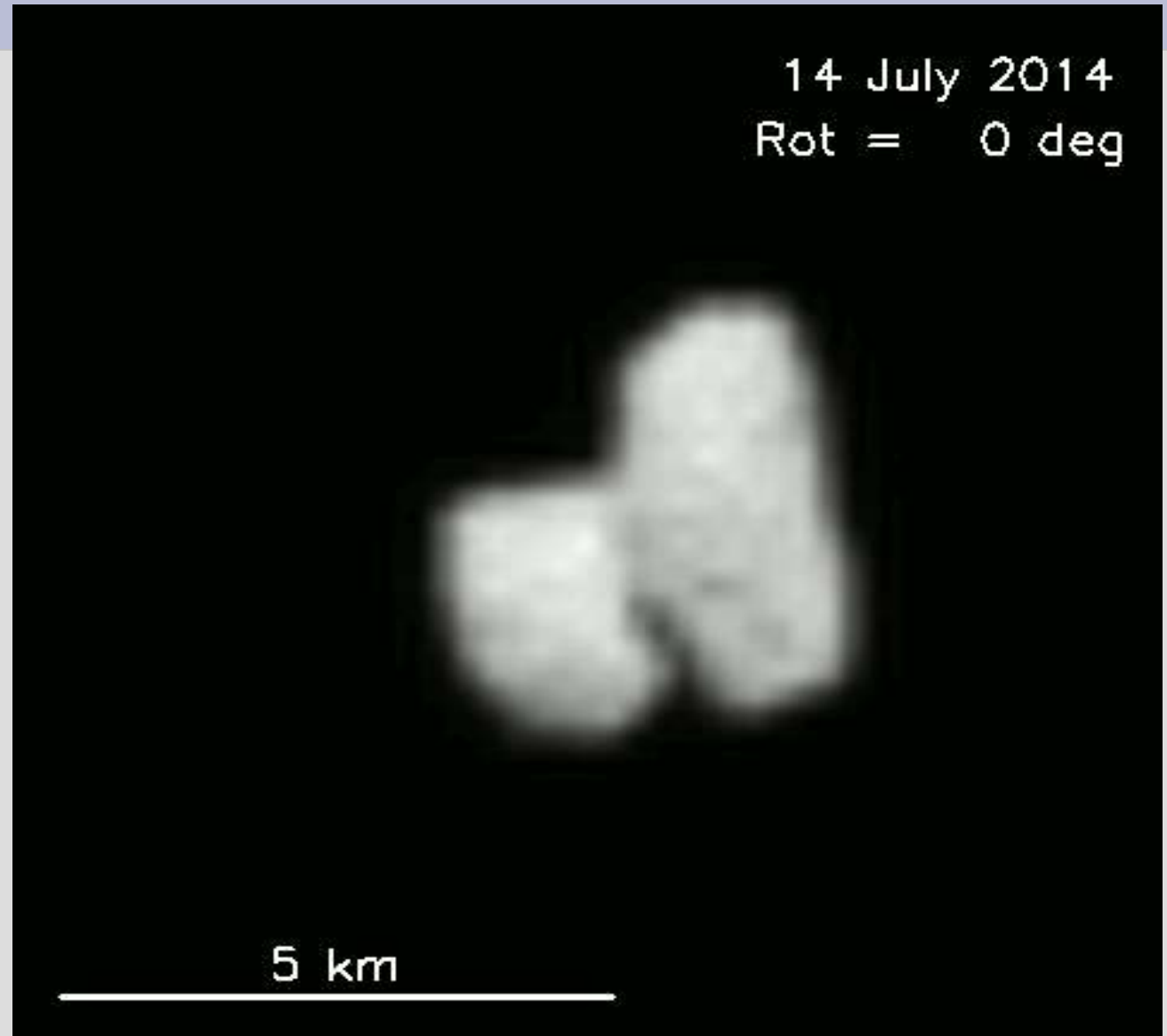
Rosetta – 67P



- 4. července 2014, 37 tisíc km
- začíná být zjevný nepravidelný tvar

Rosetta – 67P

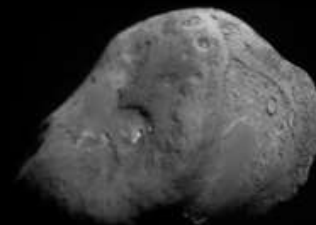
- 14. 7. 2014
- 12 tisíc km
- 'kontaktní binár'



67P a ty další



1P/Halley - $16 \times 8 \times 8$ km
Vega 2, 1986



9P/Tempel 1
 7.6×4.9 km
Deep Impact, 2005



19P/Borrelly
 8×4 km
Deep Space 1, 2001

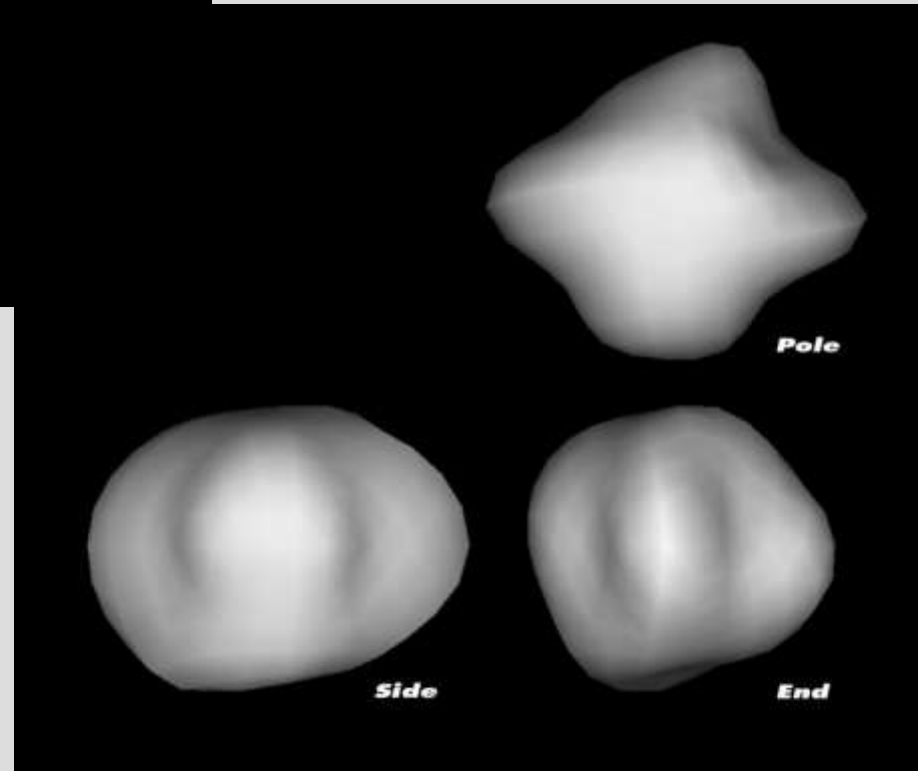
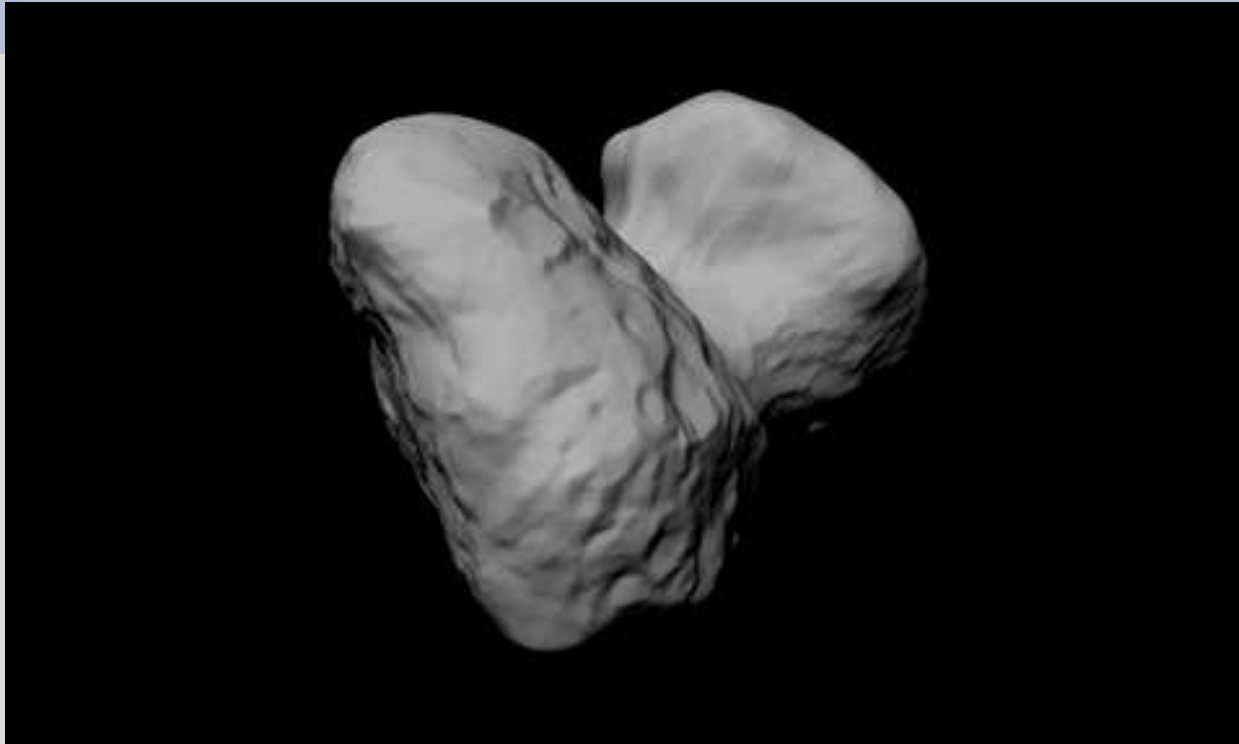


