

LI. ŽEŇ OBJEVŮ[®] 2016

Jiří GRYGAR

Fyzikální ústav AV ČR

Praha

Učená společnost ČR

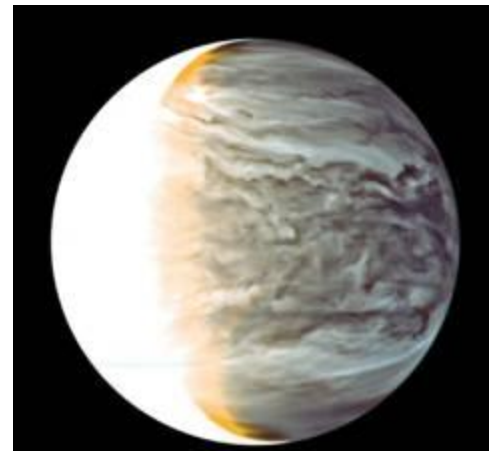
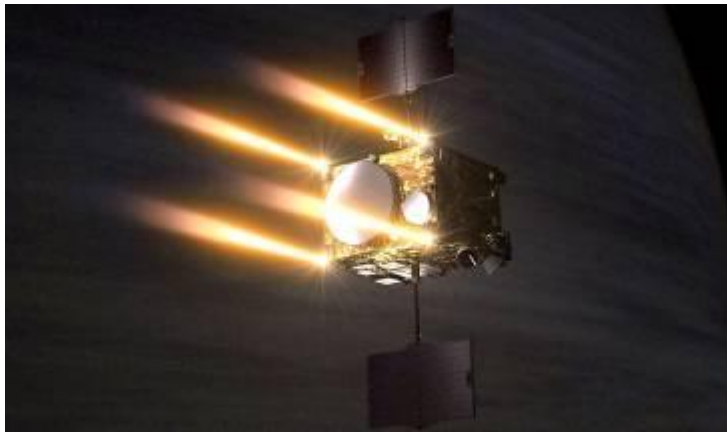
*„Třikrát hurá fyzice – a ještě vícekrát kvůli motivu,
jenž nás k fyzice vede – naše poctivost“*

Friedrich Nietzsche (1844-1900), německý filosof

SLUNEČNÍ SOUSTAVA PLANETY a jejich DRUŽICE

VENUŠE

Akatsuki (JAXA): Start V 10; přílet 7 XII 10, ale hlavní brzdící motor selhal – setrvačná sluneční dráha. Po 5 letech zbrzděna pomocí 4 orientačních motorů: parkovací dráha od **9 XII 15** (oběh 2 týdny; výstředná dráha 500 tis. x 400 km).

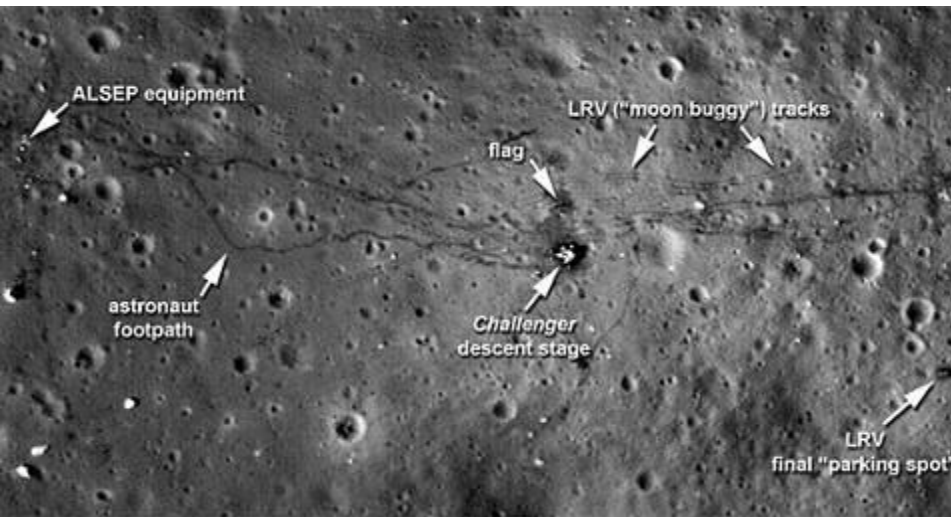


Pruhovaná kyselá mračna. Stacionární oblouk v atmosféře: nenásleduje pohyb superrotující atmosféry. Drží se pomalé retrográdní rotace planety (243 d)! Nevysvětlená záhada. Rotace na jednu otočku zpomalena o 6,5 min během 19 let.

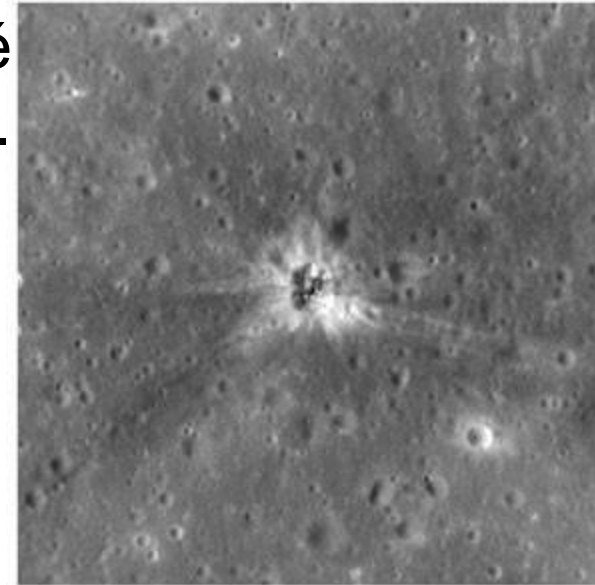
MĚSÍC

Snímky povrchu s vysokým rozlišením od r. 1969 do současnosti

LRO (XII 2015): dopad urychlovacího stupně
A16 S-IVB (IV 1972); kráter 40 x 30 m.



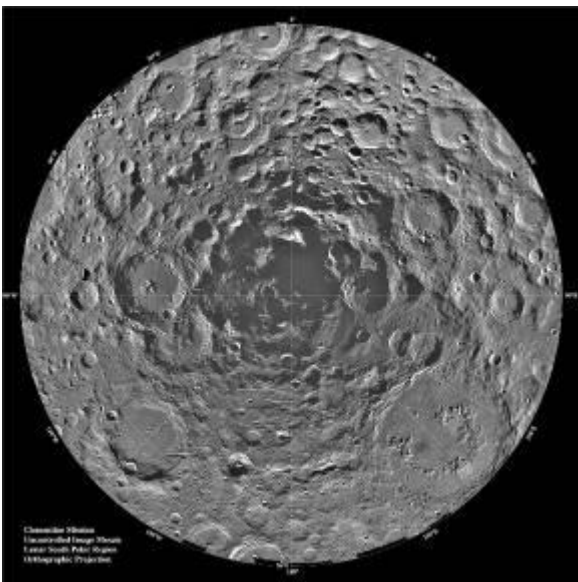
Snímek místa přistání modulu
Challenger (Apollo 17; 1972).
Posádka: E. Cernan + H. Schmitt



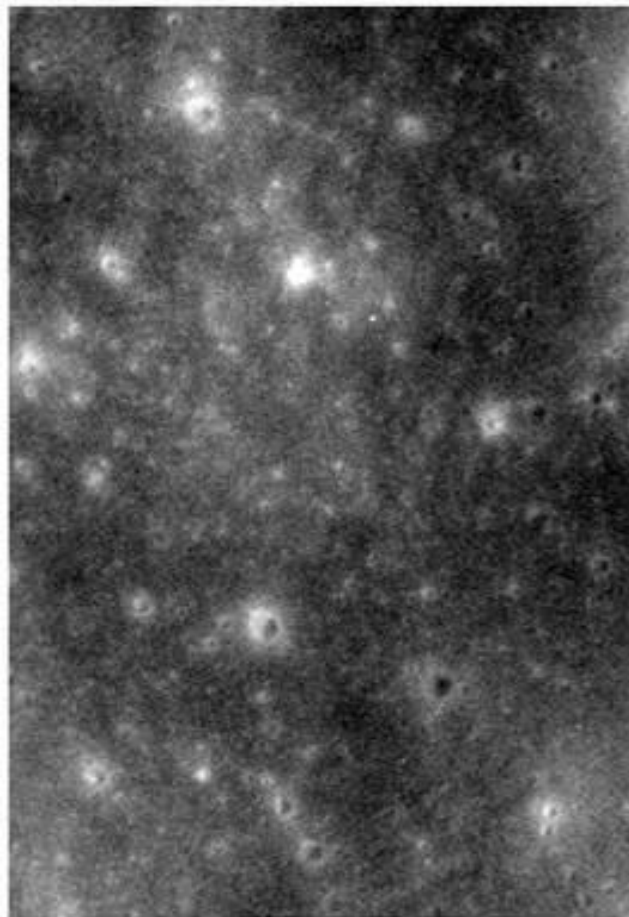
Statistika 2009 do 2015: **180**
kráterů/rok; $\varnothing > 10$ m. Četnost
o 1/3 vyšší než se čekalo.

Regolit Měsíce přeoráván do
hloubky 20 mm během
80 tis. let

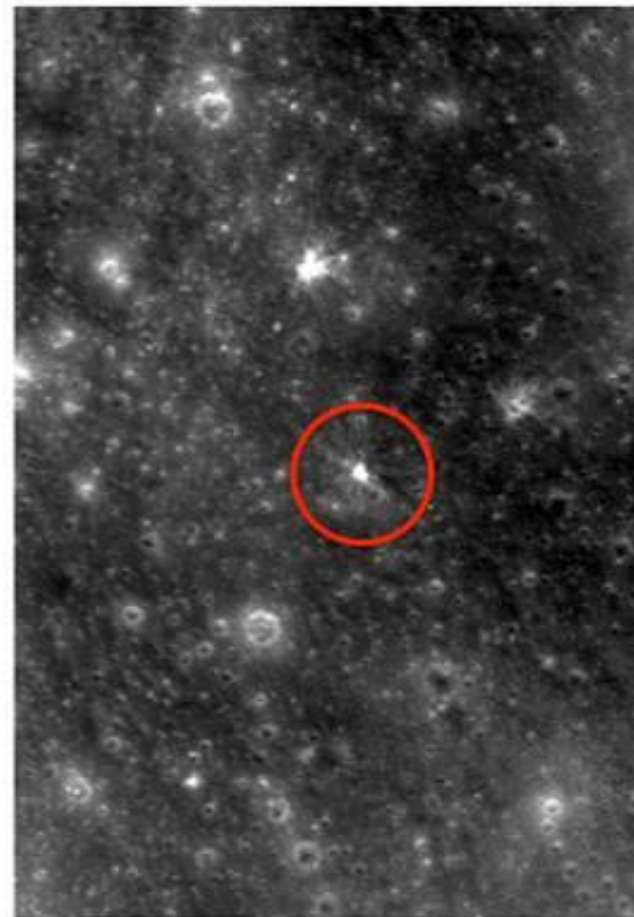
Pohledy na jižní pól Měsíce a na nově vzniklý kráter: VIII 1971 (A 15) a IX 2009 (LRO)



Jižní pól Měsíce
Clementine (1996)



August 1971: Apollo 15 Panoramic Camera (AS15-9527)



September 2009: LROC Narrow-Angle Camera (M108971316)

12.1.2018

Žeň objevů 2016

MARS

Opozice: 30 V 2016; úhlový průměr 19", vzdálenost 75 mil. km; deklinace -21°.

Povrch: stružky na stěnách kráterů nejsou voda, ale perchloráty, chloráty nebo CO₂; polední teplota jen 250 K. Mars přišel o vodu a většinu atmosféry po zániku dynama (magnetického pole) před 4 mld. let. Poslední ledová doba skončila před 370 tis. lety (Milankovičovy cykly jako u Země).

