

# Říše hvězd

**ŽEŇ OBJEVŮ 1993**

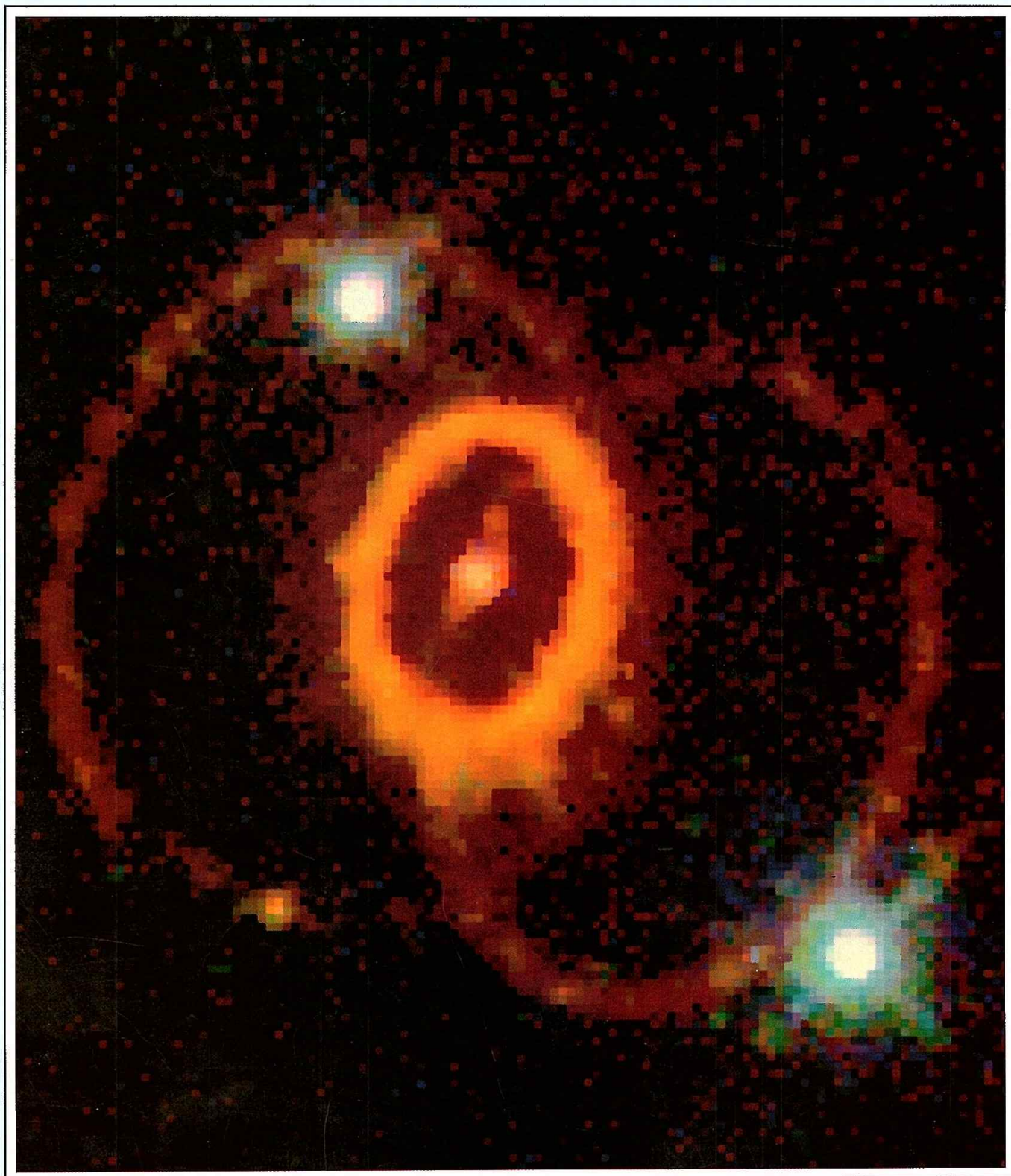
**Přístroje na vyhodnocování astronomických fotografií**