103P/Hartley 2
 2.2×0.5 km
Deep Impact, 2010



81P/Wild 2
 $5.5 \times 4.0 \times 3.3$ km
Stardust, 2004

67P (model 2004 x 2014)



Rosetta – 67P

- 3. 8. 2014
- 285 km
- 5,4 m/pixel



Přistávací 'plocha' pro Philae

- 23. a 24. srpna byly vybrány oblasti pro možné přistání modulu Philae.



67P – ze Země x Rosetta

- 9. září 2014 – kometa 67P na snímku z osmimetrového dalekohledu ESO/VLT + Rosetta 10.9.

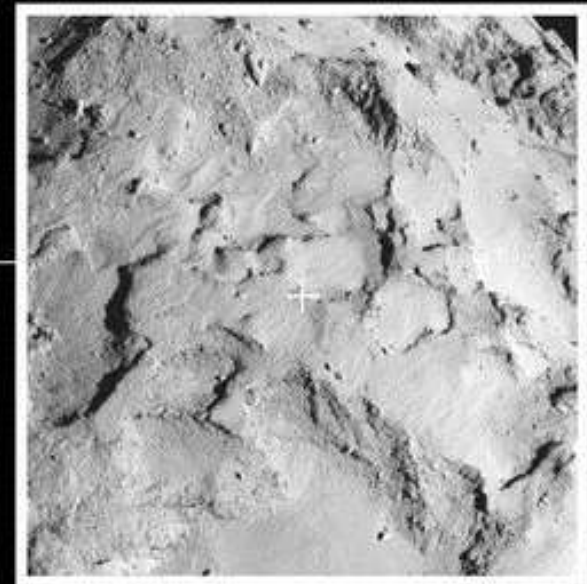


Přistávací 'plocha' pro Philae



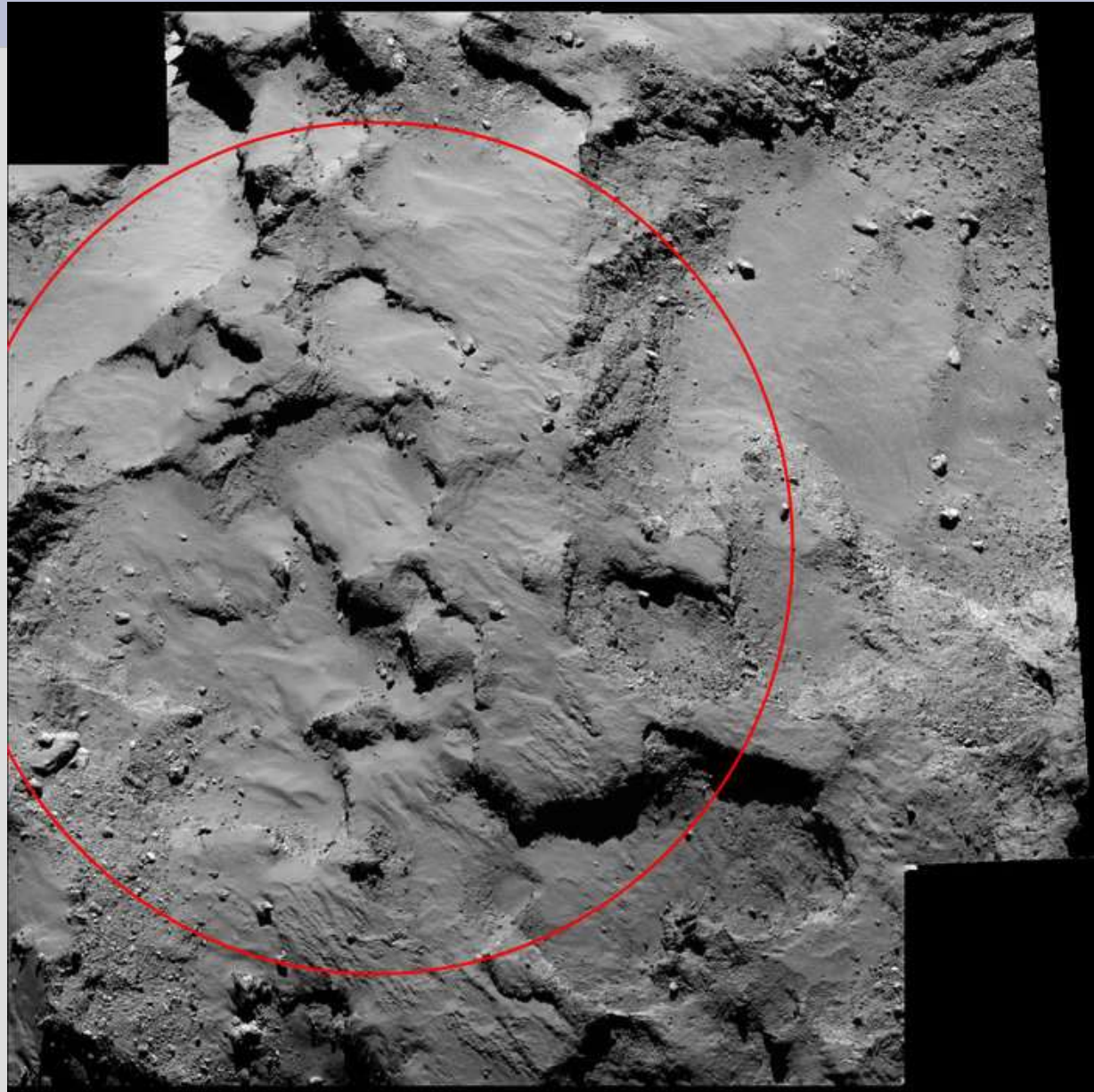
J