Opportunity: funguje 12 let; přežil 7. zimu díky tančícímu derviši, který pečlivě očistil sluneční panely (zimní příkon 460 W). Mohl jezdit i vrtat. Zatím jen NASA má moduly a vozítka na povrchu M.

Curiosity: X 16: začátek výstupu na Aeolis Mons po 4 letech; obava z kontaminace tekoucí vody pozemskými mikroby!

MRO: 10 let provozu (plán 2 roky); kamera rozliší 2 m; ale opakovaná měření až 250 mm, výhledově až 50 mm!

MARS II

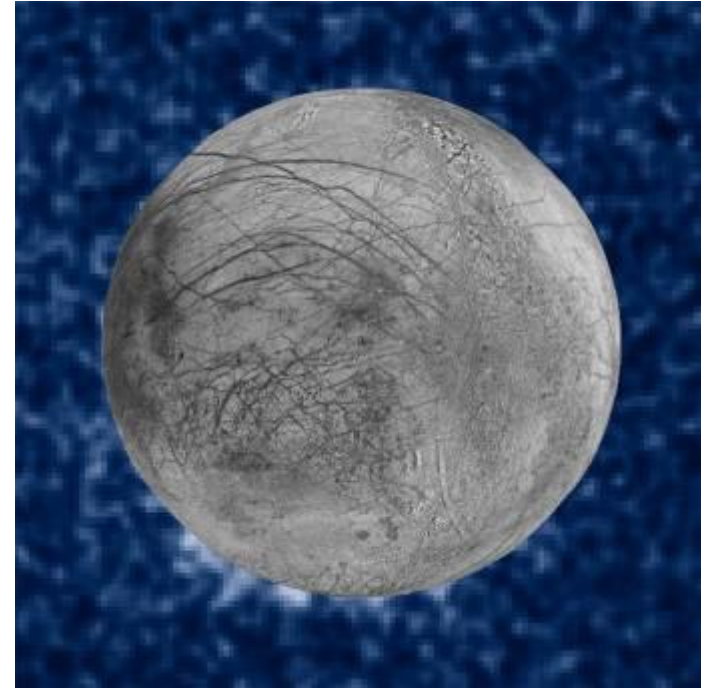
Phobos a Deimos: nejsou zachycené planetky. Vznik po nárazu většího projektilu na planetu. Úlomky hornin vytvořily disk, v němž se shlukovaly drobné částice na více měsíců. Nejbližší se během 5 mil. let zřítily na povrch, kdežto Phobos (per. 7,7 h) a Deimos (30,4 h) odmigrovaly. Rotační perioda Marsu 24,7 h → silné slapy zkracují oběžnou dobu Phobosu; za ~30 mil. let rozpad na rovníkový prstenec (životnost 100 mil. let). Postupné kobercové bombardování podél rovníku Marsu.



JUPITER



Sonda **Juno** - zaparkována 4 VII 16:
Jižní pól Jupiteru ze vzdálenosti
100 tis. km: Rossbyho vlny. Polární
hexagon chybí.



Jupiterova družice
Europa: opakované
výtrysky vody do výšky
160 km (UV STIS
HST). Podpovrchový
oceán ohřátý slapy

SATURN (Cassini – 66 M\$/ročně)

Titan: Ligeia Mare – druhé největší jezero (radar): objev sítě úzkých kaňonů kolem jezera. Strmé stěny, hloubka až 570 m, odrazy z hloubky (prasátka) dávají stejnou úroveň hladiny kapaliny jako v jezeře! Jsou to tedy řeky! Teplota na severu: -179 °C. Podpovrchové oceány: **Titan**, **Enceladus**, **Dione**: objevy pomocí slapových účinků (**Titan** – amplituda 10 m) a změn tvaru (isostatický stres), event. výskytu gejzírů (Enceladus). Ve všech případech pod ledovým příkrovem je vodní oceán s příměsemi čpavku a methanu, popř. solí, propojený trhlinami v ledu s povrchem. **Enceladus**: ledový příkrov tlustý 23 km (na jihu jen 7 km – gejzíry); pod ním oceán tlustý 38 km. **Dione**: příkrov 100 km; oceán 65 km. **Závěr mise Cassini-Huygens: 23 IV – 15 IX 17:** průlet u Titanu; skrz prsteny postupné noření do atmosféry a zánik. 7 let cesta k Saturnu ze Země; 13 let kolem Saturnu

PLUTO

Úplná data sondy New Horizons přenesena do X 2016.

Atmosféra: objev při zákrytu hvězdy Plutem (1988). Většina starších údajů z dálky vyžaduje revizi: severní pól sklon 120° kolísá v periodě 2,8 Mr v rozsahu 103°÷127°, dlouho ve tmě! Přísluní kolísá v periodě 3,7 Mr. Teplota 70 K; vertikální profil teploty a tlaku. Tlak může vzrůst až na 35 % tlaku na Zemi! Obal atmosféry se zvětšuje se vzdáleností od Slunce! Uniká methan od výšky 19 tis. km, ale nikoliv N₂. Vrstvy mlhy a oparu do výšky 200 km jsou překvapení (aerosoly, acetylen, ethylen a ethan). Atmosférické „gravitační“ vlny – přechod vzduchu přes vyvýšené překážky na povrchu. Černé skvrny na povrchu – trvalý svit Slunce; led se odpařil (stále >42,5 K). Před 900 tis. lety Slunce v zenitu. **Styx:Nix:Hydra** rezonance drah 18:22:33. Malé družice Pluta se na dráze převalují a jejich rotační osy se komíhají.

New Horizons – nové výsledky



Argo Chasma

#7805; 2 VI 2016

Sputnik Planum: polygony s rozměry 10 ÷ 40 km; potečkové jámami, Z úbočí stékají dusíkové ledovce (bod tání 63 K), jež neustále mění povrch – nejmladší terén (~0,5 mil. let)

12.1.2018

Žeň objevů 2016

CHARON a MALÉ DRUŽICE PLUTA

Srážka PraCharonu s PraPlutem rychlostí <1 km/s nezpůsobila roztavení hornin. Malé družice jsou úlomky srážky.

Název	Vzdálenost (tis. km)	Oběžná doba (dny)	Rotační perioda (d)	Rozměry (km)	Sklon k rovníku Pluta
Charon	19,6	6,4	synchro. 6,4	606	0°
Styx	42,7	20	3,2	14 x 10 x 8	121°
Nix	48,7	25	1,8	50 x 41 x 36	108°
Kerberos	57,8	32	5,3	18 x 11 x 9	95°
Hydra	64,8	38	0,4	56 x 47 x 37	94°

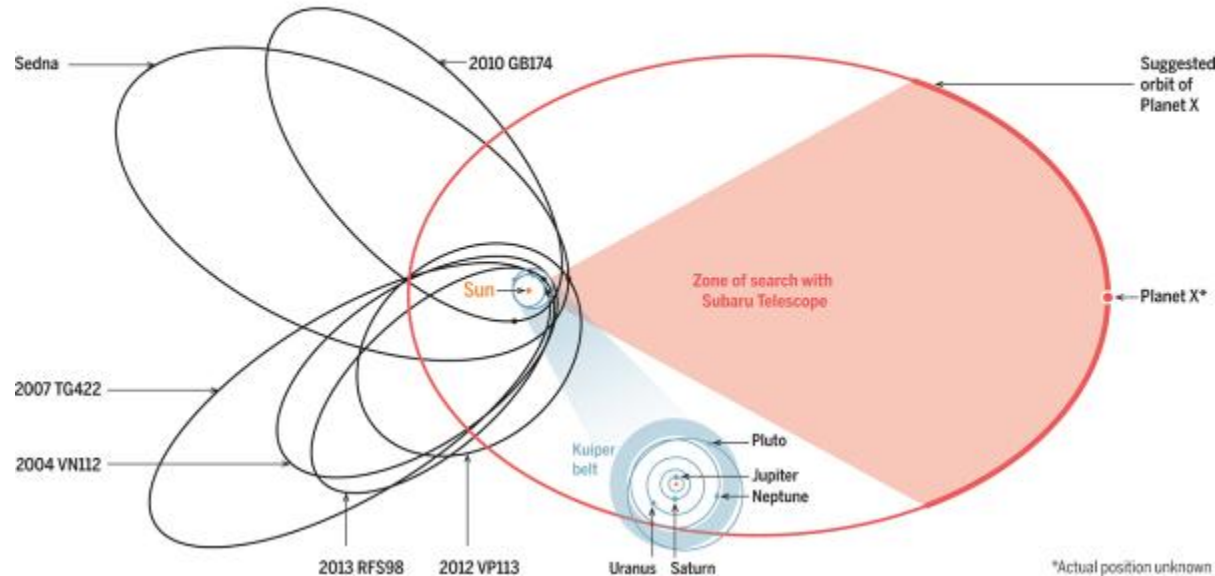
Kaňon Argo (**Charon**): 1 600 km; hloubka 9 km. Vulkanismus 4 Gr
Pluto: 10 mil. let stará pánev (870 000 km²) – tekoucí vrstvy ledu
N₂ a CO. Krátery až 4 mld. let = tektonika a kryovulkanismus?
Červené tholiny. Velké kontrasty v albedu. Kondenzace methanu
v zimě a na horách. Vodní led je tam tvrdá hornina.

Nová devátá planeta na periferii pásu E-K ??



Pointing to Planet X

The bizarre orbits of six known worlds are clustered in a way that demands the existence of a giant planet 10 times the mass of Earth. Planet X spends most of its time in the outer reaches of its 15,000-year orbit, where the Subaru Telescope in Hawaii will look for it.



K. Batygin & M. Brown: $\geq 10 M_{\oplus}$; $3 R_{\oplus}$; elipsa $280 \times 1\,120 \text{ au}$; sklon 30° ; oběžná perioda $10 \div 20 \text{ tis. let}$; $> 22 \text{ mag}$. Nepravděpodobné.

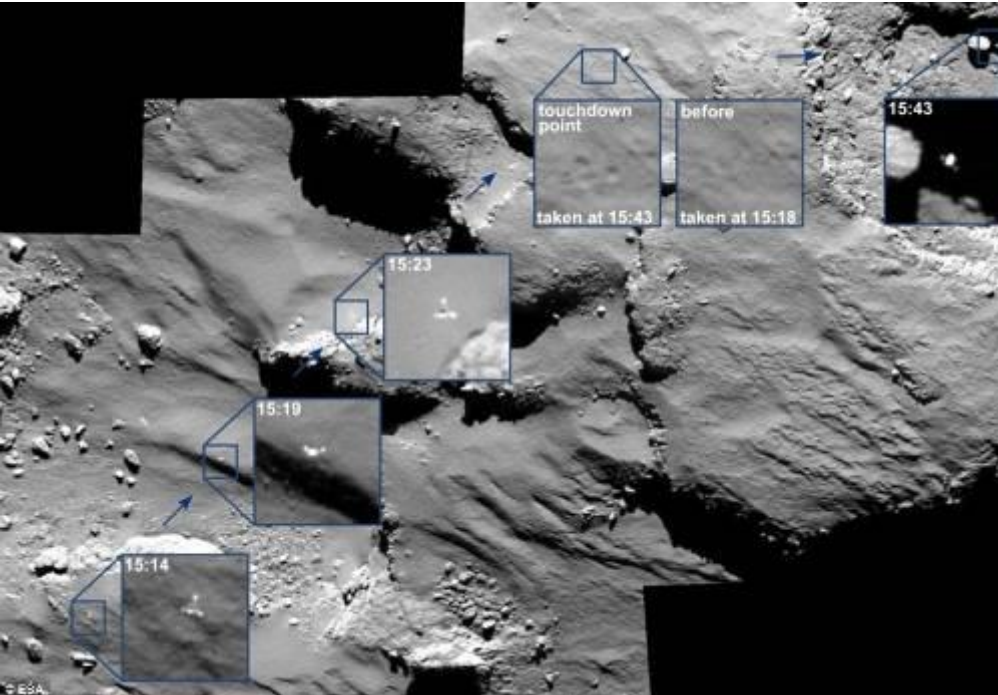
Parametry trpasličí planety **(225088) 2007 OR10**: $\varnothing 1,5 \text{ tis.km}$; $A = 9 \%$; rotační per 45 h ; elipsa $33 \times 101 \text{ au}$; oběžná doba 549 r