**Jeansův pohled na vesmír**

ročník 75

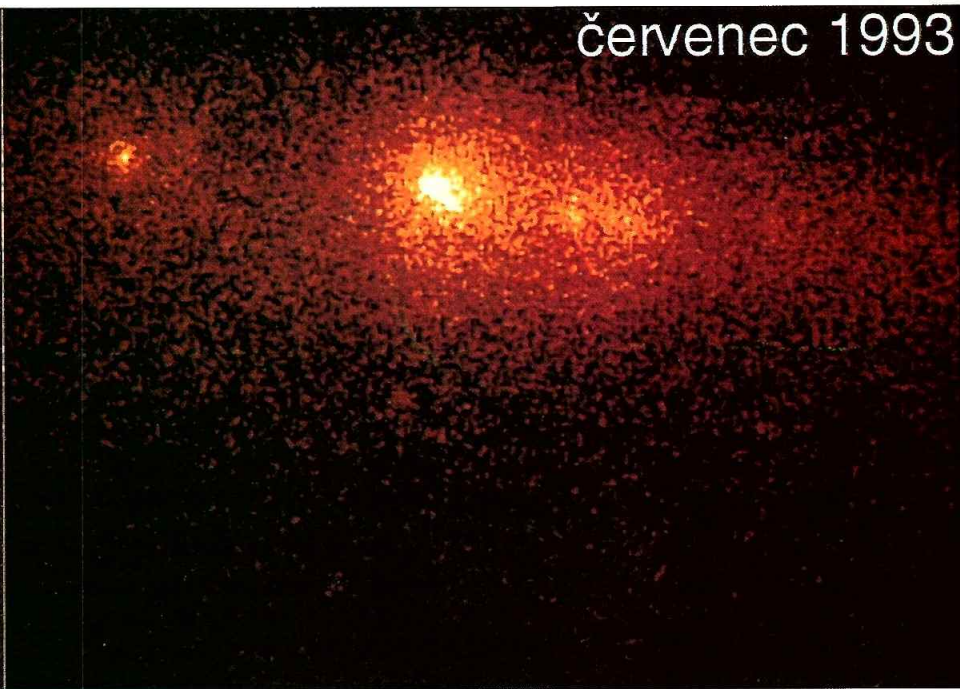
5/1994

cena 17 Kč

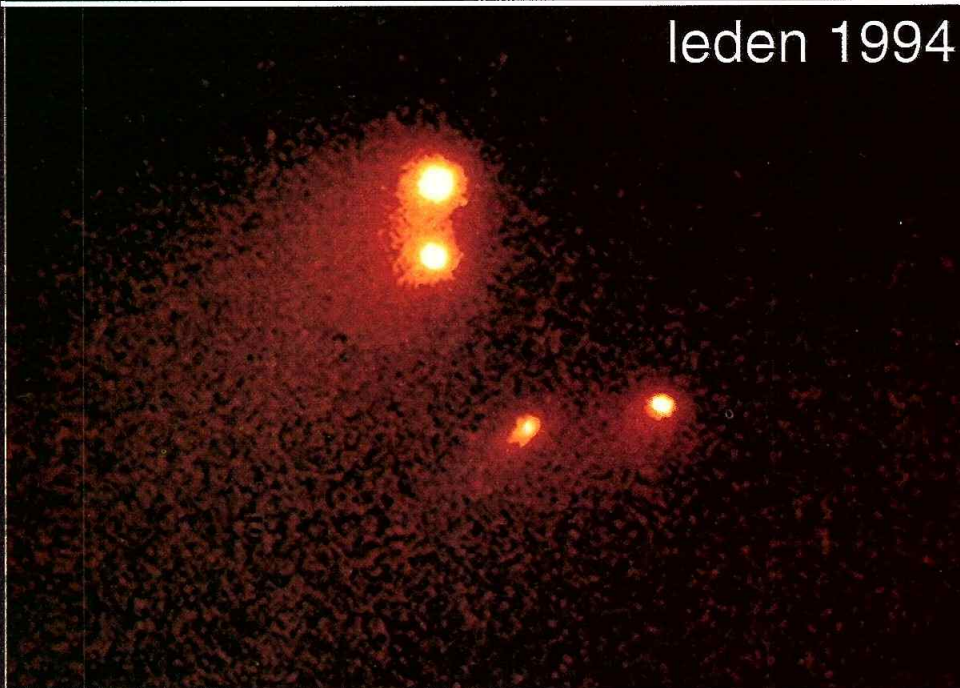




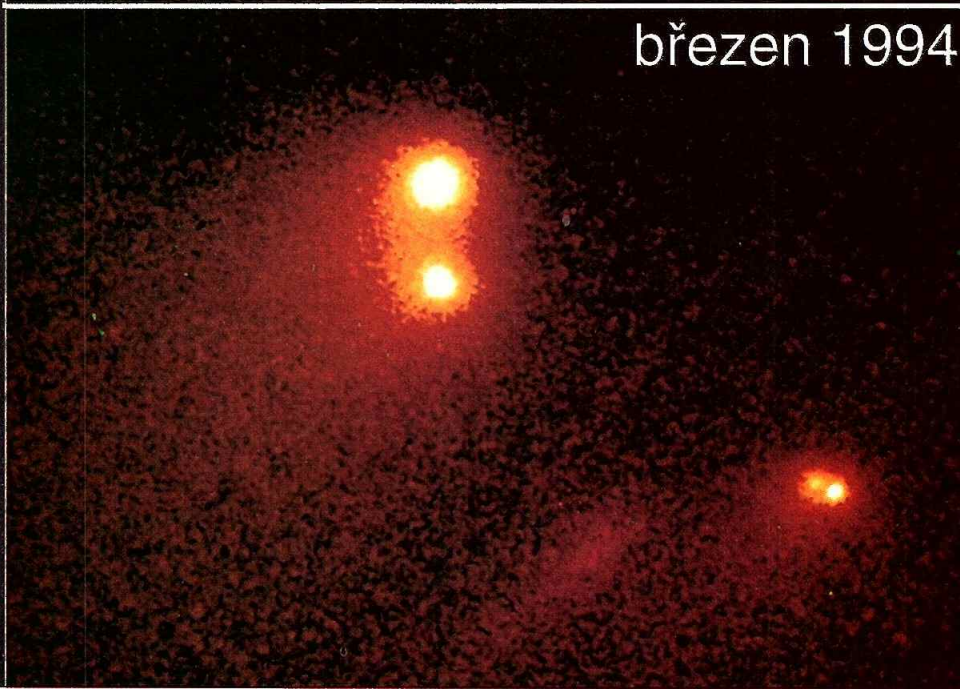
červenec 1993



leden 1994



březen 1994





## PŘEDNÍ STRANA OBÁLKY

Supernova 1987A - Snímek opraveného Hubblova kosmického dalekohledu ukazuje velmi detailně tři plynné prstence obklopující supernovu SN 1987A. Každý z prstenců leží v různé hloubce prostoru, přičemž malý asný prstec uprostřed obrázku je supernově nejbližší, ostatní dva jsou před a za supernovou. Otázka původu prstenců není ještě spolehlivě vysvětlena. Jedním z možných vysvětlení jejich původu je vysoce energetický výtrysk záření dříve neznámého průvodce předchůdce supernovy. Světelnou stopu tohoto záření v plynových mračnách kolem supernovy pak můžeme pozorovat v podobě největšího se prstence. Supernova 1987A je od nás vzdálená asi 169 000 světelných roků a nachází se na jižní hvězdné obloze ve Velkém Magellanově mračnu. Blíže viz článek na str. 98. (foto - NASA/STScI)



## DRUHÁ STRANA OBÁLKY

Periodická kometa P/Shoemaker-Levy (1993e) - Tři obrázky z kosmického dalekohledu (HST) ukazují rychlý vývoj nejjasnějších částí rozpadlého jádra komety Shoemaker-Levy 1993e. Všechny obrázky představují kometu ve falešných barvách - červená barva je použita pro zvýraznění různých intenzit záření. (foto - NASA/STScI)



VAHOŘE - Snímek z 1. července 1993, tedy ještě před opravou dalekohledu. Na snímku je již patrně dělení dvou nejjasnějších jáderek komety vzdálených od sebe 0,3".

IPROSTŘED - Snímek z 24. ledna 1994 - díky opravenému dalekohledu lze již pozorovat další dělení fragmentů jádra vzdálených od sebe pouhou 1".

DOLE - Snímek z 30. března 1994 - dochází k dalšímu vývoji jednotlivých jáderek. Obrázek jasně dokumentuje, že při srážce komety s Jupiterem bude zasažena relativně (vzhledem k případu, kdy by jádro komety ůstalo jako celek) široká oblast v horní atmosféře planety.

## ŘETÍ STRANA OBÁLKY

Supernova SN 1994I v galaxii M 51 - Supernova SN 1994I o jasnosti 13,5 magnitudy se nachází 0" východně a 5" jižně od jádra námé galaxie M 51. Zajímavé je a ní to, že je poměrně málo jasná - vzhledem k tomu, že M 51 je relativně blízkou galaxií, měla by mít supernova jasnost kolem 12. magnitudy. Je tedy velmi pravděpodobné, že její světelné záření k nám přichází skrz silnou vrstvu mezihvězdného prachu a plynu. Blíže viz článek na str. 98. (foto - J. Armstrong & T. Puckett/Atlanta Astronomy Club)



## POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

Nová Cygni 1992 - Snímek Hubblova kosmického dalekohledu (před jeho opravou) ukazuje plynný obal kolem Novy Cygni 1992. - Blíže viz článek na str. 98. (foto - NASA/STScI)  
DOLE - Květen a znamení bliženců (Gemini) - obrázek ze věrokruhu Josefa Mánesa z r. 1866 a z hvězdného atlasu Uranographia z r. 1690 Jana Hevelia (1611-687).



## OBSAH:

- 99 Žeň objevů - I. Planety sluneční soustavy - Jiří Grygar
- 103 Přístroje pro vyhodnocování astronomických fotografií - Josef Zicha
- 98, 106, 114 Novinky z astronomie
  - Supernova 1994I v galaxii M 51 (98)
  - Záhadné prstence kolem supernovy 1987A (98)
  - Plynný obal kolem Novy Cygni 1992 (98)
  - Nova Cassiopeiae 1993 (106)
  - Supernova 1994D v NGC 4526 (106)
  - Zprávy z Evropské astronomické společnosti (107)
  - Kometa Mueller (1994c) (114)
  - Kometa Shoemaker-Levy (1994d) (114)
  - Nová kometa P/Russell 2 (1994e) (114)
  - Nová kometa Takamizawa-Lewy (1994f) (114)
  - Znovuobjevená kometa P/Harrington (1994g) (114)
  - Další transneptunická tělesa (114)
  - Objevna další planetka typu Apollo (114)
- 116 Zprávy z oběžných drah
- 108 Noční obloha - srpen 1994
  - Úkazy na obloze (110)
  - Objekty vzdáleného vesmíru (112)
- 117 Hvězdárny \* planetária \* astronomické kluby
  - Ohlédnutí za rokem 1993 na hvězdárně v Žebráce
- 117 Česká astronomická společnost
- 115 Osobnosti astronomie
  - Jeansův pohled na vesmír - František Jáchim
- 106 Kdy, kde, co
- 118 Knihy \* časopisy \* software
- 116 Astronomická kronika - květen 1994
- 105 Co je to, když se řekne ...
- 119 Otázky & odpovědi
- 105, 117 Prospěchlo se ve vesmíru
- 120 Přečetli jsme pro vás
- 120 Psalo se ...

## THE REALM OF STARS - Contents:

- 99 Highlights in Astronomy 1993 - Planets of the Solar System - Jiří Grygar
- 103 Instruments for Evaluating the Astronomical Photographs - Josef Zicha
- 98, 106, 114 Astronomy News
  - Supernova 1994I in the Galaxy M 51 (98)
  - Mysterious Rings Around Supernova 1987A (98)
  - Gaseous Envelope Around Nova Cygni 1992 (98)
  - Nova Cassiopeiae 1993 (106)
  - Supernova 1994D in NGC 4526 (106)
  - News from European Astronomical Society (107)
  - Comet Mueller (1994c) (114)
  - Comet Shoemaker-Levy 1994d (114)
  - Comet P/Russell 2 (1994e) (114)
  - New Comet Takamizawa-Lewy (1994f) (114)
  - Recovery of Comet P/Harrington (1994g) (114)
  - Further Transneptunical Bodies (114)
  - Discovery of Another Apollo-like Minor Planet (114)
- 116 News from Space Orbits
- 108 Night Sky - August 1994
  - Phenomena in the Sky (110)
  - Deep-Sky Objects (112)
- 117 Public Observatories \* Planetaria \* Astronomical Clubs
  - Looking Back for the Year 1993 at the Žebrák Observatory
- 117 Czech Astronomical Society
- 115 Astronomical Personalities
  - Jeans' View of the Universe - František Jáchim
- 106 When, Where, What
- 118 Book \* Journals \* Software
- 116 Astronomical Chronicle - May 1994
- 105 What Does It Mean, When We Say...
- 119 Questions & Answers
- 105, 117 Overheard in the Universe
- 120 Excerpted for you
- 120 Written Before ...

**REICH DER STERNE - aus dem Inhalt:** Ernte von Entdeckungen im Jahre 1993 - J. Grygar (99), 1. Planeten des Sonnensystems (99); Instrumente für Auswertung der astronomischen Aufnahmen - J. Zicha (103); Wie J. Jeans' das Weltall gesehen hat - F. Jáchim (115).

**ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro:** Découvertes importantes en 1993 - J. Grygar (99), 1. Les planètes du système solaire (99); Les instruments pour évaluer les clichés astronomiques - J. Zicha (103); Comment J. Jeans a vu l'Univers - F. Jáchim (115).

**REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido:** Cosecha de descubrimientos en el año 1993 - J. Grygar (99), 1. Los planetas del sistema solar (99); Instrumentos para la evaluación de las fotografías astronómicas - J. Zicha (103); El universo de J. Jeans - F. Jáchim (115).

## CITÁT MĚSÍCE

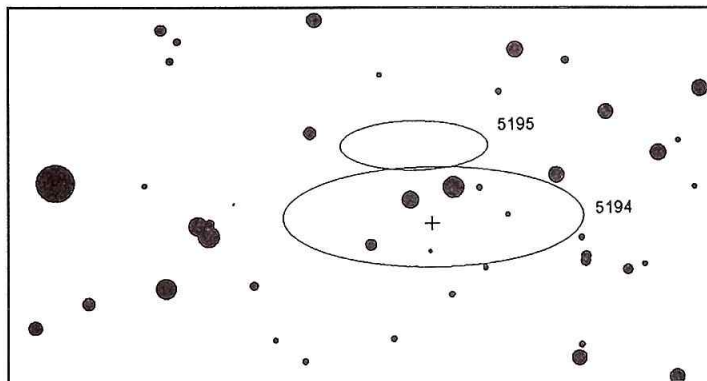
*Ve vědě se uplatňuje pravidlo, že čím fundamentálnější objev, tím stručněji ho lze zformulovat. Tak například na formulaci základního zákona mechaniky pro rovnováhu setrvačných sil s obyčejnými potřeboval Newton čtyři písmena. Pro popis kvantové zákonitosti fotoefektu stačila Einsteinovi dokonce jen tři písmena.*

*Piotr L. Kapica, ruský fyzik*



## Supernova 1994I v galaxii M 51

Několik nezávislých pozorovatelů oznámilo objev supernovy asi 20" východně a 5" jižně od jádra galaxie NGC 519 ≡ M 51: duben 2,17 UT, 13,5 mag (Tim Puckett a Jerry Armstrong, Atlanta, GA; CCD objev;  $\alpha = 13^{\text{h}} 27^{\text{m}} 47,62^{\text{s}}$ ,  $\delta = +47^{\circ} 26' 59,1''$ , 1950.0); 2,19, 13,7 (Wayne Johnson a Doug Millar, Anza, CA; vizuální objev potvrzený kamerou CCD); 2,21, - (Richard Berry, Cedar Grove, WI; CCD objev); 2,66, 13,8 (Reiki Kushida, Yatsugatake South Base Observatory; vizuálně). M. W. Richmond a A. V. Filippenko existenci objektu potvrzují. Získali BVRI CCD snímky 0,5-m dalekohledem Berkeley Automatic Imaging Telescope (Leuschner Observatory) a poznamenávají, že objekt je velmi modrý. L. Armus a J. M. Mazzarella získali středně



▲ Obr. 1 - Mapka těsného okolí galaxie M 51. (mapka - J. Mánek)

disperzní spektra 5-m Haleovým reflektorem (Mount Palomar Observatory).

B. Schmidt a R. Kirshner, Center for Astrophysics, oznámili neredukovaná spektra, která pořídili J. Peters na Whipple Observatory 1,5-m reflektorem opatřeným spektrografem FAST a G. Bernstein dalekohledem MMT (Multiple-Mirror Telescope) (červený kanál) během 3,37-3,52 UT dubna. Spektra naznačují, že jde o supernovu typu II v rané fázi vývoje. Široké absorpční čáry vidíme na 425 nm (H-gamma), 471 nm (H-beta), 570 nm (He I) a 620 nm (H-alfa). Čáry přisuzované H-beta, He I a H-alfa ukazují dvě absorpční složky. Spektrum objektu ukazovalo během pozorování značný vývoj, čáry se stávaly stále zřetelnější.

[IAUC 5961, 5962]

(dh, ph)



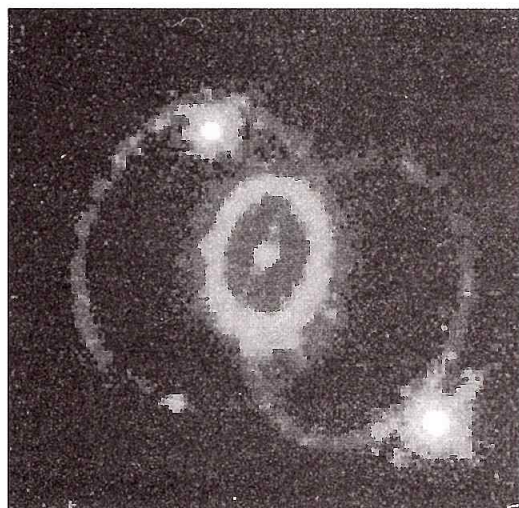
▲ Obr. 2 - Galaxie M 51 (NGC 5194) na snímku Martina Lehkého z 5. dubna 1994 (fotografováno Schmidtovou komorou 420/600/1000 na Hvězdárně v Hradci Králové; film Medix Rapid; exp. 15 min (20h 39min až 20h 54min UT)).

## Záhadné prstence kolem supernovy 1987A

Prstence kolem supernovy 1987A byly známy už ze snímků pořizovaných pozemskými dalekohledy. Jejich podstata však zůstávala nevyjasněná. Více informací o struktuře prstenců přinesl snímek pořízený širokoúhlnou planetární kamerou (WFPC2) Hubblova kosmického dalekohledu. Snímek (viz též I. strana obálky) má velmi dobrou rozlišovací schopnost, takže lze na něm dobře rozpoznat drobné detaily. Chris Burrows z ESA a z Ústavu Hubblova kosmického dalekohledu (STScI) v Baltimore právě na základě těchto podrobností vysvětluje záhadné prstence.

Spojením podobných zjasnění na obou prstencích našel společný střed, který je posunutý vzhledem k místu, odkud se vzdalují zbytky supernovy (asi 1/3 světelného roku). Ve středu záhadných prstenců je slabý objekt. Burrows se domnívá, že se tam nachází neutronová hvězda nebo dokonce černá díra. Z akrečního disku kolem tohoto kompaktního objektu vycházejí opačným směrem dva energetické, velmi úzké výtrysky hmoty (jets). Ty pak vytvářejí oba světelné prstence - neboť kompaktní objekt vykonává precesní pohyb v důsledku blízkého nedegenerovaného průvodce, který zásobuje akreční disk. Prstence jsou "vykreslovány" na kulové slupce, která vznikla odpoutáním z červeného veleobra předtím, než se vytvořil kompaktní objekt.

Do jaké míry je Burrowsova domněnka správná, ukáží další pozorování kosmického dalekohledu.



□ (jm)

## Plynný obal kolem Novy Cygni 1992

Jedním z objektů, na který se zaměřil Hubbleův kosmický dalekohled (HST), byl také plynný obal, vytvořený kolem Novy Cygni 1992.

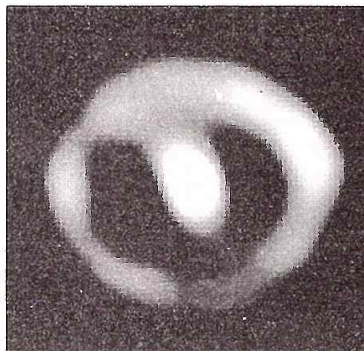
Výbuch novy je exploze, ke které dojde na povrchu bílého trpaslíka - složky dvojhvězdy. Materiál, který bílý trpaslík vytahuje z druhé složky, se hromadí na jeho povrchu, až dojde k termojaderné reakci, vzplanutí této látky a výtrysku plynu do okolního prostoru.

Nova Cygni 1992 vzplála 19. února 1992 jako jedna z nejjasnějších nov ve 20. století. Po určitou dobu byla viditelná i pouhým okem.

Snímky pořízené kamerou pro slabé objekty (FOC) Evropské kosmické agentury (ESA) z Hubblova kosmického dalekohledu ukazují prstencovitou strukturu kolem Novy Cygni 1992. Prstenec tvoří okraj bubliny horkého plynu vyvrženého hvězdou při explozi. Průměr plynného obalu byl vypočítán porovnáním úhlové velikosti a rychlosti expanze změřené pozemskými observatoři. Obal má průměr 74 miliard kilometrů, to je asi desetinasobek průměru sluneční soustavy. Ze znalosti průměru mohli astronomové přesněji určit vzdálenost novy. Vychází kolem 10 430 světelných let, zatímco dříve se předpokládalo 7300 až 9500 světelných let.

Pozoruhodným zbytkem po explozi je neobvyklá, přičemž podobná struktura, procházející středem prstence. Astronomové se domnívají, že velké množství vyvrhovaného plynu může zahušťovat plynný obal právě v rovině oběžných drah obou hvězd. Jiná možnost je ta, že příčku tvoří dvojitý výtrysk plynu z hvězdy. Podle Francesca Paresceho z ESA

a Vědeckého institutu Hubblova kosmického dalekohledu (STScI) poskytují snímky z HST astronomům jedinečnou příležitost k pochopení celého mechanismu výbuchu novy. HST mohl díky velkému rozlišení zachytit obal novy mnohem dříve, než by to bylo možné pozemskými dalekohledy. Stalo se tak již 467 dní po explozi, zatímco při pozorování ze Země bychom museli čekat ještě alespoň 5 roků.



□ (iz)



# ŽEŇ OBJEVŮ 1993

*Jiří Grygar* \*

Fyzikální ústav Akademie věd ČR, Praha

*Věnováno památce českých astronomů RNDr. Jaromíra Širokého, CSc. (1930-1993) z Palackého univerzity v Olomouci, prof. Zdeňka Kopala (1914-1993) z Univerzity v Manchesteru, RNDr. Zdeňka Kvíze (1932-1993) z Univerzity v Sydney a slovenského astronoma RNDr. Jána Štohla, DrSc. (1932-1993) z Astronomického ústavu SAV v Bratislavě.*

Astronomie si rozhodně nemůže stěžovat na nedostatek převratných událostí. Stejně jako v předešlých letech přicházejí nejvíce nečekané objevy z kosmické blízkosti, zejména pak při studiu drobných těles sluneční soustavy, planetek, komet a meteoroidů. Velkou zásluhu na trvajícím přívalu objevů má ovšem kosmonautika, přestože kosmické sondy se loni potkávaly se střídavými úspěchy a neúspěchy. Zato observatoře na oběžné dráze kolem Země si počínaly vesměs znamenitě. Skončila několikaletá téměř bezchybná funkce observatoří COBE a HIPPARCOS, avšak dále výtečně pracují stanice IUE, ROSAT a COMPTON. Nesporně největší publicitu však měla oprava a údržba Hubblova kosmického dalekohledu (HST), která se podle všech známek zdařila nejméně na 100 %.

## 1. Planety sluneční soustavy

Loňským rokem vyvrcholila úspěšná činnost kosmické sondy a umělé družice Venuše **Magellan**, jež stála americké daňové poplatníky něco přes půl miliardy dolarů. Základní mapování téměř 99 % povrchu planety ve třech cyklech skončilo během dvou let v polovině září 1992. Během 5300 obletů bylo na Zemi přeneseno na 3 TB informací, z nichž se zdařilo sestavit mapu povrchu s vodorovným rozlišením asi 120 m a svislým rozlišením 80 m. Na **Venuši** se podařilo rozpoznat na 16 000 sopek, z nichž nejvyšší je Maat Mons (výška 8,5 km, základna o průměru 450 km). Podle R. G. Stroma aj. je 63 % impaktních kráterů na Venuši neporušených a méně než 3 % jsou zalita lávou. Impaktní krátery jsou po povrchu rozloženy náhodně. Z těchto údajů autoři dovozují, že dnešní reliéf povrchu planety není starší než 300 milionů let. Vše nasvědčuje tomu, že nejpozději před 500 miliony lety došlo na Venuši ke katastrofální přestavbě povrchu a od té doby jak vulkanismus, tak tektonika planety značně zeslábly.

Podle D. Grinspoona a S. Solomona jsou atmosféra i plášť Venuše velmi chudé na vodu. V atmosféře Venuše je jen stotisícina množství vodní páry, které je přítomno v atmosféře Země, zatímco celková hmotnost atmosféry Venuše, tvořené převážně oxidem uhličitým, je stokrát vyšší než hmotnost atmosféry Země. D. Grinspoon soudí, že Venuše přišla o většinu vody přibližně před miliardou let.

Americká NASA nakonec přece jen obdržela potřebné prostředky na udržení kontaktu se sondou, takže během 4. cyklu měření od podzimu 1992 do května 1993 se uskutečnila přesná měření dráhy

*\*) RNDr. Jiří Grygar, CSc. (\*1936). Pracuje ve Fyzikálním ústavu AV ČR v 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 býv. ČSAV. Uveřejnil odborné práce z výzkumu meteorů, komet, zákrytových dvojhvězd a kataklyzmických proměnných hvězd. Zabývá se též popularizací přírodních věd. V Říši hvězd publikuje od r. 1955 a je členem její redakční rady.*



sondy s cílem zjistit gravitační anomálie (mascony) v tělese planety. Na rozdíl od poměrů na Zemi je nad horami Venuše intenzivnější gravitace než nad prohlubněmi. Koncem května 1993 se pak uskutečnil pozoruhodný manévr, při němž se využilo brzdění sondy v atmosféře planety ke snížení dráhy a její postupné cirkularizaci. Tento manévr skončil po 70 dnech tak, že nyní se Magellan pohybuje ve výši od 210 do 600 km od povrchu Venuše.

Kombinace rozličných geofyzikálních, astronomických a dokonce i historických metod umožňuje postupně až nevídané zpřesňování údajů o zemském tělese a jeho proměnách. R. Lyttleton a H. Bondi tvrdí, že vysoký tlak a radioaktivní ohřev jádra Země působí fázové změny, v jejichž důsledku je jádro Země kapalné. Původní poloměr jádra činil 2042 km a v průběhu věků se díky uvolněnému radioaktivnímu teplu zvětšil na dnešních 3473 km. Zároveň se však povrch Země smršťuje o 0,1 mm/rok a tím se za poslední 3 miliardy roků uvolnilo dost energie na více než 20 epizod tvorby pohoří. Podle R. Jeanloze a T. Laye dochází k nejvýznačnějším interakcím na hranici jádra a zemského pláště, což pak ovlivňuje jak magnetické pole, tak rotaci Země. J. Valet a L. Meynadier uvádějí, že k velkým epizodám v intenzitě či dokonce přepólování zemského magnetického pole došlo během posledních 4 milionů roků velmi rychle, tj. během tisíců let. Podle R. Coeho bylo před dvěma tisíciletími **geomagnetické pole** o plných 40 % vyšší než dnes. V současné době klesá jeho intenzita o 7 % za století.

F. Stephenson a L. Morrison studovali datování astronomických událostí na babylonských hlíněných destičkách z doby až 700 let př.n.l. a tak potvrdili, že **délka dne** se v tomto období prodlužuje o 1,7 ms za století. To souvisí - jak známo - s brzděním zemské rotace slapovým působením Měsíce. P. Brosche a J. Wünsch zjistili, že slapy v oceánech nejsou zcela souměrné, takže tím dochází k odchylkám až 10 mm v poloze těžiště Země. J. Laskar aj. ukázali, že relativně nepatrné sekulární kolísání sklonu zemské osy k ekliptice v rozmezí  $\pm 1,3^\circ$  "zabezpečuje" Měsíc. Kdyby Měsíce nebylo, vedlo by to k rozkomínání sklonu mezi  $0^\circ$  a  $85^\circ$  a tedy ke katastrofálním důsledkům pro život na Zemi. Titíž autoři zjistili, že Merkur a Venuše mají sklon rotační osy stabilizován slunečními slapy, zatímco sklon rotační osy Marsu chaoticky kolísá od  $0^\circ$  do  $60^\circ$ .

B. Schaefer kriticky prozkoumal rozličná hlášení o prvním spatření Měsíce těsně po novu a zjistil, že spolehlivý údaj uvedl Julius Schmidt, jenž viděl Měsíc ve stáří 15,4 h, a dále R. C. Victor, který s optickými pomůckami viděl Měsíc starý jen 13 h 28 min. Jinak loni Měsíci nebyla věnována prakticky žádná pozornost; za zmínku stojí jedině dopad japonské družice Hiten na povrch Měsíce poblíž kráteru Furnelius dne 11. dubna 1993.

Z různých zdrojů přicházely koncem roku velmi znepokojující zprávy o rekordně nízké **koncentraci ozonu** nad Antarktidou. Absolutní minimum ozonu ve vysoké atmosféře tam bylo zjištěno dne 6. října 1993, kdy ve výškách od 13,5 km do 19 km ozon zcela vymizel a jeho souhrnná koncentrace dosáhla jen 88 DU (předešlé rekordní minimum z r. 1992 činilo 105 DU). Průměrná koncentrace v říjnu činila jen 100 DU oproti 107 DU v r. 1992. J. Waters aj. zjistili z družicových měření, že za pokles ozonové koncentrace je opravdu odpovědné zvýšené zastoupení atomárního chlóru v těchže vrstvách atmosféry, přičemž 80 % chlóru tam "dopravil" člověk.

C. Emiliani shromáždil další důkazy pro Milankovičovu teorii že **střídání ledových a meziledových dob** souvisí s periodickým změnami parametrů zemské dráhy a sklonu rotační osy. Nalezl dobrou korelaci mezi hodnotami zmíněných parametrů a střední teplotou na severní polokouli Země v posledním půl milionu roků. Přitom tyto změny jsou odpovědné hlavně za nástup ledové doby - její další rozvinutí a pokračování obstará složitá interakce mezi oceánem, ledovci a atmosférou. J. White aj. na základě studia vzorků ledu z grónských vrtů zjistili, že nástup ledové doby může být fakticky bleskurychlý: za jedinou dekádu může průměrná teplota klesnout o plných  $10^\circ\text{C}$ . Maximum poslední ledové doby se odehrávalo před 22 tisíci lety a skončilo před 11,5 tisíci lety. Je pozoruhodné, jak přesně toto zakončení souvisí s rozvojem zemědělské civilizace. Autoři dále varují, že růst skleníkového efektu může v průběhu 21. století zvednout průměrnou teplotu povrchu Země o plných  $7^\circ\text{C}$ , a tím i hladinu oceánů o 1,8 m - to by mělo přirozeně katastrofální následky právě pro zemědělství v úrodných přímořských nížinách.

V porovnání s těmito současnými nebo téměř současnými riziky pro pozemskou civilizaci se zdají úvahy o dlouhodobém **nebezpečí kosmických katastrof** trochu odtažité. Nicméně rozvoj pozorovací techniky i matematického modelování srážek s kosmickým tělesem vyvolal pravou záplavu studií, z nichž se v přehledu mohli zmínit jen o některých.

První vědeckou úvahu o riziku srážek Země s kosmickými tělesy uveřejnil již r. 1752 francouzský fyzik P. Maupertuis. Teprve v r. 1932 však astronomové objevili první planetku, jež se může dostat do blízkosti zemské dráhy (planetku (1862) Apollo). Do konce r. 1992 bylo takových "křížičů" zemské dráhy nalezeno 163 největší z nich je planetka (1627) Ivar o průměru 8 km.

Podle C. Chapmana a D. Morrisona je **statistika křížičů** přirozeně velmi neúplná. Známe jen asi 5 % těles s průměrem alespoň 1 km a méně než 0,1 % těles s průměrem nad 100 m. Kamenná tělesa s průměrem do 50 m nás ohrozit nemohou, jelikož jejich kinetická energie nepřekračují řádově  $10^{16}$  J a explodují vysoko v zemské atmosféře. Největší riziko proto představují objekty s rozměry od 0,5 km do 5 km. O většinu křížičů se ovšem "postará" svým rušivým gravitačním vlivem Jupiter a převede je na dráhy do hlubiny sluneční soustavy. Zbytek křížičů však dříve nebo později dopadne na terestrické planety, z toho asi třetina přímo na Zemi. Riziko srážky s podstatně křehčími a řidšími jádry komet představuje jen asi čtvrtinu rizika srážky s planetkami. Navzdory této celkem příznivé statistice (Mark Parkins však varuje, že "*existují celkem tři druhy lží: lži, ztracené lži a statistiky!*") je však nebezpečí smrti způsobené dopadem planetky či komety na Zemi, pro průměrného obyvatele USA stejné, jako že zahyne při letecké havárii (1 : 20 000)!

Podle C. Chyby se v atmosféře Země odehrává každoročně průměrně jedna exploze meteoroidu s energií 21 kt TNT (to je energie atomové pumy v Hirošimě!) a jednou za 21 let dochází k explozi o energii 680 kt TNT. Tyto hodnoty však nepředstavují žádné riziko pro obyvatele na Zemi. Potřebné "životní minimum" se totiž odhaduje na 2 Mt TNT. To byl ovšem případ proslulého **tunguzského meteoritu**, jehož energie dosáhla asi 15 Mt TNT. Podle J. Fernieho byl explozí omráčen jistý S. Semenov, jenž se v okamžiku atmosférického výbuchu meteoritu nacházel 65 km od epicentra. Tlaková vlna ho odhodila o několik metrů a na zádech se mu vzňala košile. Exploze bylo slyšet až na vzdálenost 800 km



650 km od epicentra strojvůdce zastavil transsibiřský xpres, když viděl, jak před vlakem kmitají koleje. Přesný čas xploze byl zjištěn ze záznamů seismografů, barografy v Anglii ěgistrovaly oscilace tlaku vzduchu ještě 20 minut po příchodu akové vlny. V následujících světlých nocích, vyvolaných rozptý- ním velkého množství prachu ve vysoké atmosféře, bylo možné tografovat a na moři spatřit lodi na vzdálenost mnoha kilometrů. ylo vlastně velkým štěstím, že se srážka nezpозdila o několik odin, kdy by bylo těleso explodovalo nad Evropou a zcela jistě by evastovalo území o rozloze tisíců čtverečních kilometrů. Ještě orší by bylo asi osmihodinové zpoždění, kdy by meteorit vyvol- ilunami na obou březích Atlantiku s vlnami až 200 m vysou- ymi...

O prozkoumání oblasti epicentra tunguzského meteoritu se ejvíce zasloužil ruský badatel Leonid Kulik, jenž v r. 1921 objevil místních novinách z r. 1908 zprávu o podivuhodném výbuchu, a o nesmírných útrapách dorazil 8. dubna 1927 na místo největší evastace sibiřské tajgy. Kulik sám zahynul v zajateckém táboře u molenska v r. 1941 ve věku 58 let.

Podle R. Grieva přibývá důkazů o velkých impaktních strukturu- ch na Zemi. Nejstarší impakt z Jižní Afriky je starý 1,97 miliardy t, ale průměrná "životnost" kráterů na zemském povrchu činí jen 20 milionů let. Nyní známe asi 130 impaktních struktur s průměry o 200 km.

Výjimkou je dnes nejpůlárnější kráter na poloostrově Yucatán v Mexickém zálivu, zvaný **Chicxulub** (vyslov [čikšulub]). Podle . Sharptona aj. dosahuje jeho průměr plných 300 km, takže jde oučasně o největší impaktní kráter na kterémkoliv tělese sluneční oustavy! Podle A. Hildebranda bylo při této explozi uvolněno asi  $10^{25}$  J energie v průběhu jediné minuty, tj. asi desetmiliardkrát více nergie, než za stejnou dobu dostane celá Země od Slunce! ulkanismus, jenž vedl ke vzniku Deccanských plošin v Indii, sice ředstavuje tutěž energii, avšak uvolněnou bilionkrát pomaleji. Jak vádí M. Eliáš, při impaktu jsou horniny vystaveny až o dva řády yšším tlakům než při vulkanických výbuších a také teplota rostředí je až pětkrát vyšší než ve vulkánech. Stáří hornin v kráteru : téměř přesně 65 milionů let, v dobré shodě se stářím haitských :ktitů. Usazeniny z impaktu pokrývají větší část území severní :meriky ve vrstvě tlusté asi 20 mm.

V této souvislosti připomeňme, že nejstarší popsáné tektity jsou aše vltavíny, známé už odr. 1787. V r. 1961 byl podán přesvědčivý ůkaz o impaktní povaze **kráteru Ries** východně od Stuttgartu v ěmecku, o průměru 24 km a hloubce 200 m. V kráteru byl totiž alezen minerál coesit, což je vlastně křemen podrobený extrém- ím tlakům. V blízkosti hlavního kráteru se nalézají ještě struktury průměru 8 km (Stopphenheim) a 5 km (Steinheim). Krátery jsou aré 14,8 milionů let. Důkaz o stejném stáří vltavínů podal r. 1983 l. Luft. Odhaduje se, že celý ůkaz vyvolal uhlíkatý chondrit o motnosti 2 miliard tun a průměru 1 km po srážce se Zemí vysokou chlostí - asi  $25 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Astronomická a geologická fakta o impaktech jsou tedy dnes již aprosto nesporná. Předmětem sporu jsou však stále následky ikových impaktů pro život na Zemi. K daleko největšímu **vymí- ání živočichů i rostlin** totiž dle D. Erwina došlo před 250 mi- ony lety na rozhraní prvohor a druhohor, přesněji mezi per- iem a triasem. Tehdy vyhnulo 90 % obratlovců v oceánech 70 % na souši a následky této děsivé katastrofy pociťuje život a Zemi dodnes. Podle všeho mělo toto vymírání komplexní

pozemské příčiny, ale vše je dosud zastřeno tajemstvím. Přitom takových vpravdě planetárních katastrof se za posledních 570 milionů let (od počátku kambria) odehrálo na Zemi právě pět.

Není však již pochyb o tom, že velké impakty znamenají rovněž drastický zásah do biologické rovnováhy, neboť vlastně v průběhu několika minut se životní podmínky na většině zeměkoule drastic- ky změní - a na to se většina druhů stěží dokáže adaptovat. Zdá se, že kosmická tma a chlad jako následky zvířeného prachu ve vysoké atmosféře nejsou jedinými zabíjecími mechanismy. Svou roli hrají též kyselé deště a uvolnění velkého množství oxidu siřičitého a oxidu uhličitého. Následkem toho je kosmická zima vystřídána obdobím rychlého růstu teploty až o  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  vlivem zvýšeného skleníkového efektu.

Podle V. Vanýska je **globální katastrofa** jistá při dopadu těles s hmotností nad sto miliard tun, tj. je-li jejich průměr větší než 5 km. Při průměru těles do 200 m je energie nárazu kolem půl miliardy tun TNT a počet lidských obětí dosáhne řádově jednoho milionu osob. Jde o energie srovnatelné s ničivými zemětřeseními, ale zatímco zemětřesení dosud předvídat neumíme, střet s planetkou či kometou se předpovědět v zásadě dá.

Podle P. Leonarda a J. Hillse zasáhne Zemi balvan o průmě- ru 100 m jednou za dvě století. Při rychlosti  $10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  ho spatříme v astronomických přístrojích asi 10 dnů před nárazem jako objekt zhruba 18. magnitudy, který bude vykazovat denní pohyb asi  $1'$ . Technicky je myslitelné poslat takovému veřelci naproti rychlou kosmickou střelu s náloží o energii několika tisíc tun TNT a kosmický balvan tak rozpráší. U větších a hmotnějších objektů je však tato strategie neúčinná - tam však je výhodou, že bychom takové těleso objevili s velkým předstihem. Pak by nejspíš přišel ke cti návrh H. Meloshe a I. Němčinova na sestrojení zvláštní **sluneční plachty**, tj. mylarové fólie, potažené tenkou vrstvičkou hliníku. Při dnešní úrovni techniky by tato plachta měla plošnou hustotu asi 5 gramů na čtvereční metr a při průměru rozvinuté plachty asi 500 m hmotnost pouze 1 tunu. Složená plachta by byla vypuštěna klasickým nosičem a v dostatečné vzdálenosti od Země by se rozvinula tak jako plachty plachetnice. Vlivem slunečního větru a tlaku slunečního záření by toto podivuhodné plavidlo dospělo ke svému cíli - ohrožující planetce - a tam by se plachta změnila na parabolické zrcadlo, soustřeďující sluneční záření do malé oblasti na povrchu planetky. V této sluneční peci se bude materiál planetky odpařovat, čímž vznikne raketový efekt a planetka bude zvolna, leč vytrvale měnit dráhu. Podle obou autorů stačí roční působení plachty odklonit planetku o průměru až 2 km, zatímco na planetku o průměru 10 km by se takto muselo působit plných 10 let. To je technicky zcela schůdné a navíc naprosto bezpečné - sluneční plachty se v žádném případě nedá použít jako zbraně (leđa k navedení planetky, která by normálně Zemi minula, na území protivníka - jenže to je zjevná sebevražda).

E. Asphaug a H. Melosh upozornili na bezmála kritickou velikost impaktního kráteru Stickney na miniaturní družici Mar- su zvané **Phobos**. Podle měření kosmických sond se Phobos podobá trojosému elipsoidu s rozměry  $19 \times 22 \times 27 \text{ km}$  a jeho střední hustota dosahuje jen 1,95-násobku hustoty vody. Průměr kráteru Stickney 11,3 km pak vzbuzuje podiv, že se při ná- razu Phobos nerozpadl, zejména proto, že ke střetu došlo nej- spíše pod Rocheovou mezí! Důsledkem nárazu jsou však



pozorované rovnoběžné rýhy na Phobosu s odstupy po 100 m.

Zásluhou kosmických sond Viking se v letech 1976-1980 zdařilo pomocí oběžných modulů (Viking Orbiter) mapovat povrch Marsu a údaje z přistávacích modulů (Viking Lander) přicházely na Zemi až do října 1982. Jestliže jsme tedy před érou Vikingů znali vzdálenost Země-Mars s přesností na  $\pm 2$  km, nyní se tato hodnota zpřesnila na  $\pm 26$  metrů!

Podle J. Laskara a P. Robutela sklon polární osy Marsu k oběžné rovině chaoticky kolísá od  $0^\circ$  do  $60^\circ$ , jelikož Phobos a Deimos jsou příliš nepatrné na to, aby mohly změny sklonu stabilizovat tak, jak to pro Zemi úslužně činí Měsíc.

S. Tremaine a P. Saha našli příznaky slabé chaotičnosti drah vnějších družic Jupiteru, tj. satelitů Ananke, Carme, Pasiphae a Sinope při numerické integraci drah po dobu 2 milionů let. Z Galileových družic planety stojí za zmínku připomenout aktivitu devíti rozlišených sopek na družici Io. Jde totiž o nejvýkonnější činné sopky ve sluneční soustavě, které za rok pokryjí povrch družice vrstvou o tloušťce 100 mm. Výtrysky ze sopky Pele dosahují rychlosti  $1 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$  a výšky až 300 km nad povrchem družice. Proti tomu Prometheus vymršťuje částice jen do výšky 100 km, avšak erupce tohoto vulkánu jsou četnější než u sopky Pele. J. Gogouen aj. pozorovali erupce sopky Loki Patera na přelomu let 1990 a 1991 v blízkém infračerveném pásmu během zákrytů Io družicí Europa. Ukázali, že materiál tryská ze dvou poměrně úzkých oblastí navzájem vzdálených asi 100 km na povrchu družice. Půjde-li vše dobře, získá unikátní údaje o povrchu Io kosmická sonda Galileo při přiletu k Jupiteru dne 7. prosince 1995, kdy proletí ve vzdálenosti pouhých 1000 km od Io a rozliší tak podrobnosti na povrchu o rozměru asi 20 metrů.

P. Shenk a H. Melosh si všimli mnoha řetězců impaktních kráterů na povrchu družic Callisto a Ganymed, jak je zachytila kosmická sonda Voyager 1. Na povrchu Callisto bylo nalezeno 18 řetězců o délce až 620 km a na Ganymedu (jenž má mladší povrch) další 4 řetězce. Jednotlivé krátery mají většinou stejné rozměry a podle všeho vznikly nejspíše dopadem úlomků tělesa, které bylo předtím slapově rozbito Jupiterem na kusy - velmi pravděpodobně šlo o rozbitá kometární jádra, neboť statistika ukazuje, že k takovému úkazu dochází v blízkosti Jupiteru nejméně jednou za století.

M. Marley a C. Porco přišli se zajímavým nápadem, že totiž rozložení dráhek v bohatých prstencích Saturnu může odrážet gravitační poruchy, spojené s akustickými oscilacemi planety, takže příslušná analýza by poskytla seismologické údaje o nitru planety. Saturnovy prstence pozorovali J. Elliot aj. pomocí rychlého fotometru HSP na Hubblově kosmickém dalekohledu, a to v době, kdy skrze prstence prosvítala anonymní hvězda přibližně 12. hvězdné velikosti. Z kolísání jasnosti hvězdy během asi 20-hodinového pozorování odhalili celkem 43 dráhek a navíc určili polohu pólů soustavy prstenců.

J. Coldwell a L. Esposito odhadují, že kosmické sondy Galileo a Cassini najdou v prstencích Jupiteru a Saturnu velký počet družic s rozměry od 2 do 20 km. Soudí tak na základě snímků větších družic Uranu a Neptunu, na nichž je patrné velké množství impaktních kráterů. Oba autoři se domnívají, že jde o důkaz srážek

s kometárními jádry, které tak navíc neustále doplňují materiál v prstencích. W. Slattery aj. simulovali na počítači srážky prvotního Uranu s tělesy o hmotnostech 1 až 3-krát větších, než je hmotnost Země. Ukázali, že při rychlostech střetu kolem  $5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$  tak lze vysvětlit jak poměrně rychlou rotaci Uranu, tak i anomální sklon rotační osy k oběžné dráze. Navíc z přebytku materiálu při srážce mohou z kondenzovat družice planety.

W. Wild aj. studovali povrch Uranu v blízkém infračerveném oboru spektra 1,8-m zrcadlem ze soustavy MMT na Mount Hopkinsu v Arizoně. Zrcadlo bylo vybaveno systémem adaptivní optiky s frekvencí 50 Hz. Získali snímky Uranu s úhlovým rozlišením  $0,5''$  a podařilo se jim tak vytvořit hrubou mapu albeda planety. Uran je nejtemnější v okolí rovníku, zatímco polární oblasti jeví okrajové zjasnění.

S. Croft se zabýval Neptunovou družicí Proteus, objevenou kosmickou sondou Voyager 2 v r. 1989. Svým středním poloměrem 209 km je Proteus největší družicí nepravidelného tvaru ve sluneční soustavě. Skládá se převážně z ledu a na jejím povrchu lze pozorovat impaktní kráter o průměru 255 km a hloubce až 15 km - relativně jde tudíž o největší kráter ve sluneční soustavě. M. Horanyi a C. Porco dále rozpracovali Porcovu myšlenku z r. 1991, že totiž známé oblouky (zhuštění v prstencích Neptunu) vznikají poruchovým působením družice Galatea. Následkem poruch se jejich poloha vůči planetě pozvolna mění.

Přestože dvojplaneta Pluto-Charon nebyla dosud zkoumána zblízka, zájem o ni spíše vzrůstá, především pro jistou záhadnost její existence a zvláštnosti dráhy i fyzikálních parametrů. R. Malhotraová stejně jako H. Levinson a S. Stern ukázali, že Pluto vznikl akrecí na kruhové dráze, která se postupně dostala do rezonance 3:2 s dráhou Neptunu. Vlivem poruch od velkých planet se dráha Pluta stala výstřednou a v té době se Pluto srazil s jiným tělesem, takže přešel na dráhu s velkým sklonem. A. Stern však soudí, že v oblasti dráhy Pluta by mělo být několik tisíc obdobných těles, která se však beznadějně ztratila. S tím též souvisí otázka, jak byl Triton zachycen Neptunem a kde jsou tělesa tzv. Kuiperova pásu.

Naneštěstí přímá měření geometrických a fyzikálních parametrů Pluta a Charonu dávají rozporné výsledky. G. Null aj. z pozorování Hubblovým dalekohledem v srpnu 1991 určili hmotnost Pluta na  $13,1 \cdot 10^{21}$  kg a Charonu na  $1,10 \cdot 10^{21}$  kg, takže z poloměrů 1150, resp. 593 km pak plynou střední hustoty 2,13-násobek, resp. 1,30-násobek hustoty vody za normálních podmínek. Naproti tomu L. Young aj. z pozemní astrometrie systému 2,2-m reflektorem dospěli k téže střední hustotě pro obě složky, totiž 2,0-násobek hustoty vody. Konečně R. Willis na základě revize hodnoty poloměru Pluta (hodnotu ovlivňuje poměrně hustá atmosféra planety) obdržel pro Pluto hustotu 1,7-násobek hustoty vody.

Kdyby se potvrdily rozdílné odchylné hustoty Pluta a Charonu, mohla by dle A. Prentice soustava vzniknout rotačním štěpením, tj. Pluto z hustšího jádra a Charon z řidšího pláště. Tyto rozpory se sotva podaří vyřešit pouze pozorováním ze Země či okolí - proto se dost vážně uvažuje o vyslání dostatečně rychlé a lehké kosmické sondy, která by k Plutu dospěla dříve, než vlivem rostoucí vzdálenosti planety od Slunce její atmosféra doslova zamrzne. □