→ PHILAE'S LANDING SITE

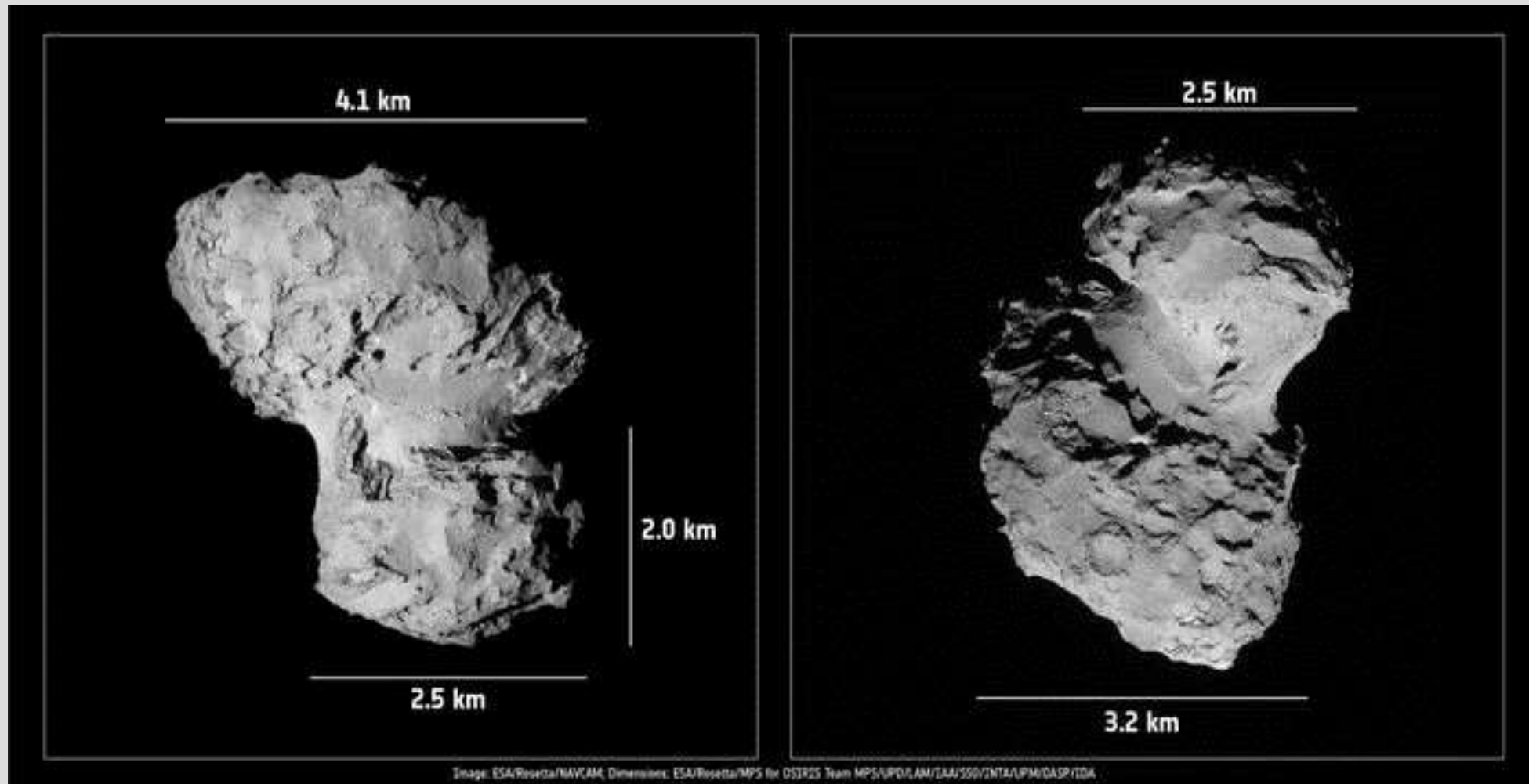


Přistávací 'plocha' pro Philae

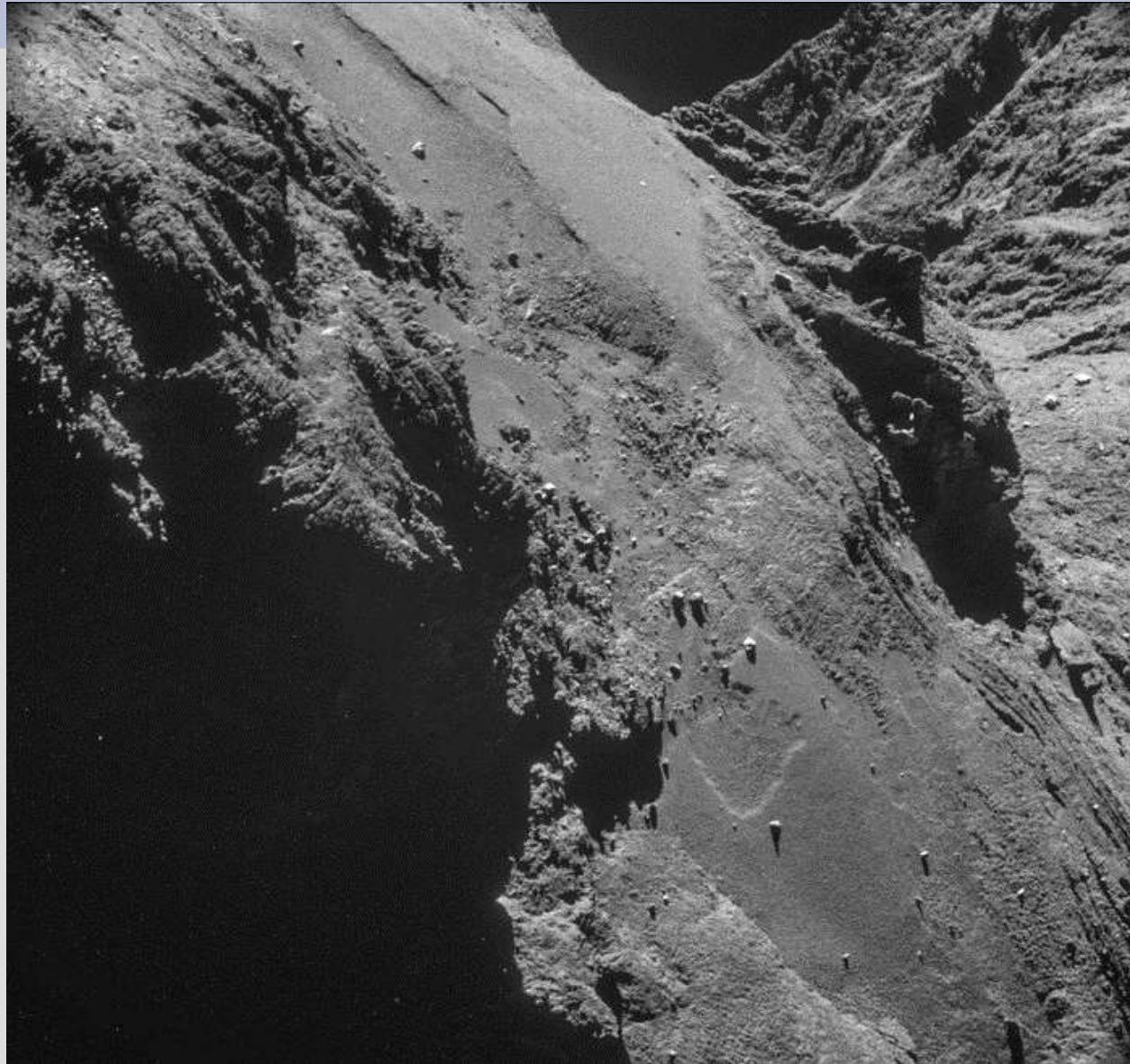
- Agilkia
- 30 km



67P – míry



Rosetta – 67P – 10 km

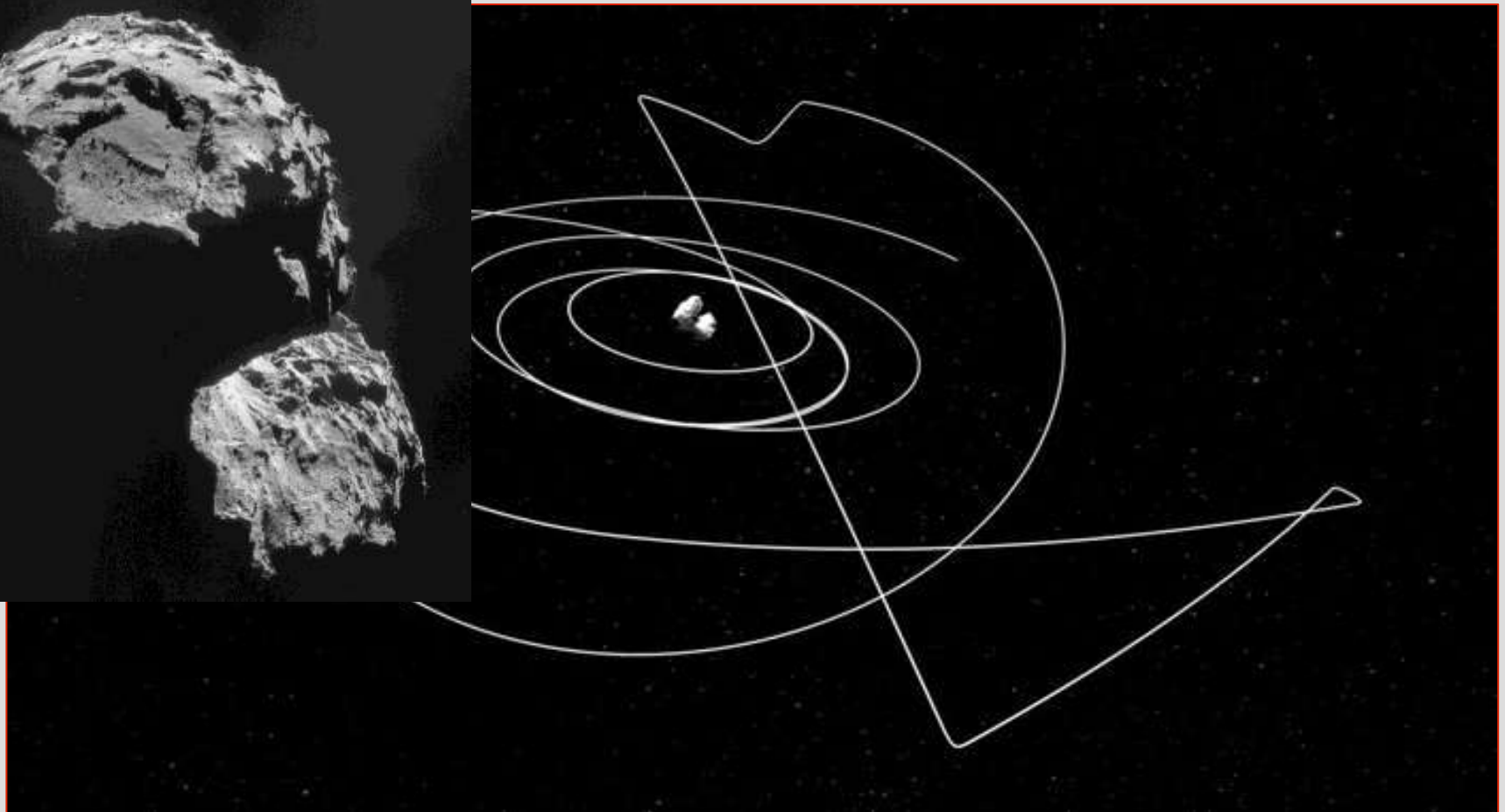
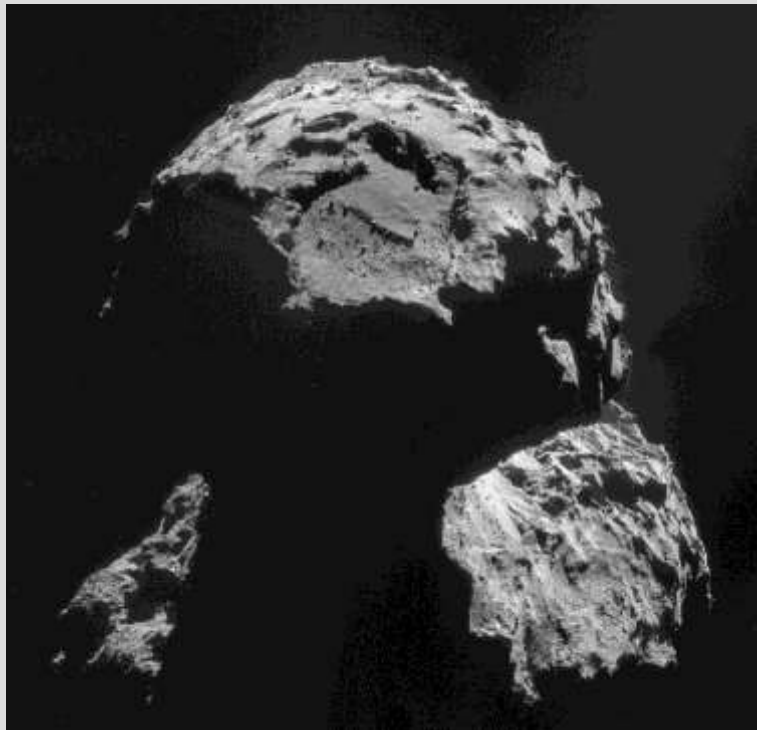