MEZIPLANETÁRNÍ LÁTKA

Kometa 67P/Čurjumov-Gerasimenko[vá]

Rosetta (start III 2004). Na oběžné dráze kolem komety od 6 VIII 14. Šikmý pohled na usazeniny až do hloubky 650 m. Výtrysky až 250 t. Kometesimály mají ø 3 m. Vzájemně skloněné usazeniny; dvě slepená jádra. Dvě rovnoběžné trhliny 750 m od sebe na spojovacím krku jader – rotace jádra se zrychluje až do odtržení a opětného spojení jader. Jádra komet se dělí v intervalu řádu 100 let. Neúčast na těžkém bombardování. Prvotní částice prachu. Nečekaný deficit vodního ledu na povrchu komet. Výskyt ledu na strmých stěnách a dnech kráterů. Přítomny i žárovzdorné prvky a organické (páchnoucí) sloučeniny. Ze 7 zobrazených má 5 komet tvar burského oříšku. Obě jádra jsou silně porézní (až 80 %). **Philae** nalezen počátkem IX 16 z výšky 2,7 km; rozlišení 50 mm/pixel. Přistání (trvání 10 h) po 786 d obíhání komety **30 IX 16** rychlostí 0,5 m/s. Poslední snímek z výšky 20 m. Vše vypnuto.

Kaskadérské přistávací manévry modulu Philae

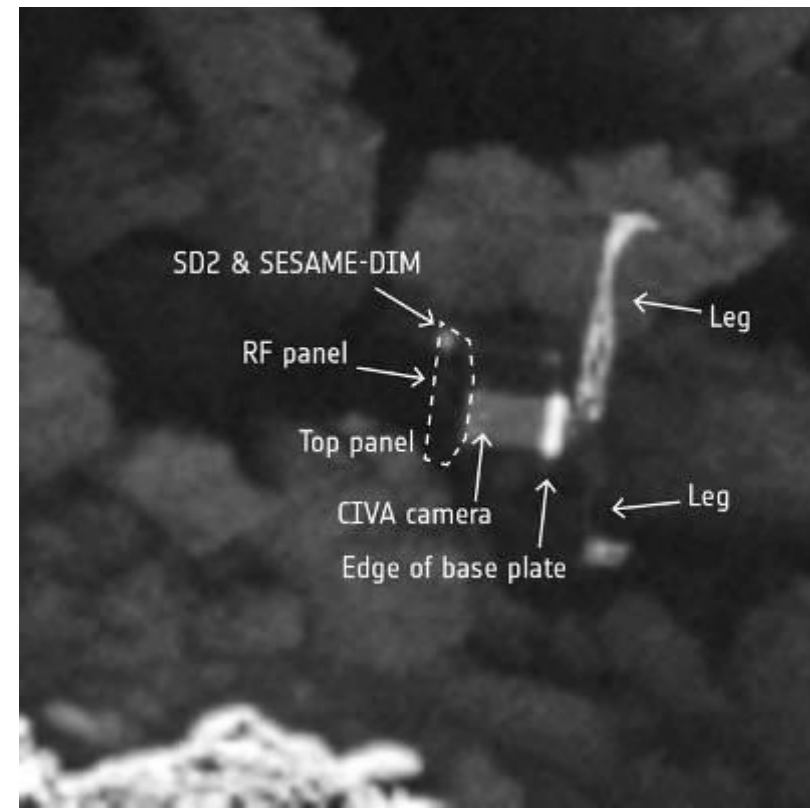


Kostrbaté přistání modulu **Philae**
12 XI 14: odskok do výšky 1 km,
další do 20 m; pak zapadl za útes
~1 km od plánovaného místa
přistání, 2 h po prvním odskoku.

Objeven kamerou Rosetty
v místě **Sais** 2 IX 16 z výšky 2,7 km

12.1.2018

Žeň objevů 2016



Poslední snímky Rosetty

Poslední širokoúhlý snímek 30 IX; 00:59 UT
výška 15 km; šířka 1,5 km; rozlišení 1,5 m/pix



←-----96 cm -----→

Rozlišení 2 mm/pixel

Výška kamery nad
terénem 20 m;
10 s před dopadem!

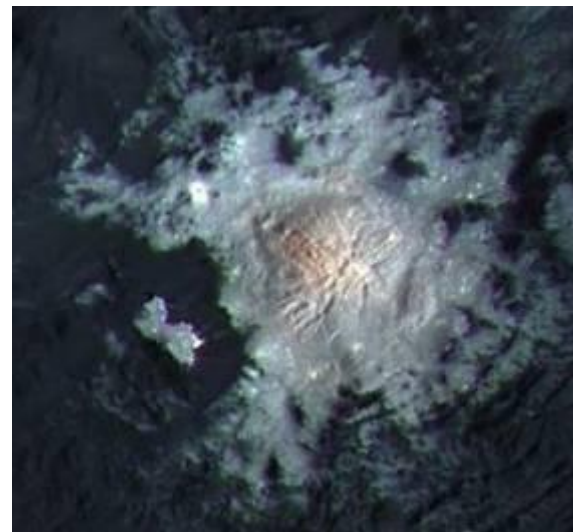
12.1.2018



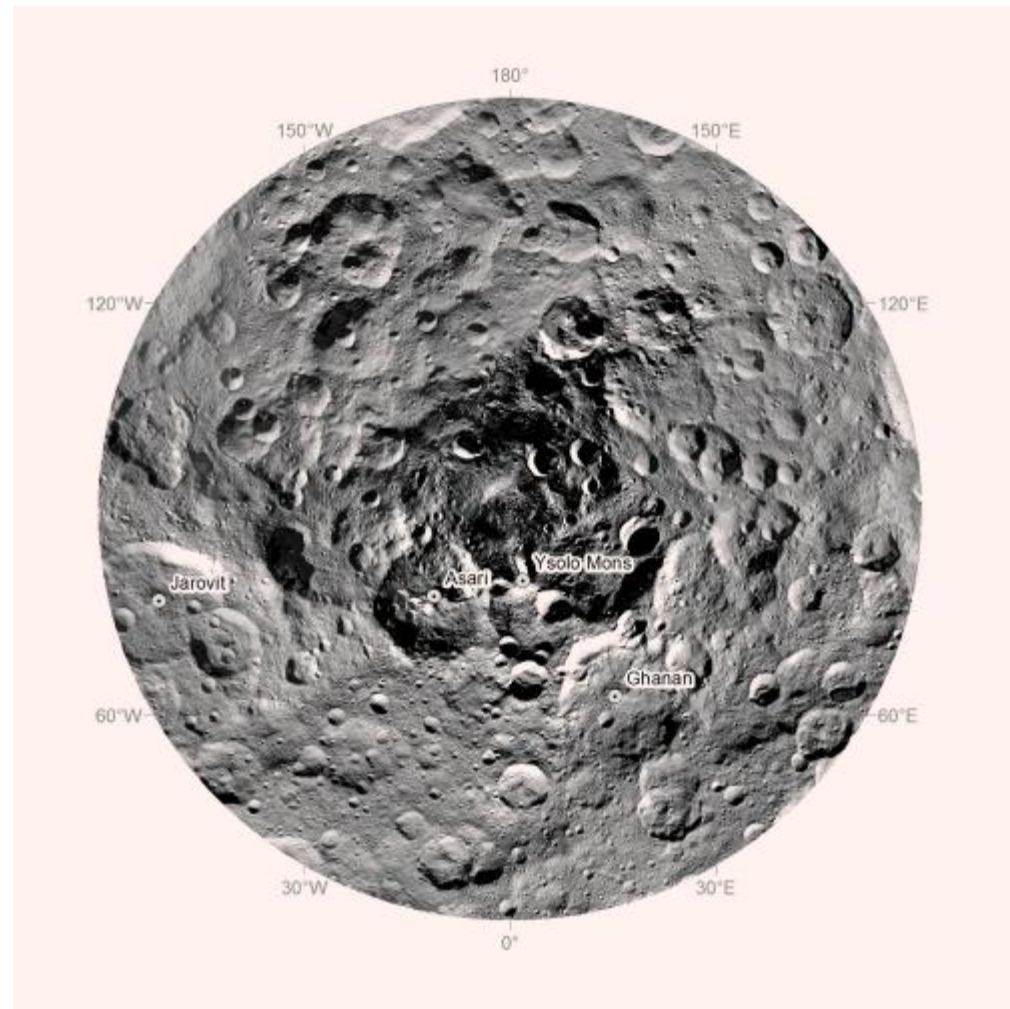
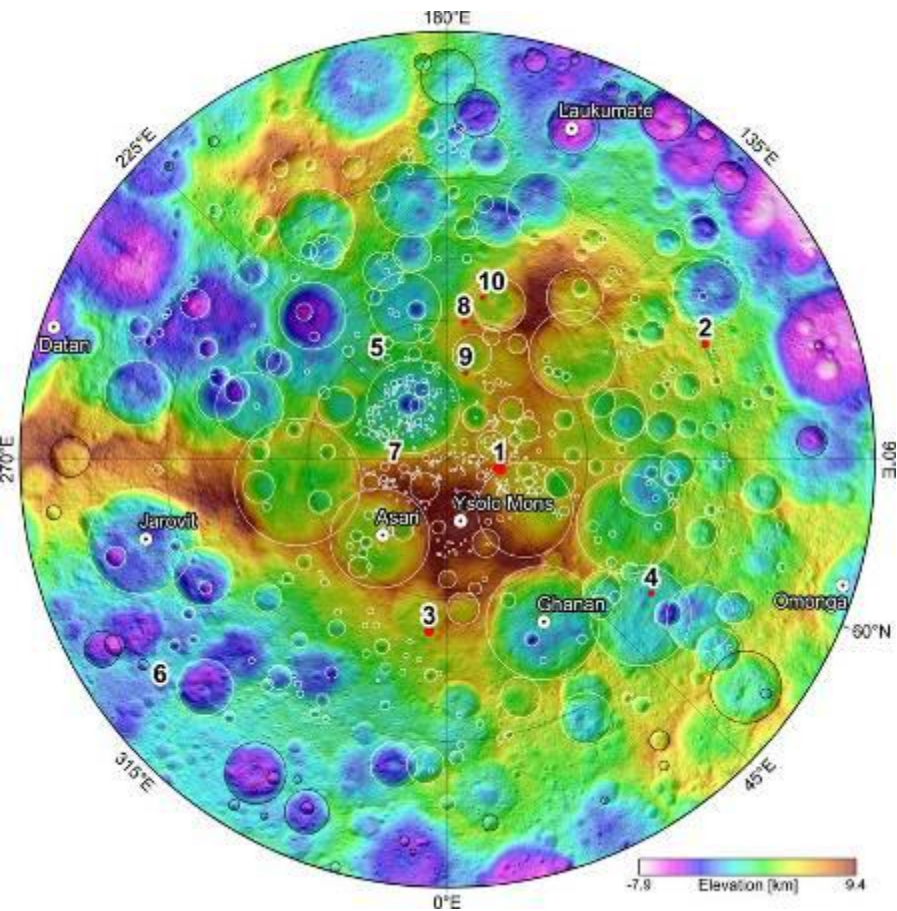
Sonda Dawn u trpasličí planety CERES

Na povrchu více než 130 bílých skvrn – spíše než síran hořečnatý (epsomská sůl) jde o **uhličitan sodný** (průmyslová soda – důležitý produkt pro výrobu papíru keramiky, skla a detergentů i zpracování bavlny atd.). Soda je rozpustná ve vodě; na Zemi se nachází ve vyprahlých oblastech. Roční spotřeba >30 Mt! Ve vysokých šířkách >630 kráterů má dna trvale ve stínu – vodní led. Nitro *Cerery* částečně diferencované, na rozdíl od Vesty. V jádře hustota $2\,460 \div 2\,900 \text{ kg/m}^3$. Vnější slupka tloušťka $70 \div 190 \text{ km}$; hustota jen $1\,680 \div 1\,950 \text{ kg/m}^3$.

Kráter **Occator**
průměr 92 km
hloubka 2,5 km
rozlišení 35 m/pixel



Ceres krátery



12.1.2018

Žeň objevů 2016

18

Planetky z našich luhů a hájů

(planetky.astro.cz)

(32008) **Adriángalád** [astronom]

(14948) **Bartuška** (umělec)

(376029) **Blahová** [obec]

(176029) **Kušnirák** [astronom]

(23437) **Šíma** (malíř)

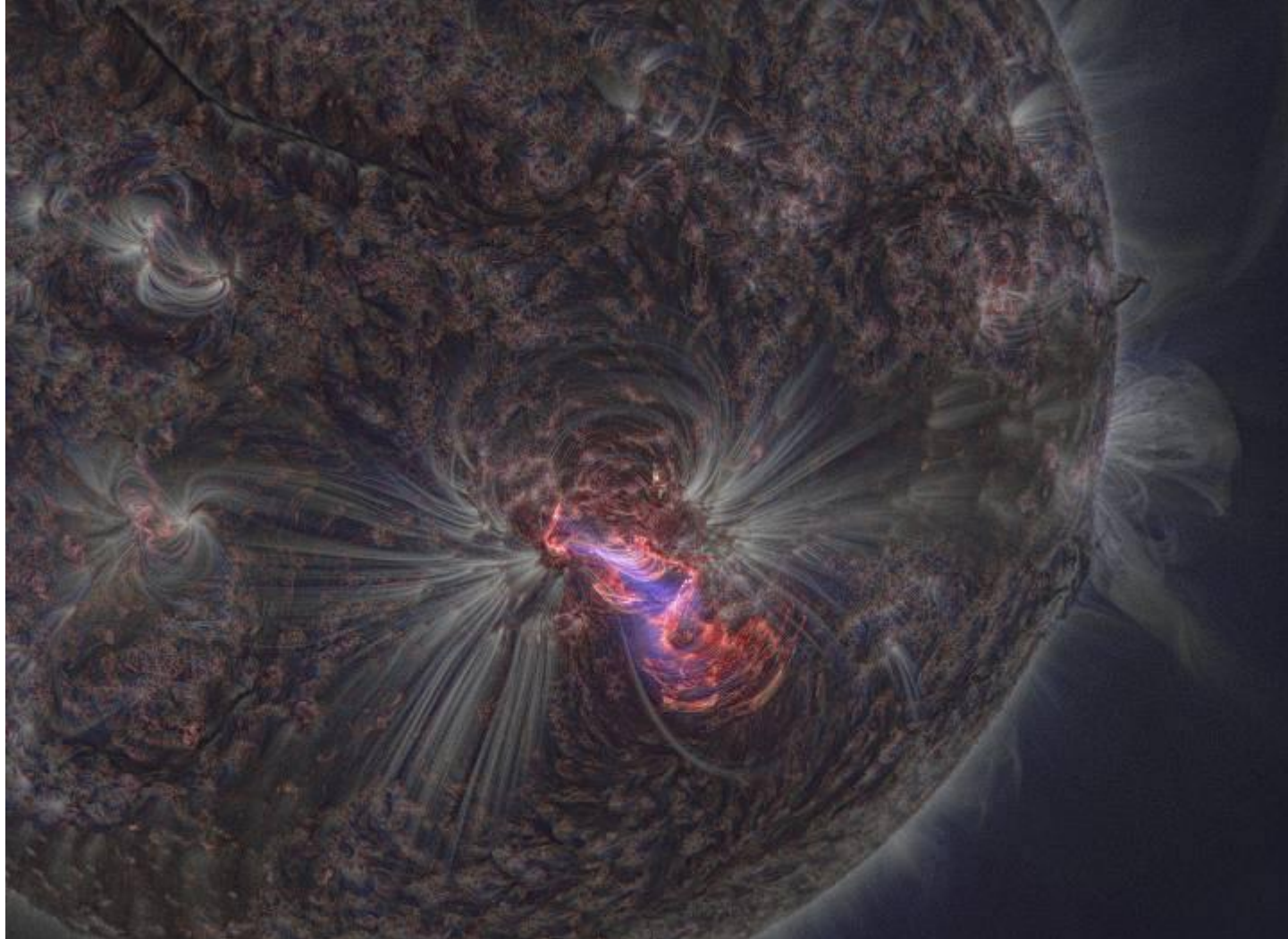
(24695) **Štyrský** [umělec]

(223360) **Švankmajer** [umělec]

(6086) **Vrchlický** [spisovatel]

(230648) **Zikmund** [císař]

SLUNCE



M. Druckmüller (algoritmus NAFE): AR 2192 (rekord za 24 let !)

SDO 24 X 14

Nepravé barvy v pásmech 17 (bílá), 19 (modrá) a 30 nm (červená)

SLUNCE II

Družice Picard: měření bolometrického **zářivého výkonu Slunce**;
24. cyklus (VI 10 – III 14). Kolísání nepřekročilo $\pm 0,08 \%$

Španělská námořní observatoř: Měření úhlového **poloměru Slunce**
téměř nepřetržitě od r. 1773 (!) do r. 2006: **$(958,9 \pm 1,8)$** “

Kalibrace indexů sluneční činnosti: systematické rozdíly mezi
Wolfovým číslem a počtem skupin skvrn

Družice SDO (*2010): každý snímek (12 s) má 12 MB. Denně dodává
1,5 TB; **1 PB** každých 22 měsíců provozu.

Sluneční vítr (XI 1963 – 31 XII 2013): vážený průměr: **370 km/s**.

Pomalý vítr: $< 450 \text{ km/s}$; rychlý: $450 \div 725 \text{ km/s}$; extrémní: $> 725 \text{ km/s}$.

Pomalý a rychlý vítr má periody shodné s rotací Slunce (27 d).

Extrémně rychlý vítr hlavně v sestupné fázi slunečního cyklu.

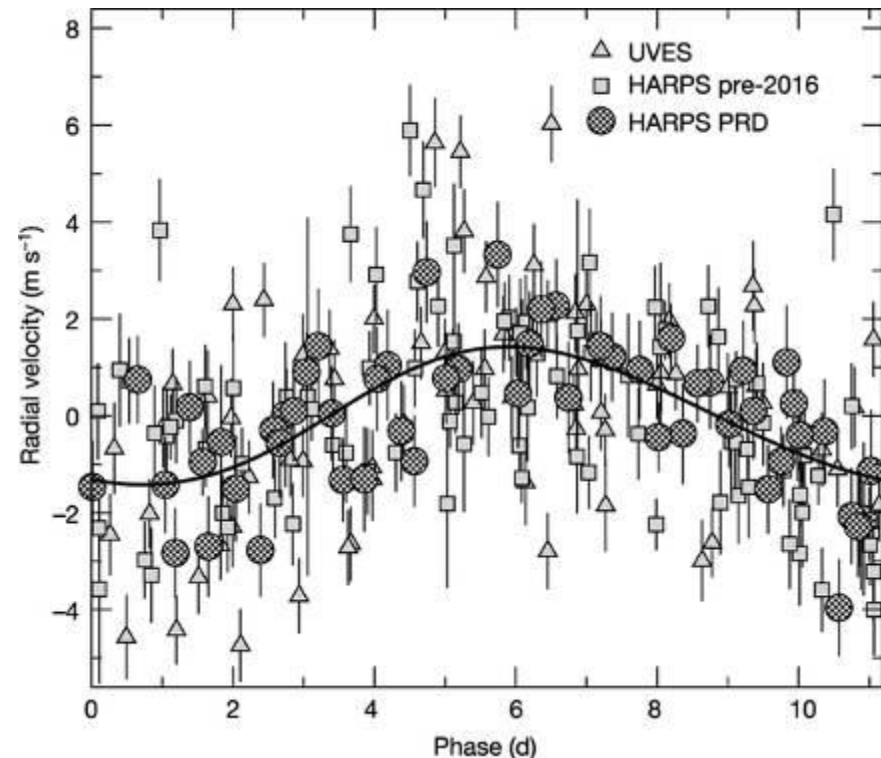
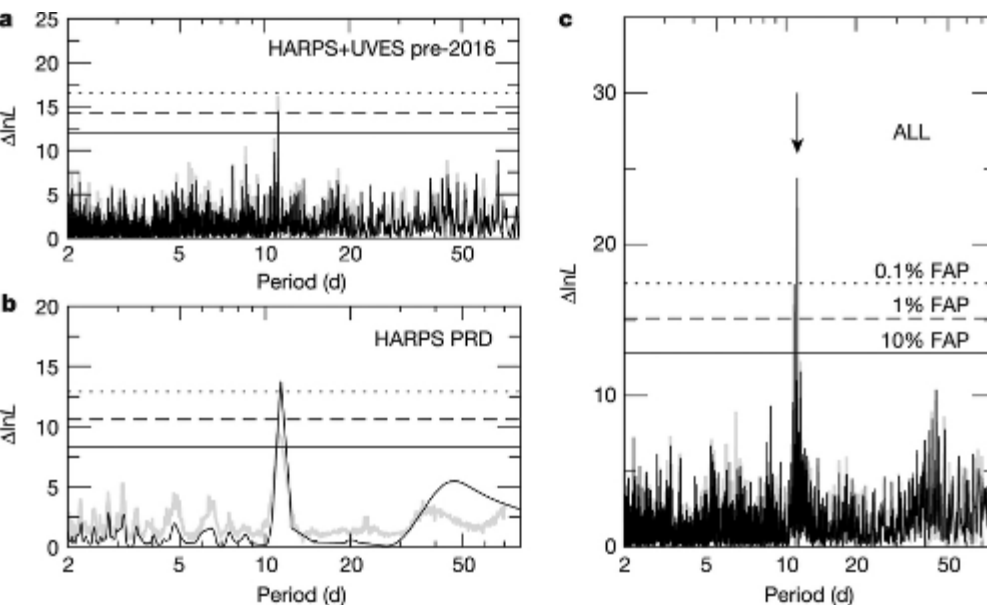
Půlstoletí časopisu **Solar Physics**: založili C. de Jager a Z. Švestka:
40 tisíc recenzí na články!

HVĚZDNÝ VESMÍR

EXOPLANETY

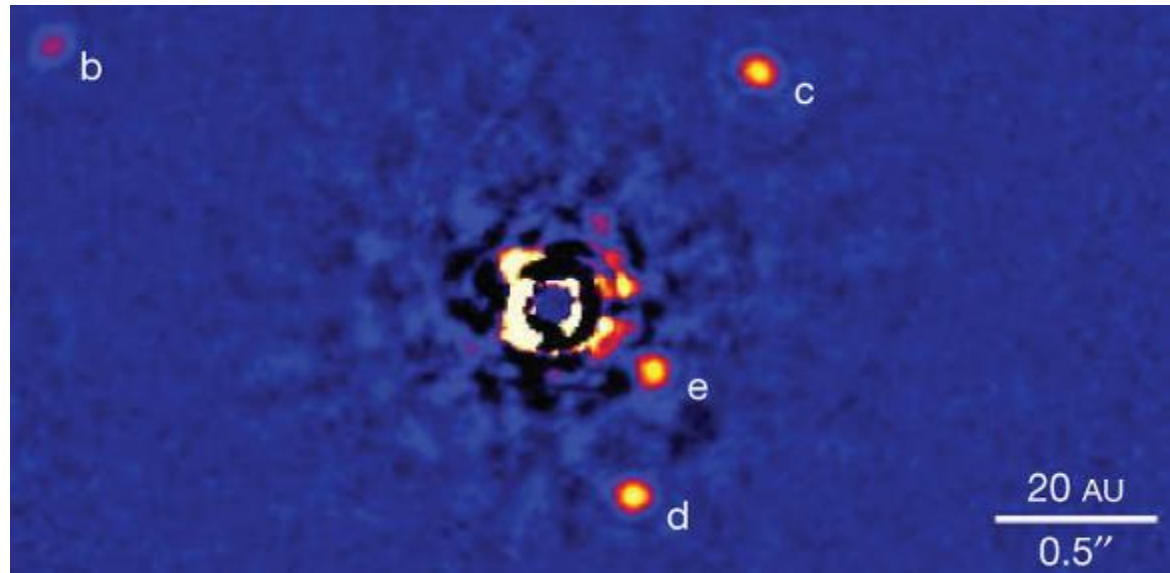
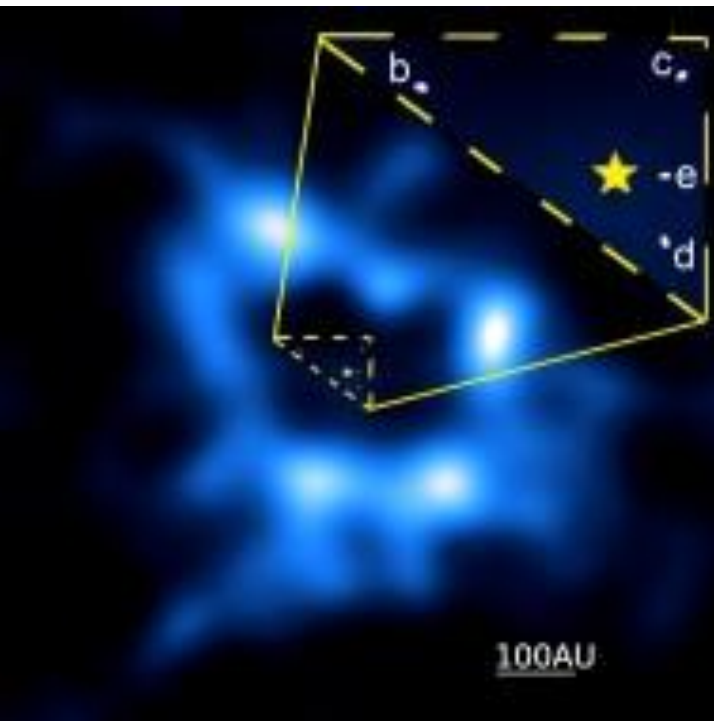
Proxima Centauri: (11 mag; M5.5 Ve; 3,0 kK; 0,14 $R_{\odot}$; 0,12 $M_{\odot}$; $1,5 \cdot 10^{-3} L_{\odot}$; rotace 83 d; 5 mld. let; 1,3 pc): exoplaneta **b**:
>1,3 M_Z ; vzdálenost od hvězdy 7,5 mil. km; per 11 d. Objev ESO:
HARPS La Silla; UVES VLT Paranal. Přesnost RV ± 1 m/s!

Spektra z let 2000-2016:



Dramatický rozvoj výzkumu exoplanet

HR 8799 (Peg; 6 mag; A5 V; 7,4 kK; 1,3 $R_{\odot}$; 1,5 $M_{\odot}$; 39 pc; stáří ~30 mil. let) přímo zobrazené 4 exoplanety a pomocí ALMA (pásmo 1,34 mm; 224 GHz) chladný protoplanetární disk ve tvaru prstenu v rozmezí 145 ÷ 429 au. Polohy exoplanet vůči hvězdě pořídil VLT ESO.



Exoplanety a hnědí trpaslíci

Projekt **Kepler 1** už objevil >2,3 tis. exoplanet;

Kepler 2 již 104. (Skončí r. 2018 - vyčerpání zásob paliva)

TRAPPIST-1 (La Silla, dvojče 0,6m z Belgie; robot 2013-2016):
hvězda (HT?) 2MASS J2306-0502: (*Aqr*; **19 mag!**; M8 V; 2,6 kK;
0,1 R_☉; 0,08 M_☉; 0,05 L_☉; 12 pc): objev tří exoplanet b, c, d.

Podzim 2016 – VLT, UKIRT, SST a odtud parametry:

Planeta	Poloosa (mil. km)	Poloměr (R _Z = 1)	Hmotnost (M _Z = 1)	Hustota (Z = 1)	Oběžná doba (dny)
b	1,7	1,1	0,8	0,7	1,5
c	2,3	1,1	1,4	1,2	2,4
d	3,1	0,8	0,4	0,9	4,0

Exoplanety možná v ekosféře mateřské hvězdy?

Zmrzlý hnědý trpaslík **WISE 0855-0714**: 2,2 pc; 250 K; sp. Y

Hvězdy a dvojhvězdy

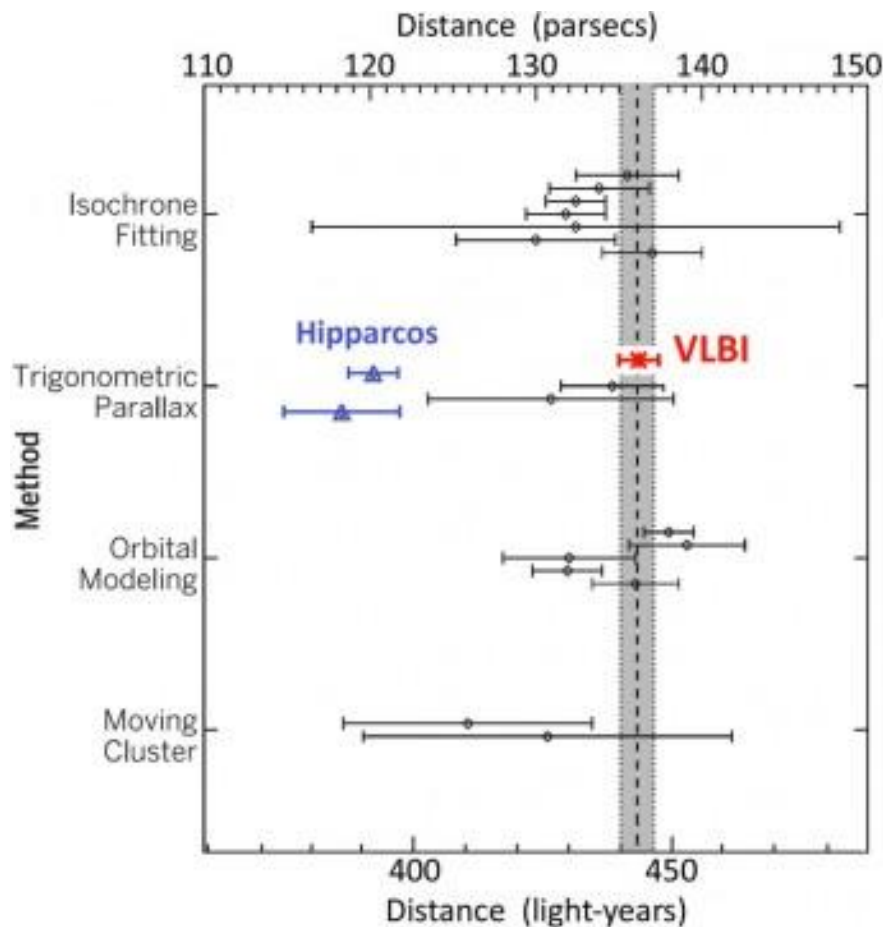
TYC 2505-672-1: Zákrytová dvojhvězda s nejdelší oběžnou dobou 69 let. Téměř totální zákryt 3,5 r (pokles o 4,5 mag! Data pokrývají 120 let pozorování. Primár (červený obr) a sekundár hvězda sp. třídy A s poloměrem $\leq 0,5 R_{\odot}$ a teplotou 8 kK (záhadný typ mezi hlavní posloupností a bílým trpaslíkem). Příští zákryt 2080-83.

ASASSN-15lh = SN 2015L: supernova v trpasličí galaxii vzplanula 14 VI 15; $z = 0,23$ (860 Mpc). V maximu výkon **570 $GL_{\odot}$ ($2 \cdot 10^{45} \text{ W}$)**. Ještě půl roku po maximu zářivý výkon **(10^{45} W)** -- jako všech hvězd naší Galaxie!

50 % hvězd slunečního typu jsou dvojhvězdy. S rostoucími hmotnostmi hvězd podíl stoupá. Pro obézní hvězdy téměř 100 %.

Vzdálenost Plejád

HIPPARCOS: vs. Pozemní měření



HIPPARCOS: 118 ± 120 pc
(385 ± 391 sv. l.); **1 %**

VLBI rádio:
136 pc (444 sv. l.): **1 %**

Kepler-2; zákrytové dvojhvězdy:
 132 ± 5 pc (430 sv. l.); **4 %**

Gaia (2016): 134 ± 6 pc (437 sv. l.)
4 %

Stáří Plejád: **120 mil. let**

Místní soustava galaxií

Hmotnosti (včetně skryté látky)

Naše Galaxie: $(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{12} M_{\odot}$

Velké Magellanovo mračno: $(0,25 \pm 0,09) \cdot 10^{12} M_{\odot}$

Galaxie M31 (Andromeda): $(1,3 \pm 0,4) \cdot 10^{12} M_{\odot}$

Místní soustava galaxií: $(2,6 \pm 0,4) \cdot 10^{12} M_{\odot}$

Vzdálenosti

Velké Magellanovo mračno: $(49,4 \pm 1,6) \text{ kpc}$

Galaxie M31 (Andromeda): $(780 \pm 75) \text{ kpc}$

M31: objev „**Fermiho bublin**“ záření gama
($>300 \text{ MeV}$; $3 \cdot 10^{31} \text{ W}$) kolmo a souměrně k disku galaxie
(průměry bublin $6 \div 7,5 \text{ kpc}$)

Interakce galaxií IC 2163 a NGC 2207 (CMa; 25 Mpc)

- HST a ALMA: kombinace optických a rádiových měření



- HST: revize vzdálenosti galaxie **Sombrero** (M 104): **$9,55 \pm 0,31$ Mpc**. Vrchol větve červených obrů



12.1.2018

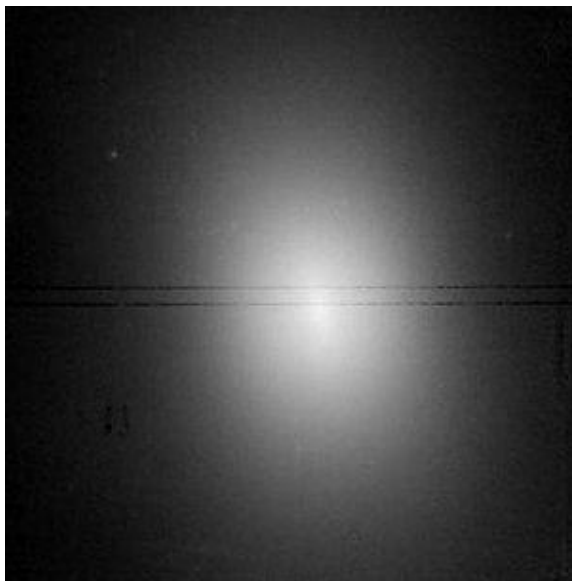
Největší galaxie (Com; Malin 1)

Kamera MegaCam CFHT: $d = 366 \text{ Mpc}$; $\varnothing 260 \text{ kpc}$; $1 \text{ TM}_{\odot}$; tempo tvorby hvězdy $1,2 \text{ M}_{\odot} / \text{rok}$; poměrně mladá (několik miliard let)



Galaxie a kupy galaxií

- **NGC 1600** (*Eri*; 12 mag; eliptická, relativně osamělá, $d = 64 \text{ Mpc}$; $1 \text{ TM}_{\odot}$; černá veledíra **17 GM_⊙**; (rotační křivka hvězd v galaxii). Stáří 5 ÷ 9 mld. let; splynutí galaxií >4 mld. let.
- **NGC 1332** (*Eri*; 10 mag; $d = 22 \text{ kpc}$): ALMA rozlišení 0,04"; kinematika disku galaxie do vzdálenosti 200 kpc. Hmotnost černé veledíry v centru: **660 MM_⊙**



12.1.2018

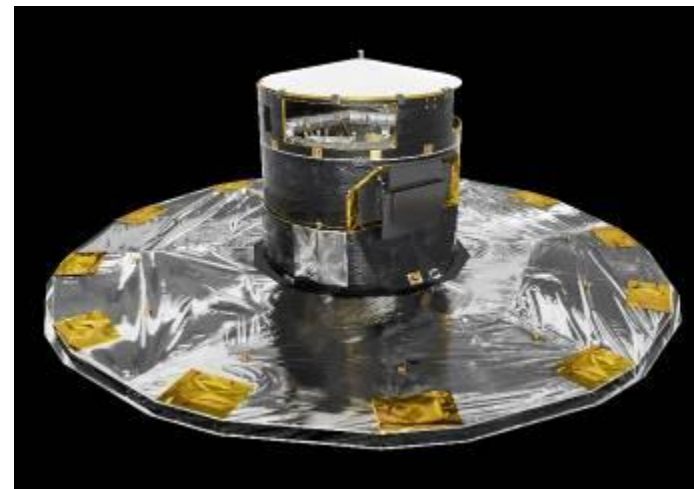
Maximální
hmotnost
veleděř:
50 ÷ 270 GM_⊙
Maximální
svítivost
6.10⁴⁰ W

Žeň objevů 2016



Gaia (ESA) a převrat v astrometrii

Začátek provozu v L_2 od VII 14: 50 GB/d; polohy na 10 obl. mikrovteřin. První databáze (14 IX 16): >2 mil. hvězd do 11,5 mag má 3D souřadnice a vlastní pohyby za 20 let od HIPPARCOSe. Během několika týdnů stovka prací: struktura Galaxie, identifikace hvězd v pohlcených trpasličích galaxiích, rozložení skryté látky, test MOND, objev tisíců exoplanet z vlnovitého kolísání poloh hvězd, tempo rozpínání vesmíru, objevy křížičů i blízko Slunce, citlivé testy OTR, Přesné polohy, paralaxy a rychlosti pohybu více než 1 mld. hvězd během několika let (databáze ~ **1 PB**)



VZDÁLENÝ VESMÍR / KOSMOLOGIE

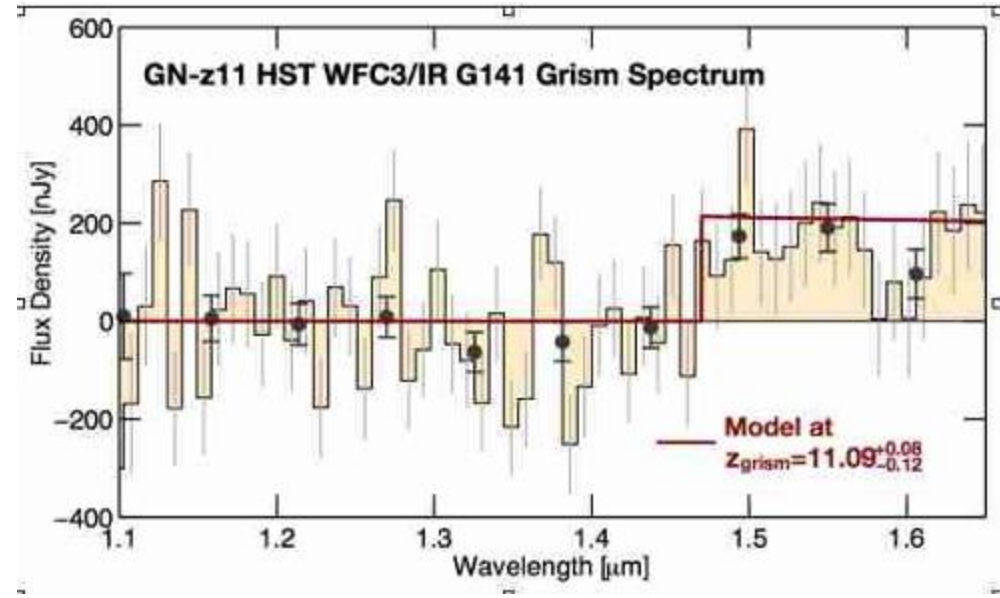
Podezřele mladá jasná galaxie

Galaxie **GN-z11** v poloze 1236+6214: *GRISM* kamery WFC3 HST. Objev přehlídka **CANDELS** (*Cosmic Assembly Near-infrared Deep Extragalactic Legacy Survey*) v zorném poli **GOODS** (*The Great Observatories Origins Deep Survey*), též infračervený Spitzerův kosmický teleskop (**SST** - *Spitzer Space Telescope*).

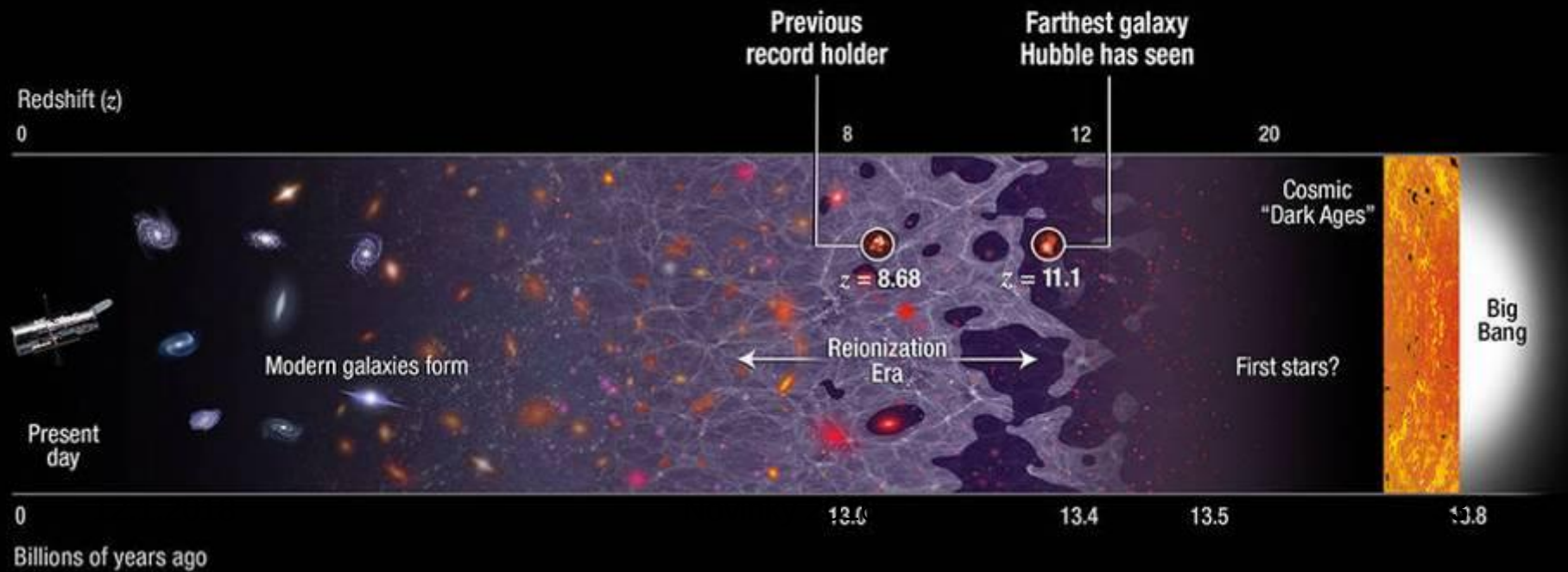
UV čára Lyman-alfa: vlnová délka 122 nm. Vinou rozpínání vesmíru se posouvá do infračerveného pásma spektra. Lze ji ale pozorovat jen do vzdálenosti 4 Gpc, 900 mil. let po Velkém třesku.

Hrana Lymanovy série má 91 nm, zmíněná galaxie má červený posuv hrany **$z = 11,1$** (1 470 nm) vzdálenost 4,1 Gpc, tj. stáří **400 mil. let** po VT). Galaxie je jasná; hmotnost $1 \text{ GM}_\odot$. První hvězdy z H a He vznikly nejdříve 200 mil. let po VT. Jak stihla vyrůst tak rychle?

Lymanova hrana: 91 nm (UV)
v klidu; 1 470 nm (IČ)



Hubble spectroscopically confirms farthest galaxy to date

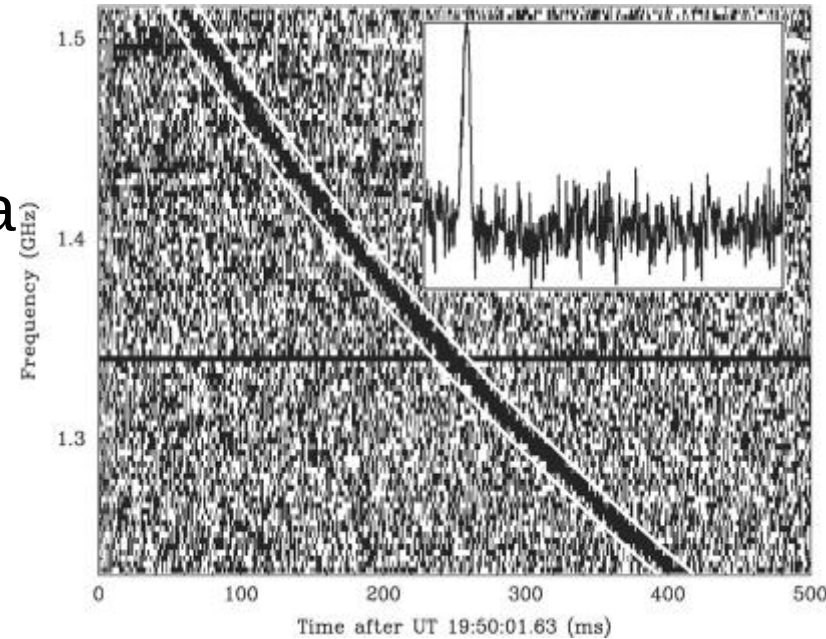


Rychlé rádiové záblesky (FRB)

- První signál: 64m radioteleskop v Parkesu (Austrálie): **24 VII 2001** (30 Jy, silná disperse, trvání <5 ms). Objev D. Lorimera aj. v archivu (2007).
- 2012 (**FRB 121102**): Arecibo – úděsná frekvence FRB: denně na celé obloze 10 tis. FRB
- 2015 Green Bank Telescope: 650 h prohledávání archivu speciálním softwarem K. Masui (40 TB prohlédli), překonání problémů s dispersí kratičkových signálů. >6 tis. FRB; jeden signál jevil kruhovou i lineární polarizaci – silné MF blízko (100 kly) po startu: **FRB 110523** (1,8 Gpc). Intergalaktická látka je dobrý kandidát na vysvětlení silné polarizace?

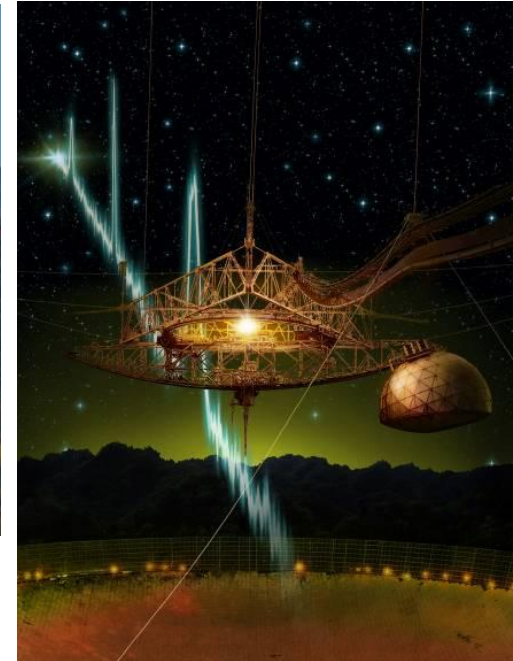
Nová pozorování FRB

Parkes: FRB 150807 (poloha 2240-5316; -54° gal. šířky, Tok v pásmu $1,2 \div 1,5$ MHz: **120 Jy**! Trvání 0,35 ms. Za hranicemi naší Galaxie. Malá Faradayova rotace; DM (266 pc/cm^3). **FRB 121002** – DM: **1629 pc/cm^3** – rekord! Následovalo dalších pět FRB: četnost po celé obloze **$\sim 7 \text{ tis./d}$** .



FRB 121102: Arecibo: 10 nových záblesků (**trvání $3 \div 8 \text{ ms}$**) během r. 2016 v téže poloze (*Aur*, $0532+3308$)! Dispersní míra (= vzdálenost): **560 pc/cm^3** . Gemini N identifikoval zdroj: trpasličí galaxie (1 % hmotnosti naší G.; vzdálenost 900 Mpc). Možná obdoba magnetarů, ale je to stále záhada. Spolupráce **Arecibo, VLA, EVLBI, Effelsberg** to dokázala.

64m Parkes, 100m Green Bank, 305m Arecibo, VLA



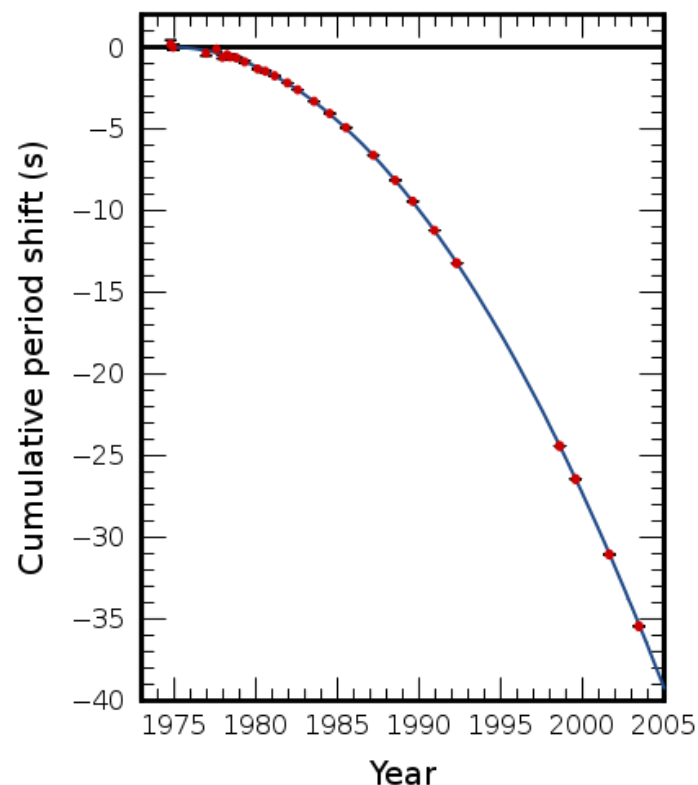
12.1.2018

Žeň objevů 2016

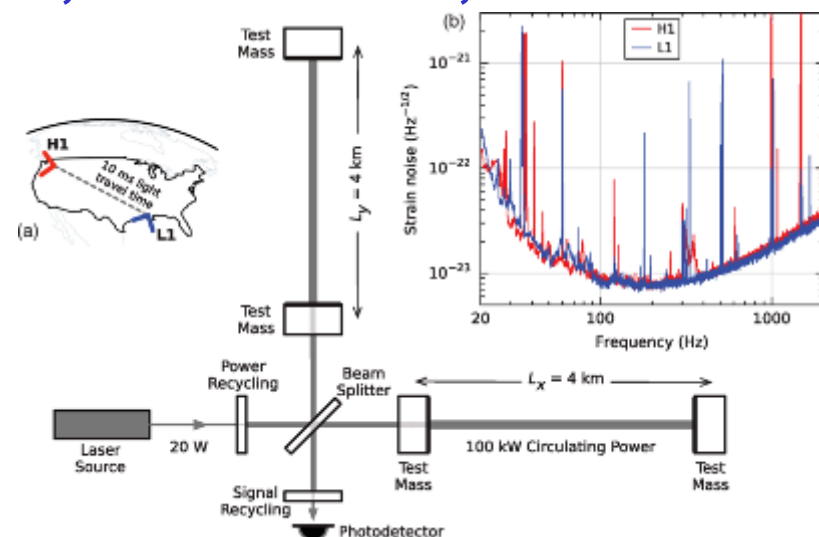
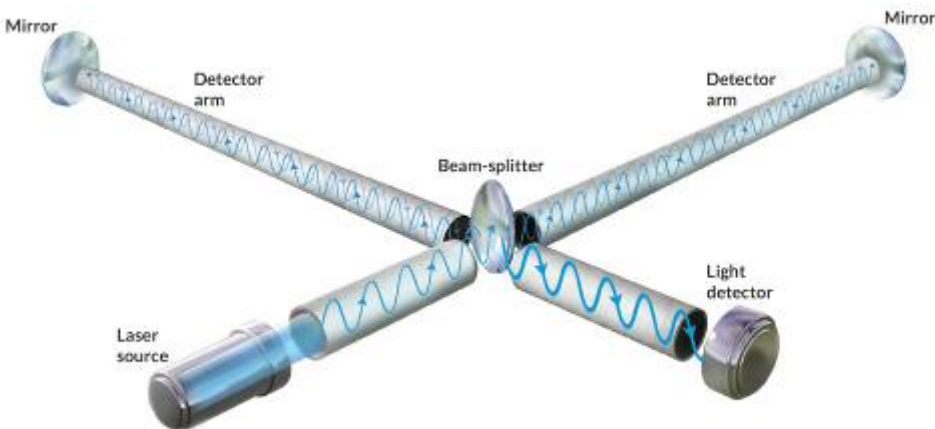
Fascinující příběh objevu gravitačních vln

Nepřímý důkaz gravitačních vln: Binární pulsar **PSR B1913+16** (vzdálenost 6,4 kpc; oběžná perioda 7,75 h; ztráta oběžné rychlosti vinou vyzařování gravitačních vln; zkracování periody o 0,076 s/rok; zmenšení rozměrů elipsy o 3,5 m/rok) J. Taylor a R. Hulse, Nobel 1993

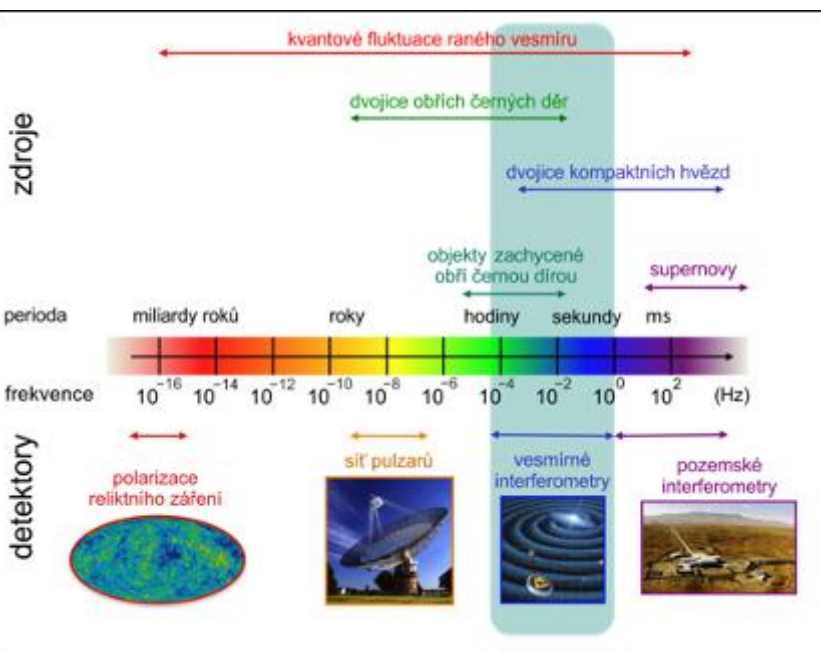
LIGO (Hanford a Livingston; 4 km) a **VIRGO** (Pisa; 3 km): frekvenční rozsah $10 \div 2\,000$ Hz; (vlnová délka $150 \div 30$ tis. km); přesnost délkových měření $10^{-22} \div 10^{-23}$. IČ lasery 20 W. Trubice $\varnothing 1,2$ m (korekce na zakřivení Země 1 m). Objem vakua 10 tis. m³. Další interferometry v Indii a Japonsku



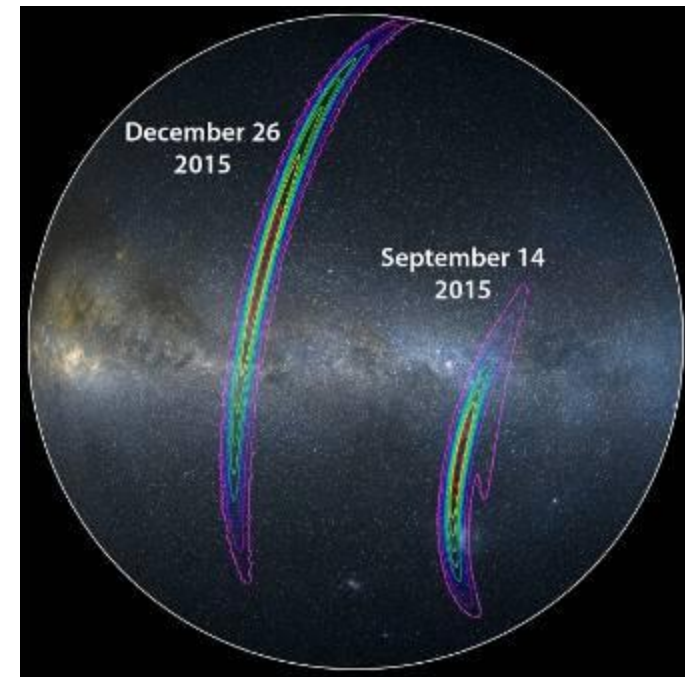
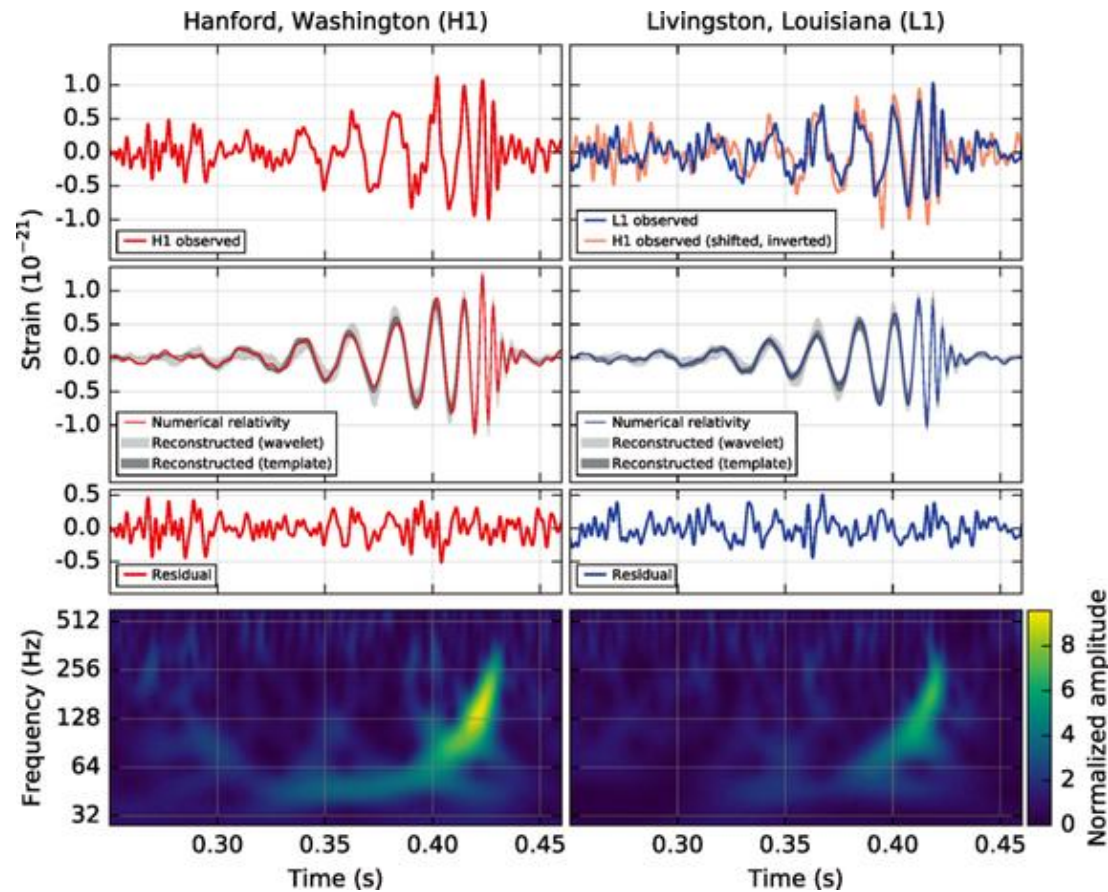
Gravitační vlny (LIGO: 141 institucí; 1 010 autorů; 11 II a 15 VI)



LIGO, Caltech, MIT, NSF



První detekce: GW 150914 (400 Mpc) a 151226 (440 Mpc)



IX: trvání 0,15 s; 8 cyklů; zpoždění 7 ms; 29 + 36
 $M_{\odot}$; ČD $62 M_{\odot}$; max **$3,6 \cdot 10^{49} W$** (souhrn záření
hvězd ve vesmíru! !)

XII: trvání 1 s; 55 cyklů; zpoždění 1,1 ms; 7,5 +
 $14,2 M_{\odot}$; ČD $20,8 M_{\odot}$; spin 0,74; max **$3,3 \cdot 10^{49} W$**

12.1.2018

Žeň objevů 2016

SPOLEČENSKÉ ZPRÁVY

Úmrtí

John **BEKENSTEIN** (*1947; termodynamika černých děr); James **CRONIN** (*1931; astročásticová fyzika; Nobel 1980); Klim **ČURJUMOV** (*1937; komety); Rodney **DAVIS** (*1930; radioastronomie); Georgij **KARSKÝ** (*1932; kosmická geodézie); Ladislav **KOŠINÁR** (*1929; hvězdárna Sobotište); Harry **KROTO** (*1939; fullereny v kosmu); Teodor **PINTÉR** (*1947; sluneční fyzika); Mercedes **RICHARDOVÁ** (*1955; těsné dvojhvězdy); Elizabeth **ROEMEROVÁ** (*1929; komety a planety); Antonín **RÜKL** (*1932; astronomická kartografie)

Ceny a vyznamenání

John **BARROW** (Zlatá m. RAS: kosmologie; >500 prací); Ronald **DREVER** + Kip **THORNE** + Rainer **WEISS** + **LIGO** tým [1015 osob – 2,5 tis. \$/os.]: (Gruberova c. + Special Breakthrough c. + Shawova c. + Kavliho c.; gravitační vlny); Roy **KERR** + Roger **BLANDFORD** (Crafoordova c.: rotující černé díry); Andrew **FABIAN** (m. Bruceové ASP; >1 tis. prací obecná astrofyzika); Anthony **BELL** (Eddingtonova m. RAS: astrofyzikální urychlovače částic);

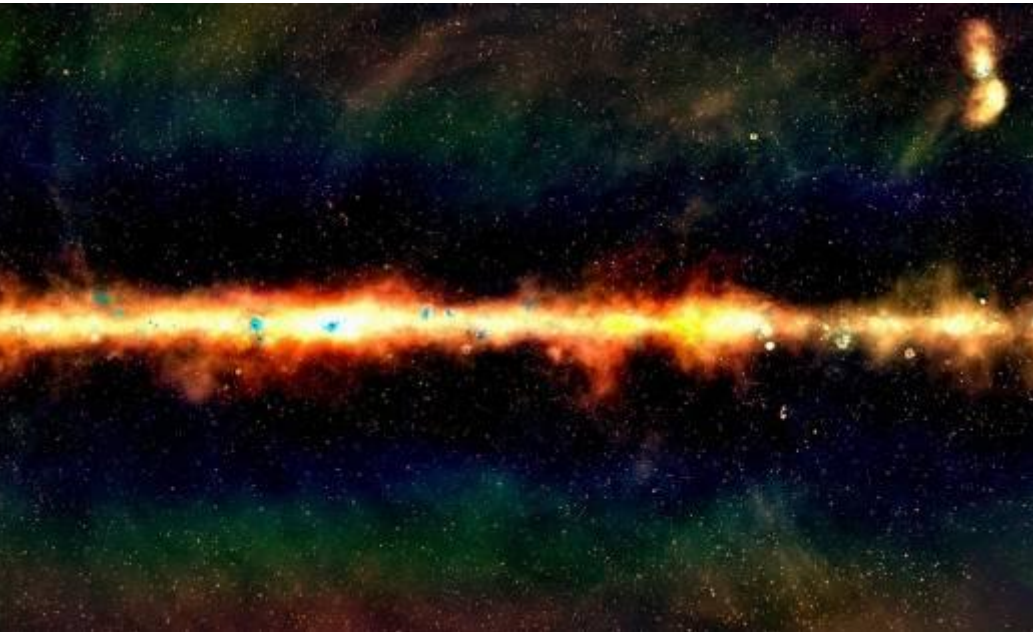
Domácí ocenění (ČAS)

Zdeněk **MIKULÁŠEK** (Nušlova c.; stelární astronomie); Zdeněk **STUHLÍK** (Kopalova přednáška; relativistická astrofyzika); Alena a Petr **HADRAVOVI** (Littera astronomica; překlady klasiků); Martin **MAŠEK** (c. J. Šilhána; proměnné hvězdy); Pavel **PROKOP** (Zemanova c.; astrofotografie); Michal **ŠVANDA** (c. AV a nadace Neuron: popularizace)



V0729 Aql – Pavel
Cagaš: **CzeV1000**

Fotografie roku 2016 (Nature)



Nejpodrobnější rádiová 1,5m (200 MHz) přehlídka jižní oblohy: Naše Galaxie a 300 tis. dalších v gal. šířce $>10^\circ$. Murchison (záp. Austrálie); plocha 24,8 tis. čtv. stupňů (60 % oblohy).

Začátek SKA



ISS = pohled na bouřku na Zemi

Ceny Ignáce Nobela - 22. IX. 2016 (XXVI. ročník)

Reprodukce živočichů: **Experimentální studie vlivu materiálů kalhot (polyester, bavlna, vlna) na sexuální život krys ve srovnání s tímtéž u mužů**

Ekonomie: **Zhodnocení osobnostního profilu kamenů z hlediska jejich marketingu a prodejnosti**

Fyzika: **Vysvětlení, proč bělouši jsou v porovnání se všemi ostatními barvami srsti koní nejodolnější vůči ovádům a naopak vážky jsou osudově přitahovány k černým náhrobkům**

Chemie: **Firma Volkswagen za úspěšné vyřešení problému nadměrného znečištění ovzduší automobily pomocí elektromechanického zařízení, které automaticky sníží škodlivé emise, kdykoliv je motor auta testován v STK**

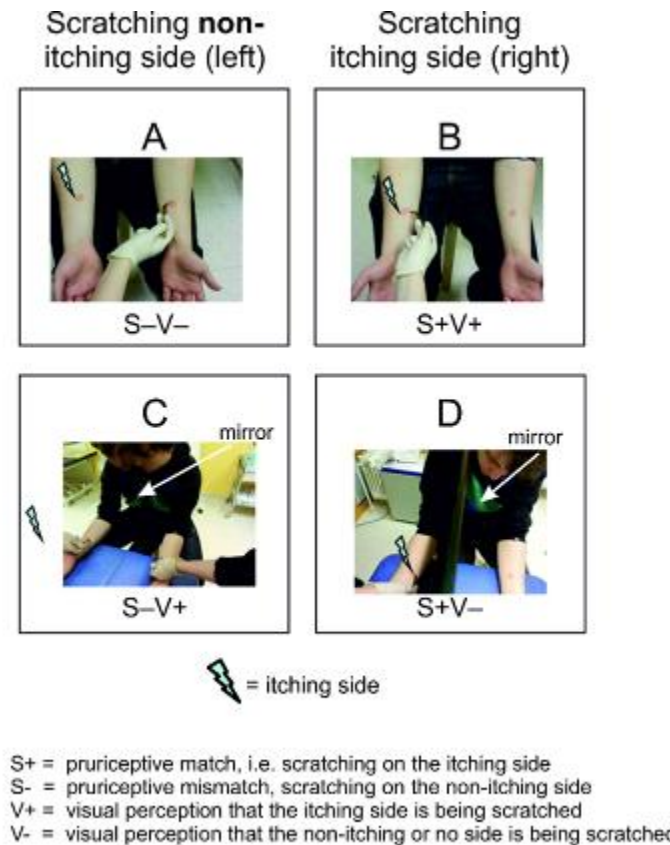
Ceny Ignáce Nobela II - 17. IX. 2015 (XXV. ročník)

Medicína: Svědění na levém předloktí lze výrazně potlačit tím, že se díváte do zrcadla a škrábete se na pravém předloktí. Podobně svědění vpravo potlačíte přes zrcadlo škrábáním vlevo.

Psychologie: Průzkum na vzorku tisíce lhářů, jak často lžou a vyhodnocení, zda lze jejich odpovědím věřit.

Literatura: Autobiografická trilogie o autorově potěšení ze sběru mrtvých a ještě ne mrtvých much.

Fyziologie vnímání: Srovnání odhadů rozměrů a vzdáleností objektů pozorovaných jednak normálně, a jednak v předklonu mezi nohama pozorovatele.



"Badatelský výzkum motivovaný zvědavostí je základním pilířem vědy. Proto vyžaduje práci kreativních vědců v prostředí, v němž se vzájemně inspirují a jež podporuje mezioborovou spolupráci; takové prostředí nemůže [a ani by nemělo] být řízeno hierarchickým a těžkopádným managementem, neboť tvůrčí duch a byrokracie harmonicky nespolupracují."

egyptsko-americký chemik **Ahmed Zewail** (1946-2016),
Nobel 1999 – „otec femtochemie“

KONEC



© Učená společnost
ČR

MMXVII