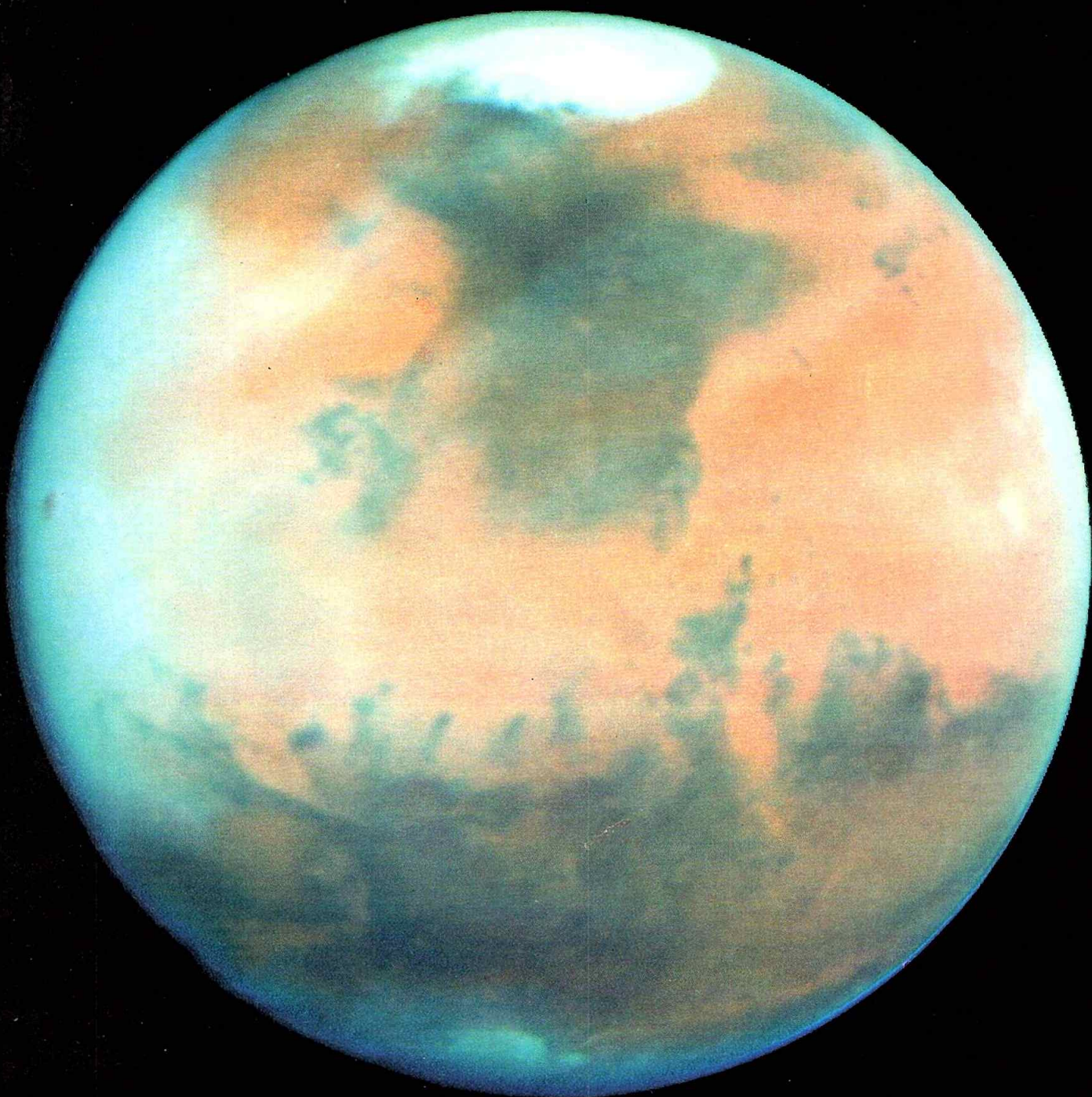


Říše hvězd

ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

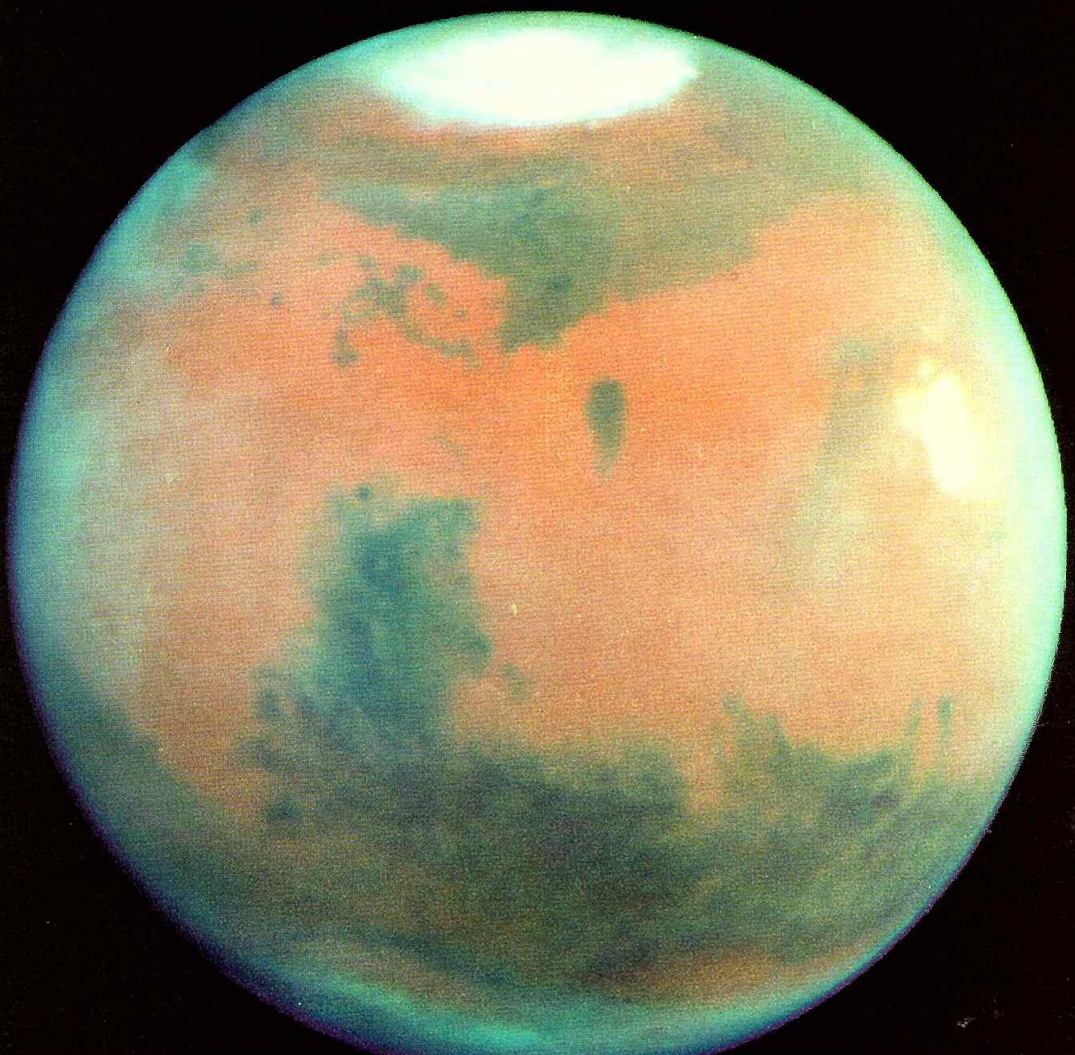
První číslo vyšlo v březnu 1920



4/1995

ŽENĚ OBJEVŮ 1994
Příběh komety Biela
Planeta Mars očima Hubblova kosmického dalekohledu

76. ročník
4/1995
strany 61-84
25 Kč/30 Sk



Planeta Mars „očima“ Hubbleva kosmického dalekohledu. (Blíže viz článek na straně 62).

(foto - NASA/JPL/STScI)

PRVNÍ STRANA OBÁLKY

Snímek oblasti Tharsis s okolím kolem 160° areografické délky postrádá temnější oblasti s výjimkou Propontis I a Scandie na severu a Mare Sirenum na jihu. Uprostřed vidíme vyvýšenou oblast Tharsis. Nejrozsáhlejší štítová sopka Olympus Mons o průměru základny 550 km a relativní výšce 29 km je viditelná jako světlejší skvrna tvaru srpku napravo od středu kotouče. Proudny teplejšího vzduchu vystupují odpoledne nad vrchol a tvoří oblačnost z ledových krystalů, táhnoucí se po větru od vulkánu. Východněji (to je vpravo) je viditelná oblačnost nad řadou dalších tří obrovských vulkánů. Od severu k jihu jsou to: Ascraeus Mons, Pavonis Mons a Arsia Mons.



DRUHÁ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE - Fotografie oblasti kolem 40° délky ukazuje v horní části výraznou temnou skvrnu Mare Acidaliu, v dolní části tmavé Mare Erythraeu s okolím. Dole vlevo vidíme dno riftového údolí Valles Marineris s délkou téměř 5 000 km. Světlym načervenalým odstínem ve středu kotoučku vyniká pánev Chryse. Ovál pánev Argyre u dolního okraje se jeví světlý (na obrázku modrý) vlivem zmrzlých usazenin a poloprůhledné oblačnosti. 26 kilometrů vysoký vulkán Ascraeus Mons s průměrem kužele 400 km vystupuje jako malá skvrnka nad úroveň ranní oblačnosti na západním (levém) okraji terče planety.



DOLE - Část planety kolem Syrtis Major, kterou vidíme vlevo od středu kotouče. Centrální poledník má na tomto záběru délku 270°. Jižně od Syrtis Major leží rozsáhlá pánev Hellas. Výrazná se jeví i oblast Elysium na východním okraji s několika vulkány zakrytými večerní oblačností.



TŘETÍ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE - Souhvězdí Delfin - Na snímku pražského astronoma amatéra Tomáše Cihelky je souhvězdí Delfin. Snímek byl exponován 1. IX. 1989 ve 22h48min až 23h08min SEČ (Praktica MTL 5B, objektiv Sonnar 2,8/180, film Kodak Tri-X pan, volání W-17 20min).



DOLE - Otevřená hvězdokupa