Rosetta – 67P – 10 km



Philae – den D se blíží

- Agilkia – 30 km



Philae – den D

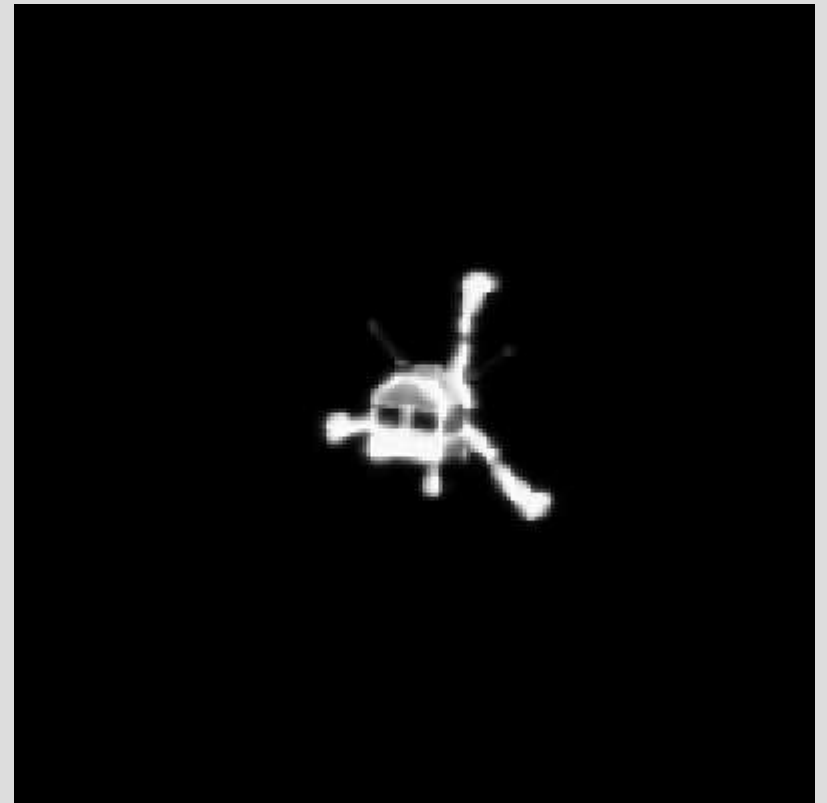
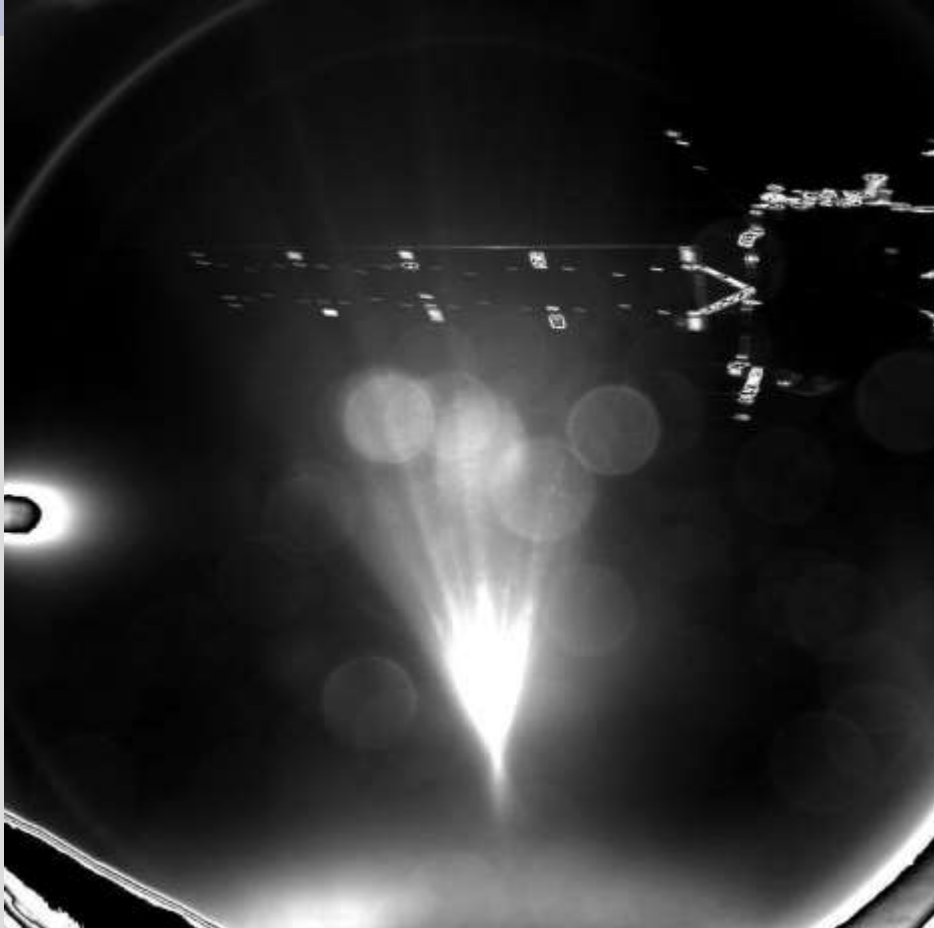
- 12. listopadu 2014



Philae – den D – 12. 11. 2014

- 01:00:00 - GO/NOGO2(a) - příkazy pro řízení sekvence odpojení landeru jsou připraveny.
- 01:00:00 - GO/NOGO2(b) - ESOC potvrzuje připravenost Rosetty.
- 02:03:20 - Philae generuje poslední telemetrická data před hlasováním o jeho odpojení od Rosetty.
- 02:35:00 - GO/NOGO3 - potvrzení připravenosti Philae pro přistání
- 05:03:20 - Start fáze SDL - Separation, Descent & Landing (odpojení, sestup a přistání). Zapínání vědeckých experimentů landeru. První je zapnut ROMAP (měření magnetického pole.)
- 05:28:20 - Nejbližší možný čas pro orientaci Rosetty před manévrem pro sestup.
- 05:34:20 - Začátek zahřívání baterií Philae na teplotu pro oddělení landeru.
- 07:03:20 - Nejbližší možný čas pro sestupný manévr (očekávaná ztráta signálu.) Korekční zážeh bude trvat 6 minut a změna rychlosti bude činit 0,46 m/s.
- 07:35:00 - Nejbližší možný čas pro GO/NOGO4 - finální rozhodnutí před přistáním.
- 08:03:20 - Nejzazší možný čas pro sestupný manévr. Řídicí tým ihned po ukončení provede zběžné vyhodnocení výsledků manévru.
- 08:35:00 - Nejzazší možný čas pro GO/NOGO4 - finální rozhodnutí před přistáním.
- 08:49:20 - Zapnutí experimentu MUPUS (víceúčelová měření.)
- 08:52:20 - MUPUS začíná pracovat. Zapnutí CIVA (mikrokamery pro panoramatický snímek) a ROLIS (kamera pro sestup umístěná ve spodní části landeru.)
- 08:55:20 - CIVA a ROLIS začínají pracovat. Zapnutí SESAME (prachový detektor.)
- 09:04:20 - SESAME začíná pracovat.
- 09:46:20 - Zapnutí MMS (Mechanical Support System) - systém který se postará o oddělení Philae od Rosetty.
- 09:46:20 - Zapnutí separačních motorků.
- 09:49:20 - Zapnutí CONSERT (měření rádiových vln) na Rosettě.
- 09:50:20 - Zapnutí CONSERT na Philae.
- 09:51:20 - Začátek automatické sekvence MMS (viz 09:46:20.)
- 09:53:20 - Philae přechází na své vlastní baterie.
- 10:03:20 - Oddělení Philae.

Philae – den D

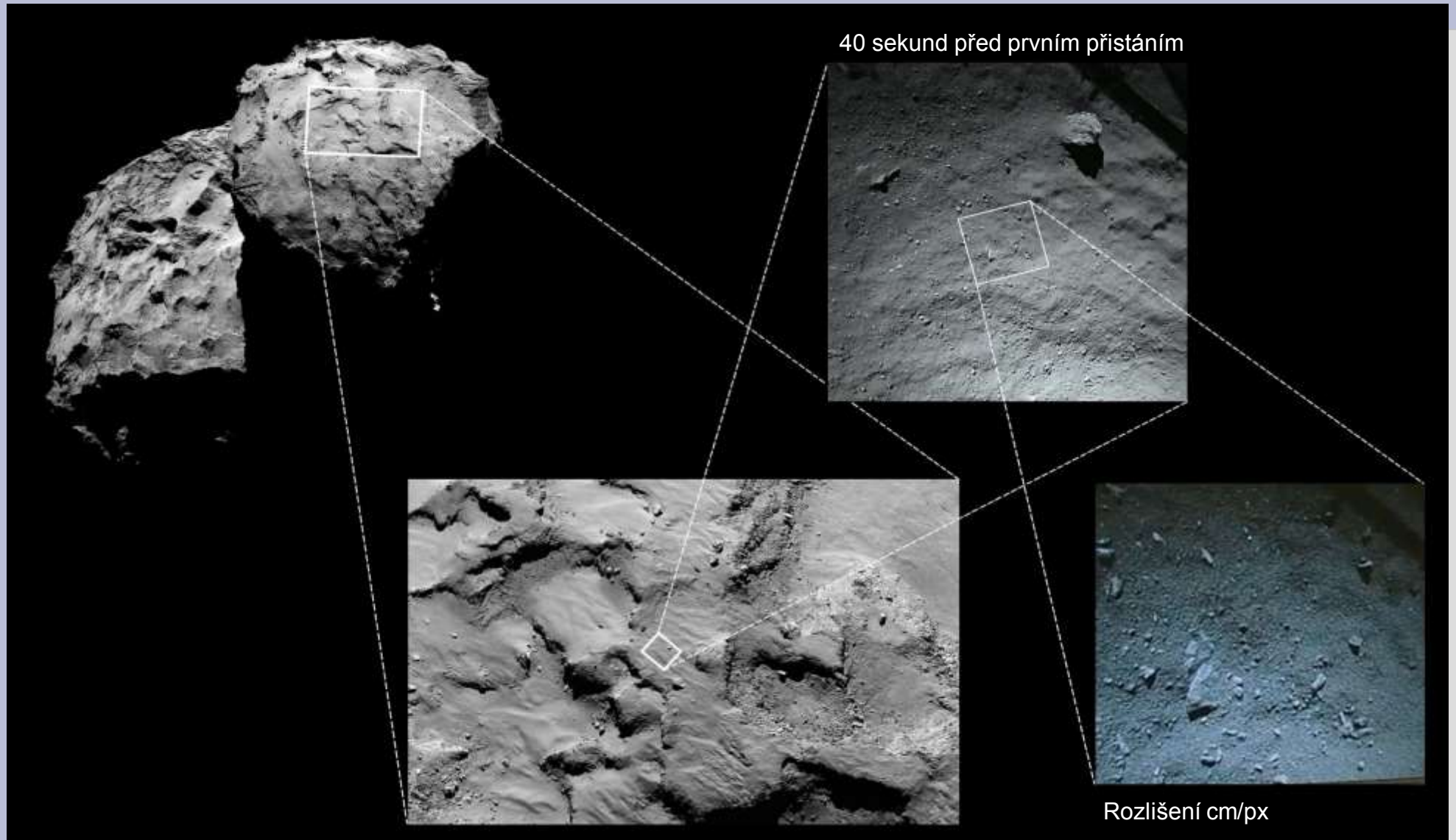


Philae – den D

- 67P z výšky 3 Km



Philae – den D



Philae – den D – 12. 11. 2014

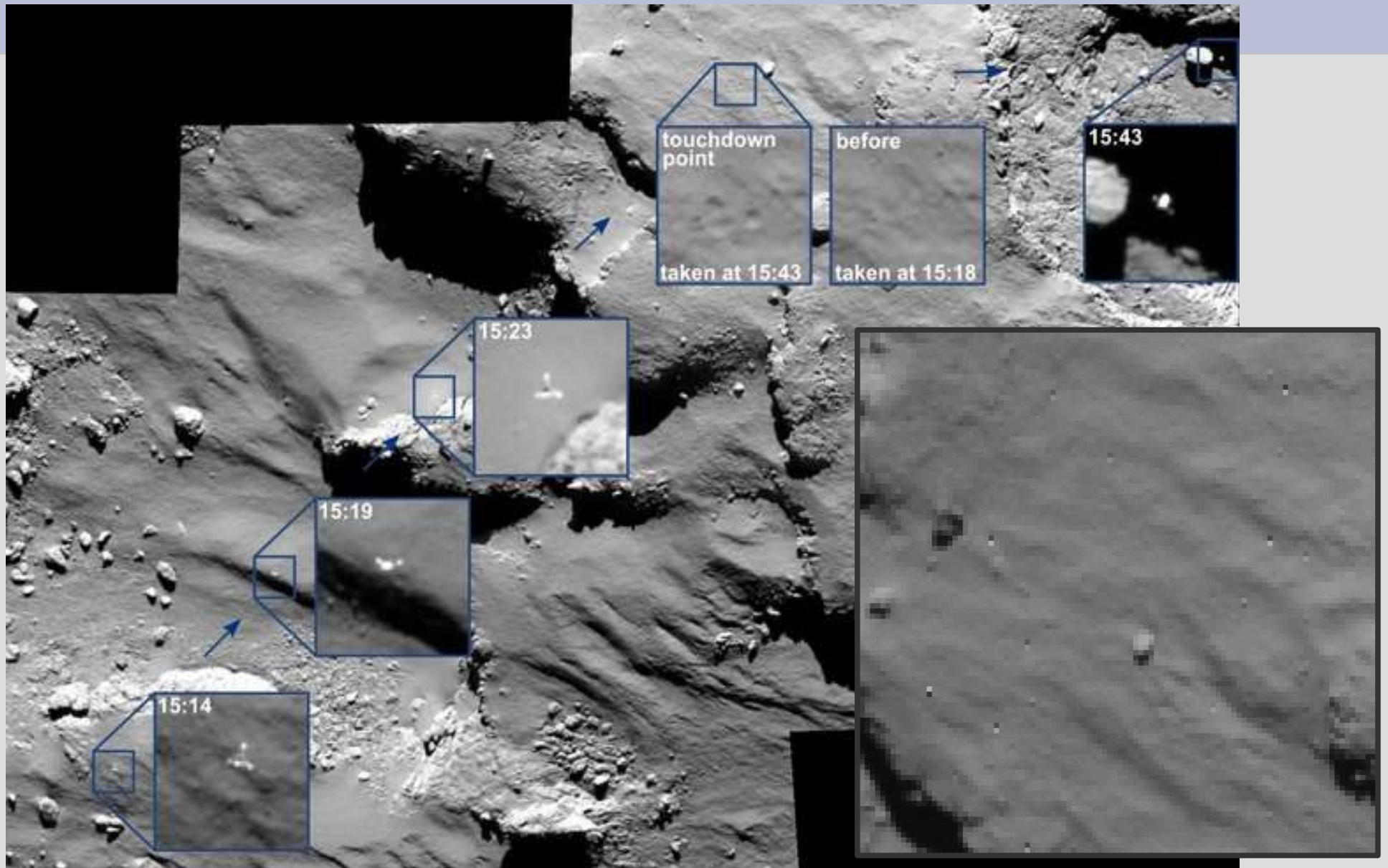
- 10:04:12 - CIVA pořizuje první snímky Rosetty.
- 10:12:17 - Vzdálenost Philae od Rosetty je přibližně 100 metrů. Roztažení přistávacích nožiček a vyklopení antény experimentu ROMAP (měření magnetického pole.)
- 10:25:50 - Philae se otáčí o 14°, aby zaujal stabilní polohu pro přistání.
- 10:43:20 - Rosetta provádí úhybný manévř (očekávaná ztráta spojení.)
- 10:47:17 - Dokončení všech aktivit fáze odpojení Philae od Rosetty.
- 11:53:20 - Opětovné získání signálu z Rosetty.
- 12:59:20 - Začátek stahování dat z Rosetty a Philae.

- 15:58:57 - Zapnutí kamer CIVA a ROLIS, odjištění harpun.
- 16:01:57 - Zahájení snímkování přistávací oblasti. Aktivace ADS (Active Descent System.)
- 16:17:15 - Všechny palubní systémy landeru se chystají na přistání.
- 16:22:20 - Počátek přistávací okna.

- **17:02:20 - OČEKÁVANÉ PŘISTÁNÍ a přijetí signálu (+/- 40 minut.) Okamžité zahájení přistávacích operací -**
 - 1. tryskou ADS bude unikat studený plyn, který zabráni odrazu landeru od povrchu;**
 - 2. Dvě harpuny jsou vystřeleny do povrchu a kotví lander na místě;**
 - 3. gyroscopy jsou vypnuty.**

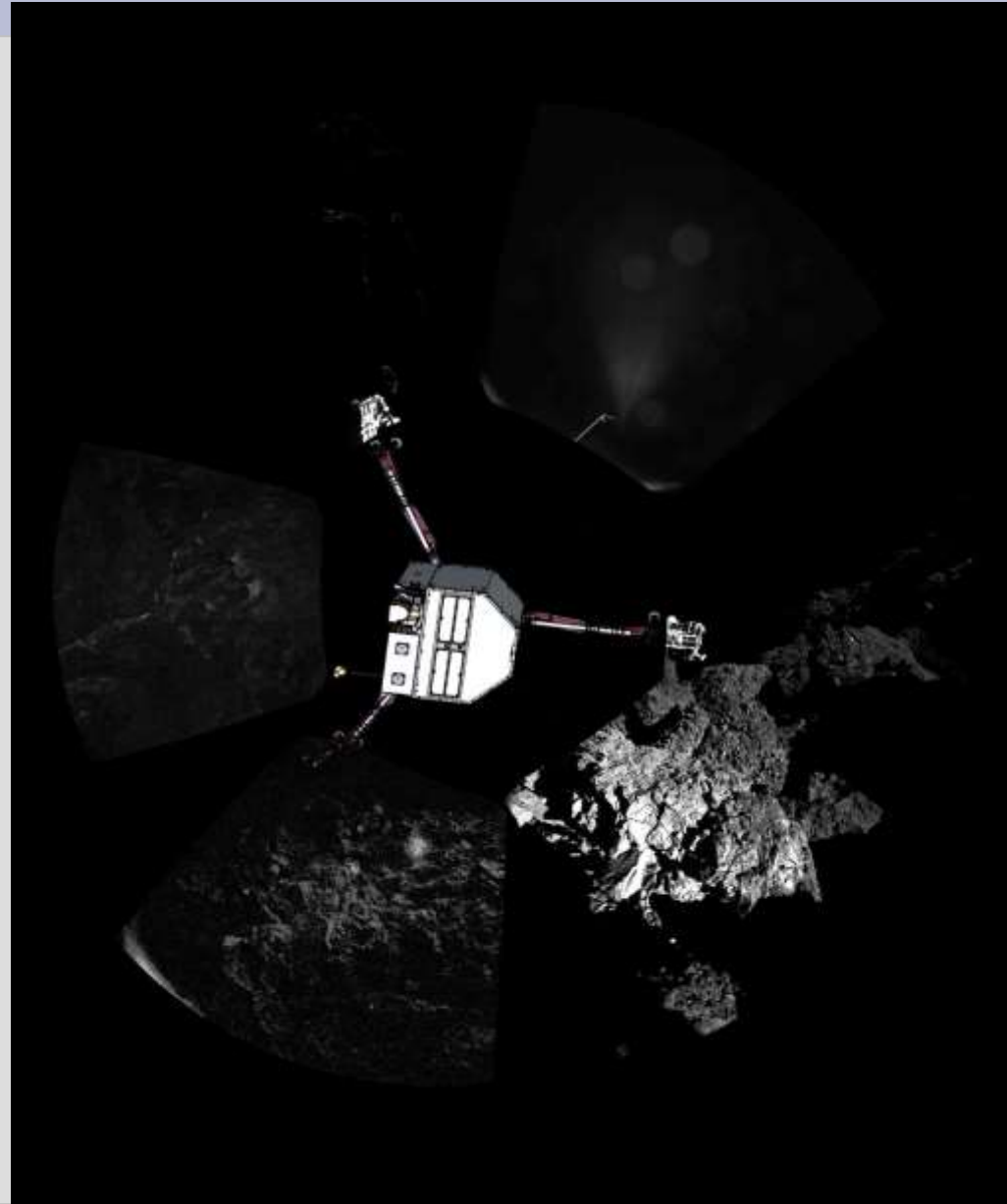
- 17:07:12 - Pořízení panoramatické fotografie z místa přistání.
- 17:17:14 - Ptolemy a COSAC začínají sbírat vědecká data.
- 17:39:39 - Lander ukončuje fázi SDL (viz. 05:03:20) a nahrává všechna data na Rosettu.
- 18:49:07 - Lander zahajuje první vědeckou sekvenci, která bude trvat přibližně 7 hodin.
- 20:03:00 - Konec spojovacího okna pro Philae. Rosetta mizí za horizontem.

Philae – den D – 12. 11. 2014



Philae – den D – experimenty

- Fotografie povrchu



Philae – den D – experimenty

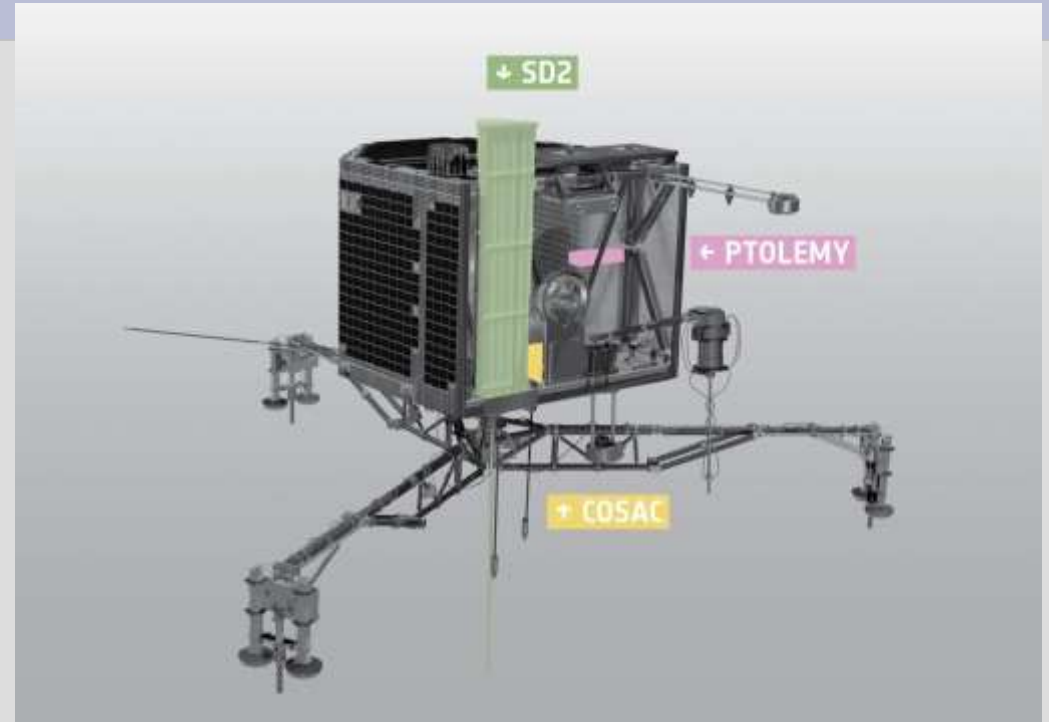
- CONSERT: během 10 hodin byla získána tomografická data pro strukturální mapu nitra komety

Philae – den D – experimenty

- Osvětlení 1,5 h místo 6-7 h

Philae – den D – experimenty

- SD2 + COSAC
 - experiment byl aktivován
 - není však jisté, jestli byl přítomen vzorek povrchového materiálu
- detekce organických molekul po prvním přistání (COSAC, Ptolemy)



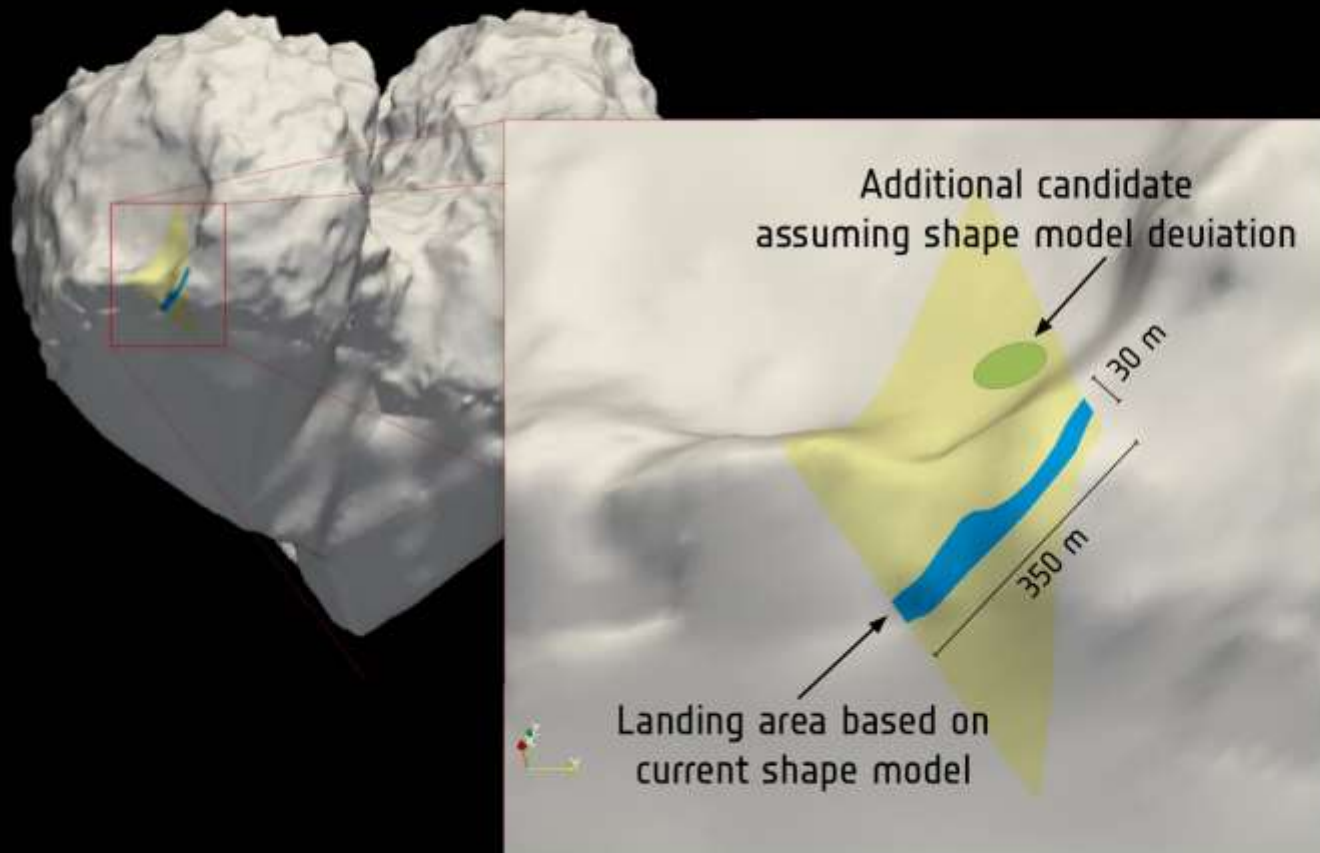
Philae – den D – 12. 11. 2014

- Během 57 hodin Philae stihl dokončit primární misi (na baterky) !!!
- Stále je šance, že se 'probudí' po změně osvětlení místa přistání.



Rosetta – Hledá se Philae

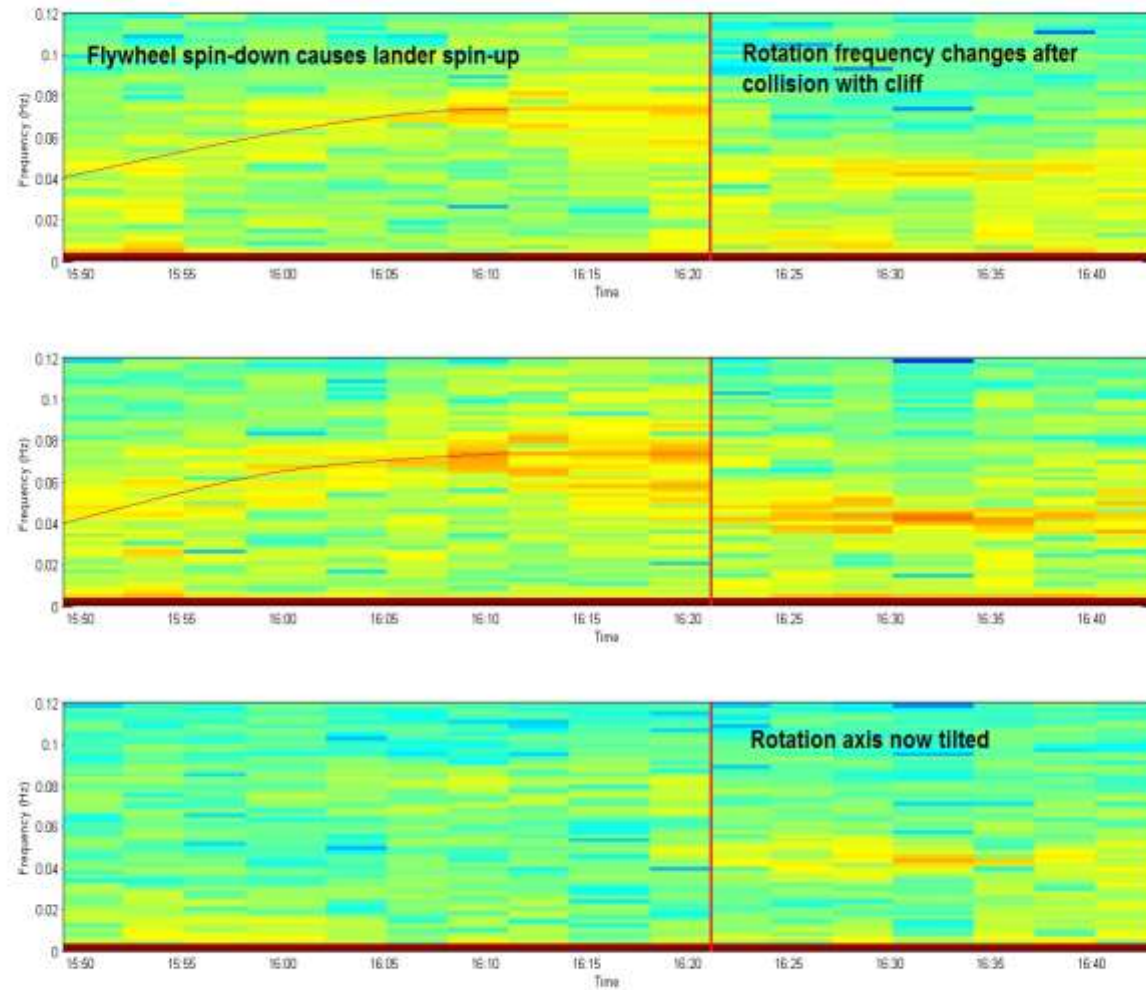
→ CONSERT estimation of landing area



Rosetta – Hledá se Philae

- 28.11. rekonstrukce sestupu na základě dat z ROMAP
 - oddělení a rotace 1 ot./5 min.
 - vysunutí podvozku a změna rotace 1 ot./8.5 min.
 - vysunutí měřicího zařízení ROMAP, měření po 7 h a potvrzení 1. dosednutí – 15:34:04
 - po dosednutí urychlení rotace, moment gyroskopu se po vypnutí během 40 min přenesl na Philae – 1 ot./13 s
 - následně 16:20 došlo patrně ke kolizi 'jedné nohy' s povrchem a přechodu k chaotické rotaci se změněnou osou (bez známek změny vertikálního pohybu)
 - 1 ot./24 s
 - 17:25:26 – druhé dosednutí
 - 17:31:17 – třetí

Rosetta – Hledá se Philae



Rosetta – Jízdní řád

- Sonda s kometou prolétne přísluním 13. srpna 2015 a konec mise je stanoven na 31. prosince 2015.

**2014:
Na kometě**