M 35 - Snímek astronoma amatéra Romana Ehrenberga, na kterém je známá otevřená hvězdokupa M 35 v souhvězdí Blíženců, a to ze dne 5. I. 1991 (exp. 20h05min až 20h25min UT, obj. Jupiter 1:4, f = 200 mm, neg. FOMA 30S).



POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

Galaxie Dwingeloo 1 - Vizuální vzhled galaxie Dwingeloo 1 vzniklý kombinací tří různobarevných obrázků z dalekohledu Isaaca Newtona v La Palma na Kanárských ostrovech. Je vidět, že galaxie má tvar spirály s přičkou. Mnoho jasných bodů v popředí obrázku jsou hvězdy naší Mléčné dráhy. Protože je galaxie přes zatemňující mračna plynu a prachu vidět slabě, je možné, že pozorujeme jen centrální část mnohem větší galaxie. Snímek pokrývá plochu na obloze s průměrem asi 5'.



(foto - Dwingeloo Obscured Galaxy Survey Team)

OBSAH:

- 63 Žeň objevů 1994 (I.) - 1. Planety sluneční soustavy - Jiří Grygar
- 66 Příběh komety Biela - Jan Kyselý
- 62, 77 Novinky z astronomie
 - Hubblův kosmický dalekohled studuje okolní planety (62)
 - Blízká galaxie schovaná za Mléčnou dráhou (77)
 - Sondy Voyager stále aktivní (77)
- 81 Zprávy z oběžných drah
- 71 Noční obloha - květen, červen 1995
- 75 Objekty vzdáleného vesmíru
- 80 Hvězdárny * planetária * astronomické kluby
 - Hovorili o zatmění Slunka
 - Odhalení sochy M. R. Štefánika
 - Výstava Zdeněk Kopal - život zasvěcený vesmíru
- 78 Společenská kronika
 - Šedesát let Luboše Kohoutka
- 83 Redakci došlo
- 77 Kdy, kde, co
- 79 Astronomická kronika
- 81 Co je to, když se řekne...
- 82 Otázky & odpovědi
- 83 Sluneční aktivita
- 84 Inzerce

THE REALM OF STARS - Contents:

- 63 Highlights in Astronomy 1994 (I) - 1. Planets of the Solar System - Jiří Grygar
- 66 Comet Biela Story - Jan Kyselý
- 62, 67 Astronomy News
 - HST Investigates the Neighbour Planets (62)
 - Nearby Galaxy Hidden Behind the Milky Way (77)
 - Voyager Probes Still Functioning (77)
- 81 News from Space Orbits
- 71 Night Sky - May, June 1995
- 75 Deep-Sky Objects
- 80 Public Observatories * Planetaria * Astronomical Clubs
 - Conversation about Solar Eclipse
 - Unveiling a Statue of M. R. Štefánik
 - Exhibition: Zdeněk Kopal - Life Dedicated to the Universe
- 78 Social Chronicle
 - Luboš Kohoutek is Sixty
- 83 Submitted to Editors
- 77 When, Where, What
- 79 Astronomical Chronicle
- 81 What Does It Mean, When We Say...
- 82 Questions & Answers
- 83 Solar Activity
- 84 Advertisement

Das REICH DER STERNE - aus dem Inhalt: Kometen Biela - J. Kyselý (66); Ernte von Entdeckungen im Jahre 1994 (I.) - J. Grygar (63) - 1. Planeten des Sonnensystems.

Le ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro: Comète Biela - J. Kyselý (66); Découvertes importantes en 1994 (I.) - J. Grygar (63) - 1. Les planètes du système solaire.

El REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido: Cometa Biela - J. Kyselý (66); Cosecha de descubrimientos en el año 1994 (I.) - J. Grygar (63) - 1. Los planetas del sistema solar.

CITÁT MĚSÍCE

Když hledáme cizí civilizace, nejde o hledání jehly v kupce sena, ale spíše šídla v pytli.

Josif Šklovskij, ruský astrofyzik (1916-1985)

Hubblův kosmický dalekohled studuje okolní planety

Ani slušným dalekohledm ze Země toho na Marsu kolem opozice moc nevidíte: pár skvrn, nějakou tu nezřetelnou oblačnost a polární čepičku. Ze sondy je toho naopak k vidění tolik, že pro množství detailů uniká celek. Z tohoto hlediska podává Hubblův kosmický dalekohled (HST) planetu opravdu ideálně: spatříte sice dostatek podrobností, ale celek zůstává přehledný. A také východ a západ Marsu nehraje na oběžné dráze roli - stanoviště přístroje je pěkně dynamické a tak Mars, když je na nebeské sféře naproti Slunci, můžete sledovat téměř bez omezení. Během jediného dne vám jediný přístroj předvede celý povrch Marsu - něco takového by se letos na zemském povrchu podařilo jen z oblasti kolem severního pólu.

Otiskujeme tři záběry Marsu pořízené z kosmického dalekohledu. Byly získány krátce po opozici během jediného dne, 25. února 1995. Tehdy byla planeta od Země vzdálena 104 miliony kilometrů. Fotografie zachycují vždy zhruba po 100° areografické délky celý povrch. K překvapení odborníků je na Marsu výraznější oblačnost než

v uplynulých letech. Planeta je tedy mrazivější a sušší, vodní pára v atmosféře mrzne a tvoří mračna ledových krystalů, období pozemských cirrostratů. Na snímcích jsou rozlišeny útvary velikosti kolem 50 km.

Prohlídka planet Hubblem kosmickým dalekohledem ukazuje změny klimatu, porovnáme-li stav planet s obdobím před několika lety. Na Marsu jsou takové změny pozorovatelné dobře známé. Vzhled planety se mění od opozice k opozici. Je to i tím, že každé dva roky vidíme Mars v jiné fázi tamější roční doby, případně v jinou roční dobu. Někdy Mars pokrývají rozsáhlé prашné bouře, jindy má průzračné ovzduší, někdy lze pozorovat výraznější ranní a večerní zákal, který se jindy neuplatňuje. Řeklo by se tedy „nic nového“ - a je to tak, jenomže teď to vidíme podrobněji. HST ukázal, že Mars je letos více zahalen oblačností než v polovině sedmdesátých let, kdy ho studovaly sondy Viking. Vodní pára přešla do oblačnosti z ledových krystalů. Ovzduší se stalo sušším a stejně jako v zemské atmosféře méně zabraňuje ochlazování - není přítomna vodní

pára, která by pohlcovala infračervené záření a zamezovala poklesu teploty vyzářováním. Mars je tedy nyní sušší a chladnější ve srovnání s dobou před 20 lety. Také menší množství prашných bouří k tomu přispělo. Pokud se prашné bouře vyskytují, jako tomu bylo v období Vikingů, je atmosféra teplejší. Prашné částice (některé o průměru jen 1 μm - velikosti kouřových částic) jsou totiž ohřívány Sluncem a jsou tak hlavním zdrojem tepla pro marsovskou atmosféru.

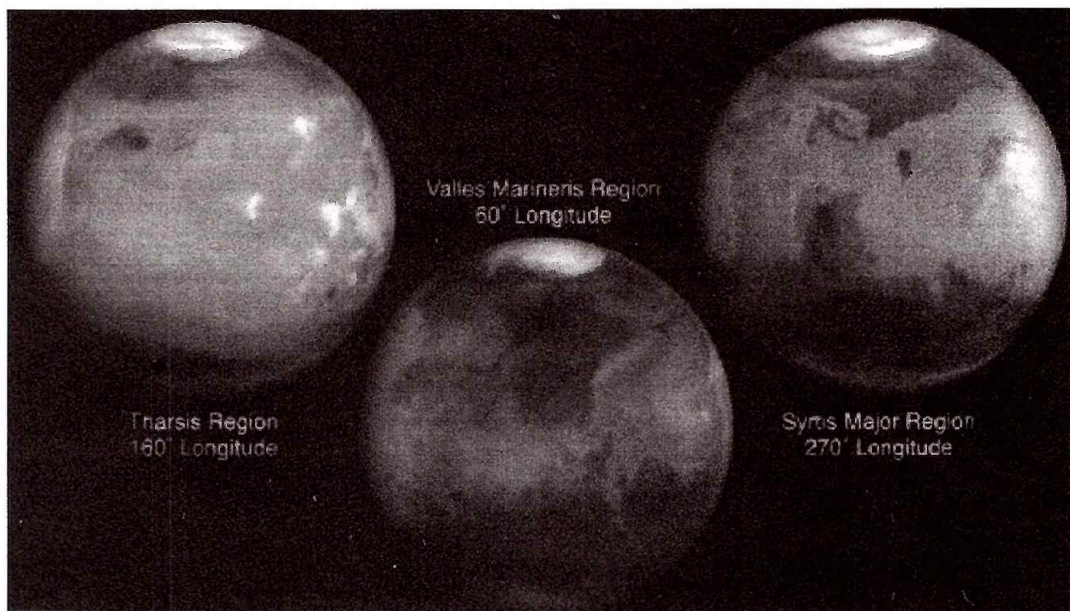
Zajímavé je také spektroskopické sledování ozonu v Marsově ovzduší, které prováděl HST. Nenacházíme tam žádnou obdobu ozonové díry, naopak. Mars má přebytek ozonu právě nad severní polární čepičkou, jak zjistil už Mariner 9 v roce 1971. Pro monitorování množství ozonu v globálním měřítku jsou aparatury HST, pracující v oblasti ultrafialového záření, ideální. Množství ozonu vzrostlo zřejmě i proto, že v ovzduší ubylo vodní páry, která se jinak podílí na destrukci molekul O₃. Spektroskopická pozorování provedená přístrojem FOS (Faint Object Spectrograph) ukazují, že

ozon se nyní rozšiřuje od Marsovy severní polární oblasti ke středním a nižším šířkám.

Program HST věnoval pozornost také Venuši. Spektrograf GHRS (Goddard High Resolution Spectrograph) doložil, že pokračuje pověstný koloběh kyselého deště kyseliny sírové a oxidu siřičitého v oblačné vrstvě planety. Předpokládá se nyní, že započal nebo byl aspoň zesílen erupcí vulkánu kolem roku 1978, kdy ho poprvé zaznamenal Pioneer Venus. Od té doby sondy zjišťovaly stálý pokles koncentrace oxidu siřičitého a v poslední době tento trend potvrdil i HST. Sonda Magellan nezaznamenala s jistotou žádnou vulkanickou aktivitu. Je jasné, že obě pozorované skutečnosti souvisejí. Může SO₂ z ovzduší Venuše vymizet? A jak časté a intenzivní mohou být tamní sopečné erupce? Venuši bude nutné ještě dlouho systematicky pozorovat, abychom zjistili, jak velké extrémny můžeme v jejím prostředí očekávat.

(viz též obr. na II. a III. straně obálky)

□ Pavel Přthoda



Na severní polokouli je jaro, což dosvědčuje i zřetelný okraj ustupující polární čepičky: severní polokoule je nakloněna ke Slunci i k pozemskému pozorovateli, zatímco jižní je odkloněna a její útvary jsou vlivem perspektivy natlačeny u dolního okraje kotoučku. Ranní a večerní oblačnost lemují obvod Marsova kotouče - bývá viditelná i menšími pozemskými dalekohledy.

● **uprostřed** - Snímek Tharsis s okolím kolem 160° areografické délky postrádá temnější oblasti s výjimkou Proprotis I a Scandie na severu a Mare Sirenum na jihu. Uprostřed vidíme vyvýšenou oblast Tharsis. Nejrozsáhlejší štítová sopka Olympus Mons o průměru základny 550 km a relativní výšce 29 km je viditelná jako světlejší skvrna tvaru srpku napravo od středu kotouče. Proudění teplejšího vzduchu vystupují odpoledne nad vrchol a tvoří oblačnost z ledových krystalů, táhnoucí se po větru od vulkánu. Východněji (to je vpravo) je viditelná oblačnost nad řadou dalších tří obrovských vulkánů. Od severu k jihu jsou to: Ascraeus Mons, Pavonis Mons a Arsia Mons. Jejich terén se podílí na vzniku oblačnosti (tak zvané orografické), která ještě s dalšími útvary tvoří typický obrazec podoby W, zakreslovaný tak často pozorovateli Marsu. Pátá nejsevernější bílá skvrna v této oblasti je oblačnost nad Alba Patera.

● **vpravo** - Třetí obrázek zachycuje část planety kolem Syrtis Major, kterou vidíme vlevo od středu kotouče. Centrální poledník má na tomto záběru délku 270°. Jižně od Syrtis Major leží rozsáhlá pánev Hellas. Výrazná se jeví i oblast Elysium na východním okraji s několika vulkány zakrytými večerní oblačností. Studium záběru ukazuje prашnou bouři na jižní polokouli, která odnáší jemný světlý prach k severu. V jižních šířkách pak zůstává hrubší a temnější písek.

◀ Mars očima kosmického dalekohledu (25. II. 1995; foto - NASA/STScI/JPL) -

● **vlevo** - Fotografie oblasti kolem 40° délky byla pořízena jako ostatní snímky širokouhlou planetární komorou WFPC2 třemi různými barevnými filtry. Ukazuje v horní části výraznou temnou skvrnu Mare Acidaliu, v dolní části tmavé Mare Erythraeum s okolím. Dole vlevo vidíme dno riftingového údolí Valles Marineris s délkou téměř 5 000 km. Světlým načervenalým odstínem ve středu kotoučku vyniká pánev Chryse, tvořená krátery a chaotickým terénem. Oválná pánev Argyre u dolního okraje se jeví světlý vlivem zmrzlých usazenin a poloprůhledné oblačnosti. 26 kilometrů vysoký vulkán Ascraeus Mons s průměrem kužele 400 km vystupuje jako malá skvrnka nad úroveň ranní oblačnosti na západním (levém) okraji terče planety. Orientace světových stran se podle současné konvence shoduje se zeměpisnou mapou.

Žeň objevů 1994

*Jiří Grygar **

*Věnováno památce slovenského astronoma prof. RNDr. Ľubora Kresáka (1927-1994)
a českých astronomů RNDr. Vladimíra Padevěta, CSc. (1940-1993), Oldřicha Sředy (1924-1994),
RNDr. Karla Juzy (1951-1994), doc. RNDr. Bedřicha Onderličky, CSc. (1923-1994)
a RNDr. Jiřího Horna, CSc. (1941-1994).*

Uplynulý rok se do dějin astronomie zapsal jednak událostí tisíciletí - pádem úlomků komety Shoemaker-Levy 9 na Jupiter - a jednak fantastickým výkonem Hubblova kosmického dalekohledu, jenž po opravě v prosinci 1993 se stal suverénně nejkvalitnějším přístrojem v optickém oboru spektra. Méně efektně, ale o to efektivněji byla však astronomie stržena do víru elektronické informační revoluce, spjaté s překotným rozvojem a zdokonalením počítačové supersítě Internet. Jestliže jsme ještě před šesti lety mohli právem žehrat na podvázaný přísun informací z astronomicky nejvyspělejších zemí, nyní se karta obrátila. To, co se nyní denně odehrává před obrazovkami počítačů, není lineární nárůst dostupných údajů, ale spíše informační průtrž mračen. Začíná být zcela lhostejné, zda sedíte před terminálem v Pasadeně, Tokiu, Cambridži, Sydney, ve Staré Lesné nebo v Ondřejově: informace jsou všude v téměř okamžiku, v téže kvalitě a téměř rozsahu!

Mám za to, že to vbrzku ohrozí samu existenci seriálu Žní. Ve chvíli, kdy v Říši hvězd vyšla poslední splátka XXVIII. pokračování, jsem již rozepisoval další díl a tak se jistě blíží chvíle, kdy nové objevy nebudou prostě fyzicky schopni ani zaznamenat. Nemá však asi příliš cenu lkát nad koncem starých dobrých časů, kdy se mi přírůstek objevů za rok vešel do nějakých třiceti stran rukopisu. V tuto chvíli se ani neodvažuji odhadnout, kolik prostoru (a času) zabere letošní přehled - sepsat to určitě nebude žádná legrace (přesto věřím, že to nebude utrpení pro čtenáře).

* RNDr. Jiří Grygar, CSc. (*1936). Pracuje ve Fyzikálním ústavu AV ČR Praze-Libni. Studoval fyziku na přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně a astronomii na matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze; aspiranturu v astrofyzice absolvoval v Astronomickém ústavu bývalé ČSAV. Uveřejnil odborné práce z výzkumu meteorů, komet, zákrytových dvojhvězd a kataklyzmických proměnných hvězd. Zabývá se též popularizační přírodní věd. V Říši hvězd publikuje od roku 1955 a je členem její redakční rady.

1. Planety sluneční soustavy

K výzkumu povrchu **Merkuru** se užívá výkonného radaru na frekvenci 2,4 GHz v Arecibu, přičemž odražené signály se studují jak v Arecibu, tak v Goldstone v Kalifornii a dokonce i pomocí obří „kolejnicové“ antény VLA v Socorro. Podle D. Paigeho se tak podařilo potvrdit, že dna impaktních kráterů Merkuru v polárních oblastech jsou vskutku pokryta sněhem či ledem. Do těchto míst totiž vlivem okolností, že rotační osa planety je kolmá k oběžné rovině, nikdy nedopadá sluneční světlo, takže jejich rovnovážná teplota činí pouze 100 K. Z téhož důvodu není zcela vyloučeno, že se jednou podaří najít led i v polárních kráterech na Měsíci.

J. Harmon aj. využili radarových měření polárních oblastí Merkuru v letech 1991-1992 k porovnání se snímky z Marineru 10, pořízenými před dvěma desetiletími, k rozlišení impaktních kráterů v této obtížně zmapovatelné oblasti. Zejména tak objevili velký impaktní kráter v blízkosti jižního pólu Merkuru o průměru plyných 125 km.

K dalšímu průzkumu Merkuru zblízka se patrně odhodlá evropská kosmická agentura ESA počátkem příštího století, kdy se počítá jednak s přistáním automatické sondy na Merkuru a jednak s obíhající sondou pro podrobné zmapování povrchu.

V loňském roce byl dokončen veleúspěšný program výzkumu **Venuše** kosmickou sondou MAGELLAN. Sonda startovala ze Země v květnu 1989 a na protáhlé eliptické oběžné dráze u Venuše se usadila v srpnu 1990. Jejím prvním úkolem bylo radarové mapování povrchu planety s vodorovným rozlišením 120 m a topografie s přesností na 300 m. To se báječně zdařilo v období do září 1992, kdy byly na Zemi předány potřebné podklady o 98 % povrchu Venuše. Vzniklá mapa je v současné době již z větší části zdigitalizována a zájemci si ji mohou „vytáhnout“ prostřednictvím sítě Internetu, případně zakoupit na kompaktních discích CD-ROM.

V letech 1993-1994 pak probíhala měření podrobností **gravitačního pole** planety na dráze, která se povely ze Země postupně měnila z původní protáhlé elipsy bezmála na kružnici. V létě 1993 se přitom poprvé využilo aerodynamického brzdění dráhy sondy (odporem prostředí atmosféry planety), což významně šetřilo pohonné hmoty sondy pro další manévry. Do září 1994 se tak podařilo zmapovat gravitační pole nad 95 % povrchu Venuše.

V té době se životnost mimořádně namáhané sondy zřetelně blížila ke konci, avšak technici z JPL v Pasadeně využili agonie sondy k dalším pozoruhodným experimentům. Zejména několikrát vzájemně pootočili

sluneční panely sondy tak, že vytvořili jakýsi „větrný mlýnek“, a z roztočení sondy odporem atmosféry mohli odvodit nové údaje o hustotě, viskozitě a proudění v různých výškách nad povrchem. **Poslední telemetrie** sondy přišla do řídicího střediska dne 12. října 1994, tedy po více než 16 000 obězích kolem Venuše. O dva dny později se sonda roztránila o vrcholky pohoří Maxwell a ukončila tak jedinečnou epochu ve studiu Venuše, během níž poskytla více údajů než všechny předešlé kosmické sondy dohromady - americké daňové poplatníky přišel tento výzkum na 900 milionů dolarů.

Z dosavadních výsledků je patrně nejpozoruhodnější zjištění, jak výrazně se **Venuše liší od Země**. M. Price a J. Suppe odvodili z rozložení počtu impaktních kráterů, že dnes nejstarší viditelný povrch planety pochází z doby před půl miliardou let a že velké geologické zvraty na povrchu ustaly před 400 miliony lety. Podle R. Herricka a R. Phillipse má nejvíce kráterů průměry od 12 do 16 km. Pouze 10 impaktních kráterů má průměry od 90 do 181 km a jen jeden kráter (Meadová) je ještě větší - má průměr 275 km. Celkem bylo na Venuši rozpoznáno 842 impaktních struktur - vzhledem naprosto odlišných od impaktů na Zemi.

Venuše se též liší od Země tím, že kladné gravitační anomálie nacházíme nad vysokými pohořími. Největší kladnou odchylku vykazuje pohoří Beta Regio a potom pohoří Maxwell, které je ostatně vůbec nejvyšším na celé planetě. D. Bindschläder aj. zjistili, že střed tvaru povrchu Venuše je vůči dynamickému těžišti planety posunut o 280 m (s nejistotou desítek metrů) směrem k Afroditině zemi.

Pro **Zemi** lze důležité údaje o její stavbě odvodit z dlouhodobých změn rychlosti zemské rotace. Potřebné astronomické údaje z intervalu od 700 let př. n. l. do roku 1990 n.l. shromáždili F. Stephenson a L. Morrison. Pro nejstarší epochu využili údajů o okamžicích zatmění Slunce a Měsíce a od roku 1600 též údajů o zákrytech planet i hvězd Měsícem, jak nám je zanechali babylonští, čínští, arabští i evropští astronomové. Nejistoty v určení času úkazů se postupně zmenšovaly, od ± 13 minut pro starověká čínská pozorování až k ± 9 minutám pro středověká arabská pozorování. Vynález kyvadlových hodin a dalekohledu znamenal přirozeně významný skok v přesnosti měření, což zatím vyvrcholilo v roce 1955 nástupem atomových hodin (cesiového normálu času), takže dnes lze univerzální čas UT uřčovat s chybou $\pm 0,03$ ms, což odpovídá na rovníku lineární chybě 14 mm. S touto přesností je tedy dnes známa i okamžitá délka dne, z níž se pak odvozuje **rychlost zemské rotace**.

Změny rychlosti zemské rotace nalezneme určením rozdílu mezi rovnoměrně plynoucím terestrickým časem TT a univerzálním časem UT. Terestrický čas TT se až na konstantu $+32,184$ s rovná mezinárodnímu atomovému času TAI. Když označíme počet století, která uplynula od roku 1820 n.l., jako s , pak rozdíl $\Delta T = TT - UT = +31 s^2$.

Z rozboru všech dostupných údajů vyplývá, že v posledních 2 700 letech se délka dne prodlužuje tempem $(1,70 \pm 0,05)$ ms za století. To je o 0,6 ms za století méně, než plyne z teorie brzdění slapovými silami. Příčina neslapového urychlování zemské rotace není známa. Přes tento základní trend se překládají fluktuační s poloviční amplitudou 4 ms a periodou 1 500 let, jejichž příčinou je nejspíš dynamická vazba mezi jádrem a pláštěm Země. Podle J. Dickeyho lze dnes studovat rychlost kolísání zemské rotace v odstupech od hodin po staletí. Variace v intervalu dnů až roků vyvolává vazba mezi povrchem Země a stavem zemské atmosféry. Variace kratší než den způsobují proměnné oceánské slapy.

K odhalení těchto krátkodobých kolísání rychlosti zemské rotace nepostačují klasické metody astrometrie. Využilo se zde zejména laserových měření poloh umělých družic a Měsíce, interkontinentální rádiové interferometrie a zaměřovacího systému GPS (navigačních družic, vysílajících přesné telemetrické signály).

Družicový systém TOPEX/POSEIDON, který začal pracovat v srpnu 1992, odhalil postupující Kelvinovu vlnu teplejší vody napříč Pacifikem směrem k západnímu pobřeží Jižní Ameriky (**El Niño**) kolem vánoc 1994. Tím se změnil sezónní charakter tryskového proudění (jet stream) nad zeměkoulí, což mimo jiné způsobilo anomálně teplou zimu na východním pobřeží USA a mohutné záplavy v Kalifornii i v západní Evropě na počátku roku 1995. Týž systém naznačuje dlouhodobý vzestup hladiny oceánů vlivem tání polárních čepiček a ledovců o 1 až 2 mm ročně. Podle J. Rudolpha je hlavním viníkem dlouhodobý nárůst koncentrace skleníkového plynu metanu v zemské atmosféře, pozorovaný již plyných 200 let. V posledních 15 letech přibývá metanu ročně o 1 %, ale naštěstí se od roku 1990 tento trend začíná zpomalovat.

Dne 9. května 1994 zaznamenala síť digitálních seismometrů dosud vůbec **největší zemětřesení** v oblasti Altiplana v Bolívii. Jeho magnitu-

do 8,2 nemá protějšek, a přesto na zemském povrchu nebyly zaznamenány prakticky žádné škody. Ukázalo se totiž, že zdroj poruchy vězel hluboko v zemské plášti, plyných 640 km pod povrchem, což je naprostým překvapením, jelikož podle soudobých názorů jsou horniny v této hloubce dostatečně tekuté, takže by neměly náhle puknout. Zemětřesné vlny z tohoto ohniska proběhly napříč celou zeměkoulí a umožnily studium struktury Země s přesností na 50 km.

Další překvapení přinesla umělá družice COMPTON, sledující záření gama z kosmu. S. Goodman aj. totiž ukázali, že aparatura BATSE pro studium krátkodobých vzplanutí záření gama v kosmu zachytí občas fotony gama, které vznikají v zemské atmosféře v bouřkových pásmech nad rovníkem, zejména nad Jižní Amerikou a východní Indií. Průměrně se pozoruje jeden **bouřkový záblesk gama** za 6 týdnů a jeho zdrojem jsou nejspíše mimořádně intenzivní výboje blesku.

J. Touma a J. Wisdom studovali vývoj dráhy Měsíce na stupnici desítek milionů let. Potvrdili, že změna dráhy souvisí s disipací energie slapovým působením v zemských oceánech i v zemské kůře a vypočítali, že **sklon rotační osy Země** přitom kolísá mezi 20° a 24° - Měsíc tedy vsutku brání tomu, aby se zemská rotační osa přlíhla „rozkmítala“.

M. McCulloch porovnával stáří měsíčních hornin, meteoritů a pozemských hornin. Zjistil, že nejstarší měsíční horniny vznikly před 4,44 miliardami let a že nejstarší meteority vznikly před 4,56 miliardami let. Dovojuje též, že akrece materiálu na planety pokračovala do doby před 4,48 miliard roků a definitivně skončila před 4,40 miliardy let. To pak znamená, že v době, kdy Praměsíc narazil do Země, nebyla ještě **akrece Země** zcela dokončena.

S. van den Bergh shrnul údaje o velkých geologicky doložených **katastrofách v minulosti Země**. K nejstarší katastrofě došlo v devonu před 365 miliony lety, ale její příčina není známa, podobně jako u další katastrofy před 251 miliony lety na rozhraní spodního a svrchního permu. Naproti tomu nelze pochybovat o impaktní příčině další katastrofy před 65 miliony lety na rozhraní druhohor a třetihor. Je to jediná geologická vrstva, v níž bylo nalezeno po celém světě zvýšené zastoupení iridia. **Stáří impaktního kráteru Chicxulub** 65 milionů let je známo s chybou menší než 100 tisíc let. Makrofosilie a pozůstatky veleještěřů lze nalézt ještě v posledním centimetru vrstvy pod rozhraním, ale nikoliv nad ním, takže je jisté, že vymření bylo náhlé a globální. Podle autorova výpočtu pro energii impaktu 5.10^{24} J dosáhly vlny cunami na volném moři ve vzdálenosti 1 000 km od místa dopadu výšky 1 km. Z množství sazí dochovaných v mezní vrstvičce lze odhadnout, že shořela čtvrtina tehdejší biomasy. Obnova biologické pestrosti zabrala 5 000 let.

D. Steel připomněl, že prvním odborníkem, který seriózně uvažoval o katastrofách v souvislosti s obřími impakty planetek nebo komet, byl v roce 1942 americký meteoritik **Harvey Nininger**. Nininger byl inspirován tehdy novými objevy planetek-křížičů Apollo, Adonis a Hermes a použil faktu o množství impaktních kráterů na Měsíci jako argumentu pro výskyt obdobných struktur na Zemi. Nininger správně usoudil, že vlivem geologických procesů impaktní krátery na Zemi rychle mizí a odhadl, že největší impaktní struktury budou příčinně souviset s geologickými rozhraními. Odhadl, že Země se srazí s jádrem komety jednou za 100 milionů let, což je řádově správně.

R. Matthews upozornil, že riziko srážky Země s kometou může během nejbližších 30 000 let vzrůst nejméně o řád vinou **přiblížení hvězd** komplexu α Centauri ke Slunci. Gravitační poruchy nijak podstatně neovlivní dráhy planet, ale zato významně poruší dráhy jader komet v Oortově mračnu na periferii sluneční soustavy. Podle autorova výpočtu se tak uvolní na 200 000 kometárních jader směrem do centra sluneční soustavy a stanou se pro Zemi potenciálně nebezpečím. Jelikož do vzdálenosti 5 parseků od Slunce známe celkem 58 hvězd a s řadou z nich se v blízké astronomické budoucnosti těsně setkáme, lze očekávat takové kometární spršky vícekrát za sebou.

Není divu, že tyto a mnohé další znepokojující skutečnosti přiměly americký Kongres k tomu, aby pověřil NASA zřízením „**komise pro kosmické katastrofy**“, která měla do konce roku 1994 podat návrh na přiměřené protiakce. Předsedou osmičlenné komise se stal americký planetární geolog a spoluobjevitel proslulé komety 1993e E. Shoemaker. Komise soudí, že je reálné během deseti let odhalit všechna tělesa, křížující dráhu Země, jejichž rozměr převyšuje 1 km. K tomu cíli by bylo potřebné vybudovat šest zrcadlových dalekohledů o průměru primárního zrcadla 2,5 m v úhrnné hodnotě asi 300 milionů dolarů. Další 100 milionů dolarů by stál jejich desetiletý provoz. Pomoc však přislíbilo též americké ministerstvo obrany, které je ochotno předávat údaje ze

svých sledovacích stanic a dokonce i ze špionážních družic, které už řadu let mimo jiné zaznamenávají exploze velkých bolidů v atmosféře Země.

H. Melosh a E. Whitaker se rovněž inspirovali loňským impaktem úlomků komety 1993e na Jupiter a souběžným zjištěním, že na přirozených družicích Jupiteru Ganymedu a Callisto byly nalezeny řetězce impaktních kráterů z obdobných dopadů úlomků dávných komet na jejich pevné povrchy. Podařilo se jim najít analogické řetězce impaktních kráterů i na přivrácené straně Měsíce. Jeden z nich je dlouhý 47 km a skládá se z 23 kráterů o průměrech od 1 do 3 km. Druhý má délku dokonce 260 km a je tvořen 24 krátery o průměrech od 5 do 13 km.

J. Hartung se domnívá, že nejméně tři meteorické roje (χ Scorpionidy, θ Ophiuchidy a Corvidy) jsou důsledkem ejekce měsíčního prachu při vzniku impaktního kráteru **Giordano Bruno**. Podle pozorování britského mnicha Gerváze je možné, že k impaktu došlo 19. června 1178 ve 21h UT, ale i kdyby se tento údaj nepotvrdil, je jisté, že kráter Giordano Bruno je velmi mladý. Podle Hartunga má hlavní paprsky vyvržené horniny na povrchu Měsíce mají též azimut jako radianty zmíněných meteorických rojů.

Nečekaným přínosem pro studium Měsíce se stala záplava údajů z titěrné kosmické sondy CLEMENTINE, která obíhala Měsíc od poloviny února do počátku května 1994 a během 71 dnů zmapovala celý povrch Měsíce v 11 spektrálních oborech ve viditelné a blízké infračervené části spektra. Laserovým altimetrem získala rovněž topografické údaje, takže pozemští astronomové mají již nyní v síti Internet k dispozici údaje z více než 2 milionů spektrálních snímků. Výsledná „barva“ na snímku prozrazuje jednak, o jaký minerál či horninu jde, a také jak dlouho byl tento materiál vystaven účinkům kosmického prostoru, čili jak je „kosmicky zvětralý“. Pro velké impaktní krátery Aristarchus a Copernicus, jakož i pro mladý impaktní kráter Giordano Bruno se navíc podařilo získat podrobné tepelné mapy jejich okolí. V oblasti jižního pólu Měsíce byla nalezena impaktní struktura, na jejíž dno nikdy nedopadá sluneční světlo, takže teplota dna dosahuje jen $-230\text{ }^{\circ}\text{C}$; tam by se tedy mohl vyskytovat led podobně jako na pólech Merkuru.

Altimetrie umožnila s nevídanou přesností určit podrobnou topografii Měsíce a výsledky jsou více než překvapující. Ukazuje se, že na Měsíci je řada silně zvětralých rozlehlych impaktních pánví o hloubce 5 až 7 km a rozměrech stovek až tisíců kilometrů. Nejmladší impaktní pánvi je fakticky Mare Orientale. Největší impaktní struktura v celé sluneční soustavě byla objevena poblíž jižního pólu Měsíce a kráteru Aitken. Její průměr dosahuje plyných 2 500 km a hloubka až 12 km! Netřeba podotýkat, že obdobně přesné a podrobné údaje nemáme v tu chvíli pro žádné jiné kosmické těleso.

L. Doggett a B. Schaefer zpracovali výsledky pozoruhodné pozorovací kampaně, již se v letech 1987-1990 zúčastnilo na 2 000 pozorovatelů v Severní Americe. Jejich úkolem bylo spatřit srpek Měsíce co nejdříve po novu. Autoři totiž uvádějí, že starší data tohoto typu nejsou příliš spolehlivá. Nejranější ověřené pozorování srpku Měsíce bez využití jakýchkoliv pomůcek odpovídá stáří Měsíce 15,4 hodiny. Pokud se k nalezení Měsíce využije rozličných pomůcek, pak se tento čas podařilo zlepšit až na 13,4 hodiny.

Jinou kuriozitu odhalil M. Watson - dne 23. dubna 1998 dojde k zákrutu Venuše i Jupitera srpkem Měsíce najednou. Vzácny přírodní úkaz bude pozorovatelný z východní části Jižní Ameriky a ze střední Afriky.

G. Veeder aj. uvedli, že tepelný zářivý výkon Jupiterovy přirozené družice **Io** řádů 10^{14} W podstatně převyšuje odhad, odvozený z teorie o slapovém původu vulkanické činnosti na Io. O tom, že všechno je jinak, svědčí též okolnost, že na povrchu družice Io byly zjištěny rozsáhlé oblasti o teplotě 300 K, z nichž přichází intenzivní infračervené záření, zatímco okolní povrch je o 100 K chladnější. Rovněž se nepotvrdilo, že by vulkanické magma obsahovalo síru respektive sírné sloučeniny. Ve skutečnosti jde o horniny na bázi křemičitanů.

Na povrchu Saturnu byla v polovině července 1994 zpozorována další bílá skvrna v šířce -60° , která se do srpna téhož roku roztáhla ve směru od východu k západu na délku 12 700 km a rotovala v periodě 10 h 22 min. Až do konce roku se pak její vzhled příliš neměnil. Soudí se, že bílá barva je dána krystalky čpavku ve vzestupném proudu v atmosféře planety. Ze snímků pořízených Hubblovým kosmickým dalekohledem (HST) se podařilo určit, že v těchto šířkách vane vítr rychlostí 1 600 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Skvrna však nedosáhla mohutnosti skvrny ze září 1990, rovněž tehdy snímkané HST.

Kosmický dalekohled pořídil též infračervené záběry obří Saturnovy

družice Titan. Podle P. Smithe aj. dosahuje teplota na povrchu Titanu 94 K, což umožňuje koexistenci všech fází metanu na povrchu družice. Světlá skvrna na snímcích HST ve vlnové délce 940 nm svědčí nejspíše o přítomnosti ledového kontinentu na Titanu o plošné výměře Austrálie. Titan podle všeho rotuje synchronně. Vertikální řez atmosférou Titanu se podařilo sestavit R. Milesovi a A. Hollisovi na základě obsáhlého pozorovacího materiálu, který byl získán při pozorovací kampani 3. července 1989, kdy Titan zakryl jasnou hvězdu 28 Sgr. Odtud se zdařilo určit profil atmosféry Titanu ve výškách od 300 do 700 km nad družicí. Souběžně se ukázalo, že hvězda 28 Sgr má poloměr menší než 13 milionů kilometrů.

S. Dermott a P. Thomas určili poloměr družice **Enceladus** na 249 km a její střední hustotu jako téměř shodnou s hustotou vody v pozemských podmínkách. Dalších sedm malých přirozených družic s průměrem do 5 km odhalili M. Cordon aj. při nové prohlídce snímků Saturnových prstenců, které pořídila sonda Voyager 2 v roce 1981.

F. Colas aj. spatřili koncem roku 1994 na observatoři Pic di Midi v Pyrenejích v Saturnově prstenci B proslulé paprsky, poprvé rozlišené rovněž Voyageri. Radiální paprsky měly nejlepší kontrast až 3 % v blízkém infračerveném pásmu I, respektive v pásmu R a ve vzdálenosti odpovídající korotačnímu poloměru (v této vzdálenosti jsou částičky prstence vůči povrchu planety stacionární). Úkaz byl pozorován fakticky v protisvětle poblíž konjunkce planety se Sluncem.

Viditelnost prstenců se ovšem v současné době velmi zhoršila, neboť v roce 1995-1996 dochází již k 7. sérii **zmizení prstenců** ve 20. století. Předěšlé série nastaly v letech 1907-1908, 1920-1921, 1936-1937, 1950 a 1979-1980. Zmizení poukazuje na malou tloušťku prstenců, která patrně činí jen stovky metrů. K průchodu roviny prstenců zorným paprskem pozemského pozorovatele dochází tentokrát 22. května a 11. srpna 1995 a naposledy 2. února 1996. Příští série zmizení prstenců se odehraje až v roce 2009.

Hubblův kosmický dalekohled se dne 14. srpna 1994 zasloužil o opětné zobrazení planety **Uran** s rozlišením, kterého naposledy dosáhla kosmická sonda Voyager 2 v roce 1986. Na třech snímcích v době, kdy byl Uran 2,8 miliardy kilometrů od Země, je patrný zákal ve vysoké atmosféře nad jižním pólem planety i jasná mračna. Dále se podařilo zobrazit všech 11 dosud známých prstenců včetně excentrického prstenu e, a konečně i nalézt všech pět vnitřních družic planety, jak je objevila sonda Voyager 2. To má značný význam pro zlepšení jejich dráhových parametrů.

Koncem června loňského roku pořídil HST také tři snímky planety **Neptun**. Na ultrafialovém záběru nejsou patrné žádné kontrastní podrobnosti, kdežto vzhled Neptunu ve viditelné a infračervené oblasti se v podstatě shoduje se snímky z Voyageru 2 z roku 1989. K překvapení odborníků však na nových snímcích naprosto chybí velká šedá skvrna, která v roce 1989 byla zdaleka nejnapadnějším útvarem, s kontrastem srovnatelným s velkou rudou skvrnou na Jupiteru. Je také pozoruhodné, že v posledních dvou desetiletích se Neptun neustále zjasňuje.

Rovněž dvojplaneta **Pluto-Charon** se stala terčem snímkování HST kamerou FOC, a to hned 2. března 1994, když vzájemná úhlová vzdálenost těles dosáhla $0,94''$. Ve vzdálenosti 29,6 AU zabral disk Pluta na snímku plyných 7 pixelů a odtud se R. Albrechtovi aj. podařilo odvodit jeho poloměr 1 160 km, zatímco pro poloměr Charonu vyšlo necelých 650 km. To je v dobré shodě s výsledky E. Younga a R. Binzela z několikaleté kampaně sledování zákrytů a zatmění obou složek dvojplanety - odtud vyšel poloměr Pluta $R_p = (1\,164 \pm 23)$ km a poloměr Charonu $R_c = (621 \pm 21)$ km. Konečně R. Millis aj. odvodili poloměr Pluta z rozboru zákrytu hvězdy P8 dne 9. června 1988 a obdrželi $R_p = (1\,180 \pm 5)$ km (po korekci o absorpci světla hvězdy v atmosféře Pluta). L. Young aj. určili délku velké poloosy oběžné dráhy Charonu na $(19\,460 \pm 58)$ km a hmotnost soustavy na $(14,32 \pm 0,13) \cdot 10^{21}$ kg. Pluto je zhruba o řád hmotnější než Charon, ale poměr hmotností se patrně podaří zpřesnit po dalším vyhodnocení snímků z HST. To pak též umožní zlepšit údaje o středních hustotách obou těles. Zatím vycházejí hustoty zhruba na dvojnásobek hustoty vody v pozemských podmínkách.

Dosud zbývá slabá naděje, že se údaje o Plutu podaří podstatně zlepšit, pokud se najdou prostředky na vypuštění kosmické sondy, která při vrcholné miniaturizaci a spartánském vybavení by mohla startovat v roce 2001 a doletět k Plutu již roku 2008 - podle T. Reichhardta by však přišla stejně na bratru 600 milionů dolarů, a ty dnes nikdo NASA nebo ESA nedá. Musíme se nejspíše smířit s tím, že o vzdálených planetách sluneční soustavy se v nejbližším čtvrtstoletí již nic převratně nového nedozvíme